

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
KATEDRA MECHANIKY
OBOR STAVITELSTVÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VARIANTNÍ ŘEŠENÍ NÁVRHU STŘEŠNÍ KONSTRUKCE
ČOV – DOMAŽLICE S CENOVOU A TECHNOLOGICKOU
ANALÝZOU

| | |
|-----------------|---------------------|
| Vypracoval: | Bc. Michal Pavlíček |
| Vedoucí práce: | Ing. Petr Kesl |
| Akademický rok: | 2017/2018 |

Diplomová práce:

Bc. Michal Pavlíček

Variantní řešení návrhu střešní konstrukce ČOV – Domažlice s cenovou a technologickou analýzou

Diplomová práce:

Bc. Michal Pavlíček

Variantní řešení návrhu střešní konstrukce ČOV – Domažlice s cenovou a technologickou analýzou

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ:

„Čestně prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně pod odborným dohledem pana Ing. Petra Kesla. Pro účel této práce jsem využil zdrojů a literatury uvedených na konci této práce.“

V Domažlicích dne 27. 5. 2018

.....

Bc. Michal Pavlíček

Diplomová práce:

Bc. Michal Pavlíček

Variantní řešení návrhu střešní konstrukce ČOV – Domažlice s cenovou a technologickou analýzou

PODĚKOVÁNÍ:

Touto formou bych rád poděkoval panu Ing. Petru Keslovi za pomoc, cenné rady, čas a odborné vedení mé diplomové práce.

Také bych chtěl poděkovat mé rodině a všem blízkým za podporu během doby mého studia.

ANOTACE:

Tato diplomová práce se zabývá návrhem technologie a cenovým zhodnocením variant výměny střešní konstrukce na ČOV v Domažlicích. V práci jsou zhodnoceny tři obměny provedení výměny nosné konstrukce střechy i jejího pláště z panelů KINGSPAN.

Práce obsahuje návrhy technologií výměny střešní konstrukce za pomoci konstrukce PIŽMO a jejich cenové porovnání. Dále jsou součástí práce rozpočty s výkazy výměr a návrh ocelového příhradového vazníku.

Konstrukce byly provedeny za pomoci softwaru FIN EC 2018, podle platných norem ČSN EN. Veškeré rozpočtářské práce byly vypracovány v programu KROS 4 a výkresová část byla zpracována v programu AutoCAD 2019.

Klíčová slova:

PIŽMO, technologie výměny, ČOV, ocelový vazník, střešní panely, KINGSPAN, cenové porovnání, rozpočet, výkaz výměr

ANNOTATION:

This thesis deals with the technology design and price evaluating variants replacement of the roof structure at WWTP (wastewater treatment plant) in Domažlice. There are assessed three options for the replacement supporting roof construction and casing from KINGSPAN panels.

Thesis contain suggestion technology replacement of the roof structure using PIZMO construction and price comparison. Included are budgets with reports statements and design of a steel lattice truss.

The truss design was performed with help of the FIN EC 2018 and according to the current ČSN EN standards. All budget were done in the KROS 4 program and the drawings were processed in AutoCAD 2019.

Keywords:

PIZMO, replacement technology, ČOV, steel truss, roof panel, KINGSPAN, price comparison, budget, acreage report

Obsah

| | |
|---|--------|
| 1. Úvod..... | - 11 - |
| 2. Analýza stávajícího stavu | - 12 - |
| 3. Odůvodnění potřeby projektu..... | - 12 - |
| 4. Analýza problémů při výstavbě | - 13 - |
| 5. Zajištění provozuschopnosti technologie ČOV | - 13 - |
| 6. Postup výstavby..... | - 14 - |
| 7. Provizorní zabezpečení prostoru pod střechou..... | - 14 - |
| 8. Technologie výměny střechy | - 15 - |
| 8.1 Montáž konstrukce PIŽMO | - 15 - |
| 8.1.1 Popis jednotlivých technologií..... | - 15 - |
| 8.1.2 Přípravné práce | - 15 - |
| 8.1.3 Montáž základu | - 15 - |
| 8.1.4 Předmontáž | - 16 - |
| 8.1.5 Montáž dříku | - 16 - |
| 8.1.6 Montáž hlavice | - 17 - |
| 8.1.7 Množství konstrukce PIŽMO | - 17 - |
| 8.2 Osazení ocelových vazníků na konstrukci PIŽMO..... | - 18 - |
| 8.2.1 Konstrukce pro uchycení vazníků | - 18 - |
| 8.3 Demontáž střešní krytiny..... | - 19 - |
| 8.3.1 Demontáž stávajícího hromosvodu kompletní, vč. svodů, ca. 430 m, likvidace | - 19 - |
| 8.3.2 Demontáž klempířských prvků, atik | - 19 - |
| 8.3.3 Demontáž stávající skládané krytiny | - 19 - |
| 8.4 Demontáž stávajících železobetonových vazníků | - 19 - |
| 8.5 Osazení ocelových vazníků na sloupy ČOV..... | - 20 - |
| 8.5.1 Možnosti osazení ocelového vazníku na železobetonové sloupy | - 20 - |
| 8.5.2 Montáž příhradových vazníků na sloupy..... | - 20 - |
| 8.6 Montáž střešní krytiny..... | - 20 - |
| 8.6.1 Instalace nové střešní krytiny a kotvení | - 20 - |
| 8.6.2 Montáž a doplnění klempířských prvků, svody | - 22 - |
| 8.6.3 Kompletní dodávka nového hromosvodového systému dle platné ČSN, provedení pro plechovou střechu s distančními podpěrami, doplnění sítě, doplnění svodů..... | - 23 - |
| 8.7 Demontáž konstrukce PIŽMO..... | - 23 - |
| 9. Návrh nové střešní konstrukce | - 23 - |
| 9.1 Nosná konstrukce | - 23 - |

| | | |
|--------|--|---------|
| 9.2 | Střešní krytina..... | - 23 - |
| 9.3 | Návrh nového příhradového vazníku | - 25 - |
| 9.3.1 | Návrh vazníku | - 25 - |
| 9.3.2 | Stálá zatížení..... | - 26 - |
| 9.3.3 | Zatížení větrem..... | - 26 - |
| 9.3.4 | Zatížení sněhem..... | - 33 - |
| 9.3.5 | Zatěžovací stavy..... | - 33 - |
| 9.3.6 | Model v ose A..... | - 34 - |
| 9.3.7 | Výsledky modelu v ose A..... | - 40 - |
| 9.3.8 | Model v ose G..... | - 43 - |
| 9.3.9 | Výsledky modelu v ose G..... | - 50 - |
| 9.3.10 | Posouzení kritických konstrukčních dílců | - 53 - |
| 10. | Hlavní zásady provádění demontážních prací | - 54 - |
| 11. | Mostní pilíř PIŽMO..... | - 56 - |
| 11.1 | Všeobecný popis a použití:..... | - 56 - |
| 11.2 | Součásti pilíře, jejich popis a použití: | - 56 - |
| 11.2.1 | Přehled součástí pilíře | - 63 - |
| 11.2.2 | Konstrukce pilíře..... | - 64 - |
| 12. | Rozpočty jednotlivých možností rekonstrukce..... | - 65 - |
| 12.1 | Rekapitulace rozpočtů..... | - 65 - |
| 12.2 | Rozpočty s výkazem výměr..... | - 69 - |
| 12.3 | Figury použité v rozpočtech | - 118 - |
| 13. | Harmonogramy..... | - 122 - |
| 14. | Výkresová část | - 122 - |
| 15. | Fotodokumentace | - 122 - |
| 16. | Podklady | - 122 - |
| 17. | Zhodnocení jednotlivých technologií | - 123 - |
| 18. | Závěr | - 125 - |
| 19. | Zdroje, Software | - 126 - |
| 20. | Seznam Obrázků | - 128 - |
| 21. | Seznam Tabulek..... | - 130 - |

1. Úvod

Zvolené téma mé diplomové práce se zabývá analýzou technologie provedení a ekonomickým zhodnocením rekonstrukce budovy technologické haly ČOV v Domažlicích. Myšlenka zabývat se problematikou této stavby mě napadla během doby, po kterou jsem v areálu pracoval.

Budova z roku 1970 byla v roce 2012 částečně rekonstruována při akci Čistá Berounka. Jelikož však nebylo provedeno několik důležitých navržených oprav, rozhodl jsem se zabývat se technologií provedení těchto neuskutečněných prací. Ze získaných podkladů pro rekonstrukci z před šesti let, jsem zjistil že stávající střešní plášť z železobetonových žebírkových desek je nevyhovující a musí být provedena jeho výměna. Dle statických posudků byli v době jejich zpracování železobetonové vazníky v relativně dobrém stavu.

Návrh spočívá ve výměně jak střešního pláště, tak nosné konstrukce střechy, během nepřetržitého provozu čističky odpadních vod. Nepřetržitý provoz je hlavním bodem, proč mě zaujala technologie provedení výměny celé konstrukce. Důvodem, proč jsem se rozhodl provést výměnu celé střešní konstrukce je mnohonásobně vyšší životnost nového střešní krytiny oproti stávajícím vazníkům.

Způsob provedení rekonstrukce je specifický tím, že bude provedena za pomoci konstrukce PÍŽMO. Tato podpurná konstrukce, dříve určená hlavně ke stavbě mostů bude vystavěna nad úroveň stávající střechy po obou delších stranách objektu. Osazením nových ocelových vazníků na vystavěné pilíře PÍŽMO a jejich provizorním zastřešením dojde k zakrytí celé budovy, tak aby mohla být provedena demontáž stávající střešní konstrukce. Zakrytí budovy nám zajistí ochranu technologie ČOV před účinky nepříznivých vlivů počasí. K zakrytí technologie ČOV bude uvnitř budovy vystavěno prostorové lešení, které bude sloužit jako obrana před pádem materiálu a pracovní plošina při demontáži a montáži. Po odstranění stávající krytiny a železobetonových vazníků se osadí nové příhradové vazníky a položí nová střešní krytina z panelů KINGSPAN.

Provedení technologie výměny střešní konstrukce v několika variantách a jejich ekonomické zhodnocení nám pomůže vybrat nejvhodnější variantu při srovnávání. Výběr nejvhodnější varianty a porovnání jednotlivých možností je cílem této práce.

2. Analýza stávajícího stavu

Rekonstrukce se týká budovy technologické haly ČOV v Domažlicích. Budova z roku 1970 byla v roce 2012 rekonstruována při akci Čistá Berounka.

Při rekonstrukci v roce 2012 byl proveden stavebně technický průzkum železobetonových střešních desek a na základě tohoto průzkumu bylo konstatováno že tehdy stávající železobetonové desky jsou přetížené a současným zatěžovacím podmínkám nevyhovují. A proto je nutné tuto střešní krytinu odebrat a nahradit novou.

V současném stavu (duben 2018) střešní krytinu stále tvoří nevyhovující železobetonové desky, ač bylo v roce 2012 statickem doporučeno v co nejkratším čase krytinu demontovat, neboť při jejím porušení může dojít ke zřícení konstrukce, což může způsobit ztráty na lidských životech.

Díky tomuto stavu se zhoršili vlastnosti střešních vazníků, neboť nebylo provedeno jejich odlehčení. V posledním statickém posudku je zaneseno, že v zimním období musí být ze střechy sklizen sníh specializovanou firmou. Pokud by totiž nebylo dodrženo odklizení sněhu může dojít k přetížení konstrukce a tím pádem k její destrukci.

3. Odůvodnění potřeby projektu

V současné době jsou vazníky střešní konstrukce ČOV ve stavu, ve kterém pravděpodobně vydrží ještě několik let. Avšak střešní krytina je už několik let v devastujícím stavu, a zdraví nebezpečná. Proto je nutné provést výměnu střešní krytiny, z logického a ekonomického hlediska a také s přihlédnutím k vyjádření statika bude v současné situaci provedena i výměna střešních vazníků.

Jeden z důvodů, proč je nutné v současné době provést rekonstrukci celé střešní konstrukce, je, že kdyby byla provedena jen výměna střešní krytiny byla by životnost nové krytiny mnohonásobně vyšší než stávajících střešních vazníků. Čímž je z výhledového hlediska neekonomické provést jen výměnu střešního pláště.

Významným důvodem je, že ač ze statického posudku vyplívá že stávající vazníky jsou vyhovující na několik dalších let, není doporučeno do nich nějak výrazně zasahovat, což značně omezuje způsob uchycení nové střešní krytiny. Dalším odůvodněním může být to, že i když bylo doporučeno demontovat střešní krytinu už v roce 2012, tento návrh nebyl uskutečněn, tím nedošlo k odlehčení stávajících železobetonových vazníků, a můžeme se domnívat, že během posledních šesti let se jejich vlastnosti zhoršili.

Vzhledem z výše uvedeným důvodům provedení rekonstrukce střešní konstrukce a nevyhovujícím stavu díky němuž by mohlo dojít v následujících letech k destrukci. Je proto nutná v co nejbližší době výměna jak stávající střešní krytiny, tak stávajících železobetonových vazníků.

4. Analýza problémů při výstavbě

Při opravě konstrukce střechy stávající budovy ČOV v Domažlicích musí být zajištěn plynulý provoz, což je nejvíce ovlivňující faktor rekonstrukce stavby. Díky tomu musí být zajištěno trvalé zastřešení a zároveň zakrytí veškeré technologie čističky odpadních vod před pádem materiálu při provádění rekonstrukce.

Pro zajištění stálého provozu je navržena nejdříve výstavba provizorního zastřešení za pomoci nových ocelových příhradových vazníků, které budou dočasně uloženy na podpurnou konstrukci PIŽMO. Tyto příhradové prvky budou posléze použity jako nová nosná konstrukce střechy ČOV.

Prostor mezi novými vazníky nám pomoci dřevěných desek vytvoří dočasnou pracovní plochu, která bude sloužit hlavně k bouracím práce stávající skládané střešní krytiny. Jelikož stávající plášť je tvořen několika vrstvami (hydroizolace, tepelná izolace atd.) je vhodné postupně odstranit jednotlivé vrstvy až na železobetonové panely, ty samotné budou demontovány ze stávající nosné konstrukce, pokud možno po jednotlivých kusech za pomoci autojeřábu a následně zlikvidovány.

Jedním z požadavků je zakrytí technologie ČOV, proto bude zřízeno vnitřní prostorové lešení, které bude pokryté ochranou plachtou (fólií), to bude plnit funkci ochranou před pádem materiálu a zároveň funkci pracovní plošiny při demontáži stávajících vazníků. Toto lešení bude vystavěno do výšky cca 0,3 m pod úroveň stávajících železobetonových vazníků.

Samotný zábor stavby nebude nijak jinak omezovat provoz v areálu Chodských vodáren a kanalizací, jelikož prostor kolem haly, na které bude prováděna rekonstrukce je dostatečně velký.

5. Zajištění provozuschopnosti technologie ČOV

V hale bude za souběžných prací bezpodmínečně **nutné zajistit provozuschopnost technologie čištění odpadních vod.**

Konkrétně se jedná o provoz:

- čerpání odpadních vod na nátoku – čerpadla, drapák šterku
- česle, vč. transportních žlabů
- dmyhadla (v provozu)
- 1 komora lapáku písku vč. strojního těžení a odvozu hmot
- Plynová kotelna
- Přerušitelný provoz provizoria stávající odstředivky

Přes všechna tato zařízení budou zhotoveny ochranné lešenářské konstrukce se záklpem deskami, u nové technologie již nově instalované budou doplněny záchytné sítě nebo geotextilie proti odpadávajícímu materiálu. Prostorová lešenářská konstrukce bude složít i jako podpora pro demontáž stávajících železobetonových vazníků.

Ochrana bude provedena na celé ploše i nad střechami vestavěných rozvodů. Celková zajištěná půdorysná plocha čítá cca. 1510 m².

6. Postup výstavby

1. Příprava staveniště
2. Montáž ochranných prostředků pro bourací práce (zajištění stálého provozu)
3. Výstavba PIŽMA a uchycení nových střešních vazníků (provizorní)
4. Demontáž hromosvodového vedení, klempířských prvků a bourací práce
5. Demontáž střešní krytiny
6. Odstranění stávajících železobetonových vazníků
7. Spuštění a osazení nových střešních vazníků
8. Montáž nových prvků střešní konstrukce
9. Dokončovací práce

7. Provizorní zabezpečení prostoru pod střechou

Zajištění prostoru haly pod střechou ČOV navrženo pomocí prostorového lešení s plošinou ve výšce cca 6,65 m, která bude sloužit pouze jako ochrana před padajícími částmi střešního pláště do doby rekonstrukce (výměny střešního pláště). Navržená únosnost prostorového lešení je 300 kg/m^2 z důvodu pozdějšího využití při demontáži střešních vazníků.

Lešení je navrženo ve všech částech haly ČOV o výšce cca 6,65 m, v místech, kde se nenachází pevná stropní konstrukce bude konstrukce nižší. Bude provedeno ohraničení výstražnou folií a osazeny výstražné značky dle požadavku BOZP.

Nosnou konstrukci pro provizorní zabezpečení tvoří ocelové trubkové lešení. Max. osová vzdálenost podpor 1,50 m (pokud to nedovolí technologie ČOV může být vzdálenost podpor větší). Stojky budou po výšce (po 1/3 h) kotveny ke konstrukci haly z důvodu zajištění stability a zmenšení vzpěrné délky. Fixace sloupků pomocí svorníků nebo objímek či vzpěrných trubek. Sloupy budou vypořádány v patách sloupků do vodorovné polohy.

Na vytvořený rastr bude provedeno zakrytí (bednění) z OSB desek tl. 22 mm. Na veškeré vodorovné ploše lešení bude bednění dvouvrstvé. Prostředání jednotlivých vrstev s posunem desek o 1/2. Takto vytvořená plocha bude zakryta geotextilií, která bude k podkladu přikotvena (fixována).

Před objednáním materiálu na montáž plošiny bude provedeno zaměření stávající stavební konstrukce za účelem ověření stavebních rozměrů uvedených v zadávací dokumentaci. Bude prověřena možnost osazení podpěrných sloupků v místě štítových výměn.

Detailní řešení technologického a pracovního postupu montáže bude před zahájením vlastních prací upřesněno dodavatelem. Při provádění montážních prací nutno dodržovat bezpečnostní předpisy a postupovat dle vypracovaného plánu BOZP, který je součástí projektové dokumentace na výměnu střešního pláště.

8. Technologie výměny střechy

8.1 Montáž konstrukce PIŽMO

Jedná se o ocelovou, příhradovou a rozebíratelnou konstrukci, která lze přizpůsobit jak zatížení, tak výšce a únosnosti základové spáry. Jednotlivé díly (viz kapitola č.11) se dají nakombinovat pro různé výšky potřebné při výstavbě.

8.1.1 Popis jednotlivých technologií

Pro námi zvolené technologie výměny střešní konstrukce máme tři možnosti montáže konstrukce PIŽMO. Konstrukce se musí vystavět z obou podélných stran objektu. Veškeré varianty se vztahují na založení konstrukce PIŽMO a provedení výměny střechy.

První možností je vystavět konstrukce PIŽMO jen po třetině délky budovy a po provedení výměny pokračovat stejným způsobem na druhé a třetí třetině střešní konstrukce. Přičemž tuto možnost můžeme rozvést na další dvě, kde první bude založena na tzv. nánožkách, druhou možností této větve je založit tuto konstrukci na roštové nosníky, které budou uloženy na kolejovou dráhu. V těchto dvou variantách budou veškeré práce na střešním pláště a vaznících rozděleny do třetin, po kterých se bude rekonstrukce provádět.

Třetí varianta je vystavění podpůrné konstrukce po obou stranách budovy po celé délce na tzv. nánožkách. Tato možnost nám pomůže vyřešit výměnu celé konstrukce naráz.

Pro stavbu samotné konstrukce sloupků a ztužidel je nutné použití automobilního jeřábu, jelikož hmotnost jednotlivých prvků je příliš vysoká pro ruční montáž.

8.1.2 Přípravné práce

Cílem je připravit základovou plochu, staveniště, veškeré prostory pro montáž, předmontáž, skládku a komunikace. Prostor pro předmontáž je vhodné volit v blízkosti samotné montáže konstrukce. Tento prostor slouží k přípravě jednotlivých bloků (dílů) dle stanovené technologie.

8.1.3 Montáž základu

A. Konstrukce na nánožkách

První možností pro výstavbu je postavit podpůrnou konstrukci na tzv. nánožkách. Jedná se o jeden z možných způsobů založení pro konstrukci PIŽMO (viz kapitola č.11). Pro založení je nutné terén dostatečně ztuhnout, což je zajištěno, neboť konstrukce bude stát na asfaltovém povrchu. U pilířů zakládáných na této konstrukci je nutné zajistit rovnoběžnou hladinu (vodovážnou latí či nivelací) pro montáž dalších dílů konstrukce. Musíme dbát zřetel na to, aby byly nohy konstrukce řádně uloženy a byla zajištěná dostatečná stabilita a prvky se nekývali. Po vyrovnaní se montuje první vrstva sloupků o výšce 1,0 m (S3) s trojúhelníkovými ztužidly (Z3). Na veškeré spoje (sloupky, ztužidla) se používá

plný počet šroubů, které se utahují ručně. Tento typ založení bude využit po celé délce objektu, tedy u varianty č.3 a zároveň u druhého řešení.

B. Konstrukce na roštových nosnících

Další varianta řešení založení konstrukce PIŽMO je postavit prvky na roštových nosnících. (viz kapitola č.11). Rozdíl oproti konstrukci na nánožkách je, že tato možnost založení není tak vysoká, proto při jejím využití musím počítat s více prvky konstrukce PIŽMO. Varianta s roštovými nosníky je vhodná hlavně pro rovné povrchy, nebo pro povrchy s mírnými nerovnostmi. Zároveň se ale musí zajistit stejně jako nánožky proti kývání. Po zajištění nivelety se pokračuje stejně jako u konstrukce stejně jako u první varianty (montáž první řady sloupků atd.) jak je popsáno výše.

