

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra betonových a zděných konstrukcí



ŘEŠENÍ BÍLÉ VANY

Water-tight basement floor

STATICKÝ VÝPOČET

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020

Tereza Holubová

Vedoucí práce: doc. Ing. Iva Broukalová, Ph.D.

OBSAH:

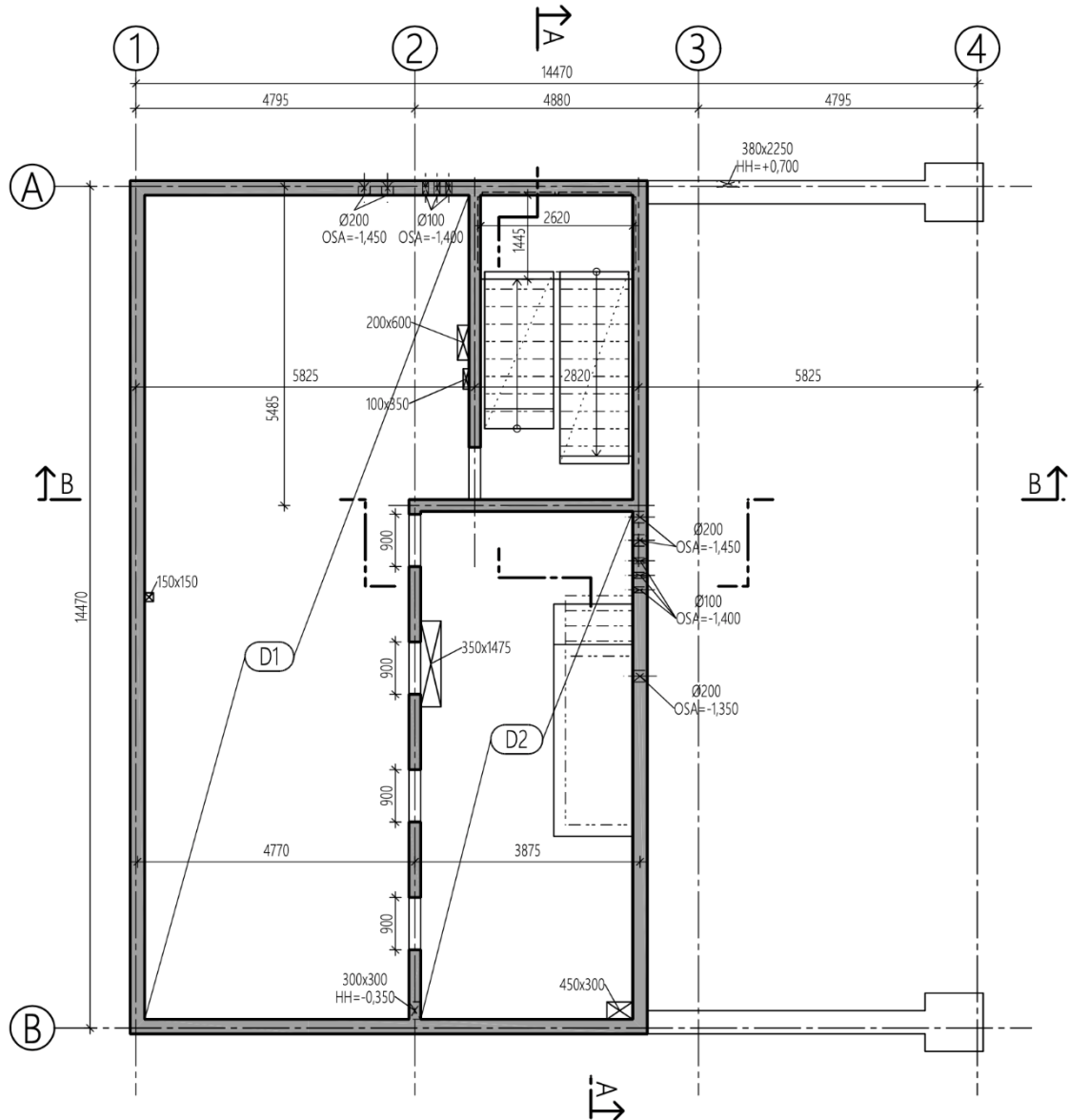
1.	SCHÉMA A POPIS KONSTRUKCE	4
1.1	Konstrukční řešení	4
1.2	Použité materiály	12
1.2.1	Beton	12
1.2.2	Výztuž	13
1.2.3	Ocel	13
1.2.4	Dřevo	13
2.	PŘEHLED ZATÍŽENÍ	14
2.1	Stálé zatížení	14
2.1.1	Nosné konstrukce	14
2.1.2	Podlahy	14
2.1.3	Střešní plášť	15
2.1.4	Obvodový plášť	15
2.1.5	Prosklené plochy	15
2.1.6	Příčky	16
2.1.7	Schodišťové stupně	16
2.1.8	Zemní tlak	17
2.1.9	Tlak vody	17
2.2	Proměnné zatížení	18
2.2.1	Užitné zatížení	18
2.2.2	Zatížení sněhem	18
2.2.3	Zatížení větrem	19
3.	STANOVENÍ KRYCÍ VRSTVY	20
3.1	Vnější líc spodní stavby	20
3.2	Vnitřní konstrukce a vnitřní líc konstrukcí spodní stavby	20
4.	PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH NOSNÝCH PRVKŮ	22
4.1	Stropní desky	22
4.2	Průvlaky	23
4.3	Podlahová deska	27
4.4	Železobetonové stěny	27
4.5	Schodiště	27
4.6	Dřevěné krokve	28

4.7	Ocelové prvky	32
5.	VÝPOČETNÍ MODEL	38
6.	ZALOŽENÍ OBJEKTU	39
7.	PODROBNÝ NÁVRH PODLAHOVÉ DESKY BÍLÉ VANY	47
7.1	Zatřídění konstrukce	47
7.2	Návrh výztuže podlahové desky	47
7.2.1	Vnitřní síly podlahové desky	48
7.2.2	Vynucené namáhání	50
7.2.3	Horní povrch podlahové desky	52
7.2.4	Dolní povrch podlahové desky	54
8.	PODROBNÝ NÁVRH STĚN BÍLÉ VANY	57
8.1	Zatřídění konstrukce	57
8.2	Návrh výztuže stěn	57
8.2.1	Vnitřní síly stěn	57
8.2.2	Vodorovná výztuž stěn	64
8.2.3	Svislá výztuž stěn	67
9.	KOTVENÍ A STYKOVÁNÍ VÝZTUŽE	71
9.1	Kotevní a přesahová délka – Ø 10 mm	71
9.2	Kotevní a přesahová délka – Ø 12 mm	72
9.3	Kotevní a přesahová délka – Ø 14 mm	72

1. SCHÉMA A POPIS KONSTRUKCE

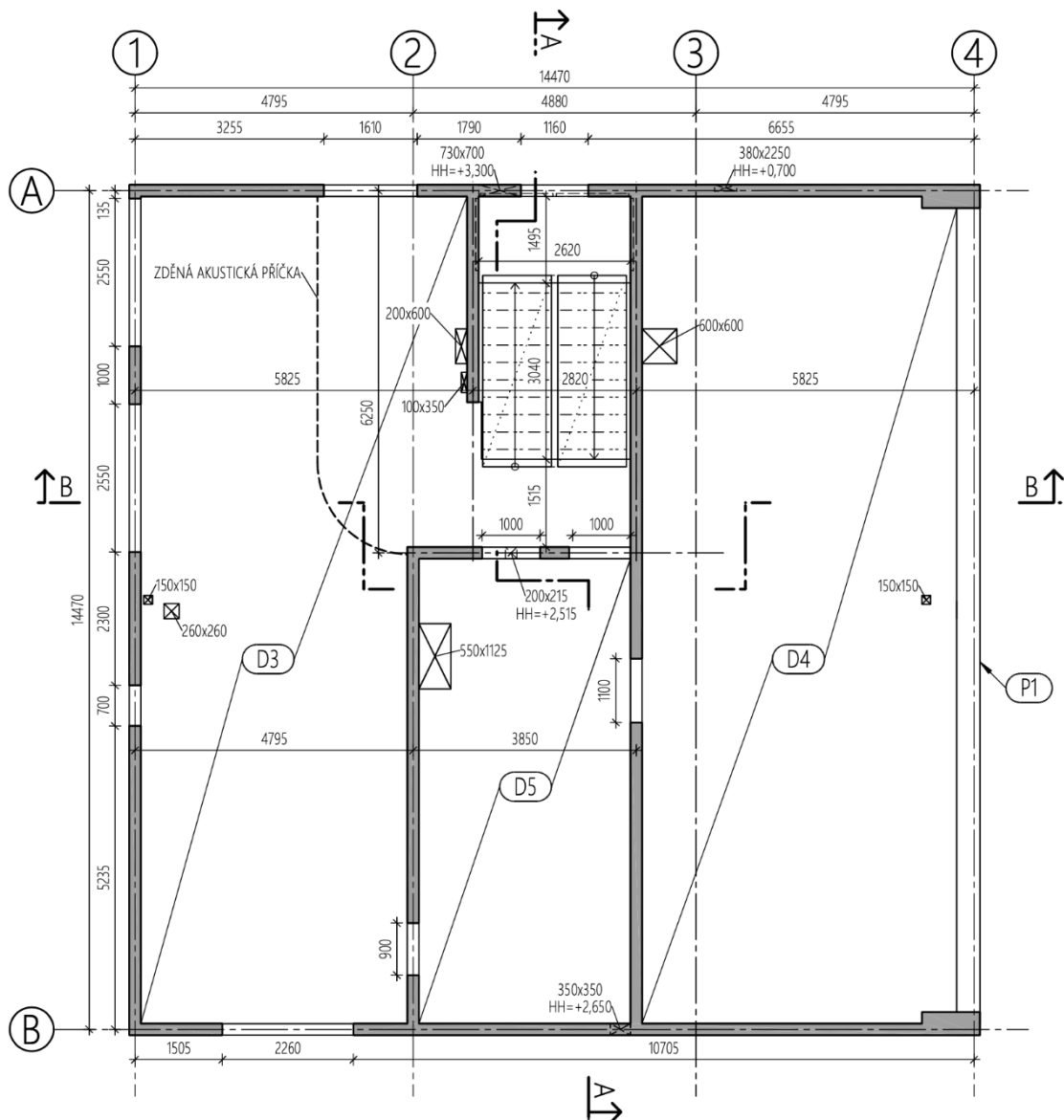
1.1 Konstruktivní řešení

KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 1.PP



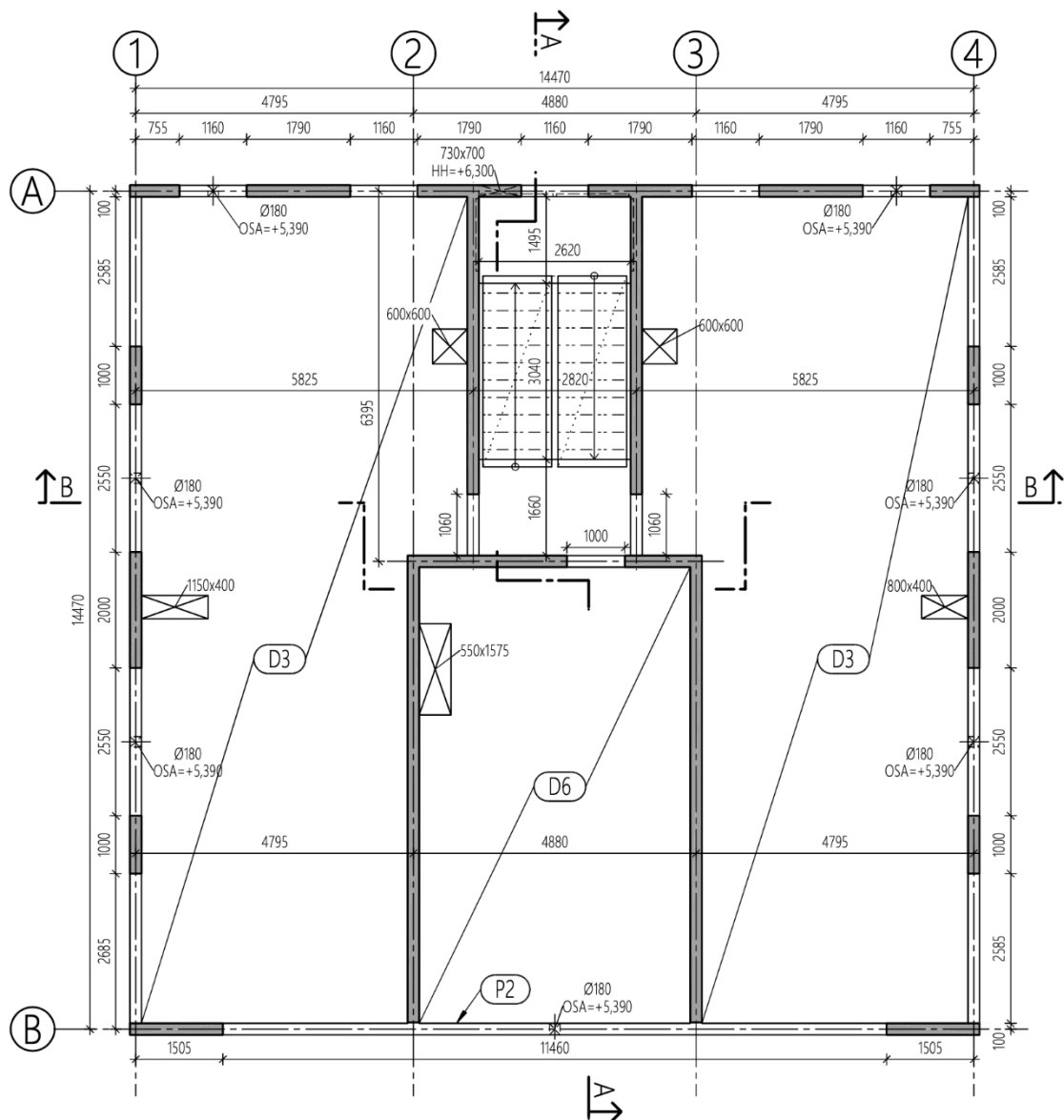
- konstrukční výška podlaží: 2,7 m (2,1 m)
- vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska
- svislé nosné konstrukce: ŽB monolitické stěny
- schodiště: dvouramenné – prefabrikovaná ŽB ramena s ŽB monolitickou mezipodestou
- účel využití podlaží: technické zázemí objektu, sklepy, schodiště

KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 1.NP



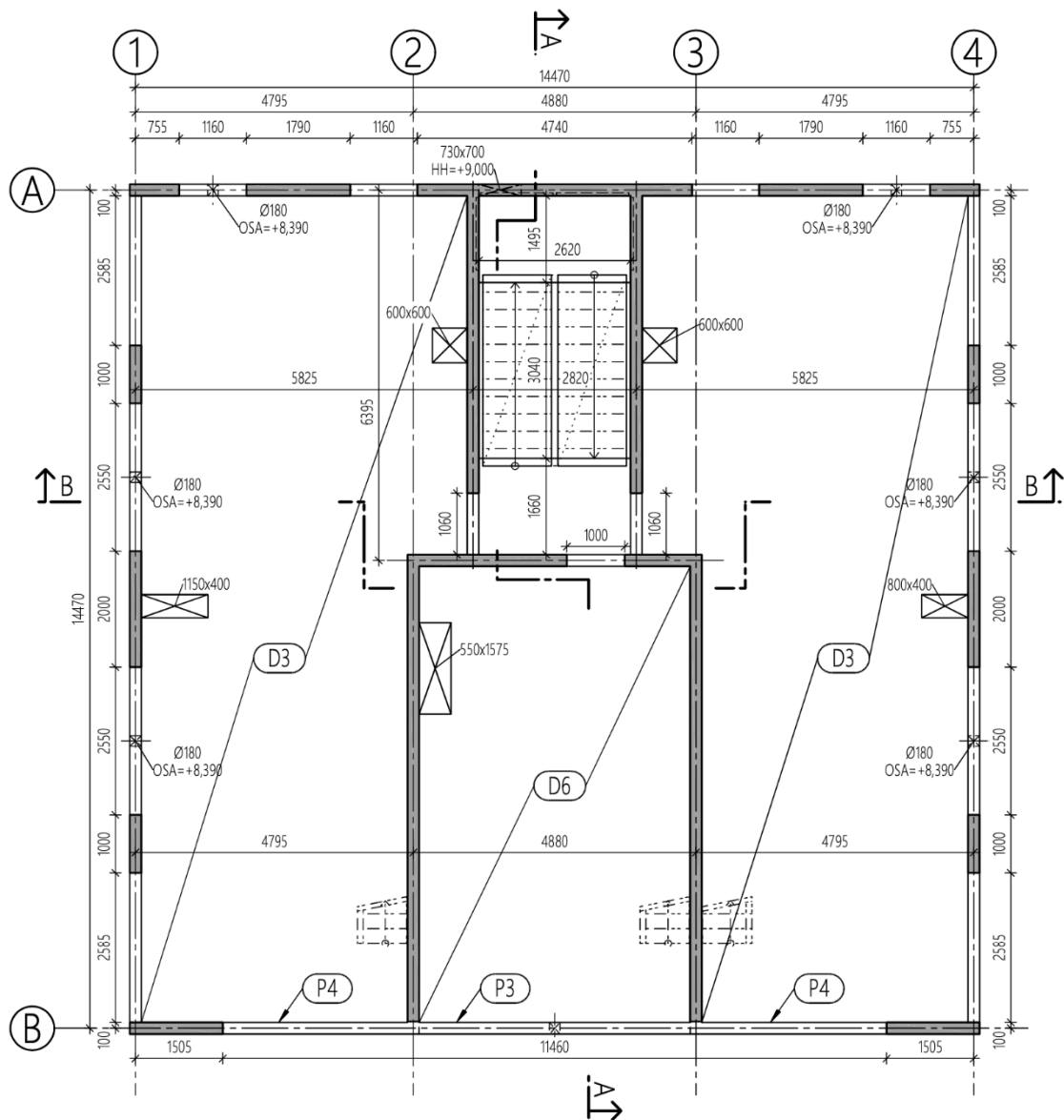
- konstrukční výška podlaží: 3 m (3,59 m)
- vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska, ŽB průvlak
- svislé nosné konstrukce: ŽB monolitické stěny
- schodiště: dvouramenné – prefabrikovaná ŽB ramena s ŽB monolitickou mezipodestou
- účel využití podlaží: komerční prostory, vstupní část bytového domu, technické zázemí objektu, schodiště, garáž

KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 2.NP



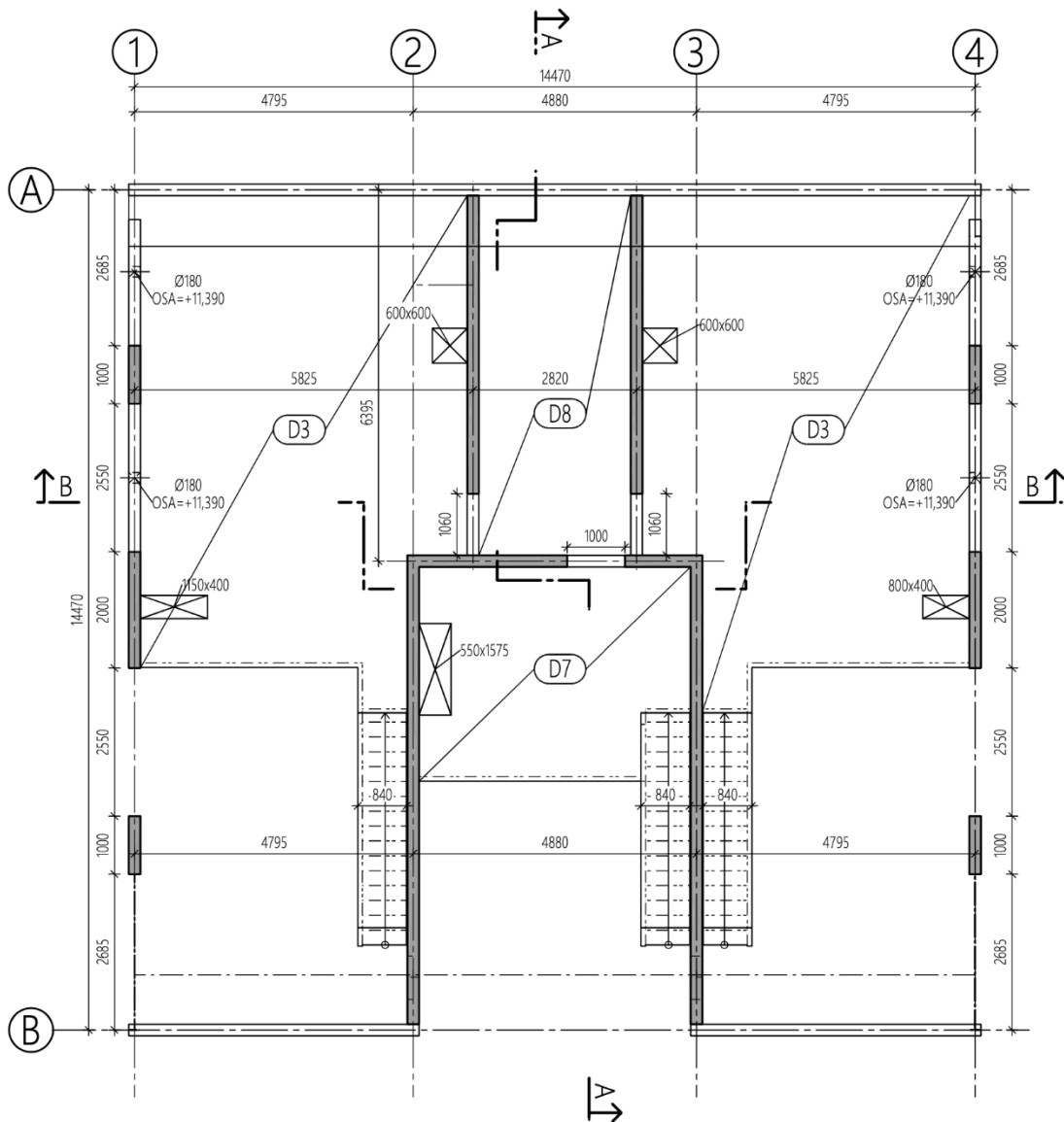
- konstrukční výška podlaží: 3 m
- vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska, ŽB průvlak
- svislé nosné konstrukce: ŽB monolitické stěny
- schodiště: dvouramenné – prefabrikovaná ŽB ramena s ŽB monolitickou mezipodestou
- účel využití podlaží: bytové prostory, schodiště

KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 3.NP



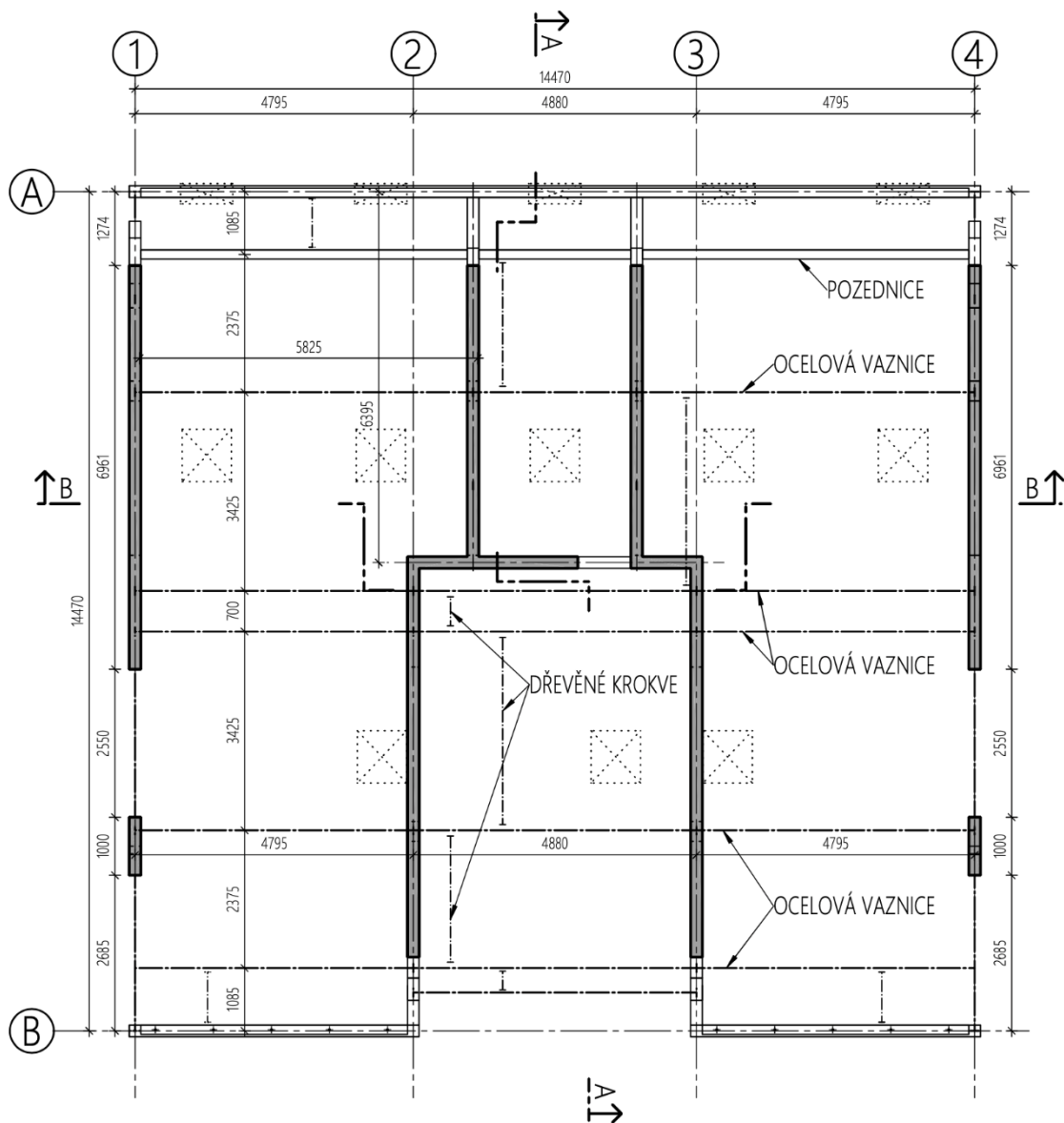
- konstrukční výška podlaží: 3 m
- vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska, ŽB průvlak
- svislé nosné konstrukce: ŽB monolitické stěny
- schodiště: dvouramenné – prefabrikovaná ŽB ramena s ŽB monolitickou mezipodestou
- účel využití podlaží: bytové prostory, schodiště

KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 4.NP



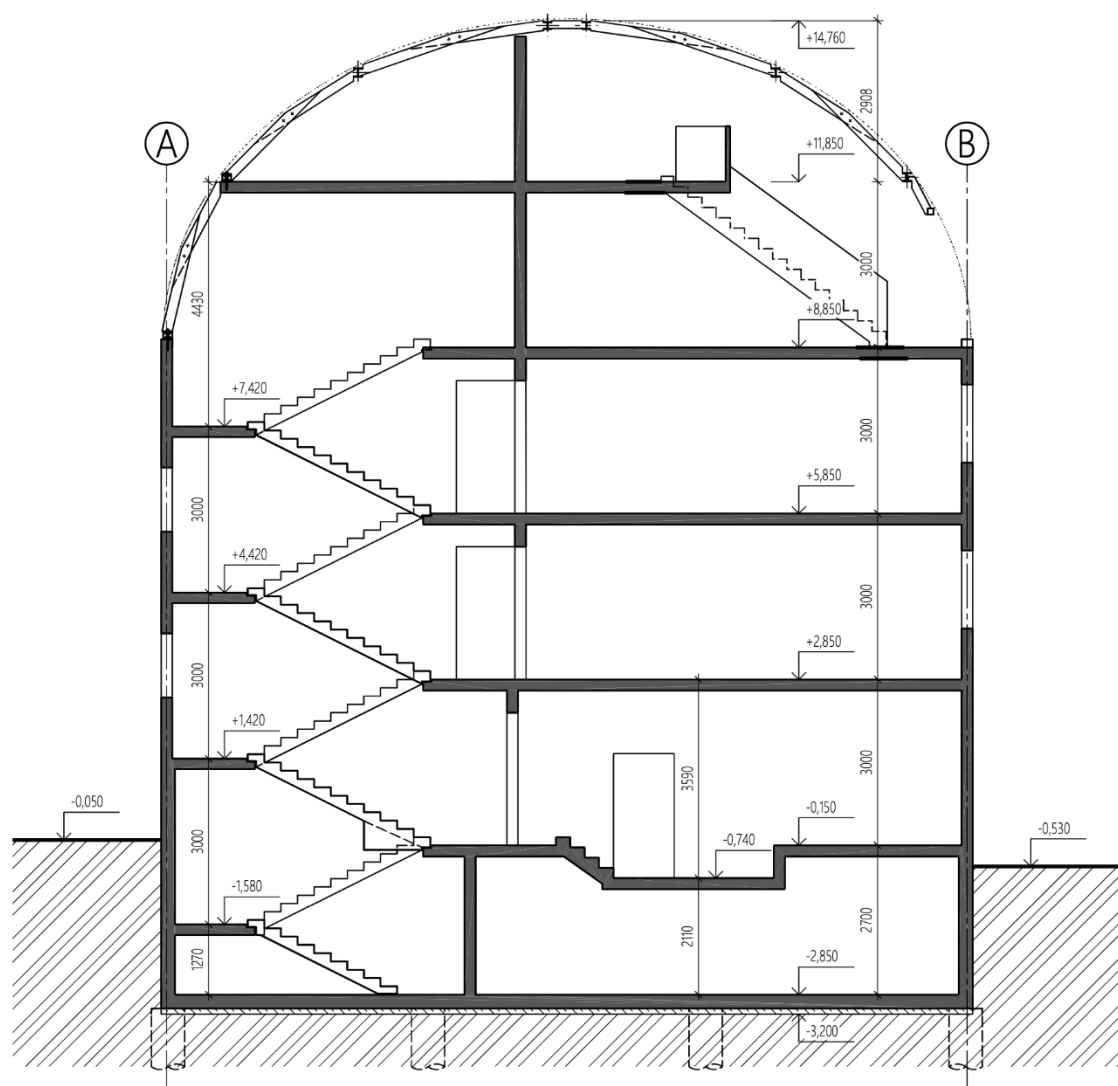
- konstrukční výška podlaží: 3 m
- vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska
- svislé nosné konstrukce: ŽB monolitické stěny
- schodiště: jednoramenná – ŽB monolitická
- účel využití podlaží: bytové prostory

KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 5.NP

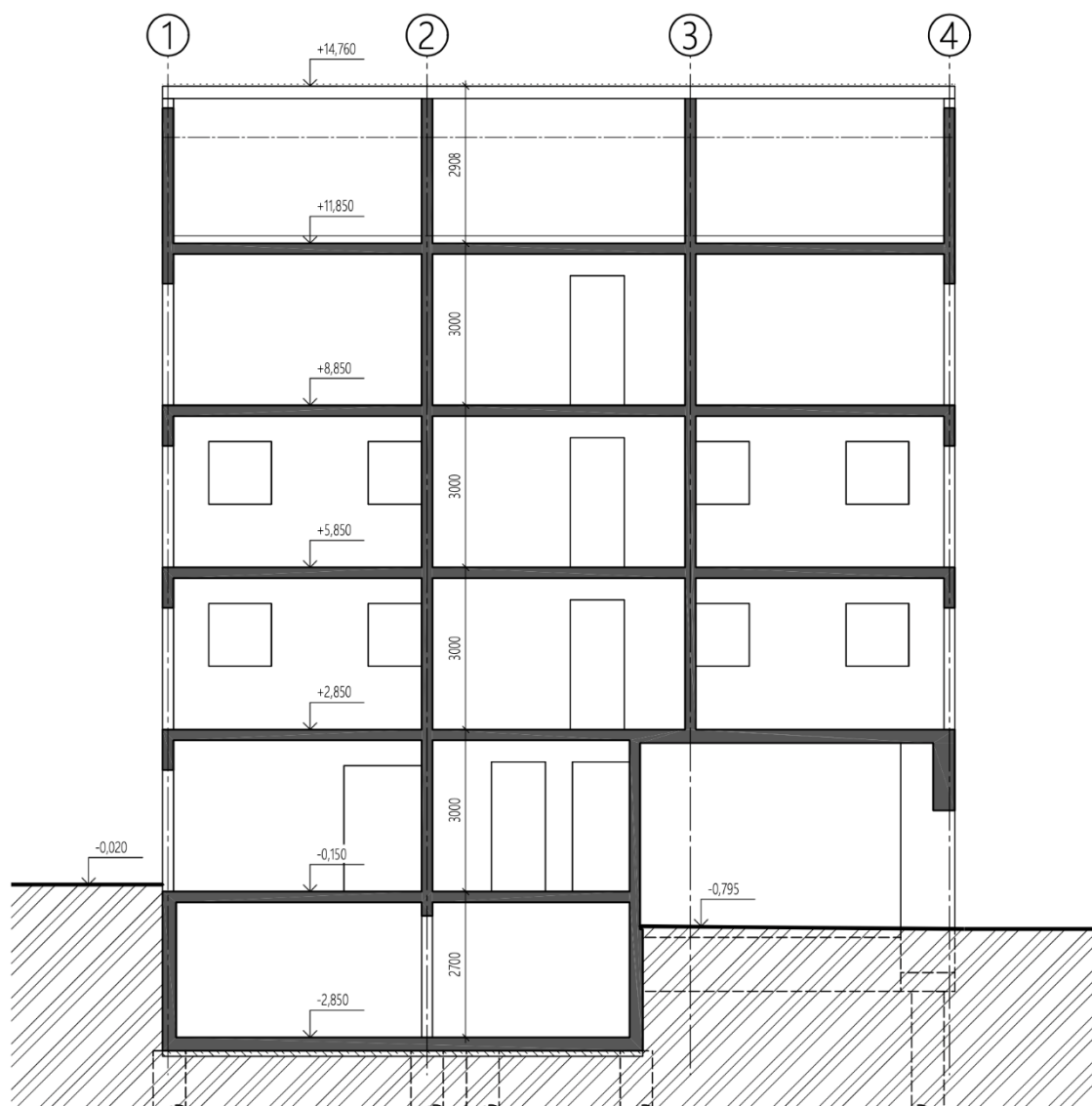


- konstrukční výška podlaží: proměnná – max. 2,9 m
- nosná konstrukce střechy: ocelové vaznice uložené na ŽB stěnách + dřevěné lomenicové krokve mezi nimi, ocelové rámy, dřevěné pozednice
- svislé nosné konstrukce: ŽB monolitické stěny
- účel využití podlaží: bytové prostory

