

Fakulta aplikovaných věd

Katedra mechaniky

Obor: Stavitelství (STA)

Akademický rok: 2017/2018

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

## ANALÝZA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ BILLBOARDŮ PRO RŮZNÉ VĚTRNÉ OBLASTI

Vypracoval:

Bc. Jaroslav Polesný

Vedoucí práce:

Ing. Petr Kesl

## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma: „Analýza ocelových konstrukcí billboardů pro různé větrné oblasti“ jsem vypracoval samostatně, pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce Ing. Petra Kesla, a za použití odborné literatury, která je uvedena v seznamu použité literatury na konci této práce.

V Plzni, dne 5. 1. 2018

.....

Bc. Jaroslav Polesný

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych tímto chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Keslovi za užitečné rady, ochotu, vstřícnost a čas, který mi věnoval při konzultacích této práce.

Dále velké díky patří celé mé rodině, přítelkyni a nejbližším přátelům, kteří mě po celou dobu studia plně podporovali.

## **ANOTACE**

Hlavním předmětem této diplomové práce je analyzovat nárůst pořizovacích nákladů na výstavbu 2. typů nosných systémů billboardů, umístěných v různých větrných oblastech na území ČR, v závislosti na celkové hmotnosti navržených ocelových konstrukcí a dále ocenit materiálový vstup základových konstrukcí, a to objem použitého betonu, tonáž výztuže a podlití patních desek sloupů.

Při navrhování nosných konstrukcí bylo postupováno v souladu s příslušnými normami ČSN EN v aktuálním platném znění včetně veškerých částí a příloh.

Diplomová práce je rozdělena do hlavní textové části, výkresové části a příloh.

Pro výpočet vnitřních sil, deformací a reakcí posuzované ocelové konstrukce byl použit program "IDA NEXIS", určený pro výpočet výše uvedených veličin metodou konečných prvků a samotné posouzení ocelových konstrukcí, včetně kotvení, montážních spojů a základových konstrukcí bylo provedeno pomocí tabulkového kalkulátoru „EXCEL“.

Výkresová dokumentace je dělena do 6 bloků pro 2 nosné systémy umístěné v 1. – 3. větrné oblasti a byla vypracována v souladu s příslušnými normami v aktuálním platném znění včetně veškerých částí a příloh za pomoci programu AutoCAD 2016.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

billboard, větrná oblast, území ČR, kategorie terénu, reklamní plocha, kruhový sloup, příhradový tubus, referenční výška, ocelová konstrukce, nátěrový systém, žárové zinkování, cenová kalkulace, analýza, maximální dynamický tlak

## **ANNOTATION**

The main subject of this diploma thesis is to analyze the costs of two types steel structures systems of billboard, which are situated in the different wind areas in the Czech Republic, depending on total weight steel structures. Another task is to appreciate the material input of the foundation structures, namely the volume of concrete, the weight of the reinforcement and the mount of the anchor plate.

Static assessment of steel construction was done in accordance with relevant standards ČSN EN amended to date, including all parts and annexes.

The diploma thesis is divided into main text part, drawing part and attachments.

For calculation internal forces, deformations and reaction of these steel construction was used program „IDA NEXIS“ which used to calculate the above variables by finite element method and static assessment of these steel construction including anchoring, mounting connections and concrete foundations was done by table calculator „EXCEL“.

Drawing documentation is divided into 6 blocks for 2 structures systems, which are located in the 1. - 3. wind areas and was done by program AutoCad 2016 in accordance with the relevant standards ČSN EN amended to date, including all parts and annexes.

## **KEY WORDS**

billboard, wind area, territory of the Czech Republic, category of terrain, advertising board, circular column, tube, reference height, steel structure, coating system, hot dip galvanizing, price calculation, analysis, maximum dynamic pressure

## **OBSAH**

<b>ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ</b> .....	<b>2</b>
<b>PODĚKOVÁNÍ</b> .....	<b>3</b>
<b>ANOTACE</b> .....	<b>4</b>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b> .....	<b>4</b>
<b>ANNOTATION</b> .....	<b>5</b>
<b>KEY WORDS</b> .....	<b>5</b>
<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>2 CHARAKTERISTIKA BILLBOARDŮ</b> .....	<b>10</b>
2.1 DEFINICE BILLBOARDU.....	10
2.2 DRUHY BILLBOARDŮ.....	10
2.3 DĚLENÍ BILLBOARDŮ DLE ROZMĚŘŮ REKLAMNÍ PLOCHY .....	10
<b>3 VYBRANÉ TYPY KONSTRUKCÍ BILLBOARDŮ</b> .....	<b>11</b>
3.1 NOSNÝ SYSTÉM S KRUHOVÝM SLOUPEM .....	12
3.2 NOSNÝ SYSTÉM S PŘÍHRADOVÝM TUBUSEM.....	12
<b>4 STATICKÉ POSOUZENÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ BILLBOARDŮ</b> .....	<b>13</b>
4.1 PODROBNÝ POPIS NOSNÉHO SYSTÉMU .....	13
4.1.1 NOSNÝ SYSTÉM S KRUHOVÝM SLOUPEM.....	13
4.1.2 NOSNÝ SYSTÉM S PŘÍHRADOVÝM TUBUSEM.....	14
4.2 POUŽITÍ MATERIÁL.....	14
4.3 OCHRANA PROTI KOROZI.....	14
4.4 OCHRANA PROTI POŽÁRU .....	14
4.5 PŘEHLED ZATÍŽENÍ.....	14
4.6 PŘEHLED KOMBINACÍ ZATÍŽENÍ.....	18
4.7 STATICKÉ POSOUZENÍ 1. NOSNÉHO SYSTÉMU V 1. VĚTRNÉ OBLASTI .....	20
4.7.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ .....	20
4.7.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET .....	25
4.7.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ ...	31
4.7.4 ZÁVĚR STATICKÉHO VÝPOČTU .....	36

---

4.8	STATICKE POSOUZENÍ 1. NOSNEHO SYSTÉMU VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI ..37	
4.8.1	ROZBOR ZATÍŽENÍ .....	37
4.8.2	SOFTWAREVÝ VÝPOČET .....	40
4.8.3	POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ ...	46
4.8.4	ZÁVĚR STATICKEHO VÝPOČTU .....	51
4.9	STATICKE POSOUZENÍ 1. NOSNEHO SYSTÉMU VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI ..52	
4.9.1	ROZBOR ZATÍŽENÍ .....	52
4.9.2	SOFTWAREVÝ VÝPOČET .....	55
4.9.3	POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ ...	61
4.9.4	ZÁVĚR STATICKEHO VÝPOČTU .....	66
4.10	STATICKE POSOUZENÍ 2. NOSNEHO SYSTÉMU V 1. VĚTRNÉ OBLASTI .....	67
4.10.1	ROZBOR ZATÍŽENÍ .....	67
4.10.2	SOFTWAREVÝ VÝPOČET .....	70
4.10.3	POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ ...	77
4.10.4	ZÁVĚR STATICKEHO VÝPOČTU .....	83
4.11	STATICKE POSOUZENÍ 2. NOSNEHO SYSTÉMU VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI ..84	
4.11.1	ROZBOR ZATÍŽENÍ .....	84
4.11.2	SOFTWAREVÝ VÝPOČET .....	87
4.11.3	POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ ...	94
4.11.4	ZÁVĚR STATICKEHO VÝPOČTU .....	100
4.12	STATICKE POSOUZENÍ 2. NOSNEHO SYSTÉMU VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI ..101	
4.12.1	ROZBOR ZATÍŽENÍ .....	101
4.12.2	SOFTWAREVÝ VÝPOČET .....	104
4.12.3	POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ ..	111
4.12.4	ZÁVĚR STATICKEHO VÝPOČTU .....	117
5	<b>SROVNÁNÍ MAXIMÁLNÍHO DYNAMICKÉHO TLAKU VE VĚTRNÝCH OBLASTECH NA ÚZEMÍ ČR V ZÁVISLOSTI NA KATEGORII TERÉNU .....</b>	<b>118</b>
6	<b>ANALÝZA UMÍSTĚNÍ BILLBOARDŮ VE VĚTRNÝCH OBLASTECH NA ÚZEMÍ ČR.....</b>	<b>123</b>
7	<b>ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH SLOŽEK CEN BILLBOARDŮ.....</b>	<b>126</b>

---

7.1	1. NOSNÝ SYSTÉM V 1. VĚTRNÉ OBLASTI.....	127
7.2	1. NOSNÝ SYSTÉM VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI .....	128
7.3	1. NOSNÝ SYSTÉM VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI .....	129
7.4	2. NOSNÝ SYSTÉM V 1. VĚTRNÉ OBLASTI.....	130
7.5	2. NOSNÝ SYSTÉM VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI .....	131
7.6	2. NOSNÝ SYSTÉM VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI .....	132
<b>8</b>	<b>ANALÝZA CEN PROTIKOROZNÍ OCHRANY.....</b>	<b>133</b>
8.1	NÁTĚROVÝ SYSTÉM .....	133
8.2	ŽÁROVÉ ZINKOVÁNÍ.....	133
<b>9</b>	<b>SROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH CEN A ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ .....</b>	<b>135</b>
9.1	OCELOVÉ KONSTRUKCE S PROTIKOROZNÍ OCHRANOU NÁTĚROVÝM SYSTÉMEM .....	135
9.2	OCELOVÉ KONSTRUKCE S PROTIKOROZNÍ OCHRANOU ŽÁROVÝM ZINKOVÁNÍM.....	135
<b>10</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>137</b>
	<b>SEZNAM VÝKRESŮ .....</b>	<b>138</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>138</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH NOREM .....</b>	<b>139</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>140</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH INTERNETOVÝCH ODKAZŮ .....</b>	<b>141</b>
	<b>SOUPIS POUŽITÉHO SOFTWARE.....</b>	<b>141</b>
	<b>SOUPIS OBRÁZKŮ .....</b>	<b>142</b>
	<b>SOUPIS GRAFŮ .....</b>	<b>143</b>
	<b>SOUPIS TABULEK.....</b>	<b>143</b>



## **1 ÚVOD**

Jako téma pro svoji diplomovou práci jsem si vybral analýzu ocelových konstrukcí billboardů pro různé větrné oblasti za území ČR. V současné době se o billboardech mluví v souvislosti s jejím odstraněním z blízkosti pozemních komunikací.

V září letošního roku uplynulo 5leté období, které měli provozovatelé reklamních poutačů na jejich odstranění z blízkosti pozemních komunikací a započalo jejich masivní odstraňování ministerstvem dopravy.

Zákaz umístování reklamních poutačů v blízkosti dálnic a silnic I. třídy přišel s novelou zákona č. 196/2012 Sb., kterým se mění zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, která vyšla v platnost již 1. září 2012. V paragrafu 30 výše uvedeného zákona se definují tzv. silniční ochranná pásma. Šířka ochranného pásma je 250 m pro dálnice a rychlostní silnice, 50 metrů pro silnice I. třídy a 15 metrů pro silnice II. a III. třídy. Do těchto pásem se nesmí umísťovat reklamní poutače. S tímto zákazem souhlasím, protože existují prokázané studie, že reklamní poutače snižují pozornost řidičů vozidel a zvyšují riziko nehody.

Na druhou stranu billboardy jsou účinným nástrojem společností jak propagovat svůj výrobek a upoutat pozornost spotřebitele, tudíž se neztotožňují s myšlenkou, že veškeré reklamní poutače by měly být trvale odstraněny. Zastávám názor, že billboardy nepatří do blízkosti pozemních komunikací, kde by mohli ohrožovat bezpečnost silničního provozu, ale ve městech a v blízkosti nákupních center najdou svoje uplatnění, proto ve své práci uvažuji umístění billboardů v zastavěných oblastech v blízkosti jiných pozemních staveb nikoli na rozlehlých pláních. Správně navržený billboard má jasný a zřetelný obsah a originální myšlenku, která upoutá pozornost spotřebitele a zapíše se do jeho mysli a vybaví se přesně ve chvíli nákupu.

Ve své práci se nebudu zabírat marketingovým využitím těchto velkoformátových ploch, nýbrž jejich nosnou konstrukcí. Dva nejpoužívanější nosné systémy billboardů umístím do různých větrných oblastí na území ČR a následně provedu návrh jednotlivých nosných profilů včetně montážních spojů, kotvení a základových konstrukcí. Posléze provedu analýzu dimenzí profilů v závislosti na větrné oblasti, kategorii terénu a dalších okrajových podmínkách vstupujících do výpočtu. Hlavní výstupem mé práce bude ekonomické srovnání jednotlivých variant nosných systémů v závislosti na umístění reklamního poutače na území ČR.

## **2 CHARAKTERISTIKA BILLBOARDŮ**

### **2.1 DEFINICE BILLBOARDU**

Slovo billboard vzniklo z anglického „billing board“, což v překladu znamená – plakátovací plocha.

Jedná se o velkoformátovou plakátovací reklamní plochu obvykle umístěnou na velmi frekventovaných místech tak, aby přitáhla pozornost co největšího počtu lidí. Na reklamní ploše bývají umístěny jednoduché slogany spolu s výraznými obrazovými prvky. Billboardy mají převážně svoji vlastní nosnou konstrukci, která bývá z 99% ocelová, popř. mohou být kotveny ke stávajícím objektům.

### **2.2 DRUHY BILLBOARDŮ**

#### **STATICKÝ BILLBOARD**

- jedná se o trvalou nosnou konstrukci s trvalou reklamní plochou

#### **BILLBOARD S PROMĚNLIVOU PLOCHOU**

- obdobný typ statického billboardu s tím rozdílem, že reklamní plocha bývá obměňována

#### **DIGITÁLNÍ BILLBOARD**

- tento druh má též trvalou nosnou konstrukci, rozdíl je v reklamní ploše, která umožňuje zobrazovat video sekvence

#### **MOBILNÍ BILLBOARD**

- jak už název vypovídá, jedná se o zvláštní druh billboardu, který je připevněn k mobilní dodávce

### **2.3 DĚLENÍ BILLBOARDŮ DLE ROZMĚRŮ REKLAMNÍ PLOCHY**

#### **BILLBOARDY**

- Typ Euro rozměry reklamní plochy 5,1 x 2,4 m
- Typ Avenir rozměry reklamní plochy 4,0 x 3,0 m
- Typ East West rozměry reklamní plochy 4,8 x 3,2 m

### **BIGBOARDY**

- Typ 1 rozměry reklamní plochy 9,6 x 3,6 m
- Typ 2 rozměry reklamní plochy 3,0 x 8,2 m

### **MEGABOARD**

- Typ 1 rozměry reklamní plochy 24,0 x 9,0 m, popř. individuálně

### **CITILIGHT**

- Typ 1 rozměry reklamní plochy 1,15 x 1,75 m

## **3 VYBRANÉ TYPY KONSTRUKCÍ BILLBOARDŮ**

Existuje mnoho druhů nosných konstrukcí reklamních poutačů. Každá konstrukce má různé uspořádání nosných prvků a odlišné statické působení. Do návrhu nosné konstrukce reklamního poutače vstupuje mnoho faktorů, přičemž nejvíce rozhoduje umístění v příslušné větrové oblasti a kategorie terénu a v neposlední řadě rozměry reklamní plochy a její výškové umístění nad zemí.

Pro svoji diplomovou práci jsem si vybral nejpoužívanější typ billboardů, a to tzv. „věčko“. Jedná se o ocelovou konstrukci s dvěma reklamními plochami o rozměrech 9,6 x 3,6 m tvořící půdorysně písmeno „V“. Na základě definice uvedené v kapitole 2. 3 se jedná o „Bigboard“.

Provedu statický návrh pro dva typy nosných systémů na základě maximálního dynamického tlaku větru v závislosti na větrné oblasti, kategorii terénu a referenční výšce reklamní plochy.

Pro kompletní statické posouzení a ekonomickou analýzu jsem umístil billboardy v těchto větrných oblastech:

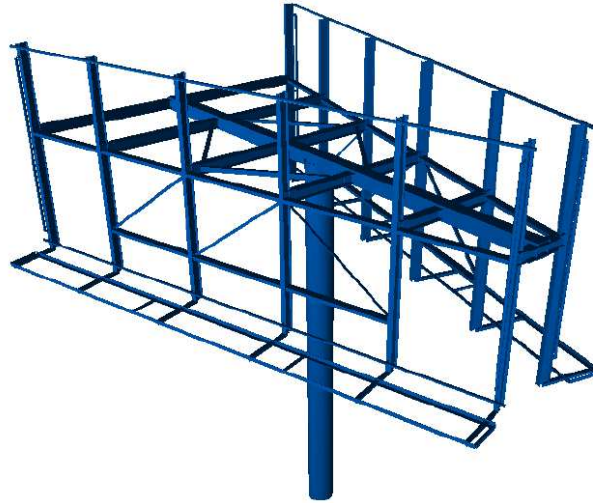
- Olomouc – dle mapy uvedené v ČSN EN 1991-1-4 **1. větrová oblast**
- Plzeň – dle mapy uvedené v ČSN EN 1991-1-4 **2. větrová oblast**
- Chrudim – dle mapy uvedené v ČSN EN 1991-1-4 **3. větrová oblast**

Pro zbylé území ČR bude provedena analýza se zaměřením pouze na vývoj maximálního dynam. tlaku větru působící na konstrukci, a to v následujících oblastech:

- Hlinsko – dle mapy uvedené v ČSN EN 1991-1-4 **4. větrová oblast**
- Harrachov – dle mapy uvedené v ČSN EN 1991-1-4 **5. větrová oblast**

Umístění billboardů uvažuji vždy ve 3. kategorii terénu s referenční výškou reklamní plochy 6,5 m.

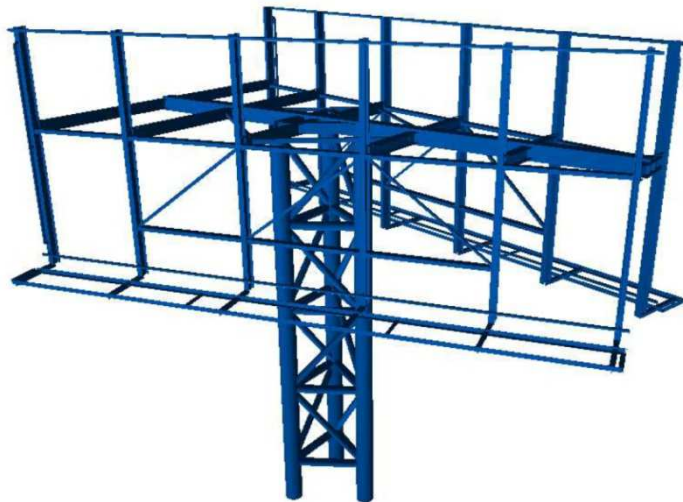
### 3.1 NOSNÝ SYSTÉM S KRUHOVÝM SLOUPEM



*Obrázek 1 – Nosný systém s kruhovým sloupem*

Reklamní poutač se skládá ze dvojice reklamních ploch rozměru 9,6 x 3,6 m, které svírají vzájemně úhel cca 30°. Sloup billboardu tvoří ocelová trubka, kotvená do základu přes ocelovou patní desku s výztuhami pomocí závitových tyčí.

### 3.2 NOSNÝ SYSTÉM S PŘÍHRADOVÝM TUBUSEM



*Obrázek 2 – Nosný systém s příhradovým tubusem*

Reklamní poutač se skládá též ze dvojice reklamních ploch rozměru 9,6 x 3,6 m, které svírají vzájemně úhel cca 30°. Stojku billboardu tvoří ocelový příhradový tubus, který se skládá ze svislic, diagonál a třech nárožníků, kotvených do základu přes ocelové patní desky pomocí závitových tyčí.

## **4        STATICKÉ POSOUZENÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ BILLBOARDŮ**

Vzhledem k obsáhlosti jednotlivých statických výpočtů, budou v této části práce posouzeny primární nosné profily ocelové konstrukce billboardu.

Do sekundárních konstrukcí, jako jsou konzoly, nosníky lávky, zavětrování reklamní plochy atd., nedochází k přenosu sil od přetížení větrem a svislé zatížení se nemění, tudíž vychází tyto profily, jak prokázaly statické výpočty, u všech typů billboardů ve všech větrných oblastech stejné. Kompletní statické posouzení jednotlivých nosných systémů pro různé větrné oblasti se nachází v přílohové části práce – Statická posouzení.

### **4.1        PODROBNÝ POPIS NOSNÉHO SYSTÉMU**

#### **4.1.1      NOSNÝ SYSTÉM S KRUHOVÝM SLOUPEM**

Jedná se o nosnou ocelovou konstrukci se dvěma reklamními tabulemi o rozměrech 9,6 x 3,6 m půdorysně vzájemně tvořících písmeno „V“. Obě tabule vzájemně svírají úhel 30°. Reklamní plochy jsou vzdáleny od středové osy konstrukce cca 0,5 m v nejužším místě a cca 3,0 m v nejširším místě. Podél dolních okrajů obou reklamních ploch je navržena pochozí lávka šířky 600 mm sloužící pro pohyb obsluhy. Pochozí vrstvu lávek tvoří děrované podlahové rošty o rozměrech 30 x 3 mm.

Hlavní nosnou konstrukci reklamní plochy tvoří svislé nosníky navržené z válcovaných profilů IPE, ke kterým jsou kotveny rošty reklamní plochy s plechovou tabulí tloušťky 1 mm, sloužící pro výlep reklamních bannerů. Podél okrajů plochy jsou k těmto nosníkům kotveny kruhové trubky sloužící pro případné natažení reklamní plachty. Dále jsou z těchto nosníků vyloženy konzoly z válcovaných T profilů délky cca 0,985 m, na kterých budou osazeny nosníky lávky navržené z válcovaných L profilů. Konstrukce reklamní plochy je ztužena podélnými ztužidly z tenkostěnného U profilu umístěných přibližně ve třetinách výšky plochy. Dále je konstrukce reklamní plochy ve středovém poli ztužena šikmými ztužidly navržených z válcovaných L profilů.

Obě reklamní plochy jsou navzájem tuze spojeny příčnickými navrženými z válcovaných profilů HEA. Tyto nosníky jsou kotveny k hlavnímu středovému profilu z uzavřeného čtvercového průřezu tzv. jeklu procházející souběžně se středovou osou billboardu. Hlavní podélný profil je v polovině rozpětí podepřen středovou stojkou z uzavřeného trubkového průřezu, která je pomocí závitových tyčí vetknuta do železobetonové základové konstrukce, jejíž horní hrana je umístěná cca 0,5 m pod úrovní okolního terénu.

#### **4.1.2 NOSNÝ SYSTÉM S PŘÍHRADOVÝM TUBUSEM**

Jedná se o totožný nosný systém reklamních ploch, s tím rozdílem, že hlavní nosný profil procházející souběžně se středovou osou billboardu je podepřen přes vahadlo trojbokým příhradovým tubusem, který se skládá z trojice kruhových nárožníků navzájem spojených kruhovými svislicemi a diagonálami.

#### **4.2 POUŽITÍ MATERIÁL**

Na výrobu ocelových konstrukcí bude použita běžná válcovaná ocel S 235 a plechy stejné kvality. Ocelové konstrukce jsou navrženy zpravidla z běžných válcovaných profilů průřezu IPE, HEA, L a z uzavřených kruhových profilů (trubek) nebo tenkostěnných uzavřených profilů tzv. jeklů.

Jako spojovací materiál budou použity šrouby pevnosti 8. 8.

Kotvení bude provedeno pomocí zabetonovaných závitových tyčí pevnosti 8.8.

Velikost účinné výšky koutových svarů je cca 75% tloušťky připojovaného materiálu, minimálně 4 mm.

#### **4.3 OCHRANA PROTI KOROZI**

Ocelová konstrukce bude opatřena třívrstevným nátěrovým systémem tak, aby nátěrový systém odpovídal požadavkům současných platných norem pro "Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi".

- očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
- 1 x základní nátěr S 2005 v tloušťce 35  $\mu\text{m}$
- 2 x vrchní nátěr S 2013 v tloušťce 2 x 35  $\mu\text{m}$

Alternativně je možno konstrukci zároveň zinkovat na otryskaný podklad SA 2,5. V tomto případě je ale nutné provést výtokové a provzdušňovací otvory.

#### **4.4 OCHRANA PROTI POŽÁRU**

Vzhledem k charakteru konstrukce není ochrana proti požáru požadována.

#### **4.5 PŘEHLED ZATÍŽENÍ**

##### **1. Z. S. VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE**

$\gamma_f = 1,35 [-]$

- Generováno počítačem

**2. Z. S. STÁLÉ ZATÍŽENÍ**

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Nosníky reklamní plochy
- Pochozí rošty lávky

$$g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

**3. Z. S. UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – VARIANTA 1**

$$\gamma_f = 1,50 [-]$$

- Technologie (osvětlení atd.)
- Lokální užité zatížení od obsluhy

$$q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 2 \times 1,5 \text{ kN}$$

**4. Z. S. UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – VARIANTA 2**

$$\gamma_f = 1,50 [-]$$

- Technologie (osvětlení atd.)
- Lokální užité zatížení od obsluhy

$$q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 2 \times 1,5 \text{ kN}$$

**5. Z. S. UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – VARIANTA 3**

$$\gamma_f = 1,50 [-]$$

- Technologie (osvětlení atd.)
- Lokální užité zatížení od obsluhy

$$q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

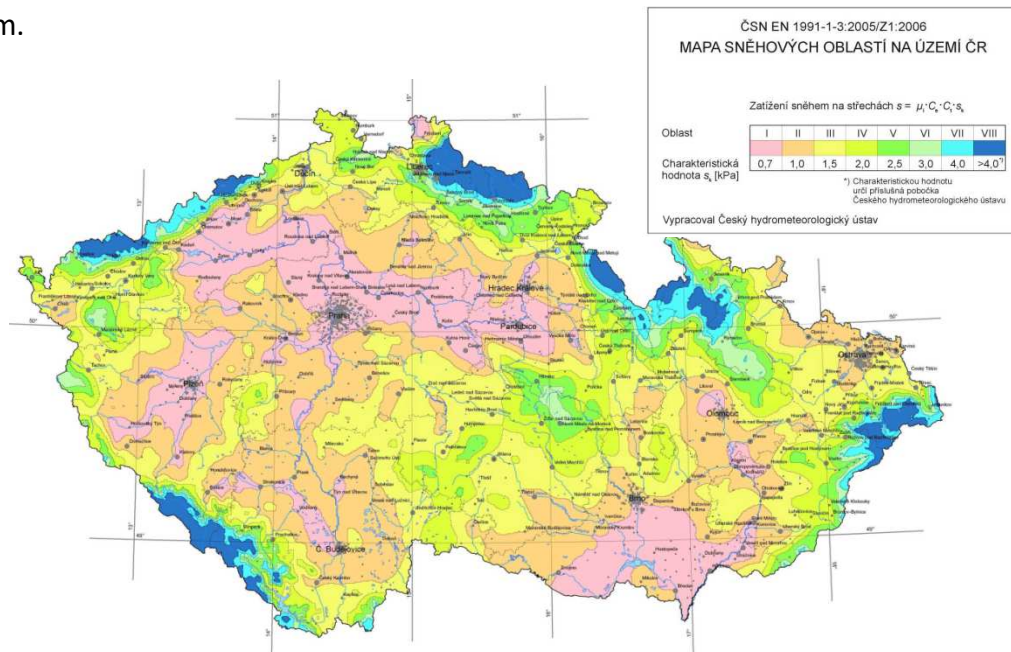
$$Q_k = 2 \times 1,5 \text{ kN}$$

**6. Z. S. ZATÍŽENÍ SNĚHEM**

$$\gamma_f = 1,50 [-]$$

- dle ČSN EN 1991 – 1 – 3 – Zatížení sněhem
- základní tíha sněhu  $s_k$  [kN/m<sup>2</sup>] dle příslušné sněhové oblasti

Vzhledem k tomu, že pochozí vrstvu lávky tvoří děrované podlahové rošty, tudíž nebude docházet k hromadění sněhu na ocelové konstrukci, neuvažují zatížením sněhem.



**Obrázek 3 – Mapa sněhových oblastí na území ČR**

**7. Z. S. ZATÍŽENÍ VĚTREM PŘÍČNÝM – VARIANTA 1**

$v_f = 1,50 [-]$

- dle ČSN EN 1991 – 1 – 4 – Zatížení větrem
- výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0}$  [m/s] dle příslušné větrné oblasti

**8. Z. S. ZATÍŽENÍ VĚTREM PŘÍČNÝM – VARIANTA 2**

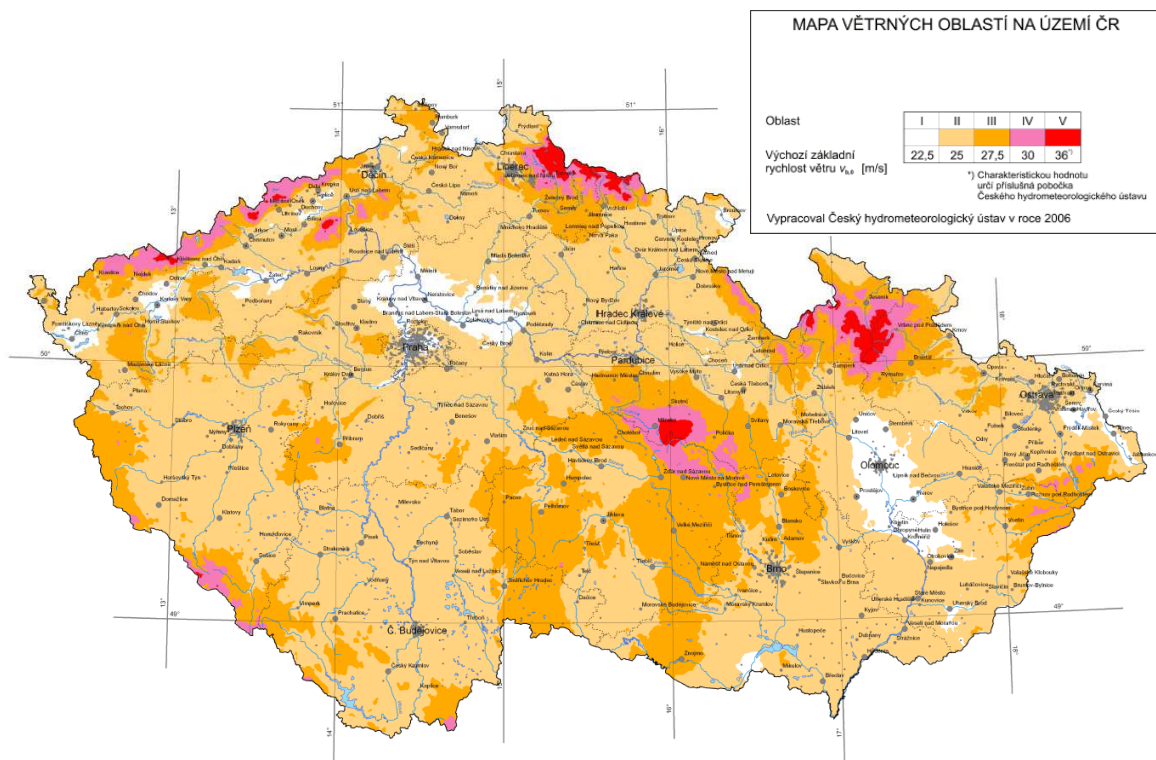
$v_f = 1,50 [-]$

- dle ČSN EN 1991 – 1 – 4 – Zatížení větrem
- výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0}$  [m/s] dle příslušné větrné oblasti

**9. Z. S. ZATÍŽENÍ VĚTREM PODÉLNÝM**

$v_f = 1,50 [-]$

- dle ČSN EN 1991 – 1 – 4 – Zatížení větrem
- výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0}$  [m/s] dle příslušné větrné oblasti



**Obrázek 4 – Mapa větrných oblastí na území ČR**

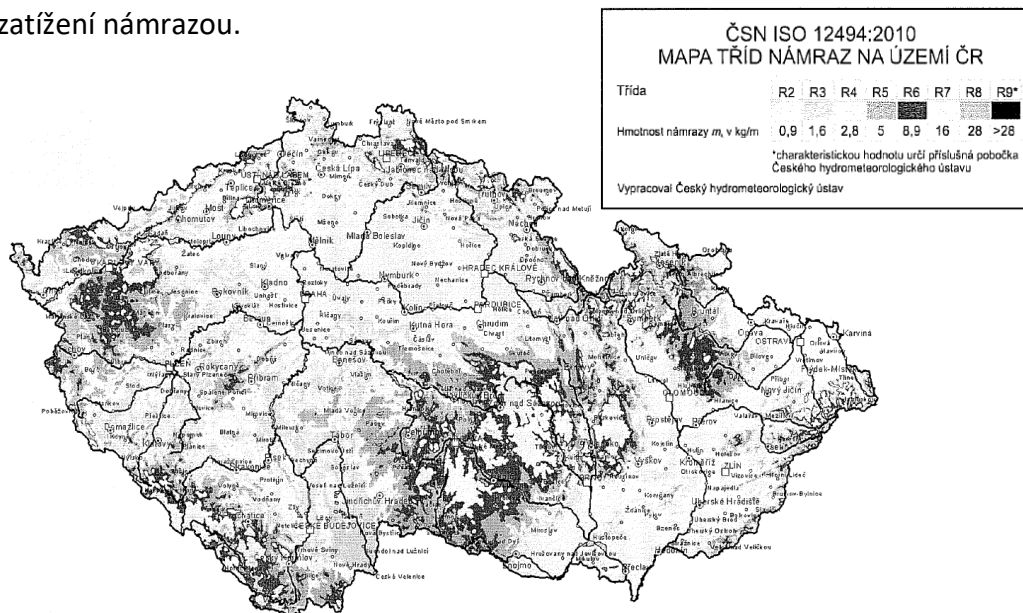


**10. Z. S. ZATÍŽENÍ NÁMRAZOU**

$\gamma_f = 1,50 [-]$

- dle ČSN ISO 12 494 - Zatížení konstrukcí námrazou
- hmotnost námrazy  $m_k$  [kg/m] dle příslušné námrazové oblasti

Uvažuji umístění billboardů v oblasti se třídou námrazy R2 – hmotnost námrazy  $m_k = 0,9$  kg/m. S přihlédnutím k umístění, charakteru a členění objektu, není nutné uvažovat zatížení námrazou.



**Obrázek 5 – Mapa tříd námrazy na území ČR**

**11. Z. S. SEISMICKÉ ZATÍŽENÍ**

$\gamma_f = 1,00 [-]$

- dle ČSN EN 1998 – 1 Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení



**Obrázek 6 – Mapa seismických oblastí ČR**

### **- 11. ZATÍŽENÍ SEIZMICITOU**

$$\gamma_f = 1 \text{ [-]}$$

Třída významu konstr.  $n = 1 \text{ [-]} \rightarrow$  Souč. významu  $\gamma_1 = 0,80 \text{ [-]}$

$\rightarrow n = 1$  - Stavby malého významu (zemědělské stavby)

$\rightarrow n = 2$  - Stavby běžného významu (rodinné domy)

$\rightarrow n = 3$  - Stavby, jejichž seizmická odolnost je důležitá (např. školy, společenské haly, atd.)

$\rightarrow n = 4$  - Stavby, jejichž neporuš. během zemětř. je životně důležitá (např. nemocnice)

Oblast: Území ČR 3 .seizmická oblast Ref. zrychl. půdy  $a_{gR} = 0,04 \text{ [-]}$

Typ podloží dle normy E Součinitel podloží  $S = 1,40 \text{ [-]}$

Součinitel  $a_g S = a_{gR} \cdot \gamma_1 \cdot S = 0,04 \cdot 0,80 \cdot 1,4 = 0,04 \text{ g} < 0,05 \text{ g}$

Jedná se o velmi malou seizmicitu - není nutné uvažovat seizmické zatížení!

Jak prokázal výpočet výše, ocelovou konstrukci billboardu lze bez obav umístit až do 3. seizmické oblasti s referenčním zrychlením základové půdy  $a_{gR} = 0,04 \text{ g}$  a nejméně únosným podložím (dle normy typ E), aniž by bylo nutné uvažovat seizmické zatížení.

### **12. Z. S. MIMOŘÁDNÉ ZATÍŽENÍ – NÁRAZ VOZIDLA**

$$\gamma_f = 1,00 \text{ [-]}$$

Ocelová konstrukce billboardu, bude umístěna v oblastech, kde se nepředpokládá, že by mohlo dojít k nárazu vozidla, tudíž neuvažují žádné mimořádné zatížení vyvolané nárazem vozidla.

## **4.6 PŘEHLED KOMBINACÍ ZATÍŽENÍ**

### **MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI**

Základní kombinace zatížení pro posouzení únosnosti prvků rovnice 6.10

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

### **MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI**

Základní kombinace zatížení pro posouzení deformací konstrukce

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kombinace zatížení jsou automaticky generovány výpočtovým softwarem Ida Nexis verze 3. 60 a jsou shodné pro veškerá statická posouzení.

### **VÝPIS VYGENEROVANÝCH VŠECH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

1/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2	20/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS8
2/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2	21/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS6
3/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS6	22/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS7
4/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS7	23/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS6
5/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS8	24/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS8
6/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3	25/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS7
7/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4	26/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS6
8/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5	27/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS8
9/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS6	28/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS7
10/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS7	29/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS8
11/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS8	30/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS6
12/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS6	31/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS7
13/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS7	32/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS6
14/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS8	33/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS8
15/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3	34/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS7
16/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4	35/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS6
17/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5	36/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS8
18/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS6	37/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS7
19/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS7	38/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS8

### **VÝPIS VŠECH VYGENEROVANÝCH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2	10/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS6
2/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3	11/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS8
3/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4	12/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS7
4/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5	13/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS6
5/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS6	14/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS8
6/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS7	15/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS7
7/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS8	16/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS8
8/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS6	
9/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS7	

## 4.7 STATICKE POSOUZENÍ 1. NOSNEHO SYSTÉMU V 1. VĚTRNÉ OBLASTI

### 4.7.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

#### 1. Z. S. - VLASTNÍ HMOTNOST

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Vlastní hmotnost je vygenerována počítačem dle příslušných objemových tíh

$$\text{Ocel: } \rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{ŽB: } \rho = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Dřevo: } \rho = 6,00 \text{ kN/m}^3$$

#### 2. Z. S. - STÁLÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Reklamní plochy P1 a P2

ks	Úhelníky	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
23	L 40 x 40	40	4,0	0,95	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,53 kN
46	L 40 x 40	40	4,0	0,99	Svislý profil	0,024 kN/m'	1,11 kN
23	L 40 x 40	40	4,0	0,55	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,31 kN
ks	T-profil	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
15	T 60 x -	-	-	2	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,87 kN
10	T 60 x -	-	-	1,8	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,12 kN
ks	Plechý	$b$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$t$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
9	P 1 x 1000	1000	-	2	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	1,44 kN
3	P 1 x 600	600	-	2	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,29 kN
6	P 1 x 1000	1000	-	1,8	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	0,86 kN
2	P 1 x 600	600	-	1,8	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,17 kN

Celkové stálé zatížení od reklamní plochy:  $\Sigma G_k = 7,70 \text{ kN}$

Šířka desky billboardu

$$b = 9,6 \text{ m}$$

Výška desky billboardu

$$h = 3,6 \text{ m}$$

Pro plochu:

$$A = 34,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Stálé zatížení: } \Sigma G_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

$$g_k = 0,20 \quad 0,42 \quad 0,45 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

- Pochozí lávky

Výška  $h$

Tloušťka  $t$

Zatížení  $g_k$

- Podlahové rošty 30x3

$$30 \text{ mm}$$

$$3 \text{ mm}$$

$$0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Celkové stálé zatížení nosníků lávky: } \Sigma g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$g_k = 0,06 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

### 3. - 5. Z. S. - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Zatížení od obsluhy

- 2 x obsluha - užitné lokální zatížení

$$Q_k = 3 \text{ kN}$$

- Technologie (osvětlení, nástroje při montáži atd.)

$$q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$q_k = 0,04 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

### 6. Z. S. - ZATÍŽENÍ SNĚHEM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Olomouc

2 . sněhová oblast

Sklon lávky

$$\alpha = 0,00^\circ$$

Základní tíha sněhu

$$s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Ojem. tíha sněhu

$$\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$$

Typ krajiny

→ n = 1 - Otevřená

$$n = 2 [-]$$

→ Součinitel expozice

$$C_e = 1,00 [-]$$

→ n = 2 - Normální

Součinitel tepla

$$C_t = 1,00 [-]$$

→ n = 3 - Chráněná

Tvar. součinitel

$$\mu_1 = 0,80 [-]$$

Základní tíha sněhu

$$s_{1,k} = C_e \cdot C_t \cdot \mu_1 \cdot s_k = 1,00 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$s_{1,k} = 0,23 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

Vzhledem k tomu, že pochozí vrstvu lávky tvoří děrované podlahové rošty, tudíž nebude docházet k hromadění sněhu na ocelové konstrukci, neuvažují zatížením sněhem.

### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Olomouc

1 . větrová oblast

Kategorie terénu

$$3 [-]$$

Vých. základ. rychlos

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Souč. směru větru

$$c_{dir} = 1 [-]$$

Parametr drsnosti terénu

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

Souč. orografie

$$c_o = 1 [-]$$

Minimální výška

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

Souč. roč. obd.

$$c_{season} = 1 [-]$$

Maximální výška

$$z_{max} = 200 \text{ m}$$

Sou. turbulence

$$k_i = 1 [-]$$

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 22,5 = 22,5 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 = 316 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce

$$n = 1 [-]$$

Drsnost povrchu

$$m = 1 [-]$$

→ n = 1 - Hladký povrch (ocel, hladký beton)

→ m = 1 - Pozinkovaná ocel

→ n = 2 - Hrubý povrch (drsný beton)

→ m = 2 - Lesklá ocel

→ n = 3 - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky)

→ m = 3 - Leštěný kov

Součinitel tření

$$C_{fr} = 0,01 [-]$$

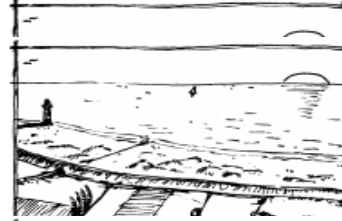
Souč. drsn. povrchu

$$k = 0,2 \text{ mm}$$

**Příloha A z ČSN EN 1991-1-4:**

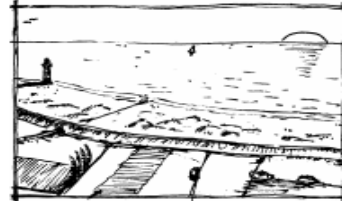
**Kategorie terénu 0**

Moře nebo pobřežní oblasti otevřené k moři.



**Kategorie terénu I**

Jezera nebo oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek.



**Kategorie terénu II**

Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20 násobek výšky překážek.



**Kategorie terénu III**

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20 násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les).



**Kategorie terénu IV**

Oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto budovami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m.



**Obrázek 7 – Kategorie terénu**

## - 7. - 8. Z. S. VÍTR PŘÍČNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b = 9,6 \text{ m}$	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	$h = 3,6 \text{ m}$	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5 \text{ m}$
Podchozí výška	$z_g = 4,7 \text{ m}$	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97 \text{ m}$
Výška středu desky	$z_e = 6,5 \text{ m}$	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23 \text{ m}$
Excen. výslednice	$e = 2,4 \text{ m}$	Poměr výšky a vzdál.	$a_3 / h = 0,9 [-]$

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{\min}) = k_r \cdot \ln(z_{\min} / z_0) = 0,22 \cdot 1 / 0,3 = 0,73 [-]$$

Char. střední rychlost větru

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot V_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 22,5 = 14,9 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_{ij}) / v_m(z) = (0,22 \cdot 22,5 \cdot 1) / 14,9 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

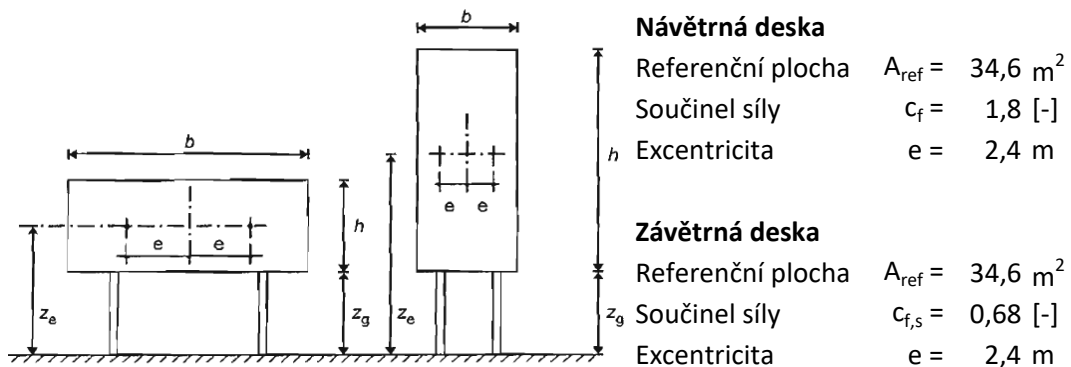
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 14,9^2 = 455 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1 [-]$  → Referenční výška je menší než 15 m.

Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1 [-]$  Souč. zastín. Záv. desky  $\Psi_s = 0,3 [-]$

Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8 [-]$  Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \Psi_s \cdot c_f = 0,68 [-]$

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšují souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8 [-]$



**Obrázek 8 – Excenricita zatížení větrem**

<b>Síla od větru - návětrná deska</b>	$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 28,3 \text{ kN}$
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 7,86 \text{ kN/m}$
Přepočet zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 2,18 \text{ kN/m}$
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{1,k} = 0,00 \quad 0,06 \quad 0,42 \quad 1,03 \quad 1,64 \quad 2,05 \text{ kN/m}^2$

<b>Síla od větru - závětrná deska</b>	$F_{w,2} = c_s c_d \cdot c_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} =$	10,6 kN
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) =$	2,95 kN/m
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,2} = f_{w,1} / h =$	0,82 kN/m
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e =$	7,2 m
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i =$	0 1,8 3,8 5,8 7,8 9,6 m
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i =$	0,9 1,9 2 2 1,9 0,9 m
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{2,k} =$	<b>0,00 0,02 0,16 0,39 0,61 0,77 kN/m'</b>

#### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TRØ	457	10,0	7,30	6,80	0,67	15,1	0,32	464	8,30	0,76	0,75	0,57	<b>0,12</b>

#### - 9. Z. S. VÍTR PODÉLNÝ

##### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b =$	9,6 m	Úhel mezi deskami	$\alpha =$	30 °
Výška desky billboardu	$h =$	3,6 m	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 =$	0,5 m
Podchozí výška	$z_g =$	4,7 m	Max vzdálenost desek	$a_2 =$	5,97 m
Výška středu desky	$z_e =$	6,5 m	Střední vzdál. desek	$a_3 =$	3,23 m
Součinel síly	$c_f =$	1,8 [-]	Návětrná plocha desek	$A_{ref} =$	19,7 m <sup>2</sup>

<b>Síla od větru na desky</b>	$F_{w,3} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} =$	16,1 kN
Spojitě zatížení - návětrná deska	$f_{w,3} = F_{w,1} / b =$	1,68 kN/m
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h =$	0,47 kN/m
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i =$	0 1,8 3,8 5,8 7,8 9,6 m
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i =$	0,9 1,9 2 2 1,9 0,9 m
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{3,k} =$	<b>0,42 0,89 0,93 0,93 0,89 0,42 kN/m'</b>

#### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Válc.	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_l$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	IPE	140	73	4,00	6,42	0,66	14,8	0,33	453	-	2,00	0,89	1,78	<b>0,11</b>
0	HEA	152	160	5,47	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,91	1,82	<b>0,13</b>
0	HEA	152	160	4,54	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,89	1,79	<b>0,13</b>
0	HEA	152	160	3,50	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,87	1,73	<b>0,12</b>
0	HEA	152	160	2,47	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,83	1,66	<b>0,12</b>
0	HEA	152	160	1,43	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,77	1,54	<b>0,11</b>
0	HEA	152	160	0,50	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,68	1,36	<b>0,10</b>

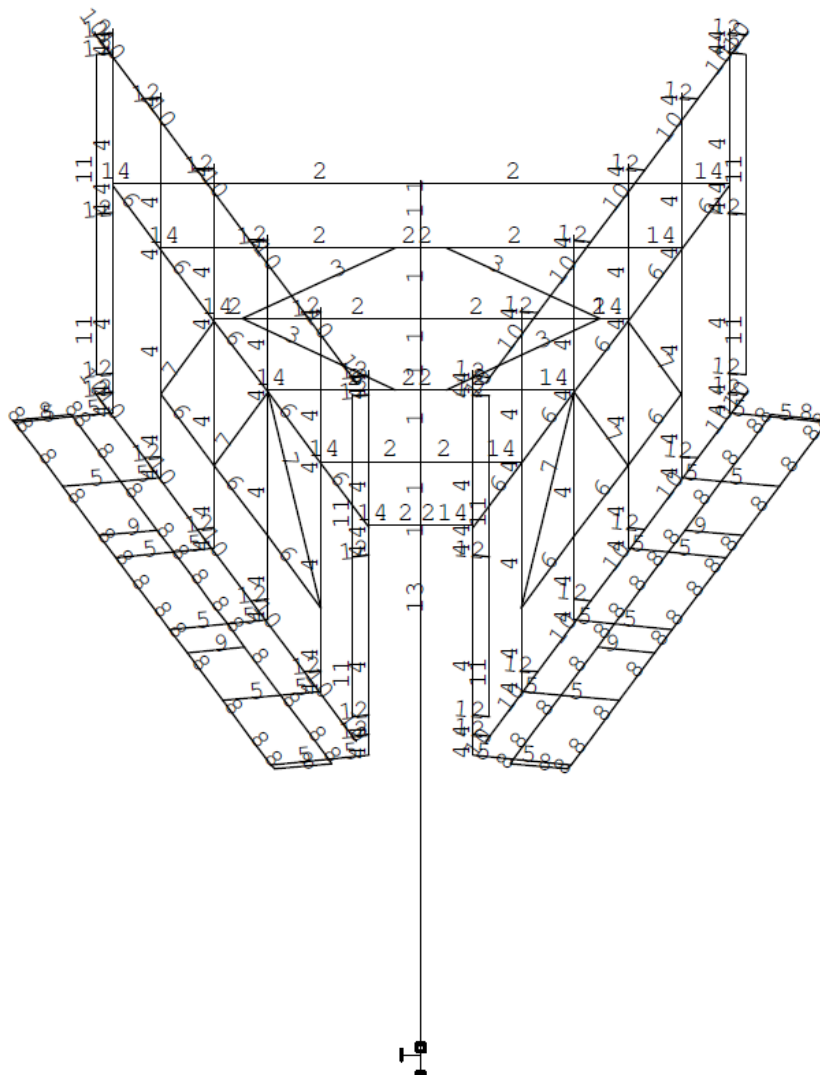
$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TRØ	457	10,0	7,30	6,80	0,67	15,1	0,32	464	8,30	0,76	0,75	0,57	<b>0,12</b>



## 4.7.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

Vzhledem k rozsáhlosti výstupního souboru z výpočtového programu Ida Nexis verze 3.60., budou v této části práce uvedeny pouze základní data. Podrobný výstup a kompletní statický posudek bude v přílohové části práce – Statická posouzení. V této části bude proveden pouze návrh a posouzení 1. MS únosnosti profilů č. 1, 2, 3, 4, 13 a 14.

### VSTUPNÍ HODNOTY



Obrázek 9 – Čísla profilů

## ZÁKLADNÍ DATA

Počet uzlů:	220
Počet prutů:	301
Počet maker 1D:	104
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	14
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

## MATERIÁL

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa
Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>
Roztažnost	1.2 · 10 <sup>-5</sup> mm/mm.K

## VÝPIS MATERIÁLU

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/10	S 235	0.07	9378.09	703.05
2	HEA160	S 235	0.03	18909.81	575.95
3	L70/6	S 235	0.01	9753.27	62.40
4	IPE140	S 235	0.01	47880.00	617.53
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	B457/10	S 235	0.11	7287.00	795.50
14	IPE160	S 235	0.02	2081.71	32.83

### ZATĚŽOVACÍ STAVY

Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

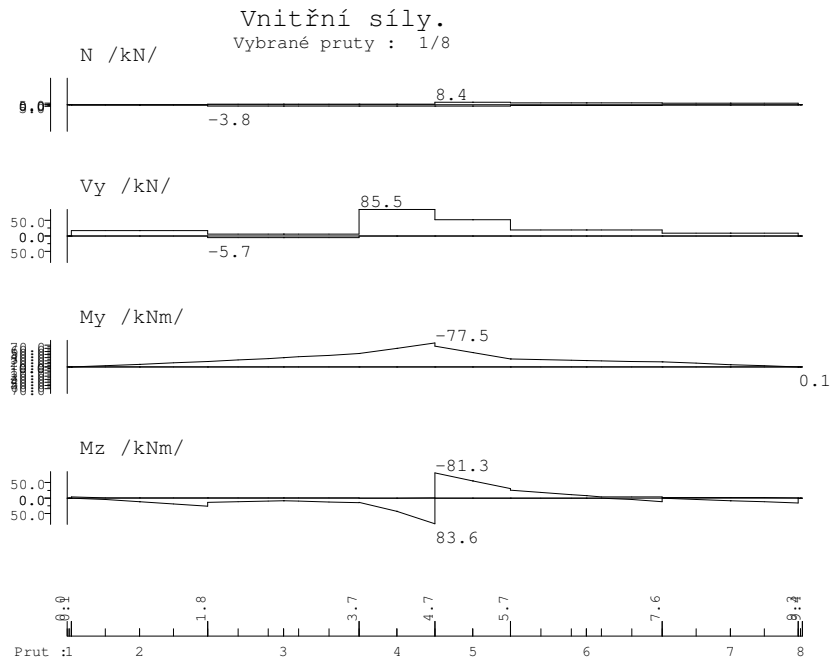
### SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy

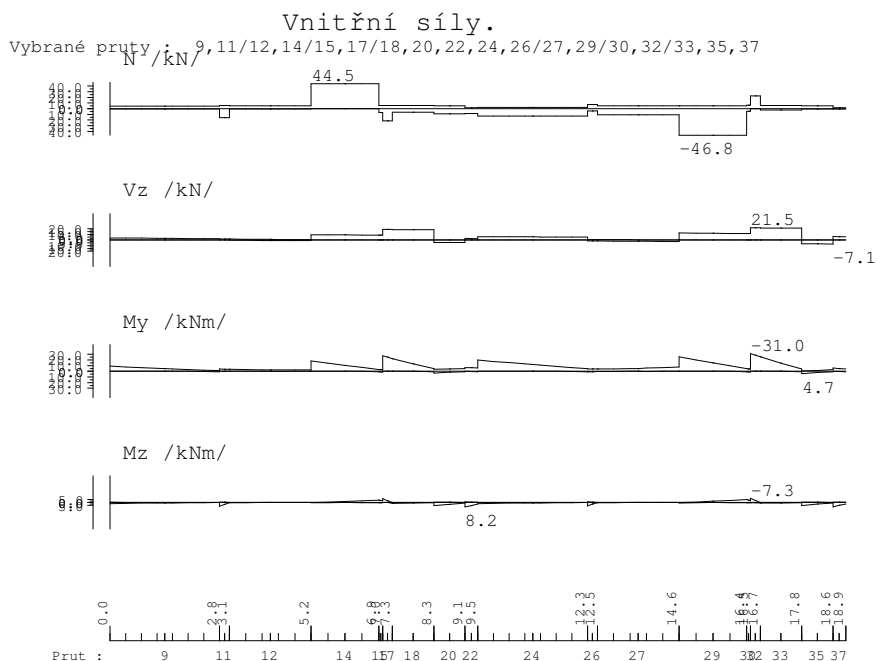
### SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

		X	Y	Z
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-37.3
	reakce v uzlech	0.0	0.0	37.3
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19.4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 6	zatížení	-3.4	-28.4	0.0
	reakce v uzlech	3.4	28.4	0.0
Z. S. 7	zatížení	-3.4	28.4	0.0
	reakce v uzlech	3.4	-28.4	0.0
Z. S. 8	zatížení	8.7	0.0	0.0
	reakce v uzlech	-8.7	0.0	0.0

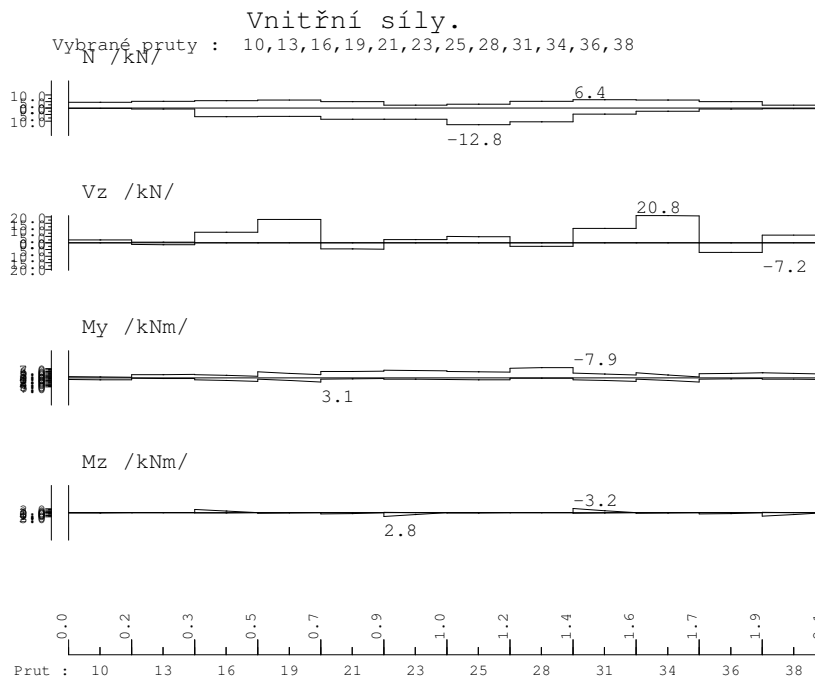
### VÝSTUPNÍ HODNOTY



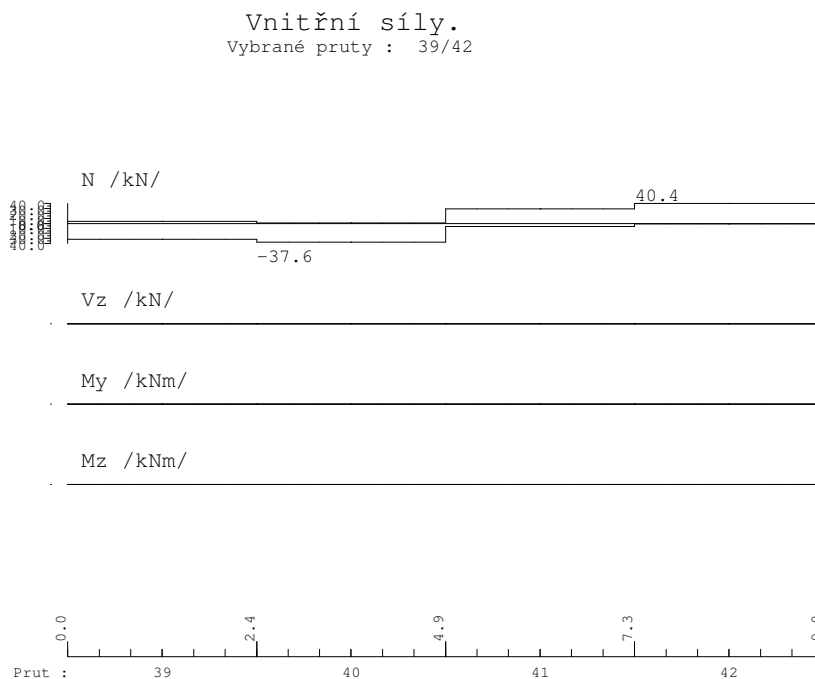
Obrázek 10 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL



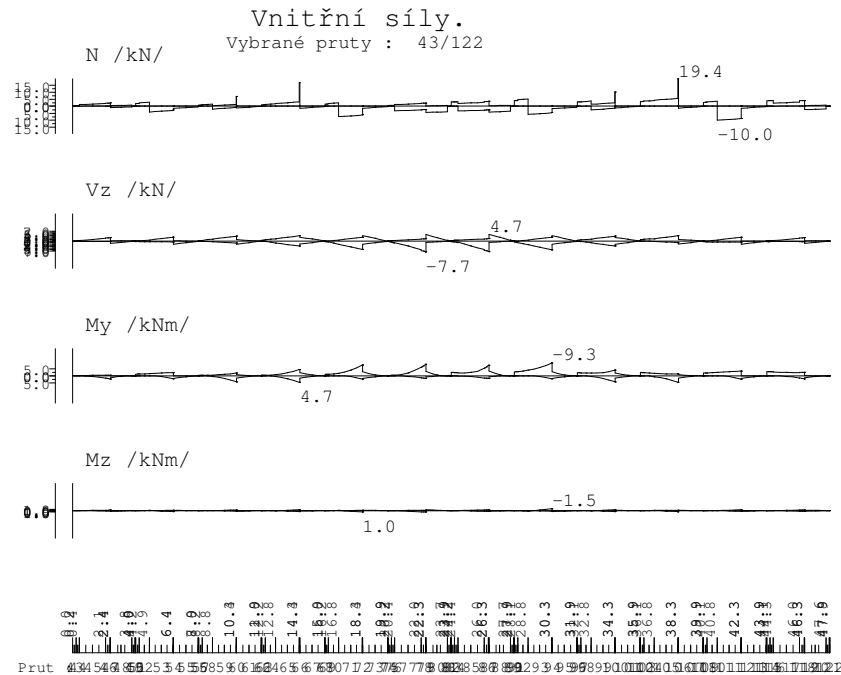
Obrázek 11 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY



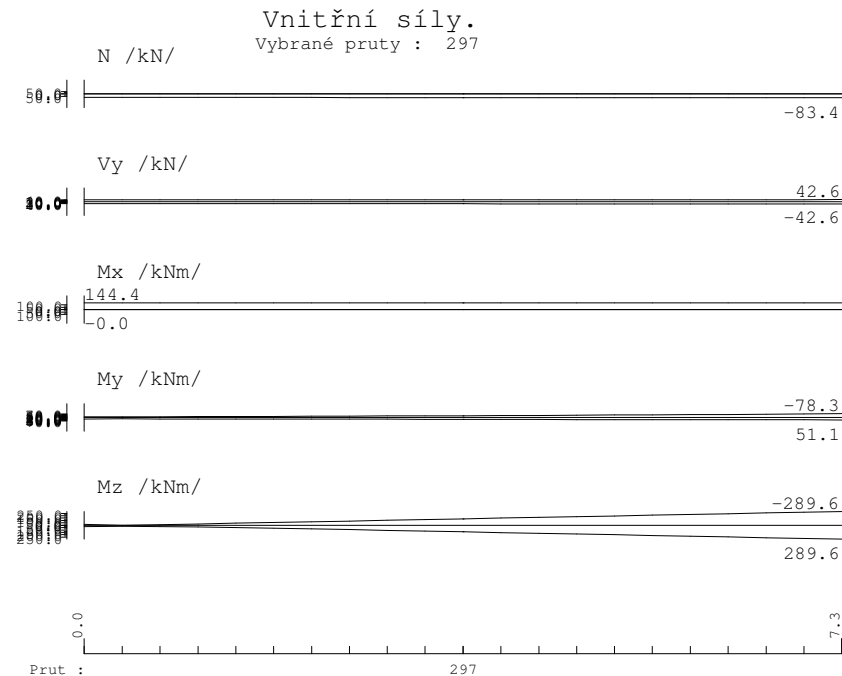
**Obrázek 12 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY**



**Obrázek 13 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ**



Obrázek 14 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY



Obrázek 15 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - SLOUP

### 4.7.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK TRHR 250x250x10 PROFIL Č. 1</b>				Ocel S 235 Mpa
<b>Profil TRHR 250x250x10</b>	H = 250	B = 250	t = 10 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9380$ mm	$\beta_y = 0,2$ [-]		$L_{cr,y} = 1,88$ m	
$L_z = 9380$ mm	$\beta_z = 1$ [-]		$L_{cr,z} = 9,38$ m	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 8,4$   $-3,8$ kN	$V_{Sd} = 85,5$ kN	$M_{y,Sd} = 77,5$ kNm	$M_{z,Sd} = 83,6$ kNm
----------------------------	--------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h)$	= 9024 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 4512$ [-] m	= 72,19 kg/m'
$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12}$	= 86,78 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H$	= 694 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
		$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h^2 / 2$	= 798 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12}$	= 86,78 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H$	= 694 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
		$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b^2 / 2$	= 798 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
$i_y = \sqrt{I_y / A}$	= 98,1 mm	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	= 98,1 mm

**Vzpěr:**

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,1 \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,20 \quad \Rightarrow \quad \bar{\lambda}_{max} = 1,02$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 95,7 \quad \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 1,02$$

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,02 - 0,2) + 1,02^2] = 0,52$  [-]

$\bar{\lambda}_{max} \cdot \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 1,02^2}] = 0,999$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 1,00 · 9024 · 0,235 / 1	= 2121 kN	>	$N_{Sd}^+ = 8,4$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 0,999 · 9024 · 0,235 / 1	= 2119 kN	>	$N_{Sd}^- = 3,8$ kN
$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 797,5 · 0,235 / 1	= 187 kNm	>	$M_{Sd} = 77,5$ kNm
$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 797,5 · 0,235 / 1	= 187 kNm	>	$M_{Sd} = 83,6$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	= 4512 · 0,235 / 1 · $\sqrt{3}$	= 612 kN	>	$2 \cdot V_z = 171$ kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{8,40}{2121} + \frac{77,50}{187} + \frac{83,60}{187,4}$	=	<b>0,86</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{3,80}{2119} + \frac{77,50}{187} + \frac{83,60}{187,4}$	=	<b>0,86</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{171}{612}$		<b>0,28</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>

**- PŘÍČNÍKY HEA 160**

<b>Profil HEA 160</b>	H = 152 mm	<b>PROFIL Č. 2</b>	B = 160 mm	Ocel S 235 Mpa
$L_y = 5640$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 5640$ mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]	$\alpha_{y,1} = 0,34$ [-]
$L_z = 5640$ mm	$\beta_z = 0,5$ [-]	$L_{cr,z} = 2820$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_\omega = 5640$ mm	$\beta_\omega = 0,5$ [-]	$L_{cr,\omega} = 2820$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 44,5$   -47 kN	$V_{z,Sd} = 21,5$ kN	$M_{y,Sd} = 31$ kNm	$M_{z,Sd} = 8,2$ kNm
--------------------------	----------------------	---------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 30,4$ kg/m'	$A = 3877$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1320$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 16,7 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 31,41 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9$ mm	$t_w = 6$ mm
$I_z = 6,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,7$ mm	$W_{el,y} = 220 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 245 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 122 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 39,8$ mm	$W_{el,z} = 77 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 118 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

<b>Vzpěr</b>	$\lambda_y = 85,9$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,91$ [-]	$\lambda_z = 70,8$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,75$ [-]	
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$				$= 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,91 - 0,2) + 0,91^2] = 1,04$ [-]	
$\bar{\lambda}_y$ :	$\chi = 1 / [\Phi_y + \nu(\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)]$				$= 1 / [1,04 + \nu(1,04^2 - 0,91^2)] = 0,65$ [-]
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$				$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,75 - 0,2) + 0,75^2] = 0,92$ [-]	
$\bar{\lambda}_z$ :	$\chi = 1 / [\Phi_z + \nu(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)]$				$= 1 / [0,92 + \nu(0,92^2 - 0,75^2)] = 0,69$ [-]

<b>Klopení:</b>	$\delta = 2 / h \cdot \nu(I_\omega / I_z)$	$= 2 / 143 \cdot \nu(31410 / 6,156)$	$= 1,00$ [-]
	$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \nu(I_t / I_z)$	$= 0,62 \cdot [2820 / (152 - 9)] \cdot \nu(121,9 / 6156)$	$= 1,72$ [-]
	$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,721^2 / 3,14^2$	$= 2,2$ [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -76 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \nu(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega})]}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1 + \nu(-1^2 + 3,26 \cdot 2,2)]}} = 0,84 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \nu(I_y / I_z) = 0,84 \cdot [2 \cdot 2820 / (152 - 9)] \cdot \nu(16,73 / 6,156) = 54,71 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \nu(W_{y,pl} / W_{y,e}) = 54,7 \cdot \nu(245,1 / 220,13) = 57,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,61 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,61 - 0,2) + 0,61^2] = 0,73 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \nu(\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)] = 1 / [0,73 + \nu(0,73^2 - 0,61^2)] = 0,88 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,65 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,88 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 3877 \cdot 0,235 / 1 = 911 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 44,5 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,652 \cdot 3877 \cdot 0,235 / 1 = 594 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 46,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,884 \cdot 245,1 \cdot 0,235 / 1 = 50,9 \text{ kNm} > M_{Sd} = 31 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 117,6 \cdot 0,235 / 1 = 27,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 8,2 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1320 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 179 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 43 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{44,5}{911} + \frac{31}{50,9} + \frac{8,2}{27,6} = 0,95 < 1,00$	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	---	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{46,8}{594} + \frac{31,0}{50,9} + \frac{8,20}{27,6} = 0,98 < 1,00$	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	--	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{43}{179} = 0,24 < 1,00$	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	--------------------------------	---------------



<b>- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 160</b>		<b>PROFIL Č. 14</b>		Ocel S 235 Mpa	
<b>Profil IPE 160</b>	H = 160 mm	B = 82 mm	$\gamma_f = 1,00 [-]$		
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2 [-]$	$L_{cr,y} = 350$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21 [-]$		
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2 [-]$	$L_{cr,z} = 350$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34 [-]$		
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2 [-]$	$L_{cr,\omega} = 350$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21 [-]$		
<b>Vnitřní síly:</b>					
$N_{Sd} = 6,4$   -13 kN	$V_{z,Sd} = 20,8$ kN	$M_{y,Sd} = 7,9$ kNm	$M_{z,Sd} = 3,2$ kNm		
<b>Průřez. charakteristiky:</b>					
$m = 15,8$ kg/m'	$A = 2009$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 966$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm		
$I_y = 8,69 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 3,96 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 7,4$ mm	$t_w = 5$ mm		
$I_z = 0,68 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,8$ mm	$W_{el,y} = 109 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 124 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>		
$I_t = 36 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 16,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 26,1 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>		
<b>Vzpěr</b>	$\lambda_y = 5,3 [-]$	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,06 [-]$	$\lambda_z = 19,0 [-]$	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,2 [-]$	
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,06 - 0,2) + 0,06^2]$			$= 0,49 [-]$	
$\bar{\lambda}_y$ :	$\chi = 1 / [\Phi_y + \nu(\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)]$	$= 1 / [0,49 + \nu(0,49^2 - 0,06^2)]$			$= 1,00 [-]$
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,2 - 0,2) + 0,2^2]$			$= 0,52 [-]$	
$\bar{\lambda}_z$ :	$\chi = 1 / [\Phi_z + \nu(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)]$	$= 1 / [0,52 + \nu(0,52^2 - 0,2^2)]$			$= 1,00 [-]$
<b>Klopení:</b>	$\delta = 2 / h \cdot \nu(I_\omega / I_z)$	$= 2 / 152,6 \cdot \nu(3960 / 0,6831)$			$= 1,00 [-]$
$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \nu(I_t / I_z)$	$= 0,62 \cdot [350 / (160 - 7,4)] \cdot \nu(36 / 683,1)$			$= 0,33 [-]$	
$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,326^2 / 3,14^2$			$= 1,04 [-]$	
Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".					
$e_z = -80$ mm	$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 [-]$				
Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty	$\rightarrow n = 1$ pro $n = 1 [-]$				
b) jediné osamělé přeměno na prutu	$\rightarrow n = 2$ $k_1 = 1,00 [-]$				
c) spojitě a jiné zatížení na prutu	$\rightarrow n = 3$ $k_2 = 1,00 [-]$				
$\nu = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \nu(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega})]}}$	$= \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \nu(-1^2 + 1 \cdot 1,04)]}}$			$= 1,53 [-]$	
$\lambda = \nu \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \nu(I_y / I_z)$	$= 1,53 \cdot [2 \cdot 350 / (160 - 7,4)] \cdot \nu(8,693 / 0,6831)$			$= 24,97 [-]$	
$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \nu(W_{y,pl} / W_{y,e})$	$= 25 \cdot \nu(123,9 / 108,66) = 26,7 [-]$			$\bar{\lambda}_{LT} = 0,28 [-]$	
$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,28 - 0,2) + 0,28^2]$			$= 0,55 [-]$	
$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \nu(\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)]$	$= 1 / [0,55 + \nu(0,55^2 - 0,28^2)]$			$= 0,98 [-]$	
$\chi_{min} = 1,00 [-]$	$\chi_{LT} = 0,98 [-]$				
<b>Únosnost:</b>					
$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1$	$= 472$ kN	$>$	$N_{Sd}^+ = 6,4$ kN	
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,999 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1$	$= 472$ kN	$>$	$N_{Sd}^- = 12,8$ kN	
$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,981 \cdot 123,9 \cdot 0,235 / 1$	$= 28,6$ kNm	$>$	$M_{Sd} = 7,9$ kNm	
$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 26,1 \cdot 0,235 / 1$	$= 6,13$ kNm	$>$	$M_{Sd} = 3,2$ kNm	
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 966 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 131$ kN	$>$	$2 \cdot V_z = 41,6$ kN	
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{6,4}{472} + \frac{7,9}{28,6} + \frac{3,2}{6,13}$	$= 0,81$	$<$	<b>1,00 Vyhoví</b>	
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{12,8}{472} + \frac{7,9}{28,6} + \frac{3,20}{6,13}$	$= 0,83$	$<$	<b>1,00 Vyhoví</b>	
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{41,6}{131}$	$= 0,32$	$<$	<b>1,00 Vyhoví</b>	

**- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 70x70x6**

**PROFIL Č. 3**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 2440$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{sd} = 40,4$   -38 kN	$V_{z,sd} = 0$ kN	$M_{y,sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm
$I_{\eta} = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

**Vzpěři**  $\lambda_y = 91,4$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,97$  [-]  $\lambda_z = 176,4$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,88$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,97 - 0,2) + 0,97^2] = 1,16$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,16 + \sqrt{1,16^2 - 0,97^2}] = 0,56$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,88 - 0,2) + 1,88^2] = 2,67$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [2,67 + \sqrt{2,67^2 - 1,88^2}] = 0,22$  [-]

**(lopení)**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2440 / 93] \cdot \sqrt{10 / 156} = 4,12$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 4,118^2 / 3,14159^2 = 6,87$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z =$  mm -49,5 mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 6,87}]}} = 0,74$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,744 \cdot [2 \cdot 2440 / 93] \cdot \sqrt{0,581 / 0,156} = 75,35$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 75,4 \cdot \sqrt{18,76 / 11,74} = 95,3$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,01$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,01 - 0,2) + 1,01^2] = 1,10$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,1 + \sqrt{1,1^2 - 1,01^2}] = 0,66$  [-]

$\chi_{min} = 0,218$  [-]  $\chi_{LT} = 0,655$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 192$  kN  $> N_{sd}^+ = 40,40$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,218 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 41,8$  kN  $> N_{sd}^- = 37,60$  kN

$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,655 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1 = 2,89$  kNm  $> M_{sd} = 0,00$  kNm

$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,24$  kNm  $> M_{sd} = 0,00$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 57$  kN  $> 2 \cdot V_z = 0,00$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{40,4}{192} + \frac{0,00}{2,89} + \frac{0,00}{2,24} = 0,21 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{37,6}{41,8} + \frac{0,00}{2,89} + \frac{0,00}{2,24} = 0,90 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{0}{57} = 0,00 < 1,00$  **Vyhoví**

**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 140**

<b>Profil IPE 140</b>	H = 140 mm
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2$ [-]
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]
$L_\omega = 3990$ mm	$\beta_\omega = 0,6$ [-]

**PROFIL Č. 4**

B = 73 mm
$L_{cr,y} = 7980$ mm
$L_{cr,z} = 2394$ mm
$L_{cr,\omega} = 2394$ mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f = 1,00$ [-]
$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 19,4$   -10 kN	$V_{z,Sd} = 7,7$ kN	$M_{y,Sd} = 9,3$ kNm	$M_{z,Sd} = 1,5$ kNm
--------------------------	---------------------	----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 12,9$ kg/m'	A = 1643 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 764$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 5,41 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 1,98 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 6,9$ mm	$t_w = 4,7$ mm
$I_z = 0,45 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 57,4$ mm	$W_{el,y} = 77,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 88,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 24,5 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 16,5$ mm	$W_{el,z} = 12,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 19,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 139,0$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,48$  [-]  $\lambda_z = 144,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,54$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,48 - 0,2) + 1,48^2] = 1,73$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,73 + \sqrt{1,73^2 - 1,48^2}] = 0,38$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,54 - 0,2) + 1,54^2] = 1,92$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,92 + \sqrt{1,92^2 - 1,54^2}] = 0,33$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 133,1 \cdot \sqrt{1980 / 0,4492} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2394 / (140 - 6,9)] \cdot \sqrt{24,5 / 449,2} = 2,60$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 2,60^2 / 3,14^2 = 3,75$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -70$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 3,75}]}} = 0,53$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,53 \cdot [2 \cdot 2394 / (140 - 6,9)] \cdot \sqrt{5,412 / 0,4492} = 66,70$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 66,7 \cdot \sqrt{88,34 / 77,31} = 71,3$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,76$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,76 - 0,2) + 0,76^2] = 0,85$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,85 + \sqrt{0,85^2 - 0,76^2}] = 0,82$  [-]

$\chi_{min} = 0,33$  [-]

$\chi_{LT} = 0,82$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1643 \cdot 0,235 / 1 = 386$  kN  $> N_{Sd}^+ = 19,4$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,327 \cdot 1643 \cdot 0,235 / 1 = 126$  kN  $> N_{Sd}^- = 10$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,818 \cdot 88,3 \cdot 0,235 / 1 = 17$  kNm  $> M_{Sd} = 9,3$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 19,3 \cdot 0,235 / 1 = 4,52$  kNm  $> M_{Sd} = 1,5$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 764 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 104$  kN  $> 2 \cdot V_z = 15,4$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{19,4}{386} + \frac{9,3}{17} + \frac{1,5}{4,52} = 0,93 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{10}{126} + \frac{9,3}{17} + \frac{1,50}{4,52} = 0,96 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{15,4}{104} = 0,15 < 1,00$  Vyhoví

**- SLOUP TR Ø 457x10**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR Ø 457x10

$$\varnothing = 457 \text{ x}$$

10 mm

$\gamma_f = 1$  [-]

$$L = 7290 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 2 \text{ [-]}$$

$$L_{cr,y} = 14580 \text{ mm}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 0 \text{ | } -83,4 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 42,6 \text{ kN} \quad M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 78,3 \text{ | } 290 \text{ kNm} \quad M_{Sd} = 300 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 14043 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 8945 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 350,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 1536 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 158,1 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 92,2 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,98 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,98 - 0,2) + 0,98^2] = 1,06 \text{ [-]}$$

$$\bar{\lambda}: \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [1,06 + \sqrt{1,06^2 - 0,98^2}] = 0,68 \text{ [-]}$$

**Boulení:**

$$d/t = 457 / 10 = 45,7 \text{ [-]} < 50 \cdot \epsilon^2 \rightarrow \text{Nedochází k boulení!}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 14042,9 \cdot 0,235 / 1 = 3300 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 0 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,678 \cdot 14042,9 \cdot 0,235 / 1 = 2237 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 83,4 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1535,7 \cdot 0,235 / 1 = 361 \text{ kNm} > M_{Sd} = 300 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 8944,53 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 1214 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 85,2 \text{ kN}$$

**Smykové napětí od kroucení:**

$$M_x = 144 \text{ kNm} \quad \tau_t = M_x / 2 \cdot \Omega_t \cdot t = 144,4 \cdot 10^6 / 2 \cdot 16,046 \cdot 10^4 \cdot 10 = 45 \text{ Mpa}$$

**Redukovaná smyková únosnost:**

$$V_{T,Rd} = 1 - [(\tau_t \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) / f_y] \cdot V_{pl,Rd} = 1 - 45 \cdot \sqrt{3} \cdot 1 / 235 \cdot 1213,5704 = 811 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{0,00}{3300} + \frac{300}{361} = 0,83 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{83,40}{2237} + \frac{300}{361} = 0,87 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{85,2}{811} = 0,11 < 1,00$  **Vyhoví**

#### 4.7.4 ZÁVĚR STATICKÉHO VÝPOČTU

Ocelový nosný systém s trubkovým sloupem konstrukce billboardu umístěného v 1. větrné oblasti vyhoví, za předpokladu dodržení navržených průřezů tímto statickým výpočtem, jak z hlediska pevnosti, tak z hlediska stability. Konstrukce byla zatížena v souladu s ČSN EN 1991 - „Zásady navrhování a zatížení konstrukcí“ a byla navržena a posouzena v souladu ČSN EN 1993 - „Navrhování ocelových konstrukcí“.

## 4.8 STATICKÉ POSOUZENÍ 1. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI

### 4.8.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

Vzhledem k tomu, že hodnoty zatížení v 1. - 6. Z. S. jsou totožné jako u předchozího typu, dochází pouze ke změnám hodnot u zatížení větrem, uvedu v tomto statickém posouzení pouze rozbor těchto zatěžovacích stavů.

#### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$v_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Plzeň 2. větrná oblast Kategorie terénu 3 [-]

Vých. základ. rychlos  $v_{b,0} = 25$  m/s Souč. směru větru  $c_{dir} = 1$  [-]

Parametr drsnosti terénu  $z_0 = 0,3$  m Souč. orografie  $c_o = 1$  [-]

Minimální výška  $z_{min} = 5$  m Souč. roč. obd.  $c_{season} = 1$  [-]

Maximální výška  $z_{max} = 200$  m Sou. turbulence  $k_i = 1$  [-]

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 391 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce  $n = 1$  [-] Drsnost povrchu  $m = 1$  [-]

→  $n = 1$  - Hladký povrch (ocel, hladký beton)

→  $m = 1$  - Pozinkovaná ocel

→  $n = 2$  - Hrubý povrch (drsňý beton)

→  $m = 2$  - Lesklá ocel

→  $n = 3$  - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky)

→  $m = 3$  - Leštěný kov

Součinitel tření  $C_{fr} = 0,01$  [-] Souč. drsn. povrchu  $k = 0,2$  mm

#### - 7. - 8. VÍTR PŘÍČNÝ

##### **Geometrie billboardu**

Šířka desky billboardu  $b = 9,6$  m Úhel mezi deskami  $\alpha = 30^\circ$

Výška desky billboardu  $h = 3,6$  m Vzdál. desek v "špice"  $a_1 = 0,5$  m

Podchozí výška  $z_g = 4,7$  m Max vzdálenost desek  $a_2 = 5,97$  m

Výška středu desky  $z_e = 6,5$  m Střední vzdál. desek  $a_3 = 3,23$  m

Excen. výslednice  $e = 2,4$  m Poměr výšky a vzdál.  $a_3 / h = 0,9$  [-]

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{min}) = k_r \cdot \ln(z_{min} / z_0) =$$

Char. střední rychlost větru [-]

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 25 = 16,6 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

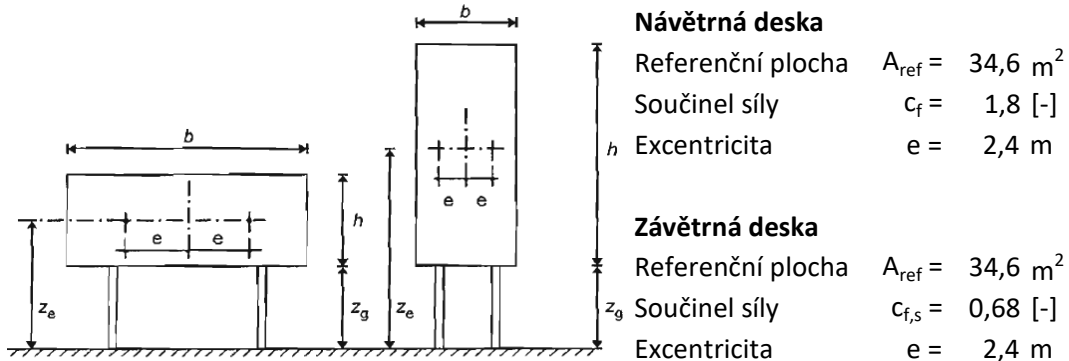
$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_i) / v_m(z) = (0,22 \cdot 25 \cdot 1) / 16,6 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 16,6^2 = 562 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1$  [-] → Referenční výška je menší než 15 m.  
 Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1$  [-] Souč. zastín. Záv. desky  $\Psi_s = 0,3$  [-]  
 Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8$  [-] Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \Psi_s \cdot c_f = 0,68$  [-]

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšují souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8$  [-]



Obrázek 16 – Excentricita zatížení větrem

<b>Síla od větru - návětrná deska</b>	$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 34,9 \text{ kN}$
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 9,7 \text{ kN/m}$
Přepočet zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 2,7 \text{ kN/m}$
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{1,k} = 0,00 \quad 0,07 \quad 0,52 \quad 1,27 \quad 2,02 \quad 2,53 \text{ kN/m'}$
<b>Síla od větru - závětrná deska</b>	$F_{w,2} = c_s c_d \cdot c_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 13,1 \text{ kN}$
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 3,64 \text{ kN/m}$
Přepočet zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,2} = f_{w,1} / h = 1,01 \text{ kN/m}$
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{2,k} = 0,00 \quad 0,03 \quad 0,20 \quad 0,48 \quad 0,76 \quad 0,95 \text{ kN/m'}$

$\alpha$ [°]	Trub-ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$I_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TRø	457	12,5	7,30	6,80	0,67	16,8	0,32	572	9,22	0,77	0,75	0,58	<b>0,15</b>

## - 9. VÍTR PODÉLNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b = 9,6 \text{ m}$	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	$h = 3,6 \text{ m}$	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5 \text{ m}$
Podchozí výška	$z_g = 4,7 \text{ m}$	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97 \text{ m}$
Výška středu desky	$z_e = 6,5 \text{ m}$	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23 \text{ m}$
Součinel síly	$c_f = 1,8 [-]$	Návětrná plocha desek	$A_{ref} = 19,7 \text{ m}^2$

### Síla od větru na desky

$F_{w,3} = c_{s,c_d} \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 19,9 \text{ kN}$	
Spojité zatížení - návětrná deska $f_{w,3} = F_{w,1} / b = 2,07 \text{ kN/m}$	
Přepočet zatížení na 1 m výšky desky $f_{w,1} = f_{w,1} / h = 0,58 \text{ kN/m}$	
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{3,k} = 0,52 \quad 1,09 \quad 1,15 \quad 1,15 \quad 1,09 \quad 0,52 \text{ kN/m}^2$

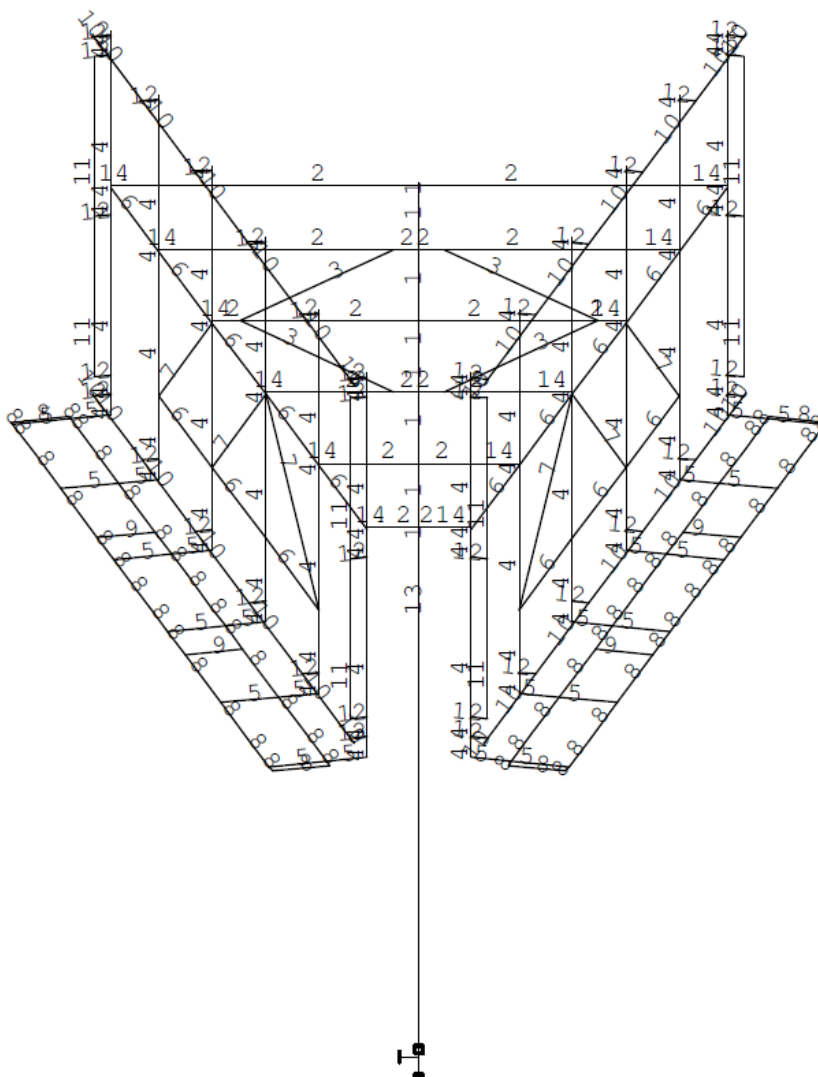
### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Válc.	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_l$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	IPE	160	82	4,00	6,42	0,66	16,5	0,33	559	-	2,00	0,87	1,75	<b>0,16</b>
0	HEA	171	180	5,47	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,90	1,80	<b>0,18</b>
0	HEA	171	180	4,54	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,88	1,76	<b>0,17</b>
0	HEA	171	180	3,50	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,85	1,71	<b>0,17</b>
0	HEA	171	180	2,47	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,82	1,63	<b>0,16</b>
0	HEA	171	180	1,43	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,76	1,51	<b>0,15</b>
0	HEA	171	180	0,50	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,68	1,35	<b>0,13</b>
$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [-]
-	TRø	457	12,5	7,30	6,80	0,67	16,8	0,32	572	9,22	0,77	0,75	0,58	<b>0,15</b>

## 4.8.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

Vzhledem k rozsáhlosti výstupního souboru z výpočtového programu Ida Nexis verze 3.60., budou v této části práce uvedeny pouze základní data. Podrobný výstup a kompletní statický posudek bude v přílohové části práce – Statická posouzení. V této části bude proveden pouze návrh a posouzení 1. MS únosnosti profilů č. 1, 2, 3, 4, 13 a 14.

### VSTUPNÍ HODNOTY



Obrázek 17 – Čísla profilů



## ZÁKLADNÍ DATA

Počet uzlů:	220
Počet prutů:	301
Počet maker 1D:	104
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	14
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

## MATERIÁL

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa
Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>
Roztažnost	1.2 · 10 <sup>-5</sup> mm/mm.K

## VÝPIS MATERIÁLU

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/12.5	S 235	0.09	9378.09	868.69
2	HEA180	S 235	0.04	18909.81	672.44
3	L70/7	S 235	0.01	9753.27	72.12
4	IPE160	S 235	0.02	47880.00	755.10
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	B457/12.5	S 235	0.14	7287.00	988.81
14	IPE180	S 235	0.02	2081.71	39.14

### ZATĚŽOVACÍ STAVY

Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

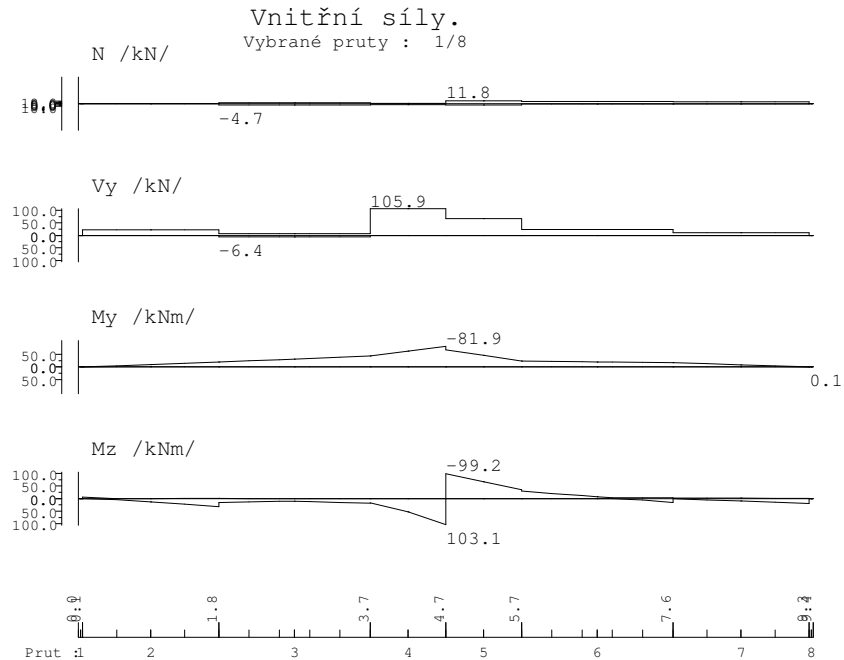
### SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy

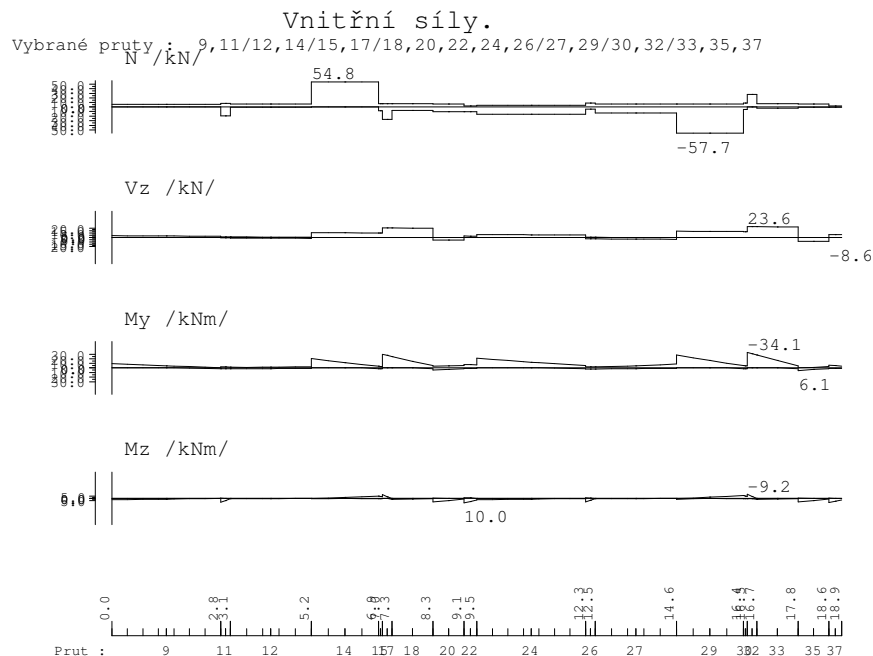
### SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

		X	Y	Z
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-43,4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	43,4
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19.4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 6	zatížení	-4,1	-35,1	0.0
	reakce v uzlech	4,1	35,1	0.0
Z. S. 7	zatížení	-4,1	35,1	0.0
	reakce v uzlech	4,1	-35,1	0.0
Z. S. 8	zatížení	12,3	0.0	0.0
	reakce v uzlech	-12,3	0.0	0.0

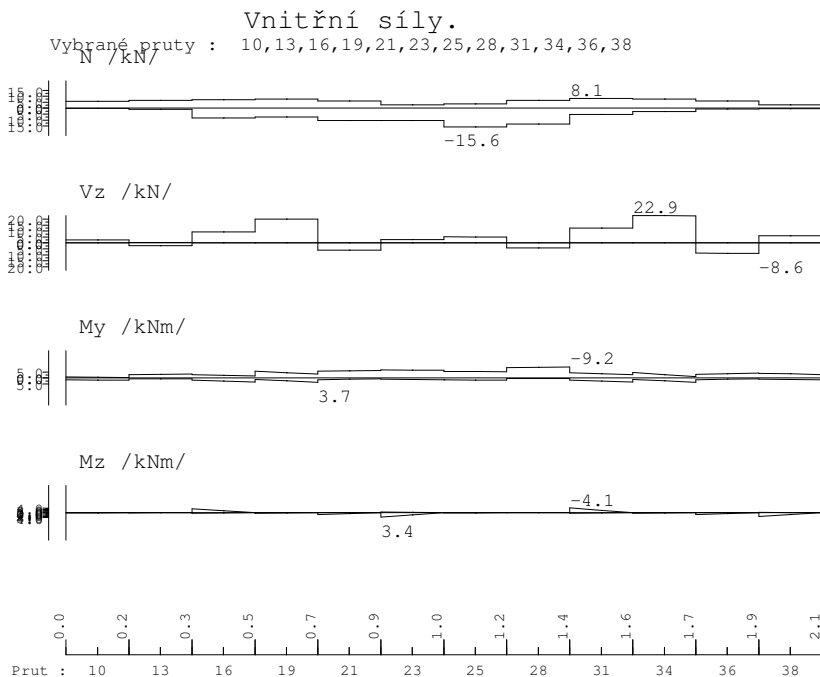
**VÝSTUPNÍ HODNOTY**



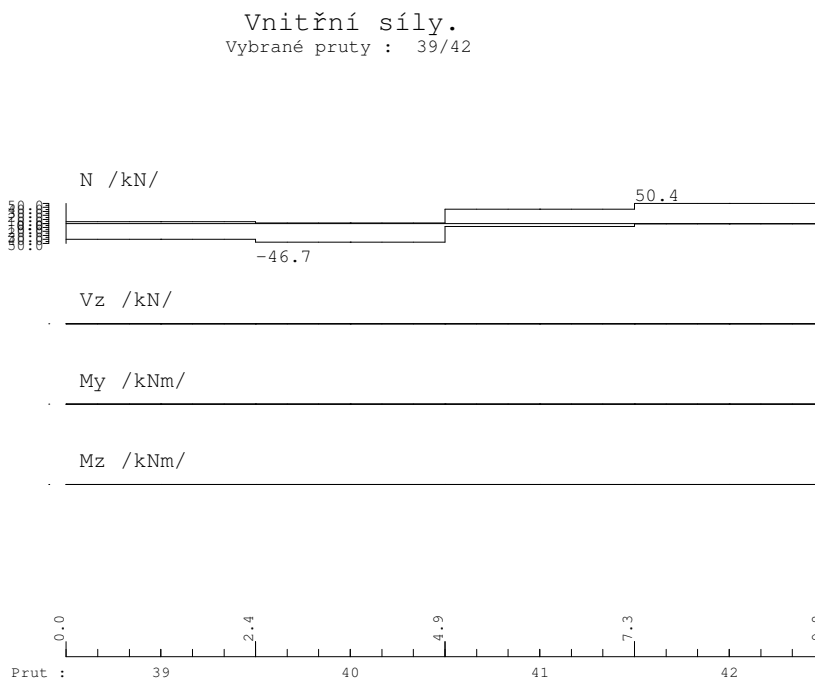
**Obrázek 18 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL**



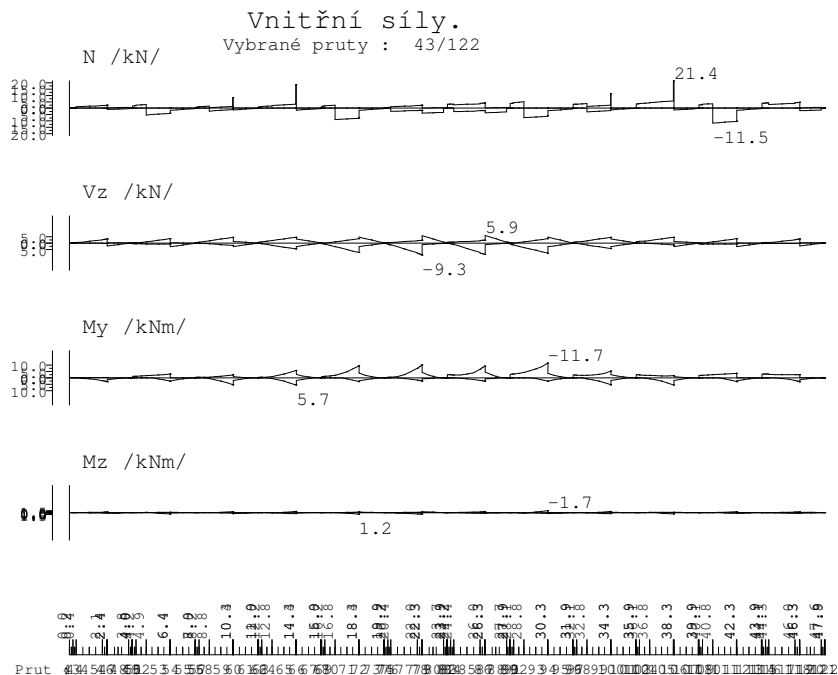
**Obrázek 19 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY**



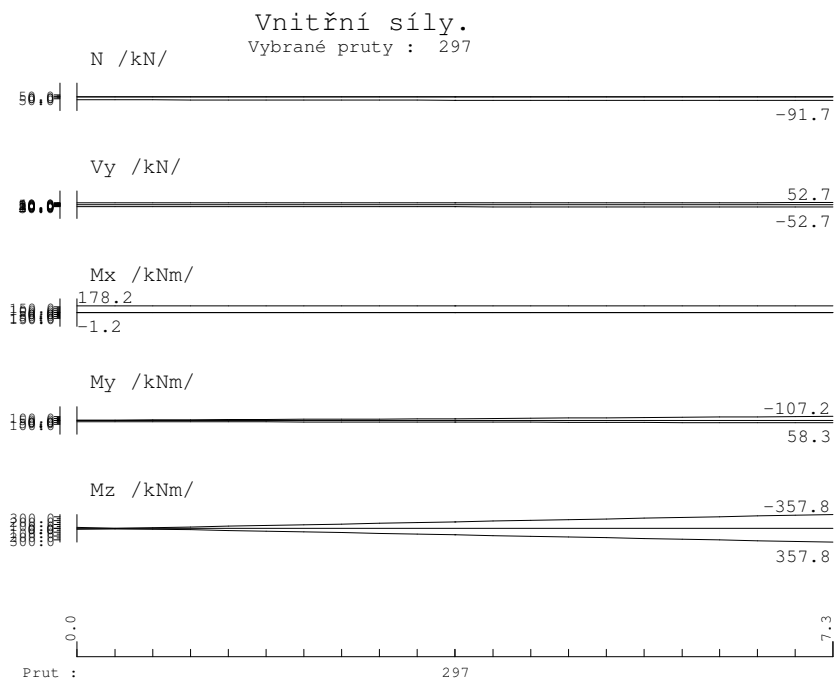
**Obrázek 20 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY**



**Obrázek 21 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ**



Obrázek 22 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY



Obrázek 23 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - SLOUP

### 4.8.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK TRHR 250x250x12,5PROFIL Č. 1</b>		Ocel S 235 Mpa
<b>Profil TRHR 250x250x12,5</b>	H = 250    B = 250    t = 12,5 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9380$ mm	$\beta_y = 0,2$ [-]	$L_{cr,y} = 1,88$ m
$L_z = 9380$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 9,38$ m
<b>Vnitřní síly:</b>		
$N_{sd} = 11,8$   -4,7 kN	$V_{sd} = 105,9$ kN	$M_{y,sd} = 81,9$ kNm $M_{z,sd} = 103$ kNm
<b>Průřez. charakteristiky:</b>		
$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h) = 11163$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 5581$ [-] m	= 89,30 kg/m'
$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12} = 105,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H = 842 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	
	$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2 = 969 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	
$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12} = 105,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H = 842 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	
	$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2 = 969 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	
$i_y = \sqrt{I_y / A} = 97,09$ mm	$i_z = \sqrt{I_z / A} = 97,1$ mm	
<b>Vzpěr:</b>		
$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,3$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,21$ [-]	=> $\bar{\lambda}_{max} = 1,03$ [-]
$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 96,6$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 1,03$ [-]	
Pro $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,03 - 0,2) + 1,03^2]$		= 0,52 [-]
$\bar{\lambda}_{max}: \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 1,03^2}]$		= <b>0,999</b> [-]
<b>Únosnost:</b>		
$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 11162,5 \cdot 0,235 / 1 = 2623$ kN	>	$N_{sd}^+ = 11,8$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,999 \cdot 11162,5 \cdot 0,235 / 1 = 2620$ kN	>	$N_{sd}^- = 4,7$ kN
$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 968,6 \cdot 0,235 / 1 = 228$ kNm	>	$M_{sd} = 81,9$ kNm
$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 968,6 \cdot 0,235 / 1 = 228$ kNm	>	$M_{sd} = 103$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 5581,25 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 757$ kN	>	$2 \cdot V_z = 212$ kN
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{11,80}{2623} + \frac{81,90}{228} + \frac{103,1}{227,6} =$	<b>0,82</b> < <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{4,70}{2620} + \frac{81,90}{228} + \frac{103,1}{227,6} =$	<b>0,81</b> < <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{212}{757} =$	<b>0,28</b> < <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>

**- PŘÍČNÍKY HEA 180**

<b>Profil HEA 180</b>	H = 171 mm	B = 180 mm	Ocel S 235 Mpa
$L_y = 5640$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 5640$ mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_z = 5640$ mm	$\beta_z = 0,5$ [-]	$L_{cr,z} = 2820$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,34$ [-]
$L_w = 5640$ mm	$\beta_w = 0,5$ [-]	$L_{cr,w} = 2820$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
			$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 54,8$   -58 kN	$V_{z,Sd} = 23,6$ kN	$M_{y,Sd} = 34,1$ kNm	$M_{z,Sd} = 10$ kNm
--------------------------	----------------------	-----------------------	---------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 35,5$ kg/m'	$A = 4525$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1450$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 25,1 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 60,21 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9,5$ mm	$t_w = 6$ mm
$I_z = 9,25 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,5$ mm	$W_{el,y} = 294 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 325 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 148 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 45,2$ mm	$W_{el,z} = 103 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 157 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 75,7$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,81$  [-]  $\lambda_z = 62,4$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,66$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,81 - 0,2) + 0,81^2] = 0,93$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,93 + \sqrt{0,93^2 - 0,81^2}] = 0,72$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,66 - 0,2) + 0,66^2] = 0,83$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,83 + \sqrt{0,83^2 - 0,66^2}] = 0,75$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_w / I_z} = 2 / 171,5 \cdot \sqrt{60210 / 9,25} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{148 / 9250} = 1,37$  [-]

$d_{z,w} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,w})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,369^2 / 3,14^2 = 1,76$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -86$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 3,26 \cdot 1,76}]}} = 0,91$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,91 \cdot [2 \cdot 2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{25,1 / 9,25} = 52,24$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 52,2 \cdot \sqrt{324,9 / 293,57} = 55,0$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,59$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,59 - 0,2) + 0,59^2] = 0,71$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,59^2}] = 0,90$  [-]

$\chi_{min} = 0,72$  [-]

$\chi_{LT} = 0,9$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 1063$  kN  $> N_{Sd}^+ = 54,8$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,72 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 766$  kN  $> N_{Sd}^- = 57,7$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,895 \cdot 324,9 \cdot 0,235 / 1 = 68,4$  kNm  $> M_{Sd} = 34,1$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 156,5 \cdot 0,235 / 1 = 36,8$  kNm  $> M_{Sd} = 10$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1450 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 197$  kN  $> 2 \cdot V_z = 47,2$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{54,8}{1063} + \frac{34,1}{68,4} + \frac{10}{36,8} = 0,82 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{57,7}{766} + \frac{34,1}{68,4} + \frac{10,00}{36,8} = 0,85 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{47,2}{197} = 0,24 < 1,00$  Vyhoví

**- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 180**

<b>Profil IPE 180</b>	H = 180 mm
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2$ [-]
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2$ [-]
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2$ [-]

**PROFIL Č. 14**

B = 91 mm
$L_{cr,y} = 350$ mm
$L_{cr,z} = 350$ mm
$L_{cr,\omega} = 350$ mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f = 1,00$ [-]
$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 8,1$   $-16$ kN	$V_{z,Sd} = 22,9$ kN	$M_{y,Sd} = 9,2$ kNm	$M_{z,Sd} = 4,1$ kNm
---------------------------	----------------------	----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 18,8$ kg/m'	$A = 2395$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1125$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 13,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 7,43 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8$ mm	$t_w = 5,3$ mm
$I_z = 1,01 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,2$ mm	$W_{el,y} = 146 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 47,9 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 20,5$ mm	$W_{el,z} = 22,2 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 34,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 4,7$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,05$  [-]  $\lambda_z = 17,1$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,18$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,05 - 0,2) + 0,05^2] = 0,49$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,49 + \sqrt{0,49^2 - 0,05^2}] = 1,00$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,18 - 0,2) + 0,18^2] = 0,51$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,18^2}] = 1,00$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 172 \cdot \sqrt{7430 / 1009} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{47,9 / 1009} = 0,27$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,275^2 / 3,14^2 = 1,03$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -90 \text{ mm}$$

$$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{-1^2 + 1 \cdot 1,03}]}} = 1,53 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,53 \cdot [2 \cdot 350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{13,17 / 1009} = 22,55 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,el}} = 22,6 \cdot \sqrt{166,4 / 146,33} = 24,1 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,26 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,26 - 0,2) + 0,26^2] = 0,54 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,54 + \sqrt{0,54^2 - 0,26^2}] = 0,99 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 1,00 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,99 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 8,1 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 15,6 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,988 \cdot 166,4 \cdot 0,235 / 1 = 38,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 9,2 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 34,6 \cdot 0,235 / 1 = 8,13 \text{ kNm} > M_{Sd} = 4,1 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1125 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 153 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 45,8 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{8,1}{563}$	+	$\frac{9,2}{38,6}$	+	$\frac{4,1}{8,13}$	=	<b>0,76</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{15,6}{563}$	+	$\frac{9,2}{38,6}$	+	$\frac{4,10}{8,13}$	=	<b>0,77</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	--------------------	---	--------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{45,8}{153}$	=	<b>0,30</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	--------------------	---	-------------	---	-------------	---------------



**- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 70x70x7**

**PROFIL Č. 3**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x7</b>	H = 70	B = 70	t = 7 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]		$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]		$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$L_w = 2440$ mm	$\beta_w = 1$ [-]		$L_{cr,w} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 50,4$   -47 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 7,39$ kg/m'	$A = 942$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 490$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,7$ mm	$v_1 = 24,7$ mm
$I_\eta = 0,67 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\eta = 26,6$ mm	$W_{el,\eta} = 13,5 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 21,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_\zeta = 0,18 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\zeta = 13,7$ mm	$W_{el,\zeta} = 7,21 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 11,1 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 15,6 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

<b>Vzpěi</b>	$\lambda_y = 91,7$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,98$ [-]	$\lambda_z = 177,5$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,89$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,98 - 0,2) + 0,98^2]$			$= 1,17$ [-]
$\bar{\lambda}_y$ : $\chi = 1 / [\Phi_y + v(\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)]$	$= 1 / [1,17 + v(1,17^2 - 0,98^2)]$			$= 0,55$ [-]
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,89 - 0,2) + 1,89^2]$			$= 2,70$ [-]
$\bar{\lambda}_z$ : $\chi = 1 / [\Phi_z + v(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)]$	$= 1 / [2,7 + v(2,7^2 - 1,89^2)]$			$= 0,22$ [-]
<b>lopení:</b> $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot v(I_t / I_z)$	$= 0,62 \cdot [2440 / 92] \cdot v(15,6 / 178)$			$= 4,87$ [-]
$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 4,868^2 / 3,14159^2$			$= 9,60$ [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = \text{mm} \quad -49,5 \text{ mm} \qquad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$v = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + v(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w})]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + v(-1^2 + 1 \cdot 9,6)]}} = 0,67 \text{ [-]}$$

$$\lambda = v \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot v(I_y / I_z) = 0,666 \cdot [2 \cdot 2440 / 92] \cdot v(0,667 / 0,178) = 68,36 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot v(W_{y,pl} / W_{y,e}) = 68,4 \cdot v(21,68 / 13,47) = 86,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,92 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,92 - 0,2) + 0,92^2] = 1,00 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + v(\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)] = 1 / [1 + v(1^2 - 0,92^2)] = 0,72 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,216 \text{ [-]} \qquad \chi_{LT} = 0,718 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 942 \cdot 0,235 / 1 = 221 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 50,40 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,216 \cdot 942 \cdot 0,235 / 1 = 47,8 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 46,70 \text{ kN}$$

$$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,718 \cdot 21,7 \cdot 0,235 / 1 = 3,66 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 11,1 \cdot 0,235 / 1 = 2,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 490 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 66,5 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,00 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{50,4}{221}$	+	$\frac{0,00}{3,66}$	+	$\frac{0,00}{2,6}$	=	<b>0,23</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--------------------	---	---------------------	---	--------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{46,7}{47,8}$	+	$\frac{0,00}{3,66}$	+	$\frac{0,00}{2,6}$	=	<b>0,98</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	---------------------	---	---------------------	---	--------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{66,5}$	=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 160**

<b>Profil IPE 160</b>	H = 160 mm	<b>PROFIL Č. 4</b>	B = 82 mm	Ocel S 235 Mpa
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 7980$ mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]	$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]	$L_{cr,z} = 2394$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]
$L_\omega = 3990$ mm	$\beta_\omega = 0,6$ [-]	$L_{cr,\omega} = 2394$ mm		

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 21,4$   -12 kN	$V_{z,Sd} = 9,3$ kN	$M_{y,Sd} = 11,7$ kNm	$M_{z,Sd} = 1,7$ kNm
--------------------------	---------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 15,8$ kg/m'	$A = 2009$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 966$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 8,69 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 3,96 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 7,4$ mm	$t_w = 5$ mm
$I_z = 0,68 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,8$ mm	$W_{el,y} = 109 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 124 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 36 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 16,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 26,1 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 121,3$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,29$  [-]  $\lambda_z = 129,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,38$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,29 - 0,2) + 1,29^2] = 1,45$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,45 + \sqrt{1,45^2 - 1,29^2}] = 0,47$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,38 - 0,2) + 1,38^2] = 1,66$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,66 + \sqrt{1,66^2 - 1,38^2}] = 0,39$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 152,6 \cdot \sqrt{3960 / 0,6831} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2394 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{36 / 683,1} = 2,23$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 2,23^2 / 3,14^2 = 3,02$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -80$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 3,02}]} = 0,81$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,81 \cdot [2 \cdot 2394 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{8,693 / 0,683} = 90,43$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 90,4 \cdot \sqrt{123,9 / 108,66} = 96,6$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,03$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,03 - 0,2) + 1,03^2] = 1,12$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,12 + \sqrt{1,12^2 - 1,03^2}] = 0,65$  [-]

$\chi_{min} = 0,39$  [-]

$\chi_{LT} = 0,65$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 472$  kN  $> N_{Sd}^+ = 21,4$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,389 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 184$  kN  $> N_{Sd}^- = 11,5$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,646 \cdot 123,9 \cdot 0,235 / 1 = 18,8$  kNm  $> M_{Sd} = 11,7$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 26,1 \cdot 0,235 / 1 = 6,13$  kNm  $> M_{Sd} = 1,7$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 966 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 131$  kN  $> 2 \cdot V_z = 18,6$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{21,4}{472} + \frac{11,7}{18,8} + \frac{1,7}{6,13} = 0,94 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{11,5}{184} + \frac{11,7}{18,8} + \frac{1,70}{6,13} = 0,96 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{18,6}{131} = 0,14 < 1,00$  Vyhoví

**- SLOUP TR Ø 457x12,5**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR Ø 457x12,5

$$\varnothing = 457 \text{ x}$$

12,5 mm

$$\gamma_f = 1 \text{ [-]}$$

$$L = 7290 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 2 \text{ [-]}$$

$$L_{cr,y} = 14580 \text{ mm}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 0 \text{ | } -91,7 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 52,7 \text{ kN} \quad M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 107,2 \text{ | } 358 \text{ kNm} \quad M_{Sd} = 373,5 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 17455 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 11118 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 431,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 1888 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 157,2 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 92,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,99 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,99 - 0,2) + 0,99^2] = 1,07 \text{ [-]}$$

$$\bar{\lambda}: \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [1,07 + \sqrt{1,07^2 - 0,99^2}] = 0,67 \text{ [-]}$$

**Boulení:**

$$d/t = 457 / 12,5 = 36,56 \text{ [-]} < 50 \cdot \epsilon^2 \rightarrow \text{Nedochází k boulení!}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 17455,5 \cdot 0,235 / 1 = 4102 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 0 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,674 \cdot 17455,5 \cdot 0,235 / 1 = 2766 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 91,7 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1888,2 \cdot 0,235 / 1 = 444 \text{ kNm} > M_{Sd} = 374 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 11118,14 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 1508 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 105 \text{ kN}$$

**Smykové napětí od kroucení:**

$$M_x = 178 \text{ kNm} \quad \tau_t = M_x / 2 \cdot \Omega_t \cdot t = 178,2 \cdot 10^6 / 2 \cdot 15,9574 \cdot 10^4 \cdot 12,5 = 44,7 \text{ Mpa}$$

**Redukovaná smyková únosnost:**

$$V_{T,Rd} = 1 - [(\tau_t \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) / f_y] \cdot V_{pl,Rd} = 1 - 44,67 \cdot \sqrt{3} \cdot 1 / 235 \cdot 1508,4789 = 1012 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{0,00}{4102} + \frac{374}{444} = 0,84 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{91,70}{2766} + \frac{374}{444} = 0,87 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{105}{1012} = 0,10 < 1,00$  **Vyhoví**

#### 4.8.4 ZÁVĚR STATICKÉHO VÝPOČTU

Ocelový nosný systém s trubkovým sloupem konstrukce billboardu umístěného ve 2. větrné oblasti vyhoví, za předpokladu dodržení navržených průřezů tímto statickým výpočtem, jak z hlediska pevnosti, tak z hlediska stability. Konstrukce byla zatížena v souladu s ČSN EN 1991 - „Zásady navrhování a zatížení konstrukcí“ a byla navržena a posouzena v souladu ČSN EN 1993 – „Navrhování ocelových konstrukcí“.

## 4.9 STATICKÉ POSOUZENÍ 1. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI

### 4.9.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

Vzhledem k tomu, že hodnoty zatížení v 1. - 6. Z. S. jsou totožné jako u předchozího typu, dochází pouze ke změnám hodnot u zatížení větrem, uvedu v tomto statickém posouzení pouze rozbor těchto zatěžovacích stavů.

#### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$v_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Chrudim 3 . větrová oblast Kategorie terénu 3 [-]

Vých. základ. rychlos  $v_{b,0} = 27,5$  m/s Souč. směru větru  $c_{dir} = 1$  [-]

Parametr drsnosti terénu  $z_0 = 0,3$  m Souč. orografie  $c_o = 1$  [-]

Minimální výška  $z_{min} = 5$  m Souč. roč. obd.  $c_{season} = 1$  [-]

Maximální výška  $z_{max} = 200$  m Sou. turbulence  $k_i = 1$  [-]

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot (z_o / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 = 473 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce  $n = 1$  [-] Drsnost povrchu  $m = 1$  [-]

→  $n = 1$  - Hladký povrch (ocel, hladký beton)

→  $m = 1$  - Pozinkovaná ocel

→  $n = 2$  - Hrubý povrch (drsny beton)

→  $m = 2$  - Lesklá ocel

→  $n = 3$  - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky)

→  $m = 3$  - Leštěný kov

Součinitel tření  $C_{fr} = 0,01$  [-] Souč. drsn. povrchu  $k = 0,2$  mm

#### - 7. - 8. VÍTR PŘÍČNÝ

##### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu  $b = 9,6$  m Úhel mezi deskami  $\alpha = 30^\circ$

Výška desky billboardu  $h = 3,6$  m Vzdál. desek v "špice"  $a_1 = 0,5$  m

Podchozí výška  $z_g = 4,7$  m Max vzdálenost desek  $a_2 = 5,97$  m

Výška středu desky  $z_e = 6,5$  m Střední vzdál. desek  $a_3 = 3,23$  m

Excen. výslednice  $e = 2,4$  m Poměr výšky a vzdál.  $a_3 / h = 0,9$  [-]

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_o) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{min}) = k_r \cdot \ln(z_{min} / z_o) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

Char. střední rychlost větru [-]

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 27,5 = 18,2 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

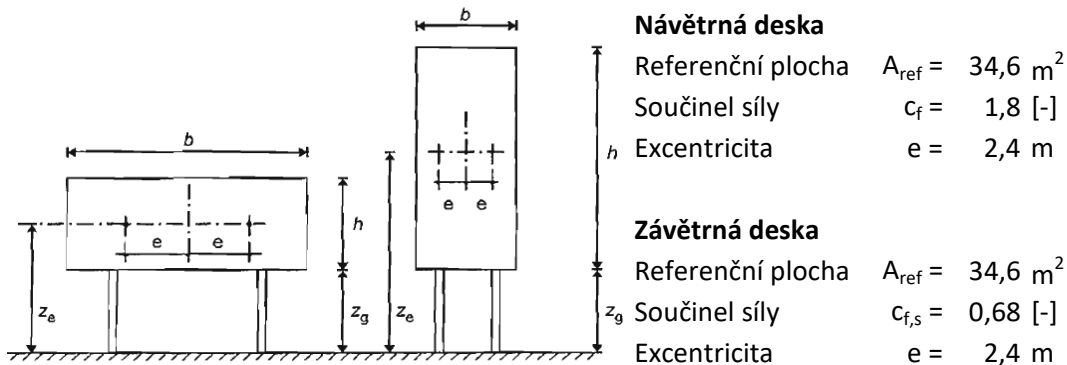
$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_i) / v_m(z) = (0,22 \cdot 27,5 \cdot 1) / 18,2 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 18,2^2 = 680 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1 [-]$  → Referenční výška je menší než 15 m.  
 Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1 [-]$  Souč. zastín. Záv. desky  $\Psi_s = 0,3 [-]$   
 Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8 [-]$  Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \Psi_s \cdot c_f = 0,68 [-]$

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšuji souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8 [-]$



Obrázek 24 – Excentricita zatížení větrem

<b>Síla od větru - návětrná deska</b>	$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 42,3 \text{ kN}$
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 11,7 \text{ kN/m}$
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 3,26 \text{ kN/m}$
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{1,k} = 0,00 \quad 0,09 \quad 0,63 \quad 1,54 \quad 2,45 \quad 3,06 \text{ kN/m}'$

<b>Síla od větru - závětrná deska</b>	$F_{w,2} = c_s c_d \cdot c_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 15,9 \text{ kN}$
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 4,4 \text{ kN/m}$
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,2} = f_{w,1} / h = 1,22 \text{ kN/m}$
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{2,k} = 0,00 \quad 0,03 \quad 0,24 \quad 0,58 \quad 0,92 \quad 1,15 \text{ kN/m}'$

$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$I_v$ [-]	$q_p$ [N/m²]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m²]
-	TRø	508	12,5	7,30	6,80	0,67	18,5	0,32	693	11,27	0,78	0,74	0,57	<b>0,20</b>

## - 9. VÍTR PODÉLNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	b = 9,6 m	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	h = 3,6 m	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5$ m
Podchozí výška	$z_g = 4,7$ m	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97$ m
Výška středu desky	$z_e = 6,5$ m	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23$ m
Součinel síly	$c_f = 1,8$ [-]	Návětrná plocha desek	$A_{ref} = 19,7$ m <sup>2</sup>

### Síla od větru na desky

Síla od větru na desky	$F_{w,3} = c_{scd} \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 24,1$ kN
Spojité zatížení - návětrná deska	$f_{w,3} = F_{w,1} / b = 2,51$ kN/m
Přepočet zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 0,7$ kN/m
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6$ m
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9$ m
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{3,k} = 0,63 \quad 1,32 \quad 1,39 \quad 1,39 \quad 1,32 \quad 0,63$ kN/m'

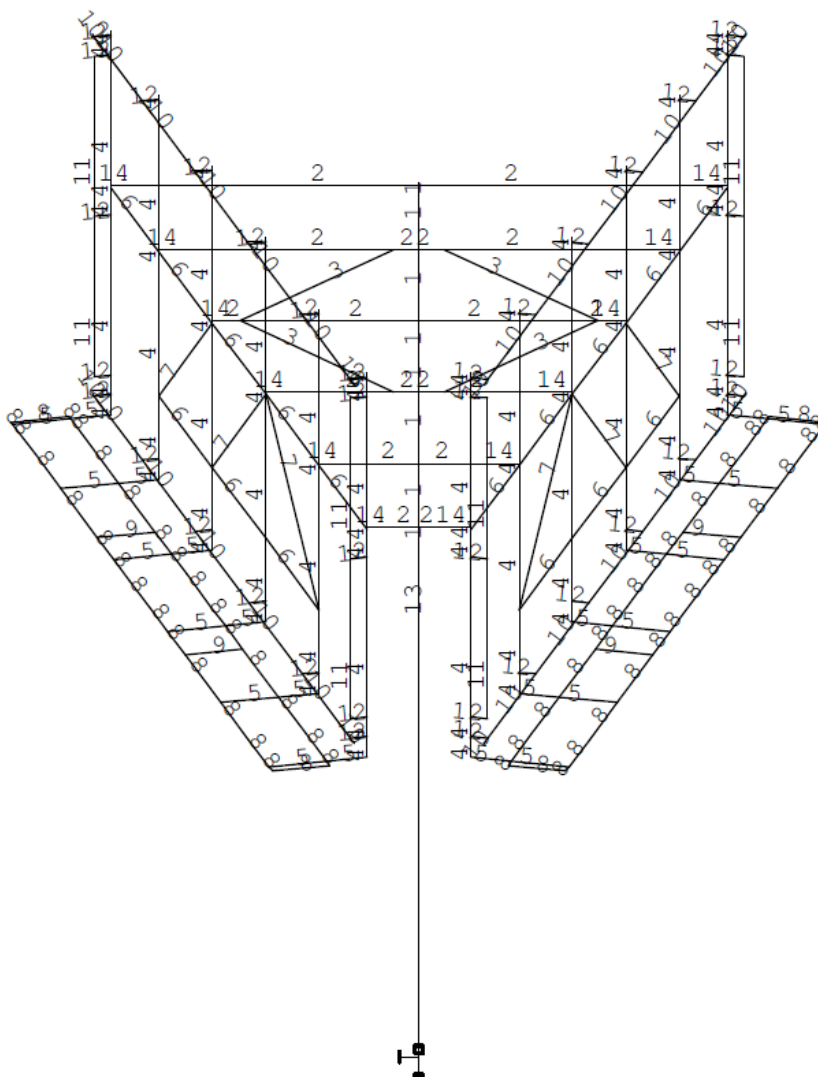
### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Válc.	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_l$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	IPE	180	91	4,00	6,42	0,66	18,1	0,33	676	-	2,00	0,86	1,72	<b>0,21</b>
0	HEA	171	180	5,47	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,90	1,80	<b>0,21</b>
0	HEA	171	180	4,54	6,80	0,67	18,5	0,32	693	-	2,00	0,88	1,76	<b>0,21</b>
0	HEA	171	180	3,50	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,85	1,71	<b>0,20</b>
0	HEA	171	180	2,47	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,82	1,63	<b>0,19</b>
0	HEA	171	180	1,43	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,76	1,51	<b>0,18</b>
0	HEA	171	180	0,50	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,68	1,35	<b>0,16</b>
$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TRø	508	12,5	7,30	6,80	0,67	18,5	0,32	693	11,27	0,78	0,74	0,57	<b>0,20</b>

## 4.9.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

Vzhledem k rozsáhlosti výstupního souboru z výpočtového programu Ida Nexis verze 3.60., budou v této části práce uvedeny pouze základní data. Podrobný výstup a kompletní statický posudek bude v přílohové části práce – Statická posouzení. V této části bude proveden pouze návrh a posouzení 1. MS únosnosti profilů č. 1, 2, 3, 4, 13 a 14.

### VSTUPNÍ HODNOTY



Obrázek 25 – Čísla profilů

## ZÁKLADNÍ DATA

Počet uzlů:	220
Počet prutů:	301
Počet maker 1D:	104
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	14
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

## MATERIÁL

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa
Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>
Roztažnost	1.2 · 10 <sup>-5</sup> mm/mm.K

## VÝPIS MATERIÁLU

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/12.5	S 235	0.09	9378.09	868.69
2	HEA180	S 235	0.04	18909.81	672.44
3	L80/6	S 235	0.01	9753.27	71.59
4	IPE180	S 235	0.02	47880.00	900.18
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	B508/12.5	S 235	0.15	7287.00	1102.27
14	IPE180	S 235	0.02	2081.71	39.14



### ZATĚŽOVACÍ STAVY

Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

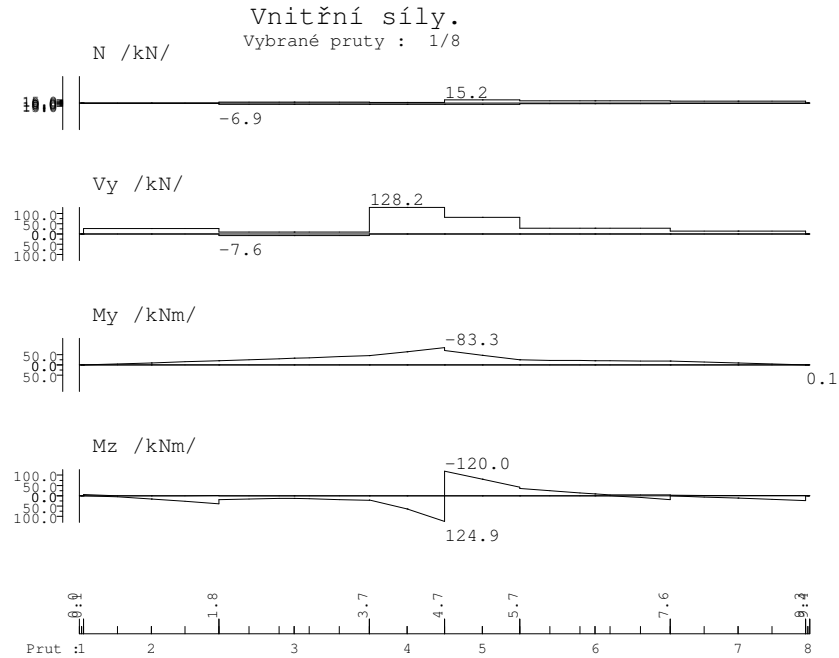
### SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy

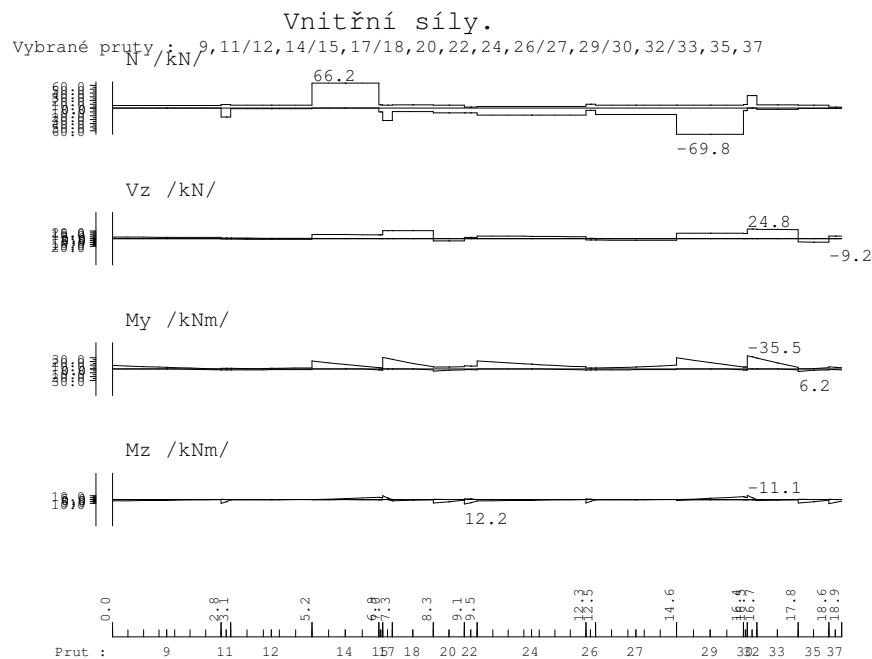
### SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

		X	Y	Z
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-46,0
	reakce v uzlech	0.0	0.0	46,0
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19.4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 6	zatížení	-5,0	-42,7	0.0
	reakce v uzlech	5,0	42,7	0.0
Z. S. 7	zatížení	-5,0	42,7	0.0
	reakce v uzlech	5,0	-42,7	0.0
Z. S. 8	zatížení	15,7	0.0	0.0
	reakce v uzlech	-15,7	0.0	0.0

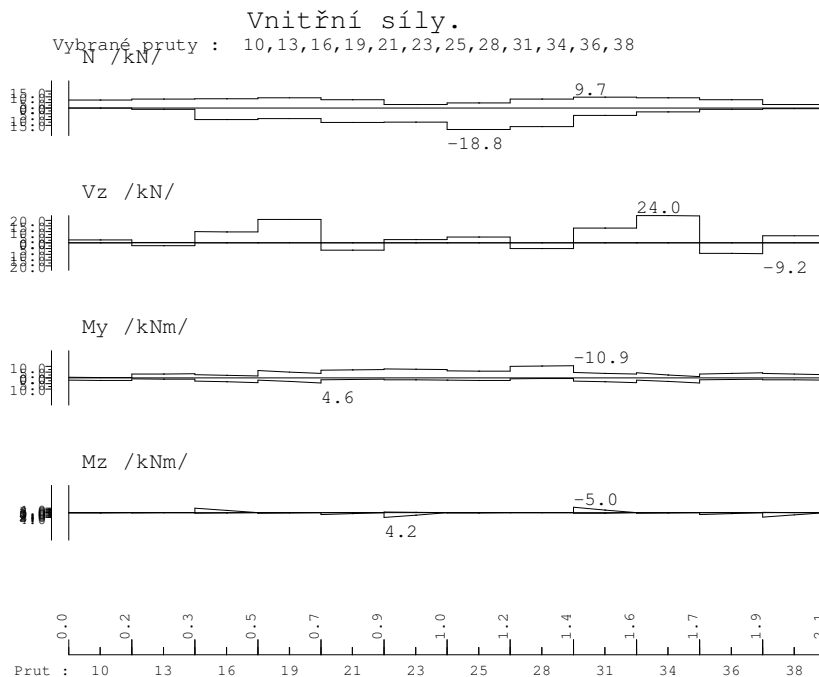
## VÝSTUPNÍ HODNOTY



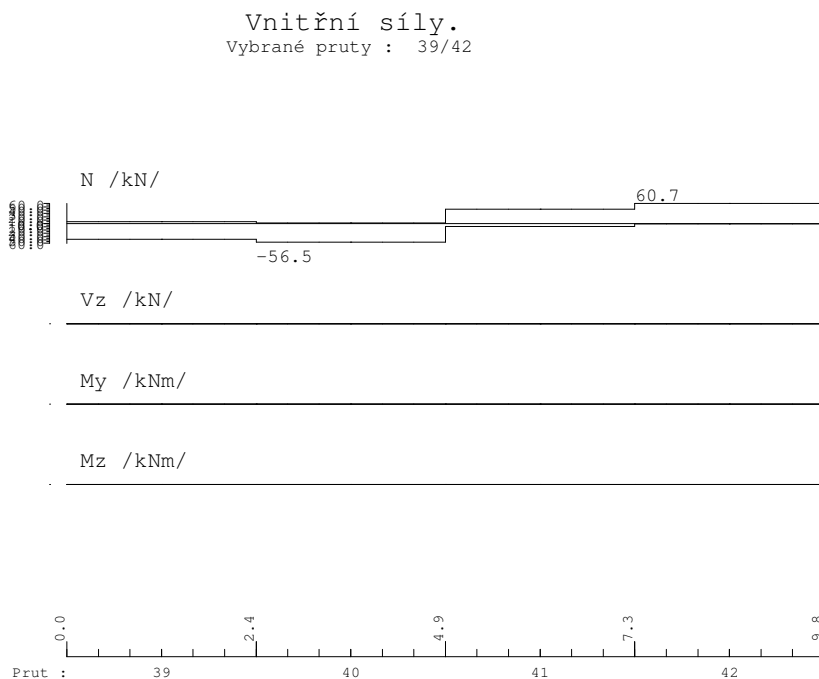
Obrázek 26 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL



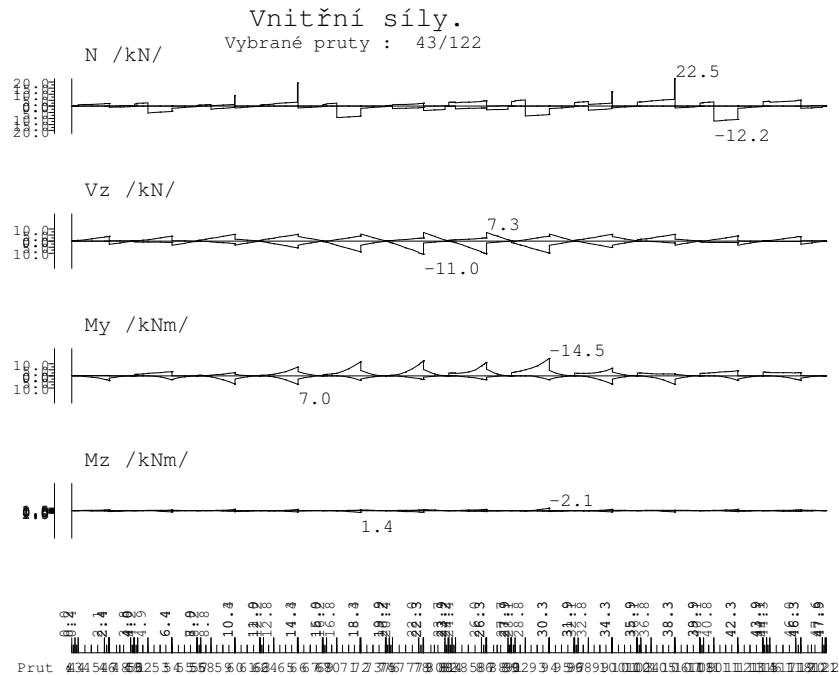
Obrázek 27 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY



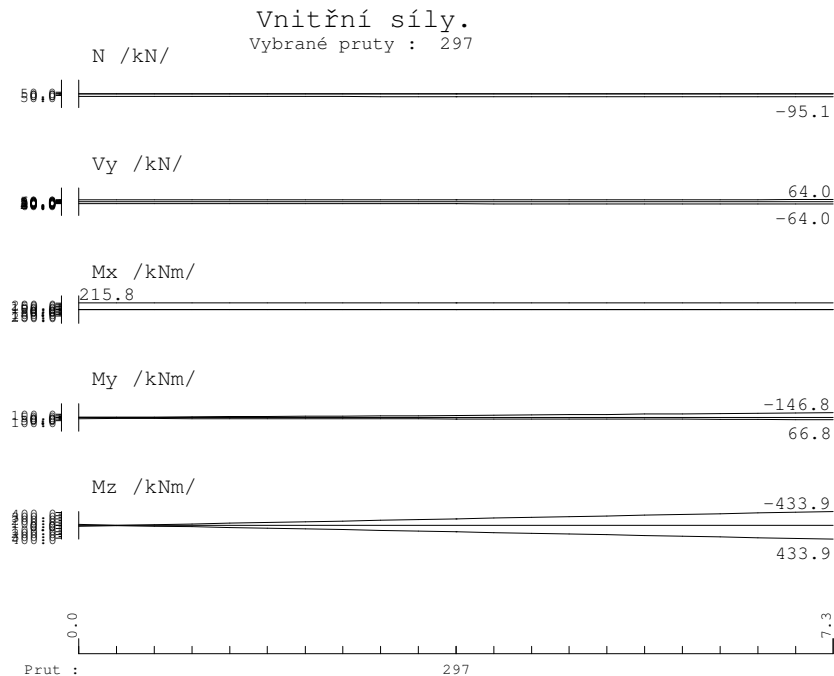
Obrázek 28 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY



Obrázek 29 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ



**Obrázek 30 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY**



**Obrázek 31 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - SLOUP**

### 4.9.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK TRHR 250x250x12,5PROFIL Č. 1</b>				Ocel S 235 Mpa
<b>Profil TRHR 250x250x12,5</b>	H = 250	B = 250	t = 12,5 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9380$ mm	$\beta_y = 0,2$ [-]		$L_{cr,y} = 1,88$ m	
$L_z = 9380$ mm	$\beta_z = 1$ [-]		$L_{cr,z} = 9,38$ m	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 15,2$   $-6,9$ kN	$V_{Sd} = 128,2$ kN	$M_{y,Sd} = 83,3$ kNm	$M_{z,Sd} = 125$ kNm
-----------------------------	---------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h)$	= 11163 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 5581$ [-] m	= 89,30 kg/m <sup>1</sup>
$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12}$	= 105,2 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H$	= 842 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12}$	= 105,2 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2$	= 969 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
		$W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H$	= 842 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
		$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2$	= 969 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
$i_y = \sqrt{I_y / A}$	= 97,09 mm	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	= 97,1 mm

**Vzpěr:**

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,3 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,21 \text{ [-]} \quad \Rightarrow \quad \bar{\lambda}_{max} = 1,03 \text{ [-]}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 96,6 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 1,03 \text{ [-]}$$

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,03 - 0,2) + 1,03^2] = 0,52$  [-]  
 $\bar{\lambda}_{max} \cdot \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 1,03^2}] = 0,999$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 1,00 · 11162,5 · 0,235 / 1	= 2623 kN	>	$N_{Sd}^+ = 15,2$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 0,999 · 11162,5 · 0,235 / 1	= 2620 kN	>	$N_{Sd}^- = 6,9$ kN
$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 968,6 · 0,235 / 1	= 228 kNm	>	$M_{Sd} = 83,3$ kNm
$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 968,6 · 0,235 / 1	= 228 kNm	>	$M_{Sd} = 125$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{MO} \cdot \sqrt{3}$	= 5581,25 · 0,235 / 1 · $\sqrt{3}$	= 757 kN	>	$2 \cdot V_z = 256$ kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{15,20}{2623} + \frac{83,30}{228} + \frac{124,9}{227,6} = 0,92 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{6,90}{2620} + \frac{83,30}{228} + \frac{124,9}{227,6} = 0,92 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{256}{757} = 0,34 < 1,00$  Vyhoví

**- PŘÍČNÍKY HEA 180**

**PROFIL Č. 2**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil HEA 180</b>	H = 171 mm	B = 180 mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_y = 5640$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 5640$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,34$ [-]
$L_z = 5640$ mm	$\beta_z = 0,5$ [-]	$L_{cr,z} = 2820$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$L_\omega = 5640$ mm	$\beta_\omega = 0,5$ [-]	$L_{cr,\omega} = 2820$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 66,2$   -70 kN	$V_{z,Sd} = 24,8$ kN	$M_{y,Sd} = 35,5$ kNm	$M_{z,Sd} = 12,2$ kNm
--------------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 35,5$ kg/m'	$A = 4525$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1450$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 25,1 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 60,21 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9,5$ mm	$t_w = 6$ mm
$I_z = 9,25 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,5$ mm	$W_{el,y} = 294 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 325 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 148 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 45,2$ mm	$W_{el,z} = 103 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 157 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 75,7$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,81$  [-]  $\lambda_z = 62,4$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,66$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,81 - 0,2) + 0,81^2] = 0,93$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,93 + \sqrt{0,93^2 - 0,81^2}] = 0,72$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,66 - 0,2) + 0,66^2] = 0,83$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,83 + \sqrt{0,83^2 - 0,66^2}] = 0,75$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 161,5 \cdot \sqrt{60210 / 9,25} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{148 / 9250} = 1,37$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,369^2 / 3,14^2 = 1,76$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -86$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 3,26 \cdot 1,76}]}} = 0,91$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,91 \cdot [2 \cdot 2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{25,1 / 9,25} = 52,24$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 52,2 \cdot \sqrt{324,9 / 293,57} = 55,0$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,59$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,59 - 0,2) + 0,59^2] = 0,71$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,59^2}] = 0,90$  [-]

$\chi_{min} = 0,72$  [-]

$\chi_{LT} = 0,9$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 1063$  kN  $> N_{Sd}^+ = 66,2$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,72 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 766$  kN  $> N_{Sd}^- = 69,8$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,895 \cdot 324,9 \cdot 0,235 / 1 = 68,4$  kNm  $> M_{Sd} = 35,5$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 156,5 \cdot 0,235 / 1 = 36,8$  kNm  $> M_{Sd} = 12,2$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1450 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 197$  kN  $> 2 \cdot V_z = 49,6$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{66,2}{1063} + \frac{35,5}{68,4} + \frac{12,2}{36,8} = 0,91 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{69,8}{766} + \frac{35,5}{68,4} + \frac{12,20}{36,8} = 0,94 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{49,6}{197} = 0,25 < 1,00$  Vyhoví

**- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 180**

<b>Profil IPE 180</b>	H = 180 mm
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2$ [-]
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2$ [-]
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2$ [-]

**PROFIL Č. 14**

B = 91 mm
$L_{cr,y} = 350$ mm
$L_{cr,z} = 350$ mm
$L_{cr,\omega} = 350$ mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f = 1,00$ [-]
$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 9,7$   -19 kN	$V_{z,Sd} = 24$ kN	$M_{y,Sd} = 10,9$ kNm	$M_{z,Sd} = 5$ kNm
-------------------------	--------------------	-----------------------	--------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 18,8$ kg/m'	$A = 2395$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1125$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 13,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 7,43 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8$ mm	$t_w = 5,3$ mm
$I_z = 1,01 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,2$ mm	$W_{el,y} = 146 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 47,9 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 20,5$ mm	$W_{el,z} = 22,2 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 34,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 4,7$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,05$  [-]  $\lambda_z = 17,1$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,18$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,05 - 0,2) + 0,05^2] = 0,49$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,49 + \sqrt{0,49^2 - 0,05^2}] = 1,00$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,18 - 0,2) + 0,18^2] = 0,51$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,18^2}] = 1,00$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 172 \cdot \sqrt{7430 / 1009} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{47,9 / 1009} = 0,27$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,275^2 / 3,14^2 = 1,03$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -90 \text{ mm}$$

$$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot |e_h| + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot |-1| + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 1,03}}} = 1,53 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,53 \cdot [2 \cdot 350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{13,17 / 1009} = 22,55 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}} = 22,6 \cdot \sqrt{166,4 / 146,33} = 24,1 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,26 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,26 - 0,2) + 0,26^2] = 0,54 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,54 + \sqrt{0,54^2 - 0,26^2}] = 0,99 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 1,00 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,99 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 9,7 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 18,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,988 \cdot 166,4 \cdot 0,235 / 1 = 38,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 10,9 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 34,6 \cdot 0,235 / 1 = 8,13 \text{ kNm} > M_{Sd} = 5 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1125 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 153 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 48 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{9,7}{563}$	+	$\frac{10,9}{38,6}$	+	$\frac{5}{8,13}$	=	<b>0,91</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	-------------------	---	---------------------	---	------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{18,8}{563}$	+	$\frac{10,9}{38,6}$	+	$\frac{5,00}{8,13}$	=	<b>0,93</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	--------------------	---	---------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{48}{153}$	=	<b>0,31</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

**- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 80x80x6**

**PROFIL Č. 3**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 80x80x6</b>	H = 80	B = 80	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]		$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]		$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$L_\omega = 2440$ mm	$\beta_\omega = 1$ [-]		$L_{cr,\omega} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 60,7$   -57 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 7,34$ kg/m'	$A = 935$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 480$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 56,6$ mm	$w_1 = 56,6$ mm	$v = 30,6$ mm	$v_1 = 28,2$ mm
$I_\eta = 0,89 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\eta = 30,8$ mm	$W_{el,\eta} = 15,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 24,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_\zeta = 0,24 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\zeta = 15,9$ mm	$W_{el,\zeta} = 8,33 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 12,5 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 11,6 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

**Vzpěi**  $\lambda_y = 79,3$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,84$  [-]  $\lambda_z = 153,9$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,64$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,84 - 0,2) + 0,84^2] = 1,01$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + v(\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)] = 1 / [1,01 + v(1,01^2 - 0,84^2)] = 0,63$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,64 - 0,2) + 1,64^2] = 2,20$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + v(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)] = 1 / [2,2 + v(2,2^2 - 1,64^2)] = 0,27$  [-]

**(lopení:**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot v(I_t / I_z) = 0,62 \cdot [2440 / 107,2] \cdot v(11,6 / 235) = 3,14$  [-]

$d_{z,\omega} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 3,14^2 / 3,14159^2 = 3,98$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z =$  mm -56,6 mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$v = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + v(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega})]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + v(-1^2 + 1 \cdot 3,98)]}} = 0,90$  [-]

$\lambda = v \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot v(I_y / I_z) = 0,901 \cdot [2 \cdot 2440 / 107,2] \cdot v(0,885 / 0,235) = 79,57$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot v(W_{y,pl} / W_{y,e}) = 79,6 \cdot v(24,61 / 15,64) = 99,8$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,06$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,06 - 0,2) + 1,06^2] = 1,16$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + v(\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)] = 1 / [1,16 + v(1,16^2 - 1,06^2)] = 0,62$  [-]

$\chi_{min} = 0,273$  [-]  $\chi_{LT} = 0,621$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 935 \cdot 0,235 / 1 = 220$  kN  $> N_{Sd}^+ = 60,70$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,273 \cdot 935 \cdot 0,235 / 1 = 60,1$  kN  $> N_{Sd}^- = 56,50$  kN

$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,621 \cdot 24,6 \cdot 0,235 / 1 = 3,59$  kNm  $> M_{Sd} = 0,00$  kNm

$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 12,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,94$  kNm  $> M_{Sd} = 0,00$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 480 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 65,1$  kN  $> 2 \cdot V_z = 0,00$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{60,7}{220} + \frac{0,00}{3,59} + \frac{0,00}{2,94} = 0,28 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{56,5}{60,1} + \frac{0,00}{3,59} + \frac{0,00}{2,94} = 0,94 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{0}{65,1} = 0,00 < 1,00$  Vyhoví



**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 180**

**PROFIL Č. 4**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 180</b>	H = 180 mm	B = 91 mm	$\gamma_f = 1,00 [-]$
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2 [-]$	$L_{cr,y} = 7980$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21 [-]$
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6 [-]$	$L_{cr,z} = 2394$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34 [-]$
$L_\omega = 3990$ mm	$\beta_\omega = 0,6 [-]$	$L_{cr,\omega} = 2394$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21 [-]$

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 22,5$   -12 kN	$V_{z,Sd} = 11$ kN	$M_{y,Sd} = 14,5$ kNm	$M_{z,Sd} = 2,1$ kNm
--------------------------	--------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 18,8$ kg/m'	$A = 2395$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1125$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 13,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 7,43 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8$ mm	$t_w = 5,3$ mm
$I_z = 1,01 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,2$ mm	$W_{el,y} = 146 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 47,9 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 20,5$ mm	$W_{el,z} = 22,2 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 34,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 107,6 [-]$   $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,15 [-]$   $\lambda_z = 116,6 [-]$   $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,24 [-]$

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,15 - 0,2) + 1,15^2] = 1,26 [-]$

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,26 + \sqrt{1,26^2 - 1,15^2}] = 0,56 [-]$

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,24 - 0,2) + 1,24^2] = 1,45 [-]$

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,45 + \sqrt{1,45^2 - 1,24^2}] = 0,46 [-]$

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 172 \cdot \sqrt{7430 / 1,009} = 1,00 [-]$

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2394 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{47,9 / 1009} = 1,88 [-]$

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 1,88^2 / 3,14^2 = 2,43 [-]$

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -90$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 [-]$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3 [-]$

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53 [-]$

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68 [-]$

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 2,43}]}]} = 0,87 [-]$

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,87 \cdot [2 \cdot 2394 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{13,17 / 1,009} = 87,04 [-]$

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 87 \cdot \sqrt{166,4 / 146,33} = 92,8 [-]$   $\bar{\lambda}_{LT} = 0,99 [-]$

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,99 - 0,2) + 0,99^2] = 1,07 [-]$

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,07 + \sqrt{1,07^2 - 0,99^2}] = 0,67 [-]$

$\chi_{min} = 0,46 [-]$

$\chi_{LT} = 0,67 [-]$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563$  kN  $> N_{Sd}^+ = 22,5$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,456 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 257$  kN  $> N_{Sd}^- = 12,2$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,674 \cdot 166,4 \cdot 0,235 / 1 = 26,3$  kNm  $> M_{Sd} = 14,5$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 34,6 \cdot 0,235 / 1 = 8,13$  kNm  $> M_{Sd} = 2,1$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1125 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 153$  kN  $> 2 \cdot V_z = 22$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{22,5}{563} + \frac{14,5}{26,3} + \frac{2,1}{8,13} = 0,85 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{12,2}{257} + \frac{14,5}{26,3} + \frac{2,10}{8,13} = 0,86 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{22}{153} = 0,14 < 1,00$  **Vyhoví**

**- SLOUP TR Ø 508x12,5**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR Ø 508x12,5

Ø = 508 x 12,5 mm

γ<sub>f</sub> = 1 [-]

L = 7290 mm

β<sub>y</sub> = 2 [-]

L<sub>cr,y</sub> = 14580 mm

**Vnitřní síly:**

N<sub>Sd</sub> = 0 | -95,1 kN V<sub>Sd</sub> = 64 kN M<sub>y,Sd</sub>; M<sub>z,Sd</sub> = 146,8 | 434 kNm M<sub>Sd</sub> = 458,1 kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 19458 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 12394 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 597,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 2353 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 175,2 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 83,2 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,89 \text{ [-]}$$

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,89 - 0,2) + 0,89^2] = 0,96 \text{ [-]}$

$\bar{\lambda}: \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,96 + \sqrt{0,96^2 - 0,89^2}] = 0,74 \text{ [-]}$

**Boulení:**

d/t = 508 / 12,5 = 40,64 [-] < 50 · ε<sup>2</sup> → Nedochází k boulení!

**Únosnost:**

N<sub>x,b,Rd+</sub> = 1,0 · A · f<sub>y</sub> / γ<sub>M1</sub> = 1,00 · 19458,2 · 0,235 / 1 = 4573 kN > N<sub>Sd</sub><sup>+</sup> = 0 kN

N<sub>x,b,Rd-</sub> = χ · A · f<sub>y</sub> / γ<sub>M1</sub> = 0,743 · 19458,2 · 0,235 / 1 = 3398 kN > N<sub>Sd</sub><sup>-</sup> = 95,1 kN

M<sub>b,Rd</sub> = W · f<sub>y</sub> / γ<sub>M1</sub> = 2352,6 · 0,235 / 1 = 553 kNm > M<sub>Sd</sub> = 458 kNm

V<sub>pl,Rd</sub> = A<sub>vz</sub> · f<sub>y</sub> / γ<sub>M0</sub> · √3 = 12393,78 · 0,235 / 1 · √3 = 1682 kN > 2 · V<sub>z</sub> = 128 kN

**Smykové napětí od kroucení:**

M<sub>x</sub> = 216 kNm τ<sub>t</sub> = M<sub>x</sub> / 2 · Ω<sub>t</sub> · t = 215,8 · 10<sup>6</sup> / 2 · 19,7726 · 10<sup>4</sup> · 12,5 = 43,7 Mpa

**Redukovaná smyková únosnost:**

V<sub>T,Rd</sub> = 1 - [(τ<sub>t</sub> · √3 · γ<sub>M0</sub>) / f<sub>y</sub>] · V<sub>pl,Rd</sub> = 1 - 43,66 · √3 · 1 / 235 · 1681,5552 = 1140 kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{0,00}{4573} + \frac{458}{553} = 0,83 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{95,10}{3398} + \frac{458}{553} = 0,86 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{128}{1140} = 0,11 < 1,00$  **Vyhoví**

#### 4.9.4 ZÁVĚR STATICKÉHO VÝPOČTU

Ocelový nosný systém s trubkovým sloupem konstrukce billboardu umístěného ve 3. větrné oblasti vyhoví, za předpokladu dodržení navržených průřezů tímto statickým výpočtem, jak z hlediska pevnosti, tak z hlediska stability. Konstrukce byla zatížena v souladu s ČSN EN 1991 - „Zásady navrhování a zatížení konstrukcí“ a byla navržena a posouzena v souladu ČSN EN 1993 – „Navrhování ocelových konstrukcí“.

## 4.10 STATICKÉ POSOUZENÍ 2. NOSNÉHO SYSTÉMU V 1. VĚTRNÉ OBLASTI

### 4.10.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

Vzhledem k tomu, že hodnoty zatížení v 1. - 6. Z. S. jsou totožné jako u předchozího typu, dochází pouze ke změnám hodnot u zatížení větrem, uvedu v tomto statickém posouzení pouze rozbor těchto zatěžovacích stavů.

#### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$v_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Olomouc 1. větrová oblast Kategorie terénu 3 [-]

Vých. základ. rychlos  $v_{b,0} = 22,5$  m/s Souč. směru větru  $c_{dir} = 1$  [-]

Parametr drsnosti teréu  $z_0 = 0,3$  m Souč. orografie  $c_o = 1$  [-]

Minimální výška  $z_{min} = 5$  m Souč. roč. obd.  $c_{season} = 1$  [-]

Maximální výška  $z_{max} = 200$  m Sou. turbulence  $k_i = 1$  [-]

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 22,5 = 22,5 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 = 316 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce  $n = 1$  [-] Drsnost povrchu  $m = 1$  [-]

→  $n = 1$  - Hladký povrch (ocel, hladký beton) →  $m = 1$  - Pozinkovaná ocel

→  $n = 2$  - Hrubý povrch (drsny beton) →  $m = 2$  - Lesklá ocel

→  $n = 3$  - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky) →  $m = 3$  - Leštěný kov

Součinitel tření  $C_{fr} = 0,01$  [-] Souč. drsn. povrchu  $k = 0,2$  mm

#### - 7. - 8. VÍTR PŘÍČNÝ

##### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu  $b = 9,6$  m Úhel mezi deskami  $\alpha = 30^\circ$

Výška desky billboardu  $h = 3,6$  m Vzdál. desek v "špice"  $a_1 = 0,5$  m

Podchozí výška  $z_g = 4,7$  m Max vzdálenost desek  $a_2 = 5,97$  m

Výška středu desky  $z_e = 6,5$  m Střední vzdál. desek  $a_3 = 3,23$  m

Excen. výslednice  $e = 2,4$  m Poměr výšky a vzdál.  $a_3 / h = 0,9$  [-]

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{min}) = k_r \cdot \ln(z_{min} / z_0) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

Char. střední rychlost větru [-]

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 22,5 = 14,9 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

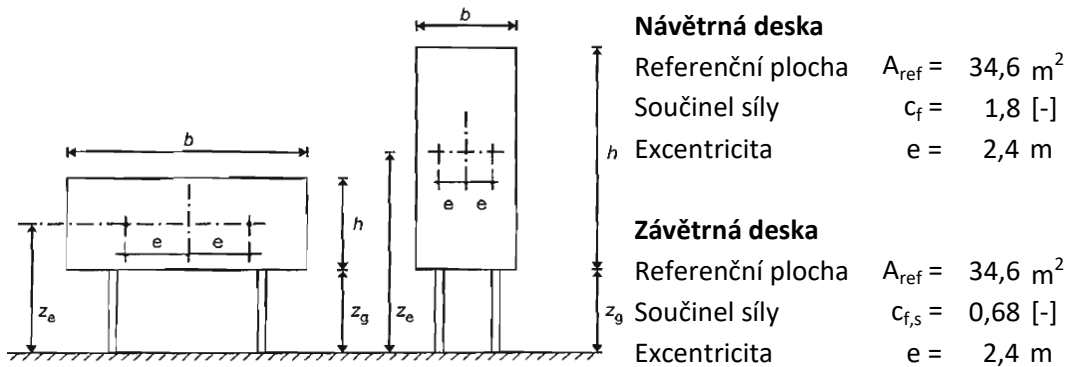
$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_i) / v_m(z) = (0,22 \cdot 22,5 \cdot 1) / 14,9 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 14,9^2 = 455 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1$  [-] → Referenční výška je menší než 15 m.  
 Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1$  [-] Souč. zastín. Záv. desky  $\Psi_s = 0,3$  [-]  
 Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8$  [-] Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \Psi_s \cdot c_f = 0,68$  [-]

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšují souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8$  [-]



Obrázek 32 – Excentricita zatížení větrem

Síla od větru - návětrná deska	$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 28,3 \text{ kN}$
Trojúhelníkové zatížení - návětrná deska	$f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 7,86 \text{ kN/m}$
Přepočtené zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 2,18 \text{ kN/m}$
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{1,k} = 0,00 \quad 0,06 \quad 0,42 \quad 1,03 \quad 1,64 \quad 2,05 \text{ kN/m}^2$

Síla od větru - závětrná deska	$F_{w,2} = c_s c_d \cdot c_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 10,6 \text{ kN}$
Trojúhelníkové zatížení - návětrná deska	$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 2,95 \text{ kN/m}$
Přepočtené zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,2} = f_{w,1} / h = 0,82 \text{ kN/m}$
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{2,k} = 0,00 \quad 0,02 \quad 0,16 \quad 0,39 \quad 0,61 \quad 0,77 \text{ kN/m}^2$

$\alpha$ [°]	Trubky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$I_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TR $\emptyset$	273	8,0	7,30	6,80	0,67	15,1	0,32	464	4,96	0,76	0,81	0,61	<b>0,08</b>
-	TR $\emptyset$	114	8,0	1,40	5,10	0,61	13,7	0,35	409	1,95	1,09	0,72	0,78	<b>0,04</b>
-	TR $\emptyset$	108	5,0	2,13	6,80	0,67	15,1	0,32	464	1,96	1,08	0,77	0,83	<b>0,04</b>
$\alpha$ [°]	Jekly	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$I_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	TR $\square$	150	150	1,40	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,15	0,77	1,37	<b>0,10</b>

## - 9. VÍTR PODÉLNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	b = 9,6 m	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	h = 3,6 m	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5$ m
Podchozí výška	$z_g = 4,7$ m	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97$ m
Výška středu desky	$z_e = 6,5$ m	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23$ m
Součinel síly	$c_f = 1,8$ [-]	Návětrná plocha desek	$A_{ref} = 19,7$ m <sup>2</sup>

### Síla od větru na desky

	$F_{w,3} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 16,1$ kN
Spojité zatížení - návětrná deska	$f_{w,3} = F_{w,1} / b = 1,68$ kN/m
Přepočtené zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 0,47$ kN/m
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6$ m
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9$ m
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{3,k} = 0,42 \quad 0,89 \quad 0,93 \quad 0,93 \quad 0,89 \quad 0,42$ kN/m'

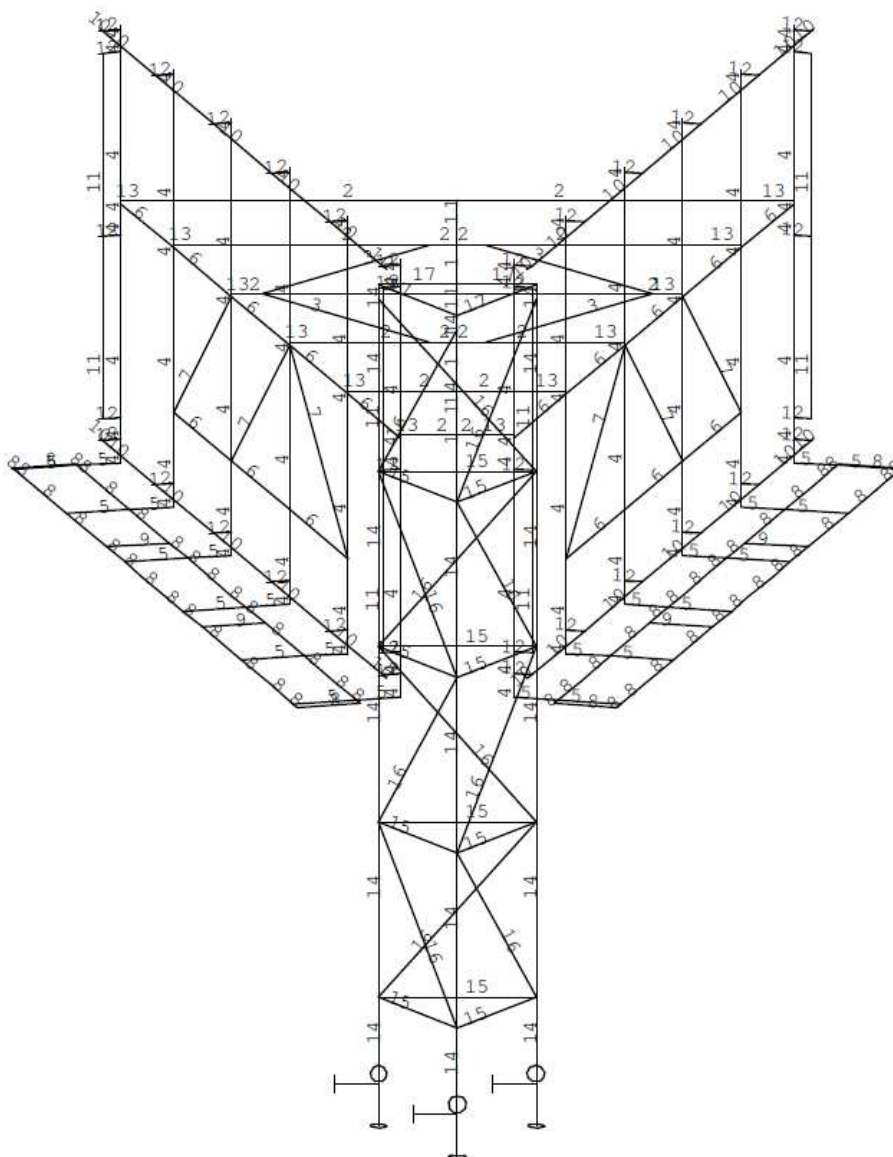
### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Válc.	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_l$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	IPE	140	73	4,00	6,42	0,66	14,8	0,33	453	-	2,00	0,89	1,78	<b>0,11</b>
0	HEA	152	160	5,47	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,91	1,82	<b>0,13</b>
0	HEA	152	160	4,54	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,89	1,79	<b>0,13</b>
0	HEA	152	160	3,50	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,87	1,73	<b>0,12</b>
0	HEA	152	160	2,47	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,83	1,66	<b>0,12</b>
0	HEA	152	160	1,43	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,77	1,54	<b>0,11</b>
0	HEA	152	160	0,50	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,68	1,36	<b>0,10</b>
<hr/>														
$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TR $\emptyset$	273	8,0	7,30	6,80	0,67	15,1	0,32	464	4,96	0,76	0,81	0,61	<b>0,08</b>
-	TR $\emptyset$	114	8,0	1,40	5,10	0,61	13,7	0,35	409	1,95	1,09	0,72	0,78	<b>0,04</b>
-	TR $\emptyset$	108	5,0	2,13	6,80	0,67	15,1	0,32	464	1,96	1,08	0,77	0,83	<b>0,04</b>
<hr/>														
$\alpha$ [°]	Jekly	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
90	TR $\square$	150	150	1,40	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,15	0,77	1,37	<b>0,10</b>

#### 4.10.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

Vzhledem k rozsáhlosti výstupního souboru z výpočtového programu Ida Nexis verze 3.60., budou v této části práce uvedeny pouze základní data. Podrobný výstup a kompletní statický posudek bude v přílohové části práce – Statická posouzení. V této části bude proveden pouze návrh a posouzení 1. MS únosnosti profilů č. 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15 a 16.

#### VSTUPNÍ HODNOTY



**Obrázek 33 – Číslo profilů**

## ZÁKLADNÍ DATA

Počet uzlů:	240
Počet prutů:	347
Počet maker 1D:	114
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	17
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

## MATERIÁL

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa
Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>
Roztažnost	1.2 · 10 <sup>-5</sup> mm/mm.K

## VÝPIS MATERIÁLU

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/8	S 235	0.06	9378.09	567.59
2	HEA160	S 235	0.03	18909.81	575.95
3	L60/6	S 235	0.01	9753.27	52.91
4	IPE140	S 235	0.01	47880.00	617.53
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	IPE160	S 235	0.02	2081.71	32.83
14	B273/8	S 235	0.05	21861.00	1131.85
15	B114.3/8	S 235	0.02	16800.00	348.91
16	B108/5	S 235	0.01	25444.90	320.03
17	K150/150/5	S 235	0.02	4200.00	95.28

### ZATĚŽOVACÍ STAVY

Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

### SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

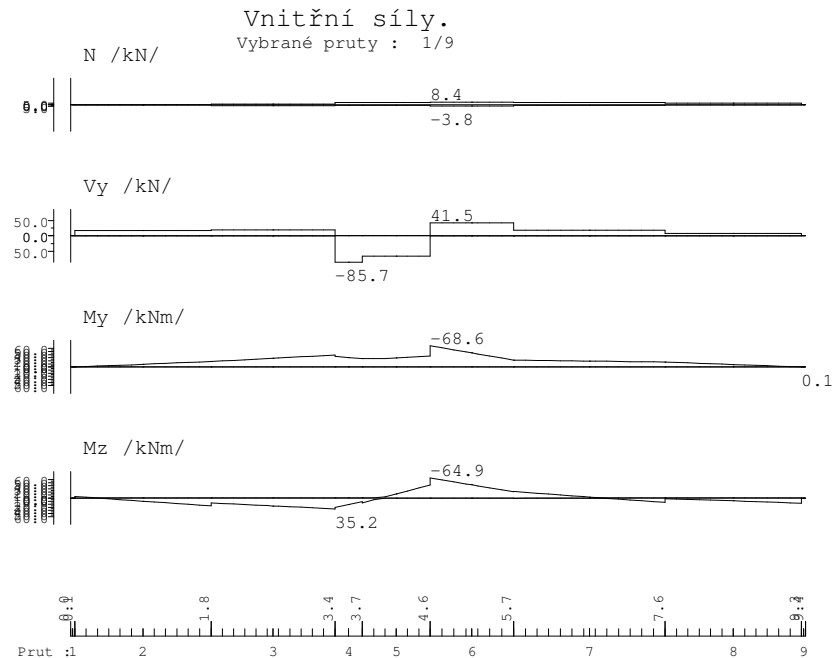
Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy

### SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

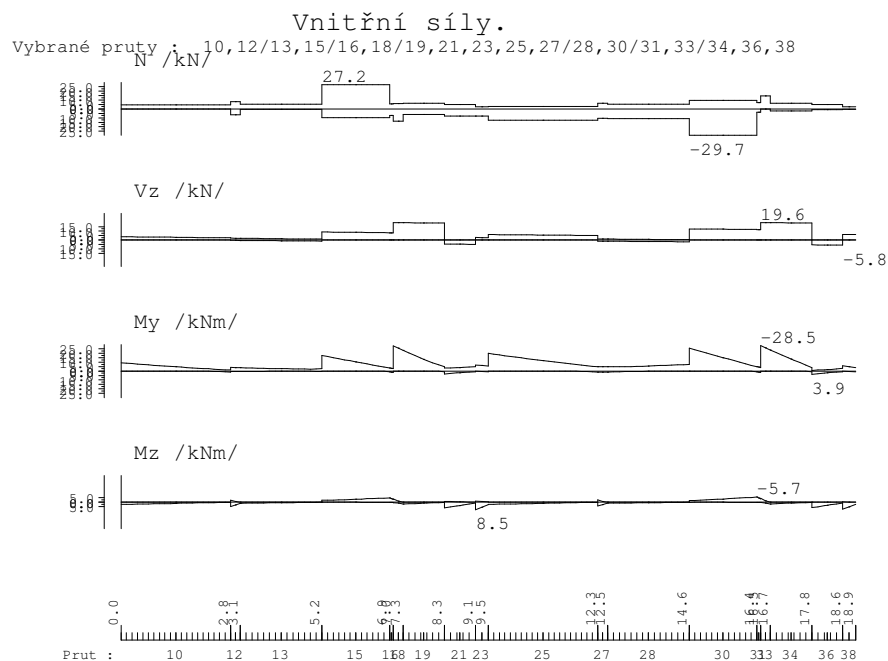
		X	Y	Z
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-46,9
	reakce v uzlech	0.0	0.0	46,9
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19.4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 6	zatížení	-3,4	-30,6	0.0
	reakce v uzlech	3,4	30,6	0.0
Z. S. 7	zatížení	-3,4	30,6	0.0
	reakce v uzlech	3,4	-30,6	0.0
Z. S. 8	zatížení	11,2	0.0	0.0
	reakce v uzlech	-11,2	0.0	0.0



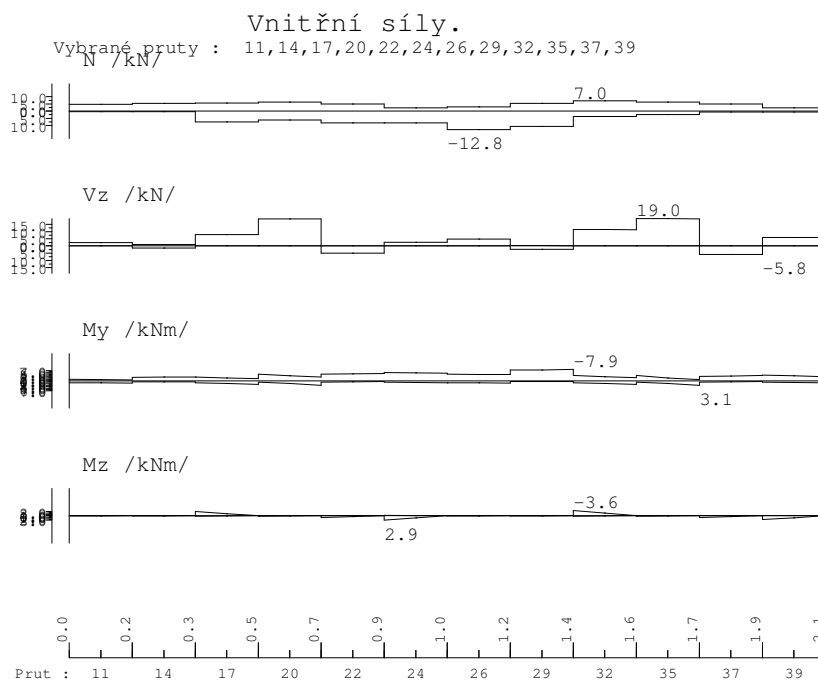
**VÝSTUPNÍ HODNOTY**



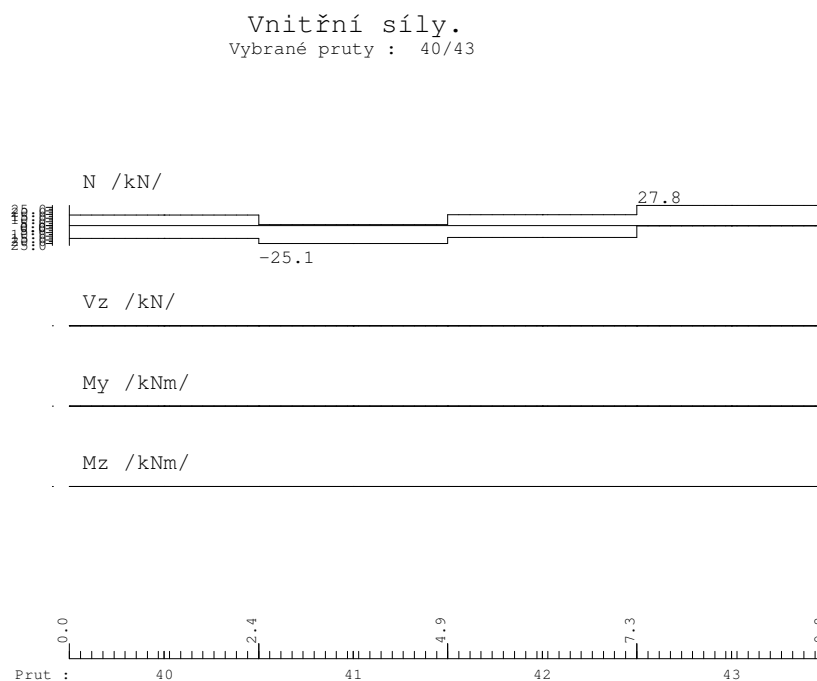
**Obrázek 34 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL**



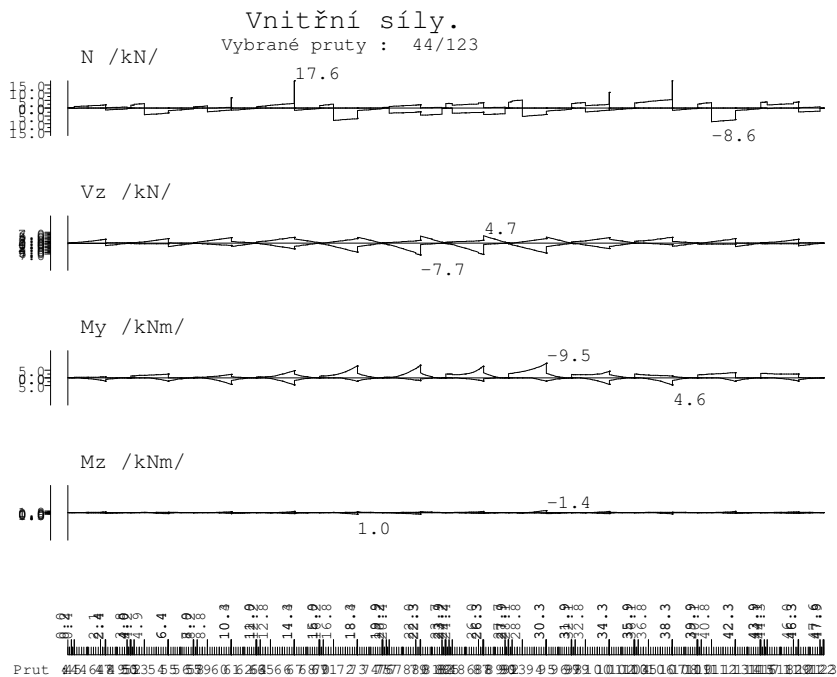
**Obrázek 35 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY**



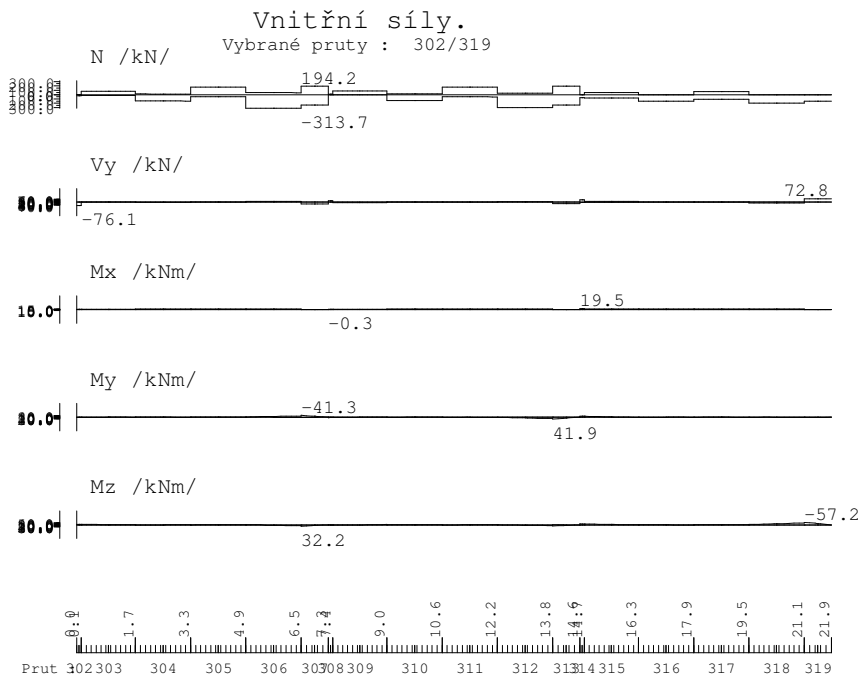
**Obrázek 36 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY**



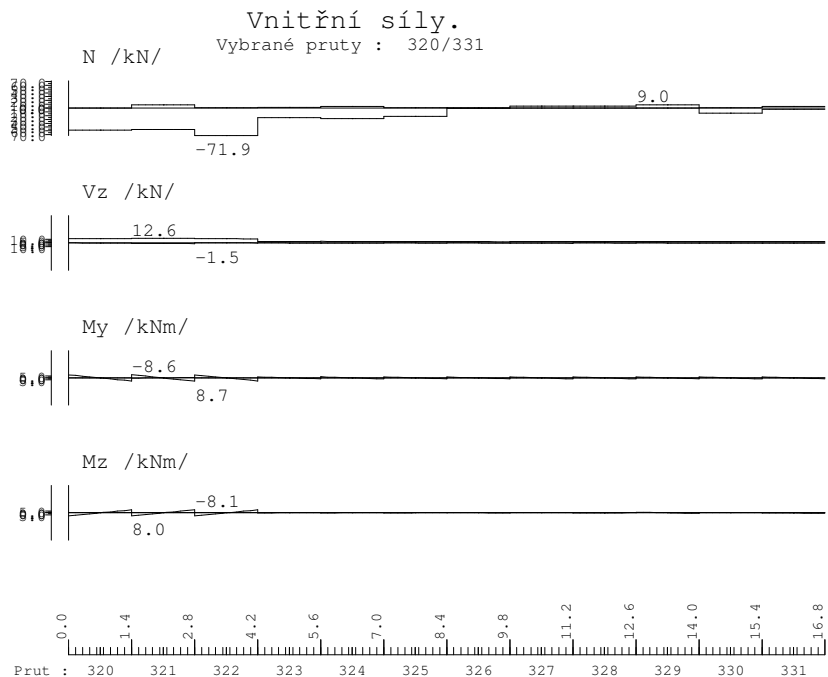
**Obrázek 37 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ**



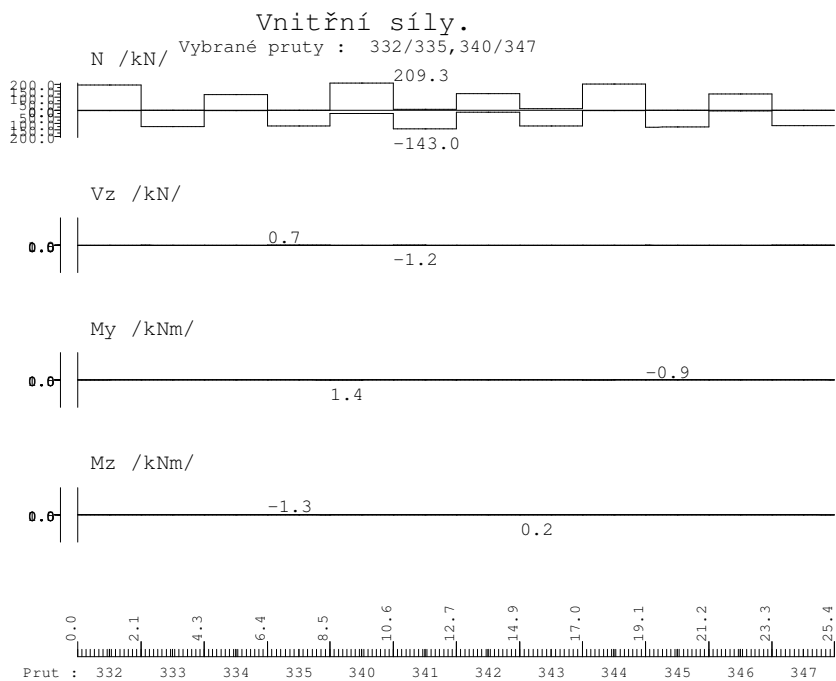
Obrázek 38 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY



Obrázek 39 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – NÁROŽNÍKY TUBUSU



Obrázek 40 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – SVISLICE TUBUSU



Obrázek 41 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – DIAGONÁLY TUBUSU

### 4.10.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

<b>- Hlavní podélný nosník TRHR 250x250x8 PROFIL Č. 1</b>			Ocel S 235 Mpa
<b>Profil TRHR 250x250x8</b>	H = 250 B = 250 t = 8 mm		$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9380$ mm	$\beta_y = 0,2$ [-]	$L_{cr,y} = 1,88$ m	
$L_z = 9380$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 9,38$ m	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 8,4$   $-3,8$ kN	$V_{Sd} = 85,7$ kN	$M_{y,Sd} = 68,6$ kNm	$M_{z,Sd} = 64,9$ kNm
----------------------------	--------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h)$	$= 7279$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 3640$ [-]	$= 58,23$ kg/m'
$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12}$	$= 71,13 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H$	$= 569 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
		$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2$	$= 653 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12}$	$= 71,13 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H$	$= 569 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
		$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2$	$= 653 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$i_y = \sqrt{I_y / A}$	$= 98,9$ mm	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	$= 98,9$ mm

**Vzpěr:**

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,0 \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,20 \quad \Rightarrow \quad \bar{\lambda}_{max} = 1,01$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 94,9 \quad \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 1,01$$

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,01 - 0,2) + 1,01^2] = 0,52$  [-]

$\bar{\lambda}_{max}$ :  $\chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 1,01^2}] = 1,000$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 7279,4 \cdot 0,235 / 1$	$= 1711$ kN	$> N_{Sd}^+ = 8,40$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1 \cdot 7279,4 \cdot 0,235 / 1$	$= 1710$ kN	$> N_{Sd}^- = 3,80$ kN
$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 652,7 \cdot 0,235 / 1$	$= 153$ kNm	$> M_{Sd} = 68,60$ kNm
$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 652,7 \cdot 0,235 / 1$	$= 153$ kNm	$> M_{Sd} = 64,90$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 3639,68 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 494$ kN	$> 2 \cdot V_z = 171$ kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{8,40}{1711} + \frac{68,60}{153} + \frac{64,90}{153,4}$	$= 0,88$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{3,80}{1710} + \frac{68,60}{153} + \frac{64,90}{153,4}$	$= 0,87$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{171}{494}$	$0,35$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>

**- PŘÍČNÍKY HEA 160**

<b>Profil HEA 160</b>	H = 152 mm
$L_y = 5640$ mm	$\beta_y = 1$ [-]
$L_z = 5640$ mm	$\beta_z = 0,5$ [-]
$L_\omega = 5640$ mm	$\beta_\omega = 0,5$ [-]

**PROFIL Č. 2**

B = 160 mm
$L_{cr,y} = 5640$ mm
$L_{cr,z} = 2820$ mm
$L_{cr,\omega} = 2820$ mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f = 1,00$ [-]
$\alpha_{y,1} = 0,34$ [-]
$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 27,2$   -30 kN	$V_{z,Sd} = 19,6$ kN	$M_{y,Sd} = 28,5$ kNm	$M_{z,Sd} = 8,5$ kNm
--------------------------	----------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 30,4$ kg/m'	$A = 3877$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1320$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 16,7 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 31,41 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9$ mm	$t_w = 6$ mm
$I_z = 6,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,7$ mm	$W_{el,y} = 220 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 245 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 122 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 39,8$ mm	$W_{el,z} = 77 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 118 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 85,9$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,91$  [-]  $\lambda_z = 70,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,75$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,91 - 0,2) + 0,91^2] = 1,04$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,04 + \sqrt{1,04^2 - 0,91^2}] = 0,65$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,75 - 0,2) + 0,75^2] = 0,92$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,92 + \sqrt{0,92^2 - 0,75^2}] = 0,69$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 143 \cdot \sqrt{31410 / 6,156} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2820 / (152 - 9)] \cdot \sqrt{121,9 / 6,156} = 1,72$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,721^2 / 3,14^2 = 2,2$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -76 \text{ mm}$$

$$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 3,26 \cdot 2,2}]}} = 0,84 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,84 \cdot [2 \cdot 2820 / (152 - 9)] \cdot \sqrt{16,73 / 6,156} = 54,71 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}} = 54,7 \cdot \sqrt{245,1 / 220,13} = 57,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,61 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,61 - 0,2) + 0,61^2] = 0,73 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,73 + \sqrt{0,73^2 - 0,61^2}] = 0,88 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,65 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,88 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 3877 \cdot 0,235 / 1 = 911 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 27,2 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,652 \cdot 3877 \cdot 0,235 / 1 = 594 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 29,7 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,884 \cdot 245,1 \cdot 0,235 / 1 = 50,9 \text{ kNm} > M_{Sd} = 28,5 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 117,6 \cdot 0,235 / 1 = 27,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 8,5 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1320 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 179 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 39,2 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{27,2}{911} + \frac{28,5}{50,9} + \frac{8,5}{27,6} = 0,90 < 1,00$	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	---	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{29,7}{594} + \frac{28,5}{50,9} + \frac{8,50}{27,6} = 0,92 < 1,00$	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	--	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{39,2}{179} = 0,22 < 1,00$	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	----------------------------------	---------------

**- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 160**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 160</b>	H = 160 mm	B = 82 mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 350$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2$ [-]	$L_{cr,z} = 350$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2$ [-]	$L_{cr,\omega} = 350$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 7$   -13 kN	$V_{z,Sd} = 19$ kN	$M_{y,Sd} = 7,9$ kNm	$M_{z,Sd} = 3,6$ kNm
-----------------------	--------------------	----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 15,8$ kg/m'	$A = 2009$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 966$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 8,69 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 3,96 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 7,4$ mm	$t_w = 5$ mm
$I_z = 0,68 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,8$ mm	$W_{el,y} = 109 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 124 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 36 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 16,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 26,1 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

<b>Vzpěr</b>	$\lambda_y = 5,3$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,06$ [-]	$\lambda_z = 19,0$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,2$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,06 - 0,2) + 0,06^2]$	$= 0,49$ [-]		
$\bar{\lambda}_y$ : $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [0,49 + \sqrt{0,49^2 - 0,06^2}]$	$= 1,00$ [-]		
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,2 - 0,2) + 0,2^2]$	$= 0,52$ [-]		
$\bar{\lambda}_z$ : $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 0,2^2}]$	$= 1,00$ [-]		
<b>Klopení:</b> $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z}$	$= 2 / 152,6 \cdot \sqrt{3960 / 0,6831}$	$= 1,00$ [-]		
$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [350 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{36 / 683,1}$	$= 0,33$ [-]		
$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,326^2 / 3,14^2$	$= 1,04$ [-]		

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -80 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 1,04}]}} = 1,53 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,53 \cdot [2 \cdot 350 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{8,693 / 0,6831} = 24,97 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}} = 25 \cdot \sqrt{123,9 / 108,66} = 26,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,28 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,28 - 0,2) + 0,28^2] = 0,55 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,55 + \sqrt{0,55^2 - 0,28^2}] = 0,98 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 1,00 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,98 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 472 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 7 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,999 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 472 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 12,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,981 \cdot 123,9 \cdot 0,235 / 1 = 28,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 7,9 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 26,1 \cdot 0,235 / 1 = 6,13 \text{ kNm} > M_{Sd} = 3,6 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 966 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 131 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 38 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{7}{472} + \frac{7,9}{28,6} + \frac{3,6}{6,13} = 0,88$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--	----------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{12,8}{472} + \frac{7,9}{28,6} + \frac{3,60}{6,13} = 0,89$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	--	----------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{38}{131} = 0,29$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	-------------------------	----------	---------------

**- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 60x60x6**

**PROFIL Č. 3**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 60x60x6</b>	H = 60	B = 60	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 2440$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 27,8$   -25 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 5,42$ kg/m'	$A = 691$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 360$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 42,2$ mm	$w_1 = 42,2$ mm	$v = 23,8$ mm	$v_1 = 21,2$ mm
$I_{\eta} = 0,36 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 22,9$ mm	$W_{el,\eta} = 8,55 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 13,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,1 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 11,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 4,53 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 6,96 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 8,43 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

<b>Vzpěť</b>	$\lambda_y = 107$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,14$ [-]	$\lambda_z = 206,9$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 2,20$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$			$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,14 - 0,2) + 1,14^2]$	$= 1,38$ [-]
$\bar{\lambda}_y$ :	$\chi = 1 / [\Phi_y + v(\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)]$		$= 1 / [1,38 + v(1,38^2 - 1,14^2)]$	$= 0,47$ [-]
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$			$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (2,2 - 0,2) + 2,2^2]$	$= 3,42$ [-]
$\bar{\lambda}_z$ :	$\chi = 1 / [\Phi_z + v(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)]$		$= 1 / [3,42 + v(3,42^2 - 2,2^2)]$	$= 0,17$ [-]
<b>Clopení:</b>	$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot v(I_t / I_z)$		$= 0,62 \cdot [2440 / 78,4] \cdot v(8,43 / 96,1)$	$= 5,72$ [-]
	$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$		$= 0 + 4 \cdot 5,715^2 / 3,14159^2$	$= 13,24$ [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = \text{mm} \quad -42,2 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + v(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w})]}}$	$= \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + v(-1^2 + 1 \cdot 13,24)]}}$	$= 0,60$ [-]
$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot v(I_y / I_z)$	$= 0,6 \cdot [2 \cdot 2440 / 78,4] \cdot v(0,361 / 0,0961)$	$= 72,44$ [-]
$\lambda_{LT} = \lambda \cdot v(W_{y,pl} / W_{y,eI})$	$= 72,4 \cdot v(13,56 / 8,55) = 91,2$ [-]	$\bar{\lambda}_{LT} = 0,97$ [-]
$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,97 - 0,2) + 0,97^2]$	$= 1,05$ [-]
$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + v(\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)]$	$= 1 / [1,05 + v(1,05^2 - 0,97^2)]$	$= 0,69$ [-]
<b><math>\chi_{min} = 0,166</math> [-]</b>	<b><math>\chi_{LT} = 0,686</math> [-]</b>	

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 691 \cdot 0,235 / 1$	$= 162$ kN	$> N_{Sd}^+ = 27,80$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,166 \cdot 691 \cdot 0,235 / 1$	$= 26,9$ kN	$> N_{Sd}^- = 25,10$ kN
$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,686 \cdot 13,6 \cdot 0,235 / 1$	$= 2,18$ kNm	$> M_{Sd} = 0,00$ kNm
$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 7 \cdot 0,235 / 1$	$= 1,64$ kNm	$> M_{Sd} = 0,00$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 360 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 48,8$ kN	$> 2 \cdot V_z = 0,00$ kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{27,8}{162} + \frac{0,00}{2,18} + \frac{0,00}{1,64}$	$= 0,17$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{25,1}{26,9} + \frac{0,00}{2,18} + \frac{0,00}{1,64}$	$= 0,93$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{48,8}$	$= 0,00$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>



**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 140**

**PROFIL Č. 4**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 140</b>	H = 140 mm	B = 73 mm	$\gamma_f = 1,00 [-]$
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2 [-]$	$L_{cr,y} = 7980$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21 [-]$
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6 [-]$	$L_{cr,z} = 2394$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34 [-]$
$L_w = 3990$ mm	$\beta_w = 0,6 [-]$	$L_{cr,w} = 2394$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21 [-]$

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 17,6$   -8,6 kN	$V_{z,Sd} = 7,7$ kN	$M_{y,Sd} = 9,5$ kNm	$M_{z,Sd} = 1,4$ kNm
---------------------------	---------------------	----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 12,9$ kg/m'	$A = 1643$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 764$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 5,41 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 1,98 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 6,9$ mm	$t_w = 4,7$ mm
$I_z = 0,45 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 57,4$ mm	$W_{el,y} = 77,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 88,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 24,5 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 16,5$ mm	$W_{el,z} = 12,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 19,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 139,0 [-]$   $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,48 [-]$   $\lambda_z = 144,8 [-]$   $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,54 [-]$

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,48 - 0,2) + 1,48^2] = 1,73 [-]$

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,73 + \sqrt{1,73^2 - 1,48^2}] = 0,38 [-]$

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,54 - 0,2) + 1,54^2] = 1,92 [-]$

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,92 + \sqrt{1,92^2 - 1,54^2}] = 0,33 [-]$

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_w / I_z} = 2 / 133,1 \cdot \sqrt{1980 / 0,4492} = 1,00 [-]$

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2394 / (140 - 6,9)] \cdot \sqrt{24,5 / 449,2} = 2,60 [-]$

$d_{z,w} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,w})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 2,60^2 / 3,14^2 = 3,75 [-]$

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -70$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 [-]$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3 [-]$

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53 [-]$

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68 [-]$

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 3,75}]}} = 0,53 [-]$

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,53 \cdot [2 \cdot 2394 / (140 - 6,9)] \cdot \sqrt{5,412 / 0,4492} = 66,70 [-]$

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 66,7 \cdot \sqrt{88,34 / 77,31} = 71,3 [-]$   $\bar{\lambda}_{LT} = 0,76 [-]$

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,76 - 0,2) + 0,76^2] = 0,85 [-]$

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,85 + \sqrt{0,85^2 - 0,76^2}] = 0,82 [-]$

$\chi_{min} = 0,33 [-]$

$\chi_{LT} = 0,82 [-]$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1643 \cdot 0,235 / 1 = 386$  kN  $> N_{Sd}^+ = 17,6$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,327 \cdot 1643 \cdot 0,235 / 1 = 126$  kN  $> N_{Sd}^- = 8,6$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,818 \cdot 88,3 \cdot 0,235 / 1 = 17$  kNm  $> M_{Sd} = 9,5$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 19,3 \cdot 0,235 / 1 = 4,52$  kNm  $> M_{Sd} = 1,4$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 764 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 104$  kN  $> 2 \cdot V_z = 15,4$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{17,6}{386} + \frac{9,5}{17} + \frac{1,4}{4,52} = 0,91 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{8,6}{126} + \frac{9,5}{17} + \frac{1,40}{4,52} = 0,94 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{15,4}{104} = 0,15 < 1,00$  **Vyhoví**

**- SVISLICE TUBUSU TR  $\varnothing$  114,3x8**

**PROFIL Č. 15** Ocel S 235 Mpa  
**Profil: TR  $\varnothing$  114,3x8**  $\varnothing = 114,3$  x 8 mm  $\gamma_f = 1$  [-]  
 L = 1400 mm  $\beta_y = 1$  [-]  $L_{cr,y} = 1400$  mm

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 9$  | -71,9 kN  $V_{Sd} = 12,6$  kN  $M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 8,7$  | 8,1 kNm  $M_{Sd} = 11,9$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 2672 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 1702 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 3,79 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 66,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 37,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 37,1 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,40 \text{ [-]}$$

$$P_{RO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,4 - 0,2) + 0,4^2] = 0,6 \text{ [-]}$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,6 + \sqrt{0,6^2 - 0,4^2}] = 0,95 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2671,6 \cdot 0,235 / 1 = 628 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 9 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,954 \cdot 2671,6 \cdot 0,235 / 1 = 599 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 71,9 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 66,4 \cdot 0,235 / 1 = 15,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 11,9 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1701,66 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 231 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 25,2 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{9,00}{628} + \frac{11,89}{15,6} = 0,78 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{71,90}{599} + \frac{11,89}{15,6} = 0,88 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{25,2}{231} = 0,11 < 1,00$  **Vyhoví**

**- DIAGONÁLY TUBUSU TR  $\varnothing$  108x5**

**PROFIL Č. 16** Ocel S 235 Mpa  
**Profil: TR  $\varnothing$  108x5**  $\varnothing = 108$  x 5 mm  $\gamma_f = 1$  [-]  
 L = 2130 mm  $\beta_y = 1$  [-]  $L_{cr,y} = 2130$  mm

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 209$  | -143 kN  $V_{Sd} = 1,2$  kN  $M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 1,4$  | 1,3 kNm  $M_{Sd} = 1,91$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 1618 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 1031 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 2,15 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 39,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 36,5 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 58,4 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,62 \text{ [-]}$$

$$P_{RO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,62 - 0,2) + 0,62^2] = 0,74 \text{ [-]}$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,74 + \sqrt{0,74^2 - 0,62^2}] = 0,88 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1617,9 \cdot 0,235 / 1 = 380 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 209 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,881 \cdot 1617,9 \cdot 0,235 / 1 = 335 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 143 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 39,8 \cdot 0,235 / 1 = 9,36 \text{ kNm} > M_{Sd} = 1,91 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1030,52 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 140 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 2,4 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{209}{380} + \frac{1,91}{9,36} = 0,75 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{143}{335} + \frac{1,91}{9,36} = 0,63 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{2,4}{140} = 0,02 < 1,00$  **Vyhoví**

**- NÁROŽNÍKY TUBUSU TR Ø 273x8**

**PROFIL Č. 14**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR Ø 273x8

$$\varnothing = 273 \text{ x}$$

8 mm

$$\gamma_f = 1 \text{ [-]}$$

$$L = 7290 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 0,25 \text{ [-]}$$

$$L_{cr,y} = 1823 \text{ mm}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 194 \text{ | } -314 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 76,1 \text{ kN} \quad M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 41,9 \text{ | } 57,2 \text{ kNm} \quad M_{Sd} = 70,9 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 6660 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 4242 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 58,52 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 428,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 93,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 19,4 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,21 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,21 - 0,2) + 0,21^2] = 0,52 \text{ [-]}$$

$$\bar{\chi}: \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 0,21^2}] = 1 \text{ [-]}$$

**Boulení:**

$$d/t = 273 / 8 = 34,13 \text{ [-]} < 50 \cdot \epsilon^2 \rightarrow \text{Nedochází k boulení!}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 6660,2 \cdot 0,235 / 1 = 1565 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 194 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,998 \cdot 6660,2 \cdot 0,235 / 1 = 1563 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 314 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 428,7 \cdot 0,235 / 1 = 101 \text{ kNm} > M_{Sd} = 70,9 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 4242,15 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 576 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 152 \text{ kN}$$

**Smykové napětí od kroucení:**

$$M_x = 19,5 \text{ kNm} \quad \tau_t = M_x / 2 \cdot \Omega_t \cdot t = 19,5 \cdot 10^6 / 2 \cdot 5,6832 \cdot 10^4 \cdot 8 = 21,4 \text{ Mpa}$$

**Redukovaná smyková únosnost:**

$$V_{T,Rd} = 1 - [(\tau_t \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) / f_y] \cdot V_{pl,Rd} = 1 - 21,44 \cdot \sqrt{3} \cdot 1 / 235 \cdot 575,5636 = 485 \text{ kN}$$

$$\text{Kombinace pro tah} \quad \frac{194}{1565} + \frac{70,9}{101} = 0,83 < 1,00 \quad \text{Vyhoví}$$

$$\text{Kombinace pro tlak} \quad \frac{314}{1563} + \frac{70,9}{101} = 0,90 < 1,00 \quad \text{Vyhoví}$$

$$\text{Kombinace smyk} \quad \frac{152}{485} = 0,31 < 1,00 \quad \text{Vyhoví}$$

#### 4.10.4 ZÁVĚR STATICKÉHO VÝPOČTU

Ocelový nosný systém s příhradovým tubusem konstrukce billboardu umístěného v 1. větrné oblasti vyhoví, za předpokladu dodržení navržených průřezů tímto statickým výpočtem, jak z hlediska pevnosti, tak z hlediska stability. Konstrukce byla zatížena v souladu s ČSN EN 1991 - „Zásady navrhování a zatížení konstrukcí“ a byla navržena a posouzena v souladu ČSN EN 1993 – „Navrhování ocelových konstrukcí“.

