

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta aplikovaných věd

Katedra mechaniky – Oddělení stavitelství

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Stavební a konstrukční řešení bytového domu

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lenka PLOCAROVÁ**
Osobní číslo: **A13N0047P**
Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Stavitelství**
Název tématu: **Stavební a konstrukční řešení bytového domu - problematika nosných konstrukcí včetně založení objektu a fyzikálních parametrů**
Zadávací katedra: **Katedra mechaniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Obsah práce

Návrh konstrukčního a statického řešení obytného domu v proluce. Rozbor vhodného řešení nosných konstrukcí objektu a řešení suterénních prostor. Statický vliv stavby na stávající vedlejší objekt.

Cíl práce

Samostatné zpracování podrobnějšího řešení nosné konstrukce a založení objektu včetně statického výpočtu. Pro práci bude využito stavební řešení objektu ze semestrální práce v předmětu Projektu S2.

Rozsah grafických prací

Výkresy v měřítku 1:50, 1:100 nebo v jiném vhodném měřítku - půdorysy, řezy, dispozice, výkresy tvaru a výkresy výztuže.

Rozsah textových prací a výpočtových prací

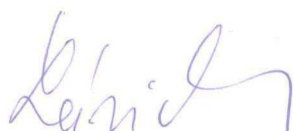
Textová zpráva, technické výpočty.

Rozsah grafických prací: **projekt skládající se z výkresů a textových zpráv**
Rozsah pracovní zprávy: **80 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

1. **Stavební zákon 183/2006 Sb a související vyhlášky - OTP - 268/2009, hygienické předpisy.**
2. **Platné normy - pro konstrukci řady ČSN EN 1990, 1991, 1992, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998 - pro tepelnou ochranu budov - ČSN 730540.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Michal Novák**
Katedra mechaniky

Datum zadání diplomové práce: **15. srpna 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **1. března 2015**



Doc. RNDr. Miroslav Lávička, Ph.D.
děkan



Prof. Ing. Vladislav Laš, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 1. září 2014

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Stavební a konstrukční řešení bytového domu vypracovala samostatně na základě odborných konzultací mého vedoucího diplomové práce a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Ve Švihově dne 22. 5. 2015

.....

Bc. Lenka Plocarová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce a zároveň konzultantovi, že mi věnoval čas a poskytl mi potřebné informace. Dále bych chtěla poděkovat firmě RECOC s.r.o., která mi zapůjčila klíč k vyztužování železobetonových konstrukcí.

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na zpracování podrobnějšího řešení nosné konstrukce a založení objektu včetně statického výpočtu.

Cílem této práce bylo navrhnout konstrukční a statické řešení obytného domu. Výběr vhodného řešení nosných konstrukcí objektu a řešení suterénních prostor. Diplomová práce obsahuje technický popis stavby a statické výpočty jednotlivých konstrukcí.

Grafické zpracování bylo provedeno v programu AutoCAD 2002. Statický model pro posouzení byl vytvořen v programu Scia Engineer 14.

Klíčová slova

Bytový dům, založení objektu, statické posouzení železobetonových konstrukcí.

Annotation

The diploma thesis is focused on processing more detailed solution of the structure and foundation of a building including the static calculations.

The aim of this work was to design construction and static solution of a residential building. Selecting the appropriate solution supporting structures of the building and solving basement areas. The diploma thesis contains a technical description of the construction and static calculations single structure.

The graphic design was done in AutoCAD 2002 programme. The static model for static analysis was conducted in Scia Engineer 14 programme.

Key words

Residential building, foundation of a building, structural assessment of reinforced concrete structures.

OBSAH

1. ÚVOD	4
2. ARCHITEKTONICKÉ A STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	5
a) Účel objektu	5
b) Zásady architektonického, funkčního, dispozičního a výtvarného řešení, řešení vegetačních úprav okolí objektu, včetně řešení přístupu a užívání objektu osobami s omezenou schopností pohybu.....	5
c) Kapacity, užitkové plochy, obestavěný prostor, zastavěné prostory, orientace, osvětlení a oslunění	5
d) Technické a konstrukční řešení objektu, jeho zdůvodnění ve vazbě na užití objektu a jeho požadovanou životnost	6
e) Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí	7
f) Způsob založení objektu s ohledem na výsledky inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu.....	13
g) Vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí a řešení případných negativních účinků	13
h) Dopravní řešení.....	14
i) Ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí, protiradonová opatření .	14
j) Dodržení obecných požadavků na výstavbě.....	14
3. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ČÁST.....	15
a) Popis navrženého konstrukčního systému stavby.....	15
b) Navržené výrobky, materiály a hlavní konstrukční prvky	16
c) Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce.....	16
d) Návrh zvláštních, neobvyklých konstrukcí, konstrukčních detailů, technologických postupů.....	22
e) Technologické podmínky postupu prací, které by mohly ovlivnit stabilitu vlastní konstrukce, případně sousední stavby.....	22
f) Zásady pro provádění bouracích prací a podchycovacích prací a zpevňování konstrukcí či prostupů	22
g) Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí	23
h) Seznam použitých podkladů, ČSN, technických předpisů, odborné literatury, software.....	23
i) Požadavky na konstrukci.....	23
j) Dilatace objektu a pracovní spáry	23
k) Provádění betonových konstrukcí.....	23
4. STATICKÉ POSOUZENÍ.....	24
a) Statický model a zatěžovací stavy	24

b)	Navržení a posouzení výztuže stropních desek	32
a.	Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 10NP	32
b.	Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 9NP	34
c.	Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 8NP	35
d.	Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 7NP	36
e.	Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 6NP	37
f.	Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 5NP	38
g.	Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 4NP	39
h.	Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 3NP	40
i.	Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 2NP	41
j.	Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 1NP nižší	48
k.	Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 1NP vyšší	55
l.	Přehled vyztužení jednotlivých desek.....	62
c)	Navržení a posouzení výztuže ŽB stěny zatíženou zeminou na ose 3.....	63
d)	Navržení a posouzení stěnových nosníků	92
a.	Návrh a posouzení výztuže stěnového nosníku S1	92
b.	Návrh a posouzení výztuže stěnového nosníku S2	105
c.	Návrh a posouzení výztuže stěnového nosníku S3	114
e)	Navržení a posouzení sloupu	117
f)	Navržení a posouzení průvzlaku	123
g)	Navržení a posouzení výztuže do základové desky	138
5.	ZÁSADY ORGANIZACE VÝSTAVBY	150
a)	Informace o rozsahu staveniště, předpokládané úpravy, oplocení, příjezdy a přístupy na staveniště	150
b)	Napojení staveniště na zdroje vody, elektřiny, odvodnění staveniště	151
c)	Úpravy z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví třetích osob.....	151
d)	Uspořádání a bezpečnost staveniště z hlediska ochrany veřejných zájmů	151
e)	Řešení zařízení staveniště	151
f)	Popis staveb zařízení staveniště vyžadujících ohlášení.....	152
g)	Stanovení podmínek pro provádění stavby z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví 152	
h)	Podmínky pro ochranu životního prostředí při výstavbě.....	153
i)	Orientační lhůty výstavby	154
6.	POŽÁRNÍ BEŽPEČNOST STAVBY	155
7.	ZÁVĚR.....	156

8. POUŽITÉ NORMY, LITERATURA A SOFTWARE	157
a) Normy	157
b) Literatura	157
c) Software	157
9. SEZNAM PŘÍLOH	158

1. ÚVOD

Předmětem této diplomové práce je návrh konstrukčního a statického řešení obytného domu v proluce. Rozbor vhodného řešení nosných konstrukcí objektu a řešení suterénních prostor.

Navržený objekt je šesti podlažní. Prostorový koncept domu je založen na dvou kvádrech, posunutých výškově o půl patra, čímž se zohledňuje svažité terén, založených na společném podloží. Nosná konstrukce ve spodních třech patrech budou ze železobetonu a zbylá patra budou zděná z cihelných bloků POROTHERM. Všechny stropní desky budou ze železobetonu. Objekt bude založen na základové desce a pilotách. V 1.NP budou garážová stání pro vlastníky bytových jednotek. Ve 2.NP bude jedna bytová jednotka. Ve 3.NP bude jedna bytová jednotka a sklepní kóje ke každému bytu. V každém dalším patře bude vždy jedna bytová jednotka. V 9.+10.NP bude mezonetový byt. V bytovém domě bude celkem 8 bytových jednotek.

Projekt bude zpracován do úrovně projektové dokumentace pro provádění stavby. Veškerá výkresová dokumentace bude provedena v programu AutoCAD 2002. Statický model je vytvořen v softwaru Scia Engineer 14. Textová část bude vytvořena Microsoft Office Word 2007.

Výkresová část se bude skládat z výkresů stavařských, výkresů tvarů a výztuže. Textová část bude obsahovat architektonické a stavebně technické řešení, stavebně konstrukční část, statické posouzení, zásady organizace výstavby, požární bezpečnost stavby a přílohy.

2. ARCHITEKTONICKÉ A STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

a) Účel objektu

Objekt je navržen jako bytový dům, kde je 8 bytů typu 1+kk, 3+kk a 4+kk. Bytový dům stojí na parcele č. 3609/1 a 3611/1 k.ú. Smíchov. Vjezd na pozemek je ze stávající komunikace Holečkova ulice. Napojení na inženýrské sítě bude provedeno také z Holečkovy ulice.

b) Zásady architektonického, funkčního, dispozičního a výtvarného řešení, řešení vegetačních úprav okolí objektu, včetně řešení přístupu a užívání objektu osobami s omezenou schopností pohybu

Navržený objekt je šesti podlažní. Prostorový koncept domu je založen na dvou kvádrech, posunutých výškově o půl patra, čímž se zohledňuje svažité terén, založených na společném podloží. Nosný systém konstrukce tvoří kombinovaný systém. Rozměr půdorysu je 17,1 x 32,4 m a výška objektu je 23,870 m. Fasáda domu je členěna okny a fasáda bude vyřešena barevnými odstíny. Hlavní vstup do objektu se nachází na jižní straně.

První patro je zastavěno celoplošně. Druhé patro ustupuje v jižní části o jedno pole skeletu. Třetí patro vystupuje v jižní části přibližně o 1/3 pole. Čtvrté a páté patro kopíruje patro třetí. Šesté patro je řešeno jako mezonetový byt, který na severní straně ustupuje o jedno pole a na jižní straně ustupuje kousek do druhého pole. Všechny byty jsou opatřeny terasou anebo balkonem. V 1NP se nacházejí garáže pro obyvatele objektu. Ve 2NP se je byt 4+kk, ve 3+4NP jsou 1+kk a 3+kk, sklepy a kočárkárna s kolárnou pro nájemce domů. Ve 5+6NP a 7+8NP se nachází dva 4+kk. V patře 9+10NP je mezonetový byt s terasou.

Jednotlivá podlaží jsou propojena schodištěm a výtahem, který prochází zrcadlem mezi schodišťovými rameny. Díky výtahu je objekt bezbariérově přístupný.

c) Kapacity, užitkové plochy, obestavěný prostor, zastavěné prostory, orientace, osvětlení a oslunění

Kapacita všech bytových jednotek je celkem asi 30 lidí.

Rozměry objektu: 17,1 x 32,4 m

Výška objektu: 23,870 m

Zastavěná plocha: 554,040 m²

Obestavěný prostor: 9312,989 m³

Podlahová plocha: 1NP 475,68 m²

 2NP 148,61 m²

 3+4NP 332,52 m²

5+6NP	332,44 m ²
7+8NP	310,11 m ²
9+10NP	210,16 m ²
Celkem:	1 809,52 m ²

V objektu kromě garáží, sklepů a některých koupelen jsou všechny místnosti osvětleny denním světlem pomocí oken.

Stávající okolní stavby jsou v dostatečné vzdálenosti od navrhovaného objektu, aby nestínili.

Ve všech místnostech je navrženo i umělé osvětlení. Požadavky na umělé osvětlení se budou řešit samostatně mimo rozsah této dokumentace.

d) Technické a konstrukční řešení objektu, jeho zdůvodnění ve vazbě na užití objektu a jeho požadovanou životnost

Objekt je založen na pilotách a základové desce ze železobetonu. Základové piloty budou mít rozměr 1,0 x 7,2 m (průměr x výška). Pod jednotlivými sloupy budou také piloty. Podklad bude tvořit 200 mm štěrkopískového podsypu.

Z konstrukčního hlediska bude 1NP, 2NP a 3NP z železobetonu. Patro 4NP, 5+6NP, 7+8NP a 9+10NP bude zděné z cihelných bloků POROTHERM. Objekt má 6 nadzemních podlaží. Patra ze železobetonu budou z betonu C30/37. Nosné stěny budou zděné z cihelných bloků POROTHERM tloušťky 300 mm a tloušťky 175 mm. Sloupy, které se nachází v 1NP v garážích budou mít rozměr 800 x 500 mm. Celý objekt bude zateplen kontaktním zateplením Bauxit Open s tepelnou izolací Rockwool Fasrock tloušťky 200 mm.

Vodorovnou nosnou konstrukci budou tvořit železobetonové stropní desky z betonu C25/30. Tloušťka stropní desky bude 250 mm.

Podesty schodiště budou monolitické, prováděné zároveň se stropní deskou. Schodišťová ramena budou prefabrikovaná, uložená na ozub na podestu. Schodiště z 1NP do 2NP je tříramenné, kde rozměr stupně je 155 x 320 mm. Mezi patry 2NP až 10NP bude jednoramenné schodiště se stupněm o rozměru 156,25 x 317,5 mm.

Nenosné stěny budou zděné z cihelných bloků POROTHERM tloušťky 115 mm.

Pochází vrstva v garáži bude pohledový drátkobeton. Pochází vrstva ve schodišťovém prostoru, v kočárkárně a kolárně a sklepech bude keramická dlažba. V bytových jednotkách podle účelu využití bude keramická dlažba a dubová podlaha.

Skladba střešního pláště je navržena jako tzv. „obrácená střecha“. Skládá se ze spádové vrstvy polystyren-betonu v tl. od 50 do 250 mm, hydroizolační vrstvy z folie Fatrafol 813/V, tepelnou izolací z extrudovaného polystyrenu (BASF Styrodur 3035) a přitížena vrstvou zahradního substrátu Veraflor a kačírku frakce 16/32. Pochází střecha v 10NP je navíc opatřena pochozími dřevěnými prkny.

e) Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí

Navrhované stavební konstrukce budou navrženy a následně provedeny tak, aby vyhovovaly doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla U_N podle ČSN 730540-2.

Podlaha na terénu – garáž

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Drátkobeton	0,120	1,430	0,084
Plachta Junifil	0,0008	0,350	0,002
Geotextilie	0,002	0,041	0,049
Folie Fatrafol	0,001	0,035	0,003
Geotextilie	0,002	0,041	0,049
Podkladní beton	0,200	1,300	0,154
Zhutněný štěrk	0,200	0,650	0,308
Rostlý terén	1,000	0,700	1,429

Tepelný odpor konstrukce: $R = 2,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce: $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce: $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Celkový tepelný odpor konstrukce: $R_T = 2,31 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla: $U = 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$

Doporučená normová hodnota součinitele prostupu tepla: $U_N = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Konstrukce vyhovuje požadavkům tepelné ochrany budov podle ČSN 73 0540-2.

Podlaha na stropní konstrukci – byt 2NP

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Dřevěné parkety	0,015	0,220	0,068
Folie z PE	0,003	0,350	0,009
Anhydridový potěr	0,040	1,360	0,029
Plachta Junifol	0,0008	0,350	0,002
Rockwool Floorstep	0,042	0,039	1,077
Železobeton	0,280	1,740	0,161
Minerální vlna	0,060	0,049	1,224

Tepelný odpor konstrukce: $R = 2,57 \text{ m}^2\text{K/W}$

Diplomová práce

Bc. Lenka Plocarová

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce: $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce: $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Celkový tepelný odpor konstrukce: $R_T = 2,77 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla: $U = 0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$

Doporučená normová hodnota součinitele prostupu tepla: $U_N = 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$

Konstrukce vyhovuje požadavkům tepelné ochrany budov podle ČSN 73 0540-2.

Podlaha na stropní konstrukci - sklepy

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [$\text{m}^2\text{K/W}$]
Keramická dlažba Rako	0,008	1,010	0,008
Lepidlo Ceresit	0,002	0,180	0,011
Anhydridový potěr	0,040	1,360	0,029
Plachta Junifol	0,0005	0,350	0,001
Rockwool Floorstep	0,052	0,039	1,333
Železobeton	0,280	1,740	0,161
Minerální vlna	0,060	0,049	1,224

Tepelný odpor konstrukce: $R = 2,77 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce: $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce: $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Celkový tepelný odpor konstrukce: $R_T = 2,97 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla: $U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

Doporučená normová hodnota součinitele prostupu tepla: $U_N = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

Konstrukce vyhovuje požadavkům tepelné ochrany budov podle ČSN 73 0540-2.

Podlaha na stropní konstrukci – byt 4NP

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
HDF vlasy	0,015	0,220	0,068
Folie z PE	0,003	0,350	0,009
Anhydridový potěr	0,040	1,360	0,029
Plachta Junifol	0,0008	0,350	0,002
Rockwool Steprock ND	0,042	0,039	1,077
Železobeton	0,250	1,740	0,144
Omítka	0,010	0,990	0,010

Tepelný odpor konstrukce: $R = 1,34 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce: $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce: $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Celkový tepelný odpor konstrukce: $R_T = 1,54 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla: $U = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$

Doporučená normová hodnota součinitele prostupu tepla: $U_N = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Konstrukce vyhovuje požadavkům tepelné ochrany budov podle ČSN 73 0540-2.

Podlaha na stropní konstrukci – byt 9+10NP

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Keramická dlažba Rako	0,008	1,010	0,008
Lepidlo Ceresit	0,002	0,180	0,011
Anhydridový potěr	0,040	1,360	0,029
Plachta Junifol	0,0005	0,350	0,001
Rockwool Steprock ND	0,050	0,039	1,282
Železobeton	0,250	1,740	0,144
Omítka štuková	0,010	0,990	0,010

Tepelný odpor konstrukce: $R = 1,49 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce: $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce: $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Celkový tepelný odpor konstrukce: $R_T = 1,69 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:

$U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$

Doporučená normová hodnota součinitele prostupu tepla:

$U_N = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Konstrukce vyhovuje požadavkům tepelné ochrany budov podle ČSN 73 0540-2.Podlaha na stropní konstrukci – terasa byt 2NP

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Železobeton	0,280	1,740	0,161
Polystyren-beton	0,050	0,057	0,877
Geotextilie	0,002	0,041	0,049
Folie Fatrafol	0,001	0,350	0,003
BASF Styrodur	0,300	0,040	7,500
Jutafofol	0,0005	0,016	0,031
Dřevěná prkna odolná povětrnostem	0,020	0,180	0,111

Tepelný odpor konstrukce:

$R = 8,73 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce:

$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce:

$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Celkový tepelný odpor konstrukce:

$R_T = 8,87 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:

$U = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

Doporučená normová hodnota součin. prostupu tepla pro PD:

$U_N = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Konstrukce vyhovuje požadavkům tepelné ochrany budov podle ČSN 73 0540-2.Podlaha na stropní konstrukci – terasa byt 9+10NP

Materiál	Tloušťka	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Omítka	0,010	0,990	0,010
Železobeton	0,250	1,740	0,144
Polystyren-beton	0,050	0,057	0,877
Geotextilie	0,002	0,041	0,049
Folie Fatrafol	0,001	0,350	0,003
BASF Styrodur	0,180	0,040	4,500
Jutafofol	0,0005	0,016	0,031
Dřevěná prkna odolná povětrnostem	0,020	0,180	0,111

Diplomová práce

Bc. Lenka Plocarová

Tepelný odpor konstrukce:

$$R = 5,72 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce:

$$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce:

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Celkový tepelný odpor konstrukce:

$$R_T = 5,86 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Součinitel prostupu tepla:

$$U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Doporučená normová hodnota součin. prostupu tepla pro PD:

$$U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Konstrukce vyhovuje požadavkům tepelné ochrany budov podle ČSN 73 0540-2.

Stěna se zeminou

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Štuková omítka	0,010	0,800	0,012
Železobeton	0,200	1,740	0,144
Geotextilie	0,002	0,041	0,049
Folie Fatrafol	0,001	0,350	0,003
BASF Styrodur	0,120	0,040	5,000
Nopová folie	0,032	0,350	0,091

Tepelný odpor konstrukce:

$$R = 5,30 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce:

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce:

$$R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Celkový tepelný odpor konstrukce:

$$R_T = 5,43 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Součinitel prostupu tepla:

$$U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Doporučená normová hodnota součinitele prostupu tepla:

$$U_N = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Konstrukce vyhovuje požadavkům tepelné ochrany budov podle ČSN 73 0540-2.

Stěna vnější zděná

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Štuková omítka	0,010	0,800	0,012
Železobeton	0,300	0,175	0,144
Lepicí stěrka	0,003	0,800	0,004
Rockwool Fasrock	0,200	0,045	4,444
Stěrka	0,003	0,800	0,004
Strukturální omítka	0,009	0,700	0,013

Tepelný odpor konstrukce: $R = 6,19 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce: $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce: $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Celkový tepelný odpor konstrukce: $R_T = 6,36 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla: $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

Doporučená normová hodnota součinitele prostupu tepla: $U_N = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

Konstrukce vyhovuje požadavkům tepelné ochrany budov podle ČSN 73 0540-2.

Stěna vnější

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Štuková omítka	0,010	0,800	0,012
Železobeton	0,250	1,740	0,144
Lepicí stěrka	0,003	0,800	0,004
Rockwool Fasrock	0,200	0,045	4,444
Stěrka	0,003	0,800	0,004
Strukturální omítka	0,009	0,700	0,013

Tepelný odpor konstrukce: $R = 4,62 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce: $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce: $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Celkový tepelný odpor konstrukce: $R_T = 4,79 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla: $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

Doporučená normová hodnota součinitele prostupu tepla:

$U_N = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Konstrukce vyhovuje požadavkům tepelné ochrany budov podle ČSN 73 0540-2.

Střecha

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Štuková omítka	0,010	0,800	0,012
Železobeton	0,250	1,740	0,115
Polystyren-beton	0,050	0,057	0,877
Geotextílie	0,002	0,041	0,049
Folie Fatrafol	0,002	0,035	0,057
BASF Styrodur	0,300	0,040	7,500
Nopová folie	0,032	0,350	0,091
Filtrační geotextílie	0,002	0,041	0,049
Kačírek	0,100	0,580	0,172
Zahradní substrát	0,100	0,450	0,222

Tepelný odpor konstrukce:

$R = 9,12 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce:

$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce:

$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Celkový tepelný odpor konstrukce:

$R_T = 9,26 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:

$U = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

Doporučená normová hodnota součin. prostupu tepla pro PD:

$U_N = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Konstrukce vyhovuje požadavkům tepelné ochrany budov podle ČSN 73 0540-2.

f) Způsob založení objektu s ohledem na výsledky inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu

Objekt je založen na základové desce a na pilotách. Základové poměry je možné hodnotit na základě dostupného inženýrsko-geologického průzkumu. Hladina podzemní vody je pod základovou spárou objektu. Objekt se nenachází v záplavové ani seizmické oblasti.

g) Vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí a řešení případných negativních účinků

Navržený objekt i všechna navrhovaná zařízení nebudou mít negativní dopad na životní prostředí v průběhu realizace stavby ani při jejím provozu.

Jde o objekt se standartními stavebními konstrukcemi. V průběhu stavby budou používány tradiční technologie s běžnými stavebními stroji a mechanismy, které nebudou životní prostředí trvale ani dlouhodobě ovlivňovat.

Dle zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech bude odpad tříděn podle zařazení v katalogu. Odpady zařazené do kategorie nebezpečných (N) bude likvidovat smluvně pověřená oprávněná osoba nebo organizace. Ostatní odpady (O) budou likvidovány odvozem na skládku.

h) Dopravní řešení

Příjezd na stavbu bude ze stávající komunikace Holečkova ulice.

i) Ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí, protiradonová opatření

Na pozemku bylo provedeno stanovení radonového rizika na daném území a byl také proveden inženýrsko-geologický průzkum v místě stavby. Na základě tohoto průzkumu byl pozemek zařazen do kategorie s nízkým radonovým rizikem.

Hydroizolace spodní stavby bude sloužit zároveň jako radonová izolace. Inženýrsko-geologickým průzkumem byla přítomnost agresivní vody vyloučena. Navrhovaný objekt se nachází v klidné seizmické oblasti. Navrhovaný objekt se nenachází na poddolovaném území. Na pozemku se nenachází žádná chráněná ložisková území. Ochranná a bezpečnostní pásma se na území nevyskytují. Na daném území není nebezpečí povodní.

j) Dodržení obecných požadavků na výstavbě

Stavby byla projektována v souladu se stavebním zákonem 183/2006, dále s vyhláškou č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby a vyhláška č. 298/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání stavby.

3. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ČÁST

a) Popis navrženého konstrukčního systému stavby

Z konstrukčního hlediska bude stavba provedena jako monolitická a zděná konstrukce. Pokud by byl objekt zděný celý, bylo by potřeba řešit důsledně hydroizolaci celé spodní stavby a zděný systém je vhodný do 5. nadzemních podlaží, proto je pro tento objekt nevhodný. Kdyby byl celý objekt vybetonován z betonu, tak by bylo moc velké zatížení do základu a z ekonomického hlediska by to nebylo moc finančně výhodné. Spodní stavba z betonu bude řešena jako bílá vana z vodonepropustného betonu.

Objekt bude šesti podlažní. Nosný systém 1NP, 2NP a 3NP je kombinovaný systém z železobetonu. Nosný systém 4NP až 10 NP je zděný z cihelných bloků POROTHERM. Celý objekt bude zateplen kontaktním zateplením Bauxit Open s tepelnou izolací Rockwool Fasrock tloušťky 200 mm. Vodorovnou nosnou konstrukci budou tvořit železobetonové desky tloušťky 250 mm. Obvodové a vnitřní nosné stěny v 1NP, 2NP a 3NP budou železobetonové stěny o tloušťce 250 mm. Vnitřní nenosné stěny budou vyzděny z bloků POROTHERM 17,5 Profi tloušťky 175 mm a z bloků POROTHERM 11,5 Profi tloušťky 115 mm. Sloupy v 1NP budou z železobetonu o rozměru 800 x 500 mm. Nosný systém 4NP až 10 NP je zděný z cihelných bloků POROTHERM. Obvodové stěny a vnitřní nosné stěny tloušťky 300 mm jsou z bloků POROTHERM 30 Profi, vnitřní nosné jsou tloušťky 175 mm z bloků POROTHERM 17,5 Profi. Vnitřní nenosné stěny tloušťky 115 mm jsou z bloků POROTHERM 11,5 Profi. Mezi 1NP a 2NP bude tříramenné schodiště. Mezi patry 2NP až 10NP je jednoramenné schodiště. Schodišťová ramena budou prefabrikovaná a postupně osazována. Pro odhlučnění schodiště budou schodišťová ramena uložena na pryžové podložky. V objektu je také výtah, který vede zrcadlem mezi schodišťovými rameny. Skladba střešního pláště je navržena jako tzv. „obrácená střecha“. Skládá se ze spádové vrstvy polystyren-betonu v tl. od 50 do 250 mm, hydroizolační vrstvy z folie Fatrafol 813/V, tepelnou izolací z extrudovaného polystyrenu (BASF Styrodur 3035) a přitížena vrstvou zahradního substrátu Veraflor a kačírku frakce 16/32. Pochozí střecha v 10NP je navíc opatřena pochozími dřevěnými prkny.

Objekt bude založen na pilotách a základové desce. Piloty budou navrženy z důvodu nedostatečné únosnosti podloží. Piloty budou vrtané a ze statického hlediska opřené o tuhé podloží. Průměr pilot bude 1,0 m. Piloty budou vyztuženy armokošem a beton musí být odolný vůči okolnímu prostředí.

Vodorovnou nosnou konstrukci budou tvořit železobetonové stropní desky z betonu C25/30. Tloušťka stropní desky bude 250 mm.

b) Navržené výrobky, materiály a hlavní konstrukční prvky

Základové konstrukce budou provedeny z betonu C30/37. Sloupy v 1NP budou ze železobetonu C25/30. Nosný systém 4NP až 10 NP je zděný z cihelných bloků POROTHERM. Obvodové stěny a vnitřní nosné stěny tloušťky 300 mm jsou z bloků POROTHERM 30 Profi, vnitřní nosné jsou tloušťky 175 mm z bloků POROTHERM 17,5 Profi. Vnitřní nenosné stěny tloušťky 115 mm jsou z bloků POROTHERM 11,5 Profi. Výztuž v betonových konstrukcích bude z oceli B500. Schodišťová ramena budou prefabrikovaná, z betonu třídy C25/30 a vyztužena také ocelí B500.

Pro zabezení železobetonových konstrukcí bude použito bednění od firmy PERI. Při montáži bednění musí být dodrženy technologické předpisy výrobce. Bednění musí odpovídat tvaru a geometrie konstrukce a musí odpovídat normě ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí. Geodetem budou kontrolovány veškeré konstrukční prvky a prostupy, které budou během betonáže zabudovány do konstrukce.

c) Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce

Objekt je postaven ve větrné oblasti IV, kde charakteristická rychlost větru je 30m/s a ve sněhové oblasti I, kde charakteristická hodnota $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$. Základní hodnota užitného zatížení jsou $1,5 \text{ kN/m}^2$.

Výpočet zatížení

STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Podlaha na stropní konstrukci – byt 2NP

Materiál	Tloušťka [m]	Objem. hmotnost [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
HDF vlysy	0,015	6,0	0,090
PE folie	0,003	9,0	0,027
Anhydridový potěr	0,040	23,0	0,920
Plachta Junifol	0,0008	9,0	0,0072
Rockwool Floorstep	0,042	1,0	0,042
ŽB deska	0,280	25,0	7,000
Minerální vlna	0,060	4,5	0,270

$$g_k = 8,3562 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d = 11,2809 \text{ kN/m}^2$$

Podlaha na stropní konstrukci – byt 9+10NP

Materiál	Tloušťka [m]	Objem. hmotnost [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
Keramická dlažba Rako	0,008	20,0	0,160
Lepidlo Ceresit	0,002	16,0	0,032
Anhydridový potěr	0,040	23,0	0,920
Plachta Junifol	0,0005	9,0	0,0045
Rockwool Steprock ND	0,050	1,0	0,050
ŽB deska	0,250	25,0	6,250
Omítka	0,010	18,0	0,180

$$g_k = 7,5962 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d = 10,2549 \text{ kN/m}^2$$

Podlaha – terasa byt 2NP

Materiál	Tloušťka [m]	Objem. hmotnost [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
Dřevěná prkna odolná povětrnostem	0,020	7,0	0,140
Jutafole	0,0005	1,1	0,00055
BASF Styrodur	0,300	0,33	0,099
Folie Fatrafol	0,001	14,0	0,014
Geotextilie	0,002	14,0	0,028
Polystyren-beton	0,050	11,0	0,550
ŽB deska	0,280	25,0	7,000

$$g_k = 7,8316 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d = 10,5756 \text{ kN/m}^2$$

Podlaha – terasa byt 9+10NP

Materiál	Tloušťka [m]	Objem. hmotnost [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
Dřevěná prkna odolná povětrnostem	0,020	7,0	0,140
Jutafoł	0,0005	1,1	0,00055
BASF Styrodur	0,180	0,33	0,0594
Folie Fatrafoł	0,001	14,0	0,014
Geotextilie	0,002	14,0	0,028
Polystyren-beton	0,050	11,0	0,550
ŽB deska	0,250	25,0	6,250
Omítka	0,010	18,0	0,180

$$g_k = 7,2220 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d = 9,7497 \text{ kN/m}^2$$

Podlaha na stropní konstrukci – byt 4NP

Materiál	Tloušťka [m]	Objem. hmotnost [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
HDF vlysy	0,015	6,0	0,090
PE folie	0,003	9,0	0,027
Anhydrit	0,042	23,0	0,966
Plachta Junifol	0,0008	9,0	0,0072
Rockwool Steprock ND	0,040	1,0	0,040
ŽB deska	0,250	25,0	6,250
Omítka	0,010	18,0	0,180

$$g_k = 7,625 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d = 10,2938 \text{ kN/m}^2$$

Podlaha na stropní konstrukci – sklepy

Materiál	Tloušťka [m]	Objem. hmotnost [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
Keramická dlažba Rako	0,008	20,0	0,160
Lepidlo Ceresit	0,002	16,0	0,032
Anhydrit	0,040	23,0	0,920
Plachta Junifol	0,0005	9,0	0,0045
Rockwool Floorstep	0,052	1,0	0,052
ŽB deska	0,280	25,0	7,000
Minerální vlna	0,060	4,5	0,270

$$g_k = 8,4385 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d = 11,3920 \text{ kN/m}^2$$

Střecha

Materiál	Tloušťka [m]	Objem. hmotnost [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
Zahradní substrát	0,100	5,0	0,500
Kačírek	0,100	26,0	2,600
Filtrační folie	0,002	-	0,002
Nopová folie	0,032	9,5	0,304
BASF Styrodur	0,300	0,33	0,099
Folie Fatrafol	0,002	14,0	0,028
Geotextilie	0,002	14,0	0,028
Polystyren-beton	0,050	11,0	0,550
ŽB deska	0,250	25,0	7,000
Omítka	0,010	18,0	0,180

$$g_k = 11,291 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d = 15,2429 \text{ kN/m}^2$$

UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

Kategorie č. 1 – byty

$$q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 2,25 \text{ kN/m}^2$$

Kategorie č. 11 – terasy a ploché střechy

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

$$q_d = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ VĚTREM

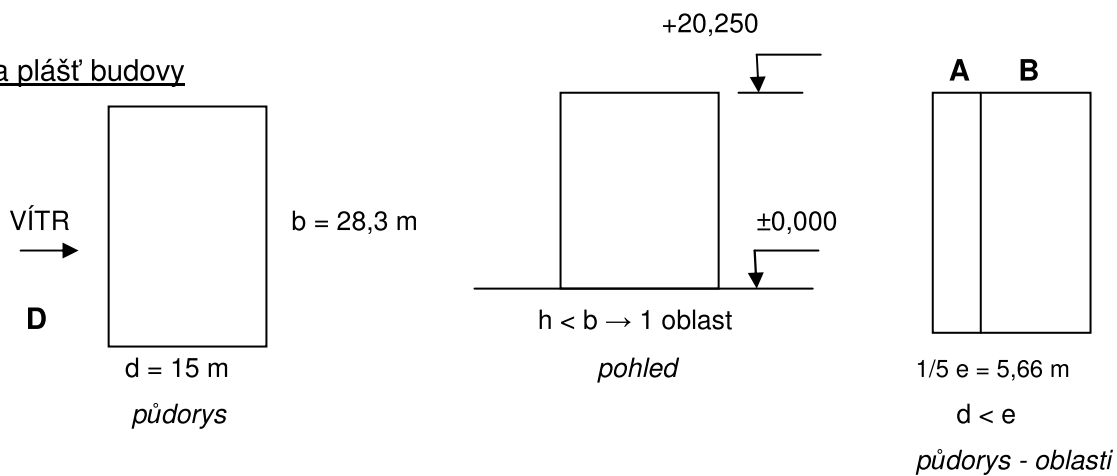
Místo stavby: Praha

Větrná oblast: I

Kategorie terénu: IV

Rychlost větru: $v = 22,5 \text{ m/s}$ Měrná hmotnost vzduchu: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ Maximální dynamický tlak: $q_p = \frac{1}{2} \rho v^2 = \frac{1}{2} * 1,25 * 22,5^2 = 0,316 \text{ kN/m}^2$

Na plášť budovy



$$e = \min(2; 2h) = \min(28,3; 2 * 20,52) = \min(\underline{28,3}; 41,04)$$

Součinitel vnějšího tlaku: C_{pe} – podle oblastí (A,B,C,D,E)Referenční výška pro vnější tlak: $C_{e(z_e)} \rightarrow z_e = h = 20,52 \text{ m} \iff C_{e(z_e)} = 1,75$ Tlak větru: $w_e = q_p * C_{e(z_e)} * C_{pe}$

$$C_{peE} = -0,06816$$

$$C_{peD} = 0,8$$

$$C_{peA} = -1,2$$

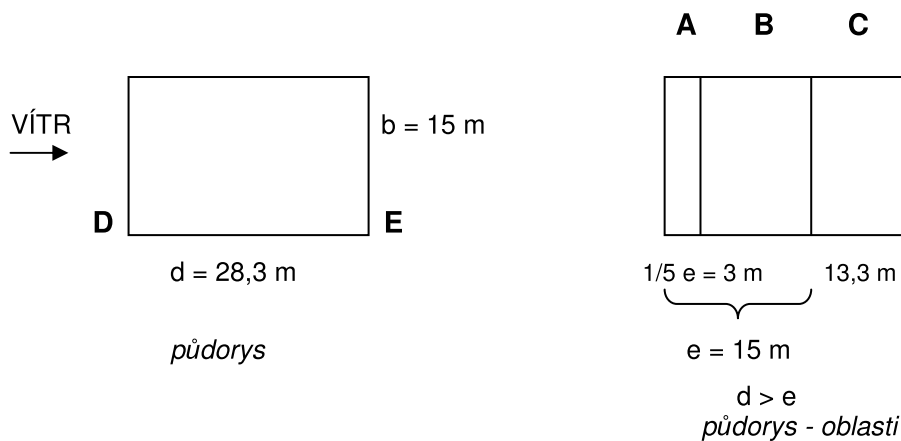
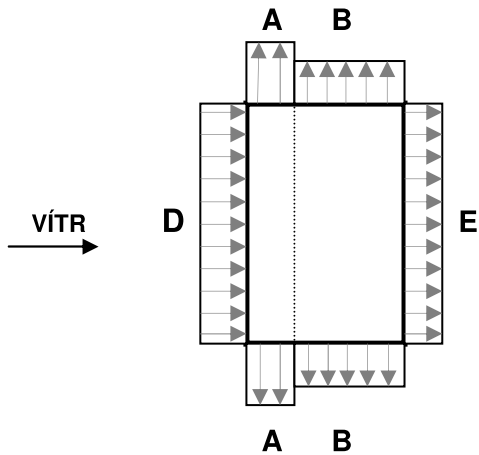
$$C_{peB} = -0,8$$

$$w_{eD} = 0,316 * 1,75 * 0,8 = \mathbf{0,4424 \text{ kN/m}^2}$$

$$w_{eE} = 0,316 * 1,75 * (-0,6816) = \mathbf{-0,3769 \text{ kN/m}^2}$$

$$w_{eA} = 0,316 * 1,75 * (-1,2) = \mathbf{-0,6636 \text{ kN/m}^2}$$

$$w_{eB} = 0,316 * 1,75 * (-0,8) = \mathbf{-0,4424 \text{ kN/m}^2}$$



$$e = \min(2; 2h) = \min(15; 2 * 20,52) = \min(\mathbf{15}; 41,04)$$

Součinitel vnějšího tlaku: C_{pe} – podle oblastí (A,B,C,D,E)

Referenční výška pro vnější tlak: $C_{e(z_e)} \rightarrow z_e = h = 20,52 \text{ m} \implies C_{e(z_e)} = 1,75$

Tlak větru: $w_e = q_p * C_{e(z_e)} * C_{pe}$

$$C_{peE} = -0,43625$$

$$C_{peD} = 0,8$$

$$C_{peA} = -1,2$$

$$C_{peB} = -0,8$$

$$C_{peC} = -0,5$$

$$w_{eD} = 0,316 * 1,75 * 0,8 = \mathbf{0,4424 \text{ kN/m}^2}$$

$$w_{eE} = 0,316 * 1,75 * (- 0,43625) = - 0,2412 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{eA} = 0,316 * 1,75 * (- 1,2) = - 0,6636 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{eB} = 0,316 * 1,75 * (- 0,8) = - 0,4424 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{eC} = 0,316 * 1,75 * (- 0,5) = - 0,2765 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ SNĚHEM

Místo stavby:	Praha
Sněhová oblast:	I
Charakteristická hodnota zatížení:	$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
Sklon střechy:	$0 - 30^\circ$
Návrhový součinitel zatížení:	$\mu_i = 0,8$
Součinitel expozice:	$C_e = 0,9$
Tepelný součinitel:	$C_t = 1,0$

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,8 * 0,9 * 1,0 * 0,7 = 0,504 \text{ kNm}$$

d) Návrh zvláštních, neobvyklých konstrukcí, konstrukčních detailů, technologických postupů

V navrženém objektu není žádná zvláštní, neobvyklé konstrukce ani detaily vyžadující speciální postupy.

e) Technologické podmínky postupu prací, které by mohly ovlivnit stabilitu vlastní konstrukce, případně sousední stavby

Nejsou zapotřebí žádné zvláštní technologické podmínky. Všechny práce budou probíhat podle běžných postupů.

f) Zásady pro provádění bouracích prací a podchycovacích prací a zpevňování konstrukcí či prostupů

Před prováděním novostavby bude potřeba odstranit starý objekt. Po odstranění starého objektu bude potřeba před započatím prací zajistit svah proti sesuvu zeminy. Svah se zajistí vetknutou milánskou stěnou, která bude upevněna kotvami do svahu. Při dosypání mezery mezi objektem a milánskou stěnou budou postupně odstraňovány hlavice kotev.

g) Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí

Je potřeba provést kontrolu základové spáry, železobetonových monolitických konstrukcí, věnců a jejich vyztužení. Provádění a kontrola montovaných konstrukcí bude prováděna podle ČSN 73 2480 Provádění a kontrola montovaných konstrukcí.

h) Seznam použitých podkladů, ČSN, technických předpisů, odborné literatury, software

Příslušné platné normy:

ČSN EN 1991	Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1992	Navrhování betonových konstrukcí
ČSN EN 1996	Navrhování zděných konstrukcí

Vyhláška č. 398/2009 Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání stavby

i) Požadavky na konstrukci

Výrobní tolerance železobetonového stropu je +10/-5 mm, poloha vytrnování napojovací výztuže ze základové desky pro sloupy a stěny je +/- 10 mm. Rovinnost stěny je +/- 20 mm. U vodonepropustného betonu je přípustná maximální šířka trhliny 0,2 mm.

Suterénní stěny musejí být vybetonovány z betonu, který je na pohledové konstrukce. Bednění musí být dobře připraveno a utěsněno proti úniku cementové kaše. V pohledové konstrukci nejsou přípustné žádné výstupky.

j) Dilatace objektu a pracovní spáry

Objekt je navržen jako jeden stavební celek.

Pracovní spáry budou vytvářeny ve styku stěna a stropní deska. Z hlediska vodonepropustnosti betonu ve spodní části stavby bude do pracovních spár vložen těsnící plech.

k) Provádění betonových konstrukcí

Po každé betonáži je potřeba čerstvý beton ošetřovat. V létě je nutné chránit před vysokými teplotami, které způsobují vznik širokých smršťovacích trhlin. V zimě za nízkých teplot je potřeba čerstvý beton chránit před promrznutím, dokud nedosáhne požadované pevnosti, např. zakrytí plachtou a vytápění prostoru pod ní.

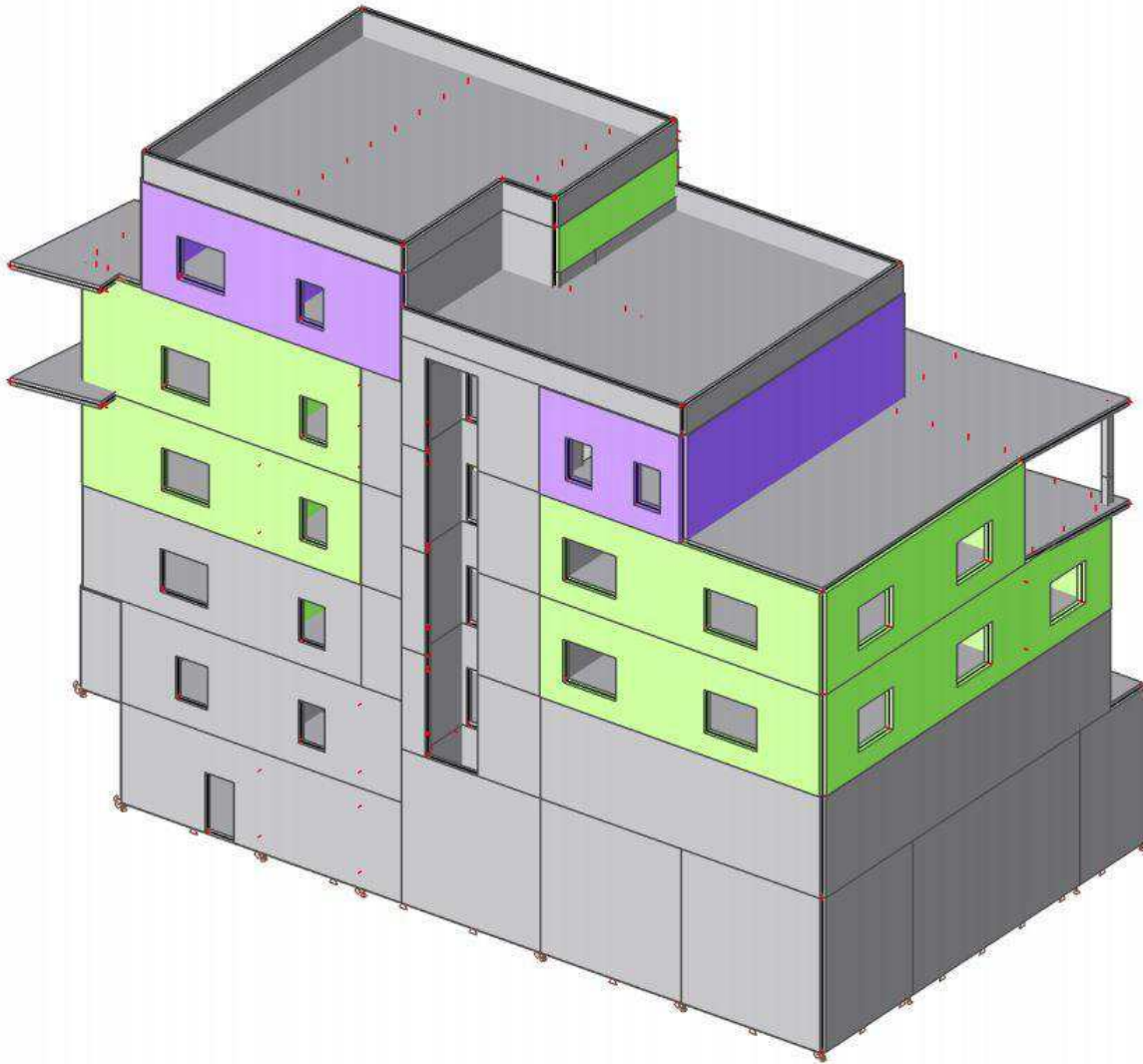
Výztuž musí být vyvázána do pevné kostry, aby se při betonáži nepoškodila a nezdeformovala. Beton bude při každé betonáži postupně zhutňován ponornými vibrátory.