KONSTRUKČNÍ SCHÉMA – ŘEZ A-A



KONSTRUKČNÍ SCHÉMA – ŘEZ B-B



1.2 Použité materiály

1.2.1 Beton

SPODNÍ STAVBA

- piloty
 - C30/37 – XC4, XA2 – Cl 0,20 – D_{max} 22 – S3
 - charakteristická pevnost v tlaku: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
 - návrhová pevnost v tlaku: $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$
 - stř. hodnota pevnosti v tahu za ohybu: $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
- základová deska
 - C30/37 – XC4, XF1, XA2 – Cl 0,20 – D_{max} 22 – S3
 - charakteristická pevnost v tlaku: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
 - návrhová pevnost v tlaku: $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$
 - stř. hodnota pevnosti v tahu za ohybu: $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
- obvodové stěny 1.PP
 - C30/37 – XC4, XF1, XA2 – Cl 0,20 – D_{max} 22 – S3
 - charakteristická pevnost v tlaku: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
 - návrhová pevnost v tlaku: $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$
 - stř. hodnota pevnosti v tahu za ohybu: $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
- vnitřní stěny 1.PP
 - C25/30 – XC1 – Cl 0,20 – D_{max} 22 – S3
 - charakteristická pevnost v tlaku: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
 - návrhová pevnost v tlaku: $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$
 - stř. hodnota pevnosti v tahu za ohybu: $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$

HORNÍ STAVBA

- stropní desky a průvlaky
 - C25/30 – XC1 – Cl 0,20 – D_{max} 22 – S3
 - charakteristická pevnost v tlaku: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
 - návrhová pevnost v tlaku: $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$
 - stř. hodnota pevnosti v tahu za ohybu: $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$

- stěny 1.NP – 5.NP
 - C25/30 – XC1 – C1 0,20 – D_{max} 22 – S3
 - charakteristická pevnost v tlaku: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
 - návrhová pevnost v tlaku: $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$
 - stř. hodnota pevnosti v tahu za ohybu: $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$
- prefabrikovaná schodišťová ramena
 - C25/30 – XC1 – C1 0,20 – D_{max} 22 – S3
 - charakteristická pevnost v tlaku: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
 - návrhová pevnost v tlaku: $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$
 - stř. hodnota pevnosti v tahu za ohybu: $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$

1.2.2 Výztuž

- betonářská výztuž B500B
 - charakteristická mez kluzu: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 - návrhová mez kluzu: $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1,15 = 434,8 \text{ MPa}$
 - modul pružnosti: $E_s = 200 \text{ GPa}$

1.2.3 Ocel

- S235
 - charakteristická mez kluzu: $f_y = 235 \text{ MPa}$
 - modul pružnosti: $E = 210 \text{ GPa}$

1.2.4 Dřevo

- konstrukční dřevo C24
 - charakteristická pevnost v ohybu: $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$
 - charakteristická pevnost ve smyku: $f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}$
 - charakteristická pevnost v tahu: $f_{t,0,k} = 14,0 \text{ MPa}$
 - charakteristická pevnost v tlaku: $f_{c,0,k} = 21,0 \text{ MPa}$
 - průměrná hodnota modulu pružnosti: $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$

2. PŘEHLED ZATÍŽENÍ

2.1 Stálé zatížení

2.1.1 Nosné konstrukce

Vlastní tíha nosných prvků viz předběžný návrh nosných prvků.

2.1.2 Podlahy

PODLAHA P01

- keramická dlažba – nebytové prostory 1.NP

vrstva	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
keramická dlažba + lepidlo	13	2400	0,31
stěrková hydroizolace	2	-	-
anhydritový potěr	50	2300	1,15
separační PE fólie	0,1	-	-
kročejová minerální izolace	25	130	0,03
výplňová vrstva z EPS	60	40	0,02
CELKEM	150		1,52

PODLAHA P02

- keramická dlažba – koupelny a WC v bytových jednotkách

vrstva	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
keramická dlažba + lepidlo	13	2400	0,31
stěrková hydroizolace	2	-	-
anhydritový potěr	50	2300	1,15
separační PE fólie	0,1	-	-
kročejová minerální izolace	25	130	0,03
výplňová vrstva z EPS	60	40	0,02
CELKEM	150		1,52

PODLAHA P03

- dřevěná lamelová podlaha – ostatní bytové prostory

vrstva	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
dřevěné lamely + lepidlo	17	600	0,10
anhydritový potěr	48	2300	1,10
separační PE fólie	0,1	-	-
kročejová minerální izolace	25	130	0,03
výplňová vrstva z EPS	60	40	0,02
CELKEM	150		1,26

PODLAHA P04

- hlazená betonová podlaha – komunikační prostory objektu

vrstva	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
betonová mazanina	65	2300	1,50
separační PE fólie	0,1	-	-
kročejová minerální izolace	25	130	0,03
výplňová vrstva z EPS	60	40	0,02
CELKEM	150		1,55

PODLAHA P05

- hlazená betonová podlaha – mezipodesta

vrstva	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
betonová mazanina	55	2300	1,27
separační PE fólie	0,1	-	-
kročejová minerální izolace	25	110	0,03
CELKEM	80		1,29

Ve vnitřních prostorech 1.NP až 5.NP jsou navrženy těžké plovoucí podlahy s prostým betonem (komunikační prostory) nebo anhydritovým potěrem (ostatní prostory) opatřeny různými nášlapnými vrstvami. V prostorách 1.PP tvoří nášlapnou vrstvu hlazený beton (se vsypem) samotné základové desky, zatížení od podlahy zde tedy není uvažováno. Zatížení konstrukce od podlah je v prostorech 1.NP – 5.NP jednotně uvažováno jako $g_k = 1,6 \text{ kN/m}^2$.

2.1.3 Střešní plášť

Střešní plášť S01 – plechová krytina

vrstva	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
plechová krytina s bedněním	-	-	0,35
minerální tepelná izolace	300	110	0,33
OSB desky/bednění	25	600	0,15
SDK podhled + nosný rošt	12,5	-	0,20
CELKEM			1,03

2.1.4 Obvodový plášť

Na horní stavbě objektu je aplikován kontaktní zateplovací systém s tepelnou izolací z minerální vlny tl. 160 mm.

- vlastní tíha tepelné izolace: $g_k = 1,0 \cdot 0,16 = 0,16 \text{ kN/m}^2$

2.1.5 Prosklené plochy

2.1.6 Příčky

V 1.NP jsou kancelářské prostory objektu odděleny od komunikačního prostoru bytového domu pomocí akustické zděné příčky Porotherm 25 AKU Z Profi (umístění viz konstrukční schéma 1.NP).

vrstva	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
Porotherm 25 AKU Z Profi	250	1000	2,50
2x omítka	30	1800	0,54
CELKEM			3,04

- plošná tíha příčky: 3,04 kN/m²
- světlá výška místnosti: 2,8 m
- vlastní tíha stěny: $g_k = 3,04 \cdot 2,8 = 8,51 \text{ kN/m}'$

V celém objektu jsou dále rozmístěné dělicí zděné příčky Porotherm 11,5 Profi.

vrstva	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
Porotherm 11,5	115	850	0,98
2x omítka	30	1800	0,54
CELKEM			1,52

- plošná tíha stěny: 1,52 kN/m²
- světlá výška místnosti (odhad): 2,8 m
- vlastní tíha stěny: $g_k = 1,52 \cdot 2,8 = 4,26 \text{ kN/m}'$

Pro předběžný návrh bude zatížení příčkami uvažováno jako náhradní rovnoměrné plošné zatížení $g_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$.

V programu SCIA Engineer bude zatížení od příček vyneseno liniově podle jejich přesné polohy.

2.1.7 Schodišťové stupně

HLAVNÍ SCHODIŠTĚ 1.PP

- konstrukční výška podlaží: 2,7 m
- počet stupňů v podlaží: 8 + 10
- výška schodišťového stupně: 150 mm
- šířka schodišťového stupně: 300 mm
- náhradní spojité zatížení od schod. stupňů: $g_k = \frac{1}{2} \cdot 0,15 \cdot 24 = 1,8 \text{ kN/m}^2$

HLAVNÍ SCHODIŠTĚ 1.NP – 3.NP

- konstrukční výška podlaží: 3,0 m
- počet stupňů v podlaží: 2 x 10
- výška schodišťového stupně: 150 mm

- šířka schodišťového stupně: 300 mm
- náhradní spojitě zatížení od schod. stupňů: $g_k = \frac{1}{2} \cdot 0,15 \cdot 24 = 1,8 \text{ kN/m}^2$

VYROVNÁVACÍ SCHODIŠTĚ 1.NP

- počet stupňů v podlaží: 4
- výška schodišťového stupně: 185 mm
- šířka schodišťového stupně: 260 mm
- náhradní spojitě zatížení od schod. stupňů: $g_k = \frac{1}{2} \cdot 0,185 \cdot 24 = 2,22 \text{ kN/m}^2$

SCHODIŠTĚ V MEZONETOVÝCH BYTECH (4.NP)

- konstrukční výška podlaží: 3,0 m
- počet stupňů v podlaží: 16
- výška schodišťového stupně: 186,88 mm
- šířka schodišťového stupně: 256 mm
- náhradní spojitě zatížení od schod. stupňů: $g_k = \frac{1}{2} \cdot 0,18688 \cdot 24 = 2,25 \text{ kN/m}^2$

2.1.8 Zemní tlak

Zatížení konstrukce zemním tlakem a tlakem vody bude zjednodušeně uvažováno odděleně – zatížení vyvolané samotnou zeminou a zatížení vyvolané samotným tlakem vody. Tato úvaha je na straně bezpečnosti.

Zásyp podzemní části objektu bude proveden nenamrzavou zeminou s níže popsanými parametry.

- charakteristická objemová tíha zeminy: $\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$
- efektivní úhel vnitřního tření: $\varphi_{ef} = 34^\circ$
- užité zatížení terénu: $q_k = 10 \text{ kN/m}^2$
- součinitel zemního tlaku v klidu: $K_0 = 1 - \sin \varphi_{ef} = 1 - \sin 34^\circ = 0,56$
- charakteristický zemní tlak: $\sigma_{0,k} = K_0 \cdot (q_k + \gamma_k \cdot h_i)$

2.1.9 Tlak vody

Ustálená hladina podzemní vody byla zastižena v hloubce 2,6 m pod původním terénem, tedy cca 0,8 m nad úrovní základové spáry. Z důvodu špatné propustnosti až nepropustnosti jílovitých zemin (zjištěných z IGP) a jimi způsobené špatné propustnosti srážkových vod bude HPV bezpečně uvažována 1,3 m nad základovou spárou (2,1 m pod PT).

- charakteristický tlak vody: $\sigma_{w,k} = h_w \cdot \gamma_w = 1,3 \cdot 10 = 13 \text{ kPa}$

2.2 Proměnné zatížení

2.2.1 Užité zatížení

- dle ČSN EN 1991-1-1

1.PP – 5.NP

Kategorie A – plochy pro domácí a obytné činnosti

- strop: $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$
- schodiště: $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

1.NP

Kategorie B – kancelářské plochy

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

STŘECHA

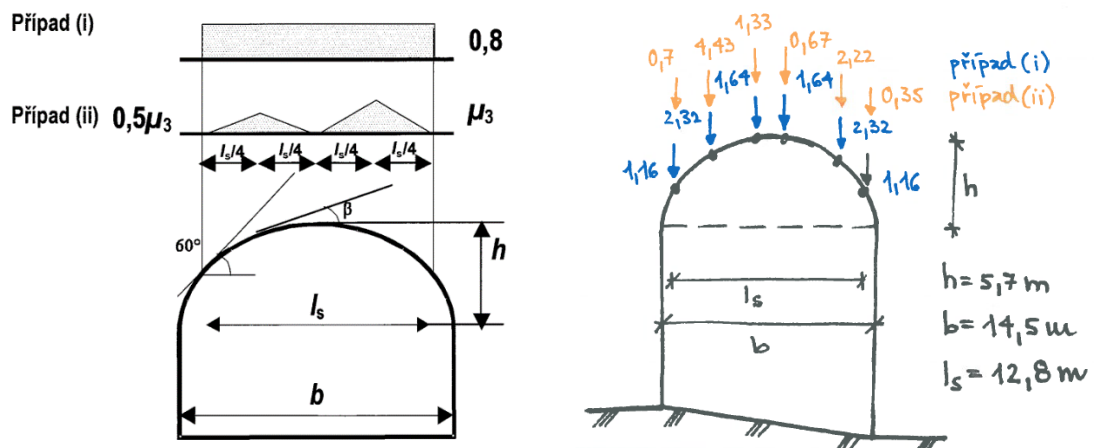
Kategorie H – nepřístupná střecha s výjimkou údržby a oprav

- $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

2.2.2 Zatížení sněhem

Zatížení sněhem je stanoveno v souladu s ČSN EN 1991-1-1-3.

- Řevnice – sněhová oblast II
- charakteristické zatížení sněhem: $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$
- součinitel expozice: $C_e = 1$
- součinitel tepla: $C_t = 1$
- poměr h/b : $h/b = 5,7/14,5 \doteq 0,4$
- tvarový součinitel: $\mu_3 = 2$ (válnová střecha)
- průměrné zatížení sněhem: $s = \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$



Průměrné zatížení sněhem bude v předběžném statickém výpočtu zjednodušeně uvažováno jako $s = 1 \text{ kN/m}^2$. V případě předběžného návrhu vaznic bude výpočet proveden s liniovým zatížením spočítaného dle normy.

2.2.3 Zatížení větrem

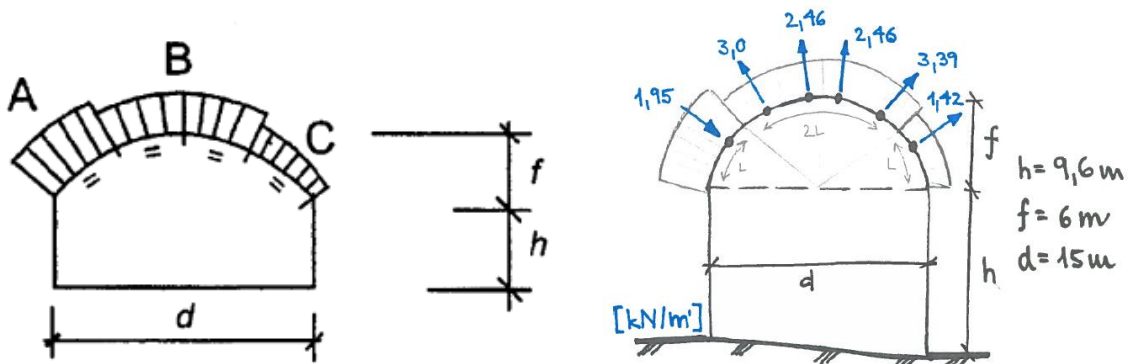
Zatížení větrem působící na svislé prvky objektu lze vzhledem k jeho malé výšce zanedbat. V případě návrhu konstrukčních prvků válcové střechy (vaznic, krokví) je zatížení níže stanoveno výpočtem dle ČSN EN 1991-1-1-4.