## 4.11 STATICKÉ POSOUZENÍ 2. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI

### 4.11.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

Vzhledem k tomu, že hodnoty zatížení v 1. - 6. Z. S. jsou totožné jako u předchozího typu, dochází pouze ke změnám hodnot u zatížení větrem, uvedu v tomto statickém posouzení pouze rozbor těchto zatěžovacích stavů.

#### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$v_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Plzeň 2 . větrová oblast Kategorie terénu 3 [-]

Vých. základ. rychlos  $v_{b,0} = 25$  m/s Souč. směru větru  $c_{dir} = 1$  [-]

Parametr drsnosti terénu  $z_0 = 0,3$  m Souč. orografie  $c_0 = 1$  [-]

Minimální výška  $z_{min} = 5$  m Souč. roč. obd.  $c_{season} = 1$  [-]

Maximální výška  $z_{max} = 200$  m Sou. turbulence  $k_i = 1$  [-]

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 391 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce  $n = 1$  [-] Drsnost povrchu  $m = 1$  [-]

→  $n = 1$  - Hladký povrch (ocel, hladký beton)

→  $m = 1$  - Pozinkovaná ocel

→  $n = 2$  - Hrubý povrch (drsny beton)

→  $m = 2$  - Lesklá ocel

→  $n = 3$  - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky)

→  $m = 3$  - Leštěný kov

Součinitel tření  $C_{fr} = 0,01$  [-] Souč. drsn. povrchu  $k = 0,2$  mm

#### - 7. - 8. VÍTR PŘÍČNÝ

##### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu  $b = 9,6$  m Úhel mezi deskami  $\alpha = 30^\circ$

Výška desky billboardu  $h = 3,6$  m Vzdál. desek v "špice"  $a_1 = 0,5$  m

Podchozí výška  $z_g = 4,7$  m Max vzdálenost desek  $a_2 = 5,97$  m

Výška středu desky  $z_e = 6,5$  m Střední vzdál. desek  $a_3 = 3,23$  m

Excen. výslednice  $e = 2,4$  m Poměr výšky a vzdál.  $a_3 / h = 0,9$  [-]

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{min}) = k_r \cdot \ln(z_{min} / z_0) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

Char. střední rychlost větru [-]

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 25 = 16,6 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

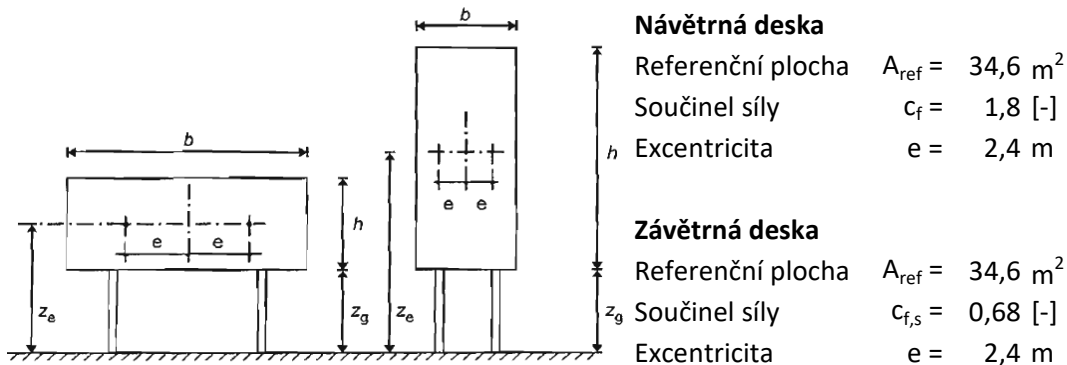
$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_i) / v_m(z) = (0,22 \cdot 25 \cdot 1) / 16,6 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 16,6^2 = 562 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1$  [-] → Referenční výška je menší než 15 m.  
 Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1$  [-] Souč. zastín. Záv. desky  $\Psi_s = 0,3$  [-]  
 Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8$  [-] Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \Psi_s \cdot c_f = 0,68$  [-]

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšují souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8$  [-]



**Obrázek 42 – Excentricita zatížení větrem**

<b>Síla od větru - návětrná deska</b>	$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 34,9$ kN
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 9,7$ kN/m
Přepočet zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 2,7$ kN/m
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2$ m

Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6$ m
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9$ m
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{1,k} = 0,00 \quad 0,07 \quad 0,52 \quad 1,27 \quad 2,02 \quad 2,53$ kN/m'

<b>Síla od větru - závětrná deska</b>	$F_{w,2} = c_s c_d \cdot c_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 13,1$ kN
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 3,64$ kN/m
Přepočet zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,2} = f_{w,1} / h = 1,01$ kN/m
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2$ m

Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6$ m
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9$ m
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{2,k} = 0,00 \quad 0,03 \quad 0,20 \quad 0,48 \quad 0,76 \quad 0,95$ kN/m'

$\alpha$ [°]	Trubky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TR $\emptyset$	324	8,0	7,30	6,80	0,67	16,8	0,32	572	6,54	0,77	0,79	0,61	<b>0,11</b>
-	TR $\emptyset$	127	8,0	1,40	5,10	0,61	15,3	0,35	505	2,41	0,81	0,71	0,57	<b>0,04</b>
-	TR $\emptyset$	108	5,0	2,13	6,80	0,67	16,8	0,32	572	2,18	0,93	0,77	0,72	<b>0,04</b>

$\alpha$ [°]	Jekly	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	TR $\square$	150	150	1,40	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,15	0,77	1,37	<b>0,12</b>

## - 9. VÍTR PODÉLNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b = 9,6 \text{ m}$	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	$h = 3,6 \text{ m}$	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5 \text{ m}$
Podchozí výška	$z_g = 4,7 \text{ m}$	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97 \text{ m}$
Výška středu desky	$z_e = 6,5 \text{ m}$	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23 \text{ m}$
Součinel síly	$c_f = 1,8 [-]$	Návětrná plocha desek	$A_{ref} = 19,7 \text{ m}^2$

### Síla od větru na desky

$F_{w,3} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 19,9 \text{ kN}$	
Spojité zatížení - návětrná deska $f_{w,3} = F_{w,1} / b = 2,07 \text{ kN/m}$	
Přepočtené zatížení na 1 m výšky desky $f_{w,1} = f_{w,1} / h = 0,58 \text{ kN/m}$	
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{3,k} = 0,52 \quad 1,09 \quad 1,15 \quad 1,15 \quad 1,09 \quad 0,52 \text{ kN/m}'$

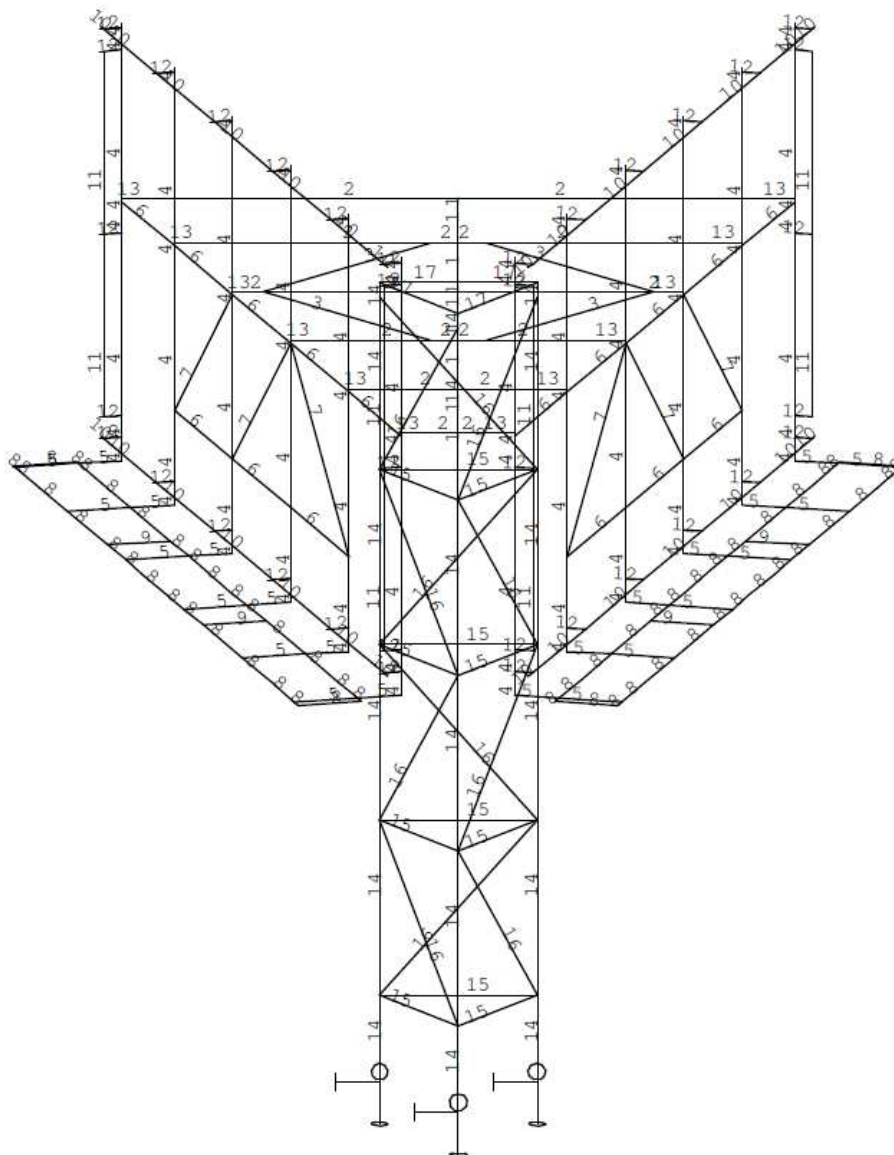
### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Válc.	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_l$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	IPE	160	82	4,00	6,42	0,66	16,5	0,33	559	-	2,00	0,87	1,75	<b>0,16</b>
0	HEA	171	180	5,47	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,90	1,80	<b>0,18</b>
0	HEA	171	180	4,54	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,88	1,76	<b>0,17</b>
0	HEA	171	180	3,50	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,85	1,71	<b>0,17</b>
0	HEA	171	180	2,47	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,82	1,63	<b>0,16</b>
0	HEA	171	180	1,43	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,76	1,51	<b>0,15</b>
0	HEA	171	180	0,50	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,68	1,35	<b>0,13</b>
<hr/>														
$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TR $\emptyset$	324	8,0	7,30	6,80	0,67	16,8	0,32	572	6,54	0,77	0,79	0,61	<b>0,11</b>
-	TR $\emptyset$	127	8,0	1,40	5,10	0,61	15,3	0,35	505	2,41	0,81	0,71	0,57	<b>0,04</b>
-	TR $\emptyset$	108	5,0	2,13	6,80	0,67	16,8	0,32	572	2,18	0,93	0,77	0,72	<b>0,04</b>
<hr/>														
$\alpha$ [°]	Jekly	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
90	TR $\square$	150	150	1,40	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,15	0,77	1,37	<b>0,12</b>

#### 4.11.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

Vzhledem k rozsáhlosti výstupního souboru z výpočtového programu Ida Nexis verze 3.60., budou v této části práce uvedeny pouze základní data. Podrobný výstup a kompletní statický posudek bude v přílohové části práce – Statická posouzení. V této části bude proveden pouze návrh a posouzení 1. MS únosnosti profilů č. 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15 a 16.

#### VSTUPNÍ HODNOTY



**Obrázek 43 – Číslo profilů**

## ZÁKLADNÍ DATA

Počet uzlů:	240
Počet prutů:	347
Počet maker 1D:	114
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	17
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

## MATERIÁL

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa
Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>
Roztažnost	1.2 · 10 <sup>-5</sup> mm/mm.K

## VÝPIS MATERIÁLU

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/10	S 235	0.07	9378.09	703.05
2	HEA180	S 235	0.04	18909.81	672.44
3	L70/6	S 235	0.01	9753.27	62.40
4	IPE160	S 235	0.02	47880.00	755.10
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	IPE180	S 235	0.02	2081.71	39.14
14	B323.9/8	S 235	0.06	21861.00	1349.68
15	B127/8	S 235	0.02	16800.00	390.60
16	B108/5	S 235	0.01	25444.90	320.03
17	K160/160/5	S 235	0.02	4200.00	99.90



## ZATĚŽOVACÍ STAVY

Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

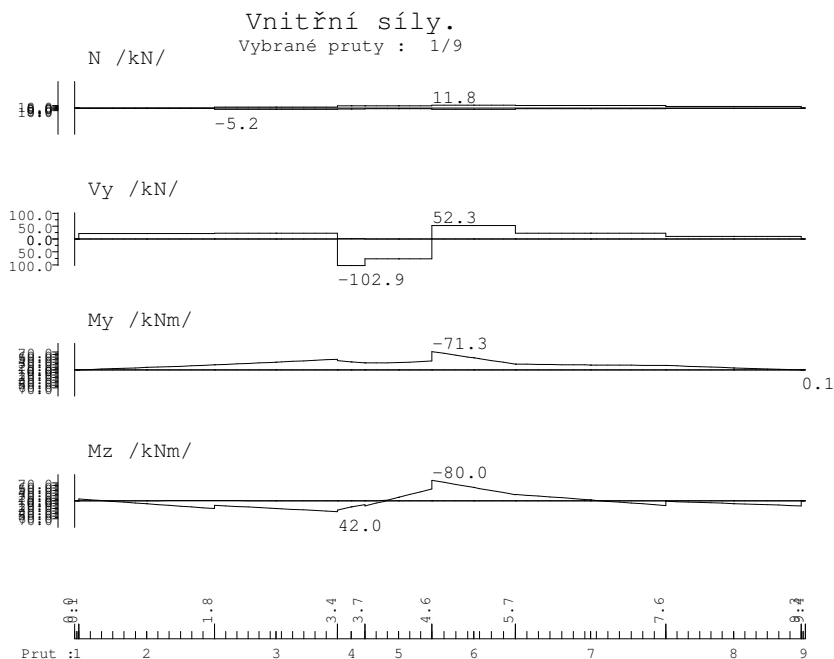
## SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy

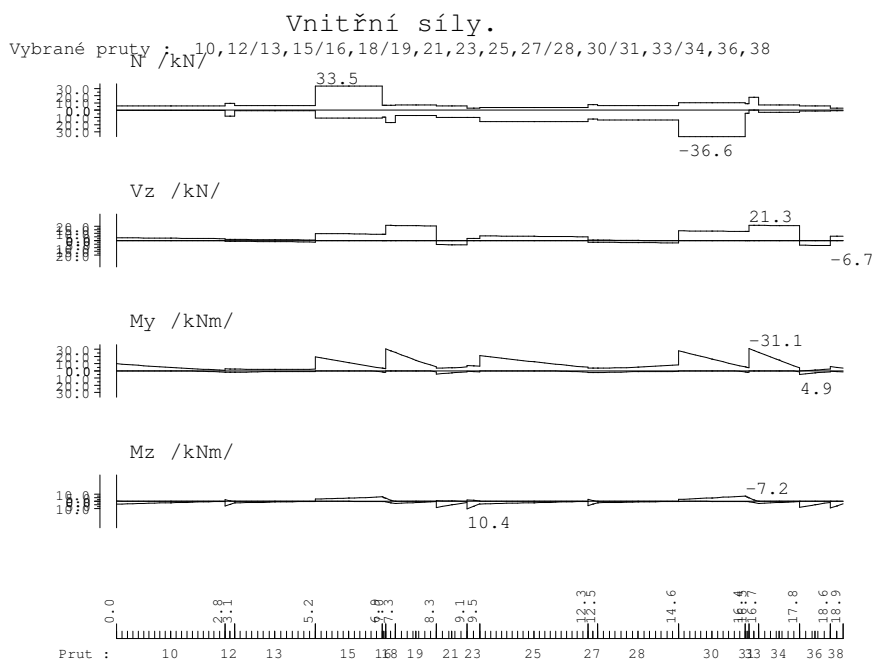
## SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

		X	Y	Z
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-53,4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	53,4
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19.4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 6	zatížení	-4,1	-37,8	0.0
	reakce v uzlech	4,1	37,8	0.0
Z. S. 7	zatížení	-4,1	37,8	0.0
	reakce v uzlech	4,1	-37,8	0.0
Z. S. 8	zatížení	15,1	0.0	0.0
	reakce v uzlech	-15,1	0.0	0.0

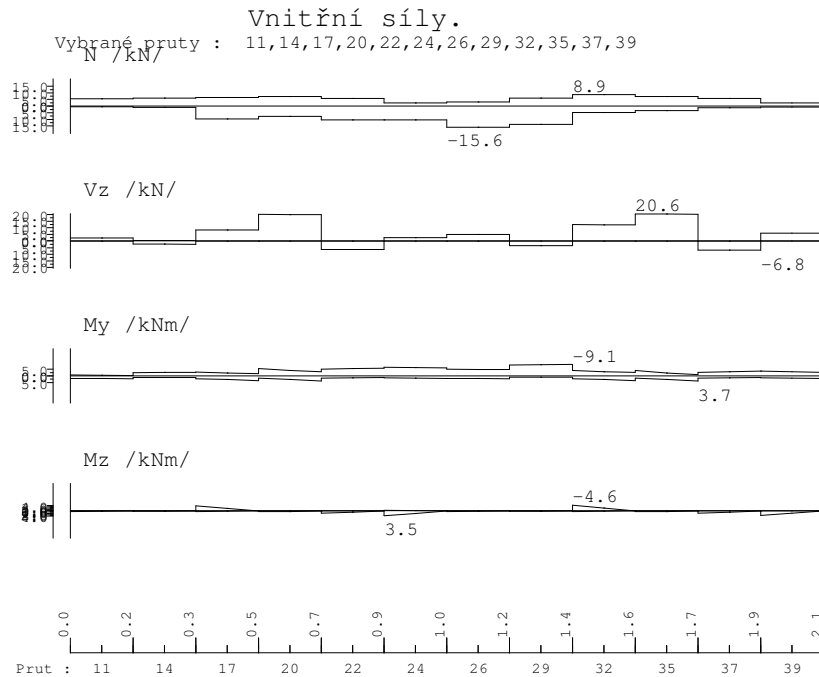
## VÝSTUPNÍ HODNOTY



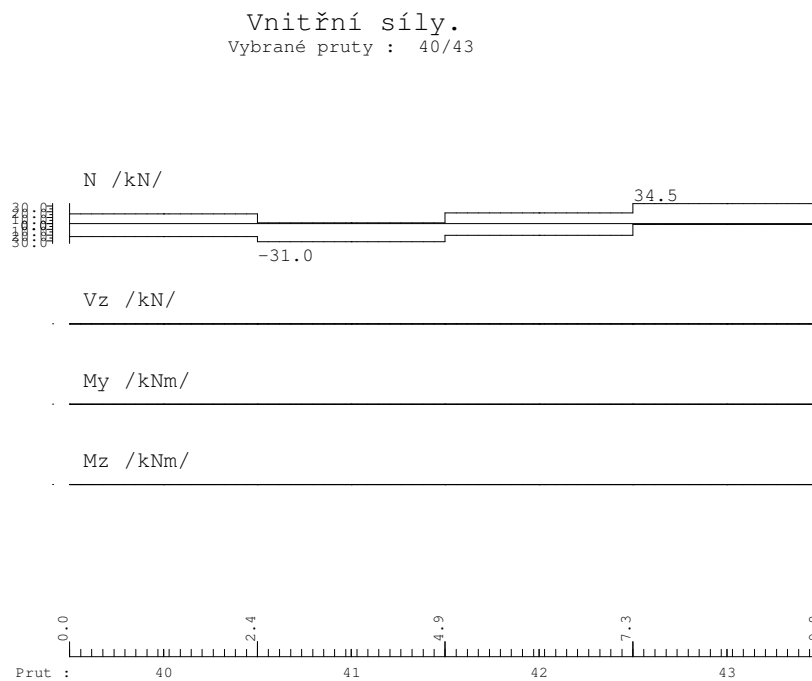
Obrázek 44 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL



Obrázek 45 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY

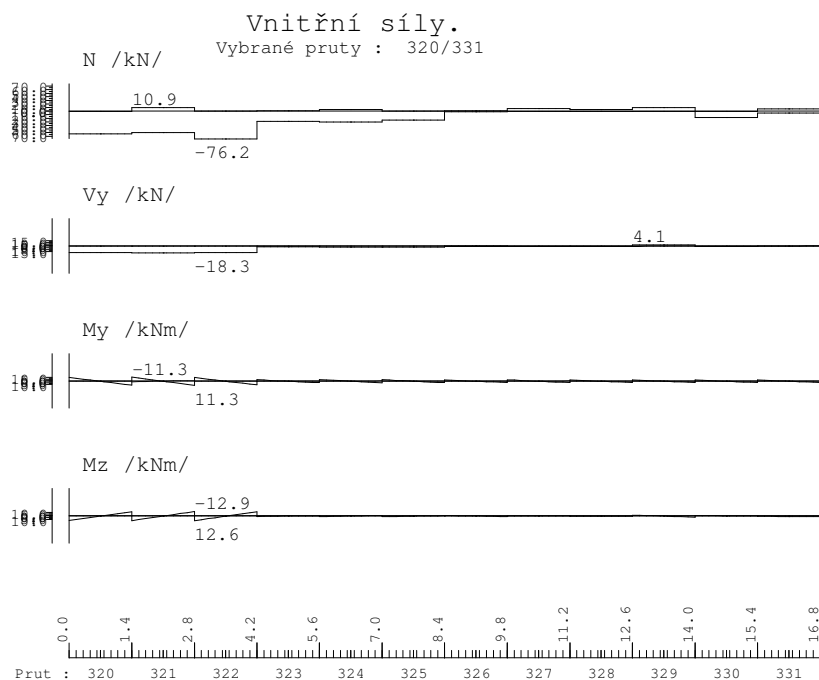


**Obrázek 46 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY**

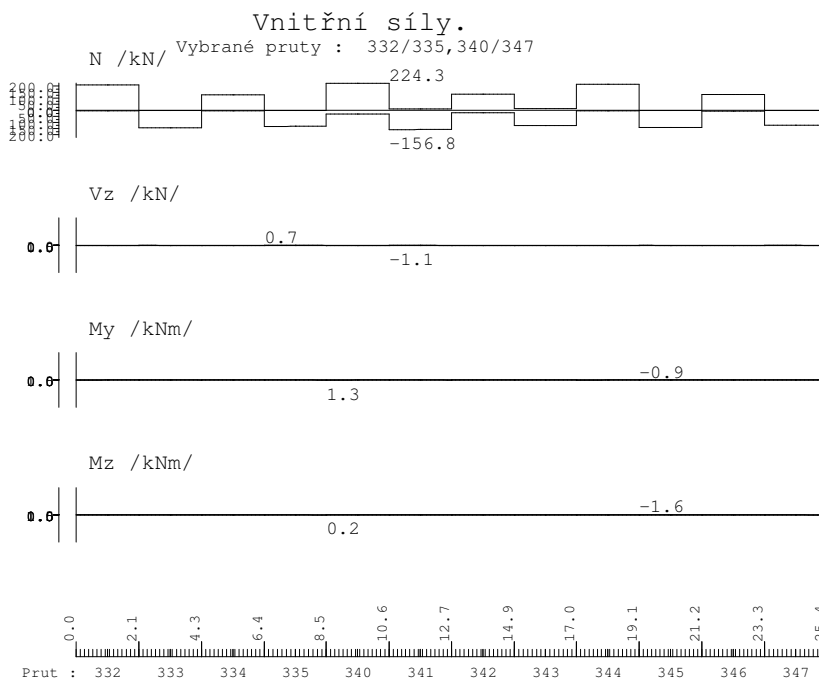


**Obrázek 47 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ**





**Obrázek 50 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – SVISLICE TUBUSU**



**Obrázek 51 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – DIAGONÁLY TUBUSU**

### 4.11.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

**- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK TRHR 250x250x10 PROFIL Č. 1** Ocel S 235 Mpa

Profil TRHR 250x250x10 H = 250 B = 250 t = 10 mm  $\gamma_f = 1$  [-]

$L_y = 9380$  mm  $\beta_y = 0,2$  [-]  $L_{cr,y} = 1,88$  m

$L_z = 9380$  mm  $\beta_z = 1$  [-]  $L_{cr,z} = 9,38$  m

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 11,8$  |  $-5,2$  kN  $V_{Sd} = 103$  kN  $M_{y,Sd} = 71,3$  kNm  $M_{z,Sd} = 80$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h) = 9024$  mm<sup>2</sup>  $A_{vz} = 4512$  [-] m = 72,19 kg/m'

$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12} = 86,78 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>  $W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H = 694 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h^2 / 2 = 798 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12} = 86,78 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>  $W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H = 694 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b^2 / 2 = 798 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$i_y = \sqrt{I_y / A} = 98,1$  mm  $i_z = \sqrt{I_z / A} = 98,1$  mm

**Vzpěr:**

$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,1$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,20$  [-]  $\Rightarrow \bar{\lambda}_{max} = 1,02$  [-]

$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 95,7$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 1,02$  [-]

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,02 - 0,2) + 1,02^2] = 0,52$  [-]

$\bar{\lambda}_{max}$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 1,02^2}] = 0,999$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9024 \cdot 0,235 / 1 = 2121$  kN >  $N_{Sd}^+ = 11,8$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,999 \cdot 9024 \cdot 0,235 / 1 = 2119$  kN >  $N_{Sd}^- = 5,2$  kN

$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 797,5 \cdot 0,235 / 1 = 187$  kNm >  $M_{Sd} = 71,3$  kNm

$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 797,5 \cdot 0,235 / 1 = 187$  kNm >  $M_{Sd} = 80$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 4512 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 612$  kN >  $2 \cdot V_z = 206$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{11,80}{2121} + \frac{71,30}{187} + \frac{80,00}{187,4} = 0,81 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{5,20}{2119} + \frac{71,30}{187} + \frac{80,00}{187,4} = 0,81 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{206}{612} = 0,34 < 1,00$  Vyhoví

**- PŘÍČNÍKY HEA 180**

**Profil HEA 180**

H =	171 mm
$L_y =$	5640 mm
$L_z =$	5640 mm
$L_\omega =$	5640 mm
$\beta_y =$	1 [-]
$\beta_z =$	0,5 [-]
$\beta_\omega =$	0,5 [-]

**PROFIL Č. 2**

B =	180 mm
$L_{cr,y} =$	5640 mm
$L_{cr,z} =$	2820 mm
$L_{cr,\omega} =$	2820 mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f =$	1,00 [-]
$\alpha_{y,1} =$	0,34 [-]
$\alpha_{z,1} =$	0,49 [-]
$\alpha_{LT} =$	0,21 [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} =$	33,5   -37 kN	$V_{z,Sd} =$	21,3 kN	$M_{y,Sd} =$	31,1 kNm	$M_{z,Sd} =$	10,4 kNm
------------	---------------	--------------	---------	--------------	----------	--------------	----------

**Průřez. charakteristiky:**

m =	35,5 kg/m'	A =	4525 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} =$	1450 mm <sup>2</sup>	$y_T =$	0 mm
$I_y =$	25,1 .10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$I_\omega =$	60,21 .10 <sup>9</sup> mm <sup>6</sup>	$t_f =$	9,5 mm	$t_w =$	6 mm
$I_z =$	9,25 .10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$i_y =$	74,5 mm	$W_{el,y} =$	294 .10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} =$	325 .10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
$I_t =$	148 .10 <sup>3</sup> mm <sup>4</sup>	$i_z =$	45,2 mm	$W_{el,z} =$	103 .10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} =$	157 .10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 75,7 [-]$   $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,81 [-]$   $\lambda_z = 62,4 [-]$   $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,66 [-]$

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,81 - 0,2) + 0,81^2] = 0,93 [-]$

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,93 + \sqrt{0,93^2 - 0,81^2}] = 0,72 [-]$

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,66 - 0,2) + 0,66^2] = 0,83 [-]$

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,83 + \sqrt{0,83^2 - 0,66^2}] = 0,75 [-]$

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 161,5 \cdot \sqrt{60210 / 9,25} = 1,00 [-]$

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{148 / 9250} = 1,37 [-]$

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,369^2 / 3,14^2 = 1,76 [-]$

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -86 \text{ mm}$$

$$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 [-]$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2 [-]$

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76 [-]$

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26 [-]$

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 3,26 \cdot 1,76}]}} = 0,91 [-]$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,91 \cdot [2 \cdot 2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{25,1 / 9,25} = 52,24 [-]$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}} = 52,2 \cdot \sqrt{324,9 / 293,57} = 55,0 [-] \bar{\lambda}_{LT} = 0,59 [-]$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,59 - 0,2) + 0,59^2] = 0,71 [-]$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,59^2}] = 0,90 [-]$$

$$\chi_{min} = 0,72 [-]$$

$$\chi_{LT} = 0,9 [-]$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 1063 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 33,5 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,72 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 766 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 36,6 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,895 \cdot 324,9 \cdot 0,235 / 1 = 68,4 \text{ kNm} > M_{Sd} = 31,1 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 156,5 \cdot 0,235 / 1 = 36,8 \text{ kNm} > M_{Sd} = 10,4 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1450 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 197 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 42,6 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{33,5}{1063} + \frac{31,1}{68,4} + \frac{10,4}{36,8} = 0,77 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{36,6}{766} + \frac{31,1}{68,4} + \frac{10,40}{36,8} = 0,79 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{42,6}{197} = 0,22 < 1,00$  **Vyhoví**

**- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 180**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 180</b>	H = 180 mm	B = 91 mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 350$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2$ [-]	$L_{cr,z} = 350$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2$ [-]	$L_{cr,\omega} = 350$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 8,9$   -16 kN	$V_{z,Sd} = 20,6$ kN	$M_{y,Sd} = 9,1$ kNm	$M_{z,Sd} = 4,6$ kNm
-------------------------	----------------------	----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 18,8$ kg/m'	$A = 2395$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1125$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 13,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 7,43 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8$ mm	$t_w = 5,3$ mm
$I_z = 1,01 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,2$ mm	$W_{el,y} = 146 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 47,9 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 20,5$ mm	$W_{el,z} = 22,2 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 34,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 4,7$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,05$  [-]  $\lambda_z = 17,1$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,18$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,05 - 0,2) + 0,05^2] = 0,49$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,49 + \sqrt{0,49^2 - 0,05^2}] = 1,00$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,18 - 0,2) + 0,18^2] = 0,51$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,18^2}] = 1,00$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 172 \cdot \sqrt{7430 / 1,009} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{47,9 / 1009} = 0,27$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,275^2 / 3,14^2 = 1,03$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -90$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 1,03}]}} = 1,53$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,53 \cdot [2 \cdot 350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{13,17 / 1,009} = 22,55$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 22,6 \cdot \sqrt{166,4 / 146,33} = 24,1$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,26$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,26 - 0,2) + 0,26^2] = 0,54$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,54 + \sqrt{0,54^2 - 0,26^2}] = 0,99$  [-]

$\chi_{min} = 1,00$  [-]

$\chi_{LT} = 0,99$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563$  kN  $> N_{Sd}^+ = 8,9$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563$  kN  $> N_{Sd}^- = 15,6$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,988 \cdot 166,4 \cdot 0,235 / 1 = 38,6$  kNm  $> M_{Sd} = 9,1$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 34,6 \cdot 0,235 / 1 = 8,13$  kNm  $> M_{Sd} = 4,6$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1125 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 153$  kN  $> 2 \cdot V_z = 41,2$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{8,9}{563} + \frac{9,1}{38,6} + \frac{4,6}{8,13} = 0,82 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{15,6}{563} + \frac{9,1}{38,6} + \frac{4,60}{8,13} = 0,83 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{41,2}{153} = 0,27 < 1,00$  Vyhoví



**- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 70x70x6**

**PROFIL Č. 3**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]		$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]		$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$L_\omega = 2440$ mm	$\beta_\omega = 1$ [-]		$L_{cr,\omega} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 34,5$   -31 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm
$I_\eta = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\eta = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_\zeta = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\zeta = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

<b>Vzpěi</b>	$\lambda_y = 91,4$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,97$ [-]	$\lambda_z = 176,4$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,88$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,97 - 0,2) + 0,97^2]$		$= 1,16$ [-]	
$\bar{\lambda}_y$ : $\chi = 1 / [\Phi_y + v(\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)]$	$= 1 / [1,16 + v(1,16^2 - 0,97^2)]$		$= 0,56$ [-]	
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,88 - 0,2) + 1,88^2]$		$= 2,67$ [-]	
$\bar{\lambda}_z$ : $\chi = 1 / [\Phi_z + v(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)]$	$= 1 / [2,67 + v(2,67^2 - 1,88^2)]$		$= 0,22$ [-]	
<b>lopení:</b> $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot v(I_t / I_z)$	$= 0,62 \cdot [2440 / 93] \cdot v(10 / 156)$		$= 4,12$ [-]	
$d_{z,\omega} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 4,118^2 / 3,14159^2$		$= 6,87$ [-]	

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = \text{mm} \quad -49,5 \text{ mm} \qquad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + v(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega})]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + v(-1^2 + 1 \cdot 6,87)]}} = 0,74 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot v(I_y / I_z) = 0,744 \cdot [2 \cdot 2440 / 93] \cdot v(0,581 / 0,156) = 75,35 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot v(W_{y,pl} / W_{y,eI}) = 75,4 \cdot v(18,76 / 11,74) = 95,3 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 1,01 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,01 - 0,2) + 1,01^2] = 1,10 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + v(\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)] = 1 / [1,1 + v(1,1^2 - 1,01^2)] = 0,66 \text{ [-]}$$

$$\chi_{\min} = 0,218 \text{ [-]} \qquad \chi_{LT} = 0,655 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 192 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 34,50 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{\min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,218 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 41,8 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 31,00 \text{ kN}$$

$$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,655 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1 = 2,89 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,24 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 57 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,00 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{34,5}{192}$	+	$\frac{0,00}{2,89}$	+	$\frac{0,00}{2,24}$	=	<b>0,18</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--------------------	---	---------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{31}{41,8}$	+	$\frac{0,00}{2,89}$	+	$\frac{0,00}{2,24}$	=	<b>0,74</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	-------------------	---	---------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{57}$					=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	----------------	--	--	--	--	---	-------------	---	-------------	---------------

**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 160**

<b>Profil IPE 160</b>	H = 160 mm
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2$ [-]
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]
$L_\omega = 3990$ mm	$\beta_\omega = 0,6$ [-]

**PROFIL Č. 4**

B = 82 mm
$L_{cr,y} = 7980$ mm
$L_{cr,z} = 2394$ mm
$L_{cr,\omega} = 2394$ mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f = 1,00$ [-]
$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 19,1$   -9,7 kN	$V_{z,Sd} = 9,2$ kN	$M_{y,Sd} = 11,8$ kNm	$M_{z,Sd} = 1,7$ kNm
---------------------------	---------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 15,8$ kg/m'	$A = 2009$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 966$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 8,69 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 3,96 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 7,4$ mm	$t_w = 5$ mm
$I_z = 0,68 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,8$ mm	$W_{el,y} = 109 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 124 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 36 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 16,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 26,1 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 121,3$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,29$  [-]  $\lambda_z = 129,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,38$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,29 - 0,2) + 1,29^2] = 1,45$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,45 + \sqrt{1,45^2 - 1,29^2}] = 0,47$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,38 - 0,2) + 1,38^2] = 1,66$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,66 + \sqrt{1,66^2 - 1,38^2}] = 0,39$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 152,6 \cdot \sqrt{3960 / 0,6831} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2394 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{36 / 683,1} = 2,23$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 2,233^2 / 3,14^2 = 3,02$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -80 \text{ mm}$$

$$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 3,02}]} = 0,81 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,81 \cdot [2 \cdot 2394 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{8,693 / 0,683} = 90,43 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,el}} = 90,4 \cdot \sqrt{123,9 / 108,66} = 96,6 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 1,03 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,03 - 0,2) + 1,03^2] = 1,12 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,12 + \sqrt{1,12^2 - 1,03^2}] = 0,65 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,39 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,65 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 472 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 19,1 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,389 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 184 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 9,7 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,646 \cdot 123,9 \cdot 0,235 / 1 = 18,8 \text{ kNm} > M_{Sd} = 11,8 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 26,1 \cdot 0,235 / 1 = 6,13 \text{ kNm} > M_{Sd} = 1,7 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 966 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 131 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 18,4 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{19,1}{472} + \frac{11,8}{18,8} + \frac{1,7}{6,13} = 0,95 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{9,7}{184} + \frac{11,8}{18,8} + \frac{1,70}{6,13} = 0,96 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{18,4}{131} = 0,14 < 1,00$  **Vyhoví**

**- SVISLICE TUBUSU TR  $\varnothing$  127x8**

**PROFIL Č. 15**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR  $\varnothing$  127x8  $\varnothing = 127$  x 8 mm  $\gamma_f = 1$  [-]  
 $L = 1400$  mm  $\beta_y = 1$  [-]  $L_{cr,y} = 1400$  mm

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 10,9$  | -76,2 kN  $V_{Sd} = 18,3$  kN  $M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 11,3$  | 12,9 kNm  $M_{Sd} = 17,1$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 2991 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 1905 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 5,32 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 83,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 42,2 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 33,2 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,35 \text{ [-]}$$

$$p_{RO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,35 - 0,2) + 0,35^2] = 0,58 \text{ [-]}$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,58 + \sqrt{0,58^2 - 0,35^2}] = 0,96 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2990,8 \cdot 0,235 / 1 = 703 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 10,9 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,965 \cdot 2990,8 \cdot 0,235 / 1 = 678 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 76,2 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 83,7 \cdot 0,235 / 1 = 19,7 \text{ kNm} > M_{Sd} = 17,1 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1904,97 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 258 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 36,6 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{10,90}{703} + \frac{17,15}{19,7} = 0,89 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{76,20}{678} + \frac{17,15}{19,7} = 0,98 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{36,6}{258} = 0,14 < 1,00$  **Vyhoví**

**- DIAGONÁLY TUBUSU TR  $\varnothing$  108x5**

**PROFIL Č. 16**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR  $\varnothing$  108x5  $\varnothing = 108$  x 5 mm  $\gamma_f = 1$  [-]  
 $L = 2130$  mm  $\beta_y = 1$  [-]  $L_{cr,y} = 2130$  mm

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 224$  | -157 kN  $V_{Sd} = 1,1$  kN  $M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 1,3$  | 1,6 kNm  $M_{Sd} = 2,06$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 1618 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 1031 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 2,15 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 39,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 36,5 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 58,4 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,62 \text{ [-]}$$

$$p_{RO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,62 - 0,2) + 0,62^2] = 0,74 \text{ [-]}$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,74 + \sqrt{0,74^2 - 0,62^2}] = 0,88 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1617,9 \cdot 0,235 / 1 = 380 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 224 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,881 \cdot 1617,9 \cdot 0,235 / 1 = 335 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 157 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 39,8 \cdot 0,235 / 1 = 9,36 \text{ kNm} > M_{Sd} = 2,06 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1030,52 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 140 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 2,2 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{224}{380} + \frac{2,06}{9,36} = 0,81 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{157}{335} + \frac{2,06}{9,36} = 0,69 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{2,2}{140} = 0,02 < 1,00$  **Vyhoví**

**- NÁROŽNÍKY TUBUSU TR  $\varnothing$  324x8**

**PROFIL Č. 14**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR  $\varnothing$  324x8  $\varnothing = 324$  x 8 mm  $\gamma_f = 1$  [-]

L = 7290 mm  $\beta_y = 0,25$  [-]  $L_{cr,y} = 1823$  mm

**Vnitřní síly:**

$N_{sd} = 241$  | -363 kN  $V_{sd} = 89,4$  kN  $M_{y,sd}; M_{z,sd} = 52,4$  | 70,3 kNm  $M_{sd} = 87,68$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 7942 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 5059 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 99,19 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 612,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 111,8 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 16,3 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,17 \text{ [-]}$$

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,17 - 0,2) + 0,17^2] = 0,51$  [-]

$\bar{\lambda}$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,17^2}] = 1,01$  [-]

**Boulení:**

$d/t = 324 / 8 = 40,5$  [-] <  $50 \cdot \epsilon^2 \rightarrow$  Nedochozí k boulení!

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 7941,9 \cdot 0,235 / 1 = 1866$  kN >  $N_{sd}^+ = 241$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,006 \cdot 7941,9 \cdot 0,235 / 1 = 1877$  kN >  $N_{sd}^- = 363$  kN

$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 612,3 \cdot 0,235 / 1 = 144$  kNm >  $M_{sd} = 87,7$  kNm

$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 5058,56 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 686$  kN >  $2 \cdot V_z = 179$  kN

**Smykové napětí od kroucení:**

$M_x = 31,5$  kNm  $\tau_t = M_x / 2 \cdot \Omega_t \cdot t = 31,5 \cdot 10^6 / 2 \cdot 8,0425 \cdot 10^4 \cdot 8 = 24,5$  Mpa

**Redukovaná smyková únosnost:**

$V_{T,Rd} = 1 - [(\tau_t \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) / f_y] \cdot V_{pl,Rd} = 1 - 24,48 \cdot \sqrt{3} \cdot 1 / 235 \cdot 686,3324 = 563$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{241}{1866} + \frac{87,7}{144} = 0,74$  < **1,00** **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{363}{1877} + \frac{87,7}{144} = 0,80$  < **1,00** **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{179}{563} = 0,32$  < **1,00** **Vyhoví**

#### 4.11.4 ZÁVĚR STATICKÉHO VÝPOČTU

Ocelový nosný systém s příhradovým tubusem konstrukce billboardu umístěného ve 2. větrné oblasti vyhoví, za předpokladu dodržení navržených průřezů tímto statickým výpočtem, jak z hlediska pevnosti, tak z hlediska stability. Konstrukce byla zatížena v souladu s ČSN EN 1991 - „Zásady navrhování a zatížení konstrukcí“ a byla navržena a posouzena v souladu ČSN EN 1993 – „Navrhování ocelových konstrukcí“.

## 4.12 STATICKÉ POSOUZENÍ 2. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI

### 4.12.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

Vzhledem k tomu, že hodnoty zatížení v 1. - 6. Z. S. jsou totožné jako u předchozího typu, dochází pouze ke změnám hodnot u zatížení větrem, uvedu v tomto statickém posouzení pouze rozbor těchto zatěžovacích stavů.

#### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$V_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Chrudim 3 . větrová oblast Kategorie terénu 3 [-]

Vých. základ. rychlos  $v_{b,0} = 27,5$  m/s Souč. směru větru  $C_{dir} = 1$  [-]

Parametr drsnosti teréu  $z_0 = 0,3$  m Souč. orografie  $C_o = 1$  [-]

Minimální výška  $z_{min} = 5$  m Souč. roč. obd.  $C_{season} = 1$  [-]

Maximální výška  $z_{max} = 200$  m Sou. turbulence  $k_i = 1$  [-]

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot (z_o / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 = 473 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce  $n = 1$  [-] Drsnost povrchu  $m = 1$  [-]

→  $n = 1$  - Hladký povrch (ocel, hladký beton)

→  $m = 1$  - Pozinkovaná ocel

→  $n = 2$  - Hrubý povrch (drsný beton)

→  $m = 2$  - Lesklá ocel

→  $n = 3$  - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky)

→  $m = 3$  - Leštěný kov

Součinitel tření  $C_{fr} = 0,01$  [-] Souč. drsn. povrchu  $k = 0,2$  mm

#### - 7. - 8. VÍTR PŘÍČNÝ

##### **Geometrie billboardu**

Šířka desky billboardu  $b = 9,6$  m Úhel mezi deskami  $\alpha = 30^\circ$

Výška desky billboardu  $h = 3,6$  m Vzdál. desek v "špice"  $a_1 = 0,5$  m

Podchozí výška  $z_g = 4,7$  m Max vzdálenost desek  $a_2 = 5,97$  m

Výška středu desky  $z_e = 6,5$  m Střední vzdál. desek  $a_3 = 3,23$  m

Excen. výslednice  $e = 2,4$  m Poměr výšky a vzdál.  $a_3 / h = 0,9$  [-]

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_o) = 0,22 \cdot \ln(6,5 / 0,3) = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{min}) = k_r \cdot \ln(z_{min} / z_o) =$$

Char. střední rychlost větru [-]

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 27,5 = 18,2 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

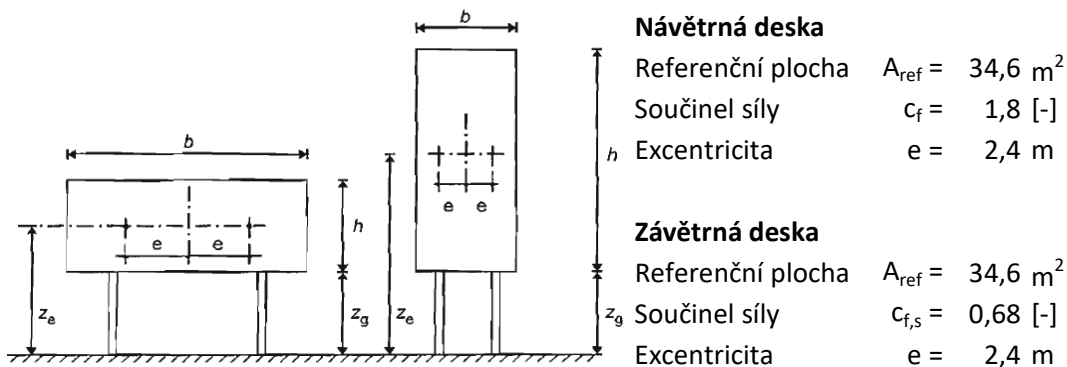
$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_i) / v_m(z) = (0,22 \cdot 27,5 \cdot 1) / 18,2 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 18,2^2 = 680 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1$  [-] → Referenční výška je menší než 15 m.  
 Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1$  [-] Souč. zastín. Záv. desky  $\Psi_s = 0,3$  [-]  
 Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8$  [-] Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \Psi_s \cdot c_f = 0,68$  [-]

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšuji souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8$  [-]



Obrázek 52 – Excentricita zatížení větrem

Síla od větru - návětrná deska	$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 42,3 \text{ kN}$
Trojúhelníkové zatížení - návětrná deska	$f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 11,7 \text{ kN/m}$
Přepočtené zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 3,26 \text{ kN/m}$
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{1,k} = 0,00 \quad 0,09 \quad 0,63 \quad 1,54 \quad 2,45 \quad 3,06 \text{ kN/m}'$

Síla od větru - závětrná deska	$F_{w,2} = c_s c_d \cdot c_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 15,9 \text{ kN}$
Trojúhelníkové zatížení - návětrná deska	$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 4,4 \text{ kN/m}$
Přepočtené zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,2} = f_{w,1} / h = 1,22 \text{ kN/m}$
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{2,k} = 0,00 \quad 0,03 \quad 0,24 \quad 0,58 \quad 0,92 \quad 1,15 \text{ kN/m}'$

$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$I_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TR $\emptyset$	324	10,0	7,30	6,80	0,67	18,5	0,32	693	7,19	0,78	0,79	0,61	<b>0,14</b>
-	TR $\emptyset$	159	8,0	1,40	5,10	0,61	16,8	0,35	611	3,31	0,78	0,69	0,54	<b>0,05</b>
-	TR $\emptyset$	127	5,0	2,13	6,80	0,67	18,5	0,32	693	2,82	0,78	0,76	0,59	<b>0,05</b>
$\alpha$ [°]	Jekly	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$I_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	TR $\square$	180	180	1,40	6,80	0,67	18,5	0,32	693	-	2,15	0,75	1,38	<b>0,17</b>

## - 9. VÍTR PODÉLNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	b = 9,6 m	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	h = 3,6 m	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5$ m
Podchozí výška	$z_g = 4,7$ m	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97$ m
Výška středu desky	$z_e = 6,5$ m	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23$ m
Součinel síly	$c_f = 1,8$ [-]	Návětrná plocha desek	$A_{ref} = 19,7$ m <sup>2</sup>

### Síla od větru na desky

	$F_{w,3} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 24,1$ kN
Spojité zatížení - návětrná deska	$f_{w,3} = F_{w,1} / b = 2,51$ kN/m
Přepočtené zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 0,7$ kN/m
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6$ m
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9$ m
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{3,k} = 0,63 \quad 1,32 \quad 1,39 \quad 1,39 \quad 1,32 \quad 0,63$ kN/m'

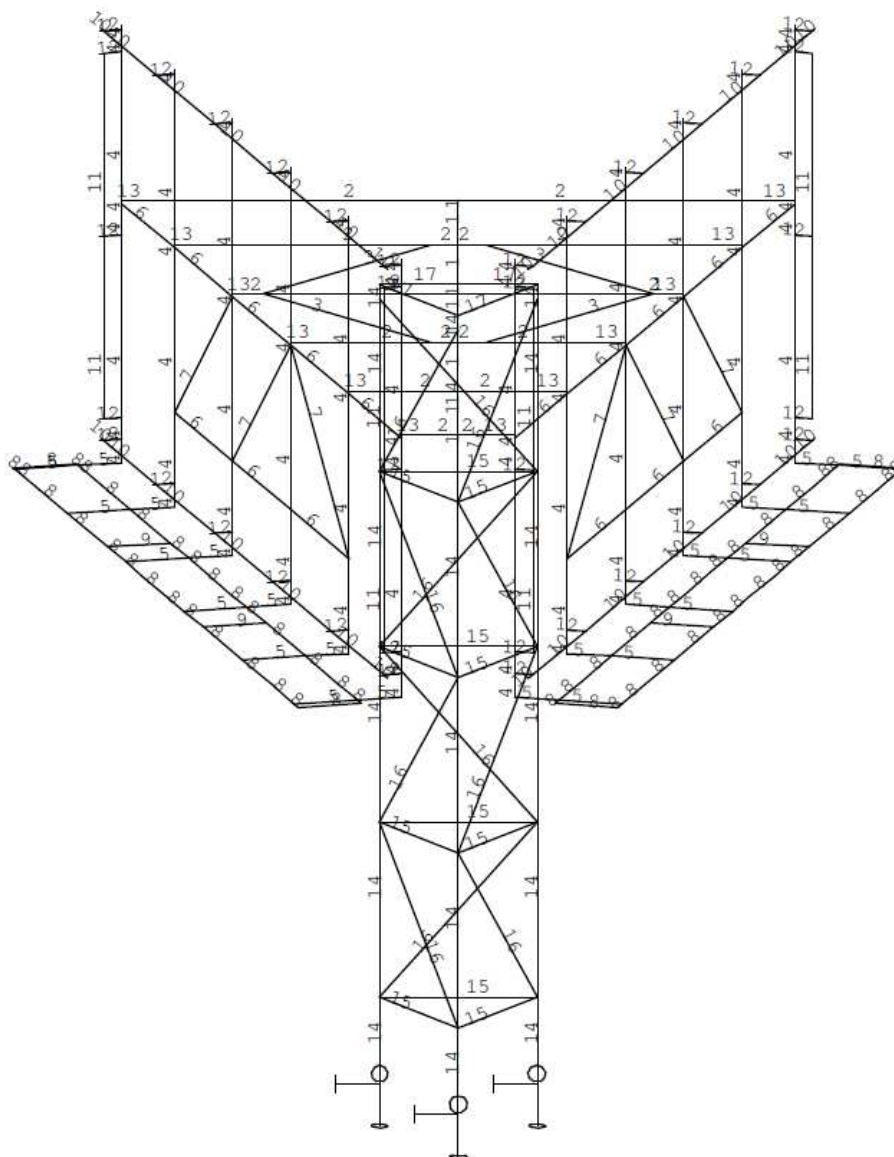
### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Válc.	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_l$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	IPE	180	91	4,00	6,42	0,66	18,1	0,33	676	-	2,00	0,86	1,72	<b>0,21</b>
0	HEA	171	180	5,47	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,90	1,80	<b>0,21</b>
0	HEA	171	180	4,54	6,80	0,67	18,5	0,32	693	-	2,00	0,88	1,76	<b>0,21</b>
0	HEA	171	180	3,50	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,85	1,71	<b>0,20</b>
0	HEA	171	180	2,47	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,82	1,63	<b>0,19</b>
0	HEA	171	180	1,43	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,76	1,51	<b>0,18</b>
0	HEA	171	180	0,50	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,68	1,35	<b>0,16</b>
$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TR $\emptyset$	324	10,0	7,30	6,80	0,67	18,5	0,32	693	7,19	0,78	0,79	0,61	<b>0,14</b>
-	TR $\emptyset$	159	8,0	1,40	5,10	0,61	16,8	0,35	611	3,31	0,78	0,69	0,54	<b>0,05</b>
-	TR $\emptyset$	127	5,0	2,13	6,80	0,67	18,5	0,32	693	2,82	0,78	0,76	0,59	<b>0,05</b>
$\alpha$ [°]	Jekly	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
90	TR $\square$	180	180	1,40	6,80	0,67	18,5	0,32	693	-	2,15	0,75	1,38	<b>0,17</b>

#### 4.12.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

Vzhledem k rozsáhlosti výstupního souboru z výpočtového programu Ida Nexis verze 3.60., budou v této části práce uvedeny pouze základní data. Podrobný výstup a kompletní statický posudek bude v přílohové části práce – Statická posouzení. V této části bude proveden pouze návrh a posouzení 1. MS únosnosti profilů č. 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15 a 16.

#### VSTUPNÍ HODNOTY



**Obrázek 53 – Číslo profilů**



## ZÁKLADNÍ DATA

Počet uzlů:	240
Počet prutů:	347
Počet maker 1D:	114
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	17
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

## MATERIÁL

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa
Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>
Roztažnost	1.2 · 10 <sup>-5</sup> mm/mm.K

## VÝPIS MATERIÁLU

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/10	S 235	0.07	9378.09	703.05
2	HEA180	S 235	0.04	18909.81	672.44
3	L70/6	S 235	0.01	9753.27	62.40
4	IPE180	S 235	0.02	47880.00	900.18
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	IPE200	S 235	0.02	2081.71	46.54
14	B323.9/10	S 235	0.08	21861.00	1676.42
15	B159/8	S 235	0.03	16800.00	495.63
16	B127/5	S 235	0.01	25444.90	379.07
17	K180/180/5.6	S 235	0.03	4200.00	125.98

### ZATĚŽOVACÍ STAVY

Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

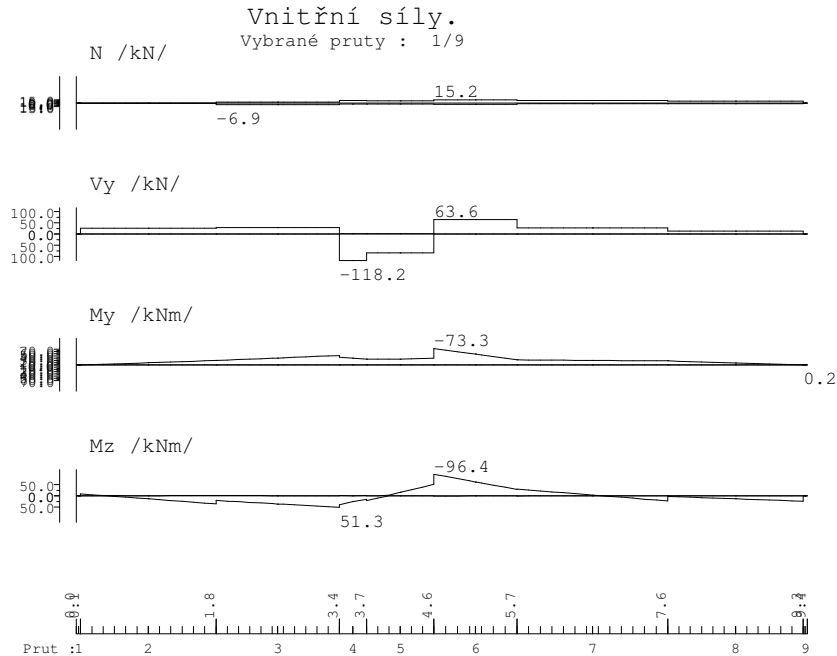
### SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy

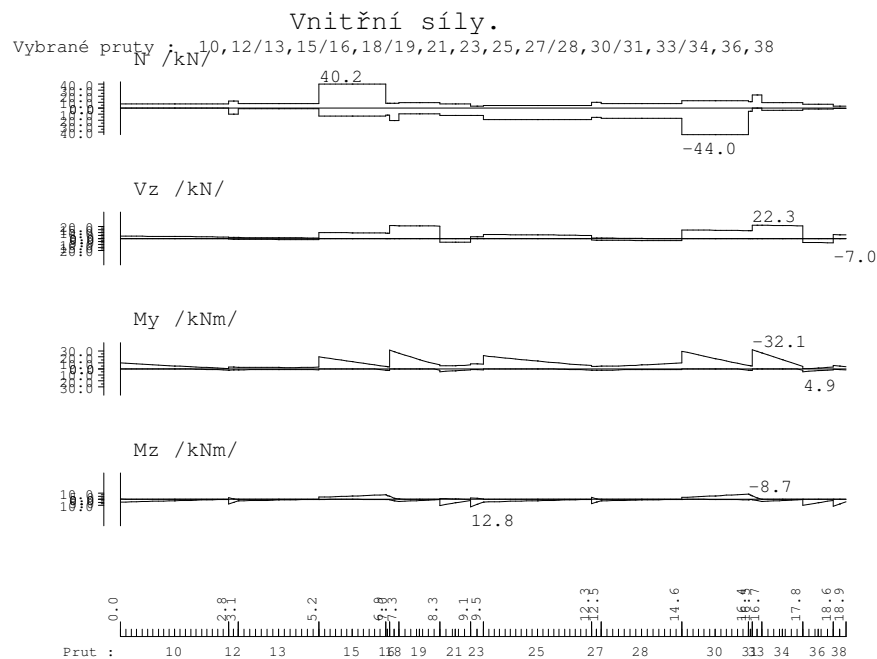
### SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

		X	Y	Z
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-60,0
	reakce v uzlech	0.0	0.0	60,0
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19.4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 6	zatížení	-5,0	-46,0	0.0
	reakce v uzlech	5,0	46,0	0.0
Z. S. 7	zatížení	-5,0	46,0	0.0
	reakce v uzlech	5,0	-46,0	0.0
Z. S. 8	zatížení	19,5	0.0	0.0
	reakce v uzlech	-19,5	0.0	0.0

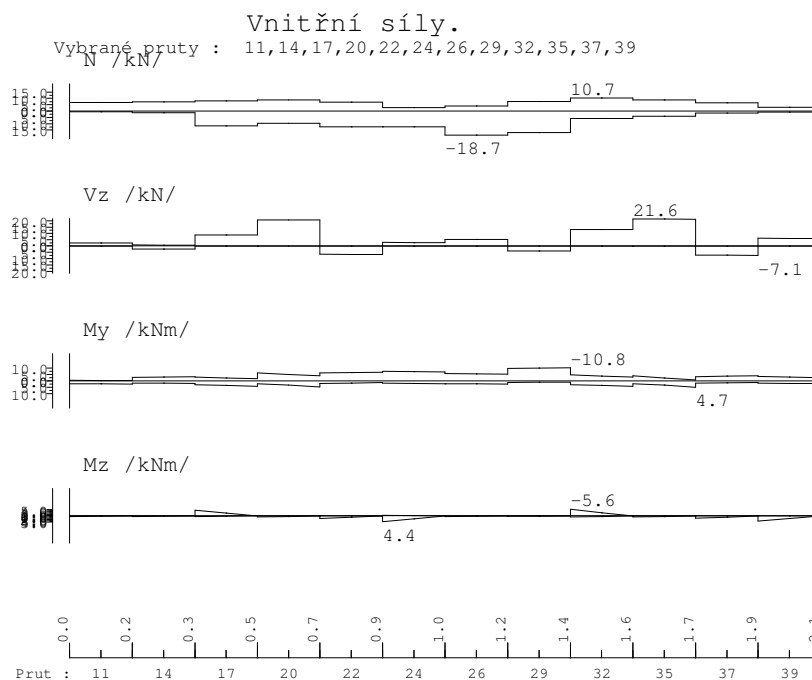
## VÝSTUPNÍ HODNOTY



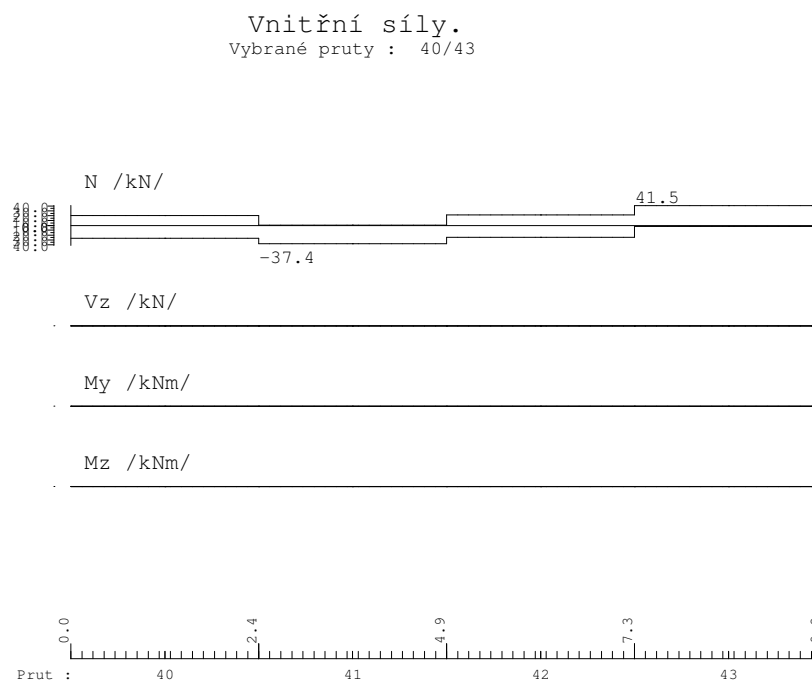
Obrázek 54 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL



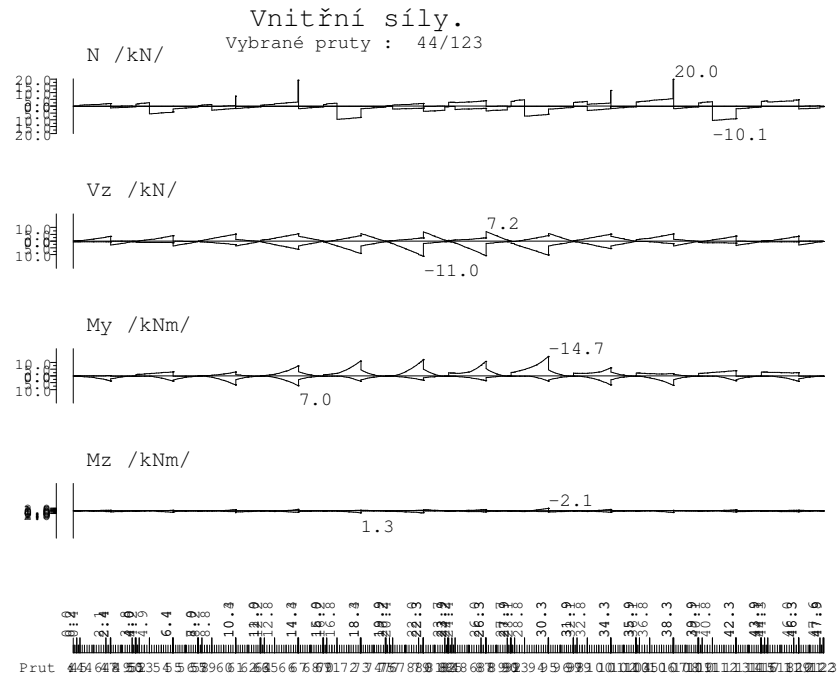
Obrázek 55 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY



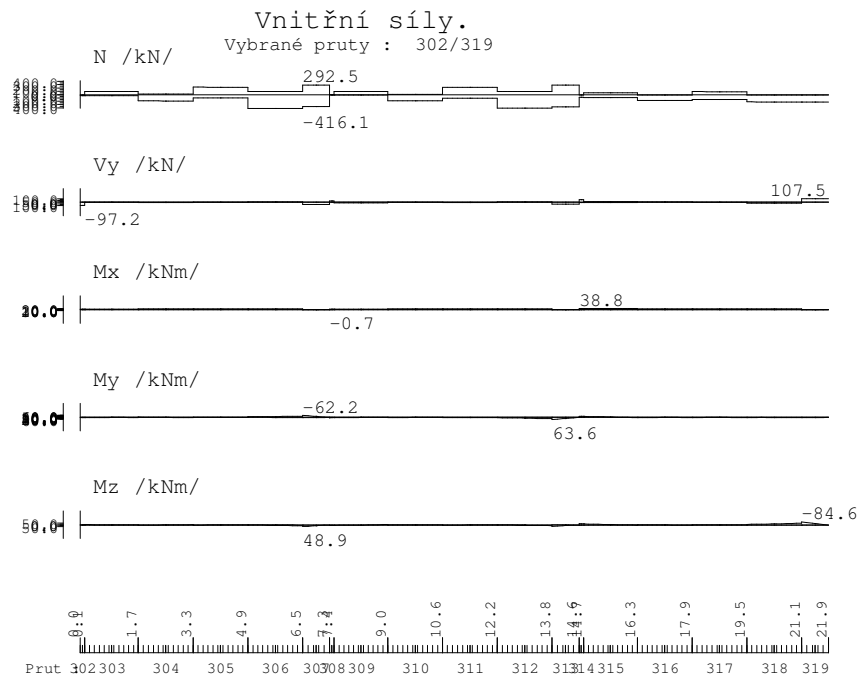
**Obrázek 56 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY**



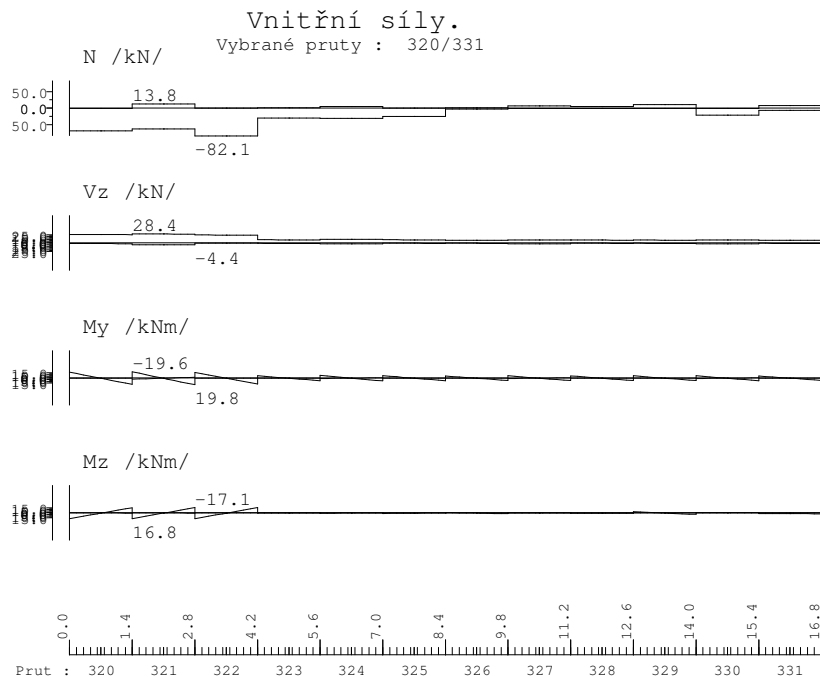
**Obrázek 57 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ**



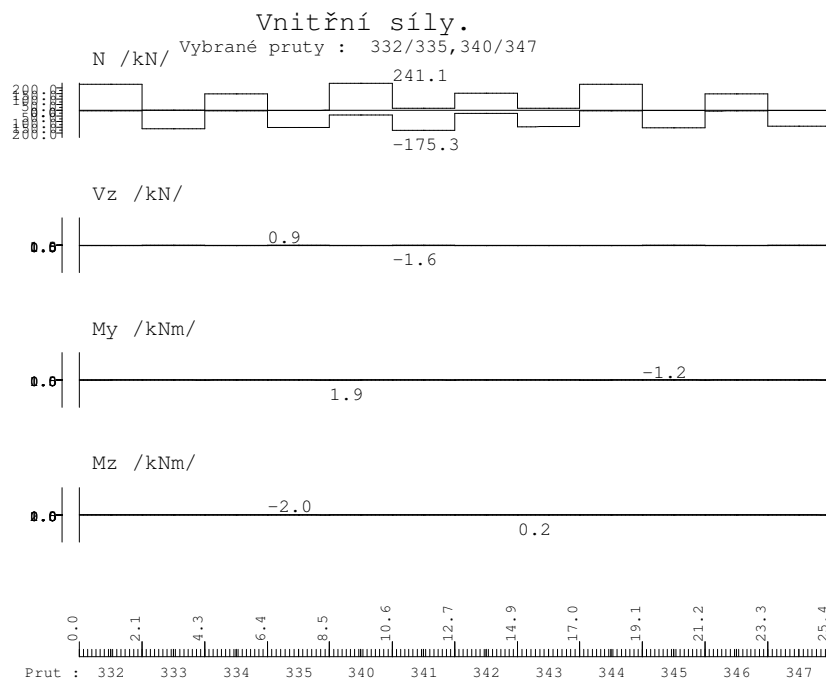
Obrázek 58 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY



Obrázek 59 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NÁROŽNÍKY TUBUSU



**Obrázek 60 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – SVISLICE TUBUSU**



**Obrázek 61 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – DIAGONÁLY TUBUSU**

### 4.12.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

- Hlavní podélný nosník TRHR 250x250x10 PROFIL Č. 1 Ocel S 235 Mpa

Profil TRHR 250x250x10 H = 250 B = 250 t = 10 mm  $\gamma_f = 1$  [-]

$L_y = 9380$  mm  $\beta_y = 0,2$  [-]  $L_{cr,y} = 1,88$  m

$L_z = 9380$  mm  $\beta_z = 1$  [-]  $L_{cr,z} = 9,38$  m

Vnitřní síly:

$N_{sd} = 15$  |  $-6,9$  kN  $V_{sd} = 118$  kN  $M_{y,sd} = 73,3$  kNm  $M_{z,sd} = 94,6$  kNm

Průřez. charakteristiky:

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h) = 9024$  mm<sup>2</sup>  $A_{vz} = 4512$  [-] m =  $72,19$  kg/m<sup>1</sup>

$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12} = 86,78 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>  $W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H = 694 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12} = 86,78 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>  $W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2 = 798 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$i_y = \sqrt{I_y / A} = 98,1$  mm  $W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H = 694 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$i_z = \sqrt{I_z / A} = 98,1$  mm  $W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2 = 798 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

Vzpěr:

$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,1$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,20$  [-]  $\Rightarrow \bar{\lambda}_{max} = 1,02$  [-]

$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 95,7$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 1,02$  [-]

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,02 - 0,2) + 1,02^2] = 0,52$  [-]

$\bar{\lambda}_{max} \cdot \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 1,02^2}] = 0,999$  [-]

Únosnost:

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9024 \cdot 0,235 / 1 = 2121$  kN >  $N_{sd}^+ = 15$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,999 \cdot 9024 \cdot 0,235 / 1 = 2119$  kN >  $N_{sd}^- = 6,9$  kN

$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 797,5 \cdot 0,235 / 1 = 187$  kNm >  $M_{sd} = 73,3$  kNm

$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 797,5 \cdot 0,235 / 1 = 187$  kNm >  $M_{sd} = 94,6$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 4512 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 612$  kN >  $2 \cdot V_z = 236$  kN

Kombinace pro tah  $\frac{15,00}{2121} + \frac{73,30}{187} + \frac{94,60}{187,4} = 0,90$  < **1,00** Vyhoví

Kombinace pro tlak  $\frac{6,90}{2119} + \frac{73,30}{187} + \frac{94,60}{187,4} = 0,90$  < **1,00** Vyhoví

Kombinace smyk  $\frac{236}{612} = 0,39$  < **1,00** Vyhoví

**- PŘÍČNÍKY HEA 180**

**Profil HEA 180**

H =	171 mm
$L_y =$	5640 mm
$L_z =$	5640 mm
$L_\omega =$	5640 mm
$\beta_y =$	1 [-]
$\beta_z =$	0,5 [-]
$\beta_\omega =$	0,5 [-]

**PROFIL Č. 2**

B =	180 mm
$L_{cr,y} =$	5640 mm
$L_{cr,z} =$	2820 mm
$L_{cr,\omega} =$	2820 mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f =$	1,00 [-]
$\alpha_{y,1} =$	0,34 [-]
$\alpha_{z,1} =$	0,49 [-]
$\alpha_{LT} =$	0,21 [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 40,2$	-44 kN	$V_{z,Sd} = 22,3$	kN	$M_{y,Sd} = 32,1$	kNm	$M_{z,Sd} = 12,8$	kNm
-----------------	--------	-------------------	----	-------------------	-----	-------------------	-----

**Průřez. charakteristiky:**

m =	35,5 kg/m'	A =	4525 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} =$	1450 mm <sup>2</sup>	$y_T =$	0 mm
$I_y =$	25,1 .10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$I_\omega =$	60,21 .10 <sup>9</sup> mm <sup>6</sup>	$t_f =$	9,5 mm	$t_w =$	6 mm
$I_z =$	9,25 .10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$i_y =$	74,5 mm	$W_{el,y} =$	294 .10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} =$	325 .10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
$I_t =$	148 .10 <sup>3</sup> mm <sup>4</sup>	$i_z =$	45,2 mm	$W_{el,z} =$	103 .10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} =$	157 .10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 75,7$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,81$  [-]  $\lambda_z = 62,4$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,66$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,81 - 0,2) + 0,81^2] = 0,93$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,93 + \sqrt{0,93^2 - 0,81^2}] = 0,72$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,66 - 0,2) + 0,66^2] = 0,83$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,83 + \sqrt{0,83^2 - 0,66^2}] = 0,75$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 161,5 \cdot \sqrt{60210 / 9,25} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{148 / 9250} = 1,37$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,369^2 / 3,14^2 = 1,76$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -86 \text{ mm}$$

$$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1] + \sqrt{(-1)^2 + 3,26 \cdot 1,76}}} = 0,91 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,91 \cdot [2 \cdot 2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{25,1 / 9,25} = 52,24 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 52,2 \cdot \sqrt{324,9 / 293,57} = 55,0 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,59 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,59 - 0,2) + 0,59^2] = 0,71 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,59^2}] = 0,90 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,72 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,9 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 1063 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 40,2 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,72 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 766 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 44 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,895 \cdot 324,9 \cdot 0,235 / 1 = 68,4 \text{ kNm} > M_{Sd} = 32,1 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 156,5 \cdot 0,235 / 1 = 36,8 \text{ kNm} > M_{Sd} = 12,8 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1450 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 197 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 44,6 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{40,2}{1063} + \frac{32,1}{68,4} + \frac{12,8}{36,8} = 0,86 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{44}{766} + \frac{32,1}{68,4} + \frac{12,80}{36,8} = 0,87 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{44,6}{197} = 0,23 < 1,00$  **Vyhoví**



**- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 200**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 200</b>	H = 200 mm	B = 100 mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 350$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2$ [-]	$L_{cr,z} = 350$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2$ [-]	$L_{cr,\omega} = 350$ mm	$\alpha_{LT} = 0,34$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 10,7$   -19 kN	$V_{z,Sd} = 21,6$ kN	$M_{y,Sd} = 10,8$ kNm	$M_{z,Sd} = 5,6$ kNm
--------------------------	----------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 22,4$ kg/m'	$A = 2848$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1400$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 19,4 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 12,99 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8,5$ mm	$t_w = 5,6$ mm
$I_z = 1,42 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 82,6$ mm	$W_{el,y} = 194 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 221 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 69,8 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 22,4$ mm	$W_{el,z} = 28,5 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 44,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 4,2$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,05$  [-]  $\lambda_z = 15,7$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,17$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,05 - 0,2) + 0,05^2] = 0,48$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,48 + \sqrt{0,48^2 - 0,05^2}] = 1,00$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,17 - 0,2) + 0,17^2] = 0,51$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,17^2}] = 1,00$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 191,5 \cdot \sqrt{12990 / 1,424} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [350 / (200 - 8,5)] \cdot \sqrt{69,8 / 1424} = 0,25$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,251^2 / 3,14^2 = 1,03$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -100 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 1,03}]}} = 1,54 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,54 \cdot [2 \cdot 350 / (200 - 8,5)] \cdot \sqrt{19,43 / 1,424} = 20,76 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 20,8 \cdot \sqrt{220,6 / 194,3} = 22,1 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,24 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,24 - 0,2) + 0,24^2] = 0,53 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,53 + \sqrt{0,53^2 - 0,24^2}] = 0,99 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 1,00 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,99 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2848 \cdot 0,235 / 1 = 669 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 10,7 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1 \cdot 2848 \cdot 0,235 / 1 = 669 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 18,7 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,987 \cdot 220,6 \cdot 0,235 / 1 = 51,2 \text{ kNm} > M_{Sd} = 10,8 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 44,6 \cdot 0,235 / 1 = 10,5 \text{ kNm} > M_{Sd} = 5,6 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1400 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 190 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 43,2 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{10,7}{669} + \frac{10,8}{51,2} + \frac{5,6}{10,5} = 0,76 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{18,7}{669} + \frac{10,8}{51,2} + \frac{5,60}{10,5} = 0,77 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{43,2}{190} = 0,23 < 1,00$  **Vyhoví**

**- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 70x70x6**

**PROFIL Č. 3**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 2440$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 41,5$   -37 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm
$I_{\eta} = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

**Vzpěi**  $\lambda_y = 91,4$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,97$  [-]  $\lambda_z = 176,4$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,88$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,97 - 0,2) + 0,97^2] = 1,16$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,16 + \sqrt{1,16^2 - 0,97^2}] = 0,56$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,88 - 0,2) + 1,88^2] = 2,67$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [2,67 + \sqrt{2,67^2 - 1,88^2}] = 0,22$  [-]

**(lopení:**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2440 / 93] \cdot \sqrt{10 / 156} = 4,12$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 4,118^2 / 3,14159^2 = 6,87$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z =$  mm -49,5 mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$v = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 6,87}]}} = 0,74$  [-]

$\lambda = v \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,744 \cdot [2 \cdot 2440 / 93] \cdot \sqrt{0,581 / 0,156} = 75,35$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 75,4 \cdot \sqrt{18,76 / 11,74} = 95,3$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,01$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,01 - 0,2) + 1,01^2] = 1,10$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,1 + \sqrt{1,1^2 - 1,01^2}] = 0,66$  [-]

$\chi_{min} = 0,218$  [-]  $\chi_{LT} = 0,655$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 192$  kN  $> N_{Sd}^+ = 41,50$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,218 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 41,8$  kN  $> N_{Sd}^- = 37,40$  kN

$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,655 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1 = 2,89$  kNm  $> M_{Sd} = 0,00$  kNm

$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,24$  kNm  $> M_{Sd} = 0,00$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 57$  kN  $> 2 \cdot V_z = 0,00$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{41,5}{192} + \frac{0,00}{2,89} + \frac{0,00}{2,24} = 0,22 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{37,4}{41,8} + \frac{0,00}{2,89} + \frac{0,00}{2,24} = 0,89 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{0}{57} = 0,00 < 1,00$  Vyhoví

**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 180**

**PROFIL Č. 4**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 180</b>	H = 180 mm	B = 91 mm	$\gamma_f = 1,00 [-]$
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2 [-]$	$L_{cr,y} = 7980$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21 [-]$
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6 [-]$	$L_{cr,z} = 2394$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34 [-]$
$L_w = 3990$ mm	$\beta_w = 0,6 [-]$	$L_{cr,w} = 2394$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21 [-]$

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 20$   $-10$ kN	$V_{z,Sd} = 11$ kN	$M_{y,Sd} = 14,7$ kNm	$M_{z,Sd} = 2,1$ kNm
--------------------------	--------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 18,8$ kg/m'	$A = 2395$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1125$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 13,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 7,43 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8$ mm	$t_w = 5,3$ mm
$I_z = 1,01 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,2$ mm	$W_{el,y} = 146 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 47,9 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 20,5$ mm	$W_{el,z} = 22,2 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 34,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 107,6 [-]$   $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,15 [-]$   $\lambda_z = 116,6 [-]$   $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,24 [-]$

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,15 - 0,2) + 1,15^2] = 1,26 [-]$

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,26 + \sqrt{1,26^2 - 1,15^2}] = 0,56 [-]$

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,24 - 0,2) + 1,24^2] = 1,45 [-]$

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,45 + \sqrt{1,45^2 - 1,24^2}] = 0,46 [-]$

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_w / I_z} = 2 / 172 \cdot \sqrt{7430 / 1,009} = 1,00 [-]$

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2394 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{47,9 / 1009} = 1,88 [-]$

$d_{z,w} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,w})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 1,88^2 / 3,14^2 = 2,43 [-]$

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -90$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 [-]$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3 [-]$

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53 [-]$

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68 [-]$

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 2,43}]} = 0,87 [-]$

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,87 \cdot [2 \cdot 2394 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{13,17 / 1,009} = 87,04 [-]$

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,el}} = 87 \cdot \sqrt{166,4 / 146,33} = 92,8 [-]$   $\bar{\lambda}_{LT} = 0,99 [-]$

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,99 - 0,2) + 0,99^2] = 1,07 [-]$

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,07 + \sqrt{1,07^2 - 0,99^2}] = 0,67 [-]$

$\chi_{min} = 0,46 [-]$

$\chi_{LT} = 0,67 [-]$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563$  kN  $> N_{Sd}^+ = 20$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,456 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 257$  kN  $> N_{Sd}^- = 10,1$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,674 \cdot 166,4 \cdot 0,235 / 1 = 26,3$  kNm  $> M_{Sd} = 14,7$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 34,6 \cdot 0,235 / 1 = 8,13$  kNm  $> M_{Sd} = 2,1$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1125 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 153$  kN  $> 2 \cdot V_z = 22$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{20}{563} + \frac{14,7}{26,3} + \frac{2,1}{8,13} = 0,85 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{10,1}{257} + \frac{14,7}{26,3} + \frac{2,10}{8,13} = 0,86 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{22}{153} = 0,14 < 1,00$  **Vyhoví**

**- SVISLICE TUBUSU TR Ø 159x8**

**PROFIL Č. 15**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR Ø 159x8  $\varnothing = 159$  x 8 mm  $\gamma_f = 1$  [-]  
 $L = 1400$  mm  $\beta_y = 1$  [-]  $L_{cr,y} = 1400$  mm

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 13,8$  | -82,1 kN  $V_{Sd} = 28,4$  kN  $M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 19,8$  | 17,1 kNm  $M_{Sd} = 26,2$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 3795 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 2417 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 10,85 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 136 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 53,5 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 26,2 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,28 \text{ [-]}$$

PRO  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,28 - 0,2) + 0,28^2] = 0,55 \text{ [-]}$

$\bar{\chi}: \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [0,55 + \sqrt{0,55^2 - 0,28^2}] = 0,98 \text{ [-]}$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 3795 \cdot 0,235 / 1 = 892 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 13,8 \text{ kN}$

$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,982 \cdot 3795 \cdot 0,235 / 1 = 876 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 82,1 \text{ kN}$

$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 136,4 \cdot 0,235 / 1 = 32,1 \text{ kNm} > M_{Sd} = 26,2 \text{ kNm}$

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{MO} \cdot \sqrt{3} = 2417,23 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 328 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 56,8 \text{ kN}$

**Kombinace pro tah**  $\frac{13,80}{892} + \frac{26,16}{32,1} = 0,83 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{82,10}{876} + \frac{26,16}{32,1} = 0,91 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{56,8}{328} = 0,17 < 1,00$  **Vyhoví**

**- DIAGONÁLY TUBUSU TR Ø 127x5**

**PROFIL Č. 16**

Ocel S 235 Mpa

Profil TR Ø 127x5  $\varnothing = 127$  x 5 mm  $\gamma_f = 1$  [-]  
 $L = 2130$  mm  $\beta_y = 1$  [-]  $L_{cr,y} = 2130$  mm

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 241$  | -175 kN  $V_{Sd} = 1,6$  kN  $M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 1,9$  | 2 kNm  $M_{Sd} = 2,76$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 1916 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 1221 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 3,57 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 56,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 43,2 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 49,3 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,53 \text{ [-]}$$

PRO  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,53 - 0,2) + 0,53^2] = 0,67 \text{ [-]}$

$\bar{\chi}: \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [0,67 + \sqrt{0,67^2 - 0,53^2}] = 0,92 \text{ [-]}$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1916,4 \cdot 0,235 / 1 = 450 \text{ kN} > N_{e,i}^+ = 241 \text{ kN}$

$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,916 \cdot 1916,4 \cdot 0,235 / 1 = 413 \text{ kN} > N_{e,i}^- = 175 \text{ kN}$

$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 56,2 \cdot 0,235 / 1 = 13,2 \text{ kNm} > M_{Sd} = 2,76 \text{ kNm}$

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{MO} \cdot \sqrt{3} = 1220,62 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 166 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 3,2 \text{ kN}$

**Kombinace pro tah**  $\frac{241}{450} + \frac{2,76}{13,2} = 0,74 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{175}{413} + \frac{2,76}{13,2} = 0,63 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{3,2}{166} = 0,02 < 1,00$  **Vyhoví**

**- NÁROŽNÍKY TUBUSU TR Ø 324x10**

**PROFIL Č. 14**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR Ø 324x10

$$\varnothing = 324 \text{ x}$$

10 mm

$$\gamma_f = 1 \text{ [-]}$$

$$L = 7290 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 0,25 \text{ [-]}$$

$$L_{cr,y} = 1823 \text{ mm}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 293 \text{ | } -416 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 107,5 \text{ kN} \quad M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 63,6 \text{ | } 84,6 \text{ kNm} \quad M_{Sd} = 105,8 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 9865 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 6283 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 121,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 751,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 111,1 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 16,4 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,17 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,17 - 0,2) + 0,17^2] = 0,51 \text{ [-]}$$

$$\bar{\chi}: \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,17^2}] = 1,01 \text{ [-]}$$

**Boulení:**

$$d/t = 324 / 10 = 32,4 \text{ [-]} < 50 \cdot \epsilon^2 \rightarrow \text{Nedochází k boulení!}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9864,6 \cdot 0,235 / 1 = 2318 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 293 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,006 \cdot 9864,6 \cdot 0,235 / 1 = 2331 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 416 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 751,2 \cdot 0,235 / 1 = 177 \text{ kNm} > M_{Sd} = 106 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 6283,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 852 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 215 \text{ kN}$$

**Smykové napětí od kroucení:**

$$M_x = 38,8 \text{ kNm} \quad \tau_t = M_x / 2 \cdot \Omega_t \cdot t = 38,8 \cdot 10^6 / 2 \cdot 7,9923 \cdot 10^4 \cdot 10 = 24,3 \text{ Mpa}$$

**Redukovaná smyková únosnost:**

$$V_{T,Rd} = 1 - [(\tau_t \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) / f_y] \cdot V_{pl,Rd} = 1 - 24,27 \cdot \sqrt{3} \cdot 1 / 235 \cdot 852,4857 = 700 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{293}{2318} + \frac{106}{177} = 0,73 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{416}{2331} + \frac{106}{177} = 0,78 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{215}{700} = 0,31 < 1,00$  **Vyhoví**

#### 4.12.4 ZÁVĚR STATICKÉHO VÝPOČTU

Ocelový nosný systém s příhradovým tubusem konstrukce billboardu umístěného ve 3. větrné oblasti vyhoví, za předpokladu dodržení navržených průřezů tímto statickým výpočtem, jak z hlediska pevnosti, tak z hlediska stability. Konstrukce byla zatížena v souladu s ČSN EN 1991 - „Zásady navrhování a zatížení konstrukcí“ a byla navržena a posouzena v souladu ČSN EN 1993 – „Navrhování ocelových konstrukcí“.

## 5 SROVNÁNÍ MAXIMÁLNÍHO DYNAMICKÉHO TLAKU VE VĚTRNÝCH OBLASTECH NA ÚZEMÍ ČR V ZÁVISLOSTI NA KATEGORII TERÉNU

### - ROZBOR ZATÍŽENÍ VĚTREM

$v_{b,0}$ [m/s]	... výchozí základní rychlost větru	$v_{b,0}$	= dle větrné oblasti
$z_0$ [m]	... parametr drsnosti terénu	$z_0$	= dle kategorie terénu
$z_{min}$ [m]	... minimální výška	$z_{min}$	= dle kategorie terénu
$z_{max}$ [m]	... maximální výška	$z_{max}$	= 200 m
$k_r$ [-]	... součinitel terénu	$k_r$	= $0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07}$
$c_{dir}$ [-]	... součinitel směru větru	$c_{dir}$	= 1 [-]
$c_o$ [-]	... součinitel orografie	$c_o$	= 1 [-]
$c_{season}$ [-]	... součinitel ročního období	$c_{season}$	= 1 [-]
$k_i$ [-]	... součinitel turbulence	$k_i$	= 1 [-]
$v_b$ [m/s]	... základní rychlost větru	$v_b$	= $c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$
$q_b$ [N/m <sup>2</sup> ]	... základní dynamický tlak	$q_b$	= $0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$
$C_r(z)$ [-]	... součinitel drsnosti terénu	$C_r(z)$	= $k_r \cdot \ln(z / z_0)$
$I_v(z)$ [-]	... intenzita turbulence	$I_v(z)$	= $(k_r \cdot v_b \cdot k_i) / v_m(z)$ $[1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho$
$q_p(z)$ [N/m <sup>2</sup> ]	... maximální dynamický tlak	$q_p(z)$	= $v_m^2(z)$

$$v_f = 1,5 [-]$$

### Příloha A z ČSN EN 1991-1-4 - kategorie terénu:

#### **Kategorie terénu 0**

Moře nebo pobřežní oblasti otevřené k moři.



#### **Kategorie terénu I**

Jezera nebo oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek.



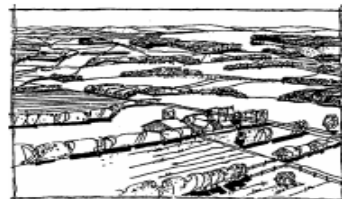
#### **Kategorie terénu II**

Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20 násobek výšky překážek.



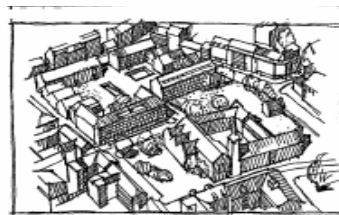
#### **Kategorie terénu III**

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozem. stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je max. 20 násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les).



### Kategorie terénu IV

Oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto budovami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m.



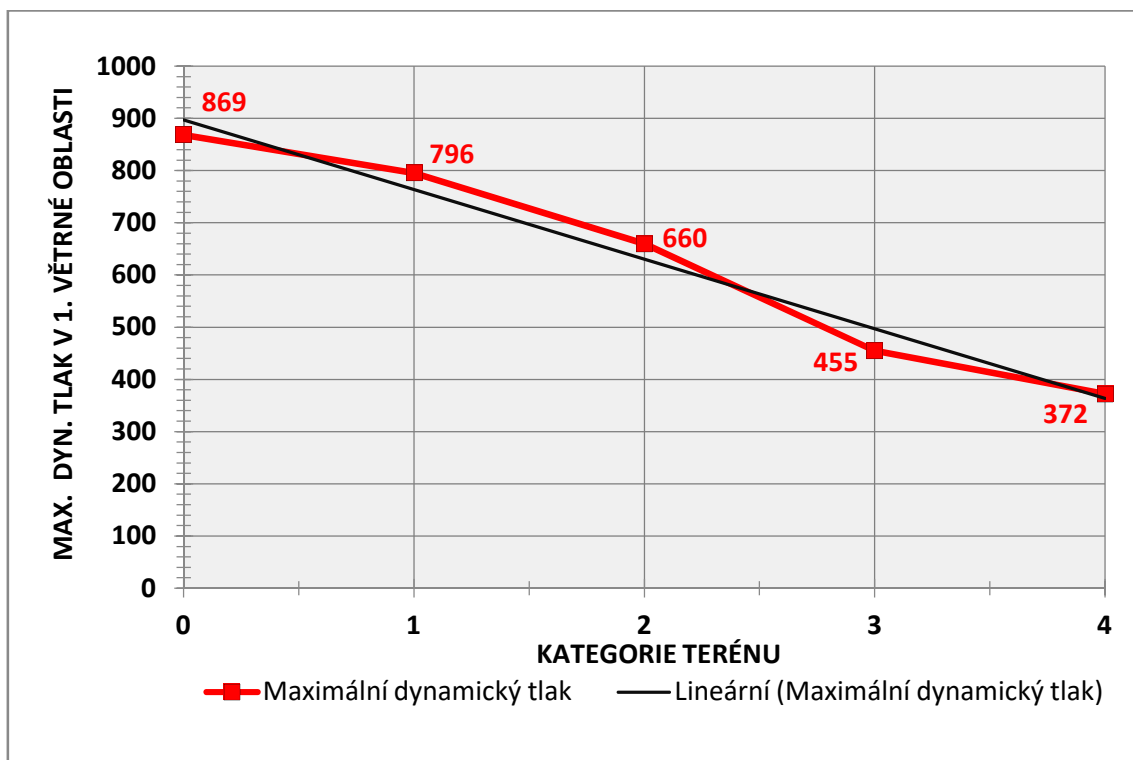
#### - GEOMETRIE BILLBOARDU

Šířka desky billboardu	b = 9,6 m	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	h = 3,6 m	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5$ m
Podchozí výška	$z_g = 4,7$ m	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97$ m
Výška středu desky	$z_e = 6,5$ m	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23$ m
Excentricita výslednice	e = 2,4 m	Poměr výšky a vzdál.	$a_3 / h = 0,9$ [-]

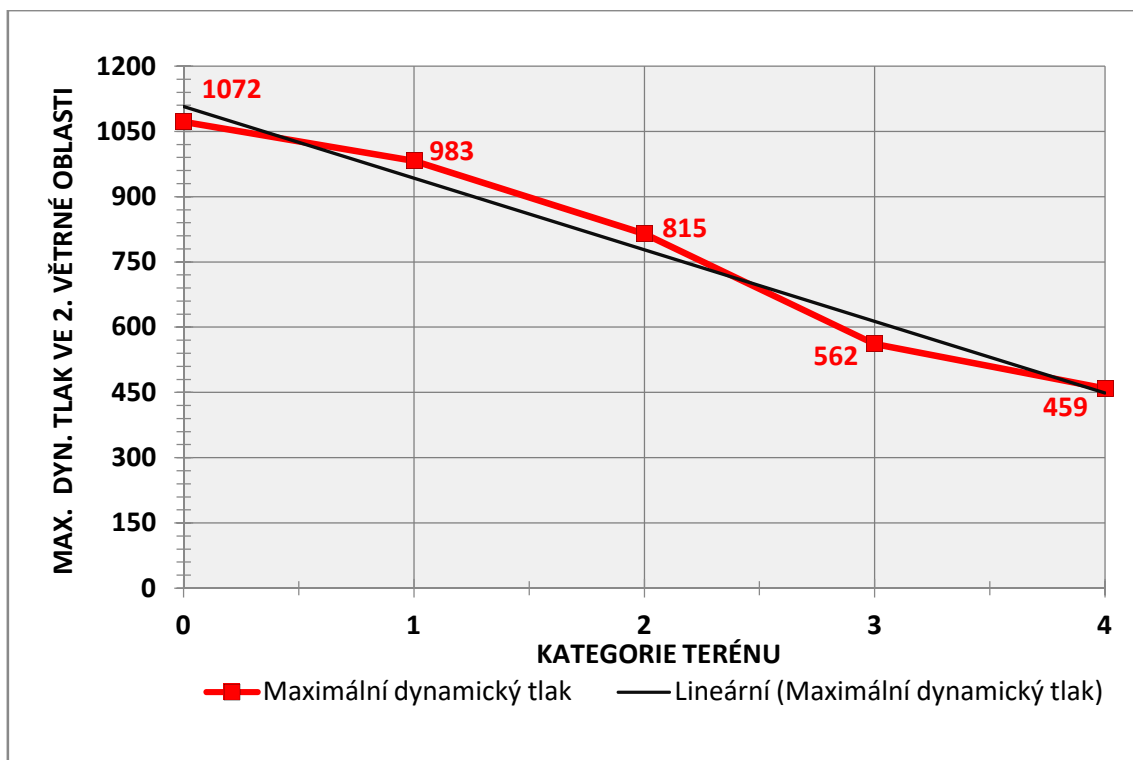
Obrázek 62 – Kategorie terénu

Větrná oblast	Kategorie terénu	$v_{b,0}$ [m/s]	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]	$k_r$ [-]	$v_b$ [m/s]	$q_b$ [N/m <sup>2</sup> ]	$c_r(z)$ [-]	$v_m(z)$ [m/s]	$I_v(z)$ [-]	$q_p(z)$ [N/m <sup>2</sup> ]
1	0	22,5	0,003	1	0,16	22,5	316	1,2	26,97	0,13	869
1	1	22,5	0,010	1	0,17	22,5	316	1,1	24,74	0,15	796
1	2	22,5	0,050	2	0,19	22,5	316	0,92	20,81	0,21	660
1	3	22,5	0,300	5	0,22	22,5	316	0,66	14,91	0,33	455
1	4	22,5	1,000	10	0,23	22,5	316	0,54	12,14	0,43	372
2	0	25	0,003	1	0,16	25	391	1,2	29,96	0,13	1072
2	1	25	0,010	1	0,17	25	391	1,1	27,49	0,15	983
2	2	25	0,050	2	0,19	25	391	0,92	23,12	0,21	815
2	3	25	0,300	5	0,22	25	391	0,66	16,56	0,33	562
2	4	25	1,000	10	0,23	25	391	0,54	13,49	0,43	459
3	0	27,5	0,003	1	0,16	27,5	473	1,2	32,96	0,13	1298
3	1	27,5	0,010	1	0,17	27,5	473	1,1	30,24	0,15	1189
3	2	27,5	0,050	2	0,19	27,5	473	0,92	25,43	0,21	986
3	3	27,5	0,300	5	0,22	27,5	473	0,66	18,22	0,33	680
3	4	27,5	1,000	10	0,23	27,5	473	0,54	14,84	0,43	556
4	0	30	0,003	1	0,16	30	563	1,2	35,96	0,13	1544
4	1	30	0,010	1	0,17	30	563	1,1	32,99	0,15	1415
4	2	30	0,050	2	0,19	30	563	0,92	27,74	0,21	1173
4	3	30	0,300	5	0,22	30	563	0,66	19,87	0,33	809
4	4	30	1,000	10	0,23	30	563	0,54	16,19	0,43	662
5	0	36	0,003	1	0,16	36	810	1,2	43,15	0,13	2224
5	1	36	0,010	1	0,17	36	810	1,1	39,58	0,15	2038
5	2	36	0,050	2	0,19	36	810	0,92	33,29	0,21	1689
5	3	36	0,300	5	0,22	36	810	0,66	23,85	0,33	1165
5	4	36	1,000	10	0,23	36	810	0,54	19,42	0,43	953

Tabulka 1 – Vývoj maximálního dynamického tlaku ve větrných oblastech ČR

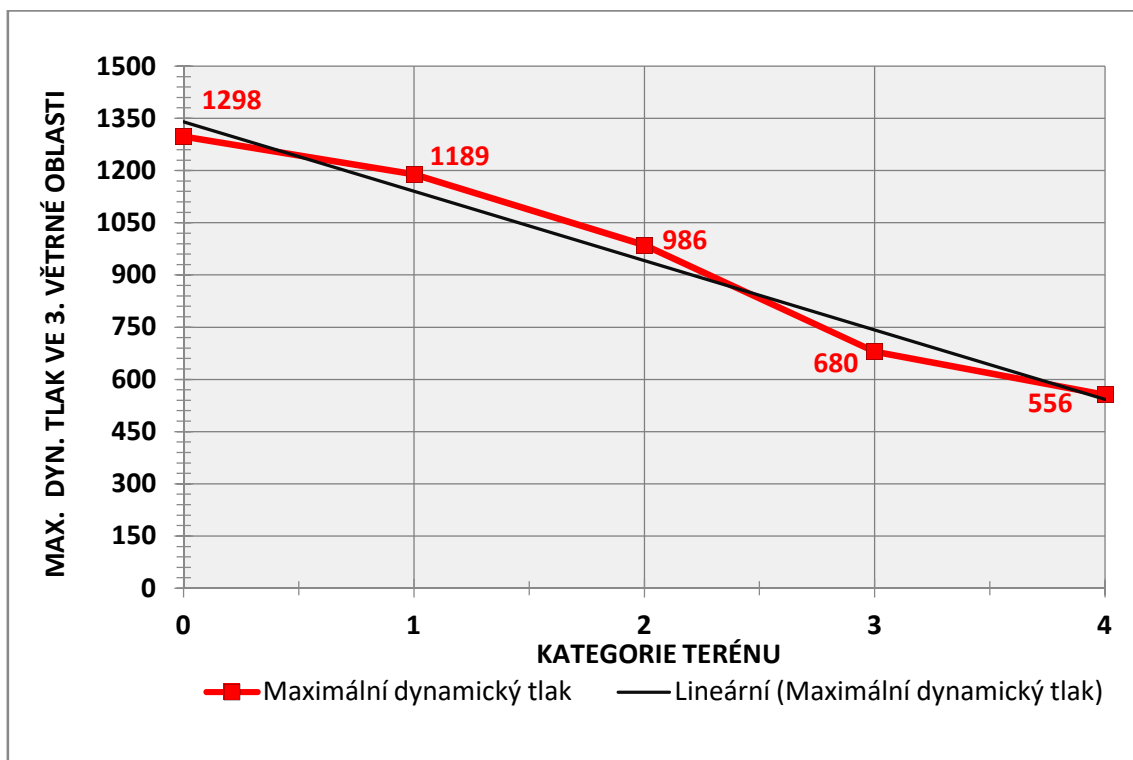


**Graf 1 – Vývoj max. dynamického tlaku v 1. větrné oblasti v závislosti na kategorii terénu**

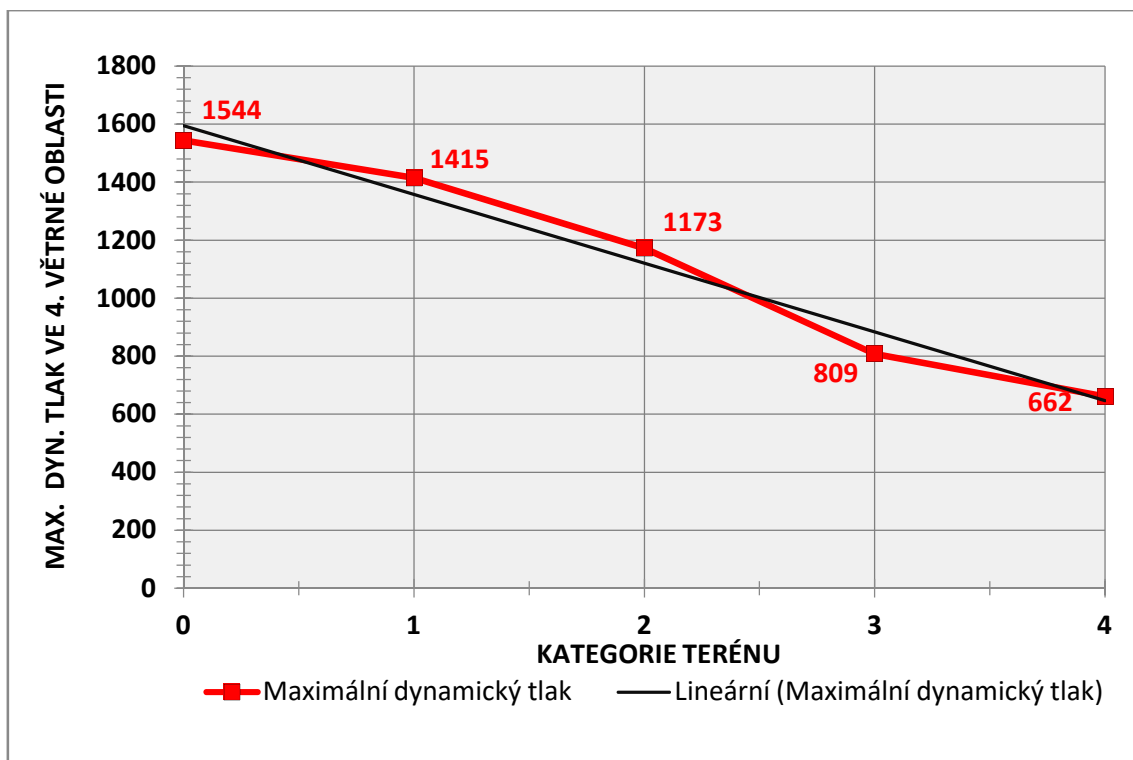


**Graf 2 – Vývoj max. dynamického tlaku ve 2. větrné oblasti v závislosti na kategorii terénu**

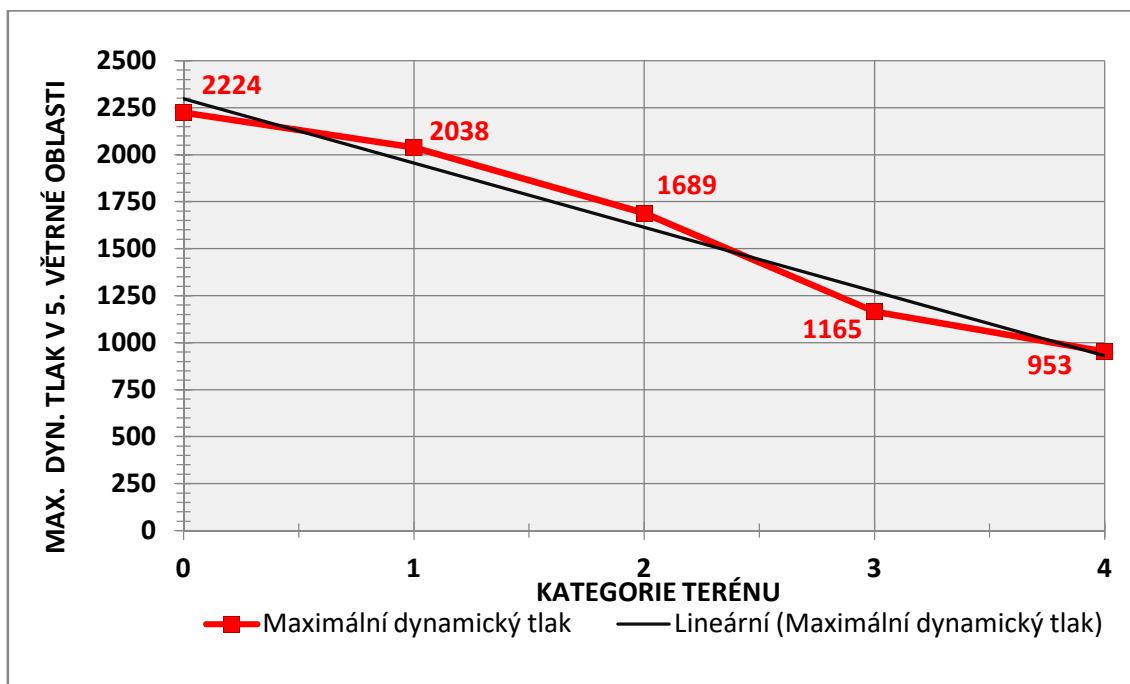




**Graf 3 – Vývoj max. dynamického tlaku ve 3. větrné oblasti v závislosti na kategorii terénu**



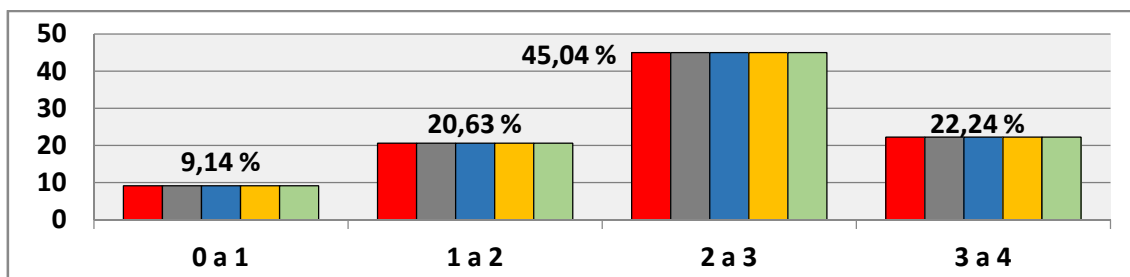
**Graf 4 – Vývoj max. dynamického tlaku ve 4. větrné oblasti v závislosti na kategorii terénu**



**Graf 5 – Vývoj max. dynamického tlaku v 5. větrné oblasti v závislosti na kategorii terénu**

Při výpočtu maximálního dynamického tlaku v každé větrné oblasti na území ČR jsem uvažoval s referenční výškou objektu 6,5 m.

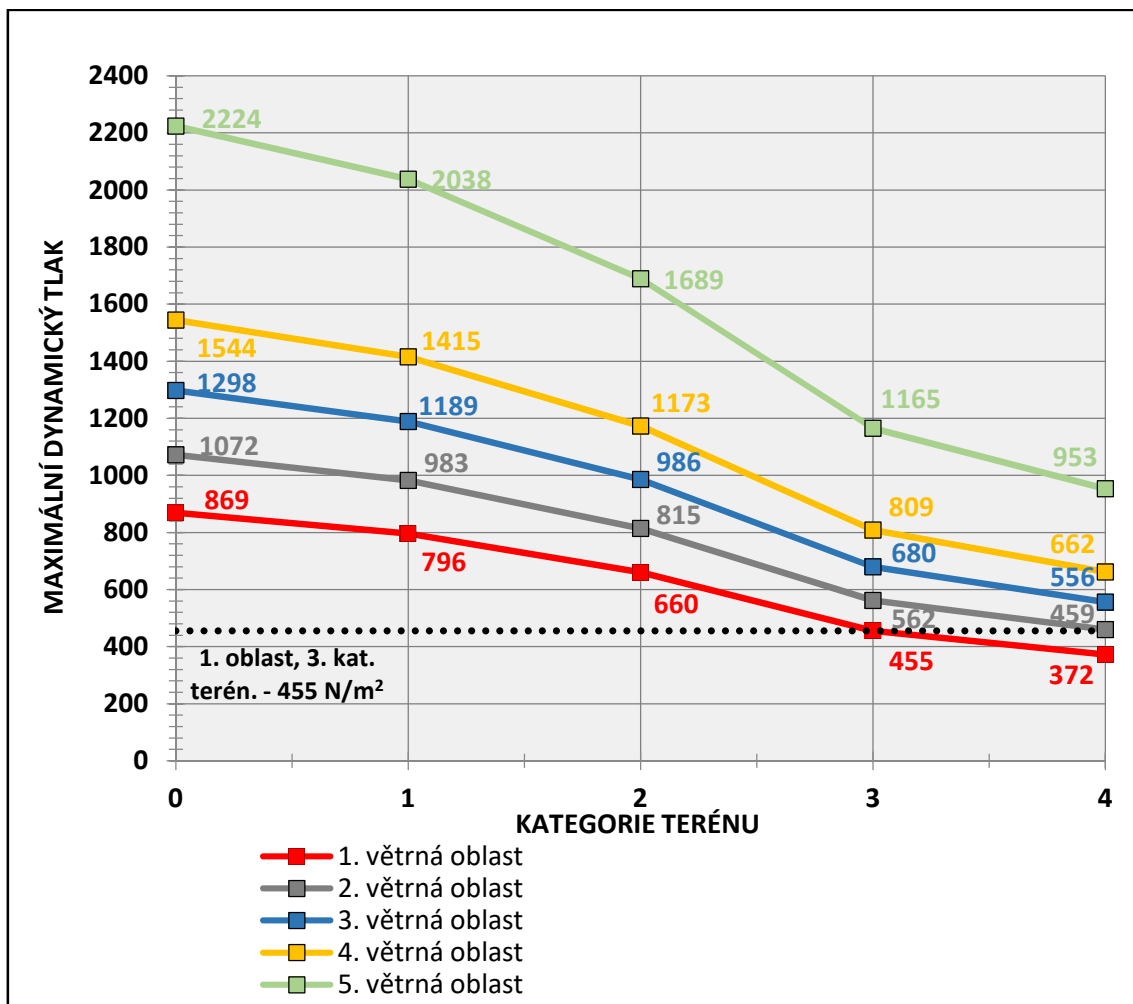
Z grafů č. 1 – 5 je patrné, že křivka vývoje maximálního dynamického tlaku v závislosti na kategoriích terénu, která je v grafech znázorněna červenou barvou, je ve všech větrných oblastech na území ČR téměř shodná. Maximální dynamický tlak narůstá v každé větrné oblasti téměř lineárně s jistými odchylkami. Lineární průběh je v grafech znázorněn křivkou černé barvy. Z grafů je patrné, že hodnoty max. dynamického tlaku lehce kolísají mimo černou křivku, což vyznačuje již zmíněné odchylky.



**Graf 6 – Procentuální nárůst max. dynamického tlaku mezi jednotlivými kategoriemi terénu**

Z grafu č. 6 je patrné, že procentuální nárůst max. dynam. tlaku mezi jednotlivými kategoriemi terénu, je ve všech větrných oblastech na území ČR naprosto totožný a nejvyšších hodnot dosahuje **mezi 2 a 3 kategorií terénu, a to více než 45 %**. Nárůst max. dynamického tlaku **mezi 0 a 4 kategorií terénu je lehce nad 133 %**.

## 6 ANALÝZA UMÍSTĚNÍ BILLBOARDŮ VE VĚTRNÝCH OBLASTECH NA ÚZEMÍ ČR

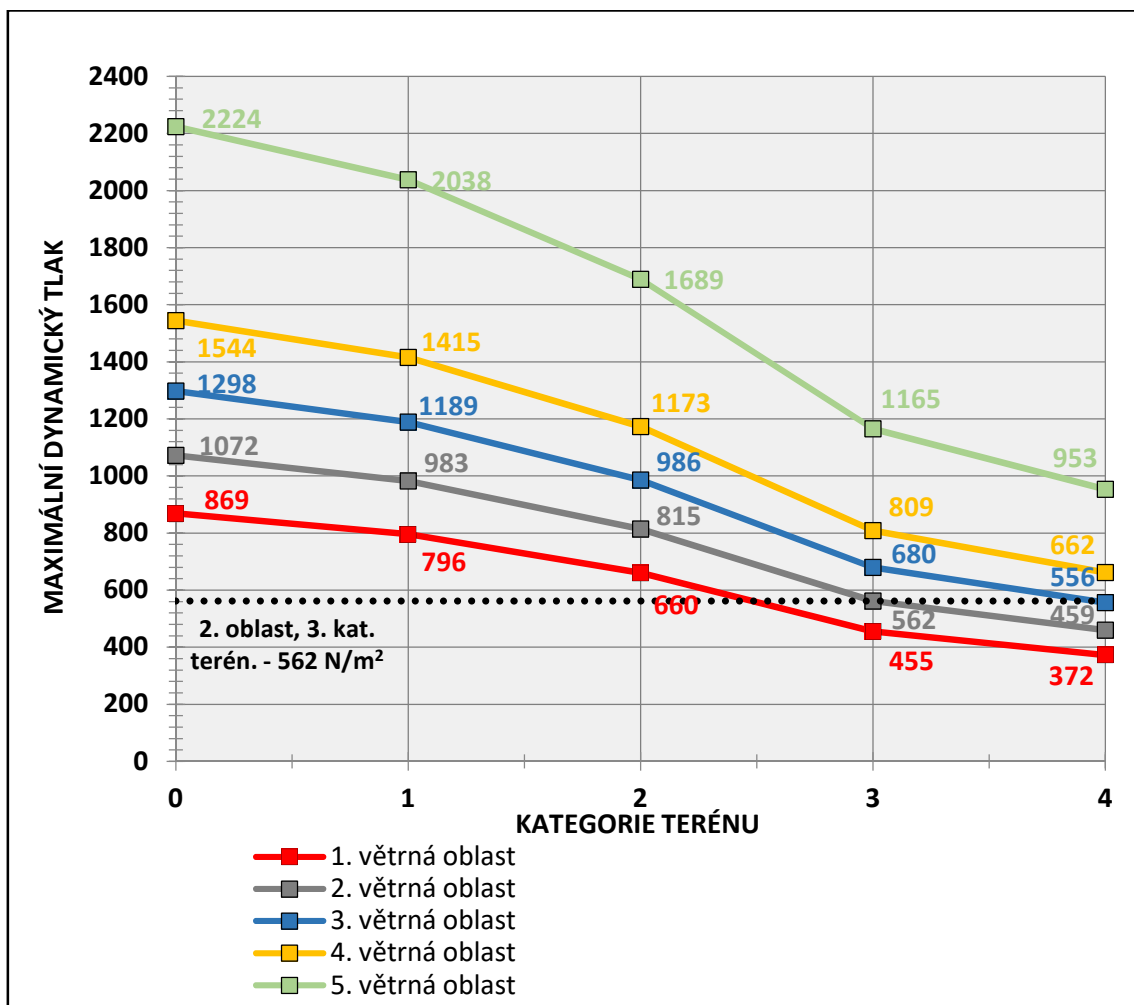


**Graf 7 – Analýza umístění**

Graf číslo 7 znázorňuje možnost umístění obou typů nosné konstrukce billboardu do větrných oblastí na území ČR.

Z grafu č. 7 lze stanovit, že billboard s rozměry reklamní plochy 3,6 x 9,6 m, referenční výškou 6,5 m, dimenzovaný na návrhové zatížení větrem o hodnotě max. dynamického tlaku  $455 \text{ N/m}^2$ , což odpovídá 1. větrné oblasti a 3. kategorii terénu, v grafu vyznačený černou tečkovanou čarou, je možno dále umístit do oblastí, které se v grafu nacházejí pod danou křivkou, aniž by muselo dojít k přepočtení nosné konstrukce. Jedná se o tyto oblasti:

- 1. větrnou oblast- 4. kategorie terénu – max. dynam. tlak –  $372 \text{ N/m}^2$
- 2. větrnou oblast - 4. kategorie terénu – max. dynam. tlak –  $459 \text{ N/m}^2$

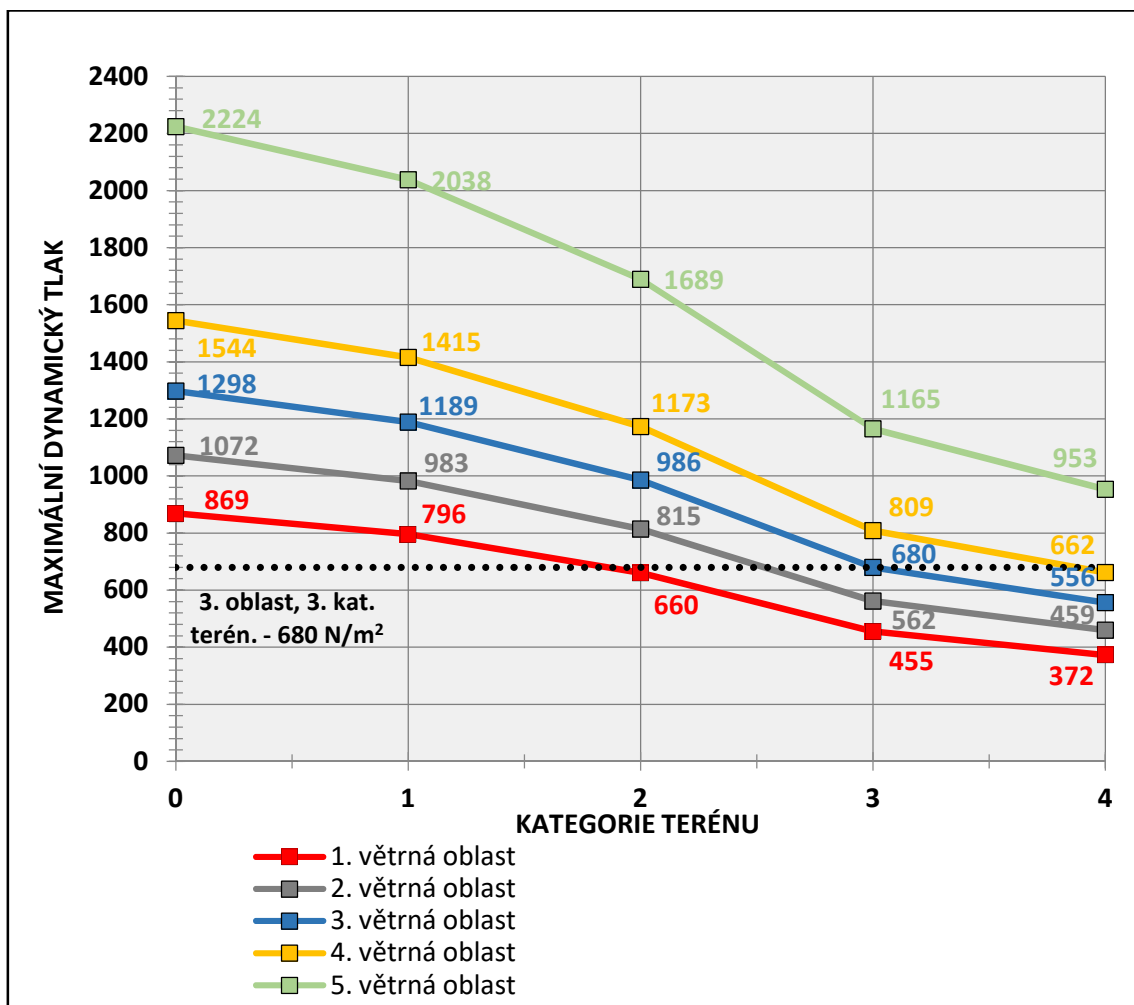


**Graf 8 – Analýza umístění**

Graf číslo 8 znázorňuje možnost umístění obou typů nosné konstrukce billboardu do větrných oblastí na území ČR.

Z grafu č. 8 lze stanovit, že billboard s rozměry reklamní plochy 3,6 x 9,6 m, referenční výškou 6,5 m, dimenzovaný na návrhové zatížení větrem o hodnotě max. dynamického tlaku 562 N/m<sup>2</sup>, což odpovídá 2. větrné oblasti a 3. kategorii terénu, v grafu vyznačený černou tečkovanou čarou, je možno dále umístit do oblastí, které se v grafu nacházejí pod danou křivkou, aniž by muselo dojít k přepočtení nosné konstrukce. Jedná se o tyto oblasti:

- **1. větrnou oblast- 3. kategorie terénu – max. dynam. tlak – 455 N/m<sup>2</sup>**
- **1. větrnou oblast- 4. kategorie terénu – max. dynam. tlak – 372 N/m<sup>2</sup>**
- **2. větrnou oblast - 4. kategorie terénu – max. dynam. tlak – 459 N/m<sup>2</sup>**
- **3. větrnou oblast - 4. kategorie terénu – max. dynam. tlak – 556 N/m<sup>2</sup>**



**Graf 9 – Analýza umístění**

Graf číslo 9 znázorňuje možnost umístění obou typů nosné konstrukce billboardu do větrných oblastí na území ČR.

Z grafu č. 9 lze stanovit, že billboard s rozměry reklamní plochy 3,6 x 9,6 m, referenční výškou 6,5 m, dimenzovaný na návrhové zatížení větrem o hodnotě max. dynamického tlaku 680 N/m<sup>2</sup>, což odpovídá 3. větrné oblasti a 3. kategorii terénu, v grafu vyznačený černou tečkovanou čarou, je možno dále umístit do oblastí, které se v grafu nacházejí pod danou křivkou, aniž by muselo dojít k přepočtení nosné konstrukce. Jedná se o tyto oblasti:

- **1. větrnou oblast- 2. kategorie terénu – max. dynam. tlak – 660 N/m<sup>2</sup>**
- **1. větrnou oblast- 3. kategorie terénu – max. dynam. tlak – 455 N/m<sup>2</sup>**
- **1. větrnou oblast- 4. kategorie terénu – max. dynam. tlak – 372 N/m<sup>2</sup>**
- **2. větrnou oblast - 3. kategorie terénu – max. dynam. tlak – 562 N/m<sup>2</sup>**

- **2. větrnou oblast- 4. kategorie terénu – max. dynam. tlak – 459 N/m<sup>2</sup>**
- **3. větrnou oblast - 4. kategorie terénu – max. dynam. tlak – 556 N/m<sup>2</sup>**

Umístění daného typu konstrukce do oblasti s nižší hodnotou maximálního dynamického tlaku, je nutno zvážit z ekonomického hlediska, jelikož může být ekonomicky výhodnější provést přepočítání konstrukce, čímž by se mohla snížit celková hmotnost konstrukce, což by mohlo vést k celkovému snížení nákladů. Cenová kalkulace nákladů jednotlivých typů nosných konstrukcí v závislosti na umístění objektu v příslušné větrné oblasti na území ČR je uvedena v následující kapitole.

## **7 ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH SLOŽEK CEN BILLBOARDŮ**

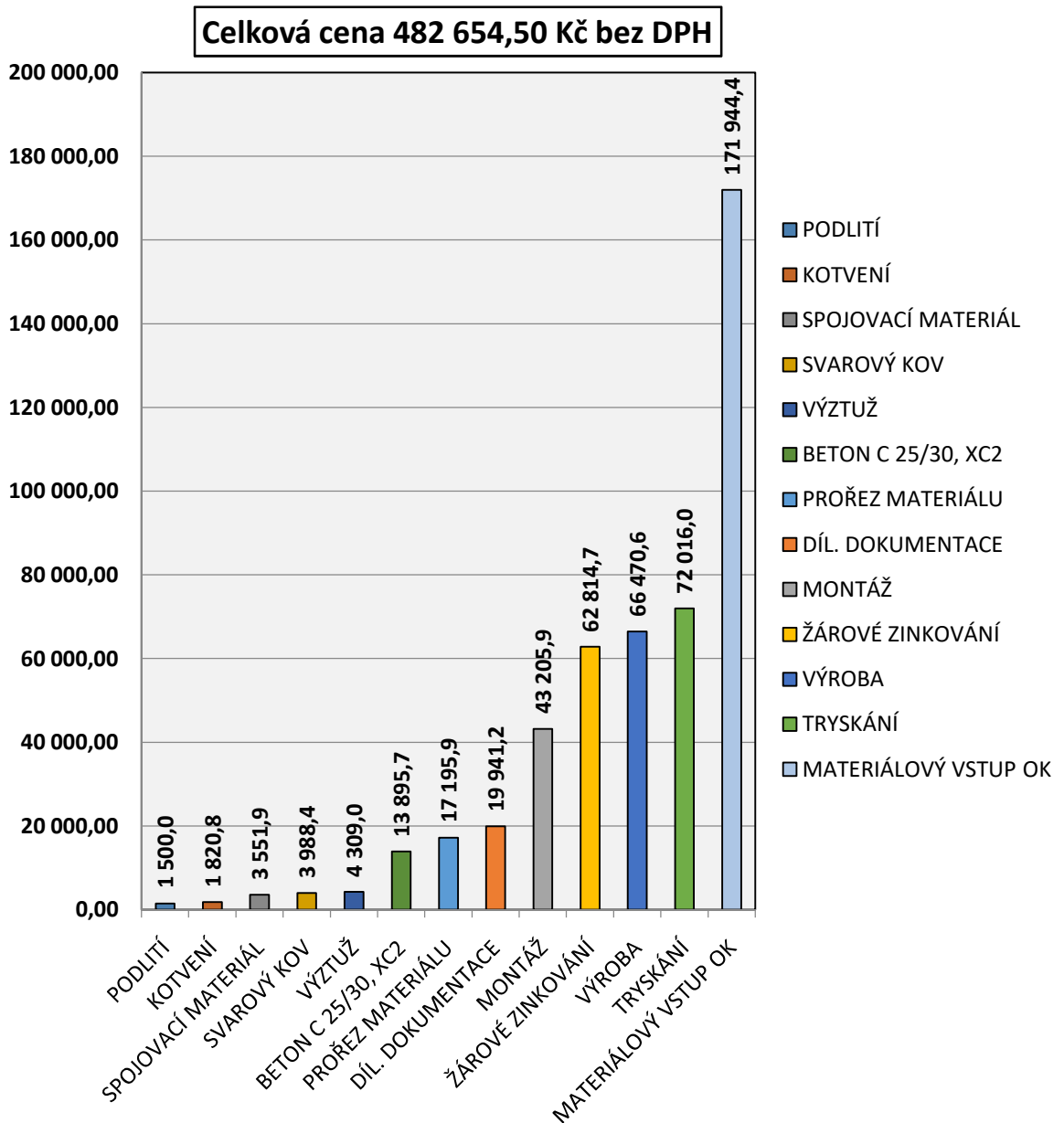
Předmětem této kalkulace je analyzovat nárůst ceny v závislosti na celkové hmotnosti ocelových konstrukcí a dále materiálový vstup základových konstrukcí, a to objem použitého betonu, tonáž výztuže a podlití patních desek sloupů.

Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočítání základových konstrukcí a provést přepočítání cenové kalkulace.

Vzhledem k tomu, že billboard může být umístěn v příslušné větrné oblasti na území celé ČR, tudíž cena souvisejících prací, jakožto terénní úpravy, betonáž, výkopové práce a dále doprava jednotlivých dílců na místo montáže, může být značně odlišná v závislosti na konkrétních terénních podmínkách a lokaci montáže, proto nejsou tyto složky ceny v cenové kalkulaci zahrnuty.

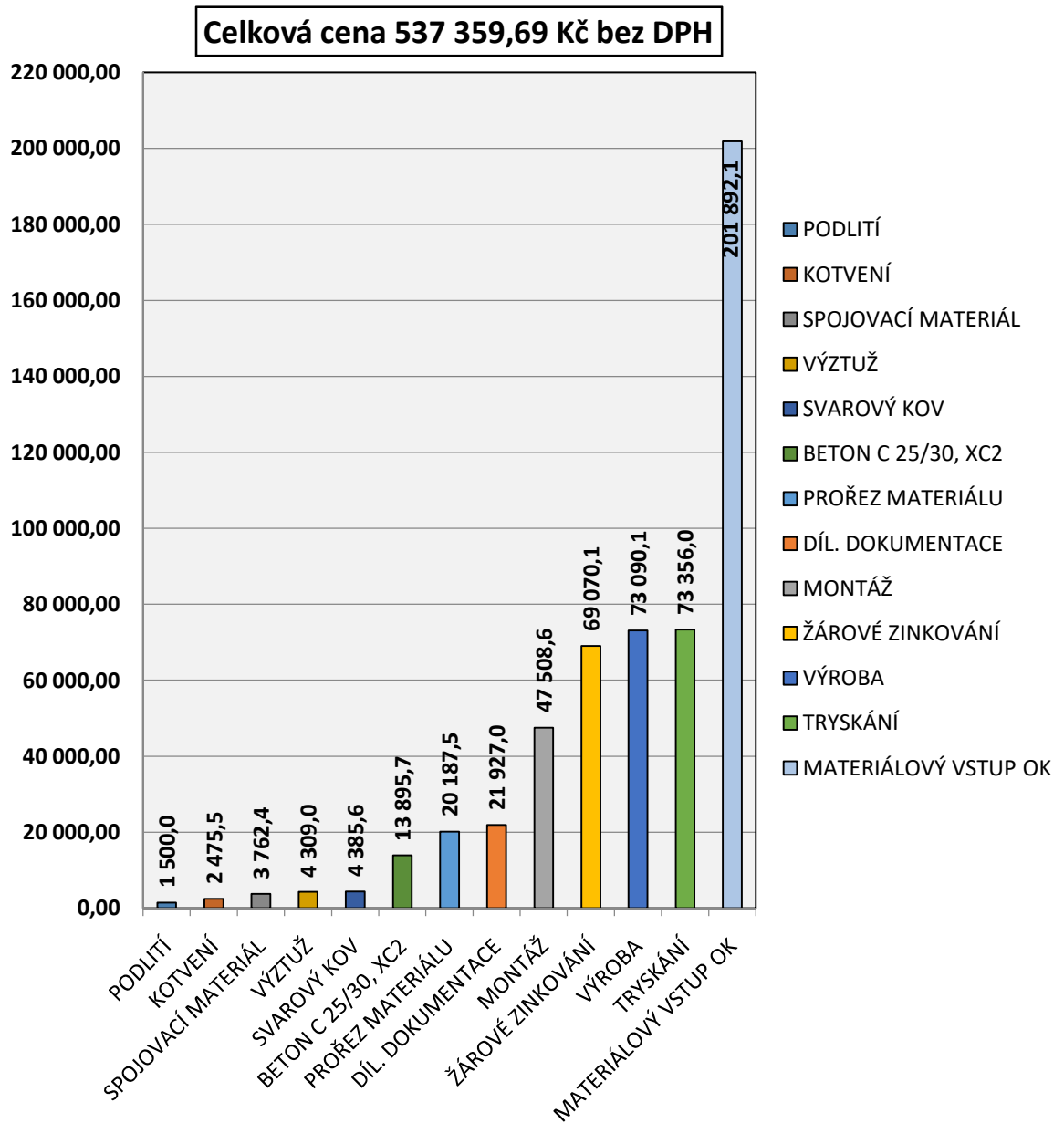
Ocenění materiálových vstupů je převzato z aktuálně platných ceníků výrobců a prodejců hutního materiálu popř. betonárek. Cena souvisejících prací jako je: výroba ocelových dílců, montáž ocelové konstrukce, zpracování dílenské dokumentace atd., je stanovena dle přibližných rozpočtových ukazatelů na základě celkové hmotnosti ocelové konstrukce.

## 7.1 1. NOSNÝ SYSTÉM V 1. VĚTRNÉ OBLASTI



**Graf 10 – Skladba ceny 1. nosného systému v 1. větrné oblasti**

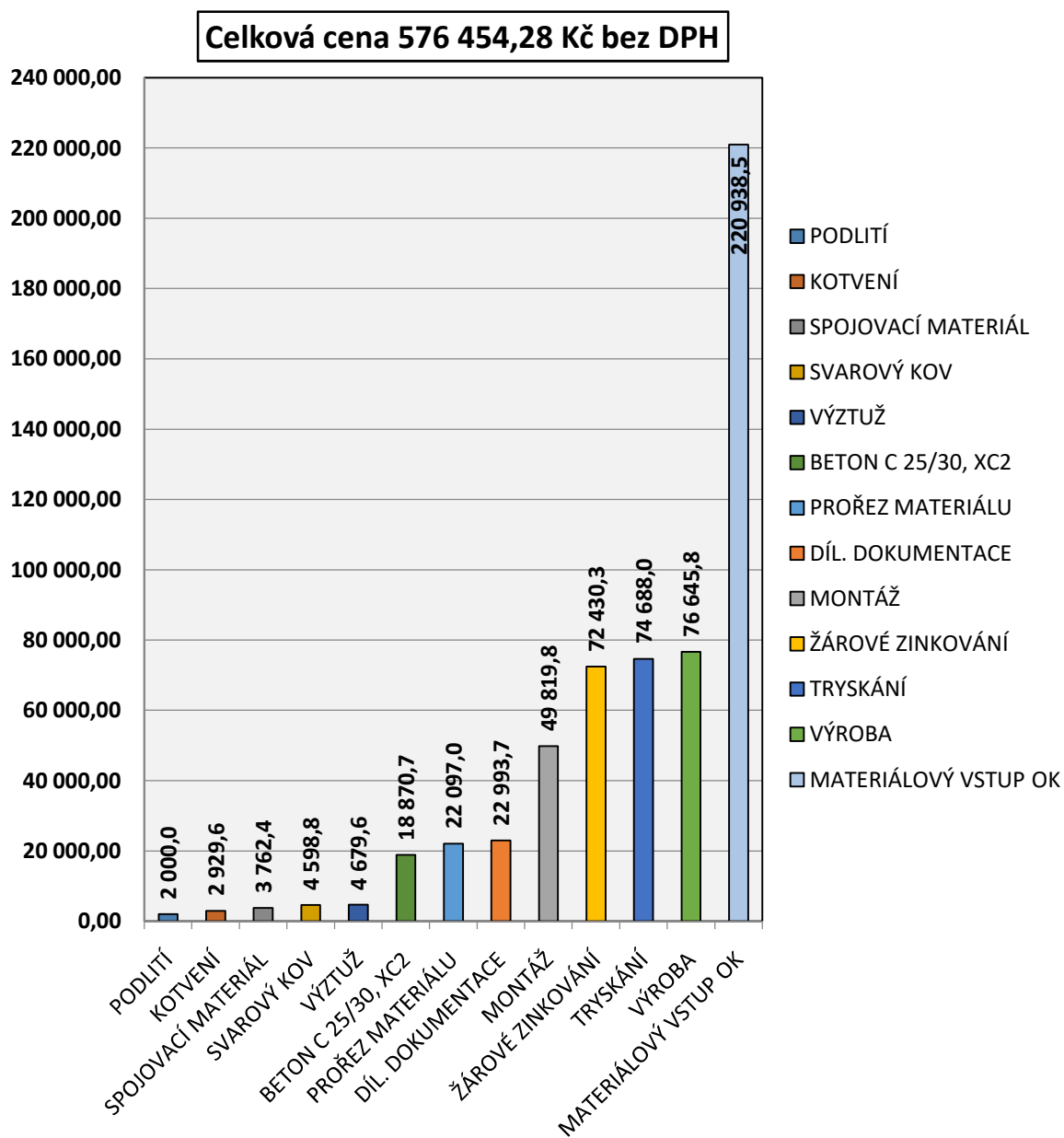
## 7.2 1. NOSNÝ SYSTÉM VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI



**Graf 11 - Skladba ceny 1. nosného systému ve 2. větrné oblasti**

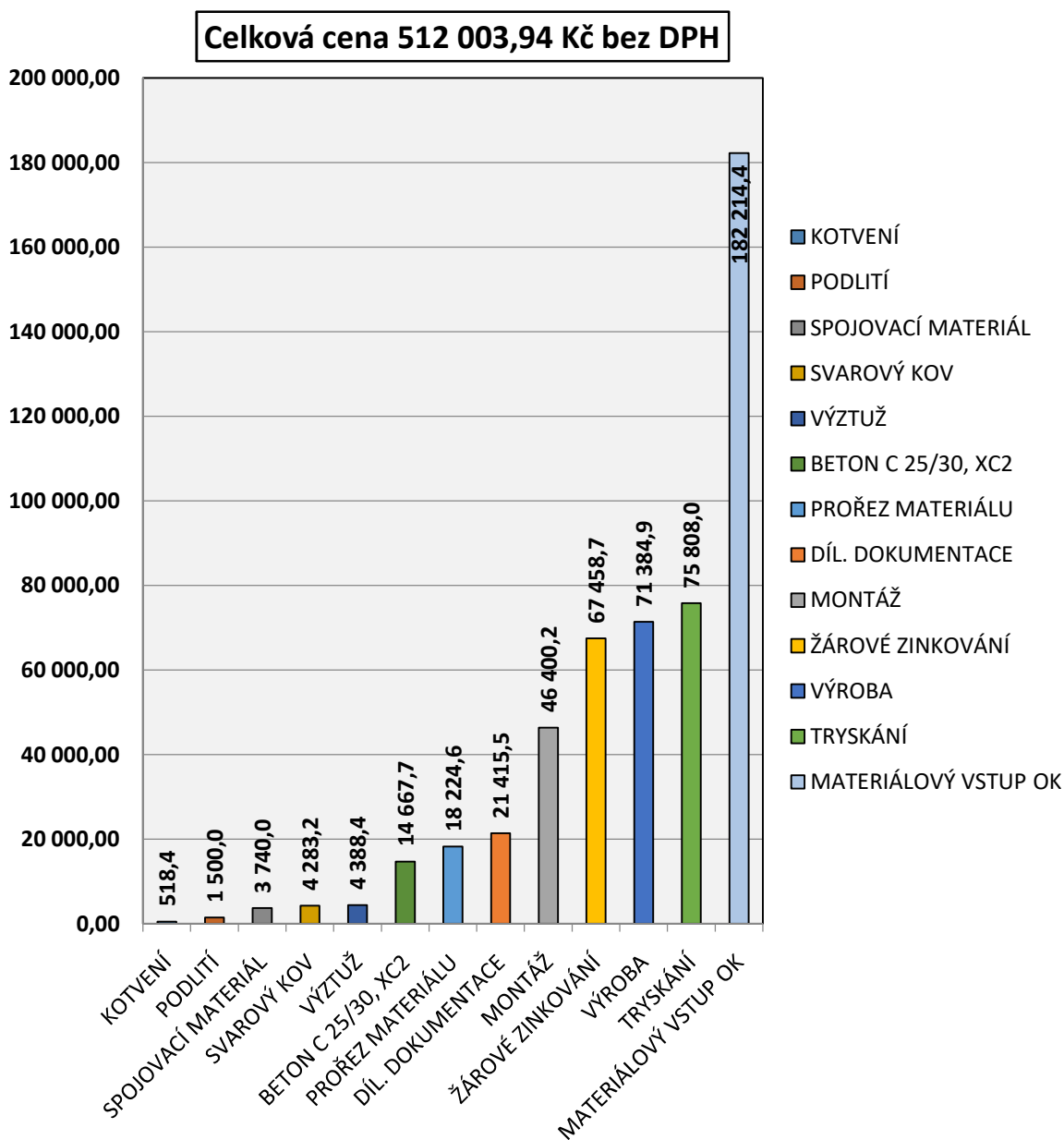


### 7.3 1. NOSNÝ SYSTÉM VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI



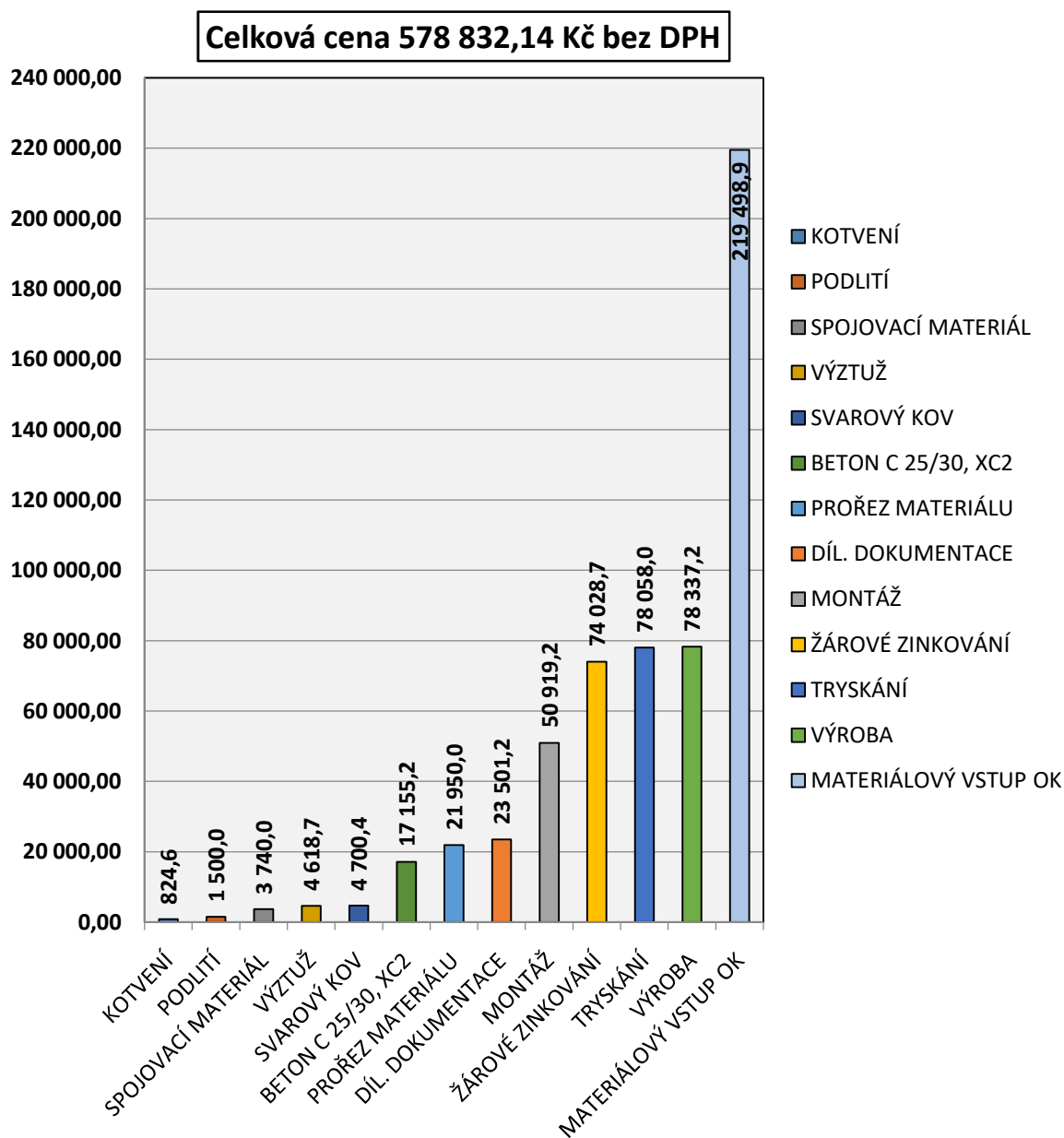
**Graf 12 - Skladba ceny 1. nosného systému ve 3. větrné oblasti**

## 7.4 2. NOSNÝ SYSTÉM V 1. VĚTRNÉ OBLASTI



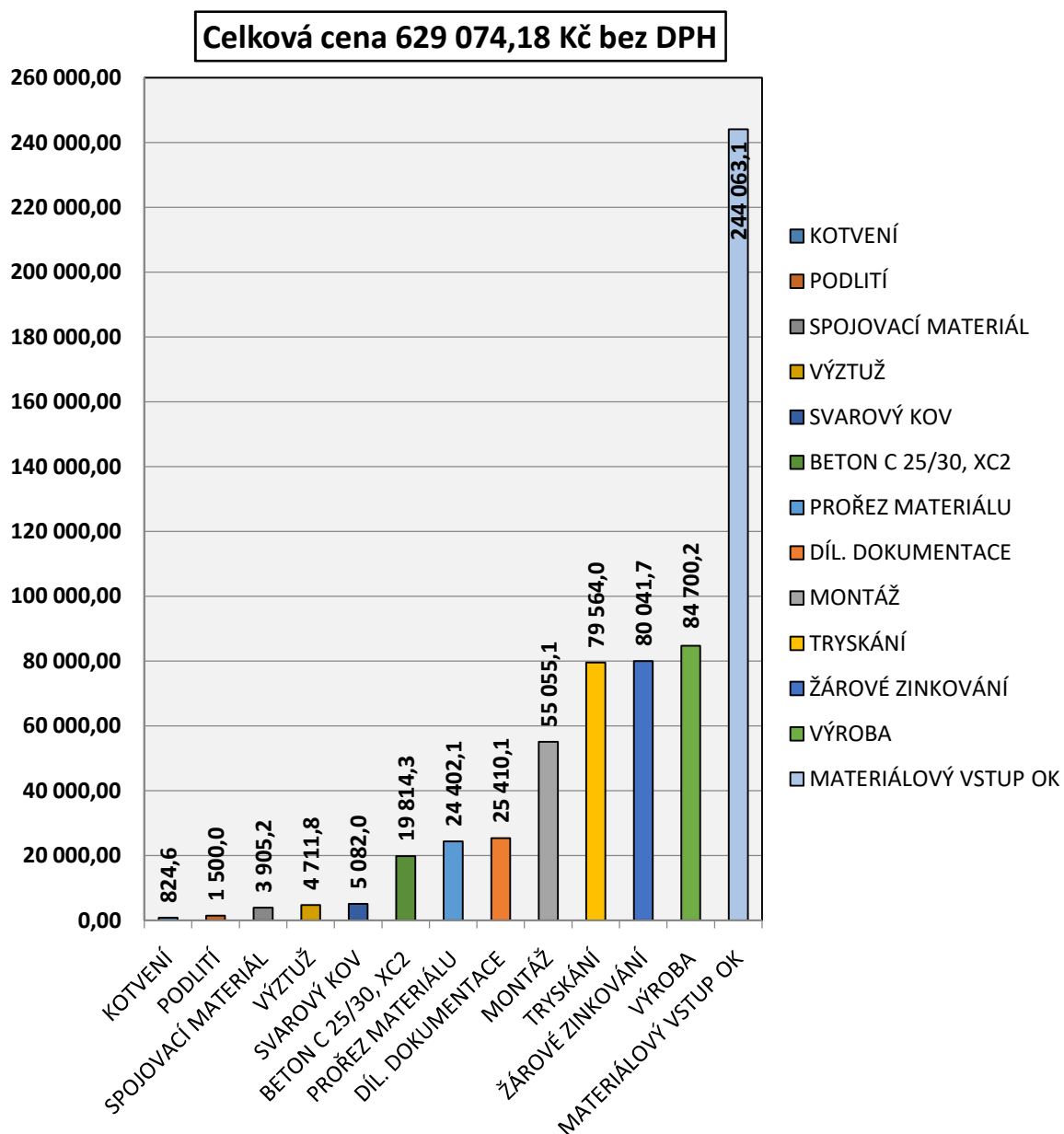
Graf 13 - Skladba ceny 2. nosného systému v 1. větrné oblasti

## 7.5 2. NOSNÝ SYSTÉM VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI



**Graf 14 - Skladba ceny 2. nosného systému ve 2. větrné oblasti**

## 7.6 2. NOSNÝ SYSTÉM VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI



**Graf 15 - Skladba ceny 2. nosného systému ve 3. větrné oblasti**

Z grafů č. 10 – 15 je patrné, že nejvyšší složku ceny, všech typů billboardů ve všech větrných oblastech, tvoří materiálový vstup ocelových konstrukcí, výroba ocelových dílců a protikorozní ochrana. Naopak nejmenší složku ceny tvoří náklady spojené s montážními spoji a kotvením sloupů včetně podlití patních desek. **Materiálový vstup ocelových konstrukcí tvoří zhruba 35 % z celkových nákladů na výstavbu billboardu.**

## 8 ANALÝZA CEN PROTIKOROZNÍ OCHRANY

Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi se řídí normou ČSN EN ISO 12944.

### 8.1 NÁTĚROVÝ SYSTÉM

Ocelová konstrukce bude opatřena třívrstevným nátěrovým systémem tak, aby nátěrový systém odpovídal požadavkům současných platných norem.

- očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
- 1 x základní nátěr S 2005 v tloušťce 35 µm
- 2 x vrchní nátěr S 2013 v tloušťce 2 x 35 µm

TYP	VĚTRNÁ OBLAST	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	HMOTN. [kg]	Celková cena [Kč bez DPH]	TRYSKÁNÍ		NÁTĚR	
					Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/kg	Kč
1	1	360,08	6979,41	473 851,81	200,0	72016	150,00	54012
1	2	366,78	7674,46	525 931,42	200,0	73356	150,00	55017
1	3	373,44	8047,81	560 039,99	200,0	74688	150,00	56016
2	1	379,04	7495,41	501 401,25	200,0	75808	150,00	56856
2	2	390,29	8225,41	563 346,95	200,0	78058	150,00	58544
2	3	397,82	8893,52	608 705,50	200,0	79564	150,00	59673

*Tabulka 2 – Cena nátěrového systému posuzovaných typů billboardů*

### 8.2 ŽÁROVÉ ZINKOVÁNÍ

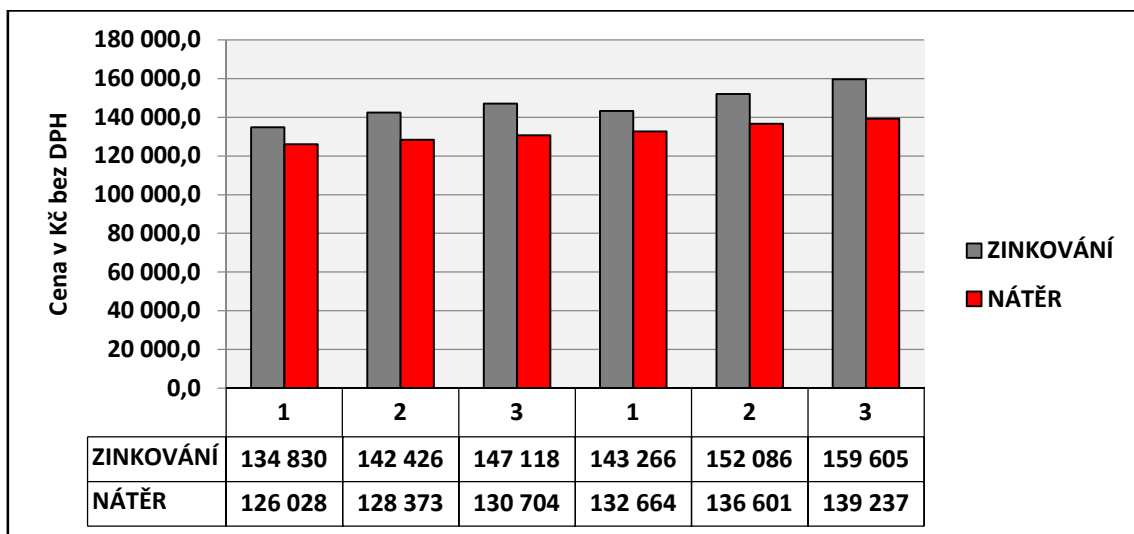
Alternativně je možno ocelovou konstrukci žárově zinkovat na otryskaný podklad SA 2,5.

V případě žárového zinkování je nutné provést výtokové a provzdušňovací otvory.

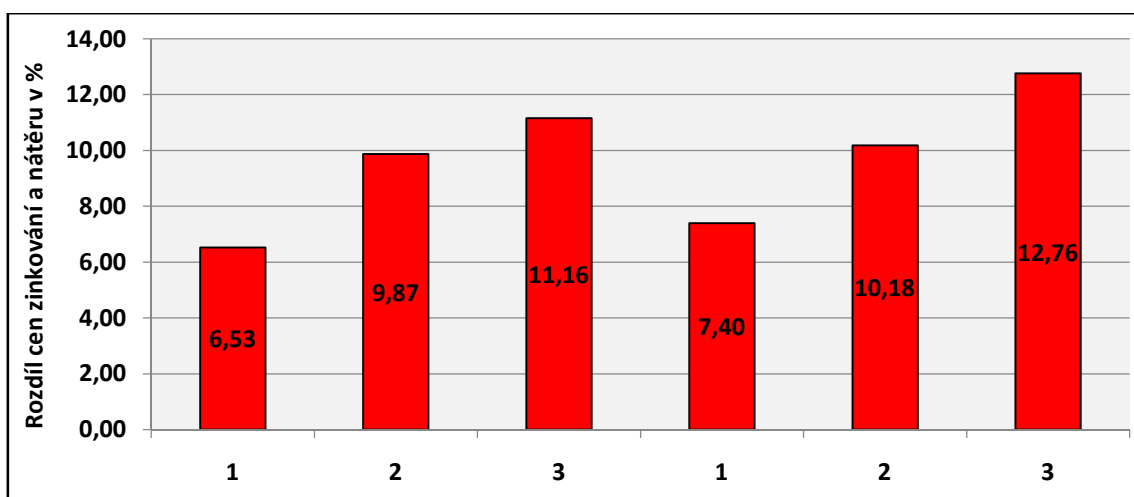
Cena zinkování se počítá z hmotnosti materiálu po pozinkování (nárůst hmotnosti může být až 5%).

TYP	VĚTRNÁ OBLAST	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	HMOTN. [kg]	Celková cena [Kč bez DPH]	TRYSKÁNÍ		ZINKOVÁNÍ	
					Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/kg	Kč
1	1	360,08	6979,41	482 654,50	200,0	72016	9,00	62815
1	2	366,78	7674,46	537 359,69	200,0	73356	9,00	69070
1	3	373,44	8047,81	576 454,28	200,0	74688	9,00	72430
2	1	379,04	7495,41	512 003,94	200,0	75808	9,00	67459
2	2	390,29	8225,41	578 832,14	200,0	78058	9,00	74029
2	3	397,82	8893,52	629 074,18	200,0	79564	9,00	80042

*Tabulka 3 – Cena žárového zinkování posuzovaných typů billboardů*



**Graf 16 – Rozdíl v cenách mezi žárovým zinkováním a nátěrovým systémem**



**Graf 17 – Procentuální rozdíl cen žárového zinkování nátěrového systému**

Z grafů č. 16 a 17 je patrné, že žárové zinkování vychází ve všech případech draž oproti nátěrovému systému. Cena žárového zinkování se odvíjí od celkové hmotnosti konstrukce, kdežto cena nátěrového systému od nátěrové plochy jednotlivých dílců. Jak je patrné z grafu č. 17, dochází s nárůstem hmotnosti ocelové konstrukce také k vyššímu nárůstu ceny zinkování oproti nátěrovému systému. Tento jev je způsoben vyššími dimenzemi profilů, v závislosti na zatížení od větru v různých větrných oblastech na území ČR, jejichž hmotnost narůstá více než nátěrová plocha.

**Protikorozní ochrana tvořená žárovým zinkováním tvoří průměrně cca 26,60 % z celkových nákladů na výstavbu billboardu, kdežto protikorozní ochrana tvořená nátěrovým systémem tvoří pouze cca 24,65 % z celkových nákladů.**

## 9 SROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH CEN A ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

### 9.1 OCELOVÉ KONSTRUKCE S PROTİKOROZNÍ OCHRANOU NÁTĚROVÝM SYSTÉMEM

TYP [-]	VĚTRNÁ OBLAST [-]	KATEG. TERÉNU [-]	ROZMĚR REKLAM. PLOCHY [m]	PODCHOD. VÝŠKA [m]	HMOTN. [kg]	CELKOVÁ CENA BEZ DPH [Kč]	PŘEPOČÍT. CENA ZA 1 kg OCELI [Kč]
1	1	3	9,6 x 3,6	4,7	6 647,06	<b>473 851,81</b>	68,32
1	2	3	9,6 x 3,6	4,7	7 309,01	<b>525 931,42</b>	68,90
1	3	3	9,6 x 3,6	4,7	7 664,58	<b>560 039,99</b>	69,74
2	1	3	9,6 x 3,6	4,7	7 138,49	<b>501 401,25</b>	67,36
2	2	3	9,6 x 3,6	4,7	7 833,72	<b>563 346,95</b>	68,94
2	3	3	9,6 x 3,6	4,7	8 470,02	<b>608 705,50</b>	68,79

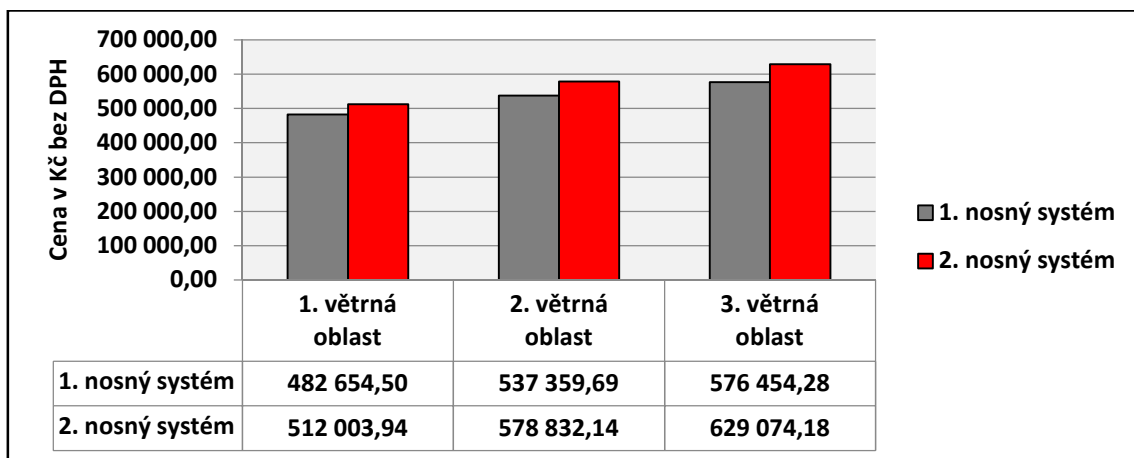
*Tabulka 4 – Srovnání cen billboardů s PO nátěrovým systémem*

### 9.2 OCELOVÉ KONSTRUKCE S PROTİKOROZNÍ OCHRANOU ŽÁROVÝM ZINKOVÁNÍM

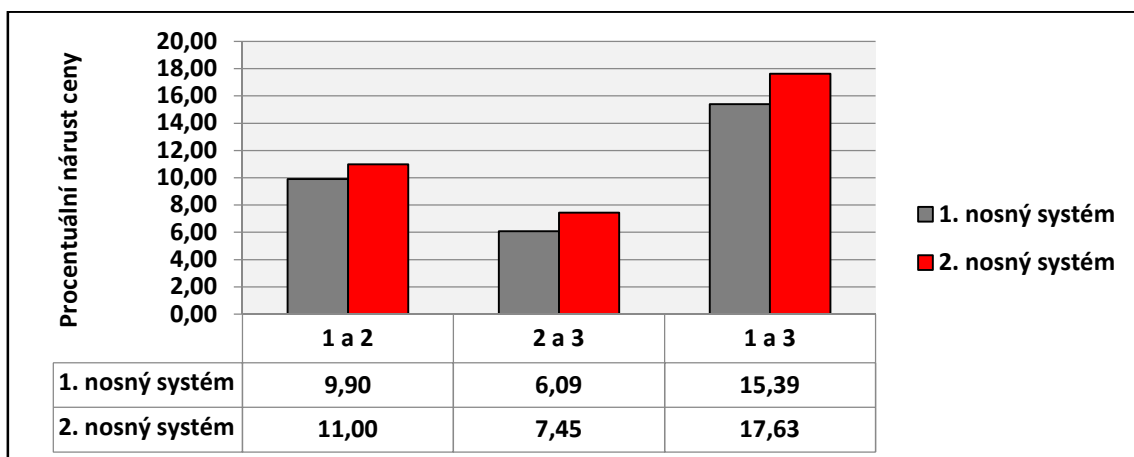
TYP [-]	VĚTRNÁ OBLAST [-]	KATEG. TERÉNU [-]	ROZMĚR REKLAM. PLOCHY [m]	PODCHOD. VÝŠKA [m]	HMOTN. [kg]	CELKOVÁ CENA BEZ DPH [Kč]	PŘEPOČÍT. CENA ZA 1 kg OCELI [Kč]
1	1	3	9,6 x 3,6	4,7	6 647,06	<b>482 654,50</b>	69,65
1	2	3	9,6 x 3,6	4,7	7 309,01	<b>537 359,69</b>	70,82
1	3	3	9,6 x 3,6	4,7	7 664,58	<b>576 454,28</b>	71,88
2	1	3	9,6 x 3,6	4,7	7 138,49	<b>512 003,94</b>	68,84
2	2	3	9,6 x 3,6	4,7	7 833,72	<b>578 832,14</b>	70,92
2	3	3	9,6 x 3,6	4,7	8 470,02	<b>629 074,18</b>	71,20

*Tabulka 5 – Srovnání cen billboardů s PO žárovým zinkováním*

Vzhledem k charakteru konstrukce a jejího umístění se přikláním k protikorozní ochraně tvořené žárovým zinkováním, tudíž v následujících grafech bude srovnání cen s protikorozní ochranou ocelových konstrukcí tvořenou tímto způsobem.



Graf 18 – Srovnání cen 1. a 2. nosného systému v závislosti na větrné oblasti



Graf 19 – Procentuální nárůst ceny v závislosti na větrné oblasti

Jak je patrné z grafů č. 18 a č. 19, nosný systém s příhradovým tubusem má vyšší náklady na realizaci v každé posuzované větrné oblasti. Tato skutečnost je dána tím, že příhradový tubus dosahuje výrazně vyšší hmotnosti než jeden kruhový sloup. **Nosný systém s příhradovým tubusem doporučuji používat u billboardů s vyšší referenční výškou reklamní plochy.** Při vyšší výšce billboardu, odhaduji cca kolem 10,0 m, bude ekonomicky výhodnější používat nosný systém s příhradovým tubusem, jelikož jeden sloup by vyšel příliš masivní, popř. se již daný rozměr kruhové trubky nemusí vyrábět.

Z grafu č. 19 je možné vyčíst procentuální nárůst cen mezi jednotlivými větrnými oblastmi. **Mezi 1. a 2. větrnou oblastí je procentuální nárůst ceny výrazně vyšší než mezi 2 a 3 oblastí, a to o 3,81 % v případě nosného systému s kruhovým sloupem a 3,55 % v případě nosného systému s příhradovým tubusem.** Tento rozdíl nárůstu je dán tím, že ve vyšších větrných oblastech, je nutno navrhnout vyšší dimenze profilů. Jelikož se jedná o profily opravdu vysokých dimenzí, které se vyrábí pouze



v omezených rozměrech, a jejich rozmanitost není tak velká, jako tomu je u menších profilů, nejsou v některých případech plně využity a vyhoví ve více větrných oblastech.

Posledním zjištěným výsledkem je, že náklady související s ocelovými konstrukcemi přepočítané na 1 kg použité oceli se u posuzovaných typů billboardů pohybují okolo **70 Kč za 1 kg oceli S 235**. Běžně se ocelové konstrukce oceňují rozpočtovými ukazateli na základě celkové hmotnosti konstrukce. Při prvotním ocenění daných typů billboardů jsem uvažoval jednotkovou cenou oceli **80 Kč za 1 kg**. Jak prokázala analýza celkových nákladů, cena se pohybuje okolo 70 Kč za 1 kg oceli, tudíž je patrné, že rozpočtový ukazatel je možno použít pro stanovení ceny a zcela jistě nám pokryje celkové náklady na realizaci včetně **12,5% rezervy na případné mimořádné náklady**.

## 10 ZÁVĚR

Hlavním předmětem této diplomové práce bylo analyzovat nárůst pořizovacích nákladů na výstavbu 2. typů nosných systémů billboardů, umístěných v různých větrných oblastech na území ČR, v závislosti na celkové hmotnosti navržených ocelových konstrukcí a dále ocenit materiálový vstup základových konstrukcí, a to objem použitého betonu, tonáž výztuže a podlití patních desek sloupů.

Analýza byla provedena pro nejpoužívanější typ billboardů, a to tzv. „véčko“ s dvěma odlišnými nosnými systémy, a to s jedním kruhovým sloupem a dále s příhradovým tubusem. Jedná se o ocelovou konstrukci s dvěma reklamními plochami o rozměrech 9,6 x 3,6 m tvořící půdorysně písmeno „V“. Billboardy byly umístěny do 1. – 3. větrné oblasti vždy ve 3. kategorii terénu s referenční výškou reklamní plochy 6,5 m.

Při navrhování nosných konstrukcí bylo postupováno v souladu s příslušnými normami ČSN EN.

Diplomová práce je rozdělena do hlavní textové části, výkresové části a příloh.

V hlavní části se nachází základní statické posouzení primárních nosných konstrukcí billboardů a dále ekonomická analýza.

Výkresová část je rozdělena do 6 bloků, pro 2 nosné systémy umístěné v 1. – 3. větrné oblasti. V přílohách se nachází kompletní statická posouzení jednotlivých typů umístěných v příslušné větrné oblasti a dále kompletní rozpis materiálu a jeho cenová kalkulace.

Při navrhování nosných konstrukcí byl kladen důraz na celkovou váhu objektu, a tím minimalizaci nákladů na realizaci. Následná ekonomická analýza prokázala, že průměrná přepočítaná cena za 1 kg oceli S 235 činí cca 70 Kč bez DPH, což považuji za velice příznivou cenu.

## **SEZNAM VÝKRESŮ**

### **NOSNÝ SYSTÉM 1 – VĚTRNÁ OBLAST 1**

D. 1. 2. 7	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 8	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 9	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

### **NOSNÝ SYSTÉM 1 – VĚTRNÁ OBLAST 2**

D. 1. 2. 4	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 5	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 6	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

### **NOSNÝ SYSTÉM 1 – VĚTRNÁ OBLAST 3**

D. 1. 2. 7	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 8	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 9	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

### **NOSNÝ SYSTÉM 2 – VĚTRNÁ OBLAST 1**

D. 1. 2. 10	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 11	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 12	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

### **NOSNÝ SYSTÉM 2 – VĚTRNÁ OBLAST 2**

D. 1. 2. 13	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 14	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 15	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

### **NOSNÝ SYSTÉM 2 – VĚTRNÁ OBLAST 3**

D. 1. 2. 16	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 17	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 18	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

### **NOSNÝ SYSTÉM 1 -2 – VĚTRNÁ OBLAST 1 -3**

D. 1. 2. 19	REKLAMNÍ PLOCHA	M 1:30	A3
D. 1. 2. 20	DETAILY KOTVENÍ K1-K3	M 1:15	A3
D. 1. 2. 21	DETAILY KOTVENÍ K4 – K6	M 1:15	A3

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 – Statická posouzení ocelových konstrukcí billboardů pro různé větrné oblasti **327 stran**

Příloha č. 2 – Rozpis materiálu a jeho cenová kalkulace **70 stran**

## **SEZNAM POUŽITÝCH NOREM**

ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 - Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 – Obecná zatížení – Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 – Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN EN 1991-1-6 – Obecná zatížení – Zatížení během provádění

ČSN EN 1992 – Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1997 – Navrhování geotechnických konstrukcí

ČSN EN 1998 – Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení

ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy

ČSN EN 206 – Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

ČSN EN ISO 12494 – Zatížení konstrukcí námrazou

ČSN EN ISO 12944 - Protikoroze ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy

## **SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

STUDNIČKA, Jiří. *Navrhování nosných konstrukcí*. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01-05490-1.

PROCHÁZKA, Jaroslav. *Navrhování betonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knihnice (ČKAIT). ISBN 978-80-87438-03-9.

MASOPUST, Jan. *Navrhování základových a pažicích konstrukcí: příručka k ČSN EN 1997*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2012. ISBN 978-80-87438-31-2.

MACHÁČEK, Josef. *Navrhování ocelových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8 ; Navrhování hliníkových konstrukcí : příručka k ČSN EN 1999-1*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2009. Technická knihnice (ČKAIT). ISBN 978-80-87093-86-3.

HOLICKÝ, Milan a Jana MARKOVÁ. *Zásady navrhování stavebních konstrukcí: příručka k ČSN EN 1990*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2007. Technická knihnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN 978-80-87093-27-6.

BÁRTLOVÁ, Alice. *Vzpěr prutových soustav: určeno [také] stud. stavebních fakult vys. škol*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1977. Řada stavební literatury.

KADLČÁKOVÁ, Anna. *Ekonomika ve stavebnictví 20: ceny, náklady, kalkulace*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02436-9.

BLAŽEK, Jiří. *Smlouvy ve výstavbě: Ceny a kalkulace ve stavebnictví*. Praha: Institut pro místní správu Praha, 2005. ISBN 80-86976-04-1.

STUDNIČKA, Jiří a Jan ŠAFKA. *Vzpěr a boulení ocelových konstrukcí: výpočtové pomůcky a příklady*. Praha: SNTL, 1980.

VRANÝ, Tomáš a František WALD. *Ocelové konstrukce: tabulky*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03140-3.

## **SEZNAM POUŽITÝCH INTERNETOVÝCH ODKAZŮ**

<http://www.foiniasteel.cz/>  
<http://www.ferrum.cz/>  
<http://www.ferona.cz/>  
<http://www.billboardy.net/>  
<https://www.betonsserver.cz/>  
<https://shop.feromat.cz/>  
<https://www.profimat.cz/>  
<http://www.spojovaci-material.net/>  
<https://www.kondor.cz/>  
<http://zarova-zinkovna.mea.cz/>

## **SOUPIS POUŽITÉHO SOFTWARE**

AutoCAD 2016  
Microsoft Excel 2007  
Microsoft Word 2007  
Statický program IDA Nexis verze 3.60  
PDFCreator

## SOUPIS OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Nosný systém s kruhovým sloupem .....	12
Obrázek 2 – Nosný systém s příhradovým tubusem.....	12
Obrázek 3 – Mapa sněhové oblasti na území ČR .....	15
Obrázek 4 – Mapa větrných oblastí na území ČR .....	16
Obrázek 5 – Mapa tříd námrazy na území ČR.....	17
Obrázek 6 – Mapa seizmických oblastí ČR .....	17
Obrázek 7 – Kategorie terénu .....	22
Obrázek 8 – Excentricita zatížení větrem.....	23
Obrázek 9 – Čísla profilů .....	25
Obrázek 10 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL.....	28
Obrázek 11 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY.....	28
Obrázek 12 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY.....	29
Obrázek 13 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ .....	29
Obrázek 14 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY .....	30
Obrázek 15 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - SLOUP.....	30
Obrázek 16 – Excentricita zatížení větrem.....	38
Obrázek 17 – Čísla profilů .....	40
Obrázek 18 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL.....	43
Obrázek 19 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY.....	43
Obrázek 20 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY.....	44
Obrázek 21 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ .....	44
Obrázek 22 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY .....	45
Obrázek 23 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - SLOUP.....	45
Obrázek 24 – Excentricita zatížení větrem.....	53
Obrázek 25 – Čísla profilů .....	55
Obrázek 26 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL.....	58
Obrázek 27 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY.....	58
Obrázek 28 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY.....	59
Obrázek 29 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ .....	59
Obrázek 30 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY .....	60
Obrázek 31 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - SLOUP.....	60
Obrázek 32 – Excentricita zatížení větrem.....	68
Obrázek 33 – Čísla profilů .....	70
Obrázek 34 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL.....	73
Obrázek 35 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY.....	73
Obrázek 36 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY.....	74
Obrázek 37 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ .....	74
Obrázek 38 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY .....	75
Obrázek 39 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – NÁROŽNÍKY TUBUSU .....	75
Obrázek 40 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – SVISLICE TUBUSU.....	76
Obrázek 41 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – DIAGONÁLY TUBUSU .....	76
Obrázek 42 – Excentricita zatížení větrem.....	85
Obrázek 43 – Čísla profilů .....	87
Obrázek 44 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL.....	90
Obrázek 45 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY.....	90
Obrázek 46 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY.....	91
Obrázek 47 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ .....	91
Obrázek 48 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY .....	92

Obrázek 49 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – NÁROŽNÍKY TUBUSU .....	92
Obrázek 50 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – SVISLICE TUBUSU.....	93
Obrázek 51 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – DIAGONÁLY TUBUSU .....	93
Obrázek 52 – Excentricita zatížení větrem.....	102
Obrázek 53 – Čísla profilů .....	104
Obrázek 54 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL.....	107
Obrázek 55 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘÍČNÍKY.....	107
Obrázek 56 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY.....	108
Obrázek 57 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ .....	108
Obrázek 58 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY .....	109
Obrázek 59 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – NÁROŽNÍKY TUBUSU .....	109
Obrázek 60 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – SVISLICE TUBUSU.....	110
Obrázek 61 - Vnitřní síly na prutu (ech). Únos. kombi: 1/38 – DIAGONÁLY TUBUSU .....	110
Obrázek 62 – Kategorie terénu.....	119

## **SOUPIS GRAFŮ**

Graf 1 – Vývoj max. dynamického tlaku v 1. větrné oblasti v závislosti na kategorii terénu .....	120
Graf 2 – Vývoj max. dynamického tlaku ve 2. větrné oblasti v závislosti na kategorii terénu .....	120
Graf 3 – Vývoj max. dynamického tlaku ve 3. větrné oblasti v závislosti na kategorii terénu .....	121
Graf 4 – Vývoj max. dynamického tlaku ve 4. větrné oblasti v závislosti na kategorii terénu .....	121
Graf 5 – Vývoj max. dynamického tlaku v 5. větrné oblasti v závislosti na kategorii terénu .....	122
Graf 6 – Procentuální nárůst max. dynamického tlaku mezi jednotlivými kategoriemi terénu .....	122
Graf 7 – Analýza umístění .....	123
Graf 8 – Analýza umístění .....	124
Graf 9 – Analýza umístění .....	125
Graf 10 – Skladba ceny 1. nosného systému v 1. větrné oblasti.....	127
Graf 11 - Skladba ceny 1. nosného systému ve 2. větrné oblasti .....	128
Graf 12 - Skladba ceny 1. nosného systému ve 3. větrné oblasti .....	129
Graf 13 - Skladba ceny 2. nosného systému v 1. větrné oblasti .....	130
Graf 14 - Skladba ceny 2. nosného systému ve 2. větrné oblasti .....	131
Graf 15 - Skladba ceny 2. nosného systému ve 3. větrné oblasti .....	132
Graf 16 – Rozdíl v cenách mezi žárovým zinkováním a nátěrovým systémem.....	134
Graf 17 – Procentuální rozdíl cen žárového zinkování nátěrového systému.....	134
Graf 18 – Srovnání cen 1. a 2. nosného systému v závislosti na větrné oblasti.....	136
Graf 19 – Procentuální nárůst ceny v závislosti na větrné oblasti .....	136

## **SOUPIS TABULEK<sup>1</sup>**

Tabulka 1 – Vývoj maximálního dynamického tlaku ve větrných oblastech ČR .....	119
Tabulka 2 – Cena nátěrového systému posuzovaných typů billboardů.....	133
Tabulka 3 – Cena žárového zinkování posuzovaných typů billboardů.....	133
Tabulka 4 – Srovnání cen billboardů s PO nátěrovým systémem.....	135
Tabulka 5 – Srovnání cen billboardů s PO žárovým zinkováním .....	135

---

<sup>1</sup> Tabulky generované výpočtovým softwarem Ida Nexis verze 3.60 nejsou vzhledem k jejich množství ve výpisu uvedeny.

Fakulta aplikovaných věd  
Katedra mechaniky  
Obor: Stavitelství (STA)  
Akademický rok: 2017/2018

## PŘÍLOHA Č. 1

### STATICKÁ POSOUZENÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ BILLBOARDŮ PRO RŮZNÉ VĚTRNÉ OBLASTI

Vypracoval:

Bc. Jaroslav Polesný

Vedoucí práce:

Ing. Petr Kesl



## **OBSAH**

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>POPIS POSUZOVANÝCH KONSTRUKCÍ</b> .....	<b>5</b>
2.1	NOSNÝ SYSTÉM S KRUHOVÝM SLOUPEM .....	5
2.2	NOSNÝ SYSTÉM S PŘÍHRADOVÝM TUBUSEM.....	6
<b>3</b>	<b>POUŽITÝ MATERIÁL</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>OCHRANA PROTI KOROZI</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>OCHRANA PROTI POŽÁRU</b> .....	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>POUŽITÉ PODKLADY</b> .....	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>POUŽITÁ VÝPOČETNÍ TECHNIKA</b> .....	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>STATICKE POSOUZENÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ BILLBOARDŮ</b> .....	<b>8</b>
8.1	PŘEHLED ZATÍŽENÍ.....	8
8.2	PŘEHLED KOMBINACÍ ZATÍŽENÍ.....	11
<b>9</b>	<b>STATICKE POSOUZENÍ 1. NOSNÉHO SYSTÉMU V 1. VĚTRNÉ OBLASTI</b> .....	<b>12</b>
9.1	ROZBOR ZATÍŽENÍ.....	12
9.2	SOFTWAREVÝ VÝPOČET .....	18
9.3	POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	44
9.4	POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ.....	55
9.5	POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ .....	56
9.6	POSOUZENÍ KOTVENÍ.....	58
9.7	POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	59
9.8	NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY .....	60
<b>10</b>	<b>STATICKE POSOUZENÍ 2. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI</b> .....	<b>62</b>
10.1	ROZBOR ZATÍŽENÍ.....	62
10.2	SOFTWAREVÝ VÝPOČET .....	68
10.3	POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	94
10.4	POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ.....	105
10.5	POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ .....	106
10.6	POSOUZENÍ KOTVENÍ.....	108

---

10.7	POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	109
10.8	NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY .....	110
<b>11</b>	<b>STATICKE POSOUZENÍ 1. NOSNEHO SYSTEMU VE 3. VETRNE OBLASTI....</b>	<b>112</b>
11.1	ROZBOR ZATIZENÍ.....	112
11.2	SOFTWAREVY VYPOCET .....	118
11.3	POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	144
11.4	POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ.....	155
11.5	POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ .....	156
11.6	POSOUZENÍ KOTVENÍ.....	158
11.7	POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	159
11.8	NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY .....	160
<b>12</b>	<b>STATICKE POSOUZENÍ 2. NOSNEHO SYSTEMU V 1. VETRNE OBLASTI .....</b>	<b>162</b>
12.1	ROZBOR ZATIZENÍ.....	162
12.2	SOFTWAREVY VYPOCET .....	168
12.3	POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	197
12.4	POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ.....	210
12.5	POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ .....	211
12.6	POSOUZENÍ KOTVENÍ.....	213
12.7	POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	214
12.8	NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY .....	215
<b>13</b>	<b>STATICKE POSOUZENÍ 2. NOSNEHO SYSTEMU VE 2. VETRNE OBLASTI....</b>	<b>217</b>
13.1	ROZBOR ZATIZENÍ.....	217
13.2	SOFTWAREVY VYPOCET .....	223
13.3	POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	252
13.4	POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ.....	265
13.5	POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ .....	266
13.6	POSOUZENÍ KOTVENÍ.....	268
13.7	POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	269
13.8	NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY .....	270

<b>14</b>	<b>STATICKE POSOUZENÍ 2. NOSNEHO SYSTEMU VE 3. VETRNE OBLASTI....</b>	<b>272</b>
14.1	ROZBOR ZATIZENÍ.....	272
14.2	SOFTWAREVY VYPOCET .....	278
14.3	POSOUZENÍ UNOSNOSTI NOSNYCH OCELOVYCH KONSTRUKCÍ.....	307
14.4	POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ.....	320
14.5	POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ .....	321
14.6	POSOUZENÍ KOTVENÍ.....	323
14.7	POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	324
14.8	NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY .....	325
<b>15</b>	<b>ZÁVĚR STATICKEHO VYPOCETU .....</b>	<b>327</b>

## **1 ÚVOD**

Předmětem tohoto statického posouzení je navrhnout a posoudit nové ocelové konstrukce pro 2 nosné systémy konstrukcí billboardů umístěných na území ČR v 1. - 3. větrné oblasti. Jedná se o nosný systém s jedním kruhovým sloupem a dále nosný systém s příhradovým tubusem.

Hlavním účelem je navrhnout a posoudit primární nosné profily ocelové konstrukce billboardu pro různé větrné oblasti, tak aby tyto konstrukce byly schopné přenést zatížení dané normou. Jedná se převážně o zatížení větrem.

Dále je nutno navrhnout a posoudit sekundární nosné konstrukce, jako jsou konzoly, nosníky lávky, zavětrování reklamní plochy atd. Úkolem tohoto statického posouzení je prokázat, že do těchto konstrukcí nedochází k přenosu vnitřních sil od proměnného zatížení větrem (v závislosti na větrných oblastech) a svislé zatížení se nemění, tudíž vychází tyto profily u obou nosných systémů billboardů ve všech větrných oblastech stejné.

## **2 POPIS POSUZOVANÝCH KONSTRUKCÍ**

### **2.1 NOSNÝ SYSTÉM S KRUHOVÝM SLOUPEM**



***NOSNÝ SYSTÉM S KRUHOVÝM SLOUPEM***

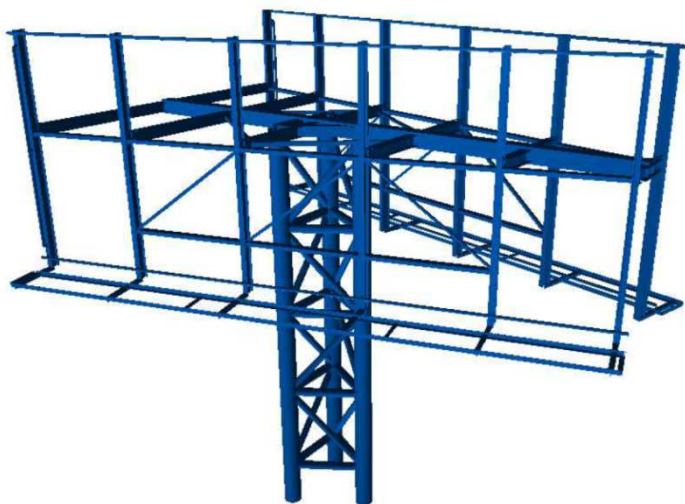
Jedná se o nosnou ocelovou konstrukci se dvěma reklamními tabulemi o rozměrech 9,6 x 3,6 m půdorysně vzájemně tvořících písmeno „V“. Obě tabule vzájemně svírají úhel 30°. Reklamní plochy jsou vzdáleny od středové osy konstrukce cca 0,5 m v nejužším místě a cca 3,0 m v nejširším místě. Podél dolních okrajů obou reklamních ploch

je navržena pochozí lávka šířky 600 mm sloužící pro pohyb obsluhy. Pochozí vrstvu lávek tvoří děrované podlahové rošty o rozměrech 30 x 3 mm.

Hlavní nosnou konstrukci reklamní plochy tvoří svislé nosníky navržené z válcovaných profilů IPE, ke kterým jsou kotveny rošty reklamní plochy s plechovou tabulí tloušťky 1 mm, sloužící pro výlep reklamních bannerů. Podél okrajů plochy jsou k těmto nosníkům kotveny kruhové trubky sloužící pro případné natažení reklamní plachty. Dále jsou z těchto nosníků vyloženy konzoly z válcovaných T profilů délky cca 0,985 m, na kterých budou osazeny nosníky lávky navržené z válcovaných L profilů. Konstrukce reklamní plochy je ztužena podélnými ztužidly z tenkostěnného U profilu umístěných přibližně ve třetinách výšky plochy. Dále je konstrukce reklamní plochy ve středovém poli ztužena šikmými ztužidly navržených z válcovaných L profilů.

Obě reklamní plochy jsou navzájem tuze spojeny příčnicí navrženými z válcovaných profilů HEA. Tyto nosníky jsou kotveny k hlavnímu středovému profilu z uzavřeného čtvercového průřezu tzv. jeklu procházející souběžně se středovou osou billboardu. Hlavní podélný profil je v polovině rozpětí podepřen středovou stojkou z uzavřeného trubkového průřezu, která je pomocí závitových tyčí vetknuta do železobetonové základové konstrukce, jejíž horní hrana je umístěná cca 0,5 m pod úroveň okolního terénu.

## 2.2 NOSNÝ SYSTÉM S PŘÍHRADOVÝM TUBUSEM



**NOSNÝ SYSTÉM S PŘÍHRADOVÝM TUBUSEM**

Jedná se o totožný nosný systém reklamních ploch, s tím rozdílem, že hlavní nosný profil procházející souběžně se středovou osou billboardu je podepřen přes vahadlo trojbokým příhradovým tubusem, který se skládá z trojice kruhových nárožníků navzájem spojených kruhovými svislicemi a diagonálami.

### **3 POUŽITÝ MATERIÁL**

Na výrobu ocelových konstrukcí bude použita běžná válcovaná ocel S 235 a plechy stejné kvality. Ocelové konstrukce jsou navrženy zpravidla z běžných válcovaných profilů průřezu IPE, HEA, L a z uzavřených kruhových profilů (trubek) nebo tenkostěnných uzavřených profilů tzv. jechlů.

Jako spojovací materiál budou použity šrouby pevnosti 8. 8.

Kotvení bude provedeno pomocí zabetonovaných závitových tyčí pevnosti 8.8.

Velikost účinné výšky koutových svarů je cca 75% tloušťky připojovaného materiálu, minimálně 4 mm.

### **4 OCHRANA PROTI KOROZI**

Ocelová konstrukce bude opatřena třívrstevným nátěrovým systémem tak, aby nátěrový systém odpovídal požadavkům současných platných norem pro "Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi".

- očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
- 1 x základní nátěr S 2005 v tloušťce 35 µm
- 2 x vrchní nátěr S 2013 v tloušťce 2 x 35 µm

Alternativně je možno konstrukci zároveň zinkovat na otryskaný podklad SA 2,5. V tomto případě je ale nutné provést výtokové a provzdušňovací otvory.

### **5 OCHRANA PROTI POŽÁRU**

Vzhledem k charakteru konstrukce není ochrana proti požáru požadována.

### **6 POUŽITÉ PODKLADY**

- ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 - Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 – Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 – Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1991-1-6 – Obecná zatížení – Zatížení během provádění
- ČSN EN 1992 – Navrhování betonových konstrukcí
- ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí

- ČSN EN 1997 – Navrhování geotechnických konstrukcí
- ČSN EN 1998 – Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení
- ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy
- ČSN EN 206 – Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- VŠ skripta ČVUT Praha: Studnička, Wald – ocelářské tabulky (1995)
- VŠ příručka ČVUT Praha: Wald, Sokol – Navrhování styčníků (1999)

## 7 POUŽITÁ VÝPOČETNÍ TECHNIKA

Pro výpočet vnitřních sil a reakcí posuzované ocelové konstrukce je použit program "IDA NEXIS", určený pro výpočet výše uvedených veličin metodou konečných prvků a dále tabulkový kalkulátor „EXCEL“.

## 8 STATICKE POSOUZENÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ BILLBOARDŮ

### 8.1 PŘEHLED ZATÍŽENÍ

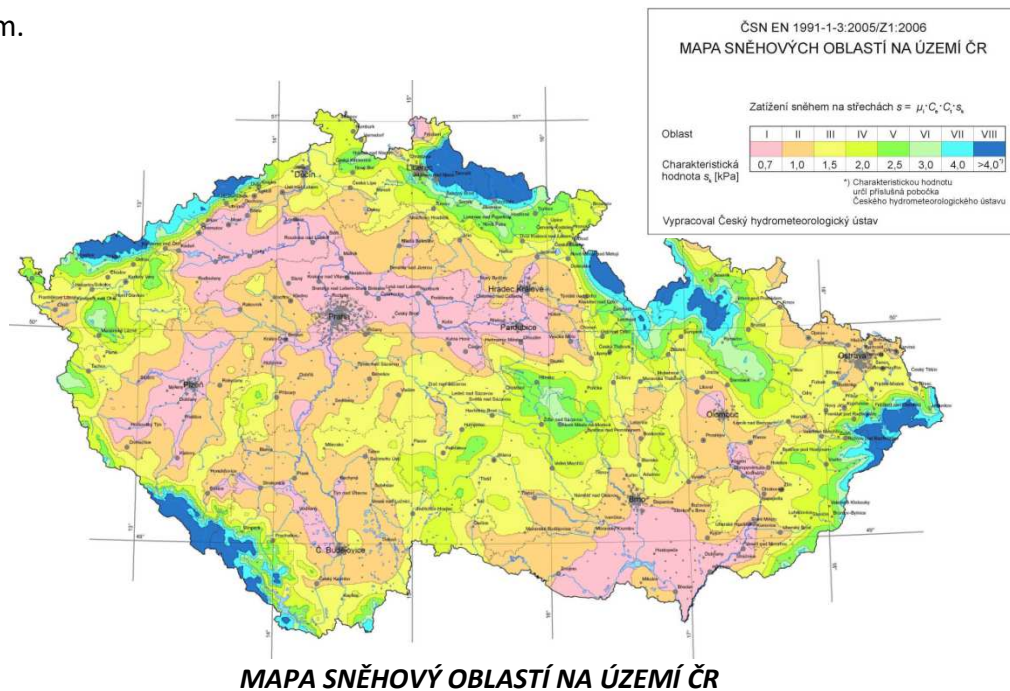
- |   |   |
|---|---|
| <b>1. Z. S. <u>VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE</u></b>      | <b><math>\gamma_f = 1,35</math> [-]</b> |
| - Generováno počítačem                              |   |
| <b>2. Z. S. <u>STÁLÉ ZATÍŽENÍ</u></b>               | <b><math>\gamma_f = 1,35</math> [-]</b> |
| - Nosníky reklamní plochy                           | $g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$             |
| - Pochozí rošty lávky                               | $g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$             |
| <b>3. Z. S. <u>UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – VARIANTA 1</u></b> | <b><math>\gamma_f = 1,50</math> [-]</b> |
| - Technologie (osvětlení atd.)                      | $q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$             |
| - Lokální užitné zatížení od obsluhy                | $Q_k = 2 \times 1,5 \text{ kN}$         |
| <b>4. Z. S. <u>UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – VARIANTA 2</u></b> | <b><math>\gamma_f = 1,50</math> [-]</b> |
| - Technologie (osvětlení atd.)                      | $q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$             |
| - Lokální užitné zatížení od obsluhy                | $Q_k = 2 \times 1,5 \text{ kN}$         |
| <b>5. Z. S. <u>UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – VARIANTA 3</u></b> | <b><math>\gamma_f = 1,50</math> [-]</b> |
| - Technologie (osvětlení atd.)                      | $q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$             |
| - Lokální užitné zatížení od obsluhy                | $Q_k = 2 \times 1,5 \text{ kN}$         |

**6. Z. S. ZATÍŽENÍ SNĚHEM**

**$\gamma_f = 1,50 [-]$**

- dle ČSN EN 1991 – 1 – 3 – Zatížení sněhem
- základní tíha sněhu  $s_k$  [kN/m<sup>2</sup>] dle příslušné sněhové oblasti

Vzhledem k tomu, že pochozí vrstvu lávky tvoří děrované podlahové rošty, tudíž nebude docházet k hromadění sněhu na ocelové konstrukci, neuvažují zatížením sněhem.