Pro ověření použitých betonových směsí musí být prováděny pravidelné zkoušky.

4. STATICKÉ POSOUZENÍ

a) Statický model a zatěžovací stavy

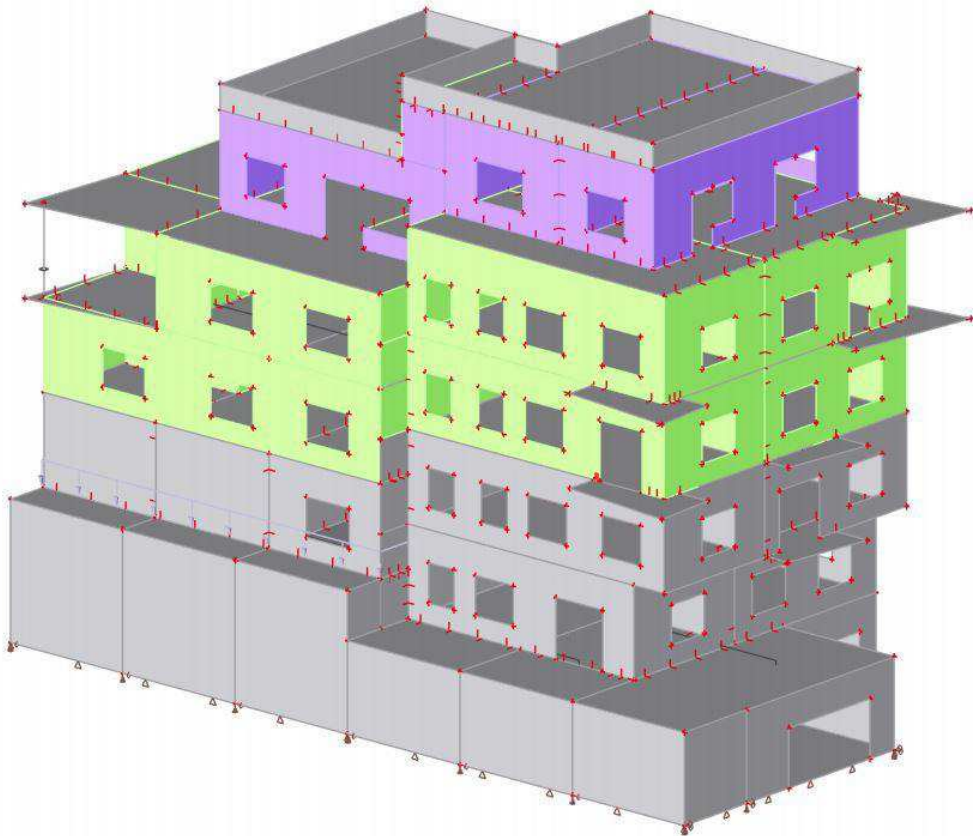
Pohled 1



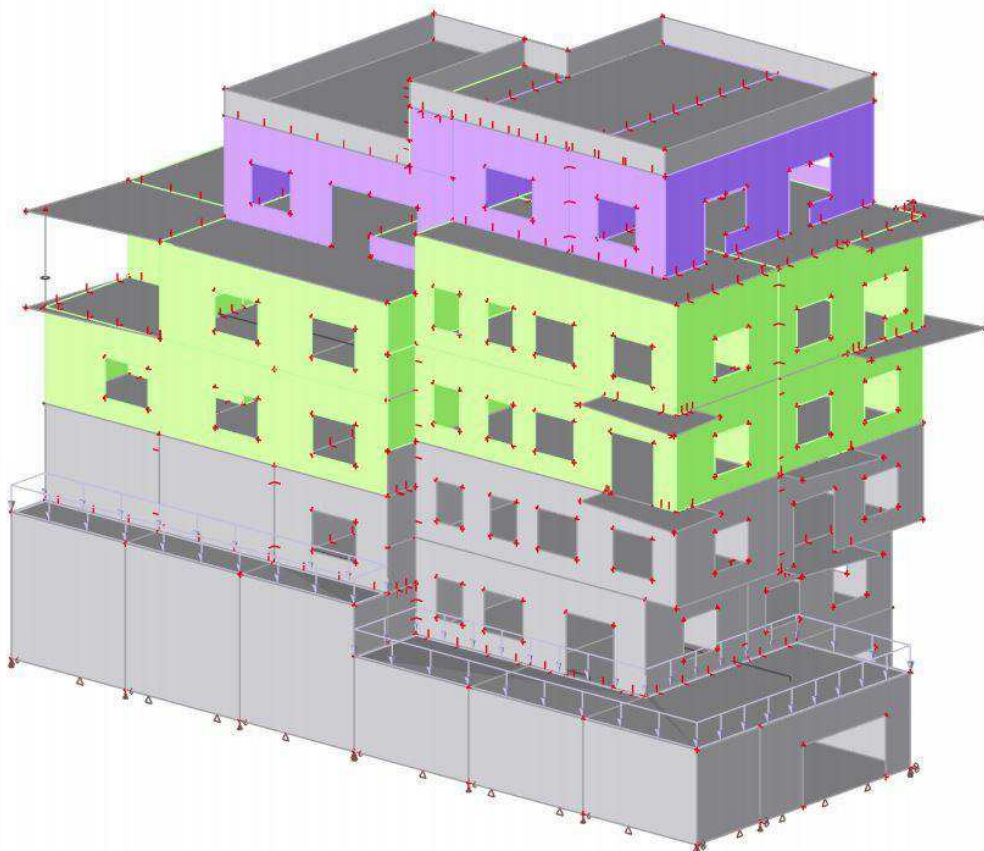
Pohled 2



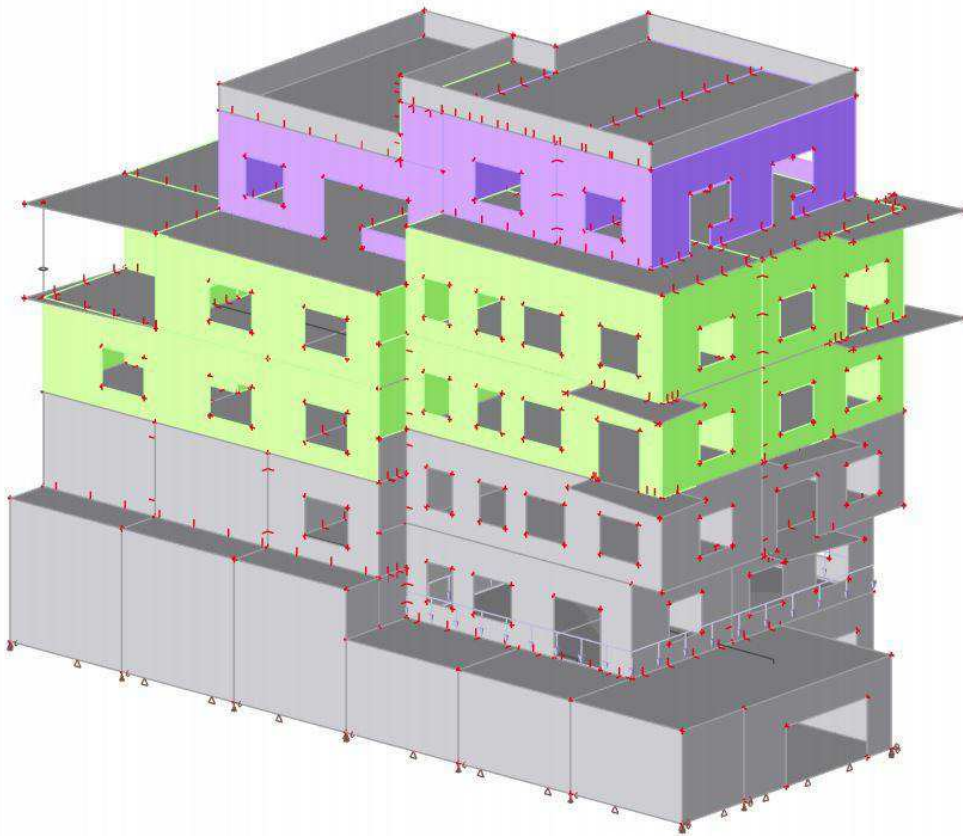
Zatížení – strop – garáž – sklepy



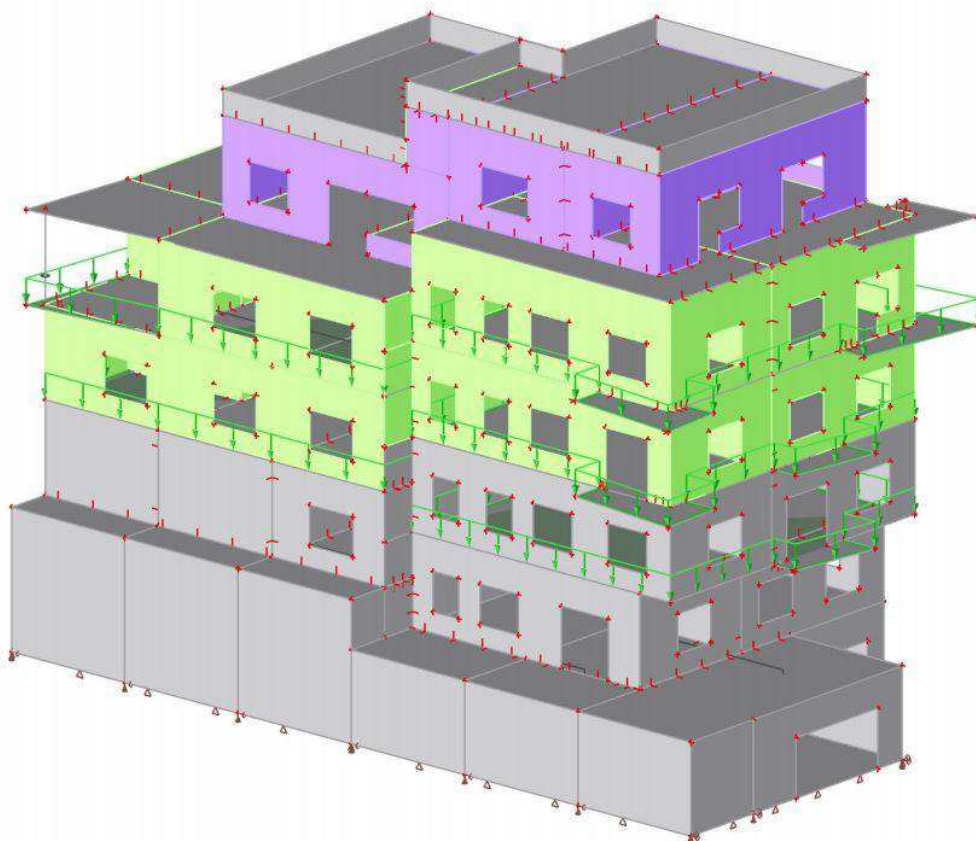
Zatížení – podlaha – terasa – byt 2NP



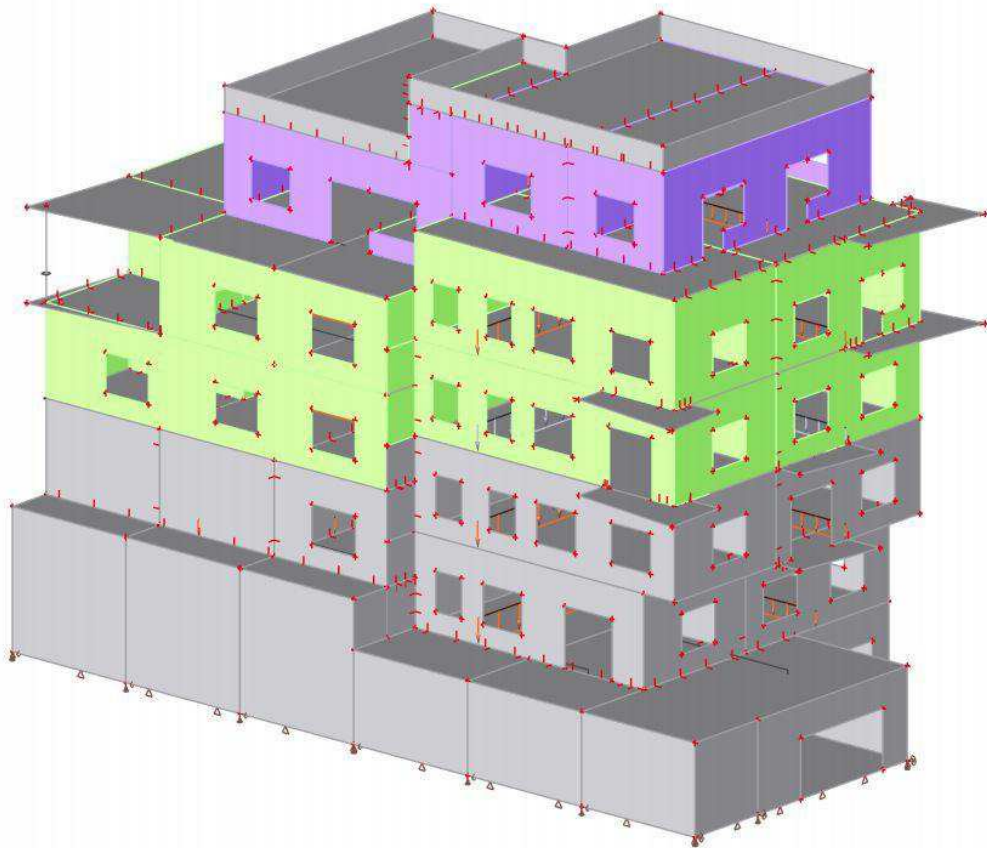
Zatížení – strop – byt 2NP



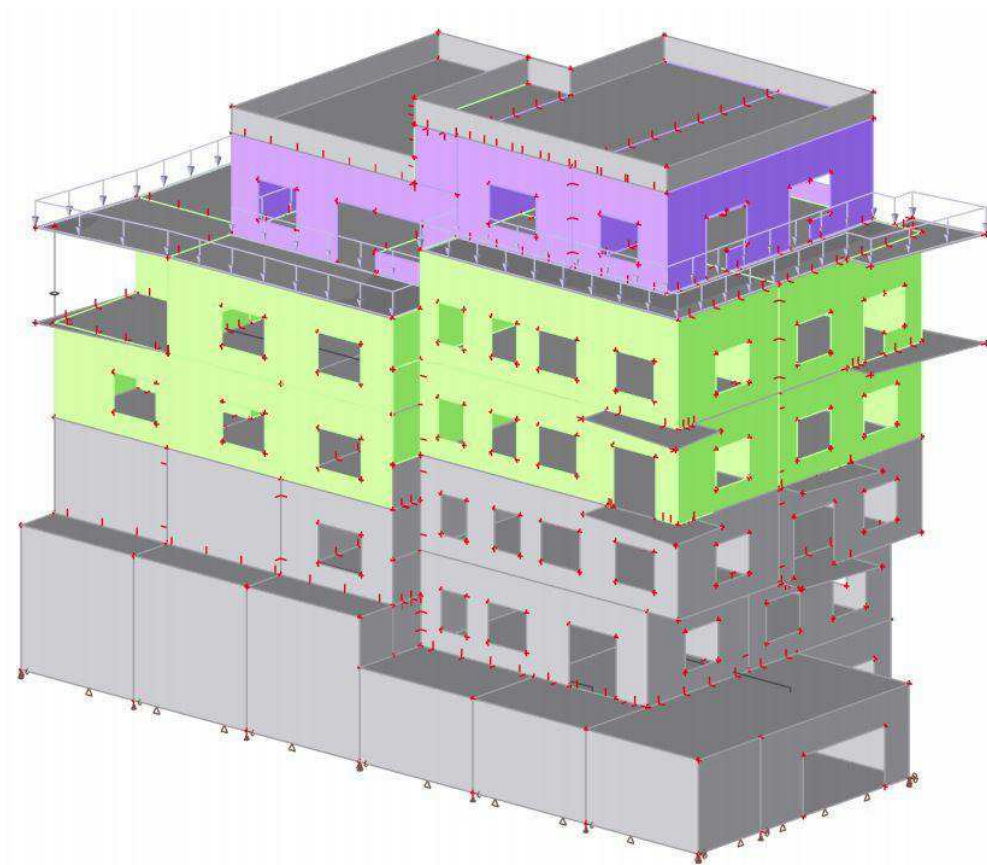
Zatížení – stropy – byty



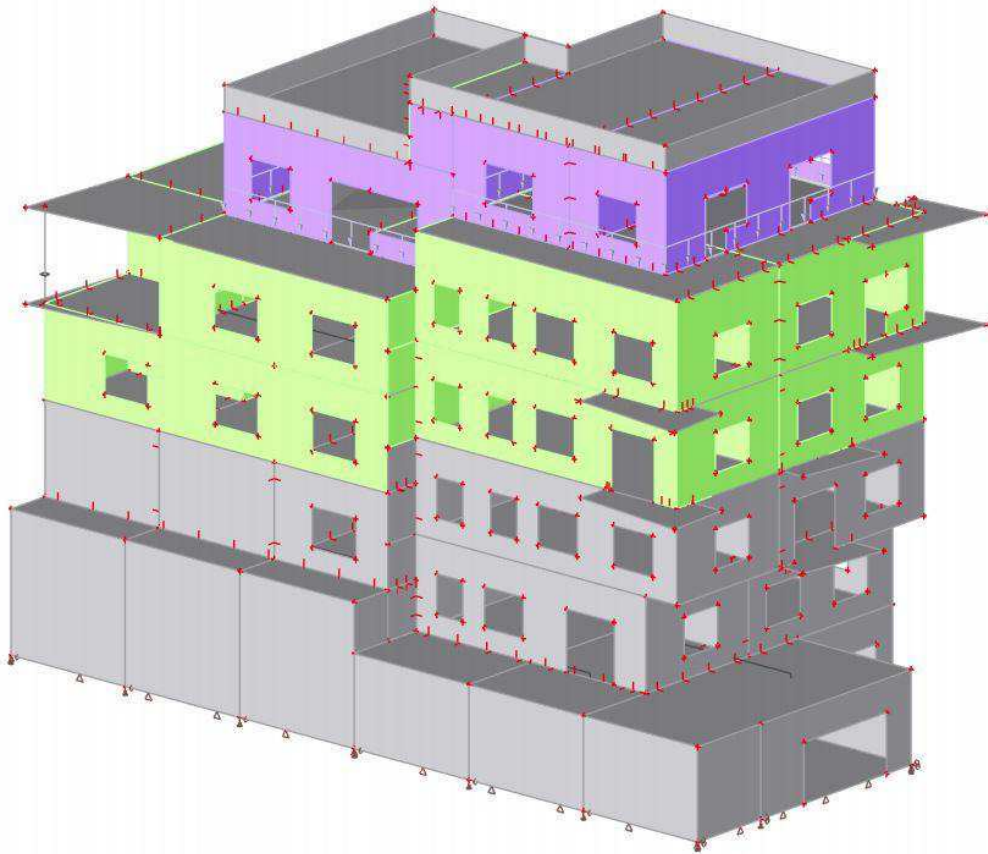
Zatížení – příčky



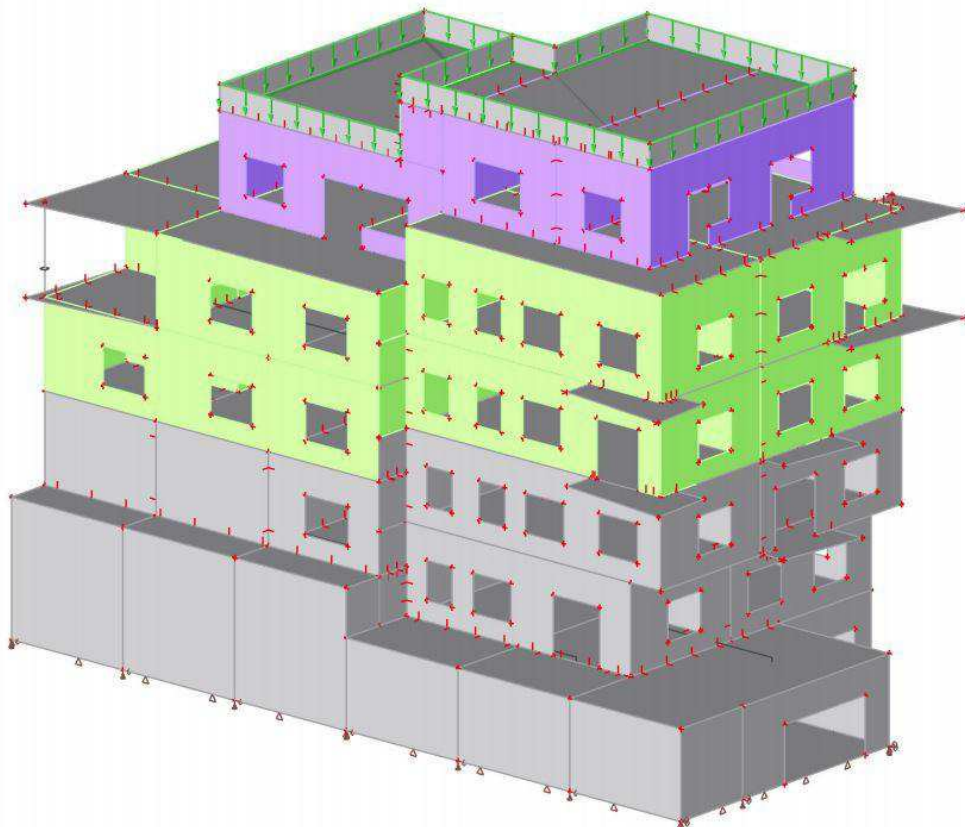
Zatížení – podlaha – terasa – byt 9+10NP



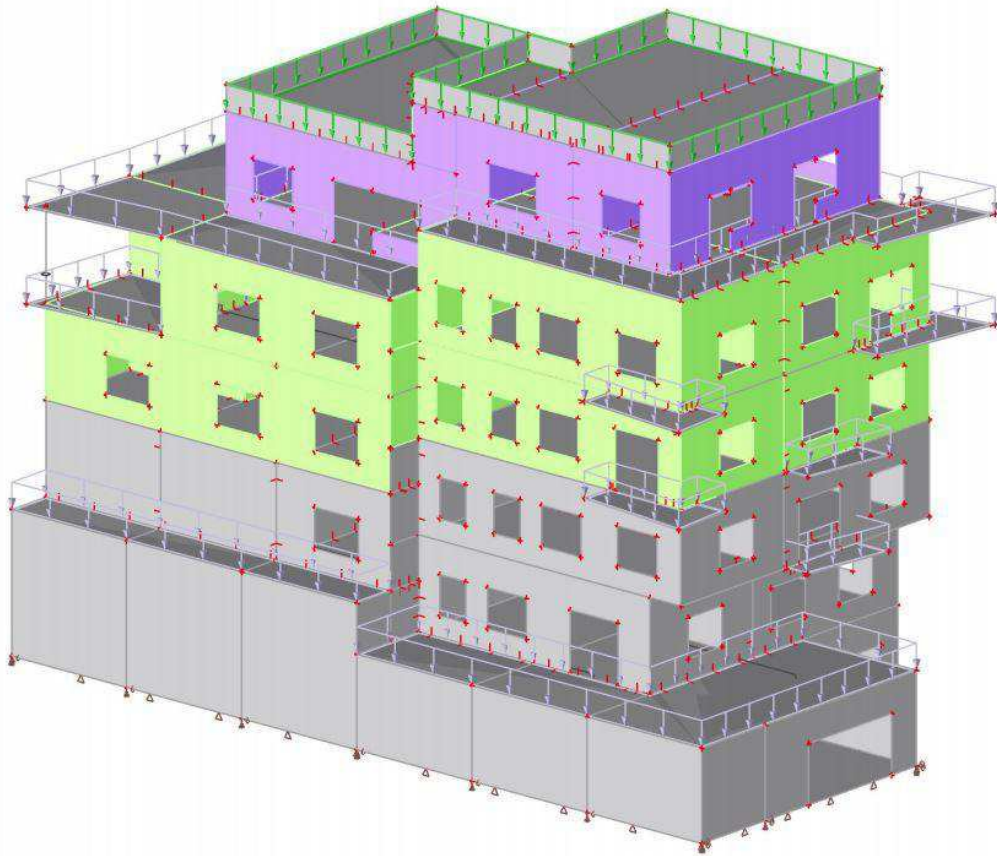
Zatížení – strop – byt 9+10NP



Zatížení – střecha



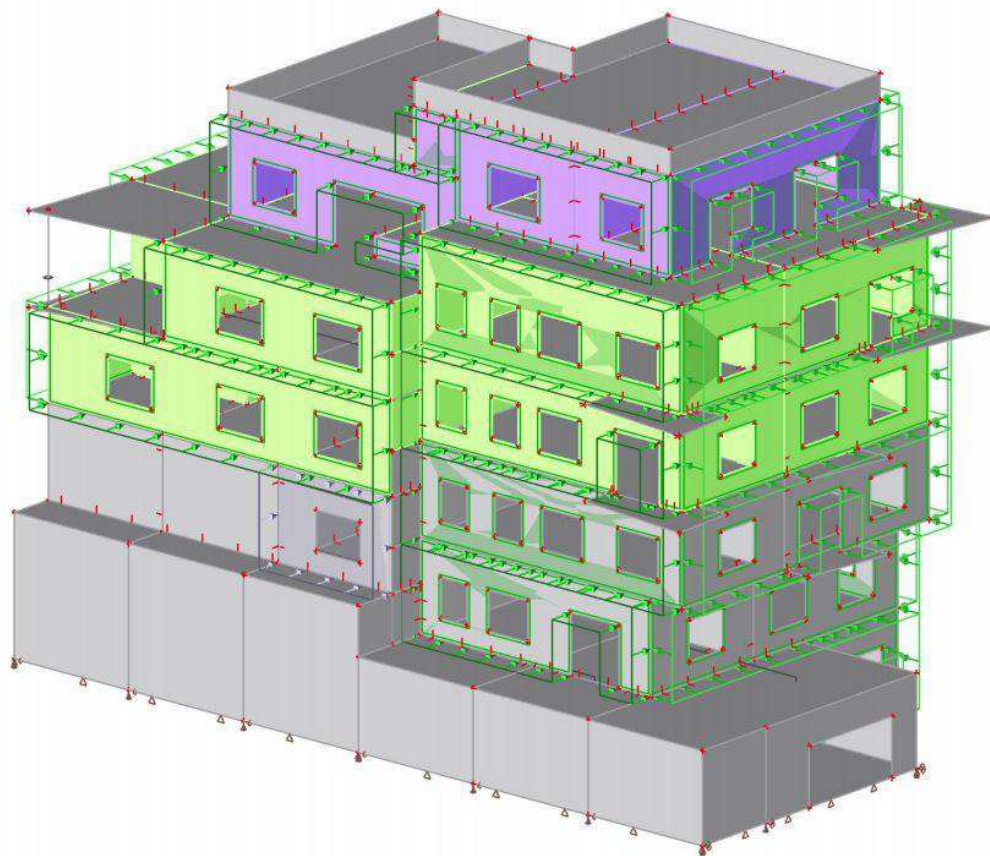
Zatížení – sníh



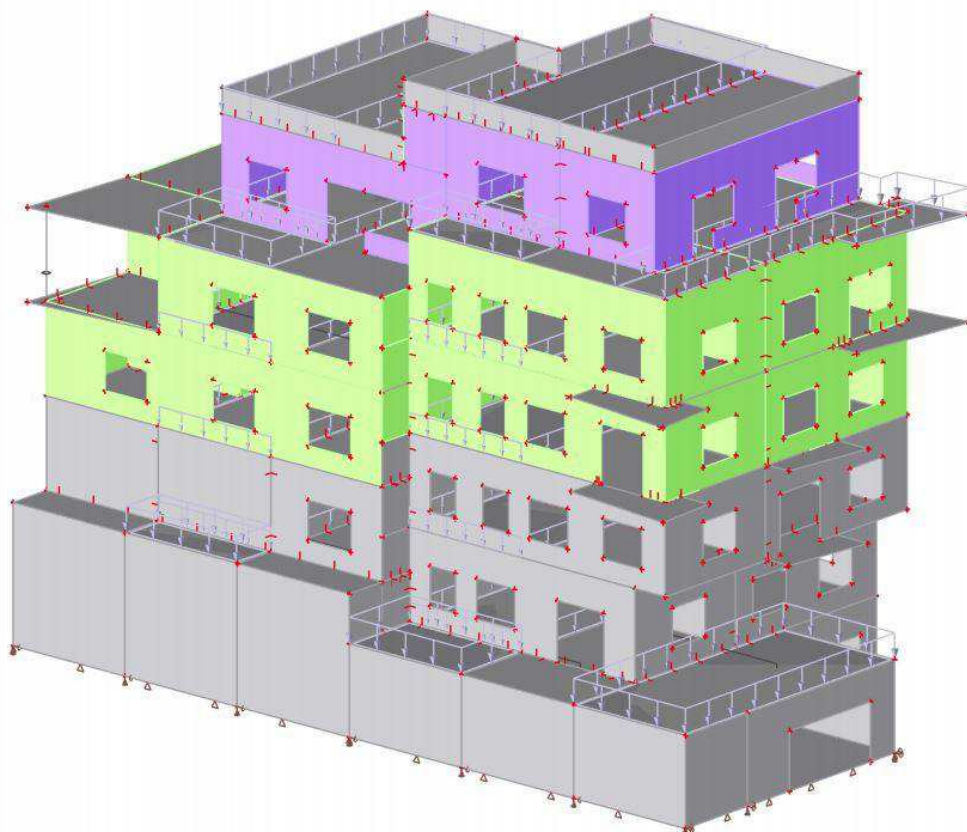
Zatížení – zemina



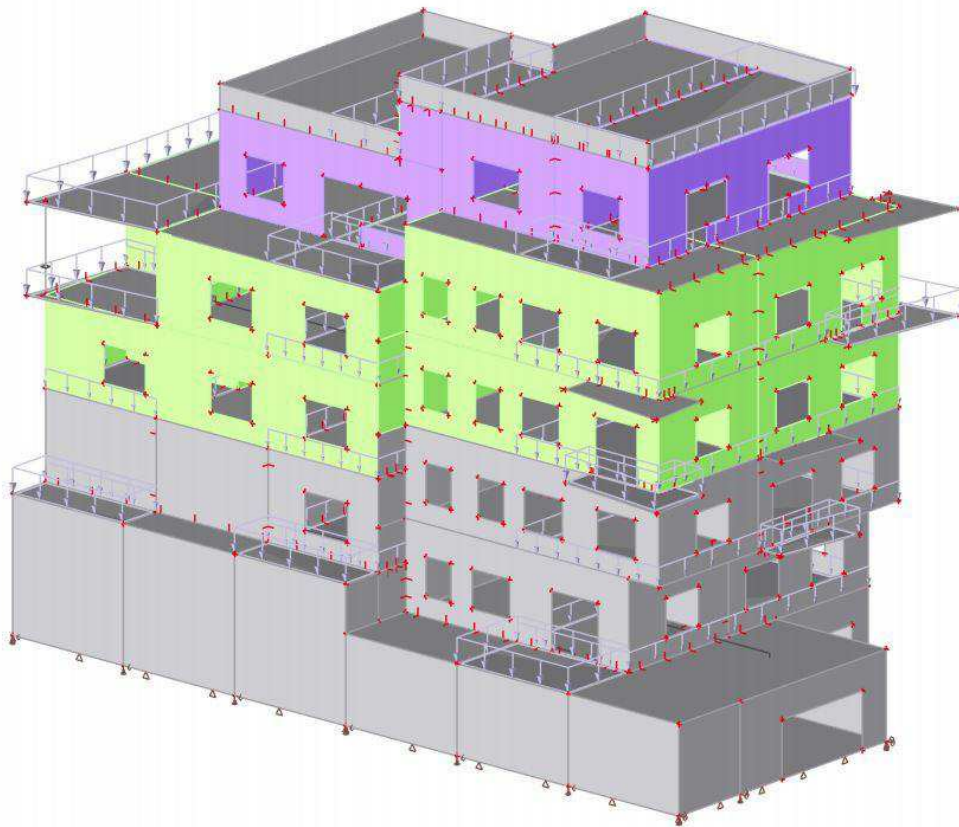
Zatížení – vítr



Zatížení – užité – varianta 1



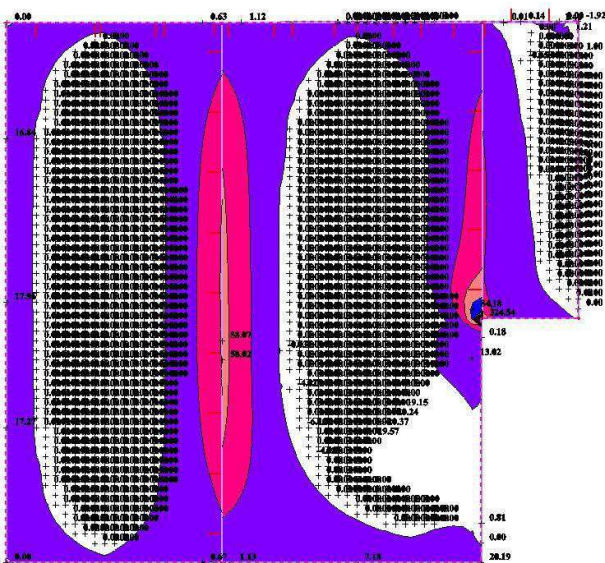
Zatížení – užitné – varianta 2



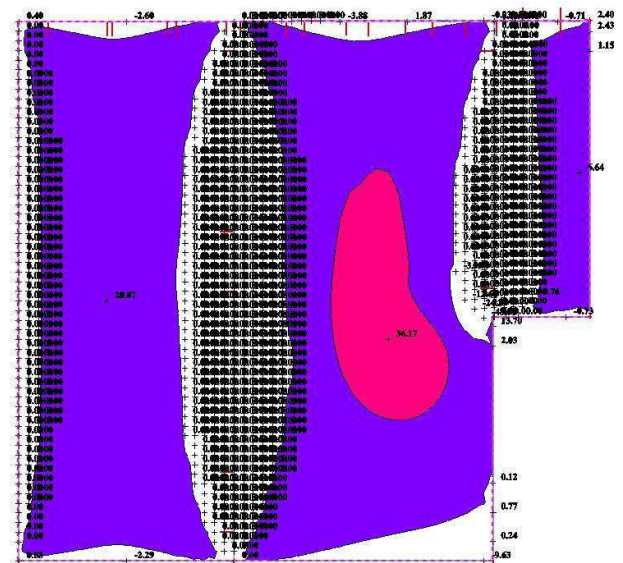
b) Navržení a posouzení výztuže stropních desek

a. Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 10NP

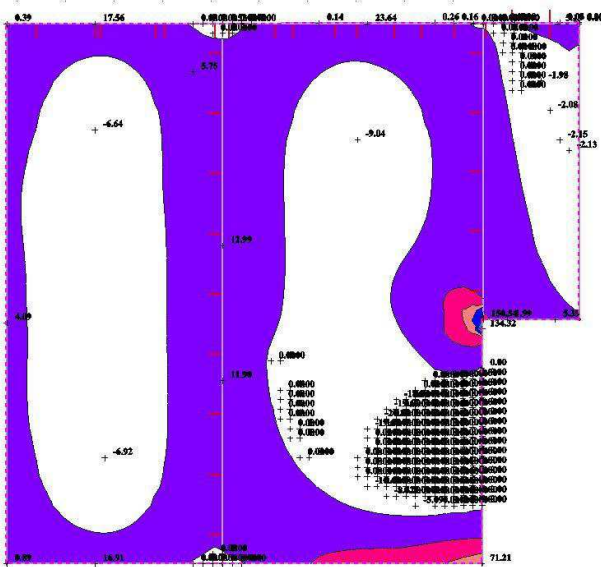
mxD+



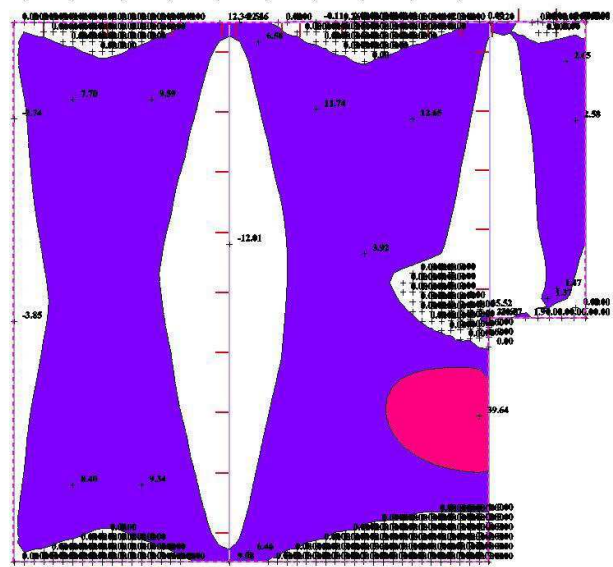
mxD-



myD+



myD-



BETON C25/30

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 25/1,5 = 16,667 \text{ MPa}$$

OCEL B500

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$$

v poli

$$M_{xEd1} = 36,17 \text{ kNm}$$

$$M_{yEd1} = 39,64 \text{ kNm}$$

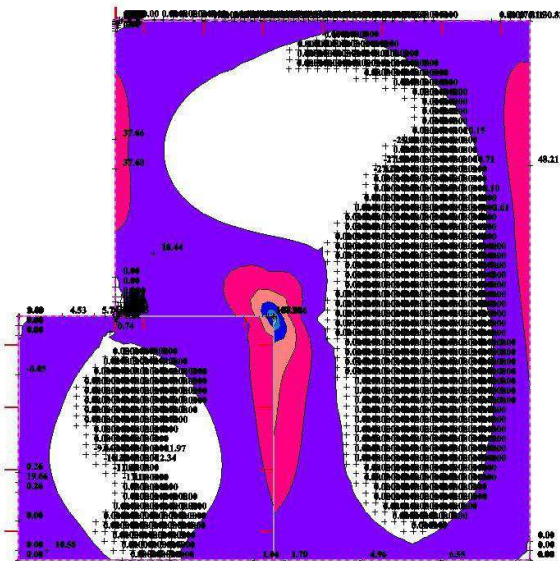
v podpoře

$$M_{xEd2} = 84,18 \text{ kNm}$$

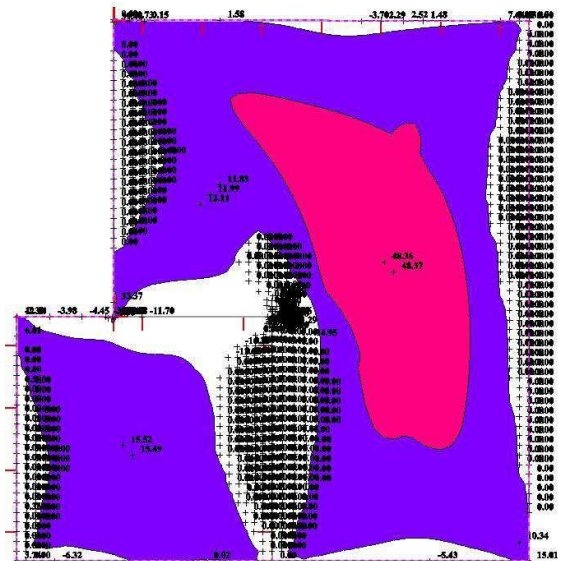
$$M_{yEd2} = 134,32 \text{ kNm}$$

b. Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 9NP

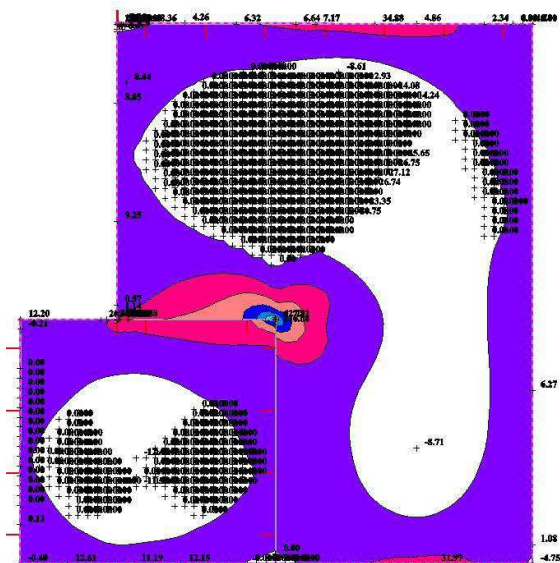
mxD+



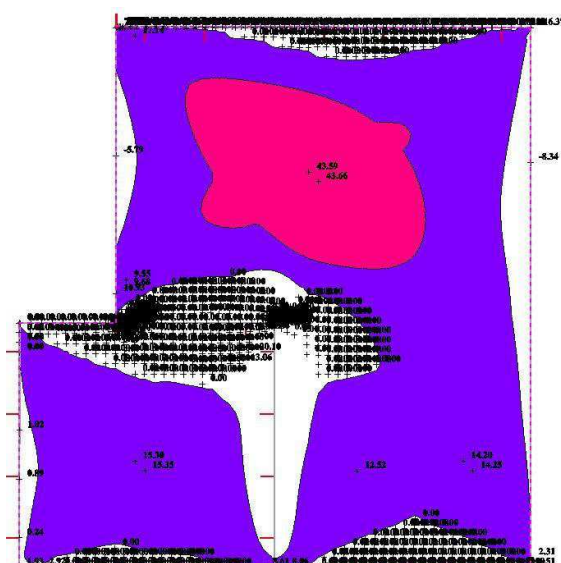
mxD-



myD+



myD-



BETON C25/30

 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 25/1,5 = 16,667 \text{ MPa}$