- Řevnice – větrná oblast II
- výchozí základní rychlost větrem: $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$
- základní rychlost větru: $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$
- kategorie terénu: II
- referenční výška objektu: $z = 15,6 \text{ m}$
- součinitel expozice: $C_{e(z)} = 2,64$
- maximální dynamický tlak větru: $q_p = C_{e(z)} \cdot q_b = 2,64 \cdot 0,39 \approx 1,03 \text{ kN/m}^2$
- tlak větru: $W_k = q_p \cdot C_{pe}$

$$W_{k,A} = 1,03 \cdot 0,55 \approx 0,57 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{k,B} = 1,03 \cdot (-1,1) \approx -1,14 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{k,C} = 1,03 \cdot (-0,4) \approx -0,42 \text{ kN/m}^2$$



3. STANOVENÍ KRYCÍ VRSTVY

3.1 Vnější líc spodní stavby

- předpokládaný profil výztuže: $\varnothing_d = 16 \text{ mm}$
- stupeň vlivu prostředí: XC4, XF1, XA2
- třída konstrukce: S3
- životnost: 50 let

MINIMÁLNÍ KRYCÍ VRSTVA

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

- $c_{min,b} = \varnothing_d = 16 \text{ mm}$ minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti
- $c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$ minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí
- $\Delta c_{dur,\gamma} = 0 \text{ mm}$ přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti prvku
- $\Delta c_{dur,st} = 0 \text{ mm}$ redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli
- $\Delta c_{dur,add} = 0 \text{ mm}$ redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné

$$c_{min} = \max(16; 25 + 0 - 0 - 0; 10\text{mm}) = 25 \text{ mm}$$

NOMINÁLNÍ KRYCÍ VRSTVA

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

- $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$ návrhový přídavek na odchylku

$$c_{nom} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$$

Z důvodu možného výskytu bludných proudů bude krytí výztuže uvažováno $c = 50 \text{ mm}$.

3.2 Vnitřní konstrukce a vnitřní líc konstrukcí spodní stavby

- předpokládaný profil výztuže: $\varnothing_d = 14 \text{ mm}$
- stupeň vlivu prostředí: XC1
- třída konstrukce: S3
- životnost: 50 let

MINIMÁLNÍ KRYCÍ VRSTVA

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

- $c_{min,b} = \varnothing_d = 14 \text{ mm}$ minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti
- $c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$ minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí
- $\Delta c_{dur,\gamma} = 0 \text{ mm}$ přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti prvku

$$\Delta c_{dur,st} = 0 \text{ mm}$$

redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli

$$\Delta c_{dur,add} = 0 \text{ mm}$$

redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné

$$c_{min} = \max(14; 10 + 0 - 0 - 0; 10\text{mm}) = 14 \text{ mm}$$

NOMINÁLNÍ KRYCÍ VRSTVA

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

návrhový přídavek na odchylku

$$c_{nom} = 14 + 10 = 24 \hat{=} 25 \text{ mm}$$

4. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH NOSNÝCH PRVKŮ

4.1 Stropní desky

NÁVRH DLE OHYBOVÉ ŠTÍHLOSTI

$$\lambda = \frac{L}{d} \leq \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}$$

$\kappa_{c1} = 1$	součinitel tvaru průřezu
$\kappa_{c2} = 1$	součinitel rozpětí
$\kappa_{c3} = 1,2$	součinitel napětí tahové výztuže
$\lambda_{d,tab}$	tabulková hodnota vymežující ohybové štíhlosti (stupeň výztužení 0,5 %, beton C 25/30)

typ podepření	L [m]	$\lambda_{d,tab}$	λ_d	d [mm]	h_d [mm]
jednosměrně pnutá deska D1 (1.PP)	5,83	24,1	28,92	202	234
jednosměrně pnutá deska D2 (1.PP)	3,88	24,1	28,92	134	166
jednosměrně pnutá deska D3 (1.NP – 4.NP)	5,83	24,1	28,92	202	234
jednosměrně pnutá deska D4 (1.NP)	5,80	27,8	33,36	174	206
jednosměrně pnutá deska D5 (1.NP)	3,85	27,8	33,36	115	147
obousměrně pnutá deska D6 (2.NP až 3.NP)	4,88	27,8	33,36	146	178
obousměrně pnutá deska D7 (4.NP)	3,79	24,1	28,92	131	163
jednosměrně pnutá deska D8 (1.PP, 2.NP až 4.NP)	2,82	27,8	33,36	85	117

NÁVRH DLE EMPIRIE

- jednosměrně pnutá deska:

$$h_d = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25} \right) \cdot L_1$$

deska	L [m]	$\left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25} \right) \cdot L$
deska D1	5,83	194 – 233
deska D2	3,88	129 – 155
deska D3	5,83	194 – 233
deska D4	5,80	193 – 232
deska D5	3,85	128 – 154
deska D8	2,82	94 – 113

- obousměrně pnutá deska:

$$h_d = \frac{1}{75} \cdot (L_x + L_y) + \Delta$$

typ podepření	L_x [m]	L_y [m]	h_d [mm]
deska D6	4,88	8,08	173 + Δ
deska D7	3,79	4,88	116 + Δ

Stropní deska bude provedena s konstantní tloušťkou v celém objektu – $h_d = 200$ mm. Šířka přechodového trámu, který se nachází v místě se sníženou úrovní stropní desky v 1.NP, bude shodná s tloušťkou desky, tedy $b = 200$ mm. Jediná výjimka nastává u desky D4, jejíž tloušťka je z důvodu nižší tuhosti podpory – trámu (v porovnání se stěnami) – a výskytu přechodové oblasti, kdy stěna 2.NP není průběžná se stěnou v nižším podlaží (1.NP) zvýšena na $h_d = 250$ mm.

4.2 Průvlaky

PRŮVLAK P1

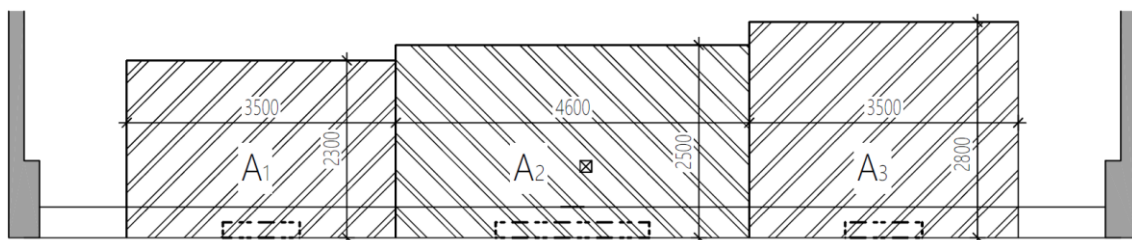
- délka: $L_p = 14,5$ m
- výška průvlaku:

$$h_p = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10}\right) \cdot L_p = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10}\right) \cdot 14500 = 1209 \div 1450 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{VOLÍM } h_p = 1500 \text{ mm}$$

- šířka průvlaku:

$$b_p = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}\right) \cdot h_p = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}\right) \cdot 1500 = 500 \div 750 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{VOLÍM } b_p = 500 \text{ mm}$$

- statické schéma pro předběžný návrh je vetknutý nosník
- zatížení vyvozené pilířky je uvažováno jako tři bodové síly
- zatěžovací šířka v 1.NP: $b = 2,7$ m
- zjednodušené zatěžovací plochy pilířů: $A_1 = 8,05 \text{ m}^2$
 $A_2 = 11,5 \text{ m}^2$
 $A_3 = 9,8 \text{ m}^2$



- zatížení – pilíř 1

	char. zat. [kN/m ²]	A [m ²]	char. zat. [kN]	γ	nás.	návrh. zat. [kN]
vlastní tíha		8,05	14,00	1,35	4	75,60
pilíř 5.NP			9,00		1	12,15
nadpraží (2,5 bm)			17,19		3	69,61
stropní deska	5,0		40,25		3	163,01
podlaha	1,6		12,88		3	52,16
příčky	1,5		12,08		3	48,90
střecha	1,1		8,86		1	11,95
užitné (kat. A)	1,5		12,08	1,5	3	54,34
sníh	1,0		8,05		1	12,08
CELKEM						499,81

- zatížení – pilíř 2

	char. zat. [kN/m ²]	A [m ²]	char. zat. [kN]	γ	nás.	návrh. zat. [kN]
vlastní tíha		11,5	28,00	1,35	4	151,20
stěna 5.NP (3,2 bm)			41,60		1	56,16
nadpraží (2,6 bm)			7,15		4	38,61
stropní deska	5,0		57,50		4	288,56
podlaha	1,6		18,40		4	92,34
příčky	1,5		17,25		4	86,57
střecha	1,1		12,65		1	17,08
užitné (kat. A)	1,5		17,25	1,5	4	96,19
sníh	1,0		11,50		1	17,25
CELKEM						843,96

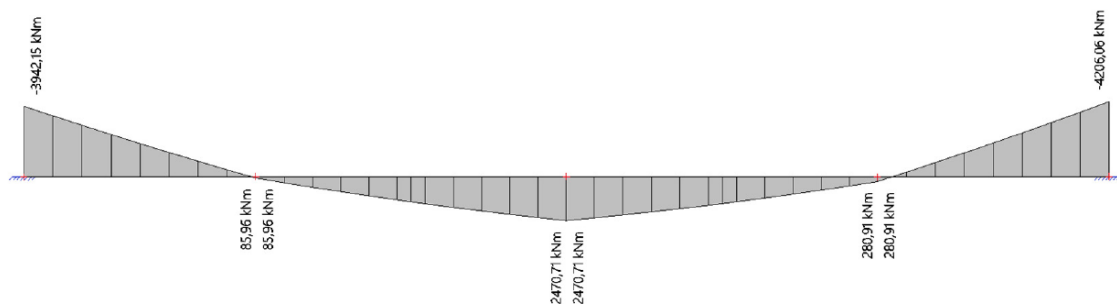
- zatížení – pilíř 3

	char. zat. [kN/m ²]	A [m ²]	char. zat. [kN]	γ	nás.	návrh. zat. [kN]
vlastní tíha		9,8	14,00	1,35	4	75,60
stěna 5.NP (3,5 bm)			26,25		1	35,44
nadpraží (2,5 bm)			6,88		4	37,13
stropní deska	5,0		49,00		4	264,60
podlaha	1,6		15,68		4	84,67
příčky	1,5		14,70		4	79,38
střecha	1,1		10,78		1	14,55
užitné (kat. A)	1,5		14,70	1,5	4	88,20
sníh	1,0		9,80		1	14,70
CELKEM						694,27

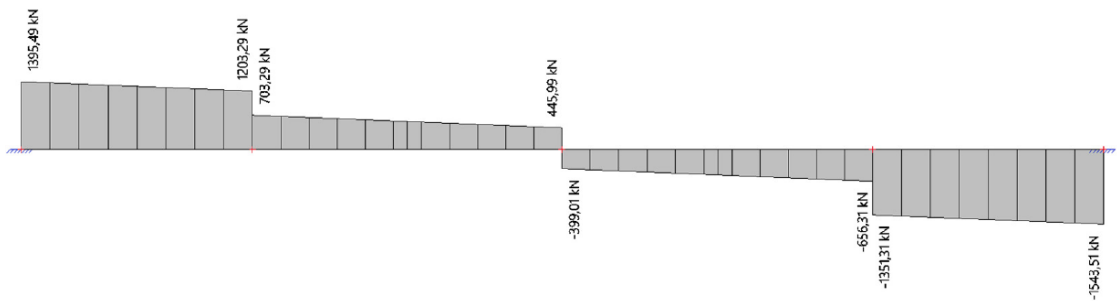
- zatížení průvlaku – 1.NP

	char. zat. [kN/m ²]	b [m]	char. zat. [kN/m']	γ	návrh. zat. [kN/m']
vlastní tíha		2,7	15,63	1,35	21,09
stropní deska	6,3		16,88		22,78
podlaha	1,6		4,32		5,83
příčky	1,5		4,05		5,47
užitné (kat. A)	1,5		4,05	1,5	6,08
CELKEM					61,25

- výsledné vnitřní síly na průvlaku



Ohybový moment M_y [kNm]



Posouvající síla V_z [kN]

- ohyb:

$$d = h - c - \emptyset_{tr} - \frac{\emptyset}{2} = 1500 - 25 - 12 - 10 = 1453 \text{ mm}$$

$$\mu = \frac{M_{Ed} \cdot 10^6}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4210 \cdot 10^6}{500 \cdot 1453^2 \cdot 16,67} = 0,23$$

$$\xi = 0,34 \leq \xi_{max} = 0,45 \quad \rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$A_{s,req} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot \xi}{f_{yd}} = \frac{0,8 \cdot 500 \cdot 1453 \cdot 16,67 \cdot 0,34}{434,6} = 7590 \text{ mm}^2$$

$$\rho = \frac{A_{s,req}}{b \cdot h} = \frac{7590}{500 \cdot 1500} = 0,01$$

$$\rho \approx 1 \% \quad \rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

- smyk:

$$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} \geq V_{Ed,max}$$

$$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) \cdot 16,67 \cdot 500 \cdot 0,9 \cdot 1453 \cdot \frac{1,5}{1 + 1,5} = 3884,6 \text{ kN}$$

$$3884,6 \geq 1544 \text{ [kN]} \quad \rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

PRŮVLAK P4

- délka: $L_p = 4,9 \text{ m}$
- výška průvlaku:

$$h_p = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10}\right) \cdot 4900 = 409 \div 490 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{VOLÍM } h_p = 670 \text{ mm}$$

- šířka průvlaku: $b_p = 200 \text{ mm}$
- statické schéma pro předběžný návrh vnitřní pole spojitého nosníku
- zatěžovací šířka: $b = 1,2 \text{ m}$
- zatížení

	char. zat. [kN/m ²]	b [m]	char. zat. [kN/m']	γ	návrh. zat. [kN/m']
vlastní tíha		1,2	2,35	1,35	3,17
stropní deska	5,0		6,00		8,10
podlaha	1,6		1,92		2,59
příčky	1,5		1,80		2,43
užitné (kat. A)	1,5		1,80	1,5	2,70
CELKEM					18,99

$$M_{Ed} = \frac{1}{12} \cdot f_d \cdot L_p^2 = \frac{1}{12} \cdot 19 \cdot 4,9^2 = 38,1 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot f_d \cdot L_p = \frac{1}{2} \cdot 19 \cdot 4,9 = 46,6 \text{ kN}$$

$$d = 670 - 25 - 10 - 7 = 628 \text{ mm}$$

$$\mu = \frac{38,1 \cdot 10^6}{200 \cdot 628^2 \cdot 16,67} = 0,03$$

$$\xi = 0,04 \leq \xi_{max} = 0,45 \quad \rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$A_{s,req} = \frac{0,8 \cdot 200 \cdot 628 \cdot 16,67 \cdot 0,04}{434,6} = 154,5 \text{ mm}^2$$

$$\rho = \frac{A_{s,req}}{b \cdot h} = \frac{154,5}{200 \cdot 670} = 0,001$$

$$\rho \approx 0,1 \% \quad \rightarrow \quad \text{Prvek je z důvodu arch. požadavků PŘEDIMENZOVÁN.}$$

- smyk:

$$V_{Rd,max} \geq V_{Ed,max}$$

$$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) \cdot 16,67 \cdot 200 \cdot 0,9 \cdot 628 \cdot \frac{1,5}{1 + 1,5} = 469,6 \text{ kN}$$

$$469,6 \geq 46,6 \text{ [kN]} \quad \rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

PRŮVLAK P2

- délka: $L_p = 4,9 \text{ m}$
- výška průvlastku: $h_p = 1590 \text{ mm}$
- šířka průvlastku: $b_p = 200 \text{ mm}$

Vzhledem ke stejnému zatížení a stejným délkám jako u průvlastku P4 je předpokládáno, že průřez VYHOVUJE.

PRŮVLAK P3

- délka: $L_p = 4,9 \text{ m}$
- výška průvlastku: $h_p = 820 \text{ mm}$
- šířka průvlastku: $b_p = 200 \text{ mm}$

Vzhledem ke stejnému zatížení a stejným délkám jako u průvlastku P4 je předpokládáno, že průřez VYHOVUJE.

Rozměry všech průvlastků jsou navrhovány v souladu s architektonickými požadavky.

4.3 Podlahová deska

Tloušťka podlahové desky je uvažována **250 mm** (hodnota odpovídá požadavkům pro návrh bílých van). Podrobný návrh a posouzení této konstrukce viz. kapitola 7.