**7. Z. S. ZATÍŽENÍ VĚTREM PŘÍČNÝM – VARIANTA 1**

**$\gamma_f = 1,50 [-]$**

- dle ČSN EN 1991 – 1 – 4 – Zatížení větrem
- výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0}$  [m/s] dle příslušné větrné oblasti

**8. Z. S. ZATÍŽENÍ VĚTREM PŘÍČNÝM – VARIANTA 2**

**$\gamma_f = 1,50 [-]$**

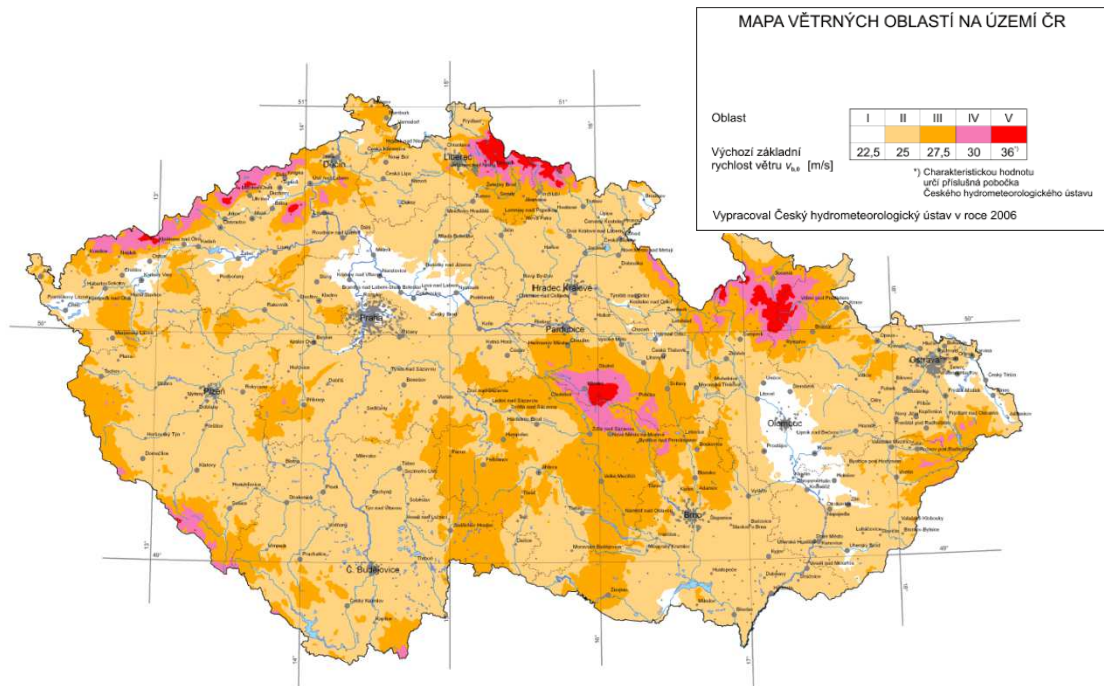
- dle ČSN EN 1991 – 1 – 4 – Zatížení větrem
- výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0}$  [m/s] dle příslušné větrné oblasti

**9. Z. S. ZATÍŽENÍ VĚTREM PODÉLNÝM**

**$\gamma_f = 1,50 [-]$**

- dle ČSN EN 1991 – 1 – 4 – Zatížení větrem
- výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0}$  [m/s] dle příslušné větrné oblasti





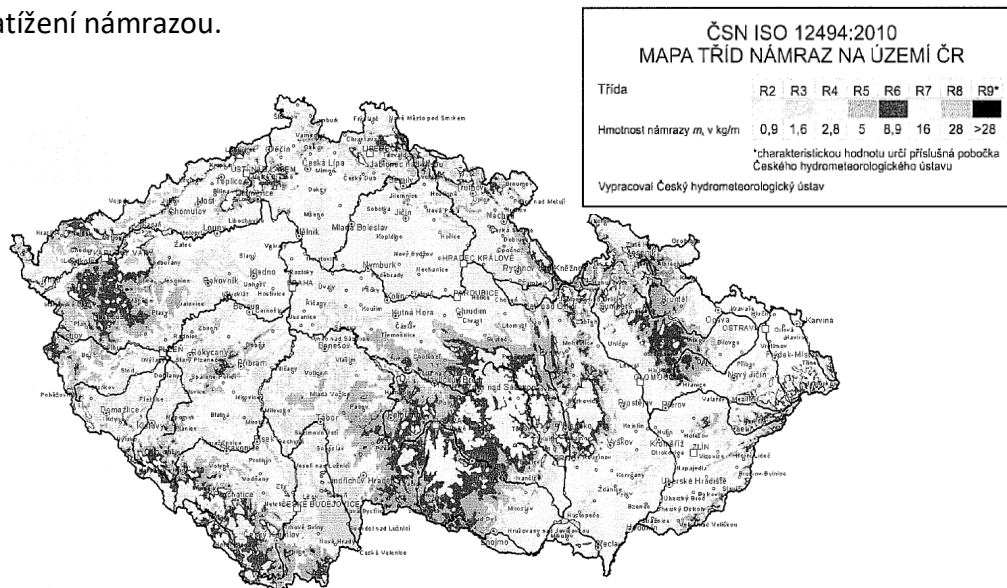
**MAPA VĚTRNÝCH OBLASTÍ NA ÚZEMÍ ČR**

**10. Z. S. ZATÍŽENÍ NÁMRAZOU**

$\gamma_f = 1,50 [-]$

- dle ČSN ISO 12 494 - Zatížení konstrukcí námrazou
- hmotnost námrazy  $m_k$  [kg/m] dle příslušné námrazové oblasti

Uvažuji umístění billboardů v oblasti se třídou námrazy R2 – hmotnost námrazy  $m_k = 0,9$  kg/m. S přihlédnutím k umístění, charakteru a členění objektu, není nutné uvažovat zatížení námrazou.



**MAPA TŘÍD NÁMRAZY NA ÚZEMÍ ČR**

### 11. Z. S. SEISMICKÉ ZATÍŽENÍ

$\gamma_f = 1,00 [-]$

- dle ČSN EN 1998 – 1 Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení



MAPA SEISMICKÝCH OBLASTÍ ČR

### 12. Z. S. MIMOŘÁDNÉ ZATÍŽENÍ – NÁRAZ VOZIDLA

$\gamma_f = 1,00 [-]$

Ocelová konstrukce billboardu, bude umístěna v oblastech, kde se nepředpokládá, že by mohlo dojít k nárazu vozidla, tudíž neuvažují žádné mimořádné zatížení vyvolané nárazem vozidla.

## 8.2 PŘEHLED KOMBINACÍ ZATÍŽENÍ

### MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Základní kombinace zatížení pro posouzení únosnosti prvků rovnice 6.10

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

### MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Základní kombinace zatížení pro posouzení deformací konstrukce

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kombinace zatížení jsou automaticky generovány výpočtovým softwarem Ida Nexis verze 3. 60.

## 9 STATICKÉ POSOUZENÍ 1. NOSNÉHO SYSTÉMU V 1. VĚTRNÉ OBLASTI

### 9.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

#### 1. Z. S. - VLASTNÍ HMOTNOST

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Vlastní hmotnost je vygenerována počítačem dle příslušných objemových tíh

$$\text{Ocel: } \rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{ŽB: } \rho = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Dřevo: } \rho = 6,00 \text{ kN/m}^3$$

#### 2. Z. S. - STÁLÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Reklamní plochy P1 a P2

ks	Úhelníky	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
23	L 40 x 40 x 4,0	x	x	0,95	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,53 kN
46	L 40 x 40 x 4,0	x	x	0,99	Svislý profil	0,024 kN/m'	1,11 kN
23	L 40 x 40 x 4,0	x	x	0,55	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,31 kN
ks	T-profil	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
15	T 60 x - x -	-	-	2	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,87 kN
10	T 60 x - x -	-	-	1,8	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,12 kN
ks	Plech	$b$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$t$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
9	P 1 x 1000 x -	-	-	2	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	1,44 kN
3	P 1 x 600 x -	-	-	2	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,29 kN
6	P 1 x 1000 x -	-	-	1,8	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	0,86 kN
2	P 1 x 600 x -	-	-	1,8	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,17 kN

Celkové stálé zatížení od reklamní plochy:  $\Sigma G_k = 7,70 \text{ kN}$

Šířka desky billboardu  $b = 9,6 \text{ m}$  Výška desky billboardu  $h = 3,6 \text{ m}$   
 Pro plochu:  $A = 34,6 \text{ m}^2$  Stálé zatížení :  $\Sigma G_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Při zatěžovací šířce: Pro  $b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$   
 $g_k = 0,20 \quad 0,42 \quad 0,45 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}'$

- Pochozí lávky Výška  $h$  Tloušťka  $t$  Zatížení  $g_k$   
 - Podlahové rošty 30x3 30 mm 3 mm 0,22 kN/m<sup>2</sup>

Celkové stálé zatížení nosníků lávky:  $\Sigma g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Při zatěžovací šířce: Pro  $b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$   
 Je zatížení  $g_k = 0,06 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}'$

### 3. - 5. Z. S. - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Zatížení od obsluhy

- 2 x obsluha - užitné lokální zatížení

$$Q_k = 3 \text{ kN}$$

- Technologie (osvětlení, nástroje při montáži atd.)

$$q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$q_k = 0,04 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

### 6. Z. S. - ZATÍŽENÍ SNĚHEM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Olomouc

2 . sněhová oblast

Sklon lávky

$$\alpha = 0,00^\circ$$

Základní tíha sněhu

$$s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Ojem. tíha sněhu

$$\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$$

Typ krajiny

→ n = 1 - Otevřená

$$n = 2 [-]$$

→ Součinitel expozice

$$C_e = 1,00 [-]$$

→ n = 2 - Normální

Součinitel tepla

$$C_t = 1,00 [-]$$

→ n = 3 - Chráněná

Tvar. součinitel

$$\mu_1 = 0,80 [-]$$

Základní tíha sněhu

$$s_{1,k} = C_e \cdot C_t \cdot \mu_1 \cdot s_k = 1,00 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$s_{1,k} = 0,23 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

Vzhledem k tomu, že pochozí vrstvu lávky tvoří děrované podlahové rošty, tudíž nebude docházet k hromadění sněhu na ocelové konstrukci, neuvažují zatížením sněhem.

### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Olomouc

1 . větrová oblast

Kategorie terénu

$$3 [-]$$

Vých. základ. rychlos

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Souč. směru větru

$$c_{dir} = 1 [-]$$

Parametr drsnosti terénu

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

Souč. orografie

$$c_o = 1 [-]$$

Minimální výška

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

Souč. roč. obd.

$$c_{season} = 1 [-]$$

Maximální výška

$$z_{max} = 200 \text{ m}$$

Sou. turbulence

$$k_i = 1 [-]$$

Součinitel terénu

$$k_f = 0,19 \cdot (z_0 / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 22,5 = 22,5 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 = 316 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce

$$n = 1 [-]$$

Drsnost povrchu

$$m = 1 [-]$$

→ n = 1 - Hladký povrch (ocel, hladký beton)

→ m = 1 - Pozinkovaná ocel

→ n = 2 - Hrubý povrch (drsný beton)

→ m = 2 - Lesklá ocel

→ n = 3 - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky)

→ m = 3 - Leštěný kov

Součinitel tření

$$C_{fr} = 0,01 [-]$$

Souč. drsn. povrchu k = 0,2 mm

**Příloha A z ČSN EN 1991-1-4:**

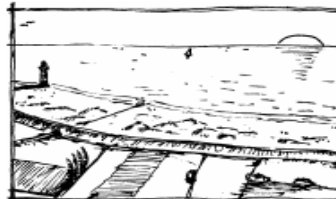
**Kategorie terénu 0**

Moře nebo pobřežní oblasti otevřené k moři.



**Kategorie terénu I**

Jezera nebo oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek.



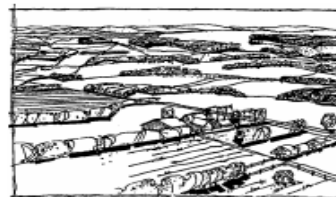
**Kategorie terénu II**

Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20 násobek výšky překážek.



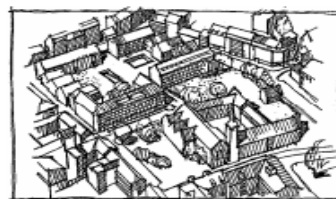
**Kategorie terénu III**

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20 násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les).



**Kategorie terénu IV**

Oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto budovami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m.



## - 7. - 8. Z. S. VÍTR PŘÍČNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b = 9,6 \text{ m}$	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	$h = 3,6 \text{ m}$	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5 \text{ m}$
Podchozí výška	$z_g = 4,7 \text{ m}$	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97 \text{ m}$
Výška středu desky	$z_e = 6,5 \text{ m}$	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23 \text{ m}$
Excen. výslednice	$e = 2,4 \text{ m}$	Poměr výšky a vzdál.	$a_3 / h = 0,9 [-]$

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{\min}) = k_r \cdot \ln(z_{\min} / z_0) = 0,22 \cdot 22,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

Char. střední rychlost větru

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 22,5 = 14,9 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_l) / v_m(z) = (0,22 \cdot 22,5 \cdot 1) / 14,9 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

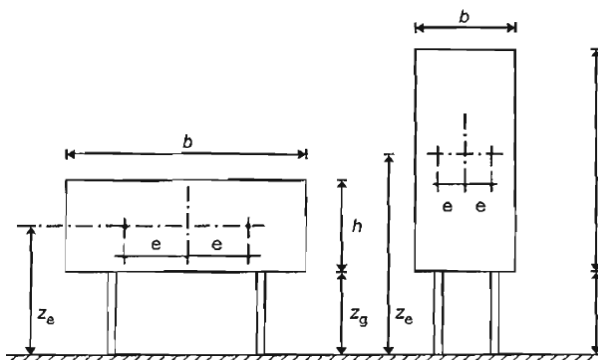
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 14,9^2 = 455 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1 [-]$  → Referenční výška je menší než 15 m.

Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1 [-]$  Souč. zastín. Záv. desky  $\Psi_s = 0,3 [-]$

Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8 [-]$  Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \Psi_s \cdot c_f = 0,68 [-]$

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšují souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8 [-]$



### Návětrná deska

Referenční plocha	$A_{ref} = 34,6 \text{ m}^2$
Součinitel síly	$c_f = 1,8 [-]$
Excentricita	$e = 2,4 \text{ m}$

### Závětrná deska

Referenční plocha	$A_{ref} = 34,6 \text{ m}^2$
Součinitel síly	$c_{f,s} = 0,68 [-]$
Excentricita	$e = 2,4 \text{ m}$

Síla od větru - návětrná deska

$$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 28,3 \text{ kN}$$

Trojúhelník. zatížení - návětrná deska

$$f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 7,86 \text{ kN/m}$$

Přepočet zatížení na 1 m výšky desky

$$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 2,18 \text{ kN/m'}$$

Délka trojúhelníkového zatížení

$$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$$

Vzdálenost nosníků  $a_i$  od kraje desky

$$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$$

Zatěžovací šířka nosníků

$$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$$

Zatížení jednotlivých nosníků

$$w_{1,k} = 0,00 \quad 0,06 \quad 0,42 \quad 1,03 \quad 1,64 \quad 2,05 \text{ kN/m'}$$

<b>Síla od větru - závětrná deska</b>	$F_{w,2} = C_s C_d \cdot C_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} =$	10,6 kN
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) =$	2,95 kN/m
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,2} = f_{w,1} / h =$	0,82 kN/m
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e =$	7,2 m
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i =$	0 1,8 3,8 5,8 7,8 9,6 m
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i =$	0,9 1,9 2 2 1,9 0,9 m
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{2,k} =$	<b>0,00 0,02 0,16 0,39 0,61 0,77 kN/m'</b>

#### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$C_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$C_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$C_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TRØ	457	10,0	7,30	6,80	0,67	15,1	0,32	464	8,30	0,76	0,75	0,57	<b>0,12</b>

#### - 9. Z. S. VÍTR PODÉLNÝ

##### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b =$	9,6 m	Úhel mezi deskami	$\alpha =$	30 °
Výška desky billboardu	$h =$	3,6 m	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 =$	0,5 m
Podchozí výška	$z_g =$	4,7 m	Max vzdálenost desek	$a_2 =$	5,97 m
Výška středu desky	$z_e =$	6,5 m	Střední vzdál. desek	$a_3 =$	3,23 m
Součinel síly	$c_f =$	1,8 [-]	Návětrná plocha desek	$A_{ref} =$	19,7 m <sup>2</sup>

<b>Síla od větru na desky</b>	$F_{w,3} = C_s C_d \cdot C_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} =$	16,1 kN
Spojité zatížení - návětrná deska	$f_{w,3} = F_{w,1} / b =$	1,68 kN/m
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h =$	0,47 kN/m
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i =$	0 1,8 3,8 5,8 7,8 9,6 m
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i =$	0,9 1,9 2 2 1,9 0,9 m
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{3,k} =$	<b>0,42 0,89 0,93 0,93 0,89 0,42 kN/m'</b>

#### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Válc.	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$C_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$C_{f,0}$ [-]	$\Psi_l$ [-]	$C_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	IPE	140	73	4,00	6,42	0,66	14,8	0,33	453	-	2,00	0,89	1,78	<b>0,11</b>
0	HEA	152	160	5,47	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,91	1,82	<b>0,13</b>
0	HEA	152	160	4,54	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,89	1,79	<b>0,13</b>
0	HEA	152	160	3,50	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,87	1,73	<b>0,12</b>
0	HEA	152	160	2,47	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,83	1,66	<b>0,12</b>
0	HEA	152	160	1,43	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,77	1,54	<b>0,11</b>
0	HEA	152	160	0,50	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,68	1,36	<b>0,10</b>

$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$C_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$C_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$C_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TRØ	457	10,0	7,30	6,80	0,67	15,1	0,32	464	8,30	0,76	0,75	0,57	<b>0,12</b>

### **- 10. ZATÍŽENÍ NÁMRAZOU**

$$v_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Olomouc R2 Třída námrazy Hmotn. námrazy  $m_k = 0,9 \text{ kg/m}$

Uvažuji umístění billboardů v oblasti se třídou námrazy R2 – hmotnost námrazy  $m_k = 0,9 \text{ kg/m}$ . S přihlédnutím k umístění, charakteru a členění objektu, není nutné uvažovat zatížení námrazou.

### **- 11. ZATÍŽENÍ SEIZMICITOU**

$$v_f = 1 [-]$$

Třída významu konstrukce  $n = 1 [-]$  → Souč. významu  $Y_1 = 0,80 [-]$

→  $n = 1$  - Stavby malého významu (zemědělské stavby)

→  $n = 2$  - Stavby běžného významu (rodinné domy)

→  $n = 3$  - Stavby, jejichž seizmická odolnost je důležitá (např. školy, společenské haly, atd.)

→  $n = 4$  - Stavby, jejichž neporuš. během zemětř. je životně důležitá (např. nemocnice)

Oblast: Území ČR 3 .seizmická oblast Ref. zrychl. půdy  $a_{gR} = 0,04 [-]$

Typ podloží dle normy E Součinitel podloží  $S = 1,40 [-]$

Součinitel  $a_g S = a_{gR} \cdot Y_1 \cdot S = 0,04 \cdot 0,80 \cdot 1,4 = 0,04 \text{ g} < 0,05 \text{ g}$

Jedná se o velmi malou seizmicitu - není nutné uvažovat seizmické zatížení!

Jak prokázal výpočet výše, ocelovou konstrukci billboardu, lze bez obav umístit až do 3. seizmické oblasti s referenčním zrychlením základové půdy  $a_{gR} = 0,04 \text{ g}$  a nejméně únosným podložím (dle normy typ E), aniž by bylo nutné uvažovat seizmické zatížení.

### **- 12. MIMOŘÁDNÉ ZATÍŽENÍ - NÁRAZ VOZIDLA**

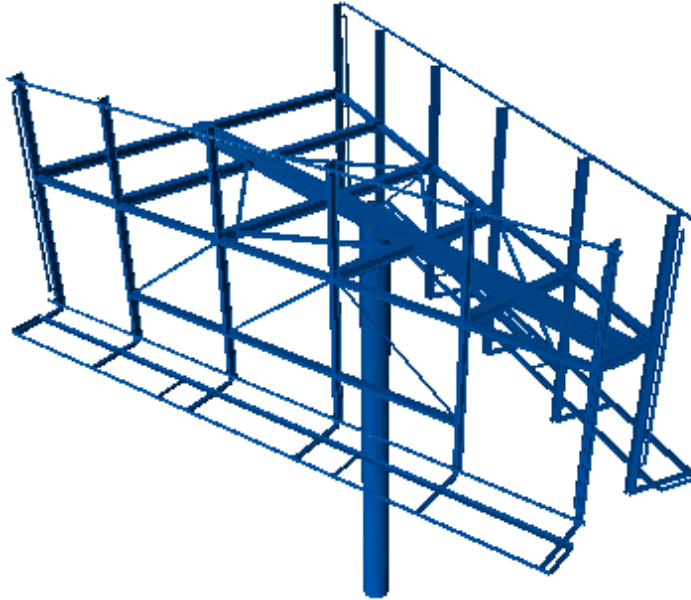
$$v_f = 1 [-]$$

Ocelová konstrukce billboardu, bude umístěna v oblastech, kde se nepředpokládá, že by mohlo dojít k nárazu vozidla, tudíž neuvažuji žádné mimořádné zatížení vyvolané nárazem vozidla.

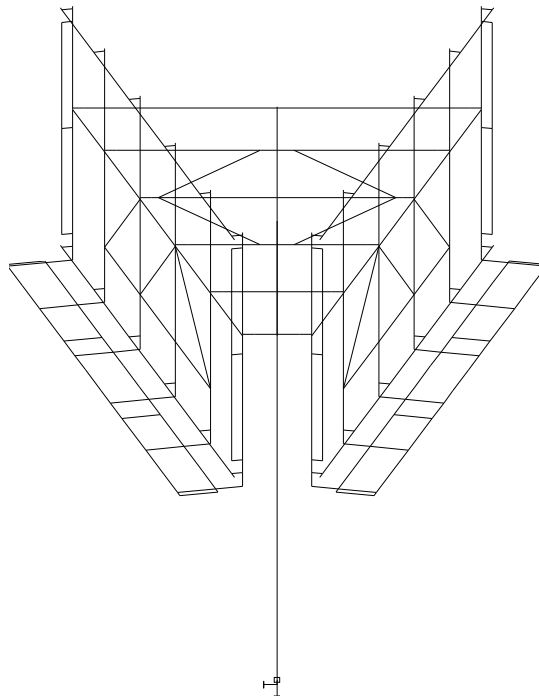


## 9.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

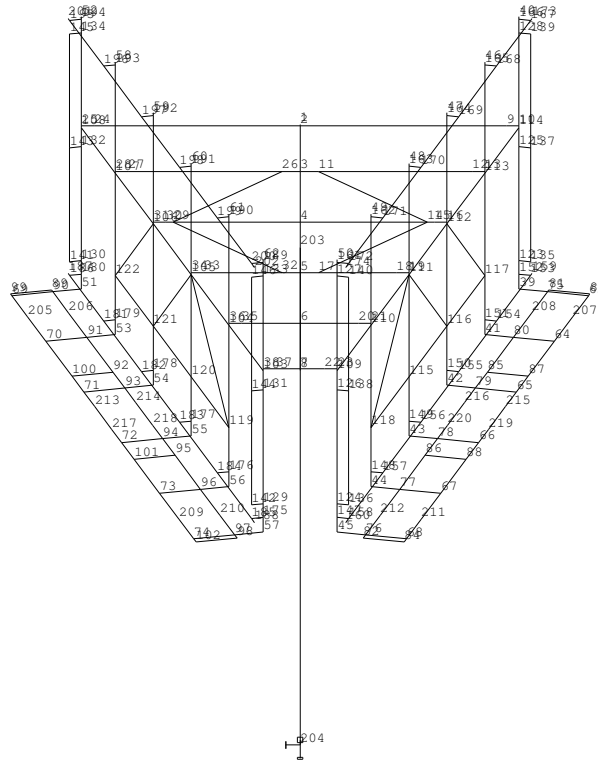
### VSTUPNÍ HODNOTY



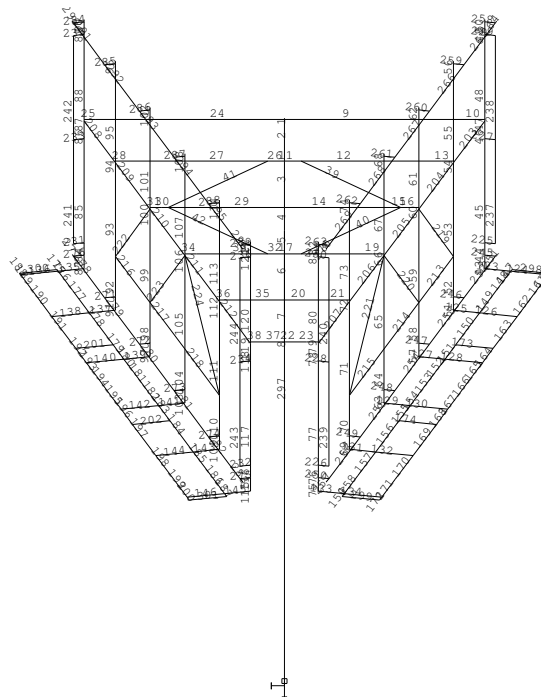
**3D MODEL**



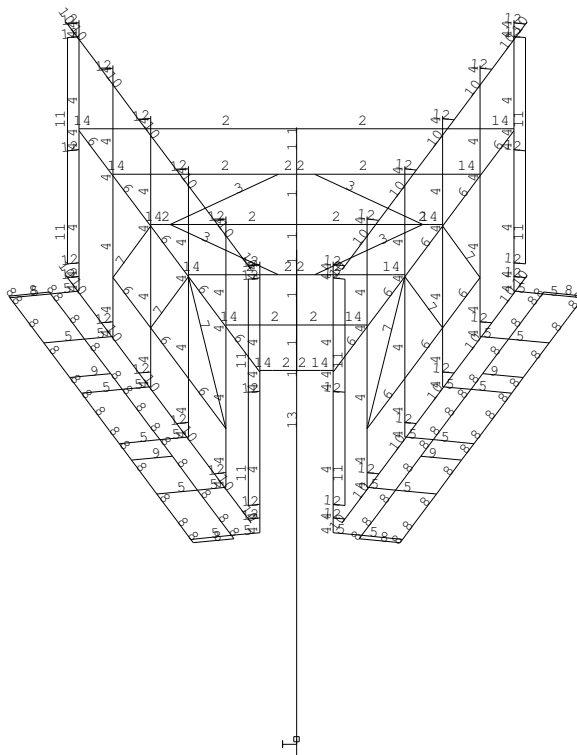
**GEOMETRICKÉ SCHÉMA**



**ČÍSLA UZLŮ**



**ČÍSLA PRUTŮ**



**ČÍSLA PROFILŮ**

### **ZÁKLADNÍ DATA**

Typ konstrukce: Rám XYZ

Počet uzlů:	220
Počet prutů:	301
Počet maker 1D:	104
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	14
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

### **MATERIÁL**

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa

Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>
Roztažnost	1.2 · 10 <sup>-5</sup> mm/mm.K

### VÝPIS MATERIÁLU

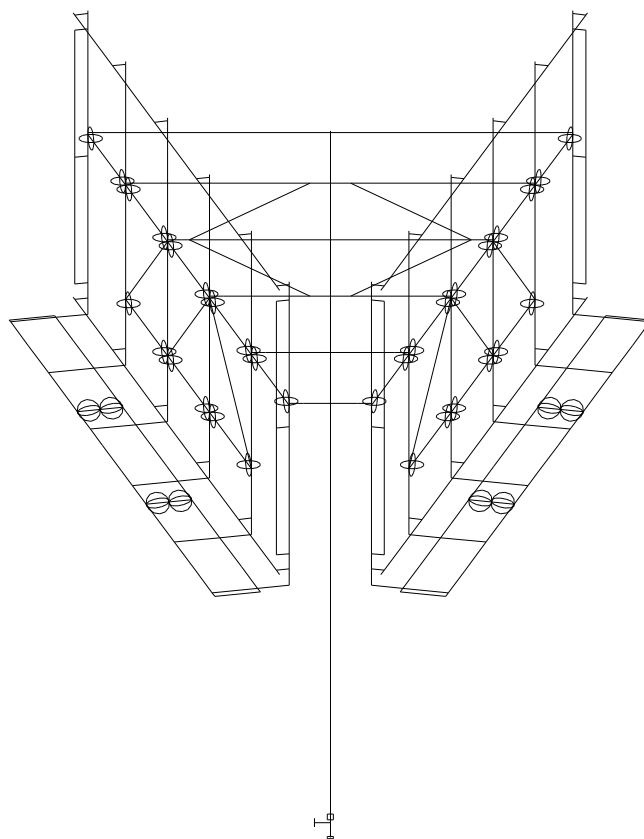
Skupina prutů:

1/301

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/10	S 235	0.07	9378.09	703.05
2	HEA160	S 235	0.03	18909.81	575.95
3	L70/6	S 235	0.01	9753.27	62.40
4	IPE140	S 235	0.01	47880.00	617.53
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	B457/10	S 235	0.11	7287.00	795.50
14	IPE160	S 235	0.02	2081.71	32.83

Celková hmotnost konstrukce: 3729.93 kg

Nátěrová plocha: 112581307.97 mm<sup>2</sup>



**KLOUBY**

### **PODPORY**

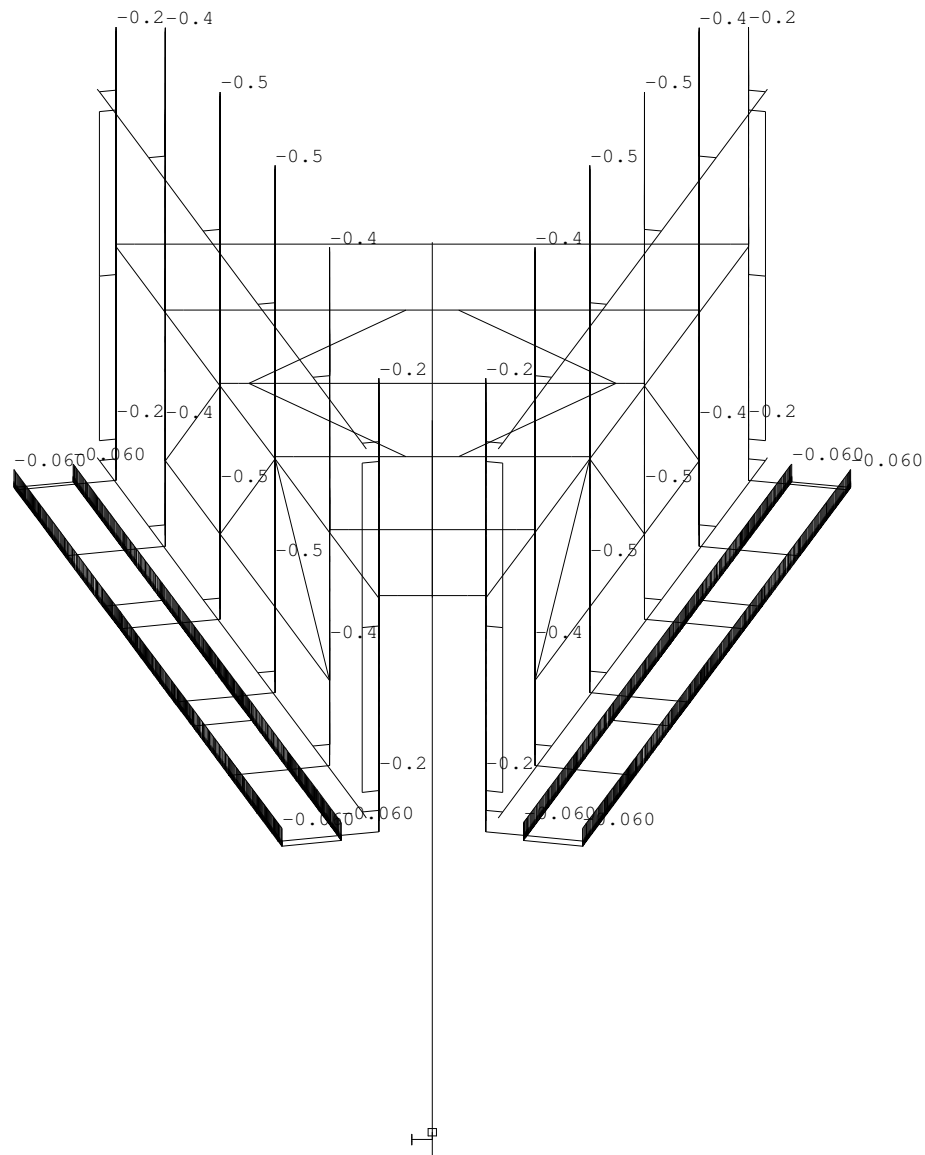
podpora	uzel	typ	Velikost mm
1	204	XYZRxRyRz	200.00

### **ZATĚŽOVACÍ STAVY**

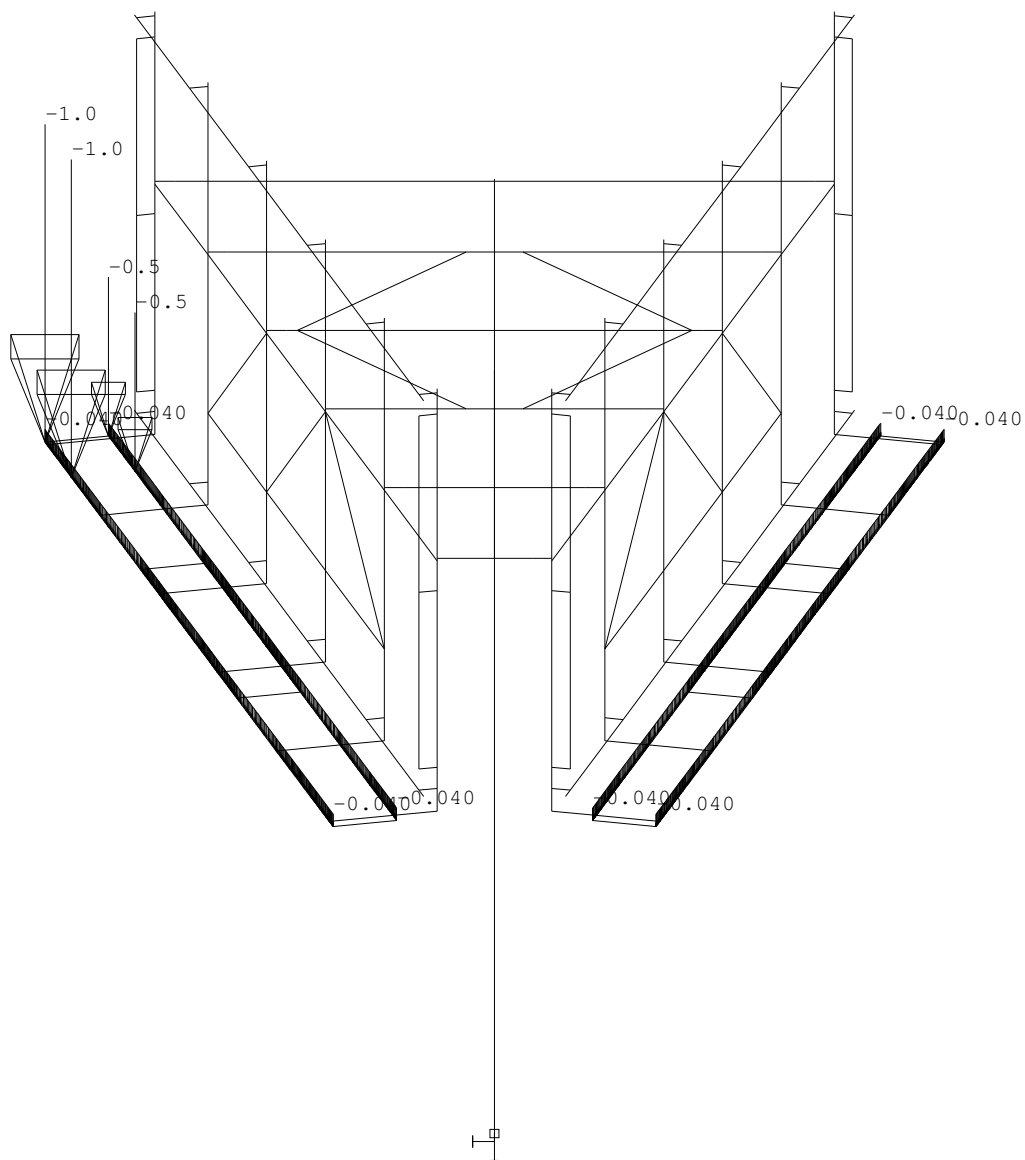
Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

### SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

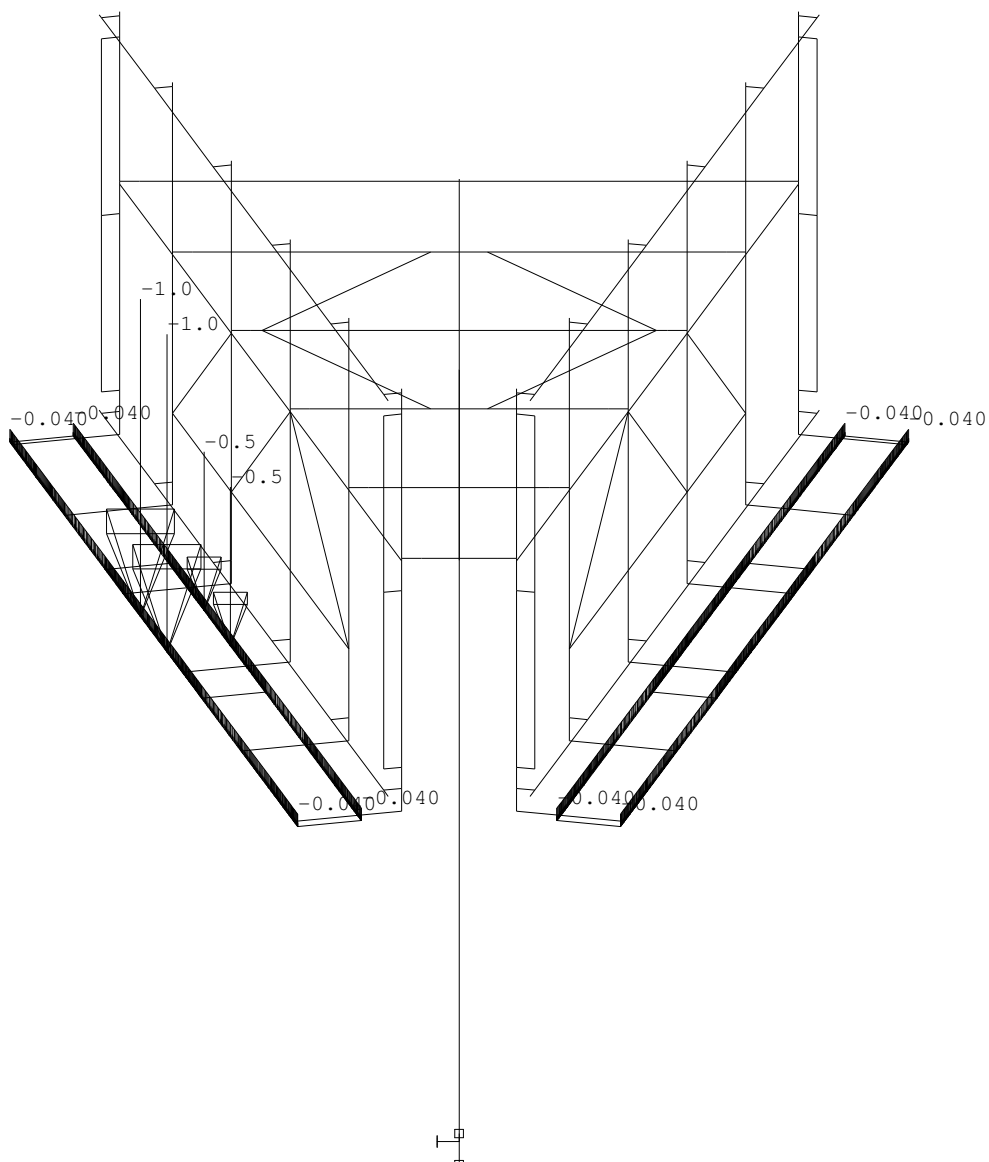
Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy



### **SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 2 - STÁLÉ ZATÍŽENÍ**

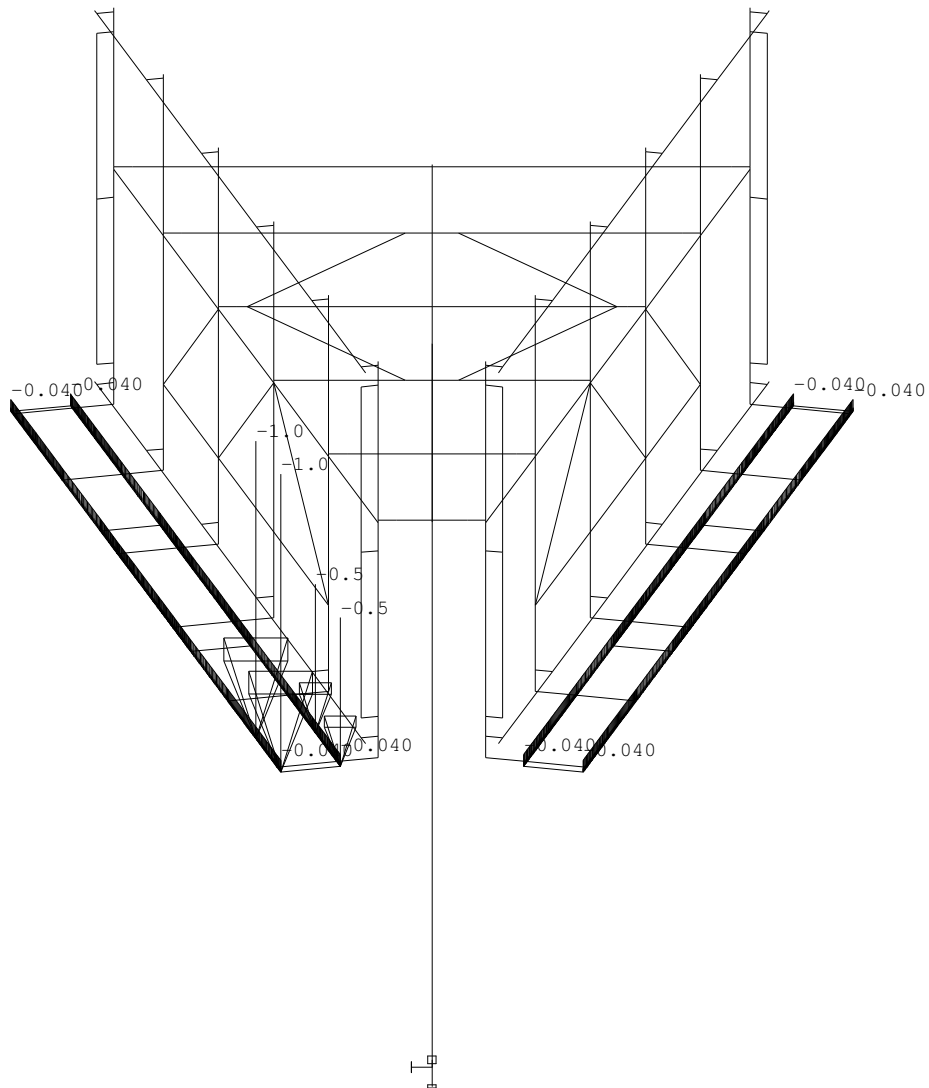


**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 3 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_1**

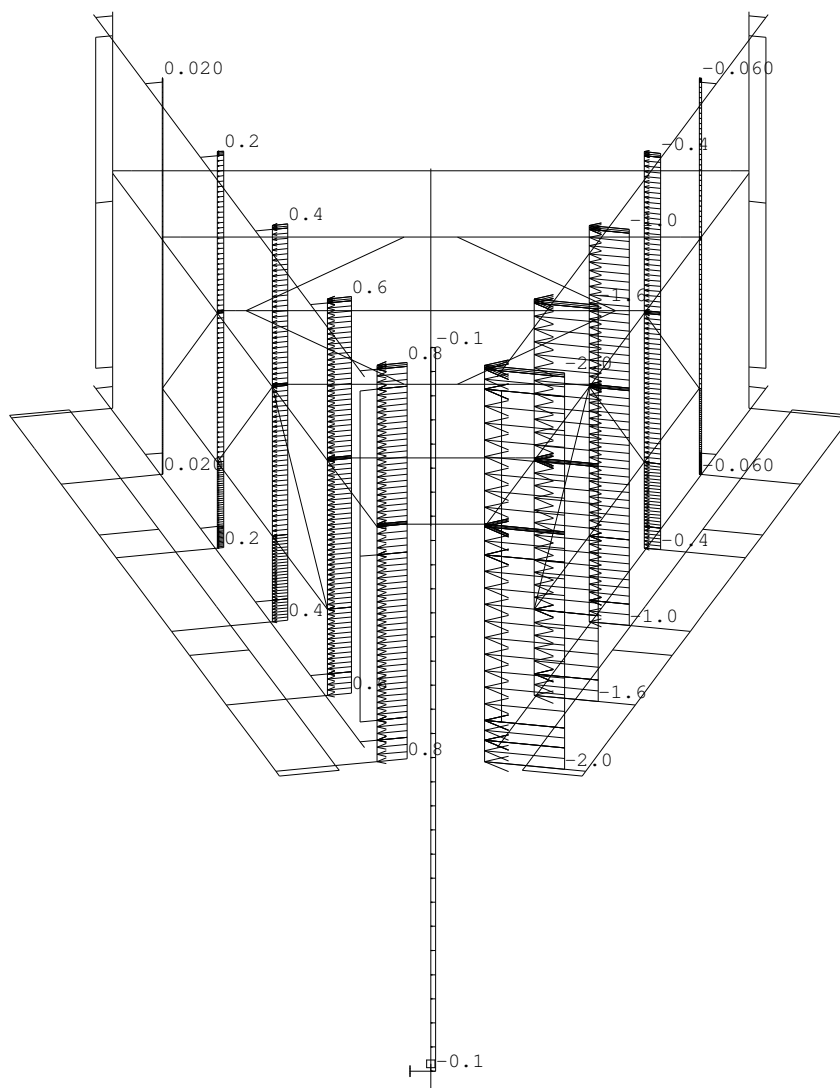


**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 4 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_2**

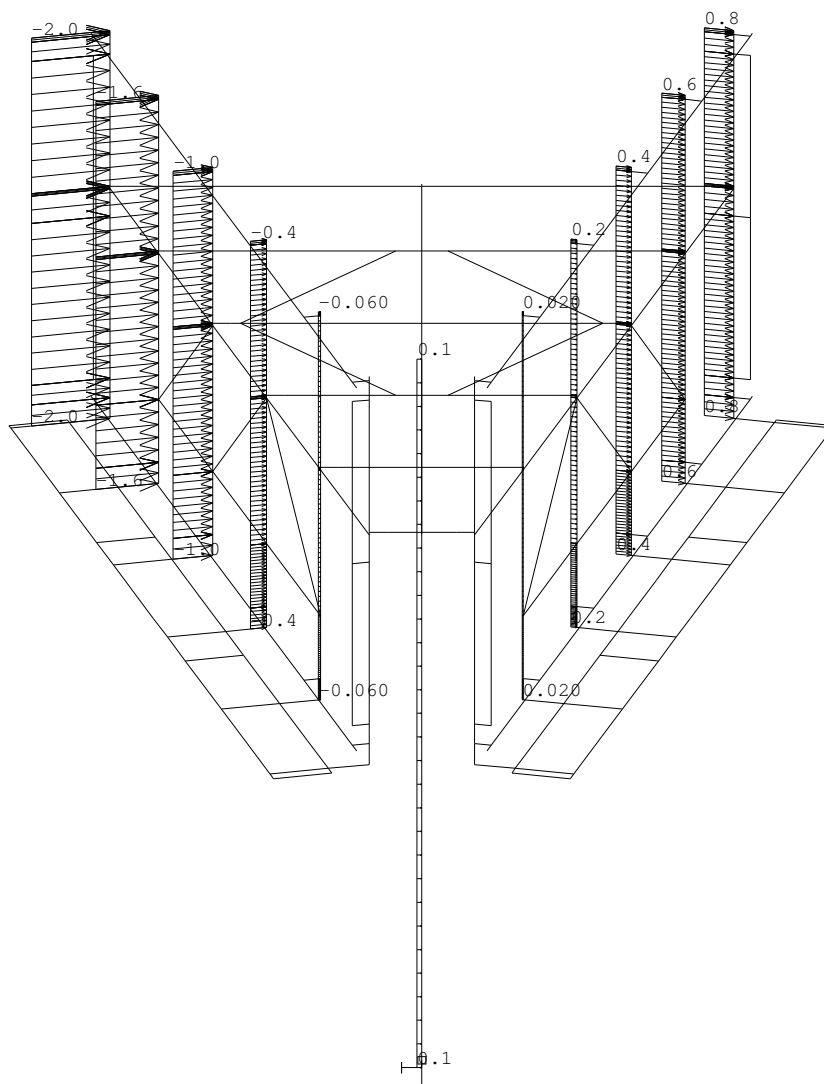




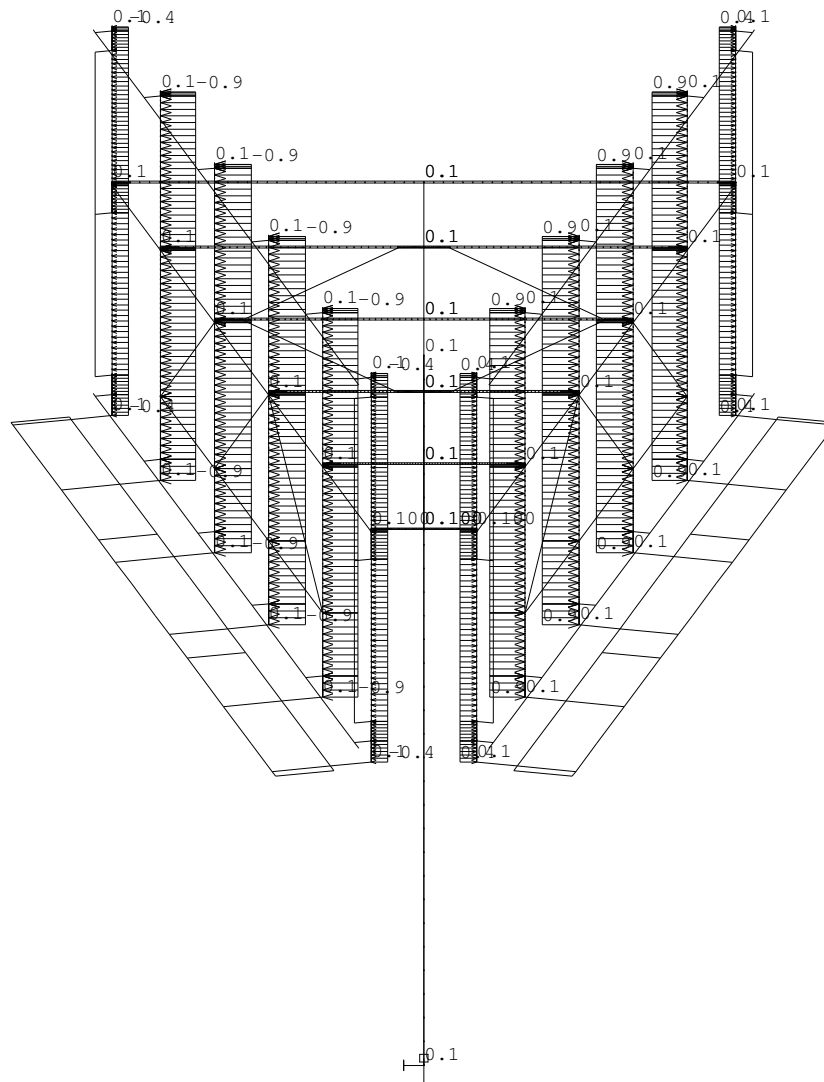
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 5 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_3**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 6 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_1**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 7 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_2**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 8 - VÍTR PODÉLNÝ**

**ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

1: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2

2: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2

3: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2 / 1.50-ZS3 / 1.50-ZS4 / 1.50-ZS5 / 0.90-ZS6 / 0.90-ZS7  
/ 0.90-ZS8

4: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.50-ZS3 / 1.50-ZS4 / 1.50-ZS5 / 0.90-ZS6 / 0.90-ZS7  
/ 0.90-ZS8

5: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2 / 0.00-ZS3 / 0.00-ZS4 / 0.00-ZS5 / 1.50-ZS6 / 1.50-ZS7  
/ 1.50-ZS8

6: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 0.00·ZS3 / 0.00·ZS4 / 0.00·ZS5 / 1.50·ZS6 / 1.50·ZS7  
/ 1.50·ZS8

### **ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2

2: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 1.00·ZS3 / 1.00·ZS4 / 1.00·ZS5

3: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 1.00·ZS6 / 1.00·ZS7 / 1.00·ZS8

4: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 1.00·ZS3 / 1.00·ZS4 / 1.00·ZS5 / 1.00·ZS6 / 1.00·ZS7  
/ 1.00·ZS8

### **VÝPIS VYGENEROVANÝCH VŠECH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

1/ 1.00·ZS1·1.00·ZS2

2/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2

3/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS6

4/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS7

5/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS8

6/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3

7/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4

8/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5

9/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS6

10/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS7

11/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS8

12/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS6

13/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS7

14/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS8

15/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3

16/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4

17/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5

18/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS6

19/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS7

20/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS8

21/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS6

22/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS7

23/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS6

24/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS8

25/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS7

26/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS6

27/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS8

28/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS7

29/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS8

30/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS6

31/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS7

32/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS6

33/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS8

34/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS7

35/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS6

36/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS8

37/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS7

38/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS8

### **VÝPIS VŠECH VYGENEROVANÝCH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2

2/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3

3/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4

4/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5

5/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS6

6/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS7

7/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS8

8/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS6

9/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS7

10/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS6

11/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS8

12/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS7

13/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS6

14/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS8

15/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS7

16/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS8

## PROTOKOL O VÝPOČTU

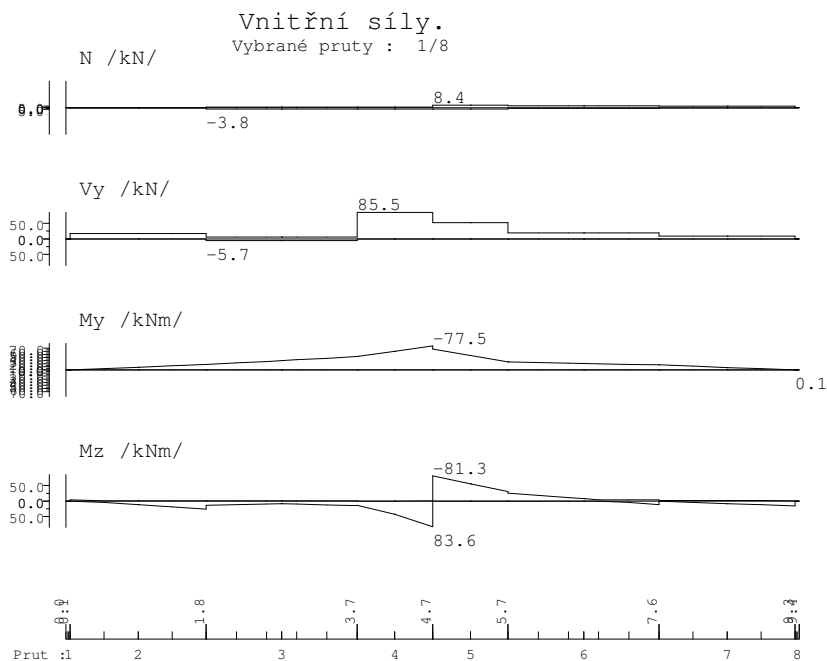
Lineární výpočet

Počet 2D prvků	0
Počet 1D prvků	301
Počet uzlů sítě	220
Počet rovnic	1320
Zatěžovací stavy	ZS 1 VLASTNÍ HMOTNOST
	ZS 2 STÁLÉ ZATÍŽENÍ
	ZS 3 UŽITNÉ_1_VARIANTA
	ZS 4 UŽITNÉ_2_VARIANTA
	ZS 5 UŽITNÉ_3_VARIANTA
	ZS 6 VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1
	ZS 7 VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2
	ZS 8 VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1
Spuštění výpočtu	10.12.2017 14:08
Konec výpočtu	10.12.2017 14:09

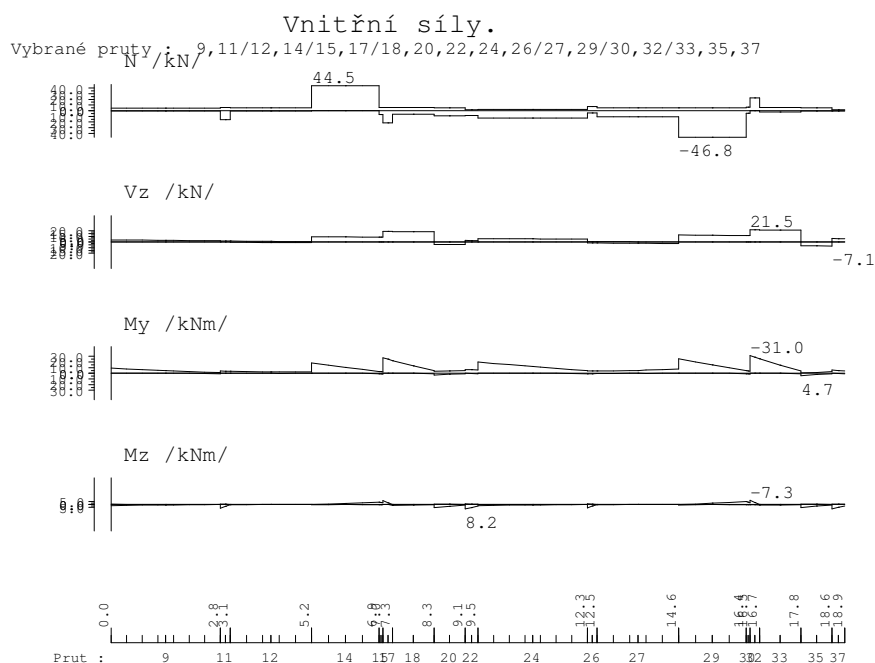
## SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

		X	Y	Z
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-37.3
	reakce v uzlech	0.0	0.0	37.3
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19.4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 6	zatížení	-3.4	-28.4	0.0
	reakce v uzlech	3.4	28.4	0.0
Z. S. 7	zatížení	-3.4	28.4	0.0
	reakce v uzlech	3.4	-28.4	0.0
Z. S. 8	zatížení	8.7	0.0	0.0
	reakce v uzlech	-8.7	0.0	0.0

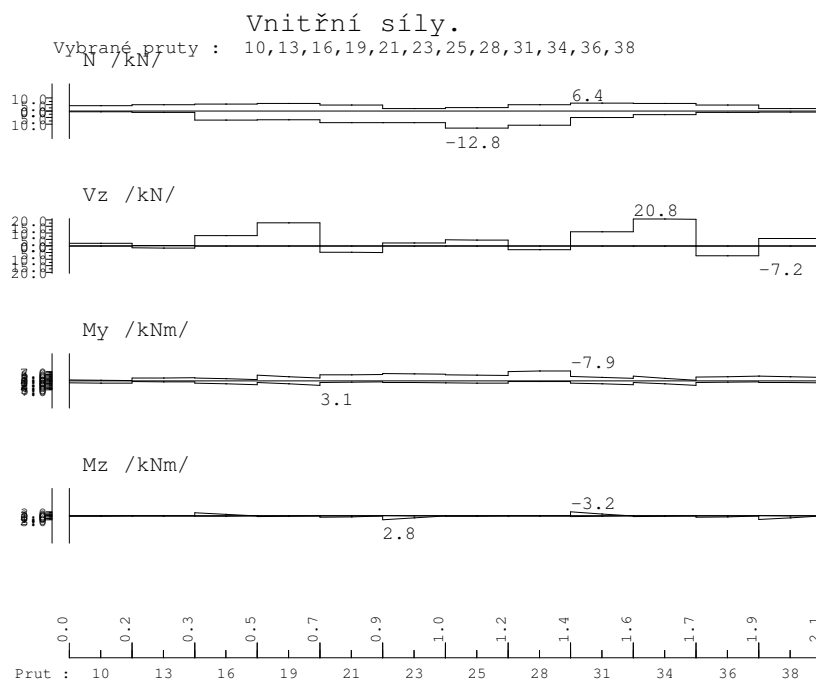
## VÝSTUPNÍ HODNOTY



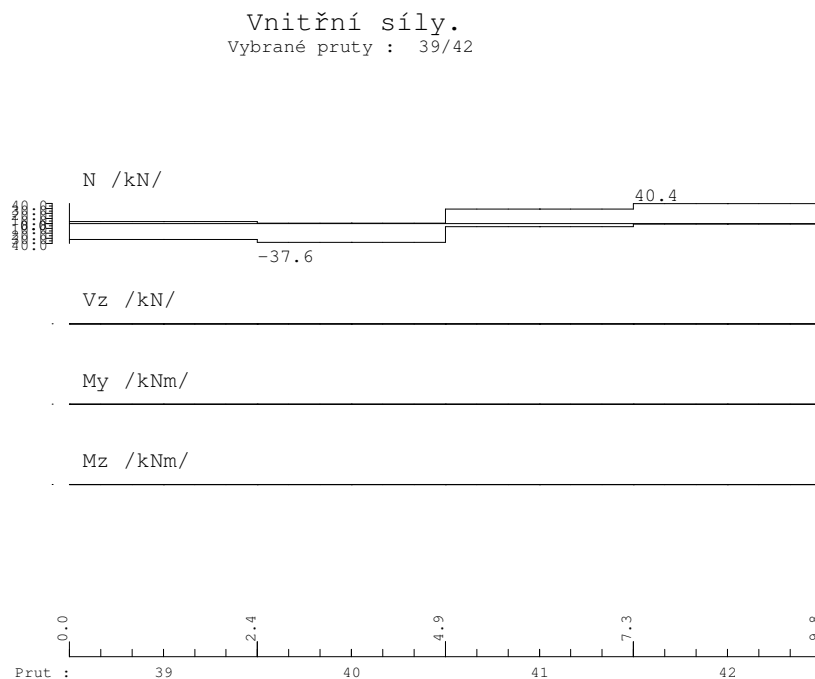
## VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL



## VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍČNÍKY

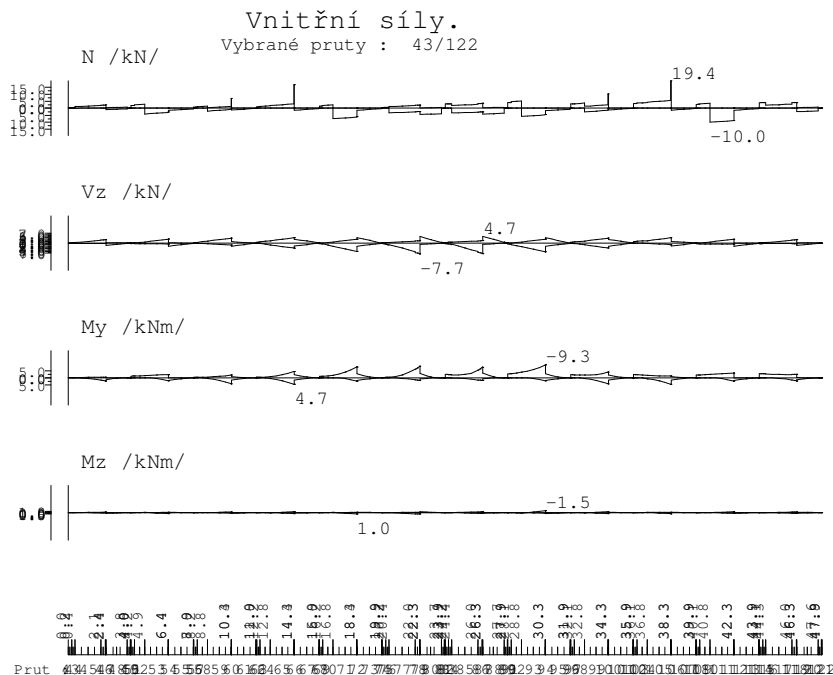


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY**

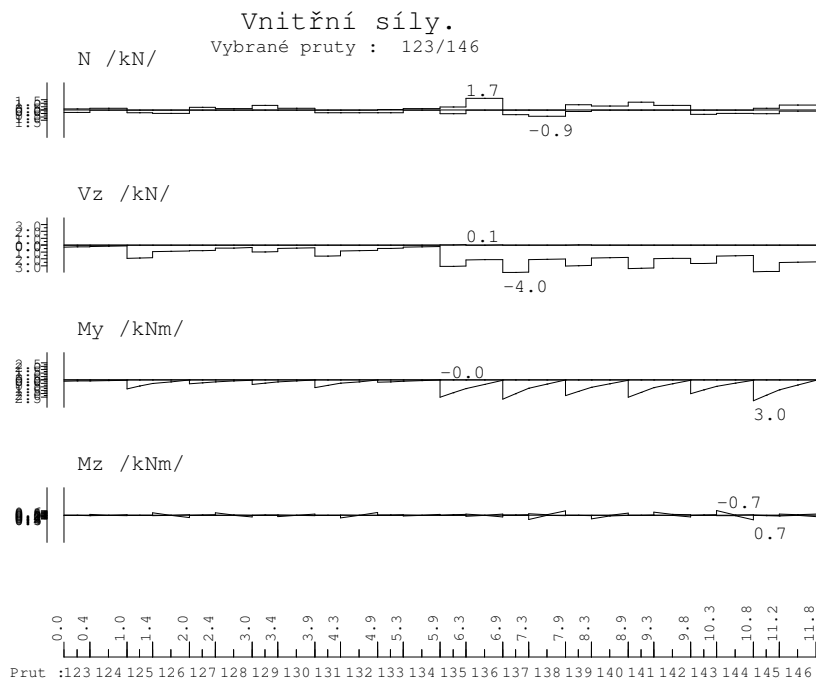


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ**



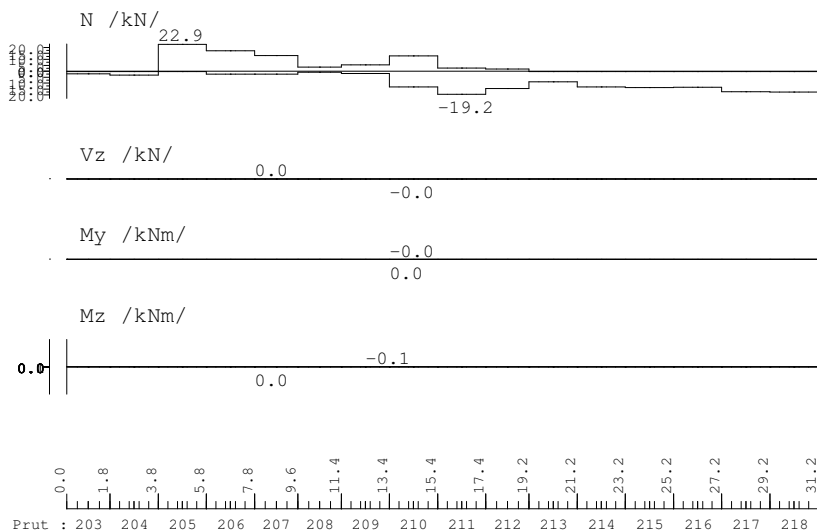


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - NOSNÍKY PLOCHY**



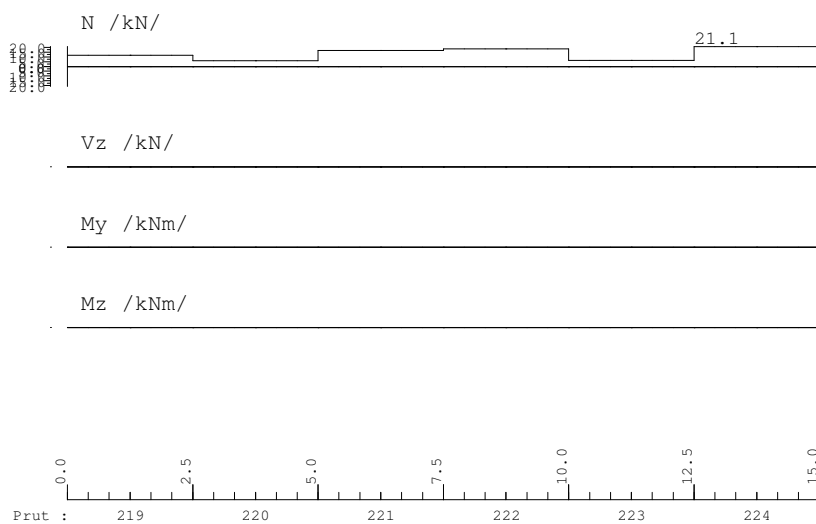
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - KONZOLY**

Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 203/218

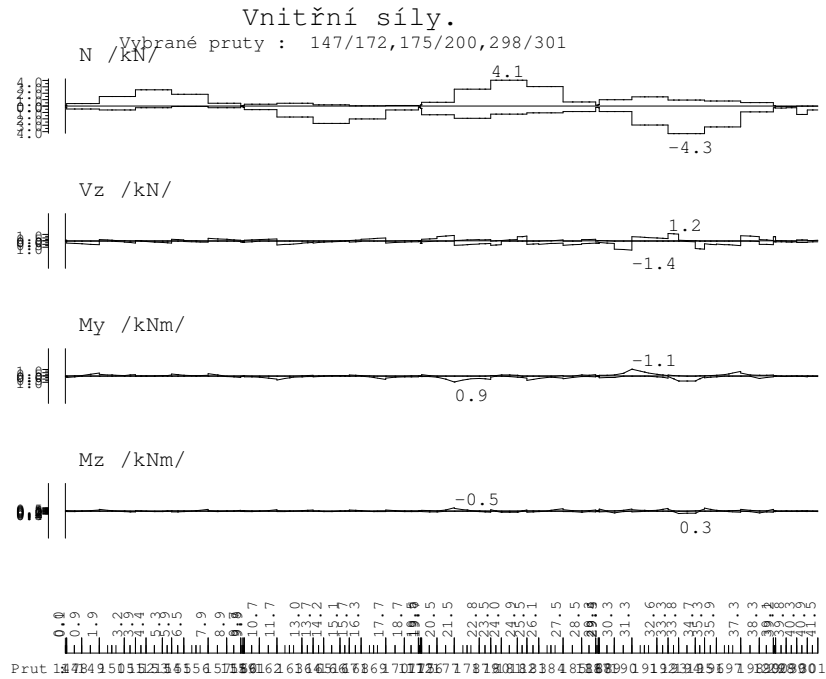


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PODÉLNÉ ZTUŽIDLO**

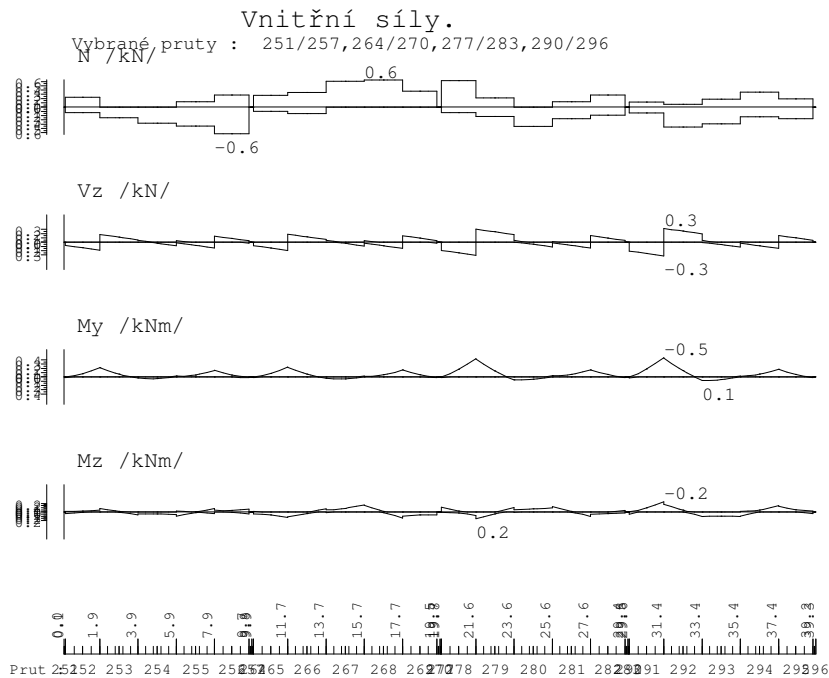
Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 219/224



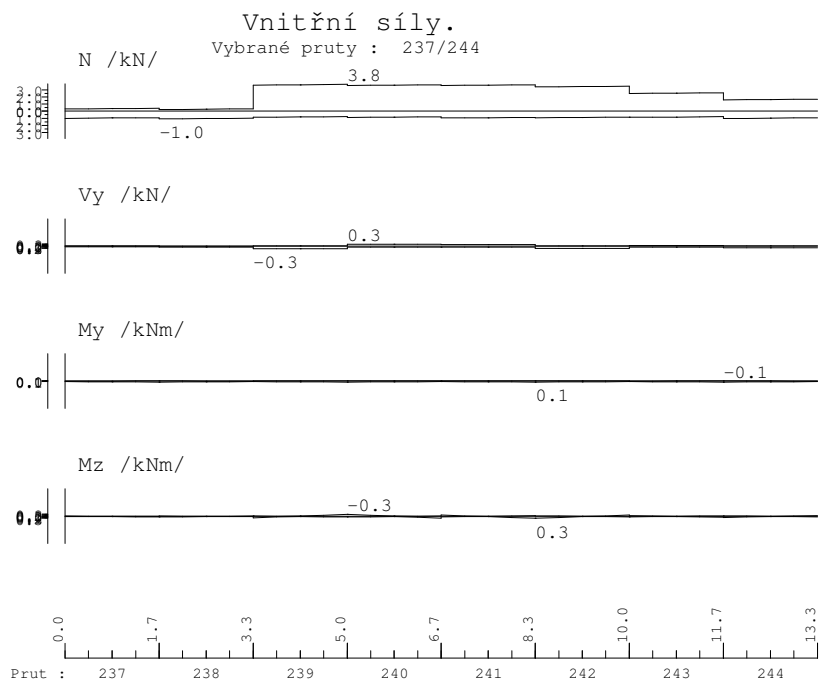
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY**



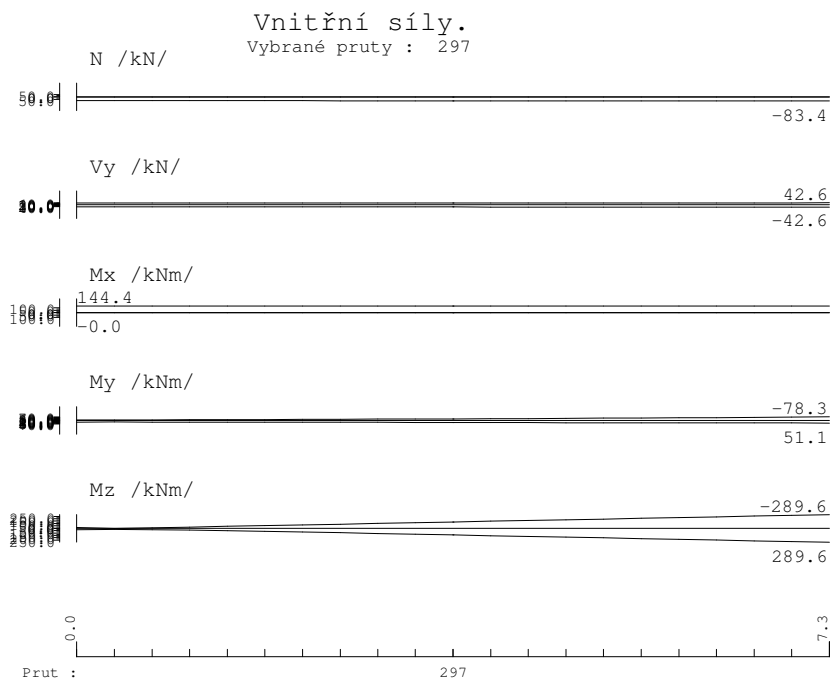
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - NOSNÍKY LÁVKY**



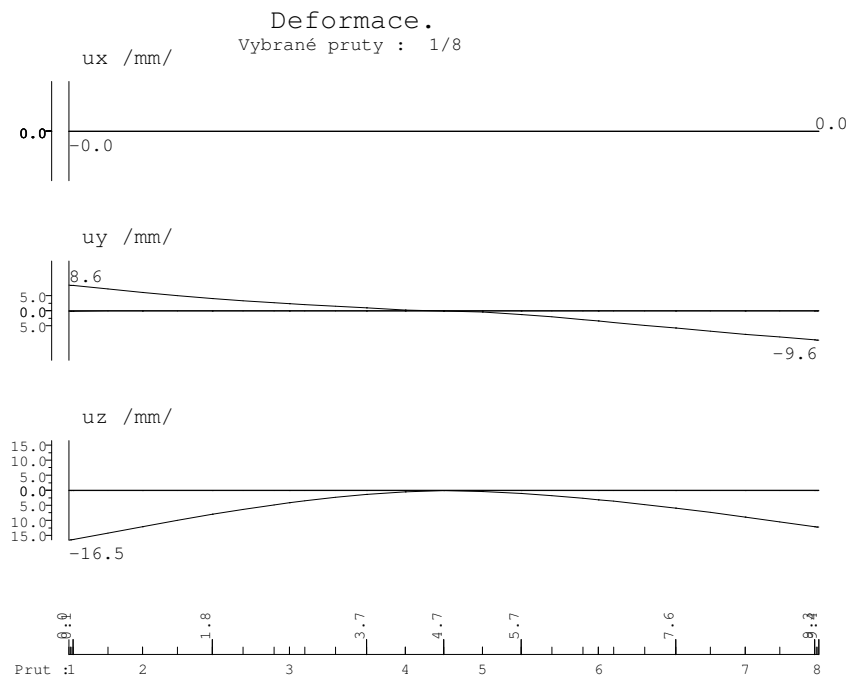
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PODÉLNÉ TRUBKY**



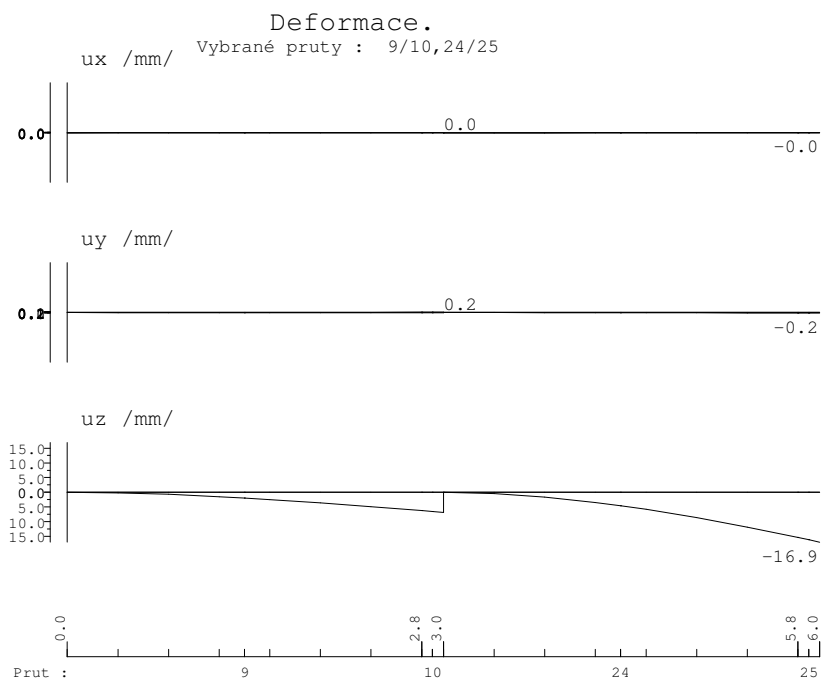
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - SVISLÉ TRUBKY**



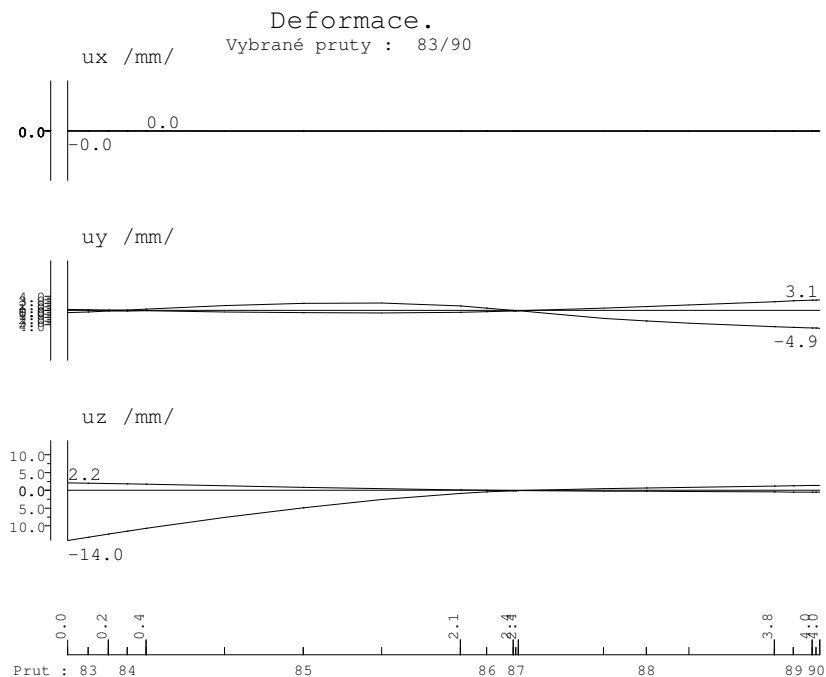
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - SLOUP**



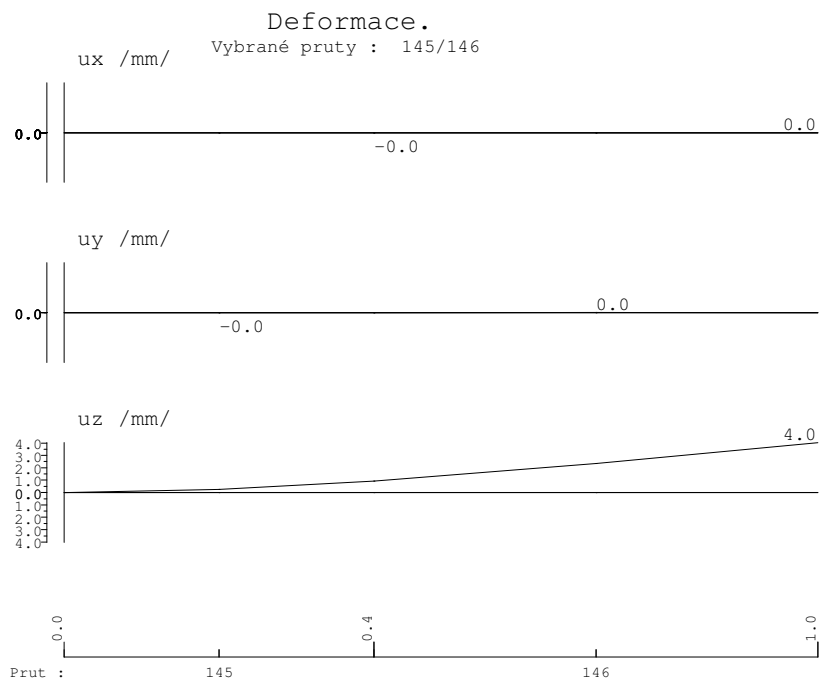
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK**



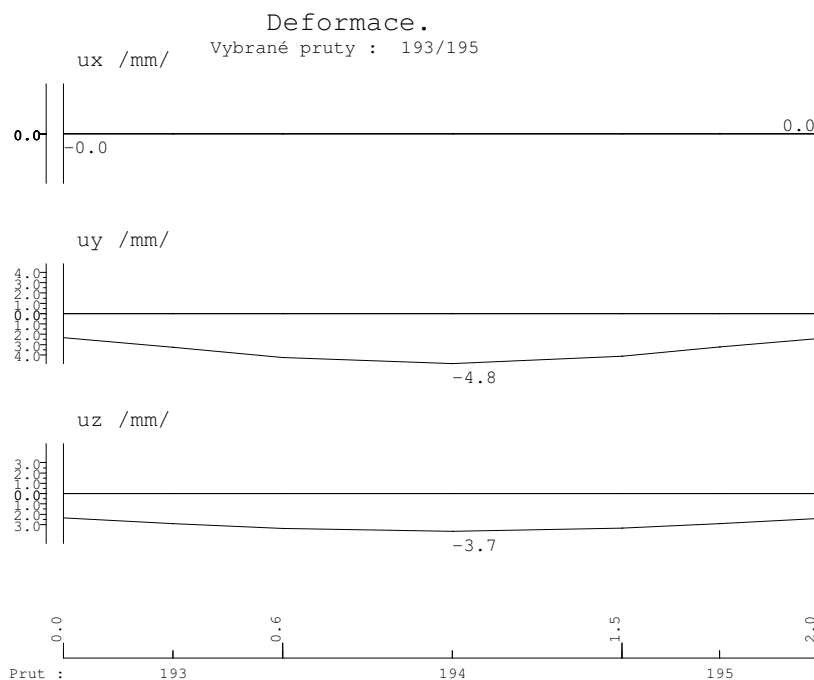
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - PŘÍČNÍKY**



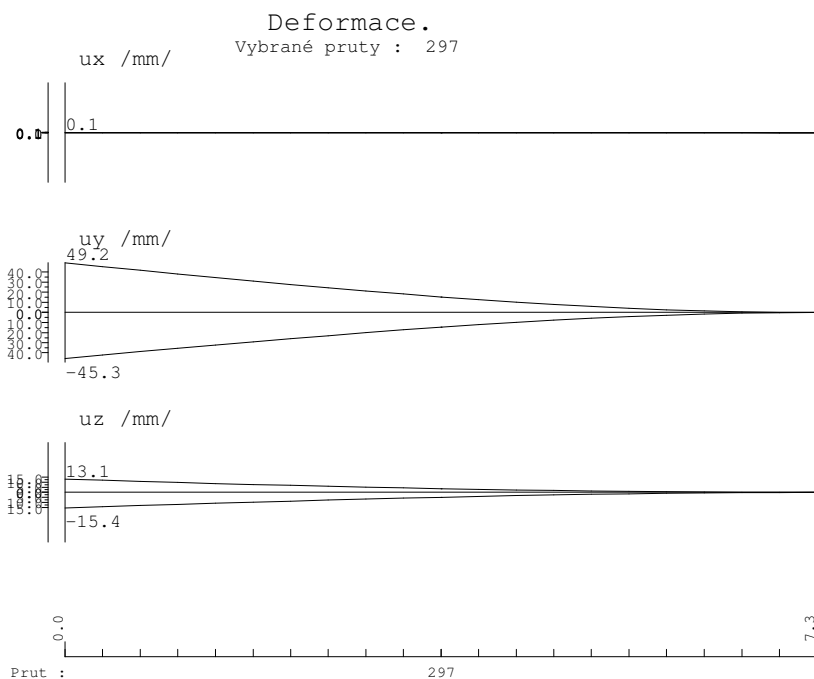
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - NOSNÍKY PLOCHY**



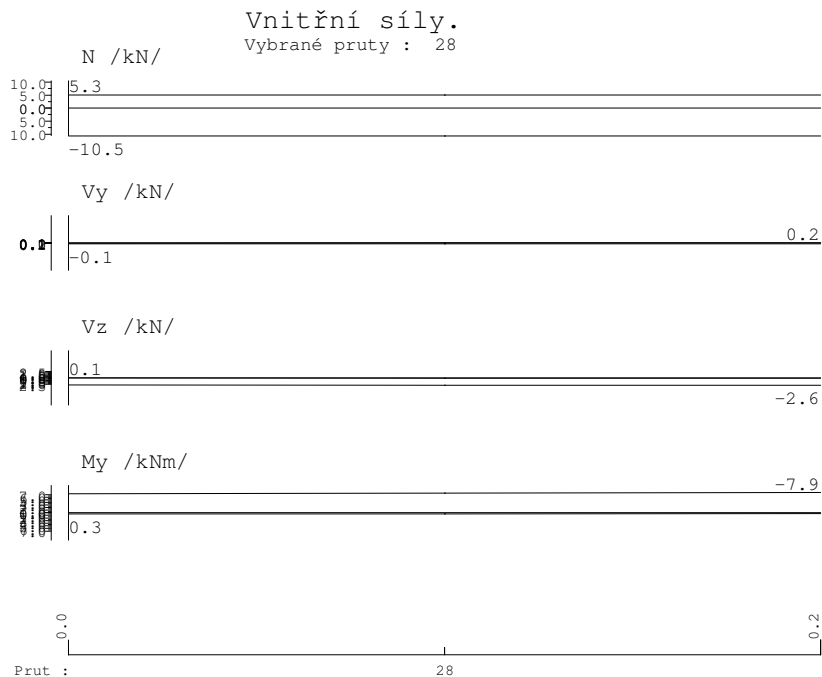
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - KONZOLY**



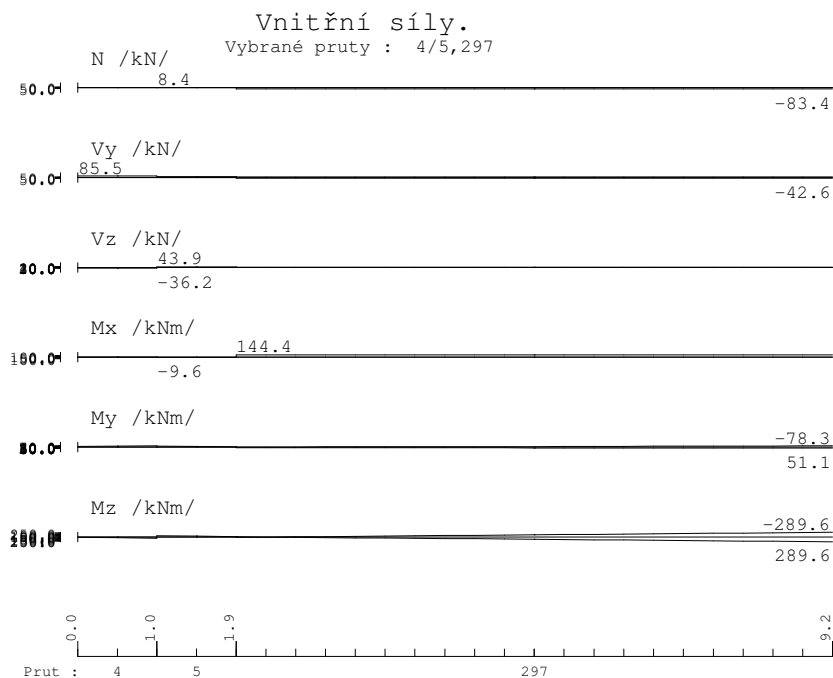
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - NOSÍKY LÁVKY**



**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - SLOUP**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍPOJ PŘIPOJOVACÍCH KONZOLEK  
A PŘÍČNÍKŮ**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍPOJ PODÉLNÍKU NA SLOUP**



### REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH. GLOBÁLNÍ EXTRÉM

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	204	18	<b>5.04</b>	<b>42.64</b>	76.58	<b>-289.63</b>	47.26	105.61
		11	<b>-13.05</b>	0.00	<b>56.73</b>	-0.00	<b>-78.30</b>	-0.00
		10	5.04	<b>-42.64</b>	56.73	<b>289.63</b>	44.01	<b>144.40</b>
		30	3.02	25.59	<b>83.43</b>	-190.24	<b>51.14</b>	63.36
		20	-13.05	0.00	76.58	-0.00	-75.06	<b>-0.00</b>

### REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	204	1	0.00	0.00	56.73	-0.00	9.27	-0.00
		2	0.00	0.00	76.58	-0.00	12.52	-0.00
		3	3.02	25.59	56.73	-173.78	30.12	63.36
		4	3.02	-25.59	56.73	173.78	30.12	86.64
		5	-7.83	0.00	56.73	-0.00	-43.27	-0.00
		6	0.00	-0.00	63.58	-16.46	27.05	0.00
		7	0.00	-0.00	63.58	-11.28	7.72	0.00
		8	-0.00	-0.00	63.58	-6.09	-11.61	0.00
		9	5.04	42.64	56.73	-289.63	44.01	105.61
		10	5.04	-42.64	56.73	289.63	44.01	144.40
		11	-13.05	0.00	56.73	-0.00	-78.30	-0.00
		12	3.02	25.59	76.58	-173.78	33.36	63.36
		13	3.02	-25.59	76.58	173.78	33.36	86.64
		14	-7.83	0.00	76.58	-0.00	-40.03	-0.00
		15	0.00	-0.00	83.43	-16.46	30.29	0.00
		16	0.00	-0.00	83.43	-11.28	10.96	0.00
		17	-0.00	-0.00	83.43	-6.09	-8.37	0.00
		18	5.04	42.64	76.58	-289.63	47.26	105.61

---

		19	5.04	-42.64	76.58	289.63	47.26	144.40
		20	-13.05	0.00	76.58	-0.00	-75.06	-0.00
		21	3.02	25.59	63.58	-190.24	47.89	63.36
		22	3.02	-25.59	63.58	157.32	47.89	86.64
		23	3.02	25.59	63.58	-185.06	28.56	63.36
		24	-7.83	0.00	63.58	-16.46	-25.50	-0.00
		25	3.02	-25.59	63.58	162.50	28.56	86.64
		26	3.02	25.59	63.58	-179.87	9.23	63.36
		27	-7.83	0.00	63.58	-11.28	-44.83	-0.00
		28	3.02	-25.59	63.58	167.69	9.23	86.64
		29	-7.83	0.00	63.58	-6.09	-64.16	-0.00
		30	3.02	25.59	83.43	-190.24	51.14	63.36
		31	3.02	-25.59	83.43	157.32	51.14	86.64
		32	3.02	25.59	83.43	-185.06	31.81	63.36
		33	-7.83	0.00	83.43	-16.46	-22.25	-0.00
		34	3.02	-25.59	83.43	162.50	31.81	86.64
		35	3.02	25.59	83.43	-179.87	12.48	63.36
		36	-7.83	0.00	83.43	-11.28	-41.58	-0.00
		37	3.02	-25.59	83.43	167.69	12.48	86.64
		38	-7.83	0.00	83.43	-6.09	-60.91	-0.00

### 9.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

<b>- Hlavní podélný nosník TRHR 250x250x10 profil č. 1</b>			Ocel S 235 Mpa
<b>Profil TRHR 250x250x10</b>	H = 250    B = 250    t = 10 mm		$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9380$ mm	$\beta_y = 0,2$ [-]	$L_{cr,y} = 1,88$ m	
$L_z = 9380$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 9,38$ m	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 8,4$   -3,8 kN	$V_{Sd} = 85,5$ kN	$M_{y,Sd} = 77,5$ kNm	$M_{z,Sd} = 83,6$ kNm
--------------------------	--------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h)$	= 9024 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 4512$ [-] m	= 72,19 kg/m'
$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12}$	= 86,78 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H$	= 694 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
		$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2$	= 798 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12}$	= 86,78 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H$	= 694 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
		$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2$	= 798 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
$i_y = \sqrt{I_y / A}$	= 98,1 mm	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	= 98,1 mm

**Vzpěr:**

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,1 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,20 \text{ [-]} \quad \Rightarrow \quad \bar{\lambda}_{max} = 1,02 \text{ [-]}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 95,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 1,02 \text{ [-]}$$

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,02 - 0,2) + 1,02^2] = 0,52$  [-]

$\bar{\lambda}_{max} \cdot \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 1,02^2}] = 0,999$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 1,00 · 9024 · 0,235 / 1	= 2121 kN	>	$N_{Sd}^+ = 8,4$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 0,999 · 9024 · 0,235 / 1	= 2119 kN	>	$N_{Sd}^- = 3,8$ kN
$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 797,5 · 0,235 / 1	= 187 kNm	>	$M_{Sd} = 77,5$ kNm
$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 797,5 · 0,235 / 1	= 187 kNm	>	$M_{Sd} = 83,6$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	= 4512 · 0,235 / 1 · $\sqrt{3}$	= 612 kN	>	$2 \cdot V_z = 171$ kN
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{8,40}{2121} + \frac{77,50}{187} + \frac{83,60}{187,4}$	= 0,86	<	1,00 Vyhoví
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{3,80}{2119} + \frac{77,50}{187} + \frac{83,60}{187,4}$	= 0,86	<	1,00 Vyhoví
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{171}{612}$	0,28	<	1,00 Vyhoví

**- PŘÍČNÍKY HEA 160**

<b>Profil HEA 160</b>	H = 152 mm
$L_y = 5640$ mm	$\beta_y = 1$ [-]
$L_z = 5640$ mm	$\beta_z = 0,5$ [-]
$L_\omega = 5640$ mm	$\beta_\omega = 0,5$ [-]

**PROFIL Č. 2**

B = 160 mm
$L_{cr,y} = 5640$ mm
$L_{cr,z} = 2820$ mm
$L_{cr,\omega} = 2820$ mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f = 1,00$ [-]
$\alpha_{y,1} = 0,34$ [-]
$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 44,5$   -47 kN	$V_{z,Sd} = 21,5$ kN	$M_{y,Sd} = 31$ kNm	$M_{z,Sd} = 8,2$ kNm
--------------------------	----------------------	---------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 30,4$ kg/m'	$A = 3877$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1320$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 16,7 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 31,41 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9$ mm	$t_w = 6$ mm
$I_z = 6,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,7$ mm	$W_{el,y} = 220 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 245 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 122 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 39,8$ mm	$W_{el,z} = 77 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 118 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 85,9$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,91$  [-]  $\lambda_z = 70,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,75$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,91 - 0,2) + 0,91^2] = 1,04$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,04 + \sqrt{1,04^2 - 0,91^2}] = 0,65$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,75 - 0,2) + 0,75^2] = 0,92$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,92 + \sqrt{0,92^2 - 0,75^2}] = 0,69$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 143 \cdot \sqrt{31410 / 6,156} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2820 / (152 - 9)] \cdot \sqrt{121,9 / 6,156} = 1,72$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,721^2 / 3,14^2 = 2,2$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -76 \text{ mm}$$

$$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 3,26 \cdot 2,2}]}} = 0,84 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,84 \cdot [2 \cdot 2820 / (152 - 9)] \cdot \sqrt{16,73 / 6,156} = 54,71 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}} = 54,7 \cdot \sqrt{245,1 / 220,13} = 57,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,61 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,61 - 0,2) + 0,61^2] = 0,73 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,73 + \sqrt{0,73^2 - 0,61^2}] = 0,88 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,65 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,88 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 3877 \cdot 0,235 / 1 = 911 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 44,5 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,652 \cdot 3877 \cdot 0,235 / 1 = 594 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 46,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,884 \cdot 245,1 \cdot 0,235 / 1 = 50,9 \text{ kNm} > M_{Sd} = 31 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 117,6 \cdot 0,235 / 1 = 27,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 8,2 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1320 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 179 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 43 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{44,5}{911} + \frac{31}{50,9} + \frac{8,2}{27,6} = 0,95 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{46,8}{594} + \frac{31,0}{50,9} + \frac{8,20}{27,6} = 0,98 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{43}{179} = 0,24 < 1,00$  **Vyhoví**

<b>- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 160</b>		<b>PROFIL Č. 14</b>		Ocel S 235 Mpa
<b>Profil IPE 160</b>	H = 160 mm	B = 82 mm	$\gamma_f = 1,00 [-]$	
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2 [-]$	$L_{cr,y} = 350$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21 [-]$	
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2 [-]$	$L_{cr,z} = 350$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34 [-]$	
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2 [-]$	$L_{cr,\omega} = 350$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21 [-]$	
<b>Vnitřní síly:</b>				
$N_{Sd} = 6,4$   $-13$ kN	$V_{z,Sd} = 20,8$ kN	$M_{y,Sd} = 7,9$ kNm	$M_{z,Sd} = 3,2$ kNm	
<b>Průřez. charakteristiky:</b>				
$m = 15,8$ kg/m'	$A = 2009$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 966$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm	
$I_y = 8,69 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 3,96 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 7,4$ mm	$t_w = 5$ mm	
$I_z = 0,68 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,8$ mm	$W_{el,y} = 109 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 124 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	
$I_t = 36 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 16,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 26,1 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	
<b>Vzpěr</b>	$\lambda_y = 5,3 [-]$	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,06 [-]$	$\lambda_z = 19,0 [-]$	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,2 [-]$
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,06 - 0,2) + 0,06^2]$	$= 0,49 [-]$		
$\bar{\lambda}_y$ : $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [0,49 + \sqrt{0,49^2 - 0,06^2}]$	$= 1,00 [-]$		
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,2 - 0,2) + 0,2^2]$	$= 0,52 [-]$		
$\bar{\lambda}_z$ : $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 0,2^2}]$	$= 1,00 [-]$		
<b>Klopení:</b>	$\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z}$	$= 2 / 152,6 \cdot \sqrt{3960 / 0,6831}$	$= 1,00 [-]$	
$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [350 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{36 / 683,1}$	$= 0,33 [-]$		
$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,326^2 / 3,14^2$	$= 1,04 [-]$		
Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".				
$e_z = -80$ mm	$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 [-]$			
Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty	$\rightarrow n = 1$	pro $n = 1 [-]$		
b) jediné osamělé přeměno na prutu	$\rightarrow n = 2$	$k_1 = 1,00 [-]$		
c) spojitě a jiné zatížení na prutu	$\rightarrow n = 3$	$k_2 = 1,00 [-]$		
$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}}$	$= \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 1,04}]}}$	$= 1,53 [-]$		
$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z}$	$= 1,53 \cdot [2 \cdot 350 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{8,693 / 0,6831}$	$= 24,97 [-]$		
$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}}$	$= 25 \cdot \sqrt{123,9 / 108,66} = 26,7 [-]$	$\bar{\lambda}_{LT} = 0,28 [-]$		
$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,28 - 0,2) + 0,28^2]$	$= 0,55 [-]$		
$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}]$	$= 1 / [0,55 + \sqrt{0,55^2 - 0,28^2}]$	$= 0,98 [-]$		
$\chi_{min} = 1,00 [-]$	$\chi_{LT} = 0,98 [-]$			
<b>Únosnost:</b>				
$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1$	$= 472$ kN	$> N_{Sd}^+ = 6,4$ kN	
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,999 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1$	$= 472$ kN	$> N_{Sd}^- = 12,8$ kN	
$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,981 \cdot 123,9 \cdot 0,235 / 1$	$= 28,6$ kNm	$> M_{Sd} = 7,9$ kNm	
$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 26,1 \cdot 0,235 / 1$	$= 6,13$ kNm	$> M_{Sd} = 3,2$ kNm	
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 966 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 131$ kN	$> 2 \cdot V_z = 41,6$ kN	
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{6,4}{472} + \frac{7,9}{28,6} + \frac{3,2}{6,13}$	$= 0,81$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{12,8}{472} + \frac{7,9}{28,6} + \frac{3,20}{6,13}$	$= 0,83$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{41,6}{131}$	$= 0,32$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>

**- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 70x70x6**

**PROFIL Č. 3**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 2440$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{sd} = 40,4$   -38 kN	$V_{z,sd} = 0$ kN	$M_{y,sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm
$I_{\eta} = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

**Vzpěři**  $\lambda_y = 91,4$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,97$  [-]  $\lambda_z = 176,4$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,88$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,97 - 0,2) + 0,97^2] = 1,16$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,16 + \sqrt{1,16^2 - 0,97^2}] = 0,56$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,88 - 0,2) + 1,88^2] = 2,67$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [2,67 + \sqrt{2,67^2 - 1,88^2}] = 0,22$  [-]

**(lopení)**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2440 / 93] \cdot \sqrt{10 / 156} = 4,12$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 4,118^2 / 3,14159^2 = 6,87$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z =$  mm -49,5 mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 6,87}]}} = 0,74$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,744 \cdot [2 \cdot 2440 / 93] \cdot \sqrt{0,581 / 0,156} = 75,35$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 75,4 \cdot \sqrt{18,76 / 11,74} = 95,3$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,01$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,01 - 0,2) + 1,01^2] = 1,10$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,1 + \sqrt{1,1^2 - 1,01^2}] = 0,66$  [-]

$\chi_{min} = 0,218$  [-]  $\chi_{LT} = 0,655$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 192$  kN >  $N_{sd}^+ = 40,40$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,218 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 41,8$  kN >  $N_{sd}^- = 37,60$  kN

$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,655 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1 = 2,89$  kNm >  $M_{sd} = 0,00$  kNm

$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,24$  kNm >  $M_{sd} = 0,00$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 57$  kN >  $2 \cdot V_z = 0,00$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{40,4}{192} + \frac{0,00}{2,89} + \frac{0,00}{2,24} = 0,21 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{37,6}{41,8} + \frac{0,00}{2,89} + \frac{0,00}{2,24} = 0,90 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{0}{57} = 0,00 < 1,00$  Vyhoví

**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 140**

**PROFIL Č. 4**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 140</b>	H = 140 mm	B = 73 mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 7980$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]	$L_{cr,z} = 2394$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$L_\omega = 3990$ mm	$\beta_\omega = 0,6$ [-]	$L_{cr,\omega} = 2394$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 19,4$   -10 kN	$V_{z,Sd} = 7,7$ kN	$M_{y,Sd} = 9,3$ kNm	$M_{z,Sd} = 1,5$ kNm
--------------------------	---------------------	----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 12,9$ kg/m'	$A = 1643$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 764$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 5,41 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 1,98 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 6,9$ mm	$t_w = 4,7$ mm
$I_z = 0,45 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 57,4$ mm	$W_{el,y} = 77,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 88,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 24,5 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 16,5$ mm	$W_{el,z} = 12,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 19,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 139,0$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,48$  [-]  $\lambda_z = 144,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,54$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,48 - 0,2) + 1,48^2] = 1,73$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,73 + \sqrt{1,73^2 - 1,48^2}] = 0,38$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,54 - 0,2) + 1,54^2] = 1,92$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,92 + \sqrt{1,92^2 - 1,54^2}] = 0,33$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 133,1 \cdot \sqrt{1980 / 0,4492} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2394 / (140 - 6,9)] \cdot \sqrt{24,5 / 449,2} = 2,60$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 2,60^2 / 3,14^2 = 3,75$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -70$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 3,75}]}} = 0,53$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,53 \cdot [2 \cdot 2394 / (140 - 6,9)] \cdot \sqrt{5,412 / 0,4492} = 66,70$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{pl,y} / W_{y,eI}} = 66,7 \cdot \sqrt{88,34 / 77,31} = 71,3$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,76$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,76 - 0,2) + 0,76^2] = 0,85$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,85 + \sqrt{0,85^2 - 0,76^2}] = 0,82$  [-]

$\chi_{min} = 0,33$  [-]

$\chi_{LT} = 0,82$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1643 \cdot 0,235 / 1 = 386$  kN  $> N_{Sd}^+ = 19,4$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,327 \cdot 1643 \cdot 0,235 / 1 = 126$  kN  $> N_{Sd}^- = 10$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,818 \cdot 88,3 \cdot 0,235 / 1 = 17$  kNm  $> M_{Sd} = 9,3$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 19,3 \cdot 0,235 / 1 = 4,52$  kNm  $> M_{Sd} = 1,5$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 764 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 104$  kN  $> 2 \cdot V_z = 15,4$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{19,4}{386} + \frac{9,3}{17} + \frac{1,5}{4,52} = 0,93 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{10}{126} + \frac{9,3}{17} + \frac{1,50}{4,52} = 0,96 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{15,4}{104} = 0,15 < 1,00$  **Vyhoví**

**- KONZOLY Trov 80x80x9**

**PROFIL Č. 5**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Trov 80x80x9</b>	H = 80	B = 80	t = 9	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 985$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 1970$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 985$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]	$L_{cr,z} = 591$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_\omega = 985$ mm	$\beta_\omega = 0,6$ [-]	$L_{cr,\omega} = 591$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 1,7$   $-0,9$ kN	$V_{z,Sd} = 4$ kN	$M_{y,Sd} = 3,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,70$ kNm
----------------------------	-------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 10,7$ kg/m <sup>3</sup>	$A = 1360$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 576$ mm <sup>2</sup>	$z_T = 57,8$ mm
$I_y = 0,74 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9$ mm	$t_w = 9$ mm
$I_z = 0,37 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 23,3$ mm	$W_{el,y} = 12,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 28,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 26,6 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 16,5$ mm	$W_{el,z} = 9,25 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 14,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

<b>Vzpěr</b>	$\lambda_y = 84,6$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,90$ [-]	$\lambda_z = 35,8$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,38$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,9 - 0,2) + 0,9^2]$	$= 1,08$ [-]		
$\bar{\lambda}_y$ : $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [1,08 + \sqrt{1,08^2 - 0,9^2}]$	$= 0,6$ [-]		
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,38 - 0,2) + 0,38^2]$	$= 0,62$ [-]		
$\bar{\lambda}_z$ : $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [0,62 + \sqrt{0,62^2 - 0,38^2}]$	$= 0,91$ [-]		
<b>Ľopení:</b> $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [591 / 75,5] \cdot \sqrt{26,6 / 370}$	$= 1,3$ [-]		
$d_{z,\omega} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 1,301^2 / 3,14159^2$	$= 0,69$ [-]		

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -22,2 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -0,59 \text{ [-]}$$

a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-0,6 + \sqrt{(-0,6)^2 + 4,68 \cdot 0,7}]}} = 1,206 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,21 \cdot [2 \cdot 591 / 75,5] \cdot \sqrt{0,737 / 0,37} = 26,6 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,el}} = 26,6 \cdot \sqrt{28,8 / 12,75} = 40,0 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,43 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,61 - 0,2) + 0,61^2] = 0,61 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,61 + \sqrt{0,61^2 - 0,43^2}] = 0,946 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,599 \text{ [-]} \quad \chi_{LT} = 0,946 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1$	$= 320$ kN	$>$	$N_{Sd} = 1,7$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,599 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1$	$= 191$ kN	$>$	$N_{Sd} = 0,9$ kN
$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,946 \cdot 28,8 \cdot 0,235 / 1$	$= 6,4$ kNm	$>$	$M_{Sd} = 3,00$ kNm
$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 14,4 \cdot 0,235 / 1$	$= 3,38$ kNm	$>$	$M_{Sd} = 0,70$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 576 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 78,2$ kN	$>$	$2 \cdot V_z = 8$ kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{1,7}{320} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,70}{3,384} = 0,68 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{0,9}{191} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,70}{3,384} = 0,68 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{8}{78,2} = 0,10 < 1,00$  **Vyhoví**



**- PODÉLNÉ ZTUŽIDLO U 140x60x4**

**PROFIL Č. 6**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil: U tenk 140x60x4</b>	H = 140	B = 60	t = 4	mm	$\gamma_f = 1,00$	[-]
$L_y = 2000$ mm	$\beta_y = 1$	[-]	$L_{cr,y} = 2000$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$	[-]	
$L_z = 2000$ mm	$\beta_z = 1$	[-]	$L_{cr,z} = 2000$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$	[-]	
$L_\omega = 2000$ mm	$\beta_\omega = 1$	[-]	$L_{cr,\omega} = 2000$ mm	$\alpha_{LT} = 0,76$	[-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 22,9$	[-19 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,1$ kNm
-----------------	---------	-------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

m = 7,82 kg/m <sup>1</sup>	A = 978 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 544$ mm <sup>2</sup>	$\gamma_T = 15,8$ mm
$I_y = 2,84 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 1,03 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 4$ mm	$t_w = 4$ mm
$I_z = 0,332 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 53,9$ mm	$W_{el,y} = 40,54 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 47,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 5,05 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 7,51 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$a_y = 21,5$ mm

<b>Vzpěr:</b>	$\lambda_y = 37,1$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,40$ [-]	=>	$\bar{\lambda}_{max} = 1,16$ [-]
	$\lambda_z = 108,6$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,16$ [-]		

Pro $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,16 - 0,2) + 1,16^2]$	$= 1,40$ [-]
$\bar{\lambda}_{max}: \chi_c = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}]$	$= 1 / [1,4 + \sqrt{1,4^2 - 1,16^2}]$	$= 0,46$ [-]

<b>Klopení:</b>	$\delta = (2/h) \cdot \sqrt{I_\omega / I_z}$	$= (2/136) \cdot \sqrt{1032 / 0,332}$	$= 0,82$ [-]
	$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [2000 / (140 - 4)] \cdot \sqrt{5,047 / 332}$	$= 1,12$ [-]
	$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_\omega)^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0,82^2 \cdot (2000 / 2000)^2 + 4 \cdot 1,125^2 / 3,14^2$	$= 1,19$ [-]

Vzdálenost působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -70 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1,00$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty	→ n = 1	pro n = 1
b) jediné osamělé přeměno na prutu	→ n = 2	$k_1 = 1,00$
c) spojitě a jiné zatížení na prutu	→ n = 3	$k_2 = 1,00$

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{-1^2 + 1 \cdot 1,19}]}} = 1,45 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,446 \cdot [2 \cdot 2000 / (140 - 4)] \cdot \sqrt{2,84 / 0,33} = 124 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,el}} = 124,4 \cdot \sqrt{47,69 / 40,54} = 134,9 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 1,44 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,76 \cdot (1,44 - 0,2) + 1,44^2] = 2 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [2 + \sqrt{2^2 - 1,44^2}] = 0,29 \text{ [-]}$$

$\chi_{min} = 0,460$

$\chi_{LT} = 0,29$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 977,8 \cdot 0,235 / 1$	$= 230$ kN	>	$N_{Sd}^+ = 22,9$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,46 \cdot 977,8 \cdot 0,235 / 1$	$= 106$ kN	>	$N_{Sd}^- = 19,2$ kN
$M_{y,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,294 \cdot 40,5 \cdot 0,235 / 1$	$= 2,80$ kNm	>	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm
$M_{z,Rd} = 1,0 \cdot W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 7,5 \cdot 0,235 / 1$	$= 1,76$ kNm	>	$M_{z,Sd} = 0,1$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 544 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 73,8$ kN	>	$2 \cdot V_z = 0$ kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{22,9}{230} + \frac{0}{2,80} + \frac{0,1}{1,76}$	$= 0,16$	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--	----------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{19,2}{106} + \frac{0,0}{2,80} + \frac{0,10}{1,76}$	$= 0,24$	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	---	----------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{73,8}$	$= 0,00$	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	------------------	----------	---	-------------	---------------

**- ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY Lrov 50x50x4**

**PROFIL Č. 7**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 50x50x4</b>	H = 50	B = 50	t = 4 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2520$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2520$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 2520$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2520$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 2520$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2520$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 21,1$   0 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 3,06$ kg/m'	$A = 389$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 200$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 35,4$ mm	$w_1 = 35,4$ mm	$v = 19,2$ mm	$v_1 = 17,6$ mm
$I_{\eta} = 0,14 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 19,1$ mm	$W_{el,\eta} = 4,01 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 6,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,04 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 9,9$ mm	$W_{el,\zeta} = 2,17 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 3,18 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 2,13 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$\gamma_T = 0$ mm	

<b>Vzpěr</b>	$\lambda_y = 132$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,40$ [-]	$\lambda_z = 254,3$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 2,71$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,4 - 0,2) + 1,4^2] = 1,78$ [-]			
$\bar{\lambda}_y$ :	$\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [1,78 + \sqrt{1,78^2 - 1,4^2}] = 0,35$ [-]		
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (2,71 - 0,2) + 2,71^2] = 4,78$ [-]			
$\bar{\lambda}_z$ :	$\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [4,78 + \sqrt{4,78^2 - 2,71^2}] = 0,11$ [-]		
<b>(lopení):</b>	$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [2520 / 66,8] \cdot \sqrt{2,13 / 38,2} = 5,52$ [-]		
	$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 5,523^2 / 3,14159^2 = 12,36$ [-]		

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = \text{mm} \quad -35,4 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}}$	$= \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 12,36}]}}$	$= 0,61$ [-]
$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z}$	$= 0,614 \cdot [2 \cdot 2520 / 66,8] \cdot \sqrt{0,142 / 0,038}$	$= 89,27$ [-]
$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}}$	$= 89,3 \cdot \sqrt{6,4 / 4,01} = 113$ [-]	$\bar{\lambda}_{LT} = 1,20$ [-]
$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,2 - 0,2) + 1,2^2] = 1,33$ [-]	
$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}]$	$= 1 / [1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1,2^2}] = 0,53$ [-]	
<b><math>\chi_{min} = 0,115</math> [-]</b>	<b><math>\chi_{LT} = 0,529</math> [-]</b>	

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1$	$= 91,4$ kN	$> N_{Sd}^+ = 21,10$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,115 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1$	$= 10,5$ kN	$> N_{Sd}^- = 0,00$ kN
$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,529 \cdot 6,4 \cdot 0,235 / 1$	$= 0,8$ kNm	$> M_{Sd} = 0,00$ kNm
$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 3,2 \cdot 0,235 / 1$	$= 0,75$ kNm	$> M_{Sd} = 0,00$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 200 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 27,1$ kN	$> 2 \cdot V_z = 0,00$ kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{21,1}{91,4}$	+	$\frac{0,00}{0,8}$	+	$\frac{0,00}{0,75}$	$= 0,23$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	---------------------	---	--------------------	---	---------------------	----------	----------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{0}{10,5}$	+	$\frac{0,00}{0,8}$	+	$\frac{0,00}{0,75}$	$= 0,00$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	------------------	---	--------------------	---	---------------------	----------	----------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{27,1}$	$= 0,00$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	------------------	----------	----------	---------------

<b>- NOSNÍKY LÁVKY Lrov 70x70x6</b>		<b>PROFIL Č. 8</b>		<b>Ocel S 235 Mpa</b>	
<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]	
$L_y = 9800$ mm	$\beta_y = 0,35$ [-]	$L_{cr,y} = 3430$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]		
$L_z = 9800$ mm	$\beta_z = 0,2$ [-]	$L_{cr,z} = 1960$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]		
$L_\omega = 9800$ mm	$\beta_\omega = 0,2$ [-]	$L_{cr,\omega} = 1960$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]		
<b>Vnitřní síly:</b>					
$N_{Sd} = 4,1$   -4,3 kN	$V_{z,Sd} = 1,4$ kN	$M_{y,Sd} = 1,10$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,50$ kNm		
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 1,13$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 1,13$ kNm		
<b>Průřez. charakteristiky:</b>					
$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$		
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm		
$I_\eta = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\eta = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>		
$I_\zeta = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\zeta = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>		
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm			
<b>Vzpěr</b>	$\lambda_y = 73,4$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,78$ [-]	$\lambda_z = 141,7$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,51$ [-]	
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,78 - 0,2) + 0,78^2]$	$= 0,95$ [-]			
$\bar{\lambda}_y$ : $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [0,95 + \sqrt{0,95^2 - 0,78^2}]$	$= 0,67$ [-]			
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,51 - 0,2) + 1,51^2]$	$= 1,96$ [-]			
$\bar{\lambda}_z$ : $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [1,96 + \sqrt{1,96^2 - 1,51^2}]$	$= 0,31$ [-]			
<b>Clonění:</b> $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [1960 / 93] \cdot \sqrt{10 / 156}$	$= 3,31$ [-]			
$d_{z,\omega} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 3,308^2 / 3,14159^2$	$= 4,44$ [-]			
Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".					
$e_z =$ mm	-49,5 mm	$e_h = 2 \cdot e_z / h =$	-1 [-]		
Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty $\rightarrow n = 1$ pro $n = 3$ [-]					
b) jediné osamělé přeměno na prutu $\rightarrow n = 2$ $k_1 = 0,53$ [-]					
c) spojitě a jiné zatížení na prutu $\rightarrow n = 3$ $k_2 = 4,68$ [-]					
$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h^2 + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}}$	$= \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{-1^2 + 4,68 \cdot 4,44}]}}$	$= 0,72$ [-]			
$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z}$	$= 0,718 \cdot [2 \cdot 1960 / 93] \cdot \sqrt{0,581 / 0,156}$	$= 58,37$ [-]			
$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}}$	$= 58,4 \cdot \sqrt{18,76 / 11,74} = 73,8$ [-]	$\bar{\lambda}_{LT} = 0,79$ [-]			
$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,79 - 0,2) + 0,79^2]$	$= 0,87$ [-]			
$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}]$	$= 1 / [0,87 + \sqrt{0,87^2 - 0,79^2}]$	$= 0,80$ [-]			
	$\chi_{min} = 0,312$ [-]	$\chi_{LT} = 0,804$ [-]			
<b>Únosnost:</b>					
$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1$	$= 192$ kN	$> N_{Sd}^+ = 4,10$ kN		
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,312 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1$	$= 59,7$ kN	$> N_{Sd}^- = 4,30$ kN		
$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,804 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1$	$= 3,54$ kNm	$> M_{Sd} = 1,13$ kNm		
$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1$	$= 2,24$ kNm	$> M_{Sd} = 1,13$ kNm		
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 57$ kN	$> 2 \cdot V_z = 2,80$ kN		
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{4,1}{192} + \frac{1,13}{3,54} + \frac{1,13}{2,24}$	$= 0,85$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>	
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{4,3}{59,7} + \frac{1,13}{3,54} + \frac{1,13}{2,24}$	$= 0,90$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>	
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{2,8}{57}$	$= 0,05$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>	

**- PODÉLNÉ TRUBKY TR Ø 51x4**

Profil TR Ø 51x4

$$\begin{aligned} \varnothing &= 51 \text{ x} \\ \beta_y &= 1 [-] \end{aligned}$$

$$L = 9840 \text{ mm}$$

**PROFIL Č. 10**

$$\begin{aligned} &4 \text{ mm} \\ L_{cr,y} &= 9840 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ocel S} & 235 \text{ Mpa} \\ \gamma_f &= 1 [-] \end{aligned}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 0,6 \mid -0,6 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 0,3 \text{ kN} \quad M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 0,5 \mid 0,2 \text{ kNm} \quad M_{Sd} = 0,54 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 590 [-] \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 6,28 [-]$$

$$P_{RO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (6,28 - 0,2) + 6,28^2] = 20,9 [-]$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [20,88 + \sqrt{(20,88^2 - 6,28^2)}] = 0,02 [-]$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 139 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 0,6 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,025 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 3,4 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 0,6 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 1,51 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,54 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 376,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 51 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,6 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{0,60}{139} + \frac{0,54}{1,51} = 0,36 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{0,60}{3,4} + \frac{0,54}{1,51} = 0,53 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{0,6}{51} = 0,01 < 1,00$  **Vyhoví**

**- SVISLÉ TRUBKY TR Ø 51x4**

Profil TR Ø 51x4

$$\begin{aligned} \varnothing &= 51 \text{ x} \\ \beta_y &= 1 [-] \end{aligned}$$

$$L = 3335 \text{ mm}$$

**PROFIL Č. 11**

$$\begin{aligned} &4 \text{ mm} \\ L_{cr,y} &= 3335 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ocel S} & 235 \text{ Mpa} \\ \gamma_f &= 1 [-] \end{aligned}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 3,8 \mid -1 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 0,3 \text{ kN} \quad M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 0,1 \mid 0,3 \text{ kNm} \quad M_{Sd} = 0,32 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 200 [-] \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 2,13 [-]$$

$$P_{RO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2,13 - 0,2) + 2,13^2] = 2,97 [-]$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [2,97 + \sqrt{(2,97^2 - 2,13^2)}] = 0,2 [-]$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 139 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 3,8 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,198 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 27,5 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 1 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 1,51 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,32 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 376,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 51 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,6 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{3,80}{139} + \frac{0,32}{1,51} = 0,24 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{1,00}{27,5} + \frac{0,32}{1,51} = 0,25 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{0,6}{51} = 0,01 < 1,00$  **Vyhoví**

**- SLOUP TR Ø 457x10**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR Ø 457x10

$$\varnothing = 457 \text{ x}$$

10 mm

$\gamma_f = 1$  [-]

$$L = 7290 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 2 \text{ [-]}$$

$$L_{cr,y} = 14580 \text{ mm}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 0 \text{ | } -83,4 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 42,6 \text{ kN} \quad M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 78,3 \text{ | } 290 \text{ kNm} \quad M_{Sd} = 300 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 14043 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 8945 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 350,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 1536 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 158,1 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 92,2 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,98 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,98 - 0,2) + 0,98^2] = 1,06 \text{ [-]}$$

$$\bar{\lambda}: \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [1,06 + \sqrt{1,06^2 - 0,98^2}] = 0,68 \text{ [-]}$$

**Boulení:**

$$d/t = 457 / 10 = 45,7 \text{ [-]} < 50 \cdot \epsilon^2 \rightarrow \text{Nedochází k boulení!}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 14042,9 \cdot 0,235 / 1 = 3300 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 0 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,678 \cdot 14042,9 \cdot 0,235 / 1 = 2237 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 83,4 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1535,7 \cdot 0,235 / 1 = 361 \text{ kNm} > M_{Sd} = 300 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 8944,53 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 1214 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 85,2 \text{ kN}$$

**Smykové napětí od kroucení:**

$$M_x = 144 \text{ kNm} \quad \tau_t = M_x / 2 \cdot \Omega_t \cdot t = 144,4 \cdot 10^6 / 2 \cdot 16,046 \cdot 10^4 \cdot 10 = 45 \text{ Mpa}$$

**Redukovaná smyková únosnost:**

$$V_{T,Rd} = 1 - [(\tau_t \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) / f_y] \cdot V_{pl,Rd} = 1 - 45 \cdot \sqrt{3} \cdot 1 / 235 \cdot 1213,5704 = 811 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{0,00}{3300} + \frac{300}{361} = 0,83 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{83,40}{2237} + \frac{300}{361} = 0,87 < 1,00$  **Vyhoví**

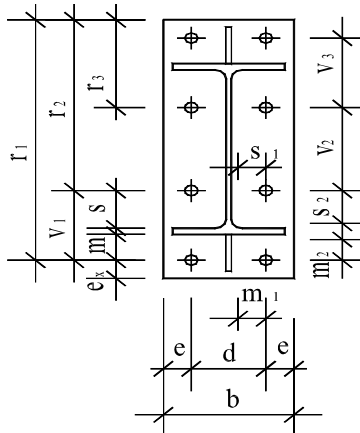
**Kombinace smyk**  $\frac{85,2}{811} = 0,11 < 1,00$  **Vyhoví**

## 9.4 POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK</b>		<b>PROFIL Č. 1</b>	vyložení l = 4690 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 16,5$ mm	$< \delta_{lim} = \frac{9380}{250} = 37,5$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta_y = 9,6$ mm	$< \delta_{lim} = \frac{9380}{250} = 37,5$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- PŘÍČNÍKY</b>		<b>PROFIL Č. 2</b>	vyložení l = 3000 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 16,9$ mm	$< \delta_{lim} = \frac{6000}{250} = 24,0$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta_y = 0,2$ mm	$< \delta_{lim} = \frac{6000}{250} = 24,0$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- NOSNÍKY PLOCHY</b>		<b>PROFIL Č. 4</b>	vyložení l = 2390 mm
- posun "Z"	$\delta = 14,0$ mm	$< \delta_{lim} = \frac{4780}{250} = 19,1$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta = 4,9$ mm	$< \delta_{lim} = \frac{4780}{250} = 19,1$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- KONZOLY</b>		<b>PROFIL Č. 5</b>	vyložení l = 985 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 4,0$ mm	$< \delta_{lim} = \frac{1970}{250} = 7,9$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta_y = 0,0$ mm	$< \delta_{lim} = \frac{1970}{250} = 7,9$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- NOSNÍKY LÁVKY</b>		<b>PROFIL Č. 8</b>	délka l = 985 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 1,7$ mm	- posun "Y" $\delta_y = 2,8$ mm	
- prostorový posun	$\delta = \sqrt{\delta_z^2 + \delta_y^2} = \sqrt{1,7^2 + 2,8^2} = 3,276$ mm		
- prostorový posun	$\delta = 3,27567$ mm	$< \delta_{lim} = \frac{985}{250} = 3,9$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- SLOUP</b>		<b>PROFIL Č. 13</b>	vyložení l = 7290 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 15,4$ mm	- posun "Y" $\delta_y = 49,2$ mm	
- prostorový posun	$\delta = \sqrt{\delta_z^2 + \delta_y^2} = \sqrt{15,4^2 + 49,2^2} = 51,55$ mm		
- prostorový posun	$\delta = 51,5539$ mm	$< \delta_{lim} = \frac{14580}{250} = 58,3$ mm	
<b>Vyhoví</b>			

## 9.5 POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ

### - PŘÍPOJ PŘÍČNÍKŮ HEA 160 KE KONZOLKÁM IPE 160



#### ŠROUBY

ŠR M	16	ZÁKLAD. NOSNÍK	HEA 160	PŘÍPOJ. NOSNÍK	IPE 160
Mater.	8 .8 .	S	235 Mpa	S	235 Mpa
$f_{ub}$	800 MPa	h =	152 mm	h =	160 mm
$A_s$	157 mm <sup>2</sup>	b =	160 mm	b =	82 mm
$\gamma_{M2}$	1,25 [-]	$t_w$	6 mm	$t_w$	5 mm
$\gamma_{M0}$	1,00 [-]	$t_f$	9 mm	$t_f$	7,4 mm

#### STYČ. PLECH

tloušťka plechu $t_p$	= 12 mm	Ocel S	235 Mpa
tloušťka výztuhy $t_v$	= 6 mm	Ocel S	235 Mpa
$a_{f,v}$	= 4 mm - výztuha	$a_{f,w}$	= 4 mm

#### GEOMETRIE PLECHU

- šířka plechu $b$	= 160 mm	- výška plechu $h$	= 300 mm
$e$	= 40 mm	$v_1$	= 70 mm
$d$	= 80 mm	$v_2$	= 70 mm
$m$	= 25 mm	$v_3$	= 70 mm
$r_1$	= 255 mm	$e_x$	= 45 mm
$r_2$	= 185 mm	$r_3$	= 115 mm

#### VNITŘNÍ SÍLY

$V_{sd}$	= 2,6 kN
$M_{sd}$	= 7,9 kNm
$N_{sd}$	= -10,5 kN (+ tlak, - tah)

#### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25 = 90,4 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25 = 60,3 \text{ kN}$$

#### Síla v jednom šroubu od tahu

$$F_{t,1} = \frac{M_{sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2)} = \frac{7,9 \cdot 0,255}{2 \cdot (0,07^2 + 0,03^2 + 0,01^2)} = 9 \text{ kN - dolní řada}$$

$$F_{t,2} = F_{t,1} \cdot r_2 / r_1 = 9 \cdot 185 / 255 = 6,53 \text{ kN - 2. řada zdola}$$

$$F_{t,3} = -N_{sd} / 8 = 10,5 / 8 = 1,3 \text{ kN}$$

$$F_t = F_{t,1} + F_{t,3} = 9 + 1,3 = 10,3 \text{ kN} < 90 \text{ kN}$$

#### Síla ve šroubu od smyku v horní řadě

$$F_v = V_{sd} / 2 = 2,6 / 2 = 1,3 \text{ kN} < 60 \text{ kN}$$

#### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$$F_t / F_{t,rd} + F_v / F_{v,rd} = 1,3 / 60,3 + 10,3 / 90,4 = 0,14 [-] < 1 [-]$$

#### Posouzení styčnickového plechu z oceli S

$$235 \Rightarrow f_y = 235 \text{ Mpa} \text{ Vyhoví!}$$

$$m_1 = (d - t) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,w} = (80 - 6) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4 = 32,5 \text{ mm}$$

$$m_2 = m - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,f} = 25 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4 = 20,5 \text{ mm}$$

$$n = \min \{e; 1,25 \cdot m_1\} = \min \{40; 40,6\} = 40 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m_1 / m_1 + e = 32,5 / (32,5 + 40) = 0,45 [-]$$

$$\lambda_2 = m_2 / m_1 + e = 20,5 / (32,5 + 40) = 0,28 [-] \Rightarrow \alpha = 6,81$$

$$\alpha \cdot m_1 - (2 \cdot m_1 + 0,625 \cdot e) = 6,8 \cdot 32,5 - (2 \cdot 32,5 + 0,625 \cdot 40) = 176 \text{ mm}$$

$$L_{eff} = e) + e_x = 0,625 \cdot 40 + 45 = 176 \text{ mm}$$

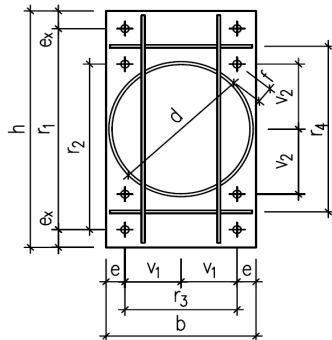
$$m_{PL,Rd} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 12^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 8,46 \text{ kNm/m'}$$

$$\text{Porušení 1: } \frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1} = \frac{2 \cdot 176 \cdot 8,46}{32,5} = 91,7 \text{ kN} > 10 \text{ kN}$$

$$\text{Porušení 2: } \frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n} = \frac{176 \cdot 8,46 + 40 \cdot 90,4}{32,47 + 40} = 70,4 \text{ kN} > 10 \text{ kN}$$

Vyhoví

**- PŘÍPOJ SLOUPU TR Ø 457 x 10 K PODÉLNÍKU TRHR 250 x 10**



TR Ø	457	x	10 mm	Ocel S	235 Mpa
TRHR	250	x	10 mm	Ocel S	235 Mpa
<b>ŠROUBY</b>					
ŠR M	24		tloušťka plechu $t_p =$	20 mm	
Mater.	8 .8 .		tloušťka výtuh $t_v =$	10 mm	
$f_{ub} =$	800 MPa		Ocel S	235 Mpa	
$A_s =$	353 mm <sup>2</sup>		koutový svar $a_f =$	10 mm	

**STYČNÍKOVÝ PLECH**

**SOUČINITELÉ**

$\gamma_{M0} = 1,00 [-]$

$\gamma_{M2} = 1,25 [-]$

**STYČ. PLECH**

**VNITŘNÍ SÍLY**

$V_{sd} =$	96,11 Kn	$b =$	475 mm	$h =$	800 mm
$N_{sd} =$	83,4 kN (tah)	$e =$	60 mm	$v_2 =$	220 mm
$M_{x,sd} =$	144,4 kNm (krut)	$v_1 =$	178 mm	$e_x =$	60 mm
$M_{y,sd} =$	10 kNm	$d =$	457 mm	$r_1 =$	680 mm
$M_{z,sd} =$	83,6 kNm	$f =$	54,18 mm	$r_2 =$	560 mm
		$r_3 =$	355 mm	$r_4 =$	560 mm

**Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku**

$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 353 / 1,25 = 203 \text{ kN}$

$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 353 / 1,25 = 136 \text{ kN}$

**Síla v jednom šroubu od tahu**

$F_{t,1} = \frac{M_{y,sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2)} = \frac{10 \cdot 0,68}{2 \cdot (0,462 + 0,314)} = 4,38 \text{ kN}$

$F_{t,2} = M_{z,sd} / 4 \cdot r_3 = 83,6 / 4 \cdot 0,355 = 58,9 \text{ kN}$

$F_{t,3} = N_{sd} / 8 = 83,4 / 8 = 10,4 \text{ kN}$

$F_t = F_{t,1} + F_{t,2} + F_{t,3} = 4,4 + 58,9 + 10,4 = 73,7 \text{ kN} < 203 \text{ kN}$

**Síla ve šroubu od smyku**

$F_{v,1} = M_{x,sd} / 4 \cdot r_4 = 144,4 / 4 \cdot 0,56 = 64,5 \text{ kN}$

$F_{v,2} = V_{sd} / 8 = 96,11 / 8 = 12 \text{ kN}$

$F_v = F_{v,1} + F_{v,2} = 64,5 + 12 = 76,5 \text{ kN} < 136 \text{ kN}$

**Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu**

$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd} = 73,7 / (1,4 \cdot 203) + 76,5 / 136 = 0,82 [-] < 1 [-]$

**Posouzení styčnickového plechu z oceli S**

$235 \Rightarrow f_y = 235 \text{ Mpa}$

$m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 54,18 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 = 42,9 \text{ mm}$

$n = \min \{e_{\min}; 1,25 \cdot m_1\} = \min \{60; 53,6\} = 53,6 \text{ mm}$

$L_{eff1} = 2 \cdot \pi \cdot m_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 42,86 = 269 \text{ mm}$

$L_{eff2} = \pi \cdot m_1 + r_{\min} = 3,14 \cdot 42,86 + 355 = 490 \text{ mm}$

$L_{eff3} = \pi \cdot m_1 + 2 \cdot e_{\min} = 3,14 \cdot 42,86 + 2 \cdot 60 = 255 \text{ mm}$

$L_{eff4} = 4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e_{\min} = 4 \cdot 42,86 + 1,25 \cdot 60 = 246 \text{ mm}$

$L_{eff5} = 2 \cdot m_1 + e + 0,625 \cdot e_x = 2 \cdot 42,86 + 60 + 0,625 \cdot 60 = 183 \text{ mm}$

$L_{eff6} = b / 2 = 475 / 2 = 238 \text{ mm}$

$L_{eff7} = 2 \cdot m_1 + v_{\min} + 0,625 \cdot e_{\min} = 2 \cdot 42,86 + 178 + 0,625 \cdot 60 = 301 \text{ mm}$

$L_{eff} = \min (L_{eff1} - L_{eff7}) = 183 \text{ mm}$

$m_{PL,Rd,1} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 20^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 23,5 \text{ kNm/m'}$

Porušení 1:  $\frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1} = \frac{2 \cdot 183,23 \cdot 23,5}{42,9} = 201 \text{ kN} > 73,7 \text{ kN}$

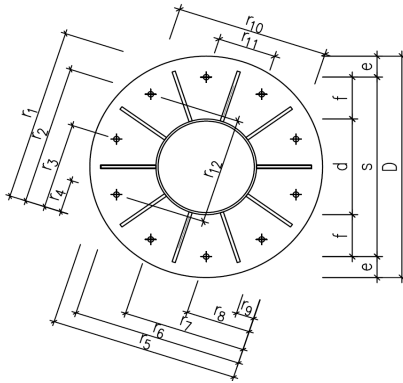
Porušení 2:  $\frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n} = \frac{183,23 \cdot 23,5 + 53,58 \cdot 203,5}{42,9 + 53,58} = 158 \text{ kN} > 73,7 \text{ kN}$

Vyhoví



## 9.6 POSOUZENÍ KOTVENÍ

### - KOTVENÍ SLOUPU TR Ø 457 x 10



<b>TR</b> Ø 457 x 10 mm	Ocel S 235 Mpa
<b>ŠROUBY</b>	<b>STYČNÍKOVÝ PLECH</b>
ŠR M 24	tloušťka plechu $t_p = 30$ mm
Mat. 8.8	tloušťka výztuhy $t_v = 15$ mm
$f_{ub} = 800$ MPa	Ocel S 235 Mpa
$A_s = 353$ mm <sup>2</sup>	koutový svar $a_f = 10$ mm

### SOUČINITELÉ MATERIÁLU

$$\gamma_{M0} = 1,00 [-] \quad \gamma_{M2} = 1,25 [-]$$

### STYČ. PLECH

D = 1057 mm	S = 857,00 mm
d = 457 mm	f = 200,00 mm
e = 100 mm	g = 124,91 mm

### VNITŘNÍ SÍLY

$V_{sd} = 44,59$ kN
$M_{sd} = 300,03$ kNm
$M_z = 144,40$ kNm (krut)
$N_{sd} = 0,00$ kN (- tah)

### SMĚR A)

$r_1 = 815,06$ mm
$r_2 = 659,39$ mm
$r_3 = 407,53$ mm
$r_4 = 155,66$ mm

### SMĚR B)

$r_5 = 857,00$ mm
$r_6 = 775,16$ mm
$r_7 = 560,91$ mm
$r_8 = 296,09$ mm
$r_9 = 81,84$ mm

### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 353 / 1,25 = 203 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 353 / 1,25 = 136 \text{ kN}$$

### Síla v jednom šroubu od tahu

$$\text{Směr a) } F_{t,1} = \frac{M_{sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2)} = \frac{300,03 \cdot 0,815}{2 \cdot (0,66^2 + 0,43^2 + 0,17^2 + 0,02^2)} = 94,8 \text{ kN}$$

$$\text{Směr b) } F_{t,2} = \frac{M_{sd} \cdot r_5}{r_5^2 + 2 \cdot (r_6^2 + r_7^2 + r_8^2 + r_9^2)} = \frac{300,03 \cdot 0,857}{0,7^2 + 2 \cdot (0,6^2 + 0,3^2 + 0,09^2 + 0,01^2)} = 93,4 \text{ kN}$$

$$F_{t,3} = -N_{sd} / 10 = 0 / 10 = 0 \text{ kN}$$

$$F_t = \max(F_{t,1}; F_{t,2}) + F_{t,3} = 94,8 + 0 = 94,8 \text{ kN} < 203 \text{ kN}$$

### Síla ve šroubu od smyku

$$F_{v,1} = M_z / 5 \cdot r_5 = 144,4 / 5 \cdot 0,857 = 33,7 \text{ kN}$$

$$F_{v,2} = V_{sd} / 10 = 44,59 / 10 = 4,46 \text{ kN}$$

$$F_v = F_{v,1} + F_{v,2} = 33,7 + 4,5 = 38,2 \text{ kN} < 136 \text{ kN}$$

### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd} = 95 / (1,4 \cdot 203) + 38 / 136 = 0,61 [-] < 1 [-]$$

### Posouzení styčnickového plechu z oceli S 235

$$\Rightarrow f_y = 235 \text{ Mpa}$$

$$m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 200 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 = 189 \text{ mm}$$

$$m_2 = g - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 124,91 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 = 114 \text{ mm}$$

$$n = \min \{ e; 1,25 \cdot m_1 \} = \min \{ 100; 235,9 \} = 100 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m_1 / m_1 + e = 188,7 / (188,7 + 100) = 0,65 [-]$$

$$\lambda_2 = m_2 / m_1 + e = 113,6 / (188,7 + 100) = 0,39 [-] \Rightarrow \alpha = 5$$

$$L_{eff} = 2 \cdot \alpha \cdot m_1 - (4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e) = 2 \cdot 5,3 \cdot 188,7 - (4 \cdot 188,7 + 1,25 \cdot 100) = 1103 \text{ mm}$$

$$m_{PL,rd} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 30^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 52,9 \text{ kNm/m'}$$

$$\text{Porušení 1: } F_1 = \frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1} = \frac{2 \cdot 1103 \cdot 52,88}{188,7} = 618 \text{ kN} > 95 \text{ kN}$$

$$\text{Porušení 2: } F_2 = \frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n} = \frac{1103 \cdot 52,88 + 100 \cdot 203,3}{188,7 + 100} = 272 \text{ kN} > 95 \text{ kN}$$

Vyhoví

## 9.7 POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

### - ZÁKLADOVÁ PATKA O ROZMĚRECH 1,8 m x 3,6 m x 1,2 m

#### Geometrie patky pod terénem

Výška patky $h =$	1,2 m
Délka patky $L =$	1,8 m (směr "X")
Šířka patky $b =$	3,6 m (směr "Y")
Objem:	7,78 m <sup>3</sup>
Objemová tíha základu:	25,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Geometrie patky nad terénem

Výška patky $h =$	0 m
Délka patky $L =$	0 m (směr "X")
Šířka patky $b =$	0 m (směr "Y")
Objem:	0 m <sup>3</sup>
Objemová tíha zeminy:	18,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Svislé zatížení

Výška zeminy nad zákl. $h_z =$	0,5 m	Normové $\gamma_f$	Minimální $\gamma_f$	Maximální $\gamma_f$
- Vlastní hmotnost patky		194 kN	1	194 kN
- Hmotnost zeminy nad zákl. patkou		58,3 kN	1	58,3 kN
- Hmotnost patky nad terénem		0,0 kN	1	0,0 kN
- Vlastní hmotnost OK billboardu		37,3 kN	1	37,3 kN
- Stálé zatížení		19,4 kN	1	19,4 kN
- Užité zatížení		4,6 kN	0	0,0 kN
- Zatížení sněhem		0,0 kN	0	0,0 kN
<b>Svislé zatížení celkem:</b>		<b>314 kN</b>		<b>309 kN</b>

#### Zatížení větrem

- Vítr podélný	Posouvající síla	12,1 kN	1,5	18,2 kN
	Výška nad terénem $H =$	6,5 m	$M =$	93,2 kNm
- Vítr příčný	Posouvající síla	28,4 kN	1,5	42,6 kN
	Výška nad terénem $H =$	6,5 m	$M =$	218,7 kNm

#### Pro vítr podélný

Pro $N_{min}$	$e = M / N_{min} =$	0,45 m	$< e_{lim} = L / 3 =$	0,60 m	$\sigma_{lim} =$	120 kPa
	$\sigma = N_{min} / b \cdot (L - 2 \cdot e) =$	95,9 kPa	$< s_{lim} =$	120 kPa	<b>Vyhoví</b>	
Pro $N_{max}$	$e = M / N_{max} =$	0,33 m	$< e_{lim} = L / 3 =$	0,60 m		
	$\sigma = N_{max} / b \cdot (L - 2 \cdot e) =$	103 kPa	$< s_{lim} =$	120 kPa	<b>Vyhoví</b>	

#### Pro vítr příčný

Pro $N_{min}$	$e = M / N_{min} =$	1,06 m	$< e_{lim} = b / 3 =$	1,20 m	<b>Vyhoví</b>
	$\sigma = N_{min} / L \cdot (b - 2 \cdot e) =$	116 kPa	$< s_{lim} =$	120 kPa	
Pro $N_{max}$	$e = M / N_{max} =$	0,77 m	$< e_{lim} = b / 3 =$	1,20 m	<b>Vyhoví</b>
	$\sigma = N_{max} / L \cdot (b - 2 \cdot e) =$	115 kPa	$< s_{lim} =$	120 kPa	

### POSOUZENÍ STABILITY

- Vítr podélný	$Q_{pasivní}^K =$	314 kN	$T_{aktivní}^K =$	12,10 kN	souč. tření
	na rameni $L =$	0,90 m	ve výšce $h =$	7,70 m	$\mu = 0,7$
- posun	$n_{posun} = \mu \cdot Q_{pasivní}^K / T_{aktivní}^K$		$= 0,7 \cdot 314 / 12,1$		$= 18,17 > 1,5$
- překlopení	$n_{klopící} = L \cdot Q_{pasivní}^K / h \cdot T_{aktivní}^K$		$= 0,9 \cdot 314 / 7,7 \cdot 12,1$		$= 3,03 > 1,5$
					<b>Vyhoví!</b>
- Vítr příčný	$Q_{pasivní}^K =$	314 kN	$T_{aktivní}^K =$	28,40 kN	souč. tření
	na rameni $L =$	1,80 m	ve výšce $h =$	7,70 m	$\mu = 0,7$
- posun	$n_{posun} = \mu \cdot Q_{pasivní}^K / T_{aktivní}^K$		$= 0,7 \cdot 314 / 28,4$		$= 7,74 > 1,5$
- překlopení	$n_{klopící} = L \cdot Q_{pasivní}^K / h \cdot T_{aktivní}^K$		$= 1,8 \cdot 314 / 7,7 \cdot 28,4$		$= 2,58 > 1,5$
					<b>Vyhoví!</b>

## 9.8 NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY

### - NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 1,8 m x 3,6 m x 1,2 m - PODÉLNÝ SMĚR

#### Materiály :

Beton : <b>C 25 / 30</b>	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
	$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
	$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž : <b>B 505 B</b>	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

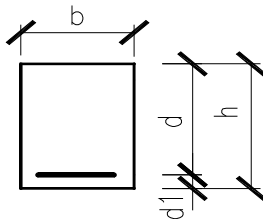
#### Geometrie patky:

Šířka patky $B =$	1,8 m	Výška patky $H =$	1,2 m	Délka patky $L =$	3,6 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 =$	0,86 m			
Vzdálenost tlaku od kraje patky	$a =$	1,37 m			

#### Vnitřní síly:

Kontaktní napětí: $\sigma_d =$	103 kPa
Návrhový ohybový moment: $M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 =$	$0,5 \cdot 103 \cdot 1,8 \cdot 1,37^2 = 174$ kNm
Návrhová posouvající síla: $V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a =$	$103 \cdot 1,8 \cdot 1,37 = 254$ kN

#### Geometrie :



Šířka průřezu $b =$	1800 mm
Výška průřezu $h =$	1200 mm
Krytí dolní výztuže $c = c_{min} + Dh =$	$75 + 10 = 85$ mm
Předpokládaný profil $\emptyset$	12
Profil horní výztuže $\emptyset_h$	0
$d_1 = c + \emptyset/2 + \emptyset_h =$	$85 + 12/2 + 0 = 91$ mm
$d = h - d_1 =$	$1200 - 91 = 1109$ mm

#### Návrh ohybové výztuže :

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{174,3698356}{1,8 \cdot 1,109^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,005 \Rightarrow \omega = 0,005$$

$$\xi = 0,00667 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

$$\zeta = 0,007$$

#### Nutná plocha výztuže :

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,005 \cdot 1,8 \cdot 1,109 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 414 \text{ mm}^2$$

Navrženo :  $\emptyset$  B 12 vzdál.  $s = 250$  mm  $\Rightarrow$  14 ks  $\Rightarrow A_{s1} = 1583 \text{ mm}^2$

#### Posouzení ohybové výztuže :

$$d = h - (c + \emptyset/2 + \emptyset_h) = 1200 - (85 + 6 + 0) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 1583 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 674 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{674,5}{1,8 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,028 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 1,109 - 0,4 \cdot 0,028 = 1,098 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 674,5 \cdot 1,098 = 740 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 174,37 \text{ kNm} < 740,43 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

**- NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 3,6 m x 1,8 m x 1,2 m - PŘÍČNÝ SMĚR**

**Materiály :**

Beton :	<b>C 25 / 30</b>	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
		$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
		$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž :	<b>B 505 B</b>	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

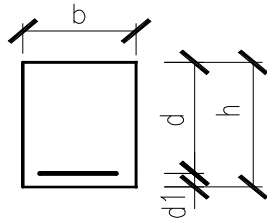
**Geometrie patky:**

Šířka patky B =	3,6 m	Výška patky H =	1,2 m	Délka patky L =	1,8 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 = 0,86$ m				
Vzdálenost tlaku od kraje patky	$a = 0,47$ m				

**Vnitřní síly:**

Kontaktní napětí: $\sigma_d =$	116 kPa
Návrhový ohybový moment: $M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 =$	$0,5 \cdot 116 \cdot 3,6 \cdot 0,47^2 = 46,4$ kNm
Návrhová posouvající síla: $V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a =$	$116 \cdot 3,6 \cdot 0,47 = 197$ kN

**Geometrie :**



Šířka průřezu b =	3600 mm
Výška průřezu h =	1200 mm
Krytí dolní výztuže $c = c_{min} + Dh =$	$75 + 10 = 85$ mm
Předpokládaný profil $\emptyset$	12
Profil horní výztuže $\emptyset_h$	12
$d_1 = c + \emptyset/2 + \emptyset_h =$	$85 + 12/2 + 12 = 103$ mm
$d = h - d_1 =$	$1200 - 103 = 1097$ mm

**Návrh ohybové výztuže :**

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{46,4187978}{3,6 \cdot 1,097^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,001 \Rightarrow \omega = 0,002$$

$$\xi = 0,00177 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

$$\zeta = 0,002$$

**Nutná plocha výztuže :**

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,002 \cdot 3,6 \cdot 1,097 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 245 \text{ mm}^2$$

**Navrženo :  $\emptyset$  B 12** vzdál. s = **250** mm  $\Rightarrow$  **7** ks  $\Rightarrow A_{s1} =$  **792** mm<sup>2</sup>

**Posouzení ohybové výztuže :**

$$d = h - (c + \emptyset/2 + \emptyset_h) = 1200 - (85 + 6 + 12) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 792 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 337 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{337,46}{3,6 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,007 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot X = 1,109 - 0,4 \cdot 0,007 = 1,106 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 337,46 \cdot 1,106 = 373 \text{ kNm}$$

$$\underline{M_{Sd} = 46,4188 \text{ kNm} < 373,30 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}}$$

Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočty základových konstrukcí.

## 10 STATICKÉ POSOUZENÍ 2. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI

### 10.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

#### 1. Z. S. - VLASTNÍ HMOTNOST

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Vlastní hmotnost je vygenerována počítačem dle příslušných objemových tíh

$$\text{Ocel: } \rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{ŽB: } \rho = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Dřevo: } \rho = 6,00 \text{ kN/m}^3$$

#### 2. Z. S. - STÁLÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Reklamní plochy P1 a P2

ks	Úhelníky	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
23	L 40 x 40	x 40	x 4,0	0,95	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,53 kN
46	L 40 x 40	x 40	x 4,0	0,99	Svislý profil	0,024 kN/m'	1,11 kN
23	L 40 x 40	x 40	x 4,0	0,55	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,31 kN
ks	T-profil	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
15	T 60 x -	x -	-	2	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,87 kN
10	T 60 x -	x -	-	1,8	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,12 kN
ks	Plech	$b$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$t$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
9	P 1 x 1000	x -	-	2	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	1,44 kN
3	P 1 x 600	x -	-	2	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,29 kN
6	P 1 x 1000	x -	-	1,8	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	0,86 kN
2	P 1 x 600	x -	-	1,8	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,17 kN

Celkové stálé zatížení od reklamní plochy:  $\sum G_k = 7,70 \text{ kN}$

Šířka desky billboardu

$$b = 9,6 \text{ m}$$

Výška desky billboardu

$$h = 3,6 \text{ m}$$

Pro plochu:

$$A = 34,6 \text{ m}^2$$

Stálé zatížení:  $\sum G_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

$$g_k = 0,20 \quad 0,42 \quad 0,45 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

- Pochozí lávky

Výška  $h$

Tloušťka  $t$

Zatížení  $g_k$

- Podlahové rošty 30x3

30 mm

3 mm

0,22 kN/m<sup>2</sup>

Celkové stálé zatížení nosníků lávky:  $\sum g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$g_k = 0,06 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

### 3. - 5. Z. S. - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Zatížení od obsluhy

- 2 x obsluha - užitné lokální zatížení

$$Q_k = 3 \text{ kN}$$

- Technologie (osvětlení, nástroje při montáži atd.)

$$q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$q_k = 0,04 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

### 6. Z. S. - ZATÍŽENÍ SNĚHEM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Plzeň

1 . sněhová oblast

Sklon lávky

$$\alpha = 0,00^\circ$$

Základní tíha sněhu

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

Ojem. tíha sněhu

$$\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$$

Typ krajiny

→ n = 1 - Otevřená

$$n = 2 [-]$$

→ Součinitel expozice

$$C_e = 1,00 [-]$$

→ n = 2 - Normální

Součinitel tepla

$$C_t = 1,00 [-]$$

→ n = 3 - Chráněná

Tvar. součinitel

$$\mu_1 = 0,80 [-]$$

Základní tíha sněhu

$$s_{1,k} = C_e \cdot C_t \cdot \mu_1 \cdot s_k = 1,00 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$s_{1,k} = 0,16 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

Vzhledem k tomu, že pochozí vrstvu lávky tvoří děrované podlahové rošty, tudíž nebude docházet k hromadění sněhu na ocelové konstrukci, neuvažují zatížením sněhem.

### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Plzeň

2 . větrová oblast

Kategorie terénu

$$3 [-]$$

Vých. základ. rychlos

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

Souč. směru větru

$$c_{dir} = 1 [-]$$

Parametr drsnosti terénu

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

Souč. orografie

$$c_o = 1 [-]$$

Minimální výška

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

Souč. roč. obd.

$$c_{season} = 1 [-]$$

Maximální výška

$$z_{max} = 200 \text{ m}$$

Sou. turbulence

$$k_i = 1 [-]$$

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 391 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce

$$n = 1 [-]$$

Drsnost povrchu

$$m = 1 [-]$$

→ n = 1 - Hladký povrch (ocel, hladký beton)

→ m = 1 - Pozinkovaná ocel

→ n = 2 - Hrubý povrch (drsny beton)

→ m = 2 - Lesklá ocel

→ n = 3 - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky)

→ m = 3 - Leštěný kov

Součinitel tření

$$C_{fr} = 0,01 [-]$$

Souč. drsn. povrchu

$$k = 0,2 \text{ mm}$$

**Příloha A z ČSN EN 1991-1-4:**

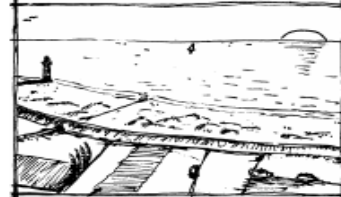
**Kategorie terénu 0**

Moře nebo pobřežní oblasti otevřené k moři.



**Kategorie terénu I**

Jezera nebo oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek.



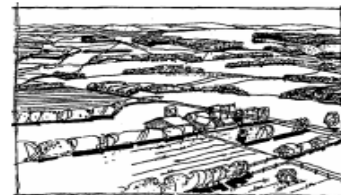
**Kategorie terénu II**

Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20 násobek výšky překážek.



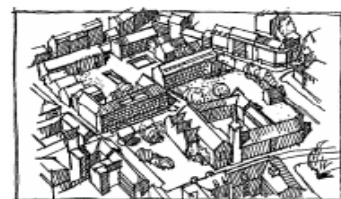
**Kategorie terénu III**

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20 násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les).



**Kategorie terénu IV**

Oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto budovami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m.



## - 7. - 8. Z. S. VÍTR PŘÍČNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b = 9,6 \text{ m}$	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	$h = 3,6 \text{ m}$	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5 \text{ m}$
Podchozí výška	$z_g = 4,7 \text{ m}$	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97 \text{ m}$
Výška středu desky	$z_e = 6,5 \text{ m}$	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23 \text{ m}$
Excen. výslednice	$e = 2,4 \text{ m}$	Poměr výšky a vzdál.	$a_3 / h = 0,9 [-]$

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,22 \cdot 6,5/0,3 = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{\min}) = k_r \cdot \ln(z_{\min}/z_0) = 0,22 \cdot 25/0,3 = 0,66 [-]$$

Char. střední rychlost větru

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 25 = 16,6 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_{ij}) / v_m(z) = (0,22 \cdot 25 \cdot 1) / 16,6 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

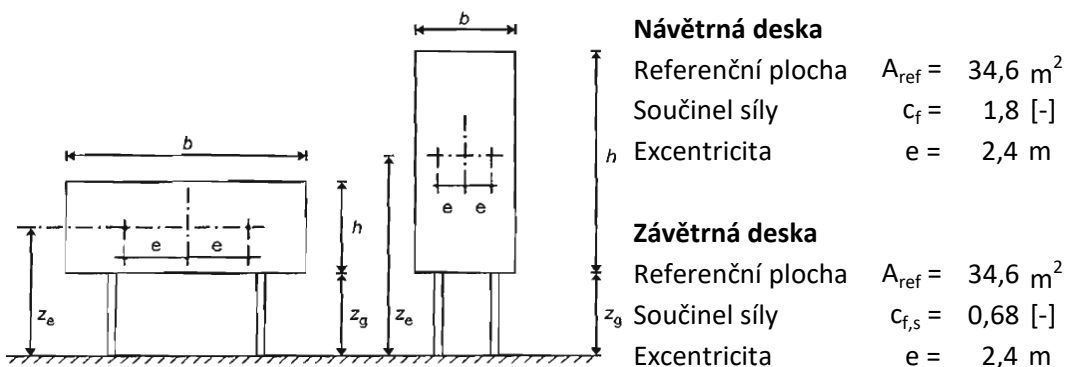
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 16,6^2 = 562 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1 [-]$  → Referenční výška je menší než 15 m.

Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1 [-]$  Souč. zastín. Záv. desky  $\Psi_s = 0,3 [-]$

Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8 [-]$  Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \Psi_s \cdot c_f = 0,68 [-]$

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšuji souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8 [-]$



**Síla od větru - návětrná deska**

$$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 34,9 \text{ kN}$$

Trojúhelník. zatížení - návětrná deska

$$f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 9,7 \text{ kN/m}$$

Přepočet zatížení na 1 m výšky desky

$$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 2,7 \text{ kN/m}$$

Délka trojúhelníkového zatížení

$$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$$

Vzdálenost nosníků  $a_i$  od kraje desky

$$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$$

Zatěžovací šířka nosníků

$$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$$

Zatížení jednotlivých nosníků

$$w_{1,k} = 0,00 \quad 0,07 \quad 0,52 \quad 1,27 \quad 2,02 \quad 2,53 \text{ kN/m'}$$



<b>Síla od větru - závětrná deska</b>	$F_{w,2} = C_s C_d \cdot C_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} =$	$13,1$	<b>kN</b>
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) =$	$3,64$	<b>kN/m</b>
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,2} = f_{w,1} / h =$	$1,01$	<b>kN/m</b>
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e =$	$7,2$	<b>m</b>
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i =$	0 1,8 3,8 5,8 7,8 9,6	<b>m</b>
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i =$	0,9 1,9 2 2 1,9 0,9	<b>m</b>
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{2,k} =$	<b>0,00 0,03 0,20 0,48 0,76 0,95</b>	<b>kN/m'</b>

#### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$C_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$I_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$C_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$C_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TRØ	457	10,0	7,30	6,80	0,67	16,8	0,32	572	9,22	0,77	0,75	0,58	<b>0,15</b>

#### - 9. Z. S. VÍTR PODÉLNÝ

##### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b =$	9,6 m	Úhel mezi deskami	$\alpha =$	30 °
Výška desky billboardu	$h =$	3,6 m	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 =$	0,5 m
Podchozí výška	$z_g =$	4,7 m	Max vzdálenost desek	$a_2 =$	5,97 m
Výška středu desky	$z_e =$	6,5 m	Střední vzdál. desek	$a_3 =$	3,23 m
Součinel síly	$c_f =$	1,8 [-]	Návětrná plocha desek	$A_{ref} =$	19,7 m <sup>2</sup>

<b>Síla od větru na desky</b>	$F_{w,3} = C_s C_d \cdot C_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} =$	$19,9$	<b>kN</b>
Spojité zatížení - návětrná deska	$f_{w,3} = F_{w,1} / b =$	$2,07$	<b>kN/m</b>
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h =$	$0,58$	<b>kN/m</b>
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i =$	0 1,8 3,8 5,8 7,8 9,6	<b>m</b>
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i =$	0,9 1,9 2 2 1,9 0,9	<b>m</b>
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{3,k} =$	<b>0,52 1,09 1,15 1,15 1,09 0,52</b>	<b>kN/m'</b>

#### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Válc.	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$C_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$I_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$C_{f,0}$ [-]	$\Psi_l$ [-]	$C_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	IPE	140	73	4,00	6,42	0,66	16,5	0,33	559	-	2,00	0,89	1,78	<b>0,14</b>
0	HEA	152	160	5,47	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,91	1,82	<b>0,16</b>
0	HEA	152	160	4,54	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,89	1,79	<b>0,16</b>
0	HEA	152	160	3,50	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,87	1,73	<b>0,15</b>
0	HEA	152	160	2,47	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,83	1,66	<b>0,14</b>
0	HEA	152	160	1,43	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,77	1,54	<b>0,13</b>
0	HEA	152	160	0,50	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,68	1,36	<b>0,12</b>

$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$C_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$I_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$C_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$C_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TRØ	457	10,0	7,30	6,80	0,67	16,8	0,32	572	9,22	0,77	0,75	0,58	<b>0,15</b>

### **- 10. ZATÍŽENÍ NÁMRAZOU**

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Plzeň R2 Třída námrazy Hmotn. námrazy  $m_k = 0,9 \text{ kg/m}$

Uvažuji umístění billboardů v oblasti se třídou námrazy R2 – hmotnost námrazy  $m_k = 0,9 \text{ kg/m}$ . S přihlédnutím k umístění, charakteru a členění objektu, není nutné uvažovat zatížení námrazou.

### **- 11. ZATÍŽENÍ SEIZMICITOU**

$$\gamma_f = 1 [-]$$

Třída významu konstrukce  $n = 1 [-]$  → Souč. významu  $Y_1 = 0,80 [-]$

→  $n = 1$  - Stavby malého významu (zemědělské stavby)

→  $n = 2$  - Stavby běžného významu (rodinné domy)

→  $n = 3$  - Stavby, jejichž seizmická odolnost je důležitá (např. školy, společenské haly, atd.)

→  $n = 4$  - Stavby, jejichž neporuš. během zemětř. je životně důležitá (např. nemocnice)

Oblast: Území ČR 3 .seizmická oblast Ref. zrychl. půdy  $a_{gR} = 0,04 [-]$

Typ podloží dle normy E Součinitel podloží  $S = 1,40 [-]$

Součinitel  $a_g S = a_{gR} \cdot Y_1 \cdot S = 0,04 \cdot 0,80 \cdot 1,4 = 0,04 \text{ g} < 0,05 \text{ g}$

Jedná se o velmi malou seizmicitu - není nutné uvažovat seizmické zatížení!

Jak prokázal výpočet výše, ocelovou konstrukci billboardu, lze bez obav umístit až do 3. seizmické oblasti s referenčním zrychlením základové půdy  $a_{gR} = 0,04 \text{ g}$  a nejméně únosným podložím (dle normy typ E), aniž by bylo nutné uvažovat seizmické zatížení.

### **- 12. MIMOŘÁDNÉ ZATÍŽENÍ - NÁRAZ VOZIDLA**

$$\gamma_f = 1 [-]$$

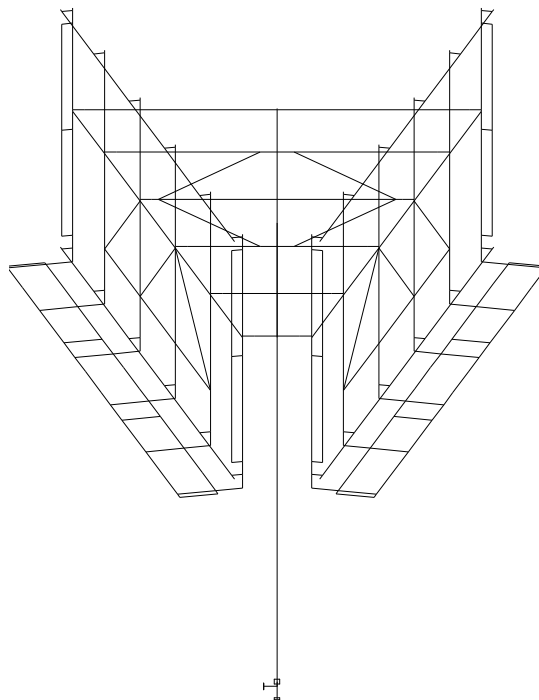
Ocelová konstrukce billboardu, bude umístěna v oblastech, kde se nepředpokládá, že by mohlo dojít k nárazu vozidla, tudíž neuvažuji žádné mimořádné zatížení vyvolané nárazem vozidla.

## 10.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

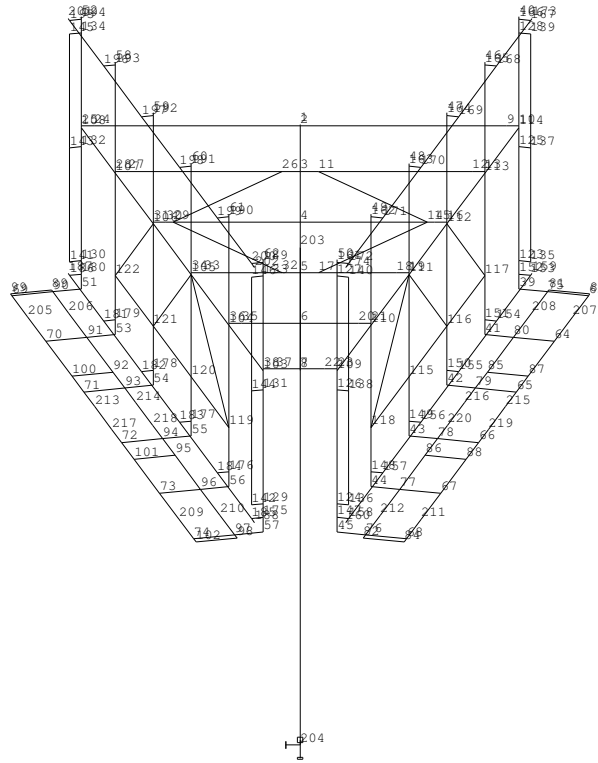
### VSTUPNÍ HODNOTY



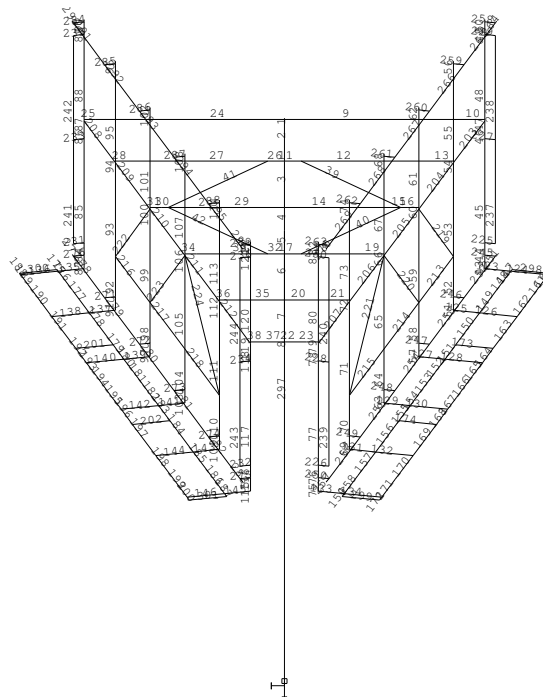
**3D MODEL**



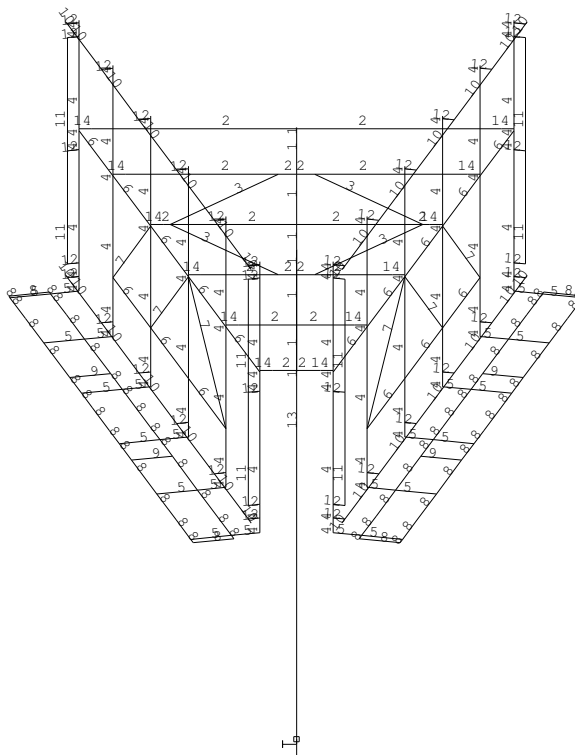
**GEOMETRICKÉ SCHÉMA**



ČÍSLA UZLŮ



ČÍSLA PRUTŮ



**ČÍSLA PROFILŮ**

### **ZÁKLADNÍ DATA**

Typ konstrukce: Rám XYZ

Počet uzlů:	220
Počet prutů:	301
Počet maker 1D:	104
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	14
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

### **MATERIÁL**

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa

Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>
Roztažnost	1.2 · 10 <sup>-5</sup> mm/mm.K

### VÝPIS MATERIÁLU

Skupina prutů:

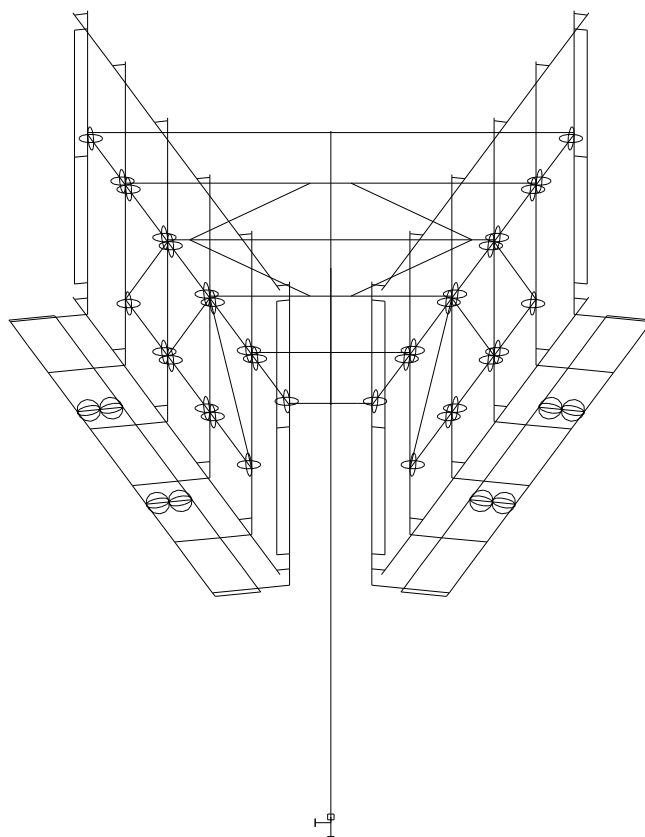
1/301

### VÝPIS MATERIÁLU

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/12.5	S 235	0.09	9378.09	868.69
2	HEA180	S 235	0.04	18909.81	672.44
3	L70/7	S 235	0.01	9753.27	72.12
4	IPE160	S 235	0.02	47880.00	755.10
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	B457/12.5	S 235	0.14	7287.00	988.81
14	IPE180	S 235	0.02	2081.71	39.14

Celková hmotnost konstrukce: 4338.97 kg

Nátěrová plocha: 118579778.94 mm<sup>2</sup>



**KLOUBY**

**PODPORY**

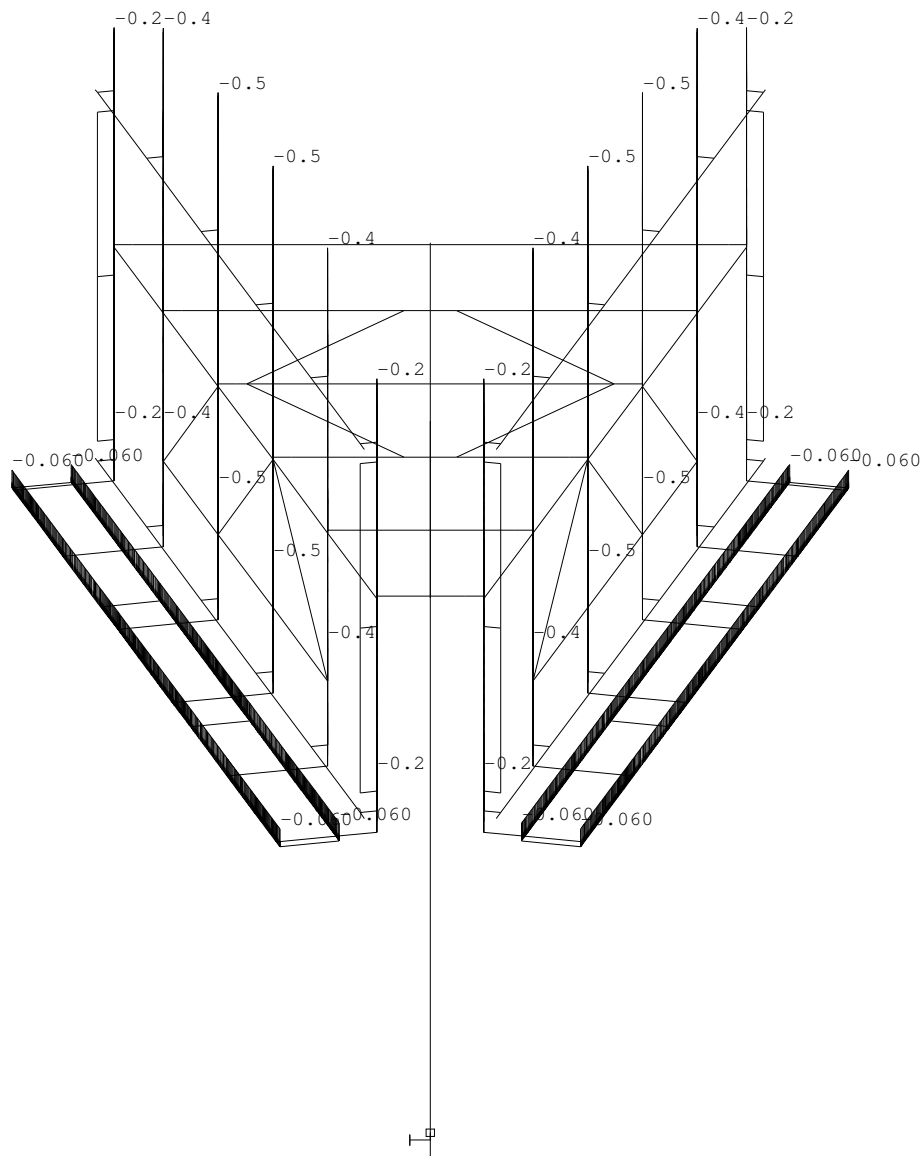
podpora	uzel	typ	Velikost mm
1	204	XYZRxRyRz	200.00

**ZATĚŽOVACÍ STAVY**

Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

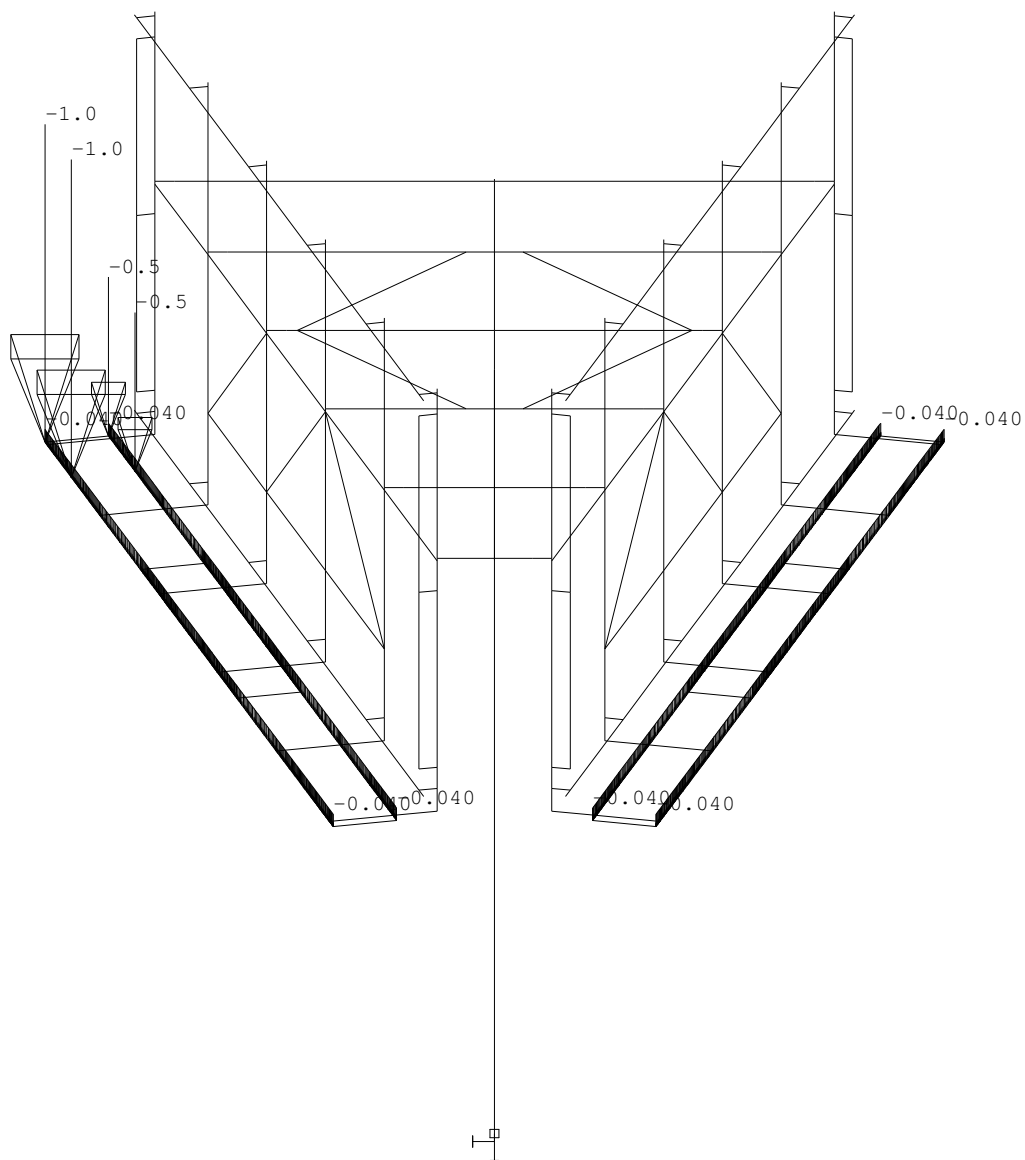
### SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy

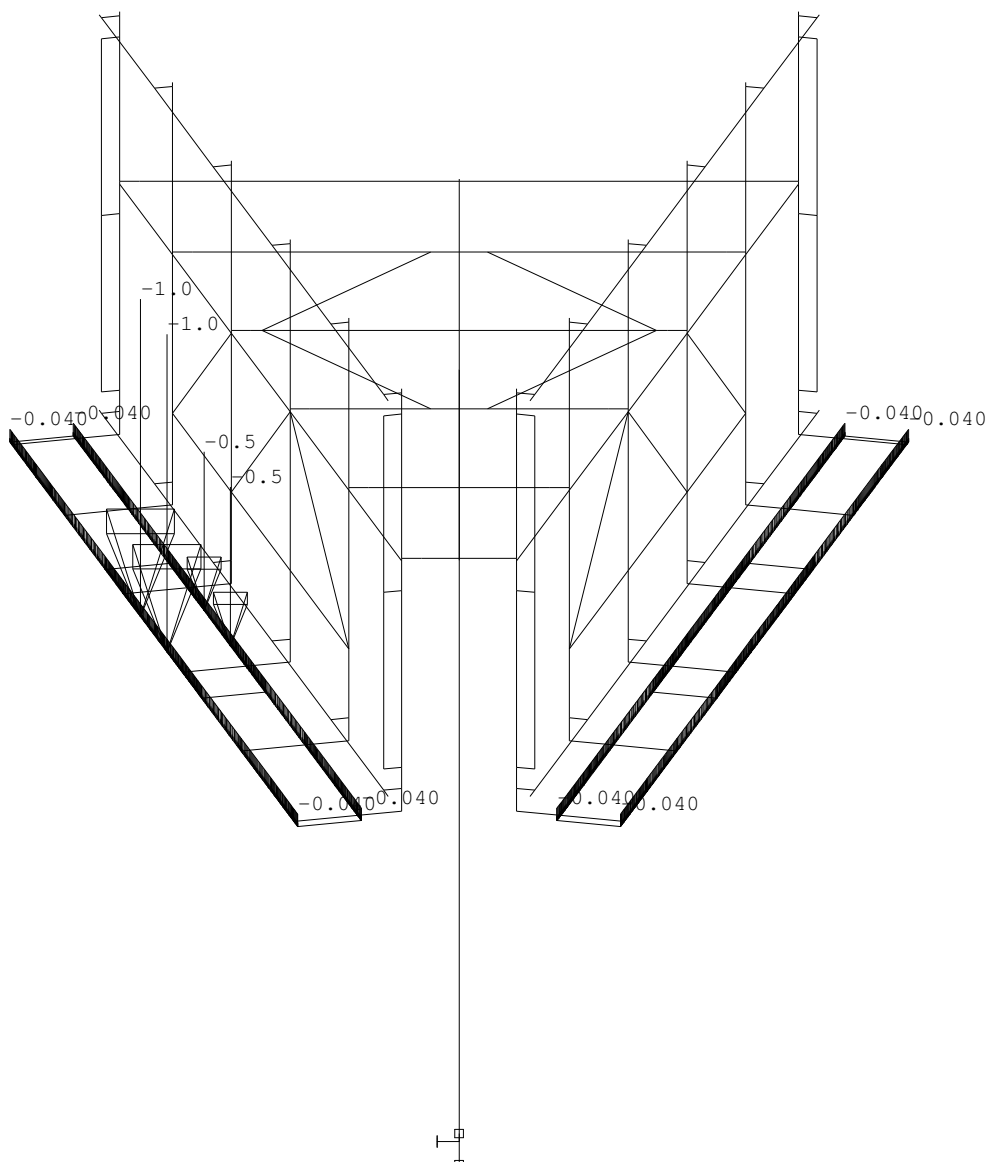


### ***SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 2 - STÁLÉ ZATÍŽENÍ***

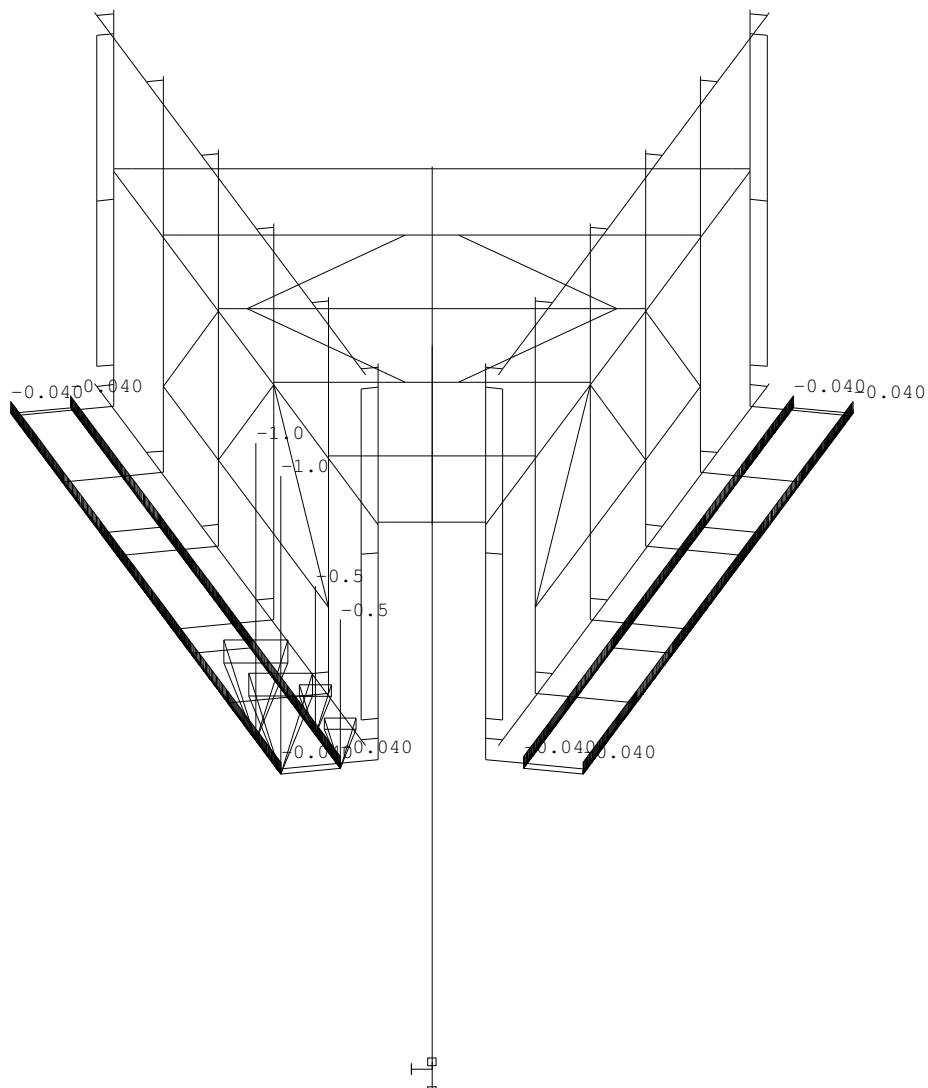




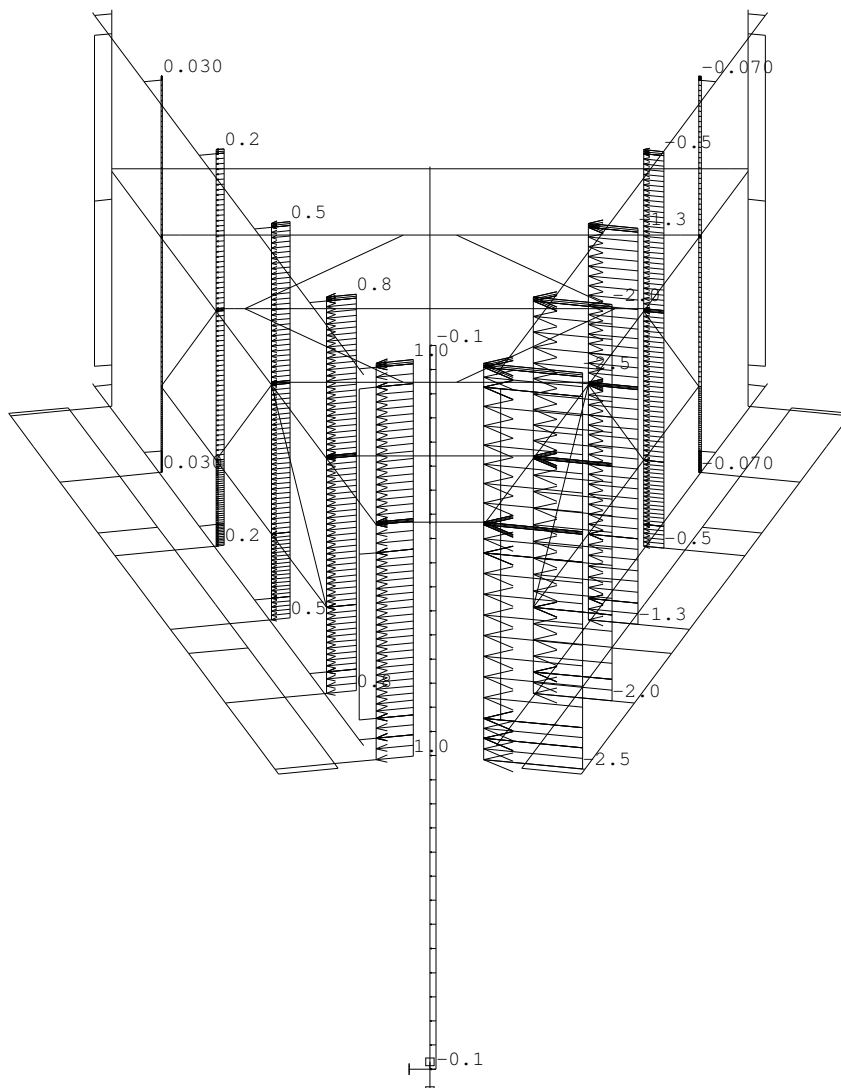
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 3 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_1**



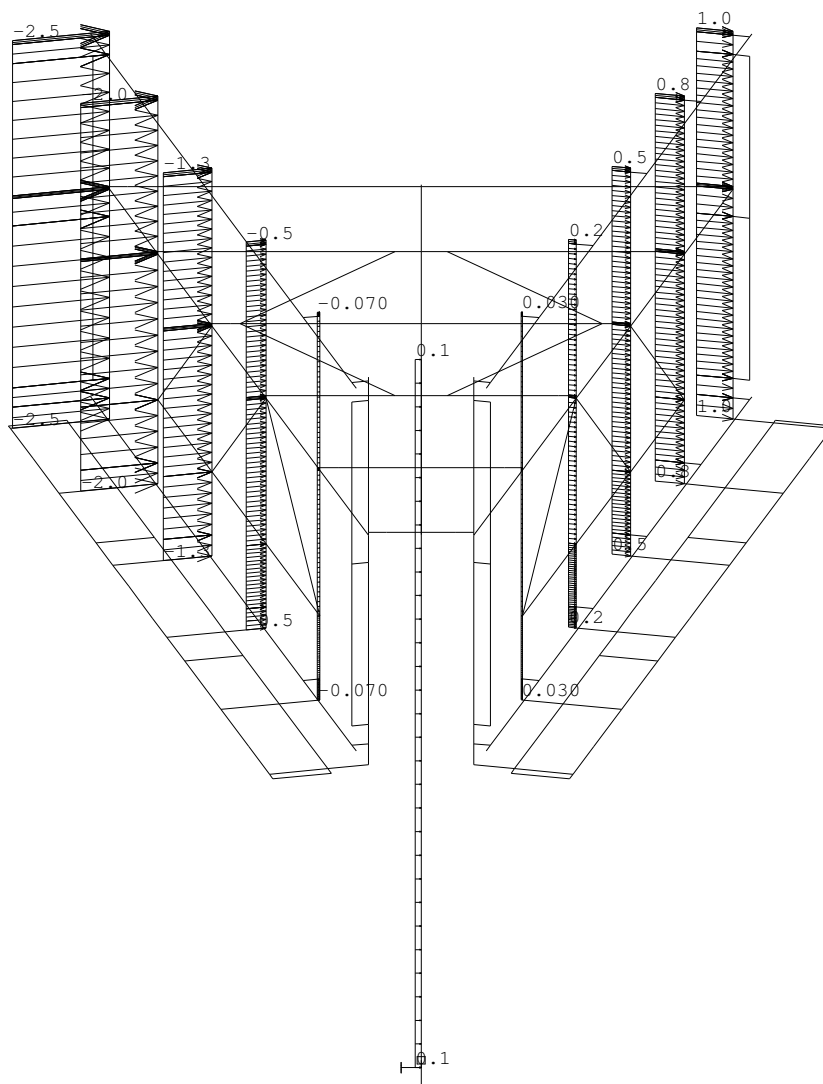
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 4 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_2**



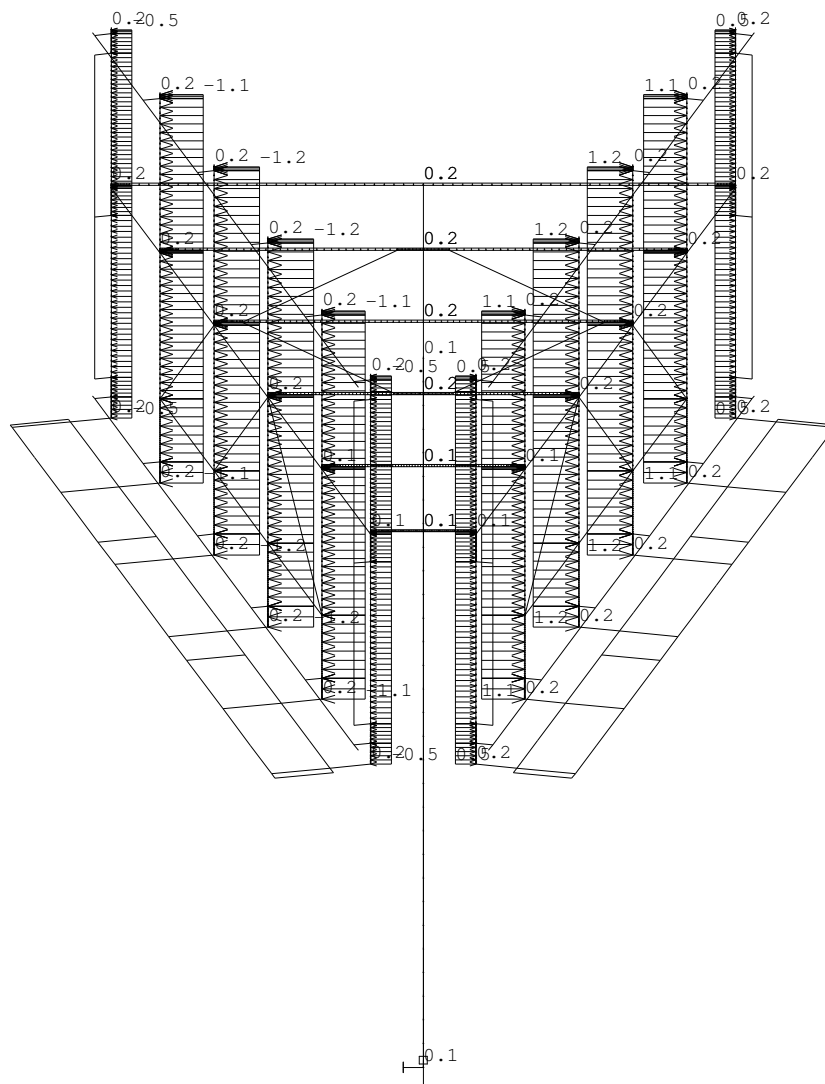
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 5 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_3**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 6 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_1**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 7 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_2**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 8 - VÍTR PODÉLNÝ**

**ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

- 1: 1.35·ZS1 / 1.35·ZS2
- 2: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2
- 3: 1.35·ZS1 / 1.35·ZS2 / 1.50·ZS3 / 1.50·ZS4 / 1.50·ZS5 / 0.90·ZS6 / 0.90·ZS7 / 0.90·ZS8
- 4: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 1.50·ZS3 / 1.50·ZS4 / 1.50·ZS5 / 0.90·ZS6 / 0.90·ZS7 / 0.90·ZS8
- 5: 1.35·ZS1 / 1.35·ZS2 / 0.00·ZS3 / 0.00·ZS4 / 0.00·ZS5 / 1.50·ZS6 / 1.50·ZS7 / 1.50·ZS8

6: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 0.00-ZS3 / 0.00-ZS4 / 0.00-ZS5 / 1.50-ZS6 / 1.50-ZS7  
/ 1.50-ZS8

### **ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2

2: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.00-ZS3 / 1.00-ZS4 / 1.00-ZS5

3: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.00-ZS6 / 1.00-ZS7 / 1.00-ZS8

4: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.00-ZS3 / 1.00-ZS4 / 1.00-ZS5 / 1.00-ZS6 / 1.00-ZS7  
/ 1.00-ZS8

### **VÝPIS VYGENEROVANÝCH VŠECH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

1/ 1.00-ZS1·1.00-ZS2

2/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2

3/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+0.90-ZS6

4/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+0.90-ZS7

5/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+0.90-ZS8

6/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3

7/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4

8/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5

9/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS6

10/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS7

11/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS8

12/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+0.90-ZS6

13/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+0.90-ZS7

14/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+0.90-ZS8

15/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3

16/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4

17/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5

18/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS6

19/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS7

20/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS8

21/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS6

22/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS7

23/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS6

24/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS8

25/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS7

26/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS6

27/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS8

28/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS7

29/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS8

30/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS6

31/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS7

32/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS6

33/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS8

34/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS7

35/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS6

36/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS8

37/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS7

38/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS8

### **VÝPIS VŠECH VYGENEROVANÝCH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2

2/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3

3/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4

4/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5

5/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS6

6/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS7

7/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS8

8/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3+1.00-ZS6

9/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3+1.00-ZS7

10/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4+1.00-ZS6

11/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3+1.00-ZS8

12/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4+1.00-ZS7

13/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5+1.00-ZS6

14/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4+1.00-ZS8

15/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5+1.00-ZS7

16/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5+1.00-ZS8

## PROTOKOL O VÝPOČTU

Lineární výpočet

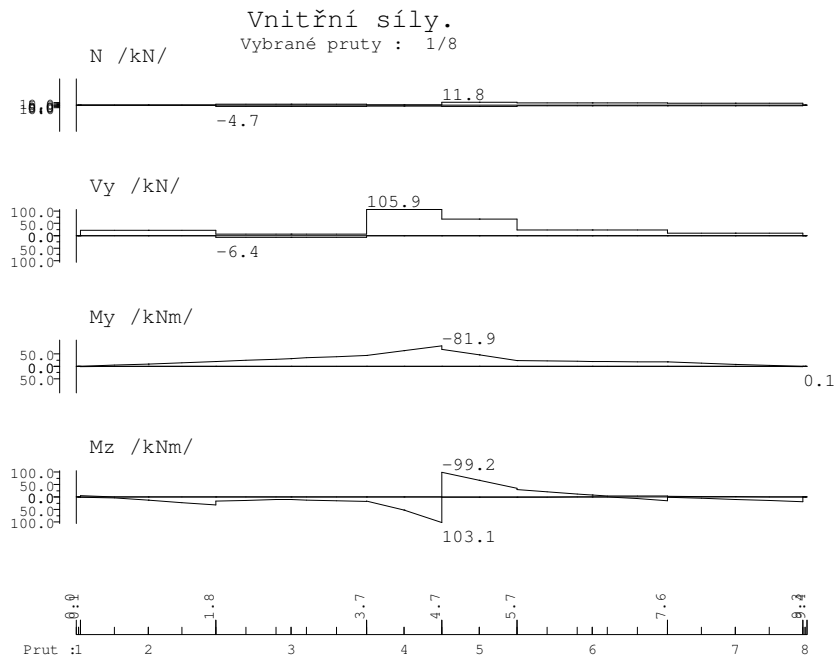
Počet 2D prvků	0
Počet 1D prvků	301
Počet uzlů sítě	220
Počet rovnic	1320
Zatěžovací stavy	ZS 1 VLASTNÍ HMOTNOST
	ZS 2 STÁLÉ ZATÍŽENÍ
	ZS 3 UŽITNÉ_1_VARIANTA
	ZS 4 UŽITNÉ_2_VARIANTA
	ZS 5 UŽITNÉ_3_VARIANTA
	ZS 6 VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1
	ZS 7 VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2
	ZS 8 VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1
Spuštění výpočtu	10.12.2017 15:53
Konec výpočtu	10.12.2017 15:53

## SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

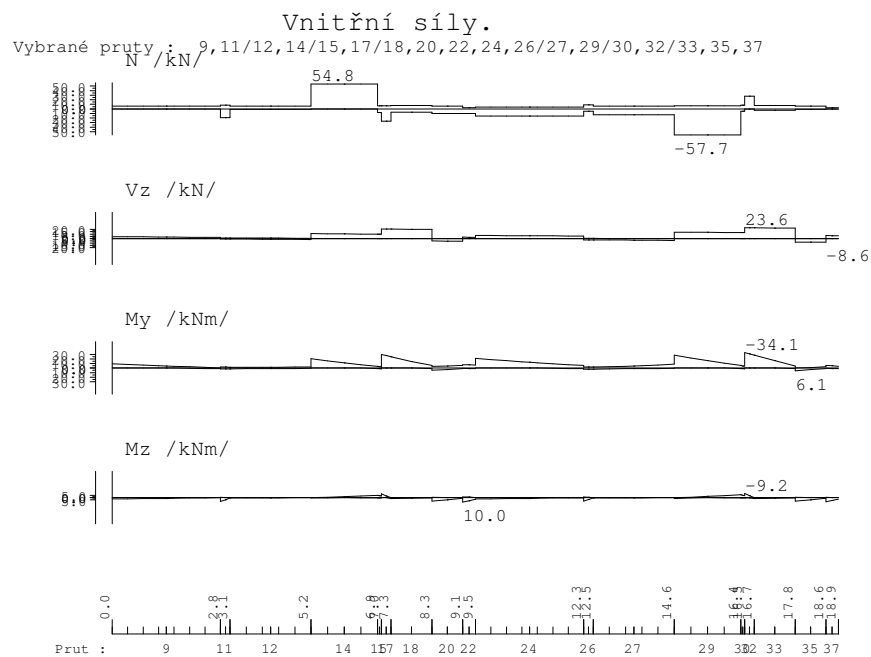
		X	Y	Z
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-43,4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	43,4
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19.4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 6	zatížení	-4,1	-35,1	0.0
	reakce v uzlech	4,1	35,1	0.0
Z. S. 7	zatížení	-3.4	35,1	0.0
	reakce v uzlech	-4,1	-35,1	0.0
Z. S. 8	zatížení	12,3	0.0	0.0
	reakce v uzlech	-12,3	0.0	0.0



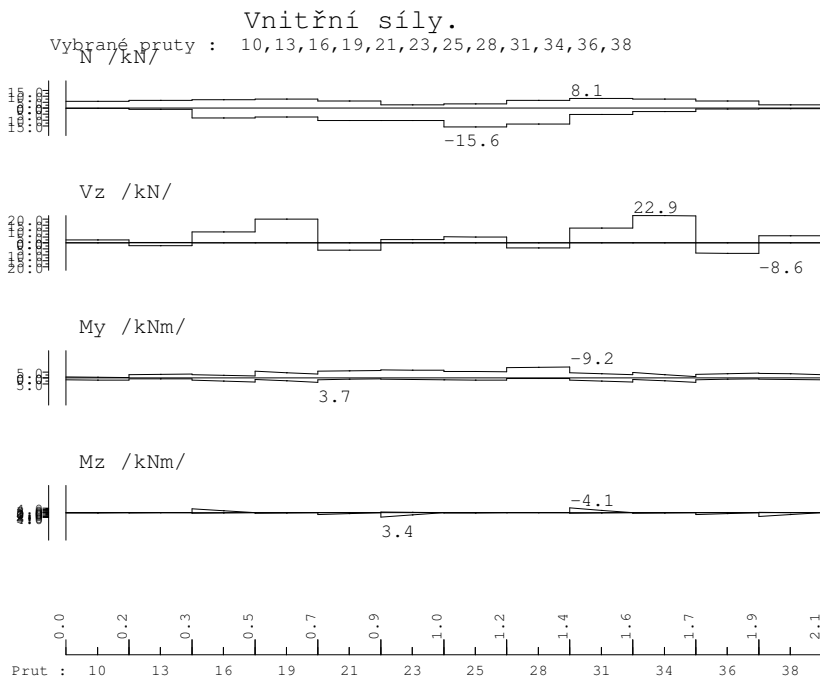
**VÝSTUPNÍ HODNOTY**



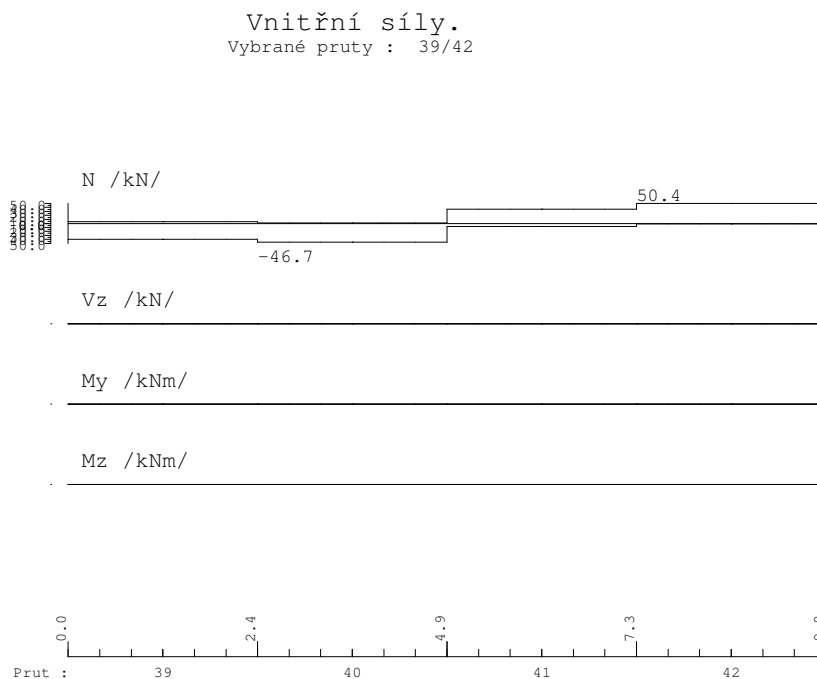
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL**



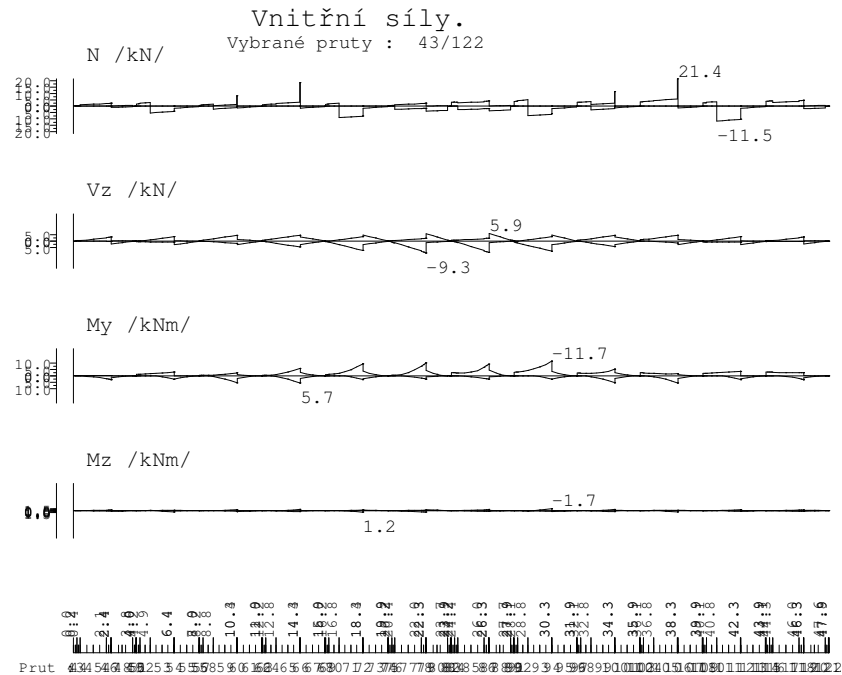
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍČNÍKY**



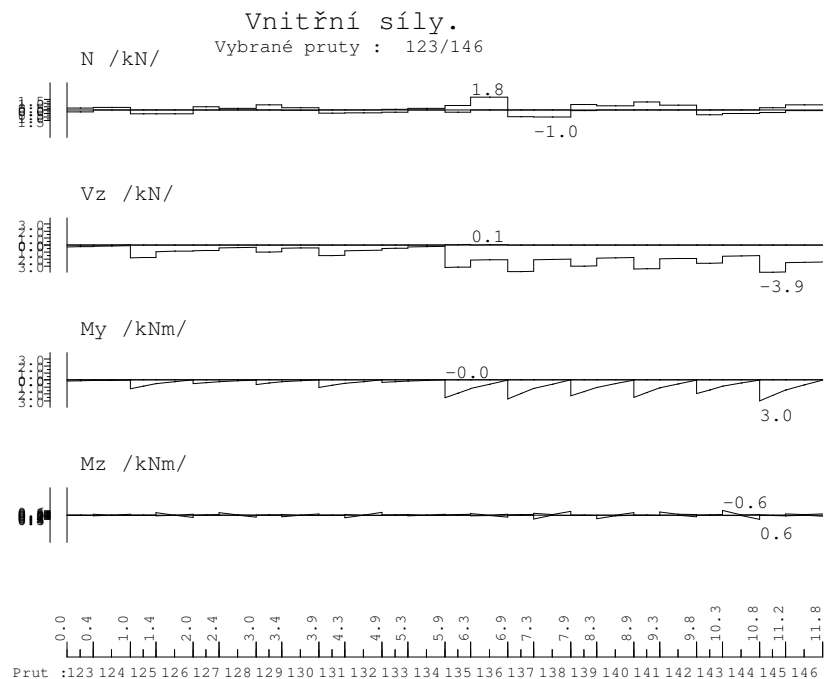
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ**

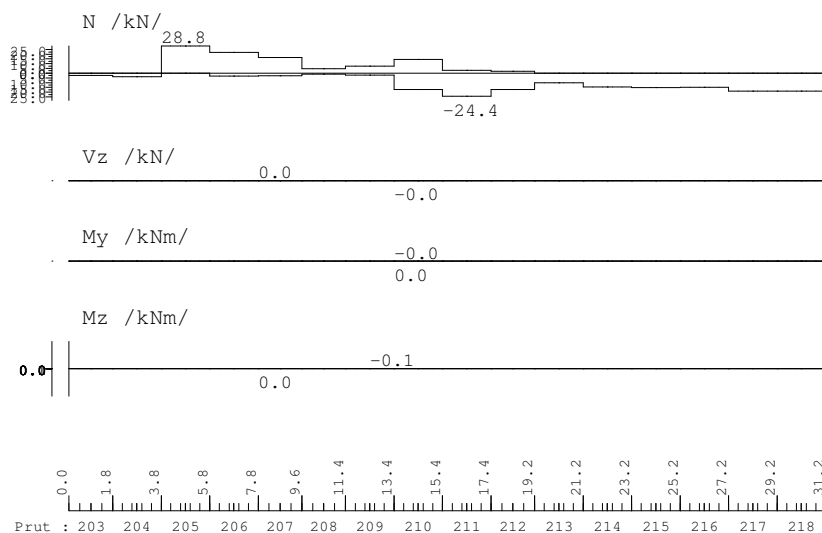


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - NOSÍKY PLOCHY**



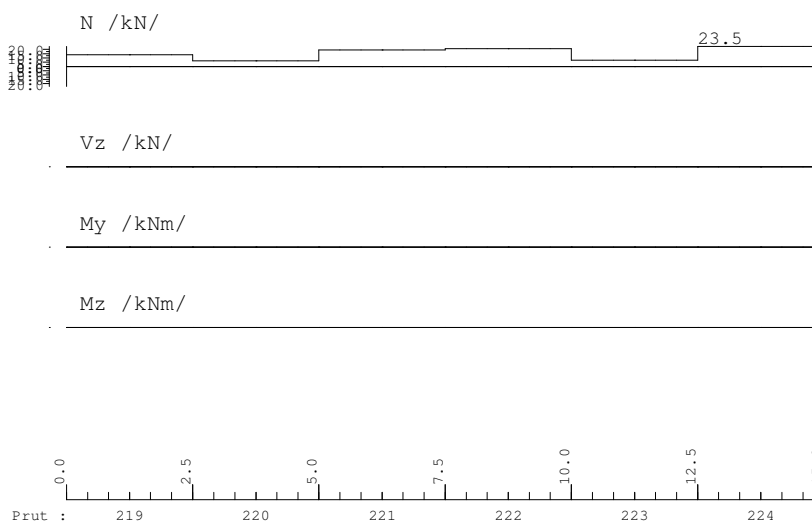
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - KONZOLY**

Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 203/218

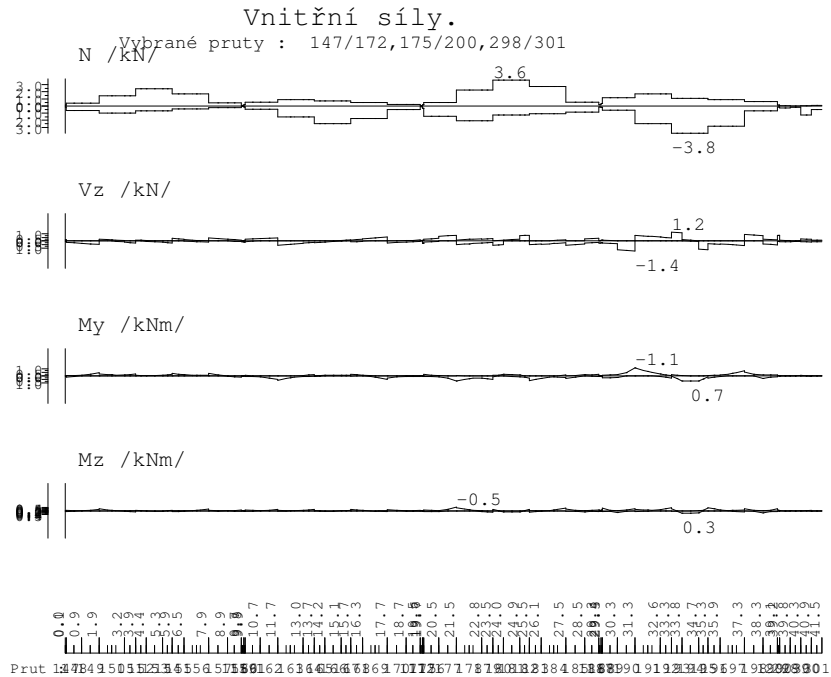


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PODÉLNÉ ZTUŽIDLO**

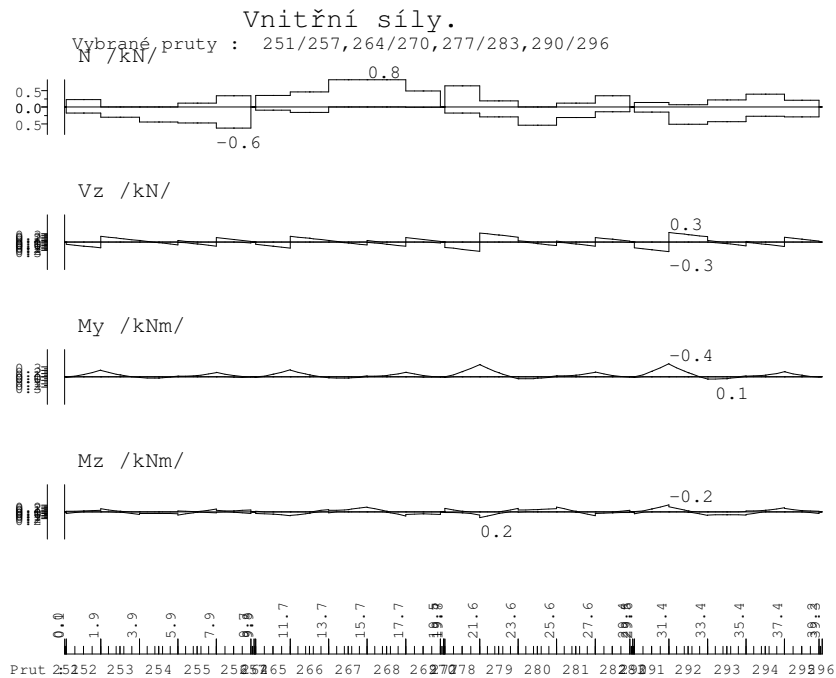
Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 219/224



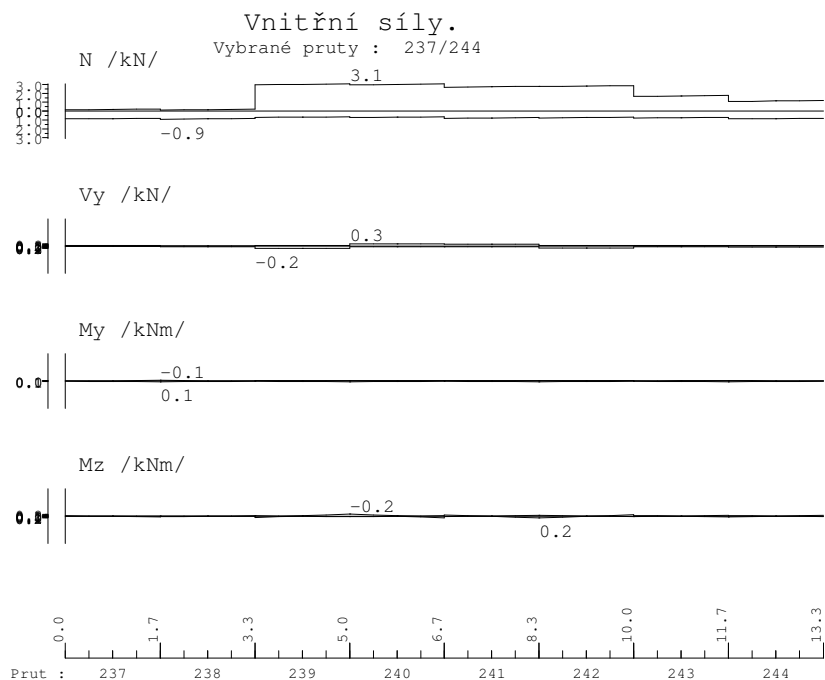
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY**



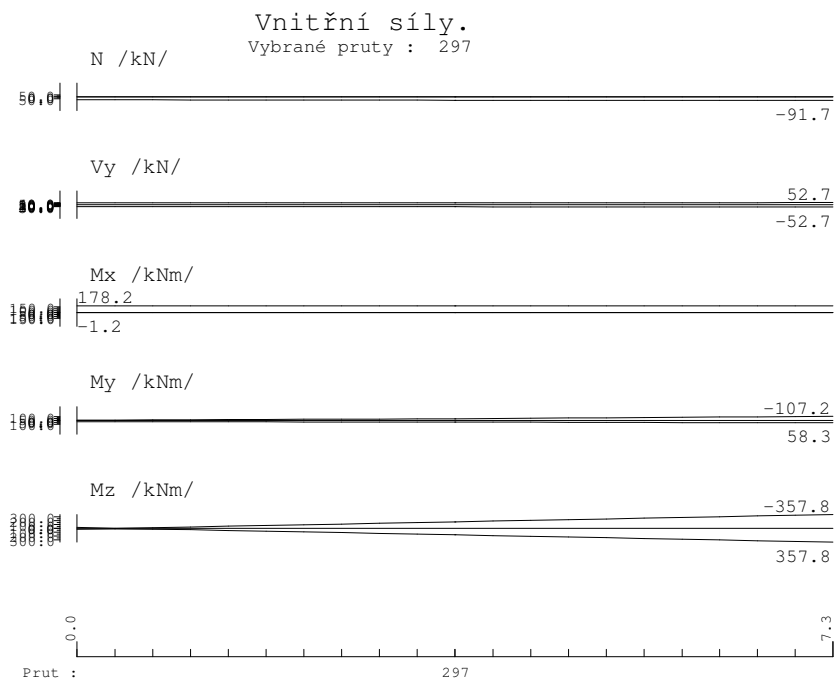
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBÍ : 1/38 - NOSNÍKY LÁVKY**



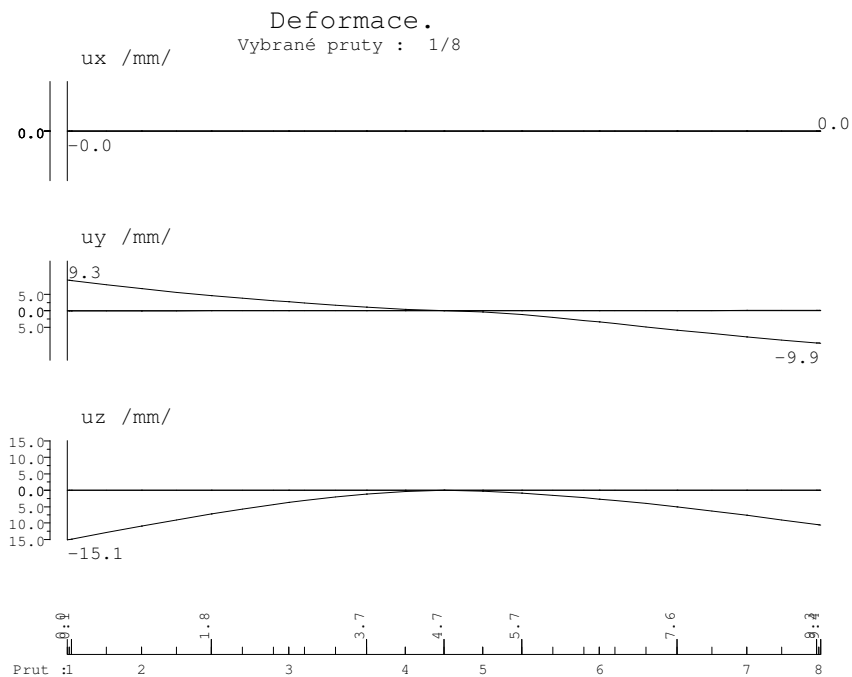
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBÍ : 1/38 - PODÉLNÉ TRUBKY**



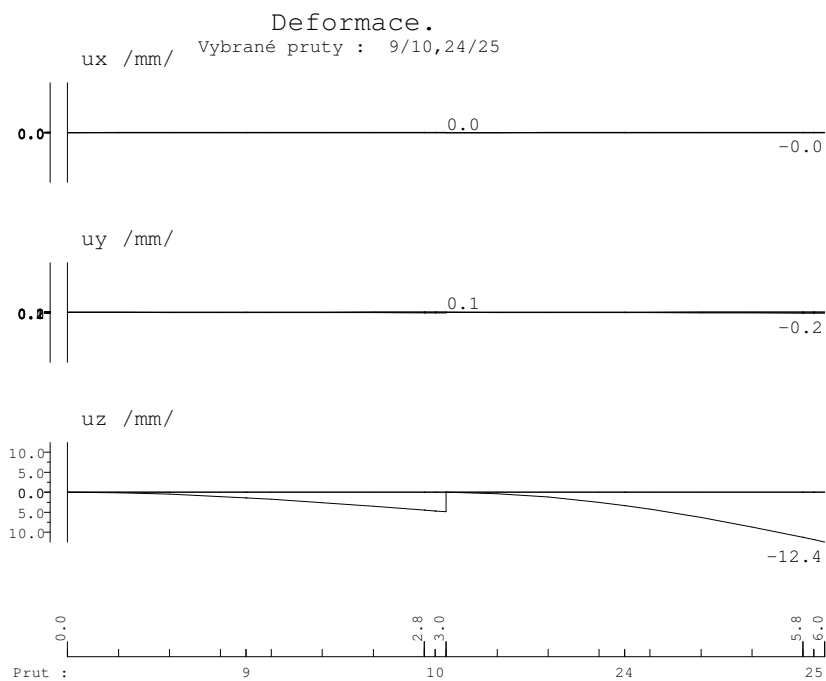
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBÍ : 1/38 - SVISLÉ TRUBKY**



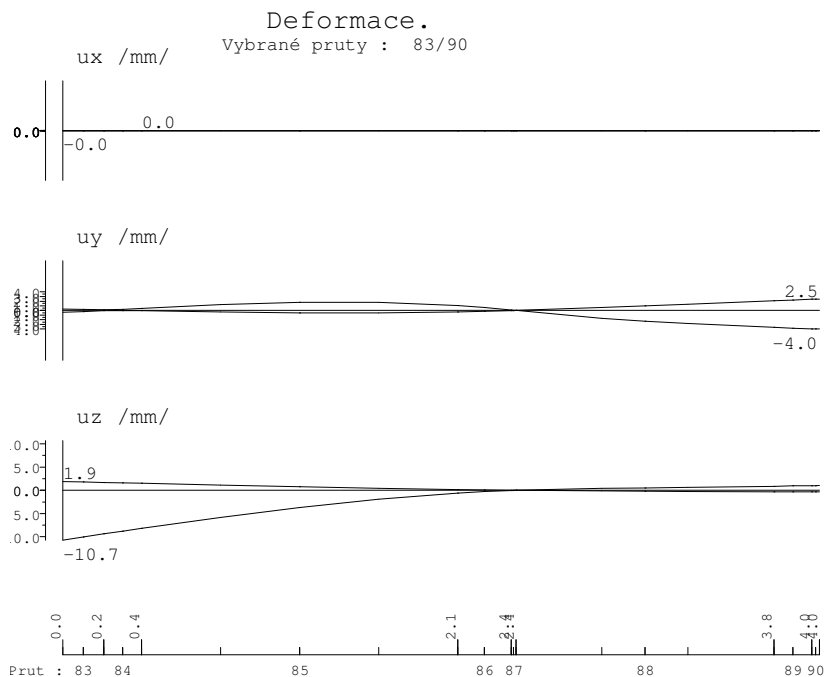
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBÍ: 1/38 – SLOUP**



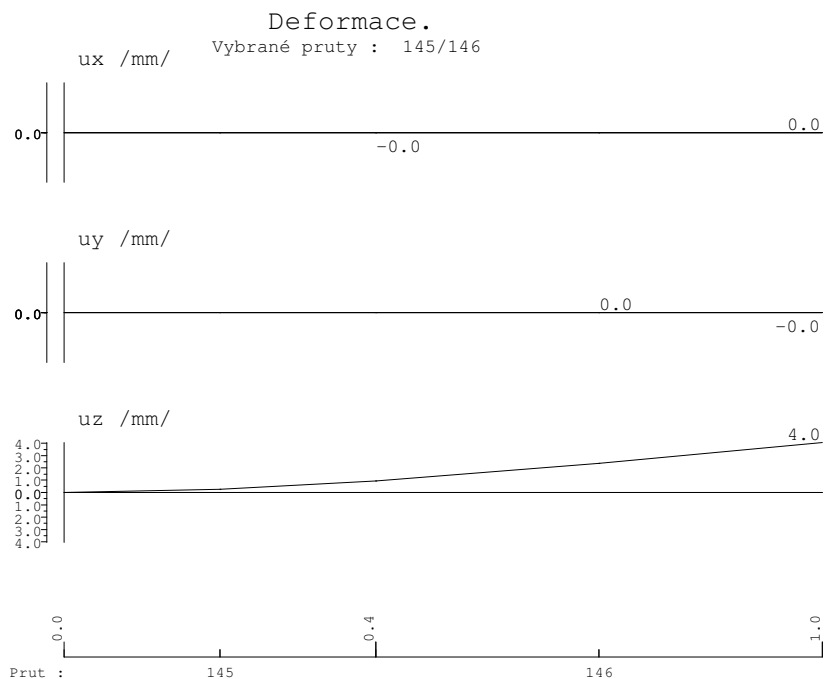
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK**



**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - PŘÍČNÍKY**

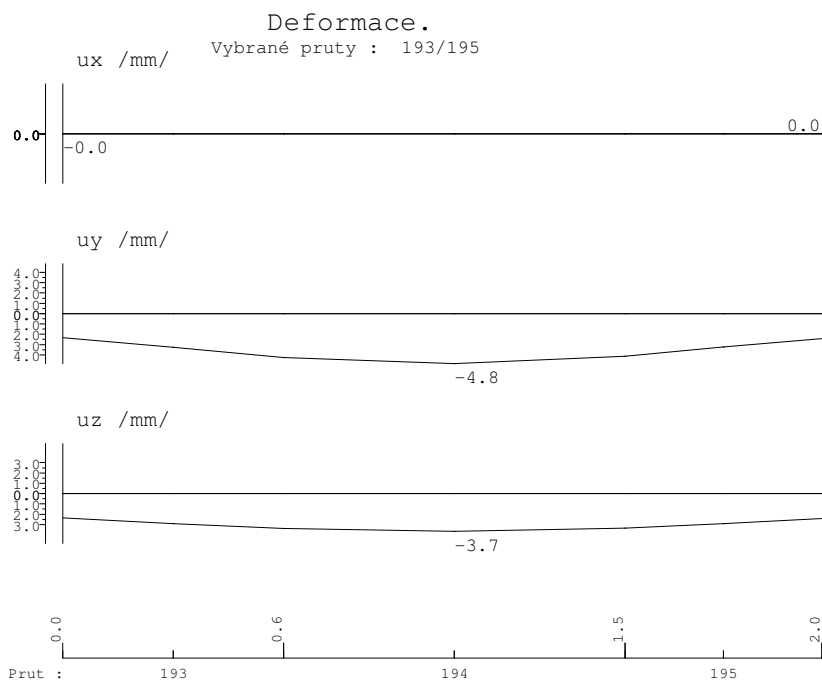


**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - NOSNÍKY PLOCHY**

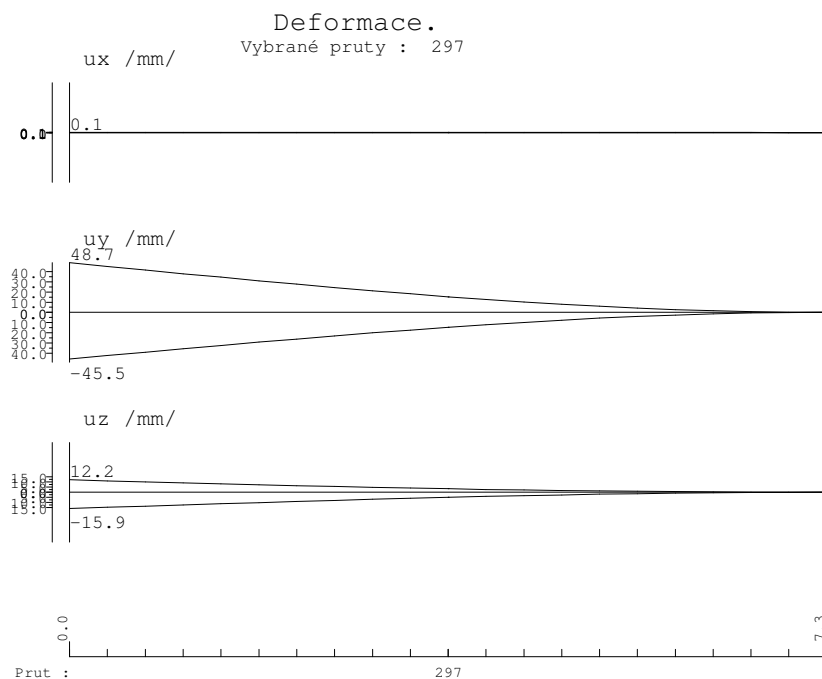


**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - KONZOLY**

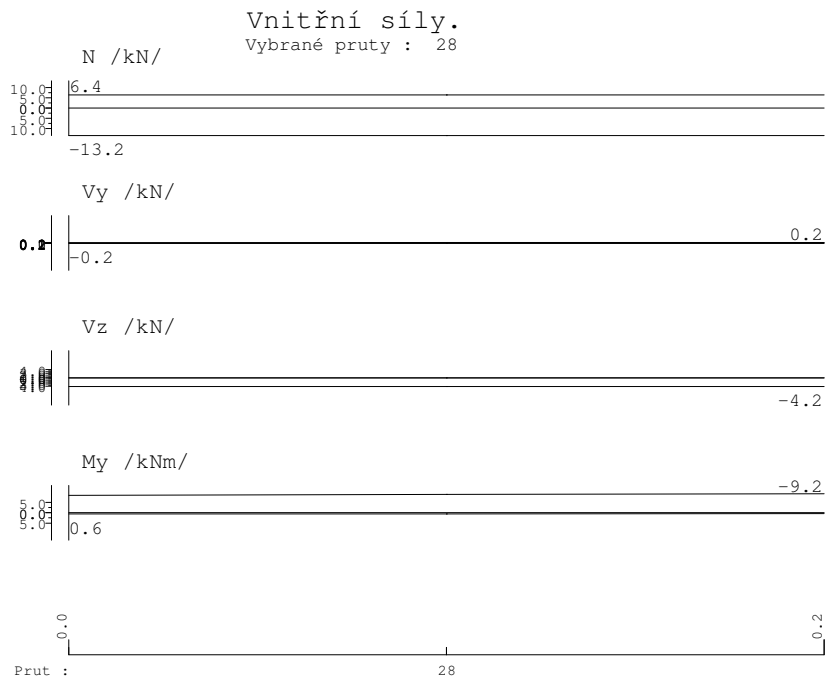




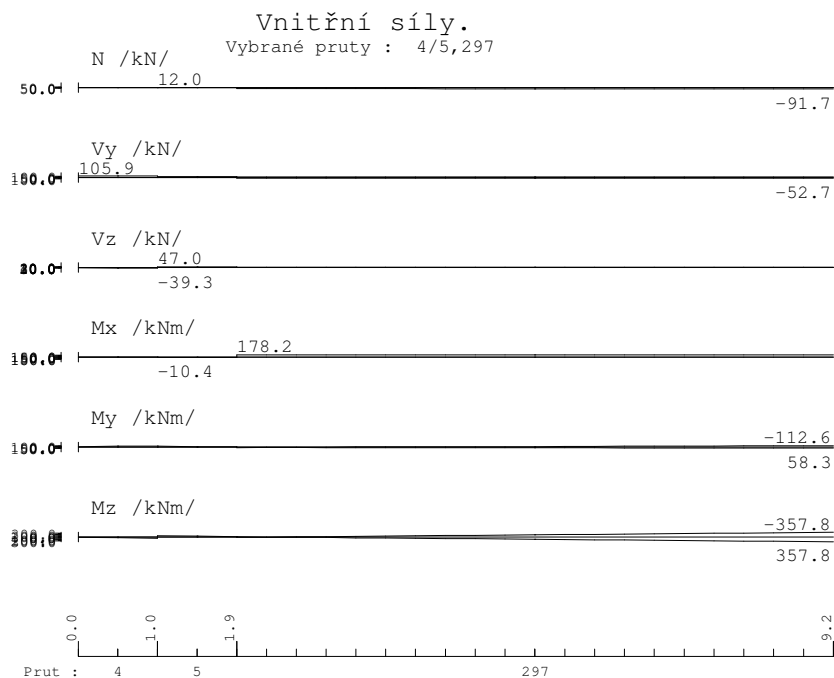
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - NOSNÍKY LÁVKY**



**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - SLOUP**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍPOJ PŘIPOJOVACÍCH KONZOLEK  
A PŘÍČNÍKŮ**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍPOJ PODÉLNÍKU NA SLOUP**

### REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH. GLOBÁLNÍ EXTRÉM

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	204	9	<b>6.19</b>	<b>52.68</b>	<b>62.82</b>	<b>-357.76</b>	53.70	130.30
		20	<b>-18.41</b>	0.00	84.80	-0.00	-108.72	0.00
		19	6.19	<b>-52.68</b>	84.80	<b>357.76</b>	57.57	<b>178.21</b>
		31	3.71	-31.61	<b>91.65</b>	198.19	58.29	106.93
		30	3.71	31.61	91.65	-231.12	<b>58.29</b>	78.18

### REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	204	1	-0.00	-0.00	62.82	0.00	11.05	-0.00
		2	-0.00	-0.00	84.80	0.00	14.92	-0.00
		3	3.71	31.61	62.82	-214.65	36.64	78.18
		4	3.71	-31.61	62.82	214.65	36.64	106.93
		5	-11.05	0.00	62.82	-0.00	-63.13	0.00
		6	-0.00	0.00	69.67	-16.46	28.83	0.00
		7	-0.00	0.00	69.67	-11.28	9.50	0.00
		8	0.00	0.00	69.67	-6.09	-9.83	0.00
		9	6.19	52.68	62.82	-357.76	53.70	130.30
		10	6.19	-52.68	62.82	357.76	53.70	178.21
		11	-18.41	0.00	62.82	-0.00	-112.58	0.00
		12	3.71	31.61	84.80	-214.65	40.51	78.18
		13	3.71	-31.61	84.80	214.65	40.51	106.93
		14	-11.05	0.00	84.80	-0.00	-59.26	0.00
		15	-0.00	0.00	91.65	-16.46	32.70	0.00
		16	-0.00	0.00	91.65	-11.28	13.37	0.00
		17	0.00	0.00	91.65	-6.09	-5.96	0.00
		18	6.19	52.68	84.80	-357.76	57.57	130.30

---

		19	6.19	-52.68	84.80	357.76	57.57	178.21
		20	-18.41	0.00	84.80	-0.00	-108.72	0.00
		21	3.71	31.61	69.67	-231.12	54.42	78.18
		22	3.71	-31.61	69.67	198.19	54.42	106.93
		23	3.71	31.61	69.67	-225.93	35.09	78.18
		24	-11.05	0.00	69.67	-16.46	-45.35	0.00
		25	3.71	-31.61	69.67	203.38	35.09	106.93
		26	3.71	31.61	69.67	-220.74	15.76	78.18
		27	-11.05	0.00	69.67	-11.28	-64.68	0.00
		28	3.71	-31.61	69.67	208.57	15.76	106.93
		29	-11.05	0.00	69.67	-6.09	-84.01	0.00
		30	3.71	31.61	91.65	-231.12	58.29	78.18
		31	3.71	-31.61	91.65	198.19	58.29	106.93
		32	3.71	31.61	91.65	-225.93	38.96	78.18
		33	-11.05	0.00	91.65	-16.46	-41.48	0.00
		34	3.71	-31.61	91.65	203.38	38.96	106.93
		35	3.71	31.61	91.65	-220.74	19.63	78.18
		36	-11.05	0.00	91.65	-11.28	-60.81	0.00
		37	3.71	-31.61	91.65	208.57	19.63	106.93
		38	-11.05	0.00	91.65	-6.09	-80.15	0.00

## 10.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK TRHR 250x250x12,5PROFIL Č. 1</b>			Ocel S 235 Mpa
<b>Profil TRHR 250x250x12,5</b>	H = 250    B = 250    t = 12,5 mm		$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9380$ mm	$\beta_y = 0,2$ [-]	$L_{cr,y} = 1,88$ m	
$L_z = 9380$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 9,38$ m	

### Vnitřní síly:

$N_{Sd} = 11,8$   $-4,7$ kN	$V_{Sd} = 105,9$ kN	$M_{y,Sd} = 81,9$ kNm	$M_{z,Sd} = 103$ kNm
-----------------------------	---------------------	-----------------------	----------------------

### Průřez. charakteristiky:

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h)$	= 11163 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 5581$ [-] m	= 89,30 kg/m'
$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12}$	= 105,2 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H$	= 842 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
		$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2$	= 969 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12}$	= 105,2 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H$	= 842 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
		$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2$	= 969 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
$i_y = \sqrt{I_y / A}$	= 97,09 mm	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	= 97,1 mm

### Vzpěr:

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,3 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,21 \text{ [-]} \quad \Rightarrow \quad \bar{\lambda}_{max} = 1,03 \text{ [-]}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 96,6 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 1,03 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,03 - 0,2) + 1,03^2] = 0,52 \text{ [-]}$$

$$\bar{\lambda}_{max}: \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 1,03^2}] = 0,999 \text{ [-]}$$

### Únosnost:

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 1,00 · 11162,5 · 0,235 / 1 = 2623 kN	>	$N_{Sd}^+ = 11,8$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 0,999 · 11162,5 · 0,235 / 1 = 2620 kN	>	$N_{Sd}^- = 4,7$ kN
$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 968,6 · 0,235 / 1 = 228 kNm	>	$M_{Sd} = 81,9$ kNm
$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 968,6 · 0,235 / 1 = 228 kNm	>	$M_{Sd} = 103$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	= 5581,25 · 0,235 / 1 · $\sqrt{3}$ = 757 kN	>	$2 \cdot V_z = 212$ kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{11,80}{2623} + \frac{81,90}{228} + \frac{103,1}{227,6} = 0,82$	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{4,70}{2620} + \frac{81,90}{228} + \frac{103,1}{227,6} = 0,81$	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{212}{757} = 0,28$	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>

**- PŘÍČNÍKY HEA 180**

Profil HEA 180	H = 171 mm	B = 180 mm	Ocel S 235 Mpa
$L_y = 5640$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 5640$ mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_z = 5640$ mm	$\beta_z = 0,5$ [-]	$L_{cr,z} = 2820$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,34$ [-]
$L_w = 5640$ mm	$\beta_w = 0,5$ [-]	$L_{cr,w} = 2820$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
			$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**PROFIL Č. 2**

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 54,8$   -58 kN	$V_{z,Sd} = 23,6$ kN	$M_{y,Sd} = 34,1$ kNm	$M_{z,Sd} = 10$ kNm
--------------------------	----------------------	-----------------------	---------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 35,5$ kg/m'	$A = 4525$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1450$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 25,1 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 60,21 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9,5$ mm	$t_w = 6$ mm
$I_z = 9,25 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,5$ mm	$W_{el,y} = 294 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 325 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 148 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 45,2$ mm	$W_{el,z} = 103 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 157 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 75,7$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,81$  [-]  $\lambda_z = 62,4$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,66$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,81 - 0,2) + 0,81^2] = 0,93$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,93 + \sqrt{0,93^2 - 0,81^2}] = 0,72$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,66 - 0,2) + 0,66^2] = 0,83$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,83 + \sqrt{0,83^2 - 0,66^2}] = 0,75$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_w / I_z} = 2 / 171,5 \cdot \sqrt{60210 / 9,25} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{148 / 9250} = 1,37$  [-]

$d_{z,w} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,w})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,369^2 / 3,14^2 = 1,76$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -86$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 3,26 \cdot 1,76}]}} = 0,91$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,91 \cdot [2 \cdot 2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{25,1 / 9,25} = 52,24$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 52,2 \cdot \sqrt{324,9 / 293,57} = 55,0$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,59$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,59 - 0,2) + 0,59^2] = 0,71$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,59^2}] = 0,90$  [-]

$\chi_{min} = 0,72$  [-]  $\chi_{LT} = 0,9$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 1063$  kN  $> N_{Sd}^+ = 54,8$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,72 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 766$  kN  $> N_{Sd}^- = 57,7$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,895 \cdot 324,9 \cdot 0,235 / 1 = 68,4$  kNm  $> M_{Sd} = 34,1$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 156,5 \cdot 0,235 / 1 = 36,8$  kNm  $> M_{Sd} = 10$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1450 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 197$  kN  $> 2 \cdot V_z = 47,2$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{54,8}{1063} + \frac{34,1}{68,4} + \frac{10}{36,8} = 0,82 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{57,7}{766} + \frac{34,1}{68,4} + \frac{10,00}{36,8} = 0,85 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{47,2}{197} = 0,24 < 1,00$  Vyhoví

**- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 180**

<b>Profil IPE 180</b>	H = 180 mm
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2$ [-]
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2$ [-]
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2$ [-]

**PROFIL Č. 14**

B = 91 mm
$L_{cr,y} = 350$ mm
$L_{cr,z} = 350$ mm
$L_{cr,\omega} = 350$ mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f = 1,00$ [-]
$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 8,1$   $-16$ kN	$V_{z,Sd} = 22,9$ kN	$M_{y,Sd} = 9,2$ kNm	$M_{z,Sd} = 4,1$ kNm
---------------------------	----------------------	----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 18,8$ kg/m'	$A = 2395$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1125$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 13,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 7,43 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8$ mm	$t_w = 5,3$ mm
$I_z = 1,01 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,2$ mm	$W_{el,y} = 146 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 47,9 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 20,5$ mm	$W_{el,z} = 22,2 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 34,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 4,7$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,05$  [-]  $\lambda_z = 17,1$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,18$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,05 - 0,2) + 0,05^2] = 0,49$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,49 + \sqrt{0,49^2 - 0,05^2}] = 1,00$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,18 - 0,2) + 0,18^2] = 0,51$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,18^2}] = 1,00$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 172 \cdot \sqrt{7430 / 1009} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{47,9 / 1009} = 0,27$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,275^2 / 3,14^2 = 1,03$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -90 \text{ mm}$$

$$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{-1^2 + 1 \cdot 1,03}]}} = 1,53 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,53 \cdot [2 \cdot 350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{13,17 / 1009} = 22,55 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}} = 22,6 \cdot \sqrt{166,4 / 146,33} = 24,1 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,26 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,26 - 0,2) + 0,26^2] = 0,54 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,54 + \sqrt{0,54^2 - 0,26^2}] = 0,99 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 1,00 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,99 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 8,1 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 15,6 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,988 \cdot 166,4 \cdot 0,235 / 1 = 38,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 9,2 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 34,6 \cdot 0,235 / 1 = 8,13 \text{ kNm} > M_{Sd} = 4,1 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1125 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 153 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 45,8 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{8,1}{563}$	+	$\frac{9,2}{38,6}$	+	$\frac{4,1}{8,13}$	=	<b>0,76</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{15,6}{563}$	+	$\frac{9,2}{38,6}$	+	$\frac{4,10}{8,13}$	=	<b>0,77</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	--------------------	---	--------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{45,8}{153}$	=	<b>0,30</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	--------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

**- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 70x70x7**

**PROFIL Č. 3**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x7</b>	H = 70	B = 70	t = 7 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]		$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]		$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$L_w = 2440$ mm	$\beta_w = 1$ [-]		$L_{cr,w} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 50,4$   -47 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 7,39$ kg/m'	$A = 942$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 490$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,7$ mm	$v_1 = 24,7$ mm
$I_{\eta} = 0,67 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 26,6$ mm	$W_{el,\eta} = 13,5 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 21,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,18 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 13,7$ mm	$W_{el,\zeta} = 7,21 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 11,1 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 15,6 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

<b>Vzpěi</b>	$\lambda_y = 91,7$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,98$ [-]	$\lambda_z = 177,5$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,89$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,98 - 0,2) + 0,98^2] = 1,17$ [-]			
$\bar{\lambda}_y$ : $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [1,17 + \sqrt{1,17^2 - 0,98^2}] = 0,55$ [-]			
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,89 - 0,2) + 1,89^2] = 2,70$ [-]			
$\bar{\lambda}_z$ : $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [2,7 + \sqrt{2,7^2 - 1,89^2}] = 0,22$ [-]			
<b>lopení:</b> $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [2440 / 92] \cdot \sqrt{15,6 / 178} = 4,87$ [-]			
$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 4,868^2 / 3,14159^2 = 9,60$ [-]			

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = \text{mm} \quad -49,5 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 9,6}]}} = 0,67 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,666 \cdot [2 \cdot 2440 / 92] \cdot \sqrt{0,667 / 0,178} = 68,36 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 68,4 \cdot \sqrt{21,68 / 13,47} = 86,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,92 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,92 - 0,2) + 0,92^2] = 1,00 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1 + \sqrt{1^2 - 0,92^2}] = 0,72 \text{ [-]}$$

$$\chi_{\min} = 0,216 \text{ [-]} \quad \chi_{LT} = 0,718 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 942 \cdot 0,235 / 1 = 221 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 50,40 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{\min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,216 \cdot 942 \cdot 0,235 / 1 = 47,8 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 46,70 \text{ kN}$$

$$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,718 \cdot 21,7 \cdot 0,235 / 1 = 3,66 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 11,1 \cdot 0,235 / 1 = 2,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 490 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 66,5 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,00 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{50,4}{221}$	+	$\frac{0,00}{3,66}$	+	$\frac{0,00}{2,6}$	=	<b>0,23</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--------------------	---	---------------------	---	--------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{46,7}{47,8}$	+	$\frac{0,00}{3,66}$	+	$\frac{0,00}{2,6}$	=	<b>0,98</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	---------------------	---	---------------------	---	--------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{66,5}$	=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

Statická posouzení ocelových konstrukcí billboardů  
pro různé větrné oblasti



**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 160**

**PROFIL Č. 4**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 160</b>	H = 160 mm	B = 82 mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 7980$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]	$L_{cr,z} = 2394$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$L_\omega = 3990$ mm	$\beta_\omega = 0,6$ [-]	$L_{cr,\omega} = 2394$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 21,4$   -12 kN	$V_{z,Sd} = 9,3$ kN	$M_{y,Sd} = 11,7$ kNm	$M_{z,Sd} = 1,7$ kNm
--------------------------	---------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 15,8$ kg/m'	$A = 2009$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 966$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 8,69 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 3,96 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 7,4$ mm	$t_w = 5$ mm
$I_z = 0,68 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,8$ mm	$W_{el,y} = 109 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 124 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 36 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 16,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 26,1 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 121,3$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,29$  [-]  $\lambda_z = 129,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,38$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,29 - 0,2) + 1,29^2] = 1,45$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,45 + \sqrt{1,45^2 - 1,29^2}] = 0,47$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,38 - 0,2) + 1,38^2] = 1,66$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,66 + \sqrt{1,66^2 - 1,38^2}] = 0,39$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 152,6 \cdot \sqrt{3960 / 0,6831} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2394 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{36 / 683,1} = 2,23$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 2,23^2 / 3,14^2 = 3,02$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -80$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 3,02}]} = 0,81$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,81 \cdot [2 \cdot 2394 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{8,693 / 0,683} = 90,43$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 90,4 \cdot \sqrt{123,9 / 108,66} = 96,6$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,03$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,03 - 0,2) + 1,03^2] = 1,12$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,12 + \sqrt{1,12^2 - 1,03^2}] = 0,65$  [-]

$\chi_{min} = 0,39$  [-]

$\chi_{LT} = 0,65$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 472$  kN  $> N_{Sd}^+ = 21,4$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,389 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 184$  kN  $> N_{Sd}^- = 11,5$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,646 \cdot 123,9 \cdot 0,235 / 1 = 18,8$  kNm  $> M_{Sd} = 11,7$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 26,1 \cdot 0,235 / 1 = 6,13$  kNm  $> M_{Sd} = 1,7$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 966 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 131$  kN  $> 2 \cdot V_z = 18,6$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{21,4}{472} + \frac{11,7}{18,8} + \frac{1,7}{6,13} = 0,94 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{11,5}{184} + \frac{11,7}{18,8} + \frac{1,70}{6,13} = 0,96 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{18,6}{131} = 0,14 < 1,00$  Vyhoví

**- KONZOLY Trov 80x80x9**

**PROFIL Č. 5**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Trov 80x80x9</b>	H = 80	B = 80	t = 9	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 985$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 1970$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 985$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]	$L_{cr,z} = 591$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 985$ mm	$\beta_w = 0,6$ [-]	$L_{cr,w} = 591$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{sd} = 1,8$   -1 kN	$V_{z,sd} = 3,9$ kN	$M_{y,sd} = 3,00$ kNm	$M_{z,sd} = 0,60$ kNm
------------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 10,7$ kg/m'	$A = 1360$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 576$ mm <sup>2</sup>	$z_T = 57,8$ mm
$I_y = 0,74 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9$ mm	$t_w = 9$ mm
$I_z = 0,37 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 23,3$ mm	$W_{el,y} = 12,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 28,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 26,6 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 16,5$ mm	$W_{el,z} = 9,25 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 14,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 84,6$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,90$  [-]  $\lambda_z = 35,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,38$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,9 - 0,2) + 0,9^2] = 1,08$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,08 + \sqrt{1,08^2 - 0,9^2}] = 0,6$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,38 - 0,2) + 0,38^2] = 0,62$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,62 + \sqrt{0,62^2 - 0,38^2}] = 0,91$  [-]

**(lopení)**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [591 / 75,5] \cdot \sqrt{26,6 / 370} = 1,3$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 1,301^2 / 3,14159^2 = 0,69$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -22,2$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -0,59$  [-]

a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-0,6 + \sqrt{(-0,6)^2 + 4,68 \cdot 0,7}]}} = 1,206$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,21 \cdot [2 \cdot 591 / 75,5] \cdot \sqrt{0,737 / 0,37} = 26,6$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 26,6 \cdot \sqrt{28,8 / 12,75} = 40,0$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,43$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,43 - 0,2) + 0,43^2] = 0,61$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,61 + \sqrt{0,61^2 - 0,43^2}] = 0,946$  [-]

$\chi_{min} = 0,599$  [-]  $\chi_{LT} = 0,946$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1 = 320$ kN	>	$N_{sd} = 1,8$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,599 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1 = 191$ kN	>	$N_{sd} = 1$ kN
$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,946 \cdot 28,8 \cdot 0,235 / 1 = 6,4$ kNm	>	$M_{sd} = 3,00$ kNm
$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 14,4 \cdot 0,235 / 1 = 3,38$ kNm	>	$M_{sd} = 0,60$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 576 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 78,2$ kN	>	$2 \cdot V_z = 7,8$ kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{1,8}{320} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,60}{3,384} = 0,65 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{1}{191} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,60}{3,384} = 0,65 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{7,8}{78,2} = 0,10 < 1,00$  Vyhoví

**- PODÉLNÉ ZTUŽIDLO U 140x60x4**

**PROFIL Č. 6**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil: U tenk 140x60x4</b>	H = 140	B = 60	t = 4	mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_y = 2000$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2000$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]		
$L_z = 2000$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2000$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]		
$L_w = 2000$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2000$ mm	$\alpha_{LT} = 0,76$ [-]		

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 28,8 \mid -24 \text{ kN} \quad V_{z,Sd} = 0 \text{ kN} \quad M_{y,Sd} = 0,00 \text{ kNm} \quad M_{z,Sd} = 0,1 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

m = 7,82 kg/m <sup>1</sup>	A = 978 mm <sup>2</sup>	A <sub>vz</sub> = 544 mm <sup>2</sup>	$\gamma_T = 15,8$ mm
$I_y = 2,84 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 1,03 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	t <sub>f</sub> = 4 mm	t <sub>w</sub> = 4 mm
$I_z = 0,332 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	i <sub>y</sub> = 53,9 mm	W <sub>el,y</sub> = 40,54 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> = 47,7 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
$I_t = 5,05 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	i <sub>z</sub> = 18,4 mm	W <sub>el,z</sub> = 7,51 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	a <sub>y</sub> = 21,5 mm

**Vzpěr:**  $\lambda_y = 37,1$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,40$  [-]  $\Rightarrow \bar{\lambda}_{max} = 1,16$  [-]  
 $\lambda_z = 108,6$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,16$  [-]

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,16 - 0,2) + 1,16^2] = 1,40$  [-]  
 $\bar{\lambda}_{max}: \chi_c = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [1,4 + \sqrt{1,4^2 - 1,16^2}] = 0,46$  [-]

**Klopení:**  $\delta = (2/h) \cdot \sqrt{(I_w/I_z)} = (2/136) \cdot \sqrt{(1032/0,332)} = 0,82$  [-]  
 $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z}/(h-t_f)] \cdot \sqrt{(I_t/I_z)} = 0,62 \cdot [2000/(140-4)] \cdot \sqrt{(5,047/332)} = 1,12$  [-]  
 $d_{z,w} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z}/L_w)^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0,82^2 \cdot (2000/2000)^2 + 4 \cdot 1,12^2 / 3,14^2 = 1,19$  [-]

Vzdálenost působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -70 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1,00$$

- Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$   
 b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$   
 c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h^2 + \sqrt{(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w})}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 1,19}]}} = 1,45$$
 [-]

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{(I_y/I_z)} = 1,446 \cdot [2 \cdot 2000 / (140 - 4)] \cdot \sqrt{(2,84/0,33)} = 124$$
 [-]

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{(W_{y,pl} / W_{y,el})} = 124,4 \cdot \sqrt{(47,69 / 40,54)} = 134,9$$
 [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,44$  [-]

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,76 \cdot (1,44 - 0,2) + 1,44^2] = 2$$
 [-]

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [2 + \sqrt{2^2 - 1,44^2}] = 0,29$$
 [-]

$$\chi_{min} = 0,460$$

$$\chi_{LT} = 0,29$$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	1,00 · 977,8 · 0,235 / 1	=	230 kN	>	$N_{Sd}^+ = 28,8$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	0,46 · 977,8 · 0,235 / 1	=	106 kN	>	$N_{Sd}^- = 24,4$ kN
$M_{y,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	0,294 · 40,5 · 0,235 / 1	=	2,80 kNm	>	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm
$M_{z,Rd} = 1,0 \cdot W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	1,00 · 7,5 · 0,235 / 1	=	1,76 kNm	>	$M_{z,Sd} = 0,1$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	=	544 · 0,235 / 1 · $\sqrt{3}$	=	73,8 kN	>	$2 \cdot V_z = 0$ kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{28,8}{230} + \frac{0}{2,80} + \frac{0,1}{1,76} = 0,18 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{24,4}{106} + \frac{0,0}{2,80} + \frac{0,10}{1,76} = 0,29 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{0}{73,8} = 0,00 < 1,00$  **Vyhoví**

**- ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY Lrov 50x50x4**

**PROFIL Č. 7**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 50x50x4</b>	H = 50	B = 50	t = 4 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2520$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2520$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 2520$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2520$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 2520$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2520$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 23,5$   0 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 3,06$ kg/m'	$A = 389$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 200$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 35,4$ mm	$w_1 = 35,4$ mm	$v = 19,2$ mm	$v_1 = 17,6$ mm
$I_{\eta} = 0,14 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 19,1$ mm	$W_{el,\eta} = 4,01 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 6,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,04 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 9,9$ mm	$W_{el,\zeta} = 2,17 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 3,18 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 2,13 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

<b>Vzpěi</b>	$\lambda_y = 132$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,40$ [-]	$\lambda_z = 254,3$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 2,71$ [-]
Pro	$\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,4 - 0,2) + 1,4^2]$	$= 1,78$ [-]	
$\bar{\lambda}_y$ :	$\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [1,78 + \sqrt{1,78^2 - 1,4^2}]$	$= 0,35$ [-]	
Pro	$\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (2,71 - 0,2) + 2,71^2]$	$= 4,78$ [-]	
$\bar{\lambda}_z$ :	$\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [4,78 + \sqrt{4,78^2 - 2,71^2}]$	$= 0,11$ [-]	
<b>klopení:</b>	$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [2520 / 66,8] \cdot \sqrt{2,13 / 38,2}$	$= 5,52$ [-]	
	$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 5,523^2 / 3,14159^2$	$= 12,36$ [-]	

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = \text{mm} \quad -35,4 \text{ mm} \qquad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 12,36}]}} = 0,61 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,614 \cdot [2 \cdot 2520 / 66,8] \cdot \sqrt{0,142 / 0,038} = 89,27 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 89,3 \cdot \sqrt{6,4 / 4,01} = 113 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 1,20 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,2 - 0,2) + 1,2^2] = 1,33 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1,2^2}] = 0,53 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,115 \text{ [-]} \qquad \chi_{LT} = 0,529 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1 = 91,4 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 23,50 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,115 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1 = 10,5 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 0,00 \text{ kN}$$

$$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,529 \cdot 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 0,8 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 3,2 \cdot 0,235 / 1 = 0,75 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 200 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 27,1 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,00 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{23,5}{91,4}$	+	$\frac{0,00}{0,8}$	+	$\frac{0,00}{0,75}$	=	<b>0,26</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	---------------------	---	--------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{0}{10,5}$	+	$\frac{0,00}{0,8}$	+	$\frac{0,00}{0,75}$	=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	------------------	---	--------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{27,1}$	=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

**- NOSNÍKY LÁVKY Lrov 70x70x6**

**PROFIL Č. 8**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9800$ mm	$\beta_y = 0,35$ [-]	$L_{cr,y} = 3430$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 9800$ mm	$\beta_z = 0,2$ [-]	$L_{cr,z} = 1960$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 9800$ mm	$\beta_w = 0,2$ [-]	$L_{cr,w} = 1960$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{sd} = 3,6$   $-3,8$ kN	$V_{z,sd} = 1,4$ kN	$M_{y,sd} = 1,10$ kNm	$M_{z,sd} = 0,50$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,sd} = 1,13$ kNm	$M_{\zeta,sd} = 1,13$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm
$I_\eta = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\eta = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_\zeta = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\zeta = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

**Vzpěři**  $\lambda_y = 73,4$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,78$  [-]  $\lambda_z = 141,7$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,51$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,78 - 0,2) + 0,78^2] = 0,95$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,95 + \sqrt{0,95^2 - 0,78^2}] = 0,67$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,51 - 0,2) + 1,51^2] = 1,96$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,96 + \sqrt{1,96^2 - 1,51^2}] = 0,31$  [-]

**(lopení)**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [1960 / 93] \cdot \sqrt{10 / 156} = 3,31$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 3,308^2 / 3,14159^2 = 4,44$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z =$  mm  $-49,5$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 4,44}]} = 0,72$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,718 \cdot [2 \cdot 1960 / 93] \cdot \sqrt{0,581 / 0,156} = 58,37$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}} = 58,4 \cdot \sqrt{18,76 / 11,74} = 73,8$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,79$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,79 - 0,2) + 0,79^2] = 0,87$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,87 + \sqrt{0,87^2 - 0,79^2}] = 0,80$  [-]

$\chi_{min} = 0,312$  [-]  $\chi_{LT} = 0,804$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 192$  kN  $> N_{sd}^+ = 3,60$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,312 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 59,7$  kN  $> N_{sd}^- = 3,80$  kN

$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,804 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1 = 3,54$  kNm  $> M_{sd} = 1,13$  kNm

$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,24$  kNm  $> M_{sd} = 1,13$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 57$  kN  $> 2 \cdot V_z = 2,80$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{3,6}{192} + \frac{1,13}{3,54} + \frac{1,13}{2,24} = 0,84 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{3,8}{59,7} + \frac{1,13}{3,54} + \frac{1,13}{2,24} = 0,89 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{2,8}{57} = 0,05 < 1,00$  **Vyhoví**

**- PODÉLNÉ TRUBKY TR ø 51x4**

Profil: TR ø 51x4

$$\begin{aligned} \varnothing &= 51 \text{ x} \\ L &= 9840 \text{ mm} \\ \beta_y &= 1 [-] \end{aligned}$$

PROFIL Č. 10

$$\begin{aligned} &4 \text{ mm} \\ L_{cr,y} &= 9840 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ocel S 235 Mpa  
 $\gamma_f = 1 [-]$

Vnitřní síly:

$$N_{Sd} = 0,8 \mid -0,6 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 0,3 \text{ kN} \quad M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 0,4 \mid 0,2 \text{ kNm} \quad M_{Sd} = 0,45 \text{ kNm}$$

Průřez. charakteristiky:

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2 & A_{vz} &= \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2 \\ I &= \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 & W &= 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \\ & & i &= \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 590 [-] \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 6,28 [-]$$

$$P_{RO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (6,28 - 0,2) + 6,28^2] = 20,9 [-]$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [20,88 + \sqrt{(20,88^2 - 6,28^2)}] = 0,02 [-]$$

Únosnost:

$$\begin{aligned} N_{x,b,Rd+} &= 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 139 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 0,8 \text{ kN} \\ N_{x,b,Rd-} &= \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,025 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 3,4 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 0,6 \text{ kN} \\ M_{b,Rd} &= W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 1,51 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,45 \text{ kNm} \\ V_{z,pl,Rd} &= A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 376,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 51 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kombinace pro tah  $\frac{0,80}{139} + \frac{0,45}{1,51} = 0,30 < 1,00$  **Vyhoví**

Kombinace pro tlak  $\frac{0,60}{3,4} + \frac{0,45}{1,51} = 0,47 < 1,00$  **Vyhoví**

Kombinace smyk  $\frac{0,6}{51} = 0,01 < 1,00$  **Vyhoví**

**- SVISLÉ TRUBKY TR ø 51x4**

Profil: TR ø 51x4

$$\begin{aligned} \varnothing &= 51 \text{ x} \\ L &= 3335 \text{ mm} \\ \beta_y &= 1 [-] \end{aligned}$$

PROFIL Č. 11

$$\begin{aligned} &4 \text{ mm} \\ L_{cr,y} &= 3335 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ocel S 235 Mpa  
 $\gamma_f = 1 [-]$

Vnitřní síly:

$$N_{Sd} = 3,1 \mid -0,9 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 0,3 \text{ kN} \quad M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 0,1 \mid 0,2 \text{ kNm} \quad M_{Sd} = 0,22 \text{ kNm}$$

Průřez. charakteristiky:

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2 & A_{vz} &= \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2 \\ I &= \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 & W &= 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \\ & & i &= \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 200 [-] \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 2,13 [-]$$

$$P_{RO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2,13 - 0,2) + 2,13^2] = 2,97 [-]$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [2,97 + \sqrt{(2,97^2 - 2,13^2)}] = 0,2 [-]$$

Únosnost:

$$\begin{aligned} N_{x,b,Rd+} &= 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 139 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 3,1 \text{ kN} \\ N_{x,b,Rd-} &= \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,198 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 27,5 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 0,9 \text{ kN} \\ M_{b,Rd} &= W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 1,51 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,22 \text{ kNm} \\ V_{z,pl,Rd} &= A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 376,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 51 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kombinace pro tah  $\frac{3,10}{139} + \frac{0,22}{1,51} = 0,17 < 1,00$  **Vyhoví**

Kombinace pro tlak  $\frac{0,90}{27,5} + \frac{0,22}{1,51} = 0,18 < 1,00$  **Vyhoví**

Kombinace smyk  $\frac{0,6}{51} = 0,01 < 1,00$  **Vyhoví**

**- SLOUP TR Ø 457x12,5**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR Ø 457x12,5

$$\varnothing = 457 \text{ x}$$

12,5 mm

$$\gamma_f = 1 \text{ [-]}$$

$$L = 7290 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 2 \text{ [-]}$$

$$L_{cr,y} = 14580 \text{ mm}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 0 \text{ | } -91,7 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 52,7 \text{ kN} \quad M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 107,2 \text{ | } 358 \text{ kNm} \quad M_{Sd} = 373,5 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 17455 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 11118 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 431,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 1888 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 157,2 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 92,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,99 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,99 - 0,2) + 0,99^2] = 1,07 \text{ [-]}$$

$$\bar{\lambda}: \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [1,07 + \sqrt{1,07^2 - 0,99^2}] = 0,67 \text{ [-]}$$

**Boulení:**

$$d/t = 457 / 12,5 = 36,56 \text{ [-]} < 50 \cdot \varepsilon^2 \rightarrow \text{Nedochází k boulení!}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 17455,5 \cdot 0,235 / 1 = 4102 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 0 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,674 \cdot 17455,5 \cdot 0,235 / 1 = 2766 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 91,7 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1888,2 \cdot 0,235 / 1 = 444 \text{ kNm} > M_{Sd} = 374 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 11118,14 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 1508 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 105 \text{ kN}$$

**Smykové napětí od kroucení:**

$$M_x = 178 \text{ kNm} \quad \tau_t = M_x / 2 \cdot \Omega_t \cdot t = 178,2 \cdot 10^6 / 2 \cdot 15,9574 \cdot 10^4 \cdot 12,5 = 44,7 \text{ Mpa}$$

**Redukovaná smyková únosnost:**

$$V_{T,Rd} = 1 - [(\tau_t \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) / f_y] \cdot V_{pl,Rd} = 1 - 44,67 \cdot \sqrt{3} \cdot 1 / 235 \cdot 1508,4789 = 1012 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{0,00}{4102} + \frac{374}{444} = 0,84 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{91,70}{2766} + \frac{374}{444} = 0,87 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{105}{1012} = 0,10 < 1,00$  **Vyhoví**

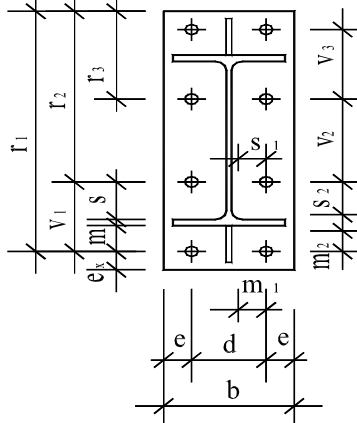
## 10.4 POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK</b>		<b>PROFIL Č. 1</b>	Vyložení l = 4690 mm	
- posun "Z"	$\delta_z$	= 15,1 mm	< $\delta_{lim} = \frac{9380}{250}$	= 37,5 mm
<b>Vyhoví</b>				
- posun "Y"	$\delta_y$	= 9,9 mm	< $\delta_{lim} = \frac{9380}{250}$	= 37,5 mm
<b>Vyhoví</b>				
<b>- PŘÍČNÍKY</b>		<b>PROFIL Č. 2</b>	Vyložení l = 3000 mm	
- posun "Z"	$\delta_z$	= 12,4 mm	< $\delta_{lim} = \frac{6000}{250}$	= 24,0 mm
<b>Vyhoví</b>				
- posun "Y"	$\delta_y$	= 0,2 mm	< $\delta_{lim} = \frac{6000}{250}$	= 24,0 mm
<b>Vyhoví</b>				
<b>- NOSNÍKY PLOCHY</b>		<b>PROFIL Č. 4</b>	Vyložení l = 2390 mm	
- posun "Z"	$\delta$	= 10,7 mm	< $\delta_{lim} = \frac{4780}{250}$	= 19,1 mm
<b>Vyhoví</b>				
- posun "Y"	$\delta$	= 4,0 mm	< $\delta_{lim} = \frac{4780}{250}$	= 19,1 mm
<b>Vyhoví</b>				
<b>- KONZOLY</b>		<b>PROFIL Č. 5</b>	Vyložení l = 985 mm	
- posun "Z"	$\delta_z$	= 4,0 mm	< $\delta_{lim} = \frac{1970}{250}$	= 7,9 mm
<b>Vyhoví</b>				
- posun "Y"	$\delta_y$	= 0,0 mm	< $\delta_{lim} = \frac{1970}{250}$	= 7,9 mm
<b>Vyhoví</b>				
<b>- NOSNÍKY LÁVKY</b>		<b>PROFIL Č. 8</b>	délka l = 985 mm	
- posun "Z"	$\delta_z$	= 1,7 mm	- posun "Y"	$\delta_y$ = 2,8 mm
- prostorový posun	$\delta$	= $\sqrt{(\delta_z^2 + \delta_y^2)}$	= $\sqrt{(1,7^2 + 2,8)^2}$	= 3,276 mm
- prostorový posun	$\delta$	= 3,27567 mm	< $\delta_{lim} = \frac{985}{250}$	= 3,9 mm
<b>Vyhoví</b>				
<b>- SLOUP</b>		<b>PROFIL Č. 13</b>	vyložení l = 7290 mm	
- posun "Z"	$\delta_z$	= 15,9 mm	- posun "Y"	$\delta_y$ = 48,7 mm
- prostorový posun	$\delta$	= $\sqrt{(\delta_z^2 + \delta_y^2)}$	= $\sqrt{(15,9^2 + 48,7)^2}$	= 51,23 mm
- prostorový posun	$\delta$	= 51,2299 mm	< $\delta_{lim} = \frac{14580}{250}$	= 58,3 mm
<b>Vyhoví</b>				



## 10.5 POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ

### - PŘÍPOJ PŘÍČNÍKŮ HEA 180 KE KONZOLKÁM IPE 180



#### ŠROUBY

ŠR M	16
Mater.	8 .8 .
$f_{ub}$	800 MPa
$A_s$	157 mm <sup>2</sup>
$\gamma_{M2}$	1,25 [-]
$\gamma_{M0}$	1,00 [-]

#### STYČ. PLECH

tloušťka plechu $t_p$	12 mm
tloušťka výztuhy $t_v$	6 mm

#### SVARY

$a_{f,v}$	4 mm - výztuha
-----------	----------------

#### GEOMETRIE PLECHU

- šířka plechu $b$	180 mm
$e$	45 mm
$d$	90 mm
$m$	30 mm
$r_1$	285 mm
$r_2$	205 mm

#### ZÁKLAD. NOSNÍK

HEA 180	S 235 Mpa
$h$	171 mm
$b$	180 mm
$t_w$	6 mm
$t_f$	9,5 mm

#### PŘIPOJ. NOSNÍK

IPE 180	S 235 Mpa
$h$	180 mm
$b$	91 mm
$t_w$	5,3 mm
$t_f$	8 mm

Ocel S	235 Mpa
Ocel S	235 Mpa
$a_{f,w}$	4 mm

- výška plechu $h$	330 mm
$v_1$	80 mm
$v_2$	80 mm
$v_3$	80 mm
$e_x$	45 mm
$r_3$	125 mm

#### VNITŘNÍ SÍLY

$V_{sd}$	4,2 kN
$M_{sd}$	9,2 kNm
$N_{sd}$	-13,2 kN (+ tlak, - tah)

#### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$F_{t,rd}$	$= 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$	$= 0,9 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25$	$= 90,4$ kN
$F_{v,rd}$	$= 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$	$= 0,6 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25$	$= 60,3$ kN

#### Síla v jednom šroubu od tahu

$F_{t,1}$	$= \frac{M_{sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2)}$	$= \frac{9,2 \cdot 0,285}{2 \cdot (0,08 + 0,04 + 0,02)}$	$= 9,4$ kN - dolní řada
$F_{t,2}$	$= F_{t,1} \cdot r_2 / r_1$	$= 9,4 \cdot 205 / 285$	$= 6,76$ kN - 2. řada zdola
$F_{t,3}$	$= -N_{sd} / 8$	$= 13,2 / 8$	$= 1,7$ kN
$F_t$	$= F_{t,1} + F_{t,3}$	$= 9,4 + 1,7$	$= 11,1$ kN < 90 kN

#### Síla ve šroubu od smyku v horní řadě

$F_v$	$= V_{sd} / 2$	$= 4,2 / 2$	$= 2,1$ kN < 60 kN
-------	----------------	-------------	--------------------

#### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$F_t / F_{t,rd} + F_v / F_{v,rd}$	$= 2,1 / 60,3 + 11,1 / 90,4$	$= 0,16$ [-] < 1 [-]
-----------------------------------	------------------------------	----------------------

#### Posouzení styčnickového plechu z oceli S

$m_1$	$= (d - t) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,w}$	$= (90 - 6) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4$	$= 37,5$ mm
$m_2$	$= m - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,f}$	$= 30 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4$	$= 25,5$ mm
$n$	$= \min \{e; 1,25 \cdot m_1\}$	$= \min \{45; 46,8\}$	$= 45$ mm
$\lambda_1$	$= m_1 / (m_1 + e)$	$= 37,5 / (37,5 + 45)$	$= 0,45$ [-]
$\lambda_2$	$= m_2 / (m_1 + e)$	$= 25,5 / (37,5 + 45)$	$= 0,31$ [-]
$\alpha$	$= m_1 - (2 \cdot m_1 + 0,625 \cdot L_{eff}) / (m_1 + e)$	$= 6,6 \cdot 37,5 - (2 \cdot 37,5 + 0,625 \cdot 45) / (37,5 + 45)$	$= 6,63$

#### Porušení 1:

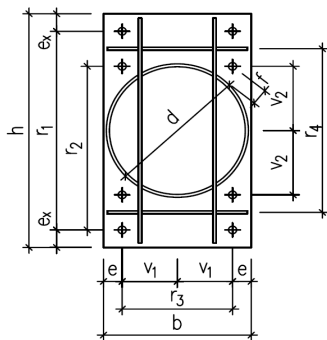
$F_1$	$= \frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1}$	$= \frac{2 \cdot 190 \cdot 8,46}{37,5}$	$= 85,8$ kN > 11 kN
-------	---	---	---------------------

#### Porušení 2:

$F_2$	$= \frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n}$	$= \frac{190 \cdot 8,46 + 45 \cdot 9,4}{37,5 + 45}$	$= 68,8$ kN > 11 kN
-------	--	---	---------------------

Vyhoví

**- PŘÍPOJ SLOUPU TR Ø 457 x 12,5 K PODÉLNÍKU TRHR 250 x 12,5**



TR Ø	457	x	12,5 mm	Ocel S	235 Mpa
TRHR	250	x	12,5 mm	Ocel S	235 Mpa

**ŠROUBY**

ŠR M	27	tloušťka plechu $t_p =$	20 mm
Mater.	8 .8 .	tloušťka výtuh $t_v =$	12 mm
$f_{ub} =$	800 MPa	Ocel S	235 Mpa
$A_s =$	459 mm <sup>2</sup>	koutový svar $a_f =$	10 mm

**STYČNÍKOVÝ PLECH**

**SOUČINITELÉ**

$\gamma_{M0} = 1,00 [-]$	$\gamma_{M2} = 1,25 [-]$
--------------------------	--------------------------

**STYČ. PLECH**

$b =$	475 mm	$h =$	800 mm
$e =$	60 mm	$v_2 =$	220 mm
$v_1 =$	178 mm	$e_x =$	60 mm
$d =$	457 mm	$r_1 =$	680 mm
$f =$	54,18 mm	$r_2 =$	560 mm
$r_3 =$	355 mm	$r_4 =$	560 mm

**VNITŘNÍ SÍLY**

$V_{sd} =$	115,86 Kn
$N_{sd} =$	91,7 kN (tah)
$M_{x,sd} =$	178,2 kNm (krut)
$M_{y,sd} =$	13 kNm
$M_{z,sd} =$	103,1 kNm

**Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku**

$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$	$= 0,9 \cdot 0,8 \cdot 459 / 1,25$	$=$	<b>264 kN</b>
$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$	$= 0,6 \cdot 0,8 \cdot 459 / 1,25$	$=$	<b>176 kN</b>

**Síla v jednom šroubu od tahu**

$F_{t,1} = \frac{M_{y,sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2)}$	$= \frac{13 \cdot 0,68}{2 \cdot (0,462 + 0,314)}$	$=$	<b>5,7 kN</b>
$F_{t,2} = M_{z,sd} / 4 \cdot r_3$	$= 103,1 / 4 \cdot 0,355$	$=$	<b>72,6 kN</b>
$F_{t,3} = N_{sd} / 8$	$= 91,7 / 8$	$=$	<b>11,5 kN</b>
$F_t = F_{t,1} + F_{t,2} + F_{t,3}$	$= 5,7 + 72,6 + 11,5$	$=$	<b>89,8 kN</b> < 264 kN

**Síla ve šroubu od smyku**

$F_{v,1} = M_{x,sd} / 4 \cdot r_4$	$= 178,2 / 4 \cdot 0,56$	$=$	<b>79,6 kN</b>
$F_{v,2} = V_{sd} / 8$	$= 115,86 / 8$	$=$	<b>14,5 kN</b>
$F_v = F_{v,1} + F_{v,2}$	$= 79,6 + 14,5$	$=$	<b>94,1 kN</b> < 176 kN

**Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu**

$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd}$	$= 89,8 / (1,4 \cdot 264) + 94,1 / 176$	$=$	<b>0,78 [-]</b> < 1 [-]
---	---	-----	-------------------------

**Posouzení styčnickového plechu z oceli S**

$235 \Rightarrow f_y = 235$ Mpa	<b>Vyhoví!</b>
---------------------------------	----------------

$m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f$	$= 54,18 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10$	$=$	42,9 mm
$n = \min \{e_{min}; 1,25 \cdot m_1\}$	$= \min \{60; 53,6\}$	$=$	53,6 mm
$L_{eff1} = 2 \cdot \pi \cdot m_1$	$= 2 \cdot 3,14 \cdot 42,86$	$=$	269 mm
$L_{eff2} = \pi \cdot m_1 + r_{min}$	$= 3,14 \cdot 42,86 + 355$	$=$	490 mm
$L_{eff3} = \pi \cdot m_1 + 2 \cdot e_{min}$	$= 3,14 \cdot 42,86 + 2 \cdot 60$	$=$	255 mm
$L_{eff4} = 4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e_{min}$	$= 4 \cdot 42,86 + 1,25 \cdot 60$	$=$	246 mm
$L_{eff5} = 2 \cdot m_1 + e + 0,625 \cdot e_x$	$= 2 \cdot 42,86 + 60 + 0,625 \cdot 60$	$=$	183 mm
$L_{eff6} = b / 2$	$= 475 / 2$	$=$	238 mm
$L_{eff7} = 2 \cdot m_1 + v_{min} + 0,625 \cdot e_{min}$	$= 2 \cdot 42,86 + 178 + 0,625 \cdot 60$	$=$	301 mm

$$L_{eff} = \min (L_{eff1} - L_{eff7}) = 183 \text{ mm}$$

$$m_{PL,rd,1} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 20^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 23,5 \text{ kNm/m'}$$

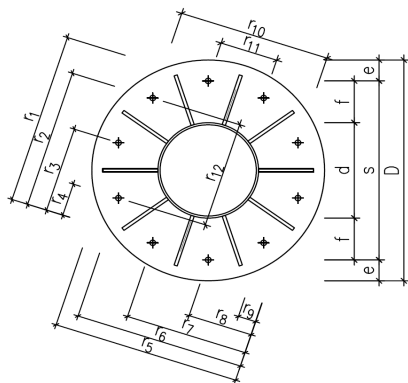
Porušení 1:	$\frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1}$	$= \frac{2 \cdot 183,23 \cdot 23,5}{42,9}$	$=$	<b>201 kN</b> > 89,8 kN
-------------	---	--	-----	-------------------------

Porušení 2:	$\frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n}$	$= \frac{183,23 \cdot 23,5 + 53,58 \cdot 264,4}{42,9 + 53,58}$	$=$	<b>192 kN</b> > 89,8 kN
-------------	--	--	-----	-------------------------

**Vyhoví**

## 10.6 POSOUZENÍ KOTVENÍ

### - KOTVENÍ SLOUPU TR Ø 457 x 12,5



TR Ø 457 x 12,5 mm Ocel S 235 Mpa

#### ŠROUBY

ŠR M 27 tloušťka plechu  $t_p = 30$  mm  
Mat. 8.8 tloušťka výztuhy  $t_v = 15$  mm  
 $f_{ub} = 800$  MPa Ocel S 235 Mpa  
 $A_s = 459$  mm<sup>2</sup> koutový svar  $a_f = 10$  mm

#### STYČNÍKOVÝ PLECH

#### SOUČINITELÉ MATERIÁLU

$\gamma_{M0} = 1,00$  [-]

$\gamma_{M2} = 1,25$  [-]

#### STYČ. PLECH

D = 1057 mm S = 857,00 mm  
d = 457 mm f = 200,00 mm  
e = 100 mm g = 124,91 mm

#### VNITŘNÍ SÍLY

$V_{sd} = 55,80$  kN  
 $M_{sd} = 375,06$  kNm  
 $M_z = 178,21$  kNm (krut)  
 $N_{sd} = 0,00$  kN (- tah)

#### SMĚR A)

$r_1 = 815,06$  mm  
 $r_2 = 659,39$  mm  
 $r_3 = 407,53$  mm  
 $r_4 = 155,66$  mm

#### SMĚR B)

$r_5 = 857,00$  mm  
 $r_6 = 775,16$  mm  
 $r_7 = 560,91$  mm  
 $r_8 = 296,09$  mm  
 $r_9 = 81,84$  mm

#### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 459 / 1,25 = 264 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 459 / 1,25 = 176 \text{ kN}$$

#### Síla v jednom šroubu od tahu

$$\text{Směr a) } F_{t,1} = \frac{M_{sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2)} = \frac{375,06 \cdot 0,815}{2 \cdot (0,66 + 0,43 + 0,17 + 0,02)} = 119 \text{ kN}$$

$$\text{Směr b) } F_{t,2} = \frac{M_{sd} \cdot r_5}{r_5^2 + 2 \cdot (r_6^2 + r_7^2 + r_8^2 + r_9^2)} = \frac{375,06 \cdot 0,857}{0,7 + 2 \cdot (0,6 + 0,3 + 0,09 + 0,01)} = 117 \text{ kN}$$

$$F_{t,3} = -N_{sd} / 10 = 0 / 10 = 0 \text{ kN}$$

$$F_t = \max(F_{t,1}; F_{t,2}) + F_{t,3} = 118,5 + 0 = 119 \text{ kN} < 264 \text{ kN}$$

#### Síla ve šroubu od smyku

$$F_{v,1} = M_z / 5 \cdot r_5 = 178,21 / 5 \cdot 0,857 = 41,6 \text{ kN}$$

$$F_{v,2} = V_{sd} / 10 = 55,8 / 10 = 5,58 \text{ kN}$$

$$F_v = F_{v,1} + F_{v,2} = 41,6 + 5,6 = 47,2 \text{ kN} < 176 \text{ kN}$$

#### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd} = 119 / (1,4 \cdot 264) + 47 / 176 = 0,59 [-] < 1 [-]$$

#### Posouzení styčníkového plechu z oceli S 235

$$\Rightarrow f_y = 235 \text{ Mpa}$$

$$m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 200 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 = 189 \text{ mm}$$

$$m_2 = g - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 124,91 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 = 114 \text{ mm}$$

$$n = \min \{e; 1,25 \cdot m_1\} = \min \{100; 235,9\} = 100 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m_1 / m_1 + e = 188,7 / (188,7 + 100) = 0,65 [-]$$

$$\lambda_2 = m_2 / m_1 + e = 113,6 / (188,7 + 100) = 0,39 [-]$$

$$L_{eff} = 2 \cdot \alpha \cdot m_1 - (4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e) = 2 \cdot 5,3 \cdot 188,7 - (4 \cdot 188,7 + 1,25 \cdot 100) = 1103 \text{ mm}$$

$$m_{PL,rd} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 30^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 52,9 \text{ kNm/m'}$$

$$\text{Porušení 1: } \frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{F_1} = \frac{2 \cdot 1103 \cdot 52,88}{188,7} = 618 \text{ kN} > 119 \text{ kN}$$

$$\text{Porušení 2: } \frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{F_2} = \frac{1103 \cdot 52,88 + 100 \cdot 264,4}{188,7 + 100} = 294 \text{ kN} > 119 \text{ kN}$$

Vyhoví

## 10.7 POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

### - ZÁKLADOVÁ PATKA O ROZMĚRECH 2 m x 3,8 m x 1,2 m

#### Geometrie patky pod terénem

Výška patky $h =$	1,2 m
Délka patky $L =$	2 m (směr "X")
Šířka patky $b =$	3,8 m (směr "Y")
Objem:	9,12 m <sup>3</sup>
Objemová tíha základu:	25,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Geometrie patky nad terénem

Výška patky $h =$	0 m
Délka patky $L =$	0 m (směr "X")
Šířka patky $b =$	0 m (směr "Y")
Objem:	0 m <sup>3</sup>
Objemová tíha zeminy:	18,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Svislé zatížení

Výška zeminy nad zákl. $h_z =$	0,5 m	Normové	$\gamma_f$	Minimální	$\gamma_f$	Maximální
- Vlastní hmotnost patky		228 kN	1	228 kN	1,35	308 kN
- Hmotnost zeminy nad zákl. patkou		68,4 kN	1	68,4 kN	1,35	92,3 kN
- Hmotnost patky nad terénem		0,0 kN	1	0,0 kN	1,35	0,0 kN
- Vlastní hmotnost OK billboardu		43,4 kN	1	43,4 kN	1,35	58,6 kN
- Stálé zatížení		19,4 kN	1	19,4 kN	1,35	26,2 kN
- Užité zatížení		4,6 kN	0	0,0 kN	1,5	6,9 kN
- Zatížení sněhem		0,0 kN	0	0,0 kN	1,5	0,0 kN
<b>Svislé zatížení celkem:</b>		<b>364 kN</b>		<b>359 kN</b>		<b>492 kN</b>

#### Zatížení větrem

- Vítr podélný	Posouvající síla	16,4 kN		1,5	24,6 kN
	Výška nad terénem $H =$	6,5 m	$M = 126,3$ kNm	1,5	189,4 kNm
- Vítr příčný	Posouvající síla	35,1 kN		1,5	52,7 kN
	Výška nad terénem $H =$	6,5 m	$M = 270,3$ kNm	1,5	405,4 kNm

#### Pro vítr podélný

Pro $N_{min}$	$e = M / N_{min} =$	0,53 m	<	$e_{lim} = L / 3 =$	0,67 m	$\sigma_{lim} =$	120 kPa
	$\sigma = N_{min} / b \cdot (L - 2 \cdot e) =$	100 kPa	<	$s_{lim} =$	120 kPa	<b>Vyhoví</b>	
Pro $N_{max}$	$e = M / N_{max} =$	0,39 m	<	$e_{lim} = L / 3 =$	0,67 m		
	$\sigma = N_{max} / b \cdot (L - 2 \cdot e) =$	105 kPa	<	$s_{lim} =$	120 kPa	<b>Vyhoví</b>	

#### Pro vítr příčný

Pro $N_{min}$	$e = M / N_{min} =$	1,13 m	<	$e_{lim} = b / 3 =$	1,27 m	<b>Vyhoví</b>	
	$\sigma = N_{min} / L \cdot (b - 2 \cdot e) =$	116 kPa	<	$s_{lim} =$	120 kPa		
Pro $N_{max}$	$e = M / N_{max} =$	0,82 m	<	$e_{lim} = b / 3 =$	1,27 m	<b>Vyhoví</b>	
	$\sigma = N_{max} / L \cdot (b - 2 \cdot e) =$	114 kPa	<	$s_{lim} =$	120 kPa		

### POSOUZENÍ STABILITY

- Vítr podélný	$Q_{pasivní}^k =$	364 kN	$T_{aktivní}^k =$	16,40 kN	souč. tření	
	na rameni $L =$	1,00 m	ve výšce $h =$	7,70 m	$\mu =$	0,7
- posun	$n_{posun} = \mu \cdot Q_{pasivní}^k / T_{aktivní}^k$		$=$	$0,7 \cdot 363,8 / 16,4$	$=$	<b>15,53</b> > 1,5
- překlopení	$n_{klopící} = L \cdot Q_{pasivní}^k / h \cdot T_{aktivní}^k$		$=$	$1 \cdot 363,8 / 7,7 \cdot 16,4$	$=$	<b>2,88</b> > 1,5
						<b>Vyhoví!</b>
- Vítr příčný	$Q_{pasivní}^k =$	364 kN	$T_{aktivní}^k =$	35,10 kN	souč. tření	
	na rameni $L =$	1,90 m	ve výšce $h =$	7,70 m	$\mu =$	0,7
- posun	$n_{posun} = \mu \cdot Q_{pasivní}^k / T_{aktivní}^k$		$=$	$0,7 \cdot 363,8 / 35,1$	$=$	<b>7,26</b> > 1,5
- překlopení	$n_{klopící} = L \cdot Q_{pasivní}^k / h \cdot T_{aktivní}^k$		$=$	$1,9 \cdot 364 / 7,7 \cdot 35,1$	$=$	<b>2,56</b> > 1,5
						<b>Vyhoví!</b>

## 10.8 NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY

### - NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 2 m x 3,8 m x 1,2 m - PODÉLNÝ SMĚR

#### Materiály :

Beton : C 25 / 30	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
	$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
	$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž : B 505 B	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

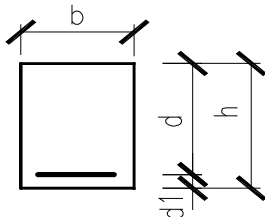
#### Geometrie patky:

Šířka patky B =	2 m	Výška patky H =	1,2 m	Délka patky L =	3,8 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 = 0,86$ m				
Vzdálenost tlaku od kraje patky	a = 1,47 m				

#### Vnitřní síly:

Kontaktní napětí: $\sigma_d =$	105 kPa		
Návrhový ohybový moment:	$M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 = 0,5 \cdot 105 \cdot 2 \cdot 1,47^2 = 227$ kNm		
Návrhová posouvající síla:	$V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a = 105 \cdot 2 \cdot 1,47 = 309$ kN		

#### Geometrie :



Šířka průřezu b =	2000 mm
Výška průřezu h =	1200 mm
Krytí dolní výztuže c = c <sub>min</sub> + Dh =	75 + 10 = 85 mm
Předpokládaný profil $\emptyset$	12 Profil horní výztuže $\emptyset_h$ 0
$d_1 = c + \emptyset/2 + \emptyset_h =$	85 + 12 / 2 + 0 = 91 mm
$d = h - d_1 =$	1200 - 91 = 1109 mm

#### Návrh ohybové výztuže :

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{227,3577863}{2 \cdot 1,109^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,006 \Rightarrow \omega = 0,006$$

$$\xi = 0,00766 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

#### Nutná plocha výztuže :

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,006 \cdot 2 \cdot 1,109 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 525 \text{ mm}^2$$

Navrženo :  $\emptyset$  B 12 vzdál. s = 250 mm  $\Rightarrow$  15 ks  $\Rightarrow A_{s1} = 1696 \text{ mm}^2$

#### Posouzení ohybové výztuže :

$$d = h - (c + \emptyset/2 + \emptyset_h) = 1200 - (85 + 6 + 0) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 1696 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 723 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{722,64}{2 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,027 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 1,109 - 0,4 \cdot 0,027 = 1,098 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 722,64 \cdot 1,098 = 794 \text{ kNm}$$

$$\underline{M_{Sd} = 227,358 \text{ kNm} < 793,58 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}}$$

**- NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 3,8 m x 2 m x 1,2 m - PŘÍČNÝ SMĚR**

**Materiály :**

Beton :	<b>C 25 / 30</b>	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
		$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
		$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž :	<b>B 505 B</b>	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

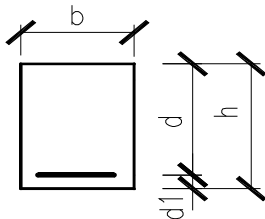
**Geometrie patky:**

Šířka patky B =	3,8 m	Výška patky H =	1,2 m	Délka patky L =	2 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 = 0,86$ m				
Vzdálenost tlaku od kraje patky	a = 0,57 m				

**Vnitřní síly:**

Kontaktní napětí: $\sigma_d =$	116 kPa
Návrhový ohybový moment: $M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 =$	$0,5 \cdot 116 \cdot 3,8 \cdot 0,57^2 = 72$ kNm
Návrhová posouvající síla: $V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a =$	$116 \cdot 3,8 \cdot 0,57 = 252$ kN

**Geometrie :**



Šířka průřezu b =	3800 mm
Výška průřezu h =	1200 mm
Krytí dolní výztuže c = c <sub>min</sub> + Dh =	75 + 10 = 85 mm
Předpokládaný profil Ø	12
Profil horní výztuže Ø <sub>h</sub>	12
$d_1 = c + \varnothing/2 + \varnothing_h =$	$85 + 12/2 + 12 = 103$ mm
$d = h - d_1 =$	$1200 - 103 = 1097$ mm

**Návrh ohybové výztuže :**

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{71,9853399}{3,8 \cdot 1,097^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,001 \Rightarrow \omega = 0,002$$

$$\xi = 0,00213 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

$$\zeta = 0,002$$

**Nutná plocha výztuže :**

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,002 \cdot 3,8 \cdot 1,097 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 303 \text{ mm}^2$$

**Navrženo : Ø B 12** vzdál. s = **250 mm** => **8 ks** => **A<sub>s1</sub> = 905 mm<sup>2</sup>**

**Posouzení ohybové výztuže :**

$$d = h - (c + \varnothing/2 + \varnothing_h) = 1200 - (85 + 6 + 12) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 905 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 386 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{385,61}{3,8 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,008 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot X = 1,109 - 0,4 \cdot 0,008 = 1,106 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 385,61 \cdot 1,106 = 426 \text{ kNm}$$

$$\underline{M_{Sd} = 71,9853 \text{ kNm} < 426,47 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}}$$

Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočty základových konstrukcí

## 11 STATICKÉ POSOUZENÍ 1. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI

### 11.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

#### 1. Z. S. - VLASTNÍ HMOTNOST

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Vlastní hmotnost je vygenerována počítačem dle příslušných objemových tíh

$$\text{Ocel: } \rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{ŽB: } \rho = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Dřevo: } \rho = 6,00 \text{ kN/m}^3$$

#### 2. Z. S. - STÁLÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Reklamní plochy P1 a P2

ks	Úhelníky	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
23	L 40 x 40	40	4,0	0,95	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,53 kN
46	L 40 x 40	40	4,0	0,99	Svislý profil	0,024 kN/m'	1,11 kN
23	L 40 x 40	40	4,0	0,55	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,31 kN
ks	T-profil	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
15	T 60 x -	-	-	2	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,87 kN
10	T 60 x -	-	-	1,8	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,12 kN
ks	Plech	$b$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$t$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
9	P 1 x 1000	1000	-	2	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	1,44 kN
3	P 1 x 600	600	-	2	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,29 kN
6	P 1 x 1000	1000	-	1,8	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	0,86 kN
2	P 1 x 600	600	-	1,8	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,17 kN

Celkové stálé zatížení od reklamní plochy:  $\Sigma G_k = 7,70 \text{ kN}$

Šířka desky billboardu  $b = 9,6 \text{ m}$

Výška desky billboardu  $h = 3,6 \text{ m}$

Pro plochu:

$$A = 34,6 \text{ m}^2$$

Stálé zatížení:  $\Sigma G_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

$$g_k = 0,20 \quad 0,42 \quad 0,45 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

- Pochozí lávky

Výška  $h$

Tloušťka  $t$

Zatížení  $g_k$

- Podlahové rošty 30x3

30 mm

3 mm

0,22 kN/m<sup>2</sup>

Celkové stálé zatížení nosníků lávky:  $\Sigma g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$g_k = 0,06 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

### 3. - 5. Z. S. - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Zatížení od obsluhy

- 2 x obsluha - užitné lokální zatížení

$$Q_k = 3 \text{ kN}$$

- Technologie (osvětlení, nástroje při montáži atd.)

$$q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$q_k = 0,04 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

### 6. Z. S. - ZATÍŽENÍ SNĚHEM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Chrudim

1 . sněhová oblast

Sklon lávky

$$\alpha = 0,00^\circ$$

Základní tíha sněhu

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

Ojem. tíha sněhu

$$\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$$

Typ krajiny

→ n = 1 - Otevřená

$$n = 2 [-]$$

→ Součinitel expozice

$$C_e = 1,00 [-]$$

→ n = 2 - Normální

Součinitel tepla

$$C_t = 1,00 [-]$$

→ n = 3 - Chráněná

Tvar. součinitel

$$\mu_1 = 0,80 [-]$$

Základní tíha sněhu

$$s_{1,k} = C_e \cdot C_t \cdot \mu_1 \cdot s_k = 1,00 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$s_{1,k} = 0,16 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

Vzhledem k tomu, že pochozí vrstvu lávky tvoří děrované podlahové rošty, tudíž nebude docházet k hromadění sněhu na ocelové konstrukci, neuvažují zatížením sněhem.

### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Chrudim

3 . větrová oblast

Kategorie terénu

$$3 [-]$$

Vých. základ. rychlos

$$v_{b,0} = 27,5 \text{ m/s}$$

Souč. směru větru

$$c_{dir} = 1 [-]$$

Parametr drsnosti terénu

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

Souč. orografie

$$c_o = 1 [-]$$

Minimální výška

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

Souč. roč. obd.

$$c_{season} = 1 [-]$$

Maximální výška

$$z_{max} = 200 \text{ m}$$

Sou. turbulence

$$k_i = 1 [-]$$

Součinitel terénu

$$k_f = 0,19 \cdot (z_0 / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 = 473 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce

$$n = 1 [-]$$

Drsnost povrchu

$$m = 1 [-]$$

→ n = 1 - Hladký povrch (ocel, hladký beton)

→ m = 1 - Pozinkovaná ocel

→ n = 2 - Hrubý povrch (drsný beton)

→ m = 2 - Lesklá ocel

→ n = 3 - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky)

→ m = 3 - Leštěný kov

Součinitel tření

$$C_{fr} = 0,01 [-]$$

Souč. drsn. povrchu

$$k = 0,2 \text{ mm}$$



**Příloha A z ČSN EN 1991-1-4:**

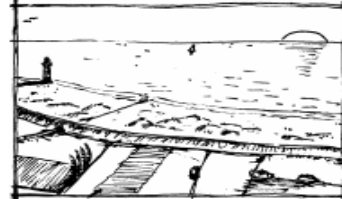
**Kategorie terénu 0**

Moře nebo pobřežní oblasti otevřené k moři.



**Kategorie terénu I**

Jezera nebo oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek.



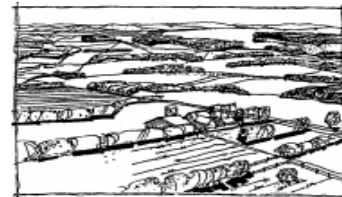
**Kategorie terénu II**

Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20 násobek výšky překážek.



**Kategorie terénu III**

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20 násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les).



**Kategorie terénu IV**

Oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto budovami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m.



## - 7. - 8. Z. S. VÍTR PŘÍČNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b = 9,6 \text{ m}$	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	$h = 3,6 \text{ m}$	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5 \text{ m}$
Podchozí výška	$z_g = 4,7 \text{ m}$	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97 \text{ m}$
Výška středu desky	$z_e = 6,5 \text{ m}$	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23 \text{ m}$
Excen. výslednice	$e = 2,4 \text{ m}$	Poměr výšky a vzdál.	$a_3 / h = 0,9 [-]$

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,22 \cdot 6,5/0,3 = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{\min}) = k_r \cdot \ln(z_{\min}/z_0) = 0,22 \cdot 1/0,3 = 0,73 [-]$$

Char. střední rychlost větru

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 27,5 = 18,2 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_l) / v_m(z) = (0,22 \cdot 27,5 \cdot 1) / 18,2 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

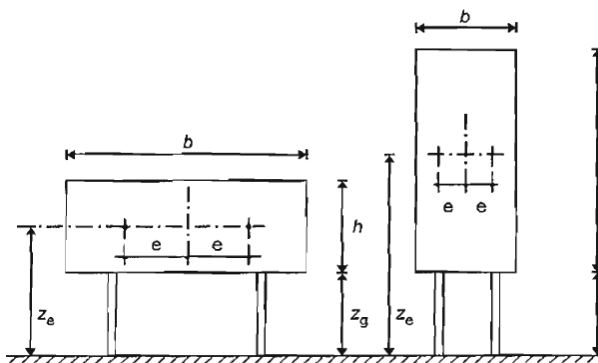
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 18,2^2 = 680 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1 [-]$  → Referenční výška je menší než 15 m.

Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1 [-]$  Souč. zastín. Záv. desky  $\Psi_s = 0,3 [-]$

Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8 [-]$  Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \Psi_s \cdot c_f = 0,68 [-]$

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšuji souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8 [-]$



### Návětrná deska

Referenční plocha	$A_{ref} = 34,6 \text{ m}^2$
Součinel síly	$c_f = 1,8 [-]$
Excentricita	$e = 2,4 \text{ m}$

### Závětrná deska

Referenční plocha	$A_{ref} = 34,6 \text{ m}^2$
Součinel síly	$c_{f,s} = 0,68 [-]$
Excentricita	$e = 2,4 \text{ m}$

### Síla od větru - návětrná deska

$$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 42,3 \text{ kN}$$

Trojúhelník. zatížení - návětrná deska

$$f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 11,7 \text{ kN/m}$$

Přepočet zatížení na 1 m výšky desky

$$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 3,26 \text{ kN/m}$$

Délka trojúhelníkového zatížení

$$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$$

Vzdálenost nosníků  $a_i$  od kraje desky

$$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$$

Zatěžovací šířka nosníků

$$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$$

Zatížení jednotlivých nosníků

$$w_{1,k} = 0,00 \quad 0,09 \quad 0,63 \quad 1,54 \quad 2,45 \quad 3,06 \text{ kN/m'}$$

<b>Síla od větru - závětrná deska</b>	$F_{w,2} = c_s c_d \cdot c_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} =$	$15,9 \text{ kN}$
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) =$	$4,4 \text{ kN/m}$
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,2} = f_{w,1} / h =$	$1,22 \text{ kN/m}$
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e =$	$7,2 \text{ m}$
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i =$	0    1,8    3,8    5,8    7,8    9,6    m
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i =$	0,9    1,9    2    2    1,9    0,9    m
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{2,k} =$	<b>0,00    0,03    0,24    0,58    0,92    1,15    kN/m'</b>

#### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TRØ	457	10,0	7,30	6,80	0,67	18,5	0,32	693	10,14	0,78	0,75	0,58	<b>0,18</b>

#### - 9. Z. S. VÍTR PODÉLNÝ

##### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b =$	9,6 m	Úhel mezi deskami	$\alpha =$	30 °
Výška desky billboardu	$h =$	3,6 m	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 =$	0,5 m
Podchozí výška	$z_g =$	4,7 m	Max vzdálenost desek	$a_2 =$	5,97 m
Výška středu desky	$z_e =$	6,5 m	Střední vzdál. desek	$a_3 =$	3,23 m
Součinel síly	$c_f =$	1,8 [-]	Návětrná plocha desek	$A_{ref} =$	19,7 m <sup>2</sup>

<b>Síla od větru na desky</b>	$F_{w,3} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} =$	$24,1 \text{ kN}$
Spojité zatížení - návětrná deska	$f_{w,3} = F_{w,1} / b =$	$2,51 \text{ kN/m}$
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h =$	$0,7 \text{ kN/m}$
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i =$	0    1,8    3,8    5,8    7,8    9,6    m
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i =$	0,9    1,9    2    2    1,9    0,9    m
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{3,k} =$	<b>0,63    1,32    1,39    1,39    1,32    0,63    kN/m'</b>

#### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$ [°]	Válc.	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_l$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	IPE	140	73	4,00	6,42	0,66	18,1	0,33	676	-	2,00	0,89	1,78	<b>0,17</b>
0	HEA	152	160	5,47	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,91	1,82	<b>0,19</b>
0	HEA	152	160	4,54	6,80	0,67	18,5	0,32	693	-	2,00	0,89	1,79	<b>0,19</b>
0	HEA	152	160	3,50	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,87	1,73	<b>0,18</b>
0	HEA	152	160	2,47	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,83	1,66	<b>0,17</b>
0	HEA	152	160	1,43	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,77	1,54	<b>0,16</b>
0	HEA	152	160	0,50	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,68	1,36	<b>0,14</b>

$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TRØ	457	10,0	7,30	6,80	0,67	18,5	0,32	693	10,14	0,78	0,75	0,58	<b>0,18</b>

#### **- 10. ZATÍŽENÍ NÁMRAZOU**

$$v_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Chrudim R2 Třída námrazy Hmotn. námrazy  $m_k = 0,9 \text{ kg/m}$

Uvažuji umístění billboardů v oblasti se třídou námrazy R2 – hmotnost námrazy  $m_k = 0,9 \text{ kg/m}$ . S přihlédnutím k umístění, charakteru a členění objektu, není nutné uvažovat zatížení námrazou.

#### **- 11. ZATÍŽENÍ SEIZMICITOU**

$$v_f = 1 [-]$$

Třída významu konstrukce  $n = 1 [-]$  → Souč. významu  $Y_1 = 0,80 [-]$

→  $n = 1$  - Stavby malého významu (zemědělské stavby)

→  $n = 2$  - Stavby běžného významu (rodinné domy)

→  $n = 3$  - Stavby, jejichž seizmická odolnost je důležitá (např. školy, společenské haly, atd.)

→  $n = 4$  - Stavby, jejichž neporuš. během zemětř. je životně důležitá (např. nemocnice)

Oblast: Území ČR 3 .seizmická oblast Ref. zrychl. půdy  $a_{gR} = 0,04 [-]$

Typ podloží dle normy E Součinitel podloží  $S = 1,40 [-]$

Součinitel  $a_g S = a_{gR} \cdot Y_1 \cdot S = 0,04 \cdot 0,80 \cdot 1,4 = 0,04 \text{ g} < 0,05 \text{ g}$

Jedná se o velmi malou seizmicitu - není nutné uvažovat seizmické zatížení!

Jak prokázal výpočet výše, ocelovou konstrukci billboardu, lze bez obav umístit až do 3. seizmické oblasti s referenčním zrychlením základové půdy  $a_{gR} = 0,04 \text{ g}$  a nejméně únosným podložím (dle normy typ E), aniž by bylo nutné uvažovat seizmické zatížení.

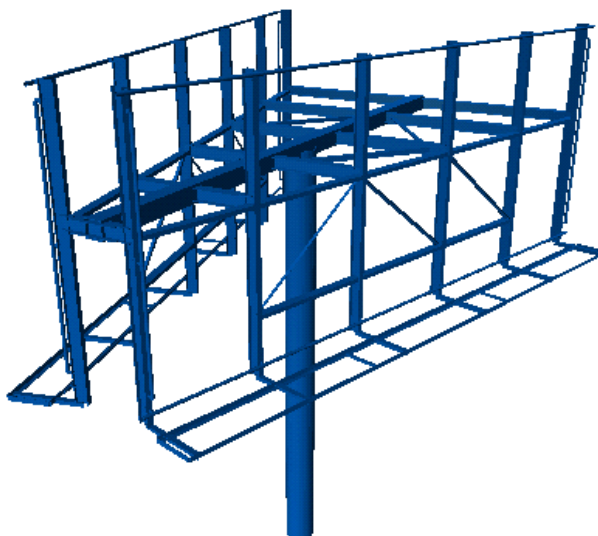
#### **- 12. MIMOŘÁDNÉ ZATÍŽENÍ - NÁRAZ VOZIDLA**

$$v_f = 1 [-]$$

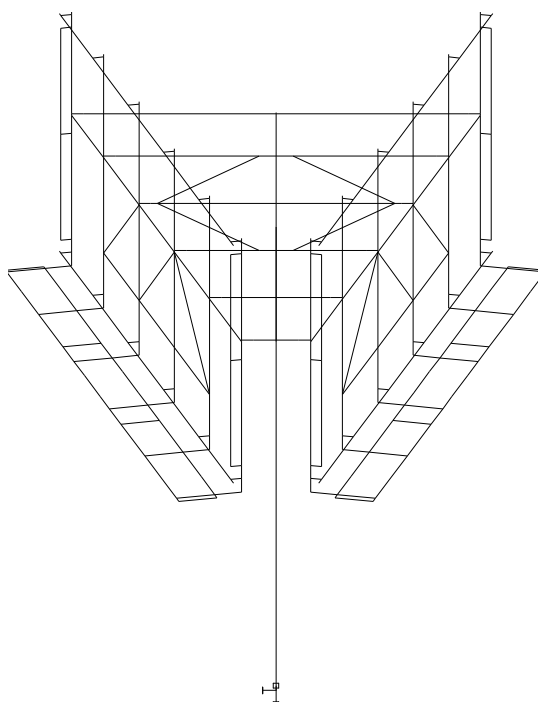
Ocelová konstrukce billboardu, bude umístěna v oblastech, kde se nepředpokládá, že by mohlo dojít k nárazu vozidla, tudíž neuvažuji žádné mimořádné zatížení vyvolané nárazem vozidla.

## 11.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

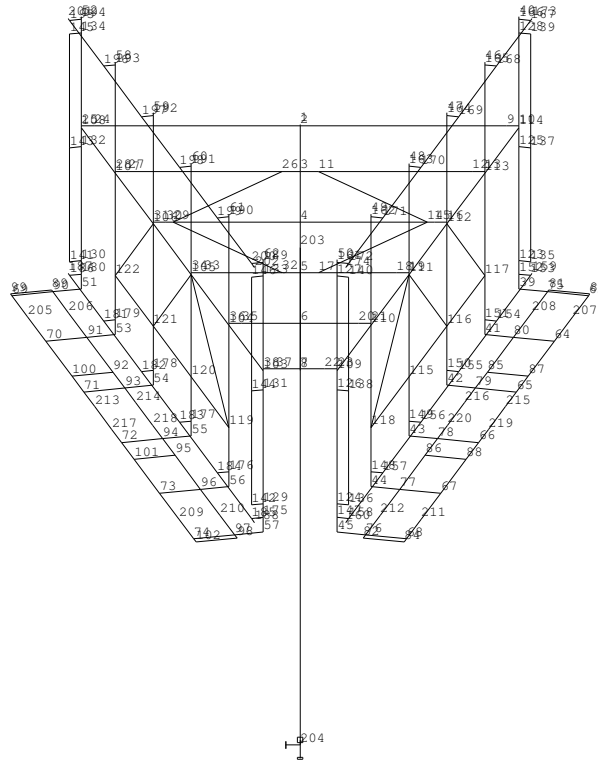
### VSTUPNÍ HODNOTY



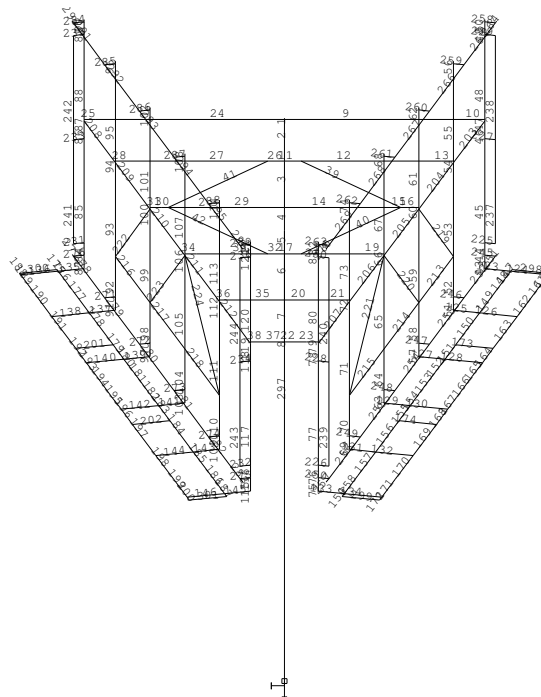
**3D MODEL**



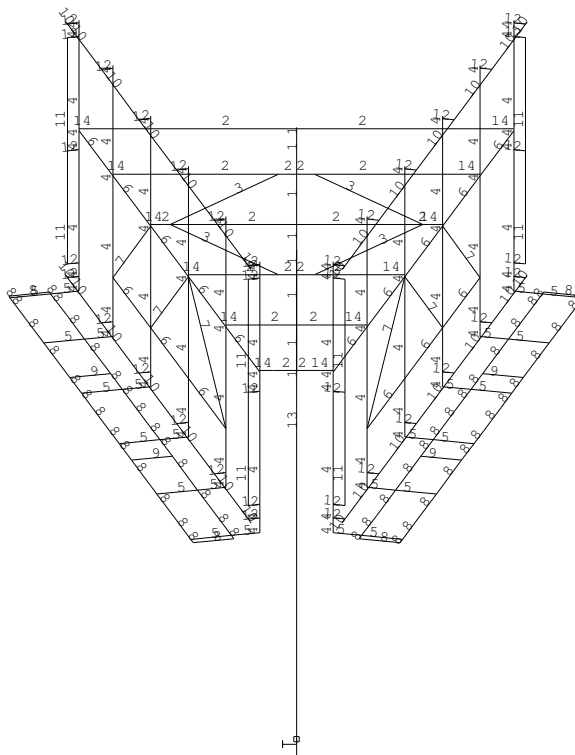
**GEOMETRICKÉ SCHÉMA**



ČÍSLA UZLŮ



ČÍSLA PRUTŮ



**ČÍSLA PROFILŮ**

### **ZÁKLADNÍ DATA**

Typ konstrukce: Rám XYZ

Počet uzlů:	220
Počet prutů:	301
Počet maker 1D:	104
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	14
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

### **MATERIÁL**

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa

Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>
Roztažnost	1.2 · 10 <sup>-5</sup> mm/mm.K

### VÝPIS MATERIÁLU

Skupina prutů:

1/301

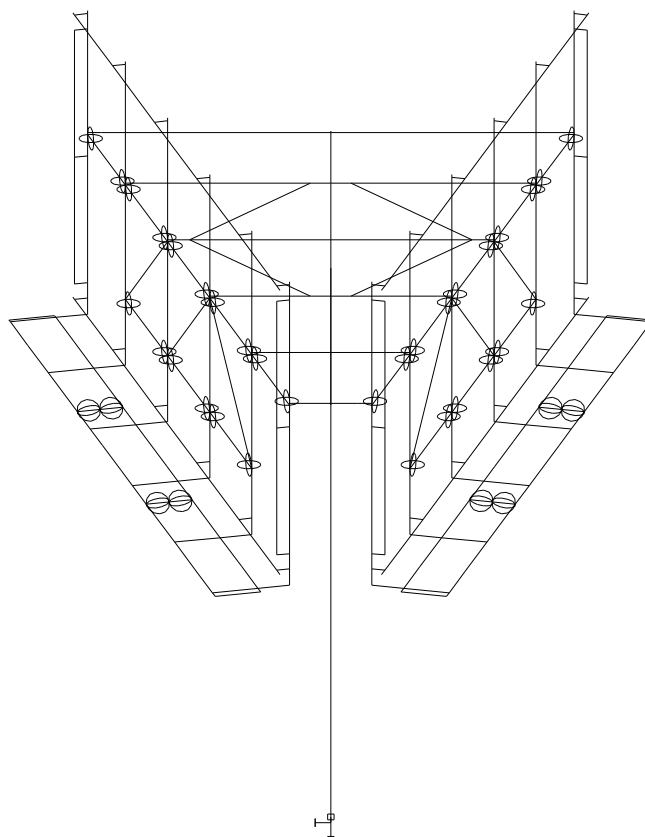
### VÝPIS MATERIÁLU

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/12.5	S 235	0.09	9378.09	868.69
2	HEA180	S 235	0.04	18909.81	672.44
3	L80/6	S 235	0.01	9753.27	71.59
4	IPE180	S 235	0.02	47880.00	900.18
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	B508/12.5	S 235	0.15	7287.00	1102.27
14	IPE180	S 235	0.02	2081.71	39.14

Celková hmotnost konstrukce: 4596.96 kg

Nátěrová plocha: 123746112.92 mm<sup>2</sup>





**KLOUBY**

**PODPORY**

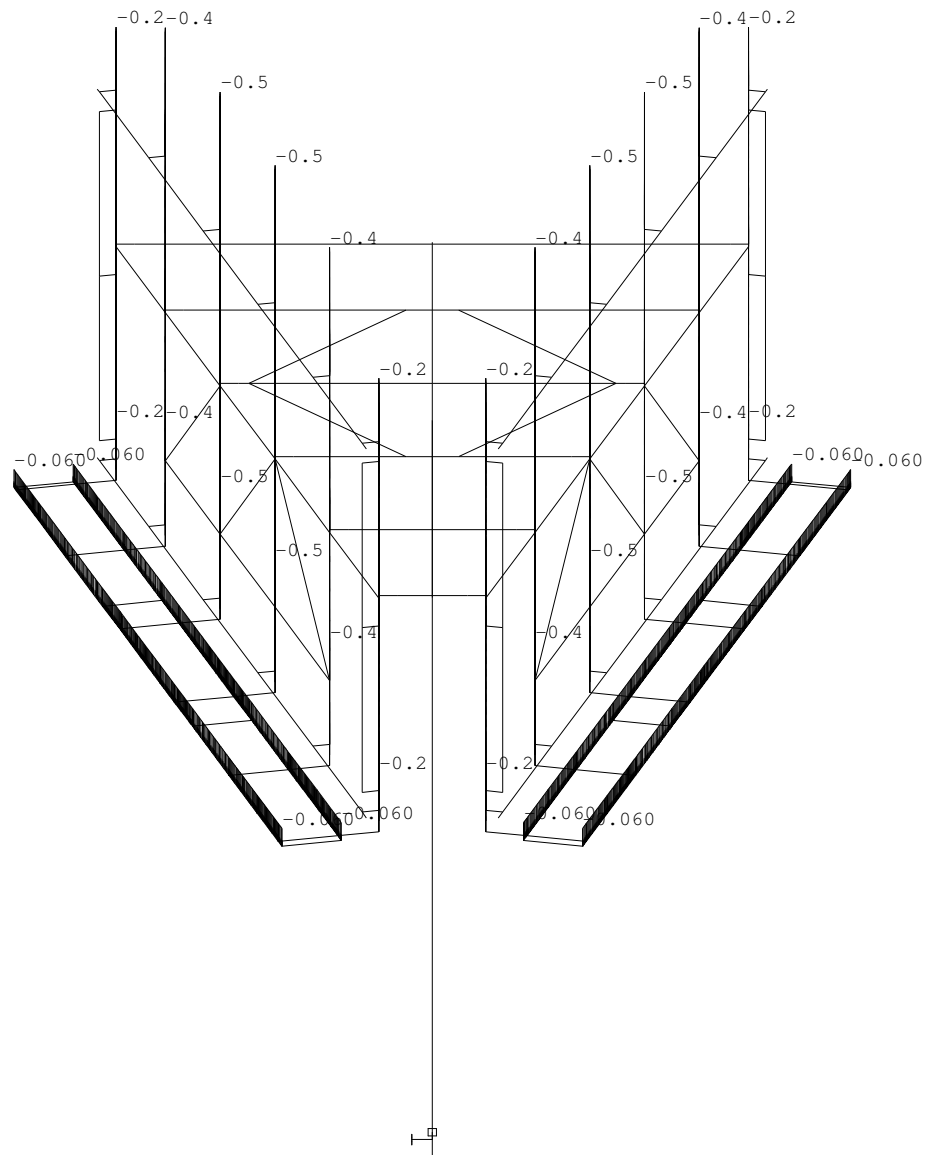
podpora	uzel	typ	Velikost mm
1	204	XYZRxRyRz	200.00

**ZATĚŽOVACÍ STAVY**

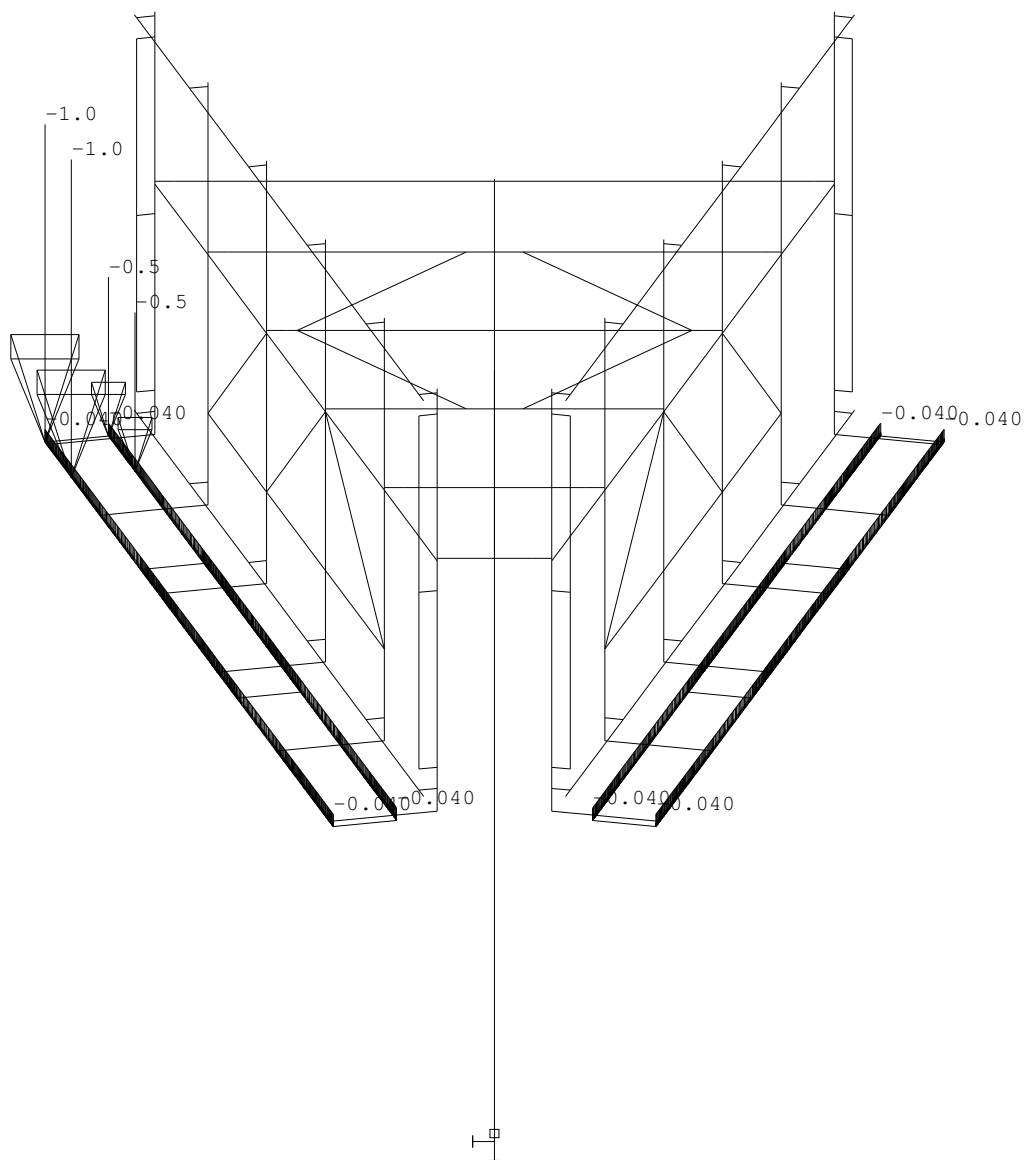
Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

### SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

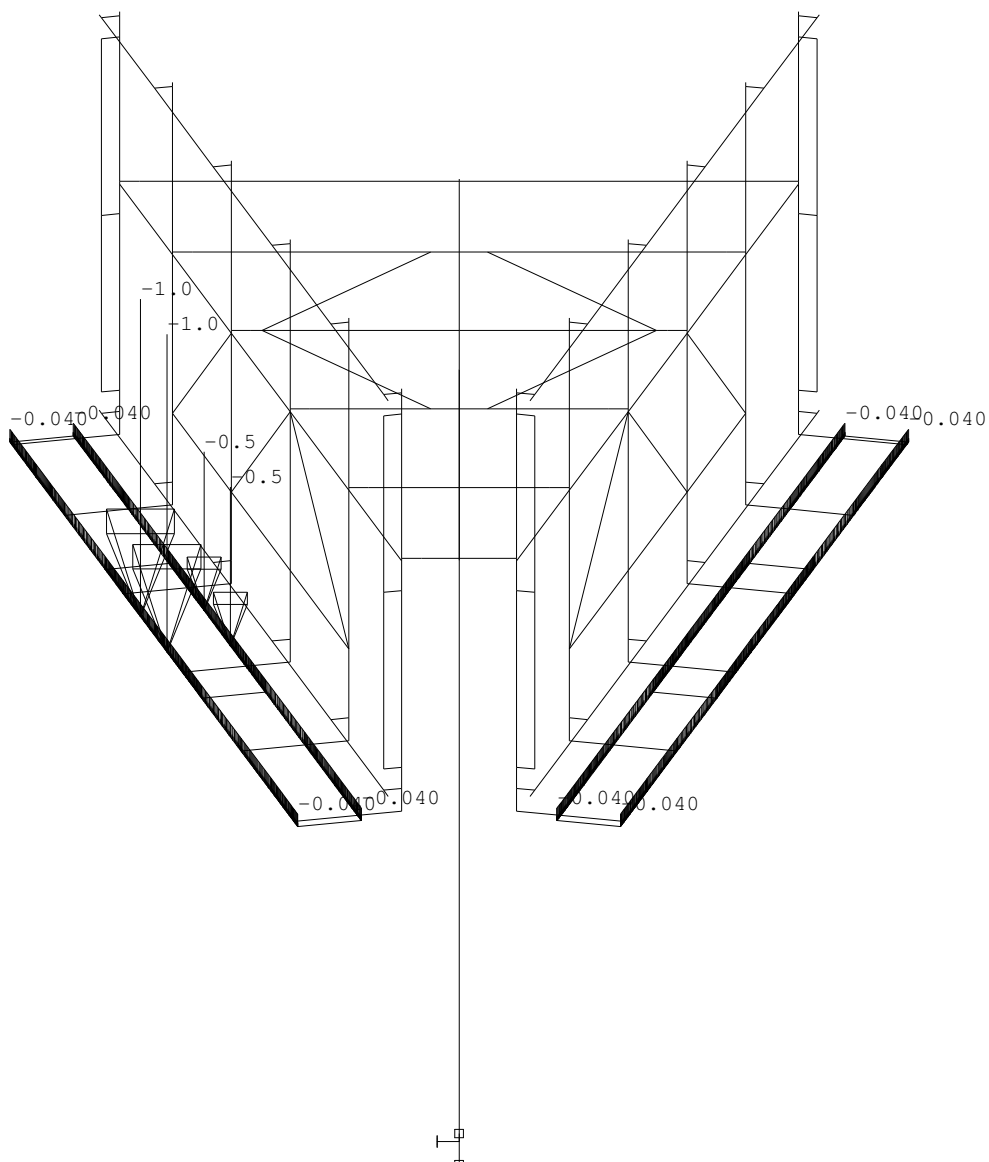
Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy



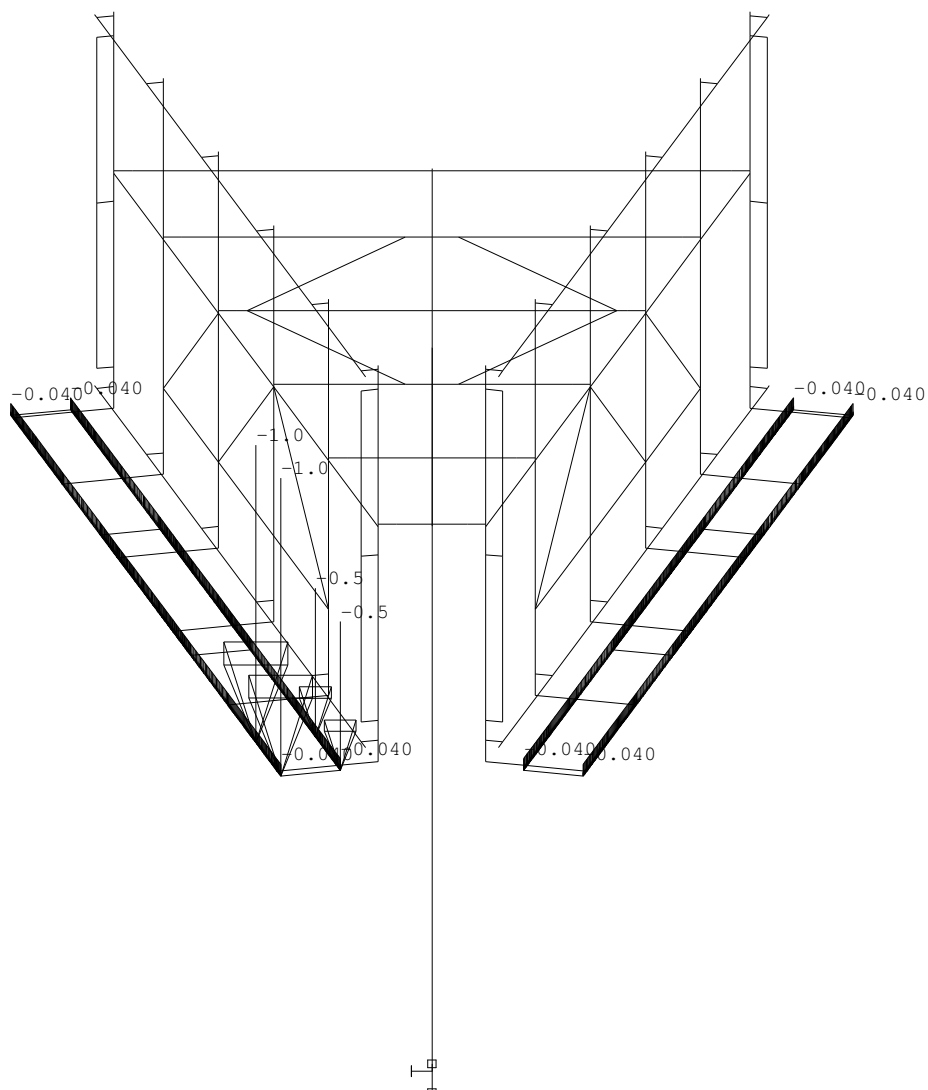
### *SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 2 - STÁLÉ ZATÍŽENÍ*



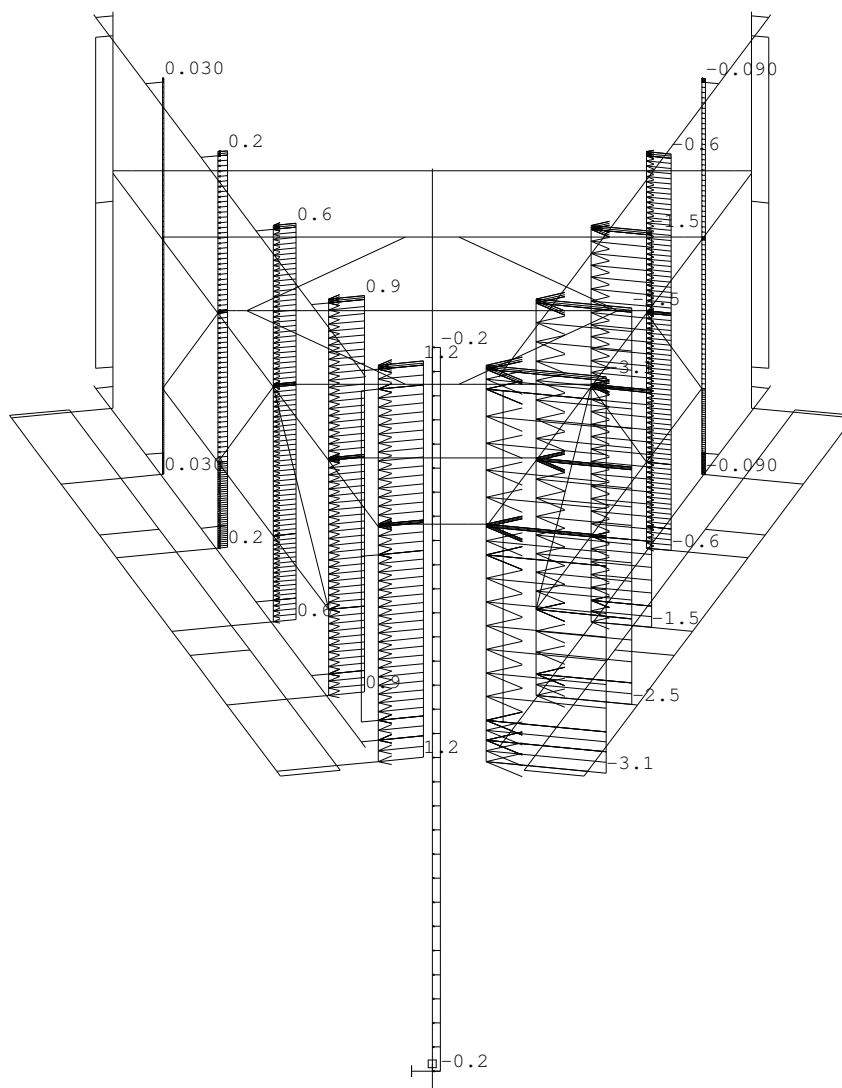
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 3 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_1**



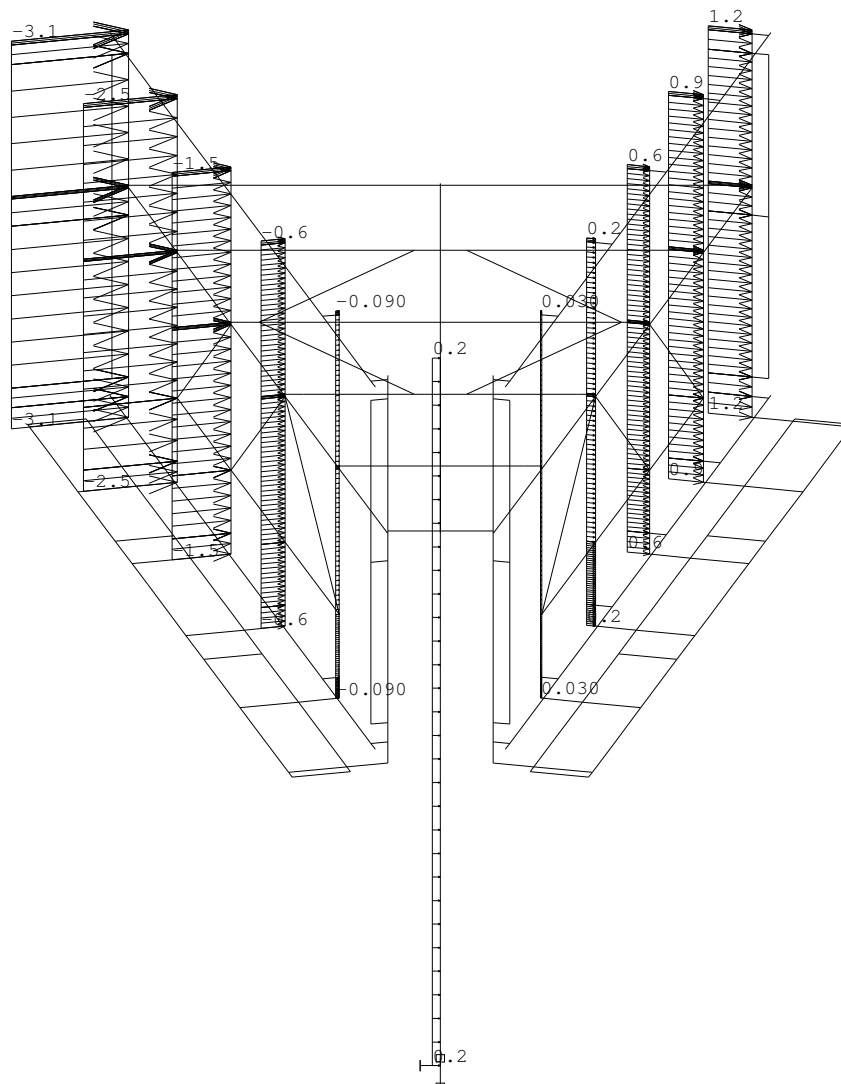
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 4 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_2**



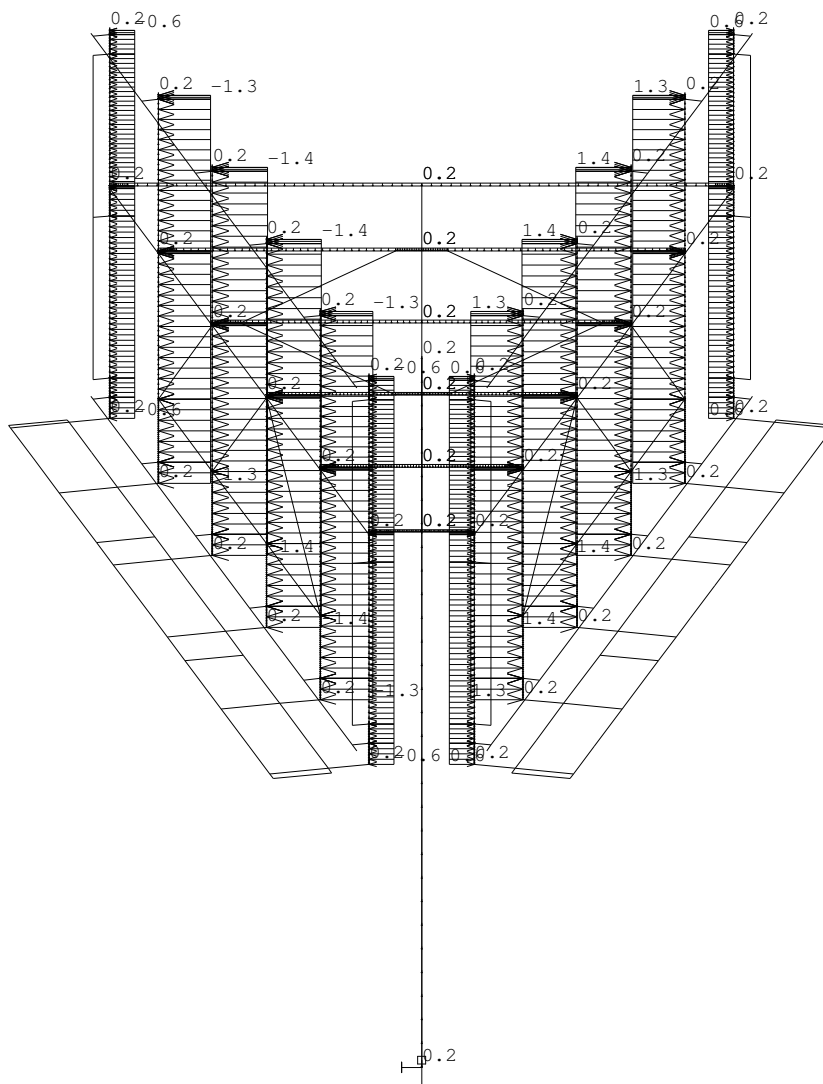
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 5 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_3**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 6 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_1**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 7 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_2**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ. ZATĚŽOVACÍ STAVY - 8 - VÍTR PODÉLNÝ**

**ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

1: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2

2: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2

3: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2 / 1.50-ZS3 / 1.50-ZS4 / 1.50-ZS5 / 0.90-ZS6 / 0.90-ZS7 / 0.90-ZS8

4: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.50-ZS3 / 1.50-ZS4 / 1.50-ZS5 / 0.90-ZS6 / 0.90-ZS7 / 0.90-ZS8

5: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2 / 0.00-ZS3 / 0.00-ZS4 / 0.00-ZS5 / 1.50-ZS6 / 1.50-ZS7 / 1.50-ZS8



6: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 0.00·ZS3 / 0.00·ZS4 / 0.00·ZS5 / 1.50·ZS6 / 1.50·ZS7  
/ 1.50·ZS8

### **ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2  
2: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 1.00·ZS3 / 1.00·ZS4 / 1.00·ZS5  
3: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 1.00·ZS6 / 1.00·ZS7 / 1.00·ZS8  
4: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 1.00·ZS3 / 1.00·ZS4 / 1.00·ZS5 / 1.00·ZS6 / 1.00·ZS7  
/ 1.00·ZS8

### **VÝPIS VYGENEROVANÝCH VŠECH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

1/ 1.00·ZS1·1.00·ZS2	20/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS8
2/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2	21/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS6
3/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS6	22/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS7
4/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS7	23/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS6
5/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS8	24/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS8
6/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3	25/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS7
7/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4	26/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS6
8/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5	27/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS8
9/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS6	28/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS7
10/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS7	29/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS8
11/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS8	30/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS6
12/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS6	31/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS7
13/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS7	32/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS6
14/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS8	33/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS8
15/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3	34/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS7
16/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4	35/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS6
17/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5	36/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS8
18/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS6	37/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS7
19/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS7	38/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS8

### **VÝPIS VŠECH VYGENEROVANÝCH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2	10/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS6
2/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3	11/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS8
3/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4	12/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS7
4/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5	13/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS6
5/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS6	14/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS8
6/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS7	15/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS7
7/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS8	16/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS8
8/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS6	
9/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS7	

## PROTOKOL O VÝPOČTU

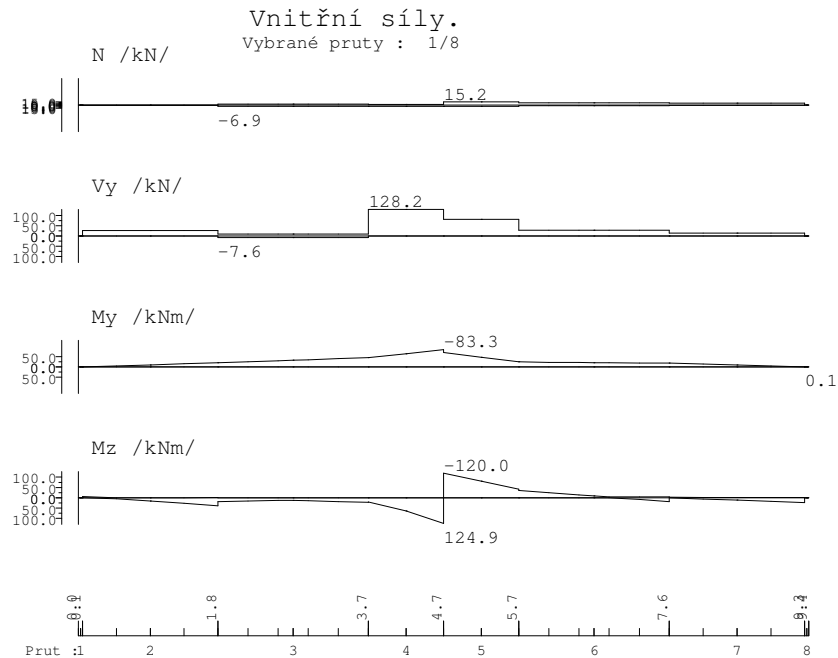
Lineární výpočet

Počet 2D prvků	0
Počet 1D prvků	301
Počet uzlů sítě	220
Počet rovnic	1320
Zatěžovací stavy	ZS 1 VLASTNÍ HMOTNOST
	ZS 2 STÁLÉ ZATÍŽENÍ
	ZS 3 UŽITNÉ_1_VARIANTA
	ZS 4 UŽITNÉ_2_VARIANTA
	ZS 5 UŽITNÉ_3_VARIANTA
	ZS 6 VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1
	ZS 7 VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2
	ZS 8 VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1
Spuštění výpočtu	10.12.2017 16:21
Konec výpočtu	10.12.2017 16:21

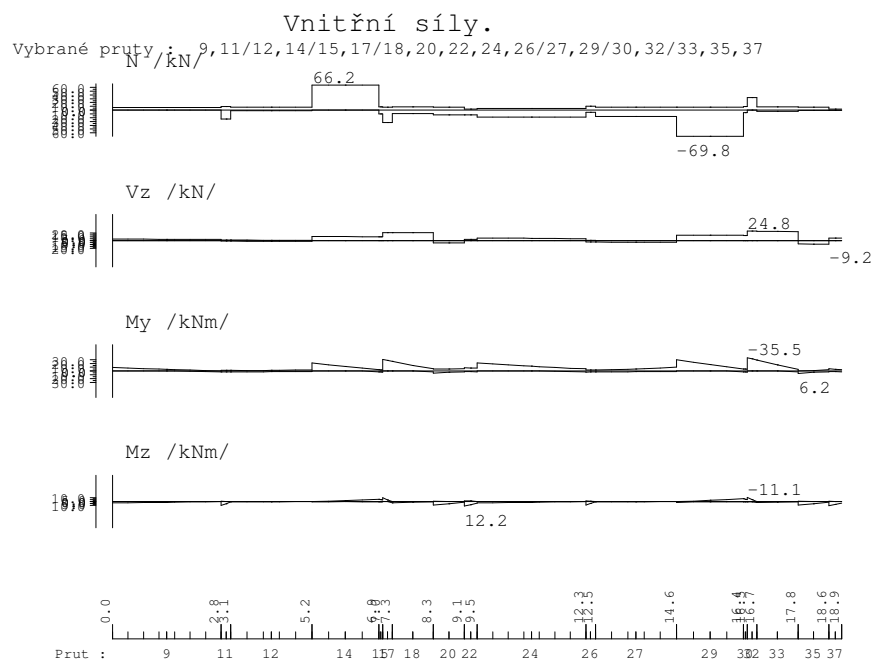
## SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

		<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-46,0
	reakce v uzlech	0.0	0.0	46,0
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19.4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 6	zatížení	-5,0	-42,7	0.0
	reakce v uzlech	5,0	42,7	0.0
Z. S. 7	zatížení	-5,0	42,7	0.0
	reakce v uzlech	5,0	-42,7	0.0
Z. S. 8	zatížení	15,7	0.0	0.0
	reakce v uzlech	-15,7	0.0	0.0

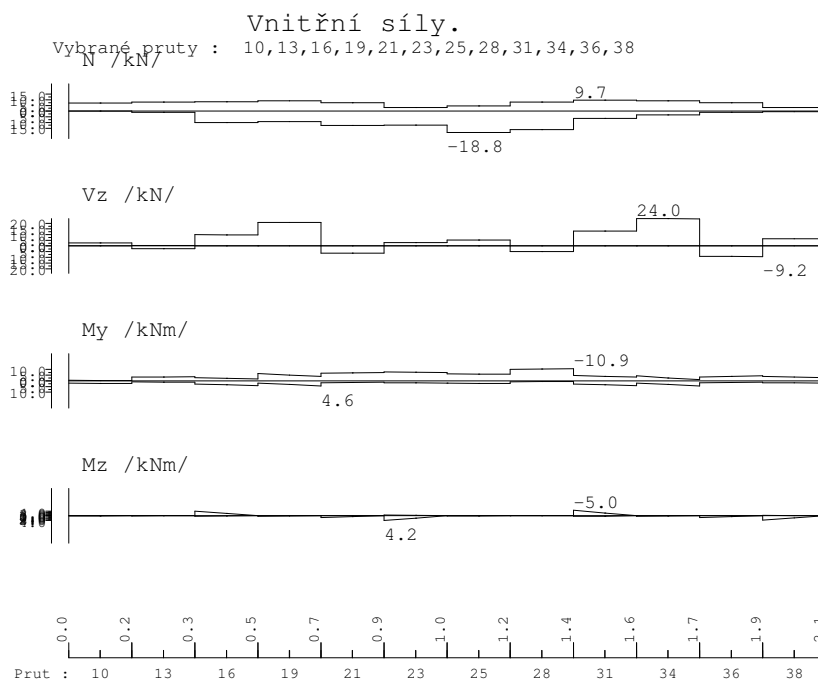
**VÝSTUPNÍ HODNOTY**



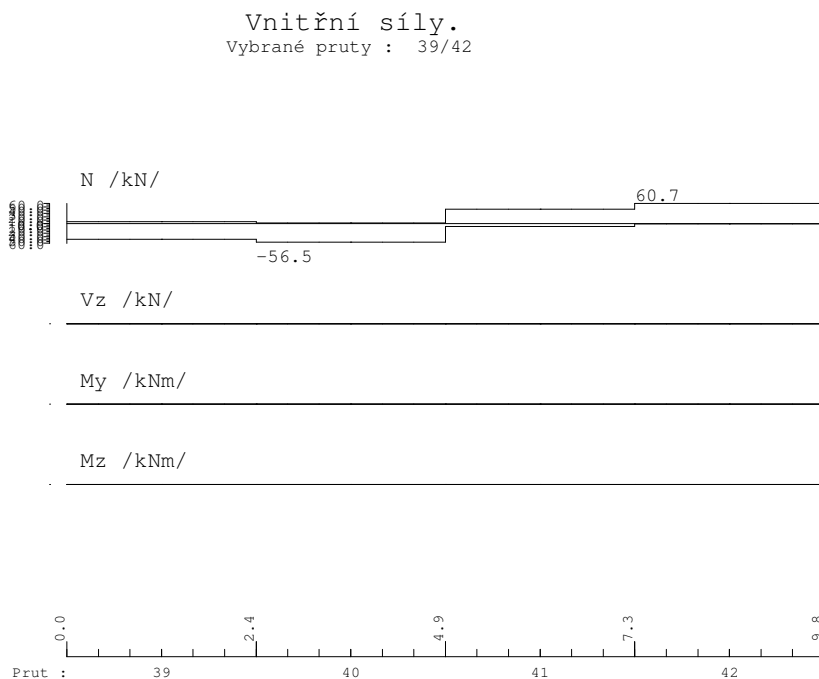
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL**



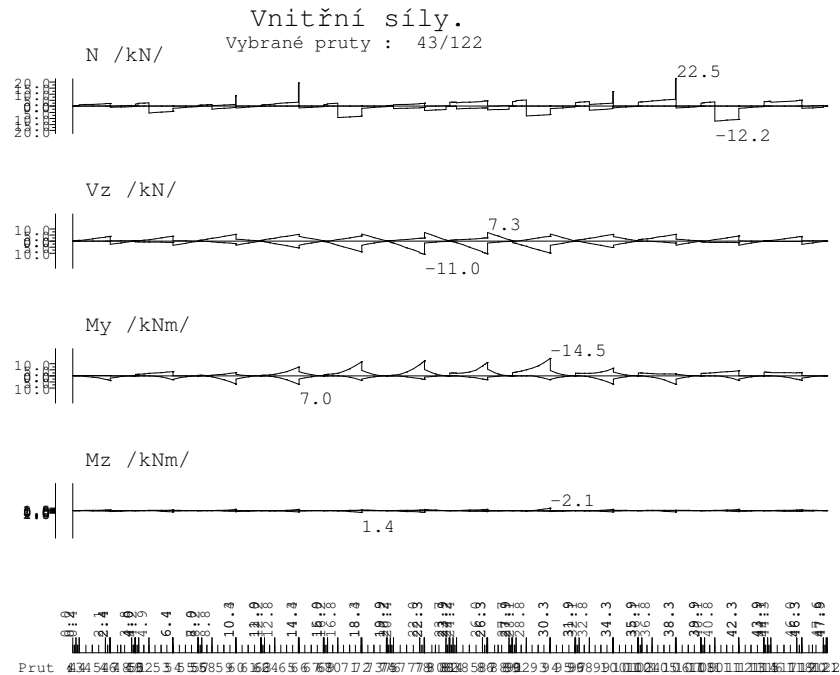
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍČNÍKY**



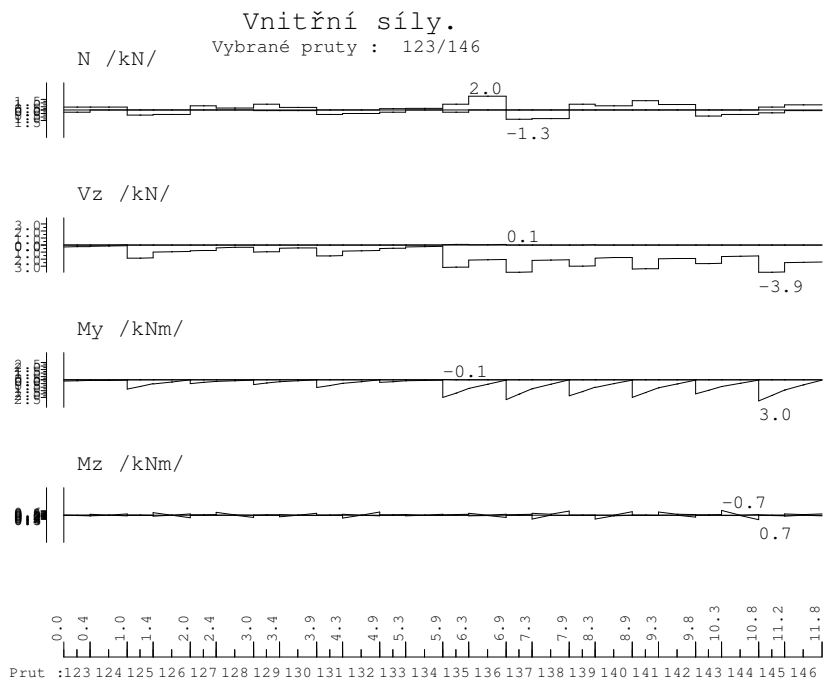
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ**

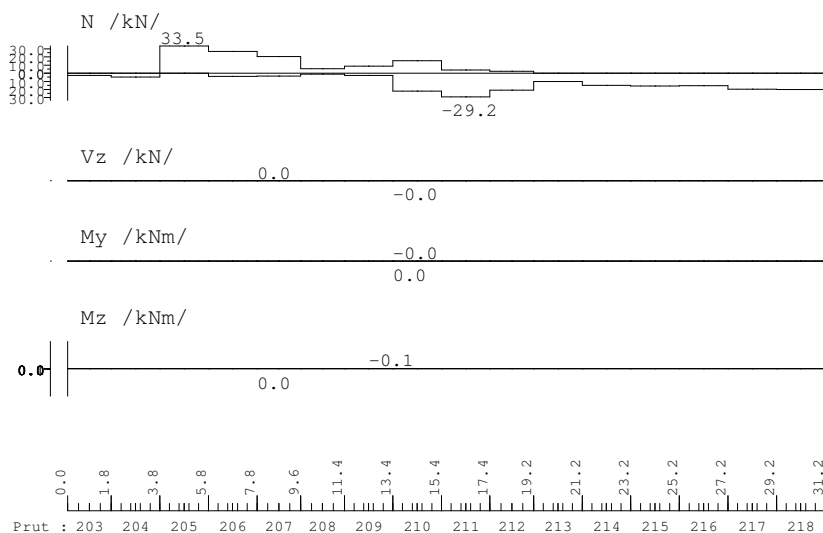


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - NOSÍKY PLOCHY**



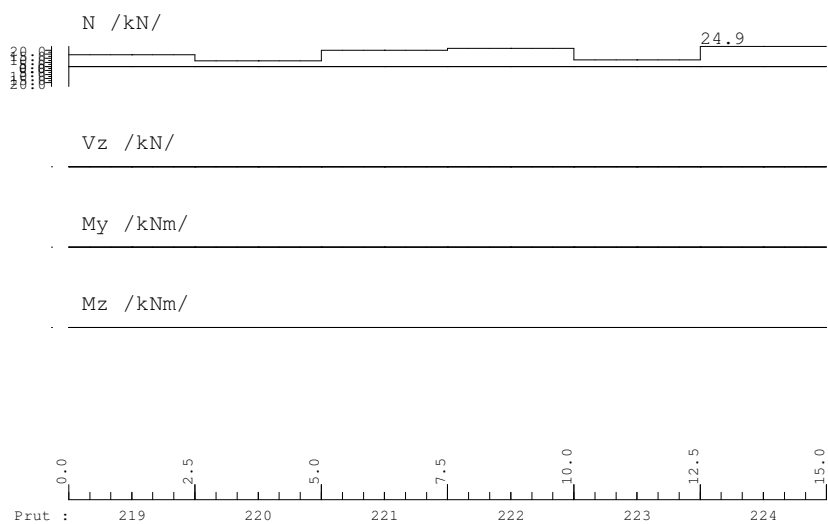
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - KONZOLY**

Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 203/218

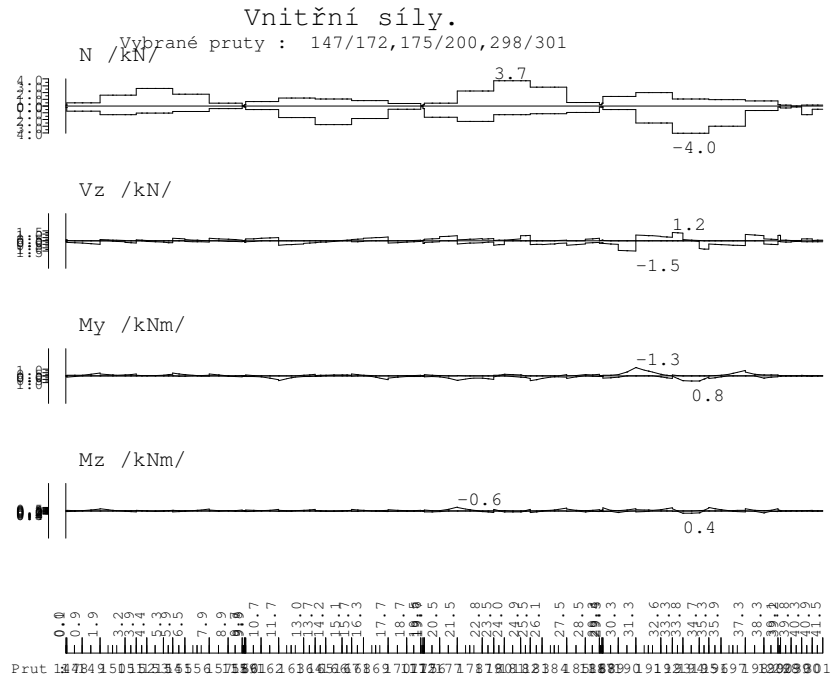


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PODÉLNÉ ZTUŽIDLO**

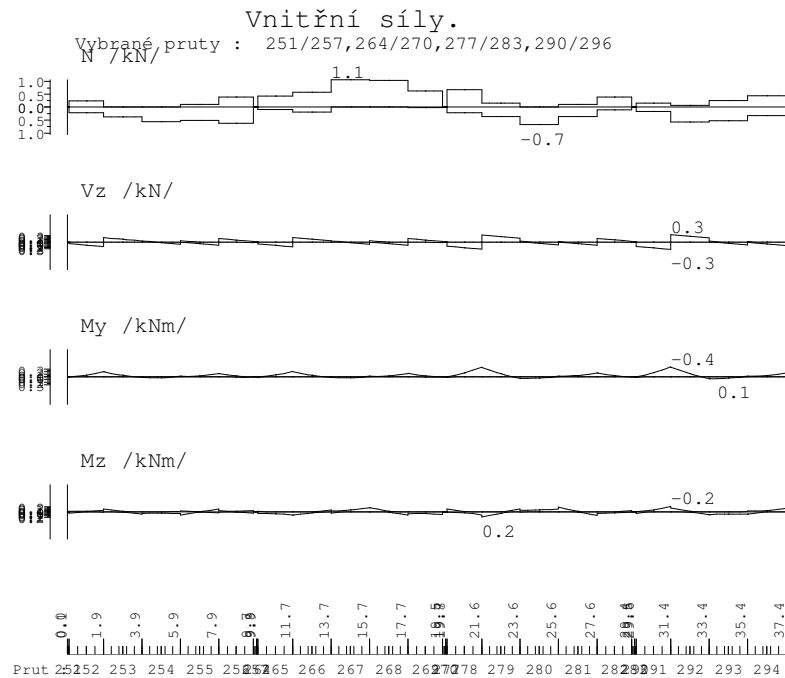
Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 219/224



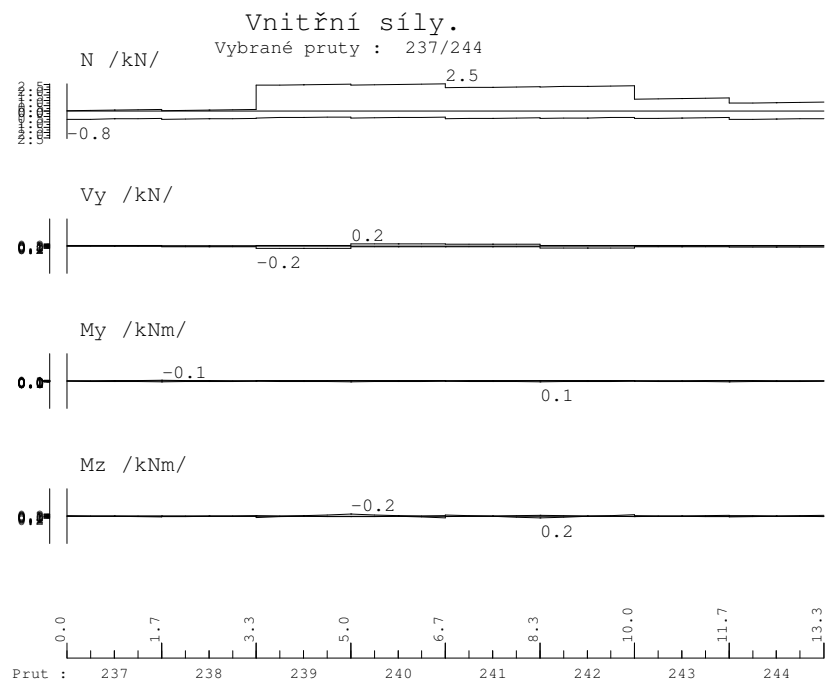
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY**



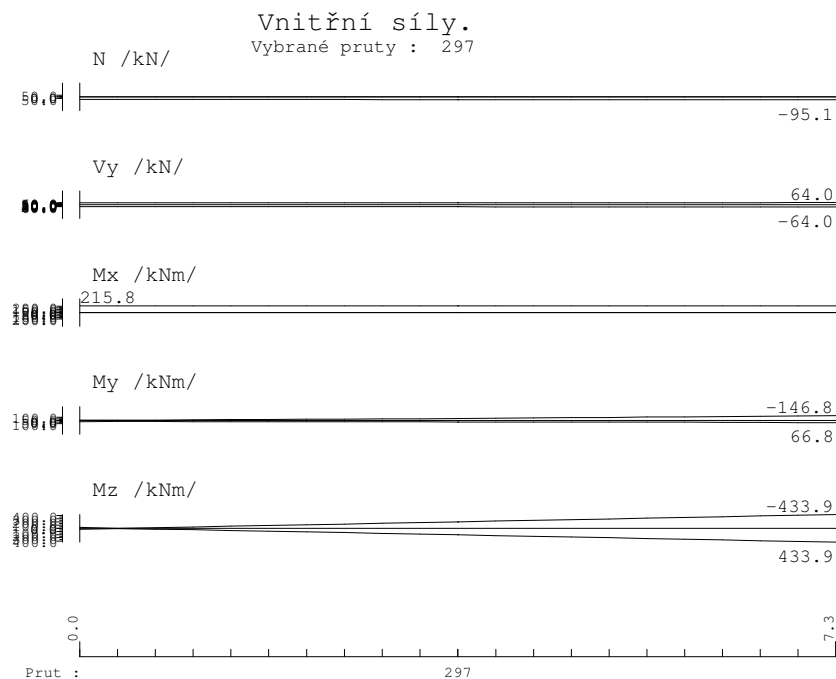
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - NOSNÍKY LÁVKY**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PODÉLNÉ TRUBKY**

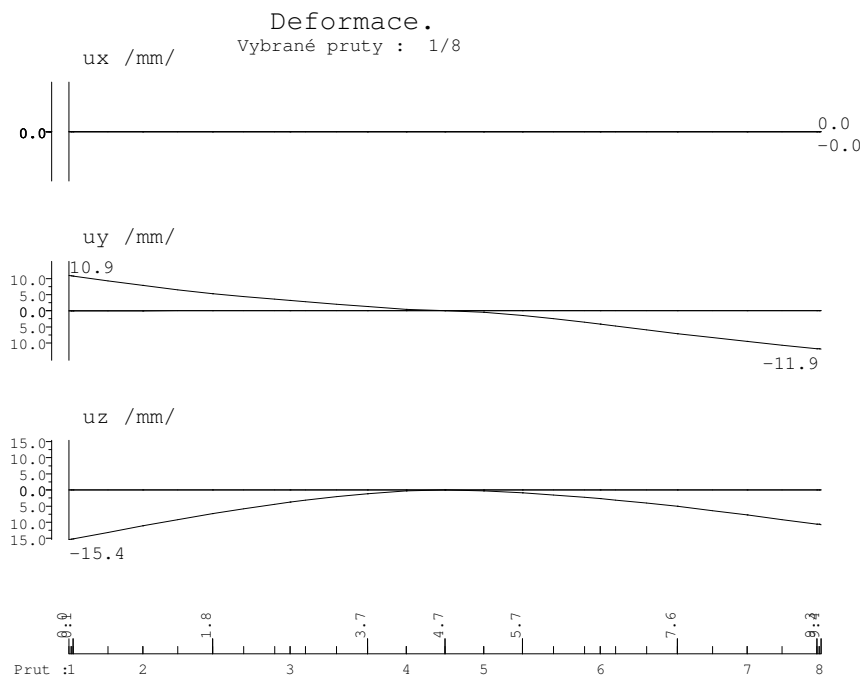


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBÍ : 1/38 - SVISLÉ TRUBKY**

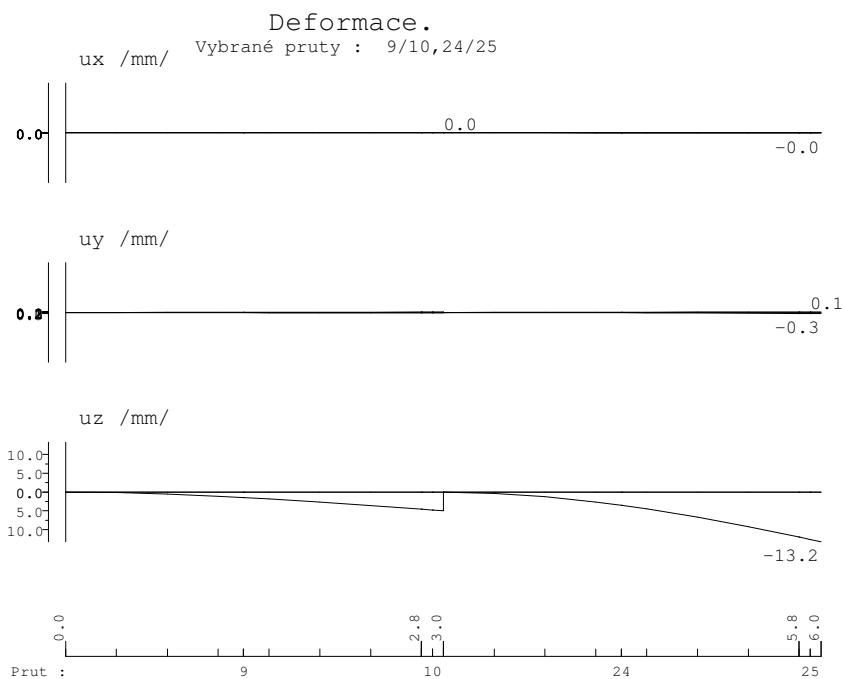


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBÍ : 1/38 – SLOUP**

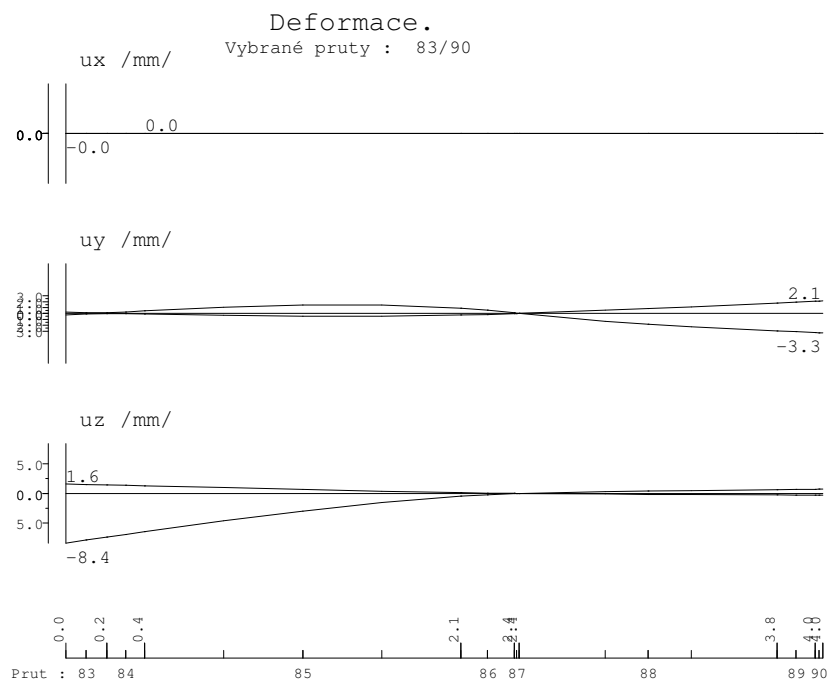




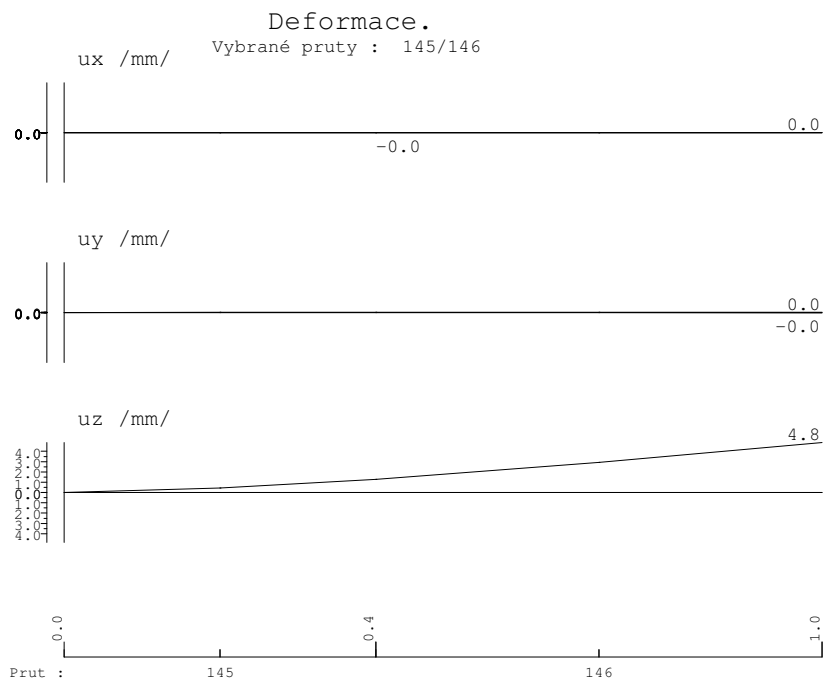
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK**



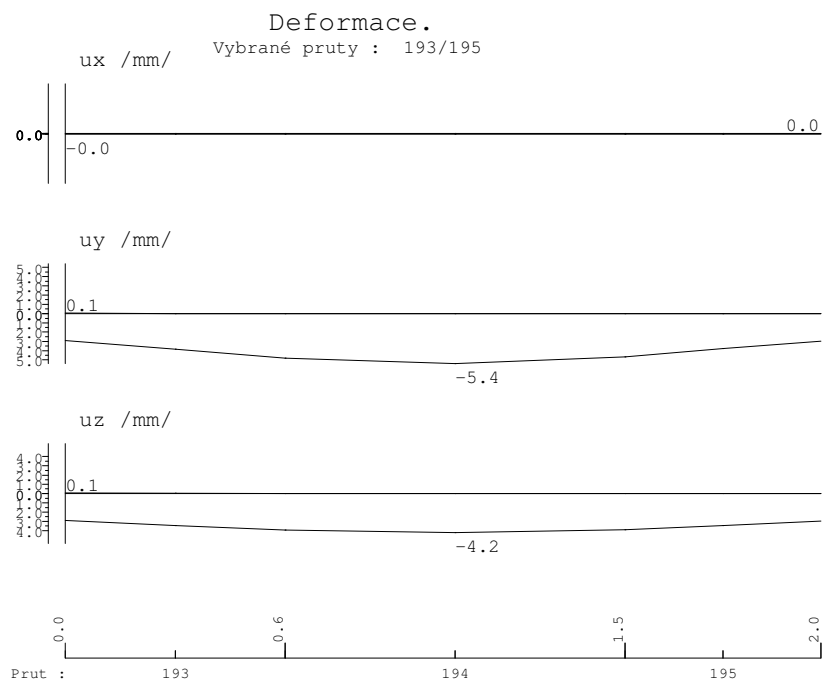
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - PŘÍČNÍKY**



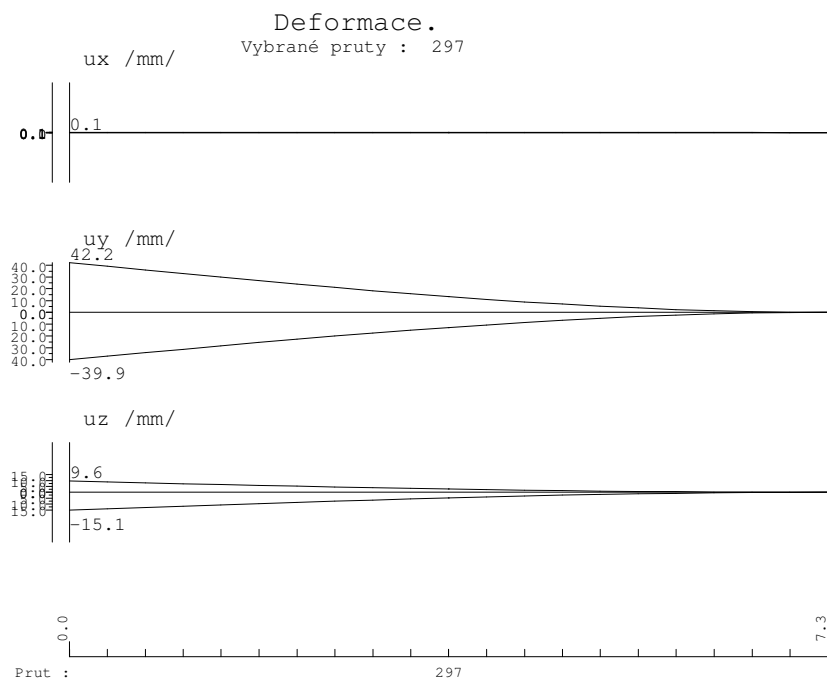
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - NOSNÍKY PLOCHY**



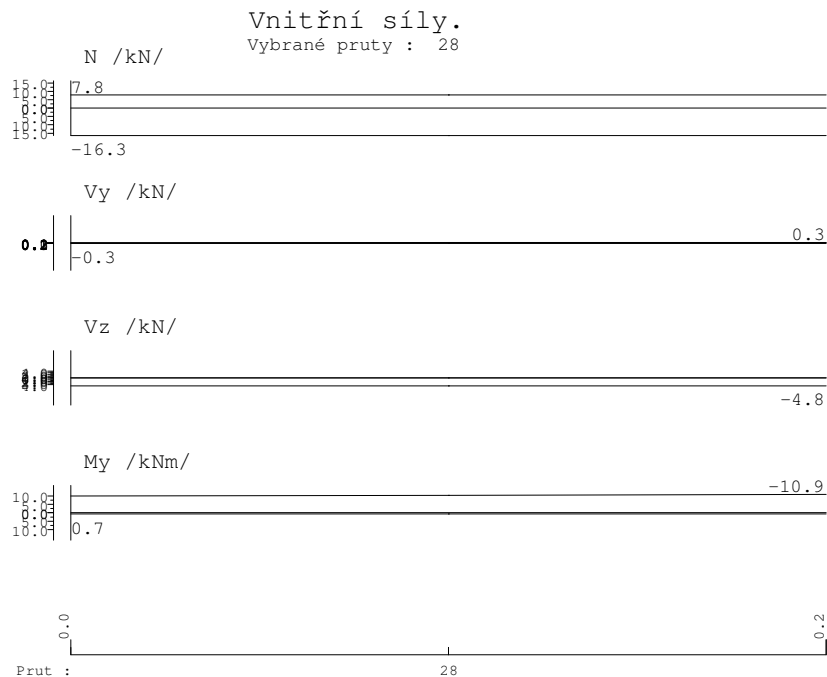
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - KONZOLY**



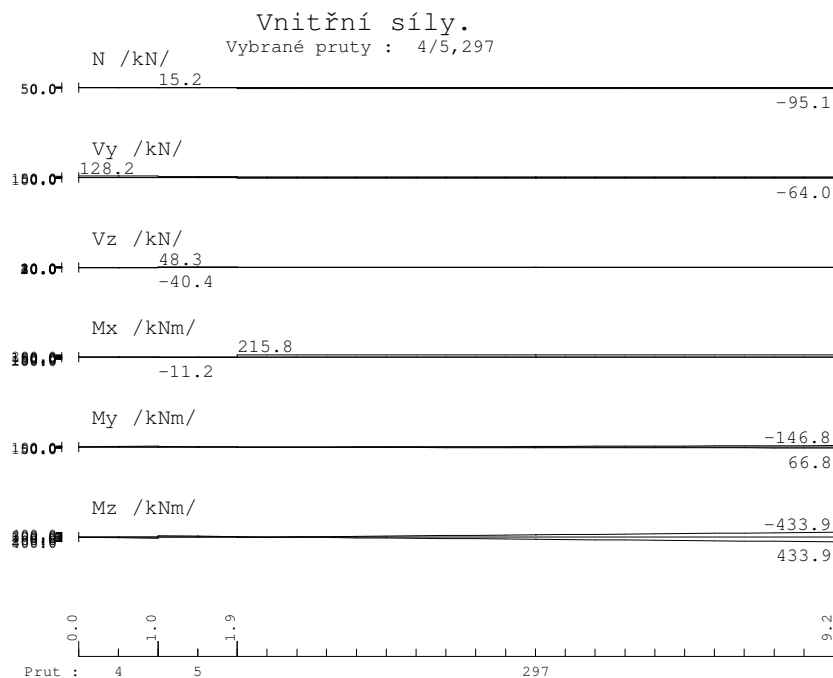
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - NOSNÍKY LÁVKY**



**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI: 1/16 - SLOUP**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍPOJ PŘIPOJOVACÍCH KONZOLEK  
A PŘÍČNÍKŮ**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍPOJ PODÉLNÍKU NA SLOUP**

### REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH. GLOBÁLNÍ EXTRÉM

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	204	9	<b>7.52</b>	63.98	<b>65.40</b>	-433.85	62.89	157.78
		20	<b>-23.57</b>	-0.00	88.29	0.00	-142.90	0.00
		18	7.52	<b>63.98</b>	88.29	<b>-433.85</b>	<b>66.76</b>	157.78
		10	7.52	<b>-63.98</b>	65.40	<b>433.85</b>	62.89	215.78
		31	4.51	-38.39	<b>95.14</b>	243.85	63.80	129.47

### REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	204	1	-0.00	0.00	65.40	-0.00	11.05	0.00
		2	-0.00	0.00	88.29	-0.00	14.92	0.00
		3	4.51	38.39	65.40	-260.31	42.15	94.67
		4	4.51	-38.39	65.40	260.31	42.15	129.47
		5	-14.14	-0.00	65.40	0.00	-83.64	0.00
		6	-0.00	-0.00	72.25	-16.46	28.83	0.00
		7	-0.00	-0.00	72.25	-11.28	9.49	0.00
		8	0.00	-0.00	72.25	-6.09	-9.84	0.00
		9	7.52	63.98	65.40	-433.85	62.89	157.78
		10	7.52	-63.98	65.40	433.85	62.89	215.78
		11	-23.57	-0.00	65.40	0.00	-146.77	0.00
		12	4.51	38.39	88.29	-260.31	46.02	94.67
		13	4.51	-38.39	88.29	260.31	46.02	129.47
		14	-14.14	-0.00	88.29	0.00	-79.77	0.00
		15	-0.00	-0.00	95.14	-16.46	32.69	0.00
		16	-0.00	-0.00	95.14	-11.28	13.36	0.00
		17	0.00	-0.00	95.14	-6.09	-5.97	0.00
		18	7.52	63.98	88.29	-433.85	66.76	157.78

---

		19	7.52	-63.98	88.29	433.85	66.76	215.78
		20	-23.57	-0.00	88.29	0.00	-142.90	0.00
		21	4.51	38.39	72.25	-276.77	59.93	94.67
		22	4.51	-38.39	72.25	243.85	59.93	129.47
		23	4.51	38.39	72.25	-271.59	40.60	94.67
		24	-14.14	-0.00	72.25	-16.46	-65.86	0.00
		25	4.51	-38.39	72.25	249.03	40.60	129.47
		26	4.51	38.39	72.25	-266.40	21.27	94.67
		27	-14.14	-0.00	72.25	-11.28	-85.19	0.00
		28	4.51	-38.39	72.25	254.22	21.27	129.47
		29	-14.14	-0.00	72.25	-6.09	-104.53	0.00
		30	4.51	38.39	95.14	-276.77	63.80	94.67
		31	4.51	-38.39	95.14	243.85	63.80	129.47
		32	4.51	38.39	95.14	-271.59	44.47	94.67
		33	-14.14	-0.00	95.14	-16.46	-62.00	0.00
		34	4.51	-38.39	95.14	249.03	44.47	129.47
		35	4.51	38.39	95.14	-266.40	25.13	94.67
		36	-14.14	-0.00	95.14	-11.28	-81.33	0.00
		37	4.51	-38.39	95.14	254.22	25.13	129.47
		38	-14.14	-0.00	95.14	-6.09	-100.66	0.00

## 11.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK TRHR 250x250x12,5PROFIL Č. 1</b>			Ocel S	235 Mpa
<b>Profil TRHR 250x250x12,5</b>	H = 250	B = 250	t = 12,5 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9380$ mm	$\beta_y = 0,2$ [-]	$L_{cr,y} = 1,88$ m		
$L_z = 9380$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 9,38$ m		
<b>Vnitřní síly:</b>				
$N_{Sd} = 15,2$   -6,9 kN	$V_{Sd} = 128,2$ kN	$M_{y,Sd} = 83,3$ kNm	$M_{z,Sd} = 125$ kNm	
<b>Průřez. charakteristiky:</b>				
$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h)$	= 11163 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 5581$ [-] m	= 89,30 kg/m <sup>1</sup>	
$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12}$	= 105,2 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H$	= 842 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12}$	= 105,2 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2$	= 969 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
		$W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H$	= 842 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
		$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2$	= 969 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
$i_y = \sqrt{I_y / A}$	= 97,09 mm	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	= 97,1 mm	
<b>Vzpěr:</b>				
$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i}$	= 19,3 [-]	$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9}$	= 0,21 [-]	
$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i}$	= 96,6 [-]	$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9}$	= 1,03 [-]	=> $\bar{\lambda}_{max} = 1,03$ [-]
Pro $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2]$				= 0,52 [-]
$\bar{\lambda}_{max} \cdot \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}]$				= 0,999 [-]
<b>Únosnost:</b>				
$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 1,00 · 11162,5 · 0,235 / 1	= 2623 kN	>	$N_{Sd}^+ = 15,2$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 0,999 · 11162,5 · 0,235 / 1	= 2620 kN	>	$N_{Sd}^- = 6,9$ kN
$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 968,6 · 0,235 / 1	= 228 kNm	>	$M_{Sd} = 83,3$ kNm
$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	= 968,6 · 0,235 / 1	= 228 kNm	>	$M_{Sd} = 125$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	= 5581,25 · 0,235 / 1 · $\sqrt{3}$	= 757 kN	>	$2 \cdot V_z = 256$ kN
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{15,20}{2623} + \frac{83,30}{228} + \frac{124,9}{227,6}$	= 0,92	<	1,00 Vyhoví
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{6,90}{2620} + \frac{83,30}{228} + \frac{124,9}{227,6}$	= 0,92	<	1,00 Vyhoví
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{256}{757}$	0,34	<	1,00 Vyhoví

**- PŘÍČNÍKY HEA 180**

**PROFIL Č. 2**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil HEA 180</b>	H = 171 mm	B = 180 mm	$\gamma_f = 1,00 [-]$
$L_y = 5640$ mm	$\beta_y = 1 [-]$	$L_{cr,y} = 5640$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,34 [-]$
$L_z = 5640$ mm	$\beta_z = 0,5 [-]$	$L_{cr,z} = 2820$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49 [-]$
$L_\omega = 5640$ mm	$\beta_\omega = 0,5 [-]$	$L_{cr,\omega} = 2820$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21 [-]$

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 66,2$   -70 kN	$V_{z,Sd} = 24,8$ kN	$M_{y,Sd} = 35,5$ kNm	$M_{z,Sd} = 12,2$ kNm
--------------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 35,5$ kg/m'	$A = 4525$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1450$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 25,1 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 60,21 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9,5$ mm	$t_w = 6$ mm
$I_z = 9,25 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,5$ mm	$W_{el,y} = 294 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 325 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 148 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 45,2$ mm	$W_{el,z} = 103 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 157 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

<b>Vzpěr</b>	$\lambda_y = 75,7 [-]$	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,81 [-]$	$\lambda_z = 62,4 [-]$	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,66 [-]$
Pro	$\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,81 - 0,2) + 0,81^2]$	$= 0,93 [-]$	
$\bar{\lambda}_y$ :	$\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [0,93 + \sqrt{0,93^2 - 0,81^2}]$	$= 0,72 [-]$	
Pro	$\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,66 - 0,2) + 0,66^2]$	$= 0,83 [-]$	
$\bar{\lambda}_z$ :	$\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [0,83 + \sqrt{0,83^2 - 0,66^2}]$	$= 0,75 [-]$	
<b>Klopení:</b>	$\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z}$	$= 2 / 161,5 \cdot \sqrt{60210 / 9,25}$	$= 1,00 [-]$	
	$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{148 / 9250}$	$= 1,37 [-]$	
	$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,369^2 / 3,14^2$	$= 1,76 [-]$	

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -86 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 [-]$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2 [-]$

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76 [-]$

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26 [-]$

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 3,26 \cdot 1,76}]}} = 0,91 [-]$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,91 \cdot [2 \cdot 2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{25,1 / 9,25} = 52,24 [-]$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}} = 52,2 \cdot \sqrt{324,9 / 293,57} = 55,0 [-] \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,59 [-]$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,59 - 0,2) + 0,59^2] = 0,71 [-]$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,59^2}] = 0,90 [-]$$

$$\chi_{min} = 0,72 [-]$$

$$\chi_{LT} = 0,9 [-]$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 1063 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 66,2 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,72 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 766 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 69,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,895 \cdot 324,9 \cdot 0,235 / 1 = 68,4 \text{ kNm} > M_{Sd} = 35,5 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 156,5 \cdot 0,235 / 1 = 36,8 \text{ kNm} > M_{Sd} = 12,2 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1450 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 197 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 49,6 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{66,2}{1063} + \frac{35,5}{68,4} + \frac{12,2}{36,8} = 0,91$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--	----------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{69,8}{766} + \frac{35,5}{68,4} + \frac{12,20}{36,8} = 0,94$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	--	----------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{49,6}{197} = 0,25$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	---------------------------	----------	---------------



**- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 180**

<b>Profil IPE 180</b>	H = 180 mm
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2$ [-]
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2$ [-]
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2$ [-]

**PROFIL Č. 14**

B = 91 mm
$L_{cr,y} = 350$ mm
$L_{cr,z} = 350$ mm
$L_{cr,\omega} = 350$ mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f = 1,00$ [-]
$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 9,7$   -19 kN	$V_{z,Sd} = 24$ kN	$M_{y,Sd} = 10,9$ kNm	$M_{z,Sd} = 5$ kNm
-------------------------	--------------------	-----------------------	--------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 18,8$ kg/m'	$A = 2395$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1125$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 13,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 7,43 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8$ mm	$t_w = 5,3$ mm
$I_z = 1,01 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,2$ mm	$W_{el,y} = 146 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 47,9 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 20,5$ mm	$W_{el,z} = 22,2 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 34,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 4,7$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,05$  [-]  $\lambda_z = 17,1$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,18$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,05 - 0,2) + 0,05^2] = 0,49$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,49 + \sqrt{0,49^2 - 0,05^2}] = 1,00$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,18 - 0,2) + 0,18^2] = 0,51$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,18^2}] = 1,00$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 172 \cdot \sqrt{7430 / 1009} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{47,9 / 1009} = 0,27$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,275^2 / 3,14^2 = 1,03$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -90 \text{ mm}$$

$$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{-1^2 + 1 \cdot 1,03}]}} = 1,53 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,53 \cdot [2 \cdot 350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{13,17 / 1009} = 22,55 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 22,6 \cdot \sqrt{166,4 / 146,33} = 24,1 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,26 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,26 - 0,2) + 0,26^2] = 0,54 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,54 + \sqrt{0,54^2 - 0,26^2}] = 0,99 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 1,00 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,99 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 9,7 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 18,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,988 \cdot 166,4 \cdot 0,235 / 1 = 38,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 10,9 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 34,6 \cdot 0,235 / 1 = 8,13 \text{ kNm} > M_{Sd} = 5 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1125 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 153 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 48 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{9,7}{563}$	+	$\frac{10,9}{38,6}$	+	$\frac{5}{8,13}$	=	<b>0,91</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	-------------------	---	---------------------	---	------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{18,8}{563}$	+	$\frac{10,9}{38,6}$	+	$\frac{5,00}{8,13}$	=	<b>0,93</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	--------------------	---	---------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{48}{153}$	=	<b>0,31</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

**- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 80x80x6**

**PROFIL Č. 3**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 80x80x6</b>	H = 80	B = 80	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_\omega = 2440$ mm	$\beta_\omega = 1$ [-]	$L_{cr,\omega} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 60,7$   -57 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 7,34$ kg/m'	$A = 935$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 480$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 56,6$ mm	$w_1 = 56,6$ mm	$v = 30,6$ mm	$v_1 = 28,2$ mm
$I_\eta = 0,89 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\eta = 30,8$ mm	$W_{el,\eta} = 15,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 24,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_\zeta = 0,24 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\zeta = 15,9$ mm	$W_{el,\zeta} = 8,33 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 12,5 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 11,6 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

**Vzpěi**  $\lambda_y = 79,3$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,84$  [-]  $\lambda_z = 153,9$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,64$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,84 - 0,2) + 0,84^2] = 1,01$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + v(\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)] = 1 / [1,01 + v(1,01^2 - 0,84^2)] = 0,63$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,64 - 0,2) + 1,64^2] = 2,20$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + v(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)] = 1 / [2,2 + v(2,2^2 - 1,64^2)] = 0,27$  [-]

**(lopení:**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot v(I_t / I_z) = 0,62 \cdot [2440 / 107,2] \cdot v(11,6 / 235) = 3,14$  [-]

$d_{z,\omega} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 3,14^2 / 3,14159^2 = 3,98$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z =$  mm -56,6 mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$v = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + v(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega})]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + v(-1^2 + 1 \cdot 3,98)]}} = 0,90$  [-]

$\lambda = v \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot v(I_y / I_z) = 0,901 \cdot [2 \cdot 2440 / 107,2] \cdot v(0,885 / 0,235) = 79,57$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot v(W_{y,pl} / W_{y,e}) = 79,6 \cdot v(24,61 / 15,64) = 99,8$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,06$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,06 - 0,2) + 1,06^2] = 1,16$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + v(\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)] = 1 / [1,16 + v(1,16^2 - 1,06^2)] = 0,62$  [-]

$\chi_{min} = 0,273$  [-]  $\chi_{LT} = 0,621$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 935 \cdot 0,235 / 1 = 220$  kN  $> N_{Sd}^+ = 60,70$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,273 \cdot 935 \cdot 0,235 / 1 = 60,1$  kN  $> N_{Sd}^- = 56,50$  kN

$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,621 \cdot 24,6 \cdot 0,235 / 1 = 3,59$  kNm  $> M_{Sd} = 0,00$  kNm

$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 12,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,94$  kNm  $> M_{Sd} = 0,00$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 480 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 65,1$  kN  $> 2 \cdot V_z = 0,00$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{60,7}{220} + \frac{0,00}{3,59} + \frac{0,00}{2,94} = 0,28 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{56,5}{60,1} + \frac{0,00}{3,59} + \frac{0,00}{2,94} = 0,94 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{0}{65,1} = 0,00 < 1,00$  Vyhoví

**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 180**

<b>Profil IPE 180</b>	H = 180 mm	<b>PROFIL Č. 4</b>	B = 91 mm	Ocel S 235 Mpa
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 7980$ mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]	$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]	$L_{cr,z} = 2394$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]	
$L_\omega = 3990$ mm	$\beta_\omega = 0,6$ [-]	$L_{cr,\omega} = 2394$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 22,5$   -12 kN	$V_{z,Sd} = 11$ kN	$M_{y,Sd} = 14,5$ kNm	$M_{z,Sd} = 2,1$ kNm
--------------------------	--------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 18,8$ kg/m'	$A = 2395$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1125$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 13,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 7,43 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8$ mm	$t_w = 5,3$ mm
$I_z = 1,01 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,2$ mm	$W_{el,y} = 146 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 47,9 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 20,5$ mm	$W_{el,z} = 22,2 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 34,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 107,6$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,15$  [-]  $\lambda_z = 116,6$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,24$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,15 - 0,2) + 1,15^2] = 1,26$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,26 + \sqrt{1,26^2 - 1,15^2}] = 0,56$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,24 - 0,2) + 1,24^2] = 1,45$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,45 + \sqrt{1,45^2 - 1,24^2}] = 0,46$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 172 \cdot \sqrt{7430 / 1,009} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2394 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{47,9 / 1009} = 1,88$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 1,88^2 / 3,14^2 = 2,43$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -90$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 2,43}]}]} = 0,87$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,87 \cdot [2 \cdot 2394 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{13,17 / 1,009} = 87,04$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 87 \cdot \sqrt{166,4 / 146,33} = 92,8$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,99$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,99 - 0,2) + 0,99^2] = 1,07$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,07 + \sqrt{1,07^2 - 0,99^2}] = 0,67$  [-]

$\chi_{min} = 0,46$  [-]

$\chi_{LT} = 0,67$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563$  kN  $> N_{Sd}^+ = 22,5$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,456 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 257$  kN  $> N_{Sd}^- = 12,2$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,674 \cdot 166,4 \cdot 0,235 / 1 = 26,3$  kNm  $> M_{Sd} = 14,5$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 34,6 \cdot 0,235 / 1 = 8,13$  kNm  $> M_{Sd} = 2,1$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1125 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 153$  kN  $> 2 \cdot V_z = 22$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{22,5}{563} + \frac{14,5}{26,3} + \frac{2,1}{8,13} = 0,85 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{12,2}{257} + \frac{14,5}{26,3} + \frac{2,10}{8,13} = 0,86 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{22}{153} = 0,14 < 1,00$  **Vyhoví**

**- KONZOLY Trov 80x80x9**

**PROFIL Č. 5**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Trov 80x80x9</b>	H = 80	B = 80	t = 9	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 985$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 1970$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 985$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]	$L_{cr,z} = 591$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 985$ mm	$\beta_w = 0,6$ [-]	$L_{cr,w} = 591$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{sd} = 2$	$-1,3$ kN	$V_{z,sd} = 3,9$ kN	$M_{y,sd} = 3,00$ kNm	$M_{z,sd} = 0,70$ kNm
--------------	-----------	---------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 10,7$ kg/m'	$A = 1360$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 576$ mm <sup>2</sup>	$z_T = 57,8$ mm
$I_y = 0,74 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9$ mm	$t_w = 9$ mm
$I_z = 0,37 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 23,3$ mm	$W_{el,y} = 12,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 28,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 26,6 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 16,5$ mm	$W_{el,z} = 9,25 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 14,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 84,6$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,90$  [-]  $\lambda_z = 35,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,38$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,9 - 0,2) + 0,9^2] = 1,08$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,08 + \sqrt{1,08^2 - 0,9^2}] = 0,6$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,38 - 0,2) + 0,38^2] = 0,62$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,62 + \sqrt{0,62^2 - 0,38^2}] = 0,91$  [-]

**(lopení):**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [591 / 75,5] \cdot \sqrt{26,6 / 370} = 1,3$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 1,301^2 / 3,14159^2 = 0,69$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -22,2$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -0,59$  [-]

a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-0,6 + \sqrt{(-0,6)^2 + 4,68 \cdot 0,7}]}} = 1,206$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,21 \cdot [2 \cdot 591 / 75,5] \cdot \sqrt{0,737 / 0,37} = 26,6$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 26,6 \cdot \sqrt{28,8 / 12,75} = 40,0$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,43$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,61 - 0,2) + 0,61^2] = 0,61$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,61 + \sqrt{0,61^2 - 0,43^2}] = 0,946$  [-]

$\chi_{min} = 0,599$  [-]  $\chi_{LT} = 0,946$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1$	$= 320$ kN	$>$	$N_{sd} = 2$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,599 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1$	$= 191$ kN	$>$	$N_{sd} = 1,3$ kN
$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,946 \cdot 28,8 \cdot 0,235 / 1$	$= 6,4$ kNm	$>$	$M_{sd} = 3,00$ kNm
$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 14,4 \cdot 0,235 / 1$	$= 3,38$ kNm	$>$	$M_{sd} = 0,70$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 576 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 78,2$ kN	$>$	$2 \cdot V_z = 7,8$ kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{2}{320} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,70}{3,384} = 0,68 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{1,3}{191} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,70}{3,384} = 0,68 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{7,8}{78,2} = 0,10 < 1,00$  Vyhoví