C. Konstrukce na roštových nosnících a kolejnicové dráze

Třetí možností je uložení podpůrné konstrukce stejně jako ve druhém případě na roštové nosníky, ale zároveň na pojízdnou kolejovou dráhu. Tato kolejová dráha bude provizorně vybudována na areálových komunikacích jen po dobu opravy střešní konstrukce. Provizorní podpůrná konstrukce se bude pohybovat po kolejnicích pomocí ocelového lana které bude poháněno elektrickým motorem a bude umístěna po celé délce objektu na jeho severní a jižní straně. Na jezdce, které budou položeny kolejnice budou následně osazeny roštové nosníky, konstrukce PIŽMO se bude vystavovat stejně tak jako je tomu u druhé varianty založení (popsáno v předchozím odstavci). Tuto možnost založení využijeme u varianty číslo 1.

8.1.4 Předmontáž

Prostor pro předmontáž musí být dostatečně veliký, aby bylo možné smontování min. dílu o rozměrech 2 x 6 metrů. Pro blokovou montáž je možné zřídit montážní plochu větší v závislosti na únosnosti a vyložení jeřábu. Je nutné, aby byl v dosahu montážní prostředek, neboť předmontáž se provádí pouze při strojní montáži. Jde o sestavení jednotlivých bloků pro zrychlení tempa montáže a využití nosnosti jeřábu. Pro stavbu podpůrné konstrukce PIŽMO v areálu ČOV Domažlice budou zřízeny dva předmontážní prostory (severní a jižní strana objektu).

8.1.5 Montáž dříku

Montáž dříku neboli montáž sloupků (pilíře) nad základním patrem metrových sloupků (viz 8.1.3). Jedná se o činnost, při které montéři za pomoci zvedací techniky (jeřábu) navádí a osazují jednotlivé prvky či bloky na otvory dosavadního naposled smontovaného patra. Vzhledem k zabezpečení musí být dodržen minimální počet osazených šroubů před vyvěšením. Další šrouby se doplňují před montáží následujícího bloku (dílu) a to s možností osazení plného počtu šroubů, nebo tak aby byli sloupky v přírubách propojeny nejméně čtyřmi šrouby v rohových otvorech.

Šrouby v dříku se doplňují na plný počet po dvou patrech a všechny matice se dotahují klíčem, přičemž se osoby nesmí zdržovat pod dílci či bloky které se

osazují (montují). Ve svrchních dvou patrech sloupků se matice dotahují až po osazení první vrstvy roštových nosníků.

8.1.6 Montáž hlavice

Dle technologického postupu a v závislosti na dostupném mechanizačním prostředku (jeřábu) se provádí osazení hlavice. Tuto vrchní část podpůrné konstrukce převážně tvoří roštové nosníky, pokud se na dřík montují dva přilehlé nosníky, spojí se tyto nosníky malými smykovými deskami. První řada nosníků bude uložena kolmo na budovu, tak aby na tuto vrstvu mohlo být uloženo protizávaží z betonových panelů rovnoběžně s budovou. Ve stejném směru bude uložena druhé vrstva roštových nosníků. Pro spojení spodní vrstvy hlavice a poslední vrstvy dříků se použije plný počet šroubů.

Pro rekonstrukci střechy na hale v Domažlicích budou vystavěny z této podpůrné konstrukce dvě řady, každá z nich po jedné z delších stran objektu. Budou dosahovat do výšky cca 11,5 m.

8.1.7 Množství konstrukce PIŽMO

Tabulka 1 - množství konstrukce PIŽMO pro montáž na nánožkách po celé délce budovy

| Konstrukční skupina a označení | Označení Součásti | Název součásti | Hmotnost 1 ks/kg | Počet ks | Celková váha (t) |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|------------------|----------|------------------|
| Sloupky S | S 1 | Sloupek 3,2 m | 207,00 | 360 | 74,52 |
| | S 1 | Sloupek 1,6 m | 118,60 | 180 | 21,35 |
| | S 3 | Sloupek 1,0 m | 84,80 | 180 | 15,26 |
| Ztužidla Z | Z 1 | Ztužidlo čtvercové | 50,10 | 1050 | 52,61 |
| | Z 4 | Ztužidlo přímé | 23,30 | 594 | 13,84 |
| | Z 5 | Ztužidlo příčné | 18,50 | 480 | 8,88 |
| Roštové nosníky R | R 2 | Nosník roštový 4,0 m | 465,00 | 240 | 111,60 |
| | R 5 | Deska styková malá | 11,90 | 180 | 2,14 |
| Nánožka N | N 1 | Podložka nánožková | 146,00 | 180 | 26,28 |
| | N 2 | Patka nánožková | 123,40 | 180 | 22,21 |
| | N 3 | Noha nánožková | 199,70 | 180 | 35,95 |
| Spojovací šrouby T | T 1 | Šroub krátký 61 mm | 0,30 | 42224 | 12,67 |
| | T 2 | Šroub dlouhý 88 mm | 0,40 | 10080 | 4,03 |
| Hmotnost celkem | | | | | 401,34 |

Tabulka 2 - množství konstrukce PIŽMO pro montáž na nánožkách po třetině délky budovy

| Konstrukční skupina a označení | Označení Součásti | Název součásti | Hmotnost 1 ks/kg | Počet ks | Celková váha (t) |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|------------------|----------|------------------|
| Sloupky S | S 1 | Sloupek 3,2 m | 207,00 | 144 | 29,81 |
| | S 1 | Sloupek 1,6 m | 118,60 | 72 | 8,54 |
| | S 3 | Sloupek 1,0 m | 84,80 | 72 | 6,11 |
| Ztužidla | Z 1 | Ztužidlo čtvercové | 50,10 | 420 | 21,04 |

| | | | | | |
|--------------------|-----|----------------------|--------|------|--------|
| Z | Z 4 | Ztužidlo přímé | 23,30 | 244 | 2,98 |
| | Z 5 | Ztužidlo příčné | 18,50 | 168 | 3,11 |
| Roštové nosníky R | R 2 | Nosník roštový 4,0 m | 465,00 | 96 | 44,64 |
| | R 5 | Deska styková malá | 11,90 | 72 | 0,86 |
| Nánožka N | N 1 | Podložka nánožková | 146,00 | 72 | 10,51 |
| | N 2 | Patka nánožková | 123,40 | 72 | 8,88 |
| | N 3 | Noha nánožková | 199,70 | 72 | 14,38 |
| Spojovací šrouby T | T 1 | Šroub krátký 61 mm | 0,30 | 9104 | 2,73 |
| | T 2 | Šroub dlouhý 88 mm | 0,40 | 1440 | 0,58 |
| Hmotnost celkem | | | | | 156,87 |

Tabulka 3 - množství konstrukce PIŽMO pro montáž na roštových nosnících a kolejové dráze

| Konstrukční skupina a označení | Označení Součásti | Název součásti | Hmotnost 1 ks/kg | Počet ks | Celková váha (t) |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|----------|------------------|
| Sloupky S | S 1 | Sloupek 3,2 m | 207,00 | 180 | 37,26 |
| | S 2 | Sloupek 1,0 m | 84,80 | 60 | 5,09 |
| Ztužidla Z | Z 1 | Ztužidlo čtvercové | 50,10 | 420 | 21,04 |
| | Z 3 | Trojúhelníkové ztužidlo | 35,30 | 70 | 2,47 |
| | Z 4 | Ztužidlo přímé | 23,30 | 128 | 2,98 |
| | Z 5 | Ztužidlo příčné | 18,50 | 168 | 3,11 |
| Roštové nosníky R | R 2 | Nosník roštový 4,0 m | 465,00 | 140 | 65,10 |
| | R 5 | Deska styková malá | 11,90 | 120 | 1,43 |
| Spojovací šrouby T | T 1 | Šroub krátký 66 mm | 0,30 | 5312 | 1,59 |
| | T 2 | Šroub dlouhý 88 mm | 0,40 | 1440 | 0,58 |
| Hmotnost celkem | | | | | 140,65 |

8.2 Osazení ocelových vazníků na konstrukci PIŽMO

V místech, kde se nachází stávající železobetonové vazníky se nad ně uloží na konstrukci PIŽMO nové ocelové vazníky, které budou po odstranění stávající nosné konstrukce střechy sloužit jako nové nosné prvky střechy.

Osazení na provizorní příhradovou nosnou konstrukci bude provedeno pomocí autojeřábu, který postupně zvedne všech patnáct nových ocelových vazníků. Samotné vazníky budou po dobu demontáže stávající střešní konstrukce přichyceny pomocí šroubových spojů k provizorní podpůrné konstrukci.

8.2.1 Konstrukce pro uchycení vazníků

Samotné vazníky budou přichycené na ocelové nosníky šroubovými spoji. Tyto nosníky, které budou tvořit profily z válcované oceli budou uchyceny na podpůrnou konstrukci PIŽMO pomocí řetězových kladkostrojů (nebo hřebenových zvedáků). Pomocí těchto strojů budeme následně spouštět příhradové vazníky na místo stávajících železobetonových. Pro uchycení jednoho vazníku bude za potřebí čtyř kladkostrojů či hřebenových zvedáků. Tímto počtem bude zajištěna dostatečná únosnost a stabilita prvku v příčném směru, v podélné

směru nám stabilitu provizorní konstrukce zajistí zavětrování příhradových vazníků, které bude také jen dočasné. Ztužení v podélném směru bude zajištěno položením střešní krytiny trapézovým plechem.

8.3 Demontáž střešní krytiny

8.3.1 Demontáž stávajícího hromosvodu kompletní, vč. svodů, ca. 430 m, likvidace

Je navržena nová konstrukce včetně nových svodů. Proto je nutné demontovat stávající nevyhovující. Demontované prvky budou zlikvidovány do sutí. Postupně se odeberou všechna lana, svorky úchyty a jímací tyče.

8.3.2 Demontáž klempířských prvků, atik

Jelikož většina klempířských prvků je v nevyhovujícím stavu, budou demontovány a likvidovány do sutí. Ze stávajících prvků k dalšímu použití využijeme pouze svislé kruhové svody.

8.3.3 Demontáž stávající skládané krytiny

Stávající železobetonové panely jsou v nevyhovujícím stavu, přičemž zásah do jakéhokoliv jednotlivého panelu může způsobit kolaps celé střešní krytiny. Proto je také z tohoto důvodu vybudováno provizorní zabezpečení pod střechou (viz kapitola č.7).

Střešní krytina, která je na budově v současné době je tvořena z několika vrstev. Vrchní vrstva je tvořena několika vrstvami asfaltových pásů, následují vrstvy tepelné izolace z polystyrenu, betonové vrstvy s výztuží a samotné žebříkové panely z železobetonu. Všechny tyto vrstvy se budou muset odstranit se zvýšenou opatrností tak, aby pokud možno nedošlo k vážnému poškození panelů a tím k destrukci celé plochy střešní krytiny. Způsob rozebírání pláště bude stále stejný jen mírně se bude lišit dle zvolené varianty provedení celé konstrukce.

Samotná demontáž, bude prováděna z exteriéru budovy, konkrétně z úrovně nových ocelových vazníků, jelikož bourací práce pod úrovní střešní krytiny jsou životu nebezpečné.

8.4 Demontáž stávajících železobetonových vazníků

Z důvodu zhoršených vlastností a zároveň montáži nové střešní krytiny, která by měla mnohonásobně vyšší životnost, než vazníky železobetonové je nutné tyto vazníky demontovat a nahradit novými.

Pro demontáž stávajících vazníků využijeme provizorního zabezpečení pod střechou, které slouží hlavně jako kryt technologii ČOV, aby byl zajištěn stálý provoz. Tuto plochu využijeme jako pracovní plošinu pro demontáž. Každý železobetonový vazník, který budeme odstraňovat postupně rozřezáme na menší díly od spodních pásnic, přes šikmé diagonály a jako poslední vrchní pásnice. Avšak přesný postup likvidace střešních vazníků musí být nařízený statikem. Posléze se menší díly pomocí kladkového stroje dostanou na zem z výšky pomocné plošiny.

Takto postupně odstraníme všech 15 vazníků. Samotná konstrukce každého nosníku bude při demontáži zavěšená na nové ocelové příhradové vazníky, aby nedošlo k celkové destrukci materiálu.

8.5 Osazení ocelových vazníků na sloupy ČOV

8.5.1 Možnosti osazení ocelového vazníku na železobetonové sloupy

Ocelové vazníky budou uloženy na hlavice železobetonových sloupů, pomocí kotevních šroubů. Ze statického hlediska jde o kloubové uložení, na jedné straně konstrukce bude pevný kloub a na druhé posuvný. Posuvný kloub docílíme tím, že budou ve styčnickovém plechu vytvořeny oválné otvory pro zajištění možnosti posunu.

Na původní zhlaví sloupu bude provedena nová dobetonávka, která bude provázaná výztuží společně s původním sloupem. Vytvořením nové vrchní betonové vrstvy docílíme zarovnáním všech sloupů do stejné roviny. Na tuto vrstvu bude přichycen styčnickový plech, který bude sloužit pro spojení příhradového vazníku se sloupem.

8.5.2 Montáž příhradových vazníků na sloupy

Poté, co již jsou nové příhradové vazníky uchyceny na konstrukci PIŽMO (viz kapitola č.8.2). Budou pomocí hřebenových zvedáků (či ručních řetězových kladkostrojů) pomalu spuštěny na úroveň stávajících železobetonových sloupů. Odpojení vazníků od podpůrné konstrukce bude možné až po provedení uložení a ukotvení ocelové konstrukce do stávajících sloupů.

Konstrukce ocelového vazníku bude přes styčnickový plech uchycena pomocí chemických kotev do stávajících železobetonových vazníků. Po ukotvení nové nosné konstrukce střechy budou tyto prvky zpevněny železobetonovými ztužujícími věnci.

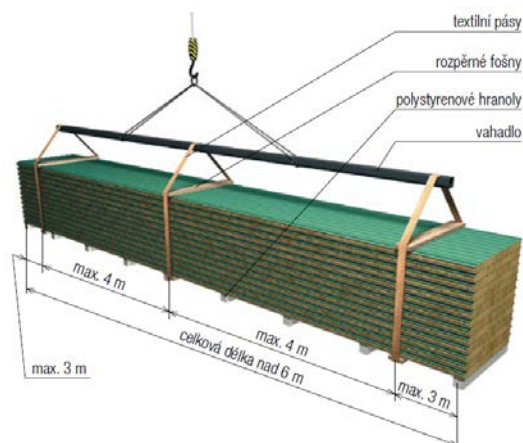
8.6 Montáž střešní krytiny

8.6.1 Instalace nové střešní krytiny a kotvení

Před montáží je nutné vytvořit pracovní plošinu, v našem případě tuto plošinu tvoří vnitřní prostorové lešení. Novou střešní krytinu budou tvořit střešní panely KINGSPAN X-dek, které budou osazeny na nové příhradové vazníky. Vzhledem k hmotnosti jednotlivých střešních panelů se montáž provádí pomocí jeřábu. Samotné kotvení se poté provádí ručně při zajištění bezpečnostních podmínek.

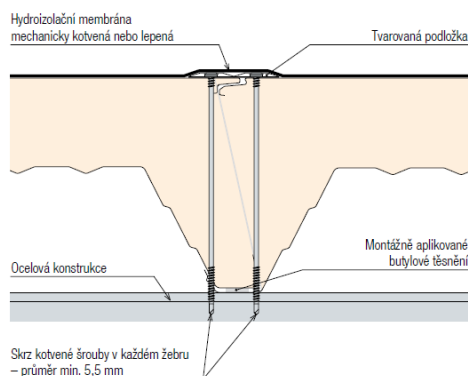
Před položením panelu se na nosnou konstrukci střechy osazují těsnící pásy, jak je uvedeno v podrobné realizační dokumentaci. Po připevnění panelů k nosné konstrukci šrouby a za dodržení bezpečnosti práce je střecha při malém sklonu pochozí. Panely nejsou určeny k pravidelnému chůzi (častěji než 1x týdně), bez pochozích lávek.

Manipulace s panely delšími než 6 m, resp. s jejich svazky musí být prováděna jeřábem za použití textilních pásů, rozpěr a vahadel. Při této manipulaci nesmí být použity ocelová lana ani řetězy. Nesmí docházet k tomu, že jednotlivé svazky budou naskladněné na sobě. Odebírání jednotlivých panelů ze svazku je nutné provádět v oblasti zámků zespod. Pokud by došlo ke zvednutí pouze za horní plech, může dojít k oddělení svrchního plechu od jádra panelu.



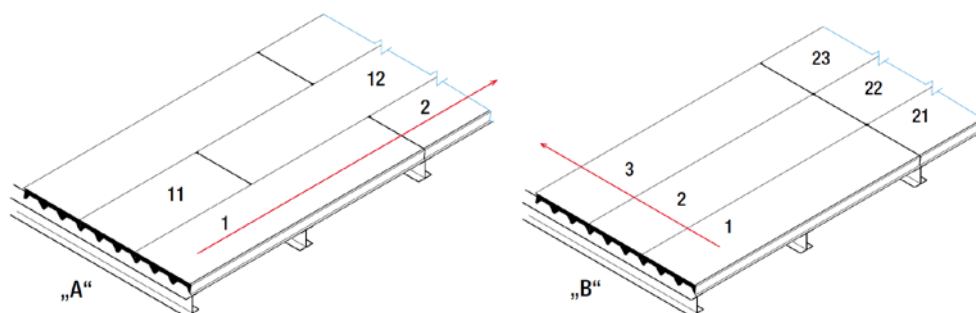
Obrázek 1 – způsob manipulace se střešními panely

Před samotným uchycením panelů do nosné konstrukce, je nutné provést kontrolu, zda podélné spoje panelů „sedí“, tak aby byla zajištěna těsnost spoje. V průběhu provádění pokládky střešních panelů stačí prvky přichytit pouze dvěma šrouby, avšak na konci prací musí být panely uchyceny plným počtem šroubů. Pro spojení nosné konstrukce a prvků střešního pláště se používají samovrtných šrouby. Počet těchto šroubů může být dán statikem, výrobcem panelů nebo je zanesen v projektové dokumentaci. Jsou dvě možnosti upevnění střešního panelu, a to upevnění ve spodní vlně panelu, či skrz celý panel. V našem případě zvolíme druhou možnost, z toho důvodu, že naše budova je částečně otevřená, proto zde není kladen důraz na zamezení tepelných mostů neboli celkově energetickou náročnost budovy. Po přesném uložení panelu se provede otvor skrz vnější plech, izolační jádro, vnitřní plech a následně i do stojiny horní pásnice vazníku, poté se šroub s talířovou a těsnicí podložkou dotáhne elektrickou utahovačkou.



Obrázek 2 - detail spoje panelů

Jedná se panely s podhledovým trapézovým plechem. Tento trapézový plech umožňuje uložení střešních panelů na rozpětí až 6 m. Samotné panely se vyrábí až do délky 15 m, v našem případě využijeme délky přes dvě pole čímž nám trapézový plech vytvoří spojitý nosník. Takto navržené panely mohou být uspořádány ve variantě „A“ - šachovnicově (viz obrázek 3), tím dosáhneme toho, že zatížení na nosnou konstrukci je rozneseno rovnoměrně na celou nosnou část střechy. Nebo variantou „B“ klasickým uložením. Minimální šířka v místě uložení jednoho panelu je u krajních podpor 40 mm a u středních podpor 100 mm, pokud se jedná o napojení dvou panelů na střední podpoře je minimální šířka uložení 210 mm.



Obrázek 3 - varianty montáže střešních panelů

Svrchní vrstvu této konstrukce tvoří, mechanicky kotvená PVC hydrofólie. Při její aplikaci a svařování se budeme řídit technologickými předpisy výrobce fólie.

Tento typ střešních panelů nám umožňuje montáž až 1200 m² za jediný den, proto je to velmi vhodné řešení pro výměnu tak velké plochy střechy, kterou má budova ČOV. Zároveň díky této technologii se nám zkrátí doba výstavby například oproti víceprvkovým skládaným krytinám až dvojnásobně.

Samotná montáž bude provedena strojně. Do výšky střechy budou panely ze skládkového místa vyzdvihovány automobilovým jeřábem. Spoje mezi ocelovou konstrukcí vazníků a panely budou provedeny pomocí kotevnicích šroubů o min. Ø 5,5 mm. Minimální šířka uložení vychází ze statického posouzení. Samotné panely jsou kotveny do nosné konstrukce v každé vlně trapézového plechu.

8.6.2 Montáž a doplnění klempířských prvků, svody

Klempířské práce budou tvořit převážně montáž pomocných klempířských výrobků na konstrukci střechy (oplechování krajů střechy či napojení střešní krytiny na atiky), druhou část tvoří montáž svodů a podokapních žlabů včetně příslušenství (háky, úchyty, čela atd.) Všechny tyto klempířské prvky budou provedeny z titan-zinkového plechu.

8.6.3 Kompletní dodávka nového hromosvodového systému dle platné ČSN, provedení pro plechovou střechu s distančními podpěrami, doplnění sítě, doplnění svodů

Při návrhu opravy střešní krytiny v roce 2012 bylo zhodnoceno že stávající hromosvodový systém není dostatečný dle platných ČSN norem. Proto byl navržen nový systém, který už bude splňovat normy ČSN.

Veškeré práce, které jsou spojené s montáží nového hromosvodového systému, které zahrnují montáž nových lan, svorek, jímacích tyčí, či jejich držáků, budou prováděny společně s dokončovými pracemi na stavbě. Součástí montáže je i samotná kontrola soustavy.

8.7 Demontáž konstrukce PIŽMO

Pilíře PIŽMO se demontují opačným způsobem, než byla provedena jejich montáž, a to zpravidla strojně. Výjimečně lze rozebírat konstrukce ručně. V každém patře je nutno zřídit lávky pro pohyb montérů. Demontuje se shora dolů stejně jako u bouracích prací nejprve hlavice, potom dřík, obvykle v dílech (blocích), jak byly vestavovány při montáži. Demontované díly nebo bloky se budou ukládat na místo původně určené k předmontáži, následně rozebrány do jednotlivých prvků a složeny na místo určené pro skládku materiálu. A následně odvezeny.