OCEL B500

 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$

v poli

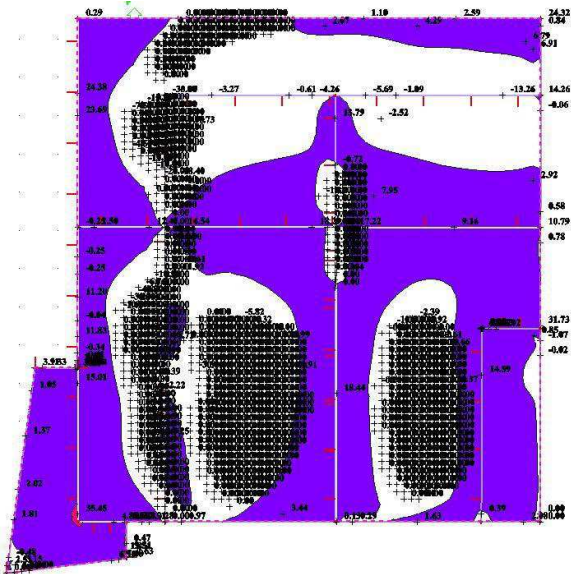
 $M_{xEd1} = 48,37 \text{ kNm}$ $M_{yEd1} = 43,66 \text{ kNm}$

v podpoře

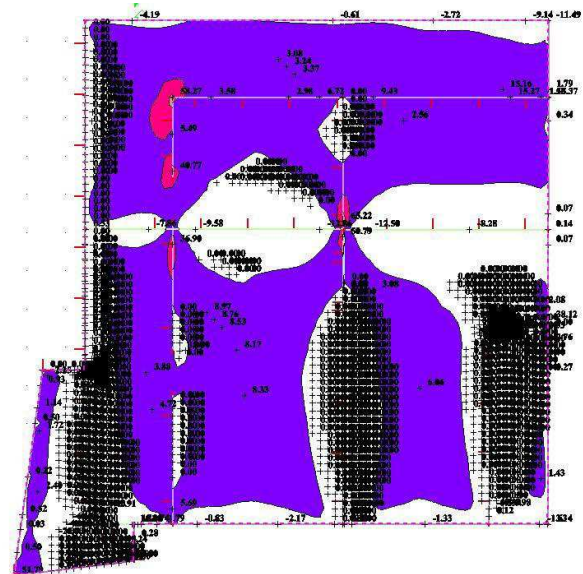
 $M_{xEd2} = 107,90 \text{ kNm}$ $M_{yEd2} = 116,08 \text{ kNm}$

c. Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 8NP

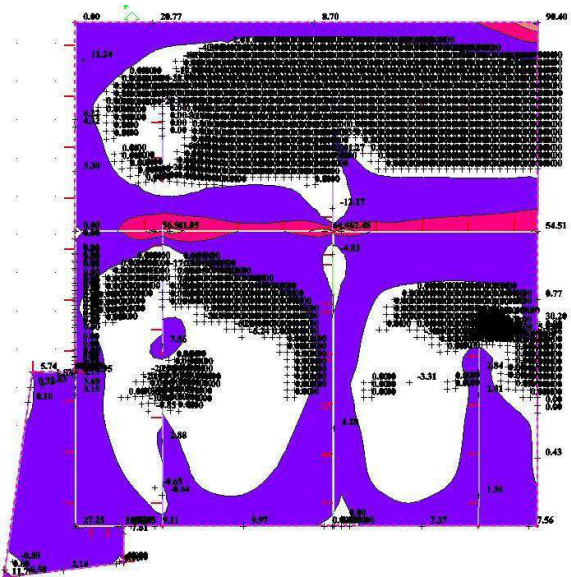
mxD+



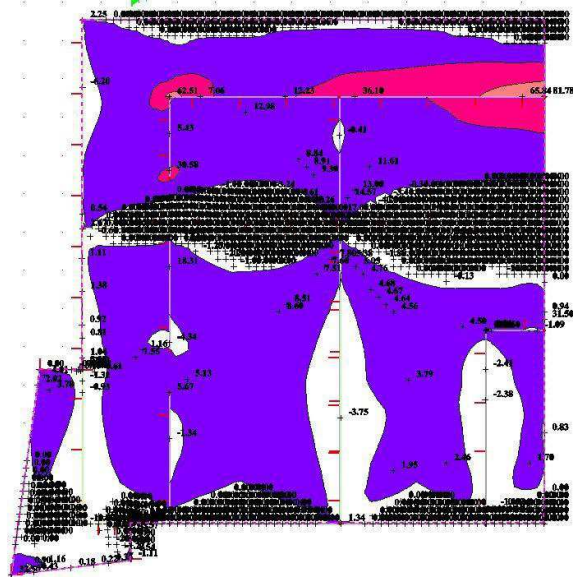
mxD-



myD+



myD-



BETON C25/30

 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 25/1,5 = 16,667 \text{ MPa}$

OCEL B500

 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$

v poli

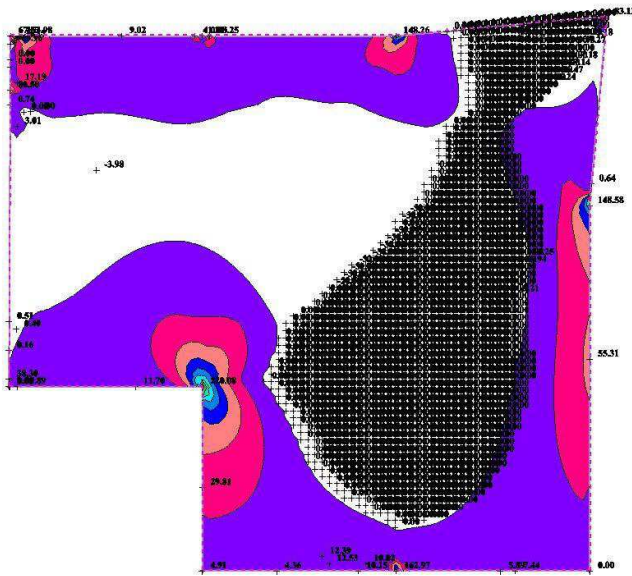
 $M_{xEd1} = 12,88 \text{ kNm}$ $M_{yEd1} = 17,47 \text{ kNm}$

v podpoře

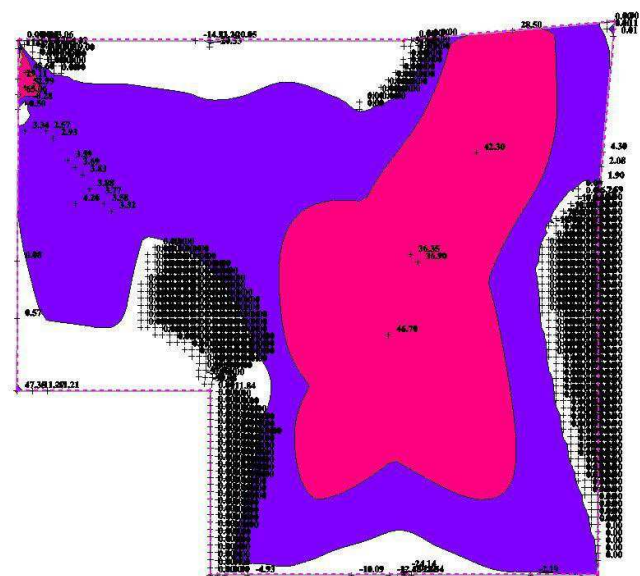
 $M_{xEd2} = 34,13 \text{ kNm}$ $M_{yEd2} = 31,98 \text{ kNm}$

d. Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 7NP

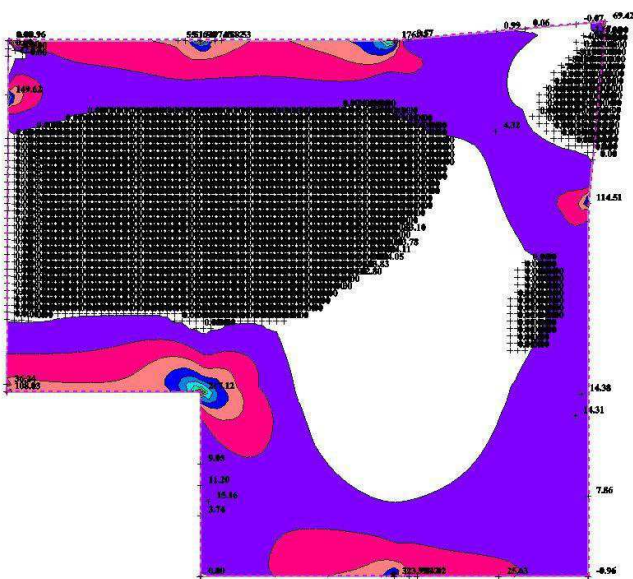
mxD+



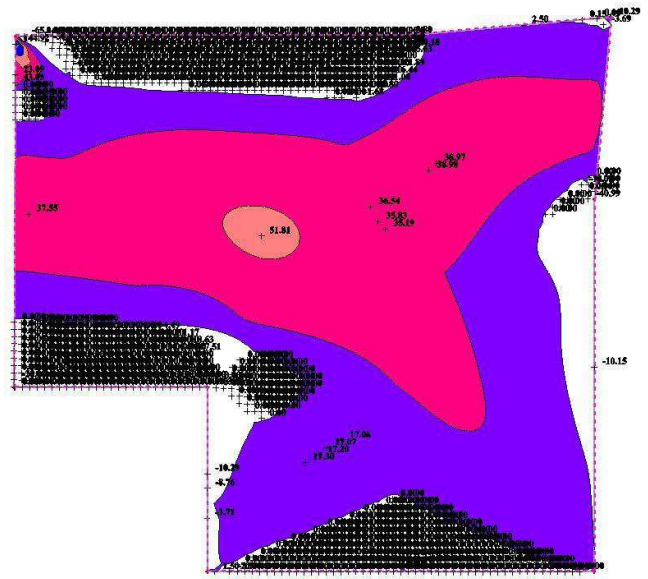
mxD-



myD+



myD-



BETON C25/30

 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 25/1,5 = 16,667 \text{ MPa}$

OCEL B500

 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$

v poli

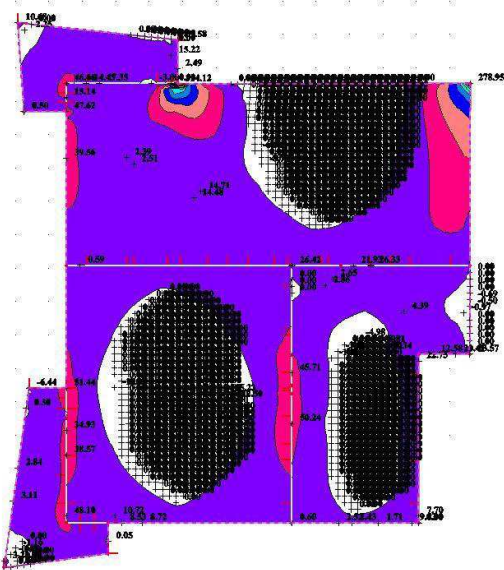
 $M_{xEd1} = 47,79 \text{ kNm}$ $M_{yEd1} = 52,64 \text{ kNm}$

v podpoře

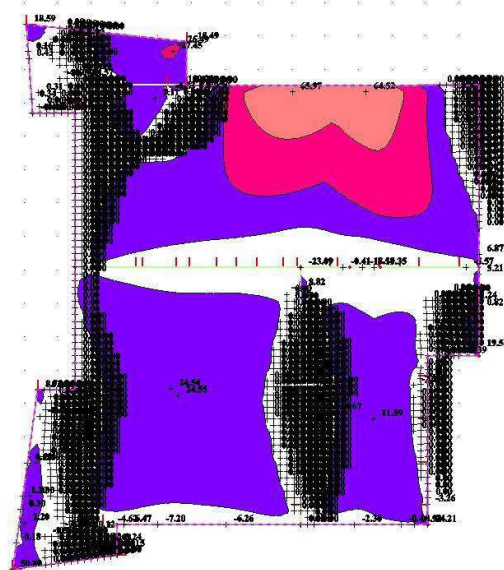
 $M_{xEd2} = 196,15 \text{ kNm}$ $M_{yEd2} = 207,39 \text{ kNm}$

e. Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 6NP

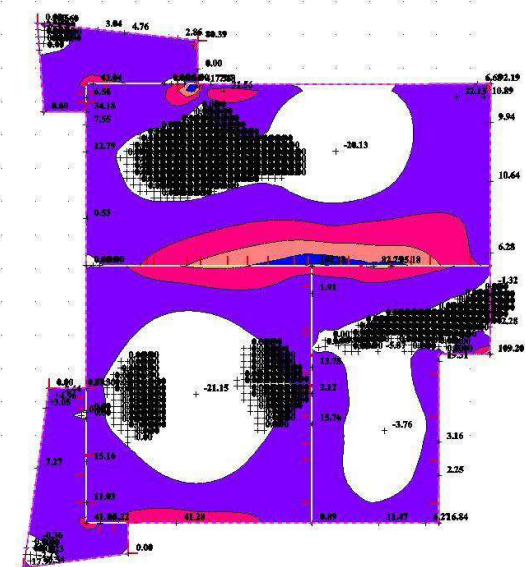
mxD+



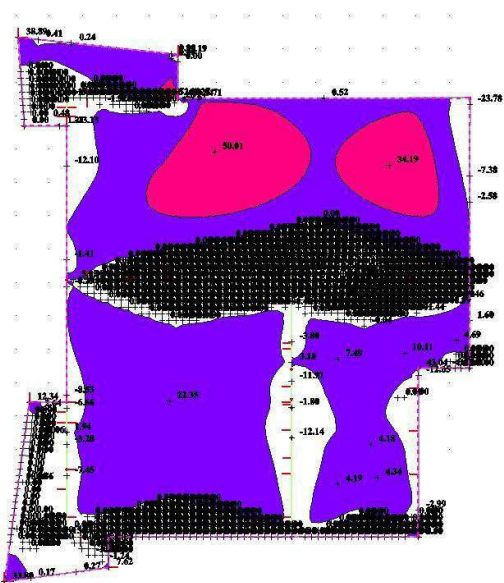
mxD-



myD+



myD-



BETON C25/30

 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 25/1,5 = 16,667 \text{ MPa}$

OCEL B500

 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$

v poli

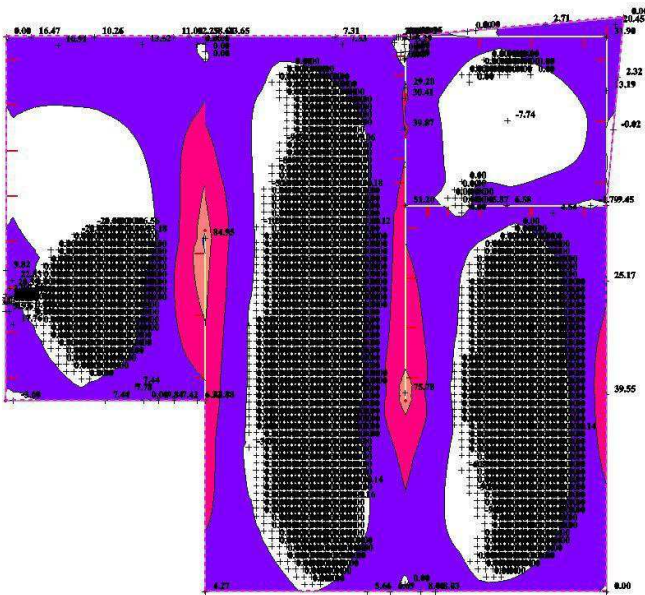
 $M_{xEd1} = 75,74 \text{ kNm}$ $M_{yEd1} = 76,05 \text{ kNm}$

v podpoře

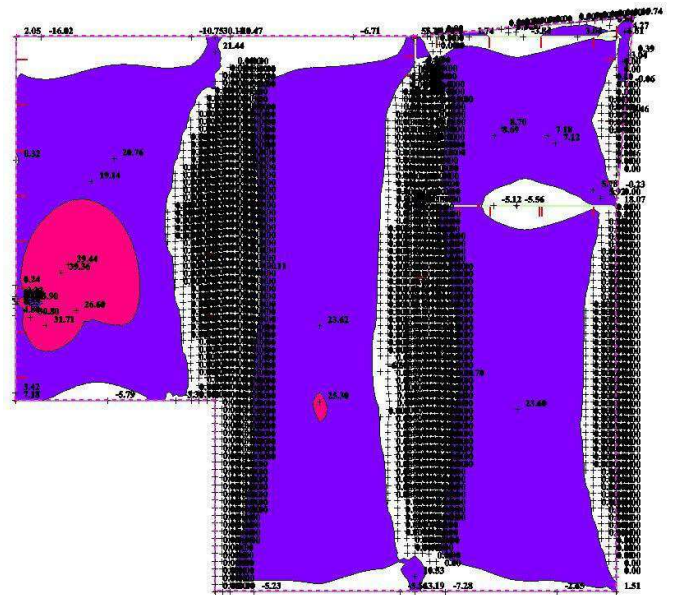
 $M_{xEd2} = 44,86 \text{ kNm}$ $M_{yEd2} = 166,63 \text{ kNm}$

f. Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 5NP

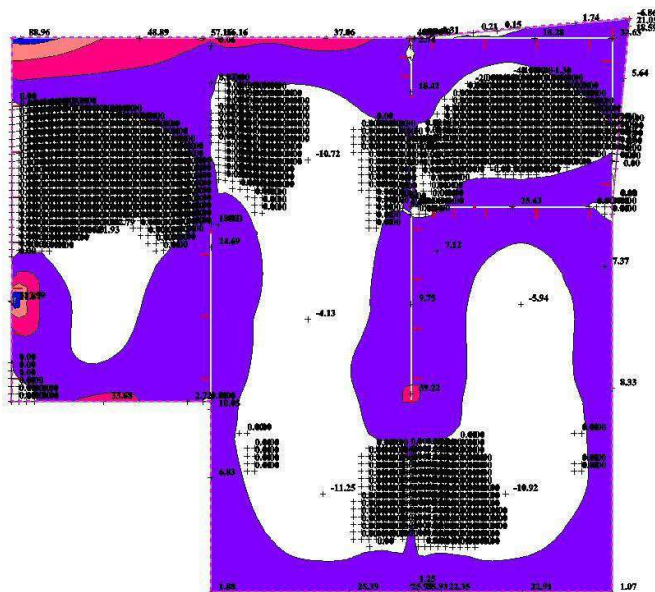
mxD+



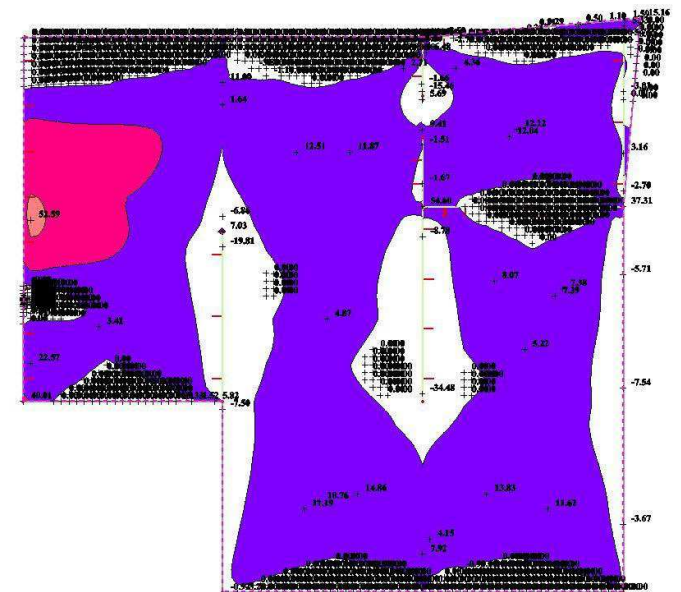
mxD-



myD+



myD-



BETON C25/30

 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 25/1,5 = 16,667 \text{ MPa}$

OCEL B500

 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$

v poli

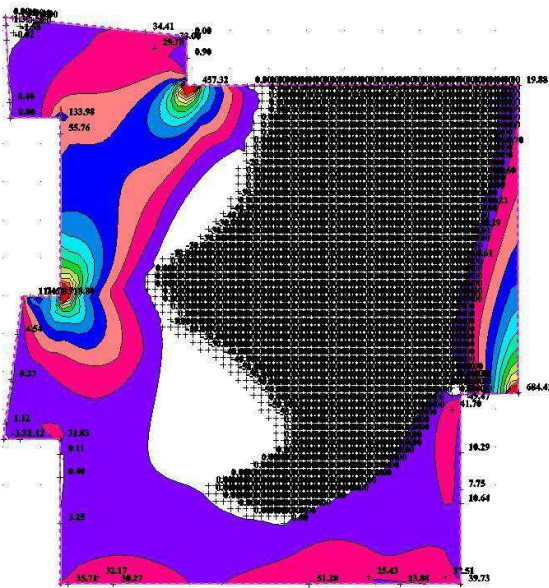
 $M_{xEd1} = 40,04 \text{ kNm}$ $M_{yEd1} = 54,09 \text{ kNm}$

v podpoře

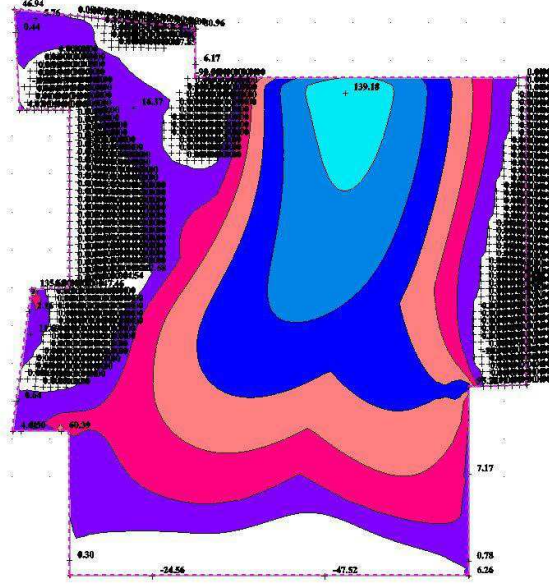
 $M_{xEd2} = 90,85 \text{ kNm}$ $M_{yEd2} = 77,76 \text{ kNm}$

g. Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 4NP

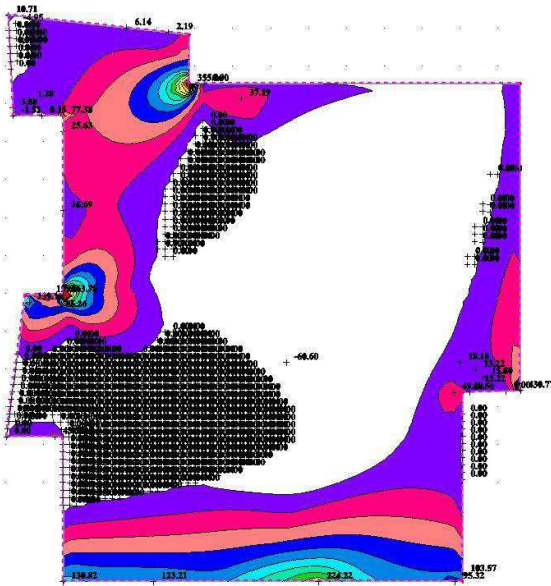
mxD+



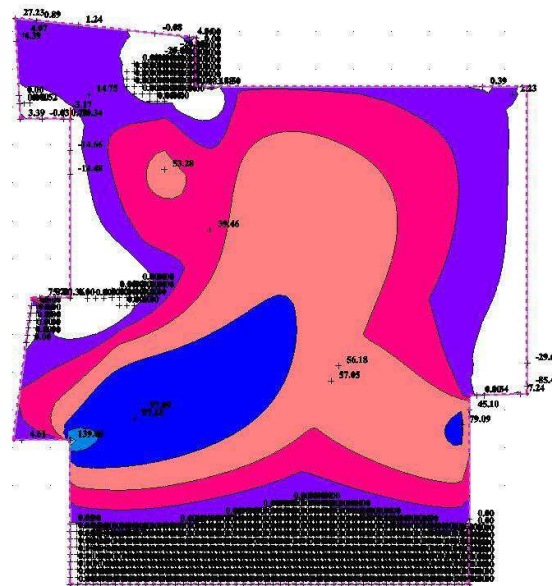
mxD-



myD+



myD-



BETON C25/30

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 25/1,5 = 16,667 \text{ MPa}$

OCEL B500

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$

v poli

$M_{xEd1} = 139,18 \text{ kNm}$

$M_{yEd1} = 97,18 \text{ kNm}$

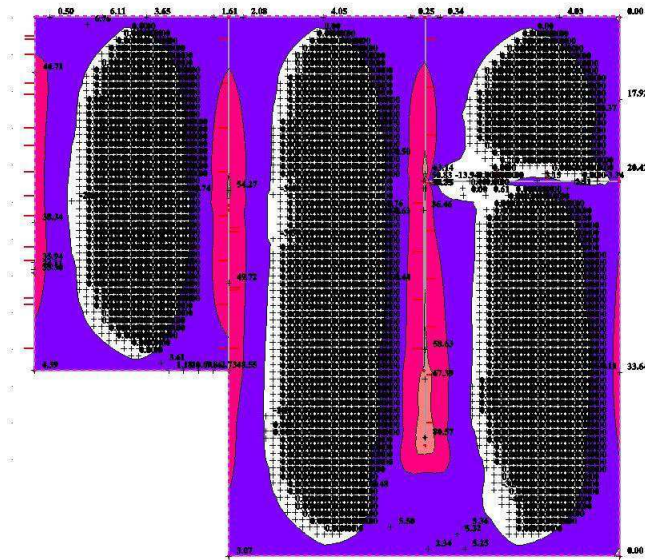
v podpoře

$M_{xEd2} = 133,98 \text{ kNm}$

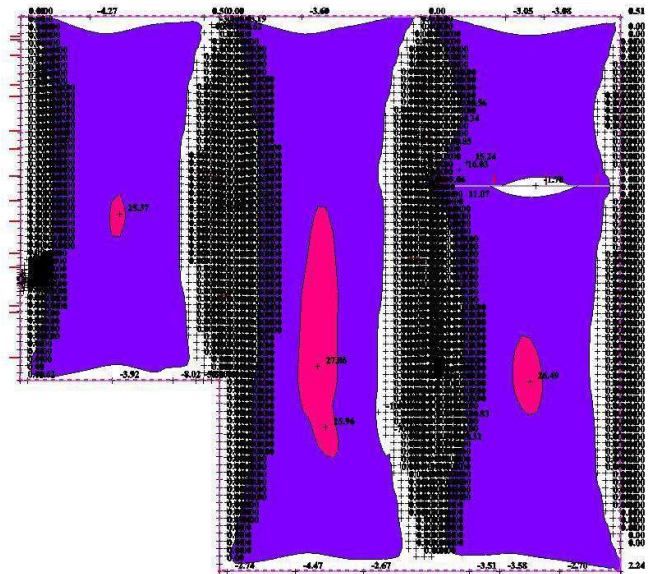
$M_{yEd2} = 224,22 \text{ kNm}$

h. Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 3NP

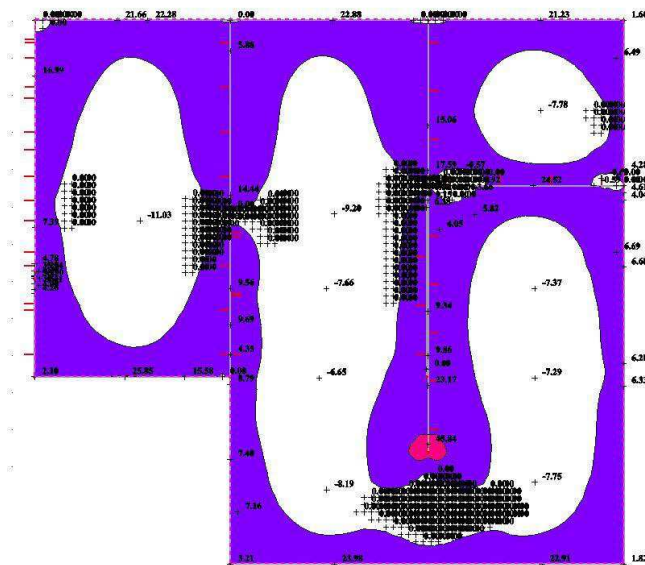
mxD+



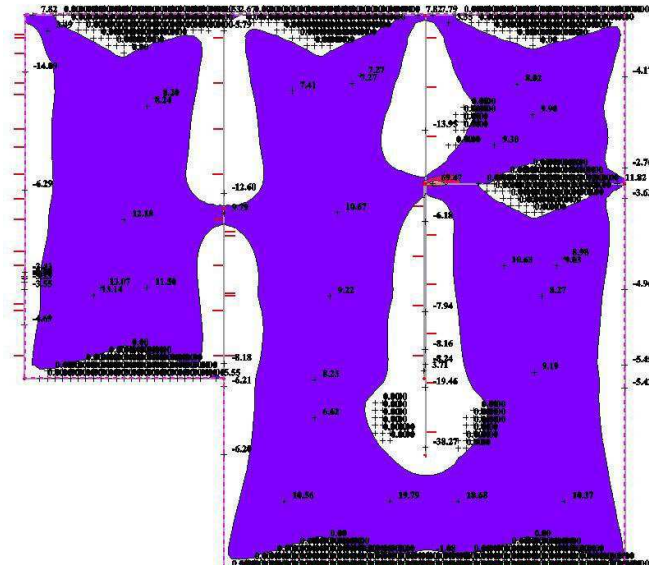
mxD-



myD+



myD-



BETON C25/30

 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 25/1,5 = 16,667 \text{ MPa}$

OCEL B500

 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$

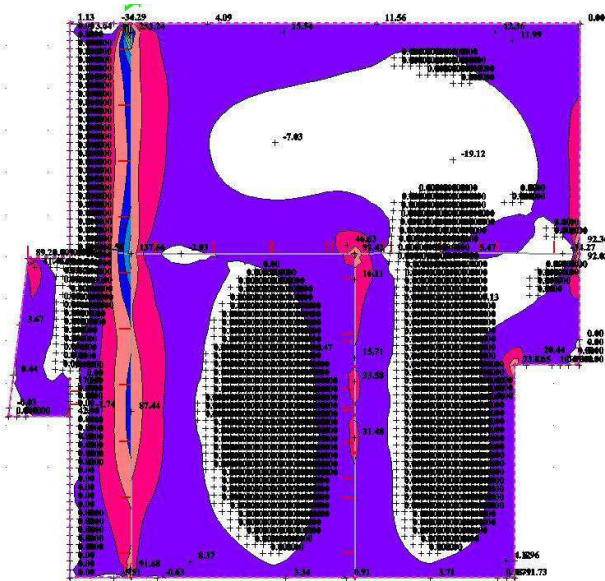
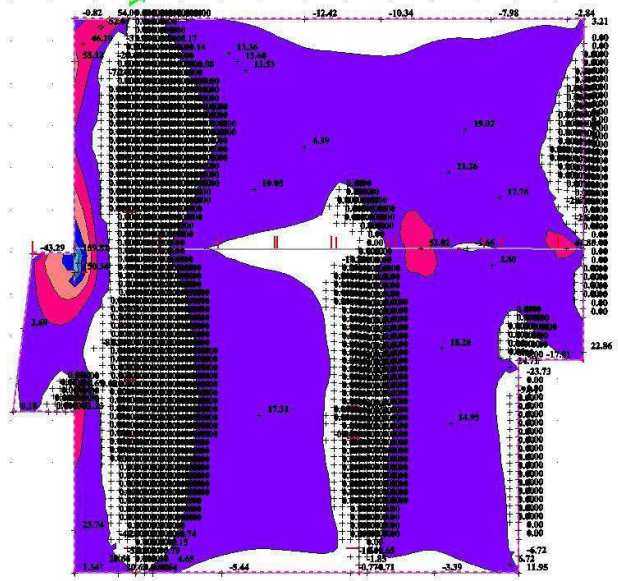
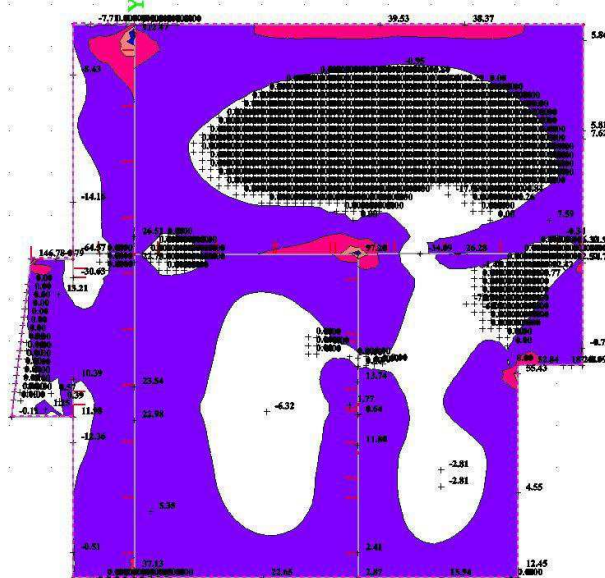
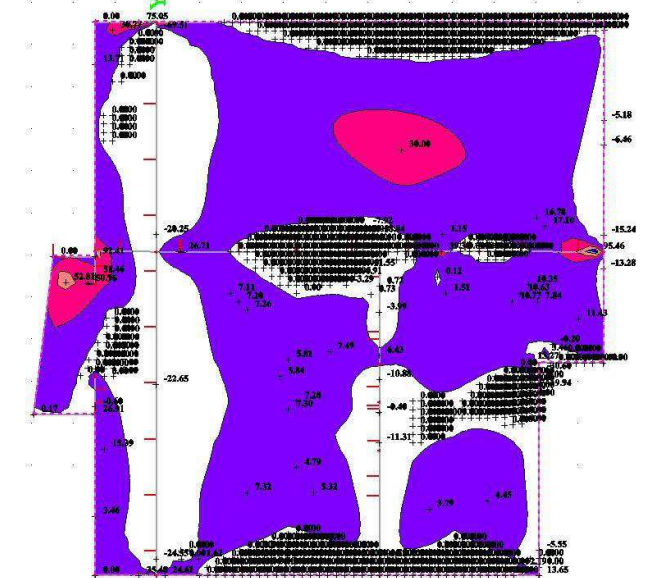
v poli

 $M_{xEd1} = 27,86 \text{ kNm}$ $M_{yEd1} = 69,47 \text{ kNm}$

v podpoře

 $M_{xEd2} = 80,57 \text{ kNm}$ $M_{yEd2} = 45,84 \text{ kNm}$

i. Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 2NP

mx_D+mx_D-my_D+my_D-

BETON C25/30

 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 25/1,5 = 16,667 \text{ MPa}$

OCEL B500

 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$

v poli

 $M_{xEd1} = 33,73 \text{ kNm}$ $M_{yEd1} = 34,75 \text{ kNm}$

v podpoře

 $M_{xEd2} = 120,90 \text{ kNm}$ $M_{yEd2} = 103,36 \text{ kNm}$

$$M_{xEd1} = 33,73 \text{ kNm}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$h = 250 \text{ mm}$$

výztuž $\varnothing 10$

$$A_c = (\pi \cdot \varnothing^2) / 4 = (\pi \cdot 10^2) / 4 = 78,540 \text{ mm}^2$$

$$d = 250 - 25 - 10 / 2 = 220 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnější $M_{xEd1} = 33,73 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{xEd1}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 \cdot 0,220 \cdot \frac{16,667 \cdot 10^3}{434,782 \cdot 10^3} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 33,73}{1 \cdot 0,220^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = \\ &= 360,33 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{Navržen \varnothing 10 po 210 \text{ mm} \quad A_{st1} = 374 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$2h = 500; 250 \text{ mm}$$

Posouzení

Kontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d > 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 1 \cdot 0,22 > 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,22$$

$$297,44 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 > 286 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot 1 \cdot 0,25$$

$$A_{s,max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} \leq A_{st1} \leq A_{s,\max}$$

$$\underline{297,44 * 10^{-6} \text{m}^2 \leq 374 * 10^{-6} \text{m}^2 \leq 0,01 \text{m}^2}$$

VYHOVUJEVýška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st1} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{374 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = 0,012195 \text{m}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,22 - \frac{0,8 * 0,012195}{2} = 0,21512 \text{m}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st1} * f_{yd} * z = 374 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,21512 = 34,980 \text{ kNm}$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{33,73 \text{ kNm} \leq 34,980 \text{ kNm}}$$

VYHOVUJE

$$M_{xEd2} = 120,90 \text{ kNm}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$h = 250 \text{ mm}$$

$$\text{výztuž } \varnothing 12$$

$$A_c = (\pi * \varnothing^2) / 4 = (\pi * 12^2) / 4 = 113,097 \text{ mm}^2$$

$$d = 250 - 25 - 12 / 2 = 219 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnější $M_{xEd2} = 120,90 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{xEd2}}{b * d^2 * f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 * 0,219 * \frac{16,667 * 10^3}{434,782 * 10^3} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 120,90}{1 * 0,219^2 * 16,667 * 10^3}} \right) = \\ &= 1383,77 * 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{Navržen } \varnothing 12 \text{ po } 80 \text{ mm} \dots A_{st2} = 1414 * 10^{-6} \text{ m}^2}$$

Maximální vzdálenost výztuže

2h = 500; 250 mm

Posouzení*Kontrola plochy výztuže*

$$A_{s,min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d > 0,0013 * b * d$$

$$A_{s,min} = 0,26 * \frac{2,6}{500} * 1 * 0,219 > 0,0013 * 1 * 0,219$$

$$296,088 * 10^{-6} \text{ m}^2 > 284,70 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * b * h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * 1 * 0,25$$

$$A_{s,max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{st2} \leq A_{s,max}$$

$$\underline{296,088 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 1414 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,01 \text{ m}^2}$$

VYHOVUJE*Výška tlačené oblasti*

$$x = \frac{A_{st2} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{1414 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = \mathbf{0,046108 \text{ m}}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,219 - \frac{0,8 * 0,046108}{2} = \mathbf{0,20056 \text{ m}}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st2} * f_{yd} * z = 1414 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,20056 = \mathbf{123,301 \text{ kNm}}$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{120,90 \text{ kNm} \leq 123,301 \text{ kNm}}$$

VYHOVUJE

$$M_{yEd1} = 34,75 \text{ kNm}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$h = 250 \text{ mm}$$

výztuž $\varnothing 10$

$$A_c = (\pi \cdot \varnothing^2) / 4 = (\pi \cdot 10^2) / 4 = 78,540 \text{ mm}^2$$

$$d = 250 - 25 - 10 - 10 / 2 = 210 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnitřní $M_{yEd1} = 34,75 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{yEd1}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 \cdot 0,210 \cdot \frac{16,667 \cdot 10^3}{434,782 \cdot 10^3} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 34,75}{1 \cdot 0,210^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = \\ &= 390,044 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{Navržen \varnothing 10 \text{ po } 200 \text{ mm} \quad A_{st1} = 393 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$2h = 500; 250 \text{ mm}$$

Posouzení

Kontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d > 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 1 \cdot 0,21 > 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,21$$

$$283,92 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 > 273 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot 1 \cdot 0,25$$

$$A_{s,max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} \leq A_{st1} \leq A_{s,\max}$$

$$\underline{283,92 * 10^{-6} m^2 \leq 393 * 10^{-6} m^2 \leq 0,01 m^2}$$

VYHOVUJEVýška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st1} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{393 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = 0,012815 m$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,21 - \frac{0,8 * 0,012815}{2} = 0,204874 m$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st1} * f_{yd} * z = 393 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,204874 = 35,007 kNm$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{34,75 kNm \leq 35,007 kNm}$$

VYHOVUJE

$$M_{yEd2} = 103,36 kNm$$

$$c = 25 mm$$

$$h = 250 mm$$

$$\text{výztuž } \varnothing 12$$

$$A_c = (\pi * \varnothing^2) / 4 = (\pi * 12^2) / 4 = 113,097 mm^2$$

$$d = 250 - 25 - 12 - 12 / 2 = 207 mm$$

Návrh výztuže vnitřní $M_{yEd2} = 103,36 kNm$

$$\begin{aligned} A_s &= b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{yEd2}}{b * d^2 * f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 * 0,207 * \frac{16,667 * 10^3}{434,782 * 10^3} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 103,36}{1 * 0,207^2 * 16,667 * 10^3}} \right) \\ &= 1246,321 * 10^{-6} m^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\text{Navržen } \varnothing 12 \text{ po } 90 mm} \quad A_{st2} = 1257 * 10^{-6} m^2$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$2h = 500; 250 mm$$

Posouzení*Kontrola plochy výztuže*

$$A_{s,\min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d > 0,0013 * b * d$$

$$A_{s,\min} = 0,26 * \frac{2,6}{500} * 1 * 0,207 > 0,0013 * 1 * 0,207$$

$$279,863 * 10^{-6} \text{ m}^2 > 269,1 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,\max} \leq 0,04 * b * h$$

$$A_{s,\max} \leq 0,04 * 1 * 0,25$$

$$A_{s,\max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} \leq A_{st2} \leq A_{s,\max}$$

$$\underline{\underline{279,863 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 1257 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,01 \text{ m}^2}}$$

VYHOVUJE*Výška tlačené oblasti*

$$x = \frac{A_{st2} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{1257 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = \mathbf{0,040988 \text{ m}}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,207 - \frac{0,8 * 0,040988}{2} = \mathbf{0,19061 \text{ m}}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st2} * f_{yd} * z = 1257 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,19061 = \mathbf{104,172 \text{ kNm}}$$

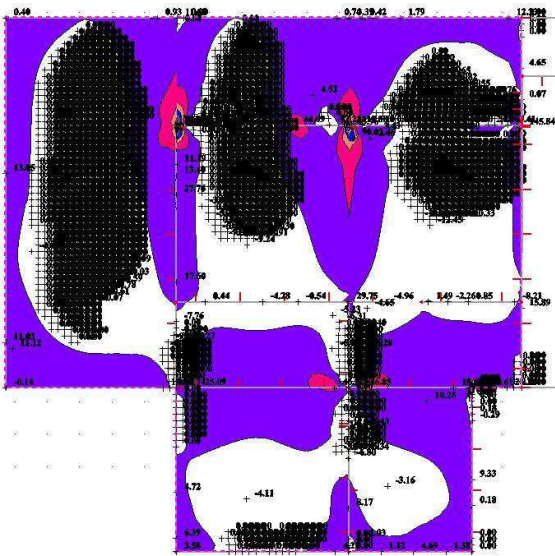
$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{\underline{103,36 \text{ kNm} \leq 104,172 \text{ kNm}}}$$

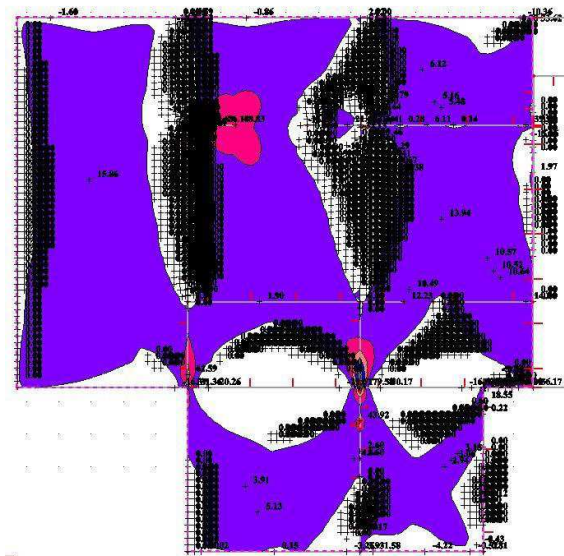
VYHOVUJE

j. Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 1NP nižší

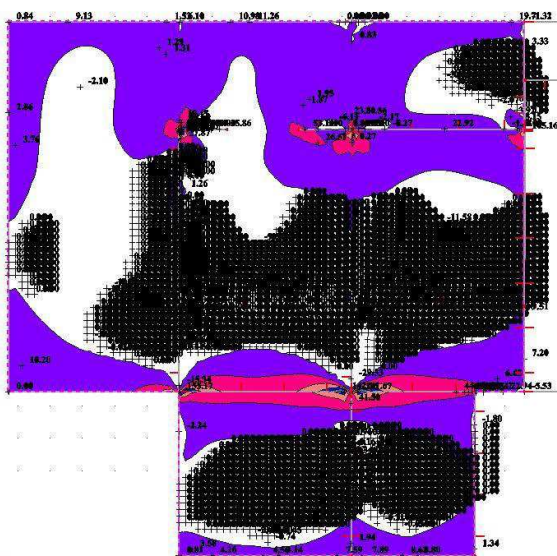
mxD+



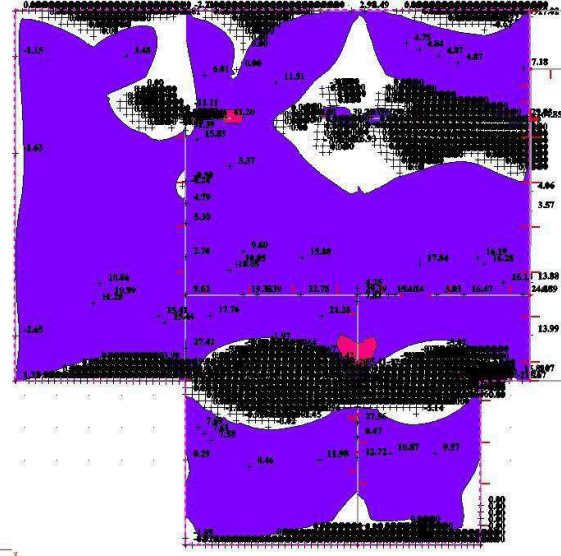
mxD-



myD+



myD-



BETON C25/30

 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 25/1,5 = 16,667 \text{ MPa}$

OCEL B500

 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$

v poli

 $M_{xEd1} = 19,10 \text{ kNm}$ $M_{yEd1} = 15,59 \text{ kNm}$

v podpoře

 $M_{xEd2} = 66,18 \text{ kNm}$ $M_{yEd2} = 87,59 \text{ kNm}$

$$M_{xEd1} = 19,10 \text{ kNm}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$h = 280 \text{ mm}$$

výztuž $\varnothing 10$

$$A_c = (\pi \cdot \varnothing^2) / 4 = (\pi \cdot 10^2) / 4 = 78,540 \text{ mm}^2$$

$$d = 280 - 25 - 10 / 2 = 250 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnější $M_{xEd1} = 19,10 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{xEd1}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 \cdot 0,25 \cdot \frac{16,667 \cdot 10^3}{434,782 \cdot 10^3} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 19,10}{1 \cdot 0,25^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = \\ &= 177,361 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{Navržen \varnothing 10 \text{ po } 400 \text{ mm} \quad A_{st1} = 196 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$2h = 500; 250 \text{ mm}$$

Posouzení

Kontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d > 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 1 \cdot 0,25 > 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,25$$

$$338 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 > 325 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot 1 \cdot 0,25$$

$$A_{s,max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} \leq A_{st1} \leq A_{s,\max}$$

$$\underline{338 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 196 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,01 \text{ m}^2} \quad \underline{\text{NEVYHOVUJE}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{navržen } \underline{\text{Ø 10 po 230 mm}} \quad \underline{A_{st1} = 341 * 10^{-6} \text{ m}^2}$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st1} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{341 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = \underline{0,011119 \text{ m}}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,25 - \frac{0,8 * 0,011119}{2} = \underline{0,24555 \text{ m}}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st1} * f_{yd} * z = 341 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,24555 = \underline{36,405 \text{ kNm}}$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{19,10 \text{ kNm} \leq 36,405 \text{ kNm}} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$M_{xEd2} = \underline{66,18 \text{ kNm}}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$h = 280 \text{ mm}$$

$$\text{výztuž } \underline{\text{Ø 12}}$$

$$A_c = (\pi * \text{Ø}^2) / 4 = (\pi * 12^2) / 4 = 113,097 \text{ mm}^2$$

$$d = 280 - 25 - 12 / 2 = 249 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnější $M_{xEd2} = 66,18 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{xEd2}}{b * d^2 * f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 * 0,249 * \frac{16,667 * 10^3}{434,782 * 10^3} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 66,18}{1 * 0,249^2 * 16,667 * 10^3}} \right) = \\ &= 632,24 * 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\text{Navržen } \underline{\text{Ø 12 po 175 mm}} \quad \underline{A_{st2} = 646 * 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Maximální vzdálenost výztuže