4.4 Železobetonové stěny

Obvodové (suterénní) stěny podzemního podlaží jsou navrženy s ohledem na minimální požadované tloušťky konstrukcí bílých van – **250 mm**. Zbylé železobetonové monolitické stěny uvažují o tloušťce 200 mm.

4.5 Schodiště

HLAVNÍ SCHODIŠTĚ

Hlavní schodiště objektu je deskové dvouramenné. Mezipodesta je realizována jako monolitická železobetonová, kotvená do stěn pomocí lišt vylamovací výztuže. Splnění akustických požadavků je splněno s pomocí kročejové izolace z minerální vlny. Schodišťová ramena jsou uvažována jako železobetonové prefabrikáty ukládané na ozub přes akusticky izolační materiál (např. Belar).

- šířka mezipodesty: 1500 mm
- délka mezipodesty: 2620 mm
- empirický návrh tloušťky mezipodesty: $h_m = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25}\right) \cdot 2620 = 87 \div 105 \text{ mm}$
- půdorysná délka schod. ramene: 3050 mm
- skutečná délka schod. ramene: 3450 mm
- empirický návrh tloušťky schod. ramene: $h_r = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25}\right) \cdot 3450 = 115 \div 138 \text{ mm}$

Navrhuji mezipodestu o tloušťce $h_m = 190 \text{ mm}$ a schodišťové rameno o tloušťce $h_r = 140 \text{ mm}$. Návrh vychází z geometrie napojení ramene na mezipodestu a architektonických požadavků.

VYROVNÁVACÍ SCHODIŠTĚ V 1.NP

Vyrovnávací schodiště je provedeno jako železobetonové monolitické ve stejné tloušťce jako stropní deska, tedy $h = 200 \text{ mm}$.

SCHODIŠTĚ V MEZONETOVÝCH BYTECH (4.NP)

Schodiště v mezonetových bytech je navrženo jako železobetonové monolitické. Od nosných stěn jsou ramena oddělena izolačními pásky. Nástupní část ramene bude oddělena izolační podložkou a propojeno ocelovými trny.

- půdorysná délka schod. ramene: 4000 mm
- skutečná délka schod. ramene: 4700 mm
- empirický návrh tloušťky schod. ramene: $h_m = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25}\right) \cdot 4700 = 157 \div 188 \text{ mm}$

Navrhuji schodišťové rameno o tloušťce $h_r = 180 \text{ mm}$.

4.6 Dřevěné krokve

Dřevěné krokve jsou uloženy do ocelových vaznic a navrženy jako lomenicové (svorníkový spoj). Jejich osová vzdálenost je 900 mm. Vnitřní síly na krokách vyvolané daným zatížením byly zjištěny pomocí programu SCIA Engineer (viz. obrázky níže). Statické schéma lomenicových krokví je zjednodušeno na přímý prut. Předběžný návrh jejich rozměrů je proveden jednotně pro nejvíce zatížený průřez.

Zatížení sněhem je zjednodušeně uvažováno jako maximální možné zatížení pod minimálním úhlem krokve $\alpha = 8^\circ$. Z důvodu sklonu spodní krokve většího než 60° (sníh se na střeše neudrží) není se zatížením sněhem na této krokvi počítáno.

- třída namáhání: 1
- třída trvání zatížení: krátkodobé (sníh, vítr)
- dílčí součinitel k_{mod} : 0,9
- dílčí součinitel γ_m (rostlé dřevo): 1,3
- zatížení stálé: vlastní tíha: průřez 100/180 mm
střešní plášť: $g_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$

- zatížení proměnné:

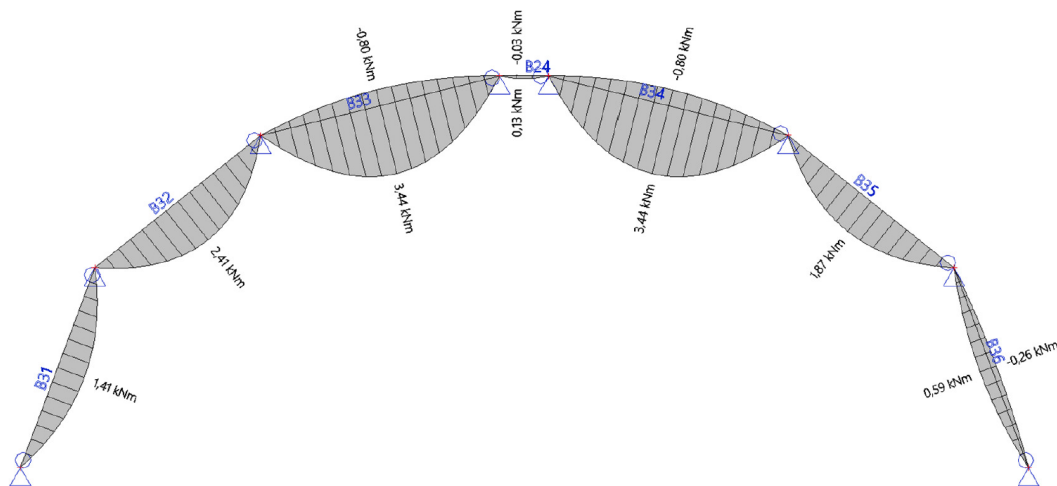
sníh: $q_{k,s} = 0,72 \text{ kN/m}'$

vítr: $q_{k,w,1} = 0,52 \text{ kN/m}'$ (tlak větru)

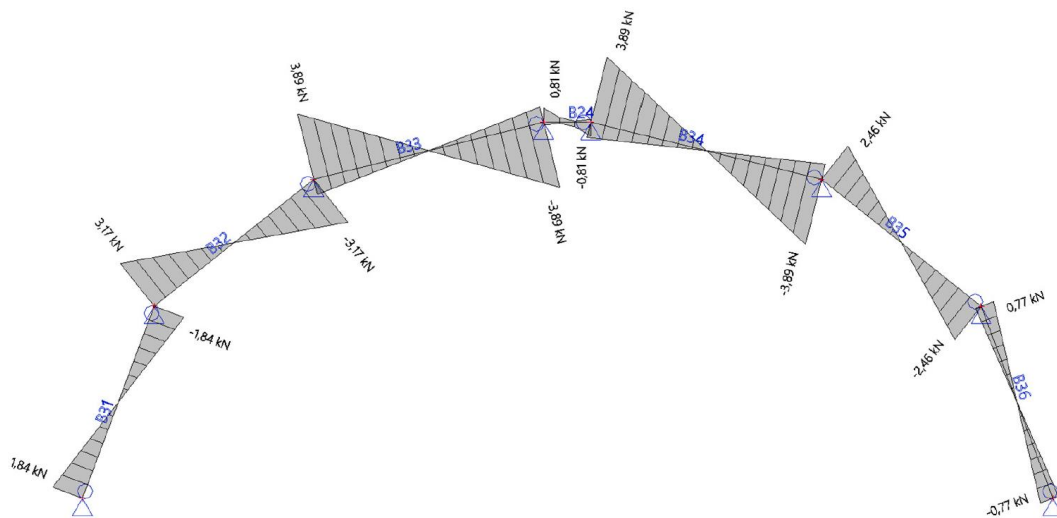
$q_{k,w,2} = -1,03 \text{ kN/m}'$ (sání větru)

$q_{k,w,3} = -0,4 \text{ kN/m}'$ (sání větru)

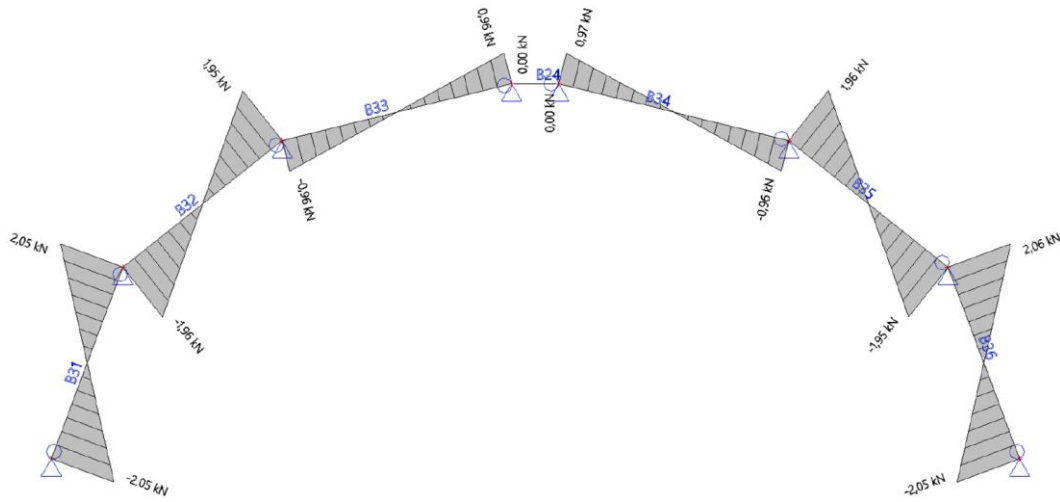
VÝSLEDNÉ HODNOTY VNITŘNÍCH SIL



Ohybový moment M_y [kNm]

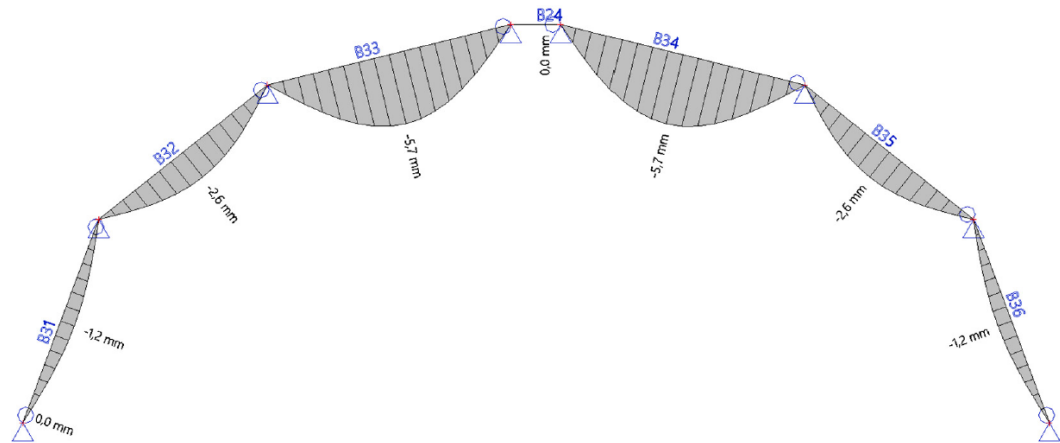


Posouvající síla V_z [kN]

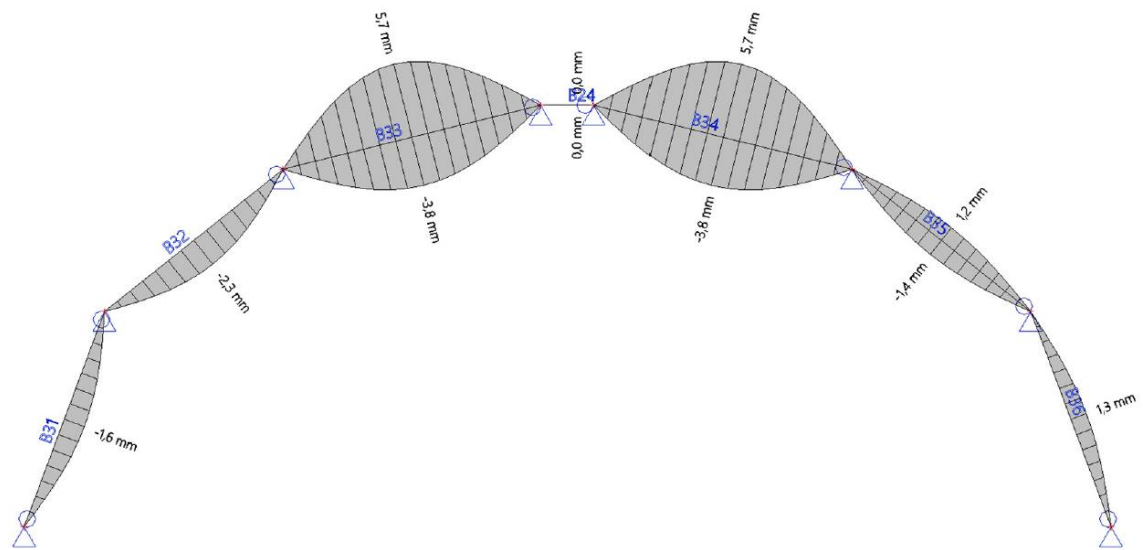


Normálová síla N [kN]

VÝSLEDNÉ HODNOTY PRŮHYBŮ



Průhyb od stálého zatížení $u_{inst,g}$ [mm]



Průhyb od proměnného zatížení $u_{inst,q}$ [mm]

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

- ohyb:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W_y} \leq f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} \qquad f_{m,d} = 0,9 \cdot \frac{24}{1,3} = 16,61 \text{ MPa}$$

$$W_y \geq \frac{M_{Ed}}{f_{m,d}}$$

$$W_y \geq \frac{3,44 \cdot 10^6}{16,61} = 20,71 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

Navrhuji krokev o průřezu **100/160 mm** ($W_y = 42,67 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$). Výška průřezu je volena v souvislosti s požadavky na vzdálenosti osy svorníků od hrany prvku, proto je průřez krokev o větších rozměrech, než je z hlediska únosnosti požadováno.

- smyk:

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} \frac{V_{Ed}}{b_{ef} \cdot h} \leq f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} \qquad f_{v,d} = 0,9 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,76 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{3,89 \cdot 10^3}{67 \cdot 160} = 0,55 \text{ MPa}$$

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 100 = 67 \text{ mm}$$

$$0,55 \leq 2,76 \text{ [MPa]}$$

→ VYHOVUJE

- vzpěr:

Vzpěr bude posuzován ve směru většího rozměru krokve. Ve směru druhém je možnému vybočení prvku bráněno bedněním z OSB desek.

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{b_{ef} \cdot h} \leq k_c \cdot f_{c,0,d} = k_c \cdot k_{mod} \frac{f_{c,0,t}}{\gamma_M} \qquad f_{c,0,d} = 0,9 \cdot \frac{21}{1,3} = 14,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{2050}{67 \cdot 160} = 0,2 \text{ MPa}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

$$k = 0,5 \cdot (1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2)$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

$$\lambda = \frac{L}{i} = \frac{3050}{\sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3}{b \cdot h}}} = \frac{3050}{\sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot 100 \cdot 160^3}{100 \cdot 160}}} = 66$$

$$\lambda_{rel} = \frac{66}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7,4 \cdot 10^3}} = 1,12$$

$$k = 0,5 \cdot (1 + 0,2(1,12 - 0,3) + 1,12^2) = 1,21$$

$$k_c = \frac{1}{1,21 + \sqrt{1,21^2 - 1,12^2}} = 0,6$$

$$0,2 \leq 0,6 \cdot 14,5 = 8,7 \text{ MPa}$$

→ VYHOVUJE

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

- okamžitý průhyb:

$$u_{inst} \leq \frac{L}{300}$$

$$u_{inst} = u_{inst,g} + u_{inst,q} = 5,7 + 3,8 = 9,5 \text{ mm}$$

$$9,5 \leq \frac{3550}{300} = 11,83 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

- konečný průhyb:

$$u_{fin} \leq \frac{L}{250}$$

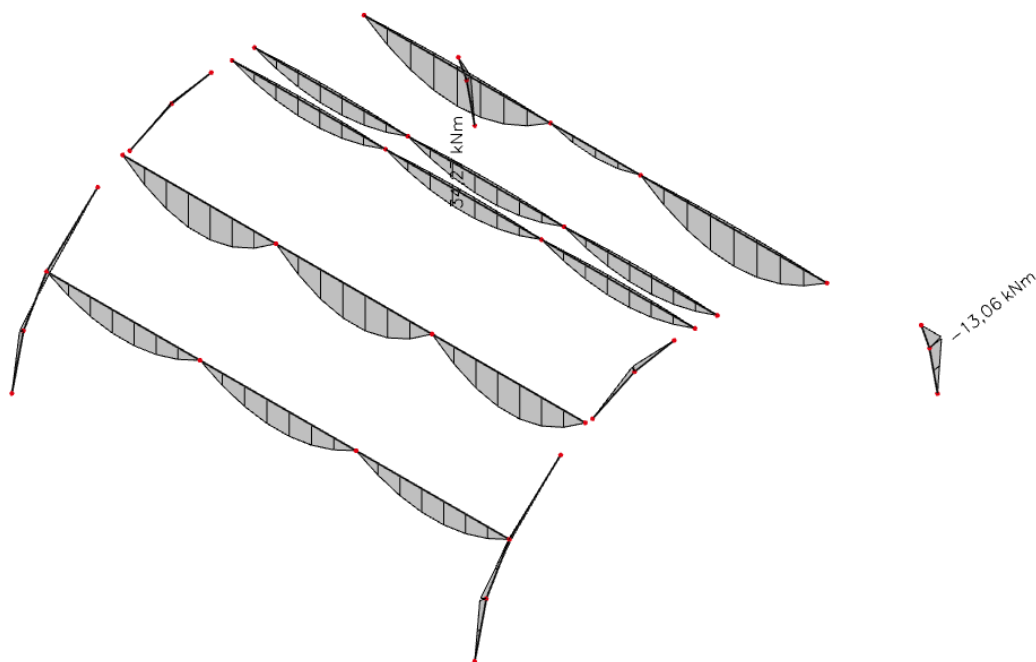
$$u_{fin} = u_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) + u_{inst,q} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 5,7 \cdot (1 + 0,6) + 3,8 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6)$$

$$u_{fin} = 13,61 \text{ mm} \leq \frac{3550}{250} = 14,2 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