**- PODÉLNÉ ZTUŽIDLO U 140x60x4**

**PROFIL Č. 6**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil: U tenk 140x60x4</b>	H = 140	B = 60	t = 4	mm	$\gamma_f = 1,00$	[-]
$L_y = 2000$ mm	$\beta_y = 1$	[-]	$L_{cr,y} = 2000$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$	[-]	
$L_z = 2000$ mm	$\beta_z = 1$	[-]	$L_{cr,z} = 2000$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$	[-]	
$L_\omega = 2000$ mm	$\beta_\omega = 1$	[-]	$L_{cr,\omega} = 2000$ mm	$\alpha_{LT} = 0,76$	[-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 33,5$		-29 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,1$ kNm
-----------------	--	--------	-------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

m = 7,82 kg/m <sup>1</sup>	A = 978 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 544$ mm <sup>2</sup>	$\gamma_T = 15,8$ mm
$I_y = 2,84 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 1,03 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 4$ mm	$t_w = 4$ mm
$I_z = 0,332 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 53,9$ mm	$W_{el,y} = 40,54 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 47,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 5,05 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 7,51 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$a_y = 21,5$ mm

<b>Vzpěr:</b>	$\lambda_y = 37,1$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,40$ [-]	=>	$\bar{\lambda}_{max} = 1,16$ [-]
	$\lambda_z = 108,6$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,16$ [-]		

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,16 - 0,2) + 1,16^2] = 1,40$  [-]

$\bar{\lambda}_{max}$ :  $\chi_c = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [1,4 + \sqrt{1,4^2 - 1,16^2}] = 0,46$  [-]

**Klopení:**  $\delta = (2/h) \cdot \sqrt{(I_\omega/I_z)} = (2/136) \cdot \sqrt{1032/0,332} = 0,82$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{(I_t/I_z)} = 0,62 \cdot [2000 / (140 - 4)] \cdot \sqrt{5,047/332} = 1,12$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_\omega)^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0,82^2 \cdot (2000 / 2000)^2 + 4 \cdot 1,125^2 / 3,14^2 = 1,19$  [-]

Vzdálenost působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -70$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1,00$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty → n = 1 pro n = 1

b) jediné osamělé přeměno na prutu → n = 2  $k_1 = 1,00$

c) spojitě a jiné zatížení na prutu → n = 3  $k_2 = 1,00$

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{-1^2 + 1 \cdot 1,19}]}} = 1,45$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{(I_y/I_z)} = 1,446 \cdot [2 \cdot 2000 / (140 - 4)] \cdot \sqrt{2,84/0,33} = 124$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{(W_{y,pl} / W_{y,el})} = 124,4 \cdot \sqrt{47,69 / 40,54} = 134,9$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,44$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,76 \cdot (1,44 - 0,2) + 1,44^2] = 2$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [2 + \sqrt{2^2 - 1,44^2}] = 0,29$  [-]

$\chi_{min} = 0,460$

$\chi_{LT} = 0,29$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 977,8 \cdot 0,235 / 1 = 230$  kN >  $N_{Sd}^+ = 33,5$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,46 \cdot 977,8 \cdot 0,235 / 1 = 106$  kN >  $N_{Sd}^- = 29,2$  kN

$M_{y,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,294 \cdot 40,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,80$  kNm >  $M_{y,Sd} = 0,00$  kNm

$M_{z,Rd} = 1,0 \cdot W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 7,5 \cdot 0,235 / 1 = 1,76$  kNm >  $M_{z,Sd} = 0,1$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 544 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 73,8$  kN >  $2 \cdot V_z = 0$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{33,5}{230} + \frac{0}{2,80} + \frac{0,1}{1,76} = 0,20 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{29,2}{106} + \frac{0,0}{2,80} + \frac{0,10}{1,76} = 0,33 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{0}{73,8} = 0,00 < 1,00$  **Vyhoví**

**- ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY Lrov 50x50x4**

**PROFIL Č. 7**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 50x50x4</b>	H = 50	B = 50	t = 4 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2520$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2520$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 2520$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2520$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 2520$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2520$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 24,9$   0 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 3,06$ kg/m'	$A = 389$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 200$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 35,4$ mm	$w_1 = 35,4$ mm	$v = 19,2$ mm	$v_1 = 17,6$ mm
$I_{\eta} = 0,14 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 19,1$ mm	$W_{el,\eta} = 4,01 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 6,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,04 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 9,9$ mm	$W_{el,\zeta} = 2,17 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 3,18 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 2,13 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

<b>Vzpěři</b>	$\lambda_y = 132$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,40$ [-]	$\lambda_z = 254,3$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 2,71$ [-]	
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$				$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,4 - 0,2) + 1,4^2] = 1,78$ [-]	
$\bar{\lambda}_y$ :	$\chi = 1 / [\Phi_y + v(\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)]$				$= 1 / [1,78 + v(1,78^2 - 1,4^2)] = 0,35$ [-]
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$				$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (2,71 - 0,2) + 2,71^2] = 4,78$ [-]	
$\bar{\lambda}_z$ :	$\chi = 1 / [\Phi_z + v(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)]$				$= 1 / [4,78 + v(4,78^2 - 2,71^2)] = 0,11$ [-]
<b>(lopení)</b>	$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot v(I_t / I_z)$				$= 0,62 \cdot [2520 / 66,8] \cdot v(2,13 / 38,2) = 5,52$ [-]
	$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$				$= 0 + 4 \cdot 5,523^2 / 3,14159^2 = 12,36$ [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = \text{mm} \quad -35,4 \text{ mm} \qquad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$v = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + v(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w})]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + v(-1^2 + 1 \cdot 12,36)]}} = 0,61 \text{ [-]}$$

$$\lambda = v \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot v(I_y / I_z) = 0,614 \cdot [2 \cdot 2520 / 66,8] \cdot v(0,142 / 0,038) = 89,27 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot v(W_{y,pl} / W_{y,e}) = 89,3 \cdot v(6,4 / 4,01) = 113 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 1,20 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,2 - 0,2) + 1,2^2] = 1,33 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + v(\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)] = 1 / [1,33 + v(1,33^2 - 1,2^2)] = 0,53 \text{ [-]}$$

$$\chi_{\min} = 0,115 \text{ [-]} \qquad \chi_{LT} = 0,529 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1 = 91,4 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 24,90 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{\min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,115 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1 = 10,5 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 0,00 \text{ kN}$$

$$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,529 \cdot 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 0,8 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 3,2 \cdot 0,235 / 1 = 0,75 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 200 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 27,1 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,00 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{24,9}{91,4}$	+	$\frac{0,00}{0,8}$	+	$\frac{0,00}{0,75}$	=	<b>0,27</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	---------------------	---	--------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{0}{10,5}$	+	$\frac{0,00}{0,8}$	+	$\frac{0,00}{0,75}$	=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	------------------	---	--------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{27,1}$					=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	------------------	--	--	--	--	---	-------------	---	-------------	---------------

Statická posouzení ocelových konstrukcí billboardů  
pro různé větrné oblasti

**- NOSNÍKY LÁVKY Lrov 70x70x6**

**PROFIL Č. 8**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9800$ mm	$\beta_y = 0,35$ [-]		$L_{cr,y} = 3430$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]
$L_z = 9800$ mm	$\beta_z = 0,2$ [-]		$L_{cr,z} = 1960$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$L_w = 9800$ mm	$\beta_w = 0,2$ [-]		$L_{cr,w} = 1960$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 3,7$   -4 kN	$V_{z,Sd} = 1,5$ kN	$M_{y,Sd} = 1,30$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,40$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 1,20$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 1,20$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm
$I_{\eta} = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

**Vzpěři**  $\lambda_y = 73,4$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,78$  [-]  $\lambda_z = 141,7$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,51$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,78 - 0,2) + 0,78^2] = 0,95$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,95 + \sqrt{0,95^2 - 0,78^2}] = 0,67$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,51 - 0,2) + 1,51^2] = 1,96$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,96 + \sqrt{1,96^2 - 1,51^2}] = 0,31$  [-]

**(lopení)**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [1960 / 93] \cdot \sqrt{10 / 156} = 3,31$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 3,308^2 / 3,14159^2 = 4,44$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z =$  mm -49,5 mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\nu = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 4,44}]} = 0,72$  [-]

$\lambda = \nu \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,718 \cdot [2 \cdot 1960 / 93] \cdot \sqrt{0,581 / 0,156} = 58,37$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}} = 58,4 \cdot \sqrt{18,76 / 11,74} = 73,8$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,79$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,79 - 0,2) + 0,79^2] = 0,87$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,87 + \sqrt{0,87^2 - 0,79^2}] = 0,80$  [-]

$\chi_{min} = 0,312$  [-]  $\chi_{LT} = 0,804$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 192$  kN  $> N_{Sd}^+ = 3,70$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,312 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 59,7$  kN  $> N_{Sd}^- = 4,00$  kN

$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,804 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1 = 3,54$  kNm  $> M_{Sd} = 1,20$  kNm

$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,24$  kNm  $> M_{Sd} = 1,20$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 57$  kN  $> 2 \cdot V_z = 3,00$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{3,7}{192} + \frac{1,20}{3,54} + \frac{1,20}{2,24} = 0,90 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{4}{59,7} + \frac{1,20}{3,54} + \frac{1,20}{2,24} = 0,94 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{3}{57} = 0,05 < 1,00$  Vyhoví

**- PODÉLNÉ TRUBKY TR Ø 51x4**

Profil TR Ø 51x4

$$\varnothing = 51 \text{ x}$$

$$L = 9840 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 1 [-]$$

PROFIL Č. 10

4 mm

$$L_{cr,y} = 9840 \text{ mm}$$

Ocel S 235 Mpa

$$\gamma_f = 1 [-]$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 1,1 \mid -0,7 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 0,3 \text{ kN}$$

$$M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 0,4 \mid 0,2 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 0,45 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W = 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 590 [-]$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 6,28 [-]$$

$$\text{PRO } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{\max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{\max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (6,28 - 0,2) + 6,28^2] = 20,9 [-]$$

$$\bar{\chi}: \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{\max}^2}] = 1 / [20,88 + \sqrt{20,88^2 - 6,28^2}] = 0,02 [-]$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 139 \text{ kN}$$

$$N_{Sd}^+ = 1,1 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,025 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 3,4 \text{ kN}$$

$$N_{Sd}^- = 0,7 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 1,51 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 0,45 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 376,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 51 \text{ kN}$$

$$2 \cdot V_z = 0,6 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{1,10}{139} + \frac{0,45}{1,51} = 0,30 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{0,70}{3,4} + \frac{0,45}{1,51} = 0,50 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{0,6}{51} = 0,01 < 1,00$  **Vyhoví**

**- SVISLÉ TRUBKY TR Ø 51x4**

Profil TR Ø 51x4

$$\varnothing = 51 \text{ x}$$

$$L = 3335 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 1 [-]$$

PROFIL Č. 11

4 mm

$$L_{cr,y} = 3335 \text{ mm}$$

Ocel S 235 Mpa

$$\gamma_f = 1 [-]$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 2,5 \mid -0,8 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 0,2 \text{ kN}$$

$$M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 0,1 \mid 0,2 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 0,22 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W = 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 200 [-]$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 2,13 [-]$$

$$\text{PRO } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{\max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{\max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2,13 - 0,2) + 2,13^2] = 2,97 [-]$$

$$\bar{\chi}: \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{\max}^2}] = 1 / [2,97 + \sqrt{2,97^2 - 2,13^2}] = 0,2 [-]$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 139 \text{ kN}$$

$$N_{Sd}^+ = 2,5 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,198 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 27,5 \text{ kN}$$

$$N_{Sd}^- = 0,8 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 1,51 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 0,22 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 376,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 51 \text{ kN}$$

$$2 \cdot V_z = 0,4 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{2,50}{139} + \frac{0,22}{1,51} = 0,17 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{0,80}{27,5} + \frac{0,22}{1,51} = 0,18 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{0,4}{51} = 0,01 < 1,00$  **Vyhoví**



**- SLOUP TR Ø 508x12,5**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR Ø 508x12,5

Ø = 508 x 12,5 mm

γ<sub>f</sub> = 1 [-]

L = 7290 mm

β<sub>y</sub> = 2 [-]

L<sub>cr,y</sub> = 14580 mm

**Vnitřní síly:**

N<sub>Sd</sub> = 0 | -95,1 kN V<sub>Sd</sub> = 64 kN M<sub>y,Sd</sub>; M<sub>z,Sd</sub> = 146,8 | 434 kNm M<sub>Sd</sub> = 458,1 kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 19458 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 12394 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 597,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 2353 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 175,2 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 83,2 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,89 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,89 - 0,2) + 0,89^2] = 0,96 \text{ [-]}$$

$$\bar{\lambda}: \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,96 + \sqrt{0,96^2 - 0,89^2}] = 0,74 \text{ [-]}$$

**Boulení:**

$$d/t = 508 / 12,5 = 40,64 \text{ [-]} < 50 \cdot \varepsilon^2 \rightarrow \text{Nedochází k boulení!}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 19458,2 \cdot 0,235 / 1 = 4573 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 0 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,743 \cdot 19458,2 \cdot 0,235 / 1 = 3398 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 95,1 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 2352,6 \cdot 0,235 / 1 = 553 \text{ kNm} > M_{Sd} = 458 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 12393,78 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 1682 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 128 \text{ kN}$$

**Smykové napětí od kroucení:**

$$M_x = 216 \text{ kNm} \quad \tau_t = M_x / 2 \cdot \Omega_t \cdot t = 215,8 \cdot 10^6 / 2 \cdot 19,7726 \cdot 10^4 \cdot 12,5 = 43,7 \text{ Mpa}$$

**Redukovaná smyková únosnost:**

$$V_{T,Rd} = 1 - [(\tau_t \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) / f_y] \cdot V_{pl,Rd} = 1 - 43,66 \cdot \sqrt{3} \cdot 1 / 235 \cdot 1681,5552 = 1140 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{0,00}{4573} + \frac{458}{553} = 0,83 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{95,10}{3398} + \frac{458}{553} = 0,86 < 1,00$  **Vyhoví**

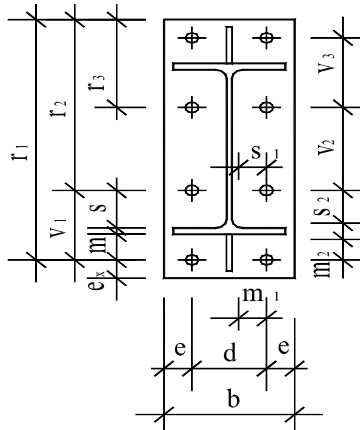
**Kombinace smyk**  $\frac{128}{1140} = 0,11 < 1,00$  **Vyhoví**

## 11.4 POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ

<u>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK</u>		<b>PROFIL Č. 1</b>		Vyložení l = 4690 mm	
- posun "Z"	$\delta_z$	=	15,4 mm	<	$\delta_{lim} = \frac{9380}{250} = 37,5$ mm
<b>Vyhoví</b>					
- posun "Y"	$\delta_y$	=	11,9 mm	<	$\delta_{lim} = \frac{9380}{250} = 37,5$ mm
<b>Vyhoví</b>					
<u>- PŘÍČNÍKY</u>		<b>PROFIL Č. 2</b>		Vyložení l = 3000 mm	
- posun "Z"	$\delta_z$	=	13,2 mm	<	$\delta_{lim} = \frac{6000}{250} = 24,0$ mm
<b>Vyhoví</b>					
- posun "Y"	$\delta_y$	=	0,3 mm	<	$\delta_{lim} = \frac{6000}{250} = 24,0$ mm
<b>Vyhoví</b>					
<u>- NOSNÍKY PLOCHY</u>		<b>PROFIL Č. 4</b>		Vyložení l = 2390 mm	
- posun "Z"	$\delta$	=	8,4 mm	<	$\delta_{lim} = \frac{4780}{250} = 19,1$ mm
<b>Vyhoví</b>					
- posun "Y"	$\delta$	=	3,3 mm	<	$\delta_{lim} = \frac{4780}{250} = 19,1$ mm
<b>Vyhoví</b>					
<u>- KONZOLY</u>		<b>PROFIL Č. 5</b>		Vyložení l = 985 mm	
- posun "Z"	$\delta_z$	=	4,8 mm	<	$\delta_{lim} = \frac{1970}{250} = 7,9$ mm
<b>Vyhoví</b>					
- posun "Y"	$\delta_y$	=	0,0 mm	<	$\delta_{lim} = \frac{1970}{250} = 7,9$ mm
<b>Vyhoví</b>					
<u>- NOSNÍKY LÁVKY</u>		<b>PROFIL Č. 8</b>		délka l = 985 mm	
- posun "Z"	$\delta_z$	=	2,0 mm	- posun "Y"	$\delta_y = 3,2$ mm
- prostorový posun	$\delta$	=	$\sqrt{(\delta_z^2 + \delta_y^2)}$	=	$\sqrt{(2^2 + 3,2)^2} = 3,774$ mm
- prostorový posun	$\delta$	=	3,77359 mm	<	$\delta_{lim} = \frac{985}{250} = 3,9$ mm
<b>Vyhoví</b>					
<u>- SLOUP</u>		<b>PROFIL Č. 13</b>		vyložení l = 7290 mm	
- posun "Z"	$\delta_z$	=	15,1 mm	- posun "Y"	$\delta_y = 42,2$ mm
- prostorový posun	$\delta$	=	$\sqrt{(\delta_z^2 + \delta_y^2)}$	=	$\sqrt{(15,1^2 + 42,2)^2} = 44,82$ mm
- prostorový posun	$\delta$	=	44,8202 mm	<	$\delta_{lim} = \frac{14580}{250} = 58,3$ mm
<b>Vyhoví</b>					

## 11.5 POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ

### - PŘIPOJ PŘÍČNÍKŮ HEA 180 KE KONZOLKÁM IPE 180



#### ŠROUBY

ŠR M	16	HEA 180	IPE 180
Mater.	8 .8 .	S 235 Mpa	S 235 Mpa
$f_{ub}$	800 MPa	h = 171 mm	h = 180 mm
$A_s$	157 mm <sup>2</sup>	b = 180 mm	b = 91 mm
$\gamma_{M2}$	1,25 [-]	$t_w$ = 6 mm	$t_w$ = 5,3 mm
$\gamma_{M0}$	1,00 [-]	$t_f$ = 9,5 mm	$t_f$ = 8 mm

#### STYČ. PLECH

tloušťka plechu $t_p$	12 mm	Ocel S 235 Mpa
tloušťka výztuhy $t_v$	6 mm	Ocel S 235 Mpa
SVARY $a_{f,v}$	4 mm - výztuha	$a_{f,w}$ = 4 mm

#### GEOMETRIE PLECHU

- šířka plechu b	180 mm	- výška plechu h	330 mm
e	45 mm	$v_1$	80 mm
d	90 mm	$v_2$	80 mm
m	30 mm	$v_3$	80 mm
$r_1$	285 mm	$e_x$	45 mm
$r_2$	205 mm	$r_3$	125 mm

#### VNITŘNÍ SÍLY

$V_{sd}$	4,8 kN
$M_{sd}$	10,9 kNm
$N_{sd}$	-16,3 kN (+ tlak, - tah)

#### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$	= 0,9 . 0,8 . 157 / 1,25	=	<b>90,4 kN</b>
$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$	= 0,6 . 0,8 . 157 / 1,25	=	<b>60,3 kN</b>

#### Síla v jednom šroubu od tahu

$F_{t,1} = \frac{M_{sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2)}$	=	$\frac{10,9 \cdot 0,285}{2 \cdot (0,08 + 0,04 + 0,02)}$	=	<b>11,2 kN - dolní řada</b>
$F_{t,2} = F_{t,1} \cdot r_2 / r_1$	=	11,2 . 205 / 285	=	<b>8,06 kN - 2. řada zdola</b>
$F_{t,3} = -N_{sd} / 8$	=	16,3 / 8	=	<b>2 kN</b>
$F_t = F_{t,1} + F_{t,3}$	=	11,2 + 2	=	<b>13,2 kN &lt; 90 kN</b>

#### Síla ve šroubu od smyku v horní řadě

$F_v = V_{sd} / 2$	=	4,8 / 2	=	<b>2,4 kN &lt; 60 kN</b>
--------------------	---	---------	---	--------------------------

#### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$F_t / F_{t,rd} + F_v / F_{v,rd}$	=	2,4 / 60,3 + 13,2 / 90,4	=	<b>0,19 [-] &lt; 1 [-]</b>
-----------------------------------	---	--------------------------	---	----------------------------

#### Posouzení styčnickového plechu z oceli S 235 => $f_y = 235$ Mpa

$m_1 = (d - t) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,w}$	=	$(90 - 6) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4$	=	37,5 mm
$m_2 = m - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,f}$	=	30 - 0,8 . $\sqrt{2}$ . 4	=	25,5 mm
$n = \min \{e; 1,25 \cdot m_1\}$	=	$\min \{45; 46,8\}$	=	45 mm
$\lambda_1 = m_1 / m_1 + e$	=	37,5 / (37,5 + 45)	=	0,45 [-]
$\lambda_2 = m_2 / m_1 + e$	=	25,5 / (37,5 + 45)	=	0,31 [-]
$\alpha \cdot m_1 - (2 \cdot m_1 + 0,625 \cdot L_{eff})$	=	6,6 . 37,5 - (2 . 37,5 + 190)	=	=> $\alpha = 6,63$
$L_{eff} = e) + e_x$	=	0,625 . 45 + 45	=	190 mm

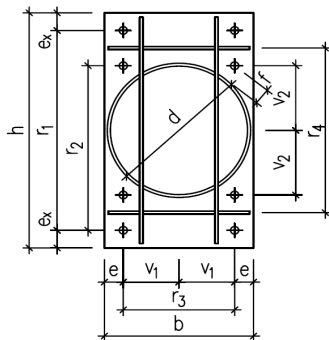
$m_{PL,Rd} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0})$	=	$12^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1)$	=	8,46 kNm/m'
---	---	----------------------------------	---	-------------

Porušení 1: $\frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1}$	=	$\frac{2 \cdot 190 \cdot 8,46}{37,5}$	=	<b>85,8 kN &gt; 13 kN</b>
---	---	---------------------------------------	---	---------------------------

Porušení 2: $\frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n}$	=	$\frac{190 \cdot 8,46 + 45 \cdot 90,4}{37,47 + 45}$	=	<b>68,8 kN &gt; 13 kN</b>
--	---	---	---	---------------------------

Vyhoví

**- PŘÍPOJ SLOUPU TR Ø 508 x 12,5 K PODÉLNÍKU TRHR 250 x 12,5**



TR Ø	508	x	12,5 mm	Ocel S	235 Mpa
TRHR	250	x	12,5 mm	Ocel S	235 Mpa

**ŠROUBY**

ŠR M	27	tloušťka plechu $t_p =$	20 mm
Mater.	8 .8 .	tloušťka výtuh $t_v =$	12 mm
$f_{ub} =$	800 MPa	Ocel S	235 Mpa
$A_s =$	459 mm <sup>2</sup>	koutový svar $a_f =$	10 mm

**STYČNÍKOVÝ PLECH**

**SOUČINITELÉ**

$\gamma_{M0} = 1,00 [-]$	$\gamma_{M2} = 1,25 [-]$
--------------------------	--------------------------

**STYČ. PLECH**

$b =$	535 mm	$h =$	880 mm
$e =$	75 mm	$v_2 =$	245 mm
$v_1 =$	193 mm	$e_x =$	75 mm
$d =$	508 mm	$r_1 =$	730 mm
$f =$	57,58 mm	$r_2 =$	610 mm
$r_3 =$	385 mm	$r_4 =$	610 mm

**VNITŘNÍ SÍLY**

$V_{sd} =$	137,00 Kn
$N_{sd} =$	95,1 kN (tah)
$M_{x,sd} =$	215,8 kNm (krut)
$M_{y,sd} =$	13,1 kNm
$M_{z,sd} =$	124,9 kNm

**Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku**

$$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 459 / 1,25 = 264 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 459 / 1,25 = 176 \text{ kN}$$

**Síla v jednom šroubu od tahu**

$$F_{t,1} = \frac{M_{y,sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2)} = \frac{13,1 \cdot 0,73}{2 \cdot (0,533 + 0,372)} = 5,28 \text{ kN}$$

$$F_{t,2} = M_{z,sd} / 4 \cdot r_3 = 124,9 / 4 \cdot 0,385 = 81,1 \text{ kN}$$

$$F_{t,3} = N_{sd} / 8 = 95,1 / 8 = 11,9 \text{ kN}$$

$$F_t = F_{t,1} + F_{t,2} + F_{t,3} = 5,3 + 81,1 + 11,9 = 98,3 \text{ kN} < 264 \text{ kN}$$

**Síla ve šroubu od smyku**

$$F_{v,1} = M_{x,sd} / 4 \cdot r_4 = 215,8 / 4 \cdot 0,61 = 88,4 \text{ kN}$$

$$F_{v,2} = V_{sd} / 8 = 137 / 8 = 17,1 \text{ kN}$$

$$F_v = F_{v,1} + F_{v,2} = 88,4 + 17,1 = 106 \text{ kN} < 176 \text{ kN}$$

**Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu**

$$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd} = 98,3 / (1,4 \cdot 264) + 105,5 / 176 = 0,86 [-] < 1 [-]$$

**Posouzení styčnickového plechu z oceli S**

$$235 \Rightarrow f_y = 235 \text{ Mpa} \text{ Vyhoví!}$$

$$m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 57,58 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 = 46,3 \text{ mm}$$

$$n = \min \{e_{\min}, 1,25 \cdot m_1\} = \min \{75; 57,8\} = 57,8 \text{ mm}$$

$$L_{eff1} = 2 \cdot \pi \cdot m_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 46,26 = 291 \text{ mm}$$

$$L_{eff2} = \pi \cdot m_1 + r_{\min} = 3,14 \cdot 46,26 + 385 = 530 \text{ mm}$$

$$L_{eff3} = \pi \cdot m_1 + 2 \cdot e_{\min} = 3,14 \cdot 46,26 + 2 \cdot 75 = 295 \text{ mm}$$

$$L_{eff4} = 4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e_{\min} = 4 \cdot 46,26 + 1,25 \cdot 75 = 279 \text{ mm}$$

$$L_{eff5} = 2 \cdot m_1 + e + 0,625 \cdot e_x = 2 \cdot 46,26 + 75 + 0,625 \cdot 75 = 214 \text{ mm}$$

$$L_{eff6} = b / 2 = 535 / 2 = 268 \text{ mm}$$

$$L_{eff7} = 2 \cdot m_1 + v_{\min} + 0,625 \cdot e_{\min} = 2 \cdot 46,26 + 193 + 0,625 \cdot 75 = 332 \text{ mm}$$

$$L_{eff} = \min (L_{eff1} - L_{eff7}) = 214 \text{ mm}$$

$$m_{PL,Rd,1} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 20^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 23,5 \text{ kNm/m'}$$

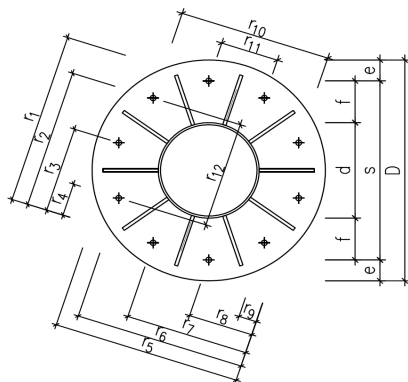
$$\text{Porušení 1: } \frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{F_1} = \frac{2 \cdot 214,4 \cdot 23,5}{46,3} = 218 \text{ kN} > 98 \text{ kN}$$

$$\text{Porušení 2: } \frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{F_2} = \frac{214,4 \cdot 23,5 + 57,83 \cdot 264,4}{46,3 + 57,83} = 195 \text{ kN} > 98 \text{ kN}$$

Vyhoví

## 11.6 POSOUZENÍ KOTVENÍ

### - KOTVENÍ SLOUPU TR Ø 508 x 12,5



TR Ø 508 x 12,5 mm Ocel S 235 Mpa

#### ŠROUBY

ŠR M 30 tloušťka plechu  $t_p = 30$  mm  
Mat. 8.8. tloušťka výztuhy  $t_v = 15$  mm  
 $f_{ub} = 800$  MPa Ocel S 235 Mpa  
 $A_s = 561$  mm<sup>2</sup> koutový svar  $a_f = 10$  mm

#### STYČNÍKOVÝ PLECH

#### SOUČINITELÉ MATERIÁLU

$\gamma_{M0} = 1,00$  [-]

$\gamma_{M2} = 1,25$  [-]

#### STYČ. PLECH

D = 1108 mm S = 908,00 mm  
d = 508 mm f = 200,00 mm  
e = 100 mm g = 132,79 mm

#### VNITŘNÍ SÍLY

$V_{sd} = 68,18$  kN  
 $M_{sd} = 458,00$  kNm  
 $M_z = 215,78$  kNm (krut)  
 $N_{sd} = 0,00$  kN (- tah)

#### SMĚR A)

$r_1 = 863,56$  mm  
 $r_2 = 698,63$  mm  
 $r_3 = 431,78$  mm  
 $r_4 = 164,93$  mm

#### SMĚR B)

$r_5 = 908,00$  mm  
 $r_6 = 821,29$  mm  
 $r_7 = 594,29$  mm  
 $r_8 = 313,71$  mm  
 $r_9 = 86,71$  mm

#### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 561 / 1,25 = 323$  kN  
 $F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 561 / 1,25 = 215$  kN

#### Síla v jednom šroubu od tahu

Směr a)  $F_{t,1} = \frac{M_{sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2)} = \frac{458 \cdot 0,864}{2 \cdot (0,75^2 + 0,49^2 + 0,19^2 + 0,03^2)} = 137$  kN  
Směr b)  $F_{t,2} = \frac{M_{sd} \cdot r_5}{r_5^2 + 2 \cdot (r_6^2 + r_7^2 + r_8^2 + r_9^2)} = \frac{458 \cdot 0,908}{0,8^2 + 2 \cdot (0,7^2 + 0,4^2 + 0,1^2 + 0,01^2)} = 135$  kN  
 $F_{t,3} = -N_{sd} / 10 = 0 / 10 = 0$  kN  
 $F_t = \max(F_{t,1}; F_{t,2}) + F_{t,3} = 136,6 + 0 = 137$  kN

#### Síla ve šroubu od smyku

$F_{v,1} = M_z / 5 \cdot r_5 = 215,78 / 5 \cdot 0,908 = 47,5$  kN  
 $F_{v,2} = V_{sd} / 10 = 68,18 / 10 = 6,82$  kN  
 $F_v = F_{v,1} + F_{v,2} = 47,5 + 6,82 = 54,3$  kN

#### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd} = 137 / (1,4 \cdot 323) + 54 / 215 = 0,55$  [-] < 1 [-] Vyhoví!

#### Posouzení styčnickového plechu z oceli S 235

$=> f_y = 235$  Mpa Vyhoví!  
 $m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 200 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 = 189$  mm  
 $m_2 = g - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 132,79 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 = 121$  mm  
 $n = \min\{e; 1,25 \cdot m_1\} = \min\{100; 235,9\} = 100$  mm  
 $\lambda_1 = m_1 / m_1 + e = 188,7 / (188,7 + 100) = 0,65$  [-]  
 $\lambda_2 = m_2 / m_1 + e = 121,5 / (188,7 + 100) = 0,42$  [-]  
 $L_{eff} = 2 \cdot \alpha \cdot m_1 - (4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e) = 2 \cdot 5,2 \cdot 188,7 - (4 \cdot 188,7 + 1,25 \cdot 100) = 1084$  mm  
 $=> \alpha = 5$

$m_{PL,rd} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 30^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 52,9$  kNm/m'  
Porušení 1:  $\frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,rd}}{m_1} = \frac{2 \cdot 1084 \cdot 52,88}{188,7} = 608$  kN > 137 kN

Porušení 2:  $\frac{L_{eff} \cdot m_{PL,rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n} = \frac{1084 \cdot 52,88 + 100 \cdot 323,1}{188,7 + 100} = 310$  kN > 137 kN

Vyhoví

## 11.7 POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

### - ZÁKLADOVÁ PATKA O ROZMĚRECH 2,2 m x 4 m x 1,2 m

#### Geometrie patky pod terénem

Výška patky $h =$	1,2 m
Délka patky $L =$	2,2 m (směr "X")
Šířka patky $b =$	4 m (směr "Y")
Objem:	10,56 m <sup>3</sup>
Objemová tíha základu:	25,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Geometrie patky nad terénem

Výška patky $h =$	0 m
Délka patky $L =$	0 m (směr "X")
Šířka patky $b =$	0 m (směr "Y")
Objem:	0 m <sup>3</sup>
Objemová tíha zeminy:	18,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Svislé zatížení

Výška zeminy nad zákl. $h_z =$	0,5 m	Normové	$\gamma_f$	Minimální	$\gamma_f$	Maximální
- Vlastní hmotnost patky		264 kN	1	264 kN	1,35	356 kN
- Hmotnost zeminy nad zákl. patkou		79,2 kN	1	79,2 kN	1,35	106,9 kN
- Hmotnost patky nad terénem		0,0 kN	1	0,0 kN	1,35	0,0 kN
- Vlastní hmotnost OK billboardu		46,0 kN	1	46,0 kN	1,35	62,1 kN
- Stálé zatížení		19,4 kN	1	19,4 kN	1,35	26,2 kN
- Užité zatížení		4,6 kN	0	0,0 kN	1,5	6,9 kN
- Zatížení sněhem		0,0 kN	0	0,0 kN	1,5	0,0 kN
<b>Svislé zatížení celkem:</b>		<b>413 kN</b>		<b>409 kN</b>		<b>559 kN</b>

#### Zatížení větrem

- Vítr podélný	Posouvající síla	20,7 kN	1,5	31,1 kN
	Výška nad terénem $H =$	6,5 m	$M =$	159,4 kNm
- Vítr příčný	Posouvající síla	42,7 kN	1,5	64,1 kN
	Výška nad terénem $H =$	6,5 m	$M =$	328,8 kNm

#### Pro vítr podélný

Pro $N_{min}$	$e = M / N_{min} =$	0,59 m	<	$e_{lim} = L / 3 =$	0,73 m	$\sigma_{lim} =$	120 kPa
	$\sigma = N_{min} / b \cdot (L - 2 \cdot e) =$	99,2 kPa	<	$S_{lim} =$	120 kPa	<b>Vyhoví</b>	
Pro $N_{max}$	$e = M / N_{max} =$	0,43 m	<	$e_{lim} = L / 3 =$	0,73 m		
	$\sigma = N_{max} / b \cdot (L - 2 \cdot e) =$	104 kPa	<	$S_{lim} =$	120 kPa	<b>Vyhoví</b>	

#### Pro vítr příčný

Pro $N_{min}$	$e = M / N_{min} =$	1,21 m	<	$e_{lim} = b / 3 =$	1,33 m	<b>Vyhoví</b>
	$\sigma = N_{min} / L \cdot (b - 2 \cdot e) =$	117 kPa	<	$S_{lim} =$	120 kPa	
Pro $N_{max}$	$e = M / N_{max} =$	0,88 m	<	$e_{lim} = b / 3 =$	1,33 m	<b>Vyhoví</b>
	$\sigma = N_{max} / L \cdot (b - 2 \cdot e) =$	114 kPa	<	$S_{lim} =$	120 kPa	

### POSOUZENÍ STABILITY

- Vítr podélný	$Q_{pasivní}^k =$	413 kN	$T_{aktivní}^k =$	20,70 kN	souč. tření	
	na rameni $L =$	1,10 m	ve výšce $h =$	7,70 m	$\mu =$	0,7
- posun	$n_{posun} = \mu \cdot Q_{pasivní}^k / T_{aktivní}^k$		$=$	$0,7 \cdot 413,2 / 20,7$	$=$	<b>13,97</b> > <b>1,5</b>
- překlopení	$n_{klopící} = L \cdot Q_{pasivní}^k / h \cdot T_{aktivní}^k$		$=$	$1,1 \cdot 413 / 7,7 \cdot 20,7$	$=$	<b>2,85</b> > <b>1,5</b>
						<b>Vyhoví!</b>
- Vítr příčný	$Q_{pasivní}^k =$	413 kN	$T_{aktivní}^k =$	42,70 kN	souč. tření	
	na rameni $L =$	2,00 m	ve výšce $h =$	7,70 m	$\mu =$	0,7
- posun	$n_{posun} = \mu \cdot Q_{pasivní}^k / T_{aktivní}^k$		$=$	$0,7 \cdot 413,2 / 42,7$	$=$	<b>6,77</b> > <b>1,5</b>
- překlopení	$n_{klopící} = L \cdot Q_{pasivní}^k / h \cdot T_{aktivní}^k$		$=$	$2 \cdot 413,2 / 7,7 \cdot 42,7$	$=$	<b>2,51</b> > <b>1,5</b>
						<b>Vyhoví!</b>

## 11.8 NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY

### - NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 2,2 m x 4 m x 1,2 m - PODÉLNÝ SMĚR

#### Materiály :

Beton : C 25 / 30	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
	$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
	$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž : B 505 B	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

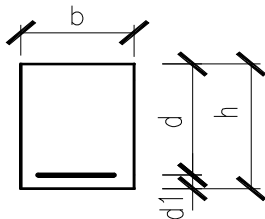
#### Geometrie patky:

Šířka patky B =	2,2 m	Výška patky H =	1,2 m	Délka patky L =	4 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 = 0,91$ m				
Vzdálenost tlaku od kraje patky	$a = 1,55$ m				

#### Vnitřní síly:

Kontaktní napětí: $\sigma_d =$	104 kPa
Návrhový ohybový moment: $M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 =$	$0,5 \cdot 104 \cdot 2,2 \cdot 1,55^2 = 273$ kNm
Návrhová posouvající síla: $V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a =$	$104 \cdot 2,2 \cdot 1,55 = 354$ kN

#### Geometrie :



Šířka průřezu b =	2200 mm
Výška průřezu h =	1200 mm
Krytí dolní výztuže $c = c_{min} + Dh =$	$75 + 10 = 85$ mm
Předpokládaný profil $\emptyset$	12
Profil horní výztuže $\emptyset_h$	0
$d_1 = c + \emptyset/2 + \emptyset_h =$	$85 + 12/2 + 0 = 91$ mm
$d = h - d_1 =$	$1200 - 91 = 1109$ mm

#### Návrh ohybové výztuže :

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{273,4292704}{2,2 \cdot 1,109^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,006 \Rightarrow \omega = 0,007$$

$$\xi = 0,00828 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

$$\zeta = 0,008$$

#### Nutná plocha výztuže :

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,007 \cdot 2,2 \cdot 1,109 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 622 \text{ mm}^2$$

Navrženo :  $\emptyset$  B 12 vzdál. s = 250 mm  $\Rightarrow$  16 ks  $\Rightarrow A_{s1} = 1810 \text{ mm}^2$

#### Posouzení ohybové výztuže :

$$d = h - (c + \emptyset/2 + \emptyset_h) = 1200 - (85 + 6 + 0) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 1810 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 771 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{771,22}{2,2 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,026 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 1,109 - 0,4 \cdot 0,026 = 1,098 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 771,22 \cdot 1,098 = 847 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 273,429 \text{ kNm} < 847,17 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

**- NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 4 m x 2,2 m x 1,2 m - PŘÍČNÝ SMĚR**

**Materiály :**

Beton :	<b>C 25 / 30</b>	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
		$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
		$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž :	<b>B 505 B</b>	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

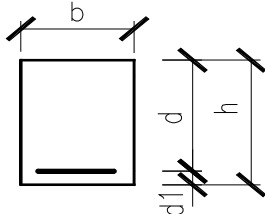
**Geometrie patky:**

Šířka patky B =	4 m	Výška patky H =	1,2 m	Délka patky L =	2,2 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 = 0,91$ m				
Vzdálenost tlaku od kraje patky	a = 0,65 m				

**Vnitřní síly:**

Kontaktní napětí:	$\sigma_d = 117$ kPa
Návrhový ohybový moment:	$M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 = 0,5 \cdot 117 \cdot 4 \cdot 0,65^2 = 97,7$ kNm
Návrhová posouvající síla:	$V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a = 117 \cdot 4 \cdot 0,65 = 302$ kN

**Geometrie :**



Šířka průřezu b =	4000 mm
Výška průřezu h =	1200 mm
Krytí dolní výztuže c = c <sub>min</sub> + Dh =	75 + 10 = 85 mm
Předpokládaný profil Ø	12
Profil horní výztuže Ø <sub>h</sub>	12
$d_1 = c + \varnothing/2 + \varnothing_h = 85 + 12/2 + 12 = 103$ mm	
$d = h - d_1 = 1200 - 103 = 1097$ mm	

**Návrh ohybové výztuže :**

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{97,651944}{4 \cdot 1,097^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,001 \Rightarrow \omega = 0,002$$

$$\xi = 0,00246 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

$$\zeta = 0,002$$

**Nutná plocha výztuže :**

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,002 \cdot 4 \cdot 1,097 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 362 \text{ mm}^2$$

**Navrženo : Ø B 12** vzdál. s = **250** mm => **9 ks => A<sub>s1</sub> = 1018 mm<sup>2</sup>**

**Posouzení ohybové výztuže :**

$$d = h - (c + \varnothing/2 + \varnothing_h) = 1200 - (85 + 6 + 12) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 1018 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 434 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{433,76}{4 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,008 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot X = 1,109 - 0,4 \cdot 0,008 = 1,106 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 433,76 \cdot 1,106 = 480 \text{ kNm}$$

$$\underline{M_{Sd} = 97,6519 \text{ kNm} < 479,62 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}}$$

Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočty základových konstrukcí



## 12 STATICKÉ POSOUZENÍ 2. NOSNÉHO SYSTÉMU V 1. VĚTRNÉ OBLASTI

### 12.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

#### 1. Z. S. - VLASTNÍ HMOTNOST

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Vlastní hmotnost je vygenerována počítačem dle příslušných objemových tíh

$$\text{Ocel: } \rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{ŽB: } \rho = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Dřevo: } \rho = 6,00 \text{ kN/m}^3$$

#### 2. Z. S. - STÁLÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Reklamní plochy P1 a P2

ks	Úhelníky	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
23	L 40 x 40	x 40	x 4,0	0,95	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,53 kN
46	L 40 x 40	x 40	x 4,0	0,99	Svislý profil	0,024 kN/m'	1,11 kN
23	L 40 x 40	x 40	x 4,0	0,55	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,31 kN
ks	T-profil	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
15	T 60 x -	x -	-	2	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,87 kN
10	T 60 x -	x -	-	1,8	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,12 kN
ks	Plech	$b$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$t$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
9	P 1 x 1000	x -	-	2	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	1,44 kN
3	P 1 x 600	x -	-	2	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,29 kN
6	P 1 x 1000	x -	-	1,8	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	0,86 kN
2	P 1 x 600	x -	-	1,8	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,17 kN

Celkové stálé zatížení od reklamní plochy:  $\Sigma G_k = 7,70 \text{ kN}$

Šířka desky billboardu

$$b = 9,6 \text{ m}$$

Výška desky billboardu

$$h = 3,6 \text{ m}$$

Pro plochu:

$$A = 34,6 \text{ m}^2$$

Stálé zatížení :

$$\Sigma G_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

$$g_k = 0,20 \quad 0,42 \quad 0,45 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}'$$

- Pochozí lávky

Výška  $h$

Tloušťka  $t$

Zatížení  $g_k$

- Podlahové rošty 30x3

30 mm

3 mm

0,22 kN/m<sup>2</sup>

Celkové stálé zatížení nosníků lávky:  $\Sigma g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$g_k = 0,06 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}'$$

### 3. - 5. Z. S. - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Zatížení od obsluhy

- 2 x obsluha - užitné lokální zatížení

$$Q_k = 3 \text{ kN}$$

- Technologie (osvětlení, nástroje při montáži atd.)

$$q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce: Pro  $b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$

Je zatížení  $q_k = 0,04 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$

### 6. Z. S. - ZATÍŽENÍ SNĚHEM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Olomouc 2 . sněhová oblast Sklon lávky  $\alpha = 0,00^\circ$

Základní tíha sněhu  $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$  Ojem. tíha sněhu  $\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$

Typ krajiny

→  $n = 1$  - Otevřená  $n = 2 [-]$  → Součinitel expozice  $C_e = 1,00 [-]$

→  $n = 2$  - Normální Součinitel tepla  $C_t = 1,00 [-]$

→  $n = 3$  - Chráněná Tvar. součinitel  $\mu_1 = 0,80 [-]$

Základní tíha sněhu  $s_{1,k} = C_e \cdot C_t \cdot \mu_1 \cdot s_k = 1,00 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,80 \text{ kN/m}^2$

Při zatěžovací šířce: Pro  $b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$

Je zatížení  $s_{1,k} = 0,23 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$

Vzhledem k tomu, že pochozí vrstvu lávky tvoří děrované podlahové rošty, tudíž nebude docházet k hromadění sněhu na ocelové konstrukci, neuvažují zatížením sněhem.

### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Olomouc 1 . větrová oblast Kategorie terénu 3 [-]

Vých. základ. rychlos  $v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$  Souč. směru větru  $C_{dir} = 1 [-]$

Parametr drsnosti terénu  $z_0 = 0,3 \text{ m}$  Souč. orografie  $C_o = 1 [-]$

Minimální výška  $z_{min} = 5 \text{ m}$  Souč. roč. obd.  $C_{season} = 1 [-]$

Maximální výška  $z_{max} = 200 \text{ m}$  Sou. turbulence  $k_i = 1 [-]$

Součinitel terénu

$$k_f = 0,19 \cdot (z_0 / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 22,5 = 22,5 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 = 316 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce  $n = 1 [-]$  Drsnost povrchu  $m = 1 [-]$

→  $n = 1$  - Hladký povrch (ocel, hladký beton) →  $m = 1$  - Pozinkovaná ocel

→  $n = 2$  - Hrubý povrch (drsny beton) →  $m = 2$  - Lesklá ocel

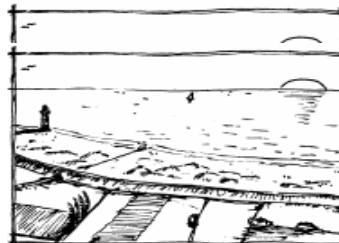
→  $n = 3$  - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky) →  $m = 3$  - Leštěný kov

Součinitel tření  $C_{fr} = 0,01 [-]$  Souč. drsn. povrchu  $k = 0,2 \text{ mm}$

**Příloha A z ČSN EN 1991-1-4:**

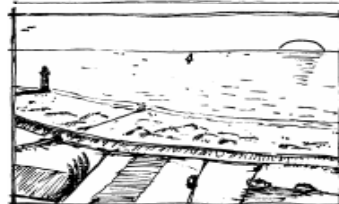
**Kategorie terénu 0**

Moře nebo pobřežní oblasti otevřené k moři.



**Kategorie terénu I**

Jezera nebo oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek.



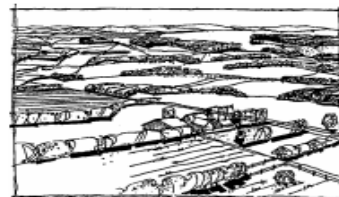
**Kategorie terénu II**

Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20 násobek výšky překážek.



**Kategorie terénu III**

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20 násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les).



**Kategorie terénu IV**

Oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto budovami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m.



## - 7. - 8. VÍTR PŘÍČNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b = 9,6 \text{ m}$	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	$h = 3,6 \text{ m}$	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5 \text{ m}$
Podchozí výška	$z_g = 4,7 \text{ m}$	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97 \text{ m}$
Výška středu desky	$z_e = 6,5 \text{ m}$	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23 \text{ m}$
Excen. výslednice	$e = 2,4 \text{ m}$	Poměr výšky a vzdál.	$a_3 / h = 0,9 [-]$

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{\min}) = k_r \cdot \ln(z_{\min} / z_0) = 0,22 \cdot 22,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

Char. střední rychlost větru

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 22,5 = 14,9 \text{ m/s} [-]$$

Intenzita turbulence

$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_l) / v_m(z) = (0,22 \cdot 22,5 \cdot 1) / 14,9 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

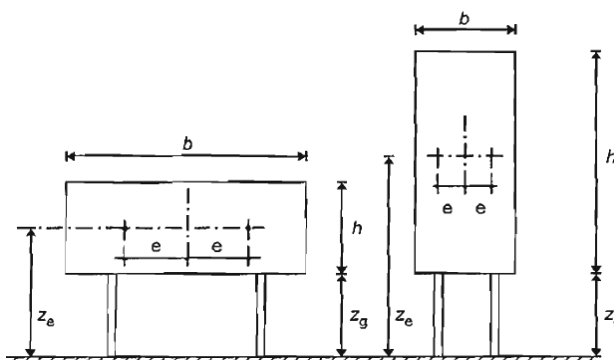
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 14,9^2 = 455 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1 [-]$  → Referenční výška je menší než 15 m.

Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1 [-]$  Souč. zastín. Záv. desky  $\Psi_s = 0,3 [-]$

Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8 [-]$  Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \Psi_s \cdot c_f = 0,68 [-]$

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšují souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8 [-]$



### Návětrná deska

Referenční plocha	$A_{ref} = 34,6 \text{ m}^2$
Součinitel síly	$c_f = 1,8 [-]$
Excentricita	$e = 2,4 \text{ m}$

### Závětrná deska

Referenční plocha	$A_{ref} = 34,6 \text{ m}^2$
Součinitel síly	$c_{f,s} = 0,68 [-]$
Excentricita	$e = 2,4 \text{ m}$

**Síla od větru - návětrná deska**

$$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 28,3 \text{ kN}$$

Trojúhelník. zatížení - návětrná deska

$$f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 7,86 \text{ kN/m}$$

Přepočet zatížení na 1 m výšky desky

$$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 2,18 \text{ kN/m}$$

Délka trojúhelníkového zatížení

$$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$$

Vzdálenost nosníků  $a_i$  od kraje desky

$$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$$

Zatěžovací šířka nosníků

$$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$$

Zatížení jednotlivých nosníků

$$w_{1,k} = 0,00 \quad 0,06 \quad 0,42 \quad 1,03 \quad 1,64 \quad 2,05 \text{ kN/m}'$$

<b>Síla od větru - závětrná deska</b>	$F_{w,2} = c_s c_d \cdot c_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 10,6 \text{ kN}$													
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska	$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 2,95 \text{ kN/m}$													
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,2} = f_{w,1} / h = 0,82 \text{ kN/m}$													
Délka trojúhelníkového zatížení	$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$													
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$													
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$													
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{2,k} = \mathbf{0,00 \quad 0,02 \quad 0,16 \quad 0,39 \quad 0,61 \quad 0,77 \text{ kN/m'}}$													
$\alpha$	Trub- [°] ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TR $\emptyset$	273	8,0	7,30	6,80	0,67	15,1	0,32	464	4,96	0,76	0,81	0,61	<b>0,08</b>
-	TR $\emptyset$	114	8,0	1,40	5,10	0,61	13,7	0,35	409	1,95	1,09	0,72	0,78	<b>0,04</b>
-	TR $\emptyset$	108	5,0	2,13	6,80	0,67	15,1	0,32	464	1,96	1,08	0,77	0,83	<b>0,04</b>
$\alpha$	Jekly	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	TR $\square$	150	150	1,40	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,15	0,77	1,37	<b>0,10</b>

## - 9. VÍTR PODÉLNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b = 9,6 \text{ m}$	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	$h = 3,6 \text{ m}$	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5 \text{ m}$
Podchozí výška	$z_g = 4,7 \text{ m}$	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97 \text{ m}$
Výška středu desky	$z_e = 6,5 \text{ m}$	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23 \text{ m}$
Součinel síly	$c_f = 1,8 \text{ [-]}$	Návětrná plocha desek	$A_{ref} = 19,7 \text{ m}^2$

<b>Síla od větru na desky</b>	$F_{w,3} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 16,1 \text{ kN}$
Spojité zatížení - návětrná deska	$f_{w,3} = F_{w,1} / b = 1,68 \text{ kN/m}$
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky	$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 0,47 \text{ kN/m}$
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky	$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$
Zatěžovací šířka nosníků	$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$
Zatížení jednotlivých nosníků	$w_{3,k} = \mathbf{0,42 \quad 0,89 \quad 0,93 \quad 0,93 \quad 0,89 \quad 0,42 \text{ kN/m'}}$

### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$	Válc.	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_l$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0	IPE	140	73	4,00	6,42	0,66	14,8	0,33	453	-	2,00	0,89	1,78	<b>0,11</b>
0	HEA	152	160	5,47	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,91	1,82	<b>0,13</b>
0	HEA	152	160	4,54	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,89	1,79	<b>0,13</b>
0	HEA	152	160	3,50	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,87	1,73	<b>0,12</b>
0	HEA	152	160	2,47	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,83	1,66	<b>0,12</b>
0	HEA	152	160	1,43	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,77	1,54	<b>0,11</b>
0	HEA	152	160	0,50	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,00	0,68	1,36	<b>0,10</b>

$\alpha$ [°]	Trub- ky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TR $\emptyset$	273	8,0	7,30	6,80	0,67	15,1	0,32	464	4,96	0,76	0,81	0,61	<b>0,08</b>
-	TR $\emptyset$	114	8,0	1,40	5,10	0,61	13,7	0,35	409	1,95	1,09	0,72	0,78	<b>0,04</b>
-	TR $\emptyset$	108	5,0	2,13	6,80	0,67	15,1	0,32	464	1,96	1,08	0,77	0,83	<b>0,04</b>

$\alpha$ [°]	Jekly	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$c_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$c_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
90	TR $\square$	150	150	1,40	6,80	0,67	15,1	0,32	464	-	2,15	0,77	1,37	<b>0,10</b>

#### - 10. ZATÍŽENÍ NÁMRAZOU

$$v_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Olomouc R2 Třída námrazy Hmotn. námrazy  $m_k = 0,9$  kg/m

Uvažuji umístění billboardů v oblasti se třídou námrazy R2 – hmotnost námrazy  $m_k = 0,9$  kg/m. S přihlédnutím k umístění, charakteru a členění objektu, není nutné uvažovat zatížení námrazou.

#### - 11. ZATÍŽENÍ SEIZMICITOU

$$v_f = 1 [-]$$

Třída významu konstrukce  $n = 1 [-]$  → Souč. významu  $Y_1 = 0,80 [-]$

→  $n = 1$  - Stavby malého významu (zemědělské stavby)

→  $n = 2$  - Stavby běžného významu (rodinné domy)

→  $n = 3$  - Stavby, jejichž seizmická odolnost je důležitá (např. školy, společenské haly, atd.)

→  $n = 4$  - Stavby, jejichž neporuš. během zemětř. je životně důležitá (např. nemocnice)

Oblast: Území ČR 3 .seizmická oblast Ref. zrychl. půdy  $a_{gR} = 0,04 [-]$

Typ podloží dle normy E Součinitel podloží  $S = 1,40 [-]$

Součinitel  $a_g S = a_{gR} \cdot Y_1 \cdot S = 0,04 \cdot 0,80 \cdot 1,4 = 0,04$  g < 0,05 g

Jedná se o velmi malou seizmicitu - není nutné uvažovat seizmické zatížení!

Jak prokázal výpočet výše, ocelovou konstrukci billboardu, lze bez obav umístit až do 3. seizmické oblasti s referenčním zrychlením základové půdy  $a_{gR} = 0,04$  g a nejméně únosným podložím (dle normy typ E), aniž by bylo nutné uvažovat seizmické zatížení.

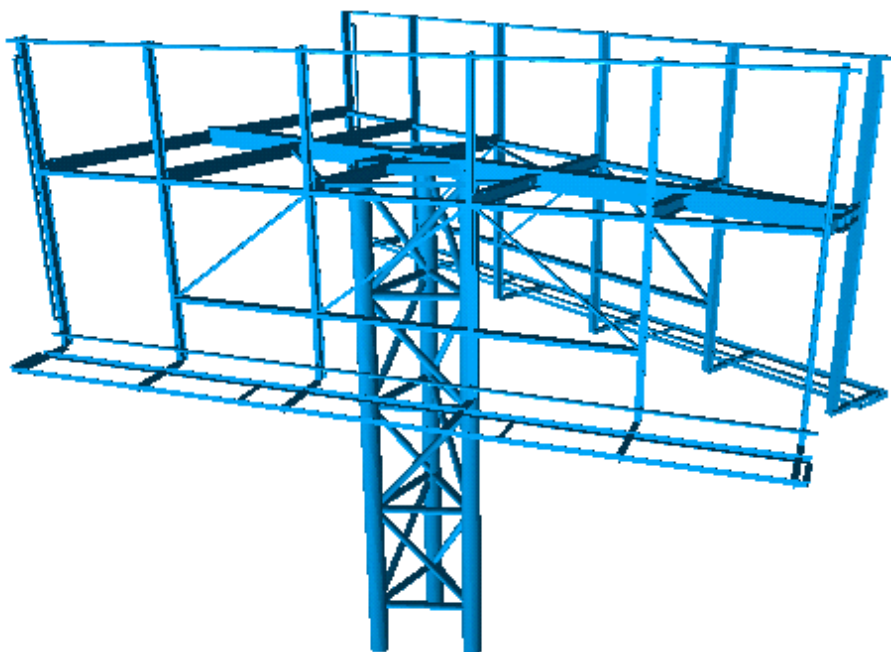
#### - 12. MIMOŘÁDNÉ ZATÍŽENÍ - NÁRAZ VOZIDLA

$$v_f = 1 [-]$$

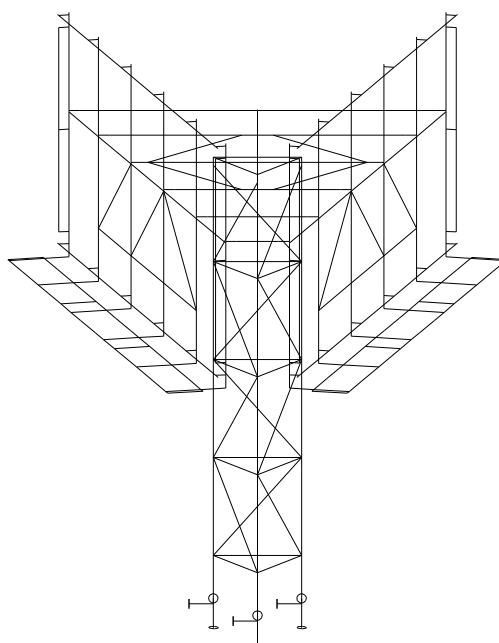
Ocelová konstrukce billboardu, bude umístěna v oblastech, kde se nepředpokládá, že by mohlo dojít k nárazu vozidla, tudíž neuvažují žádné mimořádné zatížení vyvolané nárazem vozidla.

## 12.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

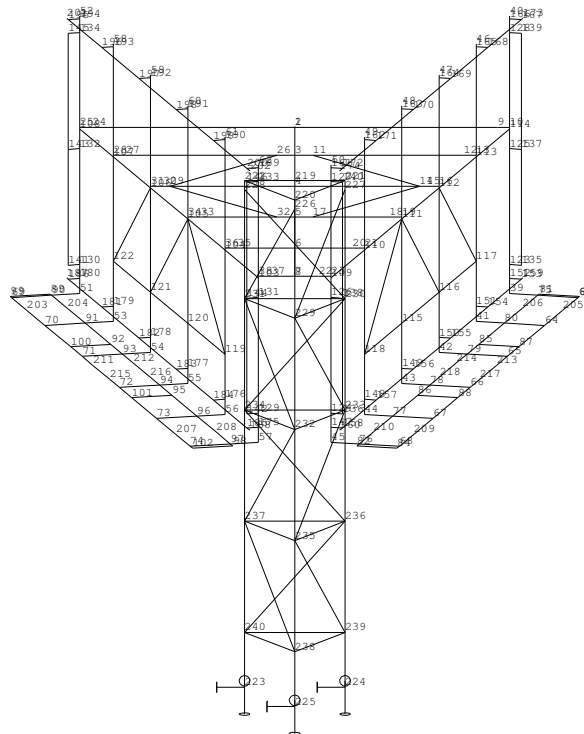
### VSTUPNÍ HODNOTY



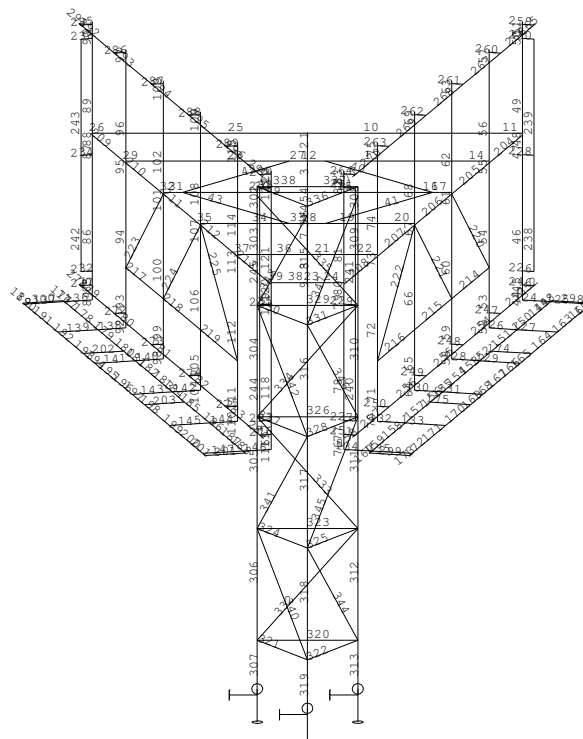
**3D MODEL**



**GEOMETRICKÉ SCHÉMA**

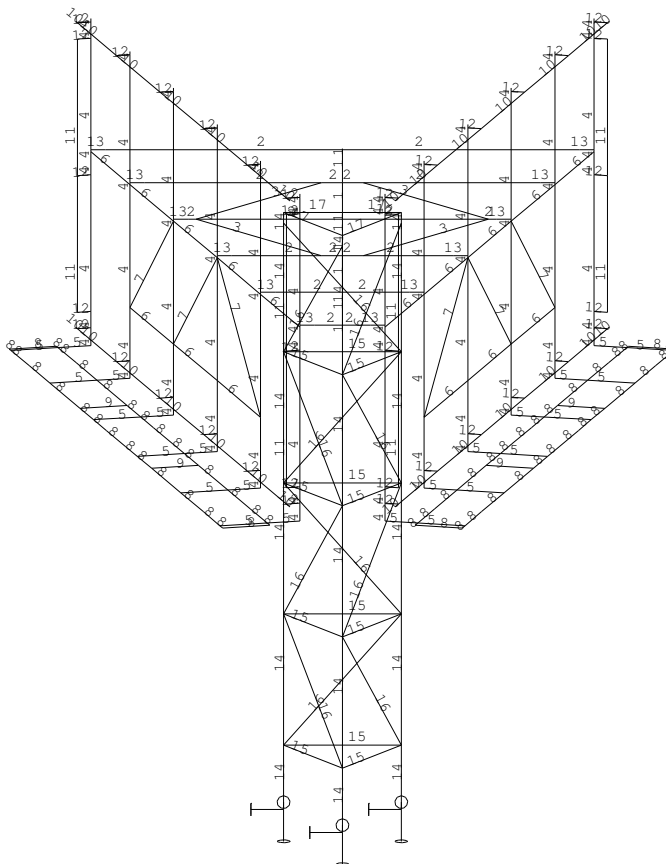


**ČÍSLA UZLŮ**



**ČÍSLA PRUTŮ**





**ČÍSLA PROFILŮ**

### **ZÁKLADNÍ DATA**

Počet uzlů:	240
Počet prutů:	347
Počet maker 1D:	114
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	17
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

### **MATERIÁL**

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa

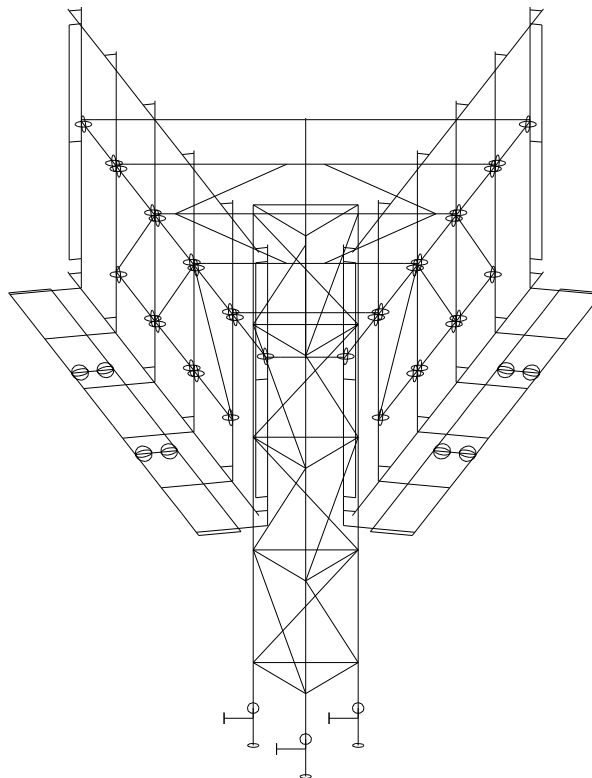
Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>
Roztažnost	1.2 · 10 <sup>-5</sup> mm/mm.K

### VÝPIS MATERIÁLU

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/8	S 235	0.06	9378.09	567.59
2	HEA160	S 235	0.03	18909.81	575.95
3	L60/6	S 235	0.01	9753.27	52.91
4	IPE140	S 235	0.01	47880.00	617.53
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	IPE160	S 235	0.02	2081.71	32.83
14	B273/8	S 235	0.05	21861.00	1131.85
15	B114.3/8	S 235	0.02	16800.00	348.91
16	B108/5	S 235	0.01	25444.90	320.03
17	K150/150/5	S 235	0.02	4200.00	95.28

Celková hmotnost konstrukce: 4685.56 kg

Nátěrová plocha: 137635105.80 mm<sup>2</sup>



**KLOUBY**

### **PODPORY**

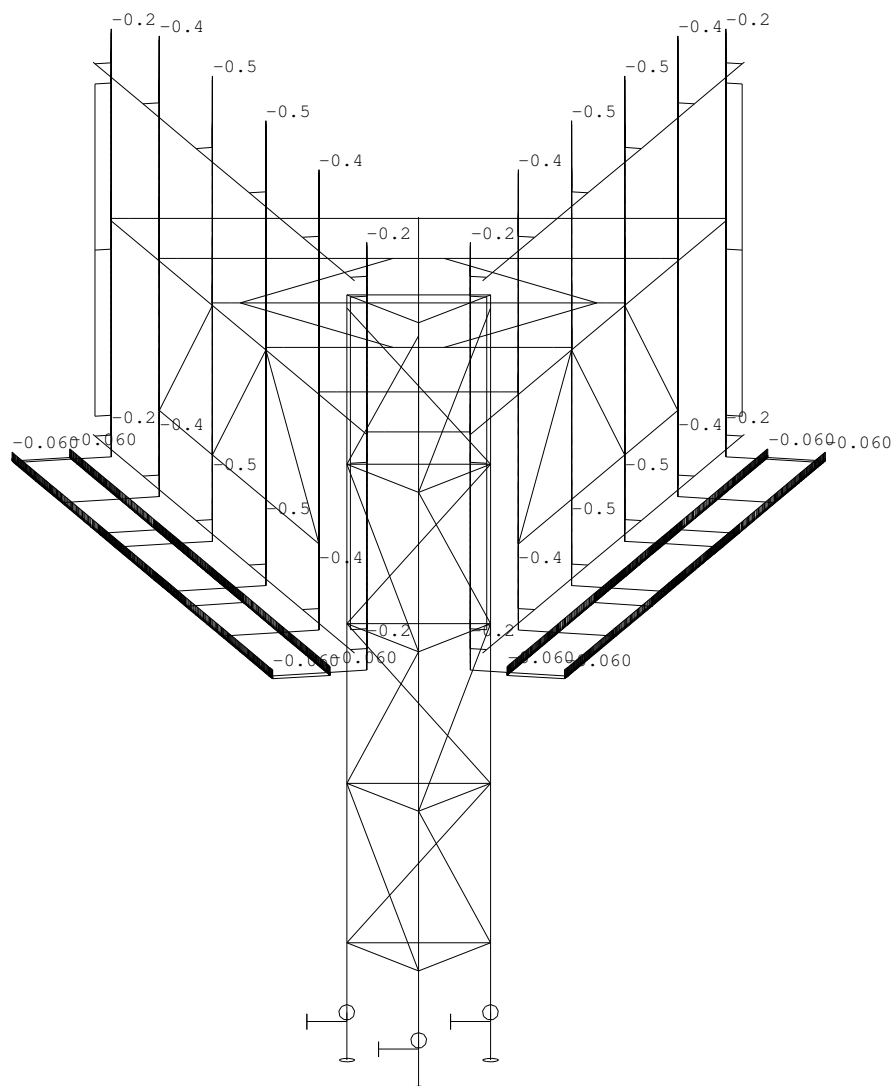
podpora	uzel	typ	Velikost mm
1	223	XYZ	200.00
2	224	XYZ	200.00
3	225	XYZ	200.00

### **ZATĚŽOVACÍ STAVY**

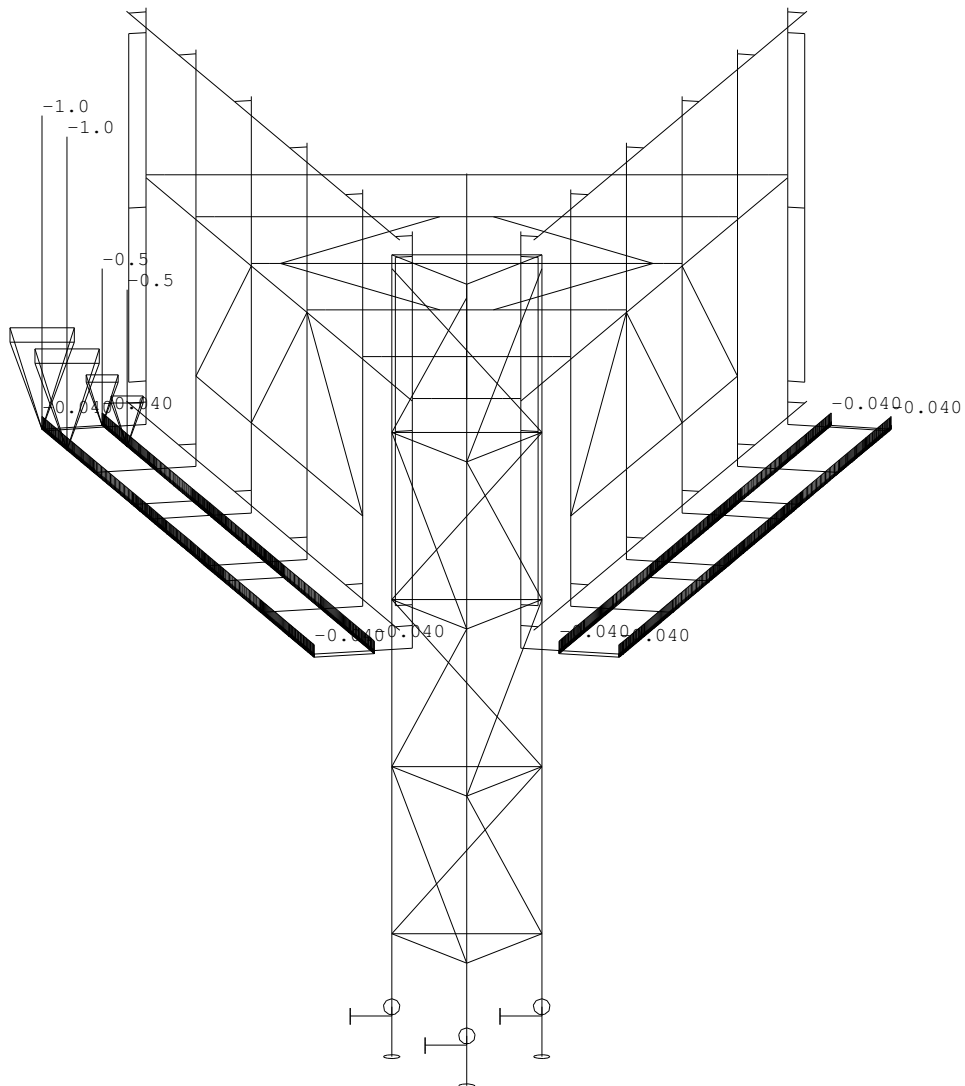
Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

### SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

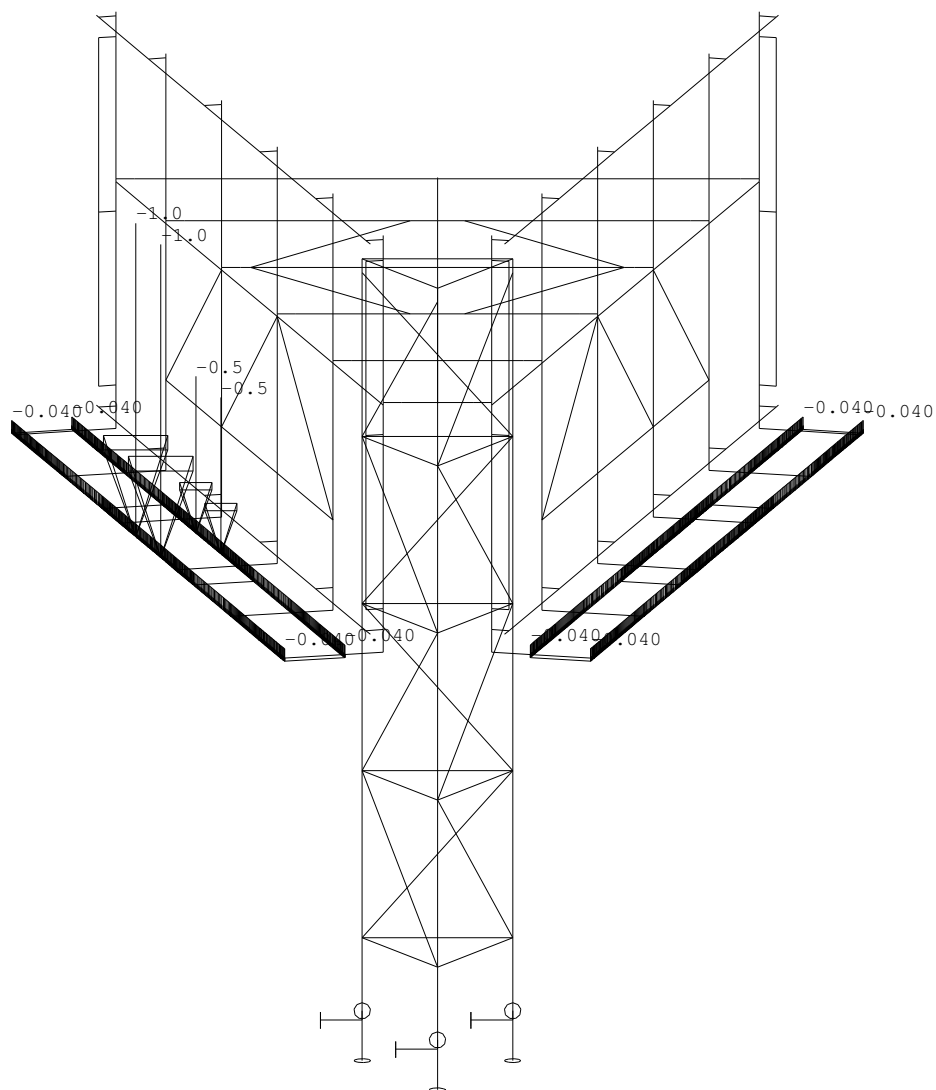
Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy



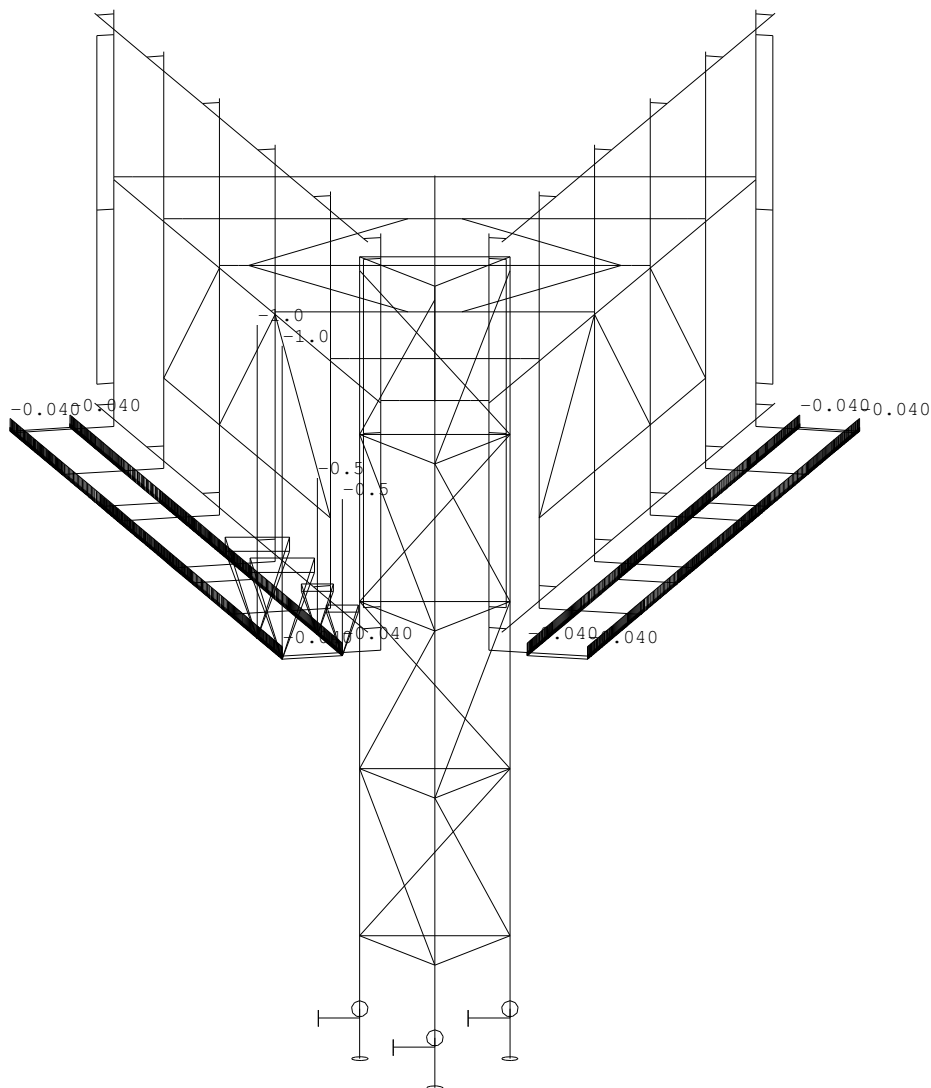
### **SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 2 - STÁLÉ ZATÍŽENÍ**



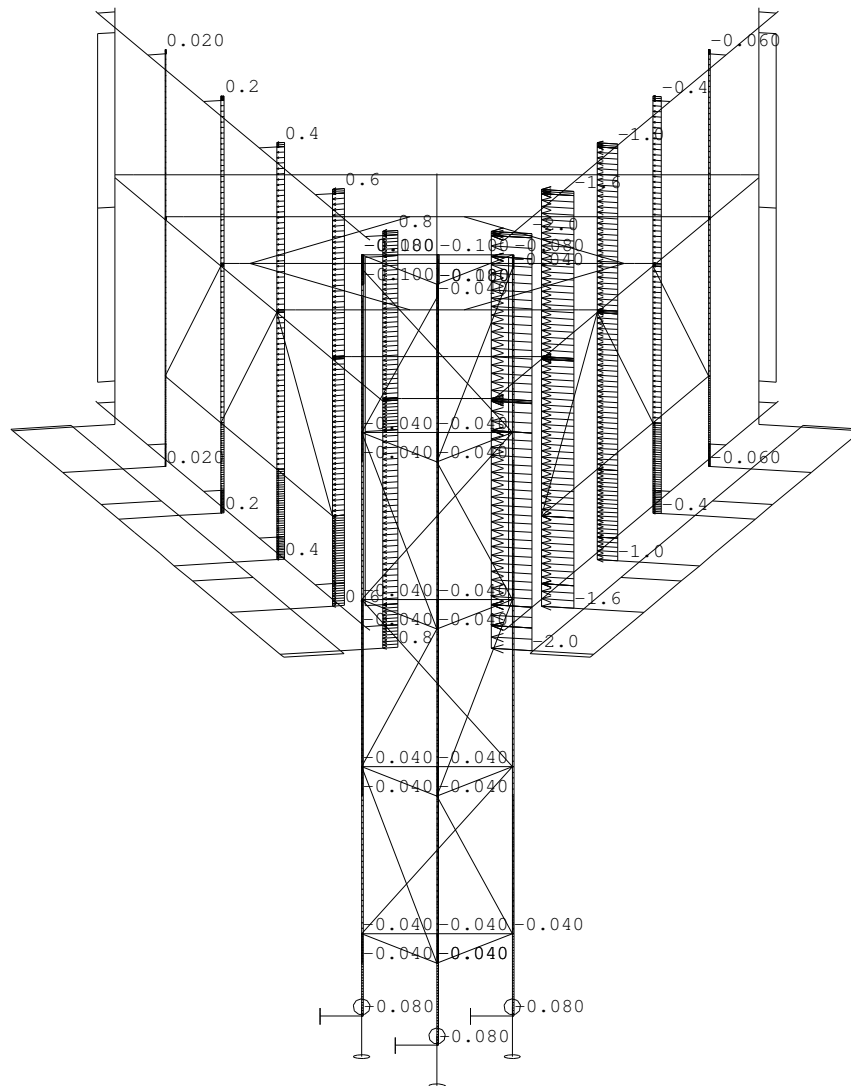
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 3 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_1**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 4 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_2**

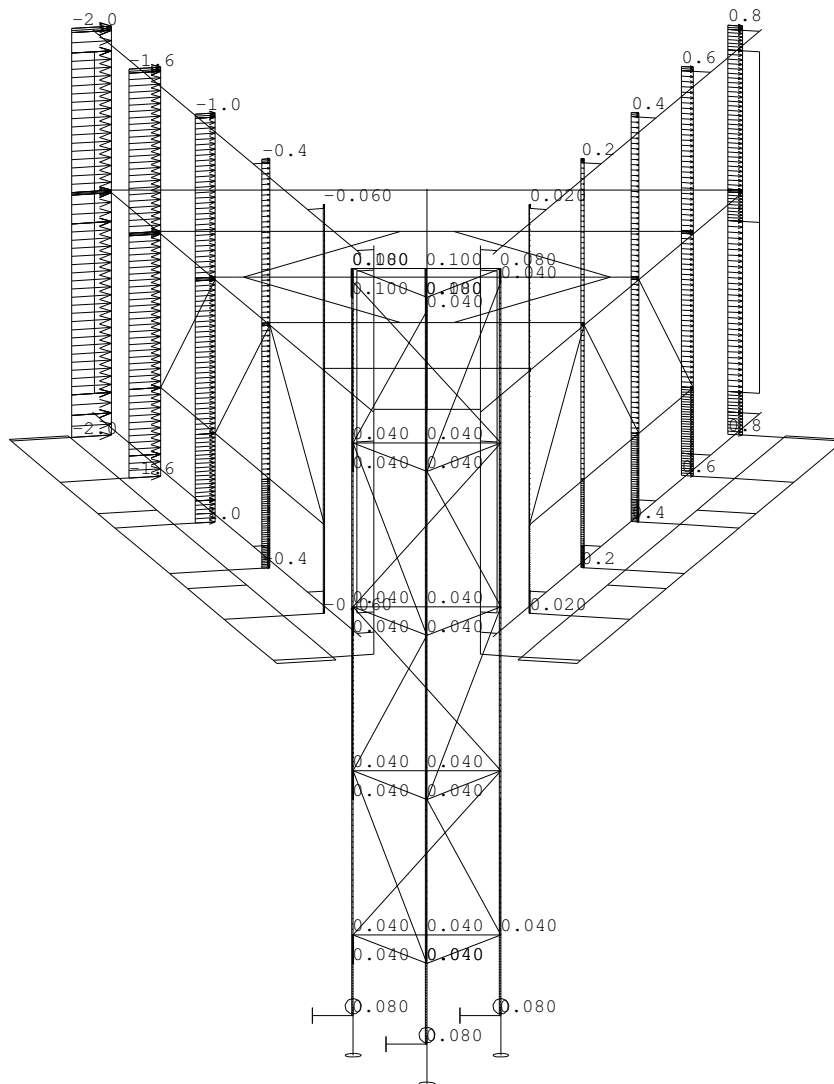


**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 5 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_3**

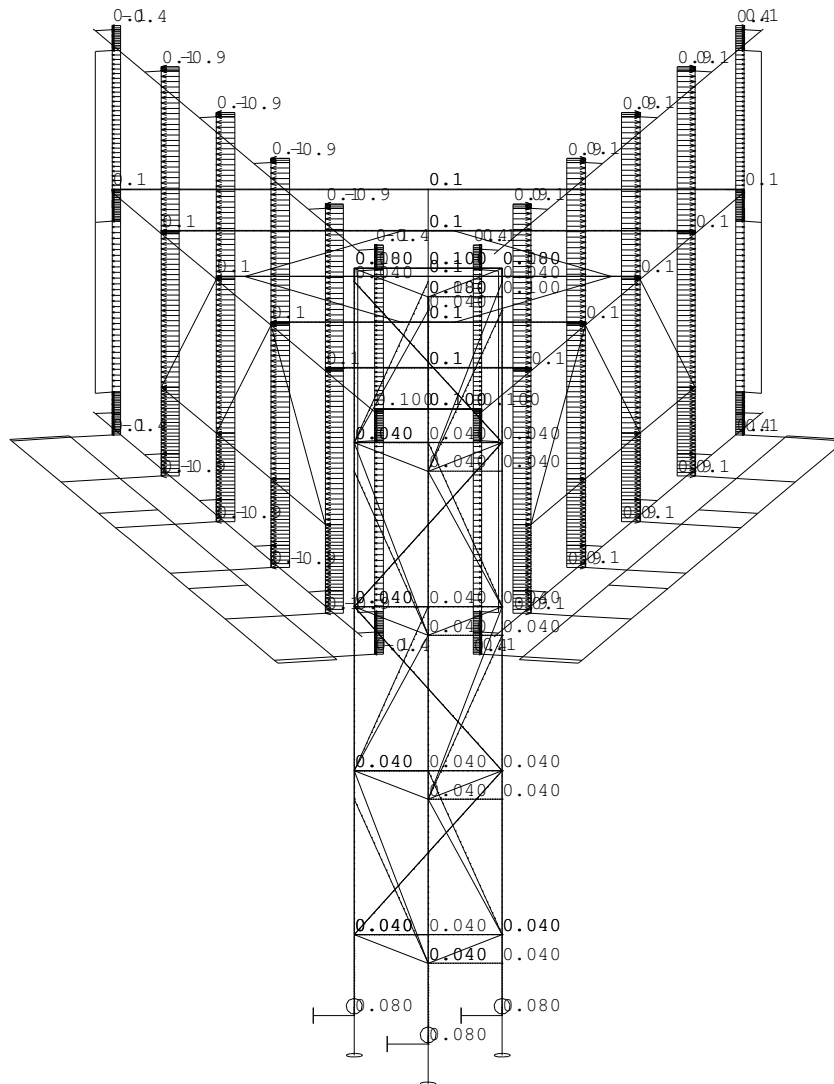


**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 6 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_1**





**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 7 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_2**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 8 - VÍTR PODÉLNÝ**

**ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

- 1: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2
- 2: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2
- 3: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2 / 1.50-ZS3 / 1.50-ZS4 / 1.50-ZS5 / 0.90-ZS6 / 0.90-ZS7 / 0.90-ZS8
- 4: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.50-ZS3 / 1.50-ZS4 / 1.50-ZS5 / 0.90-ZS6 / 0.90-ZS7 / 0.90-ZS8
- 5: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2 / 0.00-ZS3 / 0.00-ZS4 / 0.00-ZS5 / 1.50-ZS6 / 1.50-ZS7 / 1.50-ZS8

6: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 0.00-ZS3 / 0.00-ZS4 / 0.00-ZS5 / 1.50-ZS6 / 1.50-ZS7  
/ 1.50-ZS8

### **ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2  
2: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.00-ZS3 / 1.00-ZS4 / 1.00-ZS5  
3: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.00-ZS6 / 1.00-ZS7 / 1.00-ZS8  
4: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.00-ZS3 / 1.00-ZS4 / 1.00-ZS5 / 1.00-ZS6 / 1.00-ZS7  
/ 1.00-ZS8

### **VÝPIS VYGENEROVANÝCH VŠECH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

1/ 1.00-ZS1·1.00-ZS2	20/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS8
2/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2	21/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS6
3/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+0.90-ZS6	22/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS7
4/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+0.90-ZS7	23/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS6
5/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+0.90-ZS8	24/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS8
6/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3	25/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS7
7/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4	26/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS6
8/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5	27/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS8
9/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS6	28/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS7
10/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS7	29/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS8
11/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS8	30/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS6
12/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+0.90-ZS6	31/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS7
13/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+0.90-ZS7	32/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS6
14/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+0.90-ZS8	33/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS8
15/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3	34/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS7
16/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4	35/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS6
17/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5	36/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS8
18/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS6	37/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS7
19/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS7	38/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS8

### **VÝPIS VŠECH VYGENEROVANÝCH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2	10/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4+1.00-ZS6
2/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3	11/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3+1.00-ZS8
3/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4	12/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4+1.00-ZS7
4/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5	13/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5+1.00-ZS6
5/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS6	14/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4+1.00-ZS8
6/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS7	15/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5+1.00-ZS7
7/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS8	16/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5+1.00-ZS8
8/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3+1.00-ZS6	
9/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3+1.00-ZS7	

## PROTOKOL O VÝPOČTU

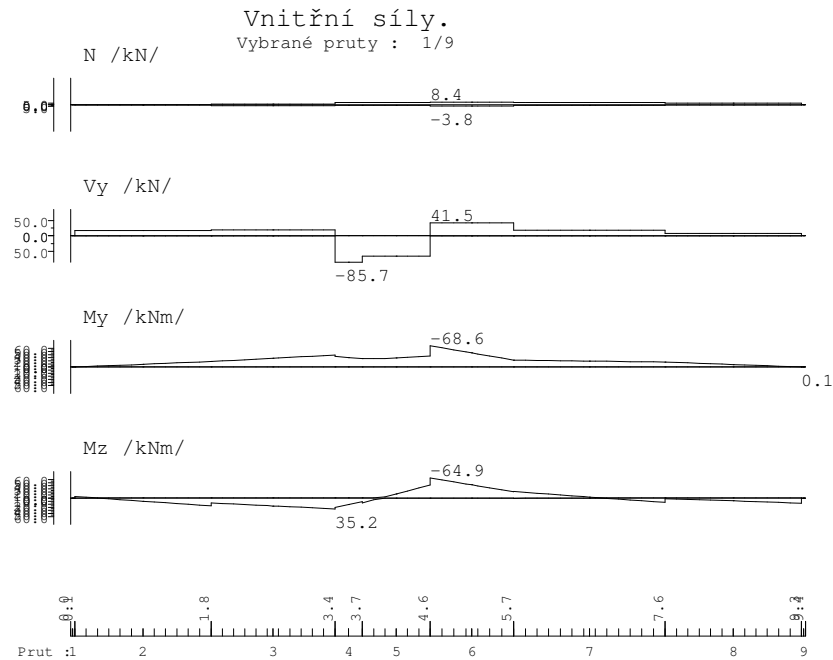
Lineární výpočet

Počet 2D prvků	0
Počet 1D prvků	301
Počet uzlů sítě	220
Počet rovnic	1320
Zatěžovací stavy	ZS 1 VLASTNÍ HMOTNOST
	ZS 2 STÁLÉ ZATÍŽENÍ
	ZS 3 UŽITNÉ_1_VARIANTA
	ZS 4 UŽITNÉ_2_VARIANTA
	ZS 5 UŽITNÉ_3_VARIANTA
	ZS 6 VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1
	ZS 7 VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2
	ZS 8 VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1
Spuštění výpočtu	11.12.2017 13:18
Konec výpočtu	11.12.2017 13:18

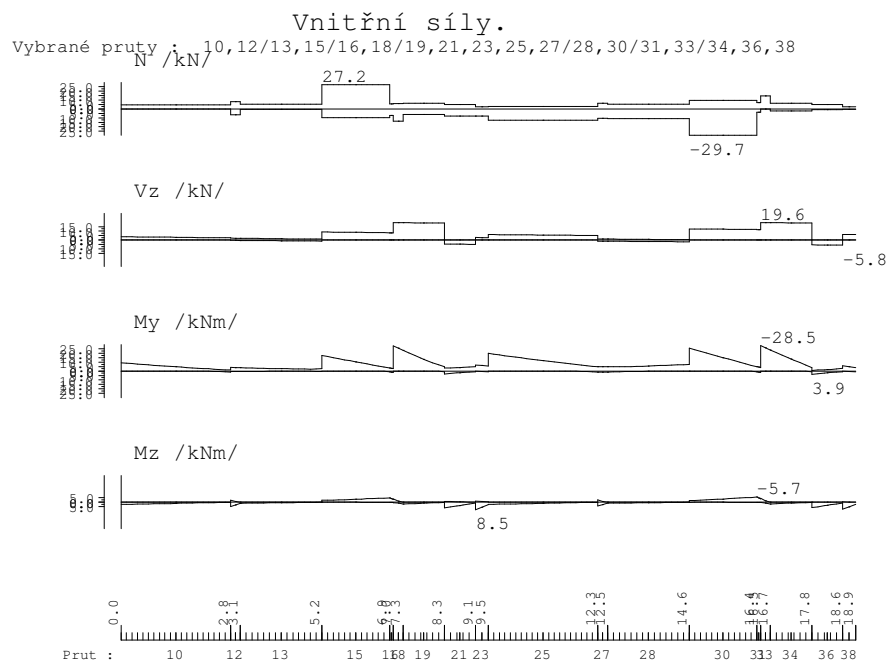
## SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

		X	Y	Z
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-46,9
	reakce v uzlech	0.0	0.0	46,9
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19.4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 6	zatížení	-3,4	-30,6	0.0
	reakce v uzlech	3,4	30,6	0.0
Z. S. 7	zatížení	-3,4	30,6	0.0
	reakce v uzlech	3,4	-30,6	0.0
Z. S. 8	zatížení	11,2	0.0	0.0
	reakce v uzlech	-11,2	0.0	0.0

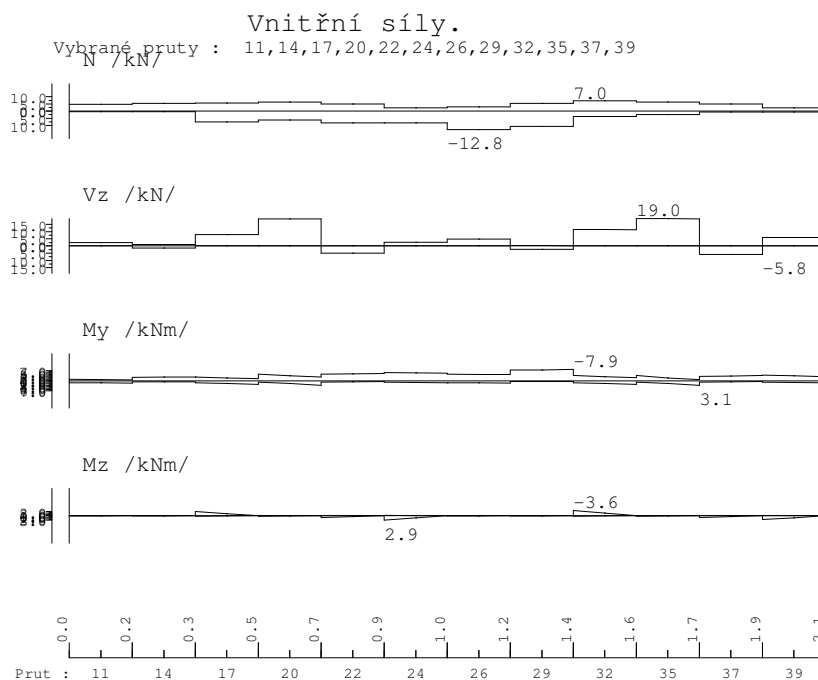
## VÝSTUPNÍ HODNOTY



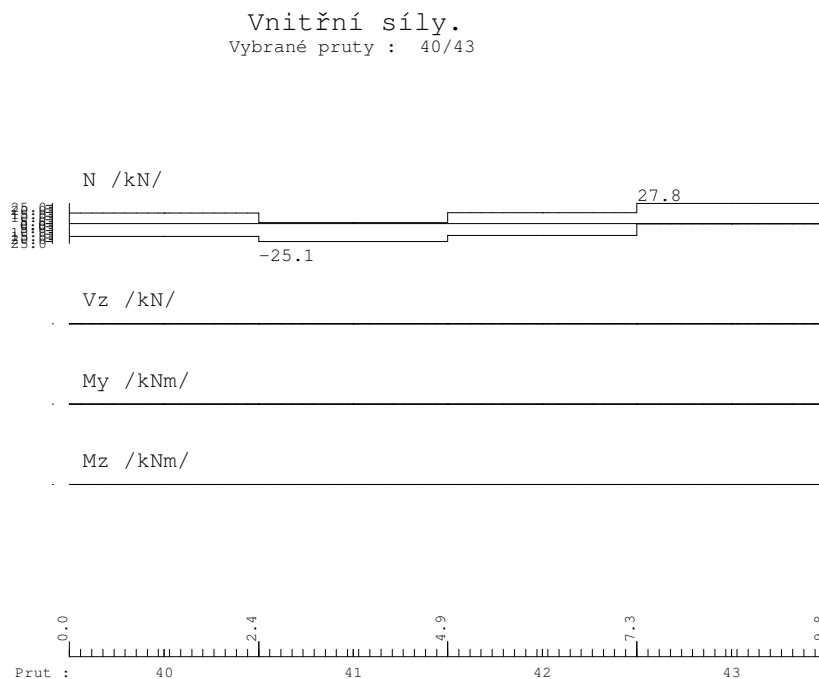
## VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL



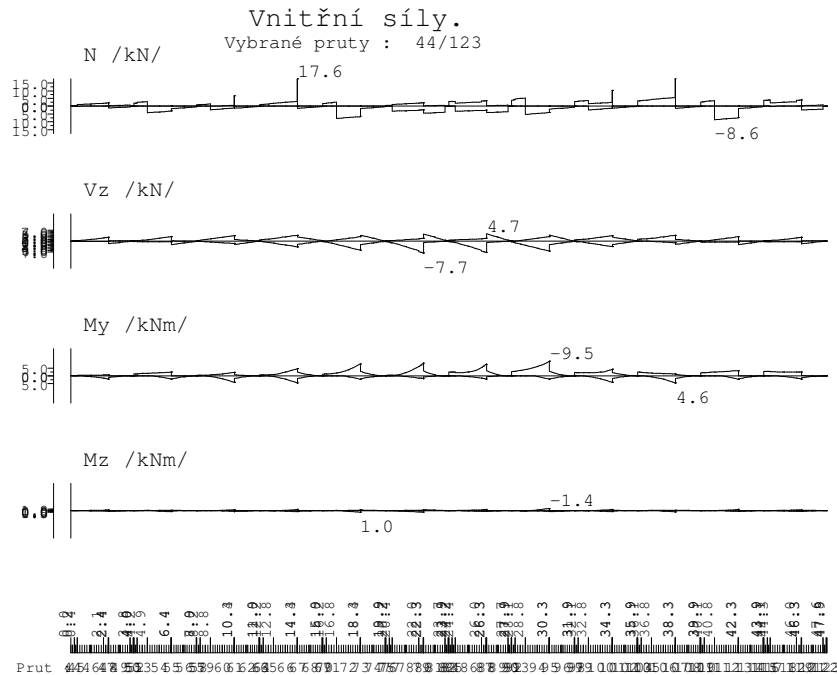
## VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍČNÍKY



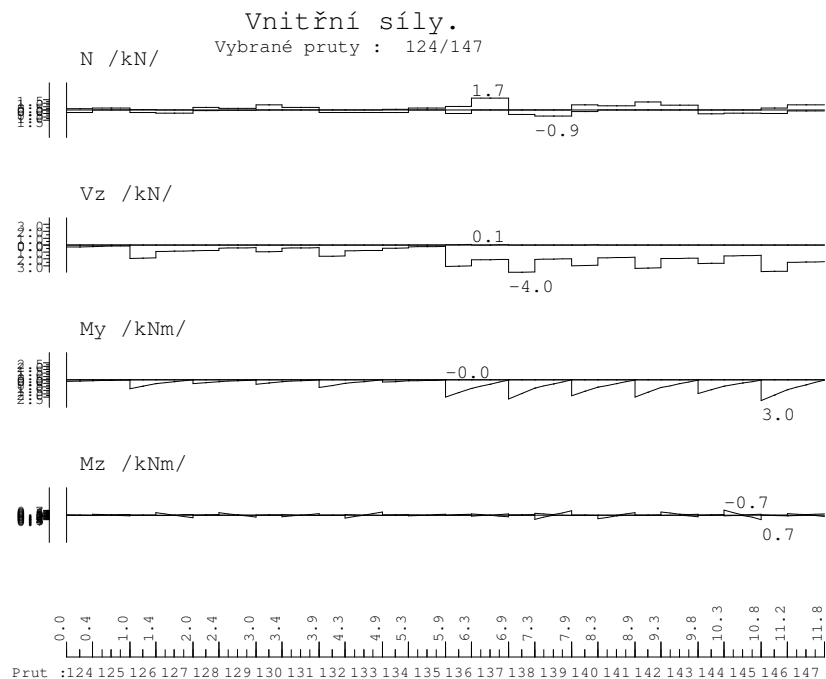
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ**

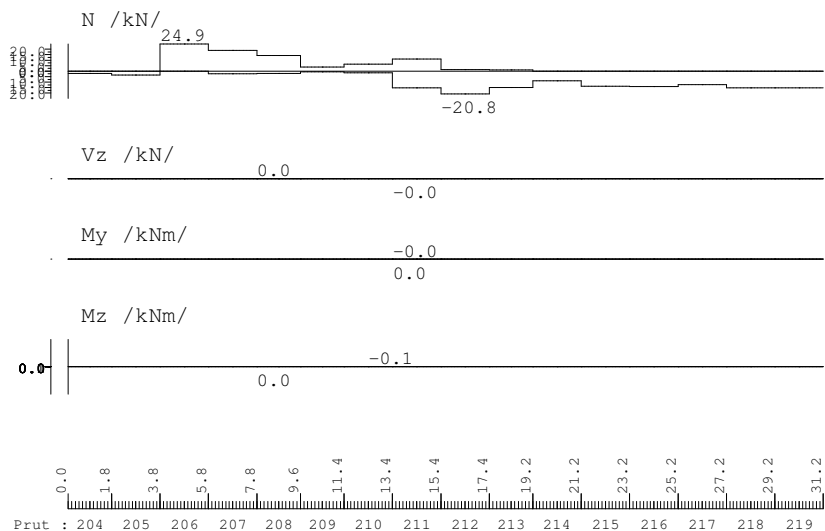


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - NOSÍKY PLOCHY**



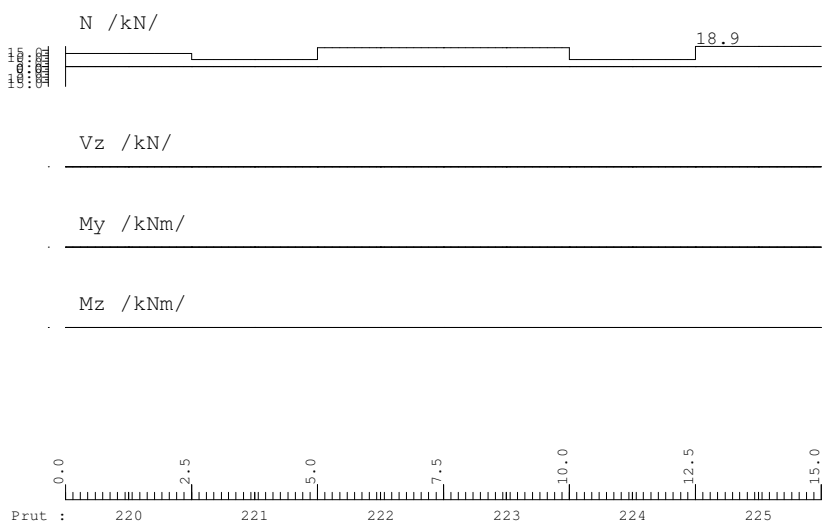
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - KONZOLY**

Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 204/219



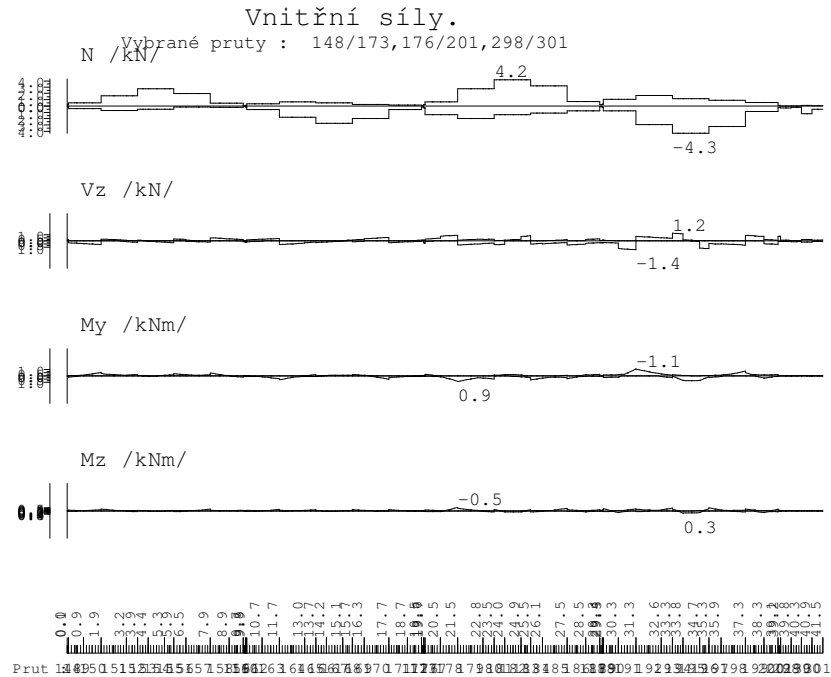
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PODÉLNÉ ZTUŽIDLO**

Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 220/225

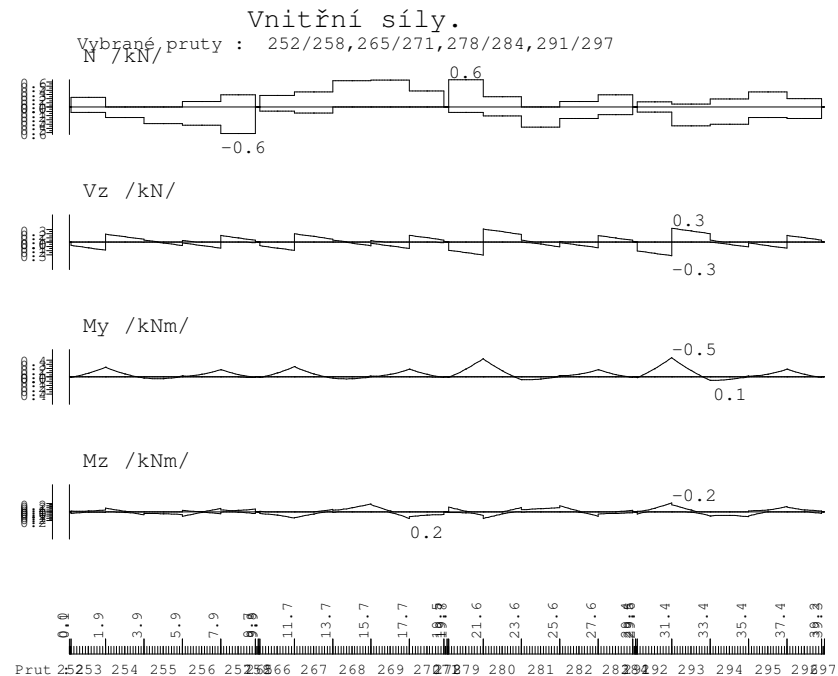


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY**

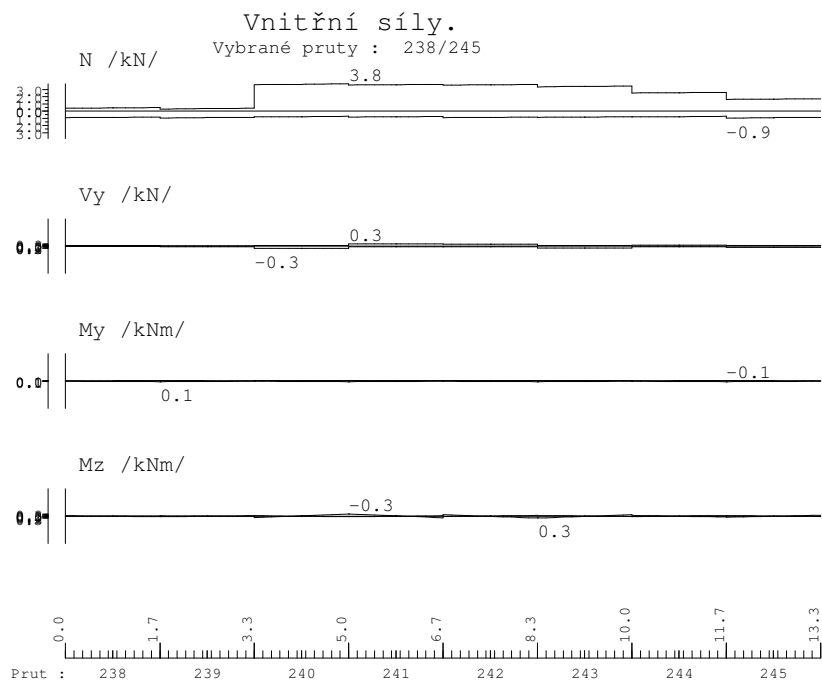




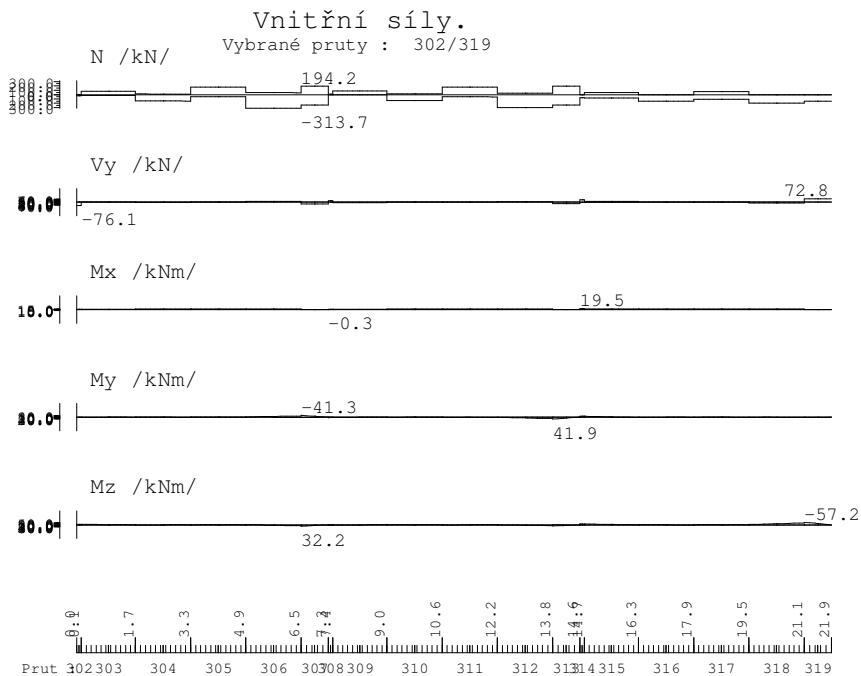
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - NOSNÍKY LÁVKY**



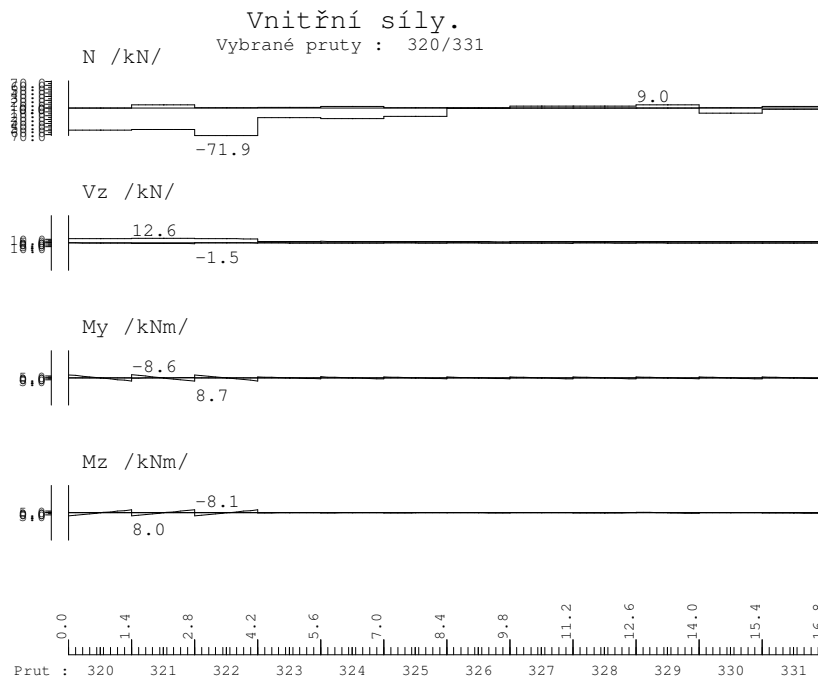
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PODÉLNÉ TRUBKY**



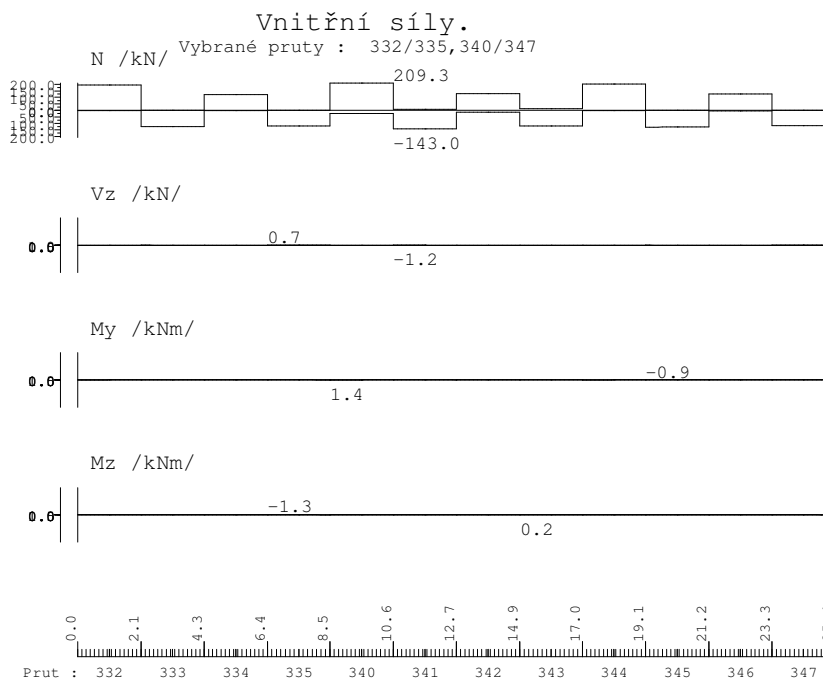
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - SVISLÉ TRUBKY**



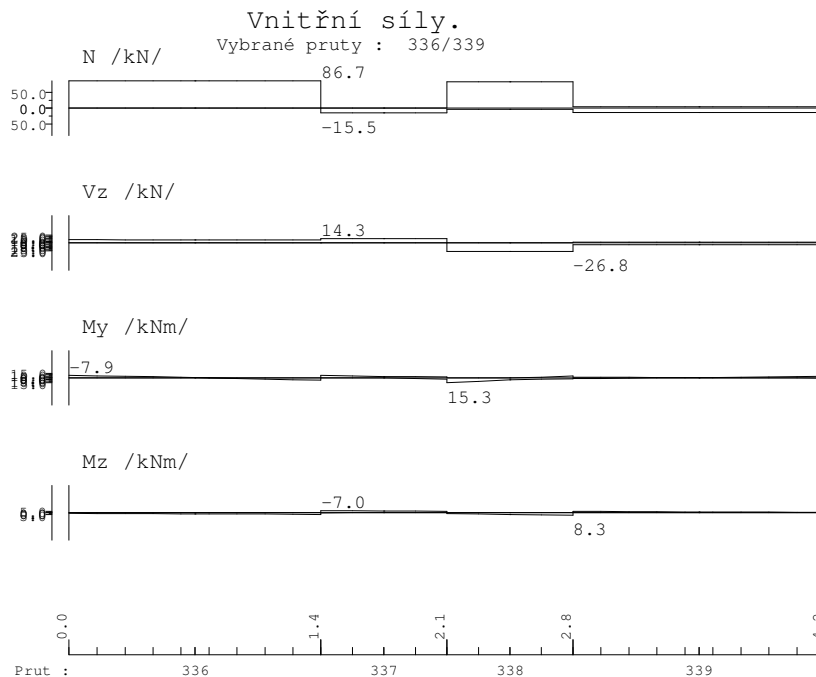
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 – NÁROŽNÍKY TUBUSU**



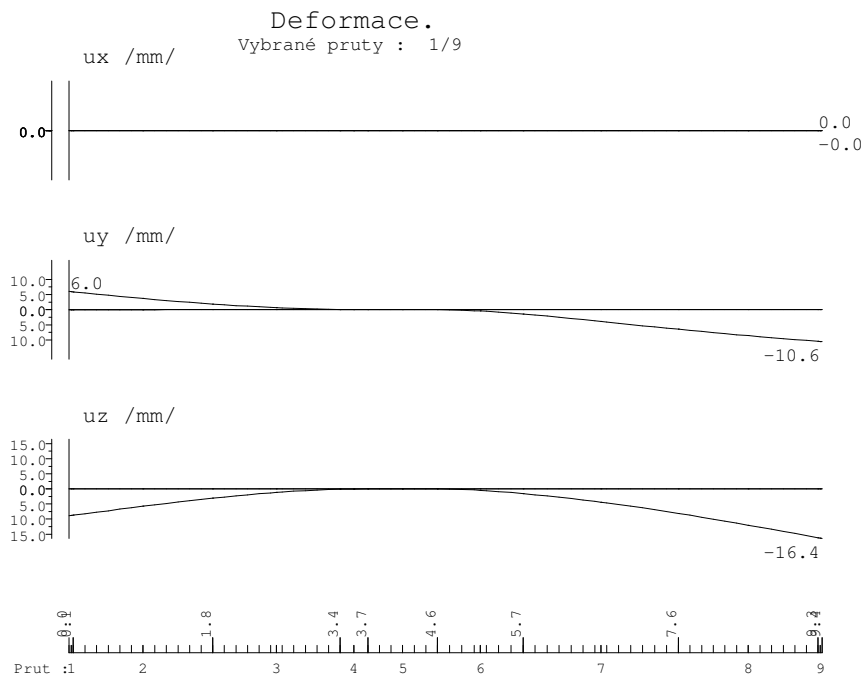
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 – SVISLICE TUBUSU**



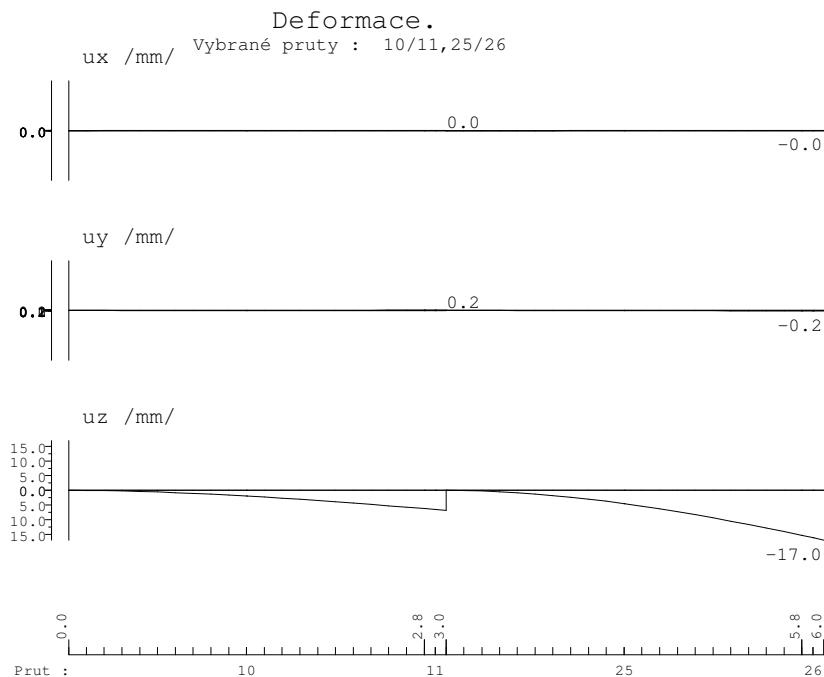
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 – DIAGONÁLY TUBUSU**



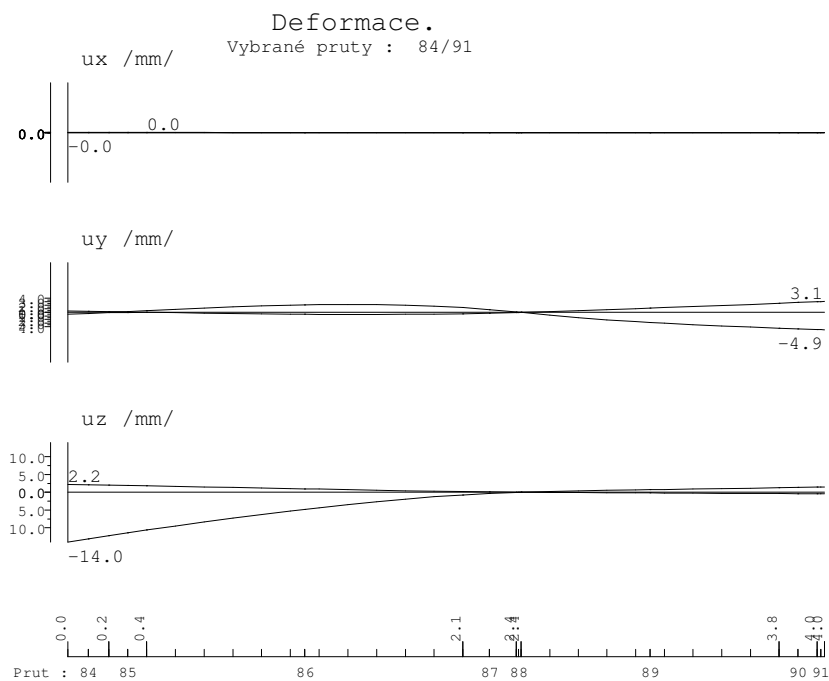
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - VAHADLO**



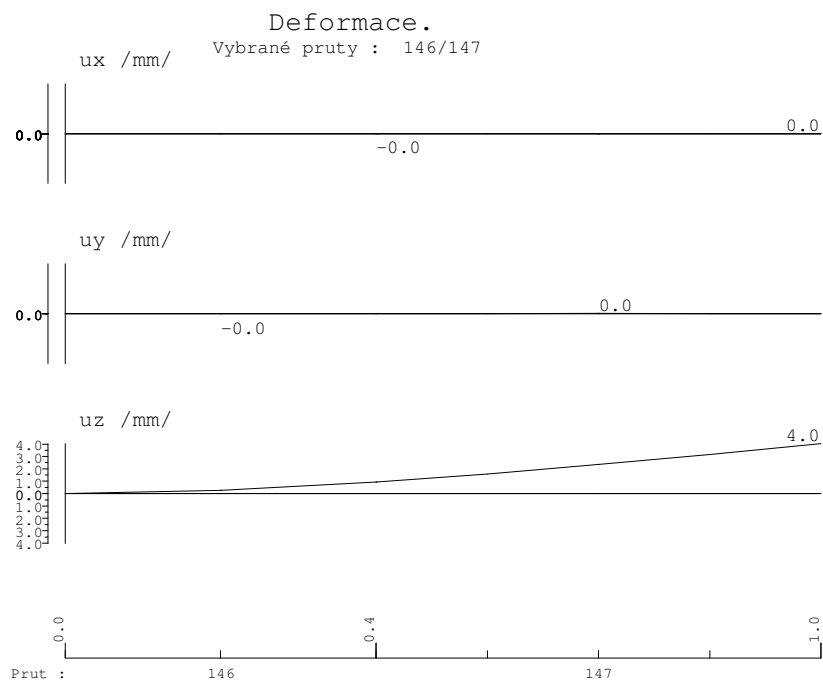
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL**



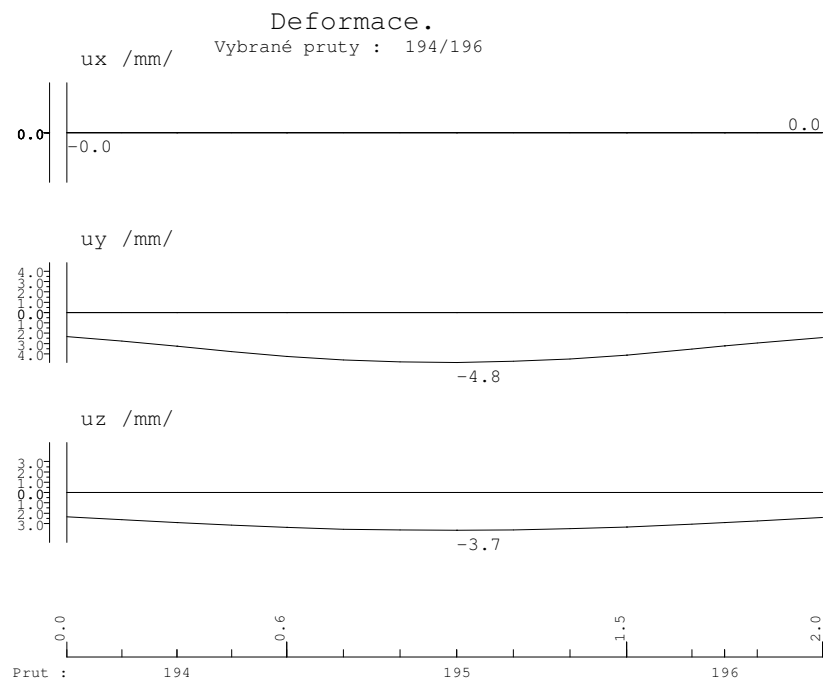
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - PŘÍČNÍKY**



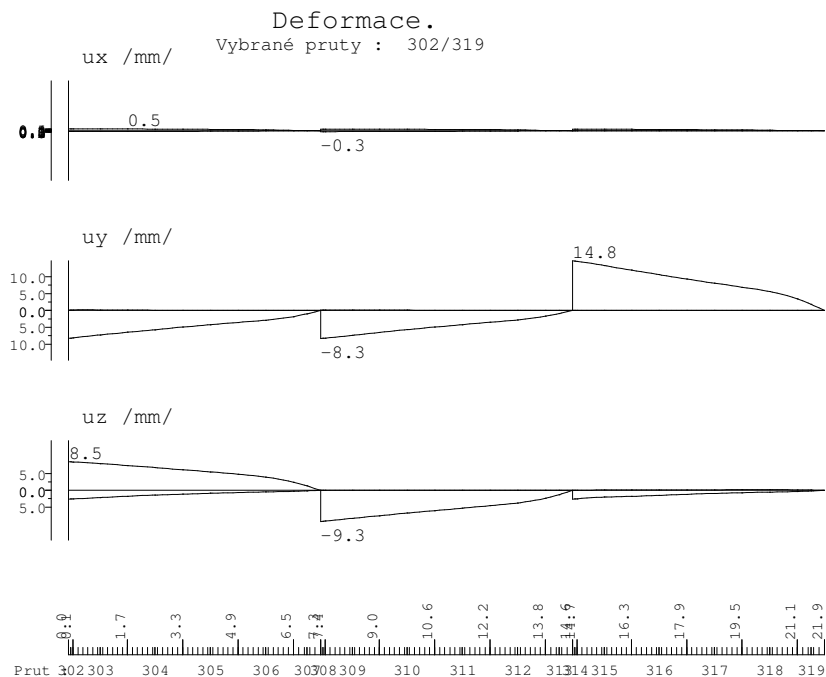
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - NOSNÍKY PLOCHY**



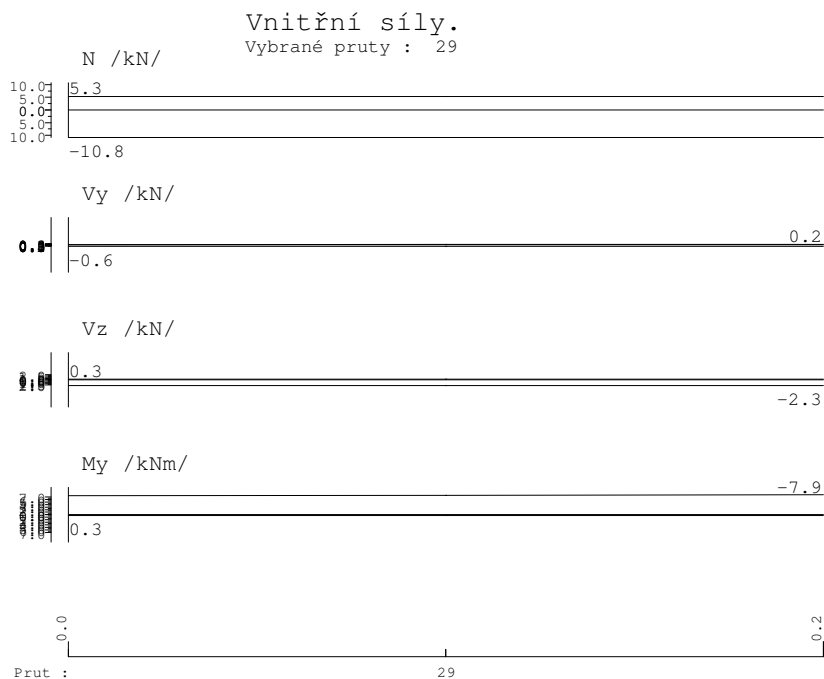
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - KONZOLY**



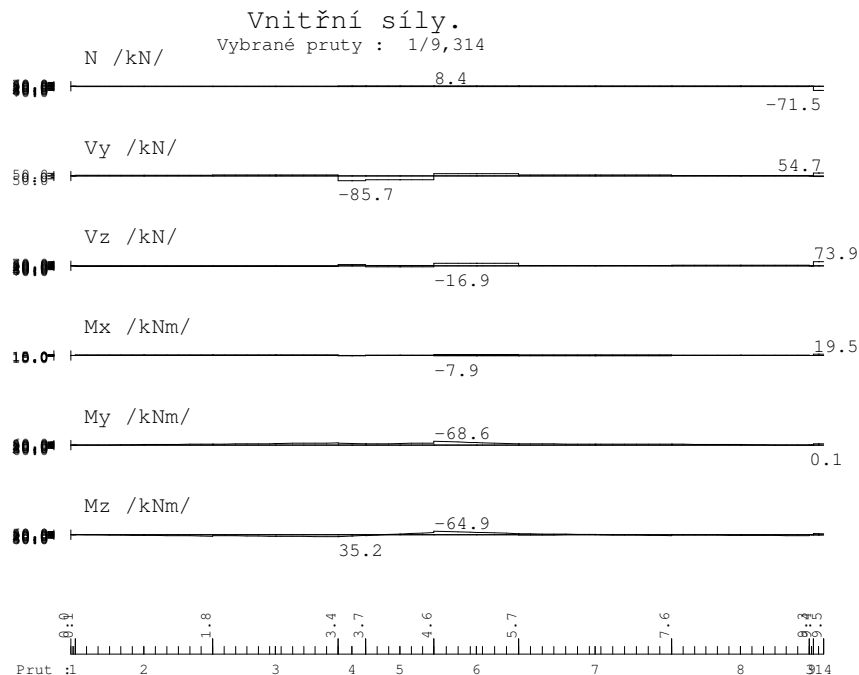
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - NOSNÍKY LÁVKY**



**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - NÁROŽNÍKY TUBUSU**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PŘÍPOJ PŘIPOJOVACÍCH KONZOLEK  
A PŘÍČNÍKŮ**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PŘÍPOJ PODÉLNÍKU K TUBUSU**

**REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH. GLOBÁLNÍ EXTRÉM**

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	223	18	<b>52.43</b>	-14.92	<b>241.49</b>	0.00	0.00	0.00
2	224	9	<b>-53.29</b>	-11.96	-193.83	0.00	0.00	0.00
3	225		5.92	<b>72.76</b>	21.46	0.00	0.00	0.00
1	223	10	37.28	<b>-40.90</b>	<b>-193.83</b>	0.00	0.00	0.00

**REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH**

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38



podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	223	1	0.05	0.03	8.09	0.00	0.00	0.00
		2	0.06	0.04	10.92	0.00	0.00	0.00
		3	31.46	-8.95	146.43	0.00	0.00	0.00
		4	22.39	-24.53	-113.06	0.00	0.00	0.00
		5	-2.90	-0.21	-17.28	0.00	0.00	0.00
		6	0.05	0.05	26.89	0.00	0.00	0.00
		7	0.06	0.04	15.21	0.00	0.00	0.00
		8	0.07	0.02	3.53	0.00	0.00	0.00
		9	52.41	-14.93	238.65	0.00	0.00	0.00
		10	37.28	-40.90	-193.83	0.00	0.00	0.00
		11	-4.87	-0.37	-34.19	0.00	0.00	0.00
		12	31.48	-8.94	149.26	0.00	0.00	0.00
		13	22.40	-24.52	-110.23	0.00	0.00	0.00
		14	-2.89	-0.20	-14.45	0.00	0.00	0.00
		15	0.07	0.06	29.72	0.00	0.00	0.00
		16	0.08	0.05	18.04	0.00	0.00	0.00
		17	0.08	0.03	6.36	0.00	0.00	0.00
		18	52.43	-14.92	241.49	0.00	0.00	0.00
		19	37.29	-40.89	-191.00	0.00	0.00	0.00
		20	-4.85	-0.36	-31.36	0.00	0.00	0.00
		21	31.47	-8.93	165.23	0.00	0.00	0.00
		22	22.39	-24.51	-94.26	0.00	0.00	0.00
		23	31.48	-8.94	153.55	0.00	0.00	0.00
		24	-2.90	-0.19	1.52	0.00	0.00	0.00
		25	22.40	-24.53	-105.94	0.00	0.00	0.00
		26	31.48	-8.96	141.87	0.00	0.00	0.00
		27	-2.89	-0.21	-10.16	0.00	0.00	0.00
		28	22.40	-24.54	-117.62	0.00	0.00	0.00
		29	-2.88	-0.22	-21.84	0.00	0.00	0.00
		30	31.49	-8.92	168.06	0.00	0.00	0.00
		31	22.41	-24.50	-91.43	0.00	0.00	0.00
		32	31.49	-8.93	156.38	0.00	0.00	0.00
		33	-2.88	-0.18	4.35	0.00	0.00	0.00
		34	22.41	-24.51	-103.11	0.00	0.00	0.00
		35	31.50	-8.95	144.70	0.00	0.00	0.00
		36	-2.87	-0.20	-7.33	0.00	0.00	0.00
		37	22.42	-24.53	-114.79	0.00	0.00	0.00
		38	-2.87	-0.21	-19.01	0.00	0.00	0.00

2	224	1	0.03	-0.02	8.09	0.00	0.00	0.00
		2	0.04	-0.03	10.92	0.00	0.00	0.00
		3	-31.96	-7.19	-113.06	0.00	0.00	0.00
		4	-21.11	-21.32	146.43	0.00	0.00	0.00
		5	-3.33	0.44	-17.28	0.00	0.00	0.00
		6	0.02	-0.03	3.37	0.00	0.00	0.00
		7	0.02	-0.02	-0.90	0.00	0.00	0.00
		8	0.03	0.00	-5.17	0.00	0.00	0.00
		9	-53.29	-11.96	-193.83	0.00	0.00	0.00
		10	-35.20	-35.52	238.65	0.00	0.00	0.00
		11	-5.57	0.75	-34.19	0.00	0.00	0.00
		12	-31.95	-7.20	-110.23	0.00	0.00	0.00
		13	-21.10	-21.33	149.26	0.00	0.00	0.00
		14	-3.32	0.43	-14.45	0.00	0.00	0.00
		15	0.03	-0.04	6.20	0.00	0.00	0.00
		16	0.04	-0.02	1.93	0.00	0.00	0.00
		17	0.04	-0.01	-2.34	0.00	0.00	0.00
		18	-53.28	-11.97	-191.00	0.00	0.00	0.00
		19	-35.19	-35.53	241.49	0.00	0.00	0.00
		20	-5.56	0.74	-31.36	0.00	0.00	0.00
		21	-31.98	-7.20	-117.78	0.00	0.00	0.00
		22	-21.13	-21.33	141.71	0.00	0.00	0.00
		23	-31.97	-7.18	-122.05	0.00	0.00	0.00
		24	-3.34	0.43	-22.00	0.00	0.00	0.00
		25	-21.12	-21.32	137.44	0.00	0.00	0.00
		26	-31.97	-7.16	-126.32	0.00	0.00	0.00
		27	-3.34	0.45	-26.27	0.00	0.00	0.00
		28	-21.11	-21.30	133.17	0.00	0.00	0.00
		29	-3.33	0.46	-30.54	0.00	0.00	0.00
		30	-31.97	-7.20	-114.95	0.00	0.00	0.00
		31	-21.11	-21.34	144.54	0.00	0.00	0.00
		32	-31.96	-7.19	-119.22	0.00	0.00	0.00
		33	-3.33	0.42	-19.17	0.00	0.00	0.00
		34	-21.11	-21.32	140.27	0.00	0.00	0.00
		35	-31.95	-7.17	-123.48	0.00	0.00	0.00
		36	-3.33	0.44	-23.44	0.00	0.00	0.00
		37	-21.10	-21.31	136.00	0.00	0.00	0.00
		38	-3.32	0.46	-27.71	0.00	0.00	0.00
3	225	1	-0.08	-0.01	50.11	0.00	0.00	0.00

		2	-0.11	-0.01	67.64	0.00	0.00	0.00
		3	3.52	43.65	32.92	0.00	0.00	0.00
		4	1.75	18.34	32.92	0.00	0.00	0.00
		5	-3.85	-0.23	100.85	0.00	0.00	0.00
		6	-0.07	-0.02	42.88	0.00	0.00	0.00
		7	-0.08	-0.02	58.82	0.00	0.00	0.00
		8	-0.10	-0.02	74.77	0.00	0.00	0.00
		9	5.92	72.76	21.46	0.00	0.00	0.00
		10	2.97	30.57	21.46	0.00	0.00	0.00
		11	-6.36	-0.37	134.67	0.00	0.00	0.00
		12	3.49	43.65	50.45	0.00	0.00	0.00
		13	1.72	18.33	50.45	0.00	0.00	0.00
		14	-3.88	-0.23	118.38	0.00	0.00	0.00
		15	-0.10	-0.02	60.42	0.00	0.00	0.00
		16	-0.11	-0.02	76.36	0.00	0.00	0.00
		17	-0.12	-0.02	92.31	0.00	0.00	0.00
		18	5.90	72.76	38.99	0.00	0.00	0.00
		19	2.94	30.56	38.99	0.00	0.00	0.00
		20	-6.39	-0.38	152.21	0.00	0.00	0.00
		21	3.53	43.64	25.69	0.00	0.00	0.00
		22	1.76	18.33	25.69	0.00	0.00	0.00
		23	3.52	43.64	41.63	0.00	0.00	0.00
		24	-3.84	-0.24	93.62	0.00	0.00	0.00
		25	1.75	18.33	41.63	0.00	0.00	0.00
		26	3.51	43.64	57.58	0.00	0.00	0.00
		27	-3.85	-0.24	109.56	0.00	0.00	0.00
		28	1.73	18.32	57.58	0.00	0.00	0.00
		29	-3.86	-0.24	125.51	0.00	0.00	0.00
		30	3.51	43.64	43.23	0.00	0.00	0.00
		31	1.73	18.32	43.23	0.00	0.00	0.00
		32	3.49	43.64	59.17	0.00	0.00	0.00
		33	-3.87	-0.24	111.16	0.00	0.00	0.00
		34	1.72	18.32	59.17	0.00	0.00	0.00
		35	3.48	43.64	75.11	0.00	0.00	0.00
		36	-3.88	-0.24	127.10	0.00	0.00	0.00
		37	1.70	18.32	75.11	0.00	0.00	0.00
		38	-3.89	-0.24	143.05	0.00	0.00	0.00

## 12.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK TRHR 250x250x8</b>			<b>PROFIL Č. 1</b>	Ocel S 235 Mpa
<b>Profil TRHR 250x250x8</b>	H = 250	B = 250	t = 8 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9380$ mm	$\beta_y = 0,2$ [-]		$L_{cr,y} = 1,88$ m	
$L_z = 9380$ mm	$\beta_z = 1$ [-]		$L_{cr,z} = 9,38$ m	

### Vnitřní síly:

$N_{Sd} = 8,4$   $-3,8$ kN	$V_{Sd} = 85,7$ kN	$M_{y,Sd} = 68,6$ kNm	$M_{z,Sd} = 64,9$ kNm
----------------------------	--------------------	-----------------------	-----------------------

### Průřez. charakteristiky:

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h)$	=	$7279$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 3640$ [-] m	=	$58,23$ kg/m'
$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12}$	=	$71,13 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H$	=	$569 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12}$	=	$71,13 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2$	=	$653 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
			$W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H$	=	$569 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
			$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2$	=	$653 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$98,9$ mm	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$98,9$ mm

### Vzpěr:

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,0 \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,20 \quad \Rightarrow \quad \bar{\lambda}_{max} = 1,01$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 94,9 \quad \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 1,01$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,01 - 0,2) + 1,01^2] = 0,52$$

$$\bar{\lambda}_{max}: \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 1,01^2}] = 1,000$$

### Únosnost:

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	$1,00 \cdot 7279,4 \cdot 0,235 / 1$	=	$1711$ kN	>	$N_{Sd}^+ = 8,40$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	$1 \cdot 7279,4 \cdot 0,235 / 1$	=	$1710$ kN	>	$N_{Sd}^- = 3,80$ kN
$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	$652,7 \cdot 0,235 / 1$	=	$153$ kNm	>	$M_{Sd} = 68,60$ kNm
$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	$652,7 \cdot 0,235 / 1$	=	$153$ kNm	>	$M_{Sd} = 64,90$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	=	$3639,68 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	=	$494$ kN	>	$2 \cdot V_z = 171$ kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{8,40}{1711} + \frac{68,60}{153} + \frac{64,90}{153,4}$	=	<b>0,88</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{3,80}{1710} + \frac{68,60}{153} + \frac{64,90}{153,4}$	=	<b>0,87</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{171}{494}$		<b>0,35</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>

**- PŘÍČNÍKY HEA 160**

<b>Profil HEA 160</b>	H = 152 mm
$L_y = 5640$ mm	$\beta_y = 1$ [-]
$L_z = 5640$ mm	$\beta_z = 0,5$ [-]
$L_\omega = 5640$ mm	$\beta_\omega = 0,5$ [-]

**PROFIL Č. 2**

B = 160 mm
$L_{cr,y} = 5640$ mm
$L_{cr,z} = 2820$ mm
$L_{cr,\omega} = 2820$ mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f = 1,00$ [-]
$\alpha_{y,1} = 0,34$ [-]
$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 27,2$   -30 kN	$V_{z,Sd} = 19,6$ kN	$M_{y,Sd} = 28,5$ kNm	$M_{z,Sd} = 8,5$ kNm
--------------------------	----------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 30,4$ kg/m'	$A = 3877$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1320$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 16,7 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 31,41 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9$ mm	$t_w = 6$ mm
$I_z = 6,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,7$ mm	$W_{el,y} = 220 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 245 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 122 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 39,8$ mm	$W_{el,z} = 77 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 118 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

<b>Vzpěr</b>	$\lambda_y = 85,9$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,91$ [-]	$\lambda_z = 70,8$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,75$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,91 - 0,2) + 0,91^2] = 1,04$ [-]			
$\bar{\lambda}_y$ :	$\chi = 1 / [\Phi_y + \nu(\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)]$	$= 1 / [1,04 + \nu(1,04^2 - 0,91^2)] = 0,65$ [-]		
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,75 - 0,2) + 0,75^2] = 0,92$ [-]			
$\bar{\lambda}_z$ :	$\chi = 1 / [\Phi_z + \nu(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)]$	$= 1 / [0,92 + \nu(0,92^2 - 0,75^2)] = 0,69$ [-]		

<b>Klopení:</b>	$\delta = 2 / h \cdot \nu(I_\omega / I_z)$	$= 2 / 143 \cdot \nu(31410 / 6,156)$	$= 1,00$ [-]
	$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \nu(I_t / I_z)$	$= 0,62 \cdot [2820 / (152 - 9)] \cdot \nu(121,9 / 6156)$	$= 1,72$ [-]
	$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,721^2 / 3,14^2$	$= 2,2$ [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -76 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \nu(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega})]}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1 + \nu(-1^2 + 3,26 \cdot 2,2)]}} = 0,84 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \nu(I_y / I_z) = 0,84 \cdot [2 \cdot 2820 / (152 - 9)] \cdot \nu(16,73 / 6,156) = 54,71 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \nu(W_{y,pl} / W_{y,e}) = 54,7 \cdot \nu(245,1 / 220,13) = 57,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,61 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,61 - 0,2) + 0,61^2] = 0,73 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \nu(\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)] = 1 / [0,73 + \nu(0,73^2 - 0,61^2)] = 0,88 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,65 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,88 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 3877 \cdot 0,235 / 1 = 911 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 27,2 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,652 \cdot 3877 \cdot 0,235 / 1 = 594 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 29,7 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,884 \cdot 245,1 \cdot 0,235 / 1 = 50,9 \text{ kNm} > M_{Sd} = 28,5 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 117,6 \cdot 0,235 / 1 = 27,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = 8,5 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1320 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 179 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 39,2 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{27,2}{911} + \frac{28,5}{50,9} + \frac{8,5}{27,6} = 0,90$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--	----------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{29,7}{594} + \frac{28,5}{50,9} + \frac{8,50}{27,6} = 0,92$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	---	----------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{39,2}{179} = 0,22$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	---------------------------	----------	---------------

**- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 160**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 160</b>	H = 160 mm	B = 82 mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 350$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2$ [-]	$L_{cr,z} = 350$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2$ [-]	$L_{cr,\omega} = 350$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 7$   -13 kN	$V_{z,Sd} = 19$ kN	$M_{y,Sd} = 7,9$ kNm	$M_{z,Sd} = 3,6$ kNm
-----------------------	--------------------	----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 15,8$ kg/m'	$A = 2009$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 966$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 8,69 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 3,96 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 7,4$ mm	$t_w = 5$ mm
$I_z = 0,68 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,8$ mm	$W_{el,y} = 109 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 124 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 36 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 16,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 26,1 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 5,3$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,06$  [-]  $\lambda_z = 19,0$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,2$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,06 - 0,2) + 0,06^2] = 0,49$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,49 + \sqrt{0,49^2 - 0,06^2}] = 1,00$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,2 - 0,2) + 0,2^2] = 0,52$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 0,2^2}] = 1,00$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 152,6 \cdot \sqrt{3960 / 0,6831} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [350 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{36 / 683,1} = 0,33$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,326^2 / 3,14^2 = 1,04$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -80$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 1,04}]}} = 1,53$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,53 \cdot [2 \cdot 350 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{8,693 / 0,6831} = 24,97$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 25 \cdot \sqrt{123,9 / 108,66} = 26,7$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,28$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,28 - 0,2) + 0,28^2] = 0,55$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,55 + \sqrt{0,55^2 - 0,28^2}] = 0,98$  [-]

$\chi_{min} = 1,00$  [-]  $\chi_{LT} = 0,98$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 472$  kN  $> N_{Sd}^+ = 7$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,999 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 472$  kN  $> N_{Sd}^- = 12,8$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,981 \cdot 123,9 \cdot 0,235 / 1 = 28,6$  kNm  $> M_{Sd} = 7,9$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 26,1 \cdot 0,235 / 1 = 6,13$  kNm  $> M_{Sd} = 3,6$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 966 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 131$  kN  $> 2 \cdot V_z = 38$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{7}{472} + \frac{7,9}{28,6} + \frac{3,6}{6,13} = 0,88 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{12,8}{472} + \frac{7,9}{28,6} + \frac{3,60}{6,13} = 0,89 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{38}{131} = 0,29 < 1,00$  **Vyhoví**

<b>- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 60x60x6</b>		<b>PROFIL Č. 3</b>			Ocel S 235 Mpa
<b>Profil Lrov 60x60x6</b>	H = 60	B = 60	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]	
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]		
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]		
$L_\omega = 2440$ mm	$\beta_\omega = 1$ [-]	$L_{cr,\omega} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]		
<b>Vnitřní síly:</b>					
$N_{Sd} = 27,8$   -25 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm		
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm		
<b>Průřez. charakteristiky:</b>					
$m = 5,42$ kg/m'	$A = 691$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 360$ mm	$\varphi = 45^\circ$		
$w = 42,2$ mm	$w_1 = 42,2$ mm	$v = 23,8$ mm	$v_1 = 21,2$ mm		
$I_\eta = 0,36 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\eta = 22,9$ mm	$W_{el,\eta} = 8,55 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 13,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>		
$I_\zeta = 0,1 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\zeta = 11,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 4,53 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 6,96 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>		
$I_t = 8,43 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm			
<b>Vzpěi</b>	$\lambda_y = 107$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,14$ [-]	$\lambda_z = 206,9$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 2,20$ [-]	
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,14 - 0,2) + 1,14^2]$	$= 1,38$ [-]			
$\bar{\lambda}_y: \chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [1,38 + \sqrt{1,38^2 - 1,14^2}]$	$= 0,47$ [-]			
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (2,2 - 0,2) + 2,2^2]$	$= 3,42$ [-]			
$\bar{\lambda}_z: \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [3,42 + \sqrt{3,42^2 - 2,2^2}]$	$= 0,17$ [-]			
<b>(lopení):</b> $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [2440 / 78,4] \cdot \sqrt{8,43 / 96,1}$	$= 5,72$ [-]			
$d_{z,\omega} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 5,715^2 / 3,14159^2$	$= 13,24$ [-]			
Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".					
$e_z =$ mm	-42,2 mm	$e_h = 2 \cdot e_z / h =$	-1 [-]		
Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty $\rightarrow n = 1$ pro $n = 1$ [-]					
b) jediné osamělé přeměno na prutu $\rightarrow n = 2$ $k_1 = 1,00$ [-]					
c) spojitě a jiné zatížení na prutu $\rightarrow n = 3$ $k_2 = 1,00$ [-]					
$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z\omega}}]}}$	$= \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 13,24}]}}$	$= 0,60$ [-]			
$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z}$	$= 0,6 \cdot [2 \cdot 2440 / 78,4] \cdot \sqrt{0,361 / 0,0961}$	$= 72,44$ [-]			
$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}}$	$= 72,4 \cdot \sqrt{13,56 / 8,55} = 91,2$ [-]	$\bar{\lambda}_{LT} = 0,97$ [-]			
$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,97 - 0,2) + 0,97^2]$	$= 1,05$ [-]			
$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}]$	$= 1 / [1,05 + \sqrt{1,05^2 - 0,97^2}]$	$= 0,69$ [-]			
$\chi_{min} = 0,166$ [-]	$\chi_{LT} = 0,686$ [-]				
<b>Únosnost:</b>					
$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 691 \cdot 0,235 / 1$	$= 162$ kN	$> N_{Sd}^+ = 27,80$ kN		
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,166 \cdot 691 \cdot 0,235 / 1$	$= 26,9$ kN	$> N_{Sd}^- = 25,10$ kN		
$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,686 \cdot 13,6 \cdot 0,235 / 1$	$= 2,18$ kNm	$> M_{Sd} = 0,00$ kNm		
$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 7 \cdot 0,235 / 1$	$= 1,64$ kNm	$> M_{Sd} = 0,00$ kNm		
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 360 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 48,8$ kN	$> 2 \cdot V_z = 0,00$ kN		
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{27,8}{162} + \frac{0,00}{2,18} + \frac{0,00}{1,64} =$	<b>0,17</b>	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>	
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{25,1}{26,9} + \frac{0,00}{2,18} + \frac{0,00}{1,64} =$	<b>0,93</b>	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>	
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{48,8} =$	<b>0,00</b>	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>	

**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 140**

<b>Profil IPE 140</b>	H = 140 mm
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2$ [-]
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]
$L_w = 3990$ mm	$\beta_w = 0,6$ [-]

**PROFIL Č. 4**

B = 73 mm
$L_{cr,y} = 7980$ mm
$L_{cr,z} = 2394$ mm
$L_{cr,\omega} = 2394$ mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f = 1,00$ [-]
$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 17,6$   -8,6 kN	$V_{z,Sd} = 7,7$ kN	$M_{y,Sd} = 9,5$ kNm	$M_{z,Sd} = 1,4$ kNm
---------------------------	---------------------	----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 12,9$ kg/m'	$A = 1643$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 764$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 5,41 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 1,98 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 6,9$ mm	$t_w = 4,7$ mm
$I_z = 0,45 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 57,4$ mm	$W_{el,y} = 77,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 88,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 24,5 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 16,5$ mm	$W_{el,z} = 12,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 19,3 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 139,0$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,48$  [-]  $\lambda_z = 144,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,54$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,48 - 0,2) + 1,48^2] = 1,73$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,73 + \sqrt{1,73^2 - 1,48^2}] = 0,38$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,54 - 0,2) + 1,54^2] = 1,92$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,92 + \sqrt{1,92^2 - 1,54^2}] = 0,33$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \nu \cdot (I_w / I_z) = 2 / 133,1 \cdot \nu \cdot (1980 / 0,4492) = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \nu \cdot (I_t / I_z) = 0,62 \cdot [2394 / (140 - 6,9)] \cdot \nu \cdot (24,5 / 449,2) = 2,60$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 2,60^2 / 3,14^2 = 3,75$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -70 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \nu(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega})]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \nu(-1^2 + 4,68 \cdot 3,75)]}} = 0,53 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \nu \cdot (I_y / I_z) = 0,53 \cdot [2 \cdot 2394 / (140 - 6,9)] \cdot \nu \cdot (5,412 / 0,4492) = 66,70 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \nu \cdot (W_{y,pl} / W_{y,e}) = 66,7 \cdot \nu \cdot (88,34 / 77,31) = 71,3 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,76 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,76 - 0,2) + 0,76^2] = 0,85 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,85 + \sqrt{0,85^2 - 0,76^2}] = 0,82 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,33 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,82 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1643 \cdot 0,235 / 1 = 386 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 17,6 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,327 \cdot 1643 \cdot 0,235 / 1 = 126 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 8,6 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,818 \cdot 88,3 \cdot 0,235 / 1 = 17 \text{ kNm} > M_{Sd} = 9,5 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 19,3 \cdot 0,235 / 1 = 4,52 \text{ kNm} > M_{Sd} = 1,4 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 764 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 104 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 15,4 \text{ kN}$$

**Kombinace pro tah**  $\frac{17,6}{386} + \frac{9,5}{17} + \frac{1,4}{4,52} = 0,91 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{8,6}{126} + \frac{9,5}{17} + \frac{1,40}{4,52} = 0,94 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{15,4}{104} = 0,15 < 1,00$  **Vyhoví**



**- KONZOLY Trov 80x80x9**

**PROFIL Č. 5**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Trov 80x80x9</b>	H = 80	B = 80	t = 9	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 985$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 1970$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 985$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]	$L_{cr,z} = 591$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_\omega = 985$ mm	$\beta_\omega = 0,6$ [-]	$L_{cr,\omega} = 591$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 1,7$   $-0,9$ kN	$V_{z,Sd} = 4$ kN	$M_{y,Sd} = 3,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,70$ kNm
----------------------------	-------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 10,7$ kg/m <sup>3</sup>	$A = 1360$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 576$ mm <sup>2</sup>	$z_T = 57,8$ mm
$I_y = 0,74 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9$ mm	$t_w = 9$ mm
$I_z = 0,37 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 23,3$ mm	$W_{el,y} = 12,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 28,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 26,6 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 16,5$ mm	$W_{el,z} = 9,25 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 14,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 84,6$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,90$  [-]  $\lambda_z = 35,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,38$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,9 - 0,2) + 0,9^2] = 1,08$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,08 + \sqrt{1,08^2 - 0,9^2}] = 0,6$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,38 - 0,2) + 0,38^2] = 0,62$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,62 + \sqrt{0,62^2 - 0,38^2}] = 0,91$  [-]

**Ľopení:**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{(I_t / I_z)} = 0,62 \cdot [591 / 75,5] \cdot \sqrt{26,6 / 370} = 1,3$  [-]

$d_{z,\omega} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 1,301^2 / 3,14159^2 = 0,69$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -22,2$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -0,59$  [-]

a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-0,6 + \sqrt{(-0,6)^2 + 4,68 \cdot 0,7}]}} = 1,206$$
 [-]

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{(I_y / I_z)} = 1,21 \cdot [2 \cdot 591 / (75,5 - 9)] \cdot \sqrt{0,737 / 0,37} = 26,6$$
 [-]

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{(W_{y,pl} / W_{y,eI})} = 26,6 \cdot \sqrt{(28,8 / 12,75)} = 40,0$$
 [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,43$  [-]

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,43 - 0,2) + 0,43^2] = 0,61$$
 [-]

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,61 + \sqrt{0,61^2 - 0,43^2}] = 0,946$$
 [-]

$$\chi_{min} = 0,599$$
 [-]  $\chi_{LT} = 0,946$  [-]

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,0 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1 = 320$$
 kN >  $N_{Sd} = 1,7$  kN

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,599 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1 = 191$$
 kN >  $N_{Sd} = 0,9$  kN

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,946 \cdot 28,8 \cdot 0,235 / 1 = 6,4$$
 kNm >  $M_{Sd} = 3,00$  kNm

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,0 \cdot 14,4 \cdot 0,235 / 1 = 3,38$$
 kNm >  $M_{Sd} = 0,70$  kNm

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 576 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 78,2$$
 kN >  $2 \cdot V_z = 8$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{1,7}{320} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,70}{3,384} = 0,68 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{0,9}{191} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,70}{3,384} = 0,68 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{8}{78,2} = 0,10 < 1,00$  **Vyhoví**

**- PODÉLNÉ ZTUŽIDLO U 140x60x4**

**PROFIL Č. 6**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil: U tenk 140x60x4</b>	H = 140	B = 60	t = 4	mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_y = 2000$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2000$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]		
$L_z = 2000$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2000$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]		
$L_w = 2000$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2000$ mm	$\alpha_{LT} = 0,76$ [-]		

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 24,9$   -21 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,1$ kNm
--------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 7,82$ kg/m <sup>1</sup>	$A = 978$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 544$ mm <sup>2</sup>	$\gamma_T = 15,8$ mm
$I_y = 2,84 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 1,03 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 4$ mm	$t_w = 4$ mm
$I_z = 0,332 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 53,9$ mm	$W_{el,y} = 40,54 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 47,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 5,05 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 7,51 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$a_y = 21,5$ mm

<b>Vzpěr:</b> $\lambda_y = 37,1$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,40$ [-]	$\Rightarrow$	$\bar{\lambda}_{max} = 1,16$ [-]
$\lambda_z = 108,6$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,16$ [-]		

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,16 - 0,2) + 1,16^2] = 1,40$  [-]

$\bar{\lambda}_{max}$ :  $\chi_c = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [1,4 + \sqrt{1,4^2 - 1,16^2}] = 0,46$  [-]

**Klopení:**  $\delta = (2/h) \cdot \sqrt{I_w/I_z} = (2/136) \cdot \sqrt{1032/0,332} = 0,82$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t/I_z} = 0,62 \cdot [2000 / (140 - 4)] \cdot \sqrt{5,047/332} = 1,12$  [-]

$d_{z,w} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_w)^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0,82^2 \cdot (2000 / 2000)^2 + 4 \cdot 1,12^2 / 3,14^2 = 1,19$  [-]

Vzdálenost působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -70$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1,00$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h^2 + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{-1^2 + 1 \cdot 1,19}]}} = 1,45$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y/I_z} = 1,446 \cdot [2 \cdot 2000 / (140 - 4)] \cdot \sqrt{2,84/0,33} = 124$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 124,4 \cdot \sqrt{47,69 / 40,54} = 134,9$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,44$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,76 \cdot (1,44 - 0,2) + 1,44^2] = 2$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [2 + \sqrt{2^2 - 1,44^2}] = 0,29$  [-]

$\chi_{min} = 0,460$

$\chi_{LT} = 0,29$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 977,8 \cdot 0,235 / 1 = 230$  kN  $> N_{Sd}^+ = 24,9$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,46 \cdot 977,8 \cdot 0,235 / 1 = 106$  kN  $> N_{Sd}^- = 20,8$  kN

$M_{y,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,294 \cdot 40,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,80$  kNm  $> M_{y,Sd} = 0,00$  kNm

$M_{z,Rd} = 1,0 \cdot W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 7,5 \cdot 0,235 / 1 = 1,76$  kNm  $> M_{z,Sd} = 0,1$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 544 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 73,8$  kN  $> 2 \cdot V_z = 0$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{24,9}{230} + \frac{0}{2,80} + \frac{0,1}{1,76} = 0,17 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{20,8}{106} + \frac{0,0}{2,80} + \frac{0,10}{1,76} = 0,25 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{0}{73,8} = 0,00 < 1,00$  **Vyhoví**

**- ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY Lrov 50x50x4**

**PROFIL Č. 7**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 50x50x4</b>	H = 50	B = 50	t = 4 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2520$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2520$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 2520$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2520$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 2520$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2520$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 18,9$   0 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 3,06$ kg/m'	$A = 389$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 200$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 35,4$ mm	$w_1 = 35,4$ mm	$v = 19,2$ mm	$v_1 = 17,6$ mm
$I_{\eta} = 0,14 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 19,1$ mm	$W_{el,\eta} = 4,01 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 6,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,04 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 9,9$ mm	$W_{el,\zeta} = 2,17 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 3,18 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 2,13 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

**Vzpěi**  $\lambda_y = 132$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,40$  [-]  $\lambda_z = 254,3$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 2,71$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,4 - 0,2) + 1,4^2] = 1,78$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,78 + \sqrt{1,78^2 - 1,4^2}] = 0,35$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (2,71 - 0,2) + 2,71^2] = 4,78$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [4,78 + \sqrt{4,78^2 - 2,71^2}] = 0,11$  [-]

**(lopení:**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2520 / 66,8] \cdot \sqrt{2,13 / 38,2} = 5,52$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 5,523^2 / 3,14159^2 = 12,36$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z =$  mm -35,4 mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$\nu = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 12,36}]}} = 0,61$  [-]

$\lambda = \nu \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,614 \cdot [2 \cdot 2520 / 66,8] \cdot \sqrt{0,142 / 0,038} = 89,27$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 89,3 \cdot \sqrt{6,4 / 4,01} = 113$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,20$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,2 - 0,2) + 1,2^2] = 1,33$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1,2^2}] = 0,53$  [-]

$\chi_{min} = 0,115$  [-]  $\chi_{LT} = 0,529$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1 = 91,4$  kN >  $N_{Sd}^+ = 18,90$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,115 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1 = 10,5$  kN >  $N_{Sd}^- = 0,00$  kN

$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,529 \cdot 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 0,8$  kNm >  $M_{Sd} = 0,00$  kNm

$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 3,2 \cdot 0,235 / 1 = 0,75$  kNm >  $M_{Sd} = 0,00$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 200 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 27,1$  kN >  $2 \cdot V_z = 0,00$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{18,9}{91,4} + \frac{0,00}{0,8} + \frac{0,00}{0,75} = 0,21 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{0}{10,5} + \frac{0,00}{0,8} + \frac{0,00}{0,75} = 0,00 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{0}{27,1} = 0,00 < 1,00$  Vyhoví

**- NOSNÍKY LÁVKY Lrov 70x70x6**

**PROFIL Č. 8**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9800$ mm	$\beta_y = 0,35$ [-]	$L_{cr,y} = 3430$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 9800$ mm	$\beta_z = 0,2$ [-]	$L_{cr,z} = 1960$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 9800$ mm	$\beta_w = 0,2$ [-]	$L_{cr,w} = 1960$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 4,2$   -4,3 kN	$V_{z,Sd} = 1,4$ kN	$M_{y,Sd} = 1,10$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,50$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 1,13$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 1,13$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm
$I_\eta = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\eta = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_\zeta = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\zeta = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

**Vzpěři**  $\lambda_y = 73,4$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,78$  [-]  $\lambda_z = 141,7$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,51$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,78 - 0,2) + 0,78^2] = 0,95$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,95 + \sqrt{0,95^2 - 0,78^2}] = 0,67$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,51 - 0,2) + 1,51^2] = 1,96$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,96 + \sqrt{1,96^2 - 1,51^2}] = 0,31$  [-]

**(lopení)**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [1960 / 93] \cdot \sqrt{10 / 156} = 3,31$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 3,308^2 / 3,14159^2 = 4,44$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z =$  mm -49,5 mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{-1^2 + 4,68 \cdot 4,44}]}} = 0,72$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,718 \cdot [2 \cdot 1960 / 93] \cdot \sqrt{0,581 / 0,156} = 58,37$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 58,4 \cdot \sqrt{18,76 / 11,74} = 73,8$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,79$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,79 - 0,2) + 0,79^2] = 0,87$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,87 + \sqrt{0,87^2 - 0,79^2}] = 0,80$  [-]

$\chi_{min} = 0,312$  [-]  $\chi_{LT} = 0,804$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 192$  kN  $> N_{Sd}^+ = 4,20$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,312 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 59,7$  kN  $> N_{Sd}^- = 4,30$  kN

$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,804 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1 = 3,54$  kNm  $> M_{Sd} = 1,13$  kNm

$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,24$  kNm  $> M_{Sd} = 1,13$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 57$  kN  $> 2 \cdot V_z = 2,80$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{4,2}{192} + \frac{1,13}{3,54} + \frac{1,13}{2,24} = 0,85 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{4,3}{59,7} + \frac{1,13}{3,54} + \frac{1,13}{2,24} = 0,90 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{2,8}{57} = 0,05 < 1,00$  Vyhoví

**- PODÉLNÉ TRUBKY TR  $\varnothing$  51x4**

Profil TR  $\varnothing$  51x4

L = 9840 mm

$$\varnothing = 51 \text{ x}$$

$$\beta_y = 1 [-]$$

PROFIL Č. 10

4 mm

$$L_{cr,y} = 9840 \text{ mm}$$

Ocel S 235 Mpa

$$\gamma_f = 1 [-]$$

Vnitřní síly:

$$N_{sd} = 0,6 \text{ | } -0,6 \text{ kN} \quad V_{sd} = 0,3 \text{ kN} \quad M_{y,sd}; M_{z,sd} = 0,5 \text{ | } 0,2 \text{ kNm} \quad M_{sd} = 0,54 \text{ kNm}$$

Průřez. charakteristiky:

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 590 [-] \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 6,28 [-]$$

$$\text{PRO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{\max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{\max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (6,28 - 0,2) + 6,28^2] = 20,9 [-]$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{\max}^2)}] = 1 / [20,88 + \sqrt{(20,88^2 - 6,28^2)}] = 0,02 [-]$$

Únosnost:

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 139 \text{ kN} > N_{sd}^+ = 0,6 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,025 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 3,4 \text{ kN} > N_{sd}^- = 0,6 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 1,51 \text{ kNm} > M_{sd} = 0,54 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 376,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 51 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,6 \text{ kN}$$

Kombinace pro tah  $\frac{0,60}{139} + \frac{0,54}{1,51} = 0,36 < 1,00$  Vyhoví

Kombinace pro tlak  $\frac{0,60}{3,4} + \frac{0,54}{1,51} = 0,53 < 1,00$  Vyhoví

Kombinace smyk  $\frac{0,6}{51} = 0,01 < 1,00$  Vyhoví

**- SVISLÉ TRUBKY TR  $\varnothing$  51x4**

Profil TR  $\varnothing$  51x4

L = 3335 mm

$$\varnothing = 51 \text{ x}$$

$$\beta_y = 1 [-]$$

PROFIL Č. 11

4 mm

$$L_{cr,y} = 3335 \text{ mm}$$

Ocel S 235 Mpa

$$\gamma_f = 1 [-]$$

Vnitřní síly:

$$N_{sd} = 3,8 \text{ | } -0,9 \text{ kN} \quad V_{sd} = 0,3 \text{ kN} \quad M_{y,sd}; M_{z,sd} = 0,1 \text{ | } 0,3 \text{ kNm} \quad M_{sd} = 0,32 \text{ kNm}$$

Průřez. charakteristiky:

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 200 [-] \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 2,13 [-]$$

$$\text{PRO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{\max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{\max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2,13 - 0,2) + 2,13^2] = 2,97 [-]$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{\max}^2)}] = 1 / [2,97 + \sqrt{(2,97^2 - 2,13^2)}] = 0,2 [-]$$

Únosnost:

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 139 \text{ kN} > N_{sd}^+ = 3,8 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,198 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 27,5 \text{ kN} > N_{sd}^- = 0,9 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 1,51 \text{ kNm} > M_{sd} = 0,32 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 376,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 51 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,6 \text{ kN}$$

Kombinace pro tah  $\frac{3,80}{139} + \frac{0,32}{1,51} = 0,24 < 1,00$  Vyhoví

Kombinace pro tlak  $\frac{0,90}{27,5} + \frac{0,32}{1,51} = 0,24 < 1,00$  Vyhoví

Kombinace smyk  $\frac{0,6}{51} = 0,01 < 1,00$  Vyhoví

<b>- SVISLICE TUBUSU TR <math>\varnothing</math> 114,3x8</b>		<b>PROFIL Č. 15</b>	Ocel S 235 Mpa
<b>Profil: TR <math>\varnothing</math> 114,3x8</b>	$\varnothing = 114,3$ x	8 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
L = 1400 mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 1400$ mm	
<b>Vnitřní síly:</b>			
$N_{Sd} = 9$   -71,9 kN	$V_{Sd} = 12,6$ kN	$M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 8,7$   8,1 kNm	$M_{Sd} = 11,9$ kNm
<b>Průřez. charakteristiky:</b>			
$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 2672$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 1702$ mm <sup>2</sup>	$W = 2 \cdot I / D = 66,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$i = \sqrt{I / A} = 37,7$ mm
$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 3,79 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 37,1$ [-]	$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,40$ [-]	
$\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,4 - 0,2) + 0,4^2] = 0,6$ [-]			
$\bar{\chi} = \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,6 + \sqrt{0,6^2 - 0,4^2}] = 0,95$ [-]			
<b>Únosnost:</b>			
$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2671,6 \cdot 0,235 / 1 = 628$ kN	$N_{Sd}^+ = 9$ kN		
$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,954 \cdot 2671,6 \cdot 0,235 / 1 = 599$ kN	$N_{Sd}^- = 71,9$ kN		
$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 66,4 \cdot 0,235 / 1 = 15,6$ kNm	$M_{Sd} = 11,9$ kNm		
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1701,66 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 231$ kN	$2 \cdot V_z = 25,2$ kN		
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{9,00}{628} + \frac{11,89}{15,6} = 0,78$	<b>&lt; 1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{71,90}{599} + \frac{11,89}{15,6} = 0,88$	<b>&lt; 1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{25,2}{231} = 0,11$	<b>&lt; 1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>- DIAGONÁLY TUBUSU TR <math>\varnothing</math> 108x5</b>		<b>PROFIL Č. 16</b>	Ocel S 235 Mpa
<b>Profil: TR <math>\varnothing</math> 108x5</b>	$\varnothing = 108$ x	5 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
L = 2130 mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2130$ mm	
<b>Vnitřní síly:</b>			
$N_{Sd} = 209$   -143 kN	$V_{Sd} = 1,2$ kN	$M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 1,4$   1,3 kNm	$M_{Sd} = 1,91$ kNm
<b>Průřez. charakteristiky:</b>			
$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 1618$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 1031$ mm <sup>2</sup>	$W = 2 \cdot I / D = 39,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$i = \sqrt{I / A} = 36,5$ mm
$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 2,15 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 58,4$ [-]	$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,62$ [-]	
$\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,62 - 0,2) + 0,62^2] = 0,74$ [-]			
$\bar{\chi} = \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,74 + \sqrt{0,74^2 - 0,62^2}] = 0,88$ [-]			
<b>Únosnost:</b>			
$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1617,9 \cdot 0,235 / 1 = 380$ kN	$N_{Sd}^+ = 209$ kN		
$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,881 \cdot 1617,9 \cdot 0,235 / 1 = 335$ kN	$N_{Sd}^- = 143$ kN		
$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 39,8 \cdot 0,235 / 1 = 9,36$ kNm	$M_{Sd} = 1,91$ kNm		
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1030,52 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 140$ kN	$2 \cdot V_z = 2,4$ kN		
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{209}{380} + \frac{1,91}{9,36} = 0,75$	<b>&lt; 1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{143}{335} + \frac{1,91}{9,36} = 0,63$	<b>&lt; 1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{2,4}{140} = 0,02$	<b>&lt; 1,00</b>	<b>Vyhoví</b>

**- NÁROŽNÍKY TUBUSU TR  $\varnothing$  273x8**

**PROFIL Č. 14**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR  $\varnothing$  273x8

$$\varnothing = 273 \text{ x}$$

8 mm

$$\gamma_f = 1 \text{ [-]}$$

$$L = 7290 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 0,25 \text{ [-]}$$

$$L_{cr,y} = 1823 \text{ mm}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 194 \text{ | } -314 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 76,1 \text{ kN}$$

$$M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 41,9 \text{ | } 57,2 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 70,9 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 6660 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 4242 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 58,52 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W = 2 \cdot I / D = 428,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 93,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 19,4 \text{ [-]}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,21 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{\max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{\max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,21 - 0,2) + 0,21^2] = 0,52 \text{ [-]}$$

$$\bar{\chi}: \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \bar{\lambda}_{\max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 + 0,21^2}] = 1 \text{ [-]}$$

**Boulení:**

$$d/t = 273 / 8 = 34,13 \text{ [-]} < 50 \cdot \varepsilon^2 \rightarrow \text{Nedochází k boulení!}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 6660,2 \cdot 0,235 / 1 = 1565 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 194 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,998 \cdot 6660,2 \cdot 0,235 / 1 = 1563 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 314 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 428,7 \cdot 0,235 / 1 = 101 \text{ kNm} > M_{Sd} = 70,9 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 4242,15 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 576 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 152 \text{ kN}$$

**Smykové napětí od kroucení:**

$$M_x = 19,5 \text{ kNm} \quad \tau_t = M_x / 2 \cdot \Omega_t \cdot t = 19,5 \cdot 10^6 / 2 \cdot 5,6832 \cdot 10^4 \cdot 8 = 21,4 \text{ Mpa}$$

**Redukovaná smyková únosnost:**

$$V_{T,Rd} = 1 - [(\tau_t \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) / f_y] \cdot V_{pl,Rd} = 1 - 21,44 \cdot \sqrt{3} \cdot 1 / 235 \cdot 575,5636 = 485 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{194}{1565}$	+	$\frac{70,9}{101}$	=	<b>0,83</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--------------------	---	--------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{314}{1563}$	+	$\frac{70,9}{101}$	=	<b>0,90</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	--------------------	---	--------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{152}{485}$			=	<b>0,31</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	-------------------	--	--	---	-------------	---	-------------	---------------

**- VAHADLO TRHR 150x150x5**

**PROFIL Č. 17**

Ocel S 235 Mpa

Profil TRHR 150x150x5 H = 150 B = 150 t = 5 mm  $\gamma_f = 1$  [-]

$L_y = 1400$  mm  $\beta_y = 1$  [-]  $L_{cr,y} = 1,4$  m

$L_z = 1400$  mm  $\beta_z = 1$  [-]  $L_{cr,z} = 1,4$  m

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 86,7$  | -15,5 kN  $V_{Sd} = 26,8$  kN  $M_{y,Sd} = 15,3$  kNm  $M_{z,Sd} = 8,3$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h) = 2726$  mm<sup>2</sup>  $A_{vz} = 1363$  [-] m = 21,81 kg/m<sup>1</sup>

$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12} = 9,56 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>  $W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H = 128 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2 = 146 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12} = 9,56 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>  $W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H = 128 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2 = 146 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$i_y = \sqrt{I_y / A} = 59,2$  mm  $i_z = \sqrt{I_z / A} = 59,2$  mm

**Vzpěr:**

$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 23,6$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,25$  [-]  $\Rightarrow \bar{\lambda}_{max} = 0,25$  [-]

$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 23,6$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 0,25$  [-]

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,25 - 0,2) + 0,25^2] = 0,54$  [-]

$\bar{\lambda}_{max} \cdot \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,54 + \sqrt{0,54^2 - 0,25^2}] = 0,989$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2726 \cdot 0,235 / 1 = 641$  kN >  $N_{Sd}^+ = 86,70$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,989 \cdot 2726 \cdot 0,235 / 1 = 633$  kN >  $N_{Sd}^- = 15,50$  kN

$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 146,3 \cdot 0,235 / 1 = 34,4$  kNm >  $M_{Sd} = 15,30$  kNm

$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 146,3 \cdot 0,235 / 1 = 34,4$  kNm >  $M_{Sd} = 8,30$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1363 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 185$  kN >  $2 \cdot V_z = 53,60$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{86,70}{641} + \frac{15,30}{34,4} + \frac{8,30}{34,38} = 0,82 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{15,50}{633} + \frac{15,30}{34,4} + \frac{8,30}{34,38} = 0,71 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{53,6}{185} = 0,29 < 1,00$  Vyhoví

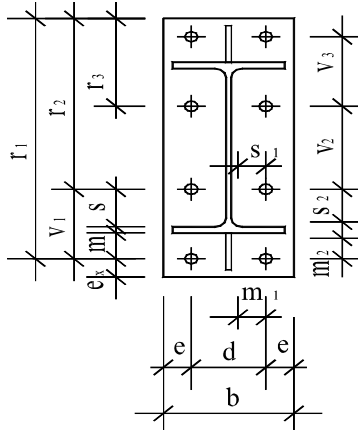


## 12.4 POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK</b>		<b>PROFIL Č. 1</b>	Vyložení l = 4800 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 16,4 \text{ mm}$	$< \delta_{lim} = \frac{9600}{250} = 38,4 \text{ mm}$	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta_y = 10,6 \text{ mm}$	$< \delta_{lim} = \frac{9600}{250} = 38,4 \text{ mm}$	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- PŘÍČNÍKY</b>		<b>PROFIL Č. 2</b>	Vyložení l = 3000 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 17,0 \text{ mm}$	$< \delta_{lim} = \frac{6000}{250} = 24,0 \text{ mm}$	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta_y = 0,2 \text{ mm}$	$< \delta_{lim} = \frac{6000}{250} = 24,0 \text{ mm}$	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- NOSNÍKY PLOCHY</b>		<b>PROFIL Č. 4</b>	Vyložení l = 2390 mm
- posun "Z"	$\delta = 14,0 \text{ mm}$	$< \delta_{lim} = \frac{4780}{250} = 19,1 \text{ mm}$	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta = 4,9 \text{ mm}$	$< \delta_{lim} = \frac{4780}{250} = 19,1 \text{ mm}$	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- KONZOLY</b>		<b>PROFIL Č. 5</b>	Vyložení l = 985 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 4,0 \text{ mm}$	$< \delta_{lim} = \frac{1970}{250} = 7,9 \text{ mm}$	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta_y = 0,0 \text{ mm}$	$< \delta_{lim} = \frac{1970}{250} = 7,9 \text{ mm}$	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- NOSNÍKY LÁVKY</b>		<b>PROFIL Č. 8</b>	délka l = 985 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 1,7 \text{ mm}$	- posun "Y" $\delta_y = 2,8 \text{ mm}$	
- prostorový posun	$\delta = \sqrt{\delta_z^2 + \delta_y^2} = \sqrt{1,7^2 + 2,8^2} = 3,276 \text{ mm}$		
- prostorový posun	$\delta = 3,27567 \text{ mm}$	$< \delta_{lim} = \frac{985}{250} = 3,9 \text{ mm}$	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- NÁROŽNÍKY TUBUSU</b>		<b>PROFIL Č. 14</b>	délka l = 7290 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 9,3 \text{ mm}$	- posun "Y" $\delta_y = 14,8 \text{ mm}$	
- prostorový posun	$\delta = \sqrt{\delta_z^2 + \delta_y^2} = \sqrt{9,3^2 + 14,8^2} = 17,48 \text{ mm}$		
- prostorový posun	$\delta = 17,4794 \text{ mm}$	$< \delta_{lim} = \frac{7290}{250} = 29,2 \text{ mm}$	
<b>Vyhoví</b>			

## 12.5 POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ

### - PŘÍPOJ PŘÍČNÍKŮ HEA 160 KE KONZOLKÁM IPE 160



#### ŠROUBY

	ŠR M 16	ZÁKLAD. NOSNÍK HEA 160	PŘÍPOJ. NOSNÍK IPE 160
Mater.	8 .8 .	S 235 Mpa	S 235 Mpa
$f_{ub}$	800 MPa	$h = 152$ mm	$h = 160$ mm
$A_s$	157 mm <sup>2</sup>	$b = 160$ mm	$b = 82$ mm
$\gamma_{M2}$	1,25 [-]	$t_w = 6$ mm	$t_w = 5$ mm
$\gamma_{M0}$	1,00 [-]	$t_f = 9$ mm	$t_f = 7,4$ mm

#### STYČ. PLECH

tloušťka plechu $t_p$	12 mm	Ocel S 235 Mpa
tloušťka výztuhy $t_v$	6 mm	Ocel S 235 Mpa

#### SVARY

$a_{f,v}$	4 mm - výztuha	$a_{f,w} = 4$ mm
-----------	----------------	------------------

#### GEOMETRIE PLECHU

- šířka plechu $b$	160 mm	- výška plechu $h$	300 mm
$e$	40 mm	$v_1$	70 mm
$d$	80 mm	$v_2$	70 mm
$m$	25 mm	$v_3$	70 mm
$r_1$	255 mm	$e_x$	45 mm
$r_2$	185 mm	$r_3$	115 mm

#### VNITŘNÍ SÍLY

$V_{sd}$	2,3 kN
$M_{sd}$	7,9 kNm
$N_{sd}$	-10,8 kN (+ tlak, - tah)

#### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$	$= 0,9 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25$	$= 90,4$ kN
$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$	$= 0,6 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25$	$= 60,3$ kN

#### Síla v jednom šroubu od tahu

$F_{t,1} = \frac{M_{sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2)}$	$= \frac{7,9 \cdot 0,255}{2 \cdot (0,07+0,03+0,01)}$	$= 9$ kN - dolní řada
$F_{t,2} = F_{t,1} \cdot r_2 / r_1$	$= 9 \cdot 185 / 255$	$= 6,53$ kN - 2. řada zdola
$F_{t,3} = -N_{sd} / 8$	$= 10,8 / 8$	$= 1,4$ kN
$F_t = F_{t,1} + F_{t,3}$	$= 9 + 1,4$	$= 10,4$ kN < 90 kN

#### Síla ve šroubu od smyku v horní řadě

$F_v = V_{sd} / 2$	$= 2,3 / 2$	$= 1,15$ kN < 60 kN
--------------------	-------------	---------------------

#### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$F_t / F_{t,rd} + F_v / F_{v,rd}$	$= 1,15 / 60,3 + 10,4 / 90,4$	$= 0,13$ [-] < 1 [-]
-----------------------------------	-------------------------------	----------------------

#### Posouzení styčnickového plechu z oceli S

$m_1 = (d - t) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,w}$	$= (80 - 6) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4$	$= 32,5$ mm
$m_2 = m - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,f}$	$= 25 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4$	$= 20,5$ mm
$n = \min \{e; 1,25 \cdot m_1\}$	$= \min \{40; 40,6\}$	$= 40$ mm
$\lambda_1 = m_1 / m_1 + e$	$= 32,5 / (32,5 + 40)$	$= 0,45$ [-]
$\lambda_2 = m_2 / m_1 + e$	$= 20,5 / (32,5 + 40)$	$= 0,28$ [-]
$\alpha \cdot m_1 - (2 \cdot m_1 + 0,625 \cdot L_{eff})$	$= 6,8 \cdot 32,5 - (2 \cdot 32,5 + 0,625 \cdot 40) + 45$	$= 176$ mm

#### Porušení 1:

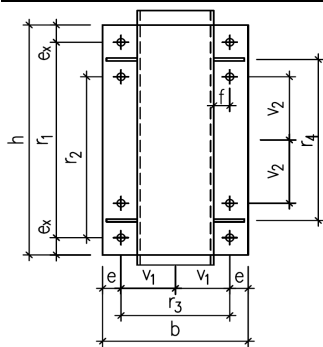
$2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}$	$= 2 \cdot 176 \cdot 8,46$	$= 91,7$ kN > 10 kN
$F_1 = \frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1}$	$= \frac{2 \cdot 176 \cdot 8,46}{32,5}$	$= 91,7$ kN > 10 kN

#### Porušení 2:

$L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}$	$= 176 \cdot 8,46 + 40 \cdot 90,4$	$= 70,4$ kN > 10 kN
$F_2 = \frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n}$	$= \frac{176 \cdot 8,46 + 40 \cdot 90,4}{32,47 + 40}$	$= 70,4$ kN > 10 kN

Vyhoví

**- PŘÍPOJ VAHADLA SLOUPU TRHR 150 x 5 K PODÉLNÍKU TRHR 250 x 8**



TRHR	150	x	5 mm	Ocel S	235 Mpa
TRHR	250	x	8 mm	Ocel S	235 Mpa
<b>ŠROUBY</b>					
ŠR M	20			tloušťka plechu $t_p =$	20 mm
Mater.	8 .8 .			tloušťka výtuh $t_v =$	10 mm
$f_{ub} =$	800	MPa		Ocel S	235 Mpa
$A_s =$	245	mm <sup>2</sup>		koutový svar $a_f =$	10 mm
<b>SOUČINITELÉ</b>					
$\gamma_{M0} =$	1,00	[-]		$\gamma_{M2} =$	1,25 [-]
<b>STYČ. PLECH</b>					

**VNITŘNÍ SÍLY**

$V_{sd} =$	78,96	Kn	$b =$	310	mm	$h =$	550	mm
$N_{sd} =$	71,5	kN (tah)	$e =$	40	mm	$v_2 =$	170	mm
$M_{x,sd} =$	19,5	kNm (krut)	$v_1 =$	115	mm	$e_x =$	35	mm
$M_{y,sd} =$	32,8	kNm	$d =$	150	mm	$r_1 =$	480	mm
$M_{z,sd} =$	64,9	kNm	$f =$	40,00	mm	$r_2 =$	410	mm
			$r_3 =$	230	mm	$r_4 =$	410	mm

**Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku**

$$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 245 / 1,25 = 141 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 245 / 1,25 = 94,1 \text{ kN}$$

**Síla v jednom šroubu od tahu**

$$F_{t,1} = \frac{M_{y,sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2)} = \frac{32,8 \cdot 0,48}{2 \cdot (0,23 + 0,168)} = 19,8 \text{ kN}$$

$$F_{t,2} = M_{z,sd} / 4 \cdot r_3 = 64,9 / 4 \cdot 0,23 = 70,5 \text{ kN}$$

$$F_{t,3} = N_{sd} / 8 = 71,5 / 8 = 8,94 \text{ kN}$$

$$F_t = F_{t,1} + F_{t,2} + F_{t,3} = 19,8 + 70,5 + 8,9 = 99,2 \text{ kN} < 141 \text{ kN}$$

**Síla ve šroubu od smyku**

$$F_{v,1} = M_{x,sd} / 4 \cdot r_4 = 19,5 / 4 \cdot 0,41 = 11,9 \text{ kN}$$

$$F_{v,2} = V_{sd} / 8 = 78,96 / 8 = 9,87 \text{ kN}$$

$$F_v = F_{v,1} + F_{v,2} = 11,9 + 9,9 = 21,8 \text{ kN} < 94 \text{ kN}$$

**Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu**

$$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd} = 99,2 / (1,4 \cdot 141) + 21,8 / 94 = 0,73 [-] < 1 [-]$$

**Posouzení styčnickového plechu z oceli S**

$$235 \Rightarrow f_y = 235 \text{ Mpa}$$

$$m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 40 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 = 28,7 \text{ mm}$$

$$n = \min \{e_{min}; 1,25 \cdot m_1\} = \min \{35; 35,9\} = 35 \text{ mm}$$

$$L_{eff1} = 2 \cdot \pi \cdot m_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 28,69 = 180 \text{ mm}$$

$$L_{eff2} = \pi \cdot m_1 + r_{min} = 3,14 \cdot 28,69 + 230 = 320 \text{ mm}$$

$$L_{eff3} = \pi \cdot m_1 + 2 \cdot e_{min} = 3,14 \cdot 28,69 + 2 \cdot 35 = 160 \text{ mm}$$

$$L_{eff4} = 4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e_{min} = 4 \cdot 28,69 + 1,25 \cdot 35 = 158 \text{ mm}$$

$$L_{eff5} = 2 \cdot m_1 + e + 0,625 \cdot e_x = 2 \cdot 28,69 + 40 + 0,625 \cdot 35 = 119 \text{ mm}$$

$$L_{eff6} = b / 2 = 310 / 2 = 155 \text{ mm}$$

$$L_{eff7} = 2 \cdot m_1 + v_{min} + 0,625 \cdot e_{min} = 2 \cdot 28,69 + 115 + 0,625 \cdot 35 = 194 \text{ mm}$$

$$L_{eff} = \min (L_{eff1} - L_{eff7}) = 119 \text{ mm}$$

$$m_{PL,Rd,1} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 20^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 23,5 \text{ kNm/m'}$$

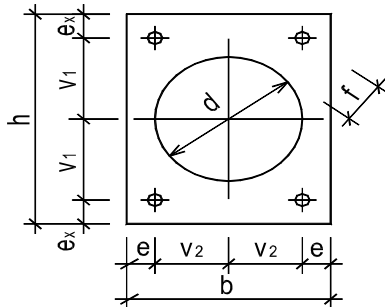
Porušení 1:  $\frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1} = \frac{2 \cdot 119,25 \cdot 23,5}{28,7} = 195 \text{ kN} > 99 \text{ kN}$

Porušení 2:  $\frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n} = \frac{119,25 \cdot 23,5 + 35 \cdot 141,1}{28,7 + 35} = 122 \text{ kN} > 99 \text{ kN}$

**Vyhoví**

## 12.6 POSOUZENÍ KOTVENÍ

### - KOTVENÍ NÁROŽNÍKU TUBUSU TR Ø 273 x 8



#### SLOUP

TR Ø 273 x 8 mm Ocel S 235 Mpa

#### ŠROUBY

ŠR M 16 tloušťka plechu  $t_p = 15$  mm  
Mater. 8.8. tloušťka výztuhy  $t_v = 0$  mm  
 $f_{ub} = 800 \cdot 10^2$  MPa Ocel S 235 Mpa  
 $A_s = 157$  mm<sup>2</sup> koutový svar  $a_f = 5$  mm

#### STYČ. PLECH

#### SOUČINITELÉ

$\gamma_{M0} = 1,00$  [-]

$\gamma_{M2} = 1,25$  [-]

#### STYČ. PLECH

$d = 273$  mm  $h = 500$  mm  
 $b = 500$  mm  $e_x = 100$  mm  
 $e = 100$  mm  $v_1 = 150$  mm  
 $v_2 = 150$  mm  $r_1 = 350$  mm  
 $f = 75,63$  mm  $r_2 = 350$  mm

#### VNITŘNÍ SÍLY

$V_{sd} = 89,68$  kN  
 $N_{sd} = 193,83$  kN (tah)

#### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25 = 90,4$  kN  
 $F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25 = 60,3$  kN

#### Síla v jednom šroubu od tahu

$F_t = N_{sd} / 4 = 193,83 / 4 = 48,5$  kN < 90 kN

#### Síla ve šroubu od smyku

$F_v = V_{sd} / 4 = 89,68 / 4 = 22,4$  kN < 60 kN

#### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd} = 48,5 / (1,4 \cdot 90,4) + 22,4 / 60,3 = 0,75$  [-] < 1 [-]

#### Posouzení styčnickového plechu z oceli S

235 =>  $f_y = 235$  Mpa Vyhoví!