2h = 500; 250 mm

PosouzeníKontrola plochy výztuže

$$A_{s,\min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d > 0,0013 * b * d$$

$$A_{s,\min} = 0,26 * \frac{2,6}{500} * 1 * 0,249 > 0,0013 * 1 * 0,249$$

$$336,48 * 10^{-6} \text{ m}^2 > 323,7 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,\max} \leq 0,04 * b * h$$

$$A_{s,\max} \leq 0,04 * 1 * 0,25$$

$$A_{s,\max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} \leq A_{st2} \leq A_{s,\max}$$

$$\underline{\underline{336,48 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 646 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,01 \text{ m}^2}}$$

VYHOVUJEVýška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st2} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{646 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = 0,021065 \text{ m}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,249 - \frac{0,8 * 0,021065}{2} = 0,240574 \text{ m}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st2} * f_{yd} * z = 646 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,240574 = 67,57 \text{ kNm}$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{\underline{66,18 \text{ kNm} \leq 67,57 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}}}$$

$$M_{yEd1} = 15,59 \text{ kNm}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$h = 280 \text{ mm}$$

výztuž $\varnothing 10$

$$A_c = (\pi \cdot \varnothing^2) / 4 = (\pi \cdot 10^2) / 4 = 78,540 \text{ mm}^2$$

$$d = 280 - 25 - 10 - 10 / 2 = 240 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnitřní $M_{yEd1} = 15,59 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{yEd1}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 \cdot 0,240 \cdot \frac{16,667 \cdot 10^3}{434,782 \cdot 10^3} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,59}{1 \cdot 0,240^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = \\ &= 150,637 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{Navržen \varnothing 10 \text{ po } 400 \text{ mm} \quad A_{st1} = 196 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$2h = 500; 250 \text{ mm}$$

Posouzení

Kontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d > 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 1 \cdot 0,24 > 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,24$$

$$324,48 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 > 312 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot 1 \cdot 0,25$$

$$A_{s,max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} \leq A_{st1} \leq A_{s,\max}$$

$$\underline{324,48 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 196 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,01 \text{ m}^2}$$

NEVYHOVUJE →

$$\rightarrow \text{navržen } \underline{\underline{\text{Ø 10 po 240 mm}}} \quad \underline{\underline{A_{st1} = 327 * 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st1} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{327 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = \mathbf{0,010663 \text{ m}}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,24 - \frac{0,8 * 0,010663}{2} = \mathbf{0,235735 \text{ m}}$$

Kontrola únosnosti

$$\mathbf{M_{Rd} = A_{st1} * f_{yd} * z = 327 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,235735 = 33,515 \text{ kNm}}$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{15,59 \text{ kNm} \leq 33,515 \text{ kNm}}$$

VYHOVUJE

$$\mathbf{M_{yEd2} = 87,59 \text{ kNm}}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$h = 280 \text{ mm}$$

$$\text{výztuž } \text{Ø 12}$$

$$A_c = (\pi * \text{Ø}^2) / 4 = (\pi * 12^2) / 4 = 113,097 \text{ mm}^2$$

$$d = 280 - 25 - 12 - 12 / 2 = 237 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnitřní $\mathbf{M_{yEd2} = 87,59 \text{ kNm}}$

$$\begin{aligned} A_s &= b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{yEd2}}{b * d^2 * f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 * 0,237 * \frac{16,667 * 10^3}{434,782 * 10^3} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 87,59}{1 * 0,237^2 * 16,667 * 10^3}} \right) \\ &= 894,018 * 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{\text{Navržen } \text{Ø 12 po 125 mm}}} \quad \underline{\underline{A_{st2} = 905 * 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Maximální vzdálenost výztuže

2h = 500; 250 mm

PosouzeníKontrola plochy výztuže

$$A_{s,\min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d > 0,0013 * b * d$$

$$A_{s,\min} = 0,26 * \frac{2,6}{500} * 1 * 0,237 > 0,0013 * 1 * 0,237$$

$$320,424 * 10^{-6} \text{ m}^2 > 308,1 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,\max} \leq 0,04 * b * h$$

$$A_{s,\max} \leq 0,04 * 1 * 0,25$$

$$A_{s,\max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} \leq A_{st2} \leq A_{s,\max}$$

$$\underline{320,424 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 905 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,01 \text{ m}^2}$$

VYHOVUJEVýška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st2} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{905 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = 0,02951 \text{ m}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,237 - \frac{0,8 * 0,02951}{2} = 0,2252 \text{ m}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st2} * f_{yd} * z = 905 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,2252 = 88,611 \text{ kNm}$$

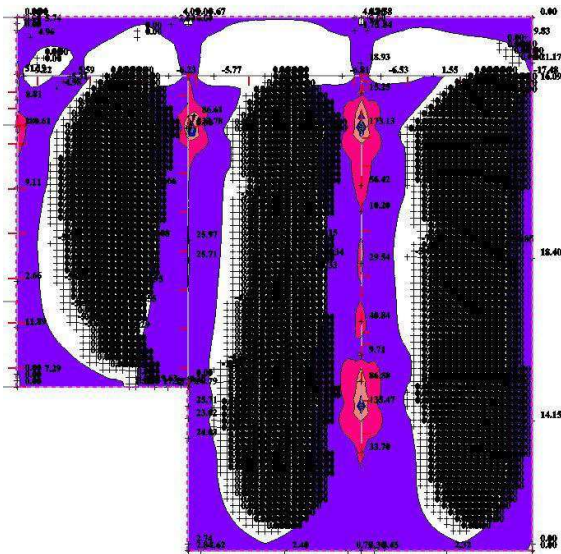
$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{87,59 \text{ kNm} \leq 88,611 \text{ kNm}}$$

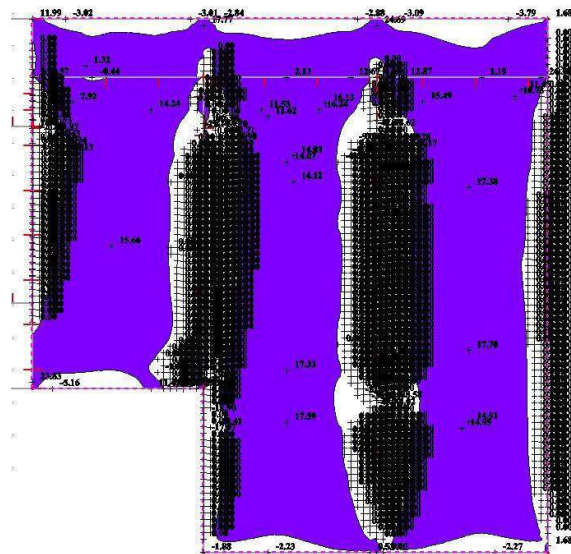
VYHOVUJE

k. Návrh a posouzení výztuže stropní desky nad 1NP vyšší

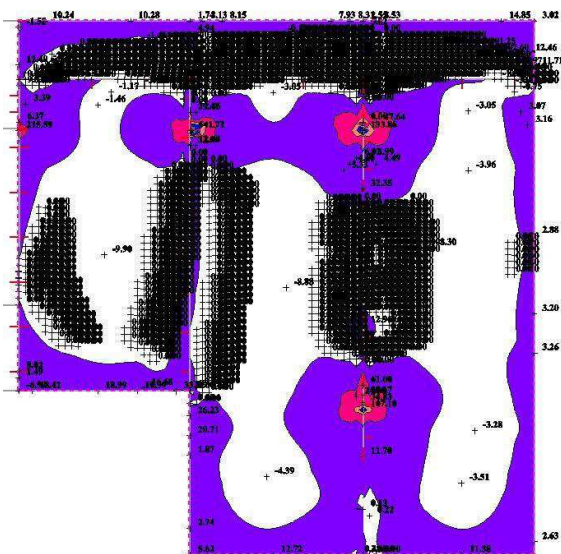
mxD+



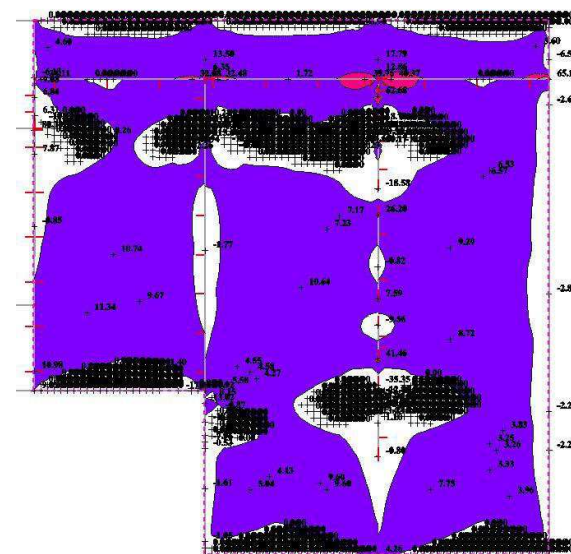
mxD-



myD+



myD-



BETON C25/30

 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 25/1,5 = 16,667 \text{ MPa}$

OCEL B500

 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$

v poli

 $M_{xEd1} = 20,86 \text{ kNm}$ $M_{yEd1} = 16,60 \text{ kNm}$

v podpoře

 $M_{xEd2} = 83,15 \text{ kNm}$ $M_{yEd2} = 109,82 \text{ kNm}$

$$M_{xEd1} = 20,86 \text{ kNm}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$h = 280 \text{ mm}$$

výztuž $\varnothing 10$

$$A_c = (\pi \cdot \varnothing^2) / 4 = (\pi \cdot 10^2) / 4 = 78,540 \text{ mm}^2$$

$$d = 280 - 25 - 10 / 2 = 250 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnější $M_{xEd1} = 20,86 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{xEd1}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 \cdot 0,25 \cdot \frac{16,667 \cdot 10^3}{434,782 \cdot 10^3} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20,86}{1 \cdot 0,25^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = \\ &= 193,873 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{Navržen \varnothing 10 \text{ po } 400 \text{ mm} \quad A_{st1} = 196 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$2h = 500; 250 \text{ mm}$$

Posouzení

Kontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d > 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 1 \cdot 0,25 > 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,25$$

$$338 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 > 325 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot 1 \cdot 0,25$$

$$A_{s,max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} \leq A_{st1} \leq A_{s,\max}$$

$$\underline{338 * 10^{-6} m^2 \leq 196 * 10^{-6} m^2 \leq 0,01 m^2}$$

NEVYHOVUJE →

$$\rightarrow \text{navržen } \varnothing 10 \text{ po } 230 \text{ mm} \quad A_{st1} = 341 * 10^{-6} m^2$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st1} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{341 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = 0,01112 \text{ m}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,25 - \frac{0,8 * 0,01112}{2} = 0,24555 \text{ m}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st1} * f_{yd} * z = 341 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,24555 = 36,405 \text{ kNm}$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{20,86 \text{ kNm} \leq 36,405 \text{ kNm}}$$

VYHOVUJE

$$M_{xEd2} = 83,15 \text{ kNm}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$h = 280 \text{ mm}$$

$$\text{výztuž } \varnothing 12$$

$$A_c = (\pi * \varnothing^2) / 4 = (\pi * 12^2) / 4 = 113,097 \text{ mm}^2$$

$$d = 280 - 25 - 12 / 2 = 249 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnější $M_{xEd2} = 83,15 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{xEd2}}{b * d^2 * f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 * 0,249 * \frac{16,667 * 10^3}{434,782 * 10^3} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 83,15}{1 * 0,249^2 * 16,667 * 10^3}} \right) = \\ &= 801,722 * 10^{-6} m^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\text{Navržen } \varnothing 12 \text{ po } 140 \text{ mm} \quad A_{st2} = 808 * 10^{-6} m^2}$$

Maximální vzdálenost výztuže

2h = 500; 250 mm

PosouzeníKontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d > 0,0013 * b * d$$

$$A_{s,min} = 0,26 * \frac{2,6}{500} * 1 * 0,249 > 0,0013 * 1 * 0,249$$

$$336,648 * 10^{-6} \text{ m}^2 > 323,7 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * b * h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * 1 * 0,25$$

$$A_{s,max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{st2} \leq A_{s,max}$$

$$\underline{336,648 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 808 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,01 \text{ m}^2}$$

VYHOVUJEVýška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st2} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{808 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = 0,02635 \text{ m}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,249 - \frac{0,8 * 0,02635}{2} = 0,23846 \text{ m}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st2} * f_{yd} * z = 808 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,23846 = 83,772 \text{ kNm}$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{83,15 \text{ kNm} \leq 83,772 \text{ kNm}}$$

VYHOVUJE

$$M_{yEd1} = 16,60 \text{ kNm}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$h = 280 \text{ mm}$$

výztuž $\varnothing 10$

$$A_c = (\pi \cdot \varnothing^2) / 4 = (\pi \cdot 10^2) / 4 = 78,540 \text{ mm}^2$$

$$d = 280 - 25 - 10 - 10 / 2 = 240 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnitřní $M_{yEd1} = 16,60 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{yEd1}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 \cdot 0,24 \cdot \frac{16,667 \cdot 10^3}{434,782 \cdot 10^3} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,60}{1 \cdot 0,24^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = \\ &= 160,483 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{Navržen \varnothing 10 \text{ po } 400 \text{ mm} \quad A_{st1} = 196 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$2h = 500; 250 \text{ mm}$$

Posouzení

Kontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d > 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 1 \cdot 0,24 > 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,24$$

$$324,48 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 > 312 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot 1 \cdot 0,25$$

$$A_{s,max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} \leq A_{st1} \leq A_{s,\max}$$

$$\underline{324,48 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 196 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,01 \text{ m}^2}$$

NEVYHOVUJE →

$$\rightarrow \text{navržen } \underline{\underline{\text{Ø 10 po 240 mm}}} \quad \underline{\underline{A_{st1} = 327 * 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st1} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{327 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = \mathbf{0,010663 \text{ m}}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,24 - \frac{0,8 * 0,010663}{2} = \mathbf{0,23573 \text{ m}}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st1} * f_{yd} * z = 327 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,23573 = \mathbf{33,515 \text{ kNm}}$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{16,60 \text{ kNm} \leq 33,515 \text{ kNm}}$$

VYHOVUJE

$$M_{yEd2} = \mathbf{109,82 \text{ kNm}}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$h = 280 \text{ mm}$$

výztuž Ø 12

$$A_c = (\pi * \text{Ø}^2) / 4 = (\pi * 12^2) / 4 = 78,540 \text{ mm}^2$$

$$d = 280 - 25 - 12 - 12 / 2 = 237 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnitřní $M_{yEd2} = 109,82 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{yEd2}}{b * d^2 * f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 * 0,237 * \frac{16,667 * 10^3}{434,782 * 10^3} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 109,82}{1 * 0,237^2 * 16,667 * 10^3}} \right) \\ &= 1136,899 * 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{\text{Navržen } \text{Ø12 po 95 mm}}} \quad \underline{\underline{A_{st2} = 1190 * 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Maximální vzdálenost výztuže

2h = 500; 250 mm

Posouzení*Kontrola plochy výztuže*

$$A_{s,min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d > 0,0013 * b * d$$

$$A_{s,min} = 0,26 * \frac{2,6}{500} * 1 * 0,237 > 0,0013 * 1 * 0,237$$

$$320,424 * 10^{-6} \text{ m}^2 > 308,1 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * b * h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * 1 * 0,25$$

$$A_{s,max} \leq 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{st2} \leq A_{s,max}$$

$$\underline{\underline{320,424 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 1190 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,01 \text{ m}^2}}$$

VYHOVUJE*Výška tlačené oblasti*

$$x = \frac{A_{st2} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{1190 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 16,667 * 10^3} = \mathbf{0,038804 \text{ m}}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,237 - \frac{0,8 * 0,038804}{2} = \mathbf{0,22148 \text{ m}}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st2} * f_{yd} * z = 1190 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,22148 = \mathbf{114,592 \text{ kNm}}$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{\underline{109,82 \text{ kNm} \leq 114,592 \text{ kNm}}}$$

VYHOVUJE

I. Přehled vyztužení jednotlivých desek

Umístění	Označení momentu	Moment [kNm]	Tloušťka desky [mm]	Ø výztuže [mm]	Požadovaná plocha výztuže [mm ²]	Navržená plocha výztuže [mm ²]	Rozteč výztuže [mm]
10NP	M _{xEd1}	36,17	250	10	387,788	393	200
	M _{xEd2}	84,18	250	10	931,508	982	80
	M _{yEd1}	39,64	250	10	447,349	462	170
	M _{yEd2}	134,32	250	14	1 657,561	1 710	90
9NP	M _{xEd1}	48,37	250	10	522,057	524	150
	M _{xEd2}	107,90	250	12	1 222,157	1 257	90
	M _{yEd1}	43,66	250	10	493,762	507	155
	M _{yEd2}	116,08	250	12	1 416,450	1 508	75
8NP	M _{xEd1}	12,88	250	10	135,771	302	260
	M _{xEd2}	34,13	250	10	364,699	393	200
	M _{yEd1}	17,47	250	10	193,667	291	270
	M _{yEd2}	31,98	250	10	358,228	374	210
7NP	M _{xEd1}	47,79	250	10	515,371	524	150
	M _{xEd2}	196,15	250	18	2 451,561	2 549	100
	M _{yEd1}	52,64	250	10	598,804	604	130
	M _{yEd2}	307,39	250	18	3 003,228	3 181	80
6NP	M _{xEd1}	75,74	250	10	832,963	873	90
	M _{xEd2}	44,86	250	10	482,811	491	160
	M _{yEd1}	76,05	250	10	881,154	924	185
	M _{yEd2}	166,63	250	16	2 140,014	2 234	90
5NP	M _{xEd1}	40,04	250	10	429,539	436	180
	M _{xEd2}	90,85	250	12	1 015,559	1 028	110
	M _{yEd1}	54,09	250	10	615,981	628	125
	M _{yEd2}	77,76	250	10	912,004	924	85
4NP	M _{xEd1}	139,18	250	14	1 626,746	1 710	90
	M _{xEd2}	133,98	250	14	1 558,964	1 620	95
	M _{yEd1}	97,18	250	12	1 178,712	1 190	95
	M _{yEd2}	224,22	250	18	3 224,271	3 393	75
3NP	M _{xEd1}	27,86	250	10	296,475	302	260
	M _{xEd2}	80,57	250	12	897,270	905	125
	M _{yEd1}	69,47	250	10	800,681	827	95
	M _{yEd2}	45,84	250	10	524,110	524	145
2NP	M _{xEd1}	33,73	250	10	360,330	374	210
	M _{xEd2}	120,90	250	12	1 383,770	1 414	80
	M _{yEd1}	34,75	250	10	390,044	393	200
	M _{yEd2}	103,36	250	12	1 246,321	1 257	90
1NP nižší	M _{xEd1}	19,10	280	10	177,361	341	230
	M _{xEd2}	66,18	280	12	632,240	646	175
	M _{yEd1}	15,59	280	10	150,637	327	240
	M _{yEd2}	87,59	280	12	894,018	905	125
1NP vyšší	M _{xEd1}	20,86	280	10	193,873	341	230
	M _{xEd2}	83,15	280	12	801,722	808	140
	M _{yEd1}	16,60	280	10	160,483	327	240
	M _{yEd2}	109,82	280	12	1 136,899	1 190	95

c) Navržení a posouzení výztuže ŽB stěny zatíženou zeminou na ose 3

Železobetonové suterénní stěny jsou z vodonepropustného betonu. Na zajištění vodonepropustnosti jsou použity krystalizační přísady. Vodotěsně budou vyplněny také otvory po spínacích tyčích bednění.

Vliv smršťování bude omezen trhacími lištami ve všech obvodových stěnách spodní stavby. Maximální šířka trhliny u vodonepropustného betonu je 0,2 mm. Trhací lišty budou rozmístěny cca po 5 m. Ve spodní části stěny, cca 1 m, bude výztuž zhuštěna kvůli zamezení vzniku trhlin.

Suterénní stěny v garáži a ve sklepech nebudou mít žádnou povrchovou úpravu, protože budou vybetonovány z pohledového betonu. Ostatní železobetonové stěny budou omítnuté.



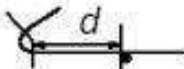

Pro lemovací výztuž je potřeba napočítat přípustné vnitřní průměry zakřivení při ohýbání prutů. Pro průměry menší než 16 mm je to 4ϕ výztuže a pro větší než 16 mm je to 7ϕ . Pokud jsou splněny tři podmínky, není třeba napočítávat vnitřní průměr zakřivení výztuže. V opačném případě se vnitřní průměr zakřivení výztuže napočítá podle vzorečku

$$\phi_{m,min} \geq \frac{F_{bt} * \left(\frac{1}{a_b} + \frac{1}{2 * \phi} \right)}{f_{cd}}$$

Podmínky: 1) kotvení prutu nevyžaduje od konce ohybu délku větší než 5ϕ .

2) prut není umístěn u okraje prvku a uvnitř ohybu je umístěn příčný prut o průměru $\geq \phi$

3) vnitřní průměr zakřivení výztuže je rovný, popř. větší než hodnoty v tabulce

Průměr prutu	Minimální průměr pro ohyby, háky a smyčky (pro pruty a dráty)	
$\phi \leq 16 \text{ mm}$	4ϕ	
$\phi > 16 \text{ mm}$	7ϕ	
Minimální vnitřní průměr zakřivení pro ohýbanou svařovanou výztuž a síť ohýbané po svařování		
	nebo 	 nebo 
5ϕ	$d \geq 3 \phi: 5 \phi$ $d < 3 \phi$ nebo svary v oblasti zakřivení: 20ϕ	

Posouzení stěny na MSÚ $M_{xEd1} = 49,12 \text{ kNm}$

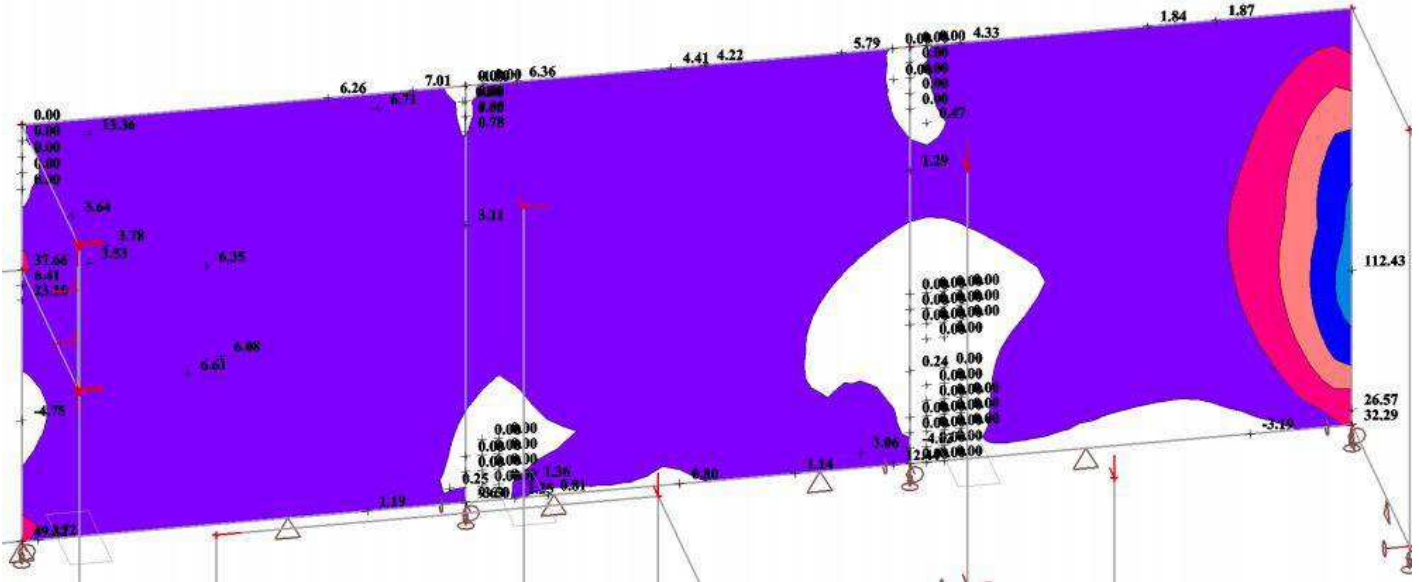
$M_{xEd1} = 49,12 \text{ kNm}$

$M_{yEd1} = 79,73 \text{ kNm}$

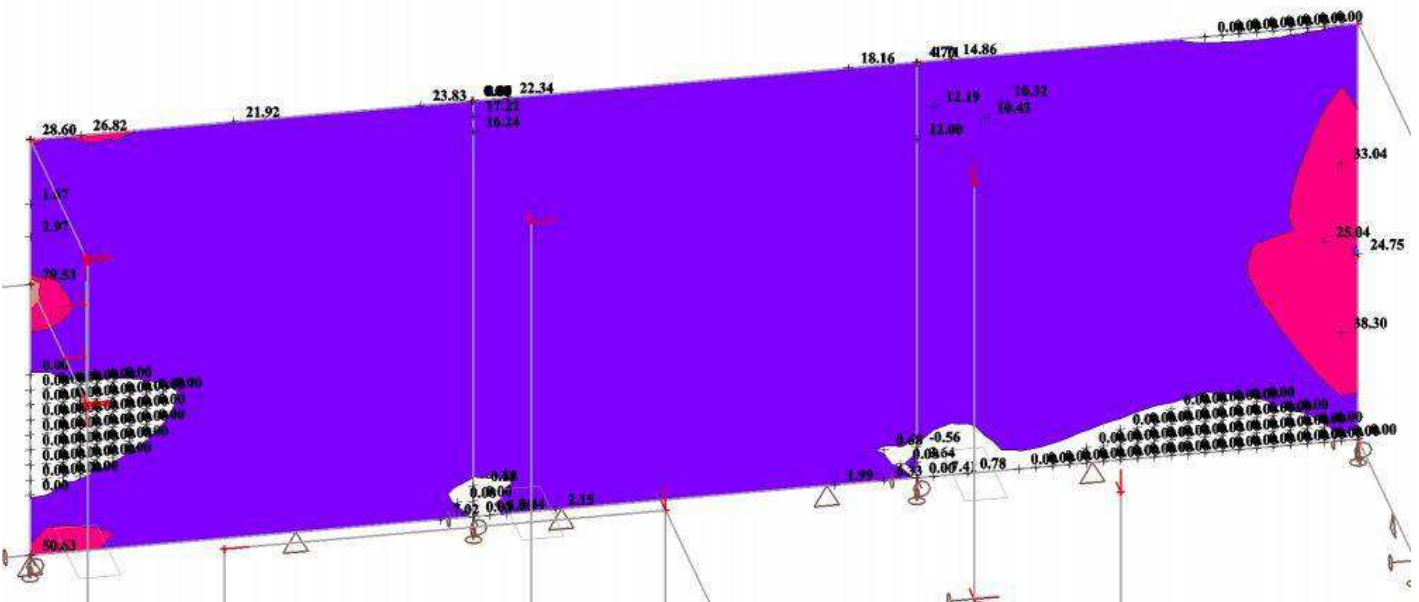
$V_x = 144,40 \text{ kN/m}$

$V_y = 110,00 \text{ kN/m}$

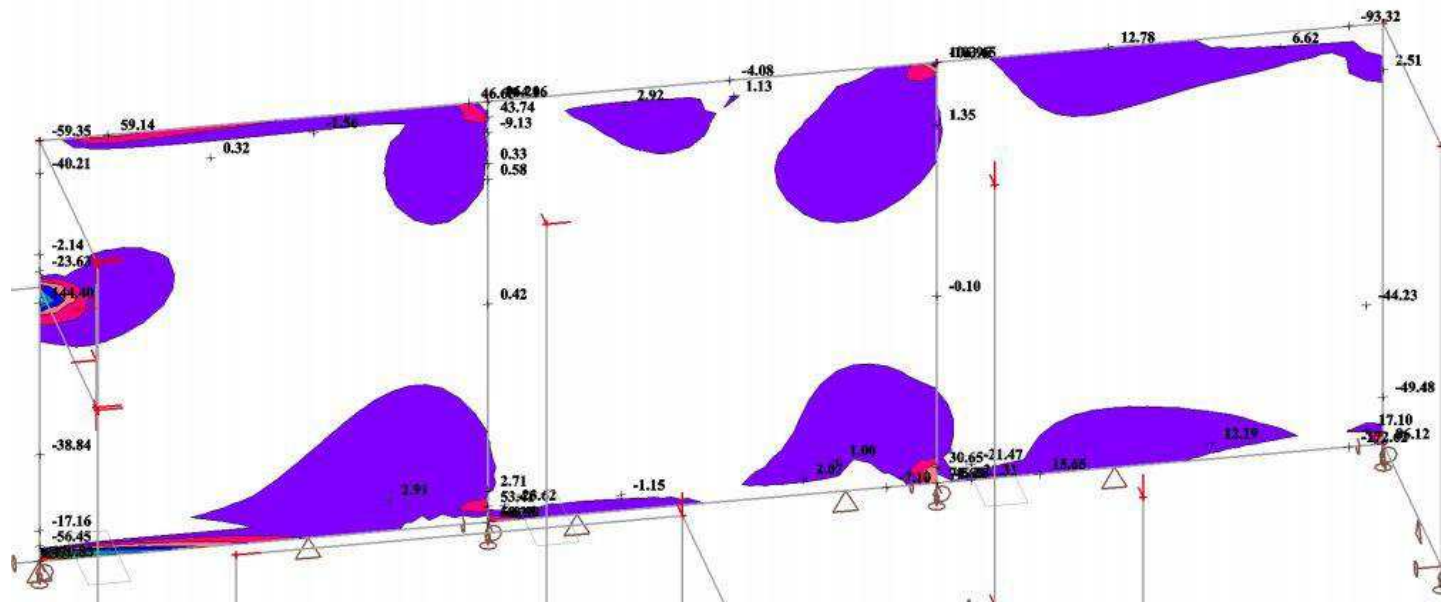
mxD+



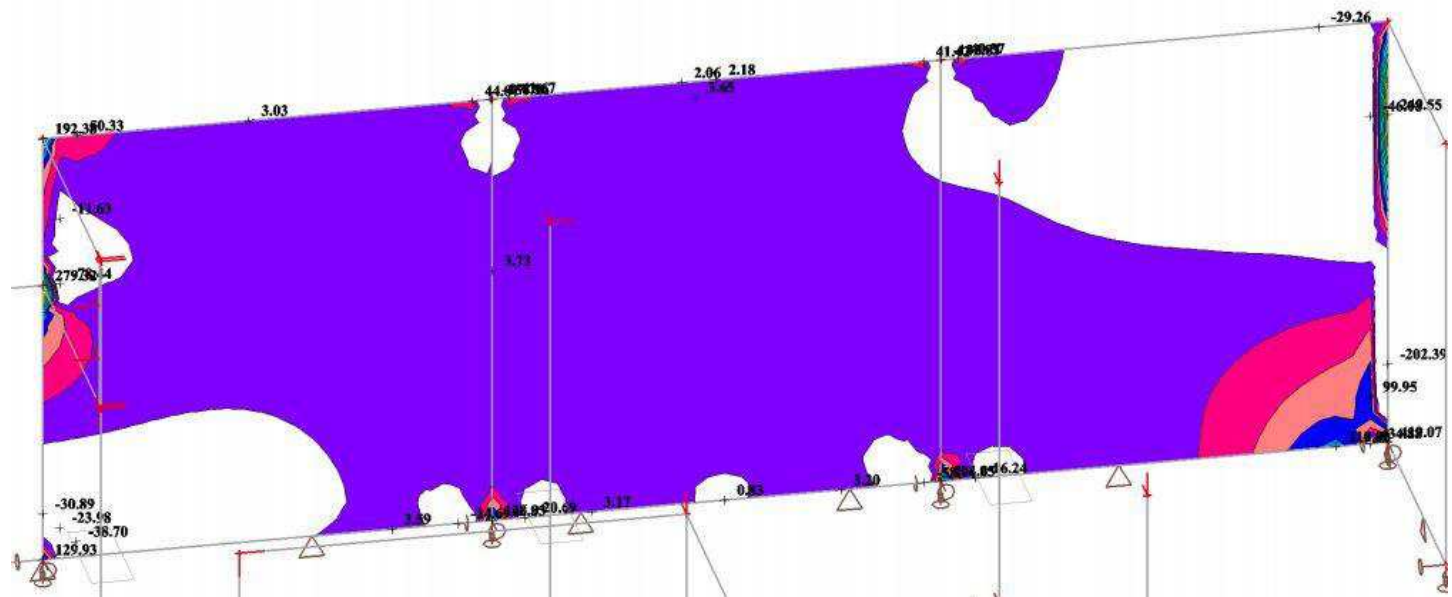
myD+



vx



vy

Zatížení stěny

Stálé – stěna $25 \cdot 1 \cdot 0,25 = 6,25 \text{ kN/m} = g_{0,k}$
 zemina $114,30 \text{ kN/m} = g_{0st,k}$
 Užité – $0 = q_k$

Kombinace zatížení MSÚ

$$f_d = \max \left(\begin{array}{l} 1,35 * (g_{0,k} + g_{0st,k}) + 1,5 * \psi_0 * q_k \\ 1,35 * 0,85 * (g_{0,k} + g_{0st,k}) + 1,5 * q_k \end{array} \right)$$

$$f_d = \max \left(\begin{array}{l} 1,35 * (6,25 + 114,30) + 1,5 * 0,7 * 0 \\ 1,35 * 0,85 * (6,25 + 114,30) + 1,5 * 0 \end{array} \right)$$

$$f_d = \max \left(\begin{array}{l} 162,7425 \\ 138,33113 \end{array} \right)$$

$$f_{d,max} = 162,7425 \text{ kN/m}$$

Vnitřní síly

$$M_{Ed} = 49,12 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 144,40 \text{ kN/m}$$

Návrh a posouzení ohybové výztuže**Návrh betonářské výztuže stěny**

BETON C30/37 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$$

OCEL B500 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$$f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$$

výztuž Ø 10

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$d = 250 - 25 - 10/2 = 220 \text{ mm}$$

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 220 = 198 \text{ mm}$$

Požadované množství vyztužení

$$M_{Rd} = A_s * f_{yd} * z \geq M_{Ed}$$

$$A_s * 434,782 * 10^3 * 0,198 \geq 49,12$$

$$A_{s,min} \geq 570,856 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

Navržen Ø10 po 135 mm $A_s = 582 * 10^{-6} \text{ m}^2$

Minimální vyztužení

$$A_s \geq \frac{0,26 * f_{ctm} * b_t * d}{f_{yk}}$$

$$582 * 10^{-6} \text{ m}^2 \geq \frac{0,26 * 2,9 * 1 * 0,22}{500}$$

$$\mathbf{582 * 10^{-6} \text{ m}^2 \geq 331,76 * 10^{-6} \text{ m}^2} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Minimální procento vyztužení

$$\rho = \frac{A_s}{b_p * d} \geq \rho_{\min} = 0,0015$$

$$\frac{582 * 10^{-6}}{1 * 0,22} \geq 0,0015$$

$$\mathbf{0,0026455 \geq 0,0015} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Maximální procento vyztužení

$$\rho = \frac{A_s}{b_p * h} \leq 0,04$$

$$\frac{582 * 10^{-6}}{1 * 0,25} \leq 0,04$$

$$\mathbf{0,002328 \leq 0,04} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Posouzení betonářské výztuže stěny

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st} * f_{yd}}{0,8 * b * \alpha * f_{cd}} = \frac{582 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 0,85 * 20 * 10^3} = \mathbf{0,018606 \text{ m}}$$

Velikost vnitřní síly

$$z = d - 0,4 * x = 0,22 - 0,4 * 0,018606 = \mathbf{0,212558 \text{ m}}$$

Poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{0,018606}{0,22} = \mathbf{0,084573 \text{ m}}$$

$$\xi_{\text{bal},1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = \frac{700}{700 + 434,782} = \mathbf{0,61686 \text{ m}}$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal},1}$$

$$0,084573 \leq 0,61686$$

Momentová únosnost

$$M_{\text{Rd}} = A_{\text{st}} * f_{\text{yd}} * z = 582 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,212558 = \mathbf{53,786 \text{ kNm}}$$

$$M_{\text{Ed}} \leq M_{\text{Rd}}$$

$$\mathbf{49,12 \text{ kNm} \leq 53,786 \text{ kNm}}$$

VYHOVUJEPosouzení smykové únosnosti stěny

$$V_{\text{Ed}} \leq V_{\text{Rd,cm}}$$

$$V_{\text{Rd,cm}} = c_{\text{Rd,c}} * k * (100 * \rho_1 * f_{\text{ck}})^{\frac{1}{3}} * b_p * d$$

$$c_{\text{Rd,c}} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{220}} = 1,953 \leq 2,0$$

$$\text{stupeň vyztužení} \quad \rho_1 = 0,0006455 \leq 0,02$$

smyková únosnost bez smykové výztuže

$$V_{\text{Rd,cm}} = 0,12 * 1,953 * (100 * 0,0026455 * 30)^{\frac{1}{3}} * 1000 * 220 = 102\,844,841 \text{ kN}$$

$$V_{\text{Ed}} \leq V_{\text{Rd,cm}}$$

$$\mathbf{144,40 \text{ kN} \leq 102\,844,841 \text{ kN}}$$

VYHOVUJE → SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ,
SMYKOVÁ ÚNOSNOST STĚNY BEZ
SMYKOVÉ VÝZTUŽE JE DOSTAČUJÍCÍ

Posouzení stěny na MSP $M_{\text{xEd1}} = 37,57 \text{ kNm}$

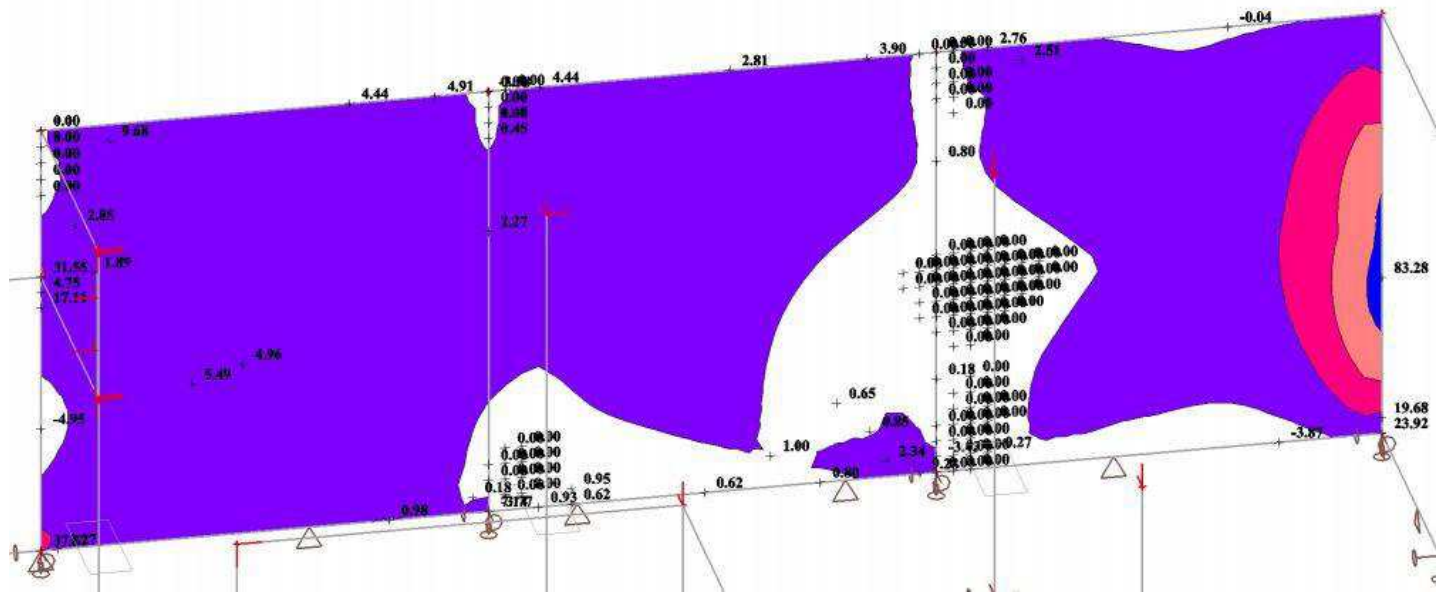
$$M_{\text{xEd1}} = 37,57 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{yEd1}} = 63,51 \text{ kNm}$$

$$V_x = 121,05 \text{ kN/m}$$

$$V_y = 81,48 \text{ kN/m}$$

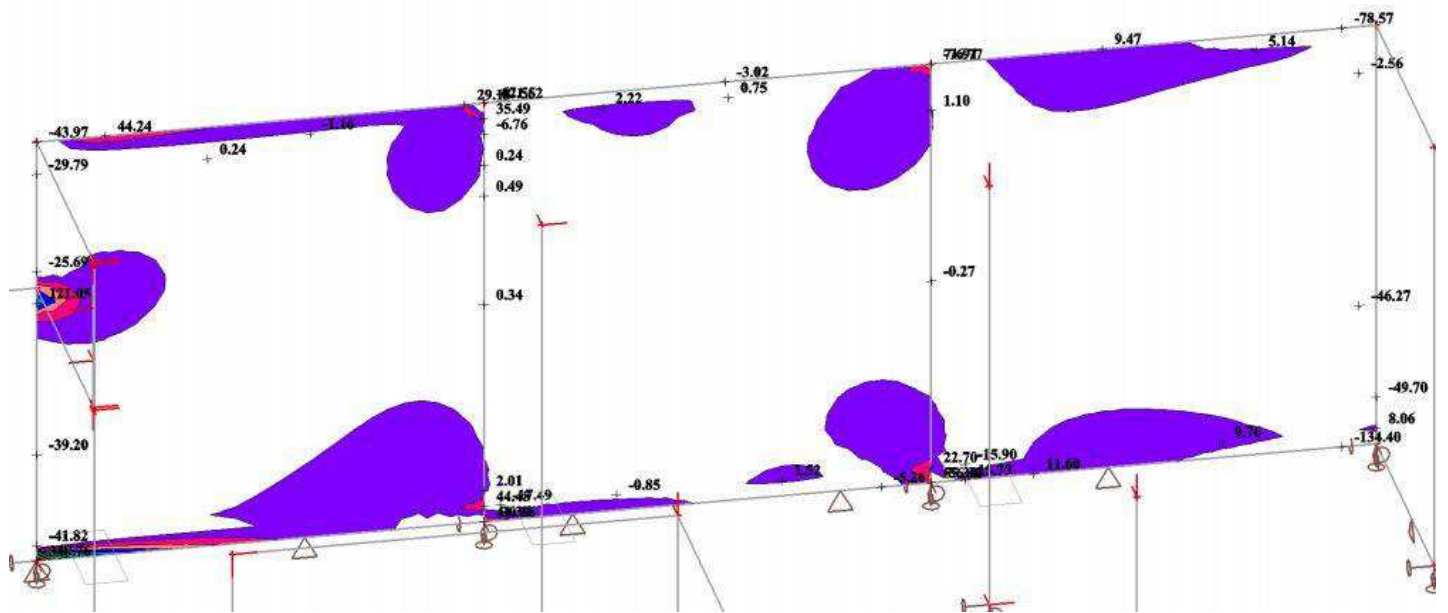
mxD+



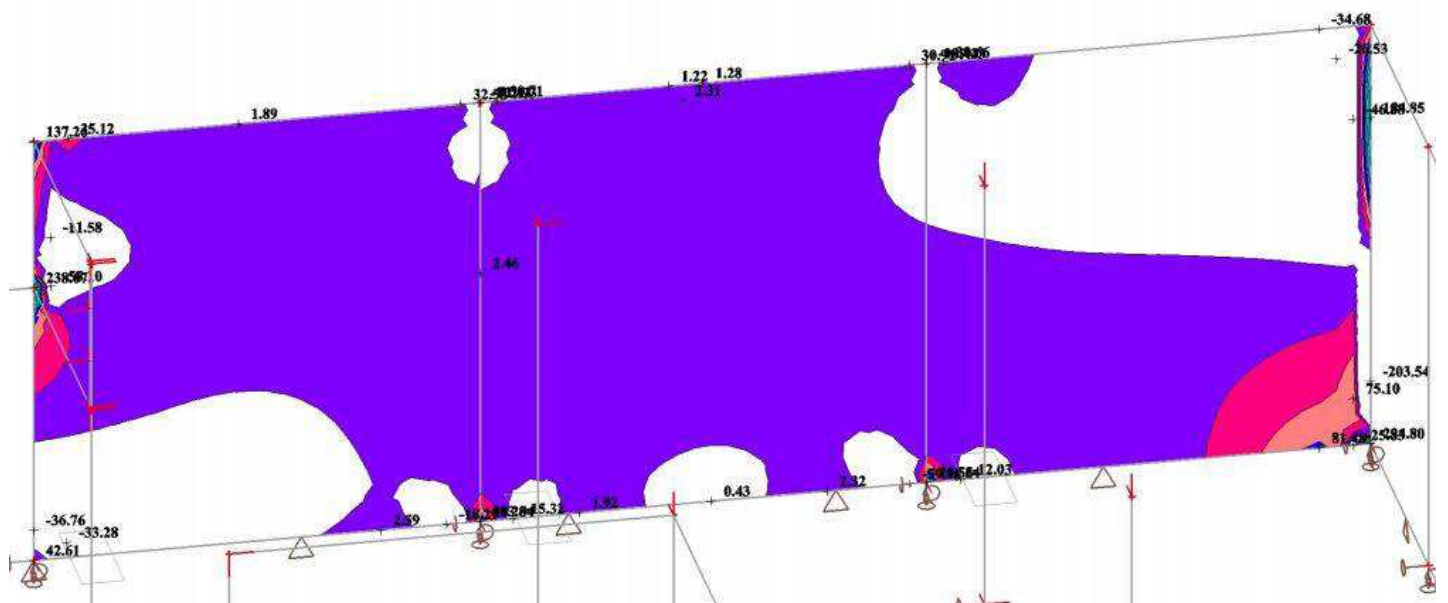
myD+



vx



vy



Kombinace zatížení MSP

$$g_{0,k} = 6,25 \text{ kN/m}$$

$$g_{0st,k} = 114,30 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 0 \text{ kN/m}$$