9. Návrh nové střešní konstrukce

9.1 Nosná konstrukce

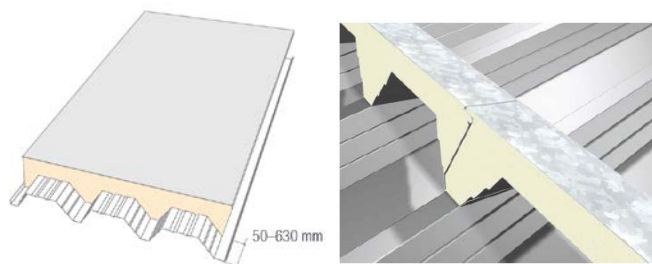
Novou nosnou konstrukci budou tvořit ocelové příhradové vazníky (rozpětí 18,0 m), které nahradí stávající železobetonové vazníky. Tyto vazníky budou uloženy na stávající železobetonové sloupy.

Příhradový vazník bude sedlový se zalomeným spodním pásem. Kde horní a spodní pás bude tvořen z profilu HEB 260 z válcované oceli a diagonály budou tvořeny z ocelových trubek kruhových 82,5x10 mm. Veškeré spoje budou provedeny svary.

Na stávající železobetonové sloupy bude provedena nová dobetonávka. Tato betonová vrstva bude sloužit jako vyrovnávací tak, aby byly horní části sloupů ve stejné rovině. Na nové betonové konstrukci bude položena kotevní deska, která bude ukotvena do sloupů pomocí kotevních šroubů.

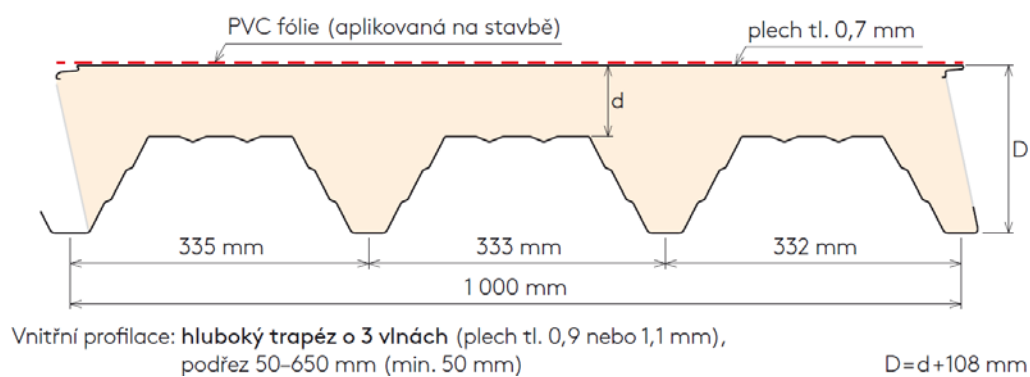
9.2 Střešní krytina

Stávající železobetonové desky budou šetrně odstraněny a specializovanou firmou zlikvidovány. Jako náhradní řešení bylo zvoleno použití kompaktní lehké střešní krytiny. Pro dané rozpětí střešních vazníků (6 m) byly použity střešní panely Kingspan KS1000 X-dek XD (viz Obrázek 4). Jedná se o velkorozponové střešní panely s tepelnou izolací vhodný pro sklony střech větší než 1 % a pro střechy s velkými rozpony mezi podpůrnými konstrukcemi (6 m a více).



Obrázek 4 - střešní panel KINGSPAN KS1000 - XD

Pro naši střešní krytinu budou zvoleny střešní panely o šířce 208 mm. Samotný střešní panel je tvořený na vnitřní straně trapézovým plechem (výška vlny 108 mm) z žárově pozinkované oceli tl. 1,1 mm, izolační jádro je z IPN pěny (tepelná izolace) a na vnější povrch panelu XD tvoří taktéž žárově pozinkovaná ocel o tloušťce 0,7 mm. Překrývající vrstvu spojů jednotlivých panelů bude aplikována na stavbě PVC fólie, která bude tvořit svrchní část střešní krytiny (viz Obrázek 5).



Obrázek 5 - řez střešním panelem

Tyto střešní panely o délce 12 m budou uloženy na ocelových vaznicích, a budou se staticky chovat jako spojitý nosník. Uchycení střešní krytiny do nových ocelových vazníků bude provedeno pomocí samovrtných šroubů (viz kapitola 8.6.1).

9.3.2 Stálá zatížení

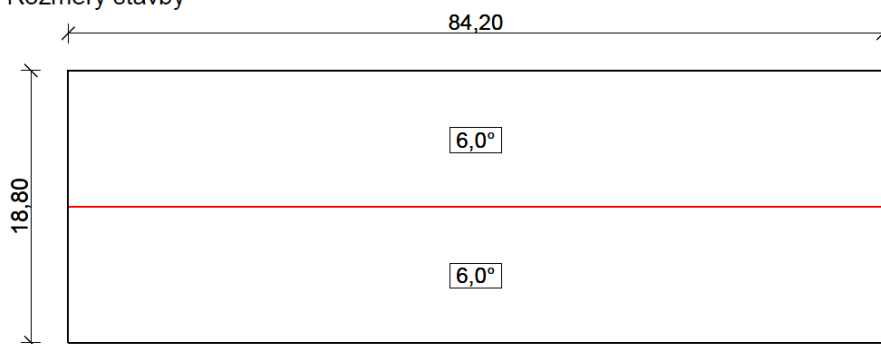
| | Charakt. [kN/m ²] | Souč. [-] | Návrh. [kN/m ²] |
|--|----------------------------------|--------------|--------------------------------|
| Ostatní stálé zatížení | | | |
| Střešní panel - KINGSPAN KS1000-XD; IPN jádro tl. 100 mm; tl. trap. pl. 1,1 mm | 0,24 | 1,35 | 0,32 |
| Hydroizolační fólie z PVC-P DEKPLAN 76 k mechanickému kotvení 1,5 mm | 0,20 | 1,35 | 0,27 |
| Součet: Ostatní stálé zatížení | 0,44 | 1,35 | 0,59 |
| Součet: Stálé zatížení | 0,44 | 1,35 | 0,59 |
| Součet zatížení | 0,44 | 1,35 | 0,59 |

9.3.3 Zatížení větrem

| | | | |
|---------------------------|--------------|-----------|-------------------|
| Větrná oblast: | | II | |
| Rychlost větru | $v_{b,0}$ | = 25,00 | m/s |
| Kategorie terénu: | | II | |
| Referenční výška budovy | z_e | = 8,70 | m |
| Součinitel směru větru | c_{dir} | = 1,00 | |
| Součinitel ročního období | c_{season} | = 1,00 | |
| Měrná hmotnost vzduchu | ρ | = 1,250 | kg/m ³ |
| Součinitel orografie | c_o | = 1,00 | |
| Maximální dynamický tlak | q_p | = 0,88 | kN/m ² |
| Součinitel zatížení | γ_f | = 1,50 | |
| Plocha pro stanovení | $c_{pe} A$ | = 1582,96 | m ² |

Střecha

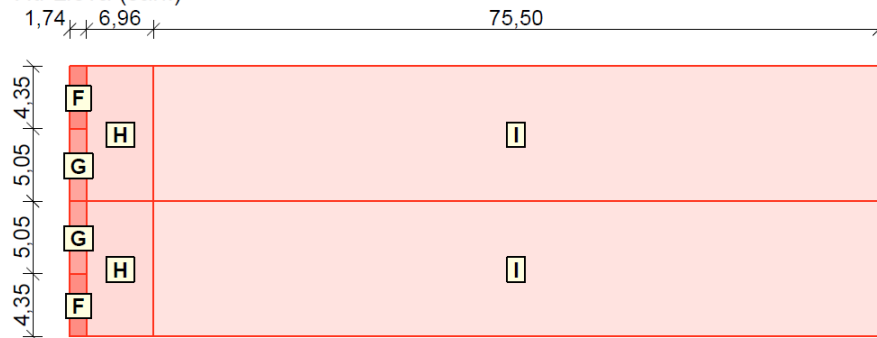
Rozměry stavby



Obrázek 7 – schéma půdorysu střechy

Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Vítr zleva (sání)

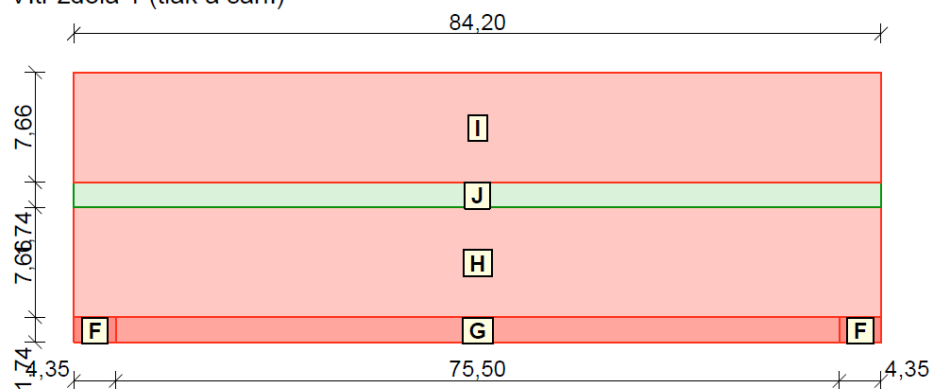


Obrázek 8 - schéma zatížení větrem zleva (sání)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F | 6,0 | F | -1,39(-2,08) |
| G | 6,0 | G | -1,15(-1,72) |
| H | 6,0 | H | -0,61(-0,92) |
| I | 6,0 | I | -0,52(-0,78) |

Tabulka 4 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zleva (sání)

Vítr zdola 1 (tlak a sání)

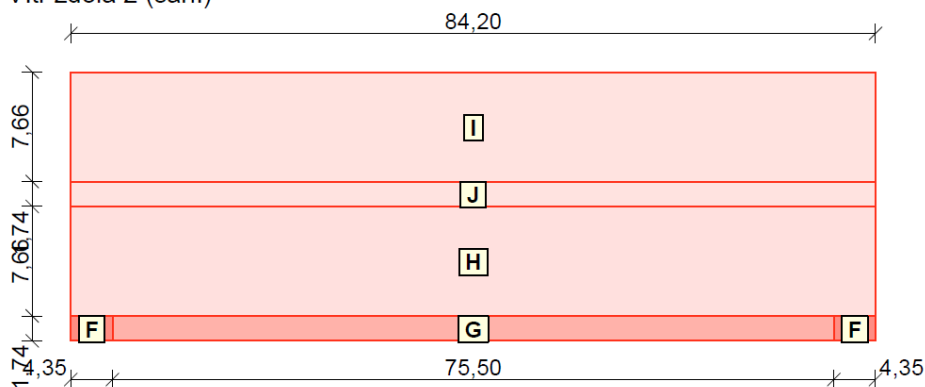


Obrázek 9 - schéma zatížení větrem zdola 1 (tlak a sání)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F | 6,0 | F | -1,43(-2,15) |
| G | 6,0 | G | -1,03(-1,54) |
| H | 6,0 | H | -0,50(-0,76) |
| I | 6,0 | I | -0,51(-0,77) |
| J | 6,0 | J | 0,07(0,11) |

Tabulka 5 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zdola 1 (tlak a sání)

Vítr zdola 2 (sání)

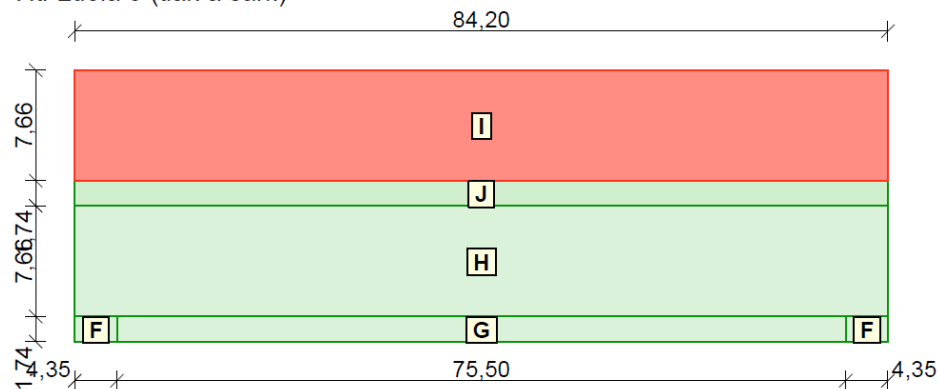


Obrázek 10 - schéma zatížení větrem zdola 2 (sání)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F | 6,0 | F | -1,43(-2,15) |
| G | 6,0 | G | -1,03(-1,54) |
| H | 6,0 | H | -0,50(-0,76) |
| I | 6,0 | I | -0,48(-0,72) |
| J | 6,0 | J | -0,48(-0,72) |

Tabulka 6 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zdola 2 (sání)

Větr zdola 3 (tlak a sání)

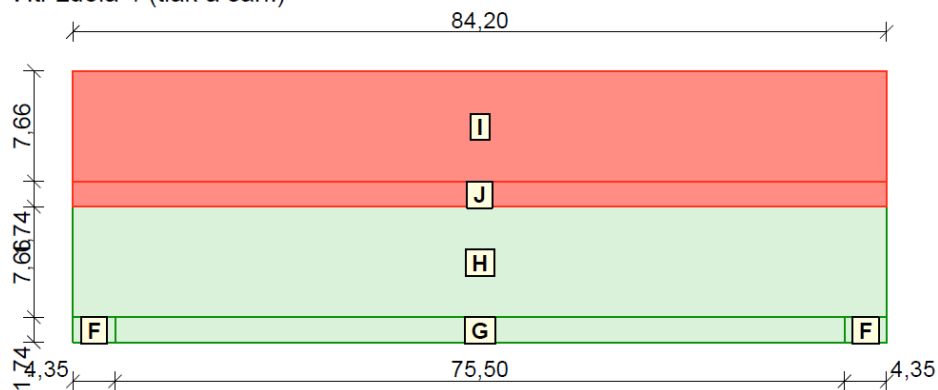


Obrázek 11 - schéma zatížení větrem zdola 3 (tlak a sání)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F | 6,0 | F | 0,02(0,03) |
| G | 6,0 | G | 0,02(0,03) |
| H | 6,0 | H | 0,02(0,03) |
| I | 6,0 | I | -0,51(-0,77) |
| J | 6,0 | J | 0,07(0,11) |

Tabulka 7 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zdola 3 (tlak a sání)

Větr zdola 4 (tlak a sání)

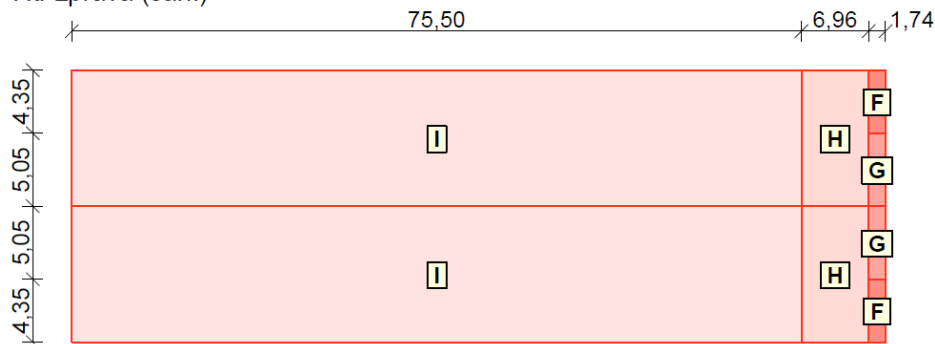


Obrázek 12 - schéma zatížení větrem zdola 4 (tlak a sání)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F | 6,0 | F | 0,02(0,03) |
| G | 6,0 | G | 0,02(0,03) |
| H | 6,0 | H | 0,02(0,03) |
| I | 6,0 | I | -0,48(-0,72) |
| J | 6,0 | J | -0,48(-0,72) |

Tabulka 8- výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zdola 4 (tlak a sání)

Větr zprava (sání)

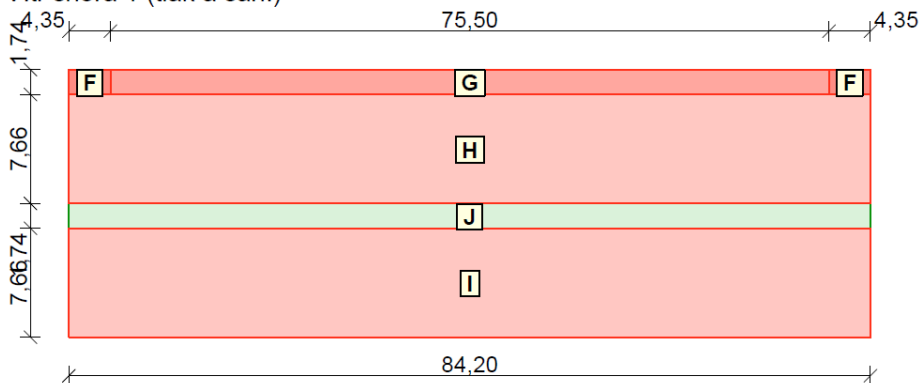


Obrázek 13 - schéma zatížení větrem zprava (sání)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F | 6,0 | F | -1,39(-2,08) |
| G | 6,0 | G | -1,15(-1,72) |
| H | 6,0 | H | -0,61(-0,92) |
| I | 6,0 | I | -0,52(-0,78) |

Tabulka 9- výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zprava (sání)

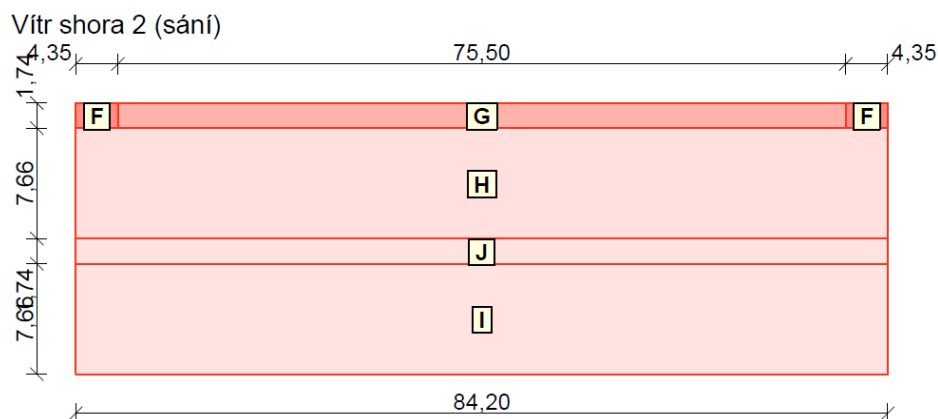
Větr shora 1 (tlak a sání)



Obrázek 14 - schéma zatížení větrem shora 1 (tlak a sání)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F | 6,0 | F | -1,43(-2,15) |
| G | 6,0 | G | -1,03(-1,54) |
| H | 6,0 | H | -0,50(-0,76) |
| I | 6,0 | I | -0,51(-0,77) |
| J | 6,0 | J | 0,07(0,11) |

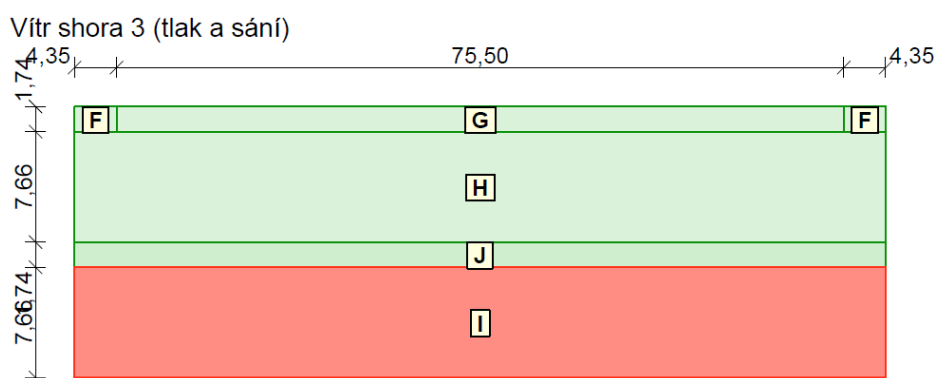
Tabulka 10- výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru shora 1 (tlak a sání)



Obrázek 15 - schéma zatížení větrem shora 2 (sání)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F | 6,0 | F | -1,43(-2,15) |
| G | 6,0 | G | -1,03(-1,54) |
| H | 6,0 | H | -0,50(-0,76) |
| I | 6,0 | I | -0,48(-0,72) |
| J | 6,0 | J | -0,48(-0,72) |

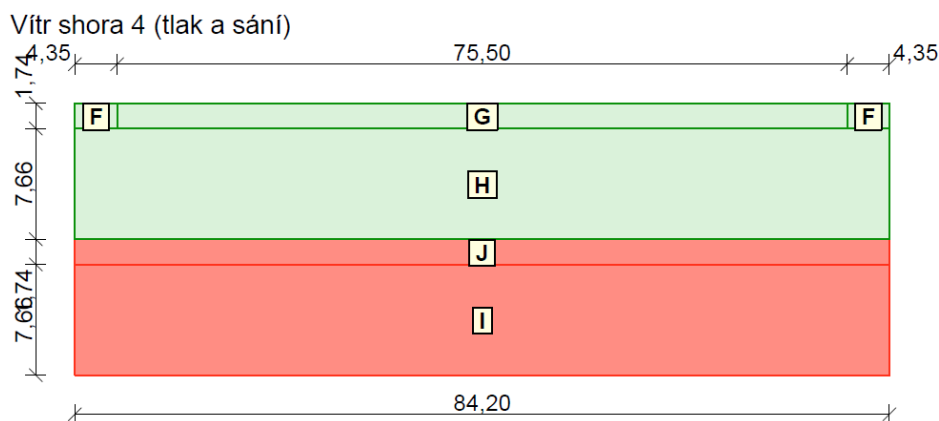
Tabulka 11 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru shora 2 (sání)