$m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 75,63 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 5 = 70$  mm

$n = \min \{e_{min}; 1,25 \cdot m_1\} = \min \{100; 87,5\} = 87,5$  mm

$L_{eff1} = 2 \cdot \pi \cdot m_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 69,98 = 440$  mm

$L_{eff2} = \pi \cdot m_1 + r_{min} = 3,14 \cdot 69,98 + 350 = 570$  mm

$L_{eff3} = \pi \cdot m_1 + 2 \cdot e_{min} = 3,14 \cdot 69,98 + 2 \cdot 100 = 420$  mm

$L_{eff4} = 4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e_{min} = 4 \cdot 69,98 + 1,25 \cdot 100 = 405$  mm

$L_{eff5} = 2 \cdot m_1 + e + 0,625 \cdot e_x = 2 \cdot 70 + 100 + 0,625 \cdot 100 = 302$  mm

$L_{eff6} = b / 2 = 500 / 2 = 250$  mm

$L_{eff7} = 2 \cdot m_1 + v_{min} + 0,625 \cdot e_{min} = 2 \cdot 70 + 150 + 0,625 \cdot 100 = 352$  mm

$L_{eff} = \min (L_{eff1} - L_{eff7}) = 250$  mm

$m_{PL,rd,1} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 15^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 13,2$  kNm/m'

Porušení 1:  $F_1 = \frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1} = \frac{2 \cdot 250 \cdot 13,21875}{70,0} = 94,5$  kN > 48,5 kN

Porušení 2:  $F_2 = \frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n} = \frac{250 \cdot 13,22 + 87,47 \cdot 90,4}{70 + 87,47} = 71,2$  kN > 48,5 kN

Vyhoví

## 12.7 POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

### - ZÁKLADOVÁ PATKA O ROZMĚRECH 1,8 m x 3,8 m x 1,2 m

#### Geometrie patky pod terénem

Výška patky h =	1,2 m
Délka patky L =	1,8 m (směr "X")
Šířka patky b =	3,8 m (směr "Y")
Objem:	8,21 m <sup>3</sup>
Objemová tíha základu:	25,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Geometrie patky nad terénem

Výška patky h =	0 m
Délka patky L =	0 m (směr "X")
Šířka patky b =	0 m (směr "Y")
Objem:	0 m <sup>3</sup>
Objemová tíha zeminy:	18,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Svislé zatížení

Výška zeminy nad zákl. h <sub>z</sub> =	0,5 m	Normové	γ <sub>f</sub>	Minimální	γ <sub>f</sub>	Maximální
- Vlastní hmotnost patky		205 kN	1	205 kN	1,35	277 kN
- Hmotnost zeminy nad zákl. patkou		61,6 kN	1	61,6 kN	1,35	83,1 kN
- Hmotnost patky nad terénem		0,0 kN	1	0,0 kN	1,35	0,0 kN
- Vlastní hmotnost OK billboardu		46,9 kN	1	46,9 kN	1,35	63,3 kN
- Stálé zatížení		19,4 kN	1	19,4 kN	1,35	26,2 kN
- Užité zatížení		4,6 kN	0	0,0 kN	1,5	6,9 kN
- Zatížení sněhem		0,0 kN	0	0,0 kN	1,5	0,0 kN
<b>Svislé zatížení celkem:</b>		<b>338 kN</b>		<b>333 kN</b>		<b>457 kN</b>

#### Zatížení větrem

- Vítr podélný	Posouvající síla	14,6 kN		1,5	21,9 kN
	Výška nad terénem H=	6,5 m	M= 112,4 kNm	1,5	168,6 kNm
- Vítr příčný	Posouvající síla	30,6 kN		1,5	45,9 kN
	Výška nad terénem H=	6,5 m	M= 235,6 kNm	1,5	353,4 kNm

#### Pro vítr podélný

Pro N <sub>min</sub>	e = M / N <sub>min</sub> =	0,51 m	<	e <sub>lim</sub> = L / 3 =	0,60 m	σ <sub>lim</sub> =	120 kPa
	σ = N <sub>min</sub> / b . (L - 2.e) =	111 kPa	<	S <sub>lim</sub> =	120 kPa	<b>Vyhoví</b>	
Pro N <sub>max</sub>	e = M / N <sub>max</sub> =	0,37 m	<	e <sub>lim</sub> = L / 3 =	0,60 m		
	σ = N <sub>max</sub> / b . (L - 2.e) =	113 kPa	<	S <sub>lim</sub> =	120 kPa	<b>Vyhoví</b>	

#### Pro vítr příčný

Pro N <sub>min</sub>	e = M / N <sub>min</sub> =	1,06 m	<	e <sub>lim</sub> = b / 3 =	1,27 m	<b>Vyhoví</b>
	σ = N <sub>min</sub> / L . (b - 2.e) =	110 kPa	<	S <sub>lim</sub> =	120 kPa	
Pro N <sub>max</sub>	e = M / N <sub>max</sub> =	0,77 m	<	e <sub>lim</sub> = b / 3 =	1,27 m	<b>Vyhoví</b>
	σ = N <sub>max</sub> / L . (b - 2.e) =	113 kPa	<	S <sub>lim</sub> =	120 kPa	

### POSOUZENÍ STABILITY

- Vítr podélný	Q <sup>k</sup> <sub>pasivní</sub> =	338 kN	T <sup>k</sup> <sub>aktivní</sub> =	14,60 kN	souč. tření
	na rameni L =	0,90 m	ve výšce h =	7,70 m	μ = 0,7
- posun	n <sub>posun</sub> = μ . Q <sup>k</sup> <sub>pasivní</sub> / T <sup>k</sup> <sub>aktivní</sub>		=	0,7 . 337,7 / 14,6	= <b>16,19</b> > <b>1,5</b>
- překlopení	n <sub>klopící</sub> = L . Q <sup>k</sup> <sub>pasivní</sub> / h . T <sup>k</sup> <sub>aktivní</sub>		=	0,9 . 337,7 / 7,7 . 14,6	= <b>2,70</b> > <b>1,5</b>
					<b>Vyhoví!</b>
- Vítr příčný	Q <sup>k</sup> <sub>pasivní</sub> =	338 kN	T <sup>k</sup> <sub>aktivní</sub> =	30,60 kN	souč. tření
	na rameni L =	1,90 m	ve výšce h =	7,70 m	μ = 0,7
- posun	n <sub>posun</sub> = μ . Q <sup>k</sup> <sub>pasivní</sub> / T <sup>k</sup> <sub>aktivní</sub>		=	0,7 . 337,7 / 30,6	= <b>7,72</b> > <b>1,5</b>
- překlopení	n <sub>klopící</sub> = L . Q <sup>k</sup> <sub>pasivní</sub> / h . T <sup>k</sup> <sub>aktivní</sub>		=	1,9 . 338 / 7,7 . 30,6	= <b>2,72</b> > <b>1,5</b>
					<b>Vyhoví!</b>

## 12.8 NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY

### - NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 1,8 m x 3,8 m x 1,2 m - PODÉLNÝ SMĚR

#### Materiály :

Beton : <b>C 25 / 30</b>	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
	$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
	$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž : <b>B 505 B</b>	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

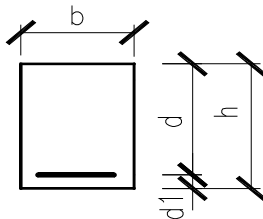
#### Geometrie patky:

Šířka patky $B =$	1,8 m	Výška patky $H =$	1,2 m	Délka patky $L =$	3,8 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 =$	0,3 m			
Vzdálenost tlaku od kraje patky	$a =$	1,75 m			

#### Vnitřní síly:

Kontaktní napětí: $\sigma_d =$	113 kPa
Návrhový ohybový moment: $M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 =$	$0,5 \cdot 113 \cdot 1,8 \cdot 1,75^2 = 311$ kNm
Návrhová posouvající síla: $V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a =$	$113 \cdot 1,8 \cdot 1,75 = 356$ kN

#### Geometrie :



Šířka průřezu $b =$	1800 mm
Výška průřezu $h =$	1200 mm
Krytí dolní výztuže $c = c_{min} + Dh =$	$75 + 10 = 85$ mm
Předpokládaný profil $\varnothing$	12 Profil horní výztuže $\varnothing_h$
$d_1 = c + \varnothing/2 + \varnothing_h =$	$85 + 12/2 + 0 = 91$ mm
$d = h - d_1 =$	$1200 - 91 = 1109$ mm

#### Návrh ohybové výztuže :

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{311,45625}{1,8 \cdot 1,109^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,008 \Rightarrow \omega = 0,009$$

$$\xi = 0,01113 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

#### Nutná plocha výztuže :

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,009 \cdot 1,8 \cdot 1,109 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 678 \text{ mm}^2$$

Navrženo :  $\varnothing$  B 12 vzdál.  $s = 250$  mm  $\Rightarrow 15$  ks  $\Rightarrow A_{s1} = 1696 \text{ mm}^2$

#### Posouzení ohybové výztuže :

$$d = h - (c + \varnothing/2 + \varnothing_h) = 1200 - (85 + 6 + 0) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 1696 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 723 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{722,64}{1,8 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,030 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 1,109 - 0,4 \cdot 0,03 = 1,097 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 722,64 \cdot 1,097 = 793 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 311,456 \text{ kNm} < 792,71 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

**- NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 3,8 m x 1,8 m x 1,2 m - PŘÍČNÝ SMĚR**

**Materiály :**

Beton :	<b>C 25 / 30</b>	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
		$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
		$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž :	<b>B 505 B</b>	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

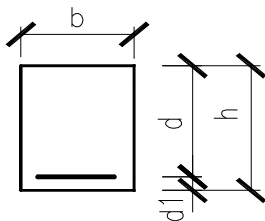
**Geometrie patky:**

Šířka patky B =	3,8 m	Výška patky H =	1,2 m	Délka patky L =	1,8 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 = 0,3$ m				
Vzdálenost tlaku od kraje patky	a = 0,75 m				

**Vnitřní síly:**

Kontaktní napětí: $\sigma_d =$	113 kPa		
Návrhový ohybový moment: $M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 =$	$0,5 \cdot 113 \cdot 3,8 \cdot 0,75^2 =$	121 kNm	
Návrhová posouvající síla: $V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a =$	$113 \cdot 3,8 \cdot 0,75 =$	322 kN	

**Geometrie :**



Šířka průřezu b =	3800 mm
Výška průřezu h =	1200 mm
Krytí dolní výztuže $c = c_{min} + Dh =$	$75 + 10 = 85$ mm
Předpokládaný profil $\varnothing$	12
Profil horní výztuže $\varnothing_h$	12
$d_1 = c + \varnothing/2 + \varnothing_h =$	$85 + 12/2 + 12 = 103$ mm
$d = h - d_1 =$	$1200 - 103 = 1097$ mm

**Návrh ohybové výztuže :**

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{120,76875}{3,8 \cdot 1,097^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,002 \Rightarrow \omega = 0,002$$

$$\xi = 0,0029 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

$$\zeta = 0,003$$

**Nutná plocha výztuže :**

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,002 \cdot 3,8 \cdot 1,097 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 398 \text{ mm}^2$$

**Navrženo :  $\varnothing$  B 12** vzdál. s = **250 mm**  $\Rightarrow$  **7 ks**  $\Rightarrow A_{s1} =$  **792 mm<sup>2</sup>**

**Posouzení ohybové výztuže :**

$$d = h - (c + \varnothing/2 + \varnothing_h) = 1200 - (85 + 6 + 12) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 792 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 337 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{337,46}{3,8 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,007 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot X = 1,109 - 0,4 \cdot 0,007 = 1,106 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 337,46 \cdot 1,106 = 373 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 120,769 \text{ kNm} < 373,35 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočítání základových konstrukcí

## 13 STATICKÉ POSOUZENÍ 2. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI

### 13.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

#### 1. Z. S. - VLASTNÍ HMOTNOST

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Vlastní hmotnost je vygenerována počítačem dle příslušných objemových tíh

$$\text{Ocel: } \rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{ŽB: } \rho = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Dřevo: } \rho = 6,00 \text{ kN/m}^3$$

#### 2. Z. S. - STÁLÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Reklamní plochy P1 a P2

ks	Úhelníky	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
23	L 40 x 40 x	40	4,0	0,95	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,53 kN
46	L 40 x 40 x	40	4,0	0,99	Svislý profil	0,024 kN/m'	1,11 kN
23	L 40 x 40 x	40	4,0	0,55	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,31 kN
ks	T-profil	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
15	T 60 x - x	-	-	2	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,87 kN
10	T 60 x - x	-	-	1,8	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,12 kN
ks	Plech	$b$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$t$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
9	P 1 x 1000 x	-	-	2	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	1,44 kN
3	P 1 x 600 x	-	-	2	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,29 kN
6	P 1 x 1000 x	-	-	1,8	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	0,86 kN
2	P 1 x 600 x	-	-	1,8	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,17 kN

$$\text{Celkové stálé zatížení od reklamní plochy: } \Sigma G_k = 7,70 \text{ kN}$$

Šířka desky billboardu

$$b = 9,6 \text{ m}$$

Výška desky billboardu

$$h = 3,6 \text{ m}$$

Pro plochu:

$$A = 34,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Stálé zatížení: } \Sigma g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

$$g_k = 0,20 \quad 0,42 \quad 0,45 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

- Pochozí lávky

Výška  $h$

Tloušťka  $t$

Zatížení  $g_k$

- Podlahové rošty 30x3

$$30 \text{ mm}$$

$$3 \text{ mm}$$

$$0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Celkové stálé zatížení nosníků lávky: } \Sigma g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$g_k = 0,06 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$



### 3. - 5. Z. S. - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Zatížení od obsluhy

- 2 x obsluha - užitné lokální zatížení

$$Q_k = 3 \text{ kN}$$

- Technologie (osvětlení, nástroje při montáži atd.)

$$q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$q_k = 0,04 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

### 6. Z. S. - ZATÍŽENÍ SNĚHEM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Plzeň

2 . sněhová oblast

Sklon lávky

$$\alpha = 0,00^\circ$$

Základní tíha sněhu

$$s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Ojem. tíha sněhu

$$\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$$

Typ krajiny

→ n = 1 - Otevřená

$$n = 2 [-]$$

→ Součinitel expozice

$$C_e = 1,00 [-]$$

→ n = 2 - Normální

Součinitel tepla

$$C_t = 1,00 [-]$$

→ n = 3 - Chráněná

Tvar. součinitel

$$\mu_1 = 0,80 [-]$$

Základní tíha sněhu

$$s_{1,k} = C_e \cdot C_t \cdot \mu_1 \cdot s_k = 1,00 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$s_{1,k} = 0,23 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

Vzhledem k tomu, že pochozí vrstvu lávky tvoří děrované podlahové rošty, tudíž nebude docházet k hromadění sněhu na ocelové konstrukci, neuvažují zatížením sněhem.

### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Plzeň

2 . větrová oblast

Kategorie terénu

$$3 [-]$$

Vých. základ. rychlos

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

Souč. směru větru

$$c_{dir} = 1 [-]$$

Parametr drsnosti terénu

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

Souč. orografie

$$c_o = 1 [-]$$

Minimální výška

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

Souč. roč. obd.

$$c_{season} = 1 [-]$$

Maximální výška

$$z_{max} = 200 \text{ m}$$

Sou. turbulence

$$k_i = 1 [-]$$

Součinitel terénu

$$k_f = 0,19 \cdot (z_0 / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 391 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce

$$n = 1 [-]$$

Drsnost povrchu

$$m = 1 [-]$$

→ n = 1 - Hladký povrch (ocel, hladký beton)

→ m = 1 - Pozinkovaná ocel

→ n = 2 - Hrubý povrch (drsný beton)

→ m = 2 - Lesklá ocel

→ n = 3 - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky)

→ m = 3 - Leštěný kov

Součinitel tření

$$C_{fr} = 0,01 [-]$$

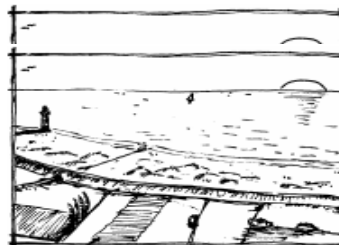
Souč. drsn. povrchu

$$k = 0,2 \text{ mm}$$

**Příloha A z ČSN EN 1991-1-4:**

**Kategorie terénu 0**

Moře nebo pobřežní oblasti otevřené k moři.



**Kategorie terénu I**

Jezera nebo oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek.



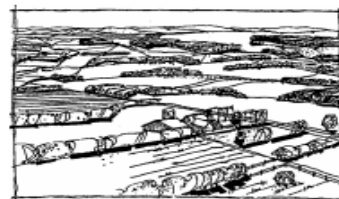
**Kategorie terénu II**

Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20 násobek výšky překážek.



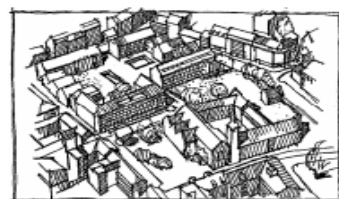
**Kategorie terénu III**

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20 násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les).



**Kategorie terénu IV**

Oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto budovami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m.



### - 7. - 8. VÍTR PŘÍČNÝ

#### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b = 9,6 \text{ m}$	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	$h = 3,6 \text{ m}$	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5 \text{ m}$
Podchozí výška	$z_g = 4,7 \text{ m}$	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97 \text{ m}$
Výška středu desky	$z_e = 6,5 \text{ m}$	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23 \text{ m}$
Excen. výslednice	$e = 2,4 \text{ m}$	Poměr výšky a vzdál.	$a_3 / h = 0,9 [-]$

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{\min}) = k_r \cdot \ln(z_{\min} / z_0) = 0,22 \cdot 25 / 0,3 = 0,66 [-]$$

Char. střední rychlost větru

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 25 = 16,6 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_l) / v_m(z) = (0,22 \cdot 25 \cdot 1) / 16,6 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

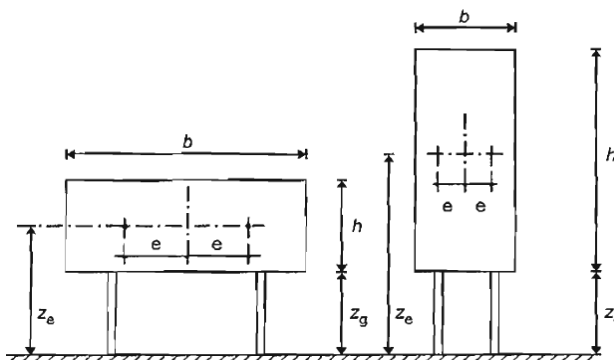
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 16,6^2 = 562 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1 [-]$  → Referenční výška je menší než 15 m.

Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1 [-]$  Souč. zastín. Záv. desky  $\psi_s = 0,3 [-]$

Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8 [-]$  Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \psi_s \cdot c_f = 0,68 [-]$

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšuji souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8 [-]$



#### Návětrná deska

Referenční plocha	$A_{ref} = 34,6 \text{ m}^2$
Součinitel síly	$c_f = 1,8 [-]$
Excentricita	$e = 2,4 \text{ m}$

#### Závětrná deska

Referenční plocha	$A_{ref} = 34,6 \text{ m}^2$
Součinitel síly	$c_{f,s} = 0,68 [-]$
Excentricita	$e = 2,4 \text{ m}$

#### Síla od větru - návětrná deska

$$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 34,9 \text{ kN}$$

Trojúhelník. zatížení - návětrná deska  $f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 9,7 \text{ kN/m}$

Přepočet zatížení na 1 m výšky desky  $f_{w,1} = f_{w,1} / h = 2,7 \text{ kN/m}$

Délka trojúhelníkového zatížení  $m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků  $a_i$  od kraje desky  $a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$

Zatěžovací šířka nosníků  $b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$

Zatížení jednotlivých nosníků  $w_{1,k} = 0,00 \quad 0,07 \quad 0,52 \quad 1,27 \quad 2,02 \quad 2,53 \text{ kN/m}'$

<b>Síla od větru - závětrná deska</b>		$F_{w,2} = C_s C_d \cdot C_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref}$	=	13,1 kN										
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska		$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b)$	=	3,64 kN/m										
Přepočet zatížení na 1 m výšky desky		$f_{w,2} = f_{w,1} / h$	=	1,01 kN/m										
Délka trojúhelníkového zatížení		$m_1 = b - e$	=	7,2 m										
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky		$a_i =$	0 1,8 3,8 5,8 7,8 9,6	m										
Zatěžovací šířka nosníků		$b_i =$	0,9 1,9 2 2 1,9 0,9	m										
Zatížení jednotlivých nosníků		$w_{2,k} =$	<b>0,00 0,03 0,20 0,48 0,76 0,95</b>	<b>kN/m'</b>										
$\alpha$	Trub-	d	t	L	$z_i$	$c_r$	$v_m$	$l_v$	$q_p$	$R_e$	$C_{f,0}$	$\Psi_\lambda$	$C_f$	$w_{e,k}$
[°]	ky	[mm]	[mm]	[m]	[m]	[-]	[m/s]	[-]	[N/m <sup>2</sup> ]	/10 <sup>5</sup>	[-]	[-]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]
-	TR $\emptyset$	324	8,0	7,30	6,80	0,67	16,8	0,32	572	6,54	0,77	0,79	0,61	<b>0,11</b>
-	TR $\emptyset$	127	8,0	1,40	5,10	0,61	15,3	0,35	505	2,41	0,81	0,71	0,57	<b>0,04</b>
-	TR $\emptyset$	108	5,0	2,13	6,80	0,67	16,8	0,32	572	2,18	0,93	0,77	0,72	<b>0,04</b>
$\alpha$	Jekly	d	b	L	$z_i$	$c_r$	$v_m$	$l_v$	$q_p$	$R_e$	$C_{f,0}$	$\Psi_\lambda$	$C_f$	$w_{e,k}$
[°]		[mm]	[mm]	[m]	[m]	[-]	[m/s]	[-]	[N/m <sup>2</sup> ]	/10 <sup>5</sup>	[-]	[-]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]
0	TR $\square$	150	150	1,40	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,15	0,77	1,37	<b>0,12</b>

### - 9. VÍTR PODÉLNÝ

#### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b =$	9,6 m	Úhel mezi deskami	$\alpha =$	30 °
Výška desky billboardu	$h =$	3,6 m	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 =$	0,5 m
Podchozí výška	$z_g =$	4,7 m	Max vzdálenost desek	$a_2 =$	5,97 m
Výška středu desky	$z_e =$	6,5 m	Střední vzdál. desek	$a_3 =$	3,23 m
Součinel síly	$c_f =$	1,8 [-]	Návětrná plocha desek	$A_{ref} =$	19,7 m <sup>2</sup>

<b>Síla od větru na desky</b>		$F_{w,3} = C_s C_d \cdot C_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref}$	=	19,9 kN
Spojité zatížení - návětrná deska		$f_{w,3} = F_{w,1} / b$	=	2,07 kN/m
Přepočet zatížení na 1 m výšky desky		$f_{w,1} = f_{w,1} / h$	=	0,58 kN/m
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky		$a_i =$	0 1,8 3,8 5,8 7,8 9,6	m
Zatěžovací šířka nosníků		$b_i =$	0,9 1,9 2 2 1,9 0,9	m
Zatížení jednotlivých nosníků		$w_{3,k} =$	<b>0,52 1,09 1,15 1,15 1,09 0,52</b>	<b>kN/m'</b>

#### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$	Válc.	d	b	L	$z_i$	$c_r$	$v_m$	$l_v$	$q_p$	$R_e$	$C_{f,0}$	$\Psi_l$	$C_f$	$w_{e,k}$
[°]		[mm]	[mm]	[m]	[m]	[-]	[m/s]	[-]	[N/m <sup>2</sup> ]	/10 <sup>5</sup>	[-]	[-]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]
0	IPE	160	82	4,00	6,42	0,66	16,5	0,33	559	-	2,00	0,87	1,75	<b>0,16</b>
0	HEA	171	180	5,47	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,90	1,80	<b>0,18</b>
0	HEA	171	180	4,54	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,88	1,76	<b>0,17</b>
0	HEA	152	160	3,50	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,87	1,73	<b>0,15</b>
0	HEA	171	180	2,47	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,82	1,63	<b>0,16</b>
0	HEA	171	180	1,43	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,76	1,51	<b>0,15</b>
0	HEA	171	180	0,50	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,00	0,68	1,35	<b>0,13</b>

$\alpha$ [°]	Trubky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$C_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$C_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
-	TR $\emptyset$	324	8,0	7,30	6,80	0,67	16,8	0,32	572	6,54	0,77	0,79	0,61	<b>0,11</b>
-	TR $\emptyset$	127	8,0	1,40	5,10	0,61	15,3	0,35	505	2,41	0,81	0,71	0,57	<b>0,04</b>
-	TR $\emptyset$	108	5,0	2,13	6,80	0,67	16,8	0,32	572	2,18	0,93	0,77	0,72	<b>0,04</b>

$\alpha$ [°]	Jekly	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$C_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$C_f$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
90	TR $\square$	150	150	1,40	6,80	0,67	16,8	0,32	572	-	2,15	0,77	1,37	<b>0,12</b>

#### - 10. ZATÍŽENÍ NÁMRAZOU

$$v_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Plzeň R2 Třída námrazy Hmotn. námrazy  $m_k = 0,9$  kg/m

Vzhledem k tomu, že ocelová konstrukce billboardu se nachází v oblasti se třídou námrazy R2 a s přihlédnutím k charakteru a členění objektu, není nutné uvažovat zatížení námrazou.

#### - 11. ZATÍŽENÍ SEIZMICITOU

$$v_f = 1 [-]$$

Třída významu konstrukce  $n = 1 [-]$  → Souč. významu  $Y_1 = 0,80 [-]$

→  $n = 1$  - Stavby malého významu (zemědělské stavby)

→  $n = 2$  - Stavby běžného významu (rodinné domy)

→  $n = 3$  - Stavby, jejichž seizmická odolnost je důležitá (např. školy, společenské haly, atd.)

→  $n = 4$  - Stavby, jejichž neporuš. během zemětř. je životně důležitá (např. nemocnice)

Oblast: Území ČR 3 .seizmická oblast Ref. zrychl. půdy  $a_{gR} = 0,04 [-]$

Typ podloží dle normy E Součinitel podloží  $S = 1,40 [-]$

Součinitel  $a_g S = a_{gR} \cdot Y_1 \cdot S = 0,04 \cdot 0,80 \cdot 1,4 = 0,04$  g < 0,05 g

Jedná se o velmi malou seizmicitu - není nutné uvažovat seizmické zatížení!

Jak prokázal výpočet výše, ocelovou konstrukci billboardu, lze bez obav umístit až do 3. seizmické oblasti s referenčním zrychlením základové půdy  $a_{gR} = 0,04$  g a nejméně únosným podložím (dle normy typ E), aniž by bylo nutné uvažovat seizmické zatížení.

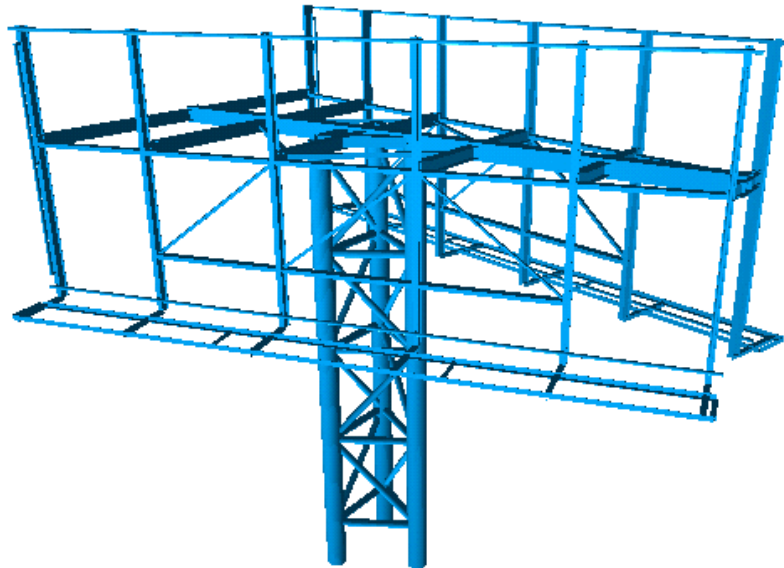
#### - 12. MIMOŘÁDNÉ ZATÍŽENÍ - NÁRAZ VOZIDLA

$$v_f = 1 [-]$$

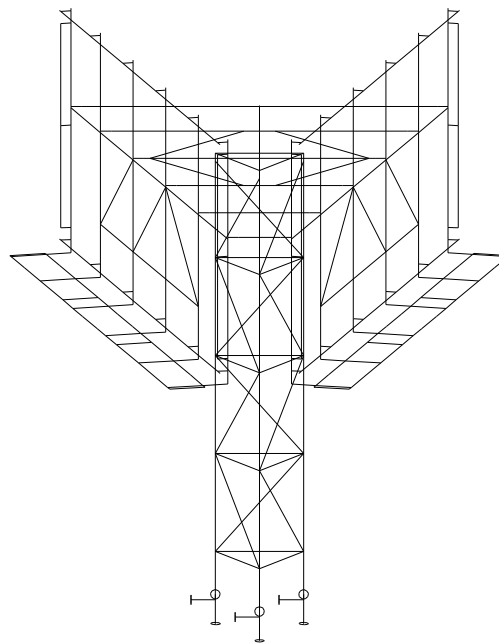
Ocelová konstrukce billboardu, bude umístěna v oblastech, kde se nepředpokládá, že by mohlo dojít k nárazu vozidla, tudíž neuvažují žádné mimořádné zatížení vyvolané nárazem vozidla.

## 13.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

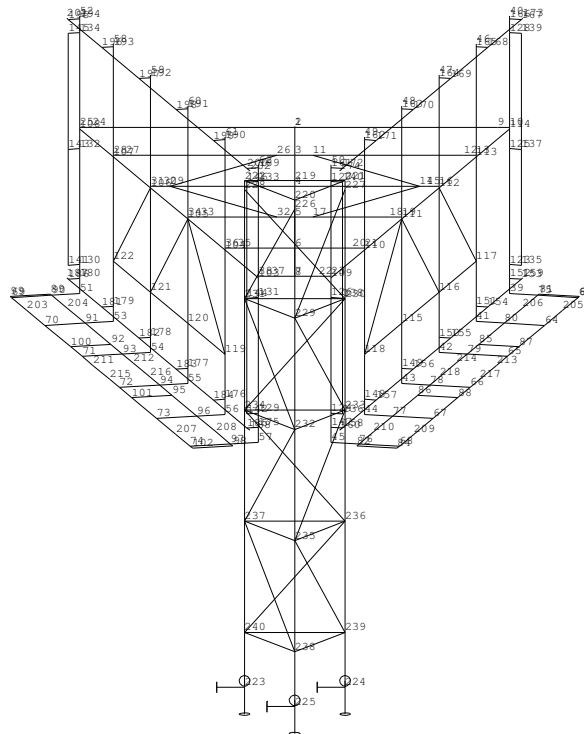
### VSTUPNÍ HODNOTY



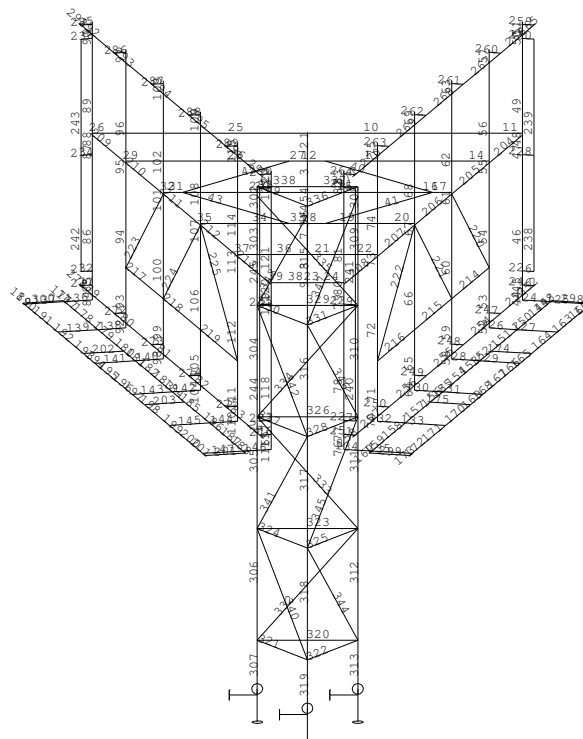
**3D MODEL**



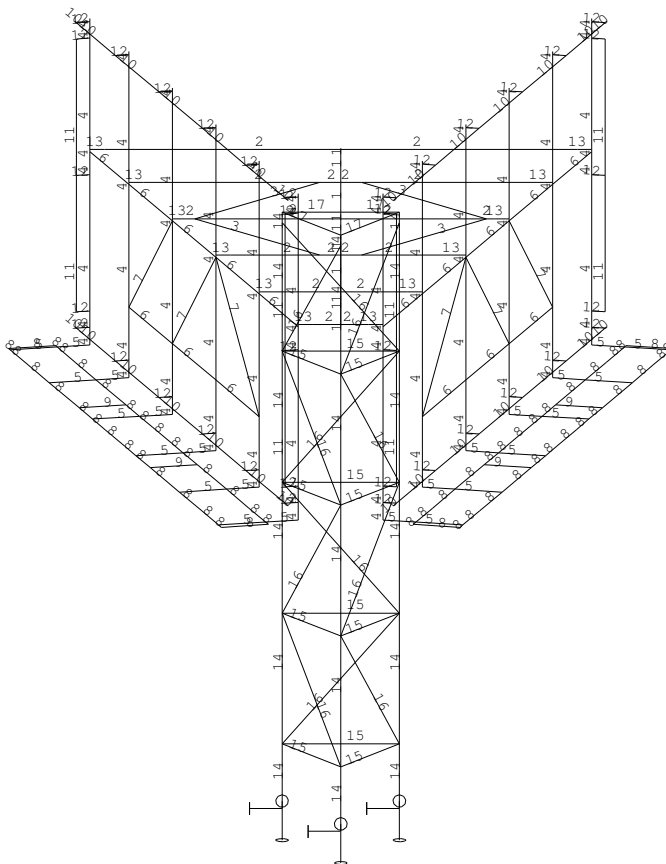
**GEOMETRICKÉ SCHÉMA**



**ČÍSLA UZLŮ**



**ČÍSLA PRUTŮ**



### ČÍSLA PROFILŮ

### ZÁKLADNÍ DATA

Počet uzlů:	240
Počet prutů:	347
Počet maker 1D:	114
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	17
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

### MATERIÁL

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa



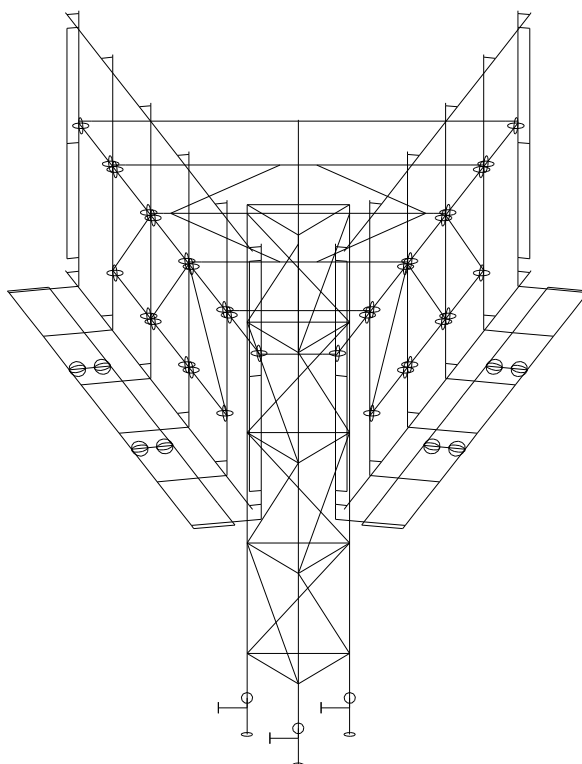
Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>
Roztažnost	1.2 · 10 <sup>-5</sup> mm/mm.K

### VÝPIS MATERIÁLU

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/10	S 235	0.07	9378.09	703.05
2	HEA180	S 235	0.04	18909.81	672.44
3	L70/6	S 235	0.01	9753.27	62.40
4	IPE160	S 235	0.02	47880.00	755.10
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	IPE180	S 235	0.02	2081.71	39.14
14	B323.9/8	S 235	0.06	21861.00	1349.68
15	B127/8	S 235	0.02	16800.00	390.60
16	B108/5	S 235	0.01	25444.90	320.03
17	K160/160/5	S 235	0.02	4200.00	99.90

Celková hmotnost konstrukce: 5335.00 kg

Nátěrová plocha: 148359299.39 mm<sup>2</sup>



**KLOUBY**

### **PODPORY**

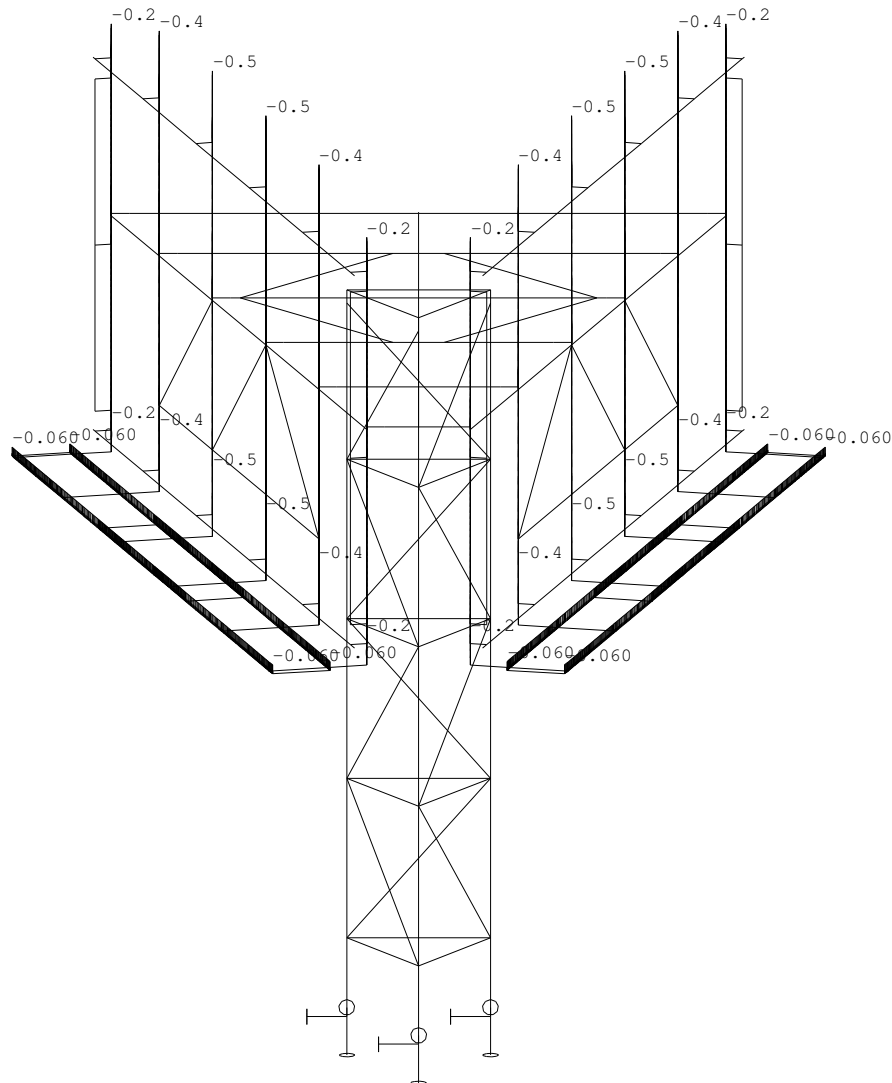
podpora	uzel	typ	Velikost mm
1	223	XYZ	200.00
2	224	XYZ	200.00
3	225	XYZ	200.00

### **ZATĚŽOVACÍ STAVY**

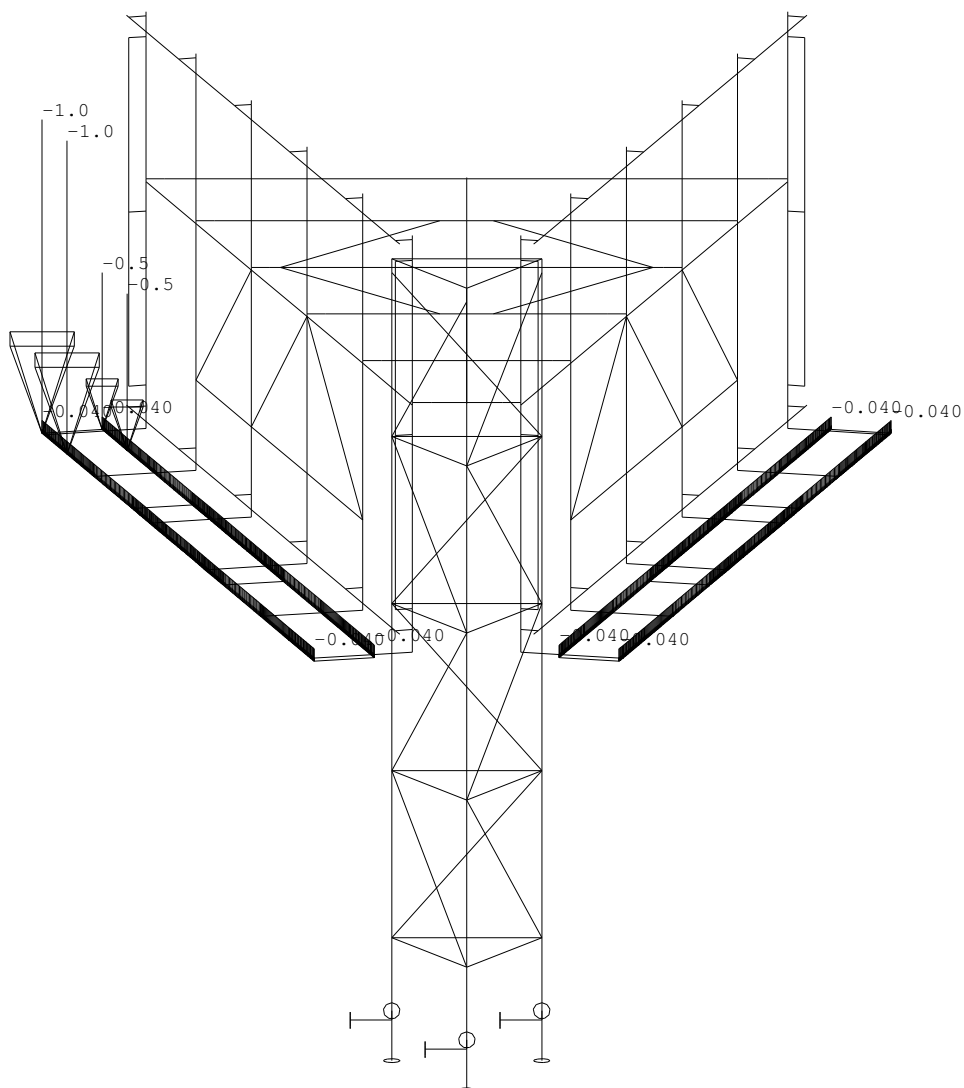
Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užitné Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

### SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

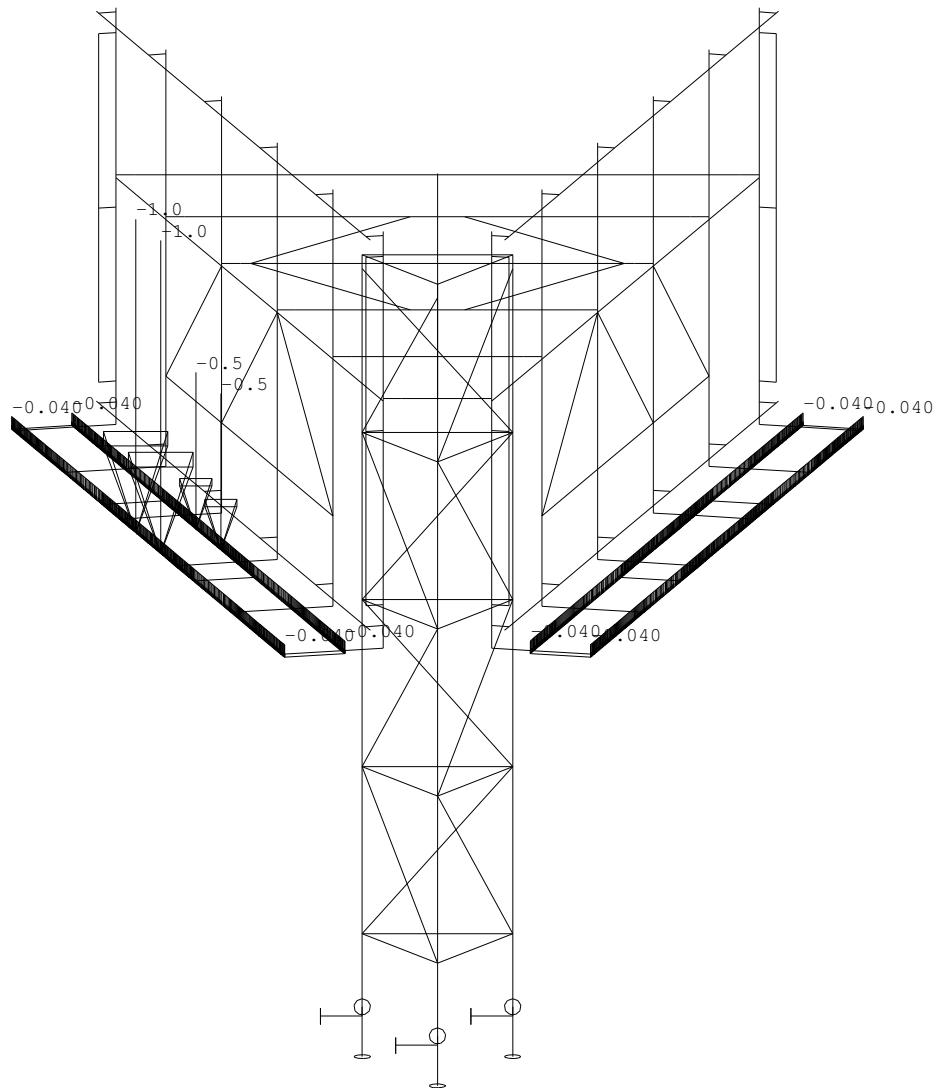
Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy



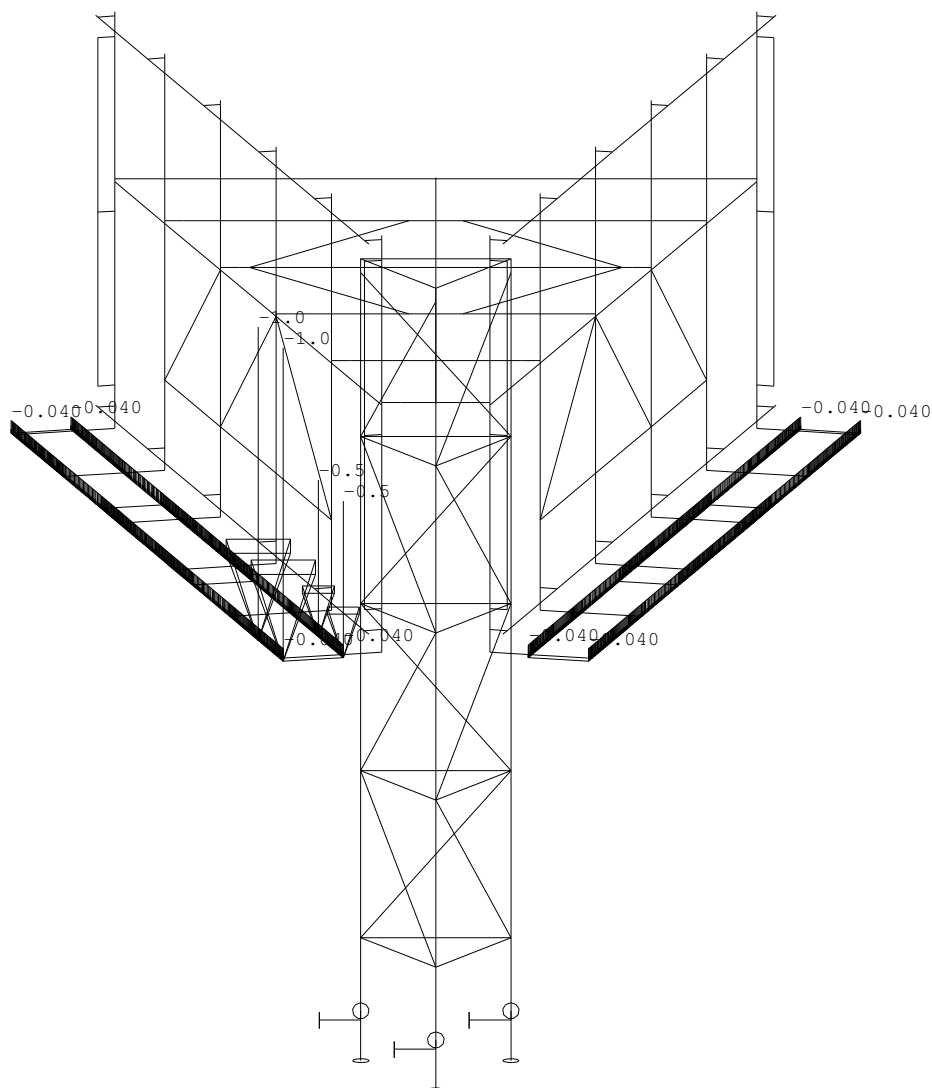
### **SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 2 - STÁLÉ ZATÍŽENÍ**



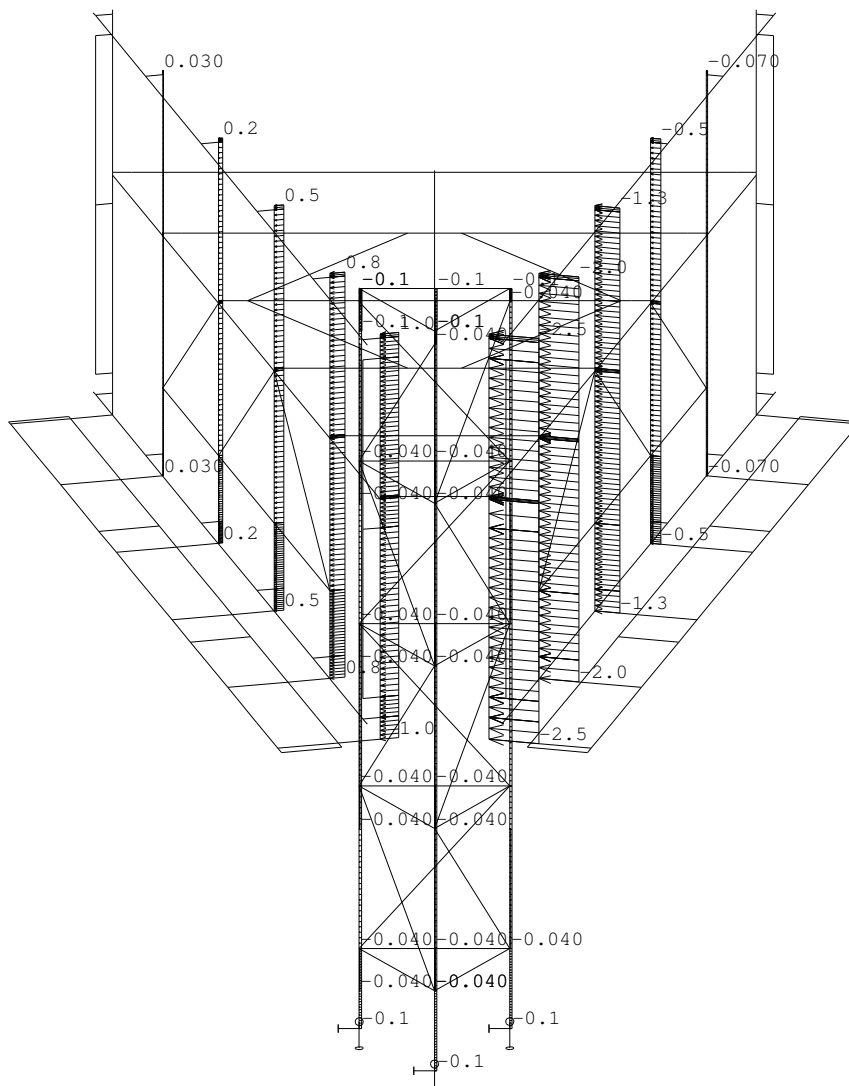
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 3 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_1**



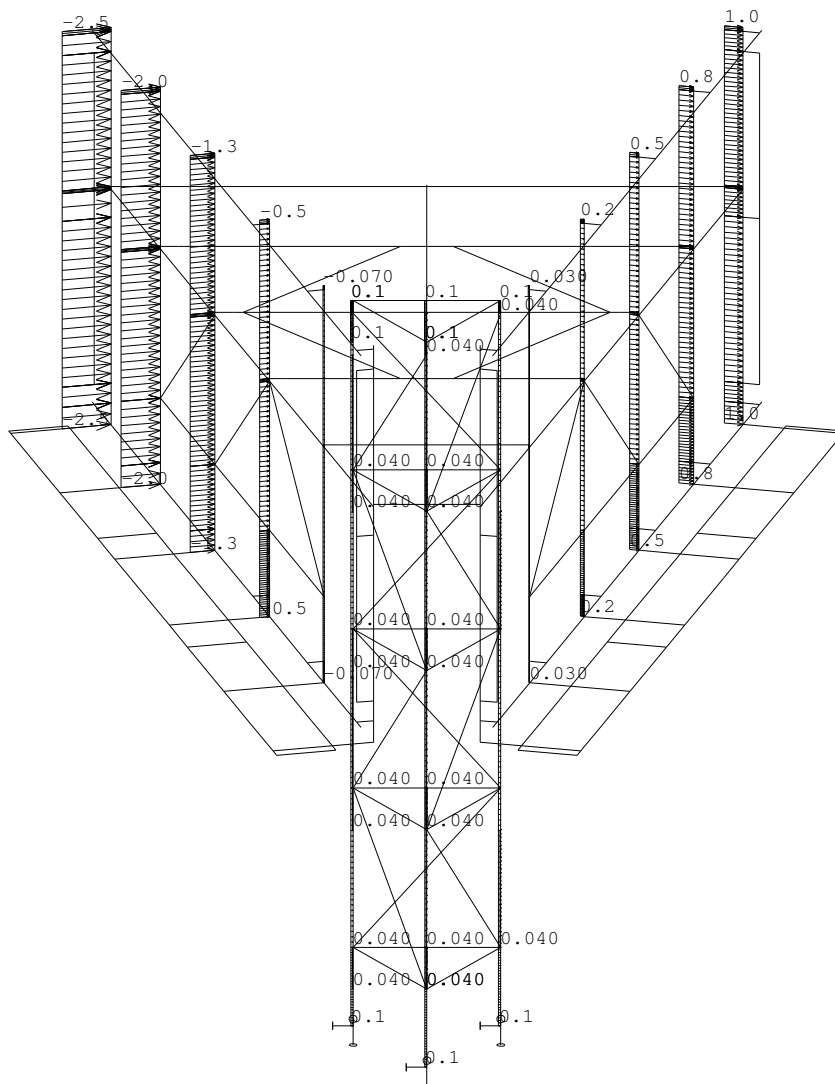
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 4 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_2**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 5 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_3**

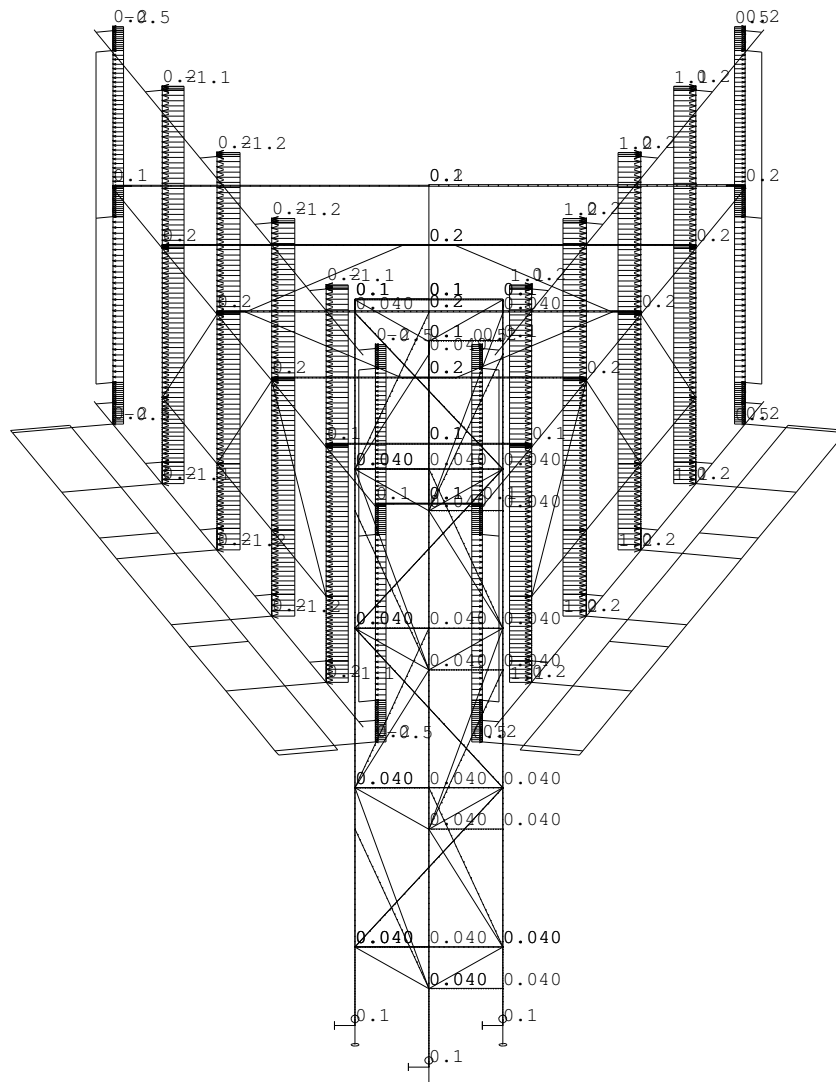


**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 6 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_1**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 7 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_2**





**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ. ZATĚŽOVACÍ STAVY - 8 - VÍTR PODÉLNÝ**

**ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

1: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2

2: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2

3: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2 / 1.50-ZS3 / 1.50-ZS4 / 1.50-ZS5 / 0.90-ZS6 / 0.90-ZS7  
/ 0.90-ZS8

4: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.50-ZS3 / 1.50-ZS4 / 1.50-ZS5 / 0.90-ZS6 / 0.90-ZS7  
/ 0.90-ZS8

5: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2 / 0.00-ZS3 / 0.00-ZS4 / 0.00-ZS5 / 1.50-ZS6 / 1.50-ZS7  
/ 1.50-ZS8

6: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 0.00-ZS3 / 0.00-ZS4 / 0.00-ZS5 / 1.50-ZS6 / 1.50-ZS7  
/ 1.50-ZS8

### **ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2  
2: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.00-ZS3 / 1.00-ZS4 / 1.00-ZS5  
3: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.00-ZS6 / 1.00-ZS7 / 1.00-ZS8  
4: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.00-ZS3 / 1.00-ZS4 / 1.00-ZS5 / 1.00-ZS6 / 1.00-ZS7  
/ 1.00-ZS8

### **VÝPIS VYGENEROVANÝCH VŠECH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

1/ 1.00-ZS1·1.00-ZS2	20/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS8
2/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2	21/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS6
3/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+0.90-ZS6	22/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS7
4/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+0.90-ZS7	23/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS6
5/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+0.90-ZS8	24/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS8
6/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS3	25/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS7
7/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4	26/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS6
8/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5	27/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS8
9/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS6	28/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS7
10/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS7	29/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS8
11/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.50-ZS8	30/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS6
12/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+0.90-ZS6	31/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS7
13/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+0.90-ZS7	32/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS6
14/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+0.90-ZS8	33/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3+0.90-ZS8
15/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS3	34/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS7
16/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4	35/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS6
17/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5	36/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS4+0.90-ZS8
18/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS6	37/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS7
19/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS7	38/ 1.35-ZS1+1.35-ZS2+1.50-ZS5+0.90-ZS8

### **VÝPIS VŠECH VYGENEROVANÝCH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2	10/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4+1.00-ZS6
2/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3	11/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3+1.00-ZS8
3/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4	12/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4+1.00-ZS7
4/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5	13/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5+1.00-ZS6
5/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS6	14/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS4+1.00-ZS8
6/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS7	15/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5+1.00-ZS7
7/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS8	16/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS5+1.00-ZS8
8/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3+1.00-ZS6	
9/ 1.00-ZS1+1.00-ZS2+1.00-ZS3+1.00-ZS7	

## PROTOKOL O VÝPOČTU

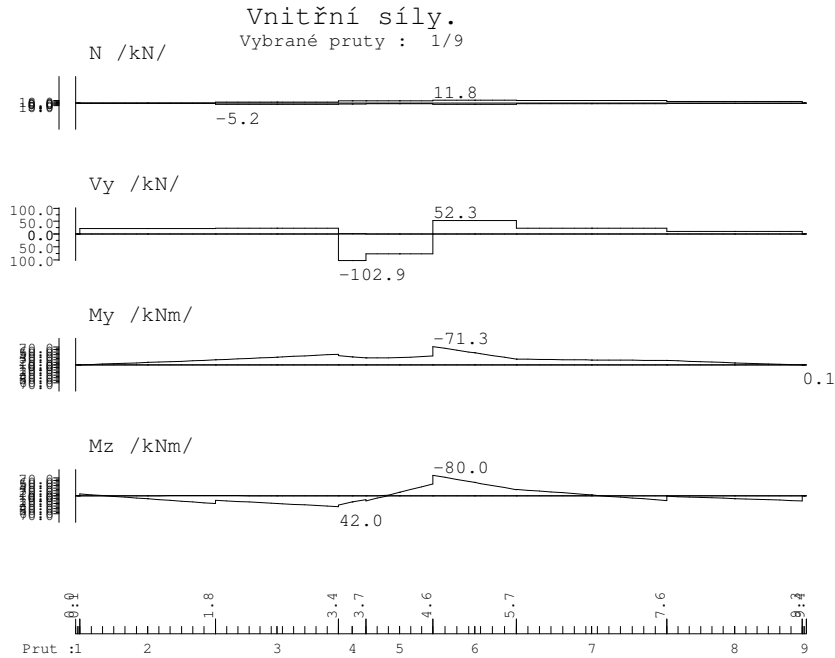
Lineární výpočet

Počet 2D prvků	0
Počet 1D prvků	301
Počet uzlů sítě	220
Počet rovnic	1320
Zatěžovací stavy	ZS 1 VLASTNÍ HMOTNOST
	ZS 2 STÁLÉ ZATÍŽENÍ
	ZS 3 UŽITNÉ_1_VARIANTA
	ZS 4 UŽITNÉ_2_VARIANTA
	ZS 5 UŽITNÉ_3_VARIANTA
	ZS 6 VÍTR PŘÍČNÝ_VARIANTA_1
	ZS 7 VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2
	ZS 8 VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1
Spuštění výpočtu	11.12.2017 14:52
Konec výpočtu	11.12.2017 14:52

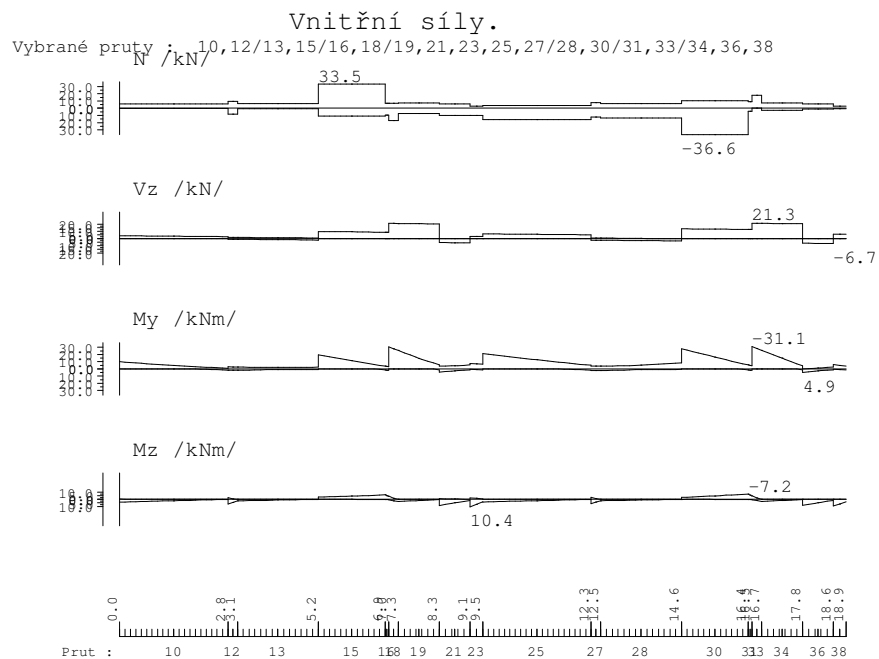
## SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

		X	Y	Z
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-53,4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	53,4
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19,4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19,4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4,6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4,6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4,6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4,6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4,6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4,6
Z. S. 6	zatížení	-4,1	-37,8	0,0
	reakce v uzlech	4,1	37,8	0,0
Z. S. 7	zatížení	-4,1	37,8	0,0
	reakce v uzlech	4,1	-37,8	0,0
Z. S. 8	zatížení	15,1	0,0	0,0
	reakce v uzlech	-15,1	0,0	0,0

## VÝSTUPNÍ HODNOTY



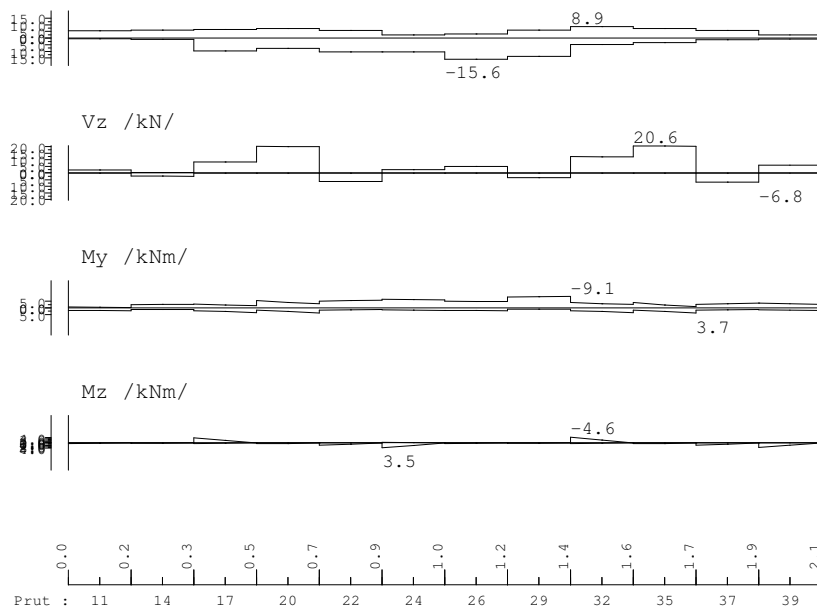
## VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL



## VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍČNÍKY

Vnitřní síly.

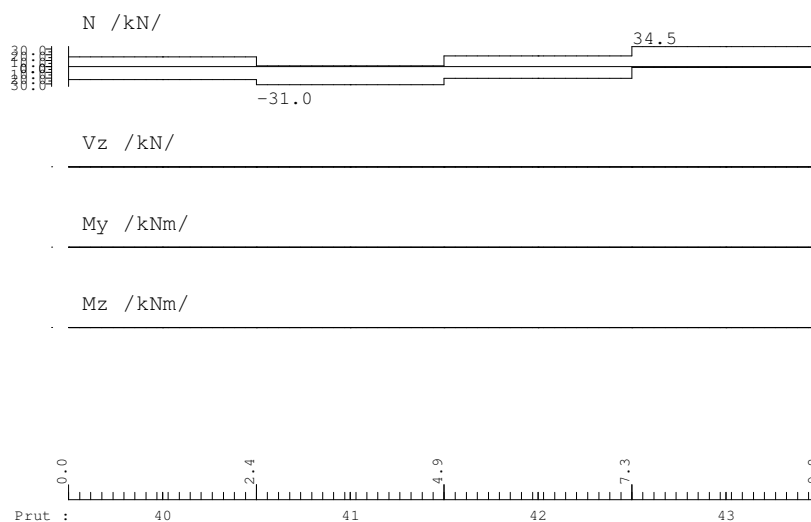
Vybrané pruty : 11, 14, 17, 20, 22, 24, 26, 29, 32, 35, 37, 39  
N /kN/



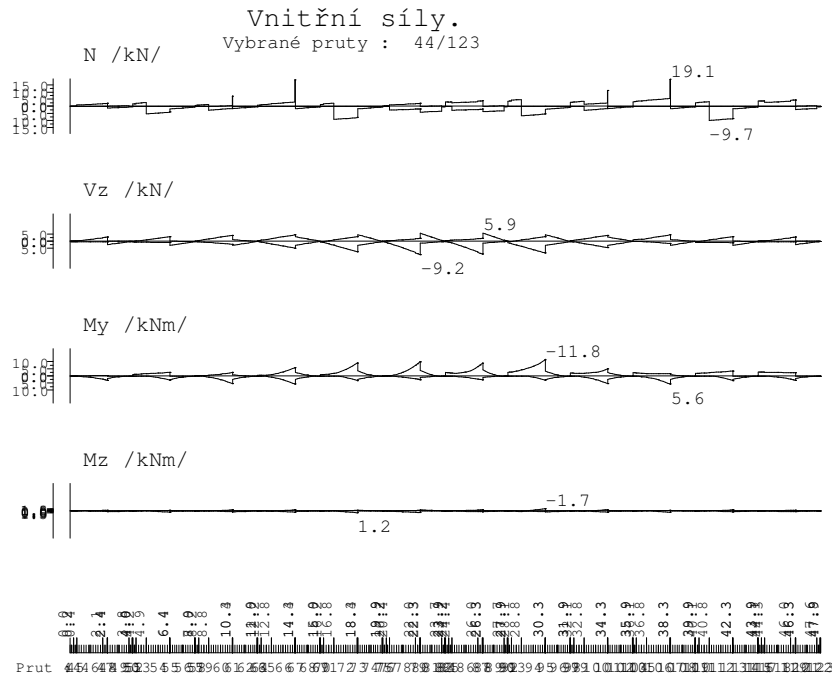
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY**

Vnitřní síly.

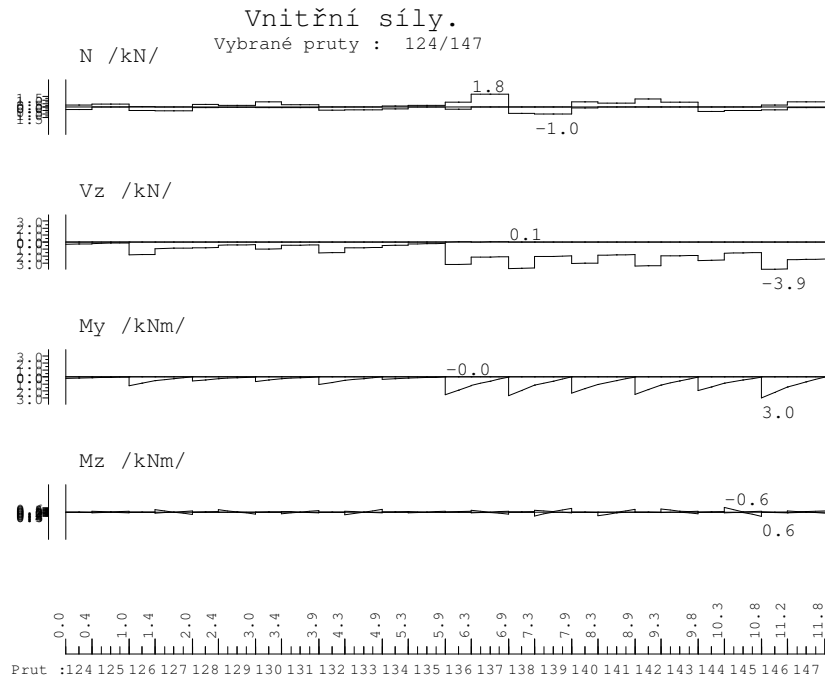
Vybrané pruty : 40/43



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ**

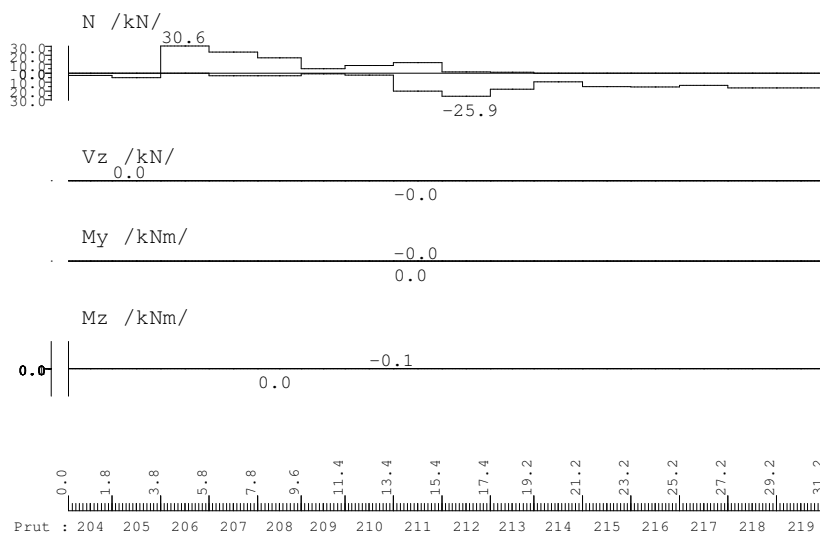


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - NOSÍKY PLOCHY**



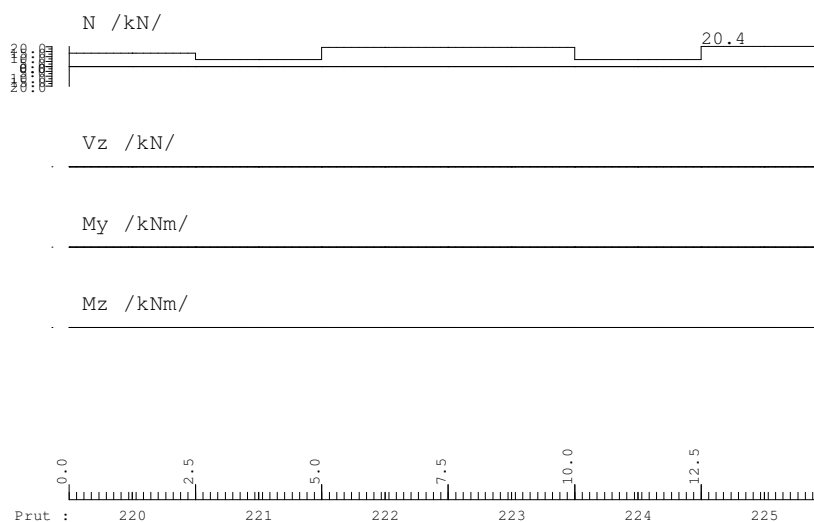
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - KONZOLY**

Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 204/219

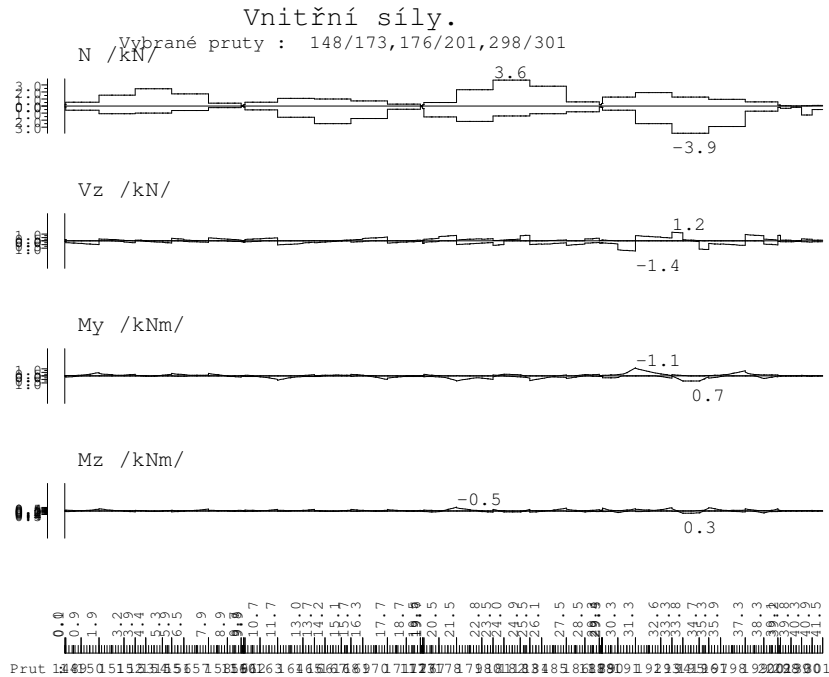


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PODÉLNÉ ZTUŽIDLO**

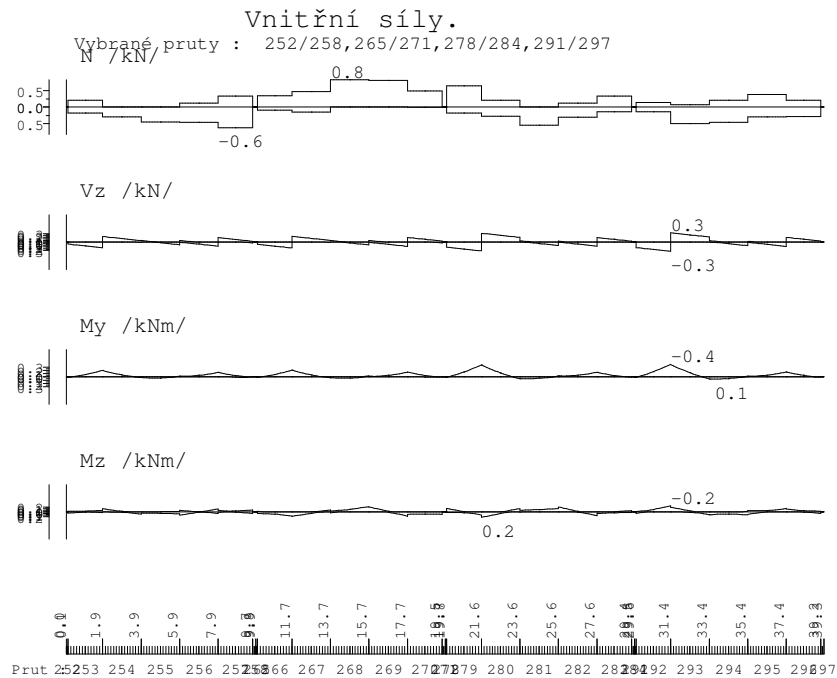
Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 220/225



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY**

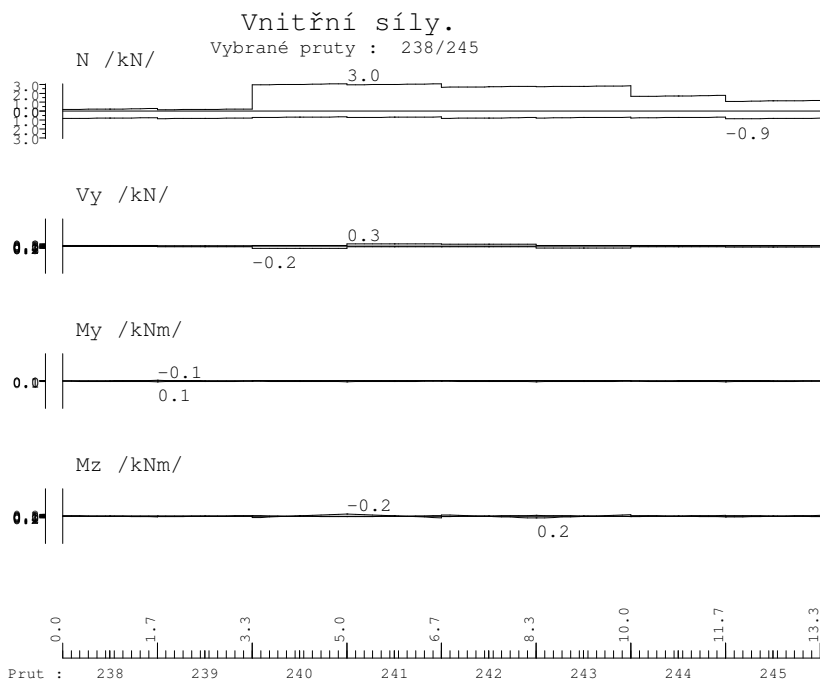


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - NOSNÍKY LÁVKY**

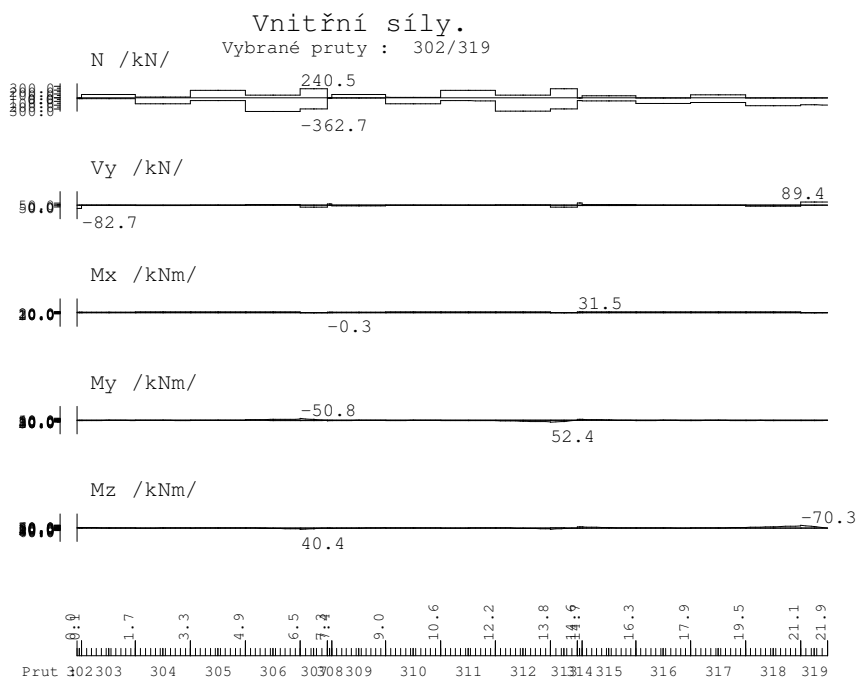


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PODÉLNÉ TRUBKY**

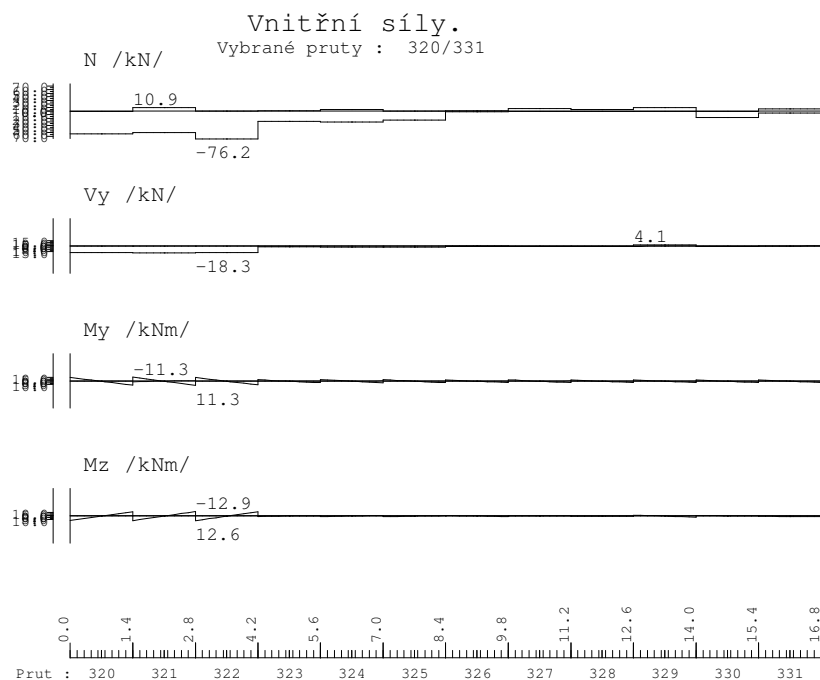




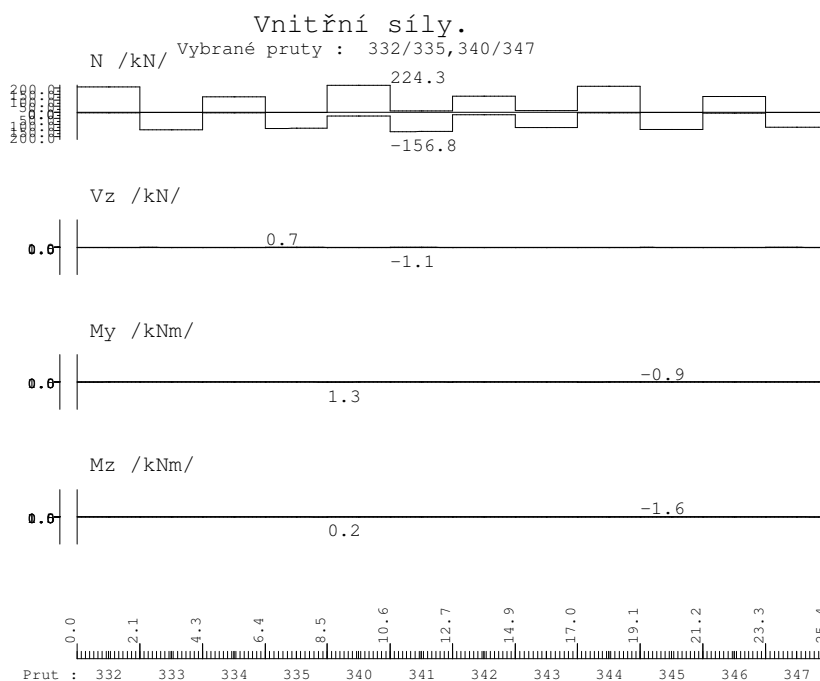
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - SVISLÉ TRUBKY**



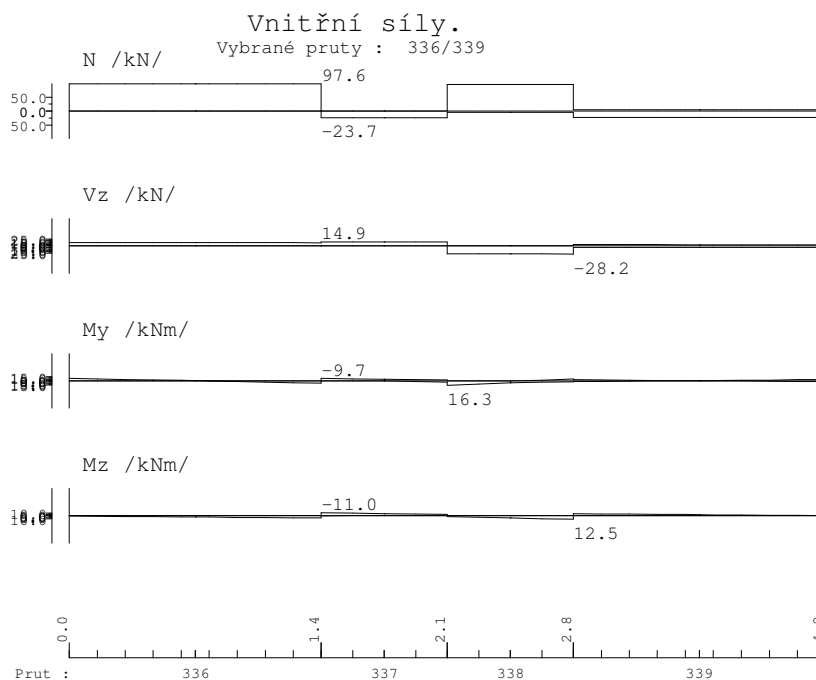
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 – NÁROŽNÍKY TUBUSU**



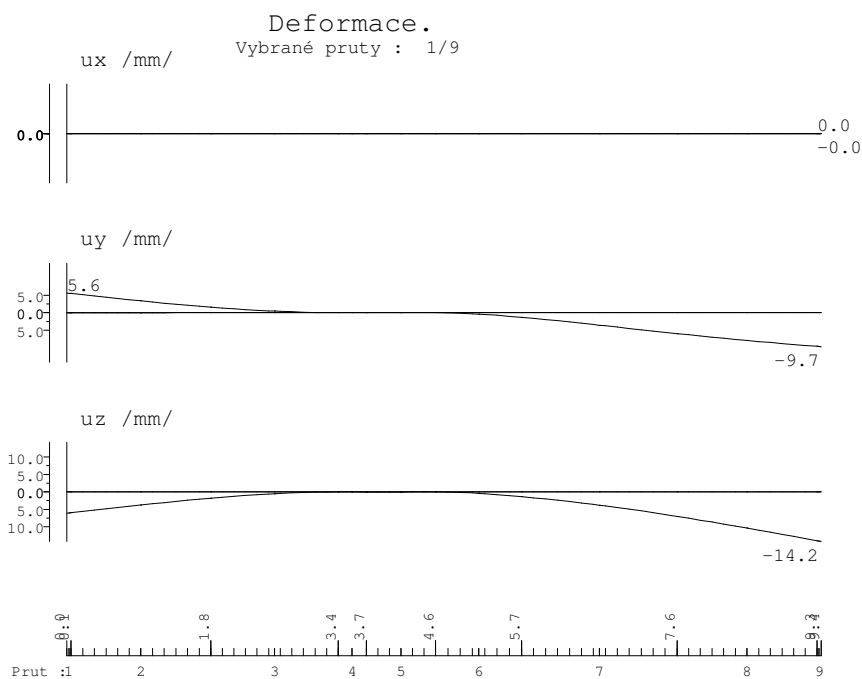
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 – SVISLICE TUBUSU**



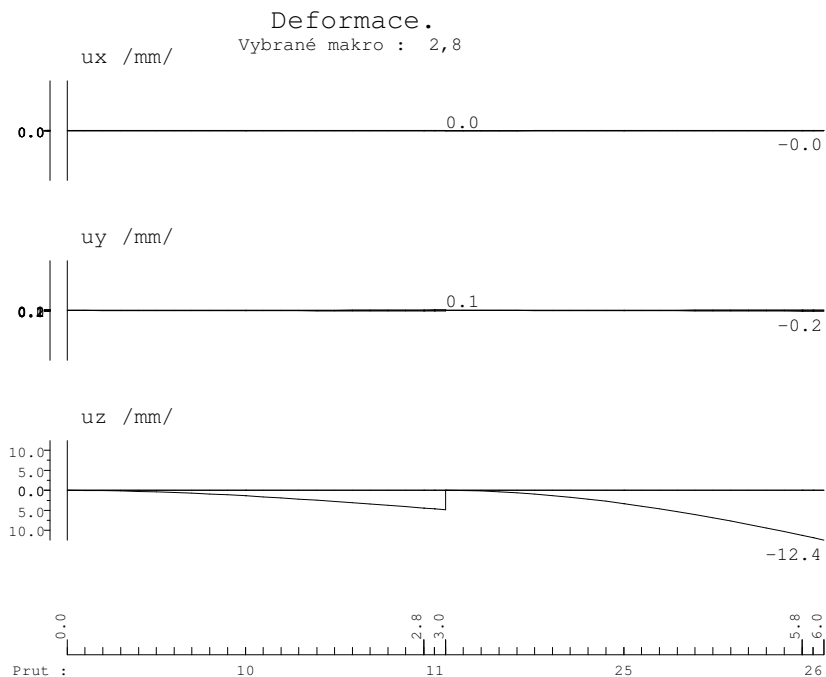
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 – DIAGONÁLY TUBUSU**



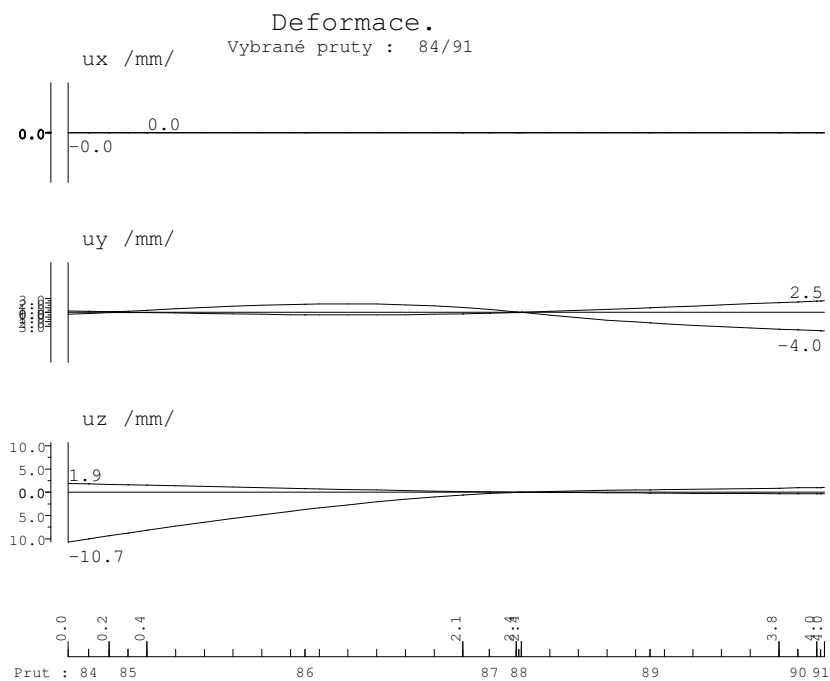
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBÍ : 1/38 - VAHADLO**



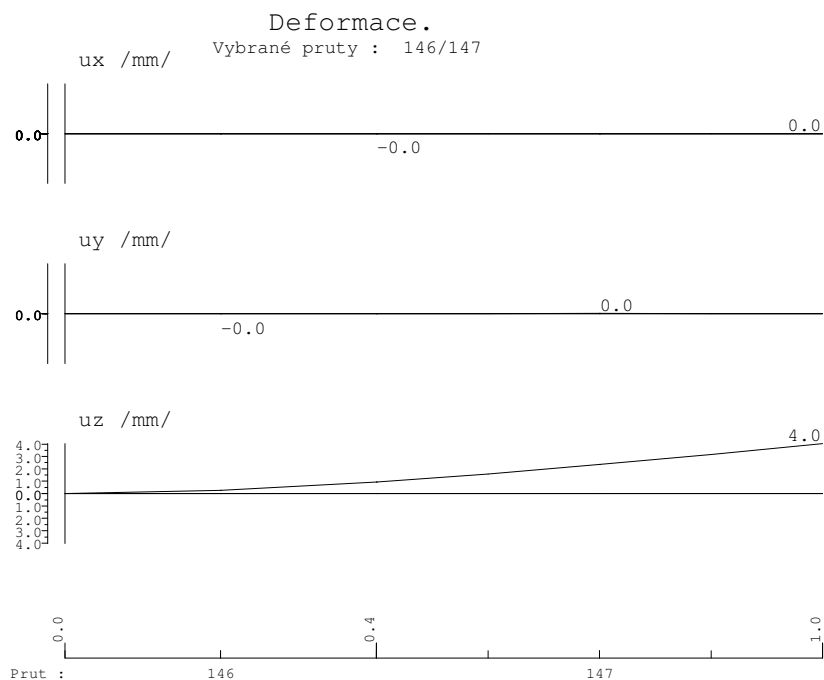
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBÍ : 1/16 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL**



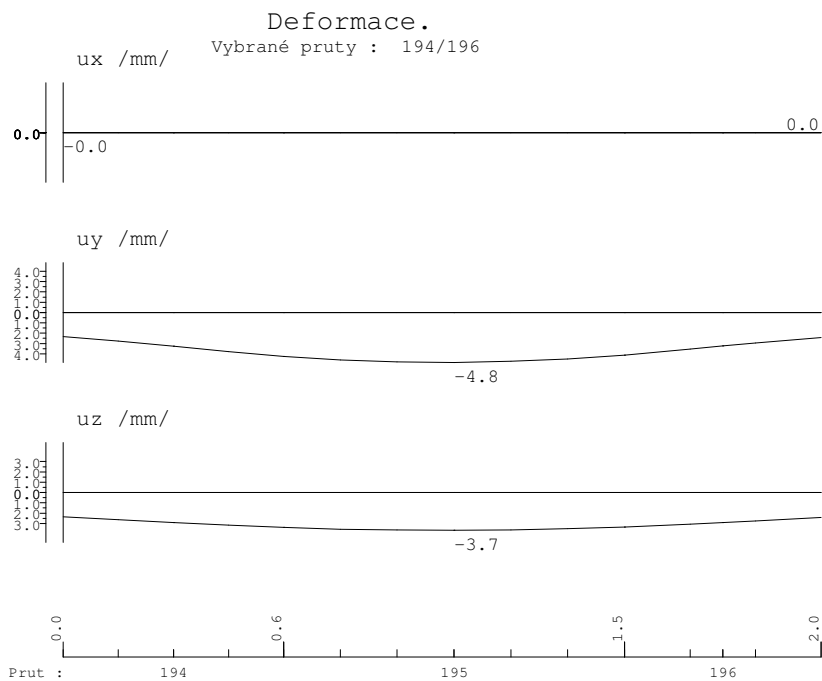
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBÍ : 1/16 - PŘÍČNÍKY**



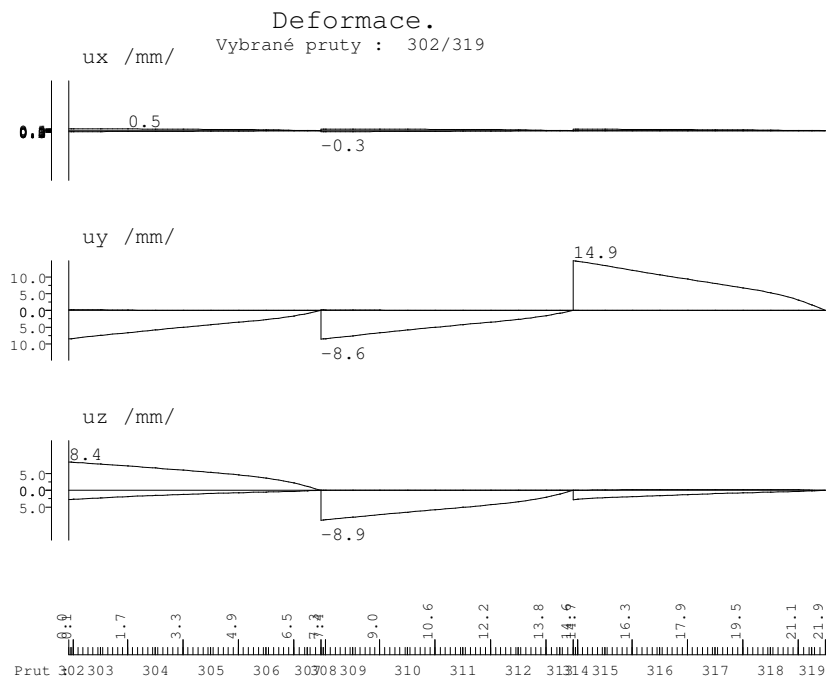
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBÍ : 1/16 - NOSNÍKY PLOCHY**



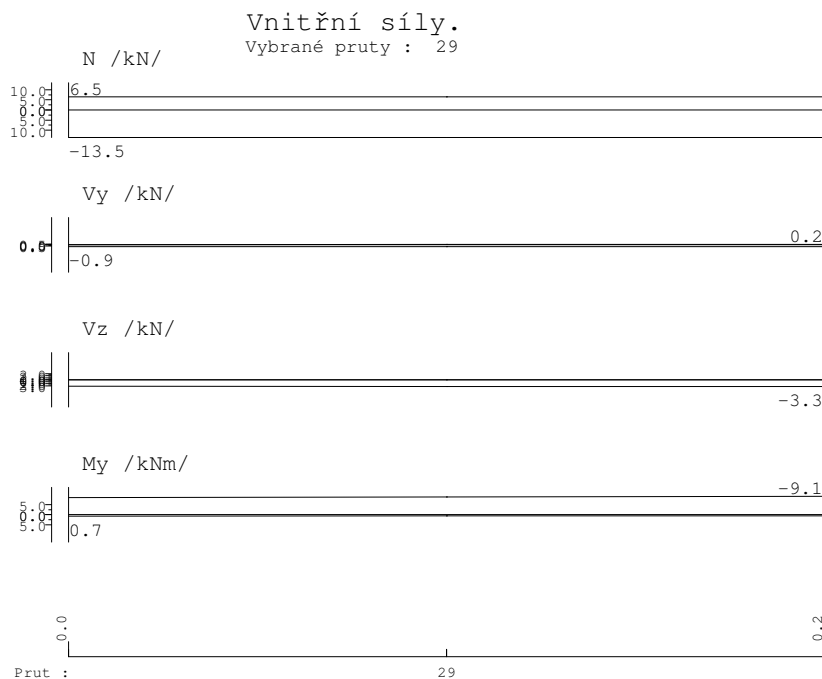
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - KONZOLY**



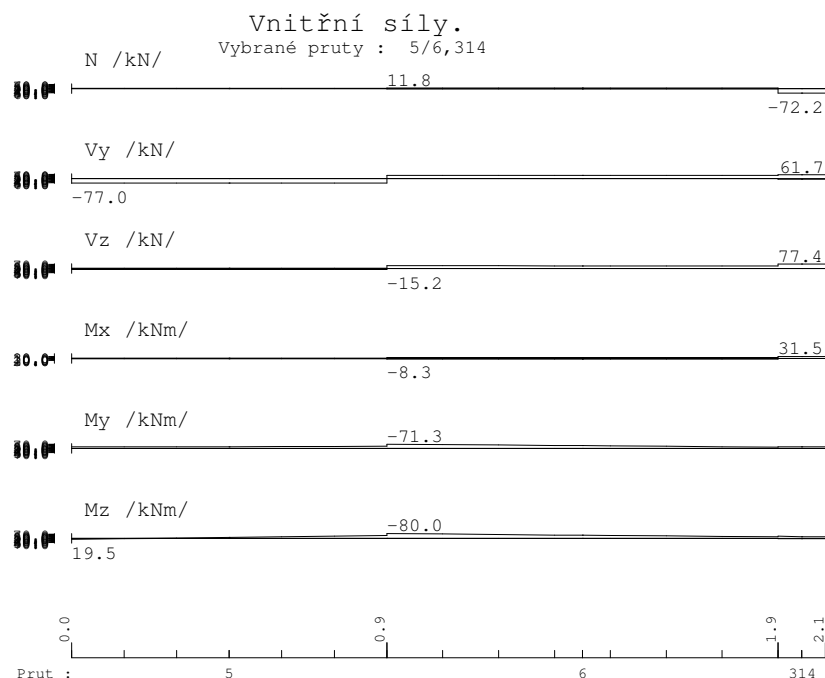
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - NOSNÍKY LÁVKY**



**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - NÁROŽNÍKY TUBUSU**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PŘÍPOJ PŘIPOJOVACÍCH KONZOLEK  
A PŘÍČNÍKŮ**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PŘÍPOJ PODÉLNÍKU K TUBUSU**

**REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH. GLOBÁLNÍ EXTRÉM**

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	223	18	<b>64.51</b>	-18.36	<b>297.64</b>	0.00	0.00	0.00
2	224	9	<b>-66.54</b>	-14.40	-240.05	0.00	0.00	0.00
3	225		8.25	<b>89.43</b>	18.53	0.00	0.00	0.00
1	223	10	45.57	<b>-51.37</b>	<b>-240.05</b>	0.00	0.00	0.00

**REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH**

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	223	1	0.06	0.03	9.54	0.00	0.00	0.00
		2	0.08	0.04	12.88	0.00	0.00	0.00
		3	38.72	-11.01	180.40	0.00	0.00	0.00
		4	27.37	-30.81	-140.21	0.00	0.00	0.00
		5	-3.75	-0.38	-25.26	0.00	0.00	0.00
		6	0.07	0.05	28.34	0.00	0.00	0.00
		7	0.08	0.03	16.66	0.00	0.00	0.00
		8	0.09	0.01	4.98	0.00	0.00	0.00
		9	64.49	-18.37	294.30	0.00	0.00	0.00
		10	45.57	-51.37	-240.05	0.00	0.00	0.00
		11	-6.29	-0.65	-48.46	0.00	0.00	0.00
		12	38.74	-11.00	183.74	0.00	0.00	0.00
		13	27.39	-30.80	-136.88	0.00	0.00	0.00
		14	-3.73	-0.37	-21.92	0.00	0.00	0.00
		15	0.09	0.06	31.67	0.00	0.00	0.00
		16	0.10	0.04	20.00	0.00	0.00	0.00
		17	0.11	0.02	8.32	0.00	0.00	0.00
		18	64.51	-18.36	297.64	0.00	0.00	0.00
		19	45.60	-51.36	-236.71	0.00	0.00	0.00
		20	-6.27	-0.65	-45.12	0.00	0.00	0.00
		21	38.72	-10.98	199.19	0.00	0.00	0.00
		22	27.38	-30.79	-121.42	0.00	0.00	0.00
		23	38.73	-11.01	187.52	0.00	0.00	0.00
		24	-3.74	-0.36	-6.46	0.00	0.00	0.00
		25	27.39	-30.81	-133.09	0.00	0.00	0.00
		26	38.74	-11.03	175.84	0.00	0.00	0.00
		27	-3.73	-0.38	-18.14	0.00	0.00	0.00
		28	27.40	-30.83	-144.77	0.00	0.00	0.00
		29	-3.72	-0.40	-29.82	0.00	0.00	0.00
		30	38.74	-10.97	202.53	0.00	0.00	0.00
		31	27.40	-30.78	-118.08	0.00	0.00	0.00
		32	38.75	-11.00	190.86	0.00	0.00	0.00
		33	-3.72	-0.35	-3.12	0.00	0.00	0.00
		34	27.41	-30.80	-129.76	0.00	0.00	0.00
		35	38.76	-11.02	179.18	0.00	0.00	0.00
		36	-3.71	-0.37	-14.80	0.00	0.00	0.00
		37	27.42	-30.82	-141.43	0.00	0.00	0.00
		38	-3.70	-0.39	-26.48	0.00	0.00	0.00



2	224	1	0.04	-0.02	9.54	0.00	0.00	0.00
		2	0.06	-0.02	12.88	0.00	0.00	0.00
		3	-39.91	-8.64	-140.21	0.00	0.00	0.00
		4	-25.86	-26.08	180.40	0.00	0.00	0.00
		5	-4.59	0.70	-25.26	0.00	0.00	0.00
		6	0.02	-0.03	4.82	0.00	0.00	0.00
		7	0.04	-0.01	0.55	0.00	0.00	0.00
		8	0.05	0.02	-3.72	0.00	0.00	0.00
		9	-66.54	-14.40	-240.05	0.00	0.00	0.00
		10	-43.13	-43.46	294.30	0.00	0.00	0.00
		11	-7.68	1.18	-48.46	0.00	0.00	0.00
		12	-39.89	-8.65	-136.88	0.00	0.00	0.00
		13	-25.85	-26.09	183.74	0.00	0.00	0.00
		14	-4.57	0.69	-21.92	0.00	0.00	0.00
		15	0.04	-0.03	8.16	0.00	0.00	0.00
		16	0.05	-0.01	3.89	0.00	0.00	0.00
		17	0.06	0.01	-0.38	0.00	0.00	0.00
		18	-66.53	-14.40	-236.71	0.00	0.00	0.00
		19	-43.12	-43.47	297.64	0.00	0.00	0.00
		20	-7.66	1.17	-45.12	0.00	0.00	0.00
		21	-39.93	-8.65	-144.94	0.00	0.00	0.00
		22	-25.88	-26.09	175.68	0.00	0.00	0.00
		23	-39.92	-8.63	-149.20	0.00	0.00	0.00
		24	-4.61	0.69	-29.98	0.00	0.00	0.00
		25	-25.87	-26.07	171.41	0.00	0.00	0.00
		26	-39.91	-8.61	-153.47	0.00	0.00	0.00
		27	-4.60	0.71	-34.25	0.00	0.00	0.00
		28	-25.86	-26.05	167.14	0.00	0.00	0.00
		29	-4.59	0.73	-38.51	0.00	0.00	0.00
		30	-39.91	-8.66	-141.60	0.00	0.00	0.00
		31	-25.87	-26.10	179.02	0.00	0.00	0.00
		32	-39.90	-8.64	-145.86	0.00	0.00	0.00
		33	-4.59	0.68	-26.64	0.00	0.00	0.00
		34	-25.86	-26.08	174.75	0.00	0.00	0.00
		35	-39.89	-8.62	-150.13	0.00	0.00	0.00
		36	-4.58	0.71	-30.91	0.00	0.00	0.00
		37	-25.84	-26.06	170.48	0.00	0.00	0.00
		38	-4.57	0.73	-35.18	0.00	0.00	0.00
3	225	1	-0.11	-0.01	53.70	0.00	0.00	0.00

		2	-0.14	-0.01	72.50	0.00	0.00	0.00
		3	4.91	53.65	32.60	0.00	0.00	0.00
		4	2.21	22.90	32.60	0.00	0.00	0.00
		5	-5.29	-0.32	123.30	0.00	0.00	0.00
		6	-0.09	-0.03	46.48	0.00	0.00	0.00
		7	-0.11	-0.02	62.42	0.00	0.00	0.00
		8	-0.13	-0.02	78.36	0.00	0.00	0.00
		9	8.25	89.43	18.53	0.00	0.00	0.00
		10	3.75	38.17	18.53	0.00	0.00	0.00
		11	-8.75	-0.52	169.69	0.00	0.00	0.00
		12	4.87	53.65	51.39	0.00	0.00	0.00
		13	2.17	22.89	51.39	0.00	0.00	0.00
		14	-5.33	-0.32	142.09	0.00	0.00	0.00
		15	-0.13	-0.03	65.27	0.00	0.00	0.00
		16	-0.15	-0.03	81.21	0.00	0.00	0.00
		17	-0.17	-0.03	97.16	0.00	0.00	0.00
		18	8.21	89.42	37.32	0.00	0.00	0.00
		19	3.71	38.16	37.32	0.00	0.00	0.00
		20	-8.78	-0.53	188.49	0.00	0.00	0.00
		21	4.92	53.64	25.37	0.00	0.00	0.00
		22	2.22	22.88	25.37	0.00	0.00	0.00
		23	4.90	53.64	41.31	0.00	0.00	0.00
		24	-5.28	-0.33	116.07	0.00	0.00	0.00
		25	2.20	22.88	41.31	0.00	0.00	0.00
		26	4.88	53.64	57.26	0.00	0.00	0.00
		27	-5.30	-0.33	132.01	0.00	0.00	0.00
		28	2.18	22.88	57.26	0.00	0.00	0.00
		29	-5.32	-0.33	147.96	0.00	0.00	0.00
		30	4.88	53.63	44.17	0.00	0.00	0.00
		31	2.18	22.88	44.17	0.00	0.00	0.00
		32	4.86	53.63	60.11	0.00	0.00	0.00
		33	-5.31	-0.34	134.87	0.00	0.00	0.00
		34	2.16	22.88	60.11	0.00	0.00	0.00
		35	4.84	53.63	76.05	0.00	0.00	0.00
		36	-5.33	-0.34	150.81	0.00	0.00	0.00
		37	2.14	22.88	76.05	0.00	0.00	0.00
		38	-5.35	-0.33	166.75	0.00	0.00	0.00

### 13.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

**- Hlavní podélný nosník TRHR 250x250x10 profil č. 1** Ocel S 235 Mpa  
**Profil TRHR 250x250x10** H = 250 B = 250 t = 10 mm  $\gamma_f = 1$  [-]

$$L_y = 9380 \text{ mm} \quad \beta_y = 0,2 \text{ [-]} \quad L_{cr,y} = 1,88 \text{ m}$$

$$L_z = 9380 \text{ mm} \quad \beta_z = 1 \text{ [-]} \quad L_{cr,z} = 9,38 \text{ m}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 11,8 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 103 \text{ kN} \quad M_{y,Sd} = 71,3 \text{ kNm} \quad M_{z,Sd} = 80 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h) = 9024 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = 4512 \text{ [-]} \text{ m} = 72,19 \text{ kg/m'}$$

$$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12} = 86,78 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H = 694 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12} = 86,78 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2 = 798 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = \sqrt{I_y / A} = 98,1 \text{ mm} \quad W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H = 694 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_z = \sqrt{I_z / A} = 98,1 \text{ mm} \quad W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2 = 798 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

**Vzpěr:**

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,1 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,20 \text{ [-]} \quad \Rightarrow \quad \bar{\lambda}_{max} = 1,02 \text{ [-]}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 95,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 1,02 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,02 - 0,2) + 1,02^2] = 0,52 \text{ [-]}$$

$$\bar{\lambda}_{max} \cdot \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 1,02^2}] = 0,999 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9024 \cdot 0,235 / 1 = 2121 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 11,8 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,999 \cdot 9024 \cdot 0,235 / 1 = 2119 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 5,2 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 797,5 \cdot 0,235 / 1 = 187 \text{ kNm} > M_{Sd} = 71,3 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 797,5 \cdot 0,235 / 1 = 187 \text{ kNm} > M_{Sd} = 80 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 4512 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 612 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 206 \text{ kN}$$

$$\text{Kombinace pro tah} \quad \frac{11,80}{2121} + \frac{71,30}{187} + \frac{80,00}{187,4} = 0,81 < 1,00 \text{ Vyhoví}$$

$$\text{Kombinace pro tlak} \quad \frac{5,20}{2119} + \frac{71,30}{187} + \frac{80,00}{187,4} = 0,81 < 1,00 \text{ Vyhoví}$$

$$\text{Kombinace smyk} \quad \frac{206}{612} = 0,34 < 1,00 \text{ Vyhoví}$$

**- PŘÍČNÍKY HEA 180**

<b>Profil HEA 180</b>	H = 171 mm	<b>PROFIL Č. 2</b>	B = 180 mm	Ocel S 235 Mpa
$L_y = 5640$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 5640$ mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]	$\alpha_{y,1} = 0,34$ [-]
$L_z = 5640$ mm	$\beta_z = 0,5$ [-]	$L_{cr,z} = 2820$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]
$L_\omega = 5640$ mm	$\beta_\omega = 0,5$ [-]	$L_{cr,\omega} = 2820$ mm		

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 33,5$   -37 kN	$V_{z,Sd} = 21,3$ kN	$M_{y,Sd} = 31,1$ kNm	$M_{z,Sd} = 10,4$ kNm
--------------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 35,5$ kg/m'	$A = 4525$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1450$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 25,1 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 60,21 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9,5$ mm	$t_w = 6$ mm
$I_z = 9,25 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,5$ mm	$W_{el,y} = 294 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 325 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 148 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 45,2$ mm	$W_{el,z} = 103 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 157 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

<b>Vzpěr</b>	$\lambda_y = 75,7$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,81$ [-]	$\lambda_z = 62,4$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,66$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,81 - 0,2) + 0,81^2]$	$= 0,93$ [-]		
$\bar{\lambda}_y$ : $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [0,93 + \sqrt{0,93^2 - 0,81^2}]$	$= 0,72$ [-]		
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,66 - 0,2) + 0,66^2]$	$= 0,83$ [-]		
$\bar{\lambda}_z$ : $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [0,83 + \sqrt{0,83^2 - 0,66^2}]$	$= 0,75$ [-]		
<b>Klopení:</b> $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z}$	$= 2 / 171,5 \cdot \sqrt{60210 / 9,25}$	$= 1,00$ [-]		
$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{148 / 9250}$	$= 1,37$ [-]		
$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,369^2 / 3,14^2$	$= 1,76$ [-]		

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -86 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 3,26 \cdot 1,76}]}} = 0,91 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,91 \cdot [2 \cdot 2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{25,1 / 9,25} = 52,24 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 52,2 \cdot \sqrt{324,9 / 293,57} = 55,0 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,59 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,59 - 0,2) + 0,59^2] = 0,71 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,59^2}] = 0,90 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,72 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,9 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 1063 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 33,5 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,72 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 766 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 36,6 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,895 \cdot 324,9 \cdot 0,235 / 1 = 68,4 \text{ kNm} > M_{Sd} = 31,1 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 156,5 \cdot 0,235 / 1 = 36,8 \text{ kNm} > M_{Sd} = 10,4 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1450 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 197 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 42,6 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{33,5}{1063} + \frac{31,1}{68,4} + \frac{10,4}{36,8} = 0,77$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--	----------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{36,6}{766} + \frac{31,1}{68,4} + \frac{10,40}{36,8} = 0,79$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	--	----------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{42,6}{197} = 0,22$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	---------------------------	----------	---------------

**- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 180**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 180</b>	H = 180 mm	B = 91 mm	$\gamma_f = 1,00 [-]$
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2 [-]$	$L_{cr,y} = 350$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21 [-]$
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2 [-]$	$L_{cr,z} = 350$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34 [-]$
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2 [-]$	$L_{cr,\omega} = 350$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21 [-]$

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 8,9$   $-16$ kN	$V_{z,Sd} = 20,6$ kN	$M_{y,Sd} = 9,1$ kNm	$M_{z,Sd} = 4,6$ kNm
---------------------------	----------------------	----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 18,8$ kg/m'	$A = 2395$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1125$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 13,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 7,43 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8$ mm	$t_w = 5,3$ mm
$I_z = 1,01 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,2$ mm	$W_{el,y} = 146 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 47,9 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 20,5$ mm	$W_{el,z} = 22,2 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 34,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 4,7 [-]$   $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,05 [-]$   $\lambda_z = 17,1 [-]$   $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,18 [-]$

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,05 - 0,2) + 0,05^2] = 0,49 [-]$

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,49 + \sqrt{0,49^2 - 0,05^2}] = 1,00 [-]$

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,18 - 0,2) + 0,18^2] = 0,51 [-]$

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,18^2}] = 1,00 [-]$

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 172 \cdot \sqrt{7430 / 1,009} = 1,00 [-]$

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{47,9 / 1009} = 0,27 [-]$

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,275^2 / 3,14^2 = 1,03 [-]$

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -90$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 [-]$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1 [-]$

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00 [-]$

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00 [-]$

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 1,03}]}} = 1,53 [-]$

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,53 \cdot [2 \cdot 350 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{13,17 / 1,009} = 22,55 [-]$

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 22,6 \cdot \sqrt{166,4 / 146,33} = 24,1 [-]$   $\bar{\lambda}_{LT} = 0,26 [-]$

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,26 - 0,2) + 0,26^2] = 0,54 [-]$

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,54 + \sqrt{0,54^2 - 0,26^2}] = 0,99 [-]$

$\chi_{min} = 1,00 [-]$

$\chi_{LT} = 0,99 [-]$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563$  kN  $> N_{Sd}^+ = 8,9$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563$  kN  $> N_{Sd}^- = 15,6$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,988 \cdot 166,4 \cdot 0,235 / 1 = 38,6$  kNm  $> M_{Sd} = 9,1$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 34,6 \cdot 0,235 / 1 = 8,13$  kNm  $> M_{Sd} = 4,6$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1125 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 153$  kN  $> 2 \cdot V_z = 41,2$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{8,9}{563} + \frac{9,1}{38,6} + \frac{4,6}{8,13} = 0,82 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{15,6}{563} + \frac{9,1}{38,6} + \frac{4,60}{8,13} = 0,83 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{41,2}{153} = 0,27 < 1,00$  **Vyhoví**

**- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 70x70x6**

**PROFIL Č. 3**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]		$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]		$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$L_w = 2440$ mm	$\beta_w = 1$ [-]		$L_{cr,w} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 34,5$   -31 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm
$I_{\eta} = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

<b>Vzpěi</b>	$\lambda_y = 91,4$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,97$ [-]	$\lambda_z = 176,4$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,88$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,97 - 0,2) + 0,97^2] = 1,16$ [-]			
$\bar{\lambda}_y$ : $\chi = 1 / [\Phi_y + v(\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)]$	$= 1 / [1,16 + v(1,16^2 - 0,97^2)] = 0,56$ [-]			
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,88 - 0,2) + 1,88^2] = 2,67$ [-]			
$\bar{\lambda}_z$ : $\chi = 1 / [\Phi_z + v(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)]$	$= 1 / [2,67 + v(2,67^2 - 1,88^2)] = 0,22$ [-]			
<b>(lopení):</b> $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot v(I_t / I_z)$	$= 0,62 \cdot [2440 / 93] \cdot v(10 / 156) = 4,12$ [-]			
$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 4,118^2 / 3,14159^2 = 6,87$ [-]			

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = \text{mm} \quad -49,5 \text{ mm} \qquad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + v(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w})]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + v(-1^2 + 1 \cdot 6,87)]}} = 0,74 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot v(I_y / I_z) = 0,744 \cdot [2 \cdot 2440 / 93] \cdot v(0,581 / 0,156) = 75,35 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot v(W_{y,pl} / W_{y,eI}) = 75,4 \cdot v(18,76 / 11,74) = 95,3 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 1,01 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,01 - 0,2) + 1,01^2] = 1,10 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + v(\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)] = 1 / [1,1 + v(1,1^2 - 1,01^2)] = 0,66 \text{ [-]}$$

$$\chi_{\min} = 0,218 \text{ [-]} \qquad \chi_{LT} = 0,655 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1$	$= 192$ kN	$> N_{Sd}^+ = 34,50$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{\min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,218 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1$	$= 41,8$ kN	$> N_{Sd}^- = 31,00$ kN
$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,655 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1$	$= 2,89$ kNm	$> M_{Sd} = 0,00$ kNm
$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1$	$= 2,24$ kNm	$> M_{Sd} = 0,00$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 57$ kN	$> 2 \cdot V_z = 0,00$ kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{34,5}{192}$	+	$\frac{0,00}{2,89}$	+	$\frac{0,00}{2,24}$	=	<b>0,18</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--------------------	---	---------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{31}{41,8}$	+	$\frac{0,00}{2,89}$	+	$\frac{0,00}{2,24}$	=	<b>0,74</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	-------------------	---	---------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{57}$					=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	----------------	--	--	--	--	---	-------------	---	-------------	---------------

Statická posouzení ocelových konstrukcí billboardů  
pro různé větrné oblasti

**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 160**

**PROFIL Č. 4**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 160</b>	H = 160 mm	B = 82 mm	$\gamma_f = 1,00 [-]$
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2 [-]$	$L_{cr,y} = 7980$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21 [-]$
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6 [-]$	$L_{cr,z} = 2394$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34 [-]$
$L_w = 3990$ mm	$\beta_w = 0,6 [-]$	$L_{cr,w} = 2394$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21 [-]$

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 19,1$   -9,7 kN	$V_{z,Sd} = 9,2$ kN	$M_{y,Sd} = 11,8$ kNm	$M_{z,Sd} = 1,7$ kNm
---------------------------	---------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 15,8$ kg/m'	$A = 2009$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 966$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 8,69 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 3,96 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 7,4$ mm	$t_w = 5$ mm
$I_z = 0,68 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 65,8$ mm	$W_{el,y} = 109 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 124 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 36 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 16,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 26,1 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 121,3 [-]$   $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,29 [-]$   $\lambda_z = 129,8 [-]$   $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,38 [-]$

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,29 - 0,2) + 1,29^2] = 1,45 [-]$

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,45 + \sqrt{1,45^2 - 1,29^2}] = 0,47 [-]$

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,38 - 0,2) + 1,38^2] = 1,66 [-]$

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,66 + \sqrt{1,66^2 - 1,38^2}] = 0,39 [-]$

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_w / I_z} = 2 / 152,6 \cdot \sqrt{3960 / 0,6831} = 1,00 [-]$

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2394 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{36 / 683,1} = 2,23 [-]$

$d_{z,w} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,w})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 2,233^2 / 3,14^2 = 3,02 [-]$

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -80$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 [-]$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3 [-]$

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53 [-]$

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68 [-]$

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 3,02}]} = 0,81 [-]$

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,81 \cdot [2 \cdot 2394 / (160 - 7,4)] \cdot \sqrt{8,693 / 0,683} = 90,43 [-]$

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,el}} = 90,4 \cdot \sqrt{123,9 / 108,66} = 96,6 [-]$   $\bar{\lambda}_{LT} = 1,03 [-]$

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,03 - 0,2) + 1,03^2] = 1,12 [-]$

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,12 + \sqrt{1,12^2 - 1,03^2}] = 0,65 [-]$

$\chi_{min} = 0,39 [-]$   $\chi_{LT} = 0,65 [-]$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 472$  kN  $> N_{Sd}^+ = 19,1$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,389 \cdot 2009 \cdot 0,235 / 1 = 184$  kN  $> N_{Sd}^- = 9,7$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,646 \cdot 123,9 \cdot 0,235 / 1 = 18,8$  kNm  $> M_{Sd} = 11,8$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 26,1 \cdot 0,235 / 1 = 6,13$  kNm  $> M_{Sd} = 1,7$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 966 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 131$  kN  $> 2 \cdot V_z = 18,4$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{19,1}{472} + \frac{11,8}{18,8} + \frac{1,7}{6,13} = 0,95 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{9,7}{184} + \frac{11,8}{18,8} + \frac{1,70}{6,13} = 0,96 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{18,4}{131} = 0,14 < 1,00$  **Vyhoví**

**- KONZOLY Trov 80x80x9**

**PROFIL Č. 5**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Trov 80x80x9</b>	H = 80	B = 80	t = 9	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 985$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 1970$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 985$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]	$L_{cr,z} = 591$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_\omega = 985$ mm	$\beta_\omega = 0,6$ [-]	$L_{cr,\omega} = 591$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 1,8$   -1 kN	$V_{z,Sd} = 3,9$ kN	$M_{y,Sd} = 3,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,60$ kNm
------------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 10,7$ kg/m'	$A = 1360$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 576$ mm <sup>2</sup>	$z_T = 57,8$ mm
$I_y = 0,74 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9$ mm	$t_w = 9$ mm
$I_z = 0,37 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 23,3$ mm	$W_{el,y} = 12,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 28,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 26,6 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 16,5$ mm	$W_{el,z} = 9,25 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 14,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 84,6$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,90$  [-]  $\lambda_z = 35,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,38$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,9 - 0,2) + 0,9^2] = 1,08$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,08 + \sqrt{1,08^2 - 0,9^2}] = 0,6$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,38 - 0,2) + 0,38^2] = 0,62$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,62 + \sqrt{0,62^2 - 0,38^2}] = 0,91$  [-]

**Ľopení:**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [591 / 75,5] \cdot \sqrt{26,6 / 370} = 1,3$  [-]

$d_{z,\omega} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 1,301^2 / 3,14159^2 = 0,69$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -22,2$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -0,59$  [-]

a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přemeno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-0,6 + \sqrt{(-0,6)^2 + 4,68 \cdot 0,7}]}} = 1,206$$
 [-]

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,21 \cdot [2 \cdot 591 / (75,5 - 9)] \cdot \sqrt{0,737 / 0,37} = 26,6$$
 [-]

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,el}} = 26,6 \cdot \sqrt{28,8 / 12,75} = 40,0$$
 [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,43$  [-]

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,61 - 0,2) + 0,61^2] = 0,61$$
 [-]

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,61 + \sqrt{0,61^2 - 0,43^2}] = 0,946$$
 [-]

$$\chi_{min} = 0,599$$
 [-]  $\chi_{LT} = 0,946$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1 = 320$ kN	>	$N_{Sd} = 1,8$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,599 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1 = 191$ kN	>	$N_{Sd} = 1$ kN
$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,946 \cdot 28,8 \cdot 0,235 / 1 = 6,4$ kNm	>	$M_{Sd} = 3,00$ kNm
$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 14,4 \cdot 0,235 / 1 = 3,38$ kNm	>	$M_{Sd} = 0,60$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 576 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 78,2$ kN	>	$2 \cdot V_z = 7,8$ kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{1,8}{320} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,60}{3,384} = 0,65 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{1}{191} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,60}{3,384} = 0,65 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{7,8}{78,2} = 0,10 < 1,00$  **Vyhoví**



**- PODÉLNÉ ZTUŽIDLO U 140x60x4**

**PROFIL Č. 6**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil: U tenk 140x60x4</b>	H = 140	B = 60	t = 4	mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_y = 2000$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2000$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]		
$L_z = 2000$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2000$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]		
$L_w = 2000$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2000$ mm	$\alpha_{LT} = 0,76$ [-]		

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 30,6$   -26 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,1$ kNm
--------------------------	-------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

m = 7,82 kg/m <sup>1</sup>	A = 978 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 544$ mm <sup>2</sup>	$\gamma_T = 15,8$ mm
$I_y = 2,84 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 1,03 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 4$ mm	$t_w = 4$ mm
$I_z = 0,332 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 53,9$ mm	$W_{el,y} = 40,54 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 47,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 5,05 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 7,51 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$a_y = 21,5$ mm

<b>Vzpěr:</b> $\lambda_y = 37,1$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,40$ [-]	=>	$\bar{\lambda}_{max} = 1,16$ [-]
$\lambda_z = 108,6$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,16$ [-]		

Pro $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,16 - 0,2) + 1,16^2]$	=	1,40 [-]
$\bar{\lambda}_{max}: \chi_c = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [1,4 + \sqrt{1,4^2 - 1,16^2}]$	=	0,46 [-]

<b>Klopení:</b> $\delta = (2/h) \cdot \sqrt{I_w/I_z}$	=	$(2/136) \cdot \sqrt{1032/0,332}$	=	0,82 [-]
$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z}/(h-t_f)] \cdot \sqrt{I_t/I_z}$	=	$0,62 \cdot [2000/(140-4)] \cdot \sqrt{5,047/332}$	=	1,12 [-]
$d_{z,w} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z}/L_w)^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	=	$0,82^2 \cdot (2000/2000)^2 + 4 \cdot 1,125^2/3,14^2$	=	1,19 [-]

Vzdálenost působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -70 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1,00$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty	→ n = 1	pro n = 1
b) jediné osamělé přeměno na prutu	→ n = 2	$k_1 = 1,00$
c) spojitě a jiné zatížení na prutu	→ n = 3	$k_2 = 1,00$

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{-1^2 + 1 \cdot 1,19}]}} = 1,45 [-]$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,446 \cdot [2 \cdot 2000 / (140 - 4)] \cdot \sqrt{2,84 / 0,33} = 124 [-]$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,el}} = 124,4 \cdot \sqrt{47,69 / 40,54} = 134,9 [-] \quad \bar{\lambda}_{LT} = 1,44 [-]$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,76 \cdot (1,44 - 0,2) + 1,44^2] = 2 [-]$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [2 + \sqrt{2^2 - 1,44^2}] = 0,29 [-]$$

$\chi_{min} = 0,460$

$\chi_{LT} = 0,29$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	$1,00 \cdot 977,8 \cdot 0,235 / 1$	=	230 kN	>	$N_{Sd}^+ = 30,6$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	$0,46 \cdot 977,8 \cdot 0,235 / 1$	=	106 kN	>	$N_{Sd}^- = 25,9$ kN
$M_{y,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	$0,294 \cdot 40,5 \cdot 0,235 / 1$	=	2,80 kNm	>	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm
$M_{z,Rd} = 1,0 \cdot W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	=	$1,00 \cdot 7,5 \cdot 0,235 / 1$	=	1,76 kNm	>	$M_{z,Sd} = 0,1$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	=	$544 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	=	73,8 kN	>	$2 \cdot V_z = 0$ kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{30,6}{230}$	+	$\frac{0}{2,80}$	+	$\frac{0,1}{1,76}$	=	<b>0,19</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--------------------	---	------------------	---	--------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{25,9}{106}$	+	$\frac{0,0}{2,80}$	+	$\frac{0,10}{1,76}$	=	<b>0,30</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	--------------------	---	--------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{73,8}$	=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

**- ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY Lrov 50x50x4**

**PROFIL Č. 7**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 50x50x4</b>	H = 50	B = 50	t = 4 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2520$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2520$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 2520$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2520$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_\omega = 2520$ mm	$\beta_\omega = 1$ [-]	$L_{cr,\omega} = 2520$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 20,4$   0 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 3,06$ kg/m'	$A = 389$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 200$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 35,4$ mm	$w_1 = 35,4$ mm	$v = 19,2$ mm	$v_1 = 17,6$ mm
$I_\eta = 0,14 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\eta = 19,1$ mm	$W_{el,\eta} = 4,01 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 6,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_\zeta = 0,04 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\zeta = 9,9$ mm	$W_{el,\zeta} = 2,17 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 3,18 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 2,13 \cdot 10^5$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

<b>Vzpěr</b>	$\lambda_y = 132$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,40$ [-]	$\lambda_z = 254,3$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 2,71$ [-]
Pro	$\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,4 - 0,2) + 1,4^2]$		$= 1,78$ [-]
$\bar{\lambda}_y$ :	$\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [1,78 + \sqrt{1,78^2 - 1,4^2}]$		$= 0,35$ [-]
Pro	$\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (2,71 - 0,2) + 2,71^2]$		$= 4,78$ [-]
$\bar{\lambda}_z$ :	$\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [4,78 + \sqrt{4,78^2 - 2,71^2}]$		$= 0,11$ [-]
<b>Ľopení:</b>	$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [2520 / 66,8] \cdot \sqrt{2,13 / 38,2}$		$= 5,52$ [-]
	$d_{z,\omega} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 5,523^2 / 3,14159^2$		$= 12,36$ [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = \text{mm} \quad -35,4 \text{ mm} \qquad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}}$	$= \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 12,36}]}}$	$= 0,61$ [-]
$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z}$	$= 0,614 \cdot [2 \cdot 2520 / 66,8] \cdot \sqrt{0,142 / 0,038}$	$= 89,27$ [-]
$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}}$	$= 89,3 \cdot \sqrt{6,4 / 4,01}$	$= 113$ [-] $\bar{\lambda}_{LT} = 1,20$ [-]
$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,2 - 0,2) + 1,2^2]$	$= 1,33$ [-]
$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}]$	$= 1 / [1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1,2^2}]$	$= 0,53$ [-]
<b><math>\chi_{min} = 0,115</math> [-]</b>	<b><math>\chi_{LT} = 0,529</math> [-]</b>	

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1$	$= 91,4$ kN	$> N_{Sd}^+ = 20,40$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,115 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1$	$= 10,5$ kN	$> N_{Sd}^- = 0,00$ kN
$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,529 \cdot 6,4 \cdot 0,235 / 1$	$= 0,8$ kNm	$> M_{Sd} = 0,00$ kNm
$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 3,2 \cdot 0,235 / 1$	$= 0,75$ kNm	$> M_{Sd} = 0,00$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 200 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 27,1$ kN	$> 2 \cdot V_z = 0,00$ kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{20,4}{91,4} + \frac{0,00}{0,8} + \frac{0,00}{0,75}$	$= 0,22$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--	----------	----------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{0}{10,5} + \frac{0,00}{0,8} + \frac{0,00}{0,75}$	$= 0,00$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	---	----------	----------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{27,1}$	$= 0,00$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	------------------	----------	----------	---------------

**- NOSNÍKY LÁVKY Lrov 70x70x6**

**PROFIL Č. 8**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6	mm	$\gamma_f = 1$	[-]
$L_y = 9800$ mm	$\beta_y = 0,35$	[-]	$L_{cr,y} = 3430$ mm		$\alpha_{y,1} = 0,49$	[-]
$L_z = 9800$ mm	$\beta_z = 0,2$	[-]	$L_{cr,z} = 1960$ mm		$\alpha_{z,1} = 0,49$	[-]
$L_w = 9800$ mm	$\beta_w = 0,2$	[-]	$L_{cr,w} = 1960$ mm		$\alpha_{LT} = 0,21$	[-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 3,6$	-3,9	kN	$V_{z,Sd} = 1,4$ kN	$M_{y,Sd} = 1,10$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,50$ kNm	
$\sin\varphi = 0,707$	[-]		$\cos\varphi = 0,707$	[-]	$M_{\eta,Sd} = 1,13$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 1,13$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm
$I_\eta = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\eta = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_\zeta = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_\zeta = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

**Vzpěr**  $\lambda_y = 73,4$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,78$  [-]  $\lambda_z = 141,7$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,51$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,78 - 0,2) + 0,78^2] = 0,95$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,95 + \sqrt{0,95^2 - 0,78^2}] = 0,67$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,51 - 0,2) + 1,51^2] = 1,96$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,96 + \sqrt{1,96^2 - 1,51^2}] = 0,31$  [-]

**tlopení:**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [1960 / 93] \cdot \sqrt{10 / 156} = 3,31$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 3,308^2 / 3,14159^2 = 4,44$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z =$  mm -49,5 mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 4,44}]} = 0,72$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,718 \cdot [2 \cdot 1960 / 93] \cdot \sqrt{0,581 / 0,156} = 58,37$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 58,4 \cdot \sqrt{18,76 / 11,74} = 73,8$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,79$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,79 - 0,2) + 0,79^2] = 0,87$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,87 + \sqrt{0,87^2 - 0,79^2}] = 0,80$  [-]

$\chi_{min} = 0,312$  [-]  $\chi_{LT} = 0,804$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 192$  kN  $> N_{Sd}^+ = 3,60$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,312 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 59,7$  kN  $> N_{Sd}^- = 3,90$  kN

$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,804 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1 = 3,54$  kNm  $> M_{Sd} = 1,13$  kNm

$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,24$  kNm  $> M_{Sd} = 1,13$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 57$  kN  $> 2 \cdot V_z = 2,80$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{3,6}{192} + \frac{1,13}{3,54} + \frac{1,13}{2,24} = 0,84 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{3,9}{59,7} + \frac{1,13}{3,54} + \frac{1,13}{2,24} = 0,89 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{2,8}{57} = 0,05 < 1,00$  Vyhoví

**- PODÉLNÉ TRUBKY TR Ø 51x4**

Profil TR Ø 51x4      Ø = 51 x 4 mm      PROFIL Č. 10  
L = 9840 mm      β<sub>y</sub> = 1 [-]      L<sub>cr,y</sub> = 9840 mm

Ocel S 235 Mpa  
γ<sub>f</sub> = 1 [-]

**Vnitřní síly:**

N<sub>Sd</sub> = 0,8 | -0,6 kN      V<sub>Sd</sub> = 0,3 kN      M<sub>y,Sd</sub>; M<sub>z,Sd</sub> = 0,4 | 0,2 kNm      M<sub>Sd</sub> = 0,45 kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 590 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 6,28 \text{ [-]}$$

PRO  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (6,28 - 0,2) + 6,28^2] = 20,9 \text{ [-]}$

$\bar{\chi} = \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [20,88 + \sqrt{(20,88^2 - 6,28^2)}] = 0,02 \text{ [-]}$

**Únosnost:**

N<sub>x,b,Rd+</sub> = 1,0 · A · f<sub>y</sub> / γ<sub>M1</sub> = 1,00 · 590,6 · 0,235 / 1 = 139 kN > N<sub>Sd</sub><sup>+</sup> = 0,8 kN  
N<sub>x,b,Rd-</sub> = χ · A · f<sub>y</sub> / γ<sub>M1</sub> = 0,025 · 590,6 · 0,235 / 1 = 3,4 kN > N<sub>Sd</sub><sup>-</sup> = 0,6 kN  
M<sub>b,Rd</sub> = W · f<sub>y</sub> / γ<sub>M1</sub> = 6,4 · 0,235 / 1 = 1,51 kNm > M<sub>Sd</sub> = 0,45 kNm  
V<sub>z,pl,Rd</sub> = A<sub>vz</sub> · f<sub>y</sub> / γ<sub>M0</sub> · √3 = 376,19 · 0,235 / 1 · √3 = 51 kN > 2 · V<sub>z</sub> = 0,6 kN

**Kombinace pro tah**       $\frac{0,80}{139} + \frac{0,45}{1,51} = 0,30 < 1,00$       **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**       $\frac{0,60}{3,4} + \frac{0,45}{1,51} = 0,47 < 1,00$       **Vyhoví**

**Kombinace smyk**       $\frac{0,6}{51} = 0,01 < 1,00$       **Vyhoví**

**- SVISLÉ TRUBKY TR Ø 51x4**

Profil TR Ø 51x4      Ø = 51 x 4 mm      PROFIL Č. 11  
L = 3335 mm      β<sub>y</sub> = 1 [-]      L<sub>cr,y</sub> = 3335 mm

Ocel S 235 Mpa  
γ<sub>f</sub> = 1 [-]

**Vnitřní síly:**

N<sub>Sd</sub> = 3 | -0,9 kN      V<sub>Sd</sub> = 0,3 kN      M<sub>y,Sd</sub>; M<sub>z,Sd</sub> = 0,1 | 0,2 kNm      M<sub>Sd</sub> = 0,22 kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 200 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 2,13 \text{ [-]}$$

PRO  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2,13 - 0,2) + 2,13^2] = 2,97 \text{ [-]}$

$\bar{\chi} = \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [2,97 + \sqrt{(2,97^2 - 2,13^2)}] = 0,2 \text{ [-]}$

**Únosnost:**

N<sub>x,b,Rd+</sub> = 1,0 · A · f<sub>y</sub> / γ<sub>M1</sub> = 1,00 · 590,6 · 0,235 / 1 = 139 kN > N<sub>Sd</sub><sup>+</sup> = 3 kN  
N<sub>x,b,Rd-</sub> = χ · A · f<sub>y</sub> / γ<sub>M1</sub> = 0,198 · 590,6 · 0,235 / 1 = 27,5 kN > N<sub>Sd</sub><sup>-</sup> = 0,9 kN  
M<sub>b,Rd</sub> = W · f<sub>y</sub> / γ<sub>M1</sub> = 6,4 · 0,235 / 1 = 1,51 kNm > M<sub>Sd</sub> = 0,22 kNm  
V<sub>z,pl,Rd</sub> = A<sub>vz</sub> · f<sub>y</sub> / γ<sub>M0</sub> · √3 = 376,19 · 0,235 / 1 · √3 = 51 kN > 2 · V<sub>z</sub> = 0,6 kN

**Kombinace pro tah**       $\frac{3,00}{139} + \frac{0,22}{1,51} = 0,17 < 1,00$       **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**       $\frac{0,90}{27,5} + \frac{0,22}{1,51} = 0,18 < 1,00$       **Vyhoví**

**Kombinace smyk**       $\frac{0,6}{51} = 0,01 < 1,00$       **Vyhoví**

<b>- SVISLICE TUBUSU TR <math>\varnothing</math> 127x8</b>		<b>PROFIL Č. 15</b>		Ocel S 235 Mpa
Profil: TR $\varnothing$ 127x8	$\varnothing = 127$ x	8 mm	$\gamma_f = 1$ [-]	
L = 1400 mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 1400$ mm		
<b>Vnitřní síly:</b>				
$N_{Sd} = 10,9$   -76,2 kN	$V_{Sd} = 18,3$ kN	$M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 11,3$   12,9 kNm	$M_{Sd} = 17,1$ kNm	
<b>Průřez. charakteristiky:</b>				
$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 2991$ mm <sup>2</sup>		$A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 1905$ mm <sup>2</sup>		
$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 5,32 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>		$W = 2 \cdot I / D = 83,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>		
		$i = \sqrt{I / A} = 42,2$ mm		
$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 33,2$ [-]		$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,35$ [-]		
PRO $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,35 - 0,2) + 0,35^2]$				= 0,58 [-]
$\bar{\chi} = \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [0,58 + \sqrt{0,58 \cdot 0,58 - 0,35^2}]$				= <b>0,96</b> [-]
<b>Únosnost:</b>				
$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2990,8 \cdot 0,235 / 1 = 703$ kN				> $N_{Sd}^+ = 10,9$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \bar{\chi} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,965 \cdot 2990,8 \cdot 0,235 / 1 = 678$ kN				> $N_{Sd}^- = 76,2$ kN
$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 83,7 \cdot 0,235 / 1 = 19,7$ kNm				> $M_{Sd} = 17,1$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1904,97 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 258$ kN				> $2 \cdot V_z = 36,6$ kN
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{10,90}{703} + \frac{17,15}{19,7}$	=	<b>0,89</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{76,20}{678} + \frac{17,15}{19,7}$	=	<b>0,98</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{36,6}{258}$	=	<b>0,14</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>- DIAGONÁLY TUBUSU TR <math>\varnothing</math> 108x5</b>		<b>PROFIL Č. 16</b>		Ocel S 235 Mpa
Profil: TR $\varnothing$ 108x5	$\varnothing = 108$ x	5 mm	$\gamma_f = 1$ [-]	
L = 2130 mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2130$ mm		
<b>Vnitřní síly:</b>				
$N_{Sd} = 224$   -157 kN	$V_{Sd} = 1,1$ kN	$M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 1,3$   1,6 kNm	$M_{Sd} = 2,06$ kNm	
<b>Průřez. charakteristiky:</b>				
$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 1618$ mm <sup>2</sup>		$A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 1031$ mm <sup>2</sup>		
$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 2,15 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>		$W = 2 \cdot I / D = 39,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>		
		$i = \sqrt{I / A} = 36,5$ mm		
$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 58,4$ [-]		$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,62$ [-]		
PRO $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,62 - 0,2) + 0,62^2]$				= 0,74 [-]
$\bar{\chi} = \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [0,74 + \sqrt{0,74 \cdot 0,74 - 0,62^2}]$				= <b>0,88</b> [-]
<b>Únosnost:</b>				
$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1617,9 \cdot 0,235 / 1 = 380$ kN				> $N_{Sd}^+ = 224$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \bar{\chi} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,881 \cdot 1617,9 \cdot 0,235 / 1 = 335$ kN				> $N_{Sd}^- = 157$ kN
$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 39,8 \cdot 0,235 / 1 = 9,36$ kNm				> $M_{Sd} = 2,06$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1030,52 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 140$ kN				> $2 \cdot V_z = 2,2$ kN
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{224}{380} + \frac{2,06}{9,36}$	=	<b>0,81</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{157}{335} + \frac{2,06}{9,36}$	=	<b>0,69</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{2,2}{140}$	=	<b>0,02</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>

**- NÁROŽNÍKY TUBUSU TR  $\varnothing$  324x8**

**PROFIL Č. 14**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR  $\varnothing$  324x8  $\varnothing = 324$  x 8 mm  $\gamma_f = 1$  [-]  
 $L = 7290$  mm  $\beta_y = 0,25$  [-]  $L_{cr,y} = 1823$  mm

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 241$  | -363 kN  $V_{Sd} = 89,4$  kN  $M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 52,4$  | 70,3 kNm  $M_{Sd} = 87,68$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 7942 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 5059 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 99,19 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 612,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 111,8 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 16,3 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,17 \text{ [-]}$$

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,17 - 0,2) + 0,17^2] = 0,51$  [-]  
 $\bar{\lambda}$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,17^2}] = 1,01$  [-]

**Boulení:**

$d/t = 324 / 8 = 40,5$  [-] <  $50 \cdot \epsilon^2 \rightarrow$  Nedochozí k boulení!

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 7941,9 \cdot 0,235 / 1 = 1866$  kN >  $N_{Sd}^+ = 241$  kN  
 $N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,006 \cdot 7941,9 \cdot 0,235 / 1 = 1877$  kN >  $N_{Sd}^- = 363$  kN  
 $M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 612,3 \cdot 0,235 / 1 = 144$  kNm >  $M_{Sd} = 87,7$  kNm  
 $V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 5058,56 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 686$  kN >  $2 \cdot V_z = 179$  kN

**Smykové napětí od kroucení:**

$M_x = 31,5$  kNm  $\tau_t = M_x / 2 \cdot \Omega_t \cdot t = 31,5 \cdot 10^6 / 2 \cdot 8,0425 \cdot 10^4 \cdot 8 = 24,5$  Mpa

**Redukovaná smyková únosnost:**

$V_{T,Rd} = 1 - [(\tau_t \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) / f_y] \cdot V_{pl,Rd} = 1 - 24,48 \cdot \sqrt{3} \cdot 1 / 235 \cdot 686,3324 = 563$  kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{241}{1866}$	+	$\frac{87,7}{144}$	=	<b>0,74</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{363}{1877}$	+	$\frac{87,7}{144}$	=	<b>0,80</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{179}{563}$			=	<b>0,32</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>

**- VAHADLO TRHR 160x160x5**

**PROFIL Č. 17**

Ocel S 235 Mpa

Profil TRHR 160x160x5

H = 160 B = 160 t = 5 mm

$\gamma_f = 1$  [-]

$L_y = 1400$  mm  $\beta_y = 1$  [-]  $L_{cr,y} = 1,4$  m

$L_z = 1400$  mm  $\beta_z = 1$  [-]  $L_{cr,z} = 1,4$  m

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 97,6$  |  $-23,7$  kN  $V_{Sd} = 28,2$  kN  $M_{y,Sd} = 16,3$  kNm  $M_{z,Sd} = 12,5$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h) = 2914$  mm<sup>2</sup>  $A_{vz} = 1457$  [-] m = 23,31 kg/m<sup>1</sup>

$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12} = 11,68 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>  $W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H = 146 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12} = 11,68 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>  $W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2 = 167 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$i_y = \sqrt{I_y / A} = 63,3$  mm  $W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H = 146 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$i_z = \sqrt{I_z / A} = 63,3$  mm  $W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2 = 167 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

**Vzpěr:**

$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 22,1$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,24$  [-]  $\Rightarrow \bar{\lambda}_{max} = 0,24$  [-]

$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 22,1$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 0,24$  [-]

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,24 - 0,2) + 0,24^2] = 0,53$  [-]

$\bar{\lambda}_{max} \cdot \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,53 + \sqrt{0,53^2 - 0,24^2}] = 0,992$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2914 \cdot 0,235 / 1 = 685$  kN >  $N_{Sd}^+ = 97,60$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,992 \cdot 2914 \cdot 0,235 / 1 = 679$  kN >  $N_{Sd}^- = 23,70$  kN

$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 167,4 \cdot 0,235 / 1 = 39,3$  kNm >  $M_{Sd} = 16,30$  kNm

$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 167,4 \cdot 0,235 / 1 = 39,3$  kNm >  $M_{Sd} = 12,50$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1457 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 198$  kN >  $2 \cdot V_z = 56,40$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{97,60}{685} + \frac{16,30}{39,3} + \frac{12,50}{39,35} = 0,87 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{23,70}{679} + \frac{16,30}{39,3} + \frac{12,50}{39,35} = 0,77 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{56,4}{198} = 0,29 < 1,00$  Vyhoví

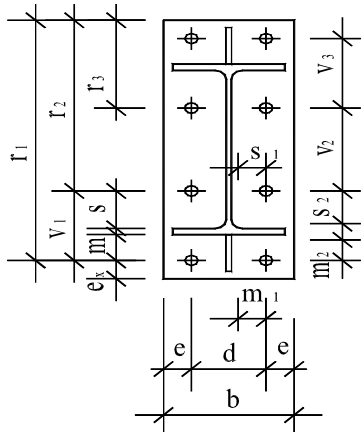
## 13.4 POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK</b>		<b>PROFIL Č. 1</b>	Vyložení l = 4800 mm
- posun "Z"	$\delta_z$	= 14,2 mm < $\delta_{lim} = \frac{9600}{250} = 38,4$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta_y$	= 9,7 mm < $\delta_{lim} = \frac{9600}{250} = 38,4$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- PŘÍČNÍKY</b>		<b>PROFIL Č. 2</b>	Vyložení l = 3000 mm
- posun "Z"	$\delta_z$	= 12,4 mm < $\delta_{lim} = \frac{6000}{250} = 24,0$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta_y$	= 0,2 mm < $\delta_{lim} = \frac{6000}{250} = 24,0$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- NOSNÍKY PLOCHY</b>		<b>PROFIL Č. 4</b>	Vyložení l = 2390 mm
- posun "Z"	$\delta$	= 10,7 mm < $\delta_{lim} = \frac{4780}{250} = 19,1$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta$	= 4,9 mm < $\delta_{lim} = \frac{4780}{250} = 19,1$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- KONZOLY</b>		<b>PROFIL Č. 5</b>	Vyložení l = 985 mm
- posun "Z"	$\delta_z$	= 4,0 mm < $\delta_{lim} = \frac{1970}{250} = 7,9$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
- posun "Y"	$\delta_y$	= 0,0 mm < $\delta_{lim} = \frac{1970}{250} = 7,9$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- NOSNÍKY LÁVKY</b>		<b>PROFIL Č. 8</b>	délka l = 985 mm
- posun "Z"	$\delta_z$	= 1,7 mm	- posun "Y" $\delta_y = 2,8$ mm
- prostorový posun	$\delta$	= $\sqrt{\delta_z^2 + \delta_y^2} = \sqrt{1,7^2 + 2,8^2} = 3,276$ mm	
- prostorový posun	$\delta$	= 3,27567 mm < $\delta_{lim} = \frac{985}{250} = 3,9$ mm	
<b>Vyhoví</b>			
<b>- NÁROŽNÍKY TUBUSU</b>		<b>PROFIL Č. 14</b>	délka l = 7290 mm
- posun "Z"	$\delta_z$	= 8,9 mm	- posun "Y" $\delta_y = 14,9$ mm
- prostorový posun	$\delta$	= $\sqrt{\delta_z^2 + \delta_y^2} = \sqrt{8,9^2 + 14,9^2} = 17,36$ mm	
- prostorový posun	$\delta$	= 17,3557 mm < $\delta_{lim} = \frac{7290}{250} = 29,2$ mm	
<b>Vyhoví</b>			



## 13.5 POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ

### - PŘÍPOJ PŘÍČNÍKŮ HEA 180 KE KONZOLKÁM IPE 180



#### ŠROUBY

ŠR M	16
Mater.	8 .8 .
$f_{ub}$	800 MPa
$A_s$	157 mm <sup>2</sup>
$\gamma_{M2}$	1,25 [-]
$\gamma_{M0}$	1,00 [-]

#### STYČ. PLECH

tloušťka plechu $t_p$	12 mm
tloušťka výztuhy $t_v$	6 mm

#### SVARY

$a_{f,v}$	4 mm - výztuha
-----------	----------------

#### GEOMETRIE PLECHU

- šířka plechu $b$	180 mm
$e$	45 mm
$d$	90 mm
$m$	30 mm
$r_1$	285 mm
$r_2$	205 mm

#### ZÁKLAD. NOSNÍK

HEA 180	S
$h$	171 mm
$b$	180 mm
$t_w$	6 mm
$t_f$	9,5 mm

#### PŘIPOJ. NOSNÍK

IPE 180	S
$h$	180 mm
$b$	91 mm
$t_w$	5,3 mm
$t_f$	8 mm

Ocel S	235 Mpa
Ocel S	235 Mpa
$a_{f,w}$	4 mm

- výška plechu $h$	330 mm
$v_1$	80 mm
$v_2$	80 mm
$v_3$	80 mm
$e_x$	45 mm
$r_3$	125 mm

#### VNITŘNÍ SÍLY

$V_{sd}$	3,3 kN
$M_{sd}$	9,1 kNm
$N_{sd}$	-13,5 kN (+ tlak, - tah)

#### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$	$= 0,9 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25$	$= 90,4$ kN
$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$	$= 0,6 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25$	$= 60,3$ kN

#### Síla v jednom šroubu od tahu

$$F_{t,1} = \frac{M_{sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2)} = \frac{9,1 \cdot 0,285}{2 \cdot (0,08 + 0,04 + 0,02)} = 9,3 \text{ kN - dolní řada}$$

$$F_{t,2} = F_{t,1} \cdot r_2 / r_1 = 9,3 \cdot 205 / 285 = 6,69 \text{ kN - 2. řada zdola}$$

$$F_{t,3} = -N_{sd} / 8 = 13,5 / 8 = 1,7 \text{ kN}$$

$$F_t = F_{t,1} + F_{t,3} = 9,3 + 1,7 = 11 \text{ kN} < 90 \text{ kN}$$

#### Síla ve šroubu od smyku v horní řadě

$$F_v = V_{sd} / 2 = 3,3 / 2 = 1,65 \text{ kN} < 60 \text{ kN}$$

#### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$$F_t / F_{t,Rd} + F_v / F_{v,Rd} = 1,65 / 60,3 + 11 / 90,4 = 0,15 [-] < 1 [-]$$

#### Posouzení styčnickového plechu z oceli S

$$235 \Rightarrow f_y = 235 \text{ Mpa Vyhoví!}$$

$$m_1 = (d - t) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,w} = (90 - 6) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4 = 37,5 \text{ mm}$$

$$m_2 = m - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,f} = 30 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4 = 25,5 \text{ mm}$$

$$n = \min \{e; 1,25 \cdot m_1\} = \min \{45; 46,8\} = 45 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m_1 / m_1 + e = 37,5 / (37,5 + 45) = 0,45 [-]$$

$$\lambda_2 = m_2 / m_1 + e = 25,5 / (37,5 + 45) = 0,31 [-] \Rightarrow \alpha = 6,63$$

$$L_{eff} = \alpha \cdot m_1 - (2 \cdot m_1 + 0,625 \cdot e) + e_x = 6,6 \cdot 37,5 - (2 \cdot 37,5 + 0,625 \cdot 45) + 45 = 190 \text{ mm}$$

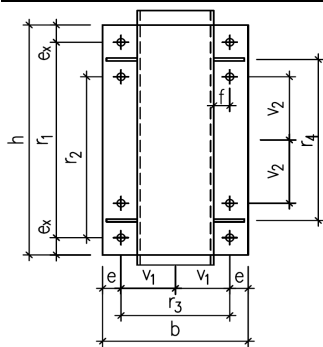
$$m_{PL,Rd} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 12^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 8,46 \text{ kNm/m'}$$

$$\text{Porušení 1: } \frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{F_1} = \frac{2 \cdot 190 \cdot 8,46}{37,5} = 85,8 \text{ kN} > 11 \text{ kN}$$

$$\text{Porušení 2: } \frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{F_2} = \frac{190 \cdot 8,46 + 45 \cdot 90,4}{37,47 + 45} = 68,8 \text{ kN} > 11 \text{ kN}$$

Vyhoví

**- PŘÍPOJ VAHADLA SLOUPU TRHR 160 x 5 K PODÉLNÍKU TRHR 250 x 10**



TRHR	160	x	5 mm	Ocel S	235 Mpa
TRHR	250	x	10 mm	Ocel S	235 Mpa
<b>ŠROUBY</b>					
ŠR M	20			tloušťka plechu $t_p =$	20 mm
Mater.	8 .8 .			tloušťka výtuh $t_v =$	10 mm
$f_{ub} =$	800	MPa		Ocel S	235 Mpa
$A_s =$	245	mm <sup>2</sup>		koutový svar $a_f =$	10 mm

**STYČNÍKOVÝ PLECH**

**SOUČINITELÉ**

$\gamma_{M0} = 1,00 [-]$   $\gamma_{M2} = 1,25 [-]$

**STYČ. PLECH**

**VNITŘNÍ SÍLY**

$V_{sd} =$	89,85	Kn	$b =$	320	mm	$h =$	550	mm
$N_{sd} =$	72,2	kN (tah)	$e =$	40	mm	$v_2 =$	170	mm
$M_{x,sd} =$	31,5	kNm (krut)	$v_1 =$	120	mm	$e_x =$	35	mm
$M_{y,sd} =$	36,4	kNm	$d =$	160	mm	$r_1 =$	480	mm
$M_{z,sd} =$	80	kNm	$f =$	40,00	mm	$r_2 =$	410	mm
			$r_3 =$	240	mm	$r_4 =$	410	mm

**Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku**

$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 245 / 1,25 = 141 \text{ kN}$

$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 245 / 1,25 = 94,1 \text{ kN}$

**Síla v jednom šroubu od tahu**

$F_{t,1} = \frac{M_{y,sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2)} = \frac{36,4 \cdot 0,48}{2 \cdot (0,23 + 0,168)} = 21,9 \text{ kN}$

$F_{t,2} = M_{z,sd} / 4 \cdot r_3 = 80 / 4 \cdot 0,24 = 83,3 \text{ kN}$

$F_{t,3} = N_{sd} / 8 = 72,2 / 8 = 9,03 \text{ kN}$

$F_t = F_{t,1} + F_{t,2} + F_{t,3} = 21,9 + 83,3 + 9 = 114 \text{ kN} < 141 \text{ kN}$

**Síla ve šroubu od smyku**

$F_{v,1} = M_{x,sd} / 4 \cdot r_4 = 31,5 / 4 \cdot 0,41 = 19,2 \text{ kN}$

$F_{v,2} = V_{sd} / 8 = 89,85 / 8 = 11,2 \text{ kN}$

$F_v = F_{v,1} + F_{v,2} = 19,2 + 11,2 = 30,4 \text{ kN} < 94 \text{ kN}$

**Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu**

$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd} = 114,2 / (1,4 \cdot 141) + 30,4 / 94 = 0,9 [-] < 1 [-]$

**Posouzení styčnickového plechu z oceli S**

$235 \Rightarrow f_y = 235 \text{ Mpa}$

$m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 40 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 = 28,7 \text{ mm}$

$n = \min \{e_{min}; 1,25 \cdot m_1\} = \min \{35; 35,9\} = 35 \text{ mm}$

$L_{eff1} = 2 \cdot \pi \cdot m_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 28,69 = 180 \text{ mm}$

$L_{eff2} = \pi \cdot m_1 + r_{min} = 3,14 \cdot 28,69 + 240 = 330 \text{ mm}$

$L_{eff3} = \pi \cdot m_1 + 2 \cdot e_{min} = 3,14 \cdot 28,69 + 2 \cdot 35 = 160 \text{ mm}$

$L_{eff4} = 4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e_{min} = 4 \cdot 28,69 + 1,25 \cdot 35 = 158 \text{ mm}$

$L_{eff5} = 2 \cdot m_1 + e + 0,625 \cdot e_x = 2 \cdot 28,69 + 40 + 0,625 \cdot 35 = 119 \text{ mm}$

$L_{eff6} = b / 2 = 320 / 2 = 160 \text{ mm}$

$L_{eff7} = 2 \cdot m_1 + v_{min} + 0,625 \cdot e_{min} = 2 \cdot 28,69 + 120 + 0,625 \cdot 35 = 199 \text{ mm}$

$L_{eff} = \min (L_{eff1} - L_{eff7}) = 119 \text{ mm}$

$m_{PL,Rd,1} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 20^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 23,5 \text{ kNm/m'}$

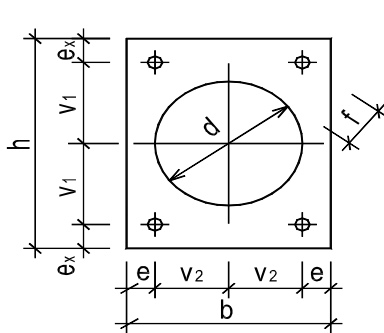
Porušení 1:  $\frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{F_1} = \frac{2 \cdot 119,25 \cdot 23,5}{28,7} = 195 \text{ kN} > 114 \text{ kN}$

Porušení 2:  $\frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{F_2} = \frac{119,25 \cdot 23,5 + 35 \cdot 141,1}{28,7 + 35} = 122 \text{ kN} > 114 \text{ kN}$

**Vyhoví**

## 13.6 POSOUZENÍ KOTVENÍ

### - KOTVENÍ NÁROŽNÍKU TUBUSU TR Ø 324 x 8



#### SLOUP

TR Ø 324 x 8 mm Ocel S 235 Mpa

#### ŠROUBY

ŠR M 20 tloušťka plechu  $t_p = 15$  mm  
Mater. 8.8. tloušťka výztuhy  $t_v = 0$  mm  
 $f_{ub} = 800 \cdot 10^2$  MPa Ocel S 235 Mpa  
 $A_s = 245$  mm<sup>2</sup> koutový svar  $a_f = 5$  mm

#### STYČ. PLECH

#### SOUČINITELÉ

$\gamma_{M0} = 1,00$  [-]

$\gamma_{M2} = 1,25$  [-]

#### STYČ. PLECH

$d = 324$  mm  
 $b = 530$  mm  
 $e = 100$  mm  
 $v_2 = 165$  mm  
 $f = 71,35$  mm

$h = 530$  mm  
 $e_x = 100$  mm  
 $v_1 = 165$  mm  
 $r_1 = 380$  mm  
 $r_2 = 380$  mm

#### VNITŘNÍ SÍLY

$$V_{sd} = 111,45 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 240,05 \text{ kN (tah)}$$

#### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 245 / 1,25 = 141 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 245 / 1,25 = 94,1 \text{ kN}$$

#### Síla v jednom šroubu od tahu

$$F_t = N_{sd} / 4 = 240,05 / 4 = 60 \text{ kN} < 141 \text{ kN}$$

#### Síla ve šroubu od smyku

$$F_v = V_{sd} / 4 = 111,45 / 4 = 27,9 \text{ kN} < 94 \text{ kN}$$

#### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd} = 60 / (1,4 \cdot 141,1) + 27,9 / 94,1 = 0,6 \text{ [-]} < 1 \text{ [-]}$$

#### Posouzení styčnickového plechu z oceli S 235 => $f_y = 235$ Mpa

$$m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 71,35 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 5 = 65,7 \text{ mm}$$

$$n = \min \{e_{\min}; 1,25 \cdot m_1\} = \min \{100; 82,1\} = 82,1 \text{ mm}$$

$$L_{eff1} = 2 \cdot \pi \cdot m_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 65,69 = 413 \text{ mm}$$

$$L_{eff2} = \pi \cdot m_1 + r_{\min} = 3,14 \cdot 65,69 + 380 = 586 \text{ mm}$$

$$L_{eff3} = \pi \cdot m_1 + 2 \cdot e_{\min} = 3,14 \cdot 65,69 + 2 \cdot 100 = 406 \text{ mm}$$

$$L_{eff4} = 4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e_{\min} = 4 \cdot 65,69 + 1,25 \cdot 100 = 388 \text{ mm}$$

$$L_{eff5} = 2 \cdot m_1 + e + 0,625 \cdot e_x = 2 \cdot 65,7 + 100 + 0,625 \cdot 100 = 294 \text{ mm}$$

$$L_{eff6} = b / 2 = 530 / 2 = 265 \text{ mm}$$

$$L_{eff7} = 2 \cdot m_1 + v_{\min} + 0,625 \cdot e_{\min} = 2 \cdot 65,7 + 165 + 0,625 \cdot 100 = 359 \text{ mm}$$

$$L_{eff} = \min (L_{eff1} - L_{eff7}) = 265 \text{ mm}$$

$$m_{PL,Rd,1} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 15^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 13,2 \text{ kNm/m'}$$

$$\text{Porušení 1: } F_1 = \frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1} = \frac{2 \cdot 265 \cdot 13,21875}{65,7} = 107 \text{ kN} > 60,0 \text{ kN}$$

$$\text{Porušení 2: } F_2 = \frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n} = \frac{265 \cdot 13,22 + 82,11 \cdot 141,1}{65,7 + 82,11} = 102 \text{ kN} > 60,0 \text{ kN}$$

Vyhoví

## 13.7 POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

### - ZÁKLADOVÁ PATKA O ROZMĚRECH 2 m x 4 m x 1,2 m

#### Geometrie patky pod terénem

Výška patky $h =$	1,2 m
Délka patky $L =$	2 m (směr "X")
Šířka patky $b =$	4 m (směr "Y")
Objem:	9,60 m <sup>3</sup>
Objemová tíha základu:	25,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Geometrie patky nad terénem

Výška patky $h =$	0 m
Délka patky $L =$	0 m (směr "X")
Šířka patky $b =$	0 m (směr "Y")
Objem:	0 m <sup>3</sup>
Objemová tíha zeminy:	18,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Svislé zatížení

Výška zeminy nad zákl. $h_z =$	0,5 m	Normové	$\gamma_f$	Minimální	$\gamma_f$	Maximální
- Vlastní hmotnost patky		240 kN	1	240 kN	1,35	324 kN
- Hmotnost zeminy nad zákl. patkou		72,0 kN	1	72,0 kN	1,35	97,2 kN
- Hmotnost patky nad terénem		0,0 kN	1	0,0 kN	1,35	0,0 kN
- Vlastní hmotnost OK billboardu		53,4 kN	1	53,4 kN	1,35	72,1 kN
- Stálé zatížení		19,4 kN	1	19,4 kN	1,35	26,2 kN
- Užité zatížení		4,6 kN	0	0,0 kN	1,5	6,9 kN
- Zatížení sněhem		0,0 kN	0	0,0 kN	1,5	0,0 kN
<b>Svislé zatížení celkem:</b>		<b>389 kN</b>		<b>385 kN</b>		<b>526 kN</b>

#### Zatížení větrem

- Vítr podélný	Posouvající síla	19,2 kN	1,5	28,8 kN
	Výška nad terénem $H =$ 6,5 m	$M = 147,8$ kNm	1,5	221,8 kNm
- Vítr příčný	Posouvající síla	37,8 kN	1,5	56,7 kN
	Výška nad terénem $H =$ 6,5 m	$M = 291,1$ kNm	1,5	436,6 kNm

#### Pro vítr podélný

Pro $N_{min}$	$e = M / N_{min} =$ 0,58 m	$< e_{lim} = L / 3 =$ 0,67 m	$\sigma_{lim} =$ 120 kPa
	$\sigma = N_{min} / b \cdot (L - 2 \cdot e) =$ 114 kPa	$< S_{lim} =$ 120 kPa	<b>Vyhoví</b>
Pro $N_{max}$	$e = M / N_{max} =$ 0,42 m	$< e_{lim} = L / 3 =$ 0,67 m	
	$\sigma = N_{max} / b \cdot (L - 2 \cdot e) =$ 114 kPa	$< S_{lim} =$ 120 kPa	<b>Vyhoví</b>

#### Pro vítr příčný

Pro $N_{min}$	$e = M / N_{min} =$ 1,13 m	$< e_{lim} = b / 3 =$ 1,33 m	<b>Vyhoví</b>
	$\sigma = N_{min} / L \cdot (b - 2 \cdot e) =$ 111 kPa	$< S_{lim} =$ 120 kPa	
Pro $N_{max}$	$e = M / N_{max} =$ 0,83 m	$< e_{lim} = b / 3 =$ 1,33 m	<b>Vyhoví</b>
	$\sigma = N_{max} / L \cdot (b - 2 \cdot e) =$ 112 kPa	$< S_{lim} =$ 120 kPa	

### POSOUZENÍ STABILITY

- Vítr podélný	$Q_{pasivní}^k =$ 389 kN	$T_{aktivní}^k =$ 19,20 kN	souč. tření
	na rameni $L =$ 1,00 m	ve výšce $h =$ 7,70 m	$\mu = 0,7$
- posun	$n_{posun} = \mu \cdot Q_{pasivní}^k / T_{aktivní}^k =$	$= 0,7 \cdot 389,4 / 19,2 =$	<b>14,20 &gt; 1,5</b>
- překlopení	$n_{klopící} = L \cdot Q_{pasivní}^k / h \cdot T_{aktivní}^k =$	$= 1.389,4 / 7,7 \cdot 19,2 =$	<b>2,63 &gt; 1,5</b>
			<b>Vyhoví!</b>
- Vítr příčný	$Q_{pasivní}^k =$ 389 kN	$T_{aktivní}^k =$ 37,80 kN	souč. tření
	na rameni $L =$ 2,00 m	ve výšce $h =$ 7,70 m	$\mu = 0,7$
- posun	$n_{posun} = \mu \cdot Q_{pasivní}^k / T_{aktivní}^k =$	$= 0,7 \cdot 389,4 / 37,8 =$	<b>7,21 &gt; 1,5</b>
- překlopení	$n_{klopící} = L \cdot Q_{pasivní}^k / h \cdot T_{aktivní}^k =$	$= 2.389 / 7,7 \cdot 37,8 =$	<b>2,68 &gt; 1,5</b>
			<b>Vyhoví!</b>

## 13.8 NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY

### - NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 2 m x 4 m x 1,2 m - PODÉLNÝ SMĚŘ

#### Materiály :

Beton : <b>C 25 / 30</b>	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
	$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
	$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž : <b>B 505 B</b>	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

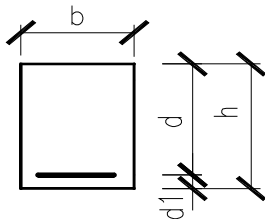
#### Geometrie patky:

Šířka patky B =	2 m	Výška patky H =	1,2 m	Délka patky L =	4 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 = 0,33$ m				
Vzdálenost tlaku od kraje patky	a = 1,84 m				

#### Vnitřní síly:

Kontaktní napětí: $\sigma_d =$	114 kPa		
Návrhový ohybový moment: $M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 =$	$0,5 \cdot 114 \cdot 2 \cdot 1,84^2 =$	384 kNm	
Návrhová posouvající síla: $V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a =$	$114 \cdot 2 \cdot 1,84 =$	418 kN	

#### Geometrie :



Šířka průřezu b =	2000 mm
Výška průřezu h =	1200 mm
Krytí dolní výztuže $c = c_{min} + Dh =$	$75 + 10 = 85$ mm
Předpokládaný profil $\emptyset$	12
Profil horní výztuže $\emptyset_h$	0
$d_1 = c + \emptyset/2 + \emptyset_h =$	$85 + 12/2 + 0 = 91$ mm
$d = h - d_1 =$	$1200 - 91 = 1109$ mm

#### Návrh ohybové výztuže :

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{383,86365}{2 \cdot 1,109^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,009 \Rightarrow \omega = 0,010$$

$$\xi = 0,01224 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

$$\zeta = 0,012$$

#### Nutná plocha výztuže :

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,01 \cdot 2 \cdot 1,109 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 826 \text{ mm}^2$$

Navrženo :  $\emptyset$  B 12 vzdál. s = 250 mm  $\Rightarrow$  16 ks  $\Rightarrow A_{s1} = 1810 \text{ mm}^2$

#### Posouzení ohybové výztuže :

$$d = h - (c + \emptyset/2 + \emptyset_h) = 1200 - (85 + 6 + 0) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 1810 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 771 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{771,22}{2 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,029 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot X = 1,109 - 0,4 \cdot 0,029 = 1,097 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 771,22 \cdot 1,097 = 846 \text{ kNm}$$

$$\underline{M_{Sd} = 383,864 \text{ kNm} < 846,36 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}}$$

**- NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 4 m x 2 m x 1,2 m - PŘÍČNÝ SMĚR**

**Materiály :**

Beton : <b>C 25 / 30</b>	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
	$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
	$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž : <b>B 505 B</b>	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

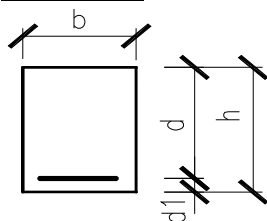
**Geometrie patky:**

Šířka patky B =	4 m	Výška patky H =	1,2 m	Délka patky L =	2 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 = 0,33$ m				
Vzdálenost tlaku od kraje patky	a = 0,84 m				

**Vnitřní síly:**

Kontaktní napětí: $\sigma_d =$	112 kPa		
Návrhový ohybový moment: $M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 =$	$0,5 \cdot 112 \cdot 4 \cdot 0,84^2 =$	156 kNm	
Návrhová posouvající síla: $V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a =$	$112 \cdot 4 \cdot 0,84 =$	374 kN	

**Geometrie :**



Šířka průřezu b =	4000 mm
Výška průřezu h =	1200 mm
Krytí dolní výztuže $c = c_{min} + Dh =$	$75 + 10 = 85$ mm
Předpokládaný profil $\varnothing$	12 Profil horní výztuže $\varnothing_h$ 12
$d_1 = c + \varnothing/2 + \varnothing_h =$	$85 + 12/2 + 12 = 103$ mm
$d = h - d_1 =$	$1200 - 103 = 1097$ mm

**Návrh ohybové výztuže :**

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{156,1784}{4 \cdot 1,097^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,002 \Rightarrow \omega = 0,003$$

$$\xi = 0,00334 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

$$\zeta = 0,003$$

**Nutná plocha výztuže :**

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,003 \cdot 4 \cdot 1,097 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 476 \text{ mm}^2$$

Navrženo :  $\varnothing$  B 12 vzdál. s = 250 mm  $\Rightarrow$  8 ks  $\Rightarrow A_{s1} = 905 \text{ mm}^2$

**Posouzení ohybové výztuže :**

$$d = h - (c + \varnothing/2 + \varnothing_h) = 1200 - (85 + 6 + 12) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 905 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 386 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{385,61}{4 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,007 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot X = 1,109 - 0,4 \cdot 0,007 = 1,106 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 385,61 \cdot 1,106 = 427 \text{ kNm}$$

$$\underline{M_{Sd} = 156,178 \text{ kNm} < 426,52 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}}$$

Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočítání základových konstrukcí

## 14 STATICKÉ POSOUZENÍ 2. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI

### 14.1 ROZBOR ZATÍŽENÍ

#### 1. Z. S. - VLASTNÍ HMOTNOST

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Vlastní hmotnost je vygenerována počítačem dle příslušných objemových tíh

$$\text{Ocel: } \rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{ŽB: } \rho = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Dřevo: } \rho = 6,00 \text{ kN/m}^3$$

#### 2. Z. S. - STÁLÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Reklamní plochy P1 a P2

ks	Úhelníky	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
23	L 40 x 40	x 40	x 4,0	0,95	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,53 kN
46	L 40 x 40	x 40	x 4,0	0,99	Svislý profil	0,024 kN/m'	1,11 kN
23	L 40 x 40	x 40	x 4,0	0,55	Svislý profil	0,024 kN/m'	0,31 kN
ks	T-profil	$r_2$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$r_1$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
15	T 60 x -	x -	-	2	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,87 kN
10	T 60 x -	x -	-	1,8	Vodorovný profil	0,062 kN/m'	1,12 kN
ks	Plech	$b$	$t_w$	$l$	Popis	$q_k$	$Q_k$
	$t$ [mm]	[mm]	[mm]	[m]			
9	P 1 x 1000	x -	-	2	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	1,44 kN
3	P 1 x 600	x -	-	2	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,29 kN
6	P 1 x 1000	x -	-	1,8	Reklamní plocha	0,080 kN/m'	0,86 kN
2	P 1 x 600	x -	-	1,8	Reklamní plocha	0,048 kN/m'	0,17 kN

Celkové stálé zatížení od reklamní plochy:  $\Sigma G_k = 7,70 \text{ kN}$

Šířka desky billboardu  $b = 9,6 \text{ m}$  Výška desky billboardu  $h = 3,6 \text{ m}$   
Pro plochu:  $A = 34,6 \text{ m}^2$  Stálé zatížení :  $\Sigma G_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Při zatěžovací šířce: Pro  $b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$   
 $g_k = 0,20 \quad 0,42 \quad 0,45 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}'$

- Pochozí lávky Výška  $h$  Tloušťka  $t$  Zatížení  $g_k$   
- Podlahové rošty 30x3 30 mm 3 mm 0,22 kN/m<sup>2</sup>

Celkové stálé zatížení nosníků lávky:  $\Sigma g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Při zatěžovací šířce: Pro  $b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$   
Je zatížení  $g_k = 0,06 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}'$

### 3. - 5. Z. S. - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

$$\gamma_f = 1,35 [-]$$

- Zatížení od obsluhy

- 2 x obsluha - užitné lokální zatížení

$$Q_k = 3 \text{ kN}$$

- Technologie (osvětlení, nástroje při montáži atd.)

$$q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$q_k = 0,04 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

### 6. Z. S. - ZATÍŽENÍ SNĚHEM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Chrudim

1 . sněhová oblast

Sklon lávky

$$\alpha = 0,00^\circ$$

Základní tíha sněhu

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

Ojem. tíha sněhu

$$\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$$

Typ krajiny

→ n = 1 - Otevřená

$$n = 2 [-]$$

→ Součinitel expozice

$$C_e = 1,00 [-]$$

→ n = 2 - Normální

Součinitel tepla

$$C_t = 1,00 [-]$$

→ n = 3 - Chráněná

Tvar. součinitel

$$\mu_1 = 0,80 [-]$$

Základní tíha sněhu

$$s_{1,k} = C_e \cdot C_t \cdot \mu_1 \cdot s_k = 1,00 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

Při zatěžovací šířce:

$$\text{Pro } b_i = 0,29 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \text{ m}$$

Je zatížení

$$s_{1,k} = 0,16 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$$

Vzhledem k tomu, že pochozí vrstvu lávky tvoří děrované podlahové rošty, tudíž nebude docházet k hromadění sněhu na ocelové konstrukci, neuvažují zatížením sněhem.

### 7. - 9. Z. S. - ZATÍŽENÍ VĚTREM

$$\gamma_f = 1,5 [-]$$

Oblast: Chrudim

3 . větrová oblast

Kategorie terénu

$$3 [-]$$

Vých. základ. rychlos

$$v_{b,0} = 27,5 \text{ m/s}$$

Souč. směru větru

$$C_{dir} = 1 [-]$$

Parametr drsnosti terénu

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

Souč. orografie

$$C_o = 1 [-]$$

Minimální výška

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

Souč. roč. obd.

$$C_{season} = 1 [-]$$

Maximální výška

$$z_{max} = 200 \text{ m}$$

Sou. turbulence

$$k_i = 1 [-]$$

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,22 [-]$$

Základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 = 473 \text{ N/m}^2$$

Povrch konstrukce

$$n = 1 [-]$$

Drsnost povrchu

$$m = 1 [-]$$

→ n = 1 - Hladký povrch (ocel, hladký beton)

→ m = 1 - Pozinkovaná ocel

→ n = 2 - Hrubý povrch (drsny beton)

→ m = 2 - Lesklá ocel

→ n = 3 - Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky)

→ m = 3 - Leštěný kov

Součinitel tření

$$C_{fr} = 0,01 [-]$$

Souč. drsn. povrchu

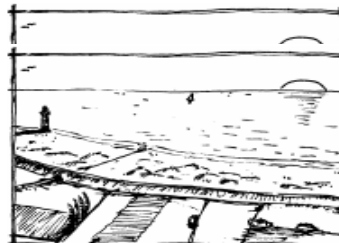
$$k = 0,2 \text{ mm}$$



**Příloha A z ČSN EN 1991-1-4:**

**Kategorie terénu 0**

Moře nebo pobřežní oblasti otevřené k moři.



**Kategorie terénu I**

Jezera nebo oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek.



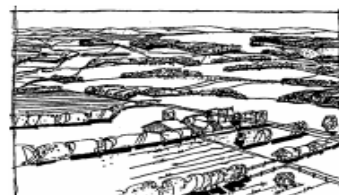
**Kategorie terénu II**

Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20 násobek výšky překážek.



**Kategorie terénu III**

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20 násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les).



**Kategorie terénu IV**

Oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto budovami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m.



## - 7. - 8. VÍTR PŘÍČNÝ

### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b = 9,6 \text{ m}$	Úhel mezi deskami	$\alpha = 30^\circ$
Výška desky billboardu	$h = 3,6 \text{ m}$	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 = 0,5 \text{ m}$
Podchozí výška	$z_g = 4,7 \text{ m}$	Max vzdálenost desek	$a_2 = 5,97 \text{ m}$
Výška středu desky	$z_e = 6,5 \text{ m}$	Střední vzdál. desek	$a_3 = 3,23 \text{ m}$
Excen. výslednice	$e = 2,4 \text{ m}$	Poměr výšky a vzdál.	$a_3 / h = 0,9 [-]$

Součinitel drsnosti terénu

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

$$C_r(z_{\min}) = k_r \cdot \ln(z_{\min} / z_0) = 0,22 \cdot 6,5 / 0,3 = 0,66 [-]$$

Char. střední rychlost větru

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,66 \cdot 1 \cdot 27,5 = 18,2 \text{ m/s} [-]$$

Intenzita turbulence

$$I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_l) / v_m(z) = (0,22 \cdot 27,5 \cdot 1) / 18,2 = 0,33 [-]$$

Maximální dynamický tlak

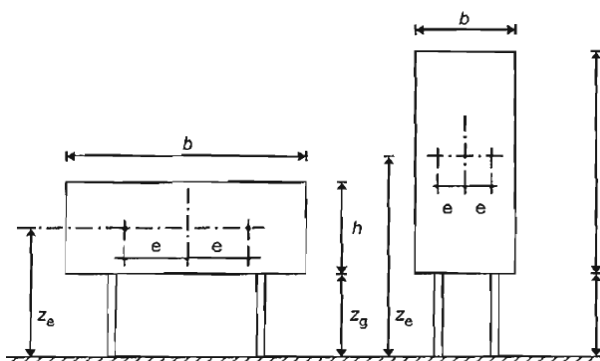
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,33] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 18,2^2 = 680 \text{ N/m}^2$$

Součinitel konstrukce  $c_s c_d = 1 [-]$  → Referenční výška je menší než 15 m.

Souč. plnosti náv.desky  $\varphi = 1 [-]$  Souč. zastín. Záv. desky  $\Psi_s = 0,3 [-]$

Souč. síly náv. desky  $c_f = 1,8 [-]$  Souč. síly záv. des.  $c_{f,s} = \Psi_s \cdot c_f = 0,68 [-]$

Vzhledem k tomu, že střed desky se nachází ve výšce 6,5 m nad zemí, tudíž může dojít k "podfouknutí" zvětšuji souč. síly záv. desky o 25 % ale  $c_{f,s,max} = 1,8 [-]$



### Návětrná deska

Referenční plocha	$A_{ref} = 34,6 \text{ m}^2$
Součinitel síly	$c_f = 1,8 [-]$
Excenricita	$e = 2,4 \text{ m}$

### Závětrná deska

Referenční plocha	$A_{ref} = 34,6 \text{ m}^2$
Součinitel síly	$c_{f,s} = 0,68 [-]$
Excenricita	$e = 2,4 \text{ m}$

Síla od větru - návětrná deska

$$F_{w,1} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} = 42,3 \text{ kN}$$

Trojúhelník. zatížení - návětrná deska

$$f_{w,1} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) = 11,7 \text{ kN/m}$$

Přepočet zatížení na 1 m výšky desky

$$f_{w,1} = f_{w,1} / h = 3,26 \text{ kN/m}$$

Délka trojúhelníkového zatížení

$$m_1 = b - e = 7,2 \text{ m}$$

Vzdálenost nosníků  $a_i$  od kraje desky

$$a_i = 0 \quad 1,8 \quad 3,8 \quad 5,8 \quad 7,8 \quad 9,6 \text{ m}$$

Zatěžovací šířka nosníků

$$b_i = 0,9 \quad 1,9 \quad 2 \quad 2 \quad 1,9 \quad 0,9 \text{ m}$$

Zatížení jednotlivých nosníků

$$w_{1,k} = 0,00 \quad 0,09 \quad 0,63 \quad 1,54 \quad 2,45 \quad 3,06 \text{ kN/m}'$$

<b>Síla od větru - závětrná deska</b>		$F_{w,2} = c_s c_d \cdot c_{f,s} \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} =$	$15,9$											
Trojúhelník. zatížení - návětrná deska		$f_{w,2} = F_{w,1} \cdot 2 / (3/4 \cdot b) =$	$4,4$											
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky		$f_{w,2} = f_{w,1} / h =$	$1,22$											
Délka trojúhelníkového zatížení		$m_1 = b - e =$	$7,2$											
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky		$a_i =$	0	1,8	3,8	5,8	7,8	9,6						
Zatěžovací šířka nosníků		$b_i =$	0,9	1,9	2	2	1,9	0,9						
Zatížení jednotlivých nosníků		$w_{2,k} =$	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	<b>0,24</b>	<b>0,58</b>	<b>0,92</b>	<b>1,15</b>	<b>kN/m'</b>					
$\alpha$	Trub-	d	t	L	$z_i$	$c_r$	$v_m$	$l_v$	$q_p$	$R_e$	$c_{f,0}$	$\Psi_\lambda$	$c_f$	$w_{e,k}$
[°]	ky	[mm]	[mm]	[m]	[m]	[-]	[m/s]	[-]	[N/m <sup>2</sup> ]	/10 <sup>5</sup>	[-]	[-]	[-]	[-]
-	TR $\emptyset$	324	10,0	7,30	6,80	0,67	18,5	0,32	693	7,19	0,78	0,79	0,61	<b>0,14</b>
-	TR $\emptyset$	159	8,0	1,40	5,10	0,61	16,8	0,35	611	3,31	0,78	0,69	0,54	<b>0,05</b>
-	TR $\emptyset$	127	5,0	2,13	6,80	0,67	18,5	0,32	693	2,82	0,78	0,76	0,59	<b>0,05</b>
$\alpha$	Jekly	d	b	L	$z_i$	$c_r$	$v_m$	$l_v$	$q_p$	$R_e$	$c_{f,0}$	$\Psi_\lambda$	$c_f$	$w_{e,k}$
[°]		[mm]	[mm]	[m]	[m]	[-]	[m/s]	[-]	[N/m <sup>2</sup> ]	/10 <sup>5</sup>	[-]	[-]	[-]	[-]
0	TR $\square$	180	180	1,40	6,80	0,67	18,5	0,32	693	-	2,15	0,75	1,38	<b>0,17</b>

### - 9. VÍTR PODÉLNÝ

#### Geometrie billboardu

Šířka desky billboardu	$b =$	9,6 m	Úhel mezi deskami	$\alpha =$	30 °
Výška desky billboardu	$h =$	3,6 m	Vzdál. desek v "špice"	$a_1 =$	0,5 m
Podchozí výška	$z_g =$	4,7 m	Max vzdálenost desek	$a_2 =$	5,97 m
Výška středu desky	$z_e =$	6,5 m	Střední vzdál. desek	$a_3 =$	3,23 m
Součinel síly	$c_f =$	1,8 [-]	Návětrná plocha desek	$A_{ref} =$	19,7 m <sup>2</sup>

<b>Síla od větru na desky</b>		$F_{w,3} = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} =$	$24,1$											
Spojitě zatížení - návětrná deska		$f_{w,3} = F_{w,1} / b =$	$2,51$											
Přepočtení zatížení na 1 m výšky desky		$f_{w,1} = f_{w,1} / h =$	$0,7$											
Vzdálenost nosníků $a_i$ od kraje desky		$a_i =$	0	1,8	3,8	5,8	7,8	9,6						
Zatěžovací šířka nosníků		$b_i =$	0,9	1,9	2	2	1,9	0,9						
Zatížení jednotlivých nosníků		$w_{3,k} =$	<b>0,63</b>	<b>1,32</b>	<b>1,39</b>	<b>1,39</b>	<b>1,32</b>	<b>0,63</b>	<b>kN/m'</b>					

#### Síla od větru na jednotlivé profily

$\alpha$	Válc.	d	b	L	$z_i$	$c_r$	$v_m$	$l_v$	$q_p$	$R_e$	$c_{f,0}$	$\Psi_l$	$c_f$	$w_{e,k}$
[°]		[mm]	[mm]	[m]	[m]	[-]	[m/s]	[-]	[N/m <sup>2</sup> ]	/10 <sup>5</sup>	[-]	[-]	[-]	[-]
0	IPE	180	91	4,00	6,42	0,66	18,1	0,33	676	-	2,00	0,86	1,72	<b>0,21</b>
0	HEA	171	180	5,47	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,90	1,80	<b>0,21</b>
0	HEA	171	180	4,54	6,80	0,67	18,5	0,32	693	-	2,00	0,88	1,76	<b>0,21</b>
0	HEA	171	180	3,50	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,85	1,71	<b>0,20</b>
0	HEA	171	180	2,47	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,82	1,63	<b>0,19</b>
0	HEA	171	180	1,43	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,76	1,51	<b>0,18</b>
0	HEA	171	180	0,50	6,80	0,67	18,5	0,32	692	-	2,00	0,68	1,35	<b>0,16</b>

$\alpha$ [°]	Trubky	d [mm]	t [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$C_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$C_f$ [-]	$w_{e,k}$ [-]
-	TR $\emptyset$	324	10,0	7,30	6,80	0,67	18,5	0,32	693	7,19	0,78	0,79	0,61	<b>0,14</b>
-	TR $\emptyset$	159	8,0	1,40	5,10	0,61	16,8	0,35	611	3,31	0,78	0,69	0,54	<b>0,05</b>
-	TR $\emptyset$	127	5,0	2,13	6,80	0,67	18,5	0,32	693	2,82	0,78	0,76	0,59	<b>0,05</b>

$\alpha$ [°]	Jekly	d [mm]	b [mm]	L [m]	$z_i$ [m]	$c_r$ [-]	$v_m$ [m/s]	$l_v$ [-]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$R_e$ /10 <sup>5</sup>	$C_{f,0}$ [-]	$\Psi_\lambda$ [-]	$C_f$ [-]	$w_{e,k}$ [-]
90	TR $\square$	180	180	1,40	6,80	0,67	18,5	0,32	693	-	2,15	0,75	1,38	<b>0,17</b>

#### - 10. ZATÍŽENÍ NÁMRAZOU

$$v_f = 1,5 \text{ [-]}$$

Oblast: Chrudim R2 Třída námrazy Hmotn. námrazy  $m_k = 0,9 \text{ kg/m}$

Uvažuji umístění billboardů v oblasti se třídou námrazy R2 – hmotnost námrazy  $m_k = 0,9 \text{ kg/m}$ . S přihlédnutím k umístění, charakteru a členění objektu, není nutné uvažovat zatížení námrazou.

#### - 11. ZATÍŽENÍ SEIZMICITOU

$$v_f = 1 \text{ [-]}$$

Třída významu konstrukce  $n = 1 \text{ [-]}$  → Souč. významu  $Y_1 = 0,80 \text{ [-]}$

→  $n = 1$  - Stavby malého významu (zemědělské stavby)

→  $n = 2$  - Stavby běžného významu (rodinné domy)

→  $n = 3$  - Stavby, jejichž seizmická odolnost je důležitá (např. školy, společenské haly, atd.)

→  $n = 4$  - Stavby, jejichž neporuš. během zemětř. je životně důležitá (např. nemocnice)

Oblast: Území ČR 3 .seizmická oblast Ref. zrychl. půdy  $a_{gR} = 0,04 \text{ [-]}$

Typ podloží dle normy E Součinitel podloží  $S = 1,40 \text{ [-]}$

Součinitel  $a_g S = a_{gR} \cdot Y_1 \cdot S = 0,04 \cdot 0,80 \cdot 1,4 = 0,04 \text{ g} < 0,05 \text{ g}$

Jedná se o velmi malou seizmicitu - není nutné uvažovat seizmické zatížení!

Jak prokázal výpočet výše, ocelovou konstrukci billboardu, lze bez obav umístit až do 3. seizmické oblasti s referenčním zrychlením základové půdy  $a_{gR} = 0,04 \text{ g}$  a nejméně únosným podložím (dle normy typ E), aniž by bylo nutné uvažovat seizmické zatížení.

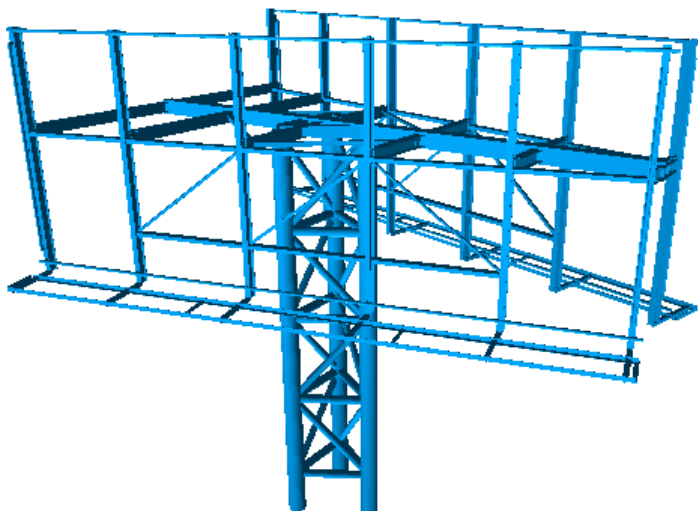
#### - 12. MIMOŘÁDNÉ ZATÍŽENÍ - NÁRAZ VOZIDLA

$$v_f = 1 \text{ [-]}$$

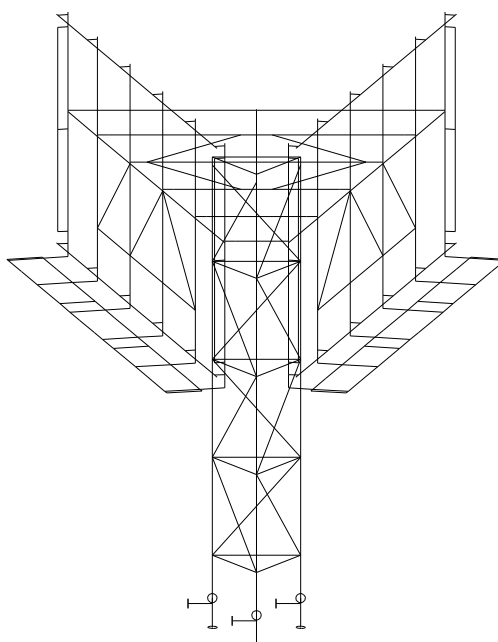
Ocelová konstrukce billboardu, bude umístěna v oblastech, kde se nepředpokládá, že by mohlo dojít k nárazu vozidla, tudíž neuvažuji žádné mimořádné zatížení vyvolané nárazem vozidla.