Vnitřní síly

$$M_{Ed} = 37,57 \text{ kNm}$$

$$M_k = M_{fk} = M_{gk} = M_{Ed} = 37,57 \text{ kNm}$$

Mezní stav přetvoření

Požadavky na průhyb:

- Kvazistálá kombinace $f_{g,lim} = \frac{1}{250} = \frac{15875}{250} = 63,5 \text{ mm}$
- Častá kombinace $f_{f,lim} = \frac{1}{200} = \frac{15875}{200} = 79,375 \text{ mm}$

Působení pryku při krátkodobém zatíženíEfektivní modul pružnosti betonu

$$E_{c,eff,st} = \frac{E_{cm}}{1 + 0} = \frac{33000}{1} = \mathbf{33000 \text{ MPa}}$$

Poměr modulů pružnosti výztuže a betonu krátkodobý

$$\alpha_{e,st} = \frac{E_s}{E_{c,eff,st}} = \frac{200000}{33000} = \mathbf{6,061 \text{ MPa}}$$

Výpočet ideálního průřezu bez trhlin – krátkodobé působeníSoučtová podmínka rovnováhy

$$F_{cc} = F_s + F_{ct}$$

Výška tlačené oblasti

$$\frac{1}{2} * b * x_i * \sigma_{cc} = \frac{1}{2} * b * (h - x_i) * \sigma_{ct} + A_s * \sigma_s$$

$$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} * \frac{x_i}{h - x_i}$$

$$\sigma_s = \sigma_c * \alpha_e \frac{d - x_i}{h - x_i}$$

$$\frac{1}{2} * b * x_{i,l,st}^2 = \frac{1}{2} * b * (h - x_{i,l,st})^2 + \alpha_{e,st} * A_s * (d - x_{i,l,st})$$

$$\frac{1}{2} * 1 * x_{i,l,st}^2 = \frac{1}{2} * 1 * (0,25 - x_{i,l,st})^2 + 6,061 * 582 * 10^{-6} * (0,22 - x_{i,l,st})$$

$$0,5 * x_{i,l,st}^2 = 0,5 * (0,0625 - 0,5 * x_{i,l,st} + x_{i,l,st}^2) + 0,0035275 * (0,22 - x_{i,l,st})$$

$$0,5 * x_{i,I,st}^2 = 0,03125 - 0,25 * x_{i,I,st} + 0,5 * x_{i,I,st}^2 + 0,0007761 - 0,0035275 * x_{i,I,st}$$

$$0,5 * x_{i,I,st}^2 = 0,03125 - 0,25 * x_{i,I,st} + 0,5 * x_{i,I,st}^2 + 0,0007761 - 0,0035275 * x_{i,I,st}$$

$$0,253528 * x_{i,I,st} = 0,032026$$

$$x_{i,I,st} = \mathbf{0,12632 \text{ m}}$$

$$a_{i,I,st} = x_{i,I,st} - \frac{h}{2} = 0,12632 - \frac{0,25}{2} = \mathbf{0,00132 \text{ m}}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu bez trhlin při krátkodobém působení k jeho těžišti

$$I_{y,I,st} = \frac{1}{12} * b * h^3 + b * h * a_{i,I,st}^2 + \alpha_e * A_s * (d - x_{i,I,st})^2$$

$$I_{y,I,st} = \frac{1}{12} * 1 * 0,25^3 + 1 * 0,25 * 0,00132^2 + 6,061 * 582 * 10^{-6} * (0,22 - 0,12632)^2$$

$$I_{y,I,st} = \mathbf{1,3335 * 10^{-3} \text{ m}^4}$$

Ohybová poddajnost průřezu bez trhlin při krátkodobém působení

$$C_{I,st} = \frac{1}{E_{c,eff} * I_{y,I,st}} = \frac{1}{33000 * 10^3 * 1,3335 * 10^{-3}} = \mathbf{2,2724 * 10^{-5} \text{ kN}^{-1} \text{ m}^{-2}}$$

Ohybová moment na mezi vzniku trhlin M_{cr}

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq f_{ctm}$$

$$M_{cr,st} = f_{ctm} * \frac{I_{y,I,st}}{h - x_{i,I,st}} = 2900 * \frac{1,3335 * 10^{-3}}{0,25 - 0,12632} = \mathbf{31,303 \text{ kNm}}$$

$$M_{fk} \leq M_{cr}$$

37,57 kNm ≤ 31,303 kNm **NEVYHOVUJE** → BUDOU VZNIKAT TRHLINY

Výpočet ideálního průřezu s uvážením trhlin – krátkodobé působeníVýška tlačené oblasti

$$x_{i,II,st} = \frac{\alpha_{e,st} * A_s}{b} * \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 * b * d}{\alpha_{e,st} * A_s}} \right)$$

$$x_{i,II,st} = \frac{6,061 * 582 * 10^{-6}}{1} * \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 * 1 * 0,22}{6,061 * 582 * 10^{-6}}} \right)$$

$$x_{i,II,st} = 0,036027 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu s trhlinami při krátkodobém působení k jeho těžišti

$$I_{y,II,st} = \frac{1}{3} * b * x_{i,II,st}^3 + \alpha_{e,st} * A_s * (d - x_{i,II,st})^2$$

$$I_{y,II,st} = \frac{1}{3} * 1 * 0,036027^3 + 6,061 * 582 * 10^{-6} * (0,22 - 0,036027)^2$$

$$I_{y,II,st} = 1,3498 * 10^{-4} \text{ m}^4$$

Ohybová poddajnost průřezu bez trhlin při krátkodobém působení

$$C_{II,st} = \frac{1}{E_{c,eff} * I_{y,II,st}} = \frac{1}{33000 * 10^3 * 1,3498 * 10^{-4}} = 2,245 * 10^{-4} \text{ kN}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

Součinitel vyjadřující tahové zpevnění při krátkodobém působení

$$\xi_{i,st} = 1 - \beta * \left(\frac{M_{cr}}{M_{i,k}} \right)^2$$

Křivost krátkodobá – kvazistálá kombinace

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,st} = M_{gk} * [(1 - \xi_{g,st}) * C_{I,st} + \xi_{g,st} * C_{II,st}]$$

Součinitel vyjadřující tahové zpevnění

$$\xi_{g,st} = 1 - \beta * \left(\frac{M_{cr}}{M_{gk}} \right)^2 = 1 - 1 * \left(\frac{31,303}{37,57} \right)^2 = 0,3058$$

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,st} = 37,57 * [(1 - 0,3058) * 2,2724 * 10^{-5} + 0,3058 * 2,245 * 10^{-4}]$$

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,st} = 3,1719 * 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

Křivost krátkodobá – častá kombinace

$$\left(\frac{1}{r_m}\right)_{f,st} = M_{fk} * [(1 - \xi_{f,st}) * C_{I,st} + \xi_{f,st} * C_{II,st}]$$

Součinitel vyjadřující tahové zpevnění

$$\xi_{f,st} = 1 - \beta * \left(\frac{M_{cr}}{M_{fk}}\right)^2 = 1 - 1 * \left(\frac{31,303}{61,93}\right)^2 = 0,7445$$

$$\left(\frac{1}{r_m}\right)_{f,st} = 37,57 * [(1 - 0,3058) * 2,2724 * 10^{-5} + 0,3058 * 2,245 * 10^{-4}]$$

$$\left(\frac{1}{r_m}\right)_{f,st} = 3,1719 * 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

Krátkodobý přírůstek křivosti

- v tomto případě častá kombinace není použita, proto se výsledek rovná pouze kvazistálé kombinaci.

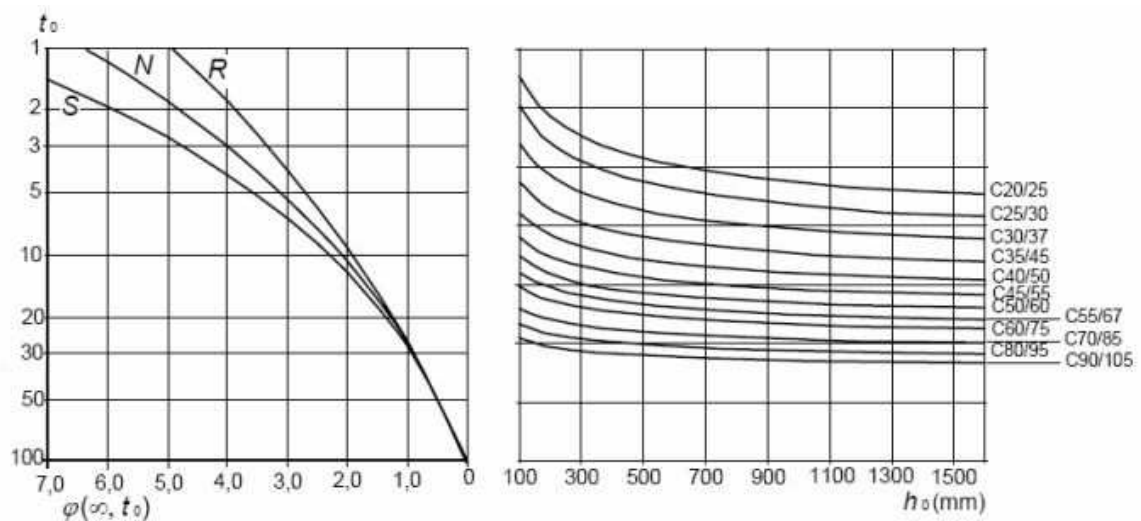
$$\left(\frac{1}{r_m}\right)_{st,1} = 3,1719 * 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

Působení prvku při dlouhodobém zatížení

Jmenovitý rozměr

$$h_0 = \frac{2 * A_c}{u} = \frac{2 * 1000 * 250}{2 * (1000 + 250)} = 200 \text{ mm}$$

Součinitel dotvarování



$$\phi = 2,4$$

Efektivní modul pružnosti betonu

$$E_{c,eff,lt} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi} = \frac{33000}{1 + 2,4} = \mathbf{9706 \text{ MPa}}$$

Poměr modulů pružnosti výztuže a betonu dlouhodobý

$$\alpha_{e,lt} = \frac{E_s}{E_{c,eff,lt}} = \frac{200000}{9706} = \mathbf{20,606 \text{ MPa}}$$

Výpočet ideálního průřezu bez trhlin – dlouhodobé působeníSoučtová podmínka rovnováhy

$$F_{cc} - F_{s1} - F_{ct} = 0$$

Výška tlačené oblasti

$$\frac{1}{2} * b * x_{i,l,lt}^2 = \frac{1}{2} * b * (h - x_{i,l,lt})^2 + \alpha_{e,lt} * A_s * (d - x_{i,l,lt})$$

$$\frac{1}{2} * 1 * x_{i,l,lt}^2 = \frac{1}{2} * 1 * (0,25 - x_{i,l,lt})^2 + 20,606 * 582 * 10^{-6} * (0,22 - x_{i,l,lt})$$

$$0,5 * x_{i,l,lt}^2 = 0,5 * (0,0625 - 0,5 * x_{i,l,lt} + x_{i,l,lt}^2) + 0,011993 * (0,22 - x_{i,l,lt})$$

$$0,5 * x_{i,l,lt}^2 = 0,03125 - 0,25 * x_{i,l,lt} + 0,5 * x_{i,l,lt}^2 + 0,0026384 - 0,011993 * x_{i,l,lt}$$

$$0,5 * x_{i,l,lt}^2 = 0,03125 - 0,25 * x_{i,l,lt} + 0,5 * x_{i,l,lt}^2 + 0,0026384 - 0,011993 * x_{i,l,lt}$$

$$0,261993 * x_{i,l,lt} = 0,033884$$

$$x_{i,l,lt} = \mathbf{0,129332 \text{ m}}$$

$$a_{i,l,lt} = x_{i,l,lt} - \frac{h}{2} = 0,129332 - \frac{0,25}{2} = \mathbf{0,004332 \text{ m}}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu bez trhlin při dlouhodobém působení k jeho těžišti

$$I_{y,l,lt} = \frac{1}{12} * b * h^3 + b * h * a_{i,l,lt}^2 + \alpha_{e,lt} * A_s * (d - x_{i,l,lt})^2$$

$$I_{y,I,lt} = \frac{1}{12} * 1 * 0,25^3 + 1 * 0,25 * 0,004332^2 + 20,606 * 582 * 10^{-6} * (0,22 - 0,129332)^2$$

$$I_{y,I,lt} = 1,40536 * 10^{-3} \text{ m}^4$$

Ohybová poddajnost průřezu bez trhlin při dlouhodobém působení

$$C_{I,lt} = \frac{1}{E_{c,eff} * I_{y,I,lt}} = \frac{1}{9706 * 10^3 * 1,40536 * 10^{-3}} = 7,3311 * 10^{-5} \text{ kN}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

Ohybová moment na mezi vzniku trhlin M_{cr}

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq f_{ctm}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} * W$$

$$M_{cr,lt} = f_{ctm} * \frac{I_{y,I,lt}}{h - x_{i,I,lt}} = 2900 * \frac{1,40536 * 10^{-2}}{0,25 - 0,129332} = 33,775 \text{ kNm}$$

$$M_{fk} \leq M_{cr}$$

37,57 kNm ≤ 33,775 kNm **NEVYHOVUJE** → BUDOU VZNIKAT TRHLINY

Výpočet ideálního průřezu s uvážením trhlin – dlouhodobé působení

Výška tlačené oblasti

$$x_{i,II,lt} = \frac{\alpha_{e,lt} * A_s}{b} * \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 * b * d}{\alpha_{e,lt} * A_s}} \right)$$

$$x_{i,II,lt} = \frac{20,606 * 582 * 10^{-6}}{1} * \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 * 1 * 0,22}{20,606 * 582 * 10^{-6}}} \right)$$

$$x_{i,II,lt} = 0,061632 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu s trhlínami při dlouhodobém působení k jeho těžišti

$$I_{y,II,lt} = \frac{1}{3} * b * x_{i,II,lt}^3 + \alpha_{e,lt} * A_s * (d - x_{i,II,lt})^2$$

$$I_{y,II,lt} = \frac{1}{3} * 1 * 0,061632^3 + 20,606 * 582 * 10^{-6} * (0,22 - 0,061632)^2$$

$$I_{y,II,lt} = 3,7882 * 10^{-4} \text{ m}^4$$

Ohybová poddajnost průřezu bez trhlin při dlouhodobém působení

$$C_{II,lt} = \frac{1}{E_{c,eff} * I_{y,II,lt}} = \frac{1}{9706 * 10^3 * 3,7882 * 10^{-4}} = 2,7197 * 10^{-4} \text{ kN}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

Součinitel vyjadřující tahové zpevnění při dlouhodobém působení

$$\xi_{i,lt} = 1 - \beta * \left(\frac{M_{cr}}{M_{i,k}} \right)^2$$

Křivost dlouhodobá – kvazistálá kombinace

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,lt} = M_{gk} * [(1 - \xi_{g,lt}) * C_{I,lt} + \xi_{g,lt} * C_{II,lt}]$$

Součinitel vyjadřující tahové zpevnění

$$\xi_{g,lt} = 1 - \beta * \left(\frac{M_{cr}}{M_{gk}} \right)^2 = 1 - 1 * \left(\frac{33,775}{37,75} \right)^2 = 0,19182$$

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,lt} = 37,57 * [(1 - 0,19182) * 7,3311 * 10^{-5} + 0,19182 * 2,7197 * 10^{-4}]$$

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,lt} = 4,186 * 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

Křivost dlouhodobá – smršťování

Statický moment betonářské výztuže

$$S_{so} = A_s * d = 582 * 10^{-6} * 0,22 = 1,2804 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

Statický moment betonového průřezu bez trhlin

$$S_{co} = A_c * \frac{h}{2} = b * h * \frac{h}{2} = 1 * 0,25 * \frac{0,25}{2} = 0,03125 \text{ m}^3$$

Celkové poměrné smršťování

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

Poměrné smršťování vysycháním

$$\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) * k_h * \epsilon_{cd,0} = 0,994 * 0,85 * 0,668 * 10^{-3} = \mathbf{5,644 * 10^{-4}}$$

$$h_0 = 200 \text{ mm} \rightarrow k_h = 0,85$$

h_0	k_h
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥ 500	0,70

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0,04 * \sqrt{h_0^3}} = \frac{(18250 - 2)}{(18250 - 2) + 0,04 * \sqrt{200^3}} = 0,994$$

$t \rightarrow$ konec životnosti 50 let $\rightarrow t = 18250$ dní

$t_s \rightarrow$ začátek smršťování vysycháním

Základní poměrné přetvoření vysycháním

$$\epsilon_{cd,0} = 0,85 * \left[(220 + 110 * \alpha_{ds1}) \exp\left(-\alpha_{ds2} * \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}\right) \right] * 10^{-6} * \beta_{RH}$$

$$\beta_{RH} = 1,55 * \left[1 - \left(\frac{RH}{RH_0}\right)^3 \right] = 1,55 * \left[1 - \left(\frac{50}{100}\right)^3 \right] = 1,356$$

pro třídu cementu R $\rightarrow \alpha_{ds1} = 6$ a $\alpha_{ds2} = 0,11$

$$\epsilon_{cd,0} = 0,85 * \left[(220 + 110 * 6) \exp\left(0,11 * \frac{38}{10}\right) \right] * 10^{-6} * 1,356 = 0,668 * 10^{-3}$$

Poměrné autogenní smršťování

$$\epsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) * \epsilon_{ca}(\infty) = 1 * 50 * 10^{-6} = \mathbf{50 * 10^{-6}}$$

$$\epsilon_{ca}(\infty) = 2,5 * (f_{ck} - 10) * 10^{-6} = 2,5 * (30 - 10) * 10^{-6} = 50 * 10^{-6}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 * t^{0,5}) = 1 - \exp(-0,2 * 36500^{0,5}) = 1$$

Celkové poměrné smršťování

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca} = 5,644 * 10^{-4} + 50 * 10^{-6} = \mathbf{6,144 * 10^{-4}}$$

$$a_{gi} = \frac{S_{c0} + \alpha_{e,lt} * S_{s0}}{A_i} = \frac{0,03125 + 20,606 * 1,2804 * 10^{-4}}{0,262} = \mathbf{0,1293 \text{ m}}$$

$$A_i = A_c + \alpha_{e,lt} * A_s = (1 * 0,25) + (20,606 * 582 * 10^{-6}) = 0,262 \text{ m}^2$$

Křivost od smršťování na prvek bez trhlin

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{r}\right)_{\text{csi}} &= \varepsilon_{\text{cs}} * \alpha_{\text{e,lt}} * \frac{S_{\text{so}} - A_{\text{s}} * a_{\text{gi}}}{I_{\text{y,l,lt}}} \\ &= 6,144 * 10^{-4} * 20,606 * \frac{1,2804 * 10^{-4} - 582 * 10^{-6} * 0,1293}{1,40536 * 10^{-3}} \\ &= \mathbf{0,00047554 \text{ m}^{-1}} \end{aligned}$$

Mezní stav šířky trhlinyMinimální průřezová plocha betonářské výztuže

$$A_{\text{s,min}} = \frac{k_{\text{c}} * k + f_{\text{ct,eff}} * A_{\text{ct}}}{\sigma_{\text{s}}}$$

$$f_{\text{ct,eff}} = 0,5 * f_{\text{ctm}} = 0,5 * 2,9 = 1,45 \text{ MPa}$$

$$A_{\text{ct}} = 1 * 0,25 = 0,25 \text{ m}^2$$

$$k_{\text{c}} = 1$$

$$k = 1$$

$$A_{\text{s,min}} = \frac{k_{\text{c}} * k * f_{\text{ct,eff}} * A_{\text{ct}}}{\sigma_{\text{s}}}$$

$$2\,199 * 10^{-6} = \frac{1 * 1 * 1\,450 * 0,25}{\sigma_{\text{s}}}$$

$$\sigma_{\text{s}} = \frac{1 * 1 * 1\,450 * 0,25}{2\,199 * 10^{-6}}$$

$$\sigma_{\text{s}} = \mathbf{164,847 \text{ MPa}}$$

$$\varepsilon_{\text{sm}} - \varepsilon_{\text{cm}} \geq \frac{0,6 * \sigma_{\text{s}}}{E_{\text{s}}}$$

$$\varepsilon_{\text{sm}} - \varepsilon_{\text{cm}} = \frac{1}{E_{\text{s}}} * \left[\sigma_{\text{s}} - k_{\text{t}} * \frac{f_{\text{ct,eff}}}{\rho_{\text{p,eff}}} * (1 + \alpha_{\text{e}} * \rho_{\text{p,eff}}) \right]$$

$$\alpha_{\text{e}} = \frac{E_{\text{s}}}{E_{\text{cm}}} = \frac{200\,000}{33\,000} = 6,061$$

$$k_{\text{t}} = 0,6$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{ct,eff}} = \frac{2\,199 * 10^{-6}}{2 * b * h_{eff}} = \frac{2\,199 * 10^{-6}}{2 * 1 * 0,0397} = 0,02769$$

$$h_{eff} = \min\left\{2,5 * (h - d), \frac{h - x}{3}, \frac{h}{2}\right\} = \min\left\{2,5 * (0,25 - 0,22), \frac{0,25 - 0,13104}{3}, \frac{0,25}{2}\right\}$$

$$= \min\{0,075; 0,0397; 0,125\} = 0,0397 \text{ m}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{1}{200\,000} * \left[164,847 - 0,6 * \frac{1,45}{0,02769} * (1 + 6,061 * 0,02769)\right] = \mathbf{0,0006408}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} \geq \frac{0,6 * \sigma_s}{E_s}$$

$$0,0006408 \geq \frac{0,6 * 164,847}{200\,000}$$

$$\mathbf{0,0006408 \geq 0,0004945}$$

VYHOVUJE

Omezení šířky trhlin bez přímého výpočtu

Maximální vzdálenost trhlin $s_{r,max}$

$$s_{r,max} = k_3 * c + k_1 * k_2 * k_4 * \frac{\emptyset}{\rho_{p,eff}}$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$k_1 = 0,8$$

$$k_2 = 0,5$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$\emptyset = 14 \text{ mm}$$

$$s_{r,max} = 3,4 * 0,025 + 0,8 * 0,5 * 0,425 * \frac{0,014}{0,02769} = 0,17095 \text{ m} = \mathbf{170,95 \text{ mm}}$$

Šířka trhliny w_k

$$w_k = s_{r,max} * (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 170,95 * 0,0006408 = \mathbf{0,1095 \text{ mm} < 0,2 \text{ mm}}$$

Posouzení stěny na MSÚ $M_{yEd1} = 79,53 \text{ kNm}$

Kombinace zatížení MSÚ

$$f_d = \max\left(\begin{array}{l} 1,35 * (g_{0,k} + g_{0st,k}) + 1,5 * \psi_0 * q_k \\ 1,35 * 0,85 * (g_{0,k} + g_{0st,k}) + 1,5 * q_k \end{array}\right)$$

$$f_d = \max \left(\begin{array}{l} 1,35 * (6,25 + 114,30) + 1,5 * 0,7 * 0 \\ 1,35 * 0,85 * (6,25 + 114,30) + 1,5 * 0 \end{array} \right)$$

$$f_d = \max \left(\begin{array}{l} 162,7425 \\ 138,33113 \end{array} \right)$$

$$f_{d,max} = 162,7425 \text{ kN/m}$$

Vnitřní síly

$$M_{Ed} = 79,53 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 110,00 \text{ kN/m}$$

Návrh a posouzení ohybové výztuže**Návrh betonářské výztuže stěny**

$$\text{BETON C30/37} \quad f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$$

$$\text{OCEL B500} \quad f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$$

výztuž Ø 12

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$d = 250 - 25 - 10 - 12/2 = 209 \text{ mm}$$

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 209 = 0,1881 \text{ m}$$

Požadované množství výztužení

$$M_{Rd} = A_s * f_{yd} * z \geq M_{Ed}$$

$$A_s * 434,782 * 10^3 * 0,1881 \geq 79,53$$

$$A_{s,min} \geq 972,457 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Navržen } \text{Ø}12 \text{ po } 115 \text{ mm} \quad A_s = 983 * 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Minimální výztužení

$$A_s \geq \frac{0,26 * f_{ctm} * b_t * d}{f_{yk}}$$

$$983 * 10^{-6} \text{ m}^2 \geq \frac{0,26 * 2,9 * 1 * 0,209}{500}$$

$$\underline{\underline{983 * 10^{-6} \text{ m}^2 \geq 315,172 * 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

VYHOVUJE

Minimální procento vyztužení

$$\rho = \frac{A_s}{b_p * d} \geq \rho_{\min} = 0,0015$$

$$\frac{983 * 10^{-6}}{1 * 0,209} \geq 0,0015$$

$$\underline{\underline{0,004703 \geq 0,0015}}$$

VYHOVUJEMaximální procento vyztužení

$$\rho = \frac{A_s}{b_p * h} \leq 0,04$$

$$\frac{983 * 10^{-6}}{1 * 0,25} \leq 0,04$$

$$\underline{\underline{0,003932 \leq 0,04}}$$

VYHOVUJEPosouzení betonářské výztuže stěnyVýška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st} * f_{yd}}{0,8 * b * \alpha * f_{cd}} = \frac{983 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 0,85 * 20 * 10^3} = \underline{\underline{0,031426 \text{ m}}}$$

Velikost vnitřní síly

$$z = d - 0,4 * x = 0,209 - 0,4 * 0,031426 = \underline{\underline{0,1964 \text{ m}}}$$

Poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{0,031426}{0,209} = \underline{\underline{0,150364 \text{ m}}}$$

$$\xi_{\text{bal},1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = \frac{700}{700 + 434,782} = \underline{\underline{0,61686 \text{ m}}}$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal},1}$$

$$0,150364 \leq 0,61686$$

Momentová únosnost

$$M_{Rd} = A_{st} * f_{yd} * z = 983 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,1964 = \mathbf{83,939 \text{ kNm}}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$\mathbf{79,53 \text{ kNm} \leq 83,939 \text{ kNm}}$$

VYHOVUJEPosouzení smykové únosnosti stěny

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cm}$$

$$V_{Rd,cm} = c_{Rd,c} * k * (100 * \rho_1 * f_{ck})^{\frac{1}{3}} * b_p * d$$

$$c_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{209}} = 1,978 \leq 2,0$$

$$\text{stupeň vyztužení} \quad \rho_1 = 0,004703 \leq 0,02$$

smyková únosnost bez smykové výztuže

$$V_{Rd,cm} = 0,12 * 1,978 * (100 * 0,004703 * 30)^{\frac{1}{3}} * 1000 * 209 = 119\,872,408 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cm}$$

$$\mathbf{110,00 \text{ kN} \leq 119\,872,408 \text{ kN}}$$

VYHOVUJE → SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ,
SMYKOVÁ ÚNOSNOST STĚNY BEZ
SMYKOVÉ VÝZTUŽE JE DOSTAČUJÍCÍ

Posouzení stěny na MSP $M_{yEd1} = 63,51 \text{ kNm}$

$$M_{xEd1} = 37,57 \text{ kNm}$$

$$M_{yEd1} = 63,51 \text{ kNm}$$

$$V_x = 121,05 \text{ kN/m}$$

$$V_y = 81,48 \text{ kN/m}$$

Kombinace zatížení MSP

$$g_{0,k} = 6,25 \text{ kN/m}$$

$$g_{0st,k} = 114,30 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 0 \text{ kN/m}$$

Vnitřní síly

$$M_{Ed} = 63,51 \text{ kNm}$$

$$M_k = M_{fk} = M_{gk} = M_{Ed} = 63,51 \text{ kNm}$$

Ověření vymežující ohybové štíhlosti

$$\lambda = \frac{l}{d} \leq \lambda_d$$

$$\lambda = \frac{5375}{209} = 25,718$$

$$\lambda_d = \kappa_{c1} * \kappa_{c2} * \kappa_{c3} * \lambda_{tab}$$

$$\kappa_{c1} = 1$$

$$\kappa_{c2} = 1$$

$$\kappa_{c3} = \frac{500}{f_{yk}} * \frac{A_s}{A_{s,min}} = \frac{500}{500} * \frac{983 * 10^{-6}}{972,457 * 10^{-6}} = 1,011$$

$$\lambda_d = 1 * 1 * 1,011 * 17,6 = 17,794$$

25,718 ≤ 17,794 **NEVYHOVUJE** → NUTNÉ POSOUDIT NA PRŮHYB

Mezní stav přetvoření

Požadavky na průhyb:

- Kvazistálá kombinace $f_{g,lim} = \frac{l}{250} = \frac{5375}{250} = 21,5 \text{ mm}$
- Častá kombinace $f_{f,lim} = \frac{l}{200} = \frac{5375}{200} = 26,875 \text{ mm}$

Působení pryku při krátkodobém zatíženíEfektivní modul pružnosti betonu

$$E_{c,eff,st} = \frac{E_{cm}}{1 + 0} = \frac{33000}{1} = \mathbf{33000 \text{ MPa}}$$

Poměr modulů pružnosti výztuže a betonu krátkodobý

$$\alpha_{e,st} = \frac{E_s}{E_{c,eff,st}} = \frac{200000}{33000} = \mathbf{6,061 \text{ MPa}}$$

Výpočet ideálního průřezu bez trhlin – krátkodobé působeníSoučtová podmínka rovnováhy

$$F_{cc} = F_s + F_{ct}$$

Výška tlačené oblasti

$$\frac{1}{2} * b * x_i * \sigma_{cc} = \frac{1}{2} * b * (h - x_i) * \sigma_{ct} + A_s * \sigma_s$$

$$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} * \frac{x_i}{h - x_i}$$

$$\sigma_s = \sigma_c * \alpha_e \frac{d - x_i}{h - x_i}$$

$$\frac{1}{2} * b * x_{i,l,st}^2 = \frac{1}{2} * b * (h - x_{i,l,st})^2 + \alpha_{e,st} * A_s * (d - x_{i,l,st})$$

$$\frac{1}{2} * 1 * x_{i,l,st}^2 = \frac{1}{2} * 1 * (0,25 - x_{i,l,st})^2 + 6,061 * 983 * 10^{-6} * (0,209 - x_{i,l,st})$$

$$0,5 * x_{i,l,st}^2 = 0,5 * (0,0625 - 0,5 * x_{i,l,st} + x_{i,l,st}^2) + 0,005958 * (0,209 - x_{i,l,st})$$

$$0,5 * x_{i,l,st}^2 = 0,03125 - 0,25 * x_{i,l,st} + 0,5 * x_{i,l,st}^2 + 0,0012452 - 0,005958 * x_{i,l,st}$$

$$0,5 * x_{i,l,st}^2 = 0,03125 - 0,25 * x_{i,l,st} + 0,5 * x_{i,l,st}^2 + 0,0012452 - 0,005958 * x_{i,l,st}$$

$$0,255958 * x_{i,l,st} = 0,032495$$

$$x_{i,l,st} = \mathbf{0,12695 \text{ m}}$$

$$a_{i,l,st} = x_{i,l,st} - \frac{h}{2} = 0,12695 - \frac{0,25}{2} = \mathbf{0,00195 \text{ m}}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu bez trhlin při krátkodobém působení k jeho těžišti

$$I_{y,l,st} = \frac{1}{12} * b * h^3 + b * h * a_{i,l,st}^2 + \alpha_e * A_s * (d - x_{i,l,st})^2$$

$$I_{y,l,st} = \frac{1}{12} * 1 * 0,25^3 + 1 * 0,25 * 0,00195^2 + 6,061 * 983 * 10^{-6} * (0,209 - 0,12695)^2$$

$$I_{y,I,st} = 1,343 * 10^{-3} \text{ m}^4$$

Ohybová poddajnost průřezu bez trhlin při krátkodobém působení

$$C_{I,st} = \frac{1}{E_{c,eff} * I_{y,I,st}} = \frac{1}{33000 * 10^3 * 1,343 * 10^{-3}} = 2,2563 * 10^{-5} \text{ kN}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

Ohybová moment na mezi vzniku trhlin M_{cr}

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq f_{ctm}$$

$$M_{cr,st} = f_{ctm} * \frac{I_{y,I,st}}{h - x_{i,I,st}} = 2900 * \frac{1,343 * 10^{-3}}{0,25 - 0,12695} = 31,651 \text{ kNm}$$

$$M_{fk} \leq M_{cr}$$

63,51 kNm < 31,651 kNm **NEVYHOVUJE** → BUDOU VZNIKAT TRHLINY

Výpočet ideálního průřezu s uvažováním trhlin – krátkodobé působení

Výška tlačené oblasti

$$x_{i,II,st} = \frac{\alpha_{e,st} * A_s}{b} * \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 * b * d}{\alpha_{e,st} * A_s}} \right)$$

$$x_{i,II,st} = \frac{6,061 * 983 * 10^{-6}}{1} * \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 * 1 * 0,209}{6,061 * 983 * 10^{-6}}} \right)$$

$$x_{i,II,st} = 0,0443 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu s trhlínami při krátkodobém působení k jeho těžišti

$$I_{y,II,st} = \frac{1}{3} * b * x_{i,II,st}^3 + \alpha_{e,st} * A_s * (d - x_{i,II,st})^2$$

$$I_{y,II,st} = \frac{1}{3} * 1 * 0,0443^3 + 6,061 * 983 * 10^{-6} * (0,209 - 0,0443)^2$$

$$I_{y,II,st} = 1,906 * 10^{-4} \text{ m}^4$$

Ohybová poddajnost průřezu bez trhlin při krátkodobém působení

$$C_{II,st} = \frac{1}{E_{c,eff} * I_{y,II,st}} = \frac{1}{33000 * 10^3 * 1,906 * 10^{-4}} = 1,5899 * 10^{-4} \text{ kN}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

Součinitel vyjadřující tahové zpevnění při krátkodobém působení

$$\xi_{i,st} = 1 - \beta * \left(\frac{M_{cr}}{M_{i,k}} \right)^2$$

Křivost krátkodobá – kvazistálá kombinace

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,st} = M_{gk} * [(1 - \xi_{g,st}) * C_{I,st} + \xi_{g,st} * C_{II,st}]$$

Součinitel vyjadřující tahové zpevnění

$$\xi_{g,st} = 1 - \beta * \left(\frac{M_{cr}}{M_{gk}} \right)^2 = 1 - 1 * \left(\frac{31,651}{63,51} \right)^2 = 0,7516$$

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,st} = 63,51 * [(1 - 0,7516) * 2,2563 * 10^{-5} + 0,7516 * 1,5899 * 10^{-4}]$$

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,st} = 7,9452 * 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

Křivost krátkodobá – častá kombinace

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{f,st} = M_{fk} * [(1 - \xi_{f,st}) * C_{I,st} + \xi_{f,st} * C_{II,st}]$$

Součinitel vyjadřující tahové zpevnění

$$\xi_{g,st} = 1 - \beta * \left(\frac{M_{cr}}{M_{fk}} \right)^2 = 1 - 1 * \left(\frac{31,651}{63,51} \right)^2 = 0,7516$$

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{f,st} = 63,51 * [(1 - 0,7516) * 2,2563 * 10^{-5} + 0,7516 * 1,5899 * 10^{-4}]$$

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{f,st} = 7,9452 * 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

Krátkodobý přírůstek křivosti

- v tomto případě častá kombinace není použita, proto se výsledek rovná pouze kvazistálé kombinaci.

$$\left(\frac{1}{r_m}\right)_{st,1} = 1,271 * 10^{-2} \text{ m}^{-1}$$

Průhyb

$$u_{st} = u_{el} * E_{cm} * I_{el} * C_{st}$$

$$u_{st} = u_{el} * \frac{1}{12} * b * h^3 * E_{cm} * C_{st}$$

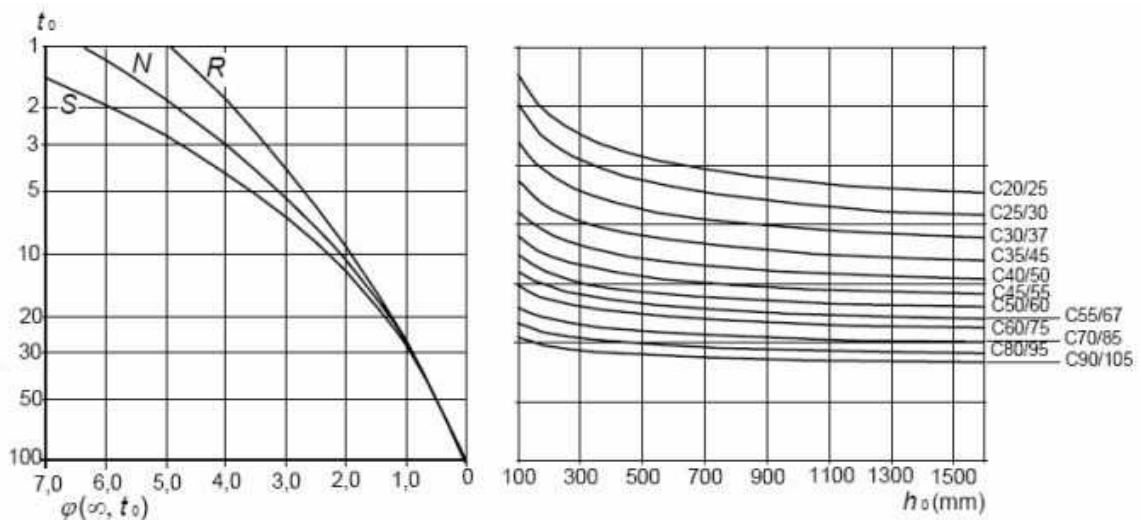
$$u_{st} = 0,0017 * \frac{1}{12} * 1 * 0,25^3 * 33000 * 10^3 * 1,5899 * 10^{-4}$$

$$u_{st} = 0,01161 \text{ m}$$

$$u_{st} = 11,61 \text{ mm}$$

Působení prvku při dlouhodobém zatíženíJmenovitý rozměr

$$h_0 = \frac{2 * A_c}{u} = \frac{2 * 1000 * 250}{2 * (1000 + 250)} = 200 \text{ mm}$$

Součinitel dotvarování

$$\phi = 2,2$$

Efektivní modul pružnosti betonu

$$E_{c,eff,lt} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi} = \frac{33000}{1 + 2,2} = 10\,312,5 \text{ MPa}$$

Poměr modulů pružnosti výztuže a betonu krátkodobý

$$\alpha_{e,lt} = \frac{E_s}{E_{c,eff,lt}} = \frac{200000}{10\,312,5} = \mathbf{19,394\ MPa}$$

Výpočet ideálního průřezu bez trhlin – krátkodobé působeníSoučtová podmínka rovnováhy

$$F_{cc} - F_{s1} - F_{ct} = 0$$

Výška tlačené oblasti

$$\frac{1}{2} * b * x_{i,l,t}^2 = \frac{1}{2} * b * (h - x_{i,l,t})^2 + \alpha_{e,lt} * A_s * (d - x_{i,l,t})$$

$$\frac{1}{2} * 1 * x_{i,l,t}^2 = \frac{1}{2} * 1 * (0,25 - x_{i,l,t})^2 + 19,394 * 983 * 10^{-6} * (0,209 - x_{i,l,t})$$

$$0,5 * x_{i,l,t}^2 = 0,5 * (0,0625 - 0,5 * x_{i,l,t} + x_{i,l,t}^2) + 0,0190643 * (0,209 - x_{i,l,t})$$

$$0,5 * x_{i,l,t}^2 = 0,03125 - 0,25 * x_{i,l,t} + 0,5 * x_{i,l,t}^2 + 0,00398444 - 0,0190643 * x_{i,l,t}$$

$$0,5 * x_{i,l,t}^2 = 0,03125 - 0,25 * x_{i,l,t} + 0,5 * x_{i,l,t}^2 + 0,00398444 - 0,0190643 * x_{i,l,t}$$

$$0,2690643 * x_{i,l,t} = 0,03523444$$

$$\mathbf{x_{i,l,t} = 0,13095\ m}$$

$$\mathbf{a_{i,l,t} = x_{i,l,t} - \frac{h}{2} = 0,13095 - \frac{0,25}{2} = 0,00595\ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu bez trhlin při krátkodobém působení k jeho těžišti

$$I_{y,l,t} = \frac{1}{12} * b * h^3 + b * h * a_{i,l,t}^2 + \alpha_{e,lt} * A_s * (d - x_{i,l,t})^2$$

$$I_{y,l,t} = \frac{1}{12} * 1 * 0,25^3 + 1 * 0,25 * 0,00595^2 + 19,394 * 983 * 10^{-6} * (0,209 - 0,13095)^2$$

$$\mathbf{I_{y,l,t} = 1,4271 * 10^{-3}\ m^4}$$

Ohybová poddajnost průřezu bez trhlin při krátkodobém působení

$$C_{I,lt} = \frac{1}{E_{c,eff} * I_{y,I,lt}} = \frac{1}{10\,312,5 * 10^3 * 1,4271 * 10^{-3}} = 6,7948 * 10^{-5} \text{ kN}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

Ohybová moment na mezi vzniku trhlin M_{cr}

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq f_{ctm}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} * W$$

$$M_{cr,lt} = f_{ctm} * \frac{I_{y,I,lt}}{h - x_{i,I,lt}} = 2900 * \frac{1,4271 * 10^{-3}}{0,25 - 0,13095} = 34,7635 \text{ kNm}$$

$$M_{fk} \leq M_{cr}$$

663,51 kNm ≤ 34,7635 kNm **NEVYHOVUJE** → BUDOU VZNIKAT TRHLINY

Výpočet ideálního průřezu s uvážením trhlin – dlouhodobé působeníVýška tlačené oblasti

$$x_{i,II,lt} = \frac{\alpha_{e,lt} * A_s}{b} * \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 * b * d}{\alpha_{e,lt} * A_s}} \right)$$

$$x_{i,II,lt} = \frac{19,394 * 983 * 10^{-6}}{1} * \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 * 1 * 0,209}{19,394 * 983 * 10^{-6}}} \right)$$

$$x_{i,II,lt} = 0,07223 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu s trhlínami při dlouhodobém působení k jeho těžišti

$$I_{y,II,lt} = \frac{1}{3} * b * x_{i,II,lt}^3 + \alpha_{e,lt} * A_s * (d - x_{i,II,lt})^2$$

$$I_{y,II,lt} = \frac{1}{3} * 1 * 0,07223^3 + 19,394 * 983 * 10^{-6} * (0,209 - 0,07223)^2$$

$$I_{y,II,lt} = 4,8223 * 10^{-4} \text{ m}^4$$

Ohybová poddajnost průřezu bez trhlin při dlouhodobém působení

$$C_{II,lt} = \frac{1}{E_{c,eff} * I_{y,II,lt}} = \frac{1}{10\,312,5 * 10^3 * 4,8223 * 10^{-4}} = 2,0109 * 10^{-4} \text{ kN}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

Součinitel vyjadřující tahové zpevnění při dlouhodobém působení

$$\xi_{i,lt} = 1 - \beta * \left(\frac{M_{cr}}{M_{i,k}} \right)^2$$

Křivost dlouhodobá – kvazistálá kombinace

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,lt} = M_{gk} * [(1 - \xi_{g,lt}) * C_{I,lt} + \xi_{g,lt} * C_{II,lt}]$$

Součinitel vyjadřující tahové zpevnění

$$\xi_{g,lt} = 1 - \beta * \left(\frac{M_{cr}}{M_{gk}} \right)^2 = 1 - 1 * \left(\frac{34,7635}{63,51} \right)^2 = 0,70039$$

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,lt} = 63,51 * [(1 - 0,70039) * 6,7948 * 10^{-5} + 0,70039 * 2,0109 * 10^{-4}]$$

$$\left(\frac{1}{r_m} \right)_{g,lt} = 1,02378 * 10^{-2} \text{ m}^{-1}$$

Průhyb

$$u_{lt} = u_{el} * E_{cm} * I_{el} * C_{lt}$$

$$u_{lt} = u_{el} * \frac{1}{12} * b * h^3 * E_{cm} * C_{lt}$$

$$u_{lt} = 0,0017 * \frac{1}{12} * 1 * 0,25^3 * 33000 * 10^3 * 2,0109 * 10^{-4}$$

$$u_{lt} = 0,01469 \text{ m}$$

$$u_{lt} = 14,69 \text{ mm}$$

d) Navržení a posouzení stěnových nosníků

a. Návrh a posouzení výztuže stěnového nosníku S1

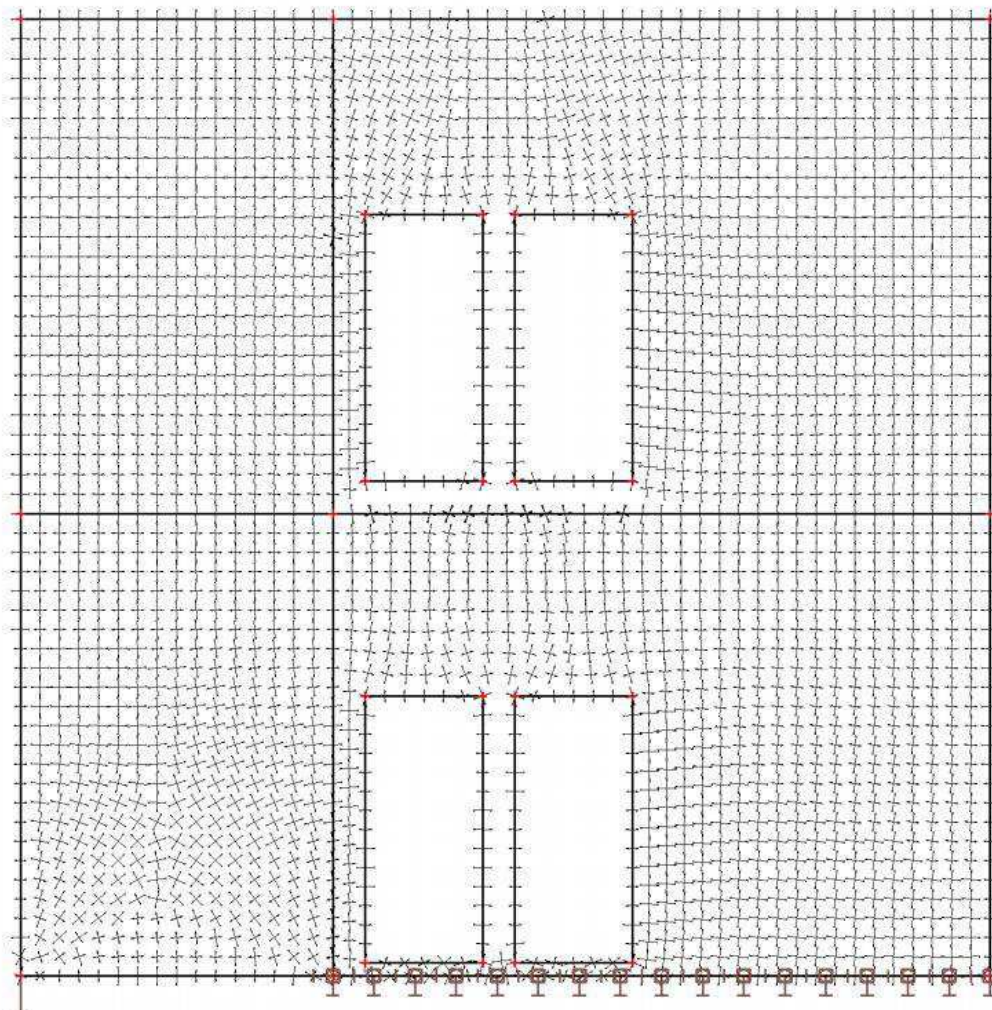
Stěnový nosník byl navržen přes dvě podlaží místo železobetonové stěny v obou patrech. Stěnový nosník je uložen na stěně a na sloupu. Nosník je zatížen svislou tíhou od stěn z vyšších pater, dále stropními deskami a vlastní tíhou. Pro stěnový nosník byl vytvořen model náhradní příhradové analogie. Na síly tahové i tlakové byla navržena odpovídající prutová výztuž. U výztuže je zajištěno dostatečné zakotvení.