Obrázek 16 - schéma zatížení větrem shora 3 (tlak a sání)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F | 6,0 | F | 0,02(0,03) |
| G | 6,0 | G | 0,02(0,03) |
| H | 6,0 | H | 0,02(0,03) |
| I | 6,0 | I | -0,51(-0,77) |
| J | 6,0 | J | 0,07(0,11) |

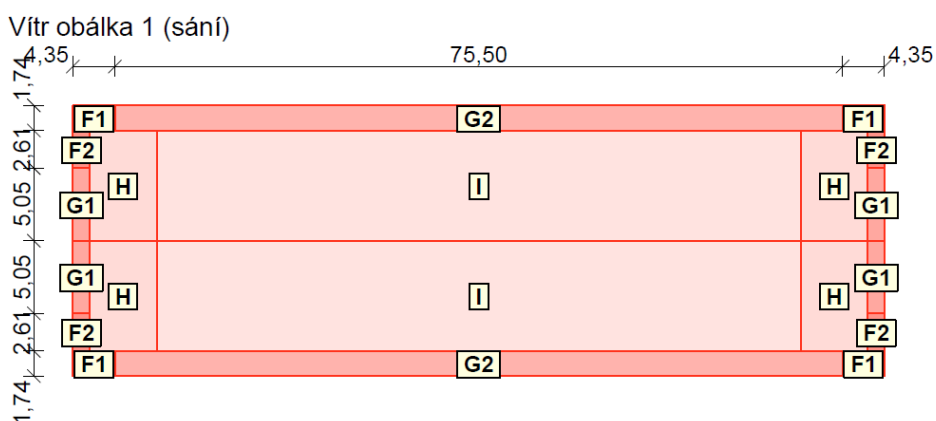
Tabulka 12 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru shora 3 (tlak a sání)



Obrázek 17 - schéma zatížení větrem shora 4 (tlak a sání)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F | 6,0 | F | 0,02(0,03) |
| G | 6,0 | G | 0,02(0,03) |
| H | 6,0 | H | 0,02(0,03) |
| I | 6,0 | I | -0,48(-0,72) |
| J | 6,0 | J | -0,48(-0,72) |

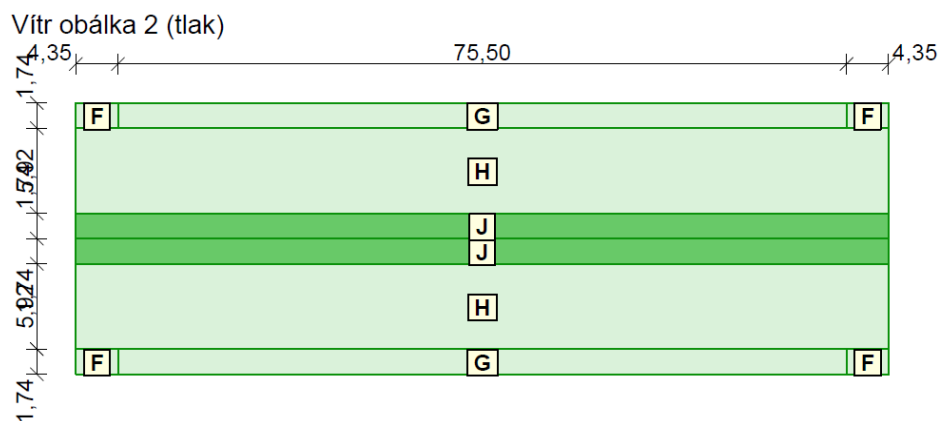
Tabulka 13 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru shora 4 (tlak a sání)



Obrázek 18 - schéma zatížení větrem obálka 1 (sání)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F1 | 6,0 | F | -1,43(-2,15) |
| F2 | 6,0 | F | -1,39(-2,08) |
| G1 | 6,0 | G | -1,15(-1,72) |
| G2 | 6,0 | G | -1,03(-1,54) |
| H | 6,0 | H | -0,61(-0,92) |
| I | 6,0 | I | -0,52(-0,78) |

Tabulka 14 - výsledné hodnoty tlaku větru – obálka (sání)



Obrázek 19 - schéma zatížení větrem obálka 2 (tlak)

| Označení | Sklon [°] | Oblast | Tlak větru [kN/m ²] |
|----------|-----------|--------|---------------------------------|
| F | 6,0 | F | 0,02(0,03) |
| G | 6,0 | G | 0,02(0,03) |
| H | 6,0 | H | 0,02(0,03) |
| J | 6,0 | J | 0,07(0,11) |

Tabulka 15- výsledné hodnoty tlaku větru – obálka (tlak)

9.3.4 Zatížení sněhem

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-3

| | | |
|---|---|------------------------|
| Sněhová oblast: | | II |
| Charakteristická hodnota zatížení s_k | = | 1,00 kN/m ² |
| Typ krajiny: | | normální |
| Součinitel expozice C_e | = | 1,00 |
| Tepelný součinitel C_t | = | 1,00 |
| Součinitel zatížení γ_f | = | 1,50 |
| Tvar zastřešení: sedlová střecha | | |
| Sklon střechy α_1 | = | 6,0 ° |
| Sklon střechy α_2 | = | 6,0 ° |
| Tvarový součinitel $\mu_1(\alpha_1)$ | = | 0,80 |
| Tvarový součinitel $\mu_1(\alpha_2)$ | = | 0,80 |

Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Případ (i) - zatížení nenavátým sněhem:

$$s_1 = 0,80 \text{ kN/m}^2 \text{ (1,20 kN/m}^2 \text{)}$$

$$s_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2 \text{ (1,20 kN/m}^2 \text{)}$$

Případ (ii) - zatížení navátým sněhem:

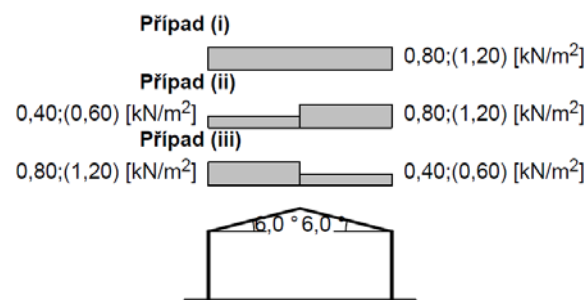
$$s_1 = 0,40 \text{ kN/m}^2 \text{ (0,60 kN/m}^2 \text{)}$$

$$s_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2 \text{ (1,20 kN/m}^2 \text{)}$$

Případ (iii) - zatížení navátým sněhem:

$$s_1 = 0,80 \text{ kN/m}^2 \text{ (1,20 kN/m}^2 \text{)}$$

$$s_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2 \text{ (0,60 kN/m}^2 \text{)}$$



9.3.5 Zatěžovací stavy

| č. | Název | Kód | Typ | γ_f ($\gamma_{f,inf}$)* | Součinitele pro kombinace | | | | |
|----|---|--------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | | | | ξ | Kateg.** | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
| 1 | G1 vlastní tíha (nosná konstrukce)-stálé | Vlastní tíha | Stálé | 1,35(0,90) | 0,85 | - | - | - | - |
| 2 | G2 stálé zatížení konstrukcí | Silové | Stálé | 1,35(0,90) | 0,85 | - | - | - | - |
| 3 | Q3 Užité zatížení konstrukcí (údržba - střechy) | Silové | Proměnné krátkodobé | 1,50 | - | H | 0,70 | 0,20 | 0,00 |
| 4 | Q4 Montážní zatížení konstrukcí (střechy) | Silové | Proměnné krátkodobé | 1,50 | - | H | 0,70 | 0,20 | 0,00 |
| 5 | S5 Sníh 100% | Silové | Proměnné krátkodobé sníh | 1,50 | - | H<1000 | 0,50 | 0,20 | 0,00 |
| 6 | S6 Sníh 50% - 100% | Silové | Proměnné krátkodobé sníh | 1,50 | - | H<1000 | 0,50 | 0,20 | 0,00 |
| 7 | W7 Vítr podélný (tlak + sání) | Silové | Proměnné krátkodobé vítr | 1,50 | - | Vítr | 0,60 | 0,20 | 0,00 |
| 8 | W8 Vítr příčný (sání zdola) | Silové | Proměnné krátkodobé vítr | 1,50 | - | Vítr | 0,60 | 0,20 | 0,00 |
| 9 | W9 Vítr příčný (tlak + sání zdola) | Silové | Proměnné krátkodobé vítr | 1,50 | - | Vítr | 0,60 | 0,20 | 0,00 |
| 10 | W10 Vítr příčný (sání shora) | Silové | Proměnné krátkodobé vítr | 1,50 | - | Vítr | 0,60 | 0,20 | 0,00 |

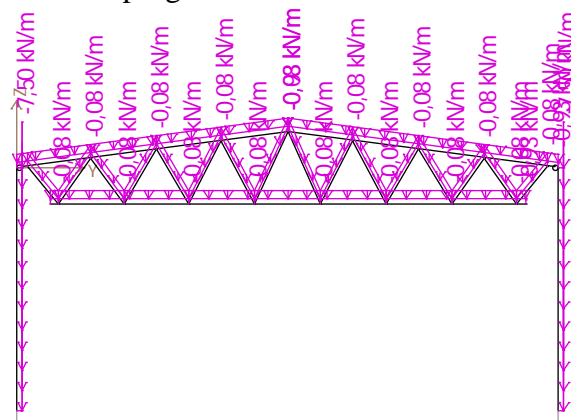
* $\gamma_{f,inf}$ pro příznivě působící stálá zatížení

** Kategorie proměnných zatížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

9.3.6 Model v ose A

Zatěžovací stav 1 – vlastní tíha konstrukcí

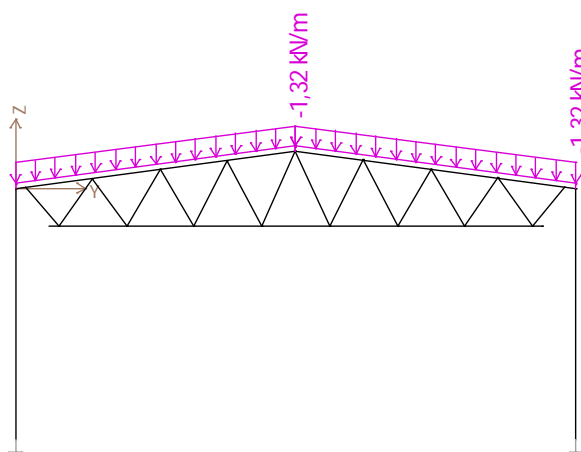
- vygenerováno programem FIN EC 2018



Obrázek 20 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS1)

Zatěžovací stav 2 – stálé zatížení konstrukcí

- charakteristické zatížení: $g_k = 0,44 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,44 \cdot 1 = 0,44 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l) / 2 = (0,440 \cdot 6,0) / 2 = 2,64 / 2 = 1,32 \text{ kN}$
- Zatížení od stálého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $G_1^{ZS2} = R = \underline{1,32 \text{ kN}}$

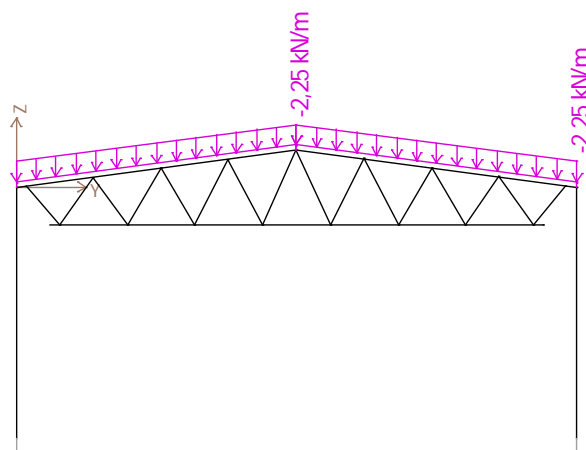


Obrázek 21 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS2)

Zatěžovací stav 3 – občasné užité zatížení (údržba – střechy)

- charakteristické zatížení: $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,75 \cdot 1 = 0,75 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l) / 2 = (0,75 \cdot 6,0) / 2 = 4,50 / 2 = 2,25 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):

$$\circ Q_1^{ZS3} = R = \underline{2,25 \text{ kN}}$$

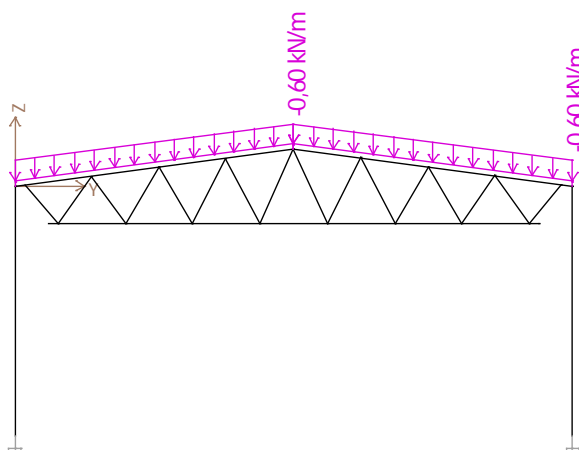


Obrázek 22 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS3)

Zatěžovací stav 4 – montážní zatížení konstrukcí (střechy)

- charakteristické zatížení: $q_k = 0,20 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,20 \cdot 1 = 0,20 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,20 \cdot 6,0)/2 = 1,2/2 = 0,6 \text{ kN}$
- Zatížení od montážního zatížení ((jeden panel uložený na nosníku):

$$\circ Q_1^{ZS4} = R = 0,6 \text{ kN}$$

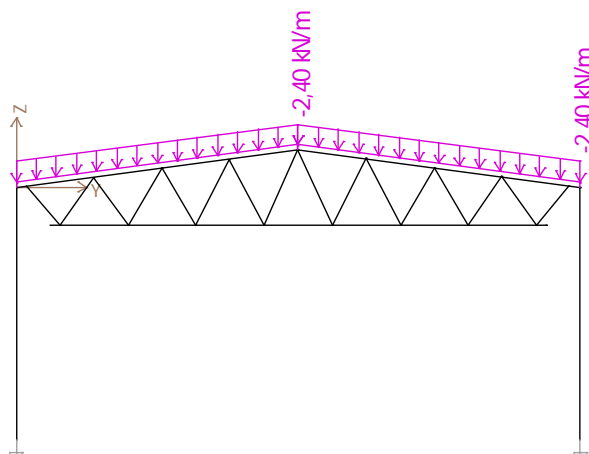


Obrázek 23 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS4)

Zatěžovací stav 5 – sníh 100%

- charakteristické zatížení: $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,8 \cdot 1 = 0,8 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,8 \cdot 6,0)/2 = 4,8/2 = 2,4 \text{ kN}$
- Zatížení od zatížení sněhem (jeden panel uložený na nosníku):

$$\circ Q_1^{ZS5} = R = 2,4 \text{ kN}$$



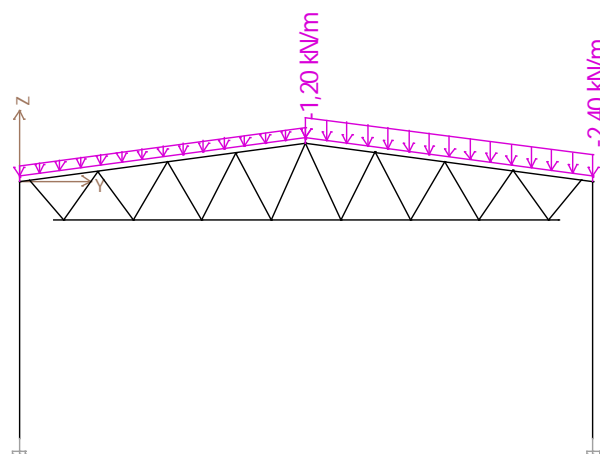
Obrázek 24 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS5)

Zatěžovací stav 6 – sněh 50 % - 100%Zatížení sedlová střecha – 100%

- charakteristické zatížení: $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,8 \cdot 1 = 0,8 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,8 \cdot 6,0)/2 = 4,8/2 = 2,4 \text{ kN}$
- Zatížení od zatížení sněhem (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $Q_1^{ZS6} = R = 2,4 \text{ kN}$

Zatížení sedlová střecha – 50%

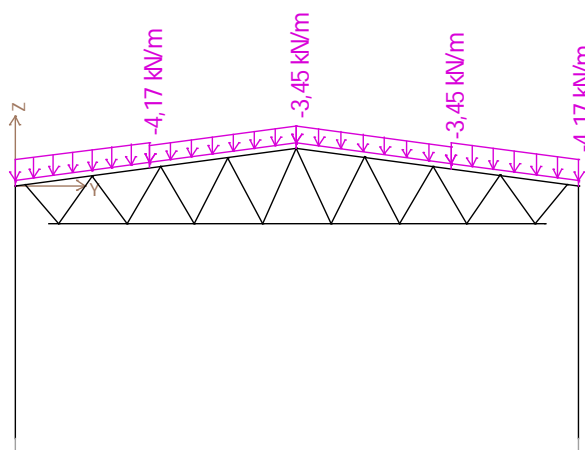
- charakteristické zatížení: $q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,4 \cdot 6,0)/2 = 2,4/2 = 1,2 \text{ kN}$
- Zatížení od zatížení sněhem (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $Q_2^{ZS6} = R = 1,2 \text{ kN}$



Obrázek 25 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS6)

Zatěžovací stav 7 – vítr podélně (tlak + sání)

- Oblast 1:
- charakteristické zatížení: $q_k = -1,39 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -1,39 \cdot 1 = -1,39 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-1,39 \cdot 6,0)/2 = 8,34/2 = 4,17 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - $Q_1^{ZS7} = R = 4,17 \text{ kN}$
- Oblast 2:
- charakteristické zatížení: $q_k = -1,15 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -1,15 \cdot 1 = -1,15 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-1,15 \cdot 6,0)/2 = -6,9/2 = -3,45 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - $Q_2^{ZS7} = R = -3,45 \text{ kN}$

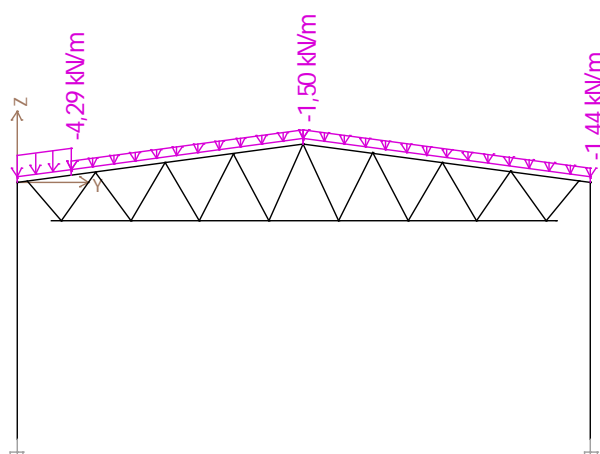


Obrázek 26 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS7)

Zatěžovací stav 8 – vítr příčně (sání zdola)

- Oblast 1:
- charakteristické zatížení: $q_k = -1,43 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -1,43 \cdot 1 = -1,43 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-1,43 \cdot 6,0)/2 = 8,58/2 = -4,29 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - $Q_1^{ZS8} = R = -4,29 \text{ kN}$
- Oblast 2:
- charakteristické zatížení: $q_k = -0,50 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$

- Zatížení na 1bm $q_k = -0,50 \cdot 1 = -0,50 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,50 \cdot 6,0)/2 = -3,0/2 = -1,50 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $Q_2^{ZS8} = R = -1,50 \text{ kN}$
- Oblast 3:
- charakteristické zatížení: $q_k = -0,48 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -0,48 \cdot 1 = -0,48 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,48 \cdot 6,0)/2 = -2,88/2 = -1,44 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $Q_3^{ZS8} = R = -1,44 \text{ kN}$



Obrázek 27 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS8)

Zatěžovací stav 9 – vítr příčně (tlak + sání zdola)

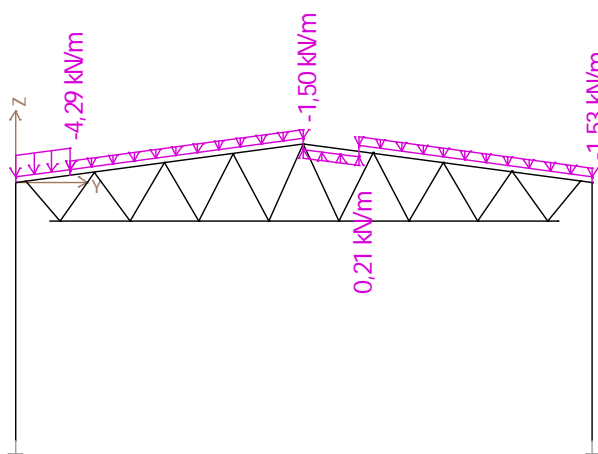
Zatížení sedlová střecha – 6°(sání)

- Oblast 1:
- charakteristické zatížení: $q_k = -1,43 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -1,43 \cdot 1 = -1,43 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-1,43 \cdot 6,0)/2 = -8,58/2 = -4,29 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $Q_1^{ZS9} = R = -4,29 \text{ kN}$
- Oblast 2:
- charakteristické zatížení: $q_k = -0,50 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -0,50 \cdot 1 = -0,50 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,50 \cdot 6,0)/2 = -3,00/2 = -1,50 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $Q_2^{ZS9} = R = -1,50 \text{ kN}$

- Oblast 4:
- charakteristické zatížení: $q_k = -0,51 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -0,51 \cdot 1 = -0,51 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,51 \cdot 6,0)/2 = -3,06/2 = -1,53 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $Q_3^{ZS9} = R = -1,53 \text{ kN}$

Zatížení sedlová střecha – 6°(tlak)

- Oblast 3:
- charakteristické zatížení: $q_k = 0,07 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,07 \cdot 1 = 0,07 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,07 \cdot 6,0)/2 = 0,42/2 = 0,21 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $Q_4^{ZS9} = R = 0,21 \text{ kN}$