## 14.2 SOFTWAREVÝ VÝPOČET

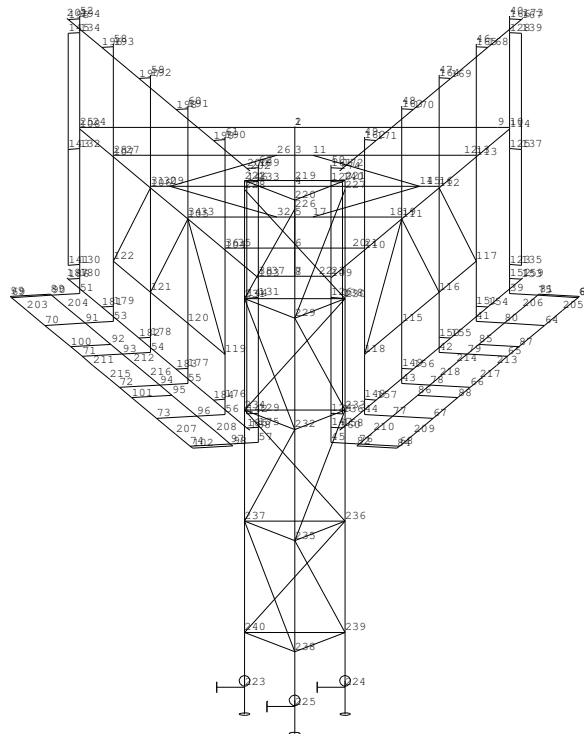
### VSTUPNÍ HODNOTY



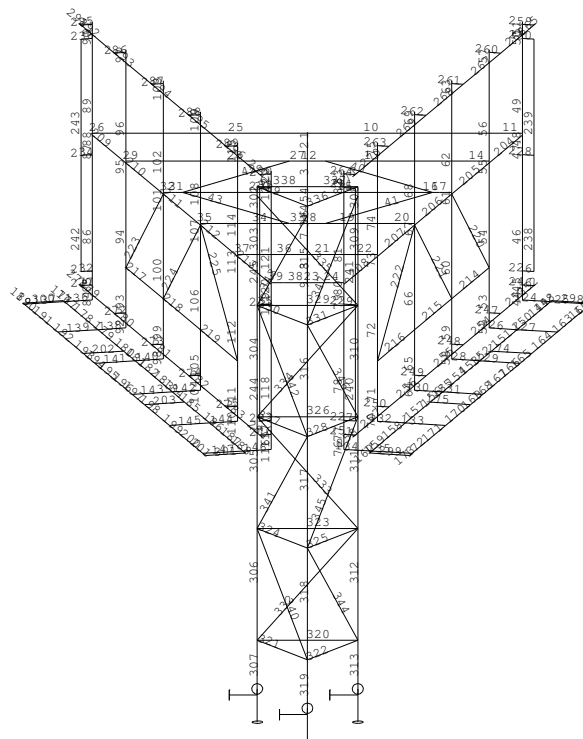
**3D MODEL**



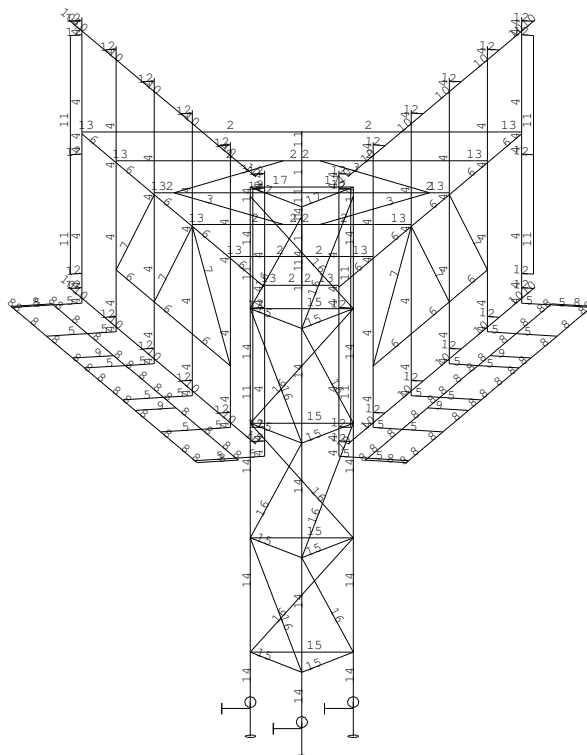
**GEOMETRICKÉ SCHÉMA**



**ČÍSLA UZLŮ**



**ČÍSLA PRUTŮ**



**ČÍSLA PROFILŮ**

### **ZÁKLADNÍ DATA**

Počet uzlů:	240
Počet prutů:	347
Počet maker 1D:	114
Počet linií:	0
Počet 2D maker:	0
Počet průřezů:	17
Počet stavů:	8
Počet materiálů:	1

### **MATERIÁL**

<b>S 235</b>	
Pevnost v tahu	360.000 MPa
Mez kluzu	235.000 MPa
Modul E	210000.00 MPa
Poissonův součinitel	0.30
Objemová hmotnost	7850 kg/m <sup>3</sup>

Roztažnost	$1.2 \cdot 10^{-5}$ mm/mm.K
------------	-----------------------------

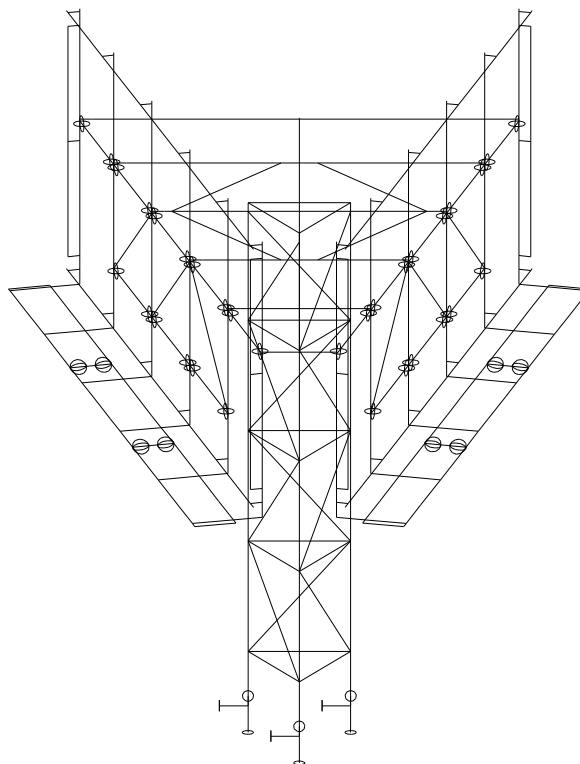
### **VÝPIS MATERIÁLU**

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost [kg/mm]	délka [mm]	váha [kg]
1	K250/250/10	S 235	0.07	9378.09	703.05
2	HEA180	S 235	0.04	18909.81	672.44
3	L70/6	S 235	0.01	9753.27	62.40
4	IPE180	S 235	0.02	47880.00	900.18
5	T80	S 235	0.01	11820.00	126.19
6	KGU140/60/4	S 235	0.01	31200.00	243.21
7	L50/4	S 235	0.00	15000.00	45.80
8	L70/6	S 235	0.01	41501.42	265.52
9	L40/4	S 235	0.00	2320.00	5.61
10	B51/4	S 235	0.00	39349.95	180.67
11	B51/4	S 235	0.00	13336.00	61.23
12	L40/4	S 235	0.00	5969.52	14.43
13	IPE200	S 235	0.02	2081.71	46.54
14	B323.9/10	S 235	0.08	21861.00	1676.42
15	B159/8	S 235	0.03	16800.00	495.63
16	B127/5	S 235	0.01	25444.90	379.07
17	K180/180/5.6	S 235	0.03	4200.00	125.98

Celková hmotnost konstrukce: 6004.37 kg

Nátěrová plocha: 155666075.26 mm<sup>2</sup>





**KLOUBY**

### **PODPORY**

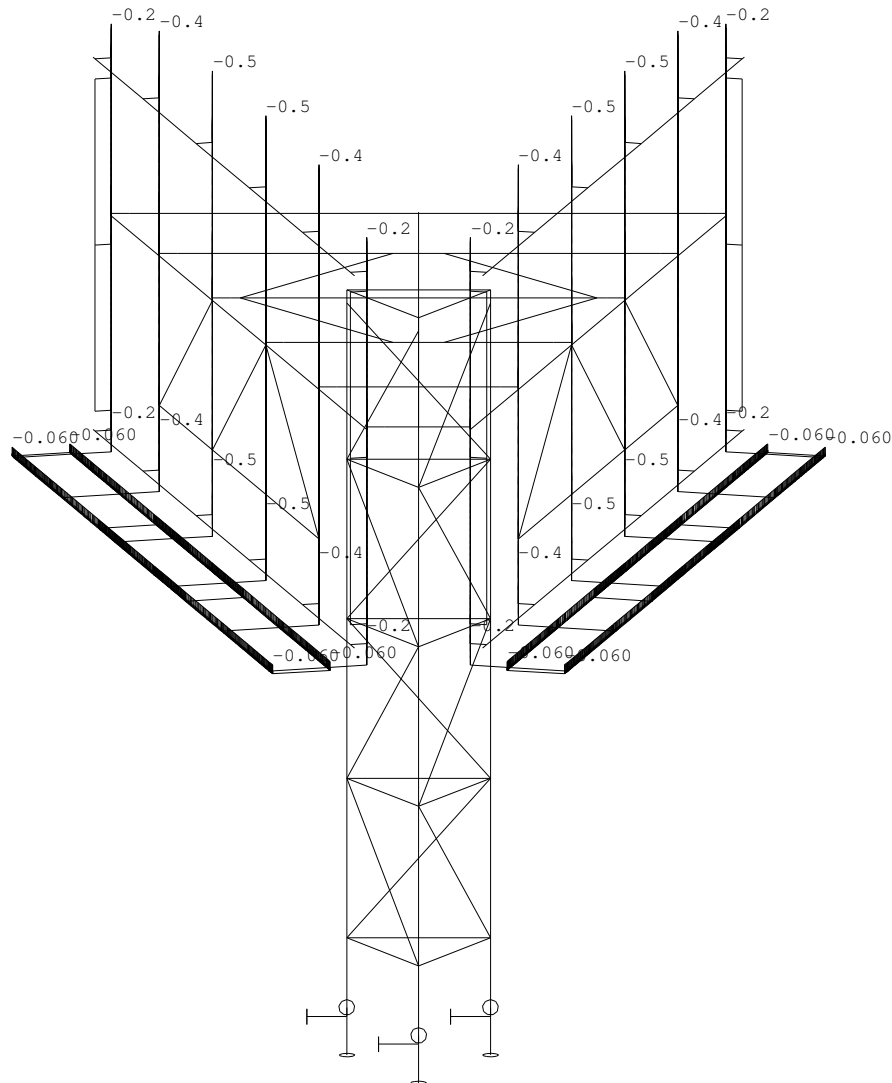
podpora	uzel	typ	Velikost mm
1	223	XYZ	200.00
2	224	XYZ	200.00
3	225	XYZ	200.00

### **ZATĚŽOVACÍ STAVY**

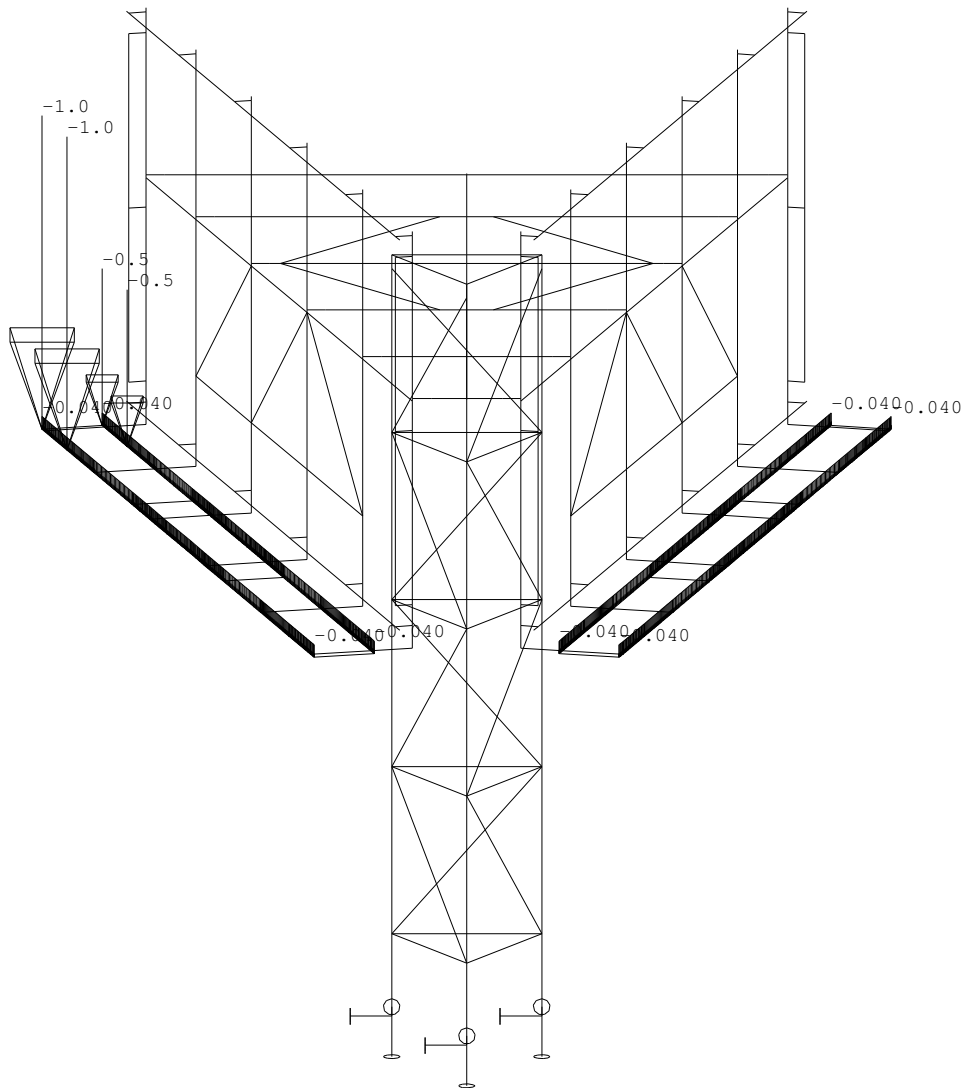
Stav	Jméno	Popis
1	VLASTNÍ HMOTNOST	Vlastní váha. Směr -Z
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	Stálé - Zatížení
3	UŽITNÉ_1_VARIANTA	Nahodilé - užité Výběr. - Krátkodobé
4	UŽITNÉ_2_VARIANTA	Nahodilé - užité Výběr. - Krátkodobé
5	UŽITNÉ_3_VARIANTA	Nahodilé - užité Výběr. - Krátkodobé
6	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
7	VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý
8	VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1	Nahodilé - vítr Výběr. - Okamžitý

### SKUPINA NAHODILÝCH ZATÍŽENÍ

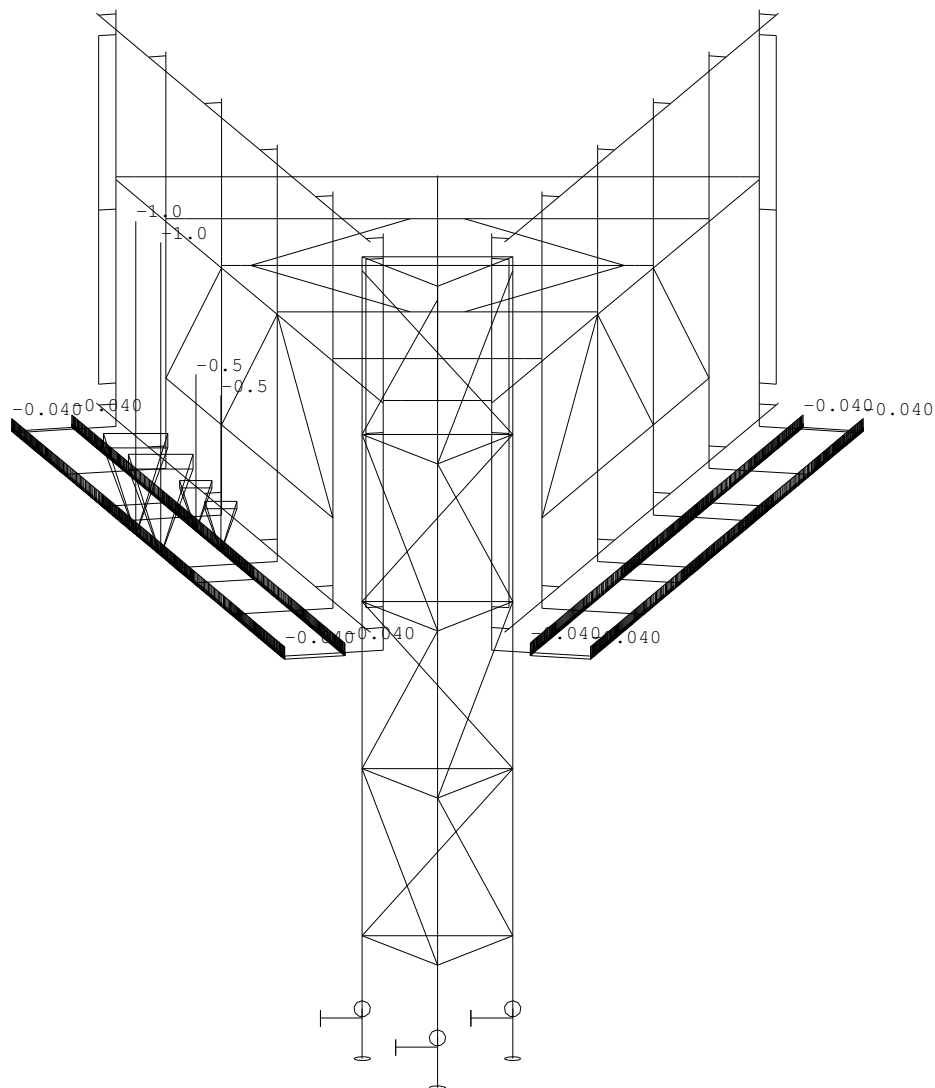
Jméno		Popis
sníh		EC1 - typ zatížení Sníh
vítr	Výběr.	EC1 - typ zatížení Vítr
užitné	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat H: střechy



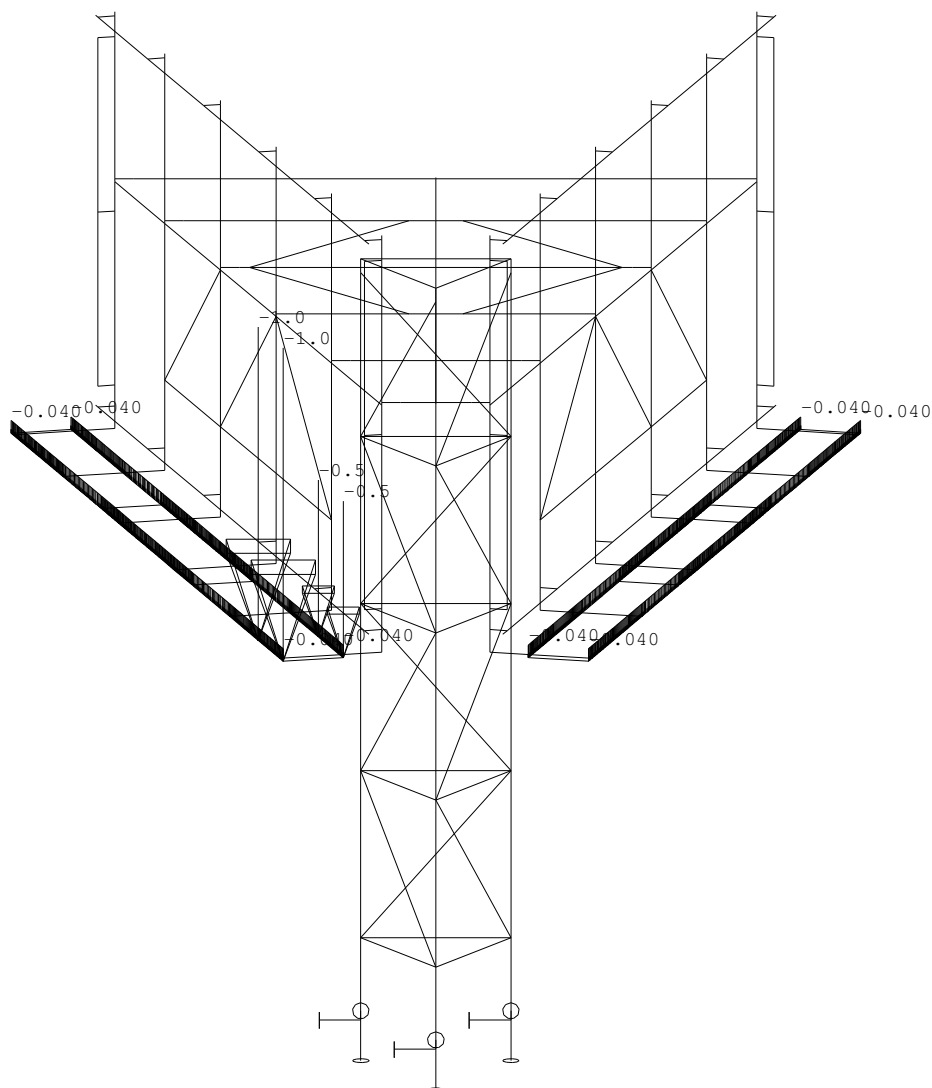
### **SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 2 - STÁLÉ ZATÍŽENÍ**



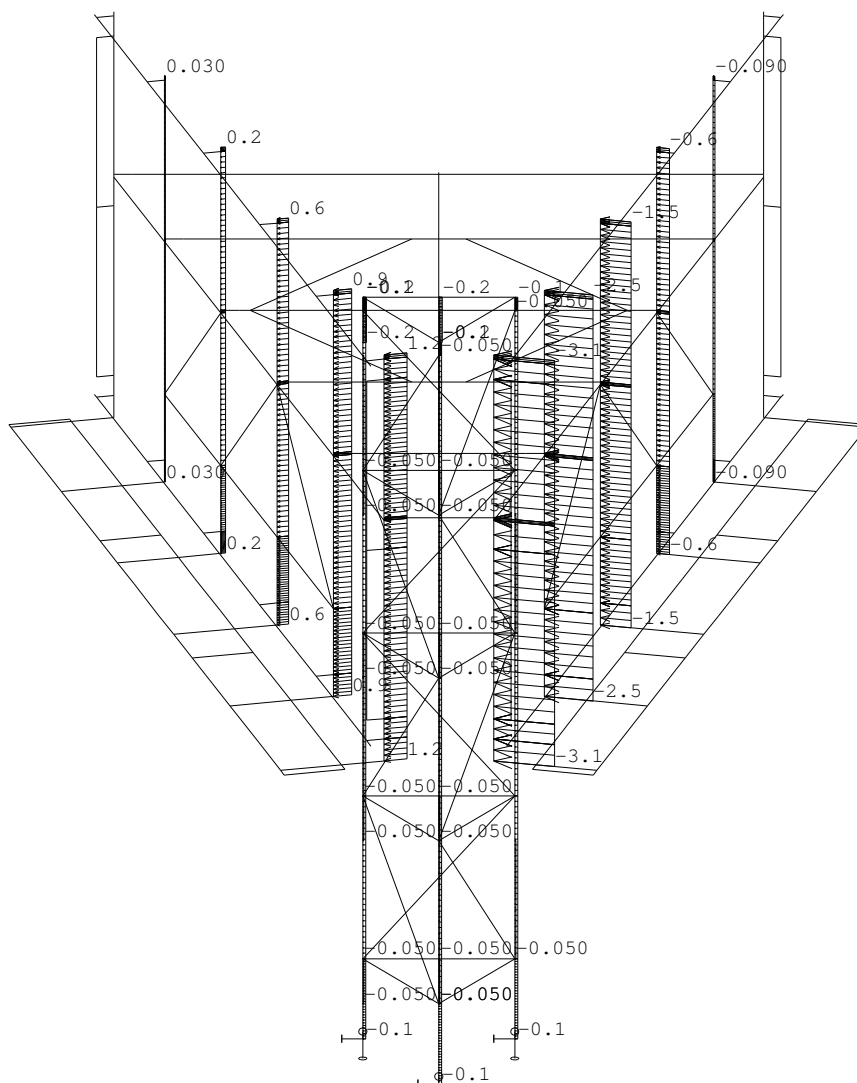
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 3 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_1**



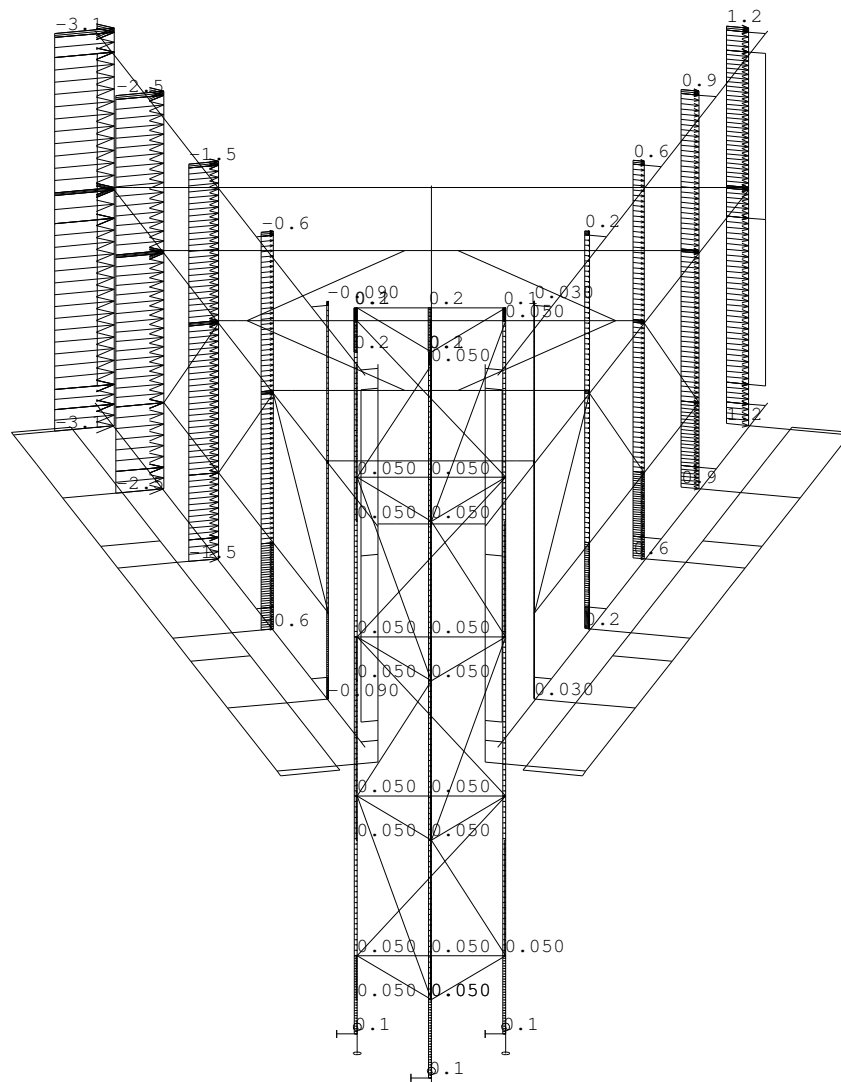
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 4 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_2**



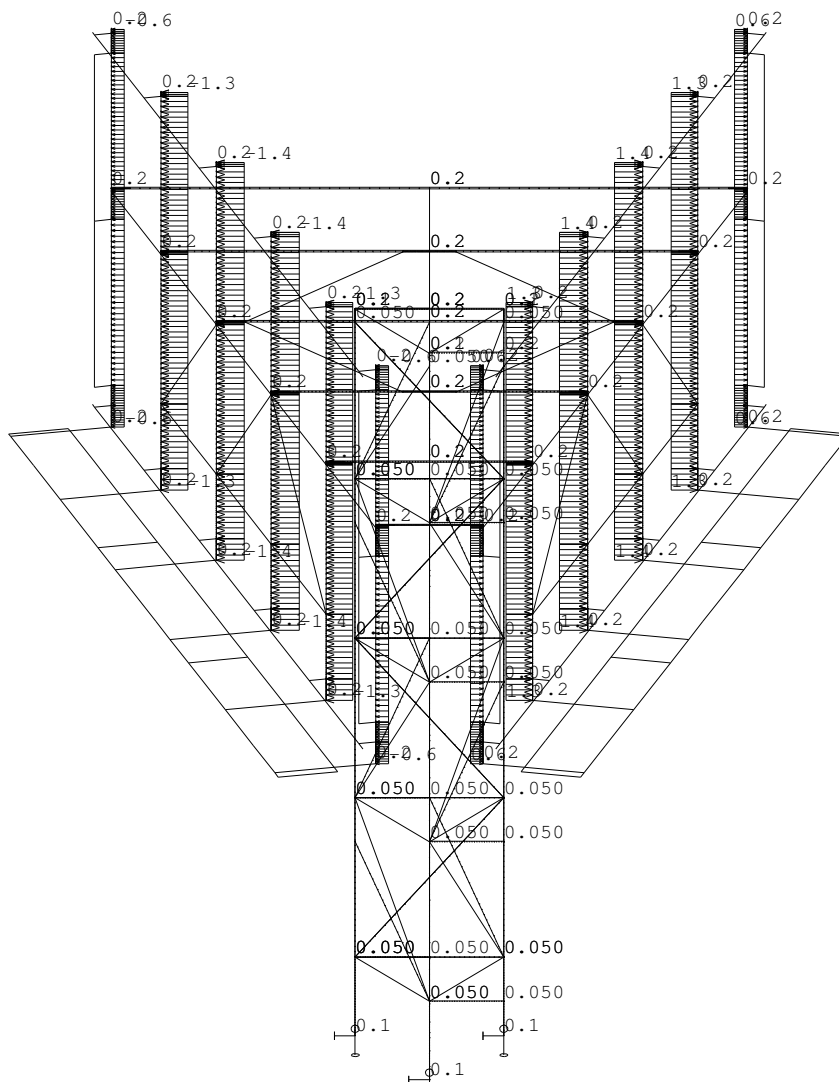
**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 5 - UŽITNÉ\_VARIANTA\_3**



***SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 6 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_1***



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ.ZATĚŽOVACÍ STAVY - 7 - VÍTR PŘÍČNÝ\_VARIANTA\_2**



**SPOJITÁ ZATÍŽENÍ. ZATĚŽOVACÍ STAVY - 8 - VÍTR PODÉLNÝ**

**ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

- 1: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2
- 2: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2
- 3: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2 / 1.50-ZS3 / 1.50-ZS4 / 1.50-ZS5 / 0.90-ZS6 / 0.90-ZS7 / 0.90-ZS8
- 4: 1.00-ZS1 / 1.00-ZS2 / 1.50-ZS3 / 1.50-ZS4 / 1.50-ZS5 / 0.90-ZS6 / 0.90-ZS7 / 0.90-ZS8
- 5: 1.35-ZS1 / 1.35-ZS2 / 0.00-ZS3 / 0.00-ZS4 / 0.00-ZS5 / 1.50-ZS6 / 1.50-ZS7 / 1.50-ZS8



6: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 0.00·ZS3 / 0.00·ZS4 / 0.00·ZS5 / 1.50·ZS6 / 1.50·ZS7  
/ 1.50·ZS8

### **ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO GENEROVÁNÍ KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2

2: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 1.00·ZS3 / 1.00·ZS4 / 1.00·ZS5

3: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 1.00·ZS6 / 1.00·ZS7 / 1.00·ZS8

4: 1.00·ZS1 / 1.00·ZS2 / 1.00·ZS3 / 1.00·ZS4 / 1.00·ZS5 / 1.00·ZS6 / 1.00·ZS7  
/ 1.00·ZS8

### **VÝPIS VYGENEROVANÝCH VŠECH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA ÚNOSNOST**

1/ 1.00·ZS1·1.00·ZS2

2/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2

3/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS6

4/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS7

5/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+0.90·ZS8

6/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3

7/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4

8/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5

9/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS6

10/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS7

11/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS8

12/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS6

13/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS7

14/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+0.90·ZS8

15/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3

16/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4

17/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5

18/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS6

19/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS7

20/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS8

21/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS6

22/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS7

23/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS6

24/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS8

25/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS7

26/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS6

27/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS8

28/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS7

29/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS8

30/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS6

31/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS7

32/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS6

33/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS3+0.90·ZS8

34/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS7

35/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS6

36/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS4+0.90·ZS8

37/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS7

38/ 1.35·ZS1+1.35·ZS2+1.50·ZS5+0.90·ZS8

### **VÝPIS VŠECH VYGENEROVANÝCH ZATĚŽOVACÍCH KOMBINACÍ NA POUŽITELNOST**

1/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2

2/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3

3/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4

4/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5

5/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS6

6/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS7

7/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS8

8/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS6

9/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS7

10/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS6

11/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS3+1.00·ZS8

12/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS7

13/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS6

14/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS4+1.00·ZS8

15/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS7

16/ 1.00·ZS1+1.00·ZS2+1.00·ZS5+1.00·ZS8

## PROTOKOL O VÝPOČTU

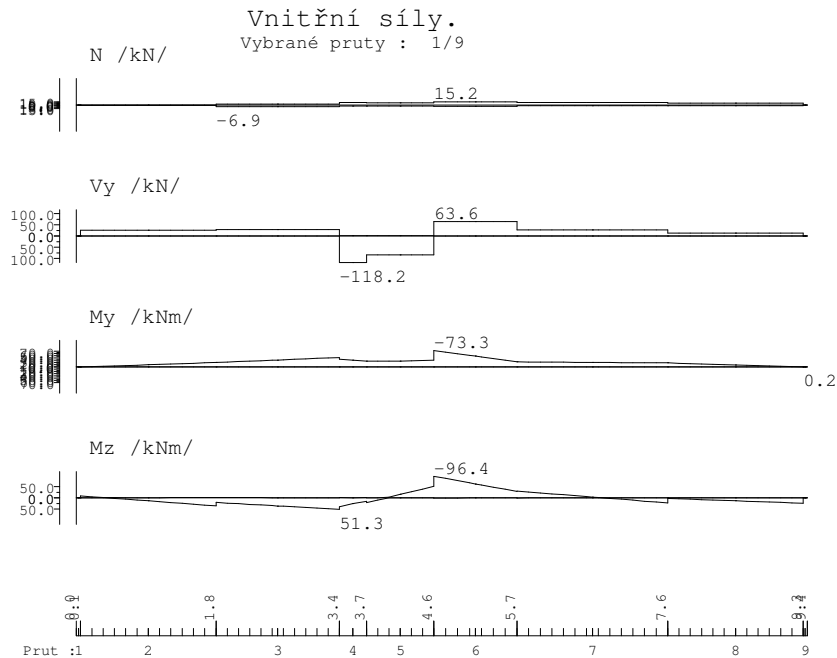
Lineární výpočet

Počet 2D prvků	0
Počet 1D prvků	301
Počet uzlů sítě	220
Počet rovnic	1320
Zatěžovací stavy	ZS 1 VLASTNÍ HMOTNOST
	ZS 2 STÁLÉ ZATÍŽENÍ
	ZS 3 UŽITNÉ_1_VARIANTA
	ZS 4 UŽITNÉ_2_VARIANTA
	ZS 5 UŽITNÉ_3_VARIANTA
	ZS 6 VÍTR PŘÍČNÝ_VARIANTA_1
	ZS 7 VÍTR_PŘÍČNÝ_VARIANTA_2
	ZS 8 VÍTR_PODÉLNÝ_VARIANTA_1
Spuštění výpočtu	11.12.2017 18:58
Konec výpočtu	11.12.2017 18:58

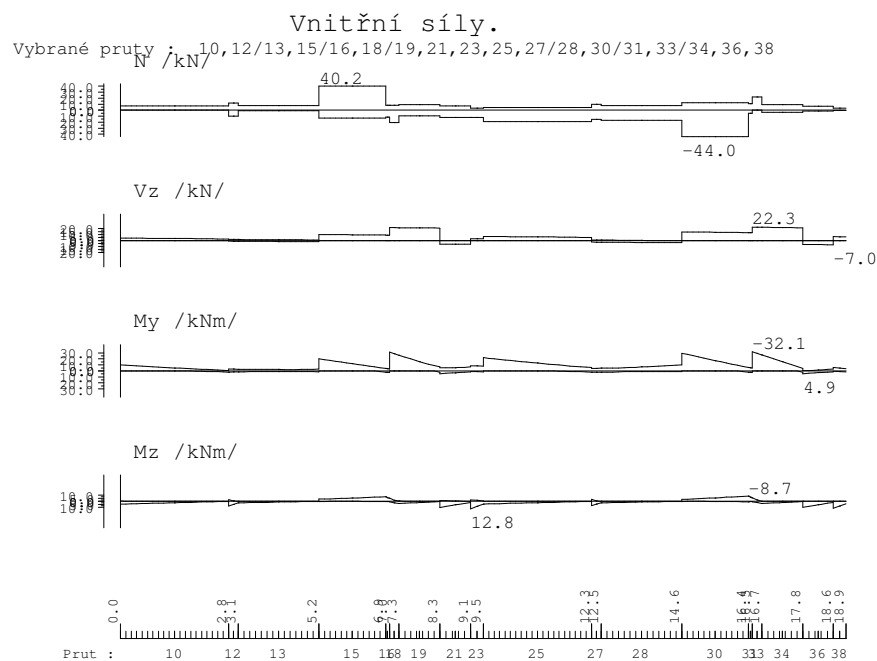
## SUMA ZATÍŽENÍ A REAKCÍ

		<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
Z. S. 1	zatížení	0.0	0.0	-60,0
	reakce v uzlech	0.0	0.0	60,0
Z. S. 2	zatížení	0.0	0.0	-19.4
	reakce v uzlech	0.0	0.0	19.4
Z. S. 3	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 4	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 5	zatížení	0.0	0.0	-4.6
	reakce v uzlech	0.0	0.0	4.6
Z. S. 6	zatížení	-5,0	-46,0	0.0
	reakce v uzlech	5,0	46,0	0.0
Z. S. 7	zatížení	-5,0	46,0	0.0
	reakce v uzlech	5,0	-46,0	0.0
Z. S. 8	zatížení	19,5	0.0	0.0
	reakce v uzlech	-19,5	0.0	0.0

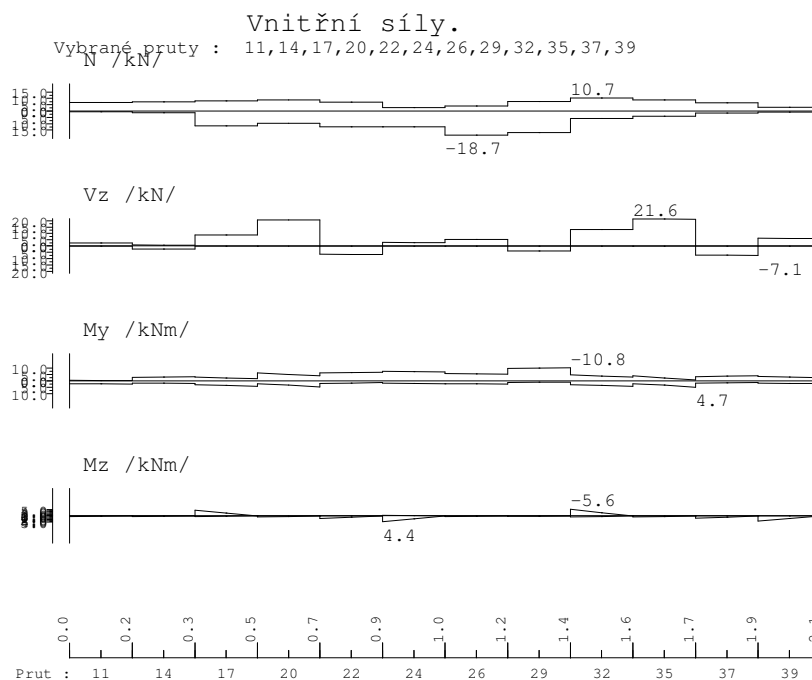
**VÝSTUPNÍ HODNOTY**



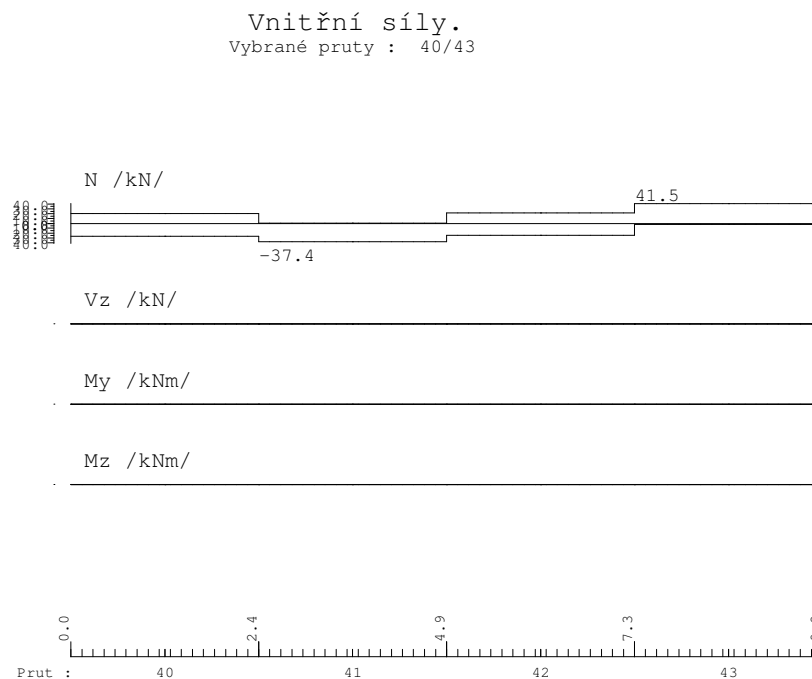
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL**



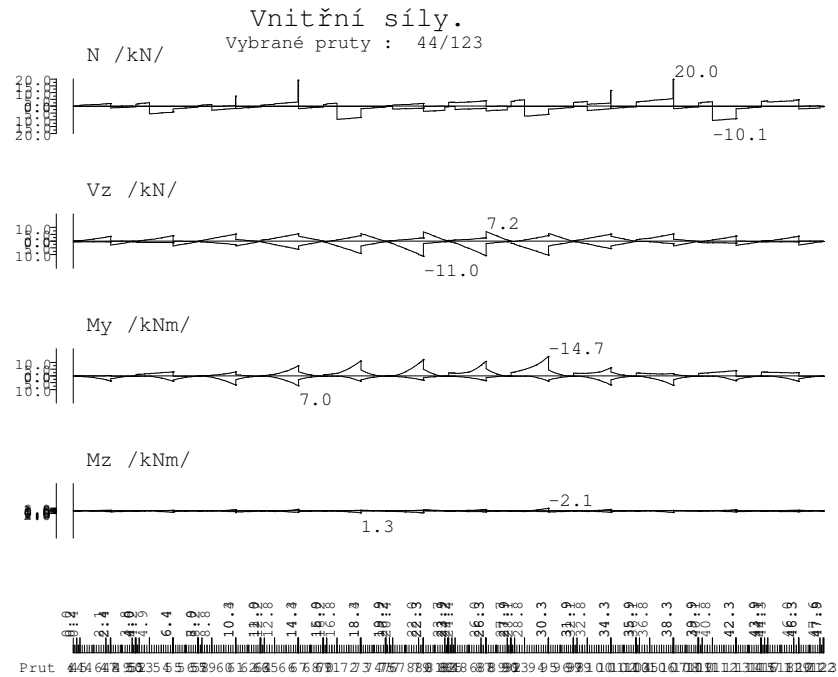
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘÍČNÍKY**



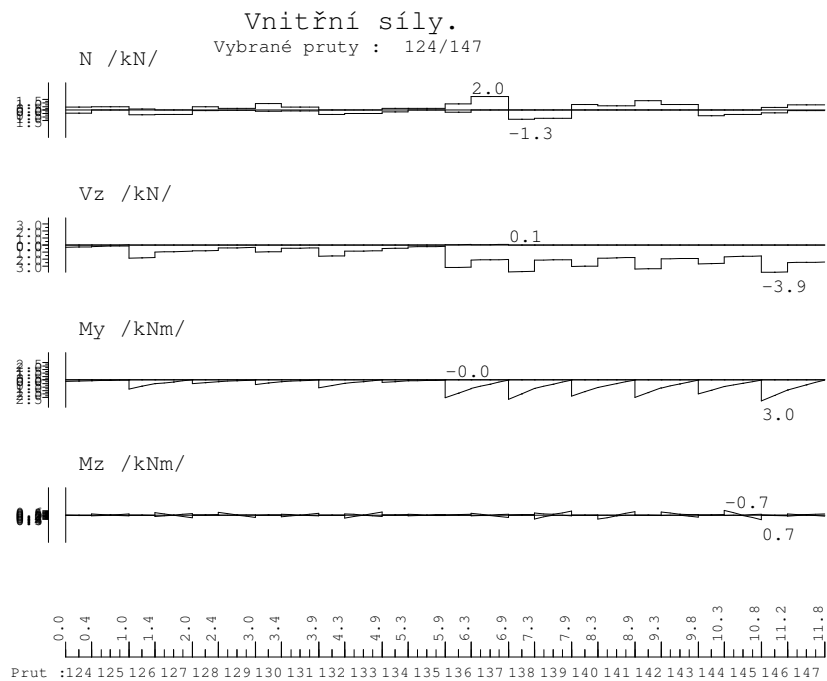
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ**

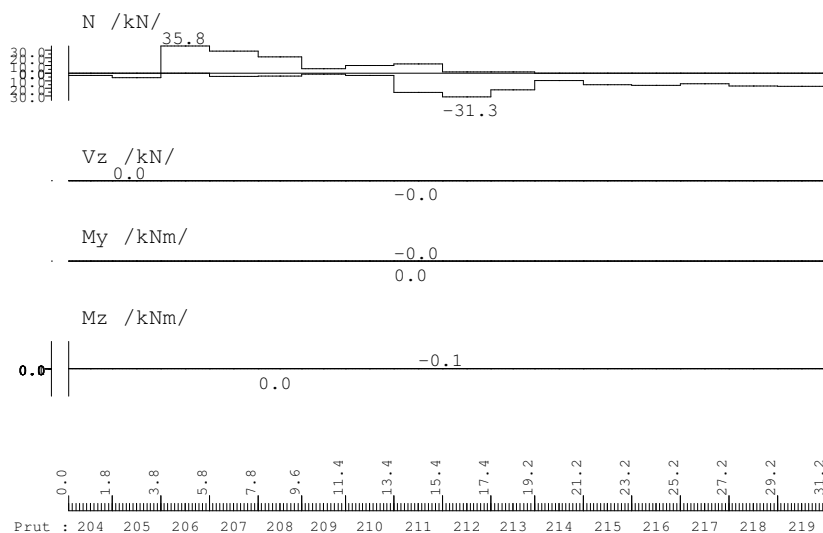


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 - NOSÍKY PLOCHY**



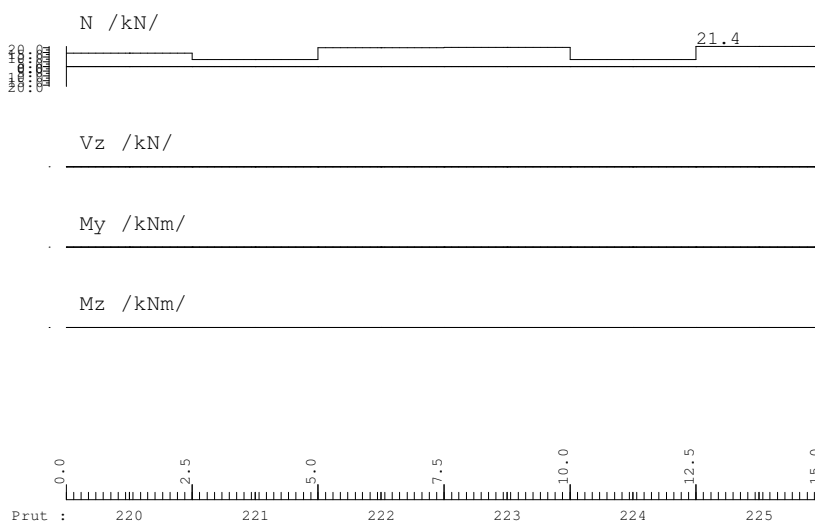
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - KONZOLY**

Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 204/219

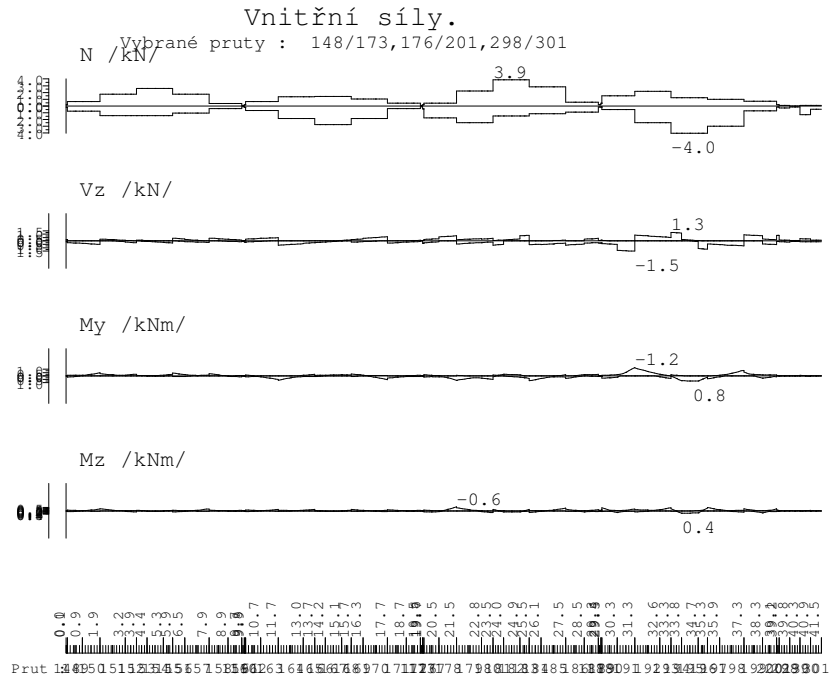


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PODÉLNÉ ZTUŽIDLO**

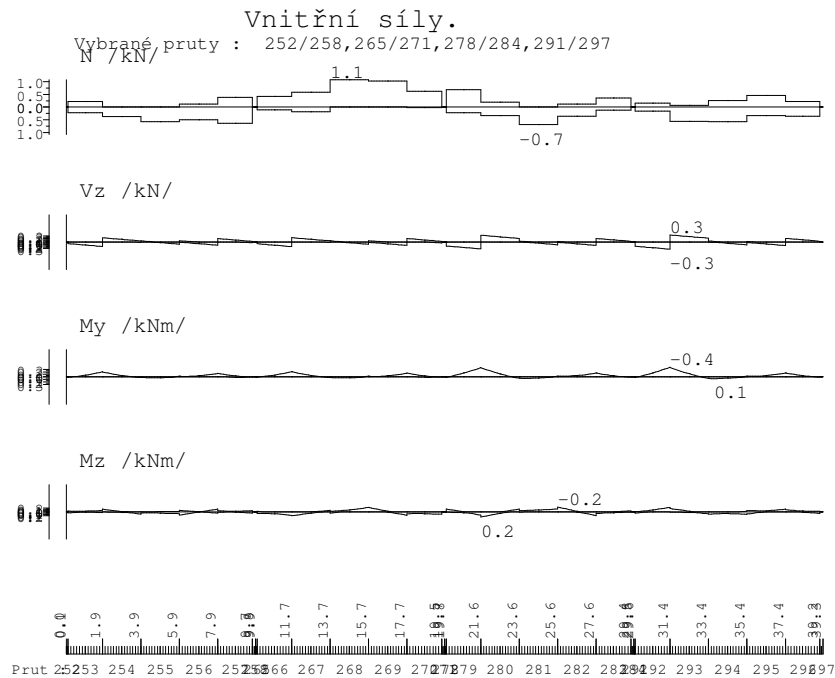
Vnitřní síly.  
Vybrané pruty : 220/225



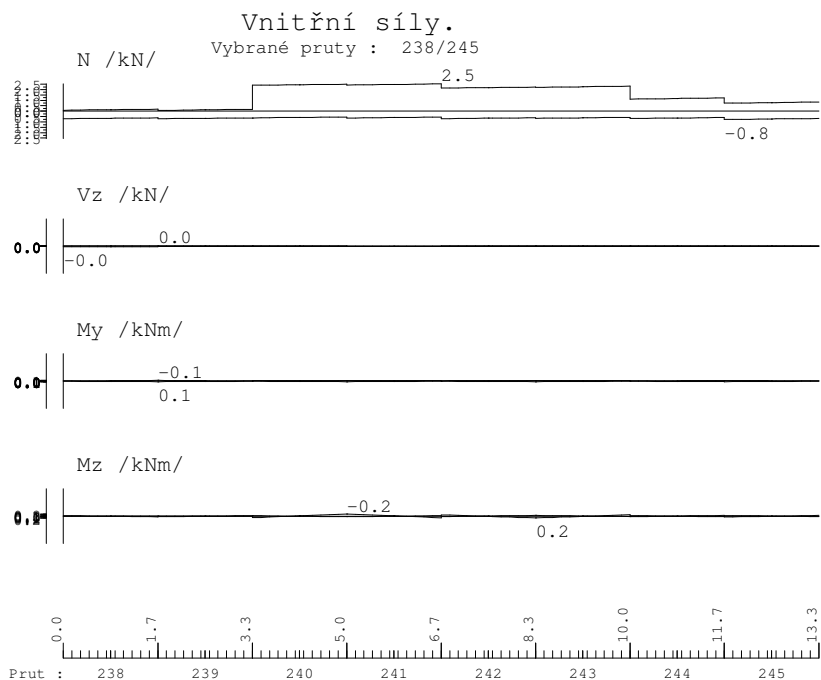
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY**



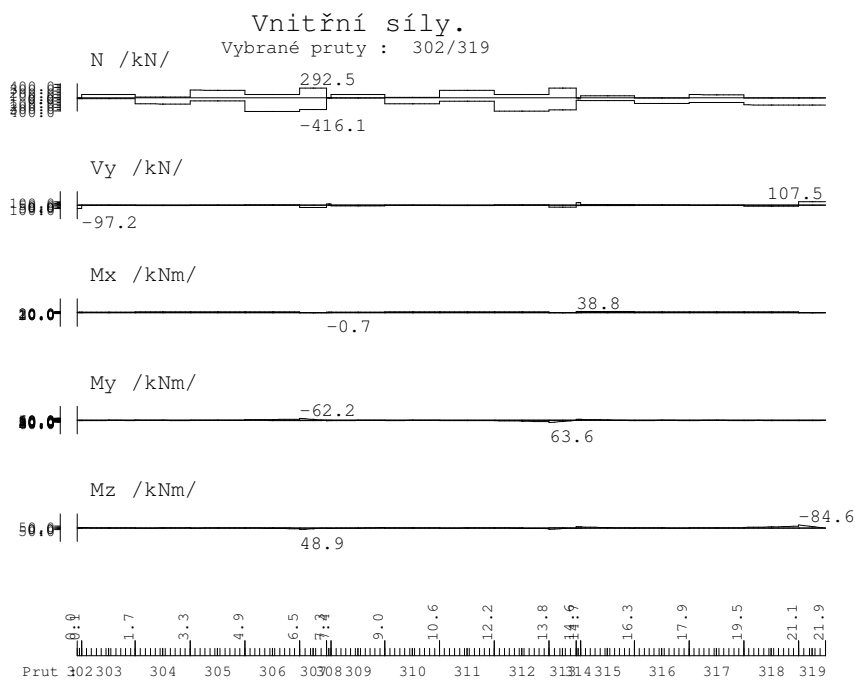
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - NOSNÍKY LÁVKY**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PODÉLNÉ TRUBKY**

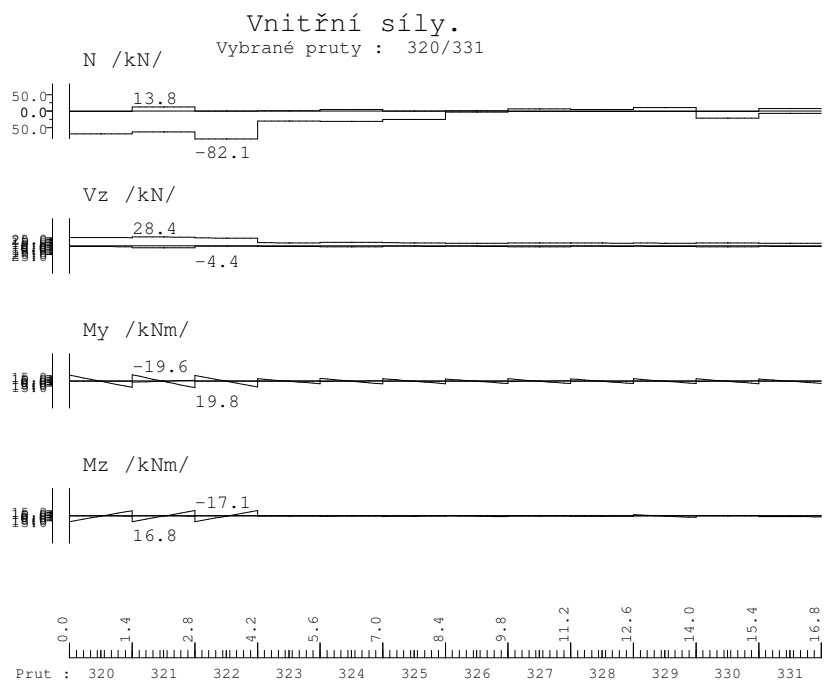


**Vnitřní síly na prutu(ech). Únos. kombi : 1/38 - SVISLÉ TRUBKY**

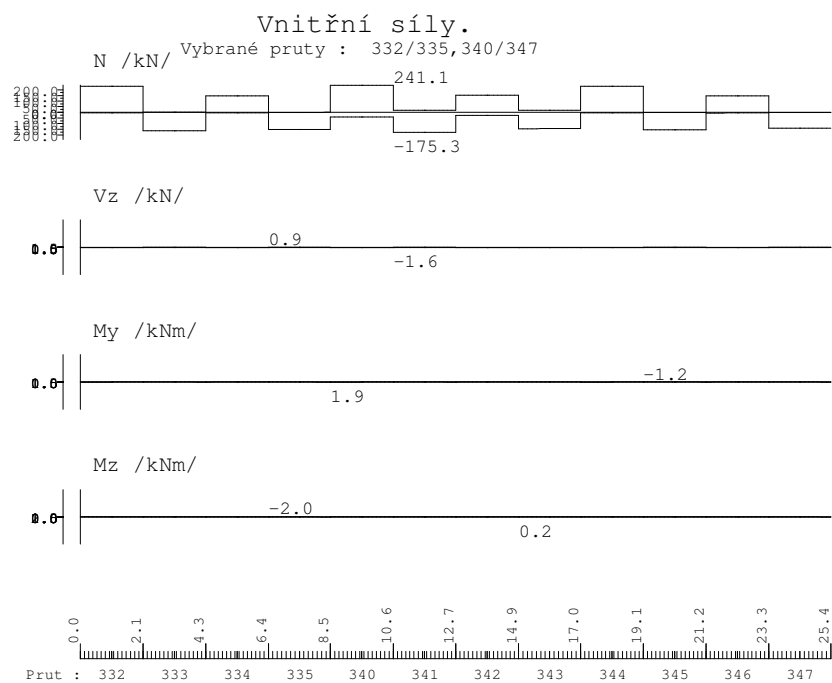


**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBÍ: 1/38 – NÁROŽNÍKY TUBUSU**

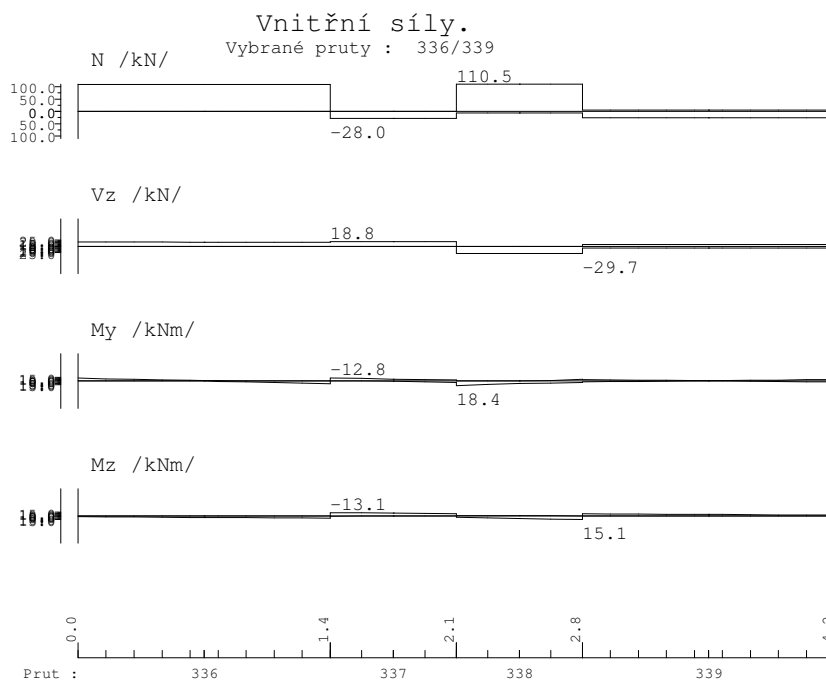




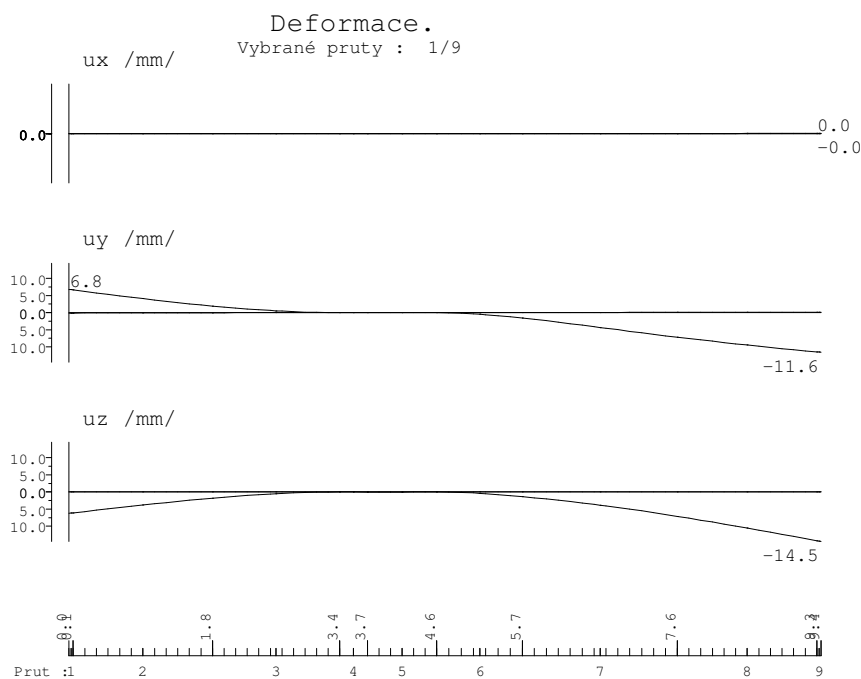
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 – SVISLICE TUBUSU**



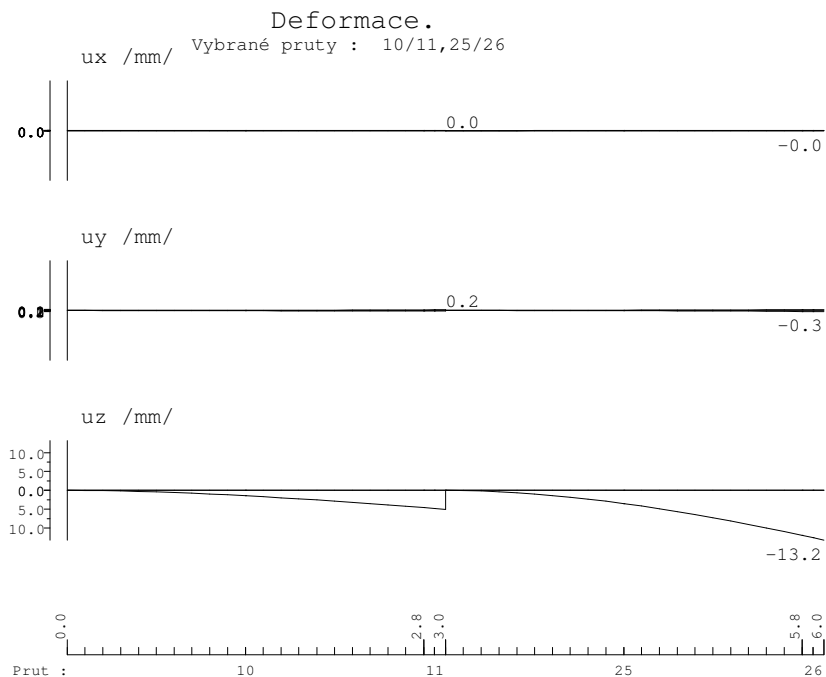
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU (ECH). ÚNOS. KOMBI: 1/38 – DIAGONÁLY TUBUSU**



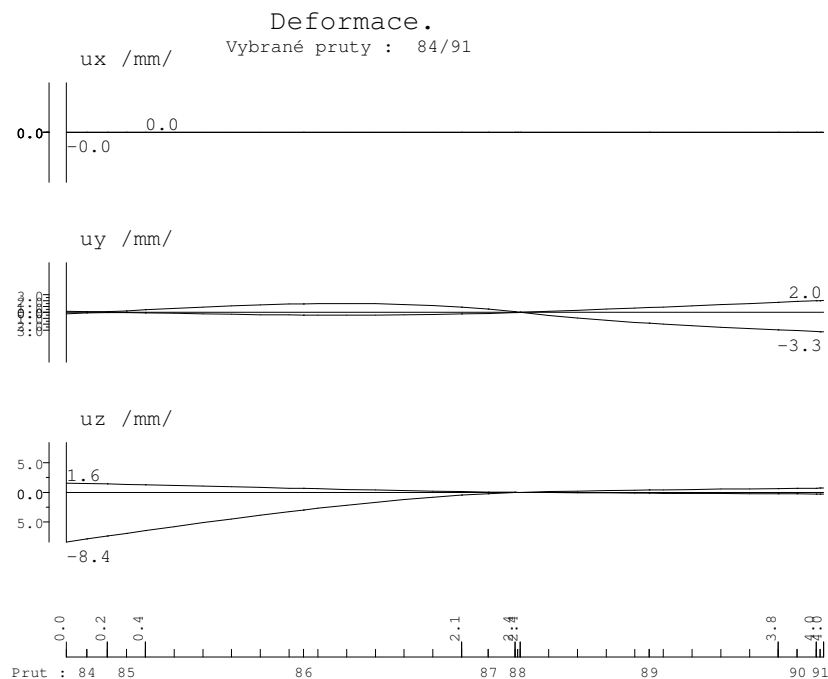
**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBÍ : 1/38 - VAHADLO**



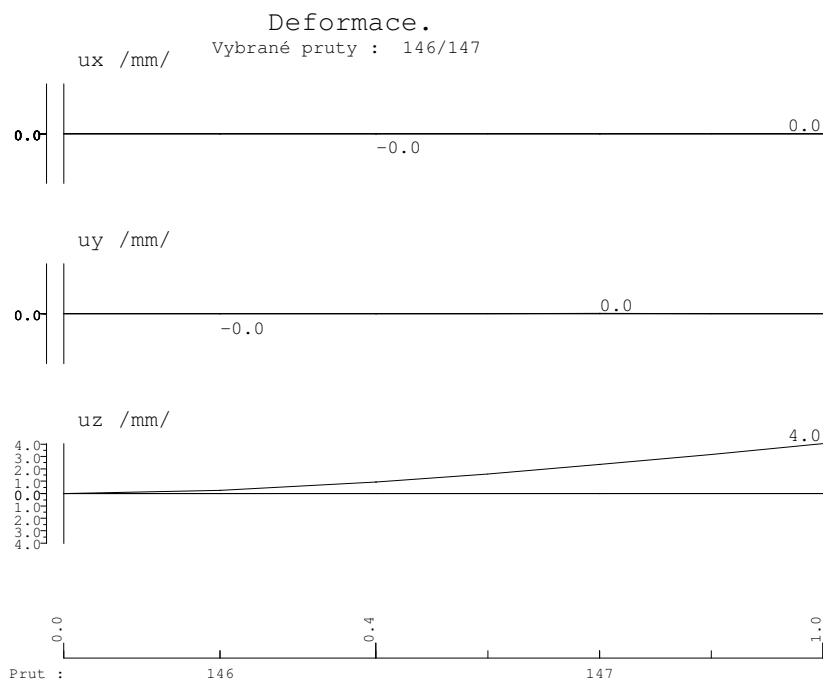
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBÍ : 1/16 - HLAVNÍ PODÉLNÝ PROFIL**



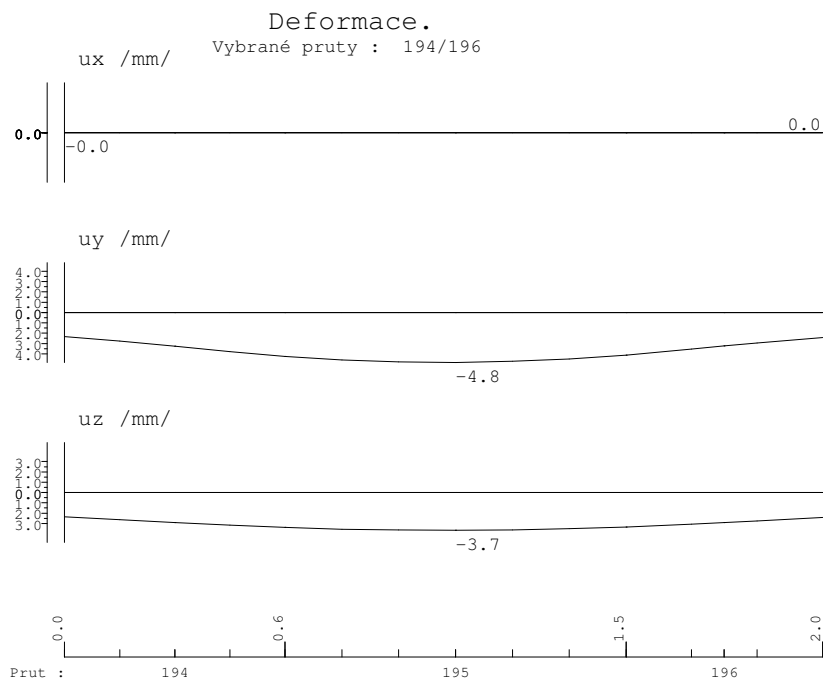
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - PŘÍČNÍKY**



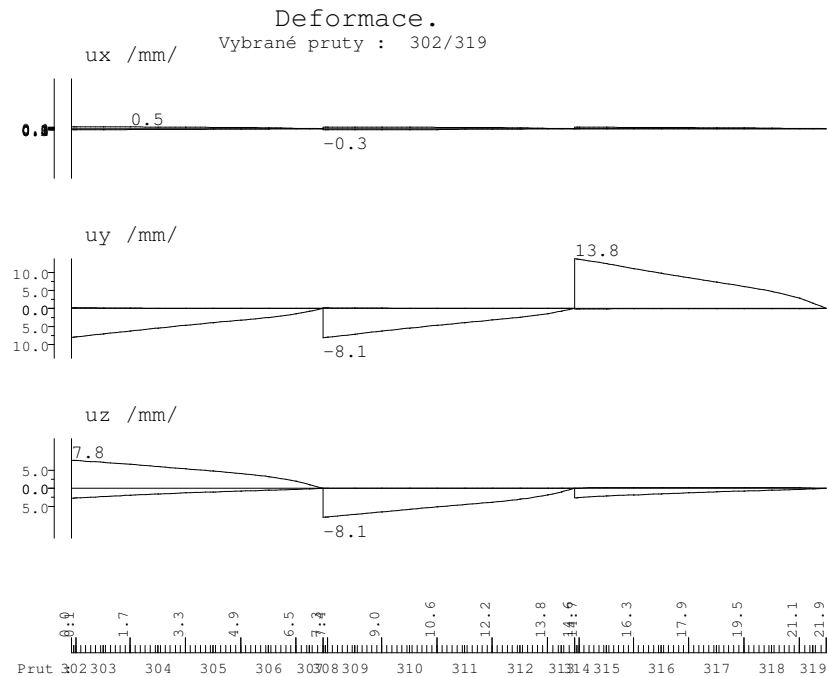
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - NOSNÍKY PLOCHY**



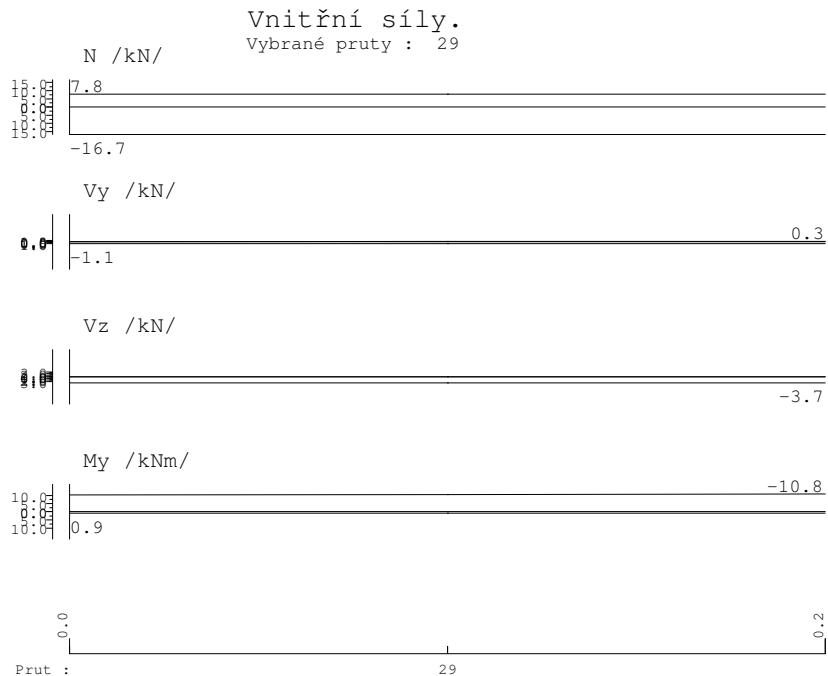
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - KONZOLY**



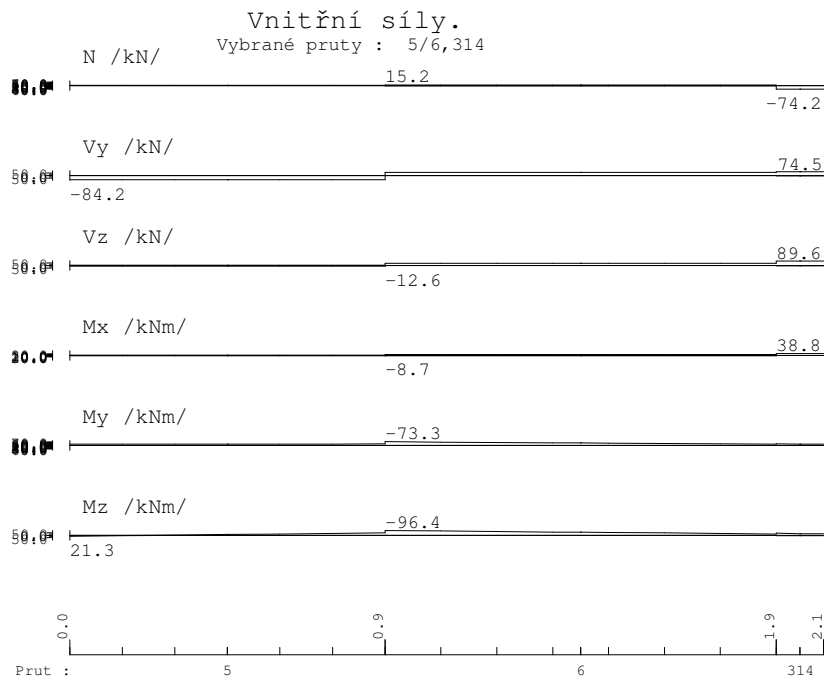
**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - NOSNÍKY LÁVKY**



**DEFORMACE NA PRUTU(ECH). POUŽ. KOMBI : 1/16 - NÁROŽNÍKY TUBUSU**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PŘÍPOJ PŘIPOJOVACÍCH KONZOLEK  
A PŘÍČNÍKŮ**



**VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU(ECH). ÚNOS. KOMBI : 1/38 - PŘÍPOJ PODÉLNÍKU K TUBUSU**

**REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH. GLOBÁLNÍ EXTRÉM**

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	223	18	<b>79.06</b>	-21.17	<b>360.93</b>	0.00	0.00	0.00
2	224	9	<b>-80.91</b>	-17.55	-291.86	0.00	0.00	0.00
3	225		9.41	<b>107.66</b>	14.32	0.00	0.00	0.00
1	223	10	54.74	<b>-62.16</b>	<b>-291.86</b>	0.00	0.00	0.00

**REAKCE V PODPORÁCH - HODNOTY V UZLECH**

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů: 1/220

Skupina kombinací na únosnost: 1/38

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	223	1	0.08	0.03	11.20	0.00	0.00	0.00
		2	0.11	0.04	15.12	0.00	0.00	0.00
		3	47.45	-12.69	218.69	0.00	0.00	0.00
		4	32.88	-37.28	-170.64	0.00	0.00	0.00
		5	-4.83	-0.59	-33.62	0.00	0.00	0.00
		6	0.09	0.06	29.99	0.00	0.00	0.00
		7	0.10	0.04	18.32	0.00	0.00	0.00
		8	0.12	0.01	6.64	0.00	0.00	0.00
		9	79.03	-21.18	357.01	0.00	0.00	0.00
		10	54.74	-62.16	-291.86	0.00	0.00	0.00
		11	-8.10	-1.01	-63.50	0.00	0.00	0.00
		12	47.48	-12.68	222.60	0.00	0.00	0.00
		13	32.91	-37.27	-166.72	0.00	0.00	0.00
		14	-4.80	-0.58	-29.70	0.00	0.00	0.00
		15	0.12	0.08	33.91	0.00	0.00	0.00
		16	0.13	0.05	22.24	0.00	0.00	0.00
		17	0.14	0.02	10.56	0.00	0.00	0.00
		18	79.06	-21.17	360.93	0.00	0.00	0.00
		19	54.77	-62.15	-287.94	0.00	0.00	0.00
		20	-8.07	-1.00	-59.58	0.00	0.00	0.00
		21	47.46	-12.66	237.48	0.00	0.00	0.00
		22	32.88	-37.25	-151.84	0.00	0.00	0.00
		23	47.47	-12.69	225.81	0.00	0.00	0.00
		24	-4.82	-0.56	-14.83	0.00	0.00	0.00
		25	32.90	-37.28	-163.52	0.00	0.00	0.00
		26	47.48	-12.72	214.13	0.00	0.00	0.00
		27	-4.81	-0.59	-26.50	0.00	0.00	0.00
		28	32.91	-37.31	-175.19	0.00	0.00	0.00
		29	-4.79	-0.61	-38.18	0.00	0.00	0.00
		30	47.48	-12.65	241.40	0.00	0.00	0.00
		31	32.91	-37.24	-147.92	0.00	0.00	0.00
		32	47.50	-12.68	229.73	0.00	0.00	0.00
		33	-4.79	-0.55	-10.91	0.00	0.00	0.00
		34	32.93	-37.27	-159.60	0.00	0.00	0.00
		35	47.51	-12.71	218.05	0.00	0.00	0.00
		36	-4.78	-0.58	-22.58	0.00	0.00	0.00
		37	32.94	-37.29	-171.28	0.00	0.00	0.00
		38	-4.77	-0.60	-34.26	0.00	0.00	0.00

2	224	1	0.06	-0.02	11.20	0.00	0.00	0.00
		2	0.07	-0.02	15.12	0.00	0.00	0.00
		3	-48.53	-10.54	-170.64	0.00	0.00	0.00
		4	-30.82	-32.16	218.69	0.00	0.00	0.00
		5	-5.71	1.10	-33.62	0.00	0.00	0.00
		6	0.03	-0.03	6.48	0.00	0.00	0.00
		7	0.04	-0.00	2.21	0.00	0.00	0.00
		8	0.06	0.02	-2.06	0.00	0.00	0.00
		9	-80.91	-17.55	-291.86	0.00	0.00	0.00
		10	-51.41	-53.59	357.01	0.00	0.00	0.00
		11	-9.55	1.85	-63.50	0.00	0.00	0.00
		12	-48.51	-10.54	-166.72	0.00	0.00	0.00
		13	-30.80	-32.17	222.60	0.00	0.00	0.00
		14	-5.69	1.09	-29.70	0.00	0.00	0.00
		15	0.05	-0.04	10.39	0.00	0.00	0.00
		16	0.06	-0.01	6.13	0.00	0.00	0.00
		17	0.08	0.02	1.86	0.00	0.00	0.00
		18	-80.89	-17.55	-287.94	0.00	0.00	0.00
		19	-51.39	-53.60	360.93	0.00	0.00	0.00
		20	-9.53	1.84	-59.58	0.00	0.00	0.00
		21	-48.55	-10.55	-175.36	0.00	0.00	0.00
		22	-30.85	-32.17	213.97	0.00	0.00	0.00
		23	-48.54	-10.52	-179.63	0.00	0.00	0.00
		24	-5.74	1.09	-38.34	0.00	0.00	0.00
		25	-30.84	-32.15	209.70	0.00	0.00	0.00
		26	-48.52	-10.49	-183.89	0.00	0.00	0.00
		27	-5.72	1.11	-42.61	0.00	0.00	0.00
		28	-30.82	-32.12	205.43	0.00	0.00	0.00
		29	-5.71	1.14	-46.88	0.00	0.00	0.00
		30	-48.53	-10.56	-171.44	0.00	0.00	0.00
		31	-30.83	-32.18	217.88	0.00	0.00	0.00
		32	-48.52	-10.53	-175.71	0.00	0.00	0.00
		33	-5.72	1.08	-34.42	0.00	0.00	0.00
		34	-30.82	-32.15	213.62	0.00	0.00	0.00
		35	-48.50	-10.50	-179.98	0.00	0.00	0.00
		36	-5.70	1.11	-38.69	0.00	0.00	0.00
		37	-30.80	-32.13	209.35	0.00	0.00	0.00
		38	-5.69	1.14	-42.96	0.00	0.00	0.00
3	225	1	-0.14	-0.01	57.08	0.00	0.00	0.00



		2	-0.18	-0.02	77.06	0.00	0.00	0.00
		3	5.59	64.59	31.43	0.00	0.00	0.00
		4	2.46	28.09	31.43	0.00	0.00	0.00
		5	-6.99	-0.51	146.72	0.00	0.00	0.00
		6	-0.12	-0.03	49.85	0.00	0.00	0.00
		7	-0.14	-0.03	65.80	0.00	0.00	0.00
		8	-0.17	-0.03	81.74	0.00	0.00	0.00
		9	9.41	107.66	14.32	0.00	0.00	0.00
		10	4.19	46.82	14.32	0.00	0.00	0.00
		11	-11.55	-0.84	206.48	0.00	0.00	0.00
		12	5.54	64.58	51.40	0.00	0.00	0.00
		13	2.41	28.08	51.40	0.00	0.00	0.00
		14	-7.03	-0.51	166.70	0.00	0.00	0.00
		15	-0.16	-0.04	69.83	0.00	0.00	0.00
		16	-0.19	-0.04	85.77	0.00	0.00	0.00
		17	-0.22	-0.04	101.72	0.00	0.00	0.00
		18	9.36	107.65	34.30	0.00	0.00	0.00
		19	4.14	46.81	34.30	0.00	0.00	0.00
		20	-11.60	-0.84	226.45	0.00	0.00	0.00
		21	5.61	64.57	24.20	0.00	0.00	0.00
		22	2.48	28.07	24.20	0.00	0.00	0.00
		23	5.58	64.57	40.14	0.00	0.00	0.00
		24	-6.97	-0.53	139.49	0.00	0.00	0.00
		25	2.45	28.07	40.14	0.00	0.00	0.00
		26	5.55	64.57	56.09	0.00	0.00	0.00
		27	-6.99	-0.53	155.43	0.00	0.00	0.00
		28	2.42	28.07	56.09	0.00	0.00	0.00
		29	-7.02	-0.53	171.38	0.00	0.00	0.00
		30	5.56	64.57	44.18	0.00	0.00	0.00
		31	2.43	28.06	44.18	0.00	0.00	0.00
		32	5.53	64.57	60.12	0.00	0.00	0.00
		33	-7.01	-0.53	159.47	0.00	0.00	0.00
		34	2.40	28.06	60.12	0.00	0.00	0.00
		35	5.51	64.57	76.06	0.00	0.00	0.00
		36	-7.04	-0.53	175.41	0.00	0.00	0.00
		37	2.38	28.06	76.06	0.00	0.00	0.00
		38	-7.07	-0.53	191.36	0.00	0.00	0.00

## 14.3 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK TRHR 250x250x10 PROFIL Č. 1</b>				Ocel S 235 Mpa
<b>Profil TRHR 250x250x10</b>	H = 250	B = 250	t = 10 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9380$ mm	$\beta_y = 0,2$ [-]		$L_{cr,y} = 1,88$ m	
$L_z = 9380$ mm	$\beta_z = 1$ [-]		$L_{cr,z} = 9,38$ m	

### Vnitřní síly:

$N_{Sd} = 15$	$-6,9$ kN	$V_{Sd} = 118$ kN	$M_{y,Sd} = 73,3$ kNm	$M_{z,Sd} = 94,6$ kNm
---------------	-----------	-------------------	-----------------------	-----------------------

### Průřez. charakteristiky:

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h)$	$= 9024$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 4512$ [-] m	$= 72,19$ kg/m <sup>1</sup>
$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12}$	$= 86,78 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H$	$= 694 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
		$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2$	$= 798 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12}$	$= 86,78 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H$	$= 694 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
		$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2$	$= 798 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$i_y = \sqrt{I_y / A}$	$= 98,1$ mm	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	$= 98,1$ mm

### Vzpěr:

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,1 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,20 \text{ [-]} \quad \Rightarrow \quad \bar{\lambda}_{max} = 1,02 \text{ [-]}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 95,7 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 1,02 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,02 - 0,2) + 1,02^2] = 0,52 \text{ [-]}$$

$$\bar{\lambda}_{max}: \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 1,02^2}] = 0,999 \text{ [-]}$$

### Únosnost:

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 1,00 \cdot 9024 \cdot 0,235 / 1$	$= 2121$ kN	$> N_{Sd}^+ = 15$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 0,999 \cdot 9024 \cdot 0,235 / 1$	$= 2119$ kN	$> N_{Sd}^- = 6,9$ kN
$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 797,5 \cdot 0,235 / 1$	$= 187$ kNm	$> M_{Sd} = 73,3$ kNm
$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	$= 797,5 \cdot 0,235 / 1$	$= 187$ kNm	$> M_{Sd} = 94,6$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$	$= 4512 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3}$	$= 612$ kN	$> 2 \cdot V_z = 236$ kN

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{15,00}{2121} + \frac{73,30}{187} + \frac{94,60}{187,4}$	$= 0,90$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{6,90}{2119} + \frac{73,30}{187} + \frac{94,60}{187,4}$	$= 0,90$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{236}{612}$	$0,39$	$< 1,00$	<b>Vyhoví</b>

**- PŘÍČNÍKY HEA 180**

<b>Profil HEA 180</b>	H = 171 mm
$L_y = 5640$ mm	$\beta_y = 1$ [-]
$L_z = 5640$ mm	$\beta_z = 0,5$ [-]
$L_\omega = 5640$ mm	$\beta_\omega = 0,5$ [-]

**PROFIL Č. 2**

B = 180 mm
$L_{cr,y} = 5640$ mm
$L_{cr,z} = 2820$ mm
$L_{cr,\omega} = 2820$ mm

Ocel S 235 Mpa

$\gamma_f = 1,00$ [-]
$\alpha_{y,1} = 0,34$ [-]
$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 40,2$   -44 kN	$V_{z,Sd} = 22,3$ kN	$M_{y,Sd} = 32,1$ kNm	$M_{z,Sd} = 12,8$ kNm
--------------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 35,5$ kg/m'	$A = 4525$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1450$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 25,1 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 60,21 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9,5$ mm	$t_w = 6$ mm
$I_z = 9,25 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,5$ mm	$W_{el,y} = 294 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 325 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 148 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 45,2$ mm	$W_{el,z} = 103 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 157 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 75,7$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,81$  [-]  $\lambda_z = 62,4$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,66$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,81 - 0,2) + 0,81^2] = 0,93$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,93 + \sqrt{0,93^2 - 0,81^2}] = 0,72$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,66 - 0,2) + 0,66^2] = 0,83$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,83 + \sqrt{0,83^2 - 0,66^2}] = 0,75$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 171 \cdot \sqrt{60210 / 9,25} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{148 / 9250} = 1,37$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2820 / 2820)^2 + 4 \cdot 1,369^2 / 3,14^2 = 1,76$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = -86 \text{ mm}$$

$$e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 2$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,76$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 3,26$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}}} = \sqrt{\frac{1}{0,76 \cdot [-1] + \sqrt{(-1)^2 + 3,26 \cdot 1,76}}} = 0,91 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,91 \cdot [2 \cdot 2820 / (171 - 9,5)] \cdot \sqrt{25,1 / 9,25} = 52,24 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,e}} = 52,2 \cdot \sqrt{324,9 / 293,57} = 55,0 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,59 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,59 - 0,2) + 0,59^2] = 0,71 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,59^2}] = 0,90 \text{ [-]}$$

$$\chi_{min} = 0,72 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = 0,9 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 1063 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 40,2 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,72 \cdot 4525 \cdot 0,235 / 1 = 766 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 44 \text{ kN}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,895 \cdot 324,9 \cdot 0,235 / 1 = 68,4 \text{ kNm} > M_{Sd} = 32,1 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 156,5 \cdot 0,235 / 1 = 36,8 \text{ kNm} > M_{Sd} = 12,8 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1450 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 197 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 44,6 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{40,2}{1063} + \frac{32,1}{68,4} + \frac{12,8}{36,8} = 0,86 < 1,00$	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	---	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{44}{766} + \frac{32,1}{68,4} + \frac{12,80}{36,8} = 0,87 < 1,00$	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	---	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{44,6}{197} = 0,23 < 1,00$	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	----------------------------------	---------------

**- PŘIPOJOVACÍ KONZOLKY IPE 200**

**PROFIL Č. 13**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 200</b>	H = 200 mm	B = 100 mm	$\gamma_f = 1,00$ [-]
$L_y = 175$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 350$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21$ [-]
$L_z = 175$ mm	$\beta_z = 2$ [-]	$L_{cr,z} = 350$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34$ [-]
$L_\omega = 175$ mm	$\beta_\omega = 2$ [-]	$L_{cr,\omega} = 350$ mm	$\alpha_{LT} = 0,34$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 10,7$   -19 kN	$V_{z,Sd} = 21,6$ kN	$M_{y,Sd} = 10,8$ kNm	$M_{z,Sd} = 5,6$ kNm
--------------------------	----------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 22,4$ kg/m'	$A = 2848$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1400$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 19,4 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 12,99 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8,5$ mm	$t_w = 5,6$ mm
$I_z = 1,42 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 82,6$ mm	$W_{el,y} = 194 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 221 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 69,8 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 22,4$ mm	$W_{el,z} = 28,5 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 44,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 4,2$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,05$  [-]  $\lambda_z = 15,7$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,17$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,05 - 0,2) + 0,05^2] = 0,48$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,48 + \sqrt{0,48^2 - 0,05^2}] = 1,00$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,17 - 0,2) + 0,17^2] = 0,51$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,17^2}] = 1,00$  [-]

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_\omega / I_z} = 2 / 191,5 \cdot \sqrt{12990 / 1,424} = 1,00$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [350 / (200 - 8,5)] \cdot \sqrt{69,8 / 1424} = 0,25$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,\omega})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (350 / 350)^2 + 4 \cdot 0,251^2 / 3,14^2 = 1,03$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -100$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 1,03}]}} = 1,54$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,54 \cdot [2 \cdot 350 / (200 - 8,5)] \cdot \sqrt{19,43 / 1,424} = 20,76$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 20,8 \cdot \sqrt{220,6 / 194,3} = 22,1$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,24$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,24 - 0,2) + 0,24^2] = 0,53$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,53 + \sqrt{0,53^2 - 0,24^2}] = 0,99$  [-]

$\chi_{min} = 1,00$  [-]  $\chi_{LT} = 0,99$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2848 \cdot 0,235 / 1 = 669$  kN  $> N_{Sd}^+ = 10,7$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1 \cdot 2848 \cdot 0,235 / 1 = 669$  kN  $> N_{Sd}^- = 18,7$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,987 \cdot 220,6 \cdot 0,235 / 1 = 51,2$  kNm  $> M_{Sd} = 10,8$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 44,6 \cdot 0,235 / 1 = 10,5$  kNm  $> M_{Sd} = 5,6$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1400 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 190$  kN  $> 2 \cdot V_z = 43,2$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{10,7}{669} + \frac{10,8}{51,2} + \frac{5,6}{10,5} = 0,76 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{18,7}{669} + \frac{10,8}{51,2} + \frac{5,60}{10,5} = 0,77 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{43,2}{190} = 0,23 < 1,00$  Vyhoví

**- ZAVĚTROVÁNÍ - Lrov 70x70x6**

**PROFIL Č. 3**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2440$ mm	$\beta_y = 1$ [-]		$L_{cr,y} = 2440$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]
$L_z = 2440$ mm	$\beta_z = 1$ [-]		$L_{cr,z} = 2440$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]
$L_w = 2440$ mm	$\beta_w = 1$ [-]		$L_{cr,w} = 2440$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 41,5$   -37 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm
$I_{\eta} = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

<b>Vzpěi</b>	$\lambda_y = 91,4$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,97$ [-]	$\lambda_z = 176,4$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,88$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,97 - 0,2) + 0,97^2] = 1,16$ [-]			
$\bar{\lambda}_y$ :	$\chi = 1 / [\Phi_y + v(\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)]$	$= 1 / [1,16 + v(1,16^2 - 0,97^2)] = 0,56$ [-]		
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,88 - 0,2) + 1,88^2] = 2,67$ [-]			
$\bar{\lambda}_z$ :	$\chi = 1 / [\Phi_z + v(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)]$	$= 1 / [2,67 + v(2,67^2 - 1,88^2)] = 0,22$ [-]		
<b>(lopení:</b>	$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot v(I_t / I_z)$	$= 0,62 \cdot [2440 / 93] \cdot v(10 / 156) = 4,12$ [-]		
	$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 4,118^2 / 3,14159^2 = 6,87$ [-]		

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = \text{mm} \quad -49,5 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$v = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + v(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w})]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + v(-1^2 + 1 \cdot 6,87)]}} = 0,74 \text{ [-]}$$

$$\lambda = v \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot v(I_y / I_z) = 0,744 \cdot [2 \cdot 2440 / 93] \cdot v(0,581 / 0,156) = 75,35 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot v(W_{y,pl} / W_{y,e}) = 75,4 \cdot v(18,76 / 11,74) = 95,3 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 1,01 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,01 - 0,2) + 1,01^2] = 1,10 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + v(\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)] = 1 / [1,1 + v(1,1^2 - 1,01^2)] = 0,66 \text{ [-]}$$

$$\chi_{\min} = 0,218 \text{ [-]} \quad \chi_{LT} = 0,655 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 192 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 41,50 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{\min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,218 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 41,8 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 37,40 \text{ kN}$$

$$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,655 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1 = 2,89 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,24 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 57 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,00 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{41,5}{192}$	+	$\frac{0,00}{2,89}$	+	$\frac{0,00}{2,24}$	=	<b>0,22</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	--------------------	---	---------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{37,4}{41,8}$	+	$\frac{0,00}{2,89}$	+	$\frac{0,00}{2,24}$	=	<b>0,89</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	---------------------	---	---------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{57}$					=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	----------------	--	--	--	--	---	-------------	---	-------------	---------------

**- NOSNÍKY PLOCHY IPE 180**

**PROFIL Č. 4**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil IPE 180</b>	H = 180 mm	B = 91 mm	$\gamma_f = 1,00 [-]$
$L_y = 3990$ mm	$\beta_y = 2 [-]$	$L_{cr,y} = 7980$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,21 [-]$
$L_z = 3990$ mm	$\beta_z = 0,6 [-]$	$L_{cr,z} = 2394$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,34 [-]$
$L_w = 3990$ mm	$\beta_w = 0,6 [-]$	$L_{cr,w} = 2394$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21 [-]$

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 20$   -10 kN	$V_{z,Sd} = 11$ kN	$M_{y,Sd} = 14,7$ kNm	$M_{z,Sd} = 2,1$ kNm
------------------------	--------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 18,8$ kg/m'	$A = 2395$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 1125$ mm <sup>2</sup>	$y_T = 0$ mm
$I_y = 13,2 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 7,43 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 8$ mm	$t_w = 5,3$ mm
$I_z = 1,01 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 74,2$ mm	$W_{el,y} = 146 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 47,9 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 20,5$ mm	$W_{el,z} = 22,2 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 34,6 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 107,6 [-]$   $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,15 [-]$   $\lambda_z = 116,6 [-]$   $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,24 [-]$

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,15 - 0,2) + 1,15^2] = 1,26 [-]$

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,26 + \sqrt{1,26^2 - 1,15^2}] = 0,56 [-]$

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (1,24 - 0,2) + 1,24^2] = 1,45 [-]$

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,45 + \sqrt{1,45^2 - 1,24^2}] = 0,46 [-]$

**Klopení:**  $\delta = 2 / h \cdot \sqrt{I_w / I_z} = 2 / 172 \cdot \sqrt{7430 / 1,009} = 1,00 [-]$

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [2394 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{47,9 / 1009} = 1,88 [-]$

$d_{z,w} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_{cr,w})^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 1^2 \cdot (2394 / 2394)^2 + 4 \cdot 1,88^2 / 3,14^2 = 2,43 [-]$

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -90$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 [-]$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3 [-]$

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53 [-]$

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68 [-]$

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 2,43}]} = 0,87 [-]$

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,87 \cdot [2 \cdot 2394 / (180 - 8)] \cdot \sqrt{13,17 / 1,009} = 87,04 [-]$

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,el}} = 87 \cdot \sqrt{166,4 / 146,33} = 92,8 [-]$   $\bar{\lambda}_{LT} = 0,99 [-]$

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,99 - 0,2) + 0,99^2] = 1,07 [-]$

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,07 + \sqrt{1,07^2 - 0,99^2}] = 0,67 [-]$

$\chi_{min} = 0,46 [-]$

$\chi_{LT} = 0,67 [-]$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 563$  kN  $> N_{Sd}^+ = 20$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,456 \cdot 2395 \cdot 0,235 / 1 = 257$  kN  $> N_{Sd}^- = 10,1$  kN

$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,674 \cdot 166,4 \cdot 0,235 / 1 = 26,3$  kNm  $> M_{Sd} = 14,7$  kNm

$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 34,6 \cdot 0,235 / 1 = 8,13$  kNm  $> M_{Sd} = 2,1$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1125 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 153$  kN  $> 2 \cdot V_z = 22$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{20}{563} + \frac{14,7}{26,3} + \frac{2,1}{8,13} = 0,85 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{10,1}{257} + \frac{14,7}{26,3} + \frac{2,10}{8,13} = 0,86 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{22}{153} = 0,14 < 1,00$  **Vyhoví**

**- KONZOLY Trov 80x80x9**

**PROFIL Č. 5**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Trov 80x80x9</b>	H = 80	B = 80	t = 9	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 985$ mm	$\beta_y = 2$ [-]	$L_{cr,y} = 1970$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 985$ mm	$\beta_z = 0,6$ [-]	$L_{cr,z} = 591$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 985$ mm	$\beta_w = 0,6$ [-]	$L_{cr,w} = 591$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 2$   -1,3 kN	$V_{z,Sd} = 3,9$ kN	$M_{y,Sd} = 3,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,70$ kNm
------------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 10,7$ kg/m'	$A = 1360$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 576$ mm <sup>2</sup>	$z_T = 57,8$ mm
$I_y = 0,74 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 9$ mm	$t_w = 9$ mm
$I_z = 0,37 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 23,3$ mm	$W_{el,y} = 12,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 28,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 26,6 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 16,5$ mm	$W_{el,z} = 9,25 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,z} = 14,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>

**Vzpěr**  $\lambda_y = 84,6$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,90$  [-]  $\lambda_z = 35,8$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 0,38$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,9 - 0,2) + 0,9^2] = 1,08$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [1,08 + \sqrt{1,08^2 - 0,9^2}] = 0,6$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,38 - 0,2) + 0,38^2] = 0,62$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [0,62 + \sqrt{0,62^2 - 0,38^2}] = 0,91$  [-]

**Ľopení:**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [591 / 75,5] \cdot \sqrt{26,6 / 370} = 1,3$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 1,301^2 / 3,14159^2 = 0,69$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -22,2$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -0,59$  [-]

a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-0,6 + \sqrt{(-0,6)^2 + 4,68 \cdot 0,7}]}} = 1,206$$
 [-]

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 1,21 \cdot [2 \cdot 591 / (75,5 - 9)] \cdot \sqrt{0,737 / 0,37} = 26,6$$
 [-]

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 26,6 \cdot \sqrt{28,8 / 12,75} = 40,0$$
 [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,43$  [-]

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,43 - 0,2) + 0,43^2] = 0,61$$
 [-]

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,61 + \sqrt{0,61^2 - 0,43^2}] = 0,946$$
 [-]

$$\chi_{min} = 0,599$$
 [-]  $\chi_{LT} = 0,946$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1 = 320$ kN	>	$N_{Sd} = 2$ kN
$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,599 \cdot 1360 \cdot 0,235 / 1 = 191$ kN	>	$N_{Sd} = 1,3$ kN
$M_{y,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,946 \cdot 28,8 \cdot 0,235 / 1 = 6,4$ kNm	>	$M_{Sd} = 3,00$ kNm
$M_{z,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 14,4 \cdot 0,235 / 1 = 3,38$ kNm	>	$M_{Sd} = 0,70$ kNm
$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 576 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 78,2$ kN	>	$2 \cdot V_z = 7,8$ kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{2}{320} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,70}{3,384} = 0,68 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{1,3}{191} + \frac{3,00}{6,4} + \frac{0,70}{3,384} = 0,68 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{7,8}{78,2} = 0,10 < 1,00$  **Vyhoví**

**- PODÉLNÉ ZTUŽIDLO U 140x60x4**

**PROFIL Č. 6**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil: U tenk 140x60x4</b>	H = 140	B = 60	t = 4	mm	$\gamma_f = 1,00$	[-]
$L_y = 2000$ mm	$\beta_y = 1$	[-]	$L_{cr,y} = 2000$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$	[-]	
$L_z = 2000$ mm	$\beta_z = 1$	[-]	$L_{cr,z} = 2000$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$	[-]	
$L_\omega = 2000$ mm	$\beta_\omega = 1$	[-]	$L_{cr,\omega} = 2000$ mm	$\alpha_{LT} = 0,76$	[-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 35,8$		-31 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,1$ kNm
-----------------	--	--------	-------------------	-----------------------	----------------------

**Průřez. charakteristiky:**

m = 7,82 kg/m <sup>1</sup>	A = 978 mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 544$ mm <sup>2</sup>	$\gamma_T = 15,8$ mm
$I_y = 2,84 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_\omega = 1,03 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$t_f = 4$ mm	$t_w = 4$ mm
$I_z = 0,332 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_y = 53,9$ mm	$W_{el,y} = 40,54 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,y} = 47,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 5,05 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$i_z = 18,4$ mm	$W_{el,z} = 7,51 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$a_y = 21,5$ mm

<b>Vzpěr:</b>	$\lambda_y = 37,1$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,40$ [-]	=>	$\bar{\lambda}_{max} = 1,16$ [-]
	$\lambda_z = 108,6$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,16$ [-]		

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,16 - 0,2) + 1,16^2] = 1,40$  [-]

$\bar{\lambda}_{max}$ :  $\chi_c = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [1,4 + \sqrt{1,4^2 - 1,16^2}] = 0,46$  [-]

**Klopení:**  $\delta = (2/h) \cdot \sqrt{(I_\omega/I_z)} = (2/136) \cdot \sqrt{1032/0,332} = 0,82$  [-]

$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{(I_t/I_z)} = 0,62 \cdot [2000 / (140 - 4)] \cdot \sqrt{5,047/332} = 1,12$  [-]

$d_{z,\omega} = \delta^2 \cdot (L_{cr,z} / L_\omega)^2 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0,82^2 \cdot (2000 / 2000)^2 + 4 \cdot 1,125^2 / 3,14^2 = 1,19$  [-]

Vzdálenost působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z = -70$  mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1,00$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty → n = 1 pro n = 1

b) jediné osamělé přeměno na prutu → n = 2  $k_1 = 1,00$

c) spojitě a jiné zatížení na prutu → n = 3  $k_2 = 1,00$

$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{(e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,\omega})}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 1,19}]}} = 1,45$  [-]

$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{(I_y/I_z)} = 1,446 \cdot [2 \cdot 2000 / (140 - 4)] \cdot \sqrt{2,84/0,33} = 124$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{(W_{y,pl} / W_{y,el})} = 124,4 \cdot \sqrt{47,69 / 40,54} = 134,9$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 1,44$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,76 \cdot (1,44 - 0,2) + 1,44^2] = 2$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [2 + \sqrt{2^2 - 1,44^2}] = 0,29$  [-]

$\chi_{min} = 0,460$

$\chi_{LT} = 0,29$

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 977,8 \cdot 0,235 / 1 = 230$  kN >  $N_{Sd}^+ = 35,8$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,46 \cdot 977,8 \cdot 0,235 / 1 = 106$  kN >  $N_{Sd}^- = 31,3$  kN

$M_{y,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,294 \cdot 40,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,80$  kNm >  $M_{y,Sd} = 0,00$  kNm

$M_{z,Rd} = 1,0 \cdot W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 7,5 \cdot 0,235 / 1 = 1,76$  kNm >  $M_{z,Sd} = 0,1$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 544 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 73,8$  kN >  $2 \cdot V_z = 0$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{35,8}{230} + \frac{0}{2,80} + \frac{0,1}{1,76} = 0,21 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace pro tlak**  $\frac{31,3}{106} + \frac{0,0}{2,80} + \frac{0,10}{1,76} = 0,35 < 1,00$  **Vyhoví**

**Kombinace smyk**  $\frac{0}{73,8} = 0,00 < 1,00$  **Vyhoví**



**- ZAVĚTROVÁNÍ PLOCHY Lrov 50x50x4**

**PROFIL Č. 7**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 50x50x4</b>	H = 50	B = 50	t = 4 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 2520$ mm	$\beta_y = 1$ [-]	$L_{cr,y} = 2520$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 2520$ mm	$\beta_z = 1$ [-]	$L_{cr,z} = 2520$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 2520$ mm	$\beta_w = 1$ [-]	$L_{cr,w} = 2520$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 21,4$   0 kN	$V_{z,Sd} = 0$ kN	$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 0,00$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 0,00$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 3,06$ kg/m'	$A = 389$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 200$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 35,4$ mm	$w_1 = 35,4$ mm	$v = 19,2$ mm	$v_1 = 17,6$ mm
$I_{\eta} = 0,14 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 19,1$ mm	$W_{el,\eta} = 4,01 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 6,4 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,04 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 9,9$ mm	$W_{el,\zeta} = 2,17 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 3,18 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 2,13 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$\gamma_T = 0$ mm	

<b>Vzpěi</b>	$\lambda_y = 132$ [-]	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 1,40$ [-]	$\lambda_z = 254,3$ [-]	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 2,71$ [-]
Pro $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,4 - 0,2) + 1,4^2]$		$= 1,78$ [-]	
$\bar{\lambda}_y$ :	$\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}]$	$= 1 / [1,78 + \sqrt{1,78^2 - 1,4^2}]$		$= 0,35$ [-]
Pro $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (2,71 - 0,2) + 2,71^2]$		$= 4,78$ [-]	
$\bar{\lambda}_z$ :	$\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}]$	$= 1 / [4,78 + \sqrt{4,78^2 - 2,71^2}]$		$= 0,11$ [-]
<b>Ľopení:</b>	$\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z}$	$= 0,62 \cdot [2520 / 66,8] \cdot \sqrt{2,13 / 38,2}$		$= 5,52$ [-]
	$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2$	$= 0 + 4 \cdot 5,523^2 / 3,14159^2$		$= 12,36$ [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$$e_z = \text{mm} \quad -35,4 \text{ mm} \quad e_h = 2 \cdot e_z / h = -1 \text{ [-]}$$

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 1$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 1,00$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 1,00$  [-]

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{1 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 1 \cdot 12,36}]}} = 0,61 \text{ [-]}$$

$$\lambda = \gamma \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,614 \cdot [2 \cdot 2520 / 66,8] \cdot \sqrt{0,142 / 0,038} = 89,27 \text{ [-]}$$

$$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 89,3 \cdot \sqrt{6,4 / 4,01} = 113 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda}_{LT} = 1,20 \text{ [-]}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,2 - 0,2) + 1,2^2] = 1,33 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1,2^2}] = 0,53 \text{ [-]}$$

$$\chi_{\min} = 0,115 \text{ [-]} \quad \chi_{LT} = 0,529 \text{ [-]}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1 = 91,4 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 21,40 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi_{\min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,115 \cdot 389 \cdot 0,235 / 1 = 10,5 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 0,00 \text{ kN}$$

$$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,529 \cdot 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 0,8 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 3,2 \cdot 0,235 / 1 = 0,75 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 200 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 27,1 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,00 \text{ kN}$$

<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{21,4}{91,4}$	+	$\frac{0,00}{0,8}$	+	$\frac{0,00}{0,75}$	=	<b>0,23</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
--------------------------	---------------------	---	--------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{0}{10,5}$	+	$\frac{0,00}{0,8}$	+	$\frac{0,00}{0,75}$	=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
---------------------------	------------------	---	--------------------	---	---------------------	---	-------------	---	-------------	---------------

<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{0}{27,1}$					=	<b>0,00</b>	<	<b>1,00</b>	<b>Vyhoví</b>
-----------------------	------------------	--	--	--	--	---	-------------	---	-------------	---------------

Statická posouzení ocelových konstrukcí billboardů  
pro různé větrné oblasti

**- NOSNÍKY LÁVKY Lrov 70x70x6**

**PROFIL Č. 8**

Ocel S 235 Mpa

<b>Profil Lrov 70x70x6</b>	H = 70	B = 70	t = 6 mm	$\gamma_f = 1$ [-]
$L_y = 9800$ mm	$\beta_y = 0,35$ [-]	$L_{cr,y} = 3430$ mm	$\alpha_{y,1} = 0,49$ [-]	
$L_z = 9800$ mm	$\beta_z = 0,2$ [-]	$L_{cr,z} = 1960$ mm	$\alpha_{z,1} = 0,49$ [-]	
$L_w = 9800$ mm	$\beta_w = 0,2$ [-]	$L_{cr,w} = 1960$ mm	$\alpha_{LT} = 0,21$ [-]	

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 3,9$   -4 kN	$V_{z,Sd} = 1,5$ kN	$M_{y,Sd} = 1,20$ kNm	$M_{z,Sd} = 0,60$ kNm
$\sin\varphi = 0,707$ [-]	$\cos\varphi = 0,707$ [-]	$M_{\eta,Sd} = 1,27$ kNm	$M_{\zeta,Sd} = 1,27$ kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$m = 6,4$ kg/m'	$A = 815$ mm <sup>2</sup>	$A_{vz} = 420$ mm	$\varphi = 45^\circ$
$w = 49,5$ mm	$w_1 = 49,5$ mm	$v = 27,1$ mm	$v_1 = 24,6$ mm
$I_{\eta} = 0,58 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\eta} = 26,7$ mm	$W_{el,\eta} = 11,7 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\eta} = 18,8 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_{\zeta} = 0,16 \cdot 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_{\zeta} = 13,8$ mm	$W_{el,\zeta} = 6,34 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pl,\zeta} = 9,52 \cdot 10^3$ mm <sup>3</sup>
$I_t = 10 \cdot 10^3$ mm <sup>4</sup>	$I_w = 0 \cdot 10^9$ mm <sup>6</sup>	$y_T = 0$ mm	

**Vzpěi**  $\lambda_y = 73,4$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / 93,9 = 0,78$  [-]  $\lambda_z = 141,7$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \lambda_z / 93,9 = 1,51$  [-]

Pro  $\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{y,1} \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,78 - 0,2) + 0,78^2] = 0,95$  [-]

$\bar{\lambda}_y$ :  $\chi = 1 / [\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}] = 1 / [0,95 + \sqrt{0,95^2 - 0,78^2}] = 0,67$  [-]

Pro  $\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{z,1} \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,51 - 0,2) + 1,51^2] = 1,96$  [-]

$\bar{\lambda}_z$ :  $\chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}] = 1 / [1,96 + \sqrt{1,96^2 - 1,51^2}] = 0,31$  [-]

**(lopení)**  $\alpha_t = 0,62 \cdot [L_{cr,z} / h] \cdot \sqrt{I_t / I_z} = 0,62 \cdot [1960 / 93] \cdot \sqrt{10 / 156} = 3,31$  [-]

$d_{z,w} = 0 + 4 \cdot \alpha_t^2 / \pi^2 = 0 + 4 \cdot 3,308^2 / 3,14159^2 = 4,44$  [-]

Vzdál. působíště zatížení od středu smyku - kladné na tažené straně a naopak, pro moment "0".

$e_z =$  mm -49,5 mm  $e_h = 2 \cdot e_z / h = -1$  [-]

Typ zatížení: a) koncové ohybové momenty  $\rightarrow n = 1$  pro  $n = 3$  [-]

b) jediné osamělé přeměno na prutu  $\rightarrow n = 2$   $k_1 = 0,53$  [-]

c) spojitě a jiné zatížení na prutu  $\rightarrow n = 3$   $k_2 = 4,68$  [-]

$\nu = \sqrt{\frac{1}{k_1 \cdot [e_h + \sqrt{e_h^2 + k_2 \cdot d_{z,w}}]}} = \sqrt{\frac{1}{0,53 \cdot [-1 + \sqrt{(-1)^2 + 4,68 \cdot 4,44}]} = 0,72$  [-]

$\lambda = \nu \cdot [2 \cdot L_{cr,z} / (h - t_f)] \cdot \sqrt{I_y / I_z} = 0,718 \cdot [2 \cdot 1960 / 93] \cdot \sqrt{0,581 / 0,156} = 58,37$  [-]

$\lambda_{LT} = \lambda \cdot \sqrt{W_{y,pl} / W_{y,eI}} = 58,4 \cdot \sqrt{18,76 / 11,74} = 73,8$  [-]  $\bar{\lambda}_{LT} = 0,79$  [-]

$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,79 - 0,2) + 0,79^2] = 0,87$  [-]

$\chi_{LT,a} = 1 / [\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}] = 1 / [0,87 + \sqrt{0,87^2 - 0,79^2}] = 0,80$  [-]

$\chi_{min} = 0,312$  [-]  $\chi_{LT} = 0,804$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 192$  kN  $> N_{Sd}^+ = 3,90$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,312 \cdot 815 \cdot 0,235 / 1 = 59,7$  kN  $> N_{Sd}^- = 4,00$  kN

$M_{\eta,b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,\eta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,804 \cdot 18,8 \cdot 0,235 / 1 = 3,54$  kNm  $> M_{Sd} = 1,27$  kNm

$M_{\zeta,b,Rd} = 1 \cdot W_{pl,\zeta} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9,5 \cdot 0,235 / 1 = 2,24$  kNm  $> M_{Sd} = 1,27$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 420 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 57$  kN  $> 2 \cdot V_z = 3,00$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{3,9}{192} + \frac{1,27}{3,54} + \frac{1,27}{2,24} = 0,95 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{4}{59,7} + \frac{1,27}{3,54} + \frac{1,27}{2,24} = 0,99 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace smyk**  $\frac{3}{57} = 0,05 < 1,00$  Vyhoví

**- PODÉLNÉ TRUBKY TR ø 51x4**

Profil TR ø 51x4

L = 9840 mm

ø = 51 x  
β<sub>y</sub> = 1 [-]

PROFIL Č. 10

4 mm

L<sub>cr,y</sub> = 9840 mm

Ocel S 235 Mpa

γ<sub>f</sub> = 1 [-]

Vnitřní síly:

N<sub>Sd</sub> = 1,1 | -0,7 kN V<sub>Sd</sub> = 0,3 kN M<sub>y,Sd</sub>; M<sub>z,Sd</sub> = 0,4 | 0,2 kNm M<sub>Sd</sub> = 0,45 kNm

Průřez. charakteristiky:

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 590 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 6,28 \text{ [-]}$$

$$P_{RO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (6,28 - 0,2) + 6,28^2] = 20,9 \text{ [-]}$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [20,88 + \sqrt{(20,88^2 - 6,28^2)}] = 0,02 \text{ [-]}$$

Únosnost:

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 139 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 1,1 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,025 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 3,4 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 0,7 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 1,51 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,45 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 376,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 51 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,6 \text{ kN}$$

Kombinace pro tah  $\frac{1,10}{139} + \frac{0,45}{1,51} = 0,30 < 1,00$  **Vyhoví**

Kombinace pro tlak  $\frac{0,70}{3,4} + \frac{0,45}{1,51} = 0,50 < 1,00$  **Vyhoví**

Kombinace smyk  $\frac{0,6}{51} = 0,01 < 1,00$  **Vyhoví**

**- SVISLÉ TRUBKY TR ø 51x4**

Profil TR ø 51x4

L = 3335 mm

ø = 51 x  
β<sub>y</sub> = 1 [-]

PROFIL Č. 11

4 mm

L<sub>cr,y</sub> = 3335 mm

Ocel S 235 Mpa

γ<sub>f</sub> = 1 [-]

Vnitřní síly:

N<sub>Sd</sub> = 2,5 | -0,8 kN V<sub>Sd</sub> = 0,2 kN M<sub>y,Sd</sub>; M<sub>z,Sd</sub> = 0,1 | 0,2 kNm M<sub>Sd</sub> = 0,22 kNm

Průřez. charakteristiky:

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 591 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 376 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 0,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 6,44 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 16,7 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 200 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 2,13 \text{ [-]}$$

$$P_{RO} \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2,13 - 0,2) + 2,13^2] = 2,97 \text{ [-]}$$

$$\bar{\chi}: \quad \chi = 1 / [\Phi_z + \sqrt{(\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2)}] = 1 / [2,97 + \sqrt{(2,97^2 - 2,13^2)}] = 0,2 \text{ [-]}$$

Únosnost:

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 139 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 2,5 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,198 \cdot 590,6 \cdot 0,235 / 1 = 27,5 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 0,8 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 6,4 \cdot 0,235 / 1 = 1,51 \text{ kNm} > M_{Sd} = 0,22 \text{ kNm}$$

$$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 376,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 51 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 0,4 \text{ kN}$$

Kombinace pro tah  $\frac{2,50}{139} + \frac{0,22}{1,51} = 0,17 < 1,00$  **Vyhoví**

Kombinace pro tlak  $\frac{0,80}{27,5} + \frac{0,22}{1,51} = 0,18 < 1,00$  **Vyhoví**

Kombinace smyk  $\frac{0,4}{51} = 0,01 < 1,00$  **Vyhoví**

<b>- SVISLICE TUBUSU TR ø 159x8</b>		<b>PROFIL Č. 15</b>		Ocel S 235 Mpa
Profil: TR ø 159x8	ø = 159 x	8 mm	γ <sub>f</sub> = 1 [-]	
L = 1400 mm	β <sub>y</sub> = 1 [-]	L <sub>cr,y</sub> = 1400 mm		
<b>Vnitřní síly:</b>				
N <sub>Sd</sub> = 13,8   -82,1 kN	V <sub>Sd</sub> = 28,4 kN	M <sub>y,Sd</sub> ; M <sub>z,Sd</sub> = 19,8   17,1 kNm	M <sub>Sd</sub> = 26,2 kNm	
<b>Průřez. charakteristiky:</b>				
$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 3795 \text{ mm}^2$		$A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 2417 \text{ mm}^2$		
$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 10,85 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$		$W = 2 \cdot I / D = 136 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$		
		$i = \sqrt{I / A} = 53,5 \text{ mm}$		
$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 26,2 \text{ [-]}$		$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,28 \text{ [-]}$		
PRO $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,28 - 0,2) + 0,28^2]$				= 0,55 [-]
$\bar{\chi} = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,55 + \sqrt{0,55^2 - 0,28^2}]$				= <b>0,98 [-]</b>
<b>Únosnost:</b>				
N <sub>x,b,Rd+</sub> = 1,0 · A · f <sub>y</sub> / γ <sub>M1</sub> = 1,00 · 3795 · 0,235 / 1 = 892 kN				> N <sub>Sd</sub> <sup>+</sup> = 13,8 kN
N <sub>x,b,Rd-</sub> = χ · A · f <sub>y</sub> / γ <sub>M1</sub> = 0,982 · 3795 · 0,235 / 1 = 876 kN				> N <sub>Sd</sub> <sup>-</sup> = 82,1 kN
M <sub>b,Rd</sub> = W · f <sub>y</sub> / γ <sub>M1</sub> = 136,4 · 0,235 / 1 = 32,1 kNm				> M <sub>Sd</sub> = 26,2 kNm
V <sub>z,pl,Rd</sub> = A <sub>vz</sub> · f <sub>y</sub> / γ <sub>M0</sub> · √3 = 2417,23 · 0,235 / 1 · √3 = 328 kN				> 2 · V <sub>z</sub> = 56,8 kN
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{13,80}{892} + \frac{26,16}{32,1}$	=	<b>0,83</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{82,10}{876} + \frac{26,16}{32,1}$	=	<b>0,91</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{56,8}{328}$	=	<b>0,17</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>- DIAGONÁLY TUBUSU TR ø 127x5</b>		<b>PROFIL Č. 16</b>		Ocel S 235 Mpa
Profil: TR ø 127x5	ø = 127 x	5 mm	γ <sub>f</sub> = 1 [-]	
L = 2130 mm	β <sub>y</sub> = 1 [-]	L <sub>cr,y</sub> = 2130 mm		
<b>Vnitřní síly:</b>				
N <sub>Sd</sub> = 241   -175 kN	V <sub>Sd</sub> = 1,6 kN	M <sub>y,Sd</sub> ; M <sub>z,Sd</sub> = 1,9   2 kNm	M <sub>Sd</sub> = 2,76 kNm	
<b>Průřez. charakteristiky:</b>				
$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 1916 \text{ mm}^2$		$A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 1221 \text{ mm}^2$		
$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 3,57 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$		$W = 2 \cdot I / D = 56,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$		
		$i = \sqrt{I / A} = 43,2 \text{ mm}$		
$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 49,3 \text{ [-]}$		$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,53 \text{ [-]}$		
PRO $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,53 - 0,2) + 0,53^2]$				= 0,67 [-]
$\bar{\chi} = 1 / [\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,67 + \sqrt{0,67^2 - 0,53^2}]$				= <b>0,92 [-]</b>
<b>Únosnost:</b>				
N <sub>x,b,Rd+</sub> = 1,0 · A · f <sub>y</sub> / γ <sub>M1</sub> = 1,00 · 1916,4 · 0,235 / 1 = 450 kN				> N <sub>e,t</sub> <sup>+</sup> = 241 kN
N <sub>x,b,Rd-</sub> = χ · A · f <sub>y</sub> / γ <sub>M1</sub> = 0,916 · 1916,4 · 0,235 / 1 = 413 kN				> N <sub>e,t</sub> <sup>-</sup> = 175 kN
M <sub>b,Rd</sub> = W · f <sub>y</sub> / γ <sub>M1</sub> = 56,2 · 0,235 / 1 = 13,2 kNm				> M <sub>Sd</sub> = 2,76 kNm
V <sub>z,pl,Rd</sub> = A <sub>vz</sub> · f <sub>y</sub> / γ <sub>M0</sub> · √3 = 1220,62 · 0,235 / 1 · √3 = 166 kN				> 2 · V <sub>z</sub> = 3,2 kN
<b>Kombinace pro tah</b>	$\frac{241}{450} + \frac{2,76}{13,2}$	=	<b>0,74</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace pro tlak</b>	$\frac{175}{413} + \frac{2,76}{13,2}$	=	<b>0,63</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>
<b>Kombinace smyk</b>	$\frac{3,2}{166}$	=	<b>0,02</b>	< <b>1,00</b> <b>Vyhoví</b>

**- NÁROŽNÍKY TUBUSU TR Ø 324x10**

**PROFIL Č. 14**

Ocel S 235 Mpa

Profil: TR Ø 324x10

$$\varnothing = 324 \text{ x}$$

10 mm

$$\gamma_f = 1 \text{ [-]}$$

$$L = 7290 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 0,25 \text{ [-]}$$

$$L_{cr,y} = 1823 \text{ mm}$$

**Vnitřní síly:**

$$N_{Sd} = 293 \text{ | } -416 \text{ kN} \quad V_{Sd} = 107,5 \text{ kN} \quad M_{y,Sd}; M_{z,Sd} = 63,6 \text{ | } 84,6 \text{ kNm} \quad M_{Sd} = 105,8 \text{ kNm}$$

**Průřez. charakteristiky:**

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 9865 \text{ mm}^2 \quad A_{vz} = \frac{2 \cdot A}{\pi} = 6283 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = 121,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W = 2 \cdot I / D = 751,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{I / A} = 111,1 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 16,4 \text{ [-]} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{93,9} = 0,17 \text{ [-]}$$

$$\text{Pro } \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,17 - 0,2) + 0,17^2] = 0,51 \text{ [-]}$$

$$\bar{\chi}: \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,51 + \sqrt{0,51^2 - 0,17^2}] = 1,01 \text{ [-]}$$

**Boulení:**

$$d/t = 324 / 10 = 32,4 \text{ [-]} < 50 \cdot \epsilon^2 \rightarrow \text{Nedochází k boulení!}$$

**Únosnost:**

$$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 9864,6 \cdot 0,235 / 1 = 2318 \text{ kN} > N_{Sd}^+ = 293 \text{ kN}$$

$$N_{x,b,Rd-} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,006 \cdot 9864,6 \cdot 0,235 / 1 = 2331 \text{ kN} > N_{Sd}^- = 416 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M1} = 751,2 \cdot 0,235 / 1 = 177 \text{ kNm} > M_{Sd} = 106 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 6283,19 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 852 \text{ kN} > 2 \cdot V_z = 215 \text{ kN}$$

**Smykové napětí od kroucení:**

$$M_x = 38,8 \text{ kNm} \quad \tau_t = M_x / 2 \cdot \Omega_t \cdot t = 38,8 \cdot 10^6 / 2 \cdot 7,9923 \cdot 10^4 \cdot 10 = 24,3 \text{ Mpa}$$

**Redukovaná smyková únosnost:**

$$V_{T,Rd} = 1 - [(\tau_t \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) / f_y] \cdot V_{pl,Rd} = 1 - 24,27 \cdot \sqrt{3} \cdot 1 / 235 \cdot 852,4857 = 700 \text{ kN}$$

$$\text{Kombinace pro tah} \quad \frac{293}{2318} + \frac{106}{177} = 0,73 < 1,00 \quad \text{Vyhoví}$$

$$\text{Kombinace pro tlak} \quad \frac{416}{2331} + \frac{106}{177} = 0,78 < 1,00 \quad \text{Vyhoví}$$

$$\text{Kombinace smyk} \quad \frac{215}{700} = 0,31 < 1,00 \quad \text{Vyhoví}$$

**- VAHADLO TRHR 180x180x5**

**PROFIL Č. 17**

Ocel S 235 Mpa

Profil TRHR 180x180x5 H = 180 B = 180 t = 5 mm  $\gamma_f = 1$  [-]

$L_y = 1400$  mm  $\beta_y = 1$  [-]  $L_{cr,y} = 1,4$  m

$L_z = 1400$  mm  $\beta_z = 1$  [-]  $L_{cr,z} = 1,4$  m

**Vnitřní síly:**

$N_{Sd} = 110,5$  | -28 kN  $V_{Sd} = 29,7$  kN  $M_{y,Sd} = 18,4$  kNm  $M_{z,Sd} = 15,1$  kNm

**Průřez. charakteristiky:**

$A = 0,94 \cdot (B \cdot H - b \cdot h) = 3290$  mm<sup>2</sup>  $A_{vz} = 1645$  [-] m = 26,32 kg/m<sup>1</sup>

$I_y = \frac{0,94 \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{12} = 16,81 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>  $W_{y,el} = 2 \cdot I_y / H = 187 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$W_{y,pl} = B \cdot t \cdot h + t \cdot h / 2 = 214 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$I_z = \frac{0,94 \cdot (B^3 \cdot H - b^3 \cdot h)}{12} = 16,81 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>  $W_{z,el} = 2 \cdot I_z / H = 187 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$W_{z,pl} = H \cdot t \cdot b + t \cdot b / 2 = 214 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$i_y = \sqrt{I_y / A} = 71,5$  mm  $i_z = \sqrt{I_z / A} = 71,5$  mm

**Vzpěr:**

$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = 19,6$  [-]  $\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{93,9} = 0,21$  [-]  $\Rightarrow \bar{\lambda}_{max} = 0,21$  [-]

$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i} = 19,6$  [-]  $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{93,9} = 0,21$  [-]

Pro  $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha_1 \cdot (\bar{\lambda}_{max} - 0,2) + \bar{\lambda}_{max}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,21 - 0,2) + 0,21^2] = 0,52$  [-]

$\bar{\lambda}_{max} \cdot \chi = 1 / [\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_{max}^2}] = 1 / [0,52 + \sqrt{0,52^2 - 0,21^2}] = 0,998$  [-]

**Únosnost:**

$N_{x,b,Rd+} = 1,0 \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1,00 \cdot 3290 \cdot 0,235 / 1 = 773$  kN >  $N_{Sd}^+ = 111$  kN

$N_{x,b,Rd-} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,998 \cdot 3290 \cdot 0,235 / 1 = 772$  kN >  $N_{Sd}^- = 28$  kN

$M_{y,b,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 214 \cdot 0,235 / 1 = 50,3$  kNm >  $M_{Sd} = 18,4$  kNm

$M_{z,b,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 214 \cdot 0,235 / 1 = 50,3$  kNm >  $M_{Sd} = 15,1$  kNm

$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3} = 1645 \cdot 0,235 / 1 \cdot \sqrt{3} = 223$  kN >  $2 \cdot V_z = 59,4$  kN

**Kombinace pro tah**  $\frac{111}{773} + \frac{18,40}{50,3} + \frac{15,10}{50,29} = 0,81 < 1,00$  Vyhoví

**Kombinace pro tlak**  $\frac{28}{772} + \frac{18,40}{50,3} + \frac{15,10}{50,29} = 0,70 < 1,00$  Vyhoví

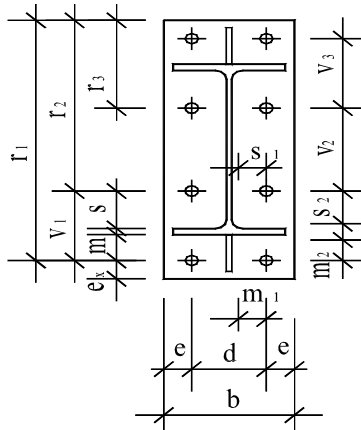
**Kombinace smyk**  $\frac{59,4}{223} = 0,27 < 1,00$  Vyhoví

## 14.4 POSOUZENÍ DEFORMACÍ KONSTRUKCÍ

<b>- HLAVNÍ PODÉLNÝ NOSNÍK</b>		<b>PROFIL Č. 1</b>	Vyložení l = 4800 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 14,5 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{9600}{250} = 38,4 \text{ mm}$		
	<b>Vyhoví</b>		
- posun "Y"	$\delta_y = 11,6 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{9600}{250} = 38,4 \text{ mm}$		
	<b>Vyhoví</b>		
<b>- PŘÍČNÍKY</b>		<b>PROFIL Č. 2</b>	Vyložení l = 3000 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 13,2 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{6000}{250} = 24,0 \text{ mm}$		
	<b>Vyhoví</b>		
- posun "Y"	$\delta_y = 0,3 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{6000}{250} = 24,0 \text{ mm}$		
	<b>Vyhoví</b>		
<b>- NOSNÍKY PLOCHY</b>		<b>PROFIL Č. 4</b>	Vyložení l = 2390 mm
- posun "Z"	$\delta = 8,4 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{4780}{250} = 19,1 \text{ mm}$		
	<b>Vyhoví</b>		
- posun "Y"	$\delta = 3,3 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{4780}{250} = 19,1 \text{ mm}$		
	<b>Vyhoví</b>		
<b>- KONZOLY</b>		<b>PROFIL Č. 5</b>	Vyložení l = 985 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 4,0 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{1970}{250} = 7,9 \text{ mm}$		
	<b>Vyhoví</b>		
- posun "Y"	$\delta_y = 0,0 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{1970}{250} = 7,9 \text{ mm}$		
	<b>Vyhoví</b>		
<b>- NOSNÍKY LÁVKY</b>		<b>PROFIL Č. 8</b>	délka l = 985 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 1,7 \text{ mm}$	- posun "Y"	$\delta_y = 2,8 \text{ mm}$
- prostorový posun	$\delta = \sqrt{\delta_z^2 + \delta_y^2} = \sqrt{1,7^2 + 2,8^2} = 3,276 \text{ mm}$		
- prostorový posun	$\delta = 3,27567 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{985}{250} = 3,9 \text{ mm}$		
	<b>Vyhoví</b>		
<b>- NÁROŽNÍKY TUBUSU</b>		<b>PROFIL Č. 14</b>	délka l = 7290 mm
- posun "Z"	$\delta_z = 8,1 \text{ mm}$	- posun "Y"	$\delta_y = 13,8 \text{ mm}$
- prostorový posun	$\delta = \sqrt{\delta_z^2 + \delta_y^2} = \sqrt{8,1^2 + 13,8^2} = 16 \text{ mm}$		
- prostorový posun	$\delta = 16,0016 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{7290}{250} = 29,2 \text{ mm}$		
	<b>Vyhoví</b>		

## 14.5 POSOUZENÍ MONTÁŽNÍCH SPOJŮ

### - PŘÍPOJ PŘÍČNÍKŮ HEA 180 KE KONZOLKÁM IPE 200



#### ŠROUBY

ŠR M	16
Mater.	8 . 8 .
$f_{ub}$	800 MPa
$A_s$	157 mm <sup>2</sup>
$\gamma_{M2}$	1,25 [-]
$\gamma_{M0}$	1,00 [-]

#### ZÁKLAD. NOSNÍK

HEA 180	S 235 Mpa	IPE 200	S 235 Mpa
$h$	171 mm	$h$	200 mm
$b$	180 mm	$b$	100 mm
$t_w$	6 mm	$t_w$	5,6 mm
$t_f$	9,5 mm	$t_f$	8,5 mm

#### PŘÍPOJ. NOSNÍK

IPE 200	S 235 Mpa
$h$	200 mm
$b$	100 mm
$t_w$	5,6 mm
$t_f$	8,5 mm

#### STYČ. PLECH

tloušťka plechu $t_p$	12 mm	Ocel S 235 Mpa
tloušťka výztuhy $t_v$	6 mm	Ocel S 235 Mpa
$a_{f,v}$	4 mm - výztuha	$a_{f,w}$ = 4 mm

#### GEOMETRIE PLECHU

- šířka plechu $b$	180 mm	- výška plechu $h$	350 mm
$e$	45 mm	$v_1$	90 mm
$d$	90 mm	$v_2$	80 mm
$m$	30 mm	$v_3$	90 mm
$r_1$	305 mm	$e_x$	45 mm
$r_2$	225 mm	$r_3$	135 mm

#### VNITŘNÍ SÍLY

$V_{sd}$	3,7 kN
$M_{sd}$	10,8 kNm
$N_{sd}$	-16,7 kN (+ tlak, - tah)

#### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25 = 90,4 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 157 / 1,25 = 60,3 \text{ kN}$$

#### Síla v jednom šroubu od tahu

$$F_{t,1} = \frac{M_{sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2)} = \frac{10,8 \cdot 0,305}{2 \cdot (0,09 + 0,05 + 0,02)} = 10,2 \text{ kN - dolní řada}$$

$$F_{t,2} = F_{t,1} \cdot r_2 / r_1 = 10,2 \cdot 225 / 305 = 7,52 \text{ kN - 2. řada zdola}$$

$$F_{t,3} = -N_{sd} / 8 = 16,7 / 8 = 2,1 \text{ kN}$$

$$F_t = F_{t,1} + F_{t,3} = 10,2 + 2,1 = 12,3 \text{ kN} < 90 \text{ kN}$$

#### Síla ve šroubu od smyku v horní řadě

$$F_v = V_{sd} / 2 = 3,7 / 2 = 1,85 \text{ kN} < 60 \text{ kN}$$

#### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$$F_t / F_{t,rd} + F_v / F_{v,rd} = 1,85 / 60,3 + 12,3 / 90,4 = 0,17 [-] < 1 [-]$$

#### Posouzení styčnickového plechu z oceli S 235 => $f_y = 235 \text{ Mpa}$

$$m_1 = (d - t) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,w} = (90 - 6) / 2 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4 = 37,5 \text{ mm}$$

$$m_2 = m - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{f,f} = 30 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4 = 25,5 \text{ mm}$$

$$n = \min \{e; 1,25 \cdot m_1\} = \min \{45; 46,8\} = 45 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m_1 / m_1 + e = 37,5 / (37,5 + 45) = 0,45 [-]$$

$$\lambda_2 = m_2 / m_1 + e = 25,5 / (37,5 + 45) = 0,31 [-]$$

$$\alpha \cdot m_1 - (2 \cdot m_1 + 0,625 \cdot L_{eff}) = 6,6 \cdot 37,5 - (2 \cdot 37,5 + 0,625 \cdot 45) = 190 \text{ mm}$$

$$m_{PL,Rd} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 12^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 8,46 \text{ kNm/m'}$$

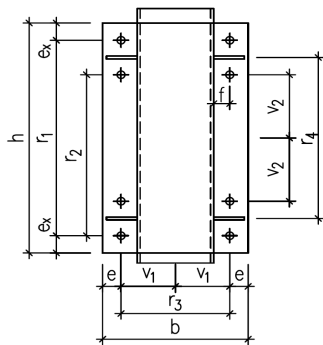
$$\text{Porušení 1: } F_1 = \frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1} = \frac{2 \cdot 190 \cdot 8,46}{37,5} = 85,8 \text{ kN} > 12 \text{ kN}$$

$$\text{Porušení 2: } F_2 = \frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n} = \frac{190 \cdot 8,46 + 45 \cdot 90,4}{37,5 + 45} = 68,8 \text{ kN} > 12 \text{ kN}$$

Vyhoví



**- PŘÍPOJ VAHADLA SLOUPU TRHR 180 x 5 K PODÉLNÍKU TRHR 250 x 10**



TRHR	180	x	5 mm	Ocel S	235 Mpa
TRHR	250	x	10 mm	Ocel S	235 Mpa

<b>ŠROUBY</b>		<b>STÝČNÍKOVÝ PLECH</b>	
ŠR M	24	tloušťka plechu $t_p$	= 20 mm
Mater.	8 .8 .	tloušťka výtuh $t_v$	= 10 mm
$f_{ub}$	800 MPa	Ocel S	235 Mpa
$A_s$	353 mm <sup>2</sup>	koutový svar $a_f$	= 10 mm

<b>SOUČINITELÉ</b>	
$\gamma_{M0}$	= 1,00 [-]
$\gamma_{M2}$	= 1,25 [-]

<b>STÝČ. PLECH</b>		
b	= 340 mm	h = 550 mm
e	= 40 mm	$v_2$ = 170 mm
$v_1$	= 130 mm	$e_x$ = 35 mm
d	= 180 mm	$r_1$ = 480 mm
f	= 40,00 mm	$r_2$ = 410 mm
$r_3$	= 260 mm	$r_4$ = 410 mm

**VNITŘNÍ SÍLY**

$V_{sd}$	= 96,77 Kn
$N_{sd}$	= 74,2 kN (tah)
$M_{x,sd}$	= 38,8 kNm (krut)
$M_{y,sd}$	= 42,5 kNm
$M_{z,sd}$	= 96,4 kNm

**Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku**

$$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 353 / 1,25 = 203 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 353 / 1,25 = 136 \text{ kN}$$

**Síla v jednom šroubu od tahu**

$$F_{t,1} = \frac{M_{y,sd} \cdot r_1}{2 \cdot (r_1^2 + r_2^2)} = \frac{42,5 \cdot 0,48}{2 \cdot (0,23^2 + 0,168^2)} = 25,6 \text{ kN}$$

$$F_{t,2} = M_{z,sd} / 4 \cdot r_3 = 96,4 / 4 \cdot 0,26 = 92,7 \text{ kN}$$

$$F_{t,3} = N_{sd} / 8 = 74,2 / 8 = 9,28 \text{ kN}$$

$$F_t = F_{t,1} + F_{t,2} + F_{t,3} = 25,6 + 92,7 + 9,3 = 128 \text{ kN} < 203 \text{ kN}$$

**Síla ve šroubu od smyku**

$$F_{v,1} = M_{x,sd} / 4 \cdot r_4 = 38,8 / 4 \cdot 0,41 = 23,7 \text{ kN}$$

$$F_{v,2} = V_{sd} / 8 = 96,77 / 8 = 12,1 \text{ kN}$$

$$F_v = F_{v,1} + F_{v,2} = 23,7 + 12,1 = 35,8 \text{ kN} < 136 \text{ kN}$$

**Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu**

$$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd} = 127,6 / (1,4 \cdot 203) + 35,8 / 136 = 0,71 [-] < 1 [-]$$

**Posouzení stýčnickového plechu z oceli S**

$$235 \Rightarrow f_y = 235 \text{ Mpa}$$

$$m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 40 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 = 28,7 \text{ mm}$$

$$n = \min \{e_{\min}; 1,25 \cdot m_1\} = \min \{35; 35,9\} = 35 \text{ mm}$$

$$L_{eff1} = 2 \cdot \pi \cdot m_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 28,69 = 180 \text{ mm}$$

$$L_{eff2} = \pi \cdot m_1 + r_{\min} = 3,14 \cdot 28,69 + 260 = 350 \text{ mm}$$

$$L_{eff3} = \pi \cdot m_1 + 2 \cdot e_{\min} = 3,14 \cdot 28,69 + 2 \cdot 35 = 160 \text{ mm}$$

$$L_{eff4} = 4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e_{\min} = 4 \cdot 28,69 + 1,25 \cdot 35 = 158 \text{ mm}$$

$$L_{eff5} = 2 \cdot m_1 + e + 0,625 \cdot e_x = 2 \cdot 28,69 + 40 + 0,625 \cdot 35 = 119 \text{ mm}$$

$$L_{eff6} = b / 2 = 340 / 2 = 170 \text{ mm}$$

$$L_{eff7} = 2 \cdot m_1 + v_{\min} + 0,625 \cdot e_{\min} = 2 \cdot 28,69 + 130 + 0,625 \cdot 35 = 209 \text{ mm}$$

$$L_{eff} = \min (L_{eff1} - L_{eff7}) = 119 \text{ mm}$$

$$m_{PL,rd,1} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 20^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 23,5 \text{ kNm/m'}$$

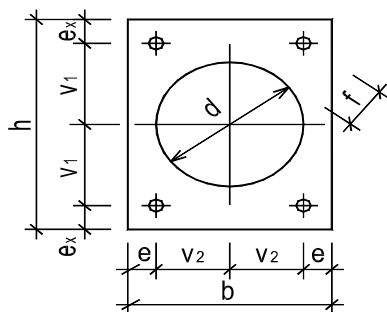
Porušení 1:  $\frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{F_1} = \frac{2 \cdot 119,25 \cdot 23,5}{28,7} = 195 \text{ kN} > 128 \text{ kN}$

Porušení 2:  $\frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{F_2} = \frac{119,25 \cdot 23,5 + 35 \cdot 203,3}{28,7 + 35} = 156 \text{ kN} > 128 \text{ kN}$

Vyhoví

## 14.6 POSOUZENÍ KOTVENÍ

### - KOTVENÍ NÁROŽNÍKU TUBUSU TR Ø 324 x 10



#### SLOUP

TR Ø 324 x 10 mm Ocel S 235 Mpa

#### ŠROUBY

ŠR M 20 tloušťka plechu  $t_p = 15$  mm  
Mater. 8.8. tloušťka výztuhy  $t_v = 0$  mm  
 $f_{ub} = 800 \cdot 10^2$  MPa Ocel S 235 Mpa  
 $A_s = 245$  mm<sup>2</sup> koutový svar  $a_f = 5$  mm

#### STYČ. PLECH

#### SOUČINITELÉ

$\gamma_{M0} = 1,00$  [-]

$\gamma_{M2} = 1,25$  [-]

#### STYČ. PLECH

#### VNITŘNÍ SÍLY

$$V_{sd} = 134,67 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 291,86 \text{ kN (tah)}$$

$$d = 324 \text{ mm}$$

$$b = 530 \text{ mm}$$

$$e = 100 \text{ mm}$$

$$v_2 = 165 \text{ mm}$$

$$f = 71,35 \text{ mm}$$

$$h = 530 \text{ mm}$$

$$e_x = 100 \text{ mm}$$

$$v_1 = 165 \text{ mm}$$

$$r_1 = 380 \text{ mm}$$

$$r_2 = 380 \text{ mm}$$

#### Únosnost 1 šroubu v tahu a smyku

$$F_{t,rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 245 / 1,25 = 141 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 245 / 1,25 = 94,1 \text{ kN}$$

#### Síla v jednom šroubu od tahu

$$F_t = N_{sd} / 4 = 291,86 / 4 = 73 \text{ kN} < 141 \text{ kN}$$

#### Síla ve šroubu od smyku

$$F_v = V_{sd} / 4 = 134,67 / 4 = 33,7 \text{ kN} < 94 \text{ kN}$$

#### Posouzení šroubu - kombinace smyku a tahu

$$F_t / (1,4 \cdot F_{t,rd}) + F_v / F_{v,rd} = 73 / (1,4 \cdot 141,1) + 33,7 / 94,1 = 0,73 \text{ [-]} < 1 \text{ [-]}$$

#### Posouzení styčnickového plechu z oceli S 235 => $f_y = 235$ Mpa

$$m_1 = f - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f = 71,35 - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 5 = 65,7 \text{ mm}$$

$$n = \min \{e_{\min}; 1,25 \cdot m_1\} = \min \{100; 82,1\} = 82,1 \text{ mm}$$

$$L_{eff1} = 2 \cdot \pi \cdot m_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 65,69 = 413 \text{ mm}$$

$$L_{eff2} = \pi \cdot m_1 + r_{\min} = 3,14 \cdot 65,69 + 380 = 586 \text{ mm}$$

$$L_{eff3} = \pi \cdot m_1 + 2 \cdot e_{\min} = 3,14 \cdot 65,69 + 2 \cdot 100 = 406 \text{ mm}$$

$$L_{eff4} = 4 \cdot m_1 + 1,25 \cdot e_{\min} = 4 \cdot 65,69 + 1,25 \cdot 100 = 388 \text{ mm}$$

$$L_{eff5} = 2 \cdot m_1 + e + 0,625 \cdot e_x = 2 \cdot 65,7 + 100 + 0,625 \cdot 100 = 294 \text{ mm}$$

$$L_{eff6} = b / 2 = 530 / 2 = 265 \text{ mm}$$

$$L_{eff7} = 2 \cdot m_1 + v_{\min} + 0,625 \cdot e_{\min} = 2 \cdot 65,7 + 165 + 0,625 \cdot 100 = 359 \text{ mm}$$

$$L_{eff} = \min (L_{eff1} - L_{eff7}) = 265 \text{ mm}$$

$$m_{PL,rd,1} = t_p^2 \cdot f_y / (4 \cdot \gamma_{M0}) = 15^2 \cdot 0,235 / (4 \cdot 1) = 13,2 \text{ kNm/m'}$$

$$\text{Porušení 1: } F_1 = \frac{2 \cdot L_{eff} \cdot m_{PL,Rd}}{m_1} = \frac{2 \cdot 265 \cdot 13,21875}{65,7} = 107 \text{ kN} > 73,0 \text{ kN}$$

$$\text{Porušení 2: } F_2 = \frac{L_{eff} \cdot m_{PL,Rd} + n \cdot F_{t,Rd}}{m_1 + n} = \frac{265 \cdot 13,22 + 82,11 \cdot 141,1}{65,7 + 82,11} = 102 \text{ kN} > 73,0 \text{ kN}$$

Vyhoví

## 14.7 POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

### - ZÁKLADOVÁ PATKA O ROZMĚRECH 2,2 m x 4,2 m x 1,2 m

#### Geometrie patky pod terénem

Výška patky $h =$	1,2 m
Délka patky $L =$	2,2 m (směr "X")
Šířka patky $b =$	4,2 m (směr "Y")

Objem:	11,09 m <sup>3</sup>
Objemová tíha základu:	25,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Geometrie patky nad terénem

Výška patky $h =$	0 m
Délka patky $L =$	0 m (směr "X")
Šířka patky $b =$	0 m (směr "Y")

Objem:	0 m <sup>3</sup>
Objemová tíha zeminy:	18,0 kN/m <sup>3</sup>

#### Svislé zatížení

Výška zeminy nad zákl. $h_z =$	Normové	$\gamma_f$	Minimální	$\gamma_f$	Maximální
0,5 m					
- Vlastní hmotnost patky	277 kN	1	277 kN	1,35	374 kN
- Hmotnost zeminy nad zákl. patkou	83,2 kN	1	83,2 kN	1,35	112,3 kN
- Hmotnost patky nad terénem	0,0 kN	1	0,0 kN	1,35	0,0 kN
- Vlastní hmotnost OK billboardu	60,0 kN	1	60,0 kN	1,35	81,0 kN
- Stálé zatížení	19,4 kN	1	19,4 kN	1,35	26,2 kN
- Užité zatížení	4,6 kN	0	0,0 kN	1,5	6,9 kN
- Zatížení sněhem	0,0 kN	0	0,0 kN	1,5	0,0 kN
<b>Svislé zatížení celkem:</b>	<b>444 kN</b>		<b>440 kN</b>		<b>601 kN</b>

#### Zatížení větrem

- Vítr podélný	Posouvající síla	24,5 kN	1,5	36,8 kN
	Výška nad terénem $H =$	6,5 m	$M =$	188,7 kNm
- Vítr příčný	Posouvající síla	46,0 kN	1,5	69,0 kN
	Výška nad terénem $H =$	6,5 m	$M =$	354,2 kNm

#### Pro vítr podélný

Pro $N_{min}$	$e = M / N_{min} =$	0,64 m	<	$e_{lim} = L / 3 =$	0,73 m	$\sigma_{lim} =$	120 kPa
	$\sigma = N_{min} / b \cdot (L - 2 \cdot e) =$	115 kPa	<	$S_{lim} =$	120 kPa	<b>Vyhoví</b>	
Pro $N_{max}$	$e = M / N_{max} =$	0,47 m	<	$e_{lim} = L / 3 =$	0,73 m	<b>Vyhoví</b>	
	$\sigma = N_{max} / b \cdot (L - 2 \cdot e) =$	114 kPa	<	$S_{lim} =$	120 kPa	<b>Vyhoví</b>	

#### Pro vítr příčný

Pro $N_{min}$	$e = M / N_{min} =$	1,21 m	<	$e_{lim} = b / 3 =$	1,40 m	<b>Vyhoví</b>
	$\sigma = N_{min} / L \cdot (b - 2 \cdot e) =$	112 kPa	<	$S_{lim} =$	120 kPa	
Pro $N_{max}$	$e = M / N_{max} =$	0,88 m	<	$e_{lim} = b / 3 =$	1,40 m	<b>Vyhoví</b>
	$\sigma = N_{max} / L \cdot (b - 2 \cdot e) =$	112 kPa	<	$S_{lim} =$	120 kPa	

### POSOUZENÍ STABILITY

- Vítr podélný	$Q_{pasivní}^k =$	444 kN	$T_{aktivní}^k =$	24,50 kN	souč. tření	
	na rameni $L =$	1,10 m	ve výšce $h =$	7,70 m	$\mu =$	0,7
- posun	$n_{posun} = \mu \cdot Q_{pasivní}^k / T_{aktivní}^k$		$=$	$0,7 \cdot 444,4 / 24,5$	$=$	<b>12,70</b> > <b>1,5</b>
- překlopení	$n_{klopící} = L \cdot Q_{pasivní}^k / h \cdot T_{aktivní}^k$		$=$	$1,1 \cdot 444,4 / 7,7 \cdot 24,5$	$=$	<b>2,59</b> > <b>1,5</b>
						<b>Vyhoví!</b>
- Vítr příčný	$Q_{pasivní}^k =$	444 kN	$T_{aktivní}^k =$	46,00 kN	souč. tření	
	na rameni $L =$	2,10 m	ve výšce $h =$	7,70 m	$\mu =$	0,7
- posun	$n_{posun} = \mu \cdot Q_{pasivní}^k / T_{aktivní}^k$		$=$	$0,7 \cdot 444,4 / 46$	$=$	<b>6,76</b> > <b>1,5</b>
- překlopení	$n_{klopící} = L \cdot Q_{pasivní}^k / h \cdot T_{aktivní}^k$		$=$	$2,1 \cdot 444,4 / 7,7 \cdot 46$	$=$	<b>2,63</b> > <b>1,5</b>
						<b>Vyhoví!</b>

## 14.8 NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY

### - NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 2,2 m x 4,2 m x 1,2 m - PODÉLNÝ SMĚR

#### Materiály :

Beton : <b>C 25 / 30</b>	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
	$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
	$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž : <b>B 505 B</b>	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

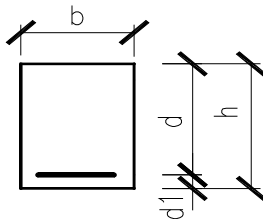
#### Geometrie patky:

Šířka patky $B =$	2,2 m	Výška patky $H =$	1,2 m	Délka patky $L =$	4,2 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 =$	0,33 m			
Vzdálenost tlaku od kraje patky	$a =$	1,94 m			

#### Vnitřní síly:

Kontaktní napětí: $\sigma_d =$	115 kPa
Návrhový ohybový moment: $M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 =$	$0,5 \cdot 115 \cdot 2,2 \cdot 1,94^2 = 474$ kNm
Návrhová posouvající síla: $V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a =$	$115 \cdot 2,2 \cdot 1,94 = 490$ kN

#### Geometrie :



Šířka průřezu $b =$	2200 mm
Výška průřezu $h =$	1200 mm
Krytí dolní výztuže $c = c_{min} + Dh =$	$75 + 10 = 85$ mm
Předpokládaný profil $\emptyset$	12
Profil horní výztuže $\emptyset_h$	0
$d_1 = c + \emptyset/2 + \emptyset_h =$	$85 + 12/2 + 0 = 91$ mm
$d = h - d_1 =$	$1200 - 91 = 1109$ mm

#### Návrh ohybové výztuže :

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{473,6444625}{2,2 \cdot 1,109^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,011 \Rightarrow \omega = 0,011$$

$$\xi = 0,0136 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

$$\zeta = 0,014$$

#### Nutná plocha výztuže :

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,011 \cdot 2,2 \cdot 1,109 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 1012 \text{ mm}^2$$

Navrženo :  $\emptyset$  B 12 vzdál.  $s = 250$  mm  $\Rightarrow 17$  ks  $\Rightarrow A_{s1} = 1923 \text{ mm}^2$

#### Posouzení ohybové výztuže :

$$d = h - (c + \emptyset/2 + \emptyset_h) = 1200 - (85 + 6 + 0) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 1923 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 819 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{819,37}{2,2 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,028 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 1,109 - 0,4 \cdot 0,028 = 1,098 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 819,37 \cdot 1,098 = 900 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 473,644 \text{ kNm} < 899,52 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

**- NÁVRH VÝZTUŽE ŽB PATKY O ROZMĚRECH 4,2 m x 2,2 m x 1,2 m - PŘÍČNÝ SMĚR**

**Materiály :**

Beton :	<b>C 25 / 30</b>	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 = 16,7$ MPa
		$f_{ctk} = 1,8$ MPa	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1,8 / 1,5 = 1,2$ MPa
		$f_{vk} = 0,45$ MPa	$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_C = 0,45 / 1,5 = 0,3$ MPa
Výztuž :	<b>B 505 B</b>	$f_{yk} = 490$ MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 490 / 1,15 = 426$ MPa

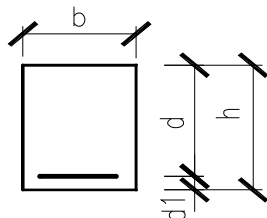
**Geometrie patky:**

Šířka patky B =	4,2 m	Výška patky H =	1,2 m	Délka patky L =	2,2 m
Vzdálenost kotevních šroubů:	$L_1 = 0,33$ m				
Vzdálenost tlaku od kraje patky	a = 0,94 m				

**Vnitřní síly:**

Kontaktní napětí:	$\sigma_d = 112$ kPa
Návrhový ohybový moment:	$M_{Sd} = 1/2 \cdot \sigma_d \cdot B \cdot a^2 = 0,5 \cdot 112 \cdot 4,2 \cdot 0,94^2 = 206$ kNm
Návrhová posouvající síla:	$V_{Sd} = \sigma_d \cdot B \cdot a = 112 \cdot 4,2 \cdot 0,94 = 440$ kN

**Geometrie :**



Šířka průřezu b =	4200 mm
Výška průřezu h =	1200 mm
Krytí dolní výztuže c = c <sub>min</sub> + Dh =	75 + 10 = 85 mm
Předpokládaný profil $\emptyset$	12
Profil horní výztuže $\emptyset_h$	12
$d_1 = c + \emptyset/2 + \emptyset_h =$	85 + 12 / 2 + 12 = 103 mm
$d = h - d_1 =$	1200 - 103 = 1097 mm

**Návrh ohybové výztuže :**

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{205,61772}{4,2 \cdot 1,097^2 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,002 \Rightarrow \omega = 0,003$$

$$\xi = 0,00393 < 0,45 = \xi_{max} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

$$\zeta = 0,004$$

**Nutná plocha výztuže :**

$$A_{s1d} = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,003 \cdot 4,2 \cdot 1,097 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{426,09 \cdot 10^3} = 581 \text{ mm}^2$$

Navrženo :  $\emptyset$  B 12 vzdál. s = 250 mm  $\Rightarrow$  9 ks  $\Rightarrow A_{s1} = 1018 \text{ mm}^2$

**Posouzení ohybové výztuže :**

$$d = h - (c + \emptyset/2 + \emptyset_h) = 1200 - (85 + 6 + 12) = 1109 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot F_{yd} = 1018 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 434 \text{ kN}$$

$$x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{433,76}{4,2 \cdot 0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,008 \text{ m}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 1,109 - 0,4 \cdot 0,008 = 1,106 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 433,76 \cdot 1,106 = 480 \text{ kNm}$$

$$\underline{M_{Sd} = 205,618 \text{ kNm} < 479,69 \text{ kNm} = M_{Rd} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}}$$

Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočty základových konstrukcí

## **15      ZÁVĚR STATICKÉHO VÝPOČTU**

Předmětem tohoto statického posouzení bylo navrhnout a posoudit nové ocelové konstrukce pro 2 nosné systémy konstrukcí billboardů umístěných na území ČR v 1. - 3. větrné oblasti. Jedná se o nosný systém s jedním kruhovým sloupem a dále nosný systém s příhradovým tubusem.

Tento statický výpočet prokázal, že za předpokladu dodržení navržených průřezů tímto statickým výpočtem pro příslušné nosné systémy v příslušné větrné oblasti, primární nosné konstrukce vyhoví, jak z hlediska pevnosti, tak z hlediska stability a deformací.

Dále bylo tímto statickým výpočtem prokázáno, že do sekundárních nosných konstrukcí, jako jsou konzoly, nosníky lávky, zavětrování reklamní plochy, nedochází k přenosu vnitřních sil od proměnného zatížení větrem (v závislosti na větrných oblastech) a svislé zatížení se nemění, tudíž vychází tyto profily u obou nosných systémů billboardů ve všech větrných oblastech stejné.

Konstrukce byla zatížena v souladu s ČSN EN 1991 - „Zásady navrhování a zatížení konstrukcí“ a byla navržena a posouzena v souladu ČSN EN 1993 – „Navrhování ocelových konstrukcí“.

### **KONEC STATICKÉHO VÝPOČTU**

V Plzni dne 05. 01. 2018

Vypracoval: Bc. Jaroslav Polesný

Fakulta aplikovaných věd  
Katedra mechaniky  
Obor: Stavitelství (STA)  
Akademický rok: 2017/2018

## PŘÍLOHA Č. 2

### ROZPIS MATERIÁLU A JEHO CENOVÁ KALKULACE

Vypracoval:

Bc. Jaroslav Polesný

Vedoucí práce:

Ing. Petr Kesl

## **OBSAH**

<b>1</b>	<b>CENOVÁ KALKULACE 1. NOSNÉHO SYSTÉMU V 1. VĚTRNÉ OBLASTI .....</b>	<b>4</b>
1.1	MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	4
1.2	SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ .....	11
1.3	PROTIKOROZNÍ OCHRANA .....	12
1.4	DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI .....	12
1.5	MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	13
1.6	CELKOVÁ CENA BILLBOARDU .....	13
<b>2</b>	<b>CENOVÁ KALKULACE 1. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI .....</b>	<b>15</b>
2.1	MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	15
2.2	SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ .....	22
2.3	PROTIKOROZNÍ OCHRANA .....	23
2.4	DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI .....	23
2.5	MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	24
2.6	CELKOVÁ CENA BILLBOARDU .....	24
<b>3</b>	<b>CENOVÁ KALKULACE 1. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI .....</b>	<b>26</b>
3.1	MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	26
3.2	SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ .....	33
3.3	PROTIKOROZNÍ OCHRANA .....	34
3.4	DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI .....	34
3.5	MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	35
3.6	CELKOVÁ CENA BILLBOARDU .....	35
<b>4</b>	<b>CENOVÁ KALKULACE 2. NOSNÉHO SYSTÉMU V 1. VĚTRNÉ OBLASTI .....</b>	<b>37</b>
4.1	MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	37
4.2	SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ .....	44
4.3	PROTIKOROZNÍ OCHRANA .....	45
4.4	DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI .....	45
4.5	MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	46
4.6	CELKOVÁ CENA BILLBOARDU .....	46



---

<b>5</b>	<b>CENOVÁ KALKULACE 2. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI .....</b>	<b>48</b>
5.1	MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	48
5.2	SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ.....	55
5.3	PROTIKOROZNÍ OCHRANA.....	56
5.4	DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI.....	56
5.5	MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	57
5.6	CELKOVÁ CENA BILLBOARDU .....	57
<b>6</b>	<b>CENOVÁ KALKULACE 2. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI .....</b>	<b>59</b>
6.1	MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	59
6.2	SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ.....	66
6.3	PROTIKOROZNÍ OCHRANA.....	67
6.4	DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI.....	67
6.5	MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	68
6.6	CELKOVÁ CENA BILLBOARDU .....	68
<b>7</b>	<b>REKAPITULACE VÝSLEDNÝCH CEN BILLBOARDŮ S PROTIKOROZNÍ OCHRANOU NÁTĚROVÝM SYSTÉMEM.....</b>	<b>70</b>
<b>8</b>	<b>REKAPITULACE VÝSLEDNÝCH CEN BILLBOARDŮ S PROTIKOROZNÍ OCHRANOU ŽÁROVÝM ZINKOVÁNÍM.....</b>	<b>70</b>

# 1 CENOVÁ KALKULACE 1. NOSNÉHO SYSTÉMU V 1. VĚTRNÉ OBLASTI

## 1.1 MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

### REKAPITULACE DÍLCŮ

číslo	NÁZEV DÍLCE	POČET ks	HMOTNOST [kg]		CENA [Kč]	
			PRO 1 ks	CELKEM	CELKEM	1 ks
1	PLOCHA P1	6	162,15	972,92	22775,95	3796
2	PLOCHA P2	4	141,71	566,85	13341,41	3335,4
3	LÁVKA L1	2	306,10	612,19	21298,44	10649
4	KONZOLA K1	4	73,96	295,86	6128,18	1532
5	KONZOLA K2	4	73,31	293,25	6069,66	1517,4
6	KONZOLA K3	4	72,78	291,11	6011,65	1502,9
7	TRUBKA T1	4	49,56	198,25	4443,48	1110,9
8	TRUBKA T2	4	18,63	74,51	1665,34	416,33
9	DÍL D1	1	183,62	183,62	3683,87	3683,9
10	DÍL D2	1	155,26	155,26	3119,44	3119,4
11	DÍL D3	1	123,76	123,76	2492,70	2492,7
12	DÍL D4	1	92,24	92,24	1865,36	1865,4
13	DÍL D5	1	60,74	60,74	1238,62	1238,6
14	DÍL D6	1	32,38	32,38	674,19	674,19
15	NOSNÍK N1	1	845,84	845,84	24399,19	24399
16	SLOUP S1	1	1210,32	1210,32	37670,39	37670
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	637,97	637,97	15066,52	15067
<b>Celková cena [Kč]</b>					<b>171 944,4</b>	

### OCENĚNÍ MATERIÁLU PO DÍLCÍCH

1		PLOCHA P1										CELKEM:		6 ks	
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ HMOT	PLOCH	CELKEM [kg] [m <sup>2</sup> ]		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
01	5	T	60				2 000	0,00	10,00	6,23	0,23	62,3	2,3	21,36	1330,7
02	5	L	40	4			953	0,00	4,77	2,42	0,15	11,5	0,7	19,18	221,2
03	10	L	40	4			993	0,00	9,93	2,42	0,15	24,0	1,5	19,18	460,9
04	5	L	40	4			553	0,00	2,77	2,42	0,15	6,7	0,4	19,18	128,3
05	3	P	1			1 000	2 000	2,00	6,00	8,00	4,00	48,0	12,0	28,73	1379,0
06	1	P	1			600	2 000	1,20	1,20	8,00	2,40	9,6	2,4	28,73	275,8
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												162,2	19,3		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)	0,0	0,0	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												162,2	19,3		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 6 ks s přídavkem												972,9	115,9		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												3795,99			
Celková cena [Kč] pro 6 ks												22775,95			

**2 | PLOCHA P2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]		
2	4	L	40	4			953	0,00	3,81	2,42	0,15	9,2	0,6	19,18	176,9
3	8	L	40	4			993	0,00	7,94	2,42	0,15	19,2	1,2	19,18	368,7
4	4	L	40	4			553	0,00	2,21	2,42	0,15	5,4	0,3	19,18	102,7
7	5	T	60				1 800	0,00	9,00	6,23	0,23	56,1	2,1	21,36	1197,7
8	3	P	1		1 000		1 800	1,80	5,40	8,00	3,60	43,2	10,8	28,73	1241,1
9	1	P	1		600		1 800	1,08	1,08	8,00	2,16	8,6	2,2	28,73	248,2
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												141,7	17,1		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												141,7	17,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												566,9	68,5		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												3335,35			
Celková cena [Kč] pro 4 ks												13341,41			

**3 | LÁVKA L1**
**CELKEM: 2 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]		
11	2	L	70	6			9 840	0,00	19,68	6,40	0,27	126,0	5,3	19,42	2446,0
12	2	L	70	6			630	0,00	1,26	6,40	0,27	8,1	0,3	19,42	156,6
13	2	L	40	4			610	0,00	1,22	2,42	0,15	3,0	0,2	19,18	56,6
14	9	ROŠT	30	3	600		1 000	0,60	5,40	29,00	2,42	156,6	21,8	799,00	7191,0
15	1	ROŠT	30	3	600		720	0,43	0,43	29,00	2,42	12,5	2,4	799,00	799,0
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												306,1	30,0		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												306,1	30,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 2 ks s přídavkem												612,2	60,0		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												10649,22			
Celková cena [Kč] pro 2 ks												21298,44			

**4 | KONZOLA K1**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]		
17	1	IPE	140				3 950	0,00	3,95	12,90	0,55	51,0	2,2	19,92	1015,0
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2
20	4	P	6		108		126	0,01	0,05	48,00	0,03	2,6	0,1	22,50	58,5
21	1	IPE	160				100	0,00	0,10	15,80	0,62	1,6	0,1	20,69	32,7
22	1	P	12		160		300	0,05	0,05	96,00	0,10	4,6	0,1	22,20	102,3
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6
24	2	L	40	4			140	0,00	0,28	2,42	0,15	0,7	0,0	19,18	13,0
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												74,0	2,9		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												74,0	2,9		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												295,9	11,7		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												1532,04			
Celková cena [Kč] pro 4 ks												6128,18			

**5 KONZOLA K2**

**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]		
17	1	IPE	140				3 950	0,00	3,95	12,90	0,55	51,0	2,2	19,92	1015,0
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2
20	3	P	6		108		126	0,01	0,04	48,00	0,03	2,0	0,1	22,50	43,9
21	1	IPE	160				100	0,00	0,10	15,80	0,62	1,6	0,1	20,69	32,7
22	1	P	12		160		300	0,05	0,05	96,00	0,10	4,6	0,1	22,20	102,3
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6
24	2	L	40	4			140	0,00	0,28	2,42	0,15	0,7	0,0	19,18	13,0
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												73,3	2,9		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												73,3	2,9		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												293,3	11,6		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												1517,42			
Celková cena [Kč] pro 4 ks												6069,66			

**6 KONZOLA K3**

**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]		
17	1	IPE	140				3 950	0,00	3,95	12,90	0,55	51,0	2,2	19,92	1015,0
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2
20	1	P	6		108		126	0,01	0,01	48,00	0,03	0,7	0,0	22,50	14,6
21	1	IPE	160				100	0,00	0,10	15,80	0,62	1,6	0,1	20,69	32,7
22	1	P	12		160		300	0,05	0,05	96,00	0,10	4,6	0,1	22,20	102,3
24	5	L	40	4			140	0,00	0,70	2,42	0,15	1,7	0,1	19,18	32,5
25	5	L	45	5			85	0,00	0,43	3,38	0,17	1,4	0,1	18,70	26,9
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												72,8	2,9		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												72,8	2,9		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												291,1	11,6		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												1502,91			
Celková cena [Kč] pro 4 ks												6011,65			

**7 | TRUBKA T1**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
33	1	TR	51	4			9 793	0,00	9,79	4,72	0,16	46,3	1,6	22,63	1047,1		
34	6	L	40	4			220	0,00	1,32	2,42	0,15	3,2	0,2	19,18	61,3		
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												49,6	1,8				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												49,6	1,8				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												198,3	7,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1110,87			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														4443,48			

**8 | TRUBKA T2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5		
36	1	TR	51	4			3 584	0,00	3,58	4,72	0,16	16,9	0,6	22,63	383,2		
37	3	L	40	4			220	0,00	0,66	2,42	0,15	1,6	0,1	19,18	30,6		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												18,6	0,7				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												18,6	0,7				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												74,5	2,7				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														416,33			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														1665,34			

**9 | DÍL D1**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6		
40	1	HEA	160				5 615	0,00	5,62	30,40	0,91	170,7	5,1	19,90	3396,9		
46	4	P	10		77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												183,6	5,4				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												183,6	5,4				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												183,6	5,4				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3683,87			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3683,87			

**10 | DÍL D2**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU	ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]			
									HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]					
22	2	P	12			160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6	
41	1	HEA	160					4 682	0,00	4,68	30,40	0,91	142,3	4,2	19,90	2832,4	
46	4	P	10			77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3	
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												155,3	4,5				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												155,3	4,5				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												155,3	4,5				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3119,44			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>3119,44</b>			

**11 | DÍL D3**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU	ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]			
									HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]					
22	2	P	12			160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6	
42	1	HEA	160					3 646	0,00	3,65	30,40	0,91	110,8	3,3	19,90	2205,7	
46	4	P	10			77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3	
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												123,8	3,6				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												123,8	3,6				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												123,8	3,6				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														2492,70			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>2492,70</b>			

**12 | DÍL D4**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU	ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]			
									HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]					
22	2	P	12			160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6	
43	1	HEA	160					2 609	0,00	2,61	30,40	0,91	79,3	2,4	19,90	1578,3	
46	4	P	10			77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3	
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												92,2	2,7				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												92,2	2,7				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												92,2	2,7				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1865,36			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>1865,36</b>			

**13 | DÍL D5**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6		
44	1	HEA	160				1 573	0,00	1,57	30,40	0,91	47,8	1,4	19,90	951,6		
46	4	P	10		77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												60,7	1,7				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												60,7	1,7				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												60,7	1,7				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1238,62			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>1238,62</b>			

**14 | DÍL D6**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6		
45	1	HEA	160				640	0,00	0,64	30,40	0,91	19,5	0,6	19,90	387,2		
46	4	P	10		77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												32,4	0,9				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												32,4	0,9				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												32,4	0,9				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														674,19			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>674,19</b>			

**15 | NOSNÍK N1**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
50	1	TRHR	250	250	10		934	9 460	0,00	9,46	74,74	0,97	707,0	9,1	30,00	21211,2	
51	6	P	15			180		430	0,08	0,46	120	0,15	55,7	0,9	22,20	1237,2	
52	12	P	6			85		230	0,02	0,23	48	0,04	11,3	0,5	22,50	253,4	
53	1	P	20			475		800	0,38	0,38	160	0,76	60,8	0,8	23,90	1453,1	
54	4	P	10			100		200	0,02	0,08	80	0,04	6,4	0,2	22,20	142,1	
55	2	P	5			240		240	0,06	0,12	40	0,12	4,6	0,2	22,20	102,3	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												845,8	11,7				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												845,8	11,7				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												845,8	11,7				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														24399,19			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>24399,19</b>			

**16 | SLOUP S1**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
53	1	P	20		475		800	0,38	0,38	160	0,76	60,8	0,8	23,90	1453,1	
54	4	P	10		100		200	0,02	0,08	80	0,04	6,4	0,2	22,20	142,1	
56	2	P	10		200		230	0,05	0,09	80	0,09	7,4	0,2	22,20	163,4	
57	2	P	10		200		770	0,15	0,31	80	0,31	24,6	0,6	22,20	547,0	
58	1	TR	457	10			6 836	0,00	6,84	112,3	1,44	768,0	9,8	36,13	27747,1	
59	1	P	30		1 057		1 057	1,12	1,12	240	2,23	268,1	2,2	22,20	5952,7	
60	10	P	15		250		250	0,06	0,63	120	0,13	75,0	1,3	22,20	1665,0	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												1210,3	15,0			
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												1210,3	15,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												1210,3	15,0			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														37670,39		
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>37670,39</b>		

**17 | VOLNÉ POLOŽKY**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
Z1	12	Up	140	60	4		247	1 920	0,00	23,04	7,899	0,50	182,0	11,6	22,90	4167,7
Z2	4	Up	140	60	4		247	1 720	0,00	6,88	7,899	0,50	54,3	3,5	22,90	1244,5
Z3	6	L	50	50	4			2 419	0,00	14,51	3,06	0,19	44,4	2,8	19,70	874,9
Z4	4	L	70	70	6			2 419	0,00	9,68	6,4	0,27	61,9	2,6	19,42	1202,6
VP1	2	P	15		1 057		1 057	1,12	2,23	120	2,23	268,1	4,5	22,20	5952,7	
VP2	10	KR	24				750	0,00	7,50	3,619	0,08	27,1	0,6	162,40	1624,0	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												638,0	25,4			
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												638,0	25,4			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												638,0	25,4			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														15066,52		
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>15066,52</b>		

Celková hmotnost konstrukce [kg]	<b>6 647,06</b>
Celková nátěrová plocha konstrukce [m <sup>2</sup> ]	<b>360,08</b>



## 1.2 SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ

### SPOJOVACÍ MATERIÁL

Ø [mm]	L [mm]	ŠESTIHRANNÉ ŠROUBY 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 10 x 30	M 10 x 40	M 12 x 40	M 16 x 60	M 16 x 70	M 24 x 90	M 10	M 12	M 16	M 24	PRO M 10	PRO M 12	PRO M 16	PRO M 24
24	90	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	0	8
16	70	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0	24	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
12	40	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0	0
12	40	0	0	24	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
12	40	0	0	12	0	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0
10	30	48	0	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0	0
10	30	24	0	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0
10	40	0	60	0	0	0	0	60	0	0	0	60	0	0	0
10	40	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0
12	40	0	0	48	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0
Celkem [ks]		72	100	132	96	24	8	172	132	120	8	172	132	120	8
Cena/ks [Kč]		2,64	3,36	4,64	9,52	13,60	34,32	0,69	1,20	1,84	7,20	0,42	0,80	1,20	2,64
Cena [Kč]		190,1	336	612	914	326	274,6	119	158	221	57,6	72,2	106	144	21,1
Celková cena [Kč]												3 551,88			

### KOTVENÍ

Ø [mm]	L [mm]	ZÁVITOVÉ TYČE 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 12 1000	M 16 1000	M 20 1000	M 24 1000	M 27 1000	M 30 1000	M 20	M 24	M 27	M 30	PRO M 20	PRO M 24	PRO M 27	PRO M 30
24	1000	0	0	0	10	0	0	0	20	0	8	0	20	0	8
Celkem [ks]		0	0	0	10	0	0	0	20	0	0	0	20	0	0
Cena/ks [Kč]		41,0	74,2	116,0	162,4	218,6	256,0	3,3	7,2	11,1	14,3	2,1	2,6	3,4	4,2
Cena [Kč]		0	0	0	1624	0	0	0	144	0	0	0	52,8	0	0
Celková cena [Kč]												1 820,80			

### 1.3 PROTIKOROZNÍ OCHRANA

#### REKAPITULACE DÍLCŮ

čís lo	NÁZEV DÍLCE	ks	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	HMOTN. [kg]	TRYSKÁNÍ		NÁTĚŘ		ZINKOVÁNÍ	
					Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/kg	Kč
1	PLOCHA P1	6	115,91	972,92	200,0	23183	150,0	17387	9,00	8756,3
2	PLOCHA P2	4	68,50	566,85	200,0	13700	150,0	10275	9,00	5101,7
3	LÁVKA L1	2	60,01	612,19	200,0	12001	150,0	9001	9,00	5509,7
4	KONZOLA K1	4	11,73	295,86	200,0	2345,6	150,0	1759,2	9,00	2662,7
5	KONZOLA K2	4	11,62	293,25	200,0	2323,9	150,0	1742,9	9,00	2639,3
6	KONZOLA K3	4	11,60	291,11	200,0	2320,8	150,0	1740,6	9,00	2619,9
7	TRUBKA T1	4	7,10	198,25	200,0	1420,1	150,0	1065,1	9,00	1784,3
8	TRUBKA T2	4	2,73	74,51	200,0	545,07	150,0	408,8	9,00	670,63
9	DÍL D1	1	5,38	183,62	200,0	1076,8	150,0	807,64	9,00	1652,6
10	DÍL D2	1	4,54	155,26	200,0	907,6	150,0	680,7	9,00	1397,3
11	DÍL D3	1	3,60	123,76	200,0	719,67	150,0	539,75	9,00	1113,9
12	DÍL D4	1	2,66	92,24	200,0	531,56	150,0	398,67	9,00	830,13
13	DÍL D5	1	1,72	60,74	200,0	343,63	150,0	257,72	9,00	546,68
14	DÍL D6	1	0,87	32,38	200,0	174,38	150,0	130,79	9,00	291,41
15	NOSNÍK N1	1	11,68	845,84	200,0	2336,6	150,0	1752,4	9,00	7612,5
16	SLOUP S1	1	15,02	1210,32	200,0	3003,8	150,0	2252,8	9,00	10893
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	25,41	637,97	200,0	5082,5	150,0	3811,9	9,00	5741,7
<b>Nátěrový systém - celková cena [Kč]</b>									<b>126 028,62</b>	
<b>Žárové zinkování - celková cena [Kč]</b>									<b>131 839,90</b>	

### 1.4 DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	6 647,06	19 941,18
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	25,87	664,706	17 195,94
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	99,71	3 988,40
VÝROBA	kg	10,00	6 647,06	66 470,60
MONTÁŽ	kg	6,50	6 647,06	43 205,89

## 1.5 MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

### VÝZTUŽNÉ PRUTY

OZN	Ø	DÉLKA [mm]	POČET [ks]		
	[mm]			Ø 8	Ø 12
1	12	4630	8		37,04
2	12	2830	15		42,45
CELKEM [m´]				0,00	79,49
HMOTNOST [kg/m´]				0,395	0,888
HMOTNOST CELKEM [kg]				0,00	70,59
HMOT. S PŘÍDAVKEM 5% [kg]				0,00	74,12
CELK. HMOT. VÝZTUŽE [kg]				74,12	
CENA [Kč/kg]				18,90	19,21
CELKOVÁ CENA [Kč]				1 423,78	

### KARI SÍŤ

OZN	Ø	a <sub>1</sub> mm	a <sub>2</sub> mm	L m	B m		
	mm					m <sup>2</sup>	ks
3	8	100	100	2	3	6	3
-	-	-	-	-	-	-	-
CELKEM [m <sup>2</sup> ]					18,00		
HMOTNOST [kg/m <sup>2</sup> ]					7,900		
HMOTNOST CELKEM [kg]					142,20		
HMOT. S PŘÍD. 0% [kg]					142,20		
CELK. HMOT. SÍŤI [kg]					142,20		
CENA [Kč/kg]					20,29		
CELKOVÁ CENA [Kč]					2 885,24		

Celková cena výztuže základové patky [Kč] **4 309,02**

### BETON ZÁKLADOVÉ PATKY

BETON	DÉLKA [mm]	ŠÍŘKA [mm]	VÝŠKA [mm]	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	CENA [Kč/m <sup>3</sup> ]
C 25/30, XC2	1800	3600	1200	7,776	1787

Celková cena za beton základové patky [Kč] **13 895,7**

### PODLITÍ PATNÍCH DESEK

SMĚS	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	OBJEM [l]	Spotř. l/bal	MNOŽSTVÍ [bal]	CENA [Kč/bal]
GROUTEX 603	0,03782	37,82	13	3	500

Celková cena za podlití patního plechu směsí GROUTEX 603 [Kč] **1 500,0**

Celková cena materiálového vstupu základové konstrukce [Kč] **19 704,73**

## 1.6 CELKOVÁ CENA BILLBOARDU

Předmětem této kalkulace je analyzovat nárůst ceny v závislosti na celkové hmotnosti ocelových konstrukcí a dále materiálový vstup základových konstrukcí, a to objem použitého betonu a tonáž výztuže. Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočítání základových konstrukcí a provést přepočítání cenové kalkulace.

Vzhledem k tomu, že billboard může být umístěn v příslušné větrné oblasti na území celé ČR, tudíž cena souvisejících prací, jakožto terénní úpravy, betonáž, výkopové práce

a dále doprava jednotlivých dílců na místo montáže, může být značně odlišná v závislosti na konkrétních terénních podmínkách a lokaci montáže, proto nejsou tyto složky ceny v cenové kalkulaci zahrnuty.

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	6 647,06	19 941,18
MATERIÁLOVÝ VSTUP OK	kg	Dle průřezu	6 647,06	171 944,4
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	25,87 <sup>1</sup>	664,706	17 195,94
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	99,71	3 988,40
VÝROBA	kg	10,00	6 647,06	66 470,60
MONTÁŽ	kg	6,50	6 647,06	43 205,89
SPOJOVACÍ MATERIÁL	ks	Dle průměru šroubu	Dle průměru šroubu	3 551,88
KOTVENÍ	ks	Dle průměru závitové tyče	Dle průměru závitové tyče	1 820,80
TRYSKÁNÍ	m <sup>2</sup>	200,00	360,08	72 016,00
NÁTĚROVÝ SYSTÉM	m <sup>2</sup>	150,00	360,08	54 012
ŽÁROVÉ ZINKOVÁNÍ	kg	9,00	6979,41 <sup>2</sup>	62 814,69
VÝZTUŽ	kg	Dle profilu	216,32	4 309,02
BETON C 25/30, XC2	m <sup>3</sup>	1 787	7,776	13 895,70
PODLITÍ – SMĚS GROUTEX 603	bal	500,00	3	1 500,00

**Celková cena billboardu s PO nátěrovým systémem bez DPH** **473 851,81 Kč**

**Celková cena billboardu s PO žárovým zinkováním bez DPH** **482 654,50 Kč**

<sup>1</sup> Jedná se o průměrnou cenu 1 kg oceli S 235

<sup>2</sup> Cena zinkování se počítá z hmotnosti materiálu po pozinkování (nárůst hmotnosti může být až 5%)

## 2 CENOVÁ KALKULACE 1. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI

### 2.1 MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

#### REKAPITULACE DÍLCŮ

číslo	NÁZEV DÍLCE	POČET ks	HMOTNOST [kg]		CENA [Kč]	
			PRO 1 ks	CELKEM	CELKEM	1 ks
1	PLOCHA P1	6	162,15	972,92	22775,95	3796
2	PLOCHA P2	4	141,71	566,85	13341,41	3335,4
3	LÁVKA L1	2	306,10	612,19	21298,44	10649
4	KONZOLA K1	4	87,47	349,90	7425,13	1856,3
5	KONZOLA K2	4	86,69	346,75	7354,35	1838,6
6	KONZOLA K3	4	86,02	344,09	7282,94	1820,7
7	TRUBKA T1	4	49,85	199,41	4465,76	1116,4
8	TRUBKA T2	4	18,77	75,10	1676,47	419,12
9	DÍL D1	1	216,22	216,22	4620,83	4620,8
10	DÍL D2	1	183,10	183,10	3915,34	3915,3
11	DÍL D3	1	146,32	146,32	3131,97	3132
12	DÍL D4	1	109,51	109,51	2347,84	2347,8
13	DÍL D5	1	72,73	72,73	1564,47	1564,5
14	DÍL D6	1	39,61	39,61	858,98	858,98
15	NOSNÍK N1	1	1016,35	1016,35	32936,75	32937
16	SLOUP S1	1	1404,47	1404,47	51062,03	51062
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	653,49	653,49	15833,41	15833
<b>Celková cena [Kč]</b>					<b>201 892,1</b>	

#### OCENĚNÍ MATERIÁLU PO DÍLCÍCH

1   PLOCHA P1										CELKEM: 6 ks						
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
									HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
01	5	T	60				2 000	0,00	10,00	6,23	0,23	62,3	2,3	21,36	1330,7	
02	5	L	40	4			953	0,00	4,77	2,42	0,15	11,5	0,7	19,18	221,2	
03	10	L	40	4			993	0,00	9,93	2,42	0,15	24,0	1,5	19,18	460,9	
04	5	L	40	4			553	0,00	2,77	2,42	0,15	6,7	0,4	19,18	128,3	
05	3	P	1		1 000		2 000	2,00	6,00	8,00	4,00	48,0	12,0	28,73	1379,0	
06	1	P	1		600		2 000	1,20	1,20	8,00	2,40	9,6	2,4	28,73	275,8	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks											162,2	19,3				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks											+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem											162,2	19,3				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 6 ks s přídavkem											972,9	115,9				
Celková cena [Kč] pro 1 ks													3795,99			
Celková cena [Kč] pro 6 ks													22775,95			

**2 | PLOCHA P2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
2	4	L	40	4			953	0,00	3,81	2,42	0,15	9,2	0,6	19,18	176,9		
3	8	L	40	4			993	0,00	7,94	2,42	0,15	19,2	1,2	19,18	368,7		
4	4	L	40	4			553	0,00	2,21	2,42	0,15	5,4	0,3	19,18	102,7		
7	5	T	60				1 800	0,00	9,00	6,23	0,23	56,1	2,1	21,36	1197,7		
8	3	P	1		1 000		1 800	1,80	5,40	8,00	3,60	43,2	10,8	28,73	1241,1		
9	1	P	1		600		1 800	1,08	1,08	8,00	2,16	8,6	2,2	28,73	248,2		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												141,7	17,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												141,7	17,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												566,9	68,5				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												3335,35					
Celková cena [Kč] pro 4 ks												13341,41					

**3 | LÁVKA L1**
**CELKEM: 2 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
11	2	L	70	6			9 840	0,00	19,68	6,40	0,27	126,0	5,3	19,42	2446,0		
12	2	L	70	6			630	0,00	1,26	6,40	0,27	8,1	0,3	19,42	156,6		
13	2	L	40	4			610	0,00	1,22	2,42	0,15	3,0	0,2	19,18	56,6		
14	9	ROŠT	30	3	600		1 000	0,60	5,40	29,00	2,42	156,6	21,8	799,00	7191,0		
15	1	ROŠT	30	3	600		720	0,43	0,43	29,00	2,42	12,5	2,4	799,00	799,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												306,1	30,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												306,1	30,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 2 ks s přídavkem												612,2	60,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												10649,22					
Celková cena [Kč] pro 2 ks												21298,44					

**4 | KONZOLA K1**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
17	1	IPE	160				3 950	0,00	3,95	15,80	0,62	62,4	2,5	20,69	1291,3		
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6		
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2		
20	4	P	6		113		145	0,02	0,07	48,00	0,03	3,1	0,1	22,50	70,8		
21	1	IPE	180				101	0,00	0,10	18,80	0,70	1,9	0,1	22,26	42,3		
22	1	P	12		180		330	0,06	0,06	96,00	0,12	5,7	0,1	22,20	126,6		
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6		
24	2	L	40	4			160	0,00	0,32	2,42	0,15	0,8	0,0	19,18	14,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												87,5	3,3				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												87,5	3,3				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												349,9	13,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												1856,28					
Celková cena [Kč] pro 4 ks												7425,13					

**5 KONZOLA K2**

**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
17	1	IPE	160				3 950	0,00	3,95	15,80	0,62	62,4	2,5	20,69	1291,3		
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6		
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2		
20	3	P	6		113		145	0,02	0,05	48,00	0,03	2,4	0,1	22,50	53,1		
21	1	IPE	180				101	0,00	0,10	18,80	0,70	1,9	0,1	22,26	42,3		
22	1	P	12		180		330	0,06	0,06	96,00	0,12	5,7	0,1	22,20	126,6		
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6		
24	2	L	40	4			160	0,00	0,32	2,42	0,15	0,8	0,0	19,18	14,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												86,7	3,2				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												86,7	3,2				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												346,8	13,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1838,59			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														7354,35			

**6 KONZOLA K3**

**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
17	1	IPE	160				3 950	0,00	3,95	15,80	0,62	62,4	2,5	20,69	1291,3		
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6		
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2		
20	1	P	6		113		145	0,02	0,02	48,00	0,03	0,8	0,0	22,50	17,7		
21	1	IPE	180				101	0,00	0,10	18,80	0,70	1,9	0,1	22,26	42,3		
22	1	P	12		180		330	0,06	0,06	96,00	0,12	5,7	0,1	22,20	126,6		
24	5	L	40	4			160	0,00	0,80	2,42	0,15	1,9	0,1	19,18	37,1		
25	5	L	45	5			85	0,00	0,43	3,38	0,17	1,4	0,1	18,70	26,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												86,0	3,2				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												86,0	3,2				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												344,1	12,9				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1820,73			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														7282,94			

**7 | TRUBKA T1**

**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
33	1	TR	51	4			9 793	0,00	9,79	4,72	0,16	46,3	1,6	22,63	1047,1		
34	6	L	40	4			240	0,00	1,44	2,42	0,15	3,5	0,2	19,18	66,8		
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												49,9	1,8				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												49,9	1,8				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												199,4	7,2				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												1116,44					
Celková cena [Kč] pro 4 ks												4465,76					

**8 | TRUBKA T2**

**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5		
36	1	TR	51	4			3 584	0,00	3,58	4,72	0,16	16,9	0,6	22,63	383,2		
37	3	L	40	4			240	0,00	0,72	2,42	0,15	1,7	0,1	19,18	33,4		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												18,8	0,7				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												18,8	0,7				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												75,1	2,8				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												419,12					
Celková cena [Kč] pro 4 ks												1676,47					

**9 | DÍL D1**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
40	1	HEA	180				5 615	0,00	5,62	35,50	1,02	199,3	5,7	21,30	4245,8		
46	4	P	12		87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												216,2	6,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												216,2	6,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												216,2	6,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												4620,83					
Celková cena [Kč] pro 1 ks												4620,83					



10		DÍL D2												CELKEM: 1 ks			
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
41	1	HEA	180				4 682	0,00	4,68	35,50	1,02	166,2	4,8	21,30	3540,3		
46	4	P	12		87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												183,1	5,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												183,1	5,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												183,1	5,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3915,34			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>3915,34</b>			

11		DÍL D3												CELKEM: 1 ks			
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
42	1	HEA	180				3 646	0,00	3,65	35,50	1,02	129,4	3,7	21,30	2756,9		
46	4	P	12		87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												146,3	4,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												146,3	4,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												146,3	4,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3131,97			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>3131,97</b>			

12		DÍL D4												CELKEM: 1 ks			
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
43	1	HEA	180				2 609	0,00	2,61	35,50	1,02	92,6	2,7	21,30	1972,8		
46	4	P	12		87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												109,5	3,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												109,5	3,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												109,5	3,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														2347,84			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>2347,84</b>			

13   DÍL D5													CELKEM: 1 ks					
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12			180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
44	1	HEA	180					1 573	0,00	1,57	35,50	1,02	55,8	1,6	21,30	1189,4		
46	4	P	12			87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7		
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													72,7	2,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													72,7	2,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													72,7	2,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks													1564,47					
Celková cena [Kč] pro 1 ks													1564,47					

14   DÍL D6													CELKEM: 1 ks					
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12			180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
45	1	HEA	180					640	0,00	0,64	35,50	1,02	22,7	0,7	21,30	483,9		
46	4	P	12			87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7		
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													39,6	1,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													39,6	1,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													39,6	1,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks													858,98					
Celková cena [Kč] pro 1 ks													858,98					

15   NOSNÍK N1													CELKEM: 1 ks					
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
50	1	TRHR	250	250	13		918	9 480	0,00	9,48	91,78	0,96	870,1	9,1	34,00	29582,8		
51	6	P	15			200		430	0,09	0,52	120	0,17	61,9	1,0	22,20	1374,6		
52	12	P	6			85		230	0,02	0,23	48	0,04	11,3	0,5	22,50	253,4		
53	1	P	20			475		800	0,38	0,38	160	0,76	60,8	0,8	23,90	1453,1		
54	4	P	12			100		200	0,02	0,08	96	0,04	7,7	0,2	22,20	170,5		
55	2	P	5			240		240	0,06	0,12	40	0,12	4,6	0,2	22,20	102,3		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													1016,4	11,7				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													1016,4	11,7				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													1016,4	11,7				
Celková cena [Kč] pro 1 ks													32936,75					
Celková cena [Kč] pro 1 ks													32936,75					

**16 | SLOUP S1**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
53	1	P	20		475		800	0,38	0,38	160	0,76	60,8	0,8	23,90	1453,1		
54	4	P	12		100		200	0,02	0,08	96	0,04	7,7	0,2	22,20	170,5		
56	2	P	12		200		226	0,05	0,09	96	0,09	8,7	0,2	22,20	192,7		
57	2	P	12		200		770	0,15	0,31	96	0,31	29,6	0,6	22,20	656,4		
58	1	TR	457	13			6 836	0,00	6,84	139,6	1,44	954,6	9,8	42,92	40971,6		
59	1	P	30		1 057		1 057	1,12	1,12	240	2,23	268,1	2,2	22,20	5952,7		
60	10	P	15		250		250	0,06	0,63	120	0,13	75,0	1,3	22,20	1665,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												1404,5	15,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												1404,5	15,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												1404,5	15,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														51062,03			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>51062,03</b>			

**17 | VOLNÉ POLOŽKY**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
Z1	12	Up	140	60	4		247	1 910	0,00	22,92	7,899	0,50	181,0	11,5	22,90	4146,0	
Z2	4	Up	140	60	4		247	1 710	0,00	6,84	7,899	0,50	54,0	3,4	22,90	1237,3	
Z3	6	L	50	50	4			2 419	0,00	14,51	3,06	0,19	44,4	2,8	19,70	874,9	
Z4	4	L	70	70	7			2 419	0,00	9,68	7,39	0,27	71,5	2,6	20,09	1436,5	
VP1	2	P	15		1 057		1 057	1,12	2,23	120	2,23	268,1	4,5	22,20	5952,7		
VP2	10	KR	27				750	0,00	7,50	4,58	0,08	34,4	0,6	218,59	2185,9		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												653,5	25,4				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												653,5	25,4				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												653,5	25,4				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														15833,41			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>15833,41</b>			

Celková hmotnost konstrukce [kg]	<b>7 309,01</b>
Celková nátěrová plocha konstrukce [m <sup>2</sup> ]	<b>366,78</b>

## 2.2 SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ

### SPOJOVACÍ MATERIÁL

Ø [mm]	L [mm]	ŠESTIHRANNÉ ŠROUBY 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 10 x 30	M 10 x 40	M 12 x 40	M 16 x 60	M 16 x 70	M 27 x 100	M 10	M 12	M 16	M 27	PRO M 10	PRO M 12	PRO M 16	PRO M 27
27	100	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	0	8
16	70	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0	24	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
12	40	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0	0
12	40	0	0	24	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
12	40	0	0	12	0	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0
10	30	48	0	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0	0
10	30	24	0	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0
10	40	0	60	0	0	0	0	60	0	0	0	60	0	0	0
10	40	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0
12	40	0	0	48	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0
Celkem [ks]		72	100	132	96	24	8	172	132	120	8	172	132	120	8
Cena/ks [Kč]		2,64	3,36	4,64	9,52	13,60	56,00	0,69	1,20	1,84	11,12	0,42	0,80	1,20	3,36
Cena [Kč]		190	336	612	914	326	448	119	158	221	89	72,2	106	144	26,9
Celková cena [Kč]												3 762,44			

### KOTVENÍ

Ø [mm]	L [mm]	ZÁVITOVÉ TYČE 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 12 1000	M 16 1000	M 20 1000	M 24 1000	M 27 1000	M 30 1000	M 20	M 24	M 27	M 30	PRO M 20	PRO M 24	PRO M 27	PRO M 30
24	1000	0	0	0	0	10	0	0	0	20	0	0	0	20	0
Celkem [ks]		0	0	0	0	10	0	0	0	20	0	0	0	20	0
Cena/ks [Kč]		41,0	74,2	116,0	162,4	218,6	256,0	3,3	7,2	11,1	14,3	2,1	2,6	3,4	4,2
Cena [Kč]		0	0	0	0	2186	0	0	0	222	0	0	0	67,2	0
Celková cena [Kč]												2 475,50			

## 2.3 PROTIKOROZNÍ OCHRANA

### REKAPITULACE DÍLCŮ

čís lo	NÁZEV DÍLCE	ks	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	HMOTN. [kg]	TRYSKÁNÍ		NÁTĚR		ZINKOVÁNÍ	
					Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/kg	Kč
1	PLOCHA P1	6	115,91	972,92	200,0	23183	150,0	17387	9,00	8756,3
2	PLOCHA P2	4	68,50	566,85	200,0	13700	150,0	10275	9,00	5101,7
3	LÁVKA L1	2	60,01	612,19	200,0	12001	150,0	9001	9,00	5509,7
4	KONZOLA K1	4	13,09	349,90	200,0	2617,8	150,0	1963,3	9,00	3149,1
5	KONZOLA K2	4	12,96	346,75	200,0	2591,6	150,0	1943,7	9,00	3120,8
6	KONZOLA K3	4	12,93	344,09	200,0	2586,5	150,0	1939,9	9,00	3096,8
7	TRUBKA T1	4	7,17	199,41	200,0	1434,5	150,0	1075,9	9,00	1794,7
8	TRUBKA T2	4	2,76	75,10	200,0	552,27	150,0	414,2	9,00	675,86
9	DÍL D1	1	6,09	216,22	200,0	1217,5	150,0	913,14	9,00	1946
10	DÍL D2	1	5,14	183,10	200,0	1027,2	150,0	770,39	9,00	1647,9
11	DÍL D3	1	4,08	146,32	200,0	815,84	150,0	611,88	9,00	1316,9
12	DÍL D4	1	3,02	109,51	200,0	604,29	150,0	453,22	9,00	985,57
13	DÍL D5	1	1,96	72,73	200,0	392,95	150,0	294,71	9,00	654,57
14	DÍL D6	1	1,01	39,61	200,0	202,62	150,0	151,96	9,00	356,48
15	NOSNÍK N1	1	11,72	1016,35	200,0	2344,8	150,0	1758,6	9,00	9147,2
16	SLOUP S1	1	15,02	1404,47	200,0	3003,2	150,0	2252,4	9,00	12640
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	25,40	653,49	200,0	5080,6	150,0	3810,4	9,00	5881,4
<b>Nátěrový systém - celková cena [Kč]</b>										<b>128 372,95</b>
<b>Žárové zinkování - celková cena [Kč]</b>										<b>139 137,08</b>

## 2.4 DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	7 309,01	21 927,03
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	27,62	730,90	20 187,49
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	109,64	4 385,60
VÝROBA	kg	10,00	7 309,01	73 090,10
MONTÁŽ	kg	6,50	7 309,01	47 508,57

## 2.5 MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

### VÝZTUŽNÉ PRUTY

OZN	∅	DÉLKA	POČET	∅ 8	∅ 12
	[mm]	[mm]	[ks]		
1	12	4830	9		43,47
2	12	3030	16		48,48
CELKEM [m´]				0,00	91,95
HMOTNOST [kg/m´]				0,395	0,888
HMOTNOST CELKEM [kg]				0,00	81,65
HMOT. S PŘÍDAVKEM 5% [kg]				0,00	85,73
CELK. HMOT. VÝZTUŽE [kg]				85,73	
CENA [Kč/kg]				18,90	19,21
CELKOVÁ CENA [Kč]				1 646,95	

### KARI SÍŤ

OZN	∅	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	L	B	m <sup>2</sup>	ks
	mm	mm	mm	m	m		
3	8	100	100	2	3	6	3
-	-	-	-	-	-	-	-
CELKEM [m <sup>2</sup> ]					18,00		
HMOTNOST [kg/m <sup>2</sup> ]					7,900		
HMOTNOST CELKEM [kg]					142,20		
HMOT. S PŘÍD. 0% [kg]					142,20		
CELK. HMOT. SÍŤI [kg]					142,20		
CENA [Kč/kg]					20,29		
CELKOVÁ CENA [Kč]					2 885,24		

Celková cena výztuže základové patky [Kč] **4 532,19**

### BETON ZÁKLADOVÉ PATKY

BETON	DÉLKA [mm]	ŠÍŘKA [mm]	VÝŠKA [mm]	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	CENA [Kč/m <sup>3</sup> ]
C 25/30, XC2	2000	3800	1200	9,12	1787

Celková cena za beton základové patky [Kč] **16 297,4**

### PODLITÍ PATNÍCH DESEK

SMĚS	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	OBJEM [l]	Spotř. l/bal	MNOŽSTVÍ [bal]	CENA [Kč/bal]
GROUTEX 603	0,03782	37,82	13	3	500

Celková cena za podlití patního plechu směsí GROUTEX 603 [Kč] **1 500,0**

Celková cena materiálového vstupu základové konstrukce [Kč] **22 329,63**

## 2.6 CELKOVÁ CENA BILLBOARDU

Předmětem této kalkulace je analyzovat nárůst ceny v závislosti na celkové hmotnosti ocelových konstrukcí a dále materiálový vstup základových konstrukcí, a to objem použitého betonu a tonáž výztuže. Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočtení základových konstrukcí a provést přepočtení cenové kalkulace.

Vzhledem k tomu, že billboard může být umístěn v příslušné větrné oblasti na území celé ČR, tudíž cena souvisejících prací, jakožto terénní úpravy, betonáž, výkopové práce

a dále doprava jednotlivých dílců na místo montáže, může být značně odlišná v závislosti na konkrétních terénních podmínkách a lokaci montáže, proto nejsou tyto složky ceny v cenové kalkulaci zahrnuty.