Na stěnový nosník je použita výztužná ocel třídy B500A, krytí je 30 mm a třída betonu je C30/37.

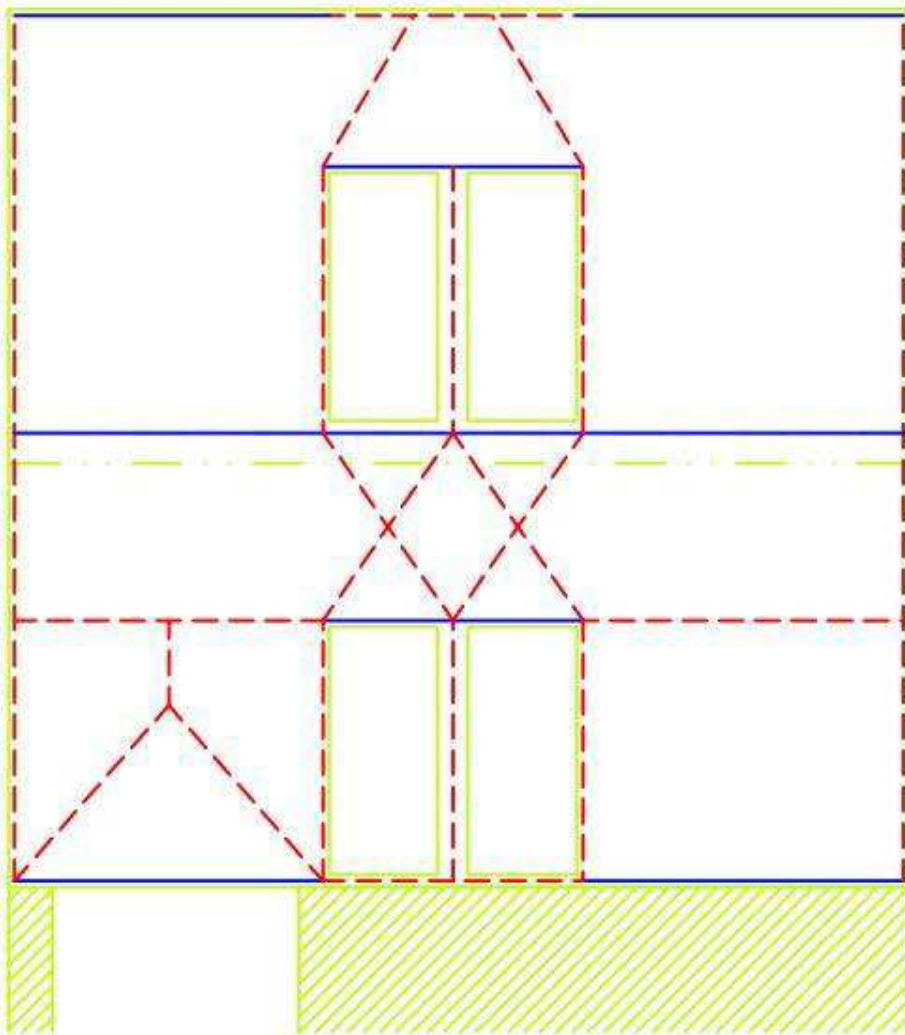
Minimální průřezová plocha výztuže je $A_{s,bdmin} = 0,001 \cdot A_c$, ale minimum výztuže je $150 \text{ mm}^2/\text{m}$ v každém směru.

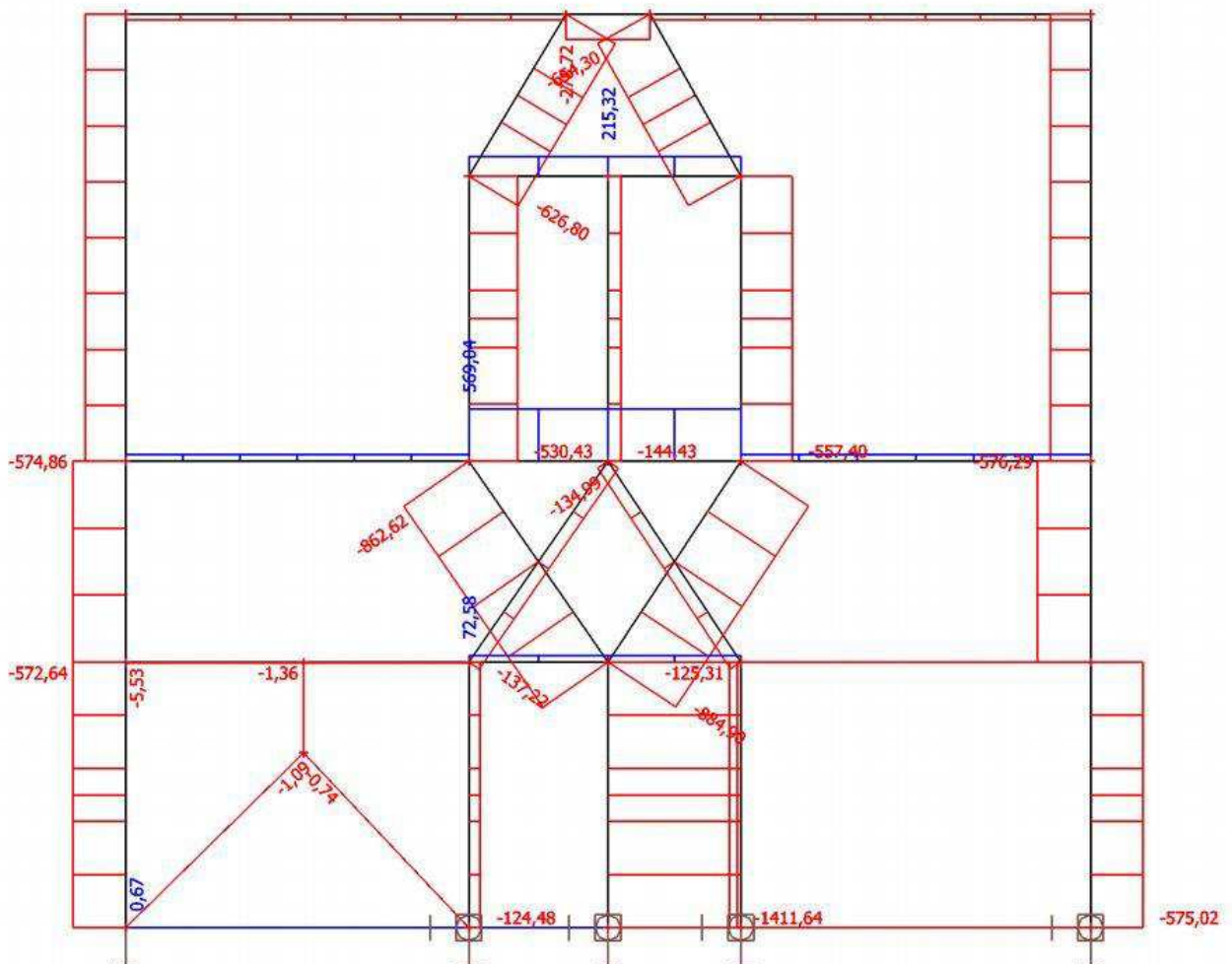
Osová vzdálenost svislé i vodorovné výztuže nesmí překročit dvojnásobek tloušťky stěnového nosníku. Maximálně vzdálenost je však 300 mm.

Průběh trajektorie tahů a tlaků



Model náhradní příhradové analogie stěnového nosníku



Velikosti tahů a tlaků na návrh výztužeNavržení výztuže na únosnost prutu

síla -574,86 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 574,86 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$574,86 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{574,86}{434,782 * 10^3} = 1\,322,179 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{navrženy } 7\varnothing 16 \quad A_{st} = 1\,407 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -572,64 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 572,64 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$572,64 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{572,64}{434,782 * 10^3} = 1\,317,096 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 7\text{Ø}16 \quad A_{st} = 1\,407 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -5,53 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 5,53 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$5,53 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{5,53}{434,782 * 10^3} = 12,857 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 2\text{Ø}4 \quad A_{st} = 25 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -1,36 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 1,36 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$1,36 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{1,36}{434,782 * 10^3} = 3,082 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 2\text{Ø}4 \quad A_{st} = 25 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -1,09 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 1,09 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$1,09 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{1,09}{434,782 * 10^3} = 2,668 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\text{z}eny } 2\text{Ø}4 \quad A_{st} = 25 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -0,74 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 0,74 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$0,74 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{0,74}{434,782 * 10^3} = 1,633 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\text{z}eny } 2\text{Ø}4 \quad A_{st} = 25 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 0,67 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 0,67 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$0,67 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{0,67}{434,782 * 10^3} = 1,541 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\text{z}eny } 2\text{Ø}10 \quad A_{st} = 157 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -124,48 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 124,48 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$124,48 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{124,48}{434,782 * 10^3} = 286,327 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 4\text{Ø}10 \quad A_{st} = 314 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -1 411,64 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 1\,411,64 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$1\,411,64 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{1\,411,64}{434,782 * 10^3} = 3\,246,776 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 7\text{Ø}25 \quad A_{st} = 3\,436 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -575,02 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 575,02 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$575,02 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{575,02}{434,782 * 10^3} = 1\,322,547 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 7\text{Ø}16 \quad A_{st} = 1\,407 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -137,22 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 137,22 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$137,22 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{137,22}{434,782 * 10^3} = 313,629 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 4\text{Ø}10 \quad A_{st} = 314 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -884,90 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 884,90 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$884,90 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{884,90}{434,782 * 10^3} = 2\,035,272 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\textsc{z}eny } 8\text{\O}18 \quad A_{st} = 2\,036 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -125,31 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 125,31 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$125,31 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{125,31}{434,782 * 10^3} = 288,19 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\textsc{z}eny } 4\text{\O}10 \quad A_{st} = 314 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -72,58 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 72,58 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$72,58 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{72,58}{434,782 * 10^3} = 166,911 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\textsc{z}eny } 4\text{\O}8 \quad A_{st} = 201 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -862,62 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 862,62 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$862,62 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{862,62}{434,782 * 10^3} = 1\,984 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\u017eeny } 8\text{\O}18 \quad A_{st} = 2\,036 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

s\u00edla -134,99 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 134,99 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$134,99 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{134,99}{434,782 * 10^3} = 310,454 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\u017eeny } 4\text{\O}10 \quad A_{st} = 314 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

s\u00edla -530,43 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 530,43 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$530,43 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{530,43}{434,782 * 10^3} = 1\,219,99 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\u017eeny } 7\text{\O}16 \quad A_{st} = 1\,407 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

s\u00edla -144,43 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 144,43 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$144,43 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{144,43}{434,782 * 10^3} = 332,189 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\text{z}eny } 4\text{\O}12 \quad A_{st} = 452 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -557,40 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 557,40 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$557,40 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{557,40}{434,782 * 10^3} = 1\,282,021 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\text{z}eny } 7\text{\O}16 \quad A_{st} = 1\,407 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -576,29 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 576,29 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$576,29 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{576,29}{434,782 * 10^3} = 1\,325,468 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\text{z}eny } 7\text{\O}16 \quad A_{st} = 1\,407 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -569,04 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 569,04 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$569,04 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{569,04}{434,782 * 10^3} = 1\,308,793 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\text{z}eny } 7\text{\O}16 \quad A_{st} = 1\,407 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -626,80 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 626,80 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$626,80 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{626,80}{434,782 * 10^3} = 1\,441,642 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\text{z}eny } 6\text{Ø}18 \quad A_{st} = 1\,527 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 215,32 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 215,32 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$215,32 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{215,32}{434,782 * 10^3} = 495,236 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\text{z}eny } 5\text{Ø}12 \quad A_{st} = 565 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -654,30 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 654,30 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$654,30 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{654,30}{434,782 * 10^3} = 1\,504,892 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\text{z}eny } 7\text{Ø}18 \quad A_{st} = 1\,527 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -278,72 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 278,72 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$278,72 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{278,72}{434,782 * 10^3} = 641,056 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 4\varnothing 16 \quad A_{st} = 804 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

Minimální vyztužení plochy stěnového nosníku

$$A_{s,bdmin} = 0,001 * A_c$$

$$A_{s,bdmin} = 0,001 * 1 * 0,25$$

$$A_{s,bdmin} = 0,00025 \text{ m}^2 = 250 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = 150 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 250 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Vzdálenost prutů = 2 * tloušťka stěnového nosníku

Vzdálenost prutů = 2 * 250

Vzdálenost prutů = 500 mm

Maximální vzdálenost prutů = 300 mm

Navrhuji $\varnothing 10$ po 250 mm. Toto vyztužení bude provedeno při obou površích stěnového nosníku. Všechny ostatní tažené a tlačené oblasti budou vyztuženy podle výpočtu na tah a tlak.

Výpočet únosnosti styčnicku

Uzel 1 C-C-T

$$\sigma_{SdR1} = \frac{573,33 * 10^6}{500 * 500} = 2,293 \text{ MPa}$$

uzel typu C – C – T $\rightarrow k_2 = 0,85$

$$\sigma_{Rd,max} = k_2 * v * f_{cd}$$

$$v = 1 - \frac{f_{ck}}{250} = 1 - \frac{30}{250} = 0,88$$

$$\sigma_{Rd,max} = 0,85 * 0,88 * 20 = 14,96$$

$$\sigma_{Rd,max} > \sigma_{SdR1}$$

$$14,96 \text{ MPa} > 2,293 \text{ MPa} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

výslednice tlakových sil $\rightarrow 573,198 \text{ kN}$

Šířka tlačené diagonály

$$w_c = w_t * \cos \alpha + l_r * \sin \alpha$$

$$w_c = 60 * \cos 89,92 + 500 * \sin 89,92$$

$$w_c = 501 \text{ mm}$$

$$\sigma_{Sd1c} = \frac{573,198 * 10^3}{500 * 501} = 2,288 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Rd,max} > \sigma_{Sd1c}$$

$$14,96 \text{ MPa} > 2,288 \text{ MPa} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$\sigma_{Sd12} = \frac{0,67 * 10^3}{60 * 500} = 0,0223 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Rd,max} > \sigma_{Sd12}$$

$$14,96 \text{ MPa} > 0,0223 \text{ MPa} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Základní kotevní délka

$$\sigma_{Sd} = \frac{A_{s,req}}{A_{st}} * \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{1,541}{157} * \frac{500}{1,15} = 4,268 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} * \frac{\sigma_{Sd}}{f_{bd}} = \frac{4}{4} * \frac{4,268}{3} = 1,423 \text{ mm}$$

$$f_{bd} = 2,25 * \eta_1 * \eta_2 * f_{ctd;0,05} = 2,25 * 1 * 1 * \frac{2,0}{1,5} = 3,0 \text{ MPa}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = 1,423 \text{ mm}$$

Uzel 2 C-C-T-T

$$\sigma_{SdR1} = \frac{125,15 * 10^6}{500 * 500} = 1,0012 \text{ MPa}$$

$$\text{uzel typu C - C - T} \rightarrow k_2 = 0,85$$

$$\sigma_{Rd,max} = k_2 * v * f_{cd}$$

$$v = 1 - \frac{f_{ck}}{250} = 1 - \frac{30}{250} = 0,88$$

$$\sigma_{Rd,max} = 0,85 * 0,88 * 20 = 14,96$$

$$\sigma_{Rd,max} > \sigma_{SdR1}$$

$$14,96 \text{ MPa} > 1,0012 \text{ MPa} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

výslednice tlakových sil $\rightarrow 125,306 \text{ kN}$

Šířka tlačené diagonály

$$w_c = w_t * \cos \alpha + l_r * \sin \alpha$$

$$w_c = 60 * \cos 89,67 + 500 * \sin 89,67$$

$$w_c = 501 \text{ mm}$$

$$\sigma_{Sd2c} = \frac{125,306 * 10^3}{500 * 501} = 0,500 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Rd,max} > \sigma_{Sd2c}$$

$$14,96 \text{ MPa} > 0,500 \text{ MPa} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$\sigma_{Sd12} = \frac{0,67 * 10^3}{60 * 500} = 0,0223 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Rd,max} > \sigma_{Sd21}$$

$$14,96 \text{ MPa} > 0,0223 \text{ MPa} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Základní kotevní délka

$$\sigma_{Sd} = \frac{A_{s,req}}{A_{st}} * \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{1,541}{157} * \frac{500}{1,15} = 4,268 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} * \frac{\sigma_{Sd}}{f_{bd}} = \frac{4}{4} * \frac{4,268}{3} = 1,423 \text{ mm}$$

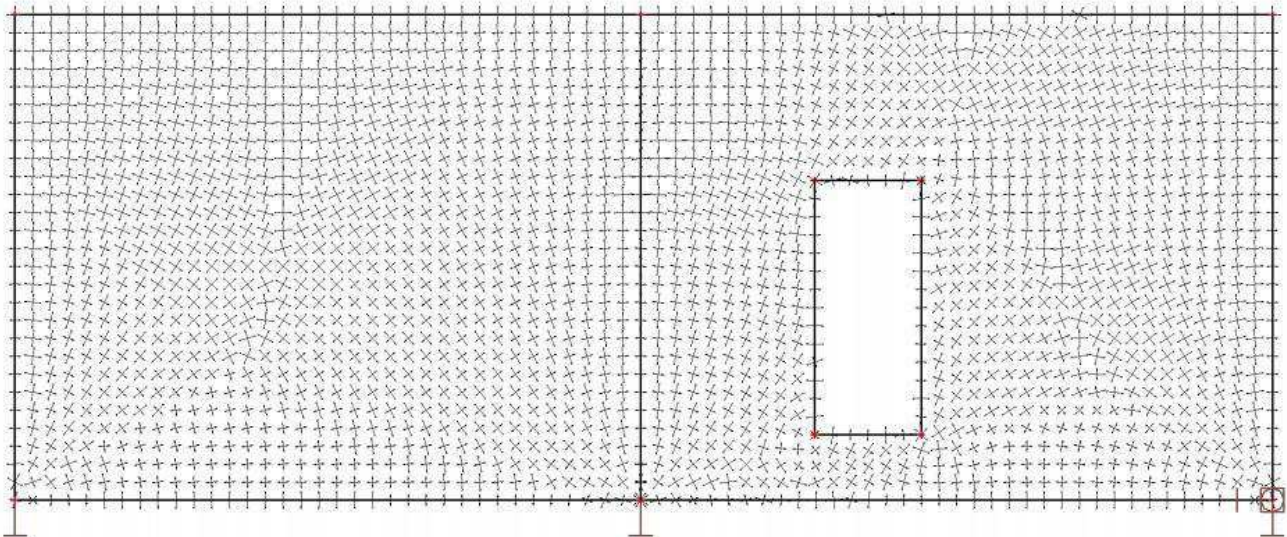
$$f_{bd} = 2,25 * \eta_1 * \eta_2 * f_{ctd;0,05} = 2,25 * 1 * 1 * \frac{2,0}{1,5} = 3,0 \text{ MPa}$$

Návrhová kotevní délka

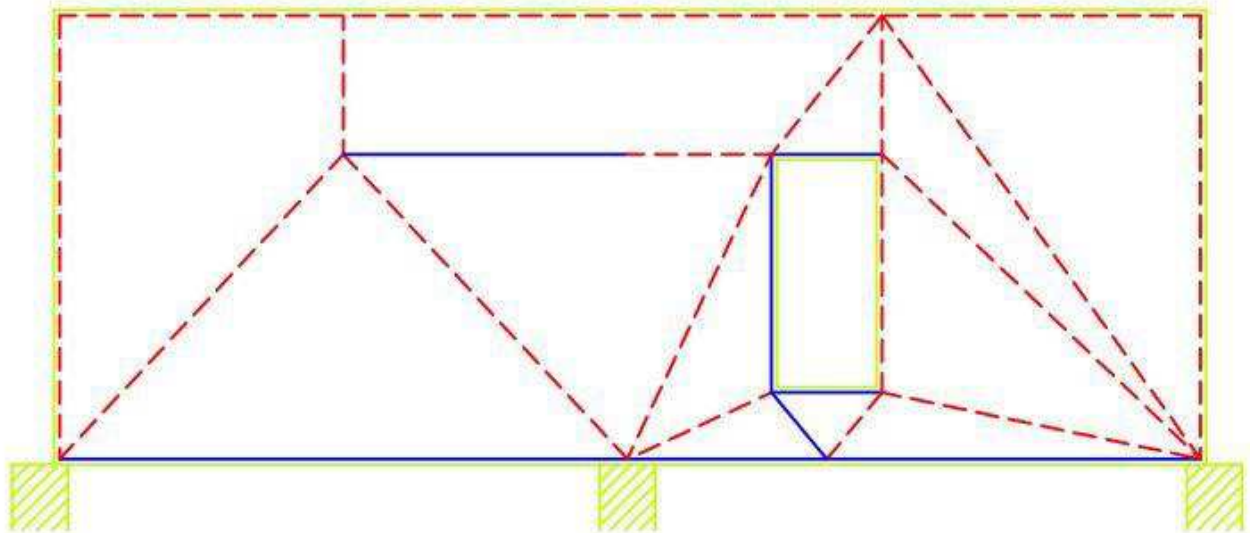
$$l_{bd} = 1,423 \text{ mm}$$

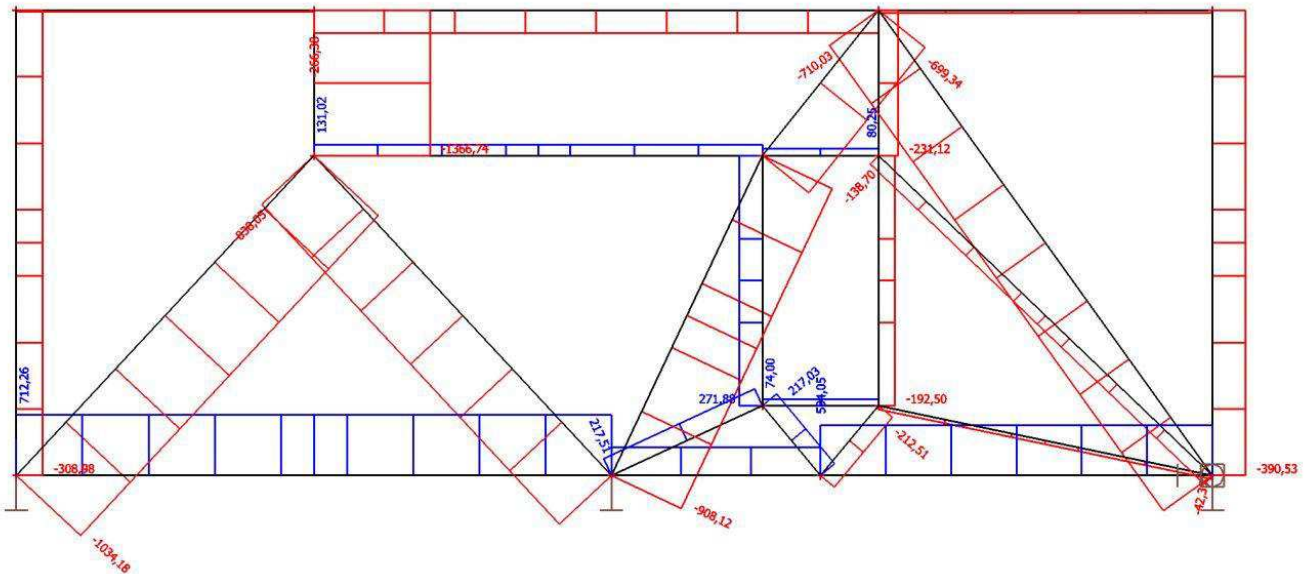
b. Návrh a posouzení výztuže stěnového nosníku S2

Průběh trajektorie tahů a tlaků



Model náhradní příhradové analogie stěnového nosníku



Velikosti tahů a tlaků na navržení výztužeNavržení výztuže na únosnost prutu**síla -308,98 kN**

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 308,98 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$308,98 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{308,98}{434,782 * 10^3} = 710,654 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 5\text{Ø}14 \quad A_{st} = 770 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -1 034,18 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 1\,034,18 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$1\,034,18 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{1\,034,18}{434,782 * 10^3} = 2\,378,617 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 5\text{Ø}25 \quad A_{st} = 2\,454 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -838,05 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 838,05 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$838,05 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{838,05}{434,782 * 10^3} = 1\,927,517 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\textsc{z}eny } 8\text{\O}18 \quad A_{st} = 2\,036 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -15,64 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 15,64 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$15,64 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{15,64}{434,782 * 10^3} = 35,972 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\textsc{z}eny } 3\text{\O}6 \quad A_{st} = 85 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -1 366,74 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 1\,366,74 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$1\,366,74 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{1\,366,74}{434,782 * 10^3} = 3\,141,873 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navr\textsc{z}eny } 7\text{\O}25 \quad A_{st} = 3\,436 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -266,38 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 266,38 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$266,38 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{266,38}{434,782 * 10^3} = 612,674 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 5\text{Ø}14 \quad A_{st} = 770 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -699,34 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 699,34 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$699,34 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{699,34}{434,782 * 10^3} = 1\,607,484 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 8\text{Ø}16 \quad A_{st} = 1\,608 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -138,70 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 138,70 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$138,70 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{138,70}{434,782 * 10^3} = 319,01 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 3\text{Ø}12 \quad A_{st} = 339 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -212,51 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 212,51 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$212,51 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{212,51}{434,782 * 10^3} = 488,773 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 5\text{Ø}12 \quad A_{st} = 565 * 10^6 \text{ m}^2$$

síla -231,12 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 231,12 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$231,12 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{231,12}{434,782 * 10^3} = 531,576 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 5\text{Ø}12 \quad A_{st} = 565 * 10^6 \text{ m}^2$$

síla 74,00 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 74,00 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$74,00 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{74,00}{434,782 * 10^3} = 170,2 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 4\text{Ø}8 \quad A_{st} = 201 * 10^6 \text{ m}^2$$

síla -192,50 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 192,50 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$192,50 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{192,50}{434,782 * 10^3} = 442,75 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 4\text{Ø}12 \quad A_{st} = 452 * 10^6 \text{ m}^2$$

síla 131,02 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 131,02 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$131,02 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{131,02}{434,782 * 10^3} = 301,346 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 3\emptyset 12 \quad A_{st} = 339 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 80,25 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 80,25 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$80,25 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{80,25}{434,782 * 10^3} = 184,575 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 4\emptyset 8 \quad A_{st} = 201 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -42,36 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 42,36 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$42,36 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{42,36}{434,782 * 10^3} = 97,428 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 8\emptyset 8 \quad A_{st} = 101 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -710,03 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 710,03 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$710,03 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{710,03}{434,782 * 10^3} = 1\,633,071 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 7\text{Ø}18 \quad A_{st} = 1\,781 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -390,53 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 390,53 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$390,53 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{390,53}{434,782 * 10^3} = 897,461 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 6\text{Ø}14 \quad A_{st} = 924 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -20,83 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 20,83 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$20,83 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{20,83}{434,782 * 10^3} = 47,909 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 3\text{Ø}6 \quad A_{st} = 85 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 271,88 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 271,88 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$271,88 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{271,88}{434,782 * 10^3} = 625,324 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 5\text{Ø}14 \quad A_{st} = 770 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -908,12 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 908,12 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$908,12 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{908,12}{434,782 * 10^3} = 2 \text{ 088,678} * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 7\text{Ø}20 \quad A_{st} = 2 \text{ 199} * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 594,05 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 594,05 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$594,05 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{594,05}{434,782 * 10^3} = 1 \text{ 366,316} * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 6\text{Ø}18 \quad A_{st} = 1 \text{ 527} * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 330,52 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 330,52 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$330,52 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{330,52}{434,782 * 10^3} = 760,197 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 5\text{Ø}14 \quad A_{st} = 770 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 712,26 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 712,26 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$712,26 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{712,26}{434,782 * 10^3} = 1\,638,2 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 7\text{Ø}18 \quad A_{st} = 1\,781 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 217,51 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 217,51 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$217,51 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{217,51}{434,782 * 10^3} = 500,273 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 5\text{Ø}12 \quad A_{st} = 565 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 217,03 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 217,03 \text{ kN}$$

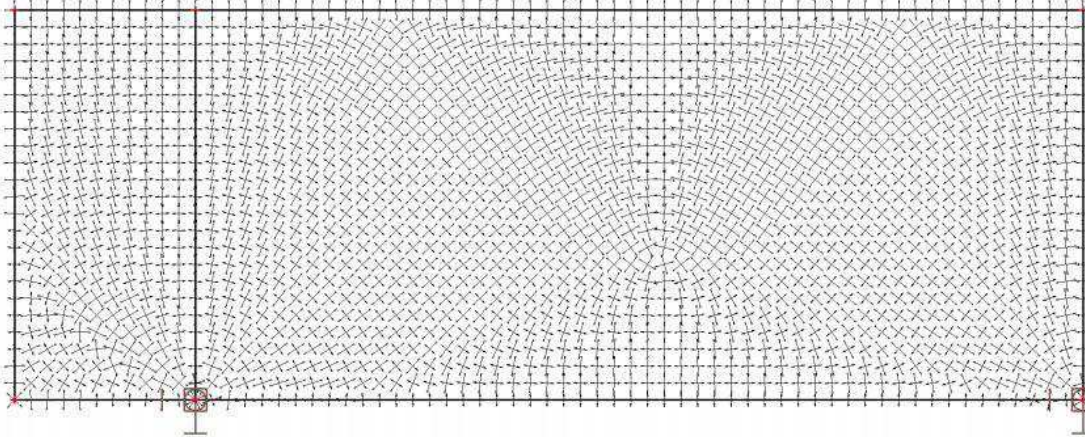
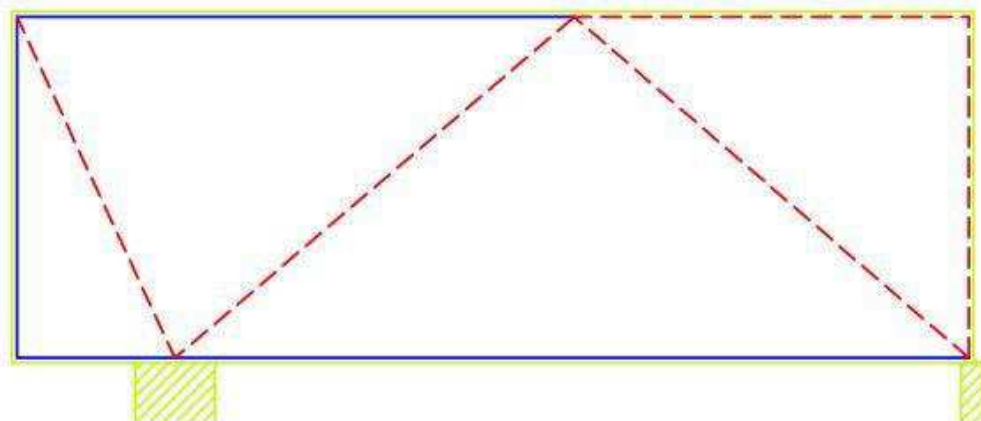
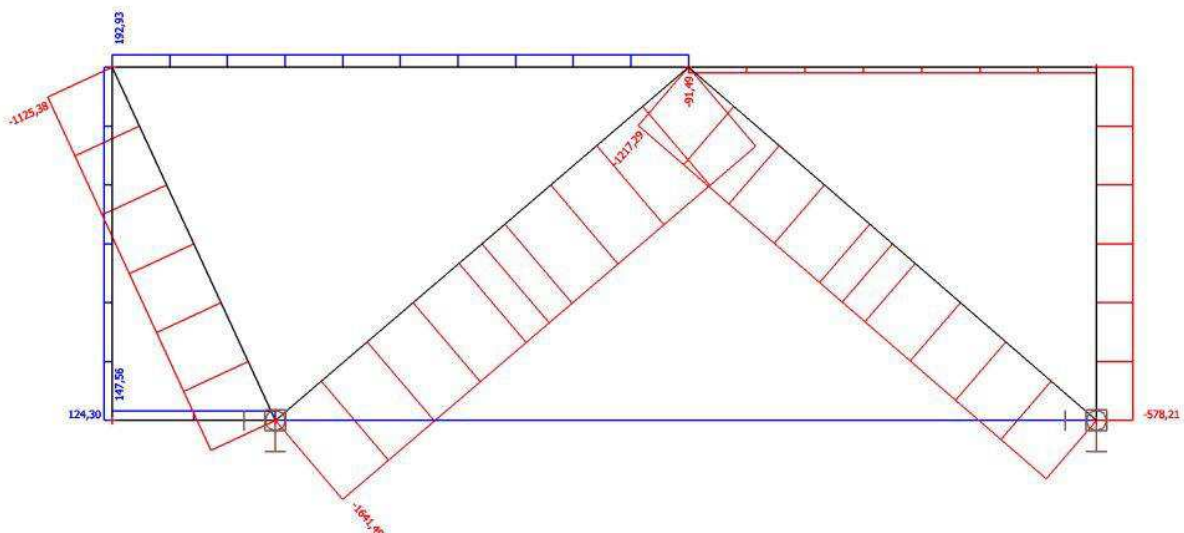
$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$217,03 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{217,03}{434,782 * 10^3} = 499,169 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 5\text{Ø}12 \quad A_{st} = 565 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

c. Návrh a posouzení výztuže stěnového nosníku S3Průběh trajektorie tahů a tlakůModel náhradní příhradové analogie stěnového nosníkuVelikosti tahů a tlaků na navržení výztuže

Navržení výztuže na únosnost prutu**síla -1 125,38 kN**

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 1\,125,38 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$1\,125,38 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{1\,125,38}{434,782 * 10^3} = 2\,588,377 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 7\text{Ø}22 \quad A_{st} = 2\,661 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -1 641,49 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 1\,641,49 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$1\,641,49 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{1\,641,49}{434,782 * 10^3} = 3\,775,432 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 8\text{Ø}25 \quad A_{st} = 3\,927 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -1 217,29 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 1\,217,29 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$1\,217,29 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{1\,217,29}{434,782 * 10^3} = 2\,799,977 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 6\text{Ø}25 \quad A_{st} = 2\,945 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -91,49 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 91,49 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$91,49 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{91,49}{434,782 * 10^3} = 210,427 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 4\text{Ø}9 \quad A_{st} = 254 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla -578,21 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 578,21 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$578,21 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{578,21}{434,782 * 10^3} = 1\,329,884 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 6\text{Ø}18 \quad A_{st} = 1\,527 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 124,30 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 124,30 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$124,30 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{124,30}{434,782 * 10^3} = 285,89 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 5\text{Ø}9 \quad A_{st} = 318 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 192,93 kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 192,93 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$192,93 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{192,93}{434,782 * 10^3} = 443,739 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 3\text{Ø}14 \quad A_{st} = 462 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

síla 147,56kN

$$N = A * f_{yd}$$

$$N = 147,56 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$147,56 = A * 434,782 * 10^3$$

$$A = \frac{147,56}{434,782 * 10^3} = 339,388 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{navrženy } 3\text{Ø}14 \quad A_{st} = 462 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

e) Navržení a posouzení sloupu

Ve sloupu bude navržena hlavní nosná výztuž a třmínky na celou výšku sloupu. Třmínky budou v dolní části nad základovou deskou a v horní části pod stropní deskou zhuštěny. Zhuštění bude přibližně po 100 mm v úseku vysokém 1,5 m.

Sloup bude také posouzen interakčním diagramem.