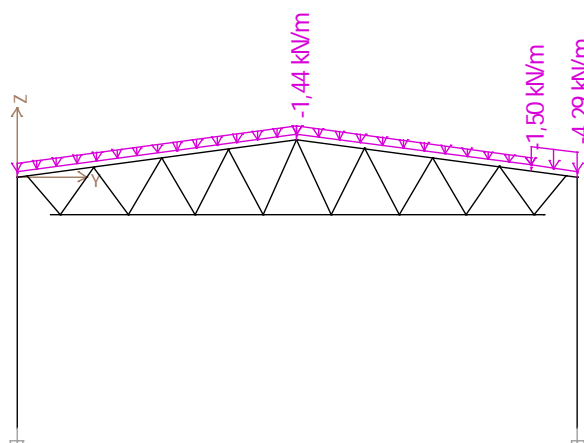


Obrázek 28 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS9)

Zatěžovací stav 10 – vítr příčně (sání shora)

- Oblast 1:
- charakteristické zatížení: $q_k = -0,48 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -0,48 \cdot 1 = -0,48 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,48 \cdot 6,0)/2 = 2,88/2 = -1,44 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $Q_1^{ZS10} = R = \underline{\underline{-1,44 \text{ kN}}}$
- Oblast 2:
- charakteristické zatížení: $q_k = -0,50 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$

- Zatížení na 1bm $q_k = -0,50 \cdot 1 = -0,50 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,50 \cdot 6,0)/2 = -3,00/2 = -1,50 \text{ kN}$
- Zatížení od užitečného zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $Q_2^{ZS10} = R = \underline{-1,50 \text{ kN}}$
- Oblast 3:
- charakteristické zatížení: $q_k = -1,43 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -1,43 \cdot 1 = -1,43 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-1,43 \cdot 6,0)/2 = -8,58/2 = -4,29 \text{ kN}$
- Zatížení od užitečného zatížení (jeden panel uložený na nosníku):
 - o $Q_2^{ZS10} = R = -4,29 \text{ kN}$



Obrázek 29 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS10)

9.3.7 Výsledky modelu v ose A

Deformace pro kombinace I. řádu, MSÚ

Extrémy deformací

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)

Kladné extrémy:

| Deformace | Kombinace | Umístění | Hodnota |
|-----------|--------------|----------------------|----------|
| Posun Y | Kombinace 78 | Dílec 2 : X = 5,642m | 0,7 mm |
| Posun Z | - | - | 0,0 mm |
| Rotace X | Kombinace 78 | Styčnick 23 | 1,2 mrad |

Záporné extrémy:

| Deformace | Kombinace | Umístění | Hodnota |
|-----------|--------------|----------------------|-----------|
| Posun Y | Kombinace 78 | Dílec 1 : X = 5,642m | -0,8 mm |
| Posun Z | Kombinace 78 | Dílec 5 : X = 8,021m | -6,1 mm |
| Rotace X | Kombinace 78 | Styčnick 18 | -1,2 mrad |

Deformace pro kombinace II. řádu, MSP

Extrémy deformací

Kombinace 2. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Kladné extrémy:

| Deformace | Kombinace | Umístění | Hodnota |
|-----------|---------------|----------------------|----------|
| Posun Y | Kombinace 197 | Dílec 2 : X = 5,642m | 0,7 mm |
| Posun Z | - | - | 0,0 mm |
| Rotace X | Kombinace 197 | Styčnick 23 | 1,1 mrad |

Záporné extrémy:

| Deformace | Kombinace | Umístění | Hodnota |
|-----------|---------------|----------------------|-----------|
| Posun Y | Kombinace 197 | Dílec 1 : X = 5,642m | -0,7 mm |
| Posun Z | Kombinace 197 | Dílec 5 : X = 8,021m | -5,6 mm |
| Rotace X | Kombinace 197 | Styčnick 18 | -1,1 mrad |

*Vnitřní síly pro kombinace II. řádu, MSP*Extrémy vnitřních sil**Kombinace 2. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)**

Kladné extrémy:

| Síla | Kombinace II.řád, MSP | Dílec | Pozice | Hodnota |
|----------------|-----------------------|--|---------|-----------|
| N | Kombinace č.78 | Dílec č.5 - 7 ---- 8, délka 15,800 m | 4,637 m | 129,97 kN |
| V ₃ | Kombinace č.78 | Dílec č.4 - 5 ---- 4, délka 9,079 m | 9,079 m | 76,04 kN |
| M ₂ | Kombinace č.78 | Dílec č.1 - 1 ---- 3, délka 8,060 m | 8,060 m | 40,68 kNm |

Záporné extrémy:

| Síla | Kombinace II.řád, MSP | Dílec | Pozice | Hodnota |
|----------------|-----------------------|---------------------------------------|---------|------------|
| N | Kombinace č.78 | Dílec č.3 - 3 ---- 5, délka 9,079 m | 6,859 m | -138,29 kN |
| V ₃ | Kombinace č.78 | Dílec č.3 - 3 ---- 5, délka 9,079 m | 0,000 m | -76,07 kN |
| M ₂ | Kombinace č.78 | Dílec č.2 - 2 ---- 4, délka 8,060 m | 8,060 m | -41,23 kNm |

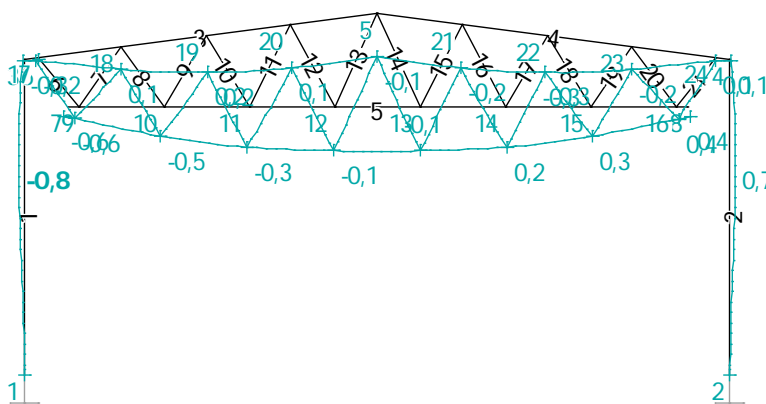
*Reakce pro kombinace II. řádu, MSÚ*Extrémy reakcí

Kladné extrémy:

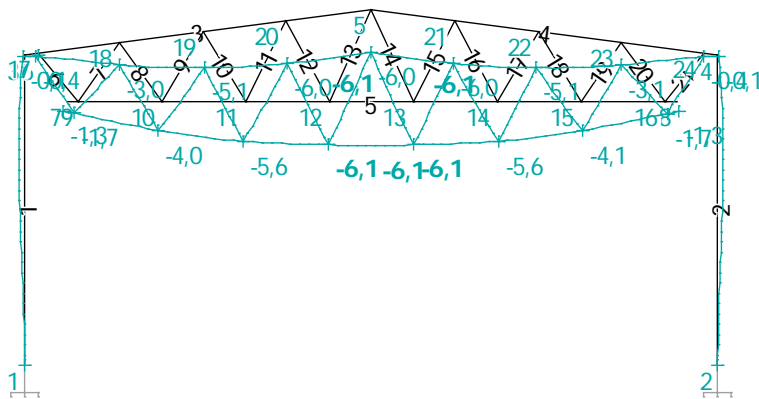
| Max. reakce | Kombinace | Styčnick | R _y [kN] | R _z [kN] | RO _x [kNm] |
|---------------------|--------------|----------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Max.R _y | Kombinace 78 | 1 | 11,25 | 193,91 | -32,02 |
| Max.R _z | Kombinace 78 | 1 | 11,25 | 193,91 | -32,02 |
| Max.RO _x | Kombinace 78 | 2 | -11,25 | 193,86 | 31,22 |

Záporné extrémy:

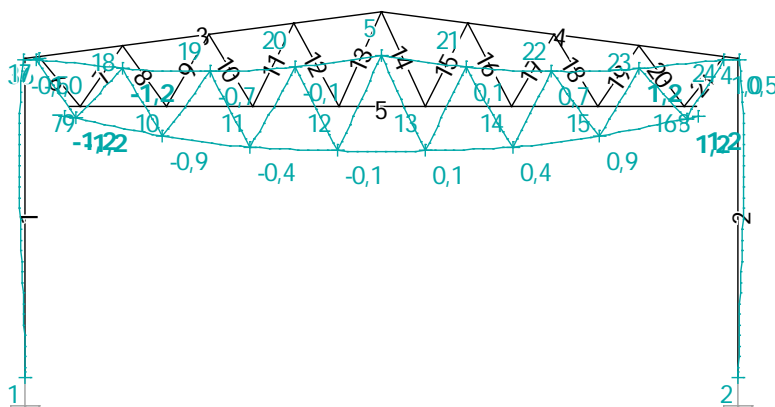
| Max. reakce | Kombinace | Styčnick | R _y [kN] | R _z [kN] | RO _x [kNm] |
|---------------------|---------------|----------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Min.R _y | Kombinace 78 | 2 | -11,25 | 193,86 | 31,22 |
| Min.R _z | Kombinace 231 | 1 | 2,93 | 89,52 | -8,34 |
| Min.RO _x | Kombinace 78 | 1 | 11,25 | 193,91 | -32,02 |



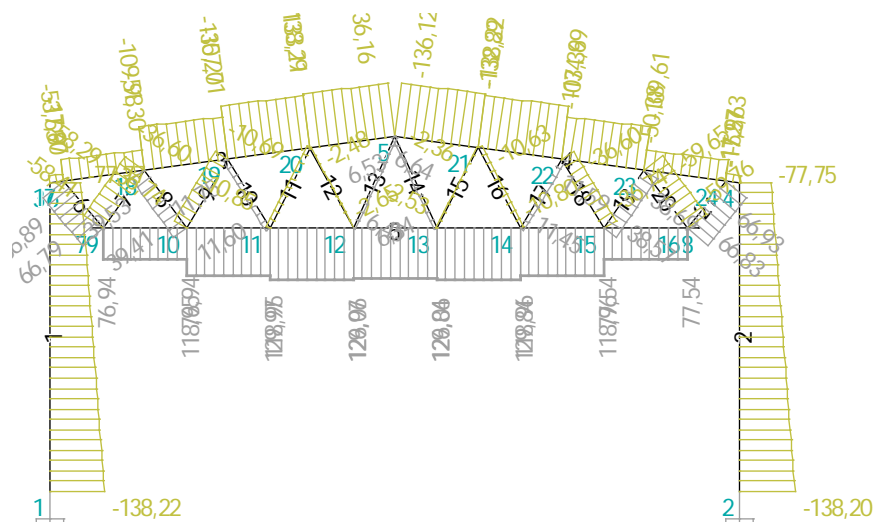
Obrázek 30 - výsledné deformace posun v ose Y (komb. 78)



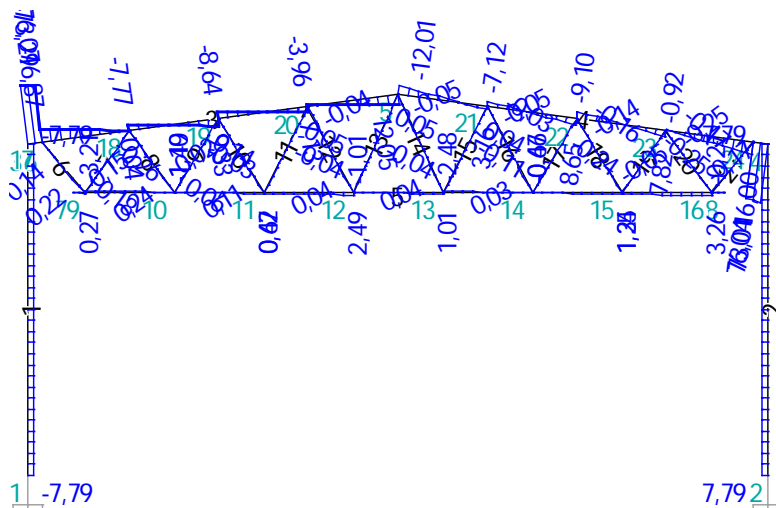
Obrázek 31 - výsledné deformace posun v ose Z (komb. 78)



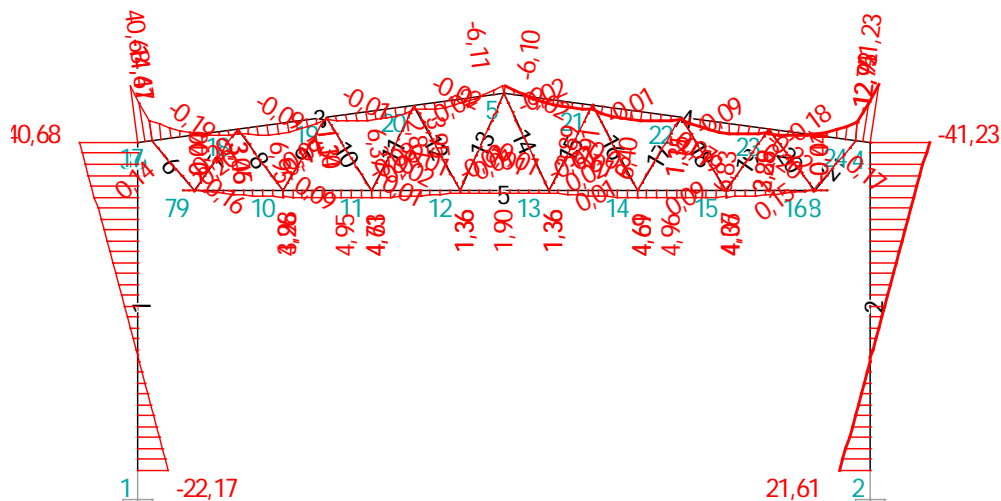
Obrázek 32 - výsledné deformace natočení v ose X (komb. 78)



Obrázek 33 - výsledné max. normálové síly (komb. 78)



Obrázek 34 - výsledné max. posouvající síly (komb. 78)

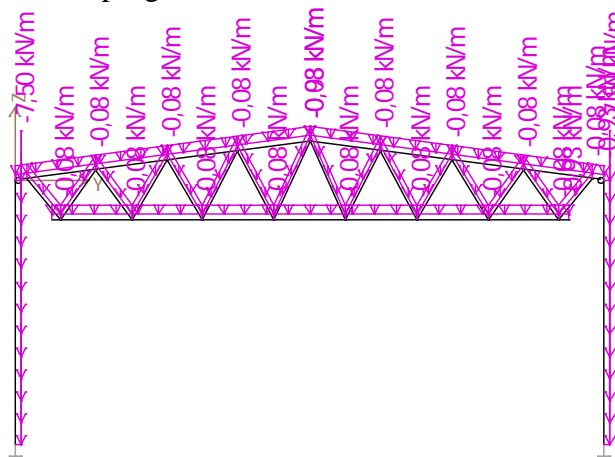


Obrázek 35 - výsledné max. ohybové momenty (komb. 78)

9.3.8 Model v ose G

Zatěžovací stav 1 – vlastní tíha konstrukcí

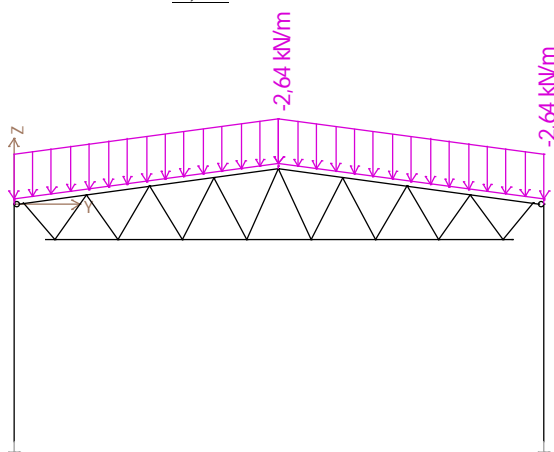
- vygenerováno programem FIN EC 2018



Obrázek 36 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS1)

Zatěžovací stav 2 – stálé zatížení konstrukcí**Zatížení sedlová střecha**

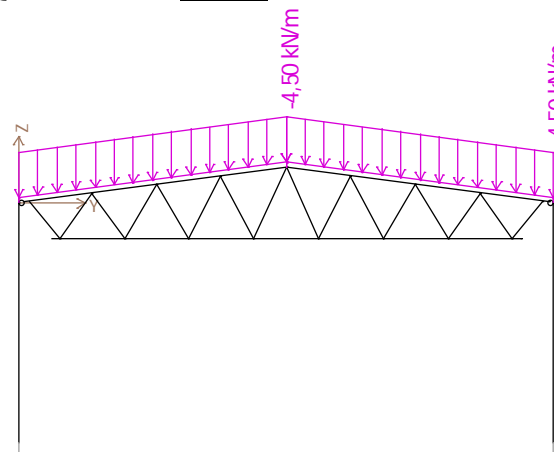
- Stálé char. zatížení: $g_k = 0,44 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,44 \cdot 1 = 0,44 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,44 \cdot 6,0)/2 = 2,64/2 = 1,32 \text{ kN}$
- Zatížení od stálého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $G_1^{ZS2} = 2 \cdot R = \underline{\underline{2,64 \text{ kN}}}$



Obrázek 37 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS2)

Zatěžovací stav 3 – občasné užitné zatížení (údržba – střechy)**Zatížení sedlová střecha**

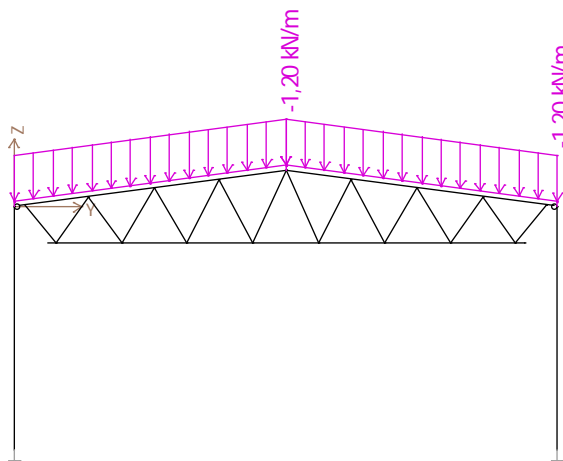
- Užitné char. zatížení: $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,75 \cdot 1 = 0,75 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,75 \cdot 6,0)/2 = 4,50/2 = 2,25 \text{ kN}$
- Zatížení od užitného zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_1^{ZS3} = 2 \cdot R = \underline{\underline{4,5 \text{ kN}}}$



Obrázek 38 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS3)

Zatěžovací stav 4 – montážní zatížení konstrukcí (střechy)**Zatížení sedlová střecha**

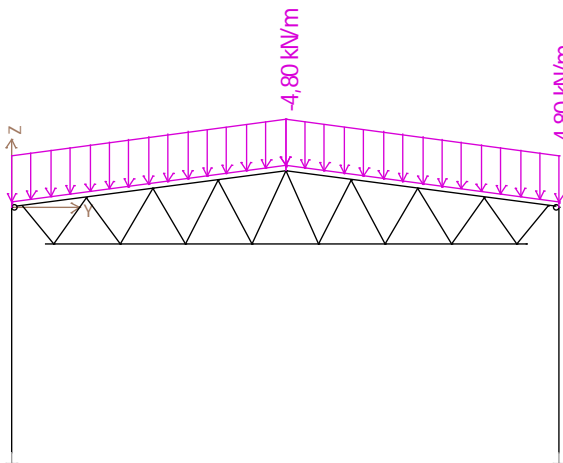
- Montážní char. zatížení: $q_k = 0,20 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,20 \cdot 1 = 0,20 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,20 \cdot 6,0)/2 = 1,2/2 = 0,6 \text{ kN}$
- Zatížení od montážního zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_1^{ZS4} = 2 \cdot R = 1,2 \text{ kN}$



Obrázek 39 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS4)

Zatěžovací stav 5 – sníh 100%**Zatížení sedlová střecha – 100%**

- char. zatížení: $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,8 \cdot 1 = 0,8 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,8 \cdot 6,0)/2 = 4,8/2 = 2,4 \text{ kN}$
- Zatížení od zatížení sněhem (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_1^{ZS5} = 2 \cdot R = 4,8 \text{ kN}$



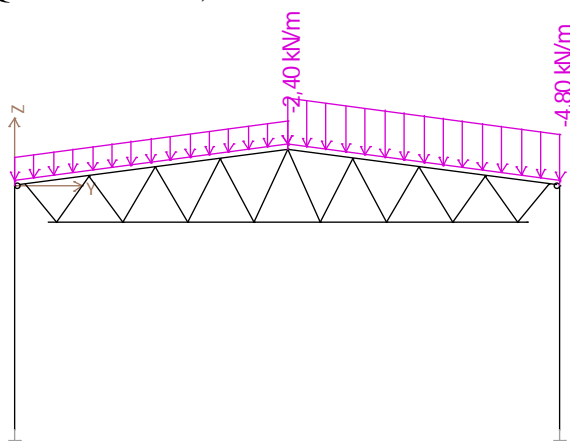
Obrázek 40 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS5)

Zatěžovací stav 6 – sníh 50 % - 100%**Zatížení sedlová střecha – 100%**

- char. zatížení: $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,8 \cdot 1 = 0,8 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,8 \cdot 6,0)/2 = 4,8/2 = 2,4 \text{ kN}$
- Zatížení od zatížení sněhem (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_1^{ZS6} = 2 \cdot R = 4,8 \text{ kN}$