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	7 309,01	21 927,03
MATERIÁLOVÝ VSTUP OK	kg	Dle průřezu	7 309,01	201 892,10
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	27,62 <sup>3</sup>	730,90	20 187,49
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	109,64	4 385,60
VÝROBA	kg	10,00	7 309,01	73 090,10
MONTÁŽ	kg	6,50	7 309,01	47 508,57
SPOJOVACÍ MATERIÁL	ks	Dle průměru šroubu	Dle průměru šroubu	3 762,44
KOTVENÍ	ks	Dle průměru závitové tyče	Dle průměru závitové tyče	2 475,50
TRYSKÁNÍ	m <sup>2</sup>	200,00	366,78	73 356,00
NÁTĚROVÝ SYSTÉM	m <sup>2</sup>	150,00	366,78	55 017,00
ŽÁROVÉ ZINKOVÁNÍ	kg	9,00	7 674,46 <sup>4</sup>	69 070,14
VÝZTUŽ	kg	Dle profilu	227,93	4 532,19
BETON C 25/30, XC2	m <sup>3</sup>	1 787	9,12	16 297,40
PODLITÍ – SMĚS GROUTEX 603	bal	500,00	3	1 500,00

**Celková cena billboardu s PO nátěrovým systémem bez DPH** **525 931,42 Kč**

**Celková cena billboardu s PO žárovým zinkováním bez DPH** **537 359,69 Kč**

<sup>3</sup> Jedná se o průměrnou cenu za 1 kg oceli S235

<sup>4</sup> Cena zinkování se počítá z hmotnosti materiálu po pozinkování (nárůst hmotnosti může být až 5%)

### 3 CENOVÁ KALKULACE 1. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI

#### 3.1 MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

##### REKAPITULACE DÍLCŮ

číslo	NÁZEV DÍLCE	POČET ks	HMOTNOST [kg]		CENA [Kč]	
			PRO 1 ks	CELKEM	CELKEM	1 ks
1	PLOCHA P1	6	162,15	972,92	22775,95	3796
2	PLOCHA P2	4	141,71	566,85	13341,41	3335,4
3	LÁVKA L1	2	306,10	612,19	21298,44	10649
4	KONZOLA K1	4	99,96	399,84	8928,05	2232
5	KONZOLA K2	4	99,04	396,15	8845,16	2211,3
6	KONZOLA K3	4	98,25	393,00	8760,67	2190,2
7	TRUBKA T1	4	50,14	200,58	4488,04	1122
8	TRUBKA T2	4	18,92	75,68	1687,61	421,9
9	DÍL D1	1	216,22	216,22	4620,83	4620,8
10	DÍL D2	1	183,10	183,10	3915,34	3915,3
11	DÍL D3	1	146,32	146,32	3131,97	3132
12	DÍL D4	1	109,51	109,51	2347,84	2347,8
13	DÍL D5	1	72,73	72,73	1564,47	1564,5
14	DÍL D6	1	39,61	39,61	858,98	858,98
15	NOSNÍK N1	1	1033,18	1033,18	33335,12	33335
16	SLOUP S1	1	1560,40	1560,40	64351,86	64352
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	686,30	686,30	16686,83	16687
<b>Celková cena [Kč]</b>					<b>220 938,5</b>	

##### OCENĚNÍ MATERIÁLU PO DÍLCÍCH

1   PLOCHA P1										CELKEM: 6 ks							
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ HMOT	PLOCH	CELKEM [kg] [m <sup>2</sup> ]		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
01	5	T	60				2 000	0,00	10,00	6,23	0,23	62,3	2,3	21,36	1330,7		
02	5	L	40	4			953	0,00	4,77	2,42	0,15	11,5	0,7	19,18	221,2		
03	10	L	40	4			993	0,00	9,93	2,42	0,15	24,0	1,5	19,18	460,9		
04	5	L	40	4			553	0,00	2,77	2,42	0,15	6,7	0,4	19,18	128,3		
05	3	P	1		1 000		2 000	2,00	6,00	8,00	4,00	48,0	12,0	28,73	1379,0		
06	1	P	1		600		2 000	1,20	1,20	8,00	2,40	9,6	2,4	28,73	275,8		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												162,2	19,3				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												162,2	19,3				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 6 ks s přídavkem												972,9	115,9				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3795,99			
Celková cena [Kč] pro 6 ks														22775,95			



**2 | PLOCHA P2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
			HMOT	PLOCH						[kg]	[m <sup>2</sup> ]						
2	4	L	40	4			953	0,00	3,81	2,42	0,15	9,2	0,6	19,18	176,9		
3	8	L	40	4			993	0,00	7,94	2,42	0,15	19,2	1,2	19,18	368,7		
4	4	L	40	4			553	0,00	2,21	2,42	0,15	5,4	0,3	19,18	102,7		
7	5	T	60				1 800	0,00	9,00	6,23	0,23	56,1	2,1	21,36	1197,7		
8	3	P	1		1 000		1 800	1,80	5,40	8,00	3,60	43,2	10,8	28,73	1241,1		
9	1	P	1		600		1 800	1,08	1,08	8,00	2,16	8,6	2,2	28,73	248,2		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												141,7	17,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												141,7	17,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												566,9	68,5				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3335,35			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														13341,41			

**3 | LÁVKA L1**
**CELKEM: 2 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
			HMOT	PLOCH						[kg]	[m <sup>2</sup> ]						
11	2	L	70	6			9 840	0,00	19,68	6,40	0,27	126,0	5,3	19,42	2446,0		
12	2	L	70	6			630	0,00	1,26	6,40	0,27	8,1	0,3	19,42	156,6		
13	2	L	40	4			610	0,00	1,22	2,42	0,15	3,0	0,2	19,18	56,6		
14	9	ROŠT	30	3	600		1 000	0,60	5,40	29,00	2,42	156,6	21,8	799,00	7191,0		
15	1	ROŠT	30	3	600		720	0,43	0,43	29,00	2,42	12,5	2,4	799,00	799,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												306,1	30,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												306,1	30,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 2 ks s přídavkem												612,2	60,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														10649,22			
Celková cena [Kč] pro 2 ks														21298,44			

**4 | KONZOLA K1**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
			HMOT	PLOCH						[kg]	[m <sup>2</sup> ]						
17	1	IPE	180				3 950	0,00	3,95	18,80	0,70	74,3	2,8	22,26	1653,0		
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6		
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2		
20	4	P	6		117		164	0,02	0,08	48,00	0,04	3,7	0,2	22,50	82,9		
21	1	IPE	180				101	0,00	0,10	18,80	0,70	1,9	0,1	22,26	42,3		
22	1	P	12		180		330	0,06	0,06	96,00	0,12	5,7	0,1	22,20	126,6		
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6		
24	2	L	40	4			180	0,00	0,36	2,42	0,15	0,9	0,1	19,18	16,7		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												100,0	3,6				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												100,0	3,6				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												399,8	14,4				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														2232,01			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														8928,05			

5 KONZOLA K2													CELKEM: 4 ks			
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
17	1	IPE	180				3 950	0,00	3,95	18,80	0,70	74,3	2,8	22,26	1653,0	
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6	
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2	
20	3	P	6		117		164	0,02	0,06	48,00	0,04	2,8	0,1	22,50	62,2	
21	1	IPE	180				101	0,00	0,10	18,80	0,70	1,9	0,1	22,26	42,3	
22	1	P	12		180		330	0,06	0,06	96,00	0,12	5,7	0,1	22,20	126,6	
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6	
24	2	L	40	4			180	0,00	0,36	2,42	0,15	0,9	0,1	19,18	16,7	
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												99,0	3,6			
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												99,0	3,6			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												396,2	14,2			
Celková cena [Kč] pro 1 ks												2211,29				
Celková cena [Kč] pro 4 ks												8845,16				

6 KONZOLA K3													CELKEM: 4 ks			
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
17	1	IPE	180				3 950	0,00	3,95	18,80	0,70	74,3	2,8	22,26	1653,0	
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6	
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2	
20	1	P	6		117		164	0,02	0,02	48,00	0,04	0,9	0,0	22,50	20,7	
21	1	IPE	180				101	0,00	0,10	18,80	0,70	1,9	0,1	22,26	42,3	
22	1	P	12		180		330	0,06	0,06	96,00	0,12	5,7	0,1	22,20	126,6	
24	5	L	40	4			180	0,00	0,90	2,42	0,15	2,2	0,1	19,18	41,8	
25	5	L	45	5			85	0,00	0,43	3,38	0,17	1,4	0,1	18,70	26,9	
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												98,2	3,6			
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												98,2	3,6			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												393,0	14,2			
Celková cena [Kč] pro 1 ks												2190,17				
Celková cena [Kč] pro 4 ks												8760,67				

**7 | TRUBKA T1**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
33	1	TR	51	4			9 793	0,00	9,79	4,72	0,16	46,3	1,6	22,63	1047,1		
34	6	L	40	4			260	0,00	1,56	2,42	0,15	3,8	0,2	19,18	72,4		
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												50,1	1,8				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												50,1	1,8				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												200,6	7,2				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1122,01			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														4488,04			

**8 | TRUBKA T2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5		
36	1	TR	51	4			3 584	0,00	3,58	4,72	0,16	16,9	0,6	22,63	383,2		
37	3	L	40	4			260	0,00	0,78	2,42	0,15	1,9	0,1	19,18	36,2		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												18,9	0,7				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												18,9	0,7				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												75,7	2,8				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														421,90			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														1687,61			

**9 | DÍL D1**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
40	1	HEA	180				5 615	0,00	5,62	35,50	1,02	199,3	5,7	21,30	4245,8		
46	4	P	12		87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												216,2	6,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												216,2	6,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												216,2	6,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														4620,83			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														4620,83			

**10 | DÍL D2**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2	
41	1	HEA	180				4 682	0,00	4,68	35,50	1,02	166,2	4,8	21,30	3540,3	
46	4	P	12		87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7	
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												183,1	5,1			
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												183,1	5,1			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												183,1	5,1			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3915,34		
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>3915,34</b>		

**11 | DÍL D3**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2	
42	1	HEA	180				3 646	0,00	3,65	35,50	1,02	129,4	3,7	21,30	2756,9	
46	4	P	12		87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7	
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												146,3	4,1			
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												146,3	4,1			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												146,3	4,1			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3131,97		
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>3131,97</b>		

**12 | DÍL D4**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2	
43	1	HEA	180				2 609	0,00	2,61	35,50	1,02	92,6	2,7	21,30	1972,8	
46	4	P	12		87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7	
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												109,5	3,0			
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												109,5	3,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												109,5	3,0			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														2347,84		
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>2347,84</b>		

**13 | DÍL D5**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12			180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
44	1	HEA	180					1 573	0,00	1,57	35,50	1,02	55,8	1,6	21,30	1189,4		
46	4	P	12			87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7		
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													72,7	2,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													72,7	2,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													72,7	2,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks															1564,47			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>															<b>1564,47</b>			

**14 | DÍL D6**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12			180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
45	1	HEA	180					640	0,00	0,64	35,50	1,02	22,7	0,7	21,30	483,9		
46	4	P	12			87		152	0,01	0,05	96,00	0,03	5,1	0,1	22,20	112,7		
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													39,6	1,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													39,6	1,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													39,6	1,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks															858,98			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>															<b>858,98</b>			

**15 | NOSNÍK N1**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
50	1	TRHR	250	250	13		918	9 480	0,00	9,48	91,78	0,96	870,1	9,1	34,00	29582,8		
51	6	P	15			200		430	0,09	0,52	120	0,17	61,9	1,0	22,20	1374,6		
52	12	P	6			85		230	0,02	0,23	48	0,04	11,3	0,5	22,50	253,4		
53	1	P	20			535		880	0,47	0,47	160	0,94	75,3	0,9	23,90	1800,3		
54	4	P	12			130		200	0,03	0,10	96	0,05	10,0	0,2	22,20	221,6		
55	2	P	5			240		240	0,06	0,12	40	0,12	4,6	0,2	22,20	102,3		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													1033,2	12,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													1033,2	12,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													1033,2	12,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks															33335,12			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>															<b>33335,12</b>			

**16 | SLOUP S1**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
53	1	P	20		535		880	0,47	0,47	160	0,94	75,3	0,9	23,90	1800,3	
54	4	P	12		130		200	0,03	0,10	96	0,05	10,0	0,2	22,20	221,6	
56	2	P	12		200		226	0,05	0,09	96	0,09	8,7	0,2	22,20	192,7	
57	2	P	12		200		850	0,17	0,34	96	0,34	32,6	0,7	22,20	724,6	
58	1	TR	508	13			6 836	0,00	6,84	155,7	1,60	1064,1	10,9	50,00	53206,6	
59	1	P	30		1 108		1 108	1,23	1,23	240	2,46	294,6	2,5	22,20	6541,0	
60	10	P	15		250		250	0,06	0,63	120	0,13	75,0	1,3	22,20	1665,0	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												1560,4	16,6			
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												1560,4	16,6			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												1560,4	16,6			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														64351,86		
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>64351,86</b>		

**17 | VOLNÉ POLOŽKY**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
Z1	12	Up	140	60	4		247	1 900	0,00	22,80	7,899	0,50	180,1	11,4	22,90	4124,3
Z2	4	Up	140	60	4		247	1 700	0,00	6,80	7,899	0,50	53,7	3,4	22,90	1230,1
Z3	6	L	50	50	4			2 419	0,00	14,51	3,06	0,19	44,4	2,8	19,70	874,9
Z4	4	L	80	80	6			2 419	0,00	9,68	7,34	0,31	71,0	3,0	19,10	1356,5
VP1	2	P	15			1 108		1 108	1,23	2,46	120	2,46	294,6	4,9	22,20	6541,0
VP2	10	KR	30					750	0,00	7,50	5,655	0,09	42,4	0,7	256,00	2560,0
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												686,3	26,2			
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												686,3	26,2			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												686,3	26,2			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														16686,83		
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>16686,83</b>		

<b>Celková hmotnost konstrukce [kg]</b>	<b>7 664,58</b>
<b>Celková nátěrová plocha konstrukce [m<sup>2</sup>]</b>	<b>373,44</b>

## 3.2 SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ

### SPOJOVACÍ MATERIÁL

Ø [mm]	L [mm]	ŠESTIHRANNÉ ŠROUBY 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 10 x 30	M 10 x 40	M 12 x 40	M 16 x 60	M 16 x 70	M 27 x 100	M 10	M 12	M 16	M 27	PRO M 10	PRO M 12	PRO M 16	PRO M 27
27	100	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	0	8
16	70	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0	24	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
12	40	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0	0
12	40	0	0	24	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
12	40	0	0	12	0	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0
10	30	48	0	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0	0
10	30	24	0	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0
10	40	0	60	0	0	0	0	60	0	0	0	60	0	0	0
10	40	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0
12	40	0	0	48	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0
Celkem [ks]		72	100	132	96	24	8	172	132	120	8	172	132	120	8
Cena/ks [Kč]		2,64	3,36	4,64	9,52	13,60	56,00	0,69	1,20	1,84	11,12	0,42	0,80	1,20	3,36
Cena [Kč]		190	336	612	914	326	448	119	158	221	89	72,2	106	144	26,9
Celková cena [Kč]												3 762,44			

### KOTVENÍ

Ø [mm]	L [mm]	ZÁVITOVÉ TYČE 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 12 1000	M 16 1000	M 20 1000	M 24 1000	M 27 1000	M 30 1000	M 20	M 24	M 27	M 30	PRO M 20	PRO M 24	PRO M 27	PRO M 30
24	1000	0	0	0	0	0	10	0	0	0	20	0	0	0	20
Celkem [ks]		0	0	0	0	0	10	0	0	0	20	0	0	0	20
Cena/ks [Kč]		41,0	74,2	116,0	162,4	218,6	256,0	3,3	7,2	11,1	14,3	2,1	2,6	3,4	4,2
Cena [Kč]		0	0	0	0	0	2560	0	0	0	286	0	0	0	83,2
Celková cena [Kč]												2 929,60			

### 3.3 PROTIKOROZNÍ OCHRANA

#### REKAPITULACE DÍLCŮ

čís lo	NÁZEV DÍLCE	ks	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	HMOTN. [kg]	TRYSKÁNÍ		NÁTĚR		ZINKOVÁNÍ	
					Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/kg	Kč
1	PLOCHA P1	6	115,91	972,92	200,0	23183	150,0	17387	9,00	8756,3
2	PLOCHA P2	4	68,50	566,85	200,0	13700	150,0	10275	9,00	5101,7
3	LÁVKA L1	2	60,01	612,19	200,0	12001	150,0	9001	9,00	5509,7
4	KONZOLA K1	4	14,40	399,84	200,0	2880,7	150,0	2160,5	9,00	3598,5
5	KONZOLA K2	4	14,25	396,15	200,0	2850	150,0	2137,5	9,00	3565,4
6	KONZOLA K3	4	14,22	393,00	200,0	2843,2	150,0	2132,4	9,00	3537
7	TRUBKA T1	4	7,24	200,58	200,0	1448,9	150,0	1086,7	9,00	1805,2
8	TRUBKA T2	4	2,80	75,68	200,0	559,47	150,0	419,6	9,00	681,09
9	DÍL D1	1	6,09	216,22	200,0	1217,5	150,0	913,14	9,00	1946
10	DÍL D2	1	5,14	183,10	200,0	1027,2	150,0	770,39	9,00	1647,9
11	DÍL D3	1	4,08	146,32	200,0	815,84	150,0	611,88	9,00	1316,9
12	DÍL D4	1	3,02	109,51	200,0	604,29	150,0	453,22	9,00	985,57
13	DÍL D5	1	1,96	72,73	200,0	392,95	150,0	294,71	9,00	654,57
14	DÍL D6	1	1,01	39,61	200,0	202,62	150,0	151,96	9,00	356,48
15	NOSNÍK N1	1	11,95	1033,18	200,0	2390,7	150,0	1793	9,00	9298,7
16	SLOUP S1	1	16,63	1560,40	200,0	3325,1	150,0	2493,8	9,00	14044
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	26,22	686,30	200,0	5244,4	150,0	3933,3	9,00	6176,7
<b>Nátěrový systém - celková cena [Kč]</b>										<b>130 702,63</b>
<b>Žárové zinkování - celková cena [Kč]</b>										<b>143 668,40</b>

### 3.4 DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	7 664,58	22 993,74
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	28,83	766,46	22 097,04
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	114,97	4 598,80
VÝROBA	kg	10,00	7 664,58	76 645,80
MONTÁŽ	kg	6,50	7 664,58	49 819,77



### 3.5 MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

#### VÝZTUŽNÉ PRUTY

OZN	Ø	DÉLKA [mm]	POČET [ks]		
	[mm]			Ø 8	Ø 12
1	12	5030	9		45,27
2	12	3230	17		54,91
CELKEM [m´]				0,00	100,18
HMOTNOST [kg/m´]				0,395	0,888
HMOTNOST CELKEM [kg]				0,00	88,96
HMOT. S PŘÍDAVKEM 5% [kg]				0,00	93,41
CELK. HMOT. VÝZTUŽE [kg]				93,41	
CENA [Kč/kg]				18,90	19,21
CELKOVÁ CENA [Kč]				1 794,36	

#### KARI SÍŤ

OZN	Ø	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	L m	B m		
	mm	mm	mm			m <sup>2</sup>	ks
3	8	100	100	2	3	6	3
-	-	-	-	-	-	-	-
CELKEM [m <sup>2</sup> ]					18,00		
HMOTNOST [kg/m <sup>2</sup> ]					7,900		
HMOTNOST CELKEM [kg]					142,20		
HMOT. S PŘÍD. 0% [kg]					142,20		
CELK. HMOT. SÍŤI [kg]					142,20		
CENA [Kč/kg]					20,29		
CELKOVÁ CENA [Kč]					2 885,24		

Celková cena výztuže základové patky [Kč] **4 679,60**

#### BETON ZÁKLADOVÉ PATKY

BETON	DÉLKA [mm]	ŠÍŘKA [mm]	VÝŠKA [mm]	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	CENA [Kč/m <sup>3</sup> ]
C 25/30, XC2	2200	4000	1200	10,56	1787
Celková cena za beton základové patky [Kč]					<b>18 870,7</b>

#### PODLITÍ PATNÍCH DESEK

SMĚS	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	OBJEM [l]	Spotř. l/bal	MNOŽSTVÍ [bal]	CENA [Kč/bal]
GROUTEX 603	0,04142	41,42	13	4	500
Celková cena za podlití patního plechu směsí GROUTEX 603 [Kč]					<b>2 000,0</b>

Celková cena materiálového vstupu základové konstrukce [Kč] **25 550,32**

### 3.6 CELKOVÁ CENA BILLBOARDU

Předmětem této kalkulace je analyzovat nárůst ceny v závislosti na celkové hmotnosti ocelových konstrukcí a dále materiálový vstup základových konstrukcí, a to objem použitého betonu a tonáž výztuže. Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočtení základových konstrukcí a provést přepočtení cenové kalkulace.

Vzhledem k tomu, že billboard může být umístěn v příslušné větrné oblasti na území celé ČR, tudíž cena souvisejících prací, jakožto terénní úpravy, betonáž, výkopové práce

a dále doprava jednotlivých dílců na místo montáže, může být značně odlišná v závislosti na konkrétních terénních podmínkách a lokaci montáže, proto nejsou tyto složky ceny v cenové kalkulaci zahrnuty.

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	7 664,58	22 993,74
MATERIÁLOVÝ VSTUP OK	kg	Dle průřezu	7 664,58	220 938,50
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	28,83 <sup>5</sup>	766,46	22 097,04
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	114,97	4 598,80
VÝROBA	kg	10,00	7 664,58	76 645,80
MONTÁŽ	kg	6,50	7 664,58	49 819,77
SPOJOVACÍ MATERIÁL	ks	Dle průměru šroubu	Dle průměru šroubu	3 762,44
KOTVENÍ	ks	Dle průměru závitové tyče	Dle průměru závitové tyče	2 929,60
TRYSKÁNÍ	m <sup>2</sup>	200,00	373,44	74 688,00
NÁTĚROVÝ SYSTÉM	m <sup>2</sup>	150,00	373,44	56 016,00
ŽÁROVÉ ZINKOVÁNÍ	kg	9,00	8 047,81 <sup>6</sup>	72 430,29
VÝZTUŽ	kg	Dle profilu	235,61	4 679,60
BETON C 25/30, XC2	m <sup>3</sup>	1 787	10,56	18 870,70
PODLITÍ – SMĚS GROUTEX 603	bal	500,00	4	2 000,00

**Celková cena billboardu s PO nátěrovým systémem bez DPH** **560 039,99 Kč**

**Celková cena billboardu s PO žárovým zinkováním bez DPH** **576 454,28 Kč**

<sup>5</sup> Jedná se o průměrnou cenu 1 kg oceli S 235

<sup>6</sup> Cena zinkování se počítá z hmotnosti materiálu po pozinkování (nárůst hmotnosti může být až 5%)

## 4 CENOVÁ KALKULACE 2. NOSNÉHO SYSTÉMU V 1. VĚTRNÉ OBLASTI

### 4.1 MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

#### REKAPITULACE DÍLCŮ

číslo	NÁZEV DÍLCE	POČET ks	HMOTNOST [kg]		CENA [Kč]	
			PRO 1 ks	CELKEM	CELKEM	1 ks
1	PLOCHA P1	6	162,15	972,92	22775,95	3796
2	PLOCHA P2	4	141,71	566,85	13341,41	3335,4
3	LÁVKA L1	2	306,10	612,19	21298,44	10649
4	KONZOLA K1	4	73,96	295,86	6128,18	1532
5	KONZOLA K2	4	73,31	293,25	6069,66	1517,4
6	KONZOLA K3	4	72,78	291,11	6011,65	1502,9
7	TRUBKA T1	4	49,56	198,25	4443,48	1110,9
8	TRUBKA T2	4	18,63	74,51	1665,34	416,33
9	DÍL D1	1	183,62	183,62	3683,87	3683,9
10	DÍL D2	1	155,26	155,26	3119,44	3119,4
11	DÍL D3	1	123,76	123,76	2492,70	2492,7
12	DÍL D4	1	92,24	92,24	1865,36	1865,4
13	DÍL D5	1	60,74	60,74	1238,62	1238,6
14	DÍL D6	1	32,38	32,38	674,19	674,19
15	NOSNÍK N1	1	716,24	716,24	18204,25	18204
16	TUBUS T1	1	1946,46	1946,46	57443,70	57444
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	522,85	522,85	11758,12	11758
<b>Celková cena [Kč]</b>					<b>182 214,4</b>	

#### OCENĚNÍ MATERIÁLU PO DÍLCÍCH

1 PLOCHA P1										CELKEM:				6 ks			
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
			HMOT	PLOCH						[kg]	[m <sup>2</sup> ]						
01	5	T	60				2 000	0,00	10,00	6,23	0,23	62,3	2,3	21,36	1330,7		
02	5	L	40	4			953	0,00	4,77	2,42	0,15	11,5	0,7	19,18	221,2		
03	10	L	40	4			993	0,00	9,93	2,42	0,15	24,0	1,5	19,18	460,9		
04	5	L	40	4			553	0,00	2,77	2,42	0,15	6,7	0,4	19,18	128,3		
05	3	P	1		1 000		2 000	2,00	6,00	8,00	4,00	48,0	12,0	28,73	1379,0		
06	1	P	1		600		2 000	1,20	1,20	8,00	2,40	9,6	2,4	28,73	275,8		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												162,2	19,3				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												162,2	19,3				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 6 ks s přídavkem												972,9	115,9				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3795,99			
Celková cena [Kč] pro 6 ks														22775,95			

**2 | PLOCHA P2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
2	4	L	40	4			953	0,00	3,81	2,42	0,15	9,2	0,6	19,18	176,9		
3	8	L	40	4			993	0,00	7,94	2,42	0,15	19,2	1,2	19,18	368,7		
4	4	L	40	4			553	0,00	2,21	2,42	0,15	5,4	0,3	19,18	102,7		
7	5	T	60				1 800	0,00	9,00	6,23	0,23	56,1	2,1	21,36	1197,7		
8	3	P	1		1 000		1 800	1,80	5,40	8,00	3,60	43,2	10,8	28,73	1241,1		
9	1	P	1		600		1 800	1,08	1,08	8,00	2,16	8,6	2,2	28,73	248,2		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												141,7	17,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												141,7	17,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												566,9	68,5				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												3335,35					
Celková cena [Kč] pro 4 ks												13341,41					

**3 | LÁVKA L1**
**CELKEM: 2 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
11	2	L	70	6			9 840	0,00	19,68	6,40	0,27	126,0	5,3	19,42	2446,0		
12	2	L	70	6			630	0,00	1,26	6,40	0,27	8,1	0,3	19,42	156,6		
13	2	L	40	4			610	0,00	1,22	2,42	0,15	3,0	0,2	19,18	56,6		
14	9	ROŠT	30	3	600		1 000	0,60	5,40	29,00	2,42	156,6	21,8	799,00	7191,0		
15	1	ROŠT	30	3	600		720	0,43	0,43	29,00	2,42	12,5	2,4	799,00	799,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												306,1	30,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												306,1	30,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 2 ks s přídavkem												612,2	60,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												10649,22					
Celková cena [Kč] pro 2 ks												21298,44					

**4 | KONZOLA K1**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
17	1	IPE	140				3 950	0,00	3,95	12,90	0,55	51,0	2,2	19,92	1015,0		
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6		
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2		
20	4	P	6		108		126	0,01	0,05	48,00	0,03	2,6	0,1	22,50	58,5		
21	1	IPE	160				100	0,00	0,10	15,80	0,62	1,6	0,1	20,69	32,7		
22	1	P	12		160		300	0,05	0,05	96,00	0,10	4,6	0,1	22,20	102,3		
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6		
24	2	L	40	4			140	0,00	0,28	2,42	0,15	0,7	0,0	19,18	13,0		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												74,0	2,9				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												74,0	2,9				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												295,9	11,7				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												1532,04					
Celková cena [Kč] pro 4 ks												6128,18					

**5 KONZOLA K2**

**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]		
17	1	IPE	140				3 950	0,00	3,95	12,90	0,55	51,0	2,2	19,92	1015,0
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2
20	3	P	6		108		126	0,01	0,04	48,00	0,03	2,0	0,1	22,50	43,9
21	1	IPE	160				100	0,00	0,10	15,80	0,62	1,6	0,1	20,69	32,7
22	1	P	12		160		300	0,05	0,05	96,00	0,10	4,6	0,1	22,20	102,3
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6
24	2	L	40	4			140	0,00	0,28	2,42	0,15	0,7	0,0	19,18	13,0
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												73,3	2,9		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												73,3	2,9		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												293,3	11,6		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												1517,42			
Celková cena [Kč] pro 4 ks												6069,66			

**6 KONZOLA K3**

**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]		
17	1	IPE	140				3 950	0,00	3,95	12,90	0,55	51,0	2,2	19,92	1015,0
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2
20	1	P	6		108		126	0,01	0,01	48,00	0,03	0,7	0,0	22,50	14,6
21	1	IPE	160				100	0,00	0,10	15,80	0,62	1,6	0,1	20,69	32,7
22	1	P	12		160		300	0,05	0,05	96,00	0,10	4,6	0,1	22,20	102,3
24	5	L	40	4			140	0,00	0,70	2,42	0,15	1,7	0,1	19,18	32,5
25	5	L	45	5			85	0,00	0,43	3,38	0,17	1,4	0,1	18,70	26,9
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												72,8	2,9		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												72,8	2,9		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												291,1	11,6		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												1502,91			
Celková cena [Kč] pro 4 ks												6011,65			

**7 | TRUBKA T1**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]		
33	1	TR	51	4			9 793	0,00	9,79	4,72	0,16	46,3	1,6	22,63	1047,1
34	6	L	40	4			220	0,00	1,32	2,42	0,15	3,2	0,2	19,18	61,3
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												49,6	1,8		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												49,6	1,8		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												198,3	7,1		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												1110,87			
Celková cena [Kč] pro 4 ks												4443,48			

**8 | TRUBKA T2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]		
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5
36	1	TR	51	4			3 584	0,00	3,58	4,72	0,16	16,9	0,6	22,63	383,2
37	3	L	40	4			220	0,00	0,66	2,42	0,15	1,6	0,1	19,18	30,6
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												18,6	0,7		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												18,6	0,7		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												74,5	2,7		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												416,33			
Celková cena [Kč] pro 4 ks												1665,34			

**9 | DÍL D1**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]		
22	2	P	12		160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6
40	1	HEA	160				5 615	0,00	5,62	30,40	0,91	170,7	5,1	19,90	3396,9
46	4	P	10		77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												183,6	5,4		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												183,6	5,4		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												183,6	5,4		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												3683,87			
Celková cena [Kč] pro 1 ks												3683,87			

**10 | DÍL D2**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU	ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
									HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12			160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6
41	1	HEA	160					4 682	0,00	4,68	30,40	0,91	142,3	4,2	19,90	2832,4
46	4	P	10			77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks											155,3	4,5				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks											+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem											155,3	4,5				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem											155,3	4,5				
Celková cena [Kč] pro 1 ks													3119,44			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>													<b>3119,44</b>			

**11 | DÍL D3**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU	ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
									HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12			160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6
42	1	HEA	160					3 646	0,00	3,65	30,40	0,91	110,8	3,3	19,90	2205,7
46	4	P	10			77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks											123,8	3,6				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks											+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem											123,8	3,6				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem											123,8	3,6				
Celková cena [Kč] pro 1 ks													2492,70			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>													<b>2492,70</b>			

**12 | DÍL D4**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU	ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
									HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12			160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6
43	1	HEA	160					2 609	0,00	2,61	30,40	0,91	79,3	2,4	19,90	1578,3
46	4	P	10			77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks											92,2	2,7				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks											+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem											92,2	2,7				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem											92,2	2,7				
Celková cena [Kč] pro 1 ks													1865,36			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>													<b>1865,36</b>			

### 13 | DÍL D5

CELKEM: 1 ks

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]			
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]					
22	2	P	12			160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6			
44	1	HEA	160					1 573	0,00	1,57	30,40	0,91	47,8	1,4	19,90	951,6			
46	4	P	10			77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3			
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													60,7	1,7					
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks															+(0,00%)	0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													60,7	1,7					
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													60,7	1,7					
Celková cena [Kč] pro 1 ks															1238,62				
Celková cena [Kč] pro 1 ks															1238,62				

### 14 | DÍL D6

CELKEM: 1 ks

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]			
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]					
22	2	P	12			160		300	0,05	0,10	96,00	0,10	9,2	0,2	22,20	204,6			
45	1	HEA	160					640	0,00	0,64	30,40	0,91	19,5	0,6	19,90	387,2			
46	4	P	10			77		134	0,01	0,04	80,00	0,02	3,3	0,1	22,20	73,3			
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													32,4	0,9					
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks															+(0,00%)	0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													32,4	0,9					
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													32,4	0,9					
Celková cena [Kč] pro 1 ks															674,19				
Celková cena [Kč] pro 1 ks															674,19				

### 15 | NOSNÍK N1

CELKEM: 1 ks

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]			
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]					
50	1	TRHR	250	250	8		947	9 460	0,00	9,46	60,63	0,97	573,6	9,2	26,00	14913,4			
51	6	P	15			180		430	0,08	0,46	120	0,15	55,7	0,9	22,20	1237,2			
52	12	P	6			85		230	0,02	0,23	48	0,04	11,3	0,5	22,50	253,4			
53	2	P	20			310		550	0,17	0,34	160	0,34	54,6	0,7	23,90	1304,0			
54	8	P	8			140		230	0,03	0,26	64	0,06	16,5	0,5	23,90	394,0			
55	2	P	5			240		240	0,06	0,12	40	0,12	4,6	0,2	22,20	102,3			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													716,2	12,0					
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks															+(0,00%)	0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													716,2	12,0					
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													716,2	12,0					
Celková cena [Kč] pro 1 ks															18204,25				
Celková cena [Kč] pro 1 ks															18204,25				



16 | TUBUS T1

CELKEM: 1 ks

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
53	2	P	20			310		550	0,17	0,34	160	0,34	54,6	0,7	23,90	1304,0	
56	1	TRHR	150	150	5		567	2 250	0,00	2,25	22,68	0,58	51,0	1,3	30,24	1543,5	
57	2	P	5			146		146	0,02	0,04	40	0,04	1,7	0,1	22,20	37,9	
58	2	TRHR	150	150	5		567	1 400	0,00	2,80	22,68	0,58	63,5	1,6	30,24	1920,8	
59	1	TRHR	150	150	5		567	837	0,00	0,84	22,68	0,58	19,0	0,5	30,24	574,2	
60	8	P	10			75		130	0,01	0,08	80	0,02	6,2	0,2	22,20	138,5	
61	3	P	10			262		262	0,07	0,21	80	0,14	16,5	0,4	22,20	365,7	
62	3	TR	273	8				6 691	0,00	20,07	53,28	0,86	1069,5	17,2	30,30	32406,4	
63	3	P	15			500		500	0,25	0,75	120	0,50	90,0	1,5	20,20	1818,0	
64	12	TR	114	8				1 152	0,00	13,82	21,37	0,36	295,5	5,0	38,23	11295,4	
65	12	TR	108	5				1 796	0,00	21,55	12,94	0,34	279,0	7,3	21,65	6039,4	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												1946,5	35,8				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												1946,5	35,8				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												1946,5	35,8				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														57443,70			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														57443,70			

17 | VOLNÉ POLOŽKY

CELKEM: 1 ks

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
Z1	12	Up	140	60	4		247	1 920	0,00	23,04	7,899	0,50	182,0	11,6	22,90	4167,7	
Z2	4	Up	140	60	4		247	1 720	0,00	6,88	7,899	0,50	54,3	3,5	22,90	1244,5	
Z3	6	L	50	50	4			2 419	0,00	14,51	3,06	0,19	44,4	2,8	19,70	874,9	
Z4	4	L	60	60	6			2 419	0,00	9,68	5,42	0,23	52,4	2,2	19,63	1029,5	
VP1	6	P	15			500		500	0,25	1,50	120	0,50	180,0	3,0	22,20	3996,0	
VP2	12	KR	16					500	0,00	6,00	1,608	0,05	9,7	0,3	74,24	445,4	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												522,9	23,3				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												522,9	23,3				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												522,9	23,3				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														11758,12			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														11758,12			

Celková hmotnost konstrukce [kg]	7 138,49
Celková nátěrová plocha konstrukce [m <sup>2</sup> ]	379,04

## 4.2 SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ

### SPOJOVACÍ MATERIÁL

Ø [mm]	L [mm]	ŠESTIHRANNÉ ŠROUBY 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 10 x 30	M 10 x 40	M 12 x 40	M 16 x 60	M 16 x 70	M 20 x 80	M 10	M 12	M 16	M 20	PRO M 10	PRO M 12	PRO M 16	PRO M 20
20	80	0	0	0	0	0	16	0	0	0	16	0	0	0	16
16	70	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0	24	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
12	40	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0	0
12	40	0	0	24	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
12	40	0	0	12	0	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0
10	30	48	0	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0	0
10	30	24	0	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0
10	40	0	60	0	0	0	0	60	0	0	0	60	0	0	0
10	40	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0
12	40	0	0	48	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0
Celkem [ks]		72	100	132	96	24	16	172	132	120	16	172	132	120	16
Cena/ks [Kč]		2,64	3,36	4,64	9,52	13,60	28,48	0,69	1,20	1,84	3,28	0,42	0,80	1,20	2,08
Cena [Kč]		190	336	612	914	326	455,7	119	158	221	52,5	72,2	106	144	33,3
Celková cena [Kč]												3 740,04			

### KOTVENÍ

Ø [mm]	L [mm]	ZÁVITOVÉ TYČE 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 12 1000	M 16 1000	M 20 1000	M 24 1000	M 27 1000	M 30 1000	M 16	M 20	M 24	M 27	PRO M 16	PRO M 20	PRO M 24	PRO M 27
24	1000	0	6	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0
Celkem [ks]		0	6	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0
Cena/ks [Kč]		41,0	74,2	116,0	162,4	218,6	256,0	1,8	3,3	7,2	11,1	1,2	2,1	2,6	3,4
Cena [Kč]		0	445	0	0	0	0	44,2	0	0	0	28,8	0	0	0
Celková cena [Kč]												518,40			

### 4.3 PROTIKOROZNÍ OCHRANA

#### REKAPITULACE DÍLCŮ

čís lo	NÁZEV DÍLCE	ks	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	HMOTN. [kg]	TRYSKÁNÍ		NÁTĚR		ZINKOVÁNÍ	
					Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/kg	Kč
1	PLOCHA P1	6	115,91	972,92	200,0	23183	150,0	17387	9,00	8756,3
2	PLOCHA P2	4	68,50	566,85	200,0	13700	150,0	10275	9,00	5101,7
3	LÁVKA L1	2	60,01	612,19	200,0	12001	150,0	9001	9,00	5509,7
4	KONZOLA K1	4	11,73	295,86	200,0	2345,6	150,0	1759,2	9,00	2662,7
5	KONZOLA K2	4	11,62	293,25	200,0	2323,9	150,0	1742,9	9,00	2639,3
6	KONZOLA K3	4	11,60	291,11	200,0	2320,8	150,0	1740,6	9,00	2619,9
7	TRUBKA T1	4	7,10	198,25	200,0	1420,1	150,0	1065,1	9,00	1784,3
8	TRUBKA T2	4	2,73	74,51	200,0	545,07	150,0	408,8	9,00	670,63
9	DÍL D1	1	5,38	183,62	200,0	1076,8	150,0	807,64	9,00	1652,6
10	DÍL D2	1	4,54	155,26	200,0	907,6	150,0	680,7	9,00	1397,3
11	DÍL D3	1	3,60	123,76	200,0	719,67	150,0	539,75	9,00	1113,9
12	DÍL D4	1	2,66	92,24	200,0	531,56	150,0	398,67	9,00	830,13
13	DÍL D5	1	1,72	60,74	200,0	343,63	150,0	257,72	9,00	546,68
14	DÍL D6	1	0,87	32,38	200,0	174,38	150,0	130,79	9,00	291,41
15	NOSNÍK N1	1	12,03	716,24	200,0	2405,1	150,0	1803,8	9,00	6446,1
16	TUBUS T1	1	35,76	1946,46	200,0	7151,6	150,0	5363,7	9,00	17518
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	23,29	522,85	200,0	4658,5	150,0	3493,9	9,00	4705,7
<b>Nátěrový systém - celková cena [Kč]</b>										<b>132 665,15</b>
<b>Žárové zinkování - celková cena [Kč]</b>										<b>140 055,03</b>

### 4.4 DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	7 138,49	21 415,47
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	25,53	713,85	18 224,59
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	107,08	4 283,20
VÝROBA	kg	10,00	7 138,49	71 384,90
MONTÁŽ	kg	6,50	7 138,49	46 400,19

## 4.5 MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

### VÝZTUŽNÉ PRUTY

OZN	Ø	DÉLKA	POČET		
	[mm]			[mm]	[ks]
1	12	4830	8		38,64
2	12	2830	16		45,28
CELKEM [m´]				0,00	83,92
HMOTNOST [kg/m´]				0,395	0,888
HMOTNOST CELKEM [kg]				0,00	74,52
HMOT. S PŘÍDAVKEM 5% [kg]				0,00	78,25
<b>CELK. HMOT. VÝZTUŽE [kg]</b>				<b>78,25</b>	
CENA [Kč/kg]				18,90	19,21
<b>CELKOVÁ CENA [Kč]</b>				<b>1 503,13</b>	

### KARI SÍŤ

OZN	Ø	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	L	B		
	mm					mm	mm
3	8	100	100	2	3	6	3
-	-	-	-	-	-	-	-
CELKEM [m <sup>2</sup> ]					18,00		
HMOTNOST [kg/m <sup>2</sup> ]					7,900		
HMOTNOST CELKEM [kg]					142,20		
HMOT. S PŘÍD. 0% [kg]					142,20		
<b>CELK. HMOT. SÍŤI [kg]</b>					<b>142,20</b>		
CENA [Kč/kg]					20,29		
<b>CELKOVÁ CENA [Kč]</b>					<b>2 885,24</b>		

Celková cena výztuže základové patky [Kč] **4 388,36**

### BETON ZÁKLADOVÉ PATKY

BETON	DÉLKA [mm]	ŠÍŘKA [mm]	VÝŠKA [mm]	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	CENA [Kč/m <sup>3</sup> ]
C 25/30, XC2	1800	3800	1200	8,208	1787
Celková cena za beton základové patky [Kč]					<b>14 667,7</b>

### PODLITÍ PATNÍCH DESEK

SMĚS	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	OBJEM [l]	Spotř. l/bal	MNOŽSTVÍ [bal]	CENA [Kč/bal]
GROUTEX 603	0,03246	32,46	13	3	500
Celková cena za podlití patního plechu směsí GROUTEX 603 [Kč]					<b>1 500,0</b>

Celková cena materiálového vstupu základové konstrukce [Kč] **20 556,06**

## 4.6 CELKOVÁ CENA BILLBOARDU

Předmětem této kalkulace je analyzovat nárůst ceny v závislosti na celkové hmotnosti ocelových konstrukcí a dále materiálový vstup základových konstrukcí, a to objem použitého betonu a tonáž výztuže. Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočtení základových konstrukcí a provést přepočtení cenové kalkulace.

Vzhledem k tomu, že billboard může být umístěn v příslušné větrné oblasti na území celé ČR, tudíž cena souvisejících prací, jakožto terénní úpravy, betonáž, výkopové práce

a dále doprava jednotlivých dílců na místo montáže, může být značně odlišná v závislosti na konkrétních terénních podmínkách a lokaci montáže, proto nejsou tyto složky ceny v cenové kalkulaci zahrnuty.

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	7 138,49	21 415,47
MATERIÁLOVÝ VSTUP OK	kg	Dle průřezu	7 138,49	182 214,40
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	25,53 <sup>7</sup>	713,85	18 224,59
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	107,08	4 283,20
VÝROBA	kg	10,00	7 138,49	71 384,90
MONTÁŽ	kg	6,50	7 138,49	46 400,19
SPOJOVACÍ MATERIÁL	ks	Dle průměru šroubu	Dle průměru šroubu	3 740,04
KOTVENÍ	ks	Dle průměru závitové tyče	Dle průměru závitové tyče	518,40
TRYSKÁNÍ	m <sup>2</sup>	200,00	379,04	75 808,00
NÁTĚROVÝ SYSTÉM	m <sup>2</sup>	150,00	379,04	56 856,00
ŽÁROVÉ ZINKOVÁNÍ	kg	9,00	7 495,41 <sup>8</sup>	67 458,69
VÝZTUŽ	kg	Dle profilu	220,45	4 388,36
BETON C 25/30, XC2	m <sup>3</sup>	1 787	8,208	14 667,70
PODLITÍ – SMĚS GROUTEX 603	bal	500,00	3	1 500,00

**Celková cena billboardu s PO nátěrovým systémem bez DPH** **501 401,25 Kč**

**Celková cena billboardu s PO žárovým zinkováním bez DPH** **512 003,94 Kč**

<sup>7</sup> Jedná se o průměrnou cenu 1 kg oceli S 235

<sup>8</sup> Cena zinkování se počítá z hmotnosti materiálu po pozinkování (nárůst hmotnosti může být až 5%)

## 5 CENOVÁ KALKULACE 2. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 2. VĚTRNÉ OBLASTI

### 5.1 MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

#### REKAPITULACE DÍLCŮ

číslo	NÁZEV DÍLCE	POČET ks	HMOTNOST [kg]		CENA [Kč]	
			PRO 1 ks	CELKEM	CELKEM	1 ks
1	PLOCHA P1	6	162,15	972,92	22775,95	3796
2	PLOCHA P2	4	141,71	566,85	13341,41	3335,4
3	LÁVKA L1	2	306,10	612,19	21298,44	10649
4	KONZOLA K1	4	87,47	349,90	7425,13	1856,3
5	KONZOLA K2	4	86,69	346,75	7354,35	1838,6
6	KONZOLA K3	4	86,02	344,09	7282,94	1820,7
7	TRUBKA T1	4	49,85	199,41	4465,76	1116,4
8	TRUBKA T2	4	18,77	75,10	1676,47	419,12
9	DÍL D1	1	215,37	215,37	4602,04	4602
10	DÍL D2	1	182,25	182,25	3896,55	3896,6
11	DÍL D3	1	145,48	145,48	3113,18	3113,2
12	DÍL D4	1	108,66	108,66	2329,05	2329,1
13	DÍL D5	1	71,88	71,88	1545,68	1545,7
14	DÍL D6	1	38,76	38,76	840,19	840,19
15	NOSNÍK N1	1	859,13	859,13	24698,34	24698
16	TUBUS T1	1	2186,23	2186,23	80206,62	80207
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	558,75	558,75	12646,78	12647
<b>Celková cena [Kč]</b>					<b>219 498,9</b>	

#### OCENĚNÍ MATERIÁLU PO DÍLCÍCH

1 PLOCHA P1										CELKEM:				6 ks	
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]
			HMOT	PLOCH						[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
01	5	T	60				2 000	0,00	10,00	6,23	0,23	62,3	2,3	21,36	1330,7
02	5	L	40	4			953	0,00	4,77	2,42	0,15	11,5	0,7	19,18	221,2
03	10	L	40	4			993	0,00	9,93	2,42	0,15	24,0	1,5	19,18	460,9
04	5	L	40	4			553	0,00	2,77	2,42	0,15	6,7	0,4	19,18	128,3
05	3	P	1		1 000		2 000	2,00	6,00	8,00	4,00	48,0	12,0	28,73	1379,0
06	1	P	1		600		2 000	1,20	1,20	8,00	2,40	9,6	2,4	28,73	275,8
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												162,2	19,3		
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks + (0,00%)												0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												162,2	19,3		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 6 ks s přídavkem												972,9	115,9		
Celková cena [Kč] pro 1 ks												3795,99			
Celková cena [Kč] pro 6 ks												22775,95			

**2 | PLOCHA P2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
2	4	L	40	4			953	0,00	3,81	2,42	0,15	9,2	0,6	19,18	176,9		
3	8	L	40	4			993	0,00	7,94	2,42	0,15	19,2	1,2	19,18	368,7		
4	4	L	40	4			553	0,00	2,21	2,42	0,15	5,4	0,3	19,18	102,7		
7	5	T	60				1 800	0,00	9,00	6,23	0,23	56,1	2,1	21,36	1197,7		
8	3	P	1		1 000		1 800	1,80	5,40	8,00	3,60	43,2	10,8	28,73	1241,1		
9	1	P	1		600		1 800	1,08	1,08	8,00	2,16	8,6	2,2	28,73	248,2		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												141,7	17,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												141,7	17,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												566,9	68,5				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3335,35			
<b>Celková cena [Kč] pro 4 ks</b>														<b>13341,41</b>			

**3 | LÁVKA L1**
**CELKEM: 2 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
11	2	L	70	6			9 840	0,00	19,68	6,40	0,27	126,0	5,3	19,42	2446,0		
12	2	L	70	6			630	0,00	1,26	6,40	0,27	8,1	0,3	19,42	156,6		
13	2	L	40	4			610	0,00	1,22	2,42	0,15	3,0	0,2	19,18	56,6		
14	9	ROŠT	30	3	600		1 000	0,60	5,40	29,00	2,42	156,6	21,8	799,00	7191,0		
15	1	ROŠT	30	3	600		720	0,43	0,43	29,00	2,42	12,5	2,4	799,00	799,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												306,1	30,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												306,1	30,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 2 ks s přídavkem												612,2	60,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														10649,22			
<b>Celková cena [Kč] pro 2 ks</b>														<b>21298,44</b>			

**4 | KONZOLA K1**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
17	1	IPE	160				3 950	0,00	3,95	15,80	0,62	62,4	2,5	20,69	1291,3		
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6		
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2		
20	4	P	6		113		145	0,02	0,07	48,00	0,03	3,1	0,1	22,50	70,8		
21	1	IPE	180				101	0,00	0,10	18,80	0,70	1,9	0,1	22,26	42,3		
22	1	P	12		180		330	0,06	0,06	96,00	0,12	5,7	0,1	22,20	126,6		
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6		
24	2	L	40	4			160	0,00	0,32	2,42	0,15	0,8	0,0	19,18	14,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												87,5	3,3				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												87,5	3,3				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												349,9	13,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1856,28			
<b>Celková cena [Kč] pro 4 ks</b>														<b>7425,13</b>			

**5 KONZOLA K2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
17	1	IPE	160				3 950	0,00	3,95	15,80	0,62	62,4	2,5	20,69	1291,3		
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6		
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2		
20	3	P	6		113		145	0,02	0,05	48,00	0,03	2,4	0,1	22,50	53,1		
21	1	IPE	180				101	0,00	0,10	18,80	0,70	1,9	0,1	22,26	42,3		
22	1	P	12		180		330	0,06	0,06	96,00	0,12	5,7	0,1	22,20	126,6		
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6		
24	2	L	40	4			160	0,00	0,32	2,42	0,15	0,8	0,0	19,18	14,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												86,7	3,2				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												86,7	3,2				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												346,8	13,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1838,59			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														7354,35			

**6 KONZOLA K3**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
17	1	IPE	160				3 950	0,00	3,95	15,80	0,62	62,4	2,5	20,69	1291,3		
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6		
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2		
20	1	P	6		113		145	0,02	0,02	48,00	0,03	0,8	0,0	22,50	17,7		
21	1	IPE	180				101	0,00	0,10	18,80	0,70	1,9	0,1	22,26	42,3		
22	1	P	12		180		330	0,06	0,06	96,00	0,12	5,7	0,1	22,20	126,6		
24	5	L	40	4			160	0,00	0,80	2,42	0,15	1,9	0,1	19,18	37,1		
25	5	L	45	5			85	0,00	0,43	3,38	0,17	1,4	0,1	18,70	26,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												86,0	3,2				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												86,0	3,2				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												344,1	12,9				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1820,73			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														7282,94			



**7 | TRUBKA T1**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
33	1	TR	51	4			9 793	0,00	9,79	4,72	0,16	46,3	1,6	22,63	1047,1		
34	6	L	40	4			240	0,00	1,44	2,42	0,15	3,5	0,2	19,18	66,8		
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												49,9	1,8				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												49,9	1,8				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												199,4	7,2				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1116,44			
<b>Celková cena [Kč] pro 4 ks</b>														<b>4465,76</b>			

**8 | TRUBKA T2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5		
36	1	TR	51	4			3 584	0,00	3,58	4,72	0,16	16,9	0,6	22,63	383,2		
37	3	L	40	4			240	0,00	0,72	2,42	0,15	1,7	0,1	19,18	33,4		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												18,8	0,7				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												18,8	0,7				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												75,1	2,8				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														419,12			
<b>Celková cena [Kč] pro 4 ks</b>														<b>1676,47</b>			

**9 | DÍL D1**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
40	1	HEA	180				5 615	0,00	5,62	35,50	1,02	199,3	5,7	21,30	4245,8		
46	4	P	10		87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												215,4	6,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												215,4	6,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												215,4	6,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														4602,04			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>4602,04</b>			

10		DÍL D2													CELKEM: 1 ks			
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]			
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]					
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2			
41	1	HEA	180				4 682	0,00	4,68	35,50	1,02	166,2	4,8	21,30	3540,3			
46	4	P	10		87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9			
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												182,3	5,1					
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks														+(0,00%)	0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												182,3	5,1					
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												182,3	5,1					
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3896,55				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3896,55				

11		DÍL D3													CELKEM: 1 ks			
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]			
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]					
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2			
42	1	HEA	180				3 646	0,00	3,65	35,50	1,02	129,4	3,7	21,30	2756,9			
46	4	P	10		87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9			
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												145,5	4,1					
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks														+(0,00%)	0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												145,5	4,1					
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												145,5	4,1					
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3113,18				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3113,18				

12		DÍL D4													CELKEM: 1 ks			
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]			
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]					
22	2	P	12		180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2			
43	1	HEA	180				2 609	0,00	2,61	35,50	1,02	92,6	2,7	21,30	1972,8			
46	4	P	10		87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9			
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												108,7	3,0					
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks														+(0,00%)	0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												108,7	3,0					
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												108,7	3,0					
Celková cena [Kč] pro 1 ks														2329,05				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														2329,05				

13   DÍL D5													CELKEM: 1 ks					
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12			180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
44	1	HEA	180					1 573	0,00	1,57	35,50	1,02	55,8	1,6	21,30	1189,4		
46	4	P	10			87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9		
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													71,9	2,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													71,9	2,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													71,9	2,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks															1545,68			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>															<b>1545,68</b>			

14   DÍL D6													CELKEM: 1 ks					
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12			180		330	0,06	0,12	96,00	0,12	11,4	0,2	22,20	253,2		
45	1	HEA	180					640	0,00	0,64	35,50	1,02	22,7	0,7	21,30	483,9		
46	4	P	10			87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9		
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													38,8	1,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													38,8	1,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													38,8	1,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks															840,19			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>															<b>840,19</b>			

15   NOSNÍK N1													CELKEM: 1 ks					
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
50	1	TRHR	250	250	10		934	9 480	0,00	9,48	74,74	0,97	708,5	9,2	30,00	21256,0		
51	6	P	15			200		430	0,09	0,52	120	0,17	61,9	1,0	22,20	1374,6		
52	12	P	6			85		230	0,02	0,23	48	0,04	11,3	0,5	22,50	253,4		
53	2	P	20			320		550	0,18	0,35	160	0,35	56,3	0,7	23,90	1346,0		
54	8	P	8			140		230	0,03	0,26	64	0,06	16,5	0,5	22,20	366,0		
55	2	P	5			240		240	0,06	0,12	40	0,12	4,6	0,2	22,20	102,3		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													859,1	12,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													859,1	12,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													859,1	12,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks															24698,34			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>															<b>24698,34</b>			

16 | TUBUS T1

CELKEM: 1 ks

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
53	2	P	20			320		550	0,18	0,35	160	0,35	56,3	0,7	23,90	1346,0	
56	1	TRHR	160	160	5		607	2 290	0,00	2,29	24,28	0,62	55,6	1,4	33,74	1876,4	
57	2	P	5			156		156	0,02	0,05	40	0,05	1,9	0,1	22,20	43,2	
58	2	TRHR	160	160	5		607	1 397	0,00	2,79	24,28	0,62	67,9	1,7	33,74	2289,3	
59	1	TRHR	160	160	5		607	851	0,00	0,85	24,28	0,62	20,7	0,5	33,74	697,3	
60	8	P	10			75		130	0,01	0,08	80	0,02	6,2	0,2	22,20	138,5	
61	3	P	10			314		314	0,10	0,30	80	0,20	23,7	0,6	22,20	525,3	
62	3	TR	324	8				6 681	0,00	20,04	63,54	1,02	1273,4	20,4	45,56	58018,1	
63	3	P	15			530		530	0,28	0,84	120	0,56	101,1	1,7	20,20	2042,7	
64	12	TR	127	8				1 102	0,00	13,22	23,93	0,40	316,4	5,3	23,82	7536,7	
65	12	TR	108	5				1 693	0,00	20,32	12,94	0,34	263,0	6,9	21,65	5693,0	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												2186,2	39,5				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												2186,2	39,5				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												2186,2	39,5				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														80206,62			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														80206,62			

17 | VOLNÉ POLOŽKY

CELKEM: 1 ks

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
Z1	12	Up	140	60	4		247	1 910	0,00	22,92	7,899	0,50	181,0	11,5	22,90	4146,0	
Z2	4	Up	140	60	4		247	1 710	0,00	6,84	7,899	0,50	54,0	3,4	22,90	1237,3	
Z3	6	L	50	50	4			2 419	0,00	14,51	3,06	0,19	44,4	2,8	19,70	874,9	
Z4	4	L	70	70	6			2 419	0,00	9,68	6,4	0,27	61,9	2,6	19,42	1202,6	
VP1	6	P	15			530		530	0,28	1,69	120	0,56	202,2	3,4	22,20	4489,9	
VP2	12	KR	20					500	0,00	6,00	2,513	0,06	15,1	0,4	116,00	696,0	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												558,7	24,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												558,7	24,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												558,7	24,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														12646,78			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														12646,78			

Celková hmotnost konstrukce [kg]	7 833,72
Celková nátěrová plocha konstrukce [m <sup>2</sup> ]	390,29

## 5.2 SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ

### SPOJOVACÍ MATERIÁL

Ø [mm]	L [mm]	ŠESTIHRANNÉ ŠROUBY 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 10 x 30	M 10 x 40	M 12 x 40	M 16 x 60	M 16 x 70	M 20 x 80	M 10	M 12	M 16	M 20	PRO M 10	PRO M 12	PRO M 16	PRO M 20
20	80	0	0	0	0	0	16	0	0	0	16	0	0	0	16
16	70	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0	24	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
12	40	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0	0
12	40	0	0	24	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
12	40	0	0	12	0	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0
10	30	48	0	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0	0
10	30	24	0	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0
10	40	0	60	0	0	0	0	60	0	0	0	60	0	0	0
10	40	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0
12	40	0	0	48	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0
Celkem [ks]		72	100	132	96	24	16	172	132	120	16	172	132	120	16
Cena/ks [Kč]		2,64	3,36	4,64	9,52	13,60	28,48	0,69	1,20	1,84	3,28	0,42	0,80	1,20	2,08
Cena [Kč]		190	336	612	914	326	455,7	119	158	221	52,5	72,2	106	144	33,3
Celková cena [Kč]												3 740,04			

### KOTVENÍ

Ø [mm]	L [mm]	ZÁVITOVÉ TYČE 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 12 1000	M 16 1000	M 20 1000	M 24 1000	M 27 1000	M 30 1000	M 16	M 20	M 24	M 27	PRO M 16	PRO M 20	PRO M 24	PRO M 27
24	1000	0	0	6	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0
Celkem [ks]		0	0	6	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0
Cena/ks [Kč]		41,0	74,2	116,0	162,4	218,6	256,0	1,8	3,3	7,2	11,1	1,2	2,1	2,6	3,4
Cena [Kč]		0	0	696	0	0	0	0	78,7	0	0	0	49,9	0	0
Celková cena [Kč]												824,64			

## 5.3 PROTIKOROZNÍ OCHRANA

### REKAPITULACE DÍLCŮ

čís lo	NÁZEV DÍLCE	ks	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	HMOTN. [kg]	TRYSKÁNÍ		NÁTĚR		ZINKOVÁNÍ	
					Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/kg	Kč
1	PLOCHA P1	6	115,91	972,92	200,0	23183	150,0	17387	9,00	8756,3
2	PLOCHA P2	4	68,50	566,85	200,0	13700	150,0	10275	9,00	5101,7
3	LÁVKA L1	2	60,01	612,19	200,0	12001	150,0	9001	9,00	5509,7
4	KONZOLA K1	4	13,09	349,90	200,0	2617,8	150,0	1963,3	9,00	3149,1
5	KONZOLA K2	4	12,96	346,75	200,0	2591,6	150,0	1943,7	9,00	3120,8
6	KONZOLA K3	4	12,93	344,09	200,0	2586,5	150,0	1939,9	9,00	3096,8
7	TRUBKA T1	4	7,17	199,41	200,0	1434,5	150,0	1075,9	9,00	1794,7
8	TRUBKA T2	4	2,76	75,10	200,0	552,27	150,0	414,2	9,00	675,86
9	DÍL D1	1	6,09	215,37	200,0	1217,5	150,0	913,14	9,00	1938,4
10	DÍL D2	1	5,14	182,25	200,0	1027,2	150,0	770,39	9,00	1640,3
11	DÍL D3	1	4,08	145,48	200,0	815,84	150,0	611,88	9,00	1309,3
12	DÍL D4	1	3,02	108,66	200,0	604,29	150,0	453,22	9,00	977,95
13	DÍL D5	1	1,96	71,88	200,0	392,95	150,0	294,71	9,00	646,95
14	DÍL D6	1	1,01	38,76	200,0	202,62	150,0	151,96	9,00	348,86
15	NOSNÍK N1	1	12,10	859,13	200,0	2420,9	150,0	1815,7	9,00	7732,2
16	TUBUS T1	1	39,50	2186,23	200,0	7900,2	150,0	5925,2	9,00	19676
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	24,05	558,75	200,0	4809,1	150,0	3606,8	9,00	5028,7
Nátěrový systém - celková cena [Kč]									<b>136 600,99</b>	
Žárové zinkování - celková cena [Kč]									<b>148 561,22</b>	

## 5.4 DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	7 833,72	23 501,16
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	28,02	783,37	21 950,03
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	117,51	4 700,40
VÝROBA	kg	10,00	7 833,72	78 337,20
MONTÁŽ	kg	6,50	7 833,72	50 919,18

## 5.5 MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

### VÝZTUŽNÉ PRUTY

OZN	Ø	DÉLKA	POČET	Ø 8	Ø 12
	[mm]	[mm]	[ks]		
1	12	5030	9		45,27
2	12	3030	17		51,51
CELKEM [m´]				0,00	96,78
HMOTNOST [kg/m´]				0,395	0,888
HMOTNOST CELKEM [kg]				0,00	85,94
HMOT. S PŘÍDAVKEM 5% [kg]				0,00	90,24
<b>CELK. HMOT. VÝZTUŽE [kg]</b>				<b>90,24</b>	
CENA [Kč/kg]				18,90	19,21
<b>CELKOVÁ CENA [Kč]</b>				<b>1 733,47</b>	

### KARI SÍŤE

OZN	Ø	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	L	B	m <sup>2</sup>	ks
	mm	mm	mm	m	m		
3	8	100	100	2	3	6	3
-	-	-	-	-	-	-	-
CELKEM [m <sup>2</sup> ]						18,00	
HMOTNOST [kg/m <sup>2</sup> ]						7,900	
HMOTNOST CELKEM [kg]						142,20	
HMOT. S PŘÍD. 0% [kg]						142,20	
<b>CELK. HMOT. SÍŤI [kg]</b>						<b>142,20</b>	
CENA [Kč/kg]						20,29	
<b>CELKOVÁ CENA [Kč]</b>						<b>2 885,24</b>	

Celková cena výztuže základové patky [Kč] **4 618,70**

### BETON ZÁKLADOVÉ PATKY

BETON	DÉLKA [mm]	ŠÍŘKA [mm]	VÝŠKA [mm]	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	CENA [Kč/m <sup>3</sup> ]
C 25/30, XC2	2000	4000	1200	9,6	1787
Celková cena za beton základové patky [Kč]					<b>17 155,2</b>

### PODLITÍ PATNÍCH DESEK

SMĚS	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	OBJEM [l]	Spotř. l/bal	MNOŽSTVÍ [bal]	CENA [Kč/bal]
GROUTEX 603	0,03632	36,32	13	3	500
Celková cena za podlití patního plechu směsí GROUTEX 603 [Kč]					<b>1 500,0</b>

Celková cena materiálového vstupu základové konstrukce [Kč] **23 273,90**

## 5.6 CELKOVÁ CENA BILLBOARDU

Předmětem této kalkulace je analyzovat nárůst ceny v závislosti na celkové hmotnosti ocelových konstrukcí a dále materiálový vstup základových konstrukcí, a to objem použitého betonu a tonáž výztuže. Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočítání základových konstrukcí a provést přepočítání cenové kalkulace.

Vzhledem k tomu, že billboard může být umístěn v příslušné větrné oblasti na území celé ČR, tudíž cena souvisejících prací, jakožto terénní úpravy, betonáž, výkopové práce

a dále doprava jednotlivých dílců na místo montáže, může být značně odlišná v závislosti na konkrétních terénních podmínkách a lokaci montáže, proto nejsou tyto složky ceny v cenové kalkulaci zahrnuty.

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	7 833,72	23 501,16
MATERIÁLOVÝ VSTUP OK	kg	Dle průřezu	7 833,72	219 498,90
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	28,02 <sup>9</sup>	783,37	21 950,03
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	117,51	4 700,40
VÝROBA	kg	10,00	7 833,72	78 337,20
MONTÁŽ	kg	6,50	7 833,72	50 919,18
SPOJOVACÍ MATERIÁL	ks	Dle průměru šroubu	Dle průměru šroubu	3 740,04
KOTVENÍ	ks	Dle průměru závitové tyče	Dle průměru závitové tyče	824,64
TRYSKÁNÍ	m <sup>2</sup>	200,00	390,29	78 058,00
NÁTĚROVÝ SYSTÉM	m <sup>2</sup>	150,00	390,29	58 543,50
ŽÁROVÉ ZINKOVÁNÍ	kg	9,00	8 225,41 <sup>10</sup>	74 028,69
VÝZTUŽ	kg	Dle profilu	232,44	4 618,70
BETON C 25/30, XC2	m <sup>3</sup>	1 787	9,6	17 155,20
PODLITÍ – SMĚS GROUTEX 603	bal	500,00	3	1 500,00

**Celková cena billboardu s PO nátěrovým systémem bez DPH** **563 346,95 Kč**

**Celková cena billboardu s PO žárovým zinkováním bez DPH** **578 832,14 Kč**

<sup>9</sup> Jedná se o průměrnou cenu 1 kg oceli S 235

<sup>10</sup> Cena zinkování se počítá z hmotnosti materiálu po pozinkování (nárůst hmotnosti může být až 5%)



## 6 CENOVÁ KALKULACE 2. NOSNÉHO SYSTÉMU VE 3. VĚTRNÉ OBLASTI

### 6.1 MATERIÁLOVÝ VSTUP OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

#### REKAPITULACE DÍLCŮ

číslo	NÁZEV DÍLCE	POČET ks	HMOTNOST [kg]		CENA [Kč]	
			PRO 1 ks	CELKEM	CELKEM	1 ks
1	PLOCHA P1	6	162,15	972,92	22775,95	3796
2	PLOCHA P2	4	141,71	566,85	13341,41	3335,4
3	LÁVKA L1	2	306,10	612,19	21298,44	10649
4	KONZOLA K1	4	100,69	402,76	8971,54	2242,9
5	KONZOLA K2	4	99,77	399,08	8888,65	2222,2
6	KONZOLA K3	4	98,98	395,92	8804,16	2201
7	TRUBKA T1	4	50,14	200,58	4488,04	1122
8	TRUBKA T2	4	18,92	75,68	1687,61	421,9
9	DÍL D1	1	216,07	216,07	4617,38	4617,4
10	DÍL D2	1	182,94	182,94	3911,89	3911,9
11	DÍL D3	1	146,17	146,17	3128,52	3128,5
12	DÍL D4	1	109,35	109,35	2344,40	2344,4
13	DÍL D5	1	72,57	72,57	1561,02	1561
14	DÍL D6	1	39,45	39,45	855,54	855,54
15	NOSNÍK N1	1	862,65	862,65	24782,47	24782
16	TUBUS T1	1	2656,09	2656,09	99959,32	99959
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	558,75	558,75	12646,78	12647
<b>Celková cena [Kč]</b>					<b>244 063,1</b>	

#### OCENĚNÍ MATERIÁLU PO DÍLCÍCH

1		PLOCHA P1										CELKEM:		6 ks			
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ HMOT	PLOCH	CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
												[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
01	5	T	60				2 000	0,00	10,00	6,23	0,23	62,3	2,3	21,36	1330,7		
02	5	L	40	4			953	0,00	4,77	2,42	0,15	11,5	0,7	19,18	221,2		
03	10	L	40	4			993	0,00	9,93	2,42	0,15	24,0	1,5	19,18	460,9		
04	5	L	40	4			553	0,00	2,77	2,42	0,15	6,7	0,4	19,18	128,3		
05	3	P	1			1 000	2 000	2,00	6,00	8,00	4,00	48,0	12,0	28,73	1379,0		
06	1	P	1			600	2 000	1,20	1,20	8,00	2,40	9,6	2,4	28,73	275,8		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												162,2	19,3				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												162,2	19,3				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 6 ks s přídavkem												972,9	115,9				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3795,99			
Celková cena [Kč] pro 6 ks														22775,95			

**2 | PLOCHA P2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
2	4	L	40	4			953	0,00	3,81	2,42	0,15	9,2	0,6	19,18	176,9		
3	8	L	40	4			993	0,00	7,94	2,42	0,15	19,2	1,2	19,18	368,7		
4	4	L	40	4			553	0,00	2,21	2,42	0,15	5,4	0,3	19,18	102,7		
7	5	T	60				1 800	0,00	9,00	6,23	0,23	56,1	2,1	21,36	1197,7		
8	3	P	1		1 000		1 800	1,80	5,40	8,00	3,60	43,2	10,8	28,73	1241,1		
9	1	P	1		600		1 800	1,08	1,08	8,00	2,16	8,6	2,2	28,73	248,2		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												141,7	17,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												141,7	17,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												566,9	68,5				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												3335,35					
Celková cena [Kč] pro 4 ks												13341,41					

**3 | LÁVKA L1**
**CELKEM: 2 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
11	2	L	70	6			9 840	0,00	19,68	6,40	0,27	126,0	5,3	19,42	2446,0		
12	2	L	70	6			630	0,00	1,26	6,40	0,27	8,1	0,3	19,42	156,6		
13	2	L	40	4			610	0,00	1,22	2,42	0,15	3,0	0,2	19,18	56,6		
14	9	ROŠT	30	3	600		1 000	0,60	5,40	29,00	2,42	156,6	21,8	799,00	7191,0		
15	1	ROŠT	30	3	600		720	0,43	0,43	29,00	2,42	12,5	2,4	799,00	799,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												306,1	30,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												306,1	30,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 2 ks s přídavkem												612,2	60,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												10649,22					
Celková cena [Kč] pro 2 ks												21298,44					

**4 | KONZOLA K1**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DÉLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
17	1	IPE	180				3 950	0,00	3,95	18,80	0,70	74,3	2,8	22,26	1653,0		
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6		
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2		
20	4	P	6		117		164	0,02	0,08	48,00	0,04	3,7	0,2	22,50	82,9		
21	1	IPE	200				102	0,00	0,10	22,40	0,77	2,3	0,1	19,90	45,5		
22	1	P	12		180		350	0,06	0,06	96,00	0,13	6,0	0,1	22,20	134,3		
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6		
24	2	L	40	4			180	0,00	0,36	2,42	0,15	0,9	0,1	19,18	16,7		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												100,7	3,6				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												100,7	3,6				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												402,8	14,5				
Celková cena [Kč] pro 1 ks												2242,89					
Celková cena [Kč] pro 4 ks												8971,54					

**5 KONZOLA K2**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
17	1	IPE	180				3 950	0,00	3,95	18,80	0,70	74,3	2,8	22,26	1653,0		
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6		
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2		
20	3	P	6		117		164	0,02	0,06	48,00	0,04	2,8	0,1	22,50	62,2		
21	1	IPE	200				102	0,00	0,10	22,40	0,77	2,3	0,1	19,90	45,5		
22	1	P	12		180		350	0,06	0,06	96,00	0,13	6,0	0,1	22,20	134,3		
23	5	L	45	5			100	0,00	0,50	3,38	0,17	1,7	0,1	18,70	31,6		
24	2	L	40	4			180	0,00	0,36	2,42	0,15	0,9	0,1	19,18	16,7		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												99,8	3,6				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												99,8	3,6				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												399,1	14,3				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														2222,16			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														8888,65			

**6 KONZOLA K3**
**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
17	1	IPE	180				3 950	0,00	3,95	18,80	0,70	74,3	2,8	22,26	1653,0		
18	1	T	80				1 070	0,00	1,07	10,10	0,30	10,8	0,3	23,65	255,6		
19	1	P	8		100		100	0,01	0,01	64,00	0,02	0,6	0,0	22,20	14,2		
20	1	P	6		117		164	0,02	0,02	48,00	0,04	0,9	0,0	22,50	20,7		
21	1	IPE	200				102	0,00	0,10	22,40	0,77	2,3	0,1	19,90	45,5		
22	1	P	12		180		350	0,06	0,06	96,00	0,13	6,0	0,1	22,20	134,3		
24	5	L	40	4			180	0,00	0,90	2,42	0,15	2,2	0,1	19,18	41,8		
25	5	L	45	5			85	0,00	0,43	3,38	0,17	1,4	0,1	18,70	26,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												99,0	3,6				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												99,0	3,6				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												395,9	14,3				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														2201,04			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														8804,16			

**7 | TRUBKA T1**

**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
33	1	TR	51	4			9 793	0,00	9,79	4,72	0,16	46,3	1,6	22,63	1047,1		
34	6	L	40	4			260	0,00	1,56	2,42	0,15	3,8	0,2	19,18	72,4		
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												50,1	1,8				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												50,1	1,8				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												200,6	7,2				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1122,01			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														4488,04			

**8 | TRUBKA T2**

**CELKEM: 4 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
35	2	P	3		45		45	0,00	0,00	24,00	0,00	0,1	0,0	25,49	2,5		
36	1	TR	51	4			3 584	0,00	3,58	4,72	0,16	16,9	0,6	22,63	383,2		
37	3	L	40	4			260	0,00	0,78	2,42	0,15	1,9	0,1	19,18	36,2		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												18,9	0,7				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												18,9	0,7				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 4 ks s přídavkem												75,7	2,8				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														421,90			
Celková cena [Kč] pro 4 ks														1687,61			

**9 | DÍL D1**

**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		180		350	0,06	0,13	96,00	0,13	12,1	0,3	22,20	268,5		
40	1	HEA	180				5 615	0,00	5,62	35,50	1,02	199,3	5,7	21,30	4245,8		
46	4	P	10		87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												216,1	6,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												216,1	6,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												216,1	6,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														4617,38			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														4617,38			

10   DÍL D2													CELKEM: 1 ks				
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		180		350	0,06	0,13	96,00	0,13	12,1	0,3	22,20	268,5		
41	1	HEA	180				4 682	0,00	4,68	35,50	1,02	166,2	4,8	21,30	3540,3		
46	4	P	10		87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												182,9	5,2				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												182,9	5,2				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												182,9	5,2				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3911,89			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3911,89			

11   DÍL D3													CELKEM: 1 ks				
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		180		350	0,06	0,13	96,00	0,13	12,1	0,3	22,20	268,5		
42	1	HEA	180				3 646	0,00	3,65	35,50	1,02	129,4	3,7	21,30	2756,9		
46	4	P	10		87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												146,2	4,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												146,2	4,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												146,2	4,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3128,52			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														3128,52			

12   DÍL D4													CELKEM: 1 ks				
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU		ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]		
										HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]				
22	2	P	12		180		350	0,06	0,13	96,00	0,13	12,1	0,3	22,20	268,5		
43	1	HEA	180				2 609	0,00	2,61	35,50	1,02	92,6	2,7	21,30	1972,8		
46	4	P	10		87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9		
47	2	P	6		65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												109,4	3,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks										+(0,00%)		0,0	0,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												109,4	3,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												109,4	3,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														2344,40			
Celková cena [Kč] pro 1 ks														2344,40			

**13 | DÍL D5**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
22	2	P	12			180		350	0,06	0,13	96,00	0,13	12,1	0,3	22,20	268,5	
44	1	HEA	180					1 573	0,00	1,57	35,50	1,02	55,8	1,6	21,30	1189,4	
46	4	P	10			87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9	
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												72,6	2,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												72,6	2,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												72,6	2,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														1561,02			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>1561,02</b>			

**14 | DÍL D6**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
22	2	P	12			180		350	0,06	0,13	96,00	0,13	12,1	0,3	22,20	268,5	
45	1	HEA	180					640	0,00	0,64	35,50	1,02	22,7	0,7	21,30	483,9	
46	4	P	10			87		152	0,01	0,05	80,00	0,03	4,2	0,1	22,20	93,9	
47	2	P	6			65		65	0,00	0,01	48,00	0,01	0,4	0,0	22,50	9,1	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												39,5	1,0				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												39,5	1,0				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												39,5	1,0				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														855,54			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>855,54</b>			

**15 | NOSNÍK N1**
**CELKEM: 1 ks**

POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
50	1	TRHR	250	250	10		934	9 480	0,00	9,48	74,74	0,97	708,5	9,2	30,00	21256,0	
51	6	P	15			200		430	0,09	0,52	120	0,17	61,9	1,0	22,20	1374,6	
52	12	P	6			85		230	0,02	0,23	48	0,04	11,3	0,5	22,50	253,4	
53	2	P	20			340		550	0,19	0,37	160	0,37	59,8	0,7	23,90	1430,2	
54	8	P	8			140		230	0,03	0,26	64	0,06	16,5	0,5	22,20	366,0	
55	2	P	5			240		240	0,06	0,12	40	0,12	4,6	0,2	22,20	102,3	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												862,6	12,1				
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks												+(0,00%)		0,0	0,0		
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												862,6	12,1				
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem												862,6	12,1				
Celková cena [Kč] pro 1 ks														24782,47			
<b>Celková cena [Kč] pro 1 ks</b>														<b>24782,47</b>			

16 TUBUS T1													CELKEM: 1 ks				
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
53	2	P	20			340		550	0,19	0,37	160	0,37	59,8	0,7	23,90	1430,2	
56	1	TRHR	180	180	5		687	2 290	0,00	2,29	27,48	0,70	62,9	1,6	24,63	1550,2	
57	2	P	5			176		176	0,03	0,06	40	0,06	2,5	0,1	22,20	55,0	
58	2	TRHR	180	180	5		687	1 397	0,00	2,79	27,48	0,70	76,8	2,0	24,63	1891,4	
59	1	TRHR	180	180	5		687	857	0,00	0,86	27,48	0,70	23,6	0,6	24,63	580,1	
60	8	P	10			75		130	0,01	0,08	80	0,02	6,2	0,2	22,20	138,5	
61	3	P	10			314		314	0,10	0,30	80	0,20	23,7	0,6	22,20	525,3	
62	3	TR	324	10				6 661	0,00	19,98	78,92	1,02	1577,0	20,3	45,55	71832,1	
63	3	P	15			530		530	0,28	0,84	120	0,56	101,1	1,7	20,20	2042,7	
64	12	TR	159	8				1 118	0,00	13,42	30,36	0,50	407,3	6,7	25,47	10374,3	
65	12	TR	127	5				1 713	0,00	20,56	15,33	0,40	315,1	8,2	30,27	9539,4	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													2656,1	42,7			
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks + (0,00%)													0,0	0,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													2656,1	42,7			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													2656,1	42,7			
Celková cena [Kč] pro 1 ks													99959,32				
Celková cena [Kč] pro 1 ks													99959,32				

17 VOLNÉ POLOŽKY													CELKEM: 1 ks				
POL	POČ [ks]	PROFIL	ROZMĚRY PRŮŘEZU			ŠÍŘKA [mm]	R. Š. [mm]	DĚLKA [mm]	PL. KS [m <sup>2</sup> ]	DL. ČI PL. CELKEM	JEDNOTKOVÁ		CELKEM		JEDN. CENA	CELKOVÁ CENA [Kč]	
											HMOT	PLOCH	[kg]	[m <sup>2</sup> ]			
Z1	12	Up	140	60	4		247	1 910	0,00	22,92	7,899	0,50	181,0	11,5	22,90	4146,0	
Z2	4	Up	140	60	4		247	1 710	0,00	6,84	7,899	0,50	54,0	3,4	22,90	1237,3	
Z3	6	L	50	50	4			2 419	0,00	14,51	3,06	0,19	44,4	2,8	19,70	874,9	
Z4	4	L	70	70	6			2 419	0,00	9,68	6,4	0,27	61,9	2,6	19,42	1202,6	
VP1	6	P	15			530		530	0,28	1,69	120	0,56	202,2	3,4	22,20	4489,9	
VP2	12	KR	20					500	0,00	6,00	2,513	0,06	15,1	0,4	116,00	696,0	
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks													558,7	24,0			
Přídavek hmotnosti [kg] a nátěr. plochy [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks + (0,00%)													0,0	0,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													558,7	24,0			
Celková hmotnost [kg] a nátěr. plocha [m <sup>2</sup> ] pro 1 ks s přídavkem													558,7	24,0			
Celková cena [Kč] pro 1 ks													12646,78				
Celková cena [Kč] pro 1 ks													12646,78				

Celková hmotnost konstrukce [kg]	<b>8 470,02</b>
Celková nátěrová plocha konstrukce [m <sup>2</sup> ]	<b>397,82</b>

## 6.2 SPOJOVACÍ MATERIÁL A KOTVENÍ

### SPOJOVACÍ MATERIÁL

Ø [mm]	L [mm]	ŠESTIHRANNÉ ŠROUBY 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 10 x 30	M 10 x 40	M 12 x 40	M 16 x 60	M 16 x 70	M 24 x 90	M 10	M 12	M 16	M 24	PRO M 10	PRO M 12	PRO M 16	PRO M 24
24	90	0	0	0	0	0	16	0	0	0	16	0	0	0	16
16	70	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0	24	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
16	60	0	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0
12	40	0	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	32	0	0
12	40	0	0	24	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0
12	40	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
12	40	0	0	12	0	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0
10	30	48	0	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0	0
10	30	24	0	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0	0
10	40	0	60	0	0	0	0	60	0	0	0	60	0	0	0
10	40	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0
12	40	0	0	48	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0
Celkem [ks]		72	100	132	96	24	16	172	132	120	16	172	132	120	16
Cena/ks [Kč]		2,64	3,36	4,64	9,52	13,60	34,32	0,69	1,20	1,84	7,20	0,42	0,80	1,20	2,64
Cena [Kč]		190	336	612	914	326	549,1	119	158	221	115	72,2	106	144	42,2
Celková cena [Kč]												3 905,16			

### KOTVENÍ

Ø [mm]	L [mm]	ZÁVITOVÉ TYČE 8.8. [ks]						MATICE [ks]				PODLOŽKY [ks]			
		M 12 1000	M 16 1000	M 20 1000	M 24 1000	M 27 1000	M 30 1000	M 16	M 20	M 24	M 27	PRO M 16	PRO M 20	PRO M 24	PRO M 27
24	1000	0	0	6	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0
Celkem [ks]		0	0	6	0	0	0	0	24	0	0	0	24	0	0
Cena/ks [Kč]		41,0	74,2	116,0	162,4	218,6	256,0	1,8	3,3	7,2	11,1	1,2	2,1	2,6	3,4
Cena [Kč]		0	0	696	0	0	0	0	78,7	0	0	0	49,9	0	0
Celková cena [Kč]												824,64			



## 6.3 PROTIKOROZNÍ OCHRANA

### REKAPITULACE DÍLCŮ

čís lo	NÁZEV DÍLCE	ks	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	HMOTN. [kg]	TRYSKÁNÍ		NÁTĚŘ		ZINKOVÁNÍ	
					Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/m <sup>2</sup>	Kč	Kč/kg	Kč
1	PLOCHA P1	6	115,91	972,92	200,0	23183	150,0	17387	9,00	8756,3
2	PLOCHA P2	4	68,50	566,85	200,0	13700	150,0	10275	9,00	5101,7
3	LÁVKA L1	2	60,01	612,19	200,0	12001	150,0	9001	9,00	5509,7
4	KONZOLA K1	4	14,46	402,76	200,0	2892,5	150,0	2169,4	9,00	3624,9
5	KONZOLA K2	4	14,31	399,08	200,0	2861,8	150,0	2146,3	9,00	3591,7
6	KONZOLA K3	4	14,27	395,92	200,0	2855	150,0	2141,2	9,00	3563,3
7	TRUBKA T1	4	7,24	200,58	200,0	1448,9	150,0	1086,7	9,00	1805,2
8	TRUBKA T2	4	2,80	75,68	200,0	559,47	150,0	419,6	9,00	681,09
9	DÍL D1	1	6,10	216,07	200,0	1220,4	150,0	915,3	9,00	1944,6
10	DÍL D2	1	5,15	182,94	200,0	1030,1	150,0	772,55	9,00	1646,5
11	DÍL D3	1	4,09	146,17	200,0	818,72	150,0	614,04	9,00	1315,5
12	DÍL D4	1	3,04	109,35	200,0	607,17	150,0	455,38	9,00	984,18
13	DÍL D5	1	1,98	72,57	200,0	395,83	150,0	296,87	9,00	653,17
14	DÍL D6	1	1,03	39,45	200,0	205,5	150,0	154,12	9,00	355,08
15	NOSNÍK N1	1	12,15	862,65	200,0	2429,7	150,0	1822,3	9,00	7763,8
16	TUBUS T1	1	42,72	2656,09	200,0	8544,7	150,0	6408,5	9,00	23905
17	VOLNÉ POLOŽKY	1	24,05	558,75	200,0	4809,1	150,0	3606,8	9,00	5028,7
Nátěrový systém - celková cena [Kč]									139 235,52	
Žárové zinkování - celková cena [Kč]									155 793,31	

## 6.4 DALŠÍ NÁKLADY SPOJENÉ S OCELOVÝMI KONSTRUKCEMI

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	8 470,02	25 410,06
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	28,81	847,00	24 402,07
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	127,05	5 082,00
VÝROBA	kg	10,00	8 470,02	84 700,20
MONTÁŽ	kg	6,50	8 470,02	55 055,13

## 6.5 MATERIÁLOVÝ VSTUP ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ

### VÝZTUŽNÉ PRUTY

OZN	Ø	DÉLKA	POČET	Ø 8	Ø 12
	[mm]	[mm]	[ks]		
1	12	5230	9		47,07
2	12	3230	17		54,91
CELKEM [m´]				0,00	101,98
HMOTNOST [kg/m´]				0,395	0,888
HMOTNOST CELKEM [kg]				0,00	90,56
HMOT. S PŘÍDAVKEM 5% [kg]				0,00	95,09
CELK. HMOT. VÝZTUŽE [kg]				95,09	
CENA [Kč/kg]				18,90	19,21
CELKOVÁ CENA [Kč]				1 826,60	

### KARI SÍŤ

OZN	Ø	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	L	B	m <sup>2</sup>	ks
	mm	mm	mm	m	m		
3	8	100	100	2	3	6	3
-	-	-	-	-	-	-	-
CELKEM [m <sup>2</sup> ]					18,00		
HMOTNOST [kg/m <sup>2</sup> ]					7,900		
HMOTNOST CELKEM [kg]					142,20		
HMOT. S PŘÍD. 0% [kg]					142,20		
CELK. HMOT. SÍŤI [kg]					142,20		
CENA [Kč/kg]					20,29		
CELKOVÁ CENA [Kč]					2 885,24		

Celková cena výztuže základové patky [Kč] **4 711,84**

### BETON ZÁKLADOVÉ PATKY

BETON	DÉLKA [mm]	ŠÍŘKA [mm]	VÝŠKA [mm]	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	CENA [Kč/m <sup>3</sup> ]
C 25/30, XC2	2200	4200	1200	11,088	1787
Celková cena za beton základové patky [Kč]					<b>19 814,3</b>

### PODLITÍ PATNÍCH DESEK

SMĚS	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	OBJEM [l]	Spotř. l/bal	MNOŽSTVÍ [bal]	CENA [Kč/bal]
GROUTEX 603	0,03632	36,32	13	3	500
Celková cena za podlití patního plechu směsí GROUTEX 603 [Kč]					<b>1 500,0</b>

Celková cena materiálového vstupu základové konstrukce [Kč] **26 026,10**

## 6.6 CELKOVÁ CENA BILLBOARDU

Předmětem této kalkulace je analyzovat nárůst ceny v závislosti na celkové hmotnosti ocelových konstrukcí a dále materiálový vstup základových konstrukcí, a to objem použitého betonu a tonáž výztuže. Při výpočtu jsem uvažoval s únosností základové spáry  $\sigma_{lim} = 120$  kPa. V případě, prokázal by geologický průzkum jinou únosnost základové spáry než výše uvedenou, je nutné provést přepočty základových konstrukcí a provést přepočty cenové kalkulace.

Vzhledem k tomu, že billboard může být umístěn v příslušné větrné oblasti na území celé ČR, tudíž cena souvisejících prací, jakožto terénní úpravy, betonáž, výkopové práce

a dále doprava jednotlivých dílců na místo montáže, může být značně odlišná v závislosti na konkrétních terénních podmínkách a lokaci montáže, proto nejsou tyto složky ceny v cenové kalkulaci zahrnuty.

POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	JEDNOTKOVÁ CENA [Kč bez DPH]	MNOŽSTVÍ JEDNOTEK	CELKOVÁ CENA [Kč bez DPH]
DÍL. DOKUMENTACE	kg	3,00	8 470,02	25 410,06
MATERIÁLOVÝ VSTUP OK	kg	Dle průřezu	8 470,02	244 063,10
PROŘEZ MATERIÁLU	10 % z hmot.	28,81 <sup>11</sup>	847,00	24 402,07
SVAROVÝ KOV	1,5 % z hmot.	40,00	127,05	5 082,00
VÝROBA	kg	10,00	8 470,02	84 700,20
MONTÁŽ	kg	6,50	8 470,02	55 055,13
SPOJOVACÍ MATERIÁL	ks	Dle průměru šroubu	Dle průměru šroubu	3 905,16
KOTVENÍ	ks	Dle průměru závitové tyče	Dle průměru závitové tyče	824,64
TRYSKÁNÍ	m <sup>2</sup>	200,00	397,82	79 564,00
NÁTĚROVÝ SYSTÉM	m <sup>2</sup>	150,00	397,82	59 673,00
ŽÁROVÉ ZINKOVÁNÍ	kg	9,00	8 893,52 <sup>12</sup>	80 041,68
VÝZTUŽ	kg	Dle profilu	237,29	4 711,84
BETON C 25/30, XC2	m <sup>3</sup>	1 787	11,088	19 814,30
PODLITÍ – SMĚS GROUTEX 603	bal	500,00	3	1 500,00

**Celková cena billboardu s PO nátěrovým systémem bez DPH** **608 705,50 Kč**

**Celková cena billboardu s PO žárovým zinkováním bez DPH** **629 074,18 Kč**

<sup>11</sup> Jedná se o průměrnou cenu 1 kg oceli S 235

<sup>12</sup> Cena zinkování se počítá z hmotnosti materiálu po pozinkování (nárůst hmotnosti může být až 5%)

## 7 REKAPITULACE VÝSLEDNÝCH CEN BILLBOARDŮ S PROTIKOROZNÍ OCHRANOU NÁTĚROVÝM SYSTÉMEM

TYP [-]	VĚTRNÁ OBLAST [-]	KATEG. TERÉNU [-]	ROZMĚR REKLAM. PLOCHY [m]	PODCHOD. VÝŠKA [m]	HMOTN. [kg]	CELKOVÁ CENA BEZ DPH [Kč]	PŘEPOČÍT. CENA ZA 1 kg OCELI [Kč]
1	1	3	9,6 x 3,6	4,7	6 647,06	<b>473 851,81</b>	68,32
1	2	3	9,6 x 3,6	4,7	7 309,01	<b>525 931,42</b>	68,90
1	3	3	9,6 x 3,6	4,7	7 664,58	<b>560 039,99</b>	69,74
2	1	3	9,6 x 3,6	4,7	7 138,49	<b>501 401,25</b>	67,36
2	2	3	9,6 x 3,6	4,7	7 833,72	<b>563 346,95</b>	68,94
2	3	3	9,6 x 3,6	4,7	8 470,02	<b>608 705,50</b>	68,79

## 8 REKAPITULACE VÝSLEDNÝCH CEN BILLBOARDŮ S PROTIKOROZNÍ OCHRANOU ŽÁROVÝM ZINKOVÁNÍM

TYP [-]	VĚTRNÁ OBLAST [-]	KATEG. TERÉNU [-]	ROZMĚR REKLAM. PLOCHY [m]	PODCHOD. VÝŠKA [m]	HMOTN. [kg]	CELKOVÁ CENA BEZ DPH [Kč]	PŘEPOČÍT. CENA ZA 1 kg OCELI [Kč]
1	1	3	9,6 x 3,6	4,7	6 647,06	<b>482 654,50</b>	69,65
1	2	3	9,6 x 3,6	4,7	7 309,01	<b>537 359,69</b>	70,82
1	3	3	9,6 x 3,6	4,7	7 664,58	<b>576 454,28</b>	71,88
2	1	3	9,6 x 3,6	4,7	7 138,49	<b>512 003,94</b>	68,84
2	2	3	9,6 x 3,6	4,7	7 833,72	<b>578 832,14</b>	70,92
2	3	3	9,6 x 3,6	4,7	8 470,02	<b>629 074,18</b>	71,20

Fakulta aplikovaných věd

Katedra mechaniky

Obor: Stavitelství (STA)

Akademický rok: 2017/2018

# VÝKRESOVÁ ČÁST

## DOKUMENTACE PROVEDENÍ STAVBY

Vypracoval:

Bc. Jaroslav Polesný

Vedoucí práce:

Ing. Petr Kesl

# OBSAH

## NOSNÝ SYSTÉM 1 – VĚTRNÁ OBLAST 1

D. 1. 2. 7	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 8	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 9	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

## NOSNÝ SYSTÉM 1 – VĚTRNÁ OBLAST 2

D. 1. 2. 4	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 5	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 6	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

## NOSNÝ SYSTÉM 1 – VĚTRNÁ OBLAST 3

D. 1. 2. 7	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 8	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 9	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

## NOSNÝ SYSTÉM 2 – VĚTRNÁ OBLAST 1

D. 1. 2. 10	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 11	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 12	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

## NOSNÝ SYSTÉM 2 – VĚTRNÁ OBLAST 2

D. 1. 2. 13	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 14	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 15	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

## NOSNÝ SYSTÉM 2 – VĚTRNÁ OBLAST 3

D. 1. 2. 16	PŮDORYS	M 1:30	A3
D. 1. 2. 17	POHLED P1	M 1:30	A3
D. 1. 2. 18	ŘEZ A1 - A1	M 1:30	A3

## NOSNÝ SYSTÉM 1 -2 – VĚTRNÁ OBLAST 1 -3

D. 1. 2. 19	REKLAMNÍ PLOCHA	M 1:30	A3
D. 1. 2. 20	DETAILY KOTVENÍ K1-K3	M 1:15	A3
D. 1. 2. 21	DETAILY KOTVENÍ K4 – K6	M 1:15	A3

## POZNÁMKY

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 o plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

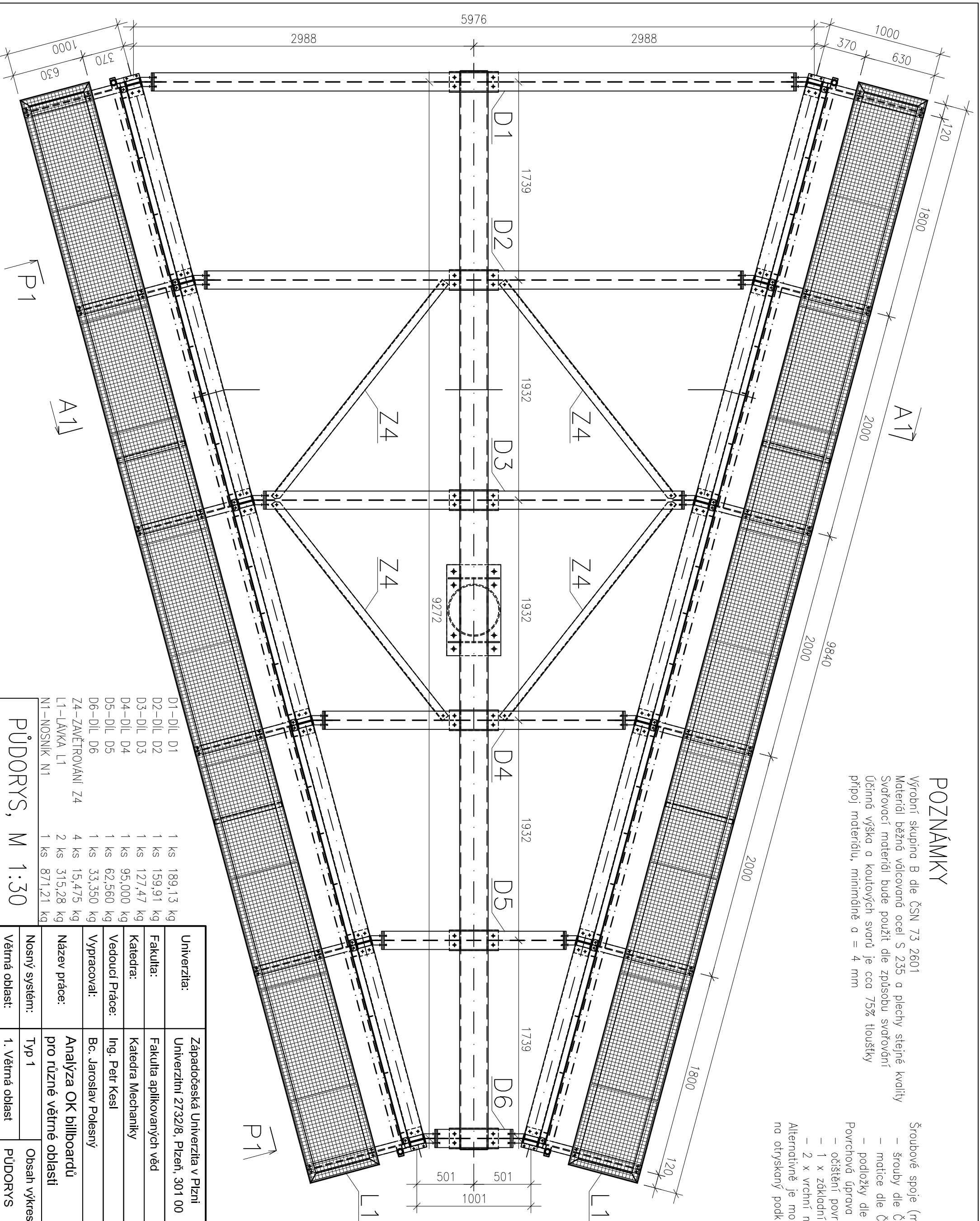
Šroubové spoje (mat. 8.8)

- šrouby dle ČSN 02 1308
- matice dle ČSN 02 1601
- podložky dle ČSN 02 1708

Povrchová úprava

- očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
- 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$
- 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$

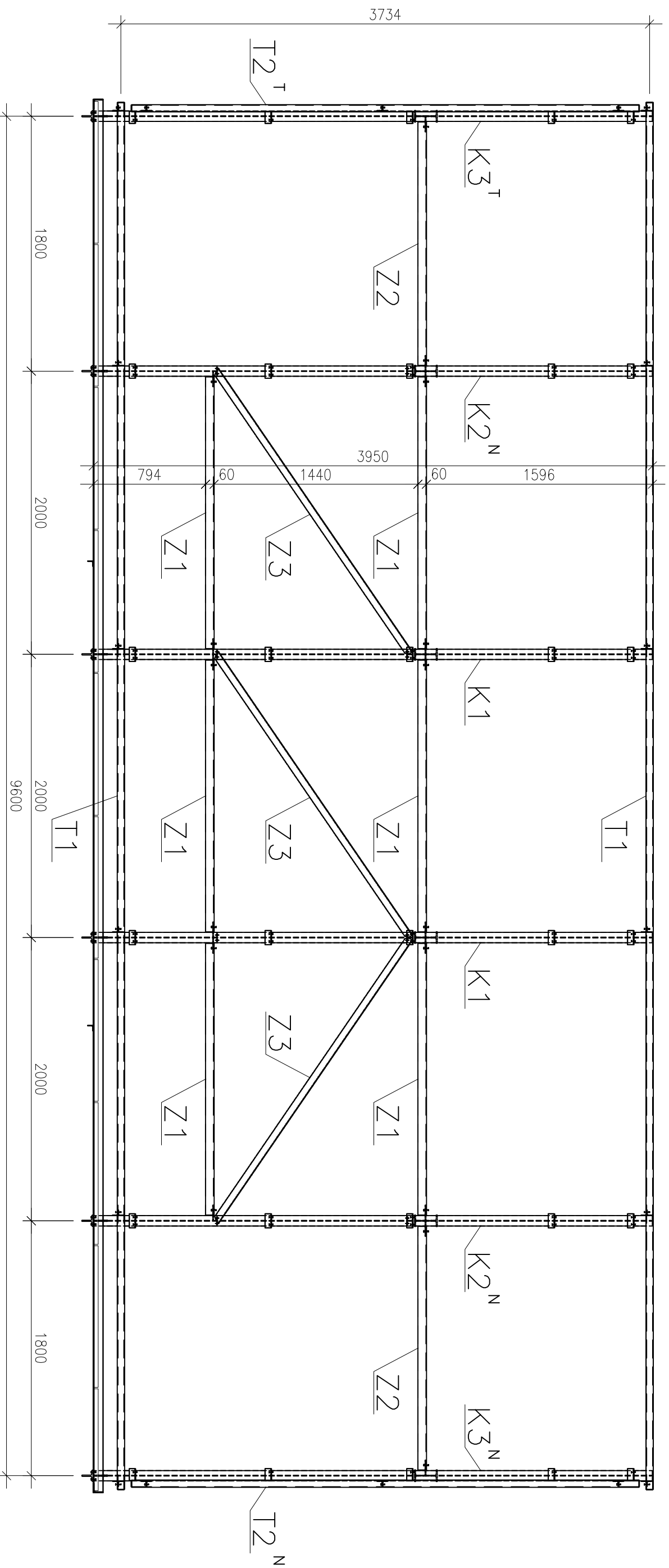
Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2,5.



D1-DIL D1	1 ks	189,13 kg
D2-DIL D2	1 ks	159,91 kg
D3-DIL D3	1 ks	127,47 kg
D4-DIL D4	1 ks	95,000 kg
D5-DIL D5	1 ks	62,560 kg
D6-DIL D6	1 ks	33,350 kg
Z4-ZAVĚTROVÁNÍ Z4	4 ks	15,475 kg
L1-LÁVKA L1	2 ks	315,28 kg
N1-NOSNÍK N1	1 ks	871,21 kg

## PŮDORYS, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	katedra <b>MECHANIKY</b>
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	
Katedra:	Katedra Mechaniky	Stupeň: DPS
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Měřtko: 1:30
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Počet A4: 2
Název práce:	Analyza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Datum: 2017/2018
Nosný systém:	Typ 1	Číslo výkresu: D.1.2.1
Větrná oblast:	1. Větrná oblast	
Obsah výkresu: PŮDORYS		



## POZNÁMKY

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

Šroubové spoje (mat. 8.8)  
 – šrouby dle ČSN 02 1308  
 – matice dle ČSN 02 1601  
 – podložky dle ČSN 02 1708  
 Povrchová úprava  
 – očištění povrchu otryskáním na SA 2,5  
 – 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$   
 – 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$   
 Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2,5.

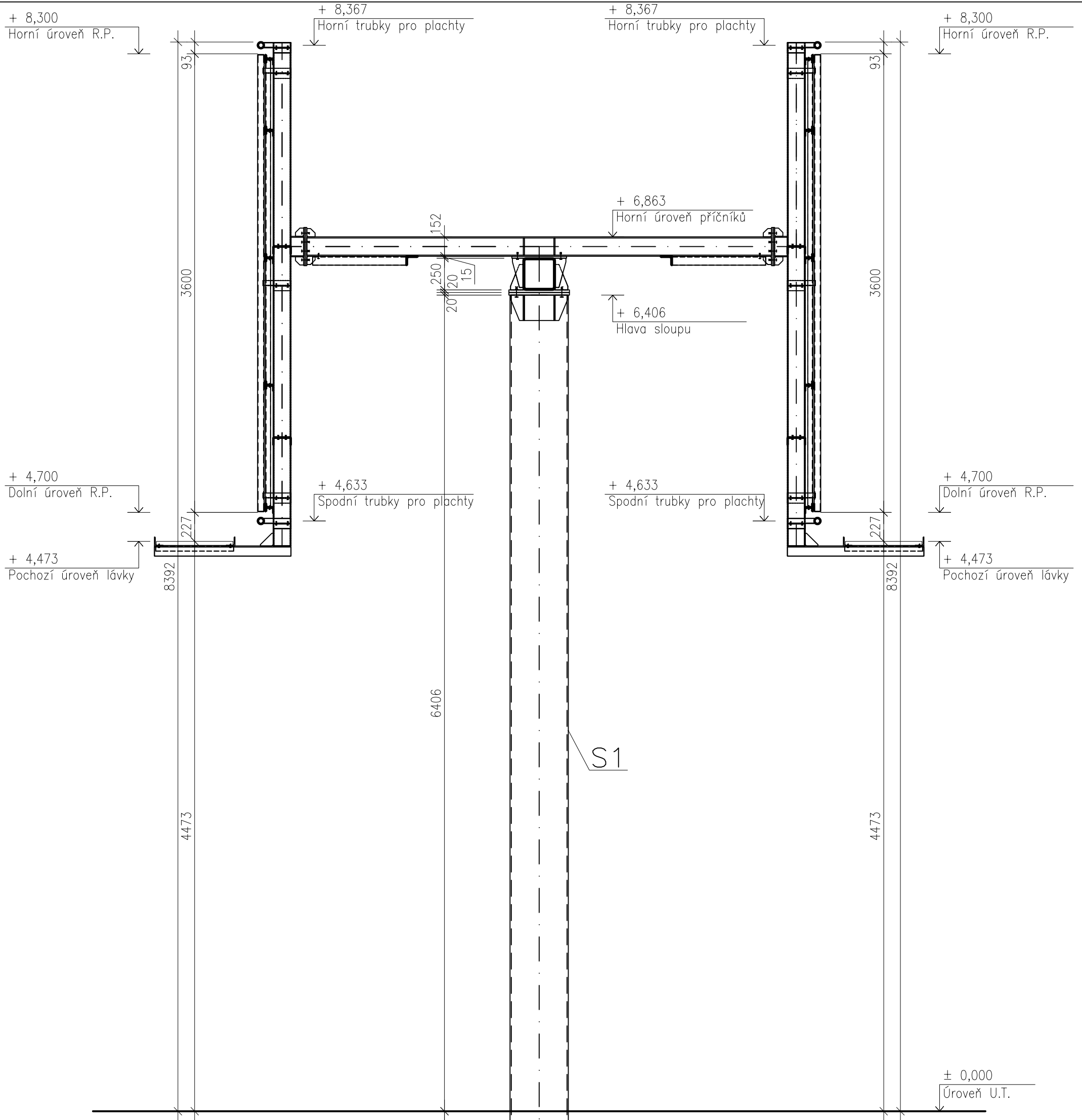
## SPECIFIKACE DÍLCŮ

K1-KONZOLA K1	4 ks	76,180	kg
K2-KONZOLA K2	4 ks	75,510	kg
K3-KONZOLA K3	4 ks	74,960	kg
Z1-ZAVĚTROVÁNÍ Z1	12 ks	15,167	kg
Z2-ZAVĚTROVÁNÍ Z2	4 ks	13,575	kg
Z3-ZAVĚTROVÁNÍ Z3	6 ks	7,400	kg
T1-TRUBKA T1	4 ks	51,050	kg
T2-TRUBKA T2	4 ks	19,190	kg

POHLED P1, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	katedra <b>MECHANIKY</b>	Stupeň: DPS
Fakulta:	Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00		
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	Měřtko: 1:30	Číslo Výkresu: D.1.2.2
Katedra:	Katedra Mechaniky	Počet A4: 2	
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Datum: 2017/2018	
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný		
Název práce:	Analyza OK billboardů pro různé větrné oblasti		
Nosný systém:	Typ 1	Obsah výkresu: POHLED P1	
Větrná oblast:	1. Větrná oblast		





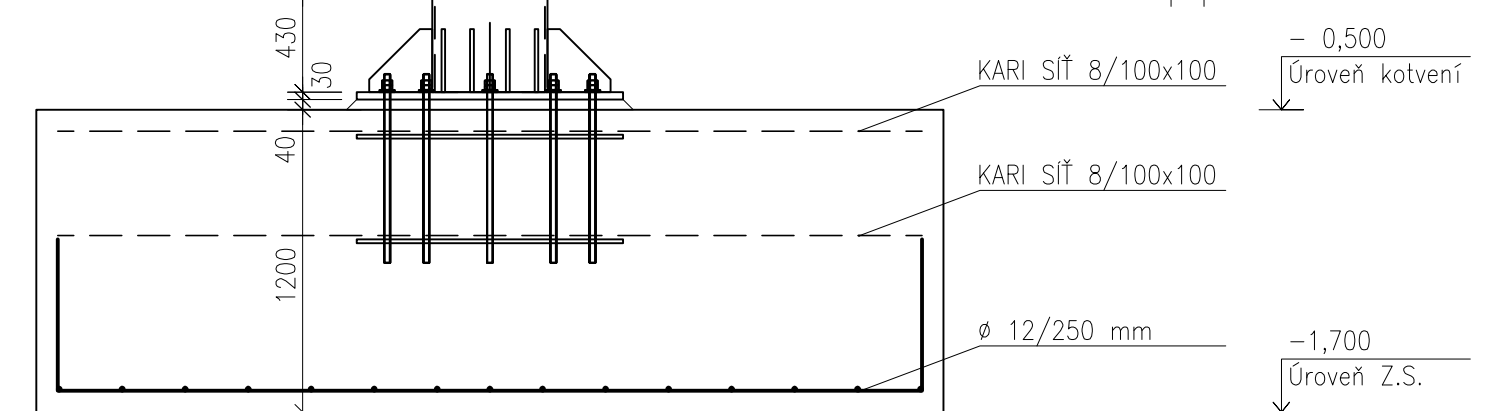
## POZNÁMKY

- Šroubové spoje (mat. 8.8)
  - šrouby dle ČSN 02 1308
  - matice dle ČSN 02 1601
  - podložky dle ČSN 02 1708
- Povrchová úprava
  - očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
  - 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$
  - 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$
- Alternativně je možno konstrukci zároveň zinkovat na otryskaný podklad SA 2,5.

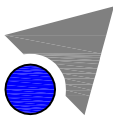
Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235  
 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je  
 cca 75% tloušťky  
 připoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

## SPECIFIKACE DÍLCŮ

S1-SLOUP S1 1 ks 1246,6 kg



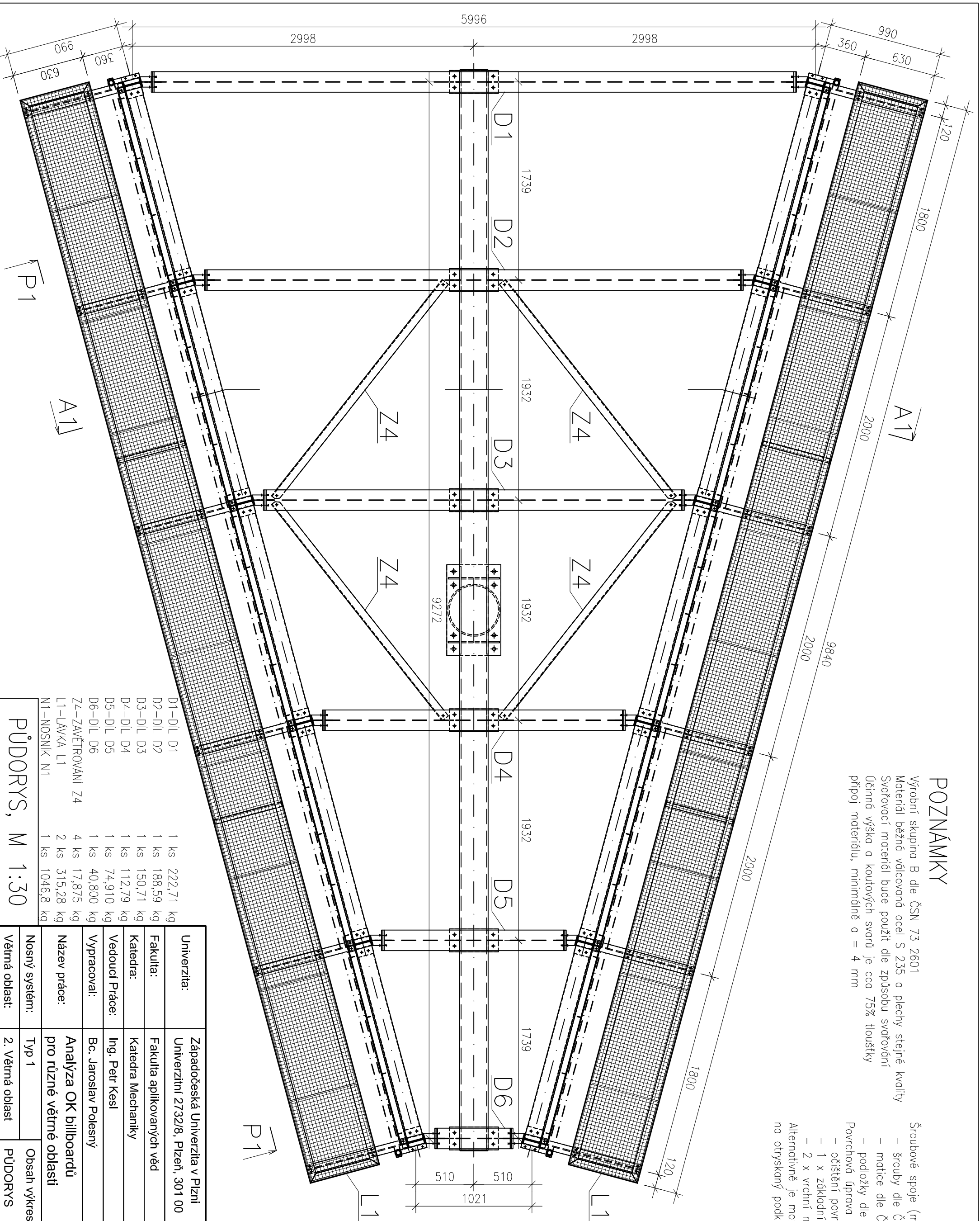
ŘEZ A1-A1, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00	 <b>katedra</b> <b>MECHANIKY</b>		
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd			
Katedra:	Katedra Mechaniky			
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Stupeň:	DPS	
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Měřítko:	1:30	
Název práce:	Analýza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Počet A4:	2	
		Datum:	2017/2018	
Nosný systém:	Typ 1	Obsah výkresu: ŘEZ A1-A1	Číslo Výkresu:	D.1.2.3
Větrná oblast:	1. Větrná oblast			

## POZNÁMKY

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 o plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

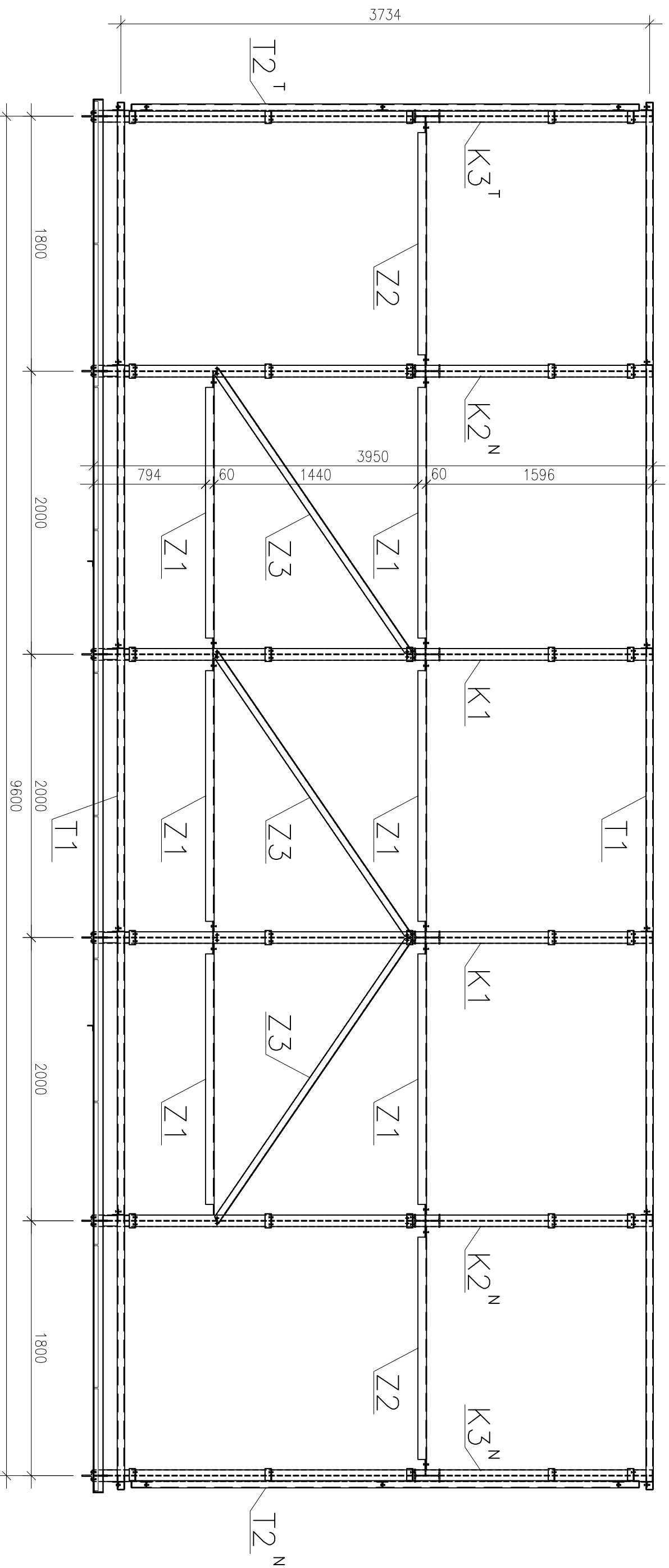
Šroubové spoje (mat. 8.8)  
 – šrouby dle ČSN 02 1308  
 – matice dle ČSN 02 1601  
 – podložky dle ČSN 02 1708  
 Povrchová úprava  
 – očištění povrchu otryskáním na SA 2,5  
 – 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$   
 – 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$   
 Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2,5.



D1-DIL D1	1 ks	222,71 kg
D2-DIL D2	1 ks	188,59 kg
D3-DIL D3	1 ks	150,71 kg
D4-DIL D4	1 ks	112,79 kg
D5-DIL D5	1 ks	74,910 kg
D6-DIL D6	1 ks	40,800 kg
Z4-ZAVĚTROVÁNÍ Z4	4 ks	17,875 kg
L1-LÁVKA L1	2 ks	315,28 kg
N1-NOSNÍK N1	1 ks	1046,8 kg

## PŮDORYS, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	katedra <b>MECHANIKY</b>
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	
Katedra:	Katedra Mechaniky	Stupeň: DPS
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kestl	Měřtko: 1:30
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Počet A4: 2
Název práce:	Analýza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Datum: 2017/2018
Nosný systém:	Typ 1	Číslo Výkresu: D.1.2.4
Větrná oblast:	2. Větrná oblast	Obsah výkresu: PŮDORYS



## POZNÁMKY

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

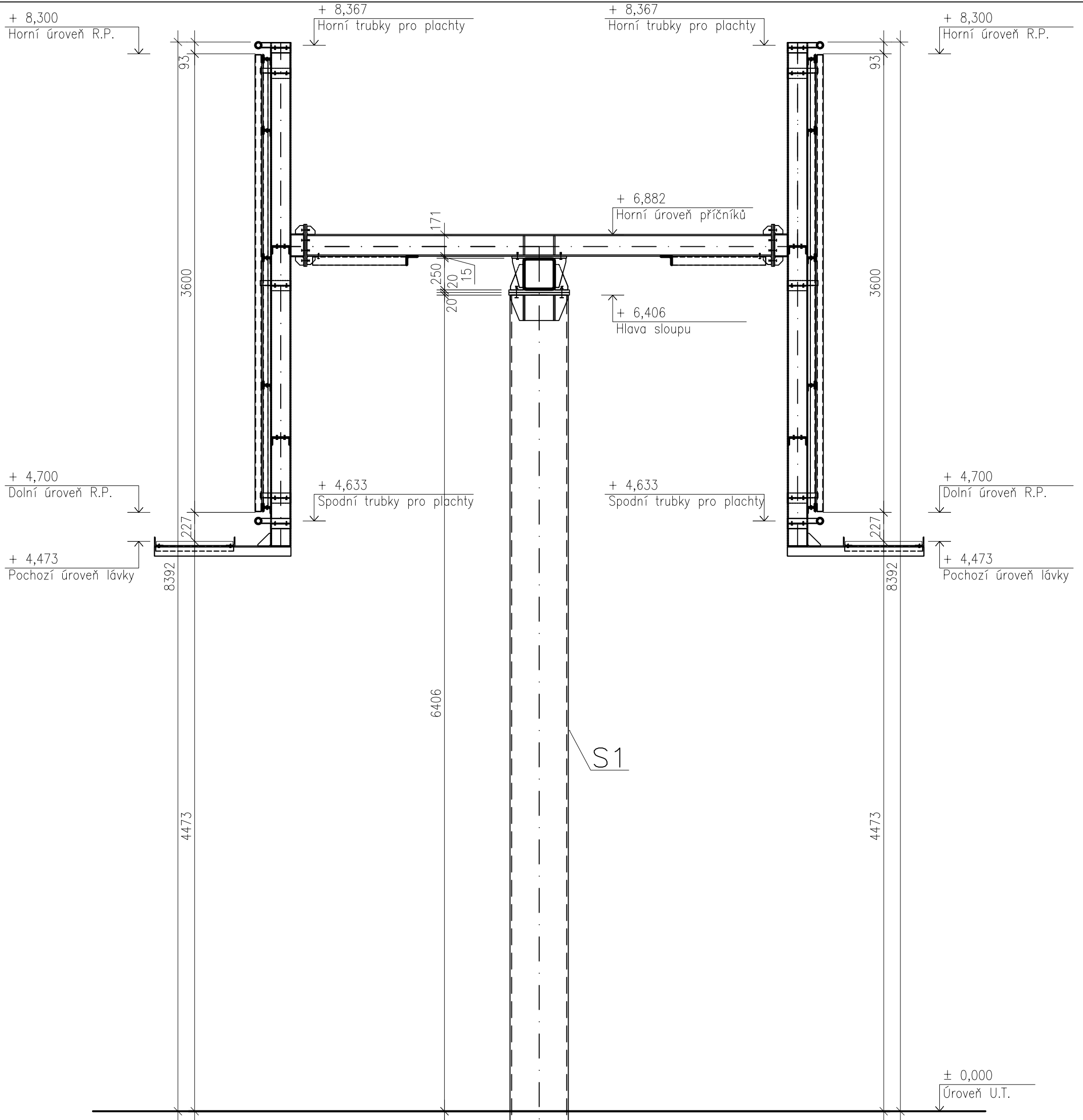
Šroubové spoje (mat. 8.8)  
 – šrouby dle ČSN 02 1308  
 – matice dle ČSN 02 1601  
 – podložky dle ČSN 02 1708  
 Povrchová úprava  
 – očištění povrchu otryskáním na SA 2,5  
 – 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$   
 – 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$   
 Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2,5.

## SPECIFIKACE DÍLCŮ

K1-KONZOLA K1	4 ks	90,100 kg
K2-KONZOLA K2	4 ks	89,290 kg
K3-KONZOLA K3	4 ks	88,660 kg
Z1-ZAVĚTROVÁNÍ Z1	12 ks	15,083 kg
Z2-ZAVĚTROVÁNÍ Z2	4 ks	13,500 kg
Z3-ZAVĚTROVÁNÍ Z3	6 ks	7,4000 kg
T1-TRUBKA T1	4 ks	51,350 kg
T2-TRUBKA T2	4 ks	19,340 kg

POHLED P1, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	katedra <b>MECHANIKY</b>	Stupeň: DPS
Fakulta:	Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00		
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	Měřtko: 1:30	Počet A4: 2
Katedra:	Katedra Mechaniky		
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Datum: 2017/2018	Číslo Výkresu: D.1.2.5
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný		
Název práce:	Analyza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Obsah výkresu: POHLED P1	
Nosný systém:	Typ 1	Větrná oblast:	
Větrná oblast:	2. Větrná oblast		



## POZNÁMKY

- Šroubové spoje (mat. 8.8)
  - šrouby dle ČSN 02 1308
  - matice dle ČSN 02 1601
  - podložky dle ČSN 02 1708
- Povrchová úprava
  - očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
  - 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$
  - 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$
- Alternativně je možno konstrukci zároveň zinkovat na otryskaný podklad SA 2,5.

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235  
 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

## SPECIFIKACE DÍLCŮ

S1-SLOUP S1 1 ks 1446,6 kg

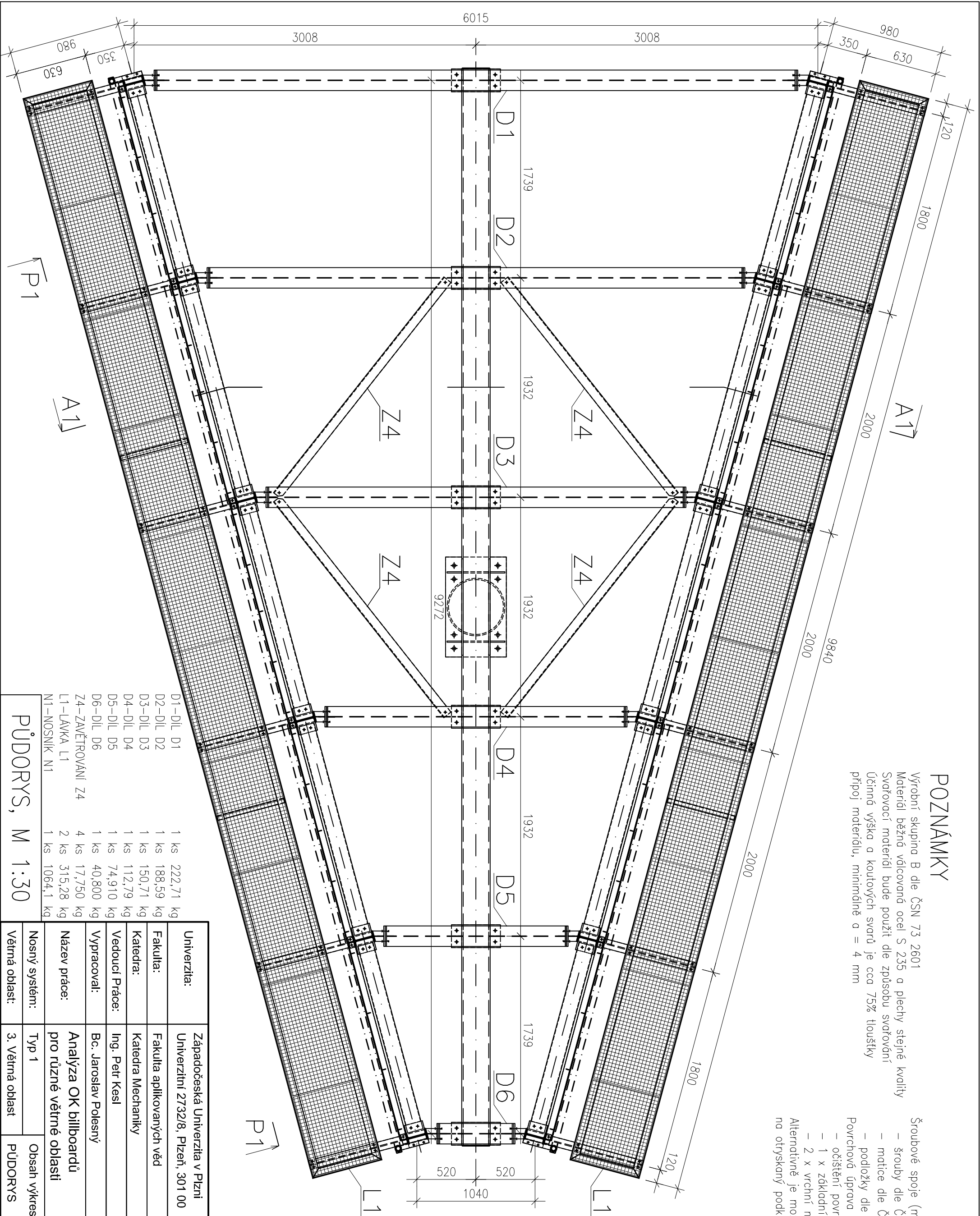
ŘEZ A1-A1, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00	 katedra <b>MECHANIKY</b>	
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd		
Katedra:	Katedra Mechaniky		
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Stupeň:	DPS
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Měřítko:	1:30
Název práce:	Analýza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Počet A4:	2
		Datum:	2017/2018
Nosný systém:	Typ 1	Číslo Výkresu:	D.1.2.6
Větrná oblast:	2. Větrná oblast		

## POZNÁMKY

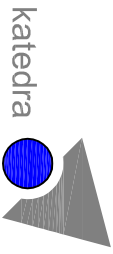
Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 o plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 připoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

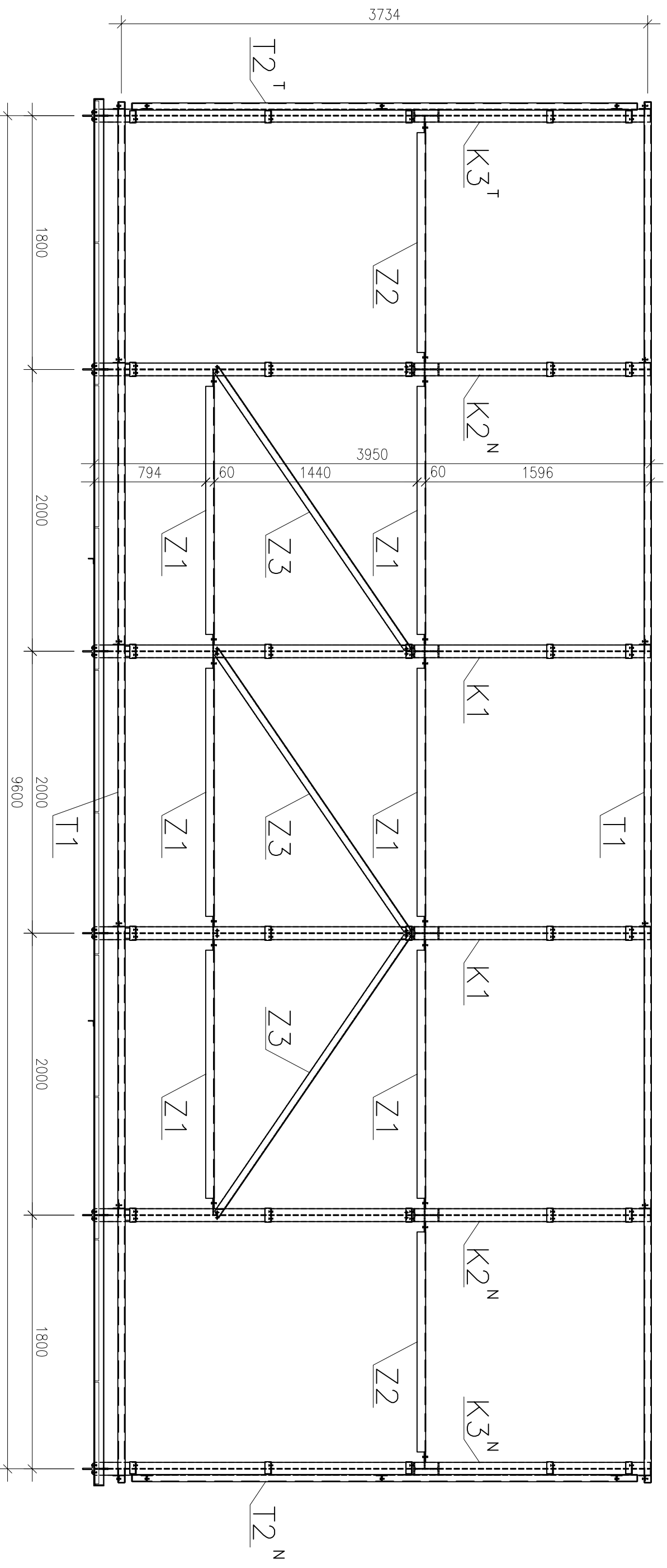
Šroubové spoje (mat. 8.8)  
 – šrouby dle ČSN 02 1308  
 – matice dle ČSN 02 1601  
 – podložky dle ČSN 02 1708  
 Povrchová úprava  
 – očištění povrchu otryskáním na SA 2,5  
 – 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$   
 – 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$   
 Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2,5.



D1-DIL D1	1 ks	222,71 kg
D2-DIL D2	1 ks	188,59 kg
D3-DIL D3	1 ks	150,71 kg
D4-DIL D4	1 ks	112,79 kg
D5-DIL D5	1 ks	74,910 kg
D6-DIL D6	1 ks	40,800 kg
Z4-ZAVĚTROVÁNÍ Z4	4 ks	17,750 kg
L1-LÁVKA L1	2 ks	315,28 kg
N1-NOSNÍK N1	1 ks	1064,1 kg

PŮDORYS, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	
Katedra:	Katedra Mechaniky	<b>katedra</b> <b>MECHANIKY</b>
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kestl	
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Stupeň: DPS
Název práce:	Analyza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Měřtko: 1:30
Nosný systém:	Typ 1	Počet A4: 2
Větrná oblast:	3. Větrná oblast	Datum: 2017/2018
		Číslo výkresu: D.1.2.7



## POZNÁMKY

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálů, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

### Šroubové spoje (mat. 8.8)

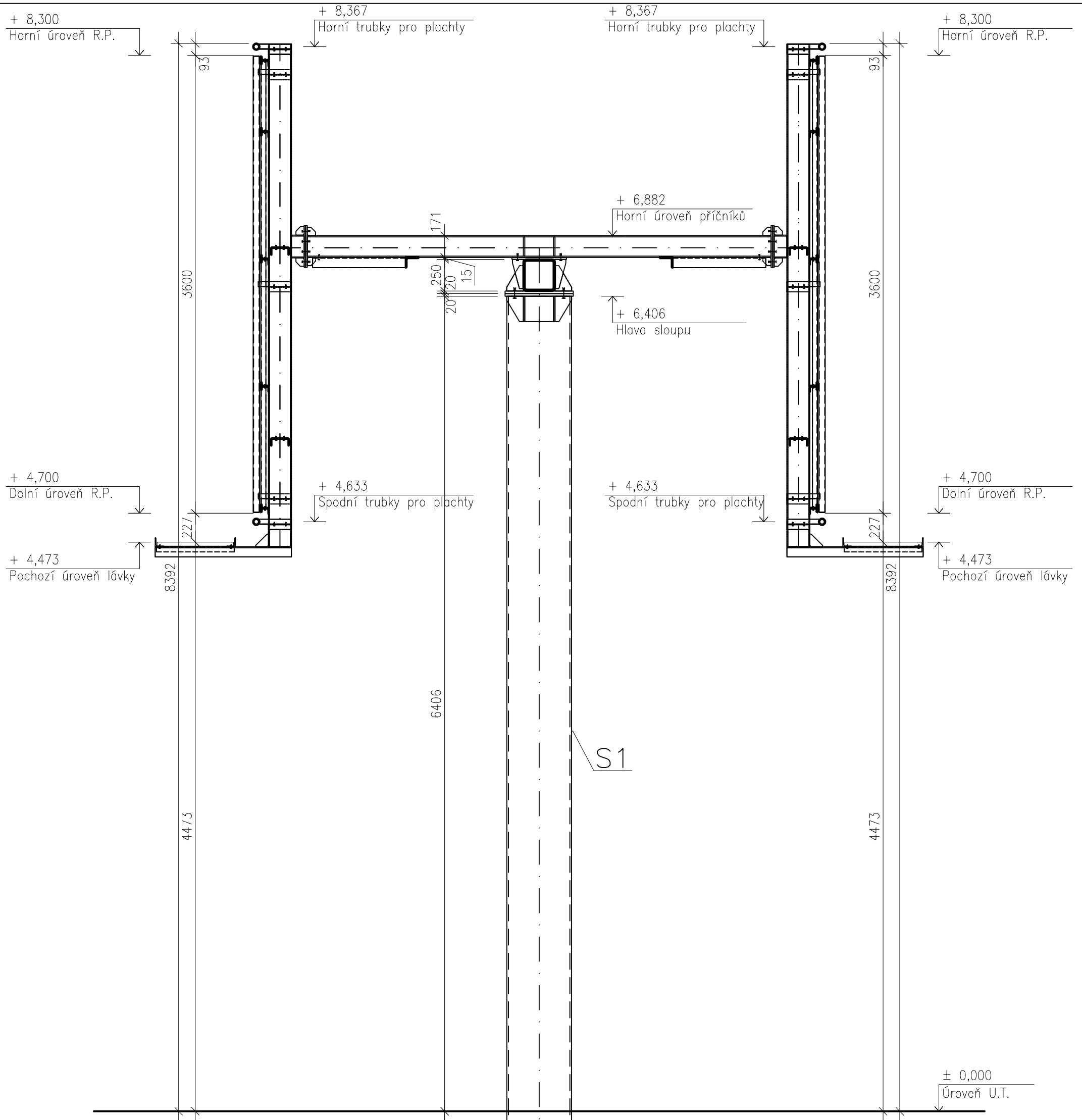
- šrouby dle ČSN 02 1308
  - matice dle ČSN 02 1601
  - podložky dle ČSN 02 1708
- Povrchová úprava
- očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
  - 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$
  - 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$
- Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat na otryskaný podklad SA 2,5.

## SPECIFIKACE DÍLCŮ

K1-KONZOLA K1	4 ks	102,96 kg
K2-KONZOLA K2	4 ks	102,01 kg
K3-KONZOLA K3	4 ks	101,20 kg
Z1-ZAVĚTROVÁNÍ Z1	12 ks	15,008 kg
Z2-ZAVĚTROVÁNÍ Z2	4 ks	13,425 kg
Z3-ZAVĚTROVÁNÍ Z3	6 ks	7,4000 kg
T1-TRUBKA T1	4 ks	51,650 kg
T2-TRUBKA T2	4 ks	19,490 kg

POHLED P1, M 1:30

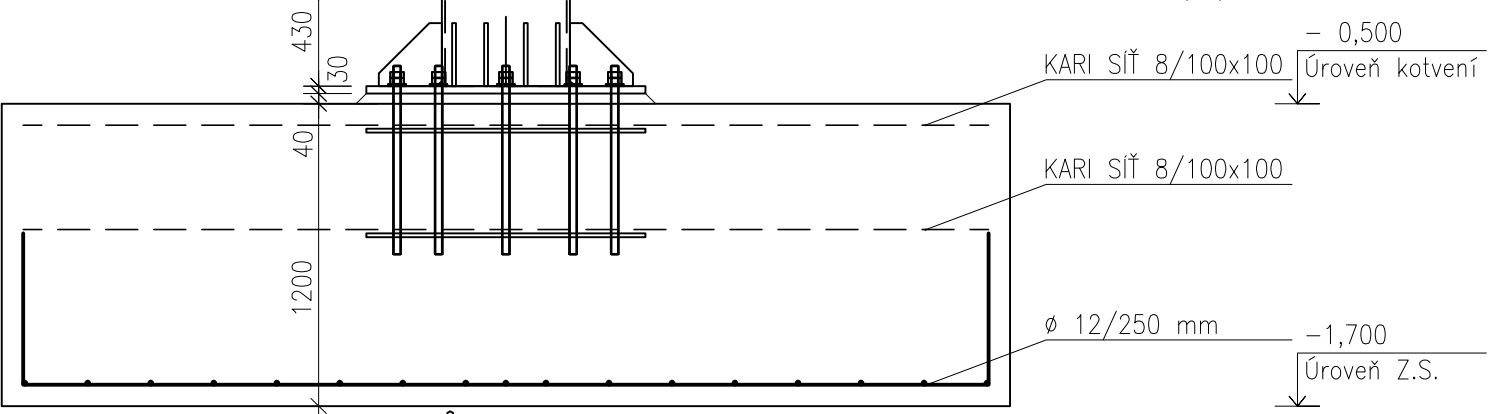
Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	katedra <b>MECHANIKY</b>	Stupeň: DPS
Fakulta:	Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00		
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	Měřtko: 1:30	Počet A4: 2
Katedra:	Katedra Mechaniky		
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Datum: 2017/2018	Číslo Výkresu: D.1.2.8
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný		
Název práce:	Analyza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Obsah výkresu: POHLED P1	
Nosný systém:	Typ 1	Větrná oblast:	
Větrná oblast:	3. Větrná oblast		



### POZNÁMKY

- Šroubové spoje (mat. 8.8)
  - šrouby dle ČSN 02 1308
  - matice dle ČSN 02 1601
  - podložky dle ČSN 02 1708
- Povrchová úprava
  - očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
  - 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35 μm
  - 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35 μm
- Alternativně je možno konstrukci zároveň zinkovat na otryskaný podklad SA 2,5.

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235  
 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně a = 4 mm



### SPECIFIKACE DÍLCŮ

S1-SLOUP S1 1 ks 1607,2 kg

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00	 katedra <b>MECHANIKY</b>		
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd			
Katedra:	Katedra Mechaniky			
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Stupeň:	DPS	
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Měřítko:	1:30	
Název práce:	Analýza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Počet A4:	2	
		Datum:	2017/2018	
Nosný systém:	Typ 1	Obsah výkresu: ŘEZ A1-A1	Číslo Výkresu:	D.1.2.9
Větrná oblast:	3. Větrná oblast			

### ŘEZ A1-A1, M 1:30

## POZNÁMKY

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 o plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

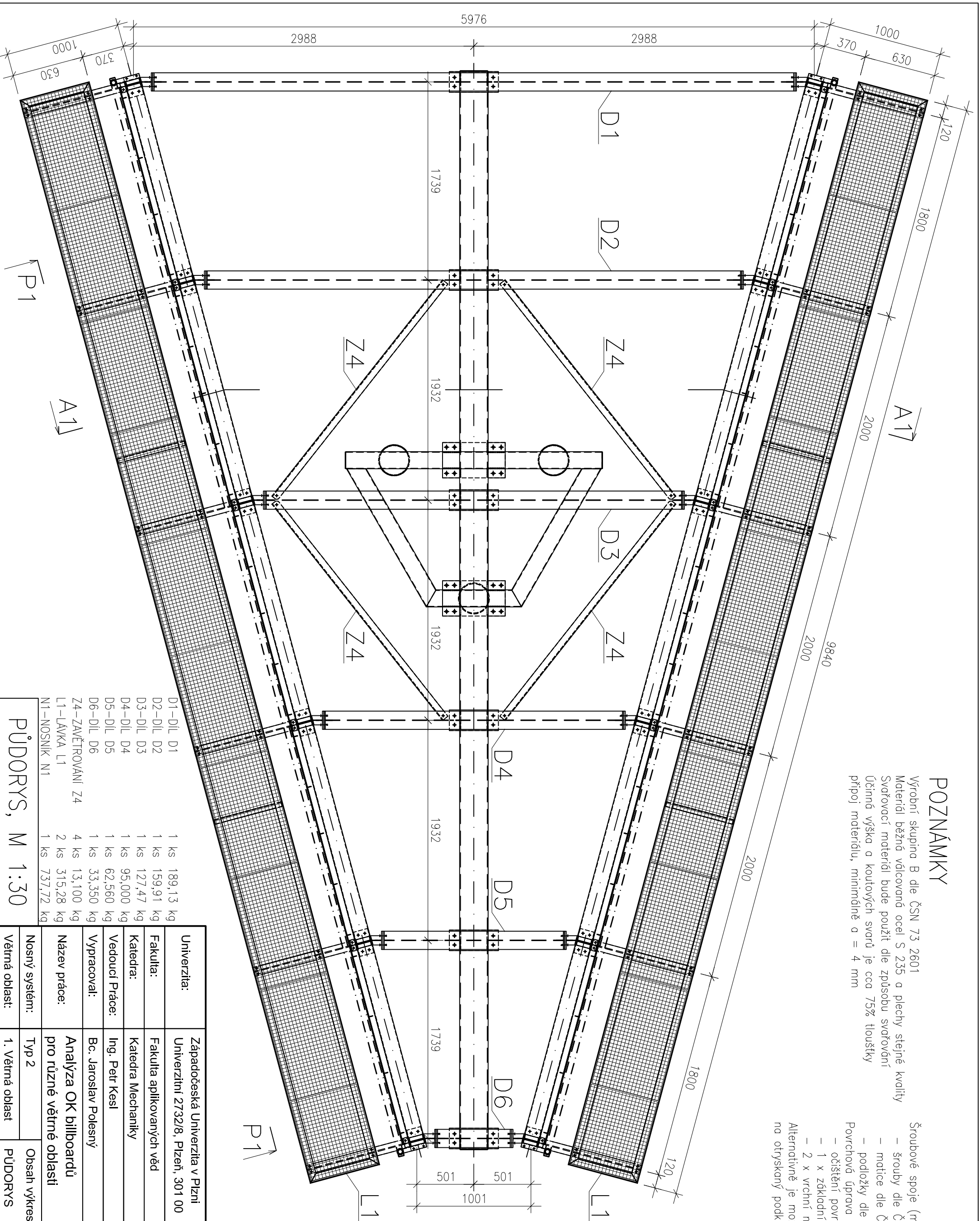
Šroubové spoje (mat. 8.8)

- šrouby dle ČSN 02 1308
- matice dle ČSN 02 1601
- podložky dle ČSN 02 1708

Povrchová úprava

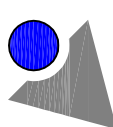
- očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
- 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$
- 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$

Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2,5.

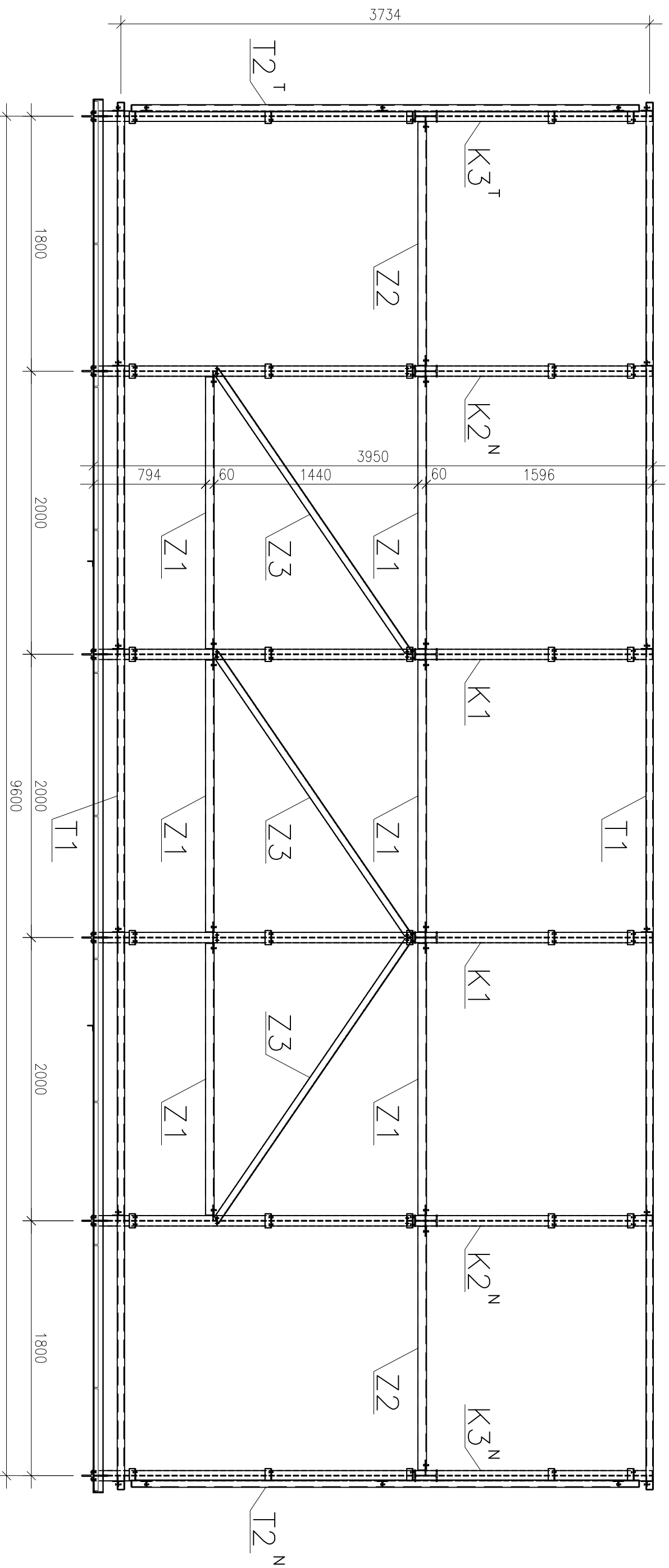


D1-DIL D1	1 ks	189,13 kg
D2-DIL D2	1 ks	159,91 kg
D3-DIL D3	1 ks	127,47 kg
D4-DIL D4	1 ks	95,000 kg
D5-DIL D5	1 ks	62,560 kg
D6-DIL D6	1 ks	33,350 kg
Z4-ZAVĚTROVÁNÍ Z4	4 ks	13,100 kg
L1-LÁVKA L1	2 ks	315,28 kg
N1-NOSNÍK N1	1 ks	737,72 kg

PŮDORYS, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	 katedra <b>MECHANIKY</b>
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	
Katedra:	Katedra Mechaniky	Stupeň: DPS
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kestl	Měřitko: 1:30
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Počet A4: 2
Název práce:	Analýza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Datum: 2017/2018
Nosný systém:	Typ 2	Číslo výkresu: D.1.2.10
Větrná oblast:	1. Větrná oblast	
Obsah výkresu: PŮDORYS		





## POZNÁMKY


Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

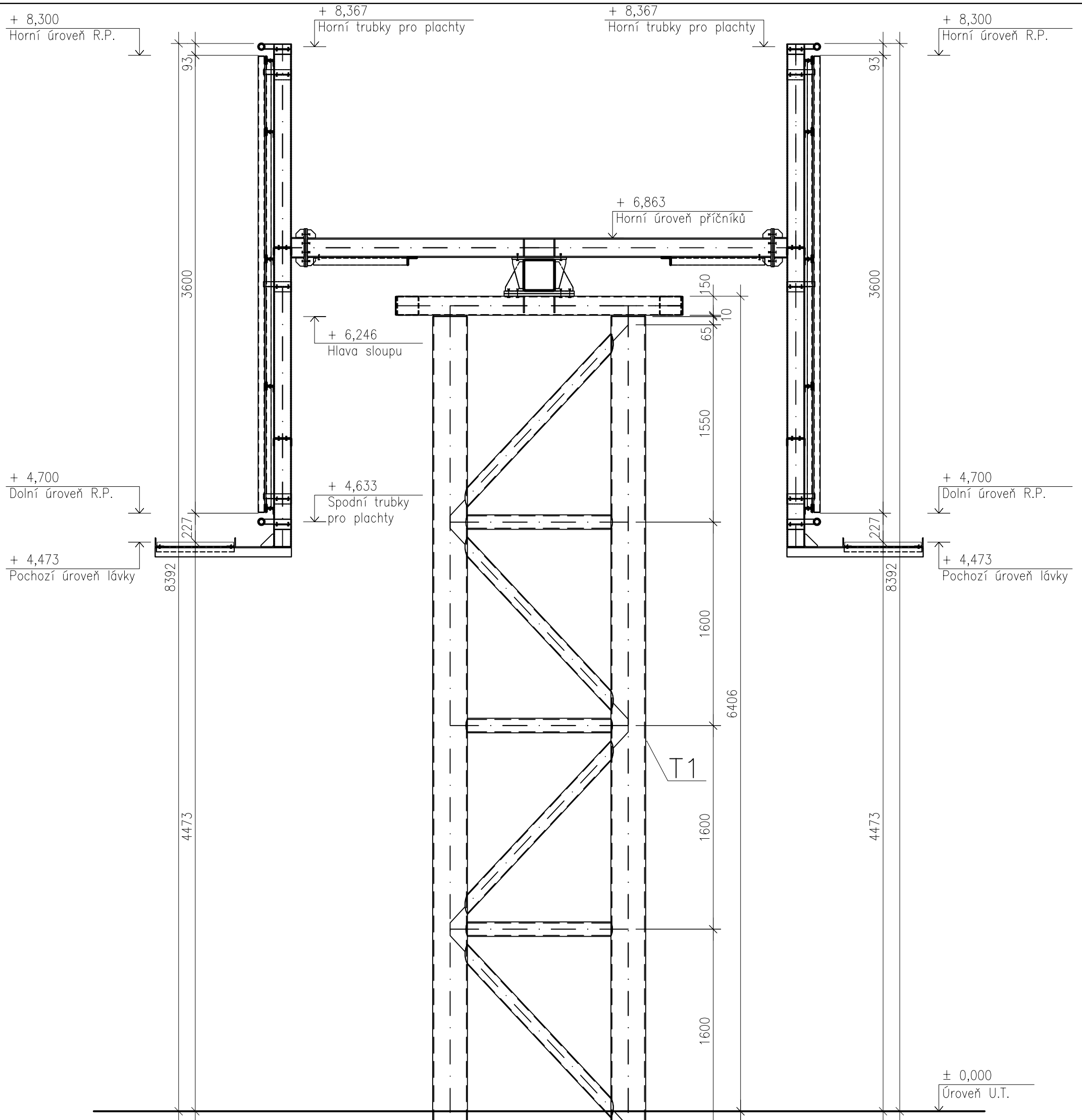
Šroubové spoje (mat. 8.8)  
 – šrouby dle ČSN 02 1308  
 – matice dle ČSN 02 1601  
 – podložky dle ČSN 02 1708  
 Povrchová úprava  
 – očištění povrchu otryskáním na SA 2,5  
 – 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$   
 – 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$   
 Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2,5.

## SPECIFIKACE DÍLCŮ

K1-KONZOLA K1	4 ks	76,180	kg
K2-KONZOLA K2	4 ks	75,510	kg
K3-KONZOLA K3	4 ks	74,960	kg
Z1-ZAVĚTROVÁNÍ Z1	12 ks	15,167	kg
Z2-ZAVĚTROVÁNÍ Z2	4 ks	13,575	kg
Z3-ZAVĚTROVÁNÍ Z3	6 ks	7,400	kg
T1-TRUBKA T1	4 ks	51,050	kg
T2-TRUBKA T2	4 ks	19,190	kg

POHLED P1, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	 katedra <b>MECHANIKY</b>
Fakulta:	Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00	
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	
Katedra:	Katedra Mechaniky	Stupeň: DPS
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Měřtko: 1:30
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Počet A4: 2
Název práce:	Analyza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Datum: 2017/2018
Nosný systém:	Typ 2	Číslo Výkresu: D.1.2.11
Větrná oblast:	1. Větrná oblast	Obsah výkresu: POHLED P1



## POZNÁMKY

- Šroubové spoje (mat. 8.8)
  - šrouby dle ČSN 02 1308
  - matice dle ČSN 02 1601
  - podložky dle ČSN 02 1708
- Povrchová úprava
  - očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
  - 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$
  - 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$
- Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat na otryskaný podklad SA 2,5.

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235  
 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

## SPECIFIKACE DÍLCŮ

T1–TUBUS T1 1 ks 2004,9 kg

ŘEZ A1–A1, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00	 katedra <b>MECHANIKY</b>	
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd		
Katedra:	Katedra Mechaniky		
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Stupeň:	DPS
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Měřítko:	1:30
Název práce:	Analýza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Počet A4:	2
		Datum:	2017/2018
Nosný systém:	Typ 2	Číslo Výkresu:	D.1.2.12
Větrná oblast:	1. Větrná oblast		
	Obsah výkresu: ŘEZ A1-A1		

## POZNÁMKY

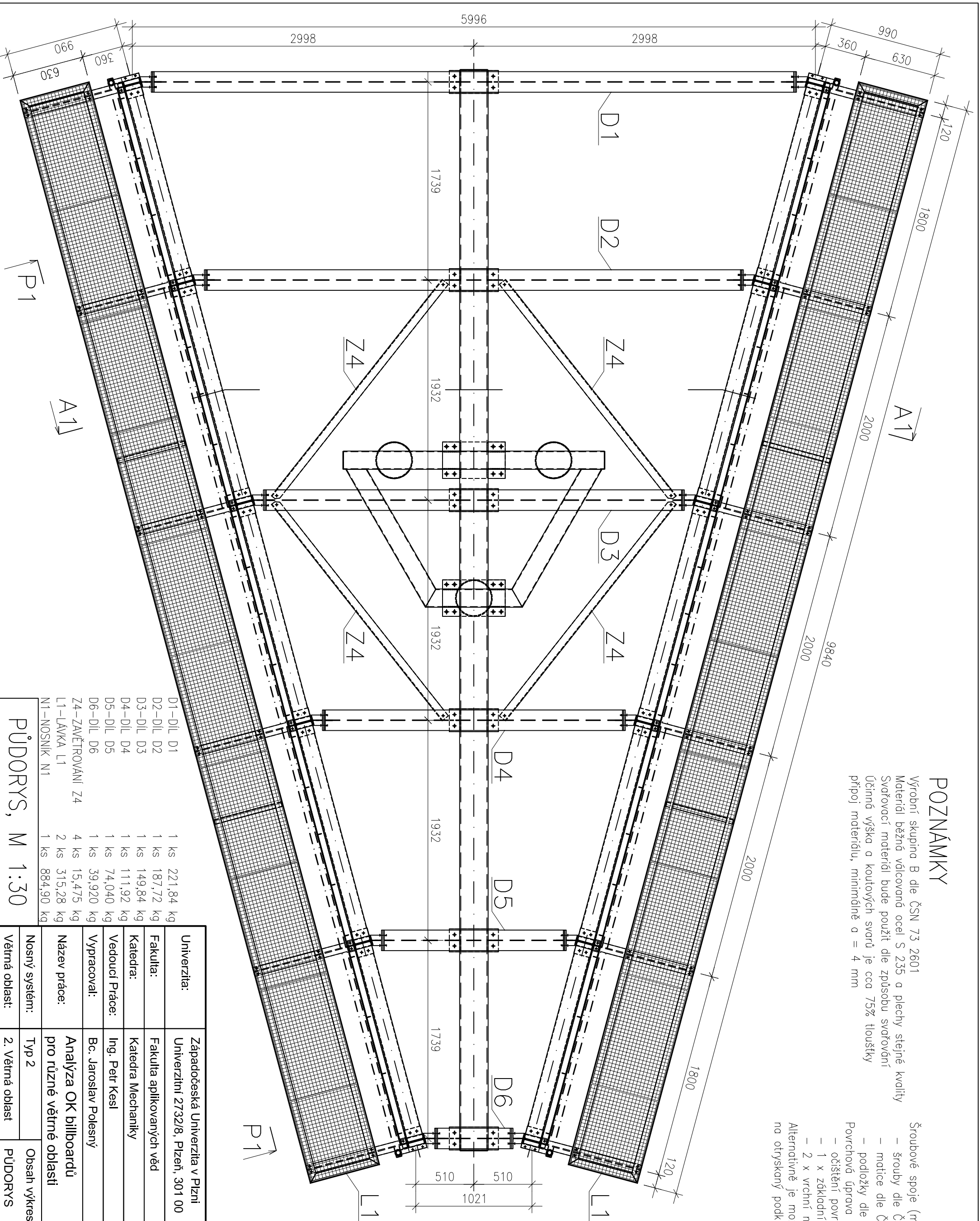
Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 o plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

Šroubové spoje (mat. 8.8)

- šrouby dle ČSN 02 1308
- matice dle ČSN 02 1601
- podložky dle ČSN 02 1708

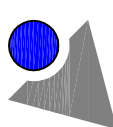
Povrchová úprava

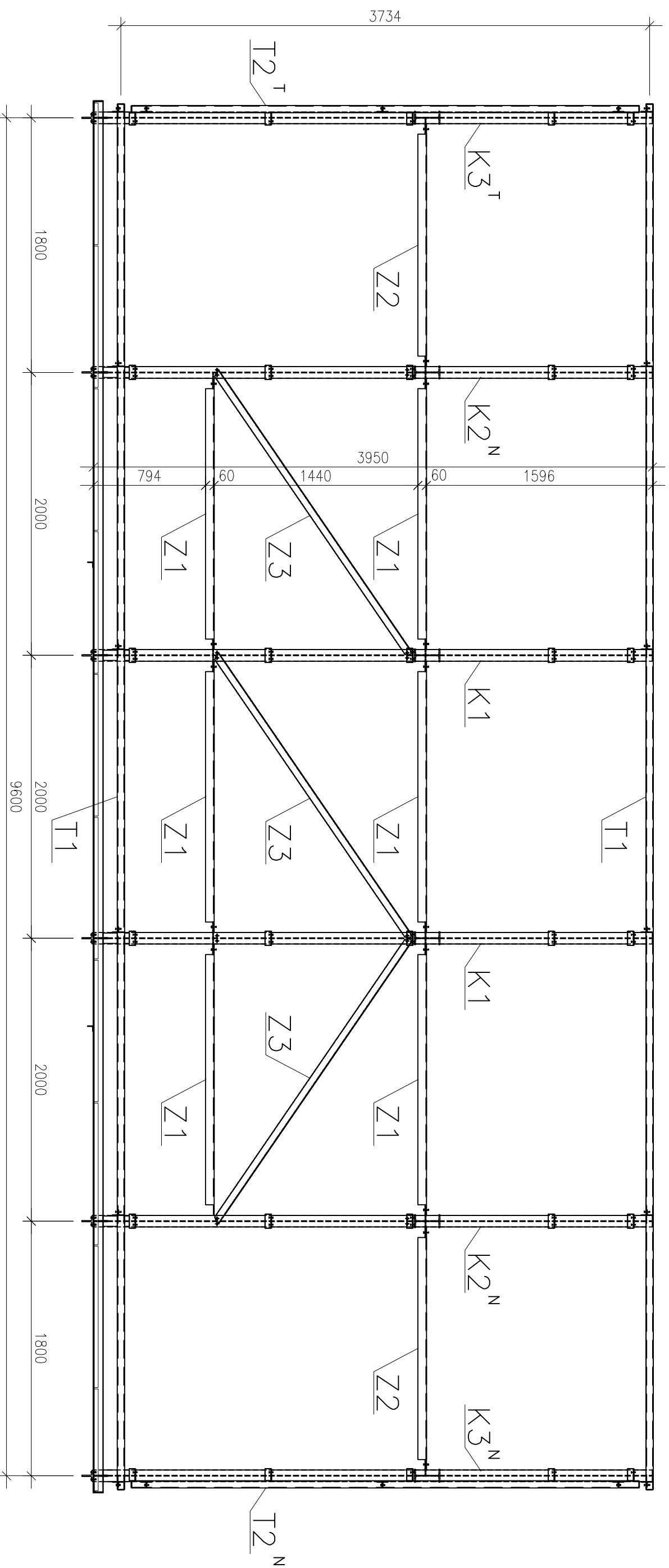
- očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
  - 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$
  - 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$
- Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2.5.



D1-DIL D1	1 ks	221,84 kg
D2-DIL D2	1 ks	187,72 kg
D3-DIL D3	1 ks	149,84 kg
D4-DIL D4	1 ks	111,92 kg
D5-DIL D5	1 ks	74,040 kg
D6-DIL D6	1 ks	39,920 kg
Z4-ZAVĚTROVÁNÍ Z4	4 ks	15,475 kg
L1-LÁVKA L1	2 ks	315,28 kg
N1-NOSNÍK N1	1 ks	884,90 kg

## PŮDORYS, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	 katedra <b>MECHANIKY</b>
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	
Katedra:	Katedra Mechaniky	Stupeň: DPS
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Měřtko: 1:30
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Počet A4: 2
Název práce:	Analýza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Datum: 2017/2018
Nosný systém:	Typ 2	Číslo Výkresu: D.1.2.13
Větrná oblast:	2. Větrná oblast	
		Obsah výkresu: PŮDORYS



## POZNÁMKY


Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

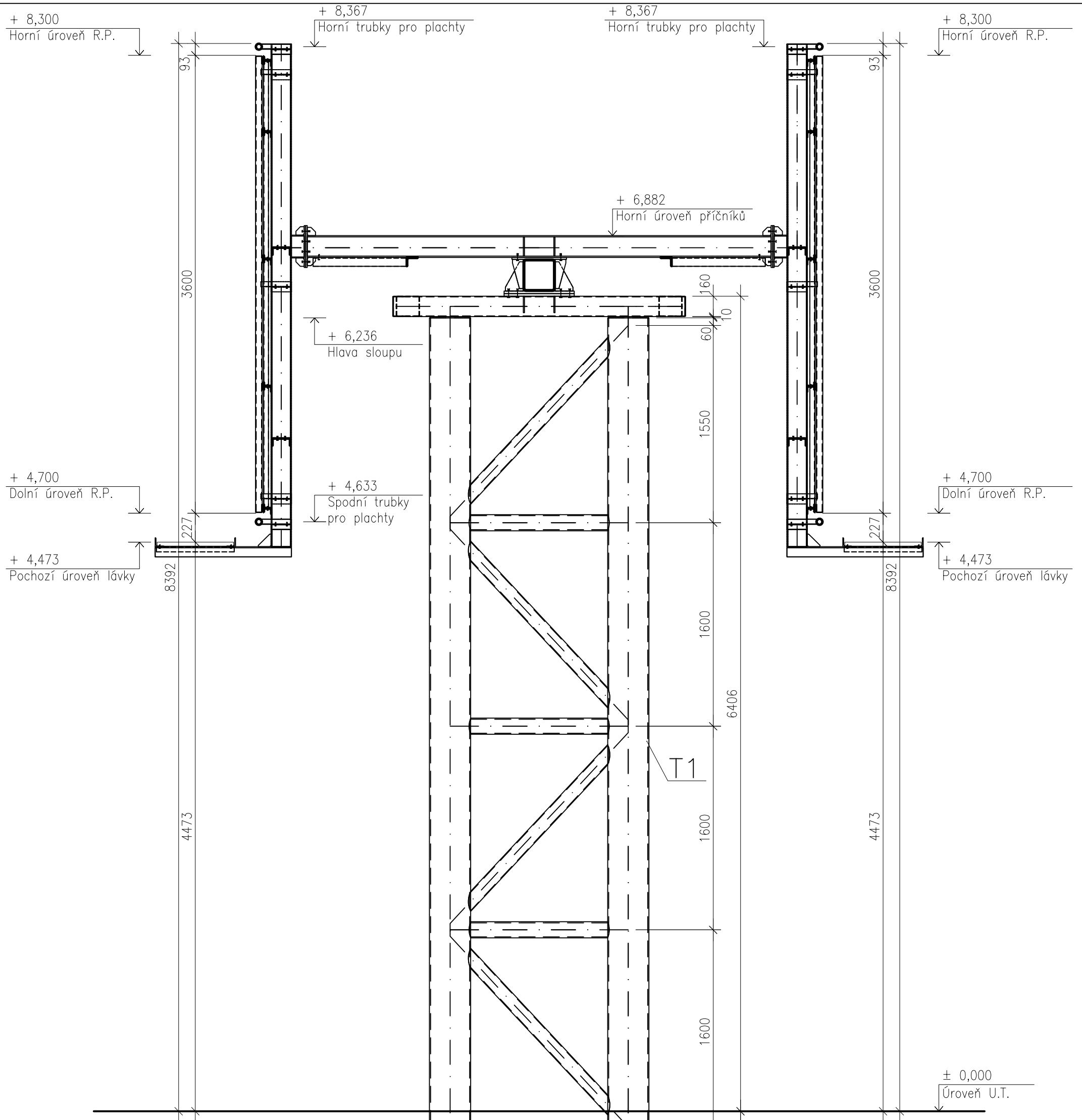
Šroubové spoje (mat. 8.8)  
 – šrouby dle ČSN 02 1308  
 – matice dle ČSN 02 1601  
 – podložky dle ČSN 02 1708  
 Povrchová úprava  
 – očištění povrchu otryskáním na SA 2,5  
 – 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$   
 – 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$   
 Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2,5.

## SPECIFIKACE DÍLCŮ

K1-KONZOLA K1	4 ks	90,100 kg
K2-KONZOLA K2	4 ks	89,290 kg
K3-KONZOLA K3	4 ks	88,660 kg
Z1-ZAVĚTROVÁNÍ Z1	12 ks	15,083 kg
Z2-ZAVĚTROVÁNÍ Z2	4 ks	13,500 kg
Z3-ZAVĚTROVÁNÍ Z3	6 ks	7,4000 kg
T1-TRUBKA T1	4 ks	51,350 kg
T2-TRUBKA T2	4 ks	19,340 kg

POHLED P1, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	 katedra <b>MECHANIKY</b>
Fakulta:	Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00	
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	
Katedra:	Katedra Mechaniky	Stupeň: DPS
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Měřtko: 1:30
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Počet A4: 2
Název práce:	Analyza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Datum: 2017/2018
Nosný systém:	Typ 2	Číslo Výkresu: D.1.2.14
Větrná oblast:	2. Větrná oblast	Obsah výkresu: POHLED P1



## POZNÁMKY


- Šroubové spoje (mat. 8.8)  
 – šrouby dle ČSN 02 1308  
 – matice dle ČSN 02 1601  
 – podložky dle ČSN 02 1708  
 Povrchová úprava  
 – očištění povrchu otryskáním na SA 2,5  
 – 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$   
 – 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$   
 Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat na otryskaný podklad SA 2,5.

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235  
 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

## SPECIFIKACE DÍLCŮ

T1–TUBUS T1 1 ks 2251,8 kg

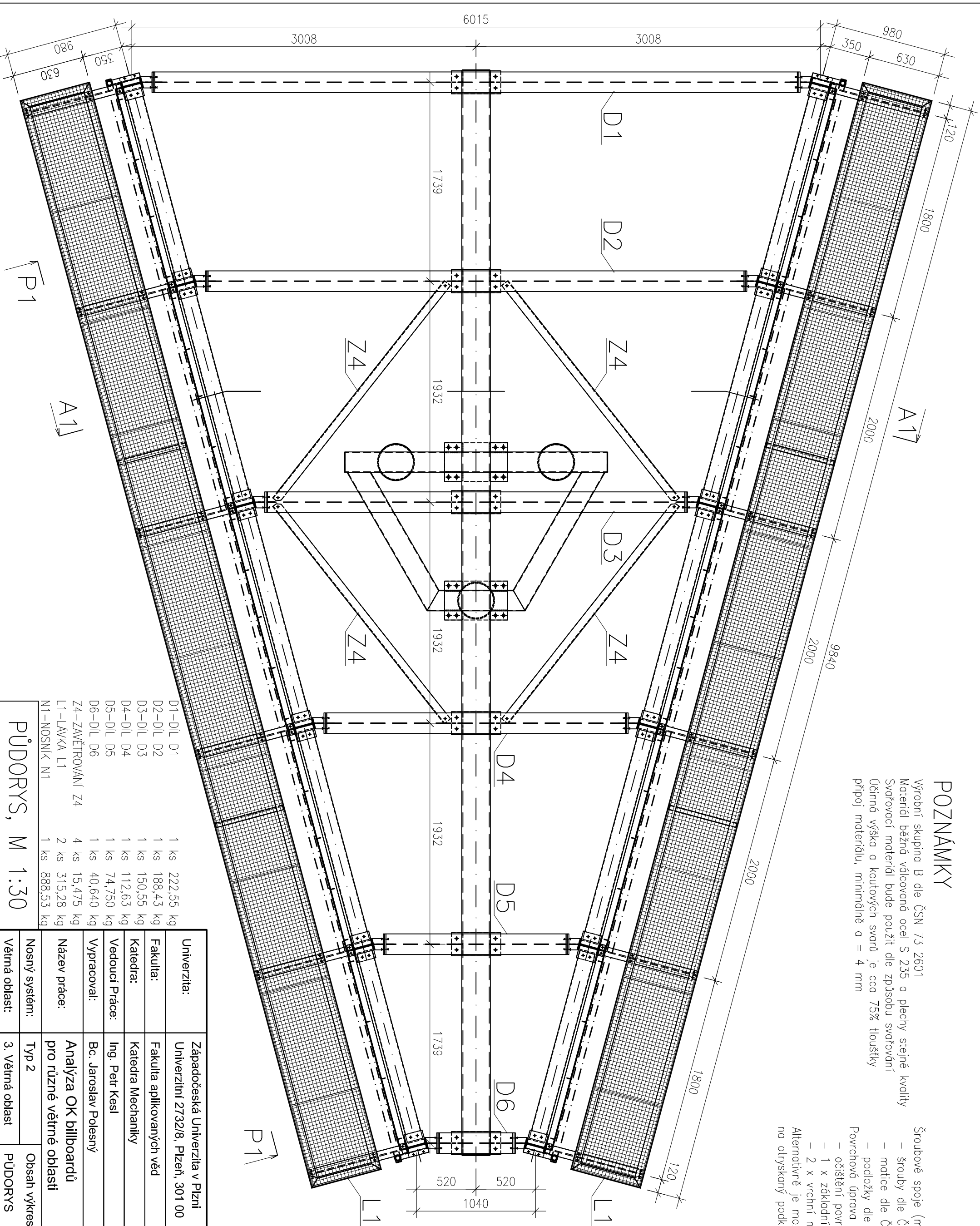
ŘEZ A1–A1, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00	 <b>katedra</b> <b>MECHANIKY</b>		
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd			
Katedra:	Katedra Mechaniky			
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Stupeň:	DPS	
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Měřítko:	1:30	
Název práce:	Analýza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Počet A4:	2	
		Datum:	2017/2018	
Nosný systém:	Typ 2	Obsah výkresu: ŘEZ A1-A1	Číslo Výkresu:	D.1.2.15
Větrná oblast:	2. Větrná oblast			

## POZNÁMKY

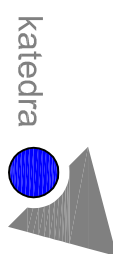
Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 o plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

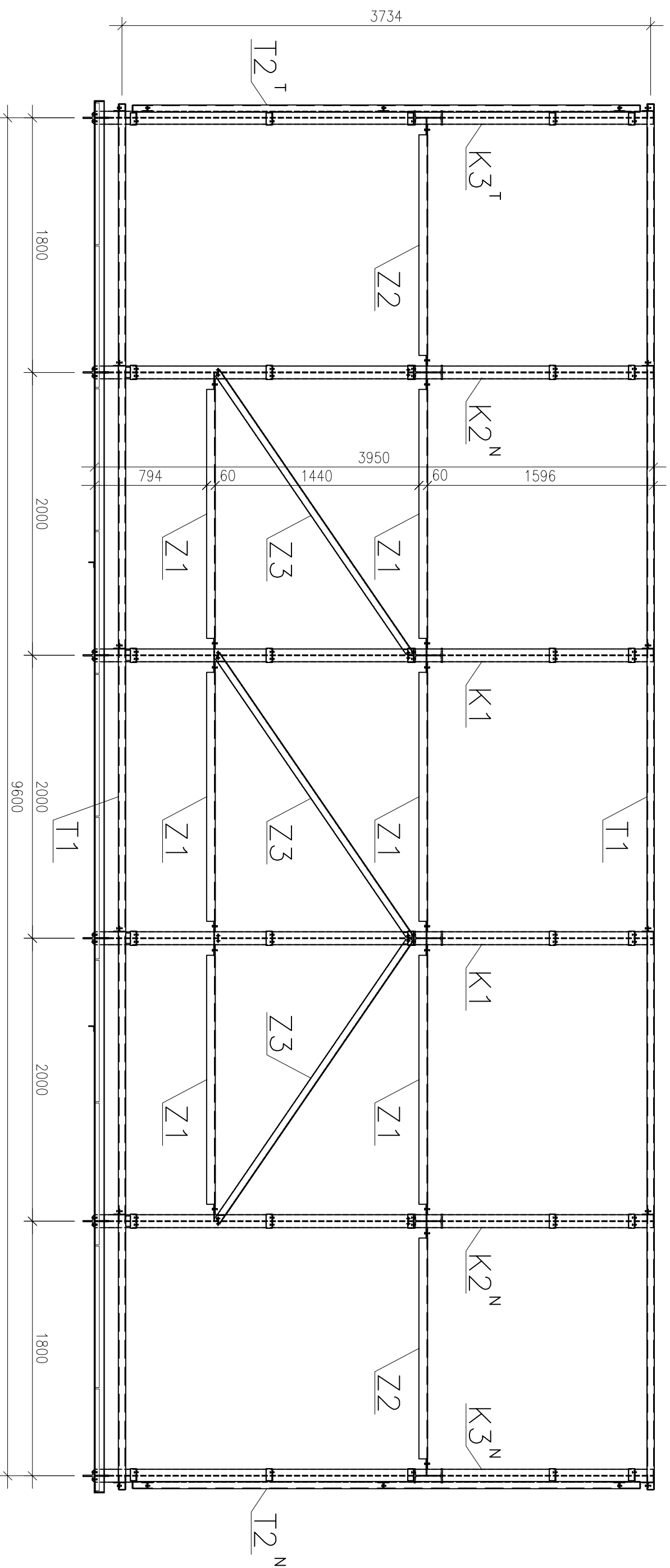
Šroubové spoje (mat. 8.8)  
 – šrouby dle ČSN 02 1308  
 – matice dle ČSN 02 1601  
 – podložky dle ČSN 02 1708  
 Povrchová úprava  
 – očištění povrchu otryskáním na SA 2,5  
 – 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$   
 – 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$   
 Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2,5.



D1-DIL D1	1 ks	222,55 kg
D2-DIL D2	1 ks	188,43 kg
D3-DIL D3	1 ks	150,55 kg
D4-DIL D4	1 ks	112,63 kg
D5-DIL D5	1 ks	74,750 kg
D6-DIL D6	1 ks	40,640 kg
Z4-ZAVĚTROVÁNÍ Z4	4 ks	15,475 kg
L1-LÁVKA L1	2 ks	315,28 kg
N1-NOSNÍK N1	1 ks	888,53 kg

PŮDORYS, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	 katedra <b>MECHANIKY</b>
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	
Katedra:	Katedra Mechaniky	Stupeň: DPS
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kestl	Měřtko: 1:30
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Počet A4: 2
Název práce:	Analyza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Datum: 2017/2018
Nosný systém:	Typ 2	Číslo výkresu: D.1.2.16
Větrná oblast:	3. Větrná oblast	
		Obsah výkresu: PŮDORYS



## POZNÁMKY

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4 \text{ mm}$

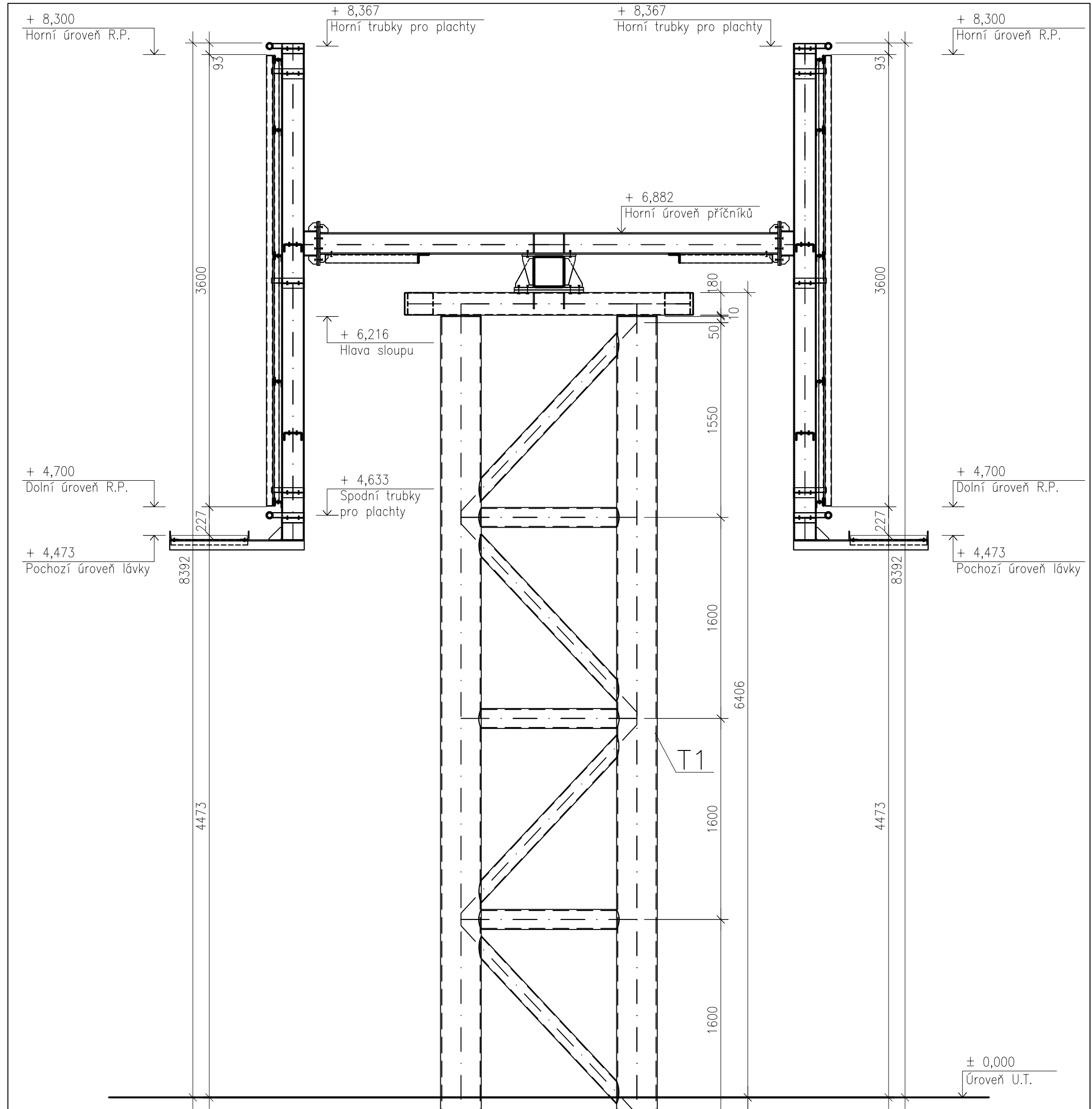
Šroubové spoje (mat. 8.8)  
 – šrouby dle ČSN 02 1308  
 – matice dle ČSN 02 1601  
 – podložky dle ČSN 02 1708  
 Povrchová úprava  
 – očištění povrchu otryskáním na SA 2,5  
 – 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$   
 – 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$   
 Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2,5.

## SPECIFIKACE DÍLCŮ

K1-KONZOLA K1	4 ks	103,71	kg
K2-KONZOLA K2	4 ks	102,76	kg
K3-KONZOLA K3	4 ks	101,95	kg
Z1-ZAVĚTROVÁNÍ Z1	12 ks	15,008	kg
Z2-ZAVĚTROVÁNÍ Z2	4 ks	13,425	kg
Z3-ZAVĚTROVÁNÍ Z3	6 ks	7,400	kg
T1-TRUBKA T1	4 ks	51,650	kg
T2-TRUBKA T2	4 ks	19,490	kg

POHLED P1, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	katedra <b>MECHANIKY</b>	Stupeň:	DPS	
Fakulta:	Univerzitiní 2732/8, Plzeň, 301 00		Měřtko:	1:30	
Katedra:	Fakulta aplikovaných věd		Počet A4:	2	
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Datum:	2017/2018	Číslo Výkresu:	D.1.2.17
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Obsah výkresu: POHLED P1			
Název práce:	Analyza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Větrná oblast:			
Nosný systém:	Typ 2	3. Větrná oblast			




**POZNÁMKY**

Šroubové spoje (mat. 8.8)  
 - šrouby dle ČSN 02 1308  
 - matice dle ČSN 02 1601  
 - podložky dle ČSN 02 1708  
 Povrchová úprava  
 - očištění povrchu otryskáním na SA 2,5  
 - 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35 µm  
 - 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35 µm  
 Alternativně je možno konstrukci zároveň zinkovat na otryskaný podklad SA 2,5.

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně a = 4 mm

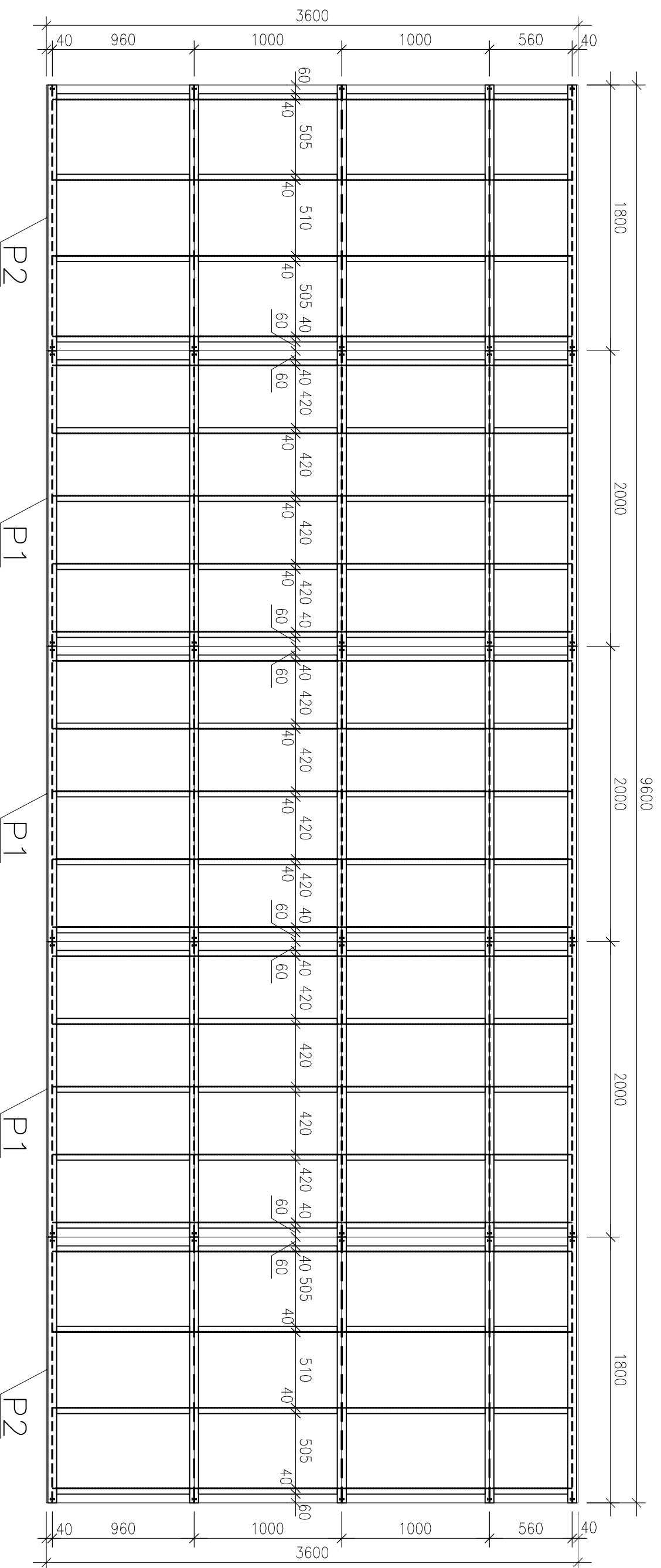
**SPECIFIKACE DÍLCŮ**

T1-TUBUS T1 1 ks 2723,7 kg

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00	 <b>katedra MECHANIKY</b>		
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd			
Katedra:	Katedra Mechaniky			
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Stupeň:	DPS	
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Měřítko:	1:30	
Název práce:	Analýza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Počet A4:	2	
		Datum:	2017/2018	
Nosný systém:	Typ 2	Obsah výkresu: ŘEZ A1-A1	Číslo Výkresu:	D.1.2.18
Větrná oblast:	3. Větrná oblast			

ŘEZ A1-A1, M 1:30





## POZNÁMKY

Výrobní skupina B dle ČSN 73 2601  
 Materiál běžná válcovaná ocel S 235 a plechy stejné kvality  
 Svařovací materiál bude použit dle způsobu svařování  
 Účinná výška a koutových svarů je cca 75% tloušťky  
 přípoj materiálu, minimálně  $a = 4$  mm


Šroubové spoje (mat. 8.8)

- šrouby dle ČSN 02 1308
  - matice dle ČSN 02 1601
  - podložky dle ČSN 02 1708
- Povrchová úprava
- očištění povrchu otryskáním na SA 2,5
  - 1 x základní nátěr S 2005 v tl. 35  $\mu\text{m}$
  - 2 x vrchní nátěr S 2013 v tl. 2 x 35  $\mu\text{m}$
- Alternativně je možno konstrukci žárově zinkovat  
 na otryskaný podklad SA 2,5.

## SPECIFIKACE DÍLCŮ

P1-REKL. PLOCHA P1 6 ks 167,0 kg  
 P2-REKL. PLOCHA P2 4 ks 146,0 kg

REKL. PLOCHA, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	 katedra <b>MECHANIKY</b>
Fakulta:	Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00	
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	
Katedra:	Katedra Mechaniky	
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Stupeň: DPS
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Měřtko: 1:30
Název práce:	Analyza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Počet A4: 2
Nosný systém:	1.-2. Typ	Datum: 2017/2018
Větrná oblast:	1.-3. Větrná oblast	Číslo Výkresu: D.1.2.19
		Obsah výkresu: REKL. PLOCHA

## DETAIL KOVTVENÍ K1, M 1:15

### 1. NOSNÝ SYSTÉM

### 1. VĚTRNÁ OBLAST

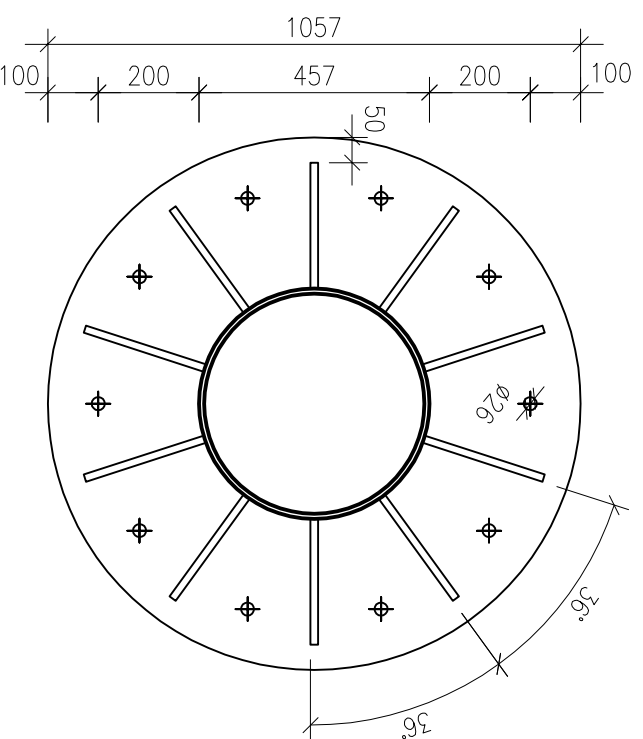
STYČNÍKOVÝ PLECH – P30 – KRUH  $\varnothing 1057$

VÝZTUHY – P15x250–250

KOTEVNÍ ŠROUBY – ZAVITOVÉ TYČE M24 8.8. DÉLKY 750 mm + 2xPODLOŽKA, 2xMATICI

PODLTÍ PATNÍHO PLECHU SMĚŠÍ GROUTEX 603 tl. 40 mm

SLOUP – TR 457x10; S 235



## DETAIL KOVTVENÍ K1, M 1:15

### 1. NOSNÝ SYSTÉM

### 3. VĚTRNÁ OBLAST

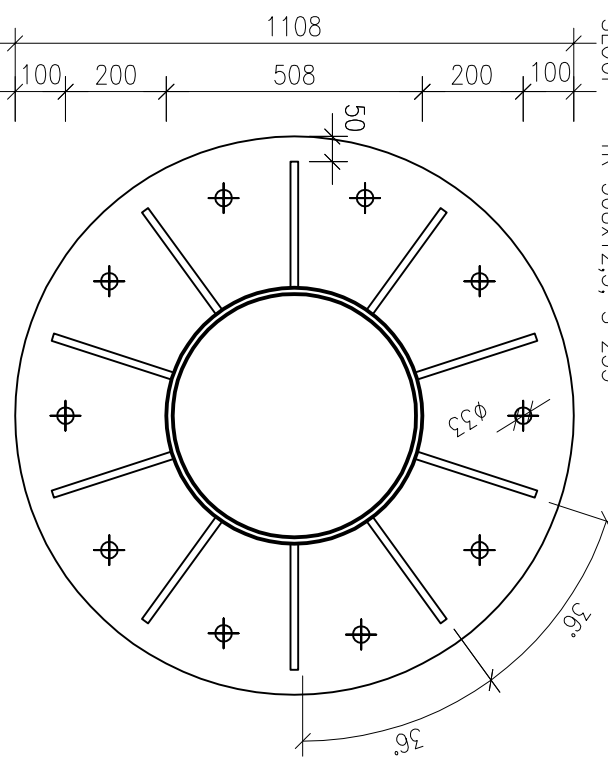
STYČNÍKOVÝ PLECH – P30 – KRUH  $\varnothing 1108$

VÝZTUHY – P15x250–250

KOTEVNÍ ŠROUBY – ZAVITOVÉ TYČE M30 8.8. DÉLKY 750 mm + 2xPODLOŽKA, 2xMATICI

PODLTÍ PATNÍHO PLECHU SMĚŠÍ GROUTEX 603 tl. 40 mm

SLOUP – TR 508x12,5; S 235



## DETAIL KOVTVENÍ K2, M 1:15

### 1. NOSNÝ SYSTÉM

### 2. VĚTRNÁ OBLAST

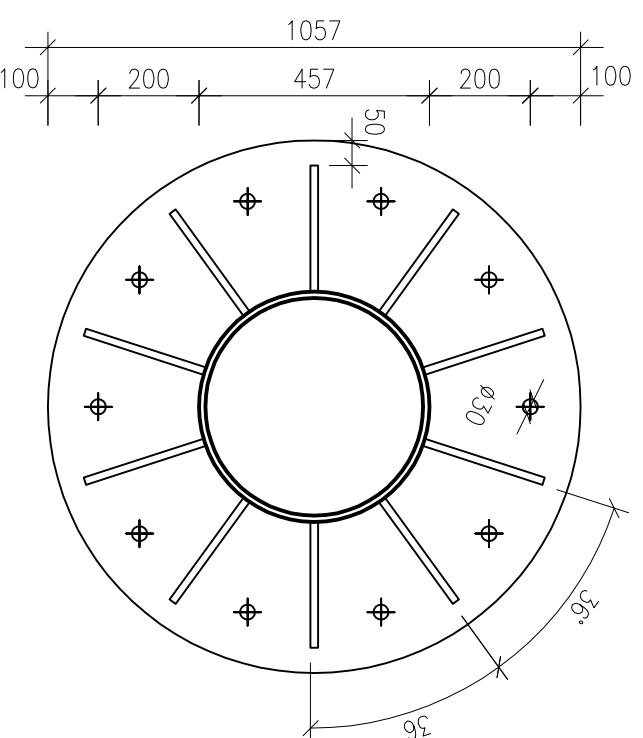
STYČNÍKOVÝ PLECH – P30 – KRUH  $\varnothing 1057$

VÝZTUHY – P15x250–250

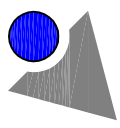
KOTEVNÍ ŠROUBY – ZAVITOVÉ TYČE M27 8.8. DÉLKY 750 mm + 2xPODLOŽKA, 2xMATICI

PODLTÍ PATNÍHO PLECHU SMĚŠÍ GROUTEX 603 tl. 40 mm

SLOUP – TR 457x12,5; S 235

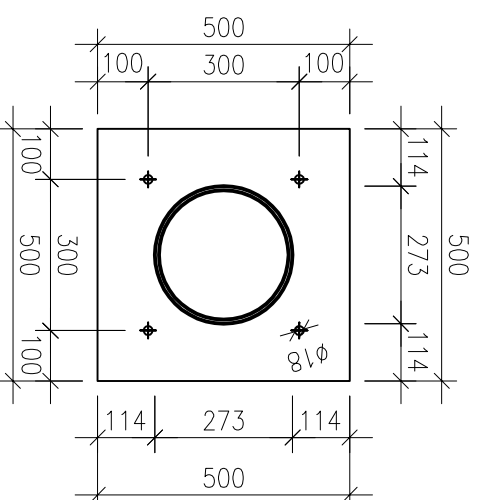


KOTVENÍ K1–K3, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni	 katedra <b>MECHANIKY</b>
Fakulta:	Fakulta aplikovaných věd	
Katedra:	Katedra Mechaniky	Stupeň: DPS
Vedoucí Práce:	Ing. Petr Kesl	Měřtko: 1:30
Vypracoval:	Bc. Jaroslav Polesný	Počet A4: 2
Název práce:	Analýza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Datum: 2017/2018
Nosný systém:	1.-2. Typ	Číslo výkresu: D.1.2.20
Větrná oblast:	1.-3. Větrná oblast	
	Obsah výkresu: KOTVENÍ K1-K3	

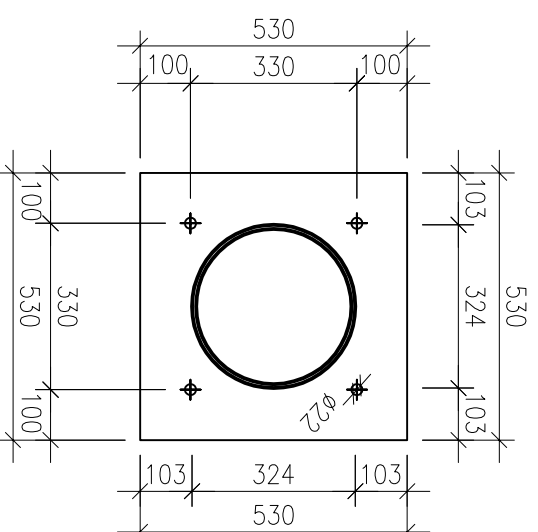
DETAIL KOVTVENÍ K4, M 1:15  
 2. NOSNÝ SYSTÉM  
 1. VĚTRNÁ OBLAST

STYČNÍKOVÝ PLECH – P15x500–500  
 BEZ VÝZTUH  
 KOTEVNÍ ŠROUBY – ZAVITOVÉ TYČE M16 8.8. DÉLKY 500 mm + 2xPODLOŽKA, 2xMATICE  
 PODLITÍ PATNÍHO PLECHU SMĚŠÍ GROUTEX 603 tl. 40 mm  
 NÁROŽNÍK TUBUSU – TR 273x8; S 235



DETAIL KOVTVENÍ K5, M 1:15  
 2. NOSNÝ SYSTÉM  
 2. VĚTRNÁ OBLAST

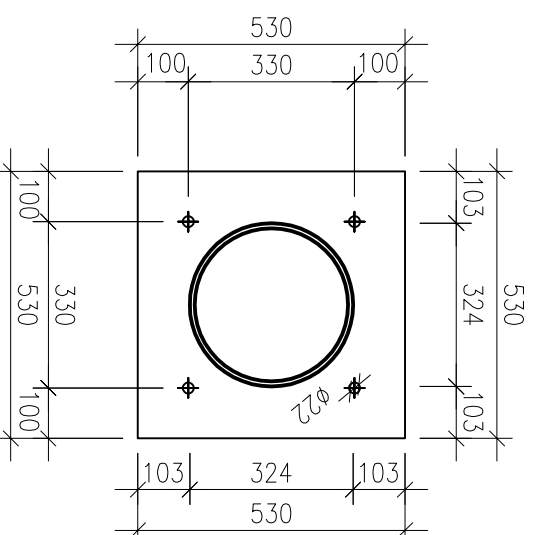
STYČNÍKOVÝ PLECH – P15x530–530  
 BEZ VÝZTUH  
 KOTEVNÍ ŠROUBY – ZAVITOVÉ TYČE M20 8.8. DÉLKY 500 mm + 2xPODLOŽKA, 2xMATICE  
 PODLITÍ PATNÍHO PLECHU SMĚŠÍ GROUTEX 603 tl. 40 mm  
 NÁROŽNÍK TUBUSU – TR 324x8; S 235



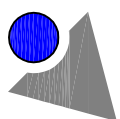
DETAIL KOVTVENÍ K6, M 1:15

2. NOSNÝ SYSTÉM  
 3. VĚTRNÁ OBLAST

STYČNÍKOVÝ PLECH – P15x530–530  
 BEZ VÝZTUH  
 KOTEVNÍ ŠROUBY – ZAVITOVÉ TYČE M20 8.8. DÉLKY 500 mm + 2xPODLOŽKA, 2xMATICE  
 PODLITÍ PATNÍHO PLECHU SMĚŠÍ GROUTEX 603 tl. 40 mm  
 NÁROŽNÍK TUBUSU – TR 324x10; S 235



KOTVENÍ K4–K6, M 1:30

Univerzita:	Západočeská Univerzita v Plzni		 katedra <b>MECHANIKY</b>
Fakulta:	Univerzitní 2732/8, Plzeň, 301 00		
Katedra:	Fakulta aplikovaných věd		Stupeň: DPS
Vedoucí Práce:	Katedra Mechaniky		
Vypracoval:	Ing. Petr Kesi	Měřtko: 1:30	Počet A4: 2
Název práce:	Bc. Jaroslav Polesný	Datum: 2017/2018	
Nosný systém:	Analýza OK billboardů pro různé větrné oblasti	Obsah výkresu: KOTVENÍ K4-K6	Číslo výkresu: D.1.2.21
Větrná oblast:	1.-2. Typ		
	1.-3. Větrná oblast		