BETON C30/37	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
	$f_{cd} = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$

OCEL B500	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
	$f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$

$$N_{Ed} = 5\,660,87 \text{ kN}$$

sloup 500 x 800 mm

Návrh sloupuMinimální plocha sloupu

$$A_b = \frac{N_{Ed}}{0,8 * f_{cd} + 0,01 * f_{yd}} = \frac{5\,660,87}{0,8 * 20 * 10^3 + 0,01 * 434,782 * 10^3} = 278,205 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

Únosnost sloupu

$$N_{Rd} = (0,8 * f_{cd} + 0,01 * f_{yd}) * A_b = (0,8 * 20 * 10^3 + 0,01 * 434,782 * 10^3) * 0,5 * 0,8 \\ = 8\,139,128 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$$\underline{5\,660,87 \text{ kN} \leq 8\,139,128 \text{ kN}} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Návrh svislé (hlavní) výztuže

$$A_s = \frac{N_{Ed} - 0,8 * b * h * f_{cd}}{\sigma}$$

$$A_s = \frac{5\,660,87 - 0,8 * 0,5 * 0,8 * 20 * 10^3}{434,782 * 10^3}$$

$$A_s = 140,001 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Návrh } 4\text{Ø}12 \quad A_{st} = 452 * 10^{-6} \text{ m}^2}$$

- z ohledu na rozměry sloupu a z hlediska konstrukčních zásad navrhuji 8 Ø12

$$A_{st} = 905 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

Procento výztužení

$$\rho = \frac{A_{st}}{b * h} = \frac{905}{500 * 800} = 0,0022625$$

$$\rho_{\min} = 0,02$$

$$\rho_{\max} = 0,04$$

$$\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max}$$

$$\underline{0,02 \leq 0,0022625 \leq 0,04} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Minimální množství výztuže

$$A_{s,\min} = \frac{0,1 * N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,1 * 5\,660,87}{434,782 * 10^3} = 0,001302 \text{ m}^2$$

$$A_{st} > A_{s,min}$$

$$\underline{905 * 10^{-6} m^2 > 1302 * 10^{-6} m^2}$$

NEVYHOVUJE →

$$\rightarrow \text{navrženo } 8\emptyset 16 \quad A_{st} = 1608 * 10^{-6} m^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 * b * h = 0,04 * 0,5 * 0,8 = 0,016 m^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{st} \leq A_{s,max}$$

$$\underline{1302 * 10^{-6} m^2 \leq 1608 * 10^{-6} m^2 \leq 16000 * 10^{-6} m^2}$$

VYHOVUJENávrh příčné výztuže (třmínky)

min (20Øpodélné výztuže; min(b; h); 400 mm)

min (20 * 16; min(500; 800); 400 mm)

min (320; 500; 400)

rozteč třmínků bude 320 mm Ø10**Posouzení – interakční diagram**

$$A_{s1} = A_{s2} = 804 * 10^{-6} m^2 (4\emptyset 16)$$

$$d_1 = 25 + 10 + 8 = 43 \text{ mm}$$

$$d_1 = d_2 = 43 \text{ mm}$$

$$d = b - d_1 = 500 - 43 = 457 \text{ mm}$$

$$z_{s1} = z_{s2} = b - d_1 = 250 - 43 = 207 \text{ mm}$$

$$\xi_{lim1}(= \xi_{bal,1}) = \frac{700}{700 + f_{yd}} = \frac{700}{700 + 434,782} = 0,6169$$

$$\xi_{lim2}(= \xi_{bal,2}) = \frac{700}{700 - f_{yd}} = \frac{700}{700 - 434,782} = 2,6393$$

Bod 0 – dostředný tlak

$$N_{Rd0} = b * h * f_{cd} + A_{st} * \sigma_s$$

$$N_{Rd0} = 0,5 * 0,8 * 20 * 10^3 + 1608 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3$$

$$\mathbf{N_{Rd0} = 8\ 699,129\ kN}$$

$$N_{Rd0} > N_{Ed}$$

$$8\,699,129\text{ kN} > 5\,660,87\text{ kN}$$

VYHOVUJE

$$M_{Rd0} = 0\text{ kNm}$$

Bod 2 – rozhraní mezi malou a velkou výstředností

$$x_{lim} = \xi_{lim} * d = 0,6169 * 0,457 = 0,281923\text{ m}$$

$$N_{Rd,lim} = 0,8 * x_{lim} * b * f_{cd}$$

$$N_{Rd,lim} = 0,8 * 0,281923 * 0,5 * 20 * 10^3$$

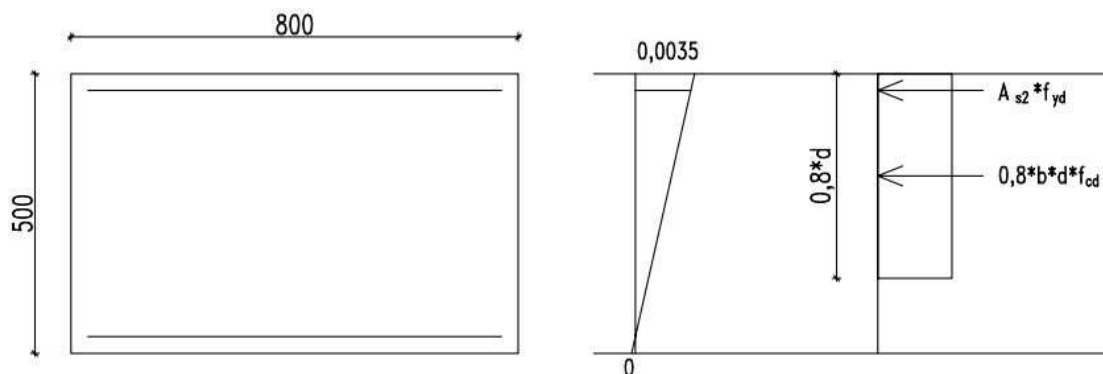
$$N_{Rd,lim} = 2\,255,384\text{ kN}$$

$$z_c = x_{lim} - b * x_{lim} = 0,281923 - 0,5 * 0,281923 = 0,14096\text{ m}$$

$$M_{Rd,lim} = 0,8 * x_{lim} * b * f_{cd} * z_c + A_{s1} * f_{yd} * z_{s1} + A_{s2} * f_{yd} * z_{s2}$$

$$M_{Rd,lim} = 0,8 * 0,281923 * 0,5 * 20 * 10^3 * 0,14096 + (804 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,207) * 2$$

$$M_{Rd,lim} = 462,639\text{ kNm}$$

Bod 1 – upřesňující tvar

$$N_{Rd1} = 0,8 * b * d * f_{cd} + A_{s2} * f_{yd}$$

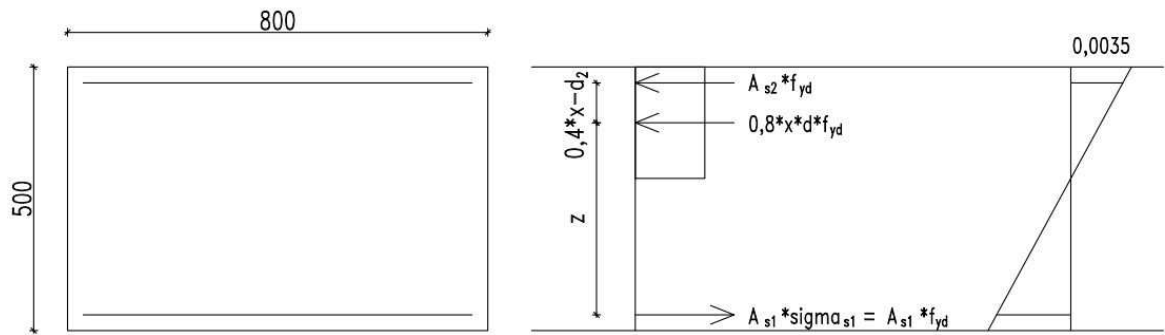
$$N_{Rd1} = 0,8 * 0,5 * 0,457 * 20 * 10^3 + 804 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3$$

$$N_{Rd1} = 4\,005,565\text{ kN}$$

$$M_{Rd1} = 0,8 * b * d * f_{cd} * (0,5 * h - 0,4 * d) + A_{s2} * f_{yd} * z_{s2}$$

$$M_{Rd1} = 0,8 * 0,5 * 0,457 * 20 * 10^3 * (0,5 * 0,8 - 0,4 * 0,457) + 804 * 10^{-6} * 434\,782 * 0,207$$

$$M_{Rd1} = 866,443\text{ kNm}$$

Bod 3 – čistý ohyb

$$A_{s2} \cdot f_{yd} + 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} = A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$\frac{0,0035}{x} = \frac{\varepsilon_{s2}}{x - d_2} = \frac{\sigma_{s2}}{(x - d_2) \cdot E_s}$$

$$804 \cdot 10^{-6} \cdot \sigma_{s2} + 0,8 \cdot x \cdot 0,5 \cdot 20 \cdot 10^3 = 804 \cdot 10^{-6} \cdot 434,782 \cdot 10^3$$

$$804 \cdot 10^{-6} \cdot \sigma_{s2} + 8000 \cdot x = 349,565$$

$$\sigma_{s2} = \frac{349,565 - 8000 \cdot x}{804 \cdot 10^{-6}}$$

$$\sigma_{s2} = 434\,782,338 - 9\,950\,248,756 \cdot x$$

$$\frac{0,0035}{x} = \frac{\sigma_{s2}}{(x - d_2) \cdot E_s}$$

$$\frac{0,0035}{x} = \frac{434\,782,338 - 9\,950\,248,756 \cdot x}{(x - 0,043) \cdot 200 \cdot 10^6}$$

$$\frac{0,0035}{x} = \frac{434\,782,338 - 9\,950\,248,756 \cdot x}{200 \cdot 10^6 \cdot x - 8,6 \cdot 10^6}$$

$$0,0035 \cdot (200 \cdot 10^6 \cdot x - 8,6 \cdot 10^6) = 434\,782,338 \cdot x - 9\,950\,248,756 \cdot x^2$$

$$700\,000 \cdot x - 30\,100 = 434\,782,338 \cdot x - 9\,950\,248,756 \cdot x^2$$

$$9\,950\,248,756 \cdot x^2 + 265\,217,662 \cdot x - 30\,100 = 0$$

$$D = 1,26835 * 10^{12} \Rightarrow \sqrt{D} = 1\,126\,210,619$$

$$x_{1,2} = \frac{-265\,217,662 \pm \sqrt{D}}{2 * 9\,950\,248,756} = \frac{-265\,217,662 \pm 1\,126\,210,619}{2 * 9\,950\,248,756}$$

$$x_1 = 0,043265 \text{ m}$$

$$x_2 = -0,069919 \text{ m}$$

$$\sigma_{s2} = 434\,782,338 - 9\,950\,248,756 * 0,043265$$

$$\sigma_{s2} = 4\,284,8256 \text{ MPa}$$

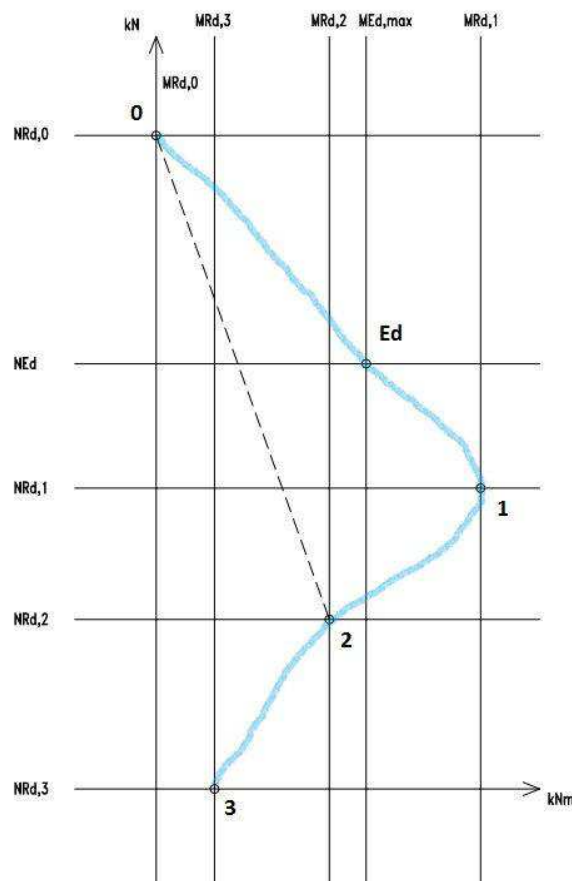
$$N_{Rd3} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{Rd3} = A_{s1} * f_{yd} * (d - 0,4 * x) + A_{s2} * \sigma_{s2} * (0,4 * x - d_2)$$

$$M_{Rd3} = 804 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * (0,457 - 0,4 * 0,043265) + 804 * 10^{-6} * 26\,160,447 * 10^3 * (0,4 * 0,043265 - 0,043)$$

$$M_{Rd3} = 156,1234 \text{ kNm}$$

Interakční diagram



Hodnota ohybového momentu, který by průřez unesl při normálové síle $N_{Ed} = 5\,733,84\text{ kN}$

$$\frac{N_{Rd0} - N_{Rd1}}{M_{Rd1}} = \frac{N_{Rd0} - N_{Ed}}{M_{Ed,max}}$$

$$M_{Ed,max} = \frac{N_{Rd0} - N_{Ed}}{N_{Rd0} - N_{Rd1}} * M_{Rd1}$$

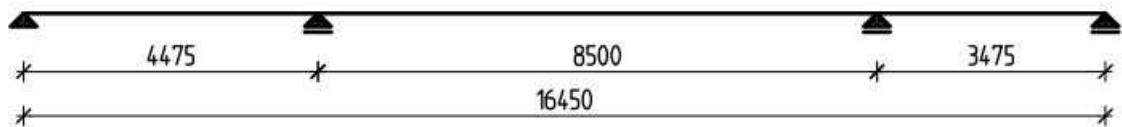
$$M_{Ed,max} = \frac{8\,699,129 - 5\,660,87}{8\,699,129 - 4\,005,565} * 866,443$$

$$M_{Ed,max} = 560,8698\text{ kNm}$$

PRŮŘEZ VYHOVUJE

f) Navržení a posouzení průvlaku

Návrh



$$h_{pr} = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{8}\right) * l = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{8}\right) * 8\,500 = 708,3 \div 1\,062,5\text{ mm} \rightarrow \mathbf{h_{pr} = 750\text{ mm}}$$

$$h_{pr} = (0,30 \div 0,50) * h_{pr} = (0,30 \div 0,50) * 750 = 225 \div 375\text{ mm} \rightarrow \mathbf{b_{pr} = 300\text{ mm}}$$

$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w \leq b$$

$$b_{eff,i} = 0,2b_i + 0,1 * l_0 \leq 0,2 * l_0 \\ \leq b_i$$

$$l_0 \leq 0,7 * l = 0,7 * 8\,500 = 5\,950\text{ mm}$$

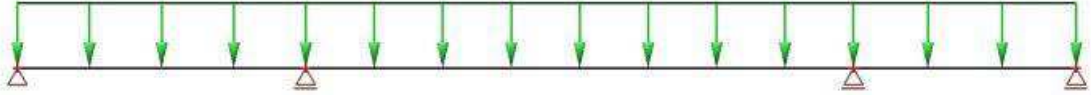
$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = 0,2 * 2\,500 + 0,1 * 5\,950 \leq 0,2 * 5\,950 \\ \leq 2\,500$$

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = 1\,095\text{ mm} \leq 1\,190\text{ mm} \\ \leq 2\,500\text{ mm}$$

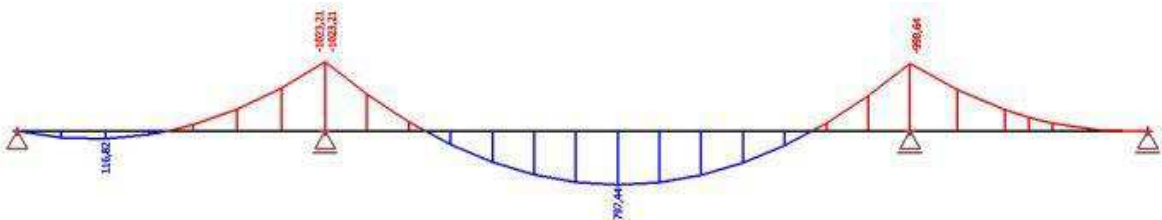
$$b_{\text{eff}} = 1\,095 + 300 + 1\,095 = 2\,490 \text{ mm} \leq 5\,000 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

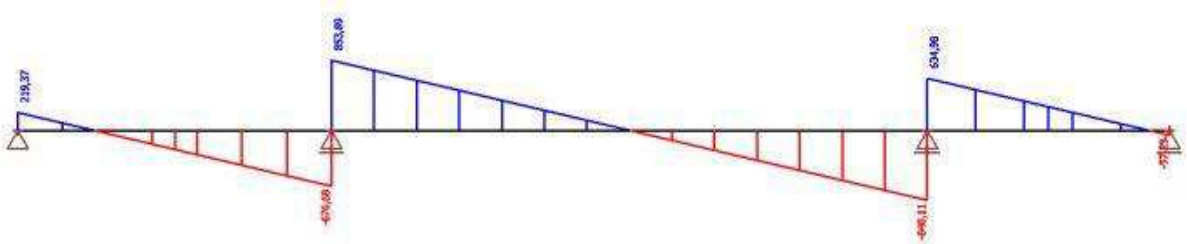
Zatížení na průvlak



Moment průvlaku



Posouvající síla průvlaku



BETON C30/37

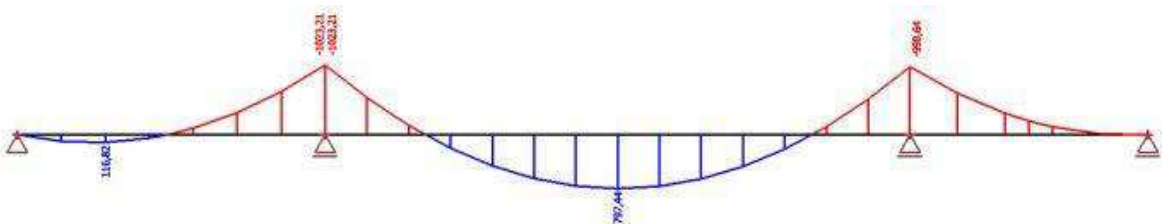
$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$$

OCEL B500

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$$

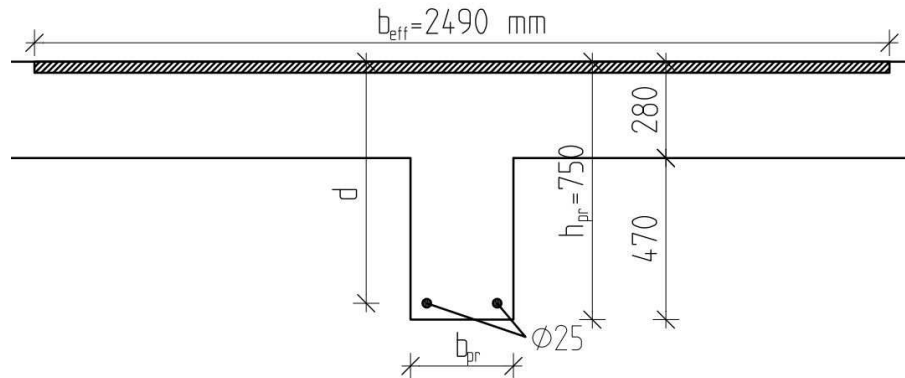
DIMENZOVÁNÍ OHYBOVÉ VÝZTUŽE

Návrh v poli $M_{Ed} = 797,44 \text{ kNm}$

c = 25 mm

výztuž $\varnothing 25$ třmínek $\varnothing 10$

d = 750-25-10-25/2 = 702,5 mm

Poměrný ohybový moment

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{797,44}{2,49 \cdot 0,7025^2 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^3} = 0,03245 \rightarrow$$

$$\rightarrow \xi = 0,0406$$

$$\zeta = 0,984$$

$$\omega = 0,03256$$

$$\xi < \xi_{bal} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = \frac{700}{700 + 434,7852} = 0,617$$

0,0406 < 0,617 **VYHOVUJE**Nutná plocha výztuže

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s,req} = \frac{794,44}{0,984 \cdot 0,7025 \cdot 434,782 \cdot 10^3}$$

$$A_{s,req} = 2\,653,291 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Navržen 6 $\varnothing 25$ $A_{st} = 2\,945 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

Konstrukční zásady - vzdálenost mezi pruty

$$s \geq s_{\min}$$

$$s_{\min} = \max\{1,2 * \varnothing; d_g + 5; 20 \text{ mm}\}$$

$$s_{\min} = \max\{1,2 * 25; 16 + 5; 20\}$$

$$s_{\min} = \max\{30; 21; 20\}$$

$$s_{\min} = 30 \text{ mm}$$

$$s' = 300 - 2 * 25 - 2 * 10 - 6 * 25 = 80 \text{ mm}$$

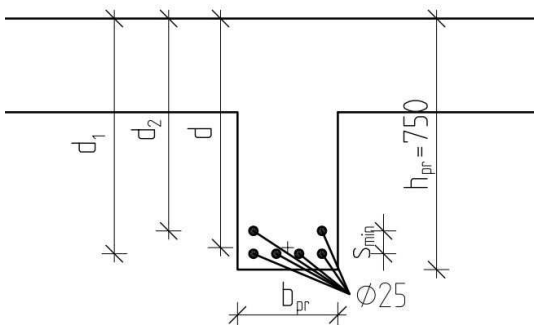
$$s = \frac{s'}{n - 1} = \frac{80}{6 - 1} = 16 \text{ mm}$$

16 mm \geq 30 mm **NEVYHOVUJE** \rightarrow

\rightarrow výztuž bude ve dvou řadách

První řada po 4 \varnothing 25 $\rightarrow d_1 = 750 - 25 - 10 - 25/2 = 702,5 \text{ mm}$

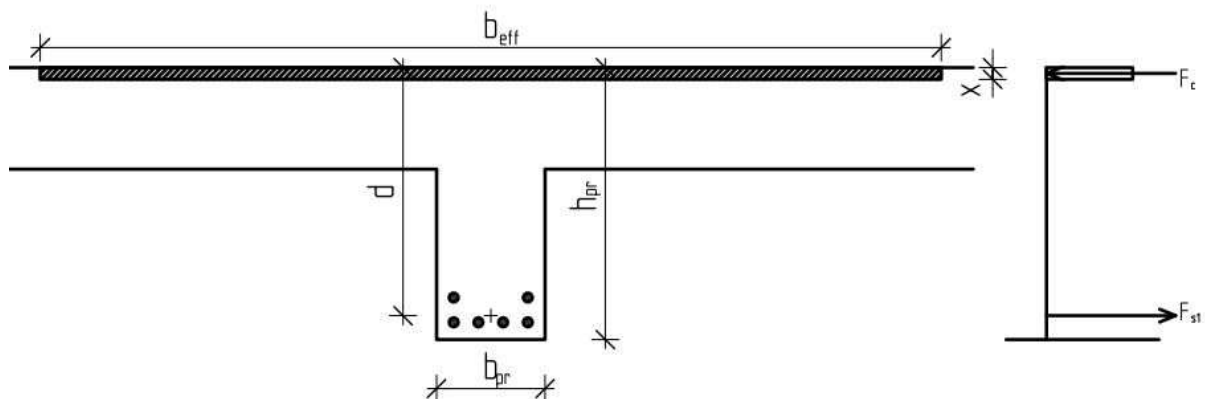
Druhá řada po 2 \varnothing 25 $\rightarrow d_2 = 750 - 25 - 10 - 25 - 30 - 25/2 = 647,5 \text{ mm}$



$$d = \frac{2 * 647,5 + 4 * 702,5}{6} = 684,167 \text{ mm}$$

PosouzeníPodmínka spolehlivosti

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$



Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st1} * f_{yd}}{0,8 * b_{eff} * \eta * f_{cd}} = \frac{2\,945 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 2,49 * 1 * 20 * 10^3} = \mathbf{0,03214\ m}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{32,14}{684,167} = 0,04698 < \xi_{bal} = 0,617$$

$$z = d - 0,4 * x = 0,684167 - 0,4 * 0,03214 = \mathbf{0,671311\ m}$$

Kontrola únosnosti

$$F_{s1} = A_{st1} * f_{yd} = 2\,945 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 = \mathbf{1\,280,433\ kN}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} * z = 1\,280,433 * 0,671311 = \mathbf{859,569\ kNm}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$\mathbf{797,44\ kNm \leq 859,569\ kNm} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Konstrukční zásady – minimální vzdálenost mezi pruty

$$s \geq s_{min}$$

$$s_{min} = \max\{1,2 * \varnothing; d_g + 5; 20\ \text{mm}\}$$

$$s_{min} = \max\{1,2 * 25; 16 + 5; 20\}$$

$$s_{min} = \max\{30; 21; 20\}$$

$$\mathbf{s_{min} = 30\ mm}$$

$$s' = 300 - 2 * 25 - 2 * 10 - 4 * 25 = 130\ \text{mm}$$

$$s = \frac{s'}{n-1} = \frac{130}{4-1} = \mathbf{43,333\ mm}$$

$$s \geq s_{min}$$

$$\mathbf{43,333\ mm \geq 30\ mm} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Konstrukční zásady – kontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b_{pr} * d > 0,0013 * b_{pr} * d$$

$$A_{s,min} = 0,26 * \frac{2,9}{500} * 0,3 * 0,684167 > 0,0013 * 0,3 * 0,684167$$

$$309,517 * 10^{-6}\ \text{m}^2 > 266,825 * 10^{-6}\ \text{m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * b_{pr} * h_{pr}$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * 0,30 * 0,75$$

$$A_{s,max} \leq 0,009 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{st} \leq A_{s,max}$$

$$\underline{309,517 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 2\,945 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,009 \text{ m}^2} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

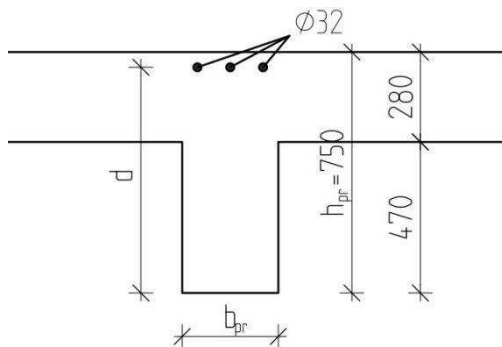
Návrh v poli $M_{Ed} = - 1\,023,21 \text{ kNm}$

$c = 25 \text{ mm}$

výztuž $\varnothing 32$

třmínek $\varnothing 10$

$d = 750 - 25 - 10 - 32/2 = 699 \text{ mm}$



Poměrný ohybový moment

$$\mu = \frac{|M_{Ed}|}{b_{pr} * d^2 * \eta * f_{cd}} = \frac{|-1\,023,21|}{0,3 * 0,699^2 * 1 * 20 * 10^3} = 0,349 \rightarrow$$

$$\rightarrow \xi = 0,5628$$

$$\zeta = 0,7749$$

$$\omega = 0,4502$$

$$\xi < \xi_{bal} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = \frac{700}{700 + 434,7852} = 0,617$$

$$0,0,5628 < 0,617 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Nutná plocha výztuže

$$A_{s,req} = \frac{|M_{Ed}|}{\zeta * d * f_{yd}}$$

$$A_{s,req} = \frac{|-1\ 023,21|}{0,7749 * 0,699 * 434,782 * 10^3}$$

$$A_{s,req} = 4\ 344,805 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Navržen } 6 \text{ } \varnothing 32 \quad A_{st} = 4\ 825 * 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Konstrukční zásady - vzdálenost mezi pruty

$$s \geq s_{min}$$

$$s_{min} = \max\{1,2 * \varnothing; d_g + 5; 20 \text{ mm}\}$$

$$s_{min} = \max\{1,2 * 32; 16 + 5; 20\}$$

$$s_{min} = \max\{38,4; 21; 20\}$$

$$\mathbf{s_{min} = 38,4 \text{ mm}}$$

$$s' = 300 - 2 * 25 - 2 * 10 - 3 * 32 = 134 \text{ mm}$$

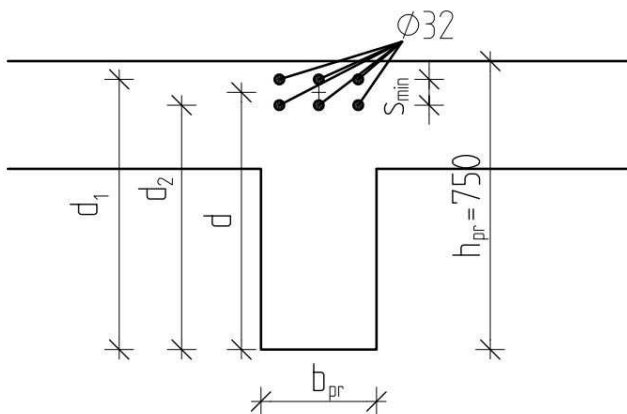
$$s = \frac{s'}{n - 1} = \frac{134}{3 - 1} = \mathbf{67 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{67 \text{ mm} \geq 38,4 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE} \rightarrow}}$$

\rightarrow výztuž bude ve dvou řadách

$$\text{První řada po } 3 \text{ } \varnothing 32 \rightarrow d_1 = 750 - 25 - 10 - 32/2 = 699 \text{ mm}$$

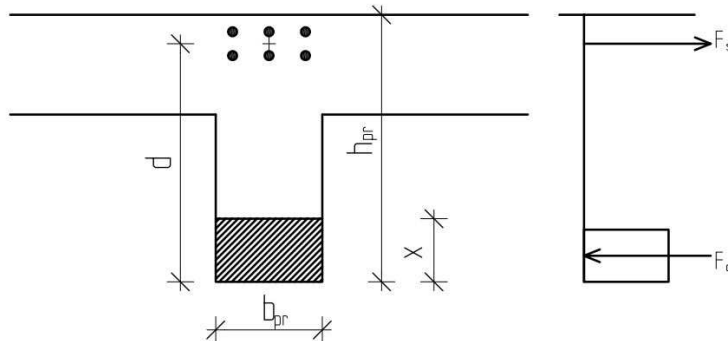
$$\text{Druhá řada po } 3 \text{ } \varnothing 32 \rightarrow d_2 = 750 - 25 - 10 - 32 - 38,4 - 32/2 = 628,6 \text{ mm}$$



$$\mathbf{d = \frac{3 * 699 + 3 * 628,6}{6} = 663,8 \text{ mm}}$$

Posouzení**Podmínka spolehlivosti**

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

**Výška tlačené oblasti**

$$x = \frac{A_{st1} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b_{pr} \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{4\,825 \cdot 10^{-6} \cdot 434,782 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^3} = \mathbf{0,437 \text{ m}}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 0,6638 - 0,4 \cdot 0,437 = \mathbf{0,489 \text{ m}}$$

Kontrola únosnosti

$$F_{s1} = A_{st1} \cdot f_{yd} = 4\,825 \cdot 10^{-6} \cdot 434,782 \cdot 10^3 = \mathbf{2\,097,823 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 2\,097,823 \cdot 0,489 = \mathbf{1\,026,835 \text{ kNm}}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{\underline{-1\,023,21 \text{ kNm} \leq 1\,026,835 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}}}$$

Konstrukční zásady – minimální vzdálenost mezi pruty

$$s \geq s_{\min}$$

$$s_{\min} = \max\{1,2 \cdot \varnothing; d_g + 5; 20 \text{ mm}\}$$

$$s_{\min} = \max\{1,2 \cdot 32; 16 + 5; 20\}$$

$$s_{\min} = \max\{38,4; 21; 20\}$$

$$s_{\min} = \mathbf{38,4 \text{ mm}}$$

$$s' = 300 - 2 \cdot 25 - 2 \cdot 10 - 3 \cdot 32 = 134 \text{ mm}$$

$$s = \frac{s'}{n-1} = \frac{134}{3-1} = \mathbf{67 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{67 \text{ mm} \geq 38,4 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

Konstrukční zásady – kontrola plochy výztuže

$$A_{s,\min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b_{pr} * d > 0,0013 * b_{pr} * d$$

$$A_{s,\min} = 0,26 * \frac{2,9}{500} * 0,3 * 0,6638 > 0,0013 * 0,3 * 0,6638$$

$$300,303 * 10^{-6} \text{ m}^2 > 258,882 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

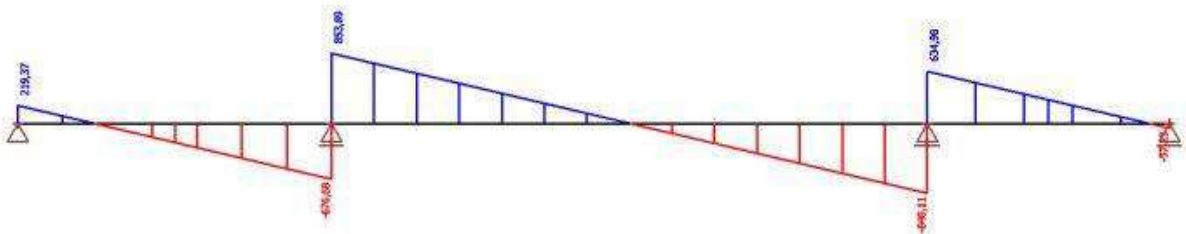
$$A_{s,\max} \leq 0,04 * b_{pr} * h_{pr}$$

$$A_{s,\max} \leq 0,04 * 0,30 * 0,75$$

$$A_{s,\max} \leq 0,009 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} \leq A_{st} \leq A_{s,\max}$$

$$\underline{300,303 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 2\,945 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,009 \text{ m}^2} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

DIMENZOVÁNÍ SMYKOVÉ VÝZTUŽE

Návrh $V_{Ed} = 853,89 \text{ kN}$

$c = 25 \text{ mm}$

třmínek $\varnothing 10$

4-střížný třmínek

Plocha třmínku $A_{sw} = n * [(\pi * \varnothing^2) / 4] = 4 * [(\pi * 10^2) / 4] = 314,159 \text{ mm}^2$

Únosnost tlakové diagonály

$$V_{Rd,\max} = v * f_{cd} * b_w * z * \frac{\cotg \theta}{1 + \cotg^2 \theta}$$

$$v = 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 * \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528$$

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 0,6638 = \mathbf{0,59742 \text{ m}}$$

$$1,0 \leq \cotg \theta \leq 2,5 \quad \rightarrow \quad \text{předpoklad } \cotg \theta = 1,5$$

$$V_{Rd,max} = 0,528 * 20 * 10^3 * 0,3 * 0,59742 * \frac{1,5}{1 + 1,5^2} = \mathbf{873,520 \text{ kN}}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$\mathbf{853,89 \text{ kNm} \leq 873,520 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}}$$

Vzdálenost třmínků

$$s_l \leq \frac{A_{sw} * f_{ywd}}{V_{Ed}} * z * \cotg \theta = \frac{314,159 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{853,89} * 0,59742 * 1,5 = 0,1433 \text{ m}$$

Navrhuj $\varnothing 10$ po 130 mm

Ověření konstrukčních zásad – vzdálenost třmínků

$$s_l \leq s_{l,max} \leq 400 \text{ mm}$$

$$s_{l,max} = 0,75 * d * (1 + \cotg \alpha)$$

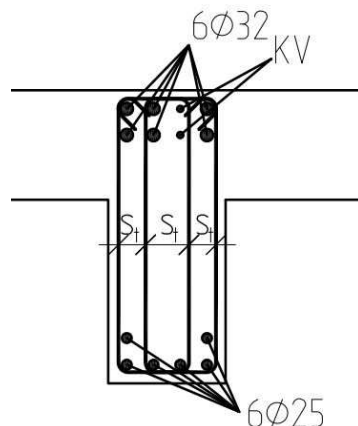
$$s_{l,max} = 0,75 * 0,6638 * (1 + 0)$$

$$s_{l,max} = \mathbf{0,4979 \text{ m}} \quad \rightarrow \quad s_{l,max} = \mathbf{400 \text{ mm}}$$

$$s_l \leq s_{l,max}$$

$$\mathbf{130 \text{ mm} \leq 400 \text{ mm} \quad \underline{\underline{VYHOVUJE}}}$$

Ověření konstrukčních zásad – vzdálenost větví třmínků



$$s_t \leq s_{t,\max} \leq 600 \text{ mm}$$

$$s_{t,\max} = 0,75 * d$$

$$s_{t,\max} = 0,75 * 0,6638$$

$$s_{t,\max} = \mathbf{0,4979 \text{ m}}$$

$$s'_t = 300 - 2 * 25 - 3 * 10 = 220 \text{ mm}$$

$$s = \frac{s'_t}{n-1} = \frac{220}{4-1} = \mathbf{73,333 \text{ mm}}$$

$$s_t \leq s_{t,\max} \leq 600 \text{ mm}$$

$$\mathbf{73,333 \text{ mm} \leq 497,9 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm}} \quad \mathbf{\underline{VYHOVUJE}}$$

Posouzení na únosnost

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} * f_{ywd}}{s} * z * \cotg \theta = \frac{314,159 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,13} * 0,59742 * 1,5 = \mathbf{941,562 \text{ kN}}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$\mathbf{853,89 \text{ kNm} \leq 941,562 \text{ kNm}} \quad \mathbf{\underline{VYHOVUJE}}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho_{w,\min} = \frac{0,08 * \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 * \sqrt{30}}{500} = 0,000876$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w * s} = \frac{314,159 * 10^{-6}}{0,3 * 0,13} = 0,00806$$

$$\rho_{w,\min} \leq \rho_w$$

$$\mathbf{0,000876 \leq 0,00806 \text{ mm}} \quad \mathbf{\underline{VYHOVUJE}}$$

Zajištění duktility

$$\frac{A_{sw} * f_{ywd}}{b_w * s} \leq 0,5 * v * f_{cd}$$

$$\frac{314,159 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,3 * 0,13} \leq 0,5 * 0,528 * 20 * 10^3$$

$$\mathbf{3502,325 \leq 5280} \quad \mathbf{\underline{VYHOVUJE}}$$

Návrh $V_{Ed} = - 676,68 \text{ kN}$

$c = 25 \text{ mm}$

třmínek $\varnothing 10$

4-střížný třmínek

Plocha třmínku $A_{sw} = n * [(\pi * \varnothing^2) / 4] = 4 * [(\pi * 10^2) / 4] = 314,159 \text{ mm}^2$

Únosnost tlakové diagonály

$$V_{Rd,max} = v * f_{cd} * b_w * z * \frac{\cotg \theta}{1 + \cotg^2 \theta}$$

$$v = 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 * \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528$$

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 0,6638 = 0,59742 \text{ m}$$

$$1,0 \leq \cotg \theta \leq 2,5 \quad \rightarrow \quad \text{předpoklad } \cotg \theta = 1,5$$

$$V_{Rd,max} = 0,528 * 20 * 10^3 * 0,3 * 0,59742 * \frac{1,5}{1 + 1,5^2} = 873,520 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$\underline{| - 676,68 | \text{ kNm} \leq 873,520 \text{ kNm} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

Vzdálenost třmínků

$$s_l \leq \frac{A_{sw} * f_{ywd}}{V_{Ed}} * z * \cotg \theta = \frac{314,159 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{|- 676,68|} * 0,59742 * 1,5 = 0,18089 \text{ m}$$

Navrhují $\varnothing 10$ po 130 mm

Ověření konstrukčních zásad – vzdálenost třmínků

$$s_l \leq s_{l,max} \leq 400 \text{ mm}$$

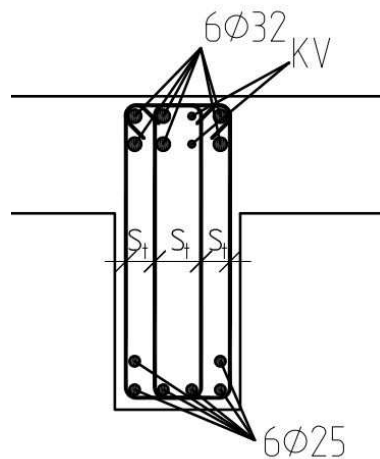
$$s_{l,max} = 0,75 * d * (1 + \cotg \alpha)$$

$$s_{l,max} = 0,75 * 0,6638 * (1 + 0)$$

$$s_{l,max} = 0,4979 \text{ m} \quad \rightarrow \quad s_{l,max} = 400 \text{ mm}$$

$$s_l \leq s_{l,max}$$

$$\underline{130 \text{ mm} \leq 400 \text{ mm} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

Ověření konstrukčních zásad – vzdálenost větví třmínků

$$s_t \leq s_{t,max} \leq 600 \text{ mm}$$

$$s_{t,max} = 0,75 * d$$

$$s_{t,max} = 0,75 * 0,6638$$

$$s_{t,max} = 0,4979 \text{ m}$$

$$s'_t = 300 - 2 * 25 - 3 * 10 = 220 \text{ mm}$$

$$s_t = \frac{s'_t}{n - 1} = \frac{220}{4 - 1} = 73,333 \text{ mm}$$

$$s_t \leq s_{t,max} \leq 600 \text{ mm}$$

$$73,333 \text{ mm} \leq 497,9 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

Posouzení na únosnost

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} * f_{ywd}}{s} * z * \cotg \theta = \frac{314,159 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,13} * 0,59742 * 1,5 = 941,562 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$|- 676,68| \text{ kNm} \leq 941,562 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08 * \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 * \sqrt{30}}{500} = 0,000876$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w * s} = \frac{314,159 * 10^{-6}}{0,3 * 0,13} = 0,00806$$

$$\rho_{w,\min} \leq \rho_w$$

$$0,000876 \leq 0,00806 \text{ mm} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Zajištění ductility

$$\frac{A_{sw} * f_{ywd}}{b_w * s} \leq 0,5 * v * f_{cd}$$

$$\frac{314,159 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,3 * 0,13} \leq 0,5 * 0,528 * 20 * 10^3$$

$$3502,325 \leq 5280 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

STANOVENÍ DÉLEK PRŮTU OHYBOVÉ VÝZTUŽE

Dolní výztuž Ø25

Vliv smykové výztuže

$$a_1 = \frac{z}{2} * (\cotg \theta - \cotg \alpha) = \frac{0,61575}{2} * (1 - 0) = 0,46181 \text{ m} = 461,81 \text{ mm}$$

Vliv kotvení

- návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rgd}$$

$$\alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = 1$$

$$\alpha_3 = 1$$

$$\alpha_4 = 0,7$$

$$\alpha_5 = 1$$

- podmínka:

$$\alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_5 \geq 0,7$$

$$1 * 1 * 1 \geq 0,7$$

$$1 \geq 0,7 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

- základní kotevní délka

$$l_{b,rgd} = \alpha * \emptyset = 36 * 25 = 900 \text{ mm}$$

$$\alpha = 36 \text{ (pro beton C30 /37)}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,\min}$$

$$l_{b,\min} = \max\{0,3 * l_{b,rgd}; 10 * \emptyset; 100 \text{ mm}\}$$

$$l_{b,\min} = \max\{0,3 * 900; 10 * 25; 100\}$$

$$l_{b,\min} = \max\{270; 250; 100\}$$

$$l_{b,\min} = \mathbf{270 \text{ mm}}$$

$$l_{bd} = 1 * 1 * 1 * 0,7 * 900 = \mathbf{630 \text{ mm}}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,\min}$$

$$\mathbf{630 \text{ mm} \geq 270 \text{ mm}} \quad \mathbf{\underline{VYHOVUJE}}$$

Dolní výztuž $\varnothing 32$

Vliv smykové výztuže

$$a_1 = \frac{z}{2} * (\cotg \theta - \cotg \alpha) = \frac{0,59742}{2} * (1 - 0) = 0,44807 \text{ m} = 448,07 \text{ mm}$$

Vliv kotvení

- návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rgd}$$

$$\alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = 1$$

$$\alpha_3 = 1$$

$$\alpha_4 = 0,7$$

$$\alpha_5 = 1$$

- podmínka:

$$\alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_5 \geq 0,7$$

$$1 * 1 * 1 \geq 0,7$$

$$\mathbf{1 \geq 0,7} \quad \mathbf{\underline{VYHOVUJE}}$$

- základní kotevní délka

$$l_{b,rgd} = \frac{\varnothing}{4} * \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

$$\sigma_{sd} = 434,782 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 * \eta_1 * \eta_2 * f_{ctb} = 2,25 * 1 * 0,7 * 1,333 = \mathbf{2,095 \text{ MPa}}$$

$$f_{ctb} = \frac{\alpha_{ct} * f_{ctk;0,05}}{\gamma_c} = \frac{1 * 2}{1,5} = 1,333 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rgd} = \frac{\varnothing}{4} * \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{0,032}{4} * \frac{434,782 * 10^3}{2,095 * 10^3} = 1,66 \text{ m} = \mathbf{1 \text{ 660 mm}}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,min}$$

$$l_{b,min} = \max\{0,3 * l_{b,rgd}; 10 * \emptyset; 100 \text{ mm}\}$$

$$l_{b,min} = \max\{0,3 * 1\,660; 10 * 32; 100\}$$

$$l_{b,min} = \max\{498; 320; 100\}$$

$$l_{b,min} = 498 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = 1 * 1 * 1 * 0,7 * 1\,660 = 1\,162 \text{ mm}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,min}$$

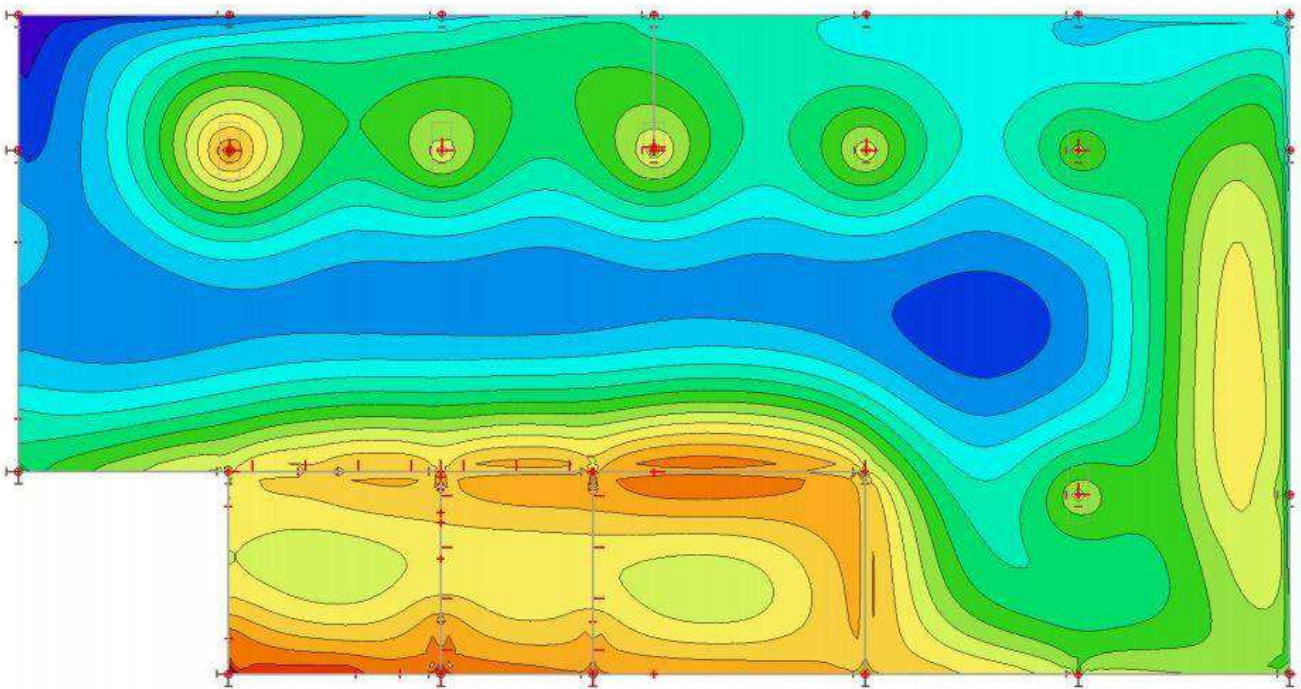
$$1\,162 \text{ mm} \geq 498 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

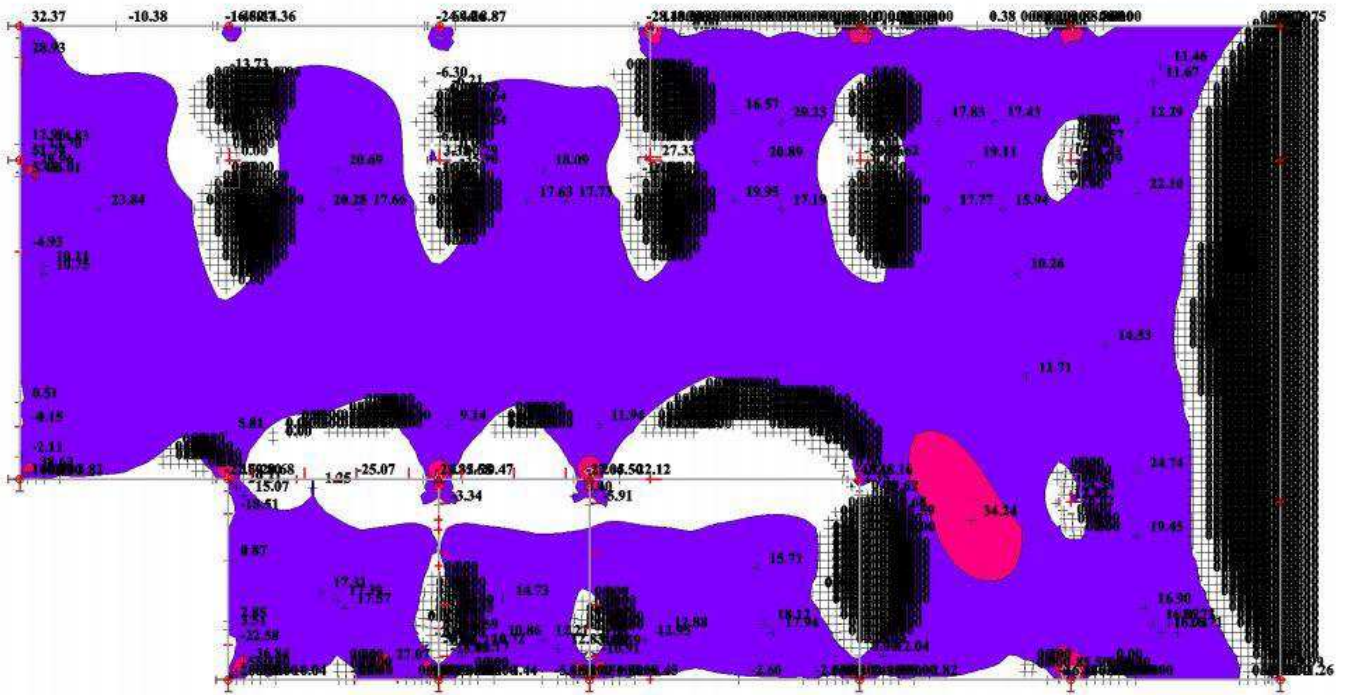
g) Navržení a posouzení výztuže do základové desky

Pracovní spára základové desky bude v úrovni horního líce desky. Před betonáží bude v místech stěn vložena těsnící lišta, která bude částečně zabetonována. Pod základovou desku jsou piloty do hloubky 7,2 m o průměru 1,0 m. Piloty v horní části budou mít vybetonovanou hlavici. Z hlavice bude vytrnovaná výztuž, která se prováže s výztuží základové desky.