Zatížení sedlová střecha – 50%

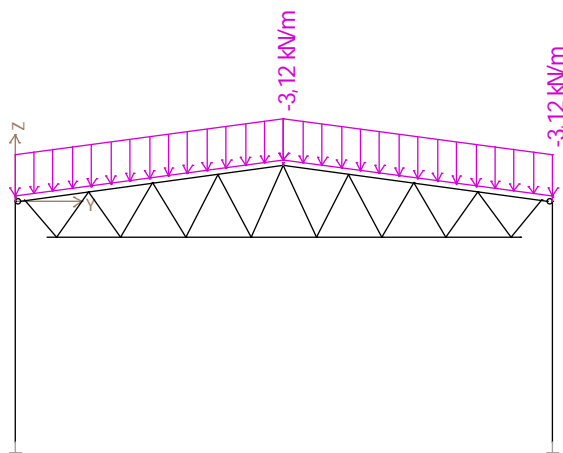
- char. zatížení: $q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,4 \cdot 6,0)/2 = 2,4/2 = 1,2 \text{ kN}$
- Zatížení od zatížení sněhem (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_2^{ZS6} = 2 \cdot R = 2,4 \text{ kN}$



Obrázek 41 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS6)

Zatěžovací stav 7 – vítr podélně (tlak + sání)**Zatížení sedlová střecha – 6°(sání)**

- Oblast 1:
- char. zatížení: $q_k = -0,52 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -0,52 \cdot 1 = -0,52 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,52 \cdot 6,0)/2 = -3,12/2 = -1,56 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_1^{ZS7} = 2 \cdot R = -3,12 \text{ kN}$



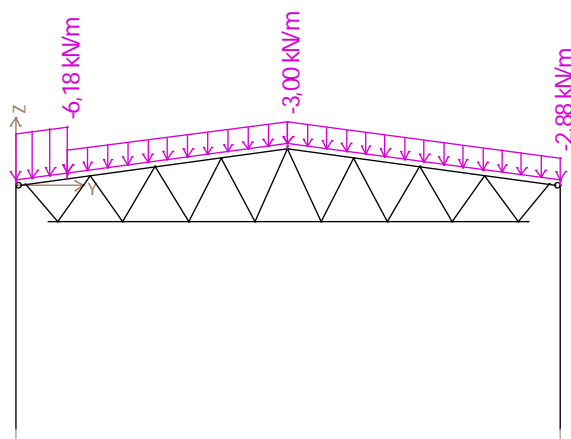
Obrázek 42 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS7)

Zatěžovací stav 8 – vítr příčně (sání zdola)**Zatížení sedlová střecha – 6°(sání)**

- Oblast 1:
- char. zatížení: $q_k = -1,03 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -1,03 \cdot 1 = -1,03 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-1,03 \cdot 6,0)/2 = -6,18/2 = -3,09 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_1^{ZS8} = 2 \cdot R = -6,18 \text{ kN}$

- Oblast 2:
- char. zatížení: $q_k = -0,50 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -0,50 \cdot 1 = -0,50 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,50 \cdot 6,0)/2 = -3,0/2 = -1,50 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_2^{ZS8} = 2 \cdot R = -3,00 \text{ kN}$

- Oblast 3:
- char. zatížení: $q_k = -0,48 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -0,48 \cdot 1 = -0,48 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,48 \cdot 6,0)/2 = -2,88/2 = -1,44 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_3^{ZS8} = 2 \cdot R = -2,88 \text{ kN}$



Obrázek 43 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS8)

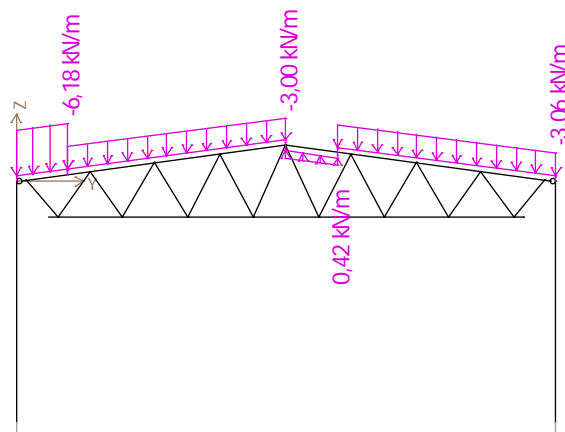
Zatěžovací stav 9 – vítr příčně (tlak + sání zdola)Zatížení sedlová střecha – 6°(sání)

- Oblast 1:
- char. zatížení: $q_k = -1,03 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -1,03 \cdot 1 = -1,03 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-1,03 \cdot 6,0)/2 = -6,18/2 = -3,09 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_1^{ZS9} = 2 \cdot R = -6,18 \text{ kN}$
- Oblast 2:
- char. zatížení: $q_k = -0,50 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -0,50 \cdot 1 = -0,50 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,50 \cdot 6,0)/2 = -3,00/2 = -1,50 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_2^{ZS9} = 2 \cdot R = -3,0 \text{ kN}$
- Oblast 4:
- char. zatížení: $q_k = -0,51 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
- Zatížení na 1bm $q_k = -0,51 \cdot 1 = -0,51 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,51 \cdot 6,0)/2 = -3,06/2 = -1,53 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_3^{ZS9} = 2 \cdot R = -3,06 \text{ kN}$

Zatížení sedlová střecha – 6°(tlak)

- Oblast 3:
- char. zatížení: $q_k = 0,07 \text{ kN/m}^2$
- Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$

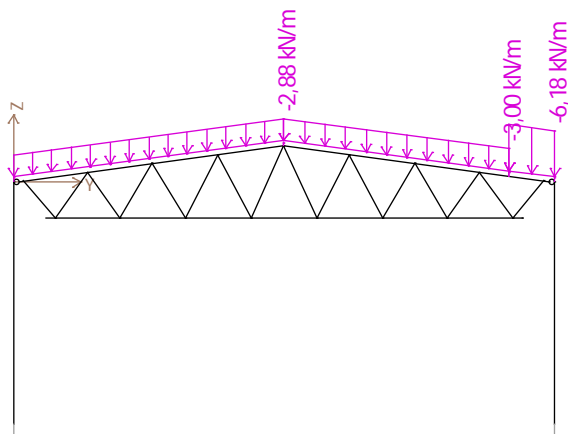
- Zatížení na 1bm $q_k = 0,07 \cdot 1 = 0,07 \text{ kN/m}$
- Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (0,07 \cdot 6,0)/2 = 0,42/2 = 0,21 \text{ kN}$
- Zatížení od užitého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_4^{ZS9} = 2 \cdot R = 0,42 \text{ kN}$



Obrázek 44 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS9)

Zatěžovací stav 10 – vítr příčné (sání shora)**Zatížení sedlová střecha – 6°(sání)**

- Oblast 1:
 - char. zatížení: $q_k = -0,48 \text{ kN/m}^2$
 - Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
 - Zatížení na 1bm $q_k = -0,48 \cdot 1 = -0,48 \text{ kN/m}$
 - Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,48 \cdot 6,0)/2 = 2,88/2 = -1,44 \text{ kN}$
 - Zatížení od užitého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_1^{ZS10} = 2 \cdot R = -2,88 \text{ kN}$
- Oblast 2:
 - char. zatížení: $q_k = -0,50 \text{ kN/m}^2$
 - Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
 - Zatížení na 1bm $q_k = -0,50 \cdot 1 = -0,50 \text{ kN/m}$
 - Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-0,50 \cdot 6,0)/2 = -3,00/2 = -1,50 \text{ kN}$
 - Zatížení od užitého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_2^{ZS10} = 2 \cdot R = -3,00 \text{ kN}$
- Oblast 3:
 - char. zatížení: $q_k = -1,03 \text{ kN/m}^2$
 - Osová vzdálenost průvlaků: $l = 6,0 \text{ m}$
 - Zatížení na 1bm $q_k = -1,03 \cdot 1 = -1,03 \text{ kN/m}$
 - Výpočet reakce: $R = (q_k \cdot l)/2 = (-1,03 \cdot 6,0)/2 = -6,18/2 = -3,09 \text{ kN}$
 - Zatížení od užitého zatížení (dva panely uložené na nosníku):
 - o $Q_3^{ZS10} = 2 \cdot R = -6,18 \text{ kN}$



Obrázek 45 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS10)

9.3.9 Výsledky modelu v ose G

Deformace pro kombinace I. řádu, MSÚ

Extrémy deformací

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)

Kladné extrémy:

| Deformace | Kombinace | Umístění | Hodnota |
|-----------|--------------|-------------|----------|
| Posun Y | Kombinace 20 | Styčnick 8 | 0,8 mm |
| Posun Z | - | - | 0,0 mm |
| Rotace X | Kombinace 16 | Styčnick 24 | 2,9 mrad |

Záporné extrémy:

| Deformace | Kombinace | Umístění | Hodnota |
|-----------|--------------|----------------------|-----------|
| Posun Y | Kombinace 22 | Styčnick 7 | -0,9 mm |
| Posun Z | Kombinace 22 | Dílec 5 : X = 8,021m | -7,7 mm |
| Rotace X | Kombinace 20 | Styčnick 17 | -2,8 mrad |

Deformace pro kombinace II. řádu, MSP

Extrémy deformací

Kombinace 2. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Kladné extrémy:

| Deformace | Kombinace | Umístění | Hodnota |
|-----------|---------------|-------------|----------|
| Posun Y | Kombinace 135 | Styčnick 8 | 0,8 mm |
| Posun Z | - | - | 0,0 mm |
| Rotace X | Kombinace 135 | Styčnick 24 | 2,7 mrad |

Záporné extrémy:

| Deformace | Kombinace | Umístění | Hodnota |
|-----------|---------------|----------------------|-----------|
| Posun Y | Kombinace 141 | Styčnick 7 | -0,8 mm |
| Posun Z | Kombinace 141 | Dílec 5 : X = 8,021m | -7,2 mm |
| Rotace X | Kombinace 139 | Styčnick 17 | -2,6 mrad |

Vnitřní síly pro kombinace II. řádu, MSP

Extrémy vnitřních sil

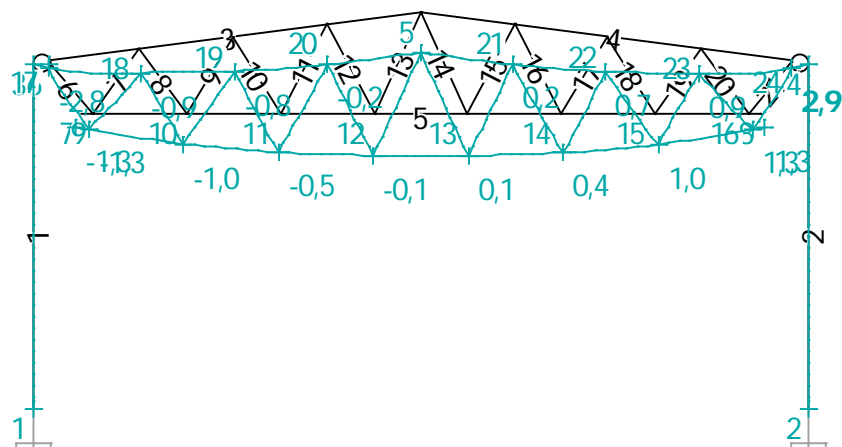
Kombinace 2. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Kladné extrémy:

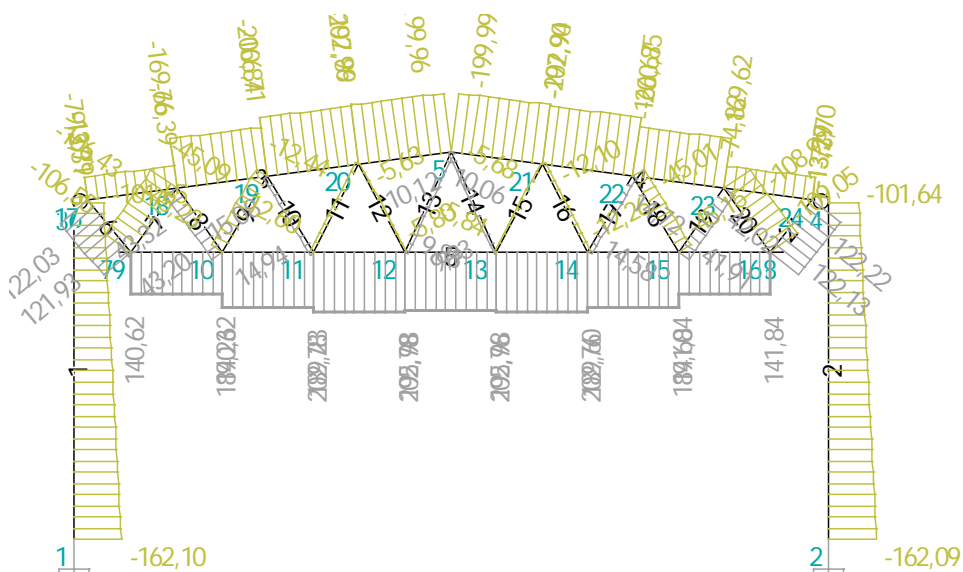
| Síla | Kombinace II.řád, MSP | Dílec | Pozice | Hodnota |
|----------------|-----------------------|--|---------|-----------|
| N | Kombinace č.22 | Dílec č.5 - 7 ---- 8, délka 15,800 m | 4,637 m | 202,78 kN |
| V ₃ | Kombinace č.16 | Dílec č.4 - 5 ----o 4, délka 9,079 m | 9,079 m | 102,65 kN |
| M ₂ | Kombinace č.16 | Dílec č.4 - 5 ----o 4, délka 9,079 m | 8,697 m | 38,36 kNm |

Záporné extrémy:

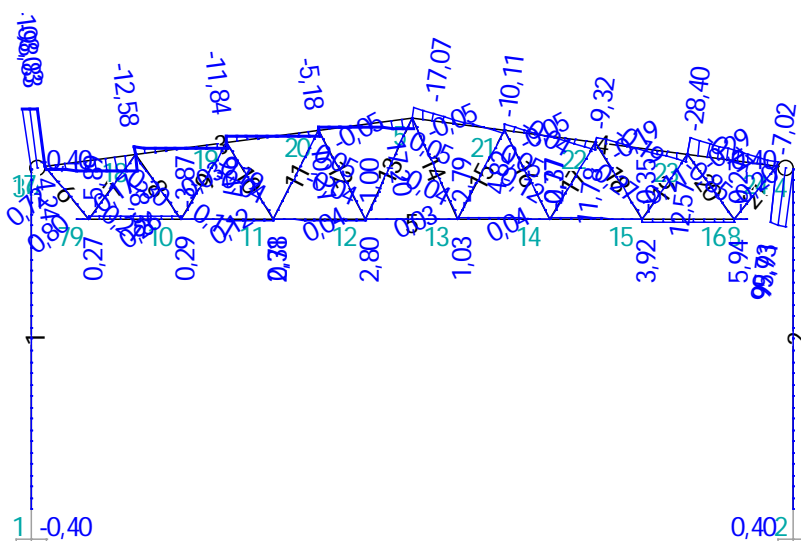
| Síla | Kombinace II.řád, MSP | Dílec | Pozice | Hodnota |
|----------------|-----------------------|---------------------------------------|---------|------------|
| N | Kombinace č.22 | Dílec č.3 - 3 o---- 5, délka 9,079 m | 6,859 m | -202,96 kN |
| V ₃ | Kombinace č.20 | Dílec č.3 - 3 o---- 5, délka 9,079 m | 0,000 m | -103,03 kN |
| M ₂ | Kombinace č.22 | Dílec č.3 - 3 o---- 5, délka 9,079 m | 9,079 m | -9,20 kNm |



Obrázek 48 – výsledné deformace max. natočení v ose X (komb.16)



Obrázek 49 – výsledné max. normálové síly (komb.22)



Obrázek 50 – výsledné max. normálové síly (komb. 20)

| Kritický řez dílce "21:DD" - průřez 1 | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--|---------------------------|--|----------------------------------|
| | <p>Norma EN 1993-1-1/Česko.</p> <p>Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1,000$ Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1,000$ Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1,250$</p> <p>Průřez TK 83 x 10 Průřezová plocha: $A = 2,293E03 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 41,5 \text{ mm}$ $z_T = 41,5 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 1,556E06 \text{ mm}^4$ $I_z = 1,556E06 \text{ mm}^4$ Průřezové moduly: $W_{y,1} = -3,750E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 3,750E04 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 3,750E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -3,750E04 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 3,113E06 \text{ mm}^4$ Plastické průřezové moduly: $W_{pl,y} = 5,362E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 5,362E04 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: EN 10025 : Fe 360 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu f_y : 235,0 MPa Mez pevnosti f_u : 360,0 MPa Modul pružnosti E : 210000 MPa Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa</p> | | | | | | | | | |
| | <p>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Kombinace č. 16 - S5:G1+G2+W10</p> <table> <tr> <td>$N = 183,613 \text{ kN}$</td> <td>$M_y = 1,700 \text{ kNm}$</td> </tr> <tr> <td>$V_z = -1,402 \text{ kN}$</td> <td>$M_z = 0,000 \text{ kNm}$</td> </tr> <tr> <td>$V_y = 0,000 \text{ kN}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$T_1 = 0,000 \text{ kNm}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$T_{\alpha} = 0,000 \text{ kNm}$</td> <td>$B = 0,000 \text{ kNm}^2$</td> </tr> </table> | $N = 183,613 \text{ kN}$ | $M_y = 1,700 \text{ kNm}$ | $V_z = -1,402 \text{ kN}$ | $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ | $V_y = 0,000 \text{ kN}$ | | $T_1 = 0,000 \text{ kNm}$ | | $T_{\alpha} = 0,000 \text{ kNm}$ |
| $N = 183,613 \text{ kN}$ | $M_y = 1,700 \text{ kNm}$ | | | | | | | | | |
| $V_z = -1,402 \text{ kN}$ | $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ | | | | | | | | | |
| $V_y = 0,000 \text{ kN}$ | | | | | | | | | | |
| $T_1 = 0,000 \text{ kNm}$ | | | | | | | | | | |
| $T_{\alpha} = 0,000 \text{ kNm}$ | $B = 0,000 \text{ kNm}^2$ | | | | | | | | | |
| <p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Kombinace č. 16 - S5:G1+G2+W10; Třída průřezu: 1 Posudek smyku od posouvající síly V_z: $1,402 \text{ kN} < 155,579 \text{ kN}$ Vyhovuje Vnitřní síly: $N = 183,613 \text{ kN}$; $M_y = 1,700 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ Posudek nejnepriznivější kombinace prostého tahu a ohybu: Únosnosti: $N_R = 538,940 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 12,601 \text{ kNm}$ $0,341 + 0,135 + 0,000 = 0,476 < 1$ Vyhovuje Štíhlost dílce: 61,5 Průřez vyhovuje</p> | | | | | | | | | | |
| 47,6 % VYHOVUJE | | | | | | | | | | |

10. Hlavní zásady provádění demontážních prací

Vzhledem k tomu, že demontážní nebo bourací práce ve výškách jsou největším zdrojem možného kolapsu, zřícení konstrukcí s následnými škodami, těžkých a zároveň smrtelných úrazů, musí být bezpodmínečně před zahájením dopracován projekt demontáží. Tento projekt musí obsahovat podrobný technologický postup prací vypracovaný konkrétním zhotovitelem, včetně zajištění pracoviště, zajištění BOZ, řešení nenadálých stavů apod.

Příslušná dokumentace musí být předem schválena, provozovatel stanoví podmínky pro zajištění provozuschopnosti čištění odpadních vod a přístup do vymezených prostorů, rizika vyplývající z charakteru provozu (biologická rizika, pády do šachet, nádrží, utonutí, nebezpečné plyny, výbuch plynu/bioplynu apod., strojní zařízení, úraz el. proudem ...).

Mezi hlavní zásady patří zejména:

- Prováděné práce budou provedeny kombinací ruční a strojní demolice/demontáže

- Příprava projektu prací – situace staveniště, pevnost konstrukce, fragmentace materiálu, geometrie konstrukce, sousední objekty...
- Příprava objektu k demontáži
- Technologický postup – po prohlídce, hlavní body, postup pro jednotlivé části, použití a rozmístění strojů, vazba mezi ručním/strojním bouráním, zajištění pracovníků, OOP, způsob dopravy materiálu, koordinace cest, BOZ opatření....
- Rizika ručních bouracích prací: pomalý postup, nebezpečnost prací daná pádem bouraného materiálu nebo části konstrukce na osoby, pohyb po narušené konstrukci, pád nezajištěných pracovníků
- Vybudování pracovních podlah, ohrazení pracovních konstrukcí
- Bourání shora dolů
- Pokud není zajištěna únosnost bourané konstrukce, nutno provádět ze samostatné pomocné konstrukce
- Omezení práce nad sebou a podmínky provádění
- Rizika strojního bourání: pád konstrukcí na vlastní strojní sestavu
- Demontáž z prefabrikátů musí zajistit stabilitu svislých prvků
- Ke zvedání panelů se nesmějí používat stará oka, pouze klešťové závěsy nebo lana v otvorech. Otvory se provádějí v horní 1/3
- Panely je potřeba nejprve rozpojit a uvolnit, až následně mohou být zdvihány
- Organizace práce
- Bezpečnost práce – vybavení pracovníků a pracovišť, zajištění pracovníků (podlahy, ochranné konstrukce, záchytné konstrukce, lešení, záchytné sítě)
- Práce nebezpečné:
 - o Bourání svislých konstrukcí nad 6 m
 - o Práce ve výšce nad 1,5 m od bezpečné podlahy
 - o Práce ze žebříků nad 4 m nebo trvale
 - o Práce pod zajištěním na 2 h/směna
 - o Prohlídky bouraných konstrukcí
- Pokyny pro obsluhu strojní sestavy
- Návrh prvků KZP

11. Mostní pilíř PIŽMO

11.1 Všeobecný popis a použití:

Mostní pilíř PIŽMO je ocelová, příhradová, rozebíratelná konstrukce, kterou lze snadno přizpůsobit jak zatížení, tak výšce a únosnosti základové půdy. Jednotlivé součásti konstrukce je možno zaměňovat za součásti téhož druhu. Součásti se spojují šrouby. Pilíř PIŽMO lze zakládat jak na rošttech, tak na nánožkách, které je možno ukládat na terén, nebo přímo na dno vodoteče, nebo ho lze založit na zahlubovacích nánožkách, které se zahlubují do dna vodoteče, aby se zamezilo podemíláním. K zakládání pilíře v hluboké vodě slouží zvláštní plováky, pomocí nichž se konstrukce postupně spouští.