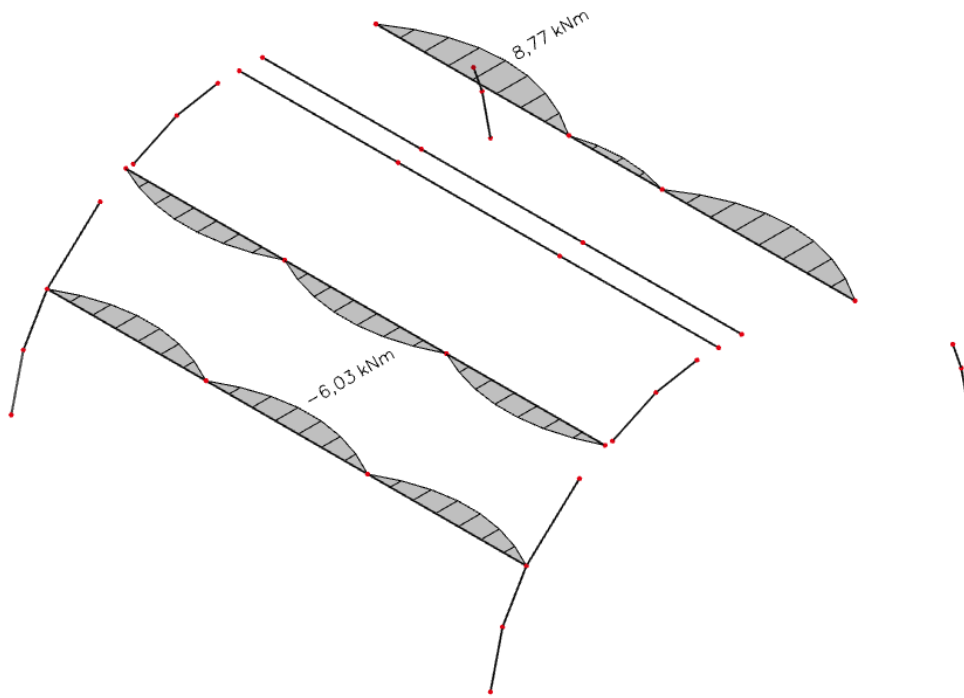
4.7 Ocelové prvky

Předběžný návrh průřezů ocelových prvků (vaznic a rámu) byl proveden za pomoci programu FIN EC vždy pro nejvíce namáhaný prvek. Vnitřní síly těchto prvků, které byly zjištěny v programu SCIA Engineer, jsou zobrazeny níže.

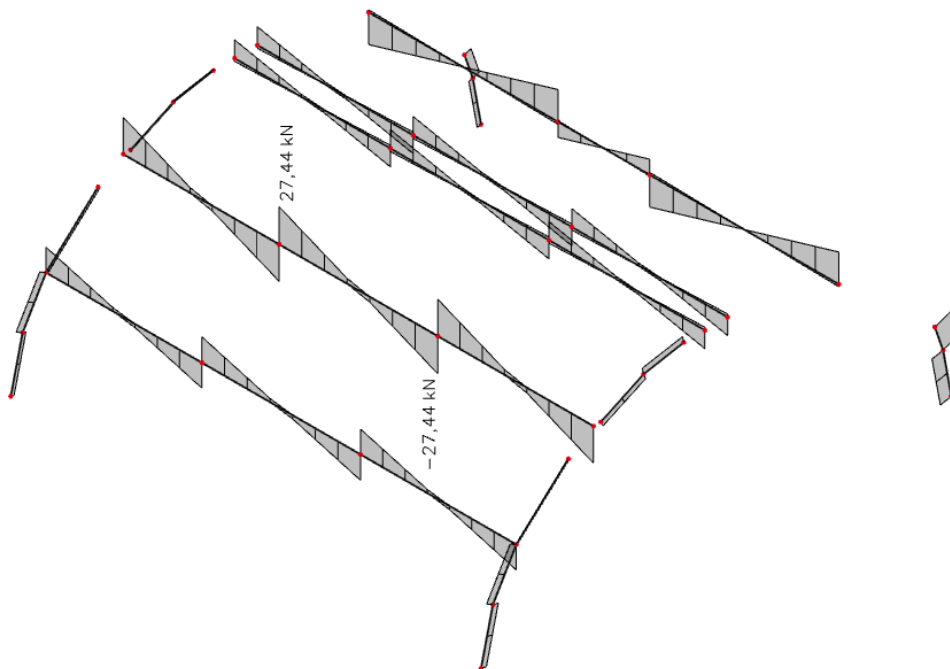
VÝSLEDNÉ HODNOTY VNITŘNÍCH



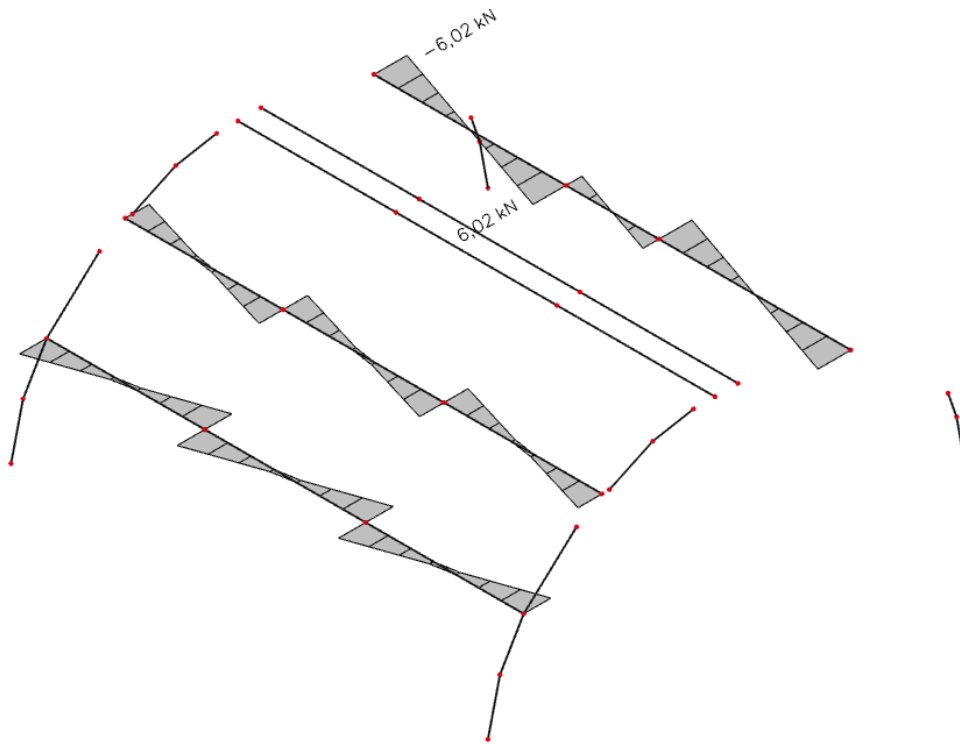
Ohybový moment M_y [kNm]



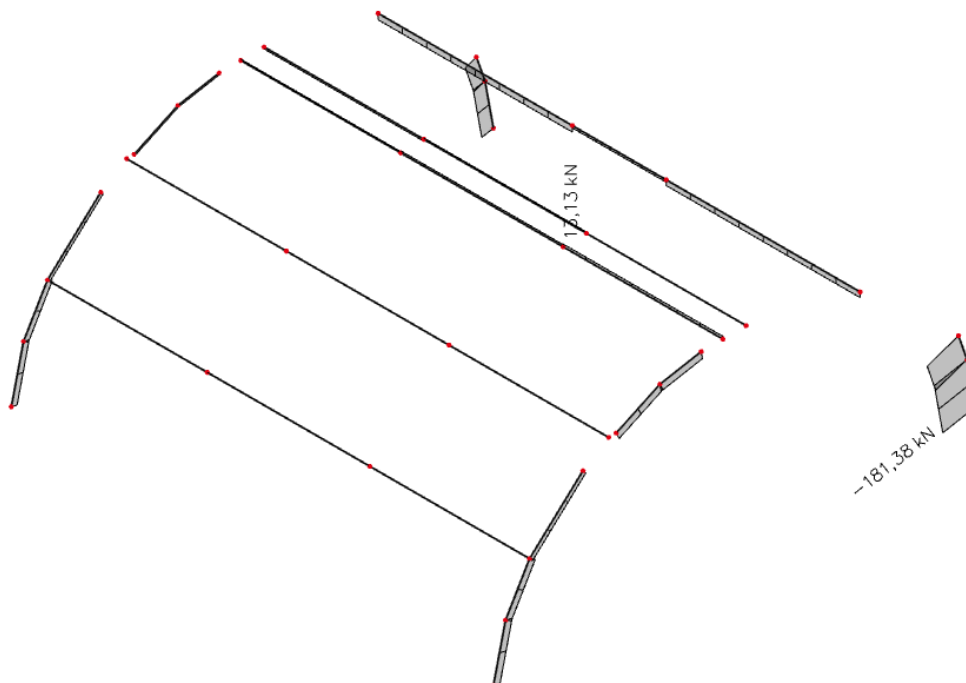
Ohybový moment M_z [kNm]



Posouvající síla V_z [kN]



Posouvající síla V_y [kN]



Normálová síla N [kN]

VÝSLEDNÉ DIMENZE PRVKŮ

Vaznice HEB 160

Vaznice	
	<p>Norma EN 1993-1-1/Česko</p> <p>Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1,000$ Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1,000$ Únosnost oslaběného průřezu : $\gamma_{M2} = 1,250$</p> <p>Průřez HE 180 B Průřezová plocha: $A = 6,525E03 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 90,0 \text{ mm}$ $z_T = 90,0 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 3,831E07 \text{ mm}^4$ $I_z = 1,363E07 \text{ mm}^4$ Průřezové moduly: $W_{y,1} = -4,257E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 1,514E05 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 4,257E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -1,514E05 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_x = 4,216E05 \text{ mm}^4$ Výsečový moment setrvačnosti: $I_{\omega} = 9,375E10 \text{ mm}^6$ Plastické průřezové moduly: $W_{pl,y} = 4,814E05 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 2,310E05 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: EN10210-1 : S 235 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu f_y : 235,0 MPa Mez pevnosti f_u : 360,0 MPa Modul pružnosti E : 210000 MPa Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa</p>
<p>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1</p> <p>$N = -31,000 \text{ kN}$ $V_z = 24,000 \text{ kN}$ $M_y = 35,000 \text{ kNm}$ $V_y = 6,500 \text{ kN}$ $M_z = -9,000 \text{ kNm}$ $T_t = 0,000 \text{ kNm}$ $T_{\omega} = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$</p>	
<p>Parametry vzpěru Délka dílce: 5,900 m</p> <p>$L_z = 5,900 \text{ m}$ $k_z = 1,000$ $L_{cr,z} = 5,900 \text{ m}$ $L_y = 5,900 \text{ m}$ $k_y = 1,000$ $L_{cr,y} = 5,900 \text{ m}$</p>	<p>Parametry klopení S klopením se nepočítá</p>
<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 1</p> <p>Posudek smyku od posouvající síly V_z: $24,000 \text{ kN} < 274,611 \text{ kN}$ Vyhovuje</p> <p>Posudek smyku od posouvající síly V_y: $6,500 \text{ kN} < 610,684 \text{ kN}$ Vyhovuje</p> <p>Vnitřní síly: $N = -31,000 \text{ kN}$; $M_y = 35,000 \text{ kNm}$; $M_z = -9,000 \text{ kNm}$</p> <p>Posudek nejnejpříznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu:</p> <p>Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -1091,910 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 113,129 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -54,285 \text{ kNm}$ $0,028 + 0,309 + 0,166 = 0,504 < 1$ Vyhovuje</p> <p>Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -550,176 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 113,129 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -54,285 \text{ kNm}$ $0,056 + 0,309 + 0,166 = 0,532 < 1$ Vyhovuje</p> <p>Štíhlost dílce: 129,1</p> <p>Průřez vyhovuje</p>	
VYHOVUJE	

Rám IPE 160

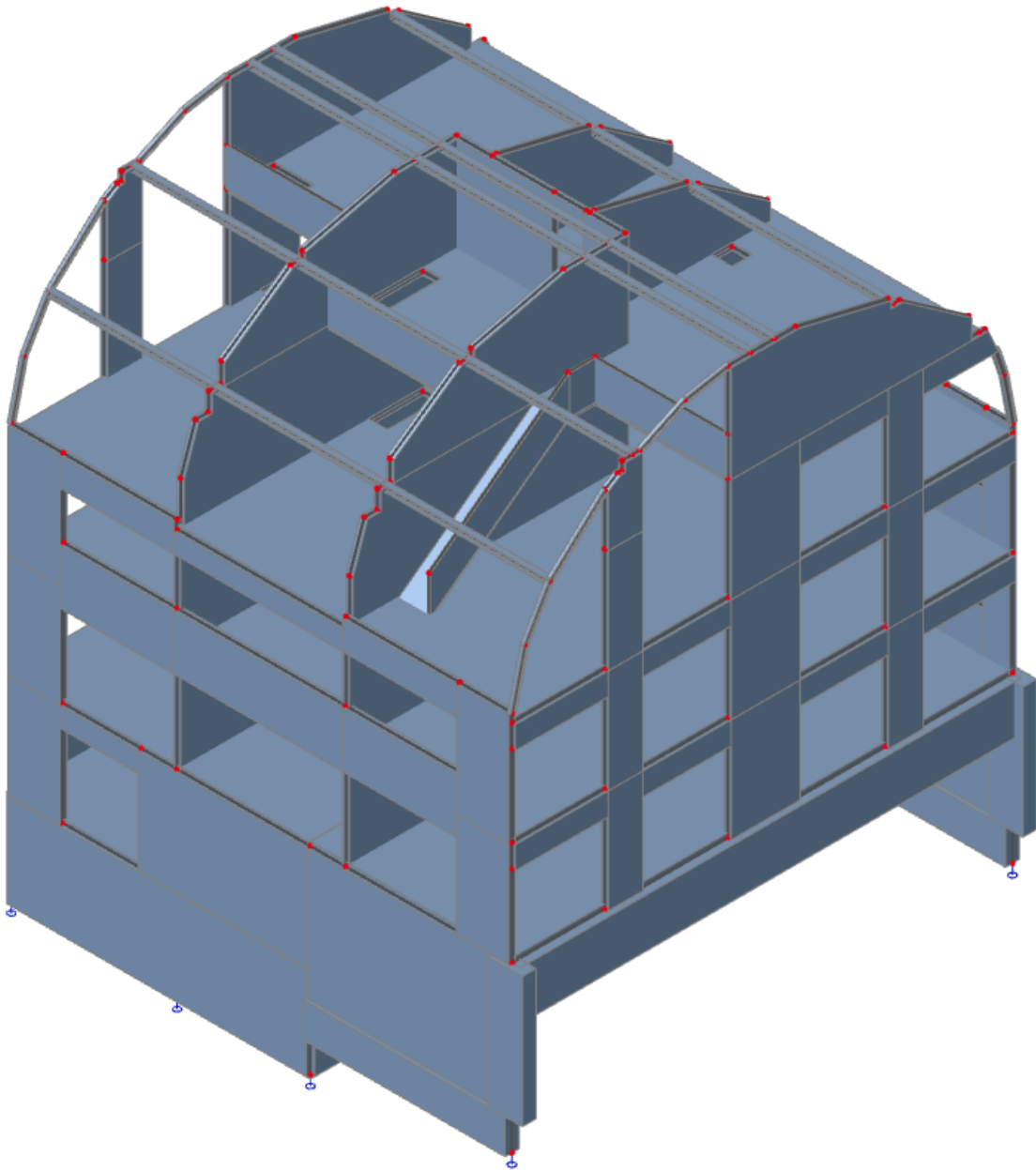
Rám dlouhý	
	<p>Norma EN 1993-1-1/Česko</p> <p>Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1,000$ Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1,000$ Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1,250$</p> <p>Průřez IPE 160 Průřezová plocha: $A = 2,009E03 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 41,0 \text{ mm}$ $z_T = 80,0 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 8,693E06 \text{ mm}^4$ $I_z = 6,831E05 \text{ mm}^4$ Průřezové moduly: $W_{y,1} = -1,087E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 1,666E04 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 1,087E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -1,666E04 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 3,600E04 \text{ mm}^4$ Výšečový moment setrvačnosti: $I_{\omega} = 3,960E09 \text{ mm}^6$ Plastické průřezové moduly: $W_{pl,y} = 1,239E05 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 2,610E04 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: EN10210-1 : S 235 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu f_y : 235,0 MPa Mez pevnosti f_u : 360,0 MPa Modul pružnosti E : 210000 MPa Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa</p>
<p>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1</p> <p>$N = -37,000 \text{ kN}$ $V_z = 7,000 \text{ kN}$ $M_y = 7,500 \text{ kNm}$ $V_y = 0,000 \text{ kN}$ $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ $T_t = 0,000 \text{ kNm}$ $T_{\omega} = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$</p>	
<p>Parametry vzpěru Délka dílce: 5,200 m</p> <p>$L_z = 3,000 \text{ m}$ $k_z = 1,000$ $L_{cr,z} = 3,000 \text{ m}$ $L_y = 5,200 \text{ m}$ $k_y = 1,000$ $L_{cr,y} = 5,200 \text{ m}$</p>	<p>Parametry klopení Součinitele uložení konců: $k_y = -$ $k_z = 1,0$ $k_{\omega} = 1,0$</p> <p>$l_{z1} = 3,000 \text{ m}$ M_y: Tvar č.4 $z_p = 1,000$ $l_{y1} = \text{Nezadáno}$ M_z: Tvar č.4 $y_p =$</p>
<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 1</p> <p>Posudek smyku od posouvající síly V_z: $7,000 \text{ kN} < 131,010 \text{ kN}$ Vyhovuje Vnitřní síly: $N = -37,000 \text{ kN}$; $M_y = 7,500 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$</p> <p>Posudek nejnepriznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu: Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -363,997 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 16,146 \text{ kNm}$ $0,102 + 0,465 + 0,000 = 0,566 < 1$ Vyhovuje Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -127,114 \text{ kN}$; $M_{z,R} = 16,339 \text{ kNm}$ $0,291 + 0,459 + 0,000 = 0,750 < 1$ Vyhovuje Štíhlost dílce: 162,7</p> <p>Průřez vyhovuje</p>	
VYHOVUJE	