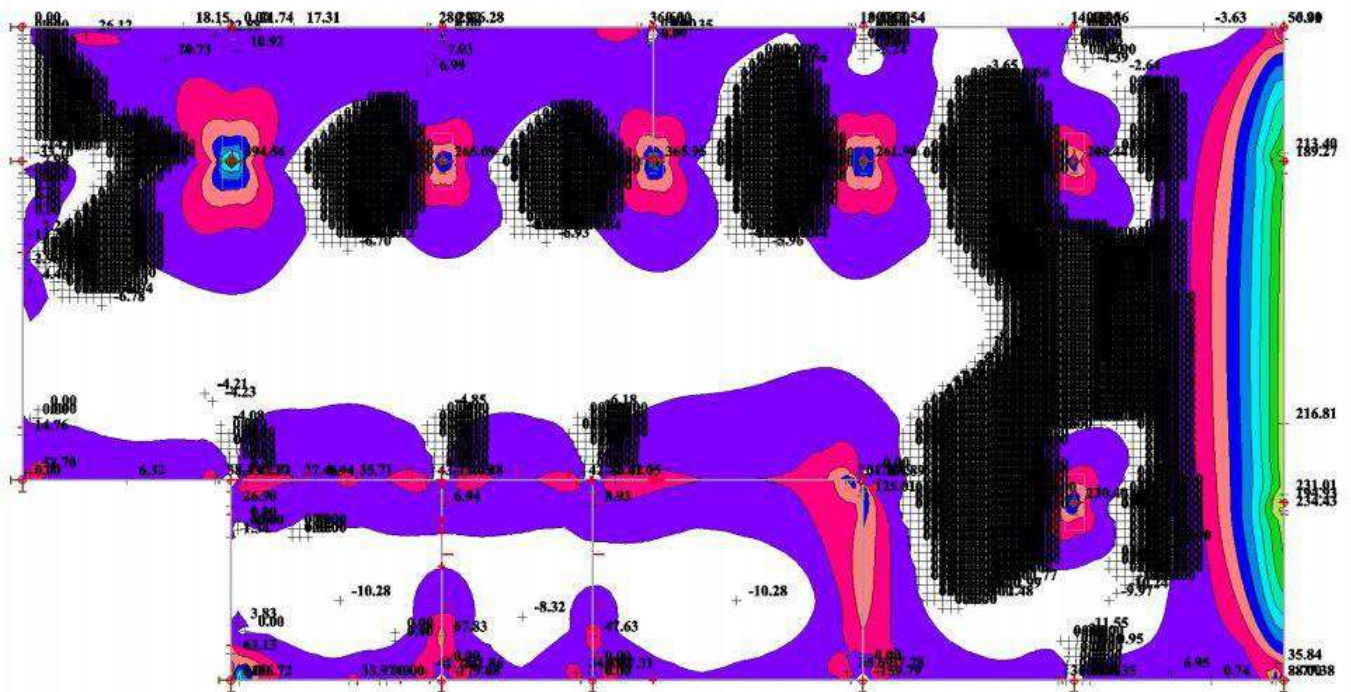
Kontaktní napětí



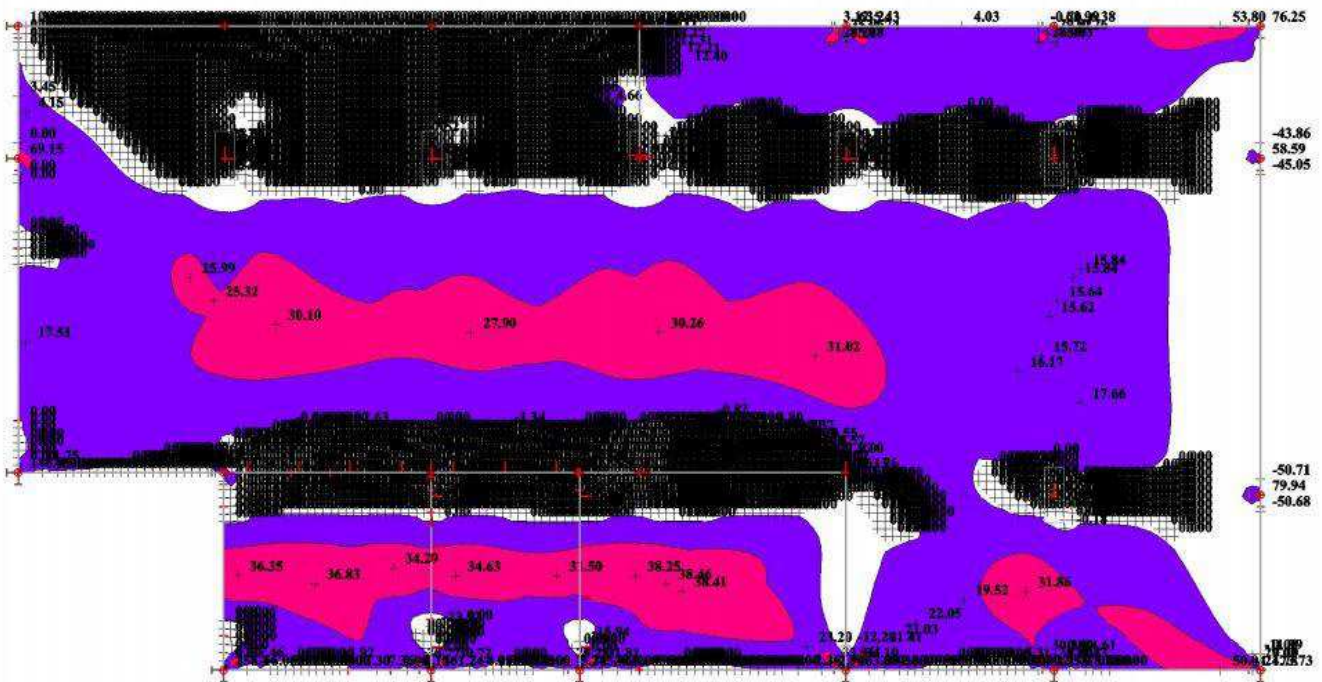
mxD+



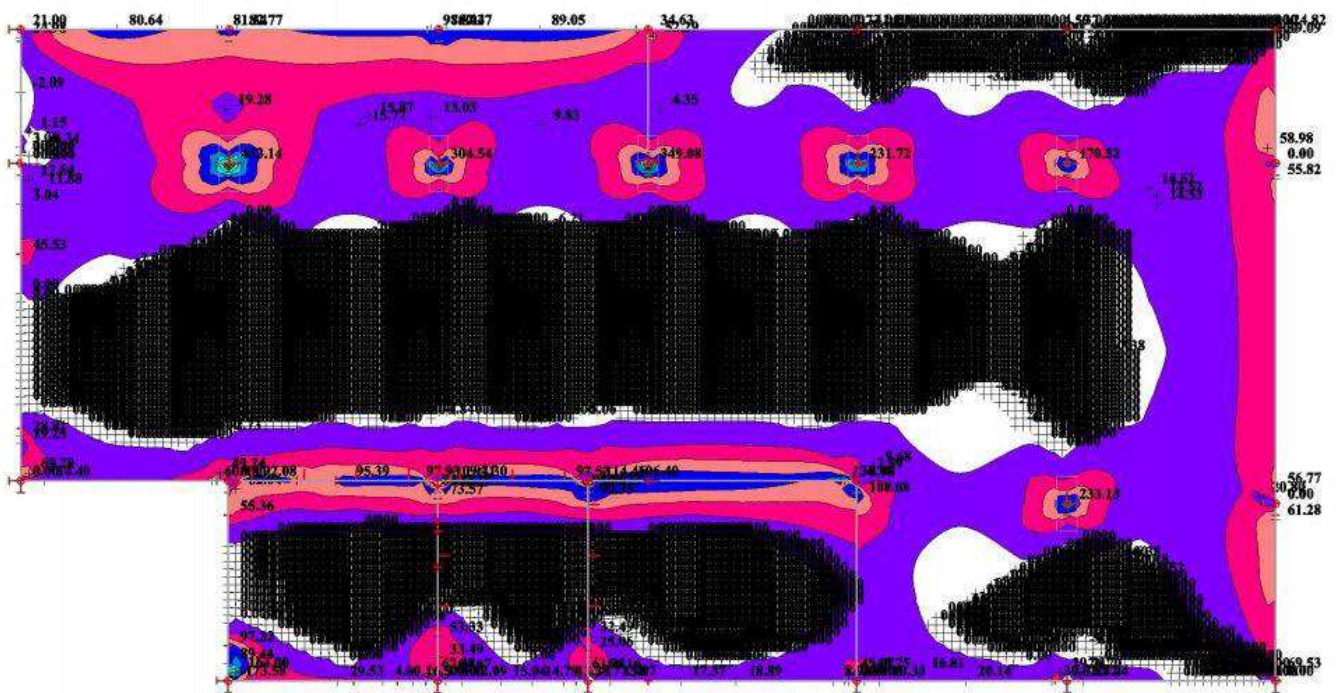
mxD-



myD+



myD-



BETON C30/37

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$

OCEL B500

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 500/1,15 = 434,782 \text{ MPa}$$

v poli

$$M_{xEd1} = 34,24 \text{ kNm}$$

$$M_{yEd1} = 38,46 \text{ kNm}$$

v podpoře

$$M_{xEd2} = 265,09 \text{ kNm}$$

$$M_{yEd2} = 304,54 \text{ kNm}$$

$$M_{xEd1} = 34,24 \text{ kNm}$$

$$c = 35 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

výztuž $\varnothing 10$

$$A_c = (\pi \cdot \varnothing^2)/4 = (\pi \cdot 10^2)/4 = 78,540 \text{ mm}^2$$

$$d = 300 - 35 - 10/2 = 260 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnější $M_{xEd1} = 34,24 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{xEd1}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 \cdot 0,26 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{434,782 \cdot 10^3} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 34,24}{1 \cdot 0,26^2 \cdot 20 \cdot 10^3}} \right) = \\ &= 306,828 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Navržen } \varnothing 10 \text{ po } 250 \text{ mm} \dots A_{st1} = 314 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$2h = 600; 250 \text{ mm}$$

Posouzení

Kontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d > 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 1 \cdot 0,26 > 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,26$$

$$392,08 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 > 338 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * b * h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * 1 * 0,30$$

$$A_{s,max} \leq 0,012 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{st1} \leq A_{s,max}$$

$$\underline{392,08 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 314 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,012 \text{ m}^2} \quad \underline{\text{NEVYHOVUJE}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{navržen } \varnothing 10 \text{ po } 200 \text{ mm} \quad A_{st1} = 393 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st1} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{393 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 20 * 10^3} = 0,01068 \text{ m}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,26 - \frac{0,8 * 0,01068}{2} = 0,25573 \text{ m}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st1} * f_{yd} * z = 393 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,25573 = 43,696 \text{ kNm}$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{34,24 \text{ kNm} \leq 43,696 \text{ kNm}} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$M_{xEd2} = 265,09 \text{ kNm}$$

$$c = 35 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

výztuž $\varnothing 18$

$$A_c = (\pi * \varnothing^2) / 4 = (\pi * 18^2) / 4 = 254,469 \text{ mm}^2$$

$$d = 300 - 35 - 18 / 2 = 256 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnější $M_{xEd2} = 265,09 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned}
 A_s &= b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{xEd2}}{b * d^2 * f_{cd}}} \right) = \\
 &= 1 * 0,256 * \frac{20 * 10^3}{434,782 * 10^3} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 265,09}{1 * 0,256^2 * 20 * 10^3}} \right) = \\
 &= 2\,688,587 * 10^{-6} \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Navržen Ø18 po 90 mm $A_{st2} = 2\,827 * 10^{-6} \text{ m}^2$

Maximální vzdálenost výztuže

2h = 600; 250 mm

Posouzení

Kontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d > 0,0013 * b * d$$

$$A_{s,min} = 0,26 * \frac{2,9}{500} * 1 * 0,256 > 0,0013 * 1 * 0,256$$

$$386,048 * 10^{-6} \text{ m}^2 > 344,5 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * b * h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 * 1 * 0,30$$

$$A_{s,max} \leq 0,012 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{st2} \leq A_{s,max}$$

$$\underline{386,048 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 2\,827 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,012 \text{ m}^2}$$

VYHOVUJE

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st2} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{2\,827 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 20 * 10^3} = 0,076821 \text{ m}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,256 - \frac{0,8 * 0,076821}{2} = 0,225272 \text{ m}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st2} * f_{yd} * z = 2\,827 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,225272 = 276,888 \text{ kNm}$$

$$M_{xEd2} \leq M_{Rd}$$

$$265,09 \text{ kNm} \leq 276,888 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

$$M_{yEd1} = 38,46 \text{ kNm}$$

$$c = 35 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$\text{výztuž } \varnothing 10$$

$$A_c = (\pi * \varnothing^2) / 4 = (\pi * 10^2) / 4 = 78,540 \text{ mm}^2$$

$$d = 300 - 35 - 10 - 10 / 2 = 250 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnější $M_{yEd1} = 38,46 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{yEd1}}{b * d^2 * f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 * 0,25 * \frac{20 * 10^3}{434,782 * 10^3} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 38,46}{1 * 0,25^2 * 20 * 10^3}} \right) = \\ &= 259,450 * 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Navržen } \varnothing 10 \text{ po } 210 \text{ mm} \dots A_{st1} = 374 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$2h = 600; 250 \text{ mm}$$

PosouzeníKontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d > 0,0013 * b * d$$

$$A_{s,\min} = 0,26 * \frac{2,9}{500} * 1 * 0,25 > 0,0013 * 1 * 0,25$$

$$377 * 10^{-6} \text{ m}^2 > 325 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,\max} \leq 0,04 * b * h$$

$$A_{s,\max} \leq 0,04 * 1 * 0,30$$

$$A_{s,\max} \leq 0,012 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} \leq A_{st1} \leq A_{s,\max}$$

$$\underline{377 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 374 * 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,012 \text{ m}^2}$$

NEVYHOVUJE →

$$\underline{\underline{\rightarrow \text{navržen } \varnothing 10 \text{ po } 200 \text{ mm} \quad A_{st1} = 393 * 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st1} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{393 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 20 * 10^3} = \mathbf{0,01068 \text{ m}}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,25 - \frac{0,8 * 0,01068}{2} = \mathbf{0,245728 \text{ m}}$$

Kontrola únosnosti

$$M_{Rd} = A_{st1} * f_{yd} * z = 393 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,245728 = \mathbf{41,987 \text{ kNm}}$$

$$M_{yEd2} \leq M_{Rd}$$

$$\underline{38,46 \text{ kNm} \leq 41,987 \text{ kNm}}$$

VYHOVUJE

$$M_{yEd2} = \mathbf{304,54 \text{ kNm}}$$

$$c = 35 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$\text{výztuž } \varnothing 20$$

$$A_c = (\pi \cdot \varnothing^2) / 4 = (\pi \cdot 20^2) / 4 = 314,159 \text{ mm}^2$$

$$d = 300 - 35 - 18 - 20 / 2 = 237 \text{ mm}$$

Návrh výztuže vnější $M_{yEd2} = 304,54 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{yEd2}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = \\ &= 1 \cdot 0,237 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{434,782 \cdot 10^3} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 304,54}{1 \cdot 0,237^2 \cdot 20 \cdot 10^3}} \right) = \\ &= 3\,525,492 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{\text{Navržen } \varnothing 20 \text{ po } 85 \text{ mm} \quad A_{st2} = 3\,696 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}}$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$2h = 600; 250 \text{ mm}$$

Posouzení

Kontrola plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d > 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 1 \cdot 0,237 > 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,237$$

$$357,396 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 > 308,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot 1 \cdot 0,30$$

$$A_{s,max} \leq 0,012 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{st2} \leq A_{s,max}$$

$$\underline{\underline{357,396 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 3\,696 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \leq 0,012 \text{ m}^2}}$$

VYHOVUJE

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{st2} * f_{yd}}{0,8 * b_w * \eta * f_{cd}} = \frac{3\,696 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3}{0,8 * 1 * 1 * 20 * 10^3} = 0,100435 \text{ m}$$

$$z = d - \frac{0,8 * x}{2} = 0,237 - \frac{0,8 * 0,100435}{2} = 0,196826 \text{ m}$$

Kontrola únosnosti

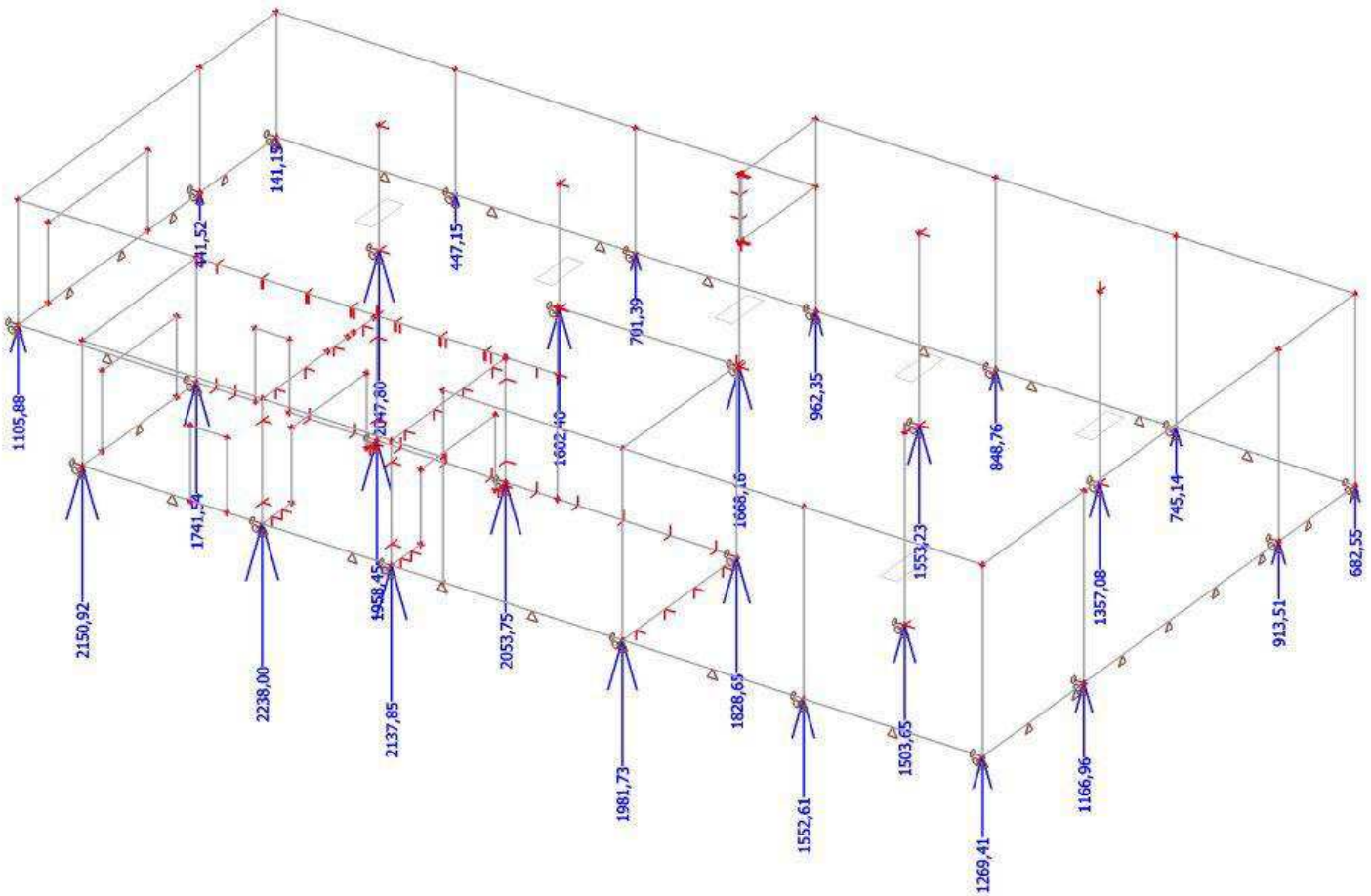
$$M_{Rd} = A_{st2} * f_{yd} * z = 3\,696 * 10^{-6} * 434,782 * 10^3 * 0,196826 = 316,290 \text{ kNm}$$

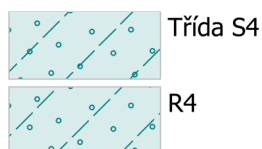
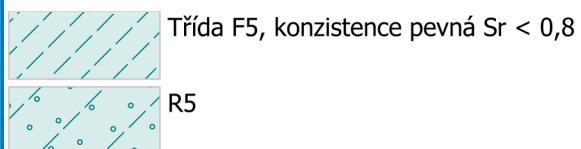
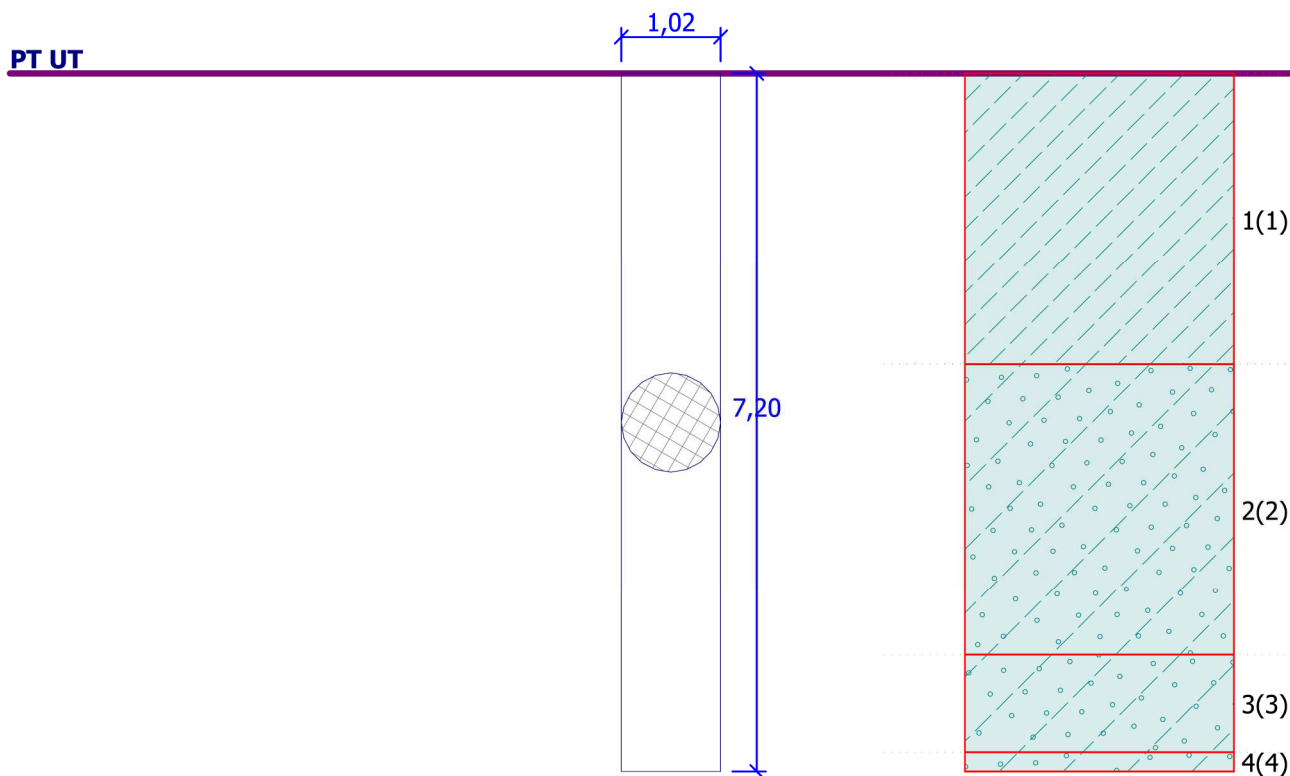
$$M_{yEd2} \leq M_{Rd}$$

$$304,54 \text{ kNm} < 316,290 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

Síly do piloty





Posouzení svislé únosnosti : NAVFAC DM 7.2

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Součinitel výpočtu kritické hloubky $k_{dc} = 1,00$

Posouzení tlačené piloty:

Nejpříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1663,78 \text{ kN}$

Únosnost piloty v patě $R_b = 1002,84 \text{ kN}$

Únosnost piloty $R_c = 2666,62 \text{ kN}$

Extrémní svislá síla $V_d = 2238,00 \text{ kN}$

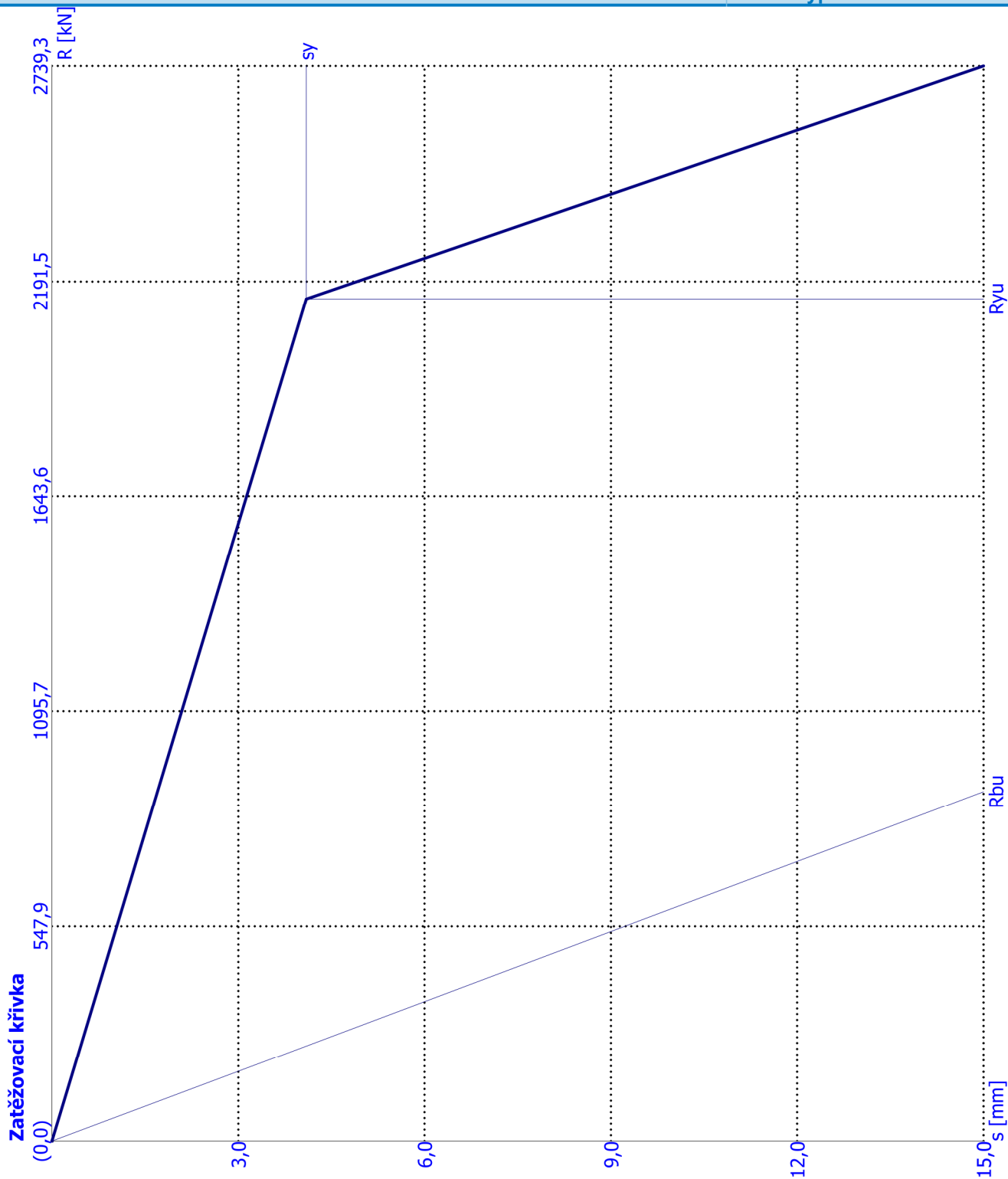
$R_c = 2666,62 \text{ kN} > 2238,00 \text{ kN} = V_d$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE



Název :

Fáze - výpočet : 1 - 1



Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření $R_{yu} = 2147,27$ kN
 Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 4,1$ mm
 Celková únosnost $R_c = 2739,35$ kN
 Maximální sednutí $s_{lim} = 15,0$ mm



Pouze pro nekomerční využití



5. ZÁSADY ORGANIZACE VÝSTAVBY

a) Informace o rozsahu staveniště, předpokládané úpravy, oplocení, příjezdy a přístupy na staveniště

Stavební práce se týkají novostavby, která bude sloužit jako bytový dům na Praze 5.

Staveniště se bude nacházet na parcelách č. 3609/1 a 3611/1 v k.ú. Smíchov. Obvod staveniště bude vymezen oplocením do výšky 2 m. Vjezd na staveniště bude opatřen vjezdovou bránou. Pozemek je ve vlastnictví Real-Treuhand Reality s.r.o. a investorem je Úřad městské části Praha 5. Na staveništi se nachází starý objekt, který bude potřeba zbourat před započítím veškerých stavebních prací. Přístup na stavbu bude z Holečkovy ulice. Veškeré komunikace, které jsou mimo staveniště je potřeba udržovat čisté podle silničního zákona. Příjezd na staveniště bude opatřen uzamykatelnou bránou. Mimo pracovní dobu bude brána uzamčena a střežena vybranou bezpečnostní agenturou. Prostor staveniště je svahovaný. Pro veškeré zařízení staveniště bude potřeba vybudovat rovnou zpevněnou plochu. Na staveništi nejsou žádné keře ani stromy, které by byly potřeba chránit před poškozením. Na pozemku se nachází staré inženýrské sítě, které bude potřeba vytyčit a odstranit.

Inženýrské sítě potřebné na staveništi budou vedeny z veřejných inženýrských sítí z místní komunikace. Na elektrické vedení bude připojen rozvaděč, který bude sloužit jako zdroj energie v rámci výstavby objektu. Staveništní buňky pro hygienické a sociální účely budou napojeny na vodovodní a kanalizační přípojku. Veškeré stavební buňky budou také připojeny na elektrické vedení a ze střech bude udělán svod do kanalizace.

Ke staveništi také jsou potřeba skládky. Po sejmutí ornice bude zemina ponechána na staveništi, zbytek materiálu bude odvážen na skládku.

Stavba je členěna do jednotlivých stavebních a inženýrských objektů a provozních souborů.

Stavba je rozdělena do těchto částí:

1. Zařízení staveniště
2. Zemní práce
3. Hrubá spodní stavba
4. Hrubá vrchní stavba
5. Vnitřní nenosné stěny, podlahy a podhledy
6. Výplně otvorů
7. TZB
8. Vnitřní a vnější fasádní systém
9. Obklady a dlažby

10. Osazování zařizovacích předmětů a dokončovací práce

11. Vnější úpravy okolí

b) Napojení staveniště na zdroje vody, elektřiny, odvodnění staveniště

Elektrická energie bude na staveniště zavedena elektrickou přípojkou z elektrického vedení v Holečkově ulici. Zdroj vody bude zajištěn vodovodní přípojkou ze stávajícího vedení v Holečkově ulici. Kanalizace bude napojena také na stávající kanalizaci v Holečkově ulici. Telekomunikace bude vyřešena mobilními telefony. Staveniště je stahované, tzn., že minimální sklon vypárování jsou 2% a odvodnění není potřeba více řešit.

c) Úpravy z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví třetích osob

Pozemek bude trvale oplocen do výšky 2 m. Okolní plochy využívané pro stavbu budou vymezeny páskou a nebezpečná místa staveniště se označí výstražnými nápisy proti přístupu nepovolených osob. Jde především o zabezpečení hlavního vchodu proti případnému úrazu.

Zhotovitel musí dbát všech ochranných pásem inženýrských sítí. Zhotovitel se musí řídit platnou legislativou jak z hlediska bezpečnosti práce, tak z hlediska ochrany přírody a obyvatelstva.

Při realizaci se nepředpokládá přístup třetích osob do objektu. Bude se jednat o stavebníka, který bude jako dohled na prováděcí práce a dále projektant, který koná autorský dozor. Pro tyto případy musí být staveniště vybaveno ochrannými pomůckami.

d) Uspořádání a bezpečnost staveniště z hlediska ochrany veřejných zájmů

Pokud dojde při realizaci stavby k nálezům kulturně cenných předmětů nebo archeologickým nálezům, je nutné tuto skutečnost oznámit stavebnímu úřadu a orgánu státní památkové péče. Zároveň je nutné nález opatřit, aby nebyl poškozen nebo zničen. Práce v místě nálezů je nutné přerušit. Stavební úřad v dohodě s příslušnými dotčenými orgány stanoví podmínky k zabezpečení nálezů a rozhodne o přerušení prací.

e) Řešení zařízení staveniště

Téměř veškeré sociální zabezpečení pracovníků stavby se umístí na vhodné místo mimo prostor stavby. Stravování pracovníků bude individuální v místních zařízeních. Zdravotní péče bude zajištěna v nejbližším zdravotnickém zařízení. Dodavatel stavby určený výběrovým řízením investora bude provedeno zařízení staveniště podle aktuálních potřeb dodavatele stavby.

Nebude možné využívat stávajících budov, protože se jedná o novostavbu. V zařízení staveniště se předpokládá minimálně kancelářský kontejner, obytný kontejner sloužící jako šatny pro dělníky, skladový kontejner a sanitární kontejner.

Staveniště se nachází na svahovaném pozemku u komunikace Holečkova ulice v Praze 5. Zhotovitel před zahájením stavebních prací zřídí přípojná místa na zdroj vody a elektrické energie. Investor zároveň umožní přístup a využití přilehlého pozemku pro případné zařízení staveniště a skládku materiálu.

f) Popis staveb zařízení staveniště vyžadujících ohlášení

Projekt nepředpokládá budování staveb, které vyžadují ohlášení.

g) Stanovení podmínek pro provádění stavby z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví

Zhotovitel stavby pověří vedením realizace stavbyvedoucím. Tato osoba bude přítomna při úkonech a jednáních týkajících se bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci. Stavbyvedoucí je povinen vést evidenci pracovníku od nástupu do práce až po opuštění pracoviště. Všichni pracovníci musí být vybaveni ochrannými prostředky.

Stavbyvedoucí bude dohlížet na technický stav používaných zařízení, dohlížet na revize zařízení, a aby technická zařízení obsluhovali pouze kvalifikované osoby. Musí také dohlížet na ochranu materiálů, výrobků a celé stavby před poškozením a zcizením v souladu s dohodou ve smlouvě o dílo.

Pracovník, který upozoruje nebezpečí, které by ohrožovalo osoby na životech, je povinen toto nebezpečí nahlásit a přerušit práci. Stavební práce musí být přerušeny i v případě nevyhovujících klimatických podmínek. O všech přerušeních musí být vedený zápis.

Staveniště musí být oploceno minimálně do výšky 1,8 m, aby byla zajištěna ochrana stavby, zařízení a osob. Veškeré vstupy na staveniště a příjezdové cesty musí být označeny bezpečnostními značkami a tabulkami se zákazem vstupu na staveniště nepovoleným osobám.

Při přípravě a provádění zemních, stavebních, montážních a udržovacích prací a při pracích s nimi souvisejícího je nutno se řídit právními předpisy na úseky BOZP. Veškeré otvory a výkopy, kde hrozí nebezpečí pádu, musí být zakryty poklopem nebo ohrazeny. Zakrytí poklopem musí být provedeny tak, aby ho nebylo možné odstranit při běžném provozu. Únosnost musí odpovídat provozu na staveništi.

Při skladování materiálu musí být zajištěn jeho bezpečný přístup a odběr v souladu s postupem stavebních prací. Skladovací plochy musí být urovnány, odvodněny, zpevněny a označeny bezpečnostními tabulkami zakazujícími vstup nepovoleným osobám. Skladovací

materiál musí být uložen tak, aby byla po celou dobu skladování zajištěna stabilita a nedošlo k jeho znehodnocení.

Zařízení pro výrobu, zpracování a dopravu malt musí být umístěno tak, aby při provozu neohrožovalo pracovníky provádějící jinou pracovní činnost. Materiál pro zdění musí být uložen tak, aby pro práci zůstal volný pracovní prostor minimálně 0,6 m široký. Kontrola svislosti zdiva a vázání rohů nesmí být prováděna přímo z vyzdívané stěny. Pro betonáž musí být volná prostor pro mix a případně pro pumpu.

Při realizace stavby lze použít stroje a strojní zařízení, které svou konstrukcí, provedením a technickým stavem odpovídají předpisům k zajištění bezpečnosti práce a technickým zařízením. Stroje lze používat k účelům, pro které jsou technicky způsobilé v souladu s podmínkami stanovenými výrobcem a technickými normami. Stroje může samostatně obsluhovat osoba, která má pro tuto činnost způsobilost, starší 18-ti let a je tělesně a duševně způsobilá. Stroje musí být při přerušení anebo ukončení provozu zajištěny tak, aby nemohly být zdrojem ohrožení nebo neoprávněného užití.

Jeden pracovník smí ručně přenášet, nakládat a vykládat břemena do 50 kg hmotnosti, pokud zvláštní předpisy nestanoví nižší hodnotu. Je-li hmotnost břemene větší než by odpovídala celkovému počtu pracovníků čtyř, a u břemen nevhodných rozměrů nebo tvarů je nutno při této manipulaci využít mechanických prostředků.

h) Podmínky pro ochranu životního prostředí při výstavbě

Při realizaci všech činností na staveništi se bude postupovat s maximální šetrností k životnímu prostředí a budou dodržovány příslušné právní předpisy. Jedná se zejména o zákony: zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí

zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší

zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny

nařízení vlády č. 9/2002 Sb.,

které stanovují i technické požadavky na výrobky z hlediska emise hluku. Je nutné minimalizovat dopady vyplývající z provádění prací na staveništi z hlediska hluku, vibrací a prašnosti. Je nutné postupovat při likvidaci odpadu v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech.

Při realizaci staveních prací je dodavatel stavby povinen zajistit, aby nedošlo k ohrožení životního prostředí, zejména ke znečištění odpadních vod ze stavby, negativnímu ovlivňování okolí stavby hlukem a prachem.

i) Orientační lhůty výstavby

Předpokládaná doba výstavby je 14 měsíců od vydání stavebního povolení. Stavba by teda měla být dokončena v červenci 2016.

Přesné termíny výstavby podle stanoveného postupu prací budou upřesněny investorem a ohlášeny prostřednictvím plánu kontrolních prohlídek stavby příslušnému stavebnímu úřadu.

Předpokládané zahájení výstavby: 7/2015

Předpokládané ukončení výstavby: 8/2016

Předpokládaná kolaudace stavby: 9/2016

6. POŽÁRNÍ BEŽPEČNOST STAVBY

Každá bytová jednotka bude řešena jako samostatný požární úsek. Samostatný požární úsek bude tvořit i chráněná úniková cesta. Z požárního hlediska bude kontaktní zateplovací systém obvodových stěn zkombinován z minerální vlny a fasádního EPS. Samotný fasádní EPS nelze použít, protože výška objektu je ≥ 12 m. Do výšky 12 m budou z minerální vlny provedeny vodorovné pásy mezi okny mezi jednotlivými patry. Ostatní plochy budou zatepleny fasádním EPS. Veškeré plochy od 12 m a výše budou zatepleny pouze minerální vlnou.

Objekt má jede směr úniku, proto maximální délka chráněné únikové cesty je 120 m. Šířka únikového pruhu pro jednu osobu je 600 mm. Únikové cesty budou označeny viditelnými značkami.

Hasící přístroje budou rozmístěny na zdech schodišťového prostoru a další hasící přístroj bude umístěn v části, kde se nachází sklepy.

V příloze jsou výkresy, kde jsou označeny požární úseky a únikové cesty.

7. ZÁVĚR

Předmětem této diplomové práce bylo navrhnout stavbu z hlediska konstrukčního a statického, která je obytná o šesti podlažích. Podrobněji byla zpracována nosná konstrukce a založení objektu, včetně statického výpočtu.

Pro návrh spodní stavby bylo zvoleno založení na pilotách vetknutých do nestlačitelného podloží horniny R4. Piloty mají průměr 1,0 m a jsou vrtané. Celá spodní stavba bude řešena jako bílá vana, kde budou použity krystalizační přísady do betonu. U konstrukce bílé vany je především nutné dodržet maximální šířku trhlin, která byla zvolena max. 0,2 mm. Ze základové desky je připraveno vytrnování pro stěny. Železobetonové stěny bílé vany jsou vyztuženy podélnou i příčnou výztuží B500A. Podélná výztuž je $\varnothing 10$ po 135 mm a příčná výztuž je $\varnothing 12$ po 115 mm. Svah bude zajištěn milánskou vetknutou stěnou, která bude kotvena pomocí kotev do svahu. Po dokončení stavby se mezera mezi objektem a milánskou stěnou bude postupně dosýpat a zhutňovat. Jakmile se dojde ke kotvě, tak se odstraní hlavice kotvy a bude se pokračovat v dosýpání. Tímto způsobem se bude pokračovat až do úrovně terénu.

Konstrukce nadzemní části je vyzdívaná z cihelných bloků POROTHERM. Všechny stropní desky jsou křížem vyztužené. Stropní deska na 1NP je tloušťky 280mm a ostatní stropní desky mají tloušťkou 250 mm. Konstrukce, které tvoří bílou vanu, jsou z betonu C30/37. Dále z této třídy betonu C30/37 jsou vybetonovány průvlaky, sloupy a stěnové nosníky. Stropní desky jsou z betonu C25/30. Sloup průřezu 300x800 mm je vyztužen podélnou i příčnou výztuží. Příčnou výztuž tvoří třmínky, které jsou v horní a dolní části zhuštěny.

Obvodová konstrukce vyzdívaná z cihelných bloků POROTHERM tloušťky 300 mm bude doplněno o zateplovací systém. Vnitřní nosné konstrukce jsou také vyzdívány z cihelných bloků POROTHERM tloušťky 300 mm a 175 mm. Vnitřní nenosné dělicí příčky jsou z cihelných bloků POROTHERM tloušťky 115 mm.

Veškeré zatížení stavební konstrukce, zatěžovací kombinace jsou provedeny podle příslušných norem ČSN. Podle těchto norem je také posouzena únosnost prvků a tepelně technické vlastnosti obvodového pláště a střechy.

8. POUŽITÉ NORMY, LITERATURA A SOFTWARE

a) Normy

- ČSN EN 1990 – Zásady navrhování stavebních konstrukcí
- 1991 – Zatížení stavebních konstrukcí
- 1992 – Navrhování betonových konstrukcí
- 1996 – Navrhování zděných konstrukcí
- 1997 – Navrhování základových a pažících konstrukcí
- 1998 – Navrhování konstrukcí odolných na účinky zemětřesení
- ČSN EN 73 05 40 – Tepelná ochrana budovy
- ČSN EN 73 0001-2 Navrhování stavebních konstrukcí – Slovník – Část 2:
Betonové konstrukce

b) Literatura

- Stavební zákon 350/2012 Sb.
- Vyhláška 268/2009 Sb. – Technické požadavky na stavby
- Bílé vany – vodotěsné betonové konstrukce

c) Software

- AutoCAD 2002
- Scia Engineer 14
- Microsoft Office Word 2007
- GEO 5 - Piloty

9. SEZNAM PŘÍLOH

➤ Architektonické a stavebně technické řešení

Půdorys 1NP	1:50
Půdorys 2NP	1:50
Půdorys 3+4NP	1:50
Půdorys 5+6NP	1:50
Půdorys 7+8NP	1:50
Půdorys 9+10NP	1:50
Řez A-A	1:50
Pohled jižní	1:100
Pohled severní	1:100
Pohled východní	1:100
Pohled západní	1:100

➤ Stavebně konstrukční část

Půdorys 1NP – konstrukční schéma	1:200
Půdorys 2NP – konstrukční schéma	1:200
Půdorys 3+4NP – konstrukční schéma	1:200
Půdorys 5+6NP – konstrukční schéma	1:200
Půdorys 7+8NP – konstrukční schéma	1:200
Půdorys 9+10NP – konstrukční schéma	1:200
Půdorys 2NP – označení stěnových nosníků	1:200
Půdorys 3+4NP – označení stěnových nosníků	1:200
Stěnový nosník S1	1:100
Stěnový nosník S1 – tahy a tlaky	1:100
Stěnový nosník S2	1:100
Stěnový nosník S2 – tahy a tlaky	1:100
Stěnový nosník S3	1:100
Stěnový nosník S3 – tahy a tlaky	1:100
Výkres tvaru základové desky	1:50
Výkres tvaru rozmístění pilot	1:50
Výkres tvaru stropu 1NP	1:50
Výkres tvaru stropu 2NP	1:50

Výkres horní výztuže základové desky	1:50
Výkres dolní výztuže základové desky	1:50
Výkres lemovací výztuže základové desky	1:50
Výkres horní výztuže 1NP	1:50
Výkres dolní výztuže 1NP	1:50
Výkres lemovací výztuže 1NP	1:50
Výkres řezu stropní desky 1NP	1:50
Výkres horní výztuže 2NP	1:50
Výkres dolní výztuže 2NP	1:50
Výkres lemovací výztuže 2NP	1:50
Výkres řezu stropní desky 2NP	1:50
Výkres výztuže sloupu	1:25
Výkres výztuže suterénní stěny	1:50
Výkres výztuže stěnového nosníku S1 – hlavní výztuž	1:50
Výkres výztuže stěnového nosníku S1 – lemovací výztuž	1:50

➤ **Požární bezpečnost stavby**

Púdorys 3+4NP – požární úseky	1:100
Púdorys 5+6NP – požární úseky	1:100
Púdorys 1NP – únikové cesty	1:100
Púdorys 5+6NP – únikové cesty	1:100