Z materiálu PIŽMO se staví pilíře zatímních železničních mostů a pomocné podpěry při montáži železničních mostů na souši i ve vodě. Kromě toho lze materiál PIŽMO použít i pro stavbu jiných konstrukcí, jako například podpěr silničních mostů, lešení, skruží, montážních stožárů, jeřábů, nakládacích ramp a jiných pomocných konstrukcí.

Typizované mostní pilíře (do celkové výšky 35,2 metrů), jejichž návrhy jsou zpracovány v předpisu „Mostní pilíř PIŽMO díl II – určovací tabulky a výkazy materiálu“, **není nutno staticky posuzovat**. Návrhy všech jiných pilířů nebo odlišných konstrukcí z materiálu PIŽMO **je nutno vždy staticky posoudit**.

11.2 Součásti pilíře, jejich popis a použití:

Všechny součásti pilíře PIŽMO jsou rozděleny do těchto konstrukčních skupin:

1. S – sloupky,
2. Z – ztužidla,
3. R – roštové nosníky,
4. N – nánožky,
5. T – spojovací šrouby M 20,
6. ZZ – zahloubený základ.

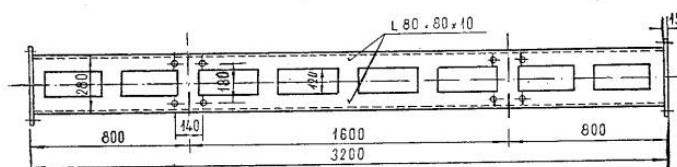
Označení součástí se skládá z písmen (zpravidla počátečních) a číslice, která značí pořadové číslo v konstrukční skupině. Přehled jednotlivých prvků je v tabulce č. 16.

Sloupky:

- Jsou základním nosným prvkem pilíře. Mají čtvercový průřez, vytvořený ze čtyř úhelníků 80 x 80 x 10 mm, s přivařenými pásky. Na obou koncích mají přivařenou desku s osmi otvory pro spojovací šrouby. Uprostřed desky je kruhový otvor \varnothing 210 mm. Na stěnách mají sloupky v pravidelných roztečích čtyři otvory pro připojení ztužidel Z.

Sloupek 3,2 m

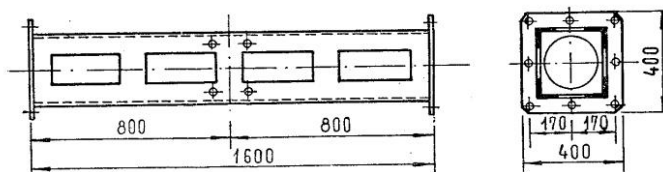
- (S1) tvoří zpravidla většinu sloupků v dříku pilíře. Vzhledem k velké hmotnosti se nepoužívá při ruční montáži pilíře.



Obrázek 52 - sloupek 3,2 m (S1)

Sloupek 1,6 m

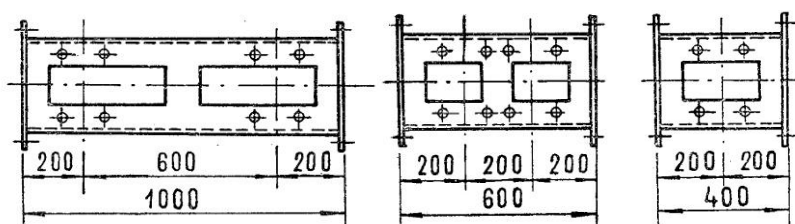
- (S2) se používá hlavně při ruční montáži pilíře. Lze ho použít při montáži v celém dříku, včetně zúžených částí pilíře a dále při montáži paty a pod hlavici pilíře.



Obrázek 53 - sloupek 1,6 m (S2)

Sloupky 1,0 m, 0,6 m, 0,4 m

- (S3), (S4), (S5) se používají v patě pilíře při různých způsobech zakládání na nánožkách a roštích v rovném i v odstupňovaném terénu, aby bylo dosaženo odstupňování celkové výšky pilíře a také pod hlavici pilíře. Sloupek 1,0 m ukončuje vždy krajní sloup dříku v patře, kde se pilíř podélně nebo příčně zužuje.



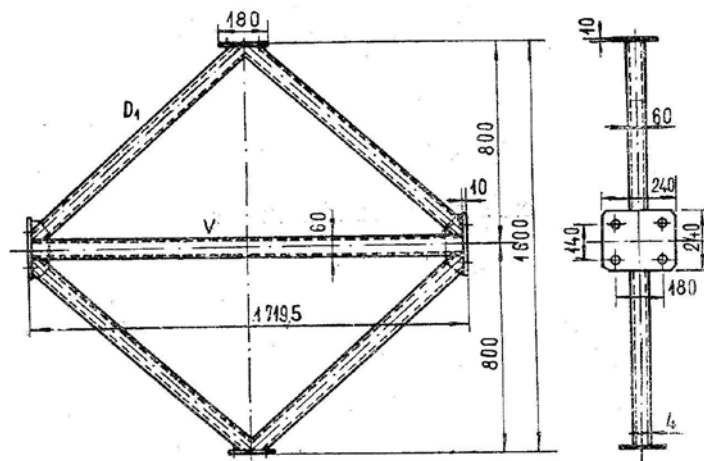
Obrázek 54 - sloupek 1,0 m (S3); sloupek 0,6 m (S4); sloupek 0,4 m (S5)

Ztužidla

- Spojují navzájem sloupky. Jsou svařena z trubek $\varnothing 60$ mm a mají v místech připojení ke sloupkům přivařeny (vodorovné i svislé) styčné desky se čtyřmi otvory pro šrouby ke spojení se sloupky nebo mezi sebou. Příčné ztužidlo Z5 má v každé styčné desce dva otvory. Vzpěra Z6

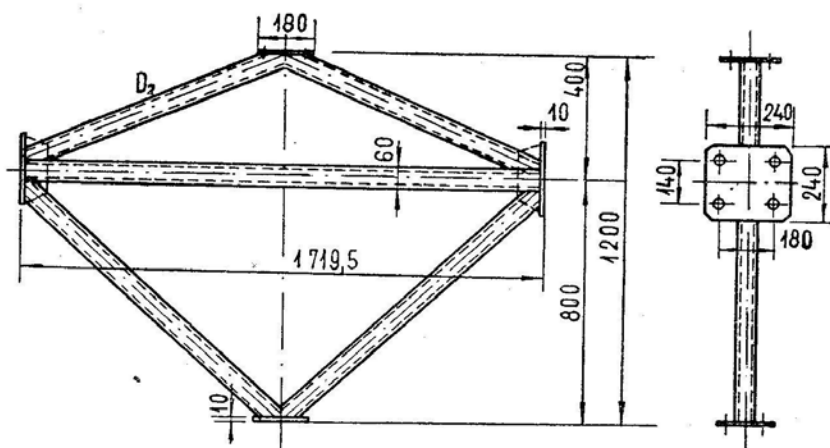
má v malé styčné desce čtyři otvory a ve velké styčné desce, kterou se připojuje k přírubě sloupku, sedm otvorů pro šrouby.

- **Čtvercové ztužidlo (Z1)** je nepoužívanější ztužidlo, zejména v dříku. V patě se používá jen tehdy, když to vyhovuje odstupňování výšky.



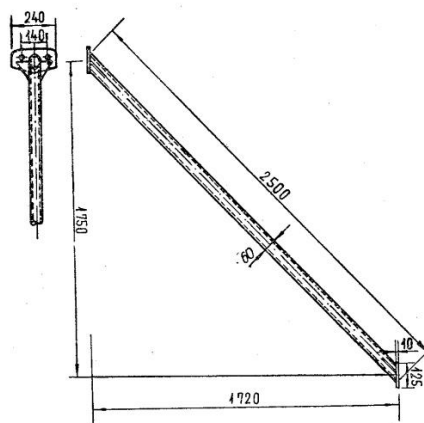
Obrázek 55 - čtvercové ztužidlo (Z1)

- **Lichoběžníková a trojúhelníková ztužidla (Z2, Z3) a přímé ztužidlo (Z4)** umožňují vzájemnou kombinaci v patě a v nejvyšší vrstvě dříku pilíře odstupňovat výšku pilíře po 0,4 m a založení paty na nánožkách po 0,2 m.



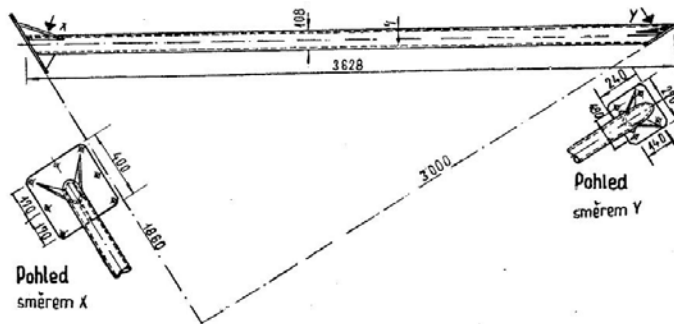
Obrázek 56 - lichoběžníkové ztužidlo (Z2)

- **Příčná ztužidla (Z5)** ztužují pilíř ve vodorovném směru. Jedním příčným ztužidlem se dva sloupky úhlopříčně spojují mezi sebou.



Obrázek 57 - příčné ztužidlo (Z5)

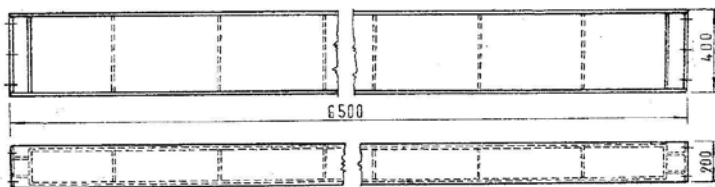
- **Vzpěra (Z6)** slouží k částečnému přenášení tlaků do krajních sloupů rozšířených částí dřívku pilíře a k zvýšení jeho stability.



Obrázek 58 - vzpěra (Z6)

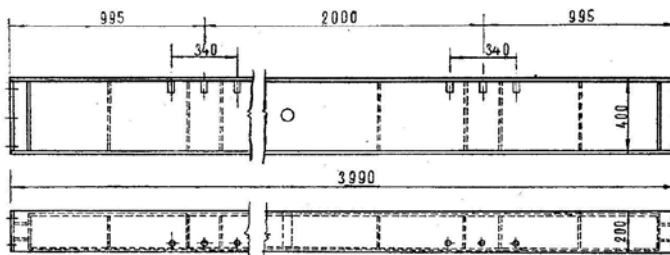
Roštové nosníky

- Používají se ke zřízení roštového základu nebo hlavice pilíře. Mají truhlíkový průřez a jsou příčně vyztuženy žebry. Do základového roštu se kladou vždy v předem smontovaných dvojicích, spojených na obou koncích pomocí malé stykové desky R 5. Je-li třeba dvě dvojice čelně spojit, musí se před spojením obou čel jedna deska sejmut, ale druhá deska se ponechá na místě. Čela nosníků se pak spojí šesti krátkými šrouby T 1. Na jedné pásnici má každý roštový nosník (kromě nosníku R 1) otvory pro připojení sloupků. Protože jsou otvory pouze na jedné pásnici, musí se nosníky při montáži ukládat vždy tak, aby byly touto pásnicí obráceny k přírubám sloupků, tj. v patě pilíře otvory nahoru a v hlavici pilíře otvory dolů. Rozteč otvorů je stejná jako osová vzdálenost sloupků tj. 2000 mm. Křížování roštových nosníků v hlavici se zajišťuje stykovými příložkami (R 7 nebo R 8).
- **Roštový nosník 6,5 m (R 1)** se používá pouze v hlavici pilíře jako překlad. V pásnici nemá otvory a nelze ho tedy připojit šrouby ke sloupkům.



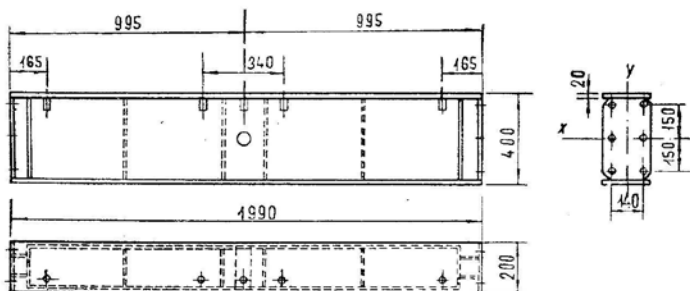
Obrázek 59 - roštový nosník 6,5 m (R1)

- **Roštový nosník 4,0 m (R2)** se používá jak v patě, tak i v hlavici pilíře.



Obrázek 60 - roštový nosník 4 m (R2)

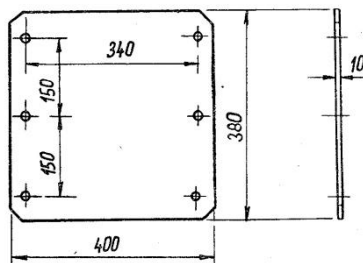
- **Roštový nosník 2,7 m (R3)** se používá v hlavici pilíře. Výjimečně ho lze použít i v patě. Jako jediný má otvory po obou stranách pásnice.
- **Roštový nosník 2,0 m (R4)** se používá jak v patě, tak i v hlavici pilíře.



Obrázek 61 - roštový nosník 2 m (R4)

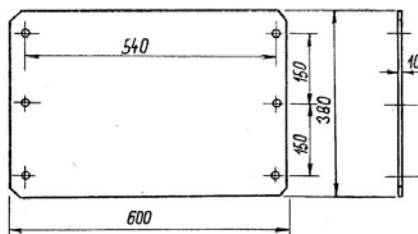
Styková deska

- **Malá styková deska (R5)** slouží ke spojení čel dvojice roštových nosníků.



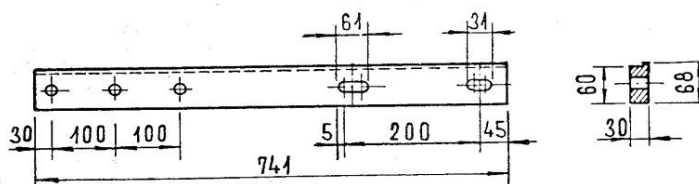
Obrázek 62 - malá styková deska (R5)

- **Velká styková deska (R6)** se používá stejným způsobem jako malá styková deska, avšak ke spojení čel trojice roštových nosníků.



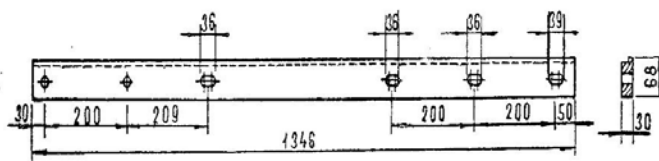
Obrázek 63 - velká styková desky (R6)

- **Krátká styková příložka (R7)** se používá k zajišťování polohy roštových nosníků při vzájemném křížení vrstev v hlavici. Příložky se spojují dlouhými šrouby T2.



Obrázek 64 - krátká styková příložka (R7)

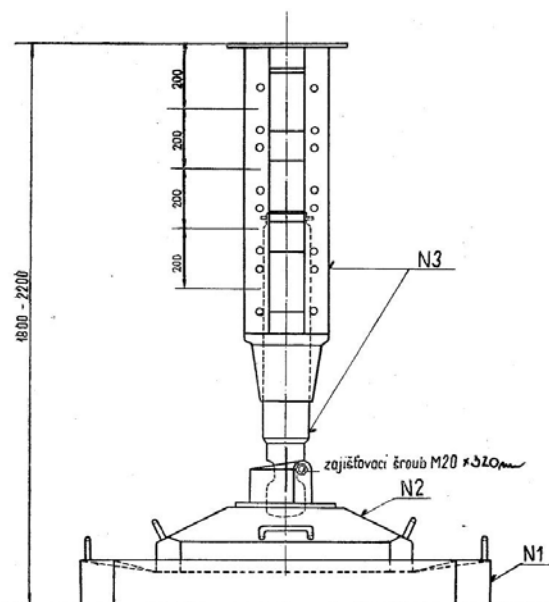
- **Dlouhá styková příložka (R8)** se používá stejným způsobem jako krátká styková příložka, ale pouze při vzájemném křížení čtyř nosníků vedle sebe.



Obrázek 65 - dlouhá styková příložka (R8)

Nánožky

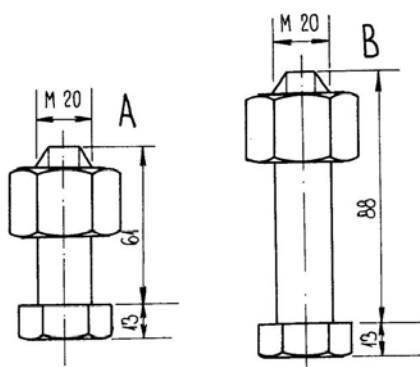
- **Nánožky N** se používají k zakládání pilířů přímo na terénu nebo ve vodě. Navzájem se propojují ztužidly. Šroub nánožkové nohy umožňuje regulovat výšku v rozmezí od 0 do 400 mm.
- **Nánožková podložka (N1)** přenáší tlaky sloupů do základové spáry. S nánožkovou patkou se spojuje osmi šrouby, které se vkládají tak, aby jejich hlavy byly uvnitř nánožkové podložky.
- **Nánožková patka (N2)** má lůžko se zajišťovacím šroubem pro kulový čep nánožkového šroubu a umožňuje jeho vychýlení od svislé osy, takže lze přizpůsobit polohu nánožkové patky (nánožkové podložky) sklonu terénu.
- **Nánožková noha (N3)** je čtvercového průřezu, který tvoří čtyři úhelníky. Na stěnách nánožkové nohy jsou otvory pro šrouby k připojení ztužidel. Na jednom konci nánožkové nohy je příruba a na druhém konci matice s lichoběžníkovým závitem, do níž je vešroubován **nánožkový šroub**. Nánožkový šroub má na jednom konci kulový čep, který je vložen do nánožkové patky, v níž je přidržován zajišťovacím šroubem. Na konci nánožkového šroubu je vnitřní čtyřhran, do kterého se nasazuje otáčecí tyč ze soupravy pro vytáčení nánožek. Otáčením šroubu pomocí pák zasazených do hlavice lze měnit výšku, a tím vyrovnávat smontovaný pilíř.



Obrázek 66 – nánožková podložka (N1), nánožková patka (N2), nánožková noha (N3)

Šrouby

- **Spojovací šrouby M 20 s maticí** se používají ke spojování součástí PIŽMO. Matice M 20 se nasazují zápichem na šroub, výjimečně obráceně např. při připojování příčného ztužidla Z 5. Šrouby jsou 61 a 88 mm dlouhé a označují se T1 a T2.
- **Dlouhý šroub** se používá jen ve spojitosti se stykovými příložkami R7 nebo R8 ve spojích při křížování roštových nosníků v hlavici. Ve všech ostatních spojích se používá **krátký šroub T1**.



Obrázek 67 – spojovací šrouby M20

Zahloubený základ pilíře PIŽMO

- Používá se k zakládání pilířů v proudící vodě, kde je nebezpečí podemletí. K jeho vytvoření se používají součásti pro zahloubený pilíř PIŽMO a dále sloupky S2, ztužidla Z1 a šrouby T1.