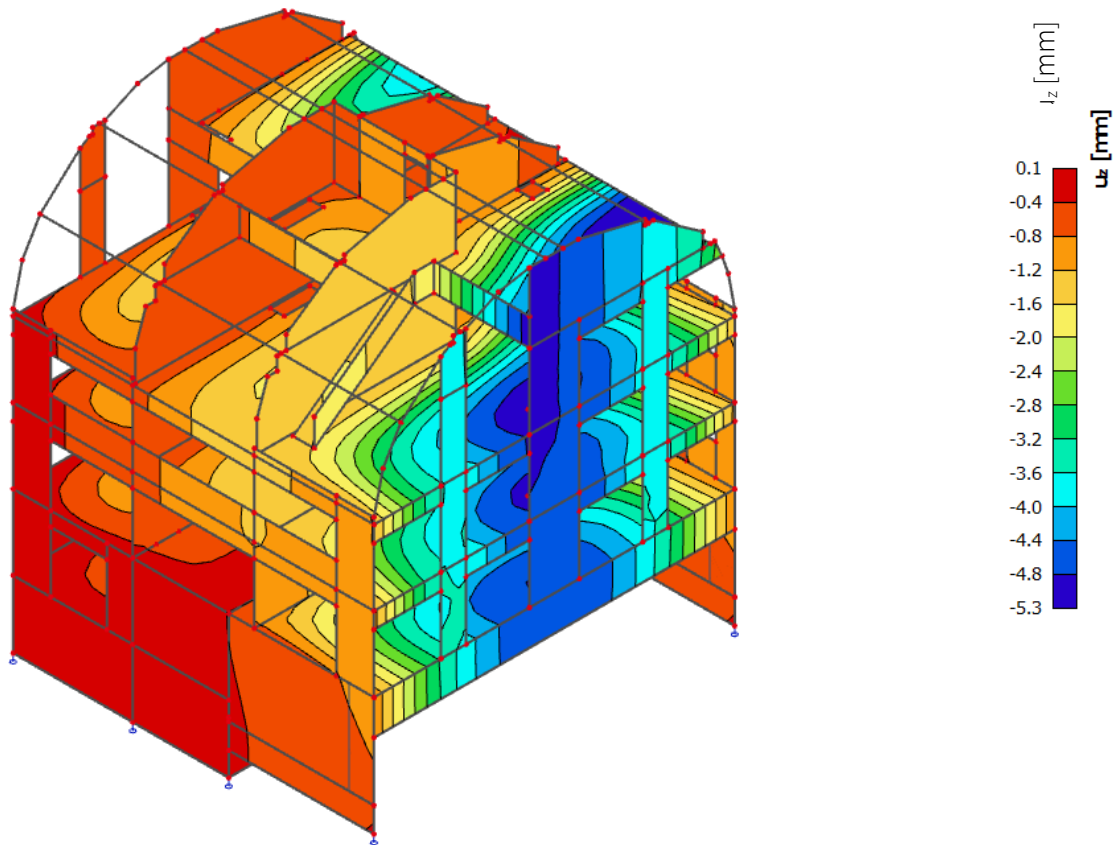
Rám IPE 180

Rám krátký													
	<p>Norma EN 1993-1-1/Česko</p> <p>Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1,000$ Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1,000$ Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1,250$</p> <p>Průřez IPE 180 Průřezová plocha: $A = 2,395E03 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 45,5 \text{ mm}$ $z_T = 90,0 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 1,317E07 \text{ mm}^4$ $I_z = 1,009E06 \text{ mm}^4$ Průřezové moduly: $W_{y,1} = -1,463E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 2,216E04 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 1,463E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -2,216E04 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_x = 4,790E04 \text{ mm}^4$ Výškový moment setrvačnosti: $I_{\omega} = 7,430E09 \text{ mm}^6$ Plastické průřezové moduly: $W_{pl,y} = 1,664E05 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 3,460E04 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: EN 10210-1 : S 235 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu $f_y : 235,0 \text{ MPa}$ Mez pevnosti $f_u : 360,0 \text{ MPa}$ Modul pružnosti $E : 210000 \text{ MPa}$ Modul pružnosti ve smyku $G : 81000 \text{ MPa}$</p>												
<p>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1</p> <table> <tr> <td>$N = -165,000 \text{ kN}$</td> <td>$M_y = 12,000 \text{ kNm}$</td> </tr> <tr> <td>$V_z = 15,000 \text{ kN}$</td> <td>$M_z = 0,000 \text{ kNm}$</td> </tr> <tr> <td>$V_y = 0,000 \text{ kN}$</td> <td>$B = 0,000 \text{ kNm}^2$</td> </tr> <tr> <td>$T_t = 0,000 \text{ kNm}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$T_{\omega} = 0,000 \text{ kNm}$</td> <td></td> </tr> </table>	$N = -165,000 \text{ kN}$	$M_y = 12,000 \text{ kNm}$	$V_z = 15,000 \text{ kN}$	$M_z = 0,000 \text{ kNm}$	$V_y = 0,000 \text{ kN}$	$B = 0,000 \text{ kNm}^2$	$T_t = 0,000 \text{ kNm}$		$T_{\omega} = 0,000 \text{ kNm}$				
$N = -165,000 \text{ kN}$	$M_y = 12,000 \text{ kNm}$												
$V_z = 15,000 \text{ kN}$	$M_z = 0,000 \text{ kNm}$												
$V_y = 0,000 \text{ kN}$	$B = 0,000 \text{ kNm}^2$												
$T_t = 0,000 \text{ kNm}$													
$T_{\omega} = 0,000 \text{ kNm}$													
<p>Parametry vzpěru Délka dílce: 2,200 m</p> <table> <tr> <td>$L_z = 2,200 \text{ m}$</td> <td>$k_z = 0,500$</td> <td>$L_{cr,z} = 1,100 \text{ m}$</td> </tr> <tr> <td>$L_y = 2,200 \text{ m}$</td> <td>$k_y = 0,500$</td> <td>$L_{cr,y} = 1,100 \text{ m}$</td> </tr> </table>	$L_z = 2,200 \text{ m}$	$k_z = 0,500$	$L_{cr,z} = 1,100 \text{ m}$	$L_y = 2,200 \text{ m}$	$k_y = 0,500$	$L_{cr,y} = 1,100 \text{ m}$	<p>Parametry klopení Součinitele uložení konců: $k_y = -$ $k_z = 0,5$ $k_{\omega} = 0,5$</p> <table> <tr> <td>$l_{z1} = 3,000 \text{ m}$</td> <td>M_y: Tvar č.4</td> <td>$z_p = 1,000$</td> </tr> <tr> <td>$l_{y1} = \text{Nezadáno}$</td> <td>M_z: Tvar č.4</td> <td>$y_p =$</td> </tr> </table>	$l_{z1} = 3,000 \text{ m}$	M_y : Tvar č.4	$z_p = 1,000$	$l_{y1} = \text{Nezadáno}$	M_z : Tvar č.4	$y_p =$
$L_z = 2,200 \text{ m}$	$k_z = 0,500$	$L_{cr,z} = 1,100 \text{ m}$											
$L_y = 2,200 \text{ m}$	$k_y = 0,500$	$L_{cr,y} = 1,100 \text{ m}$											
$l_{z1} = 3,000 \text{ m}$	M_y : Tvar č.4	$z_p = 1,000$											
$l_{y1} = \text{Nezadáno}$	M_z : Tvar č.4	$y_p =$											
<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 1 Posudek smyku od posouvající síly V_z: $15,000 \text{ kN} < 152,691 \text{ kN}$ Vyhovuje Vnitřní síly: $N = -165,000 \text{ kN}$; $M_y = 12,000 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ Posudek nejnepriznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu: Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -562,825 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 32,726 \text{ kNm}$ $0,293 + 0,367 + 0,000 = 0,660 < 1$ Vyhovuje Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -479,254 \text{ kN}$; $M_{z,R} = 32,726 \text{ kNm}$ $0,344 + 0,367 + 0,000 = 0,711 < 1$ Vyhovuje Štíhlost dílce: 53,6</p> <p>Průřez vyhovuje</p>													
VYHOVUJE													

5. VÝPOČETNÍ MODEL

Pro stanovení namáhání konstrukce spodní stavby a pilot od zatížení, které následně slouží pro návrh těchto konstrukcí, byl ve výpočetním programu SCIA Engineer vytvořen 3D model objektu. Piloty jsou v tomto případě modelovány jako bodové podpory – tuhé ve směru z (dvě podpory jsou tuhé ve všech směrech). Důvodem je nepojení pilot a podlahové desky výztuží. K získání vnitřních sil v objektu byl zvolen návrhový přístup, kdy je uvažováno, že ke spolupůsobení desky se zemí nedochází a veškeré zatížení tak přebírají piloty.





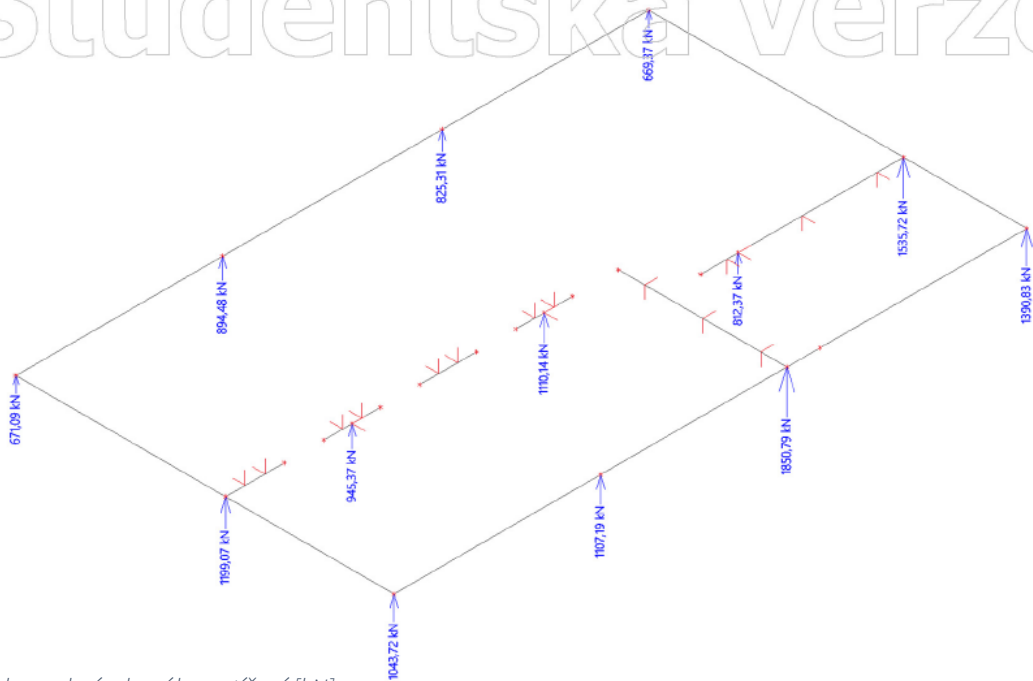
Přemístění u_z [mm]

6. ZALOŽENÍ OBJEKTU

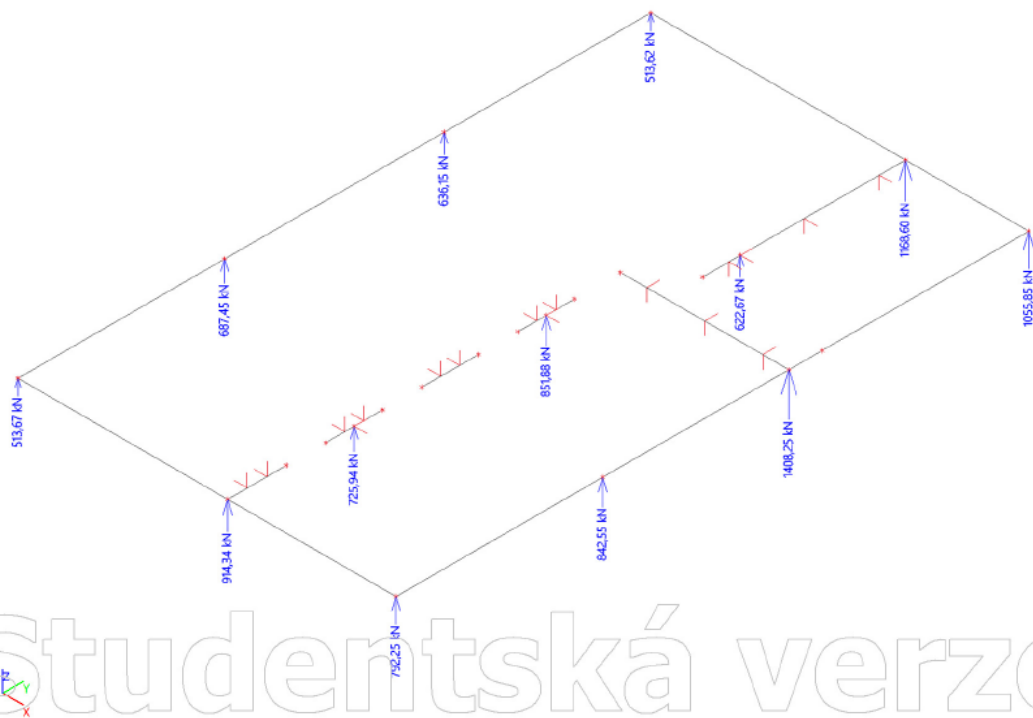
Založení objektu bude provedeno pomocí hlubinných základů – vrtaných pilot. Důvodem jsou špatné základové poměry z hlediska málo únosných zemin a vyskytující se hladiny podzemní vody. Souvrství podloží bylo stanoveno na základě inženýrsko-geologického průzkumu, jehož výsledky jsou zřejmé z příložené technické zprávy. Rozmístění pilot pak z výkresu pilotového plánu (výkres č. 1).

Síly do pilot byly získány z programu SCIA Engineer, kdy byly piloty jednotlivě modelovány jako tuhé podpory ve směru z, dvě podpory pak tuhé ve všech směrech. Návrh pilot bude zjednodušeně proveden pro nejvíce zatížený prvek pomocí programu GEO5 – Pilota.