11.2.1 Přehled součástí pilíře

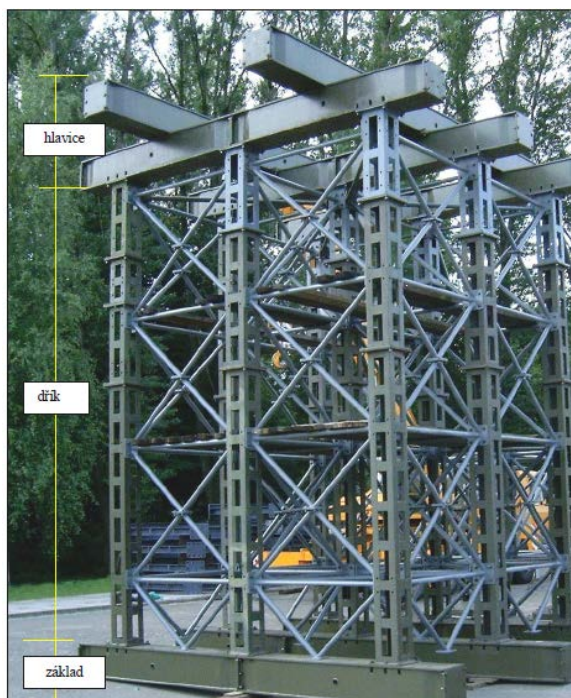
Tabulka 16 - přehled prvků PIŽMO

| Konstrukční skupina a označení | Označení Součásti | Název součásti | Hmotnost 1 ks/kg |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|
| Sloupky S | S 1 | Sloupek 3,2 m | 207,00 |
| | S 2 | Sloupek 1,6 m | 118,60 |
| | S 3 | Sloupek 1,0 m | 84,80 |
| | S 4 | Sloupek 0,6 m | 65,40 |
| | S 5 | Sloupek 0,4 m | 52,50 |
| Ztužidla Z | Z 1 | Ztužidlo čtvercové | 50,10 |
| | Z 2 | Ztužidlo lichoběžníkové | 48,00 |
| | Z 3 | Ztužidlo trojúhelníkové | 35,30 |
| | Z 4 | Ztužidlo přímé | 23,30 |
| | Z 5 | Ztužidlo příčné | 18,50 |
| | Z 6 | Vzpěra | 78,40 |
| Roštové nosníky R | R 1 | Nosník roštový 6,5 m | 746,00 |
| | R 2 | Nosník roštový 4,0 m | 465,00 |

| | | | | |
|---------------------------------------|------|---------------------------------|---------------------------|--------|
| | R 3 | Nosník roštový 2,7 m | 322,00 | |
| | R 4 | Nosník roštový 2,0 m | 243,00 | |
| | R 5 | Deska styková malá | 11,90 | |
| | R 6 | Deska styková velká | 17,90 | |
| | R 7 | Příložka styková krátká | 11,85 | |
| | R 8 | Příložka styková dlouhá | 22,00 | |
| Nánožka N | N 1 | Podložka nánožková | 146,00 | |
| | N 2 | Patka nánožková | 123,40 | |
| | N 3 | Noha nánožková | 199,70 | |
| Spojovací šrouby M20 T | T 1 | Šroub krátký 61 mm | 0,30 | |
| | T 2 | Šroub dlouhý 88 mm | 0,40 | |
| Zahloubený základ ZZ | ZZ 1 | Zahlubovací nánožka | Zahlubovací patka | 379,50 |
| | ZZ 2 | | Zahlubovací noha | 196,20 |
| | ZZ 3 | | Zahlubovací sloupek 1,6 m | 81,60 |
| | ZZ 4 | | Zahlubovací sloupek 0,4 m | 27,20 |
| | ZZ 5 | Hlavice zahlubovacích sloupků | 14,10 | |
| | ZZ 6 | Vyrovňovací zahlubovací sloupek | 130,00 | |
| | ZZ 7 | Krátké ztužidlo | 6,15 | |

11.2.2 Konstrukce pilíře

- Pilíř PIŽMO se skládá z **hlavice, dříku a paty**.
 - **Hlavice** pilíře se skládá ze dvou či více vrstev roštových nosníků. Roznáší tlaky od nesených prvků do jednotlivých sloupků dříku. Poslední vrchní vrstva roštových nosníků v hlavici se ukládá vždy v podélné ose pilíře (příčné ose stavby). Typizované hlavice jsou navrženy jako dvouvrstvé (výška 0,8 m), čtyřvrstvé (výška 1,6 m) až sedmivrstvé (výška 2,8 m).
 - **Dřík** pilíře tvoří konstrukce ze sloupků a ztužidel. Základním nosným prvkem jsou sloupy, které v půdorysu mají osovou vzdálenost 2 m (v obou osách pilíře) a jsou navzájem spojeny ztužidly. Různé druhy sloupků a ztužidel umožňují odstupňování pilíře po výšce 0,4 m. Dřík může být buď stálého průřezu, nebo se může směrem k patě postupně rozšiřovat, a to jak v podélném, tak i příčném směru. Pro určení typu hlavice je výchozím údajem uspořádání půdorysu dříku v jeho nejhořejší (nejvyšší) části.
 - **Patka** pilíře roznáší tlaky sloupků dříku do základové spáry. Patku pilíře tvoří:
 - jednovrstvový rošt z roštových nosníků uložených u typizovaných pilířů vždy v podélné ose pilíře (příčné ose stavby) a vrstva sloupků S3 a ztužidel Z3, či
 - soustava nánožek spojených ztužidly Z3, či
 - zahloubený základ pilíře sestavený ze zahlubovacích nánožek, hlavic zahlubovacích sloupků ZZ 5, vyrovnávacích zahlubovacích sloupků ZZ 6 a sloupků S 2 a S 4 spojených ztužidly Z 1 a krátkými ztužidly ZZ 7.



Obrázek 68 - pilíř PIŽMO 3x3

- U netypizovaných pilířů můžeme navrhovat patu také libovolnou kombinací sloupků a ztužidel podle místních podmínek, avšak vždy tak, aby jednotlivé součásti byly připojeny plným počtem šroubů, respektive staticky spolupůsobily s jinou součástí, např. s roštovým nosníkem.
- V pilíři se pomocí ztužidel Z5 vytváří **vodorovné zavětrování**. U typizovaných pilířů se podle jeho výšky může zřizovat v jedné, dvou nebo třech rovinách, které se odspodu označují *v1*, *v2*, *v3*.
- V půdorysu pilíře se přiřazuje každému sloupu **písmeno a číslo** souřadnicovým způsobem s počátkem v bližším levém rohu pilíře

12. Rozpočty jednotlivých možností rekonstrukce

Veškeré rozpočty jsou zhotoveny ve studentské verzi programu KROS 4.

12.1 Rekapitulace rozpočtů

Jedná se o jednoduchý a přehledný souhrn cen veškerých prací a dodávek jednotlivých oddílů stavby.

12.2 Rozpočty s výkazem výměr

V tomto oddílu se nachází rozpočty staveb, jde o podrobný výpis jednotlivých položek, dodávek materiálů či technologických zařízení, které jsou potřebné pro provedení dané varianty stavby. Jednotlivé položky jsou zde naceněny, dle cenových soustav ÚRS v programu KROS 4. Díky těmto cenám můžeme pak určit celkem přesný odhad výsledných nákladů na provedení stavby. Pro samotný vznik stavebního rozpočtu je potřebná projektová dokumentace, pokud možno s výkazem výměr.

12.3 Figury použité v rozpočtech

Figury slouží k usnadnění práce ve výkazu výměr. Pokud tedy pracujeme opakovaně s nějakým složitějším matematickým výrazem např.: $[(9 \cdot 5,95 \cdot 6,65) / (12,64 \cdot 5,16)]$, můžeme si tento výraz, jakkoliv pojmenovat např.: OKD a nadále pokračovat jen s námi zvoleným názvem. Potom vždy bude platit, že $OKD = [(9 \cdot 5,95 \cdot 6,65) / (12,64 \cdot 5,16)]$. V praxi to znamená, že po provedení této náhrady (neboli figury) nemusíme tentýž složitý výraz opakovaně pracně vypisovat do každého řádku, ve kterém jej chceme použít, jen jej nahradíme námi zvolenou zkratkou tzv. figurou

13. Harmonogramy

Jednotlivé harmonogramy jsou součástí této diplomové práce a spolu s ostatními technickými výkresy a fotodokumentací z místa stavby jsou součástí přílohové části v kroužkové vazbě.

14. Výkresová část

Výkresy jsou součástí této diplomové práce a spolu s harmonogramy a fotodokumentací z místa stavby jsou součástí přílohové části v kroužkové vazbě.

15. Fotodokumentace

Pořízené fotografie jsou součástí této diplomové práce a spolu s ostatními technickými výkresy a harmonogramy jsou součástí přílohové části v kroužkové vazbě.

16. Podklady

Podklady pro provedení rekonstrukce ČOV obsahující například statické posudky či technické výkresy je taktéž součástí přílohové části.

17. Zhodnocení jednotlivých technologií

K jednotlivým závěrům různých technologií provedení výměny střešní konstrukce na hale ČOV v Domažlicích jsem dospěl podrobnou analýzou. Samozřejmě má každá ze mnou zvolených variant rekonstrukce své klady a zápory.

Začnu-li postupně dle číslování alternativ, u čísla 1 zjistíme, že co se nákladů na stavbu týče vychází tato varianta s cenou **13.616.552,-** nejlépe. Je to především tím, že nákladnější montáž (demontáž) podpůrné konstrukce PIŽMO je provedena pouze jednou a jen na cca třetinu délky budovy. PIŽMO v tomto případě je založena na roštových nosnících, které budou uložena na jezdcích kolejové dráhy. V technologii provedení tímto způsobem je sice počítáno s ekonomicky více náročnou stavbou kolejnic pro přesun pomocné konstrukce, však i s touto konstrukcí tato varianta vychází značně levněji než ostatní dvě. Kolejová dráha ovlivňuje i dobu výstavby, díky ní se zkrátí doba výstavby na **cca 17 týdnů**, což se jeví jako přijatelná doba na výměnu střešní konstrukce takto rozsáhlé stavby.

U druhého způsobu rekonstrukce se rovněž bude vystavovat konstrukce PIŽMO jen po třetině délky, ovšem nyní s tím rozdílem, že tato kostra bude založena na tzv., nánožkách“, což je jedna z možností založení (viz Mostní pilíř PIŽMO). Tentokrát není podpůrná sestava uložena na kolejové dráze, ale přímo na terénu. V této variantě nám konstrukce PIŽMO hraje velmi významnou roli z hlediska nákladů i z pohledu časové náročnosti rekonstrukce. Neboť je v tomto případě počítáno s tím, že se podpůrná konstrukce musí po provedení veškerých prací na třetině demontovat a vystavit znovu na dalších dvou třetinách postupně. Díky opakované montáži a demontáži PIŽMO konstrukce se náklady vyšplhaly na **14.910.758,-** a doba výstavby se prodloužila na **cca 19 týdnů**. Což z této varianty dělá jak nejdražší, tak časově nenáročnější možnost výměny střešní konstrukce.

Třetí typ je navržen pro výměnu konstrukce střechy v celé své ploše. Tím je zapotřebí vystavět sestavu PIŽMO po celé délce objektu ČOV. Což je největší problém této varianty, protože SSHR zřejmě nemá ve svém vlastnictví dostatečné množství pomocné konstrukce pro vystavění po obou stranách budovy. Díky tomu, že nejsou jednotlivé práce rozdělovány do třetin, je zajištěna jejich lepší návaznost a rychlost provedení. Tím je samotná výstavba u této varianty nejrychlejší **cca 15 týdnů**. Avšak stavební náročnost konstrukce PIŽMO nám samotnou stavbu znovu prodraží. V tomto případě jsou náklady **14.470.778,-**.

V jednotlivých variantách hrají značnou roli částky za pronájem různých pomocných konstrukcí či strojů, to znamená že s dobou rekonstrukce úměrně rostou náklady stavby.

Pro větší přehlednost jsem cenové náklady stavby a časovou náročnost všech eventualit provedení vložil do tabulky viz níže.

Z analýzy vyplývá, že nejvhodnější je varianta č.1., tedy vystavění podpůrné konstrukce PIŽMO do třetiny délky objektu a uložit jí na kolejovou dráhu. Tato varianta není sice z hlediska doby výstavby nejkratší, tou je varianta č. 3., ale z pohledu nákladů na provedení stavby je nejlevnější. Cenový rozdíl cca 855 000,- bez DPH je tak významný,

že ani o čtrnáct dní kratší doba výstavby třetí varianty nemá požadovaný vliv. Dalším značným problémem u varianty č. 3 je množství konstrukce PIŽMO. Jedná se velké množství, které s největší pravděpodobností není v držení státní správy hmotných rezerv, která tyto prvky skladuje. Druhá varianta je ve srovnání s ostatními variantami nevhodná, a to jak z pohledu finančního, tak technologického. **Z těchto dvou pohledů se jeví první varianta nejvhodnější.**

Tabulka 17 - zhodnocení jednotlivých variant

| Název varianty | Cenové náklady bez DPH [Kč] | Cenové náklady s DPH [Kč] | Časová náročnost |
|---|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Varianty č.1 (PIŽMO na kolejové dráze) | 13 616 552,- | 16 476 028,- | cca 17 týdnů (110 pracovních dní) |
| Varianty č.2 (Výměna po třetinách objektu) | 14 910 758,- | 18 042 017,- | cca 19 týdnů (121 pracovních dní) |
| Varianty č.3 (Celoplošná výměna objektu) | 14 470 778,- | 17 509 641,- | cca 15 týdnů (96 pracovních dní) |

18. Závěr

Cílem této práce bylo vybrat nejvhodnější variantu provedení výměny střešní konstrukce. Po provedení ekonomické analýzy a srovnání jednotlivých technologií, se jeví jako nejvhodnější varianta č.1., když oproti ostatním variantám byla cenově nej přijatelnější a z časového hlediska obstojná.

S ohledem na získané zkušenosti a mnou navrženou technologii provedení výměny střešní krytiny bych nejspíše zvolil jinou technologii. Technologie, kterou se zabývá tato práce je velice technicky i finančně nákladná. Při návrhu nové technologie výměny střešní konstrukce bych se spíše zaměřil více na zakrytí technologie ČOV tak, aby tato konstrukce sloužila jako ochranná před pádem materiálu a zároveň sloužila jako krytina před nepříznivými vlivy. Pokud by byla tato podmínka splněna, nebylo by potřebné vystavovat podpůrnou konstrukci PIŽMO, ale jednoduše by po demontáži střešní konstrukce přišly na řadu osazení nových vazníků a pokládka střešní krytiny.

Při zpracování této práce jsem získal mnoho cenných zkušeností při návrhu technologie zejména z pohledu prolínání jednotlivých pracovních procesů. Práce mi také přinesla mnoho nových a užitečných informací.

19. Zdroje, Software

Použitá literatura

ČSN EN 1990 – Zásady navrhování stavebních konstrukcí

ČSN EN 1991 – Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1993, ČSN EN 1992 – Navrhování konstrukcí

Faltus F. *Ocelové konstrukce pozemního stavitelství*, Praha: Československá akademie věd, 1960.

kol. autorů. *Konstrukce pozemních staveb*. Praha: SNTL, 1968.

Ing. ENGLICH J., Ing. MAZAČ J. *Základy stavby zatímních železničních mostů z materiálu PIŽMO a ŽM*. Praha: Ministerstvo dopravy, 2008.

Internetové stránky

ČÚZK – Nahlížení do katastru nemovitostí [online]. Dostupné z WWW:

<http://nahliznidokn.cuzk.cz/>

Sněhová mapa – mapa zatížení sněhem na zemi [online]. Dostupné z WWW:

<http://www.snehovamapa.cz/>

Střešní panely Kingspan – Panel KS1000 X-dek [online]. Dostupné z WWW:

<https://www.kingspan.com/cz/cs-cz/produkty/izolacni-sendvicove-panely/stresni-izolacni-panely/stresni-sendvicovy-panel-ks1000-x-dek>

ÚRS Praha – ceník stavebních prací [online]. Dostupné z WWW:

<https://www.urspraha.cz/>

Ferona - velkoobchod hutním materiálem [online]. Dostupné z WWW:

<https://online.ferona.cz/>

České stavební standardy – cenové ukazatele ve stavebnictví pro rok 2018 [online].

Dostupné z WWW: http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu_2018.html

Ceny za projekty – nacenění VRN [online]. Dostupné z WWW:

<http://www.cenyzaprojekty.cz/naklady.html>

Ocelářské tabulky – ocelové profily [online]. Dostupné z WWW:

<http://www.staticstools.eu/cs>

Wienerberger [online]. Dostupné z WWW: <https://wienerberger.cz/>

Wienerberger – katalogy a ceníky [online]. Dostupné z WWW:

<https://wienerberger.cz/sluzby/ke-sta%C5%BEen%C3%AD#collapse-collapse1366237738833>

Dektrade – stavební materiály hydroizolační folie [online]. Dostupné z WWW:

<https://www.dek.cz/pobocka-plzen-cernice/technicka-podpora/dekplan>

Tremis – hromosvody a uzemnění [online]. Dostupné z WWW: <http://www.tremis.cz/>

Státní správa hmotných rezerv České republiky – konstrukce PIŽMO [online].

Dostupné z WWW: <http://www.sshr.cz/Stranky/default.aspx>

Použitý software

- Microsoft Office 2016 - Word
- Microsoft Office 2016 – Excel
- Autodesk AutoCAD 2019
- FIN EC 2018
- KROS 4
- Adobe Acrobat DC

20. Seznam Obrázků

| | |
|---|--------|
| Obrázek 1 – způsob manipulace se střešními panely | - 21 - |
| Obrázek 2 - detail spoje panelů..... | - 21 - |
| Obrázek 3 - varianty montáže střešních panelů | - 22 - |
| Obrázek 4 - střešní panel KINGSPAN KS1000 - XD..... | - 24 - |
| Obrázek 5 - řez střešním panelem | - 24 - |
| Obrázek 6 - návrh ocelového příhradového vazníku | - 25 - |
| Obrázek 7 – schéma půdorysu střechy..... | - 26 - |
| Obrázek 8 - schéma zatížení větrem zleva (sání) | - 26 - |
| Obrázek 9 - schéma zatížení větrem zdola 1 (tlak a sání) | - 27 - |
| Obrázek 10 - schéma zatížení větrem zdola 2 (sání)..... | - 27 - |
| Obrázek 11 - schéma zatížení větrem zdola 3 (tlak a sání) | - 28 - |
| Obrázek 12 - schéma zatížení větrem zdola 4 (tlak a sání) | - 28 - |
| Obrázek 13 - schéma zatížení větrem zprava (sání)..... | - 29 - |
| Obrázek 14 - schéma zatížení větrem shora 1 (tlak a sání) | - 29 - |
| Obrázek 15 - schéma zatížení větrem shora 2 (sání)..... | - 30 - |
| Obrázek 16 - schéma zatížení větrem shora 3 (tlak a sání) | - 30 - |
| Obrázek 17 - schéma zatížení větrem shora 4 (tlak a sání) | - 31 - |
| Obrázek 18 - schéma zatížení větrem obálka 1 (sání)..... | - 31 - |
| Obrázek 19 - schéma zatížení větrem obálka 2 (tlak) | - 32 - |
| Obrázek 20 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS1) | - 34 - |
| Obrázek 21 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS2) | - 34 - |
| Obrázek 22 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS3) | - 35 - |
| Obrázek 23 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS4) | - 35 - |
| Obrázek 24 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS5) | - 36 - |
| Obrázek 25 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS6) | - 36 - |
| Obrázek 26 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS7) | - 37 - |
| Obrázek 27 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS8) | - 38 - |
| Obrázek 28 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS9) | - 39 - |
| Obrázek 29 - schéma zatížení konstrukce v ose A (ZS10) | - 40 - |
| Obrázek 30 - výsledné deformace posun v ose Y (komb. 78) | - 41 - |
| Obrázek 31 - výsledné deformace posun v ose Z (komb. 78) | - 42 - |
| Obrázek 32 - výsledné deformace natočení v ose X (komb. 78) | - 42 - |
| Obrázek 33 - výsledné max. normálové síly (komb. 78) | - 42 - |
| Obrázek 34 - výsledné max. posouvající síly (komb. 78)..... | - 43 - |
| Obrázek 35 - výsledné max. ohybové momenty (komb. 78) | - 43 - |
| Obrázek 36 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS1) | - 43 - |
| Obrázek 37 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS2) | - 44 - |
| Obrázek 38 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS3) | - 44 - |
| Obrázek 39 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS4) | - 45 - |
| Obrázek 40 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS5) | - 45 - |
| Obrázek 41 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS6) | - 46 - |
| Obrázek 42 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS7) | - 47 - |
| Obrázek 43 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS8) | - 48 - |
| Obrázek 44 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS9) | - 49 - |
| Obrázek 45 - schéma zatížení konstrukce v ose G (ZS10) | - 50 - |

| | |
|--|--------|
| Obrázek 46 – výsledné deformace max. posun v ose Y (komb.16) | - 51 - |
| Obrázek 47 – výsledné deformace max. posun v ose Z (komb.22)..... | - 51 - |
| Obrázek 48 – výsledné deformace max. natočení v ose X (komb.16) | - 52 - |
| Obrázek 49 – výsledné max. normálové síly (komb.22)..... | - 52 - |
| Obrázek 50 – výsledné max. normálové síly (komb. 20)..... | - 52 - |
| Obrázek 51 – výsledné max. ohybové momenty (komb.16) | - 53 - |
| Obrázek 52 - sloupek 3,2 m (S1)..... | - 57 - |
| Obrázek 53 - sloupek 1,6 m (S2)..... | - 57 - |
| Obrázek 54 - sloupek 1,0 m (S3); sloupek 0,6 m (S4); sloupek 0,4 m (S5) | - 57 - |
| Obrázek 55 - čtvercové ztužidlo (Z1)..... | - 58 - |
| Obrázek 56 - lichoběžníkové ztužidlo (Z2)..... | - 58 - |
| Obrázek 57 - příčné ztužidlo (Z5)..... | - 59 - |
| Obrázek 58 - vzpěra (Z6) | - 59 - |
| Obrázek 59 - roštový nosník 6,5 m (R1)..... | - 60 - |
| Obrázek 60 - roštový nosník 4 m (R2)..... | - 60 - |
| Obrázek 61 - roštový nosník 2 m (R4)..... | - 60 - |
| Obrázek 62 - malá styková deska (R5) | - 61 - |
| Obrázek 63 - velká styková desky (R6) | - 61 - |
| Obrázek 64 - krátká styková příložka (R7) | - 61 - |
| Obrázek 65 - dlouhá styková příložka (R8) | - 61 - |
| Obrázek 66 – nánožková podložka (N1), nánožková pata (N2), | - 62 - |
| Obrázek 67 – spojovací šrouby M20 | - 63 - |
| Obrázek 68 - pilíř PIŽMO 3x3 | - 65 - |

21. Seznam Tabulek

| | |
|--|---------|
| Tabulka 1 - množství konstrukce PIŽMO pro montáž na nánožkách po celé délce budovy | - 17 - |
| Tabulka 2 - množství konstrukce PIŽMO pro montáž na nánožkách po třetině délky budovy | - 17 - |
| Tabulka 3 - množství konstrukce PIŽMO pro montáž na roštových nosnících a kolejové dráze | - 18 - |
| Tabulka 4 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zleva (sání) ... | - 27 - |
| Tabulka 5 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zdola 1 (tlak a sání)..... | - 27 - |
| Tabulka 6 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zdola 2 (sání) | - 27 - |
| Tabulka 7 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zdola 3 (tlak a sání)..... | - 28 - |
| Tabulka 8 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zdola 4 (tlak a sání)..... | - 28 - |
| Tabulka 9 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru zprava (sání) . | - 29 - |
| Tabulka 10 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru shora 1 (tlak a sání) | - 29 - |
| Tabulka 11 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru shora 2 (sání) | - 30 - |
| Tabulka 12 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru shora 3 (tlak a sání) | - 30 - |
| Tabulka 13 - výsledné hodnoty tlaku větru od zatížení větru shora 4 (tlak a sání) | - 31 - |
| Tabulka 14 - výsledné hodnoty tlaku větru – obálka (sání)..... | - 31 - |
| Tabulka 15 - výsledné hodnoty tlaku větru – obálka (tlak) | - 32 - |
| Tabulka 16 - přehled prvků PIŽMO | - 63 - |
| Tabulka 17 - zhodnocení jednotlivých variant | - 124 - |

Diplomová práce:

Bc. Michal Pavlíček

Variantní řešení návrhu střešní konstrukce ČOV – Domažlice s cenovou a technologickou analýzou

Kompletní diplomová práce je dostupná v tištěné verzi.