Studentská verze



Reakce od návrhového zatížení [kN]



Reakce od charakteristického zatížení [kN]

Před samotným návrhem bylo při kombinaci zatížení

$$0,9 \cdot \text{vlastní tíha konstrukce} + 1,1 \cdot \text{tlaková voda}$$

ověřeno, zda v některé z pilot nevzniká tah, tedy zda nemůže nastat stav „vyplavání“ konstrukce. K této situaci nedošlo.

Bytový dům Řevnice
Návrh piloty

Posouzení piloty

Vstupní data

Projekt

Akce : Bytový dům Řevnice
Část : Návrh piloty
Datum : 20.5.2020

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Piloty

Výpočet pro odvodněné podmínky : ČSN 73 1002
Zatěžovací křivka : nelineární (Masopust)
Vodorovná únosnost : pružný poloprostor
Metodika posouzení : výpočet podle EN1997
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

Základní parametry zemín




Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Třída F6, konzistence měkká		19,00	14,00	21,00	0,40
2	Třída S5		29,00	0,00	18,50	0,30
3	R4		28,00	100,00	23,00	0,35

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída F6, konzistence měkká		5,00	-	21,00	-	-
2	Třída S5		10,00	-	18,50	-	-
3	R4		100,00	-	23,00	-	-

Bytový dům Řevnice
Návrh piloty

Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	β
1	Třída F6, konzistence měkká		0,47
2	Třída S5		0,74
3	R4		0,74

Parametry zemín

Třída F6, konzistence měkká

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 19,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 5,00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel roznášení : $\beta = 0,47^\circ$

Třída S5

Objemová tíha : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 10,00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$
 Úhel roznášení : $\beta = 0,74^\circ$

R4

Objemová tíha : $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 28,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 100,00 \text{ kPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,35$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 100,00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel roznášení : $\beta = 0,74^\circ$

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 0,60 \text{ m}$
 Délka $l = 11,00 \text{ m}$

Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha $A = 2,83\text{E-}01 \text{ m}^2$
 Moment setrvačnosti $I = 6,36\text{E-}03 \text{ m}^4$

Umístění

Vysazení $h = 0,00 \text{ m}$
 Hloubka upraveného terénu $h_z = 0,00 \text{ m}$

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Bytový dům Řevnice
Návrh piloty

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 25/30

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E_{cm} = 31000,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku

$G = 12917,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	3,80	Třída F6, konzistence měkká	
2	1,60	Třída S5	
3	14,60	R4	
4	-	R4	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		MSÚ	Návrhové	1850,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ano		MSP	Užitné	1410,00	0,00	0,00	0,00	0,00

HPV + nestlačitelné podloží

Hladina podzemní vody je v hloubce 0,80 m od původního terénu.

Nestlačitelné podloží je v hloubce 15,00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu: výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení čís. 1

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledek

Výpočet únosnosti v patě:

Součinitel únosnosti $N_c = 25,80$

Součinitel únosnosti $N_d = 14,72$

Součinitel únosnosti $N_b = 10,94$

Součinitel únosnosti $K_1 = 1,00$

Výpočtová únosnost na patě piloty $R_{bd} = 6072,34 \text{ kPa}$

Plocha příčného řezu piloty $A_p = 2,83E-01 \text{ m}^2$

Únosnost na plášti piloty:

Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 0,90 \text{ m}$

Bytový dům Řevnice
Návrh piloty

Hloubka [m]	Mocnost [m]	φ_d [°]	c_{ud} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{R2} [-]	f_s [kPa]	R_{si} [kN]
0,80	0,80	19,00	14,00	21,00	1,00	16,89	23,16
3,80	3,00	19,00	14,00	11,00	1,00	25,47	130,92
5,40	1,60	29,00	0,00	8,50	1,00	31,37	86,02
10,10	4,70	28,00	100,00	13,00	1,00	149,95	1207,45

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnejpříznivější zatěžovací stav číslo 1. (MSÚ)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1447,54$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 1560,83$ kN

Únosnost piloty $R_c = 3008,37$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 1850,00$ kN

$R_c = 3008,37$ kN > $1850,00$ kN = V_d

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E_s [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
1	0,00	3,80	3,80	35,46	20,00	20,00
2	3,80	5,40	1,60	15,00	20,00	20,00
3	5,40	11,00	5,60	15,00	20,00	20,00

Uvažovat zatížení : užitné

Součinitel vlivu ochrany dřívku $m_2 = 1,00$

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25,0$ mm

Regresní součinitel $e = 1616,00$

Regresní součinitel $f = 1155,00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty $R_{sy} = 232,20$ kN

Velikost napětí na patě při R_{sy} $q_0 = 1553,00$ kPa

Průměrné plášťové tření $q_s = 16,00$ kPa

Průměrný sečnový modul deformace $E_s = 22,07$ MPa

Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0,57$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $l_0 = 0,09$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1,11$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 0,65$

Body zatěžovací křivky

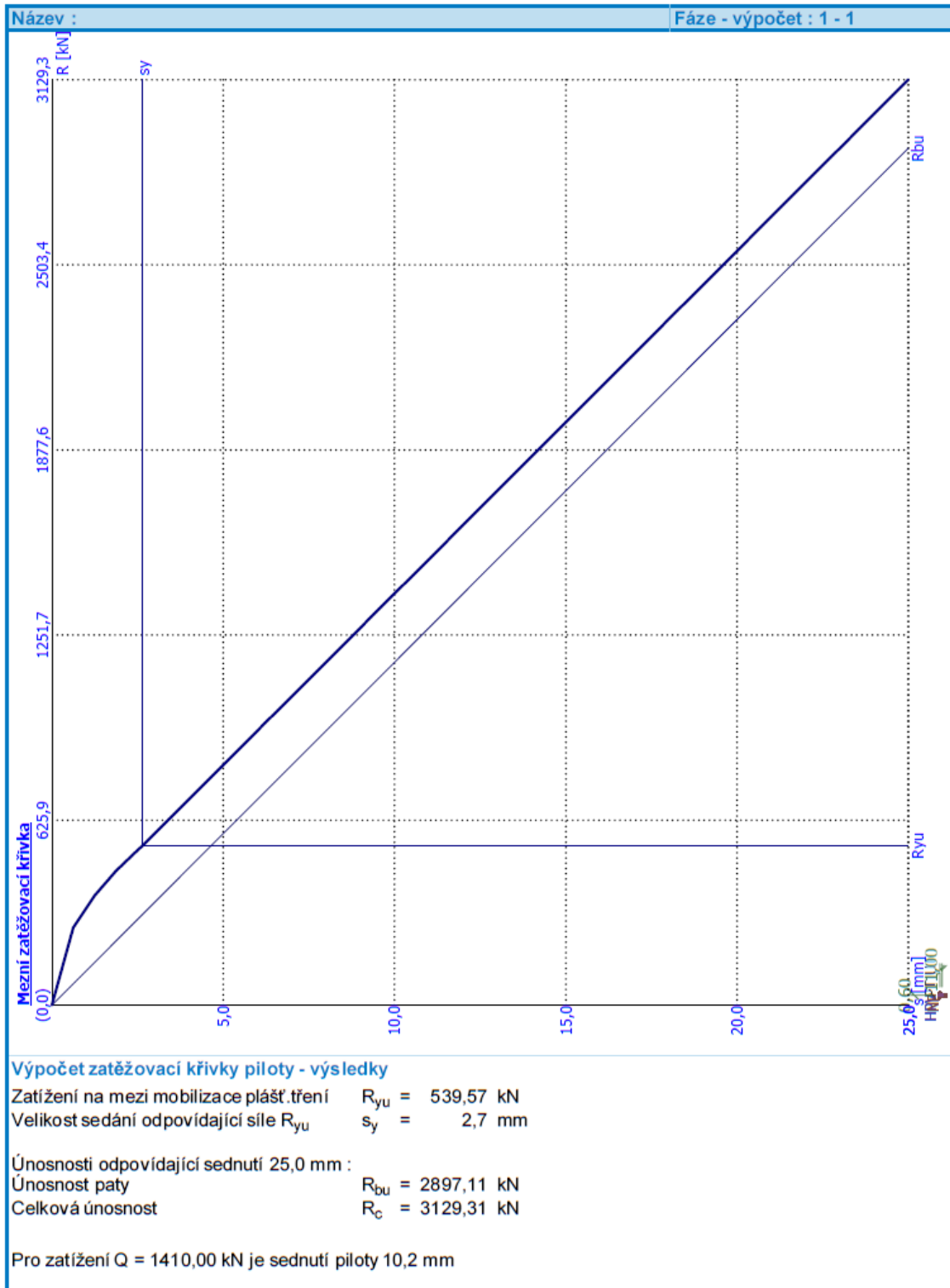
Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0,0	0,00
2,5	523,84
5,0	811,62
7,5	1101,33
10,0	1391,04
12,5	1680,75
15,0	1970,46
17,5	2260,17
20,0	2549,88
22,5	2839,59
25,0	3129,31

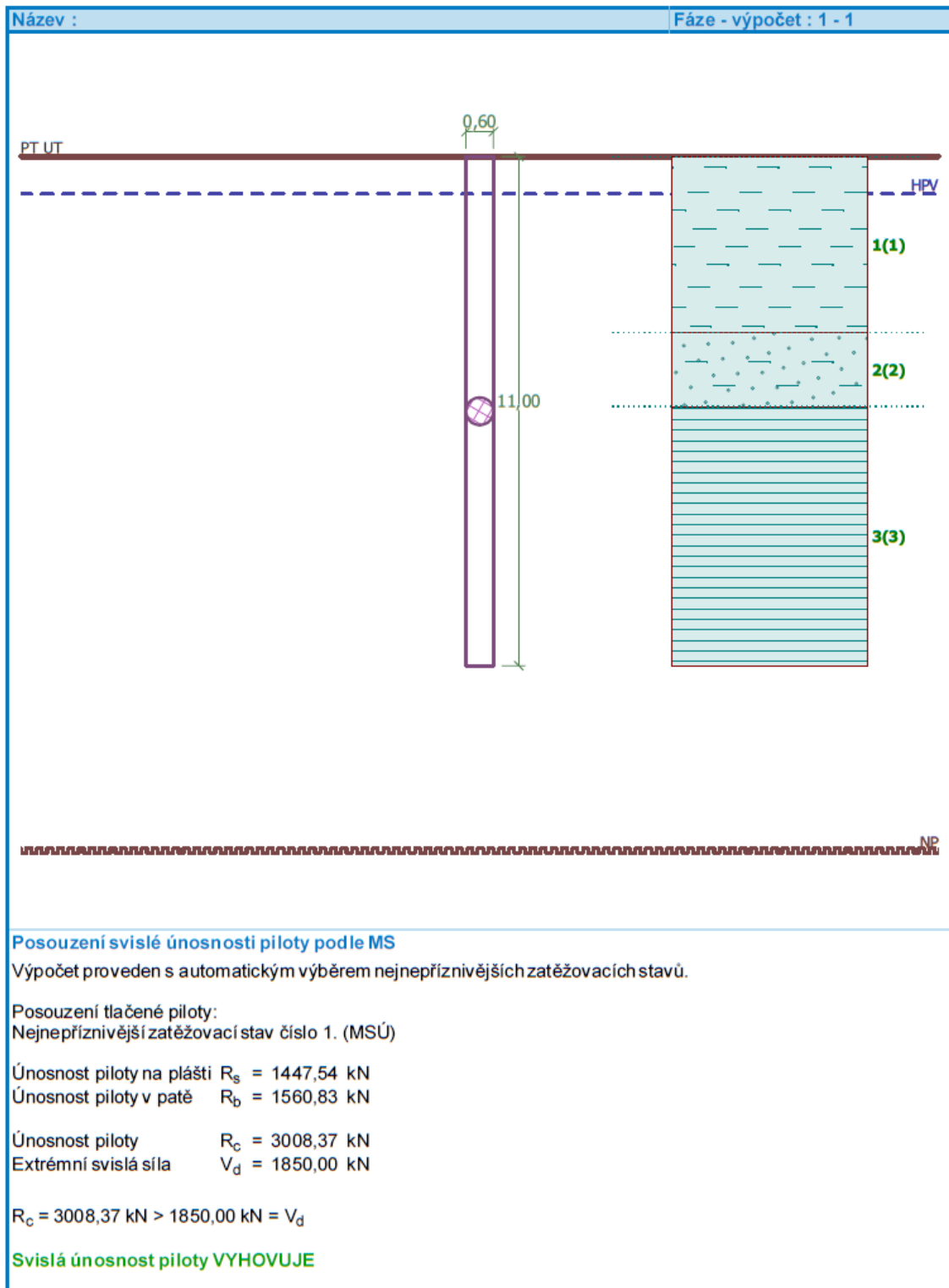
Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště tření $R_{yu} = 539,57$ kN
 Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 2,7$ mm

Únosnosti odpovídající sednutí 25,0 mm :
 Únosnost paty $R_{bu} = 2897,11$ kN
 Celková únosnost $R_c = 3129,31$ kN

Pro zatížení $Q = 1410,00$ kN je sednutí piloty 10,2 mm





7. PODROBNÝ NÁVRH PODLAHOVÉ DESKY BÍLÉ VANY

Návrh podlahové desky bílé vany je proveden dle TP ČBS 04 - Směrnice pro vodonepropustné betonové konstrukce.

7.1 Zatřídění konstrukce

TŘÍDA NAMÁHÁNÍ

Z důvodu trvalého působení podzemní vody na konstrukce bílé vany je uvažována **třída namáhání 1.**

TŘÍDA UŽÍVÁNÍ

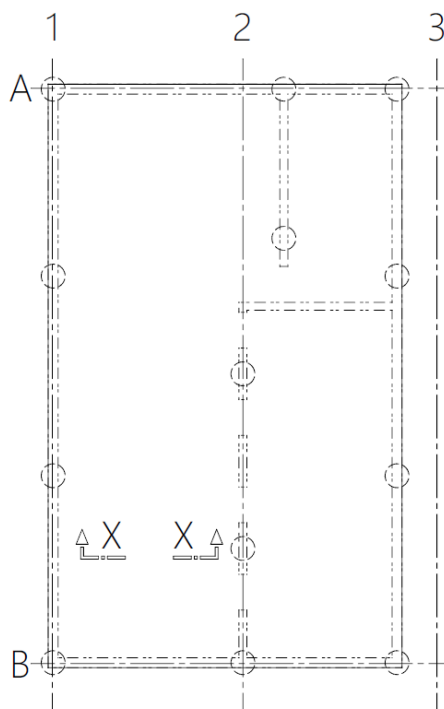
Prostory v podzemním podlaží jsou užívány jako sklepní kóje, případně technická místnost, proto lze připustit vlhká místa v konstrukci. Konstrukce bílé vany jsou zařazeny do **třídy užívání B.**

ŠÍŘKA TRHLIN

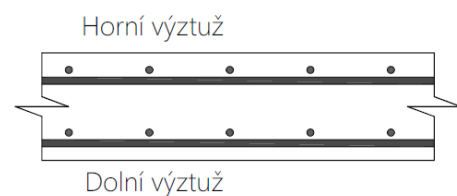
Tlakový spád konstrukce je v obou případech $1300/250 = 5,2$, tedy $h_v/h_b < 10$. Maximální povolená šířka trhlin je **$w_{lim} = 0,2$ mm.**

7.2 Návrh výztuže podlahové desky

Kladení výztuže, které je důležité pro následující výpočty, je navrženo dle obrázku níže.

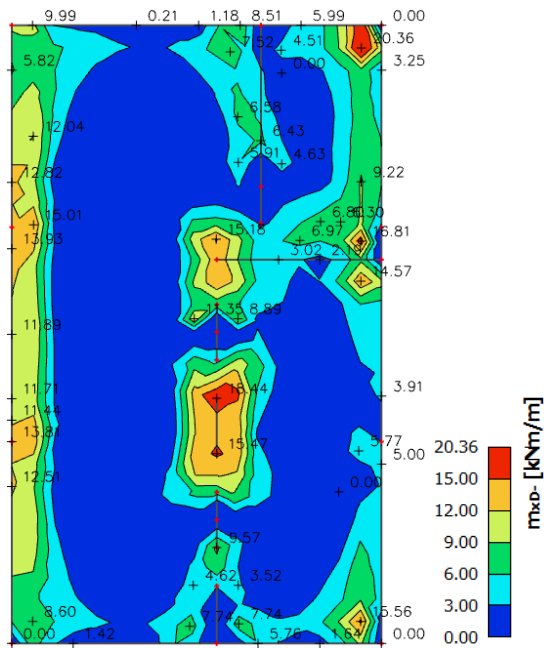


ŘEZ X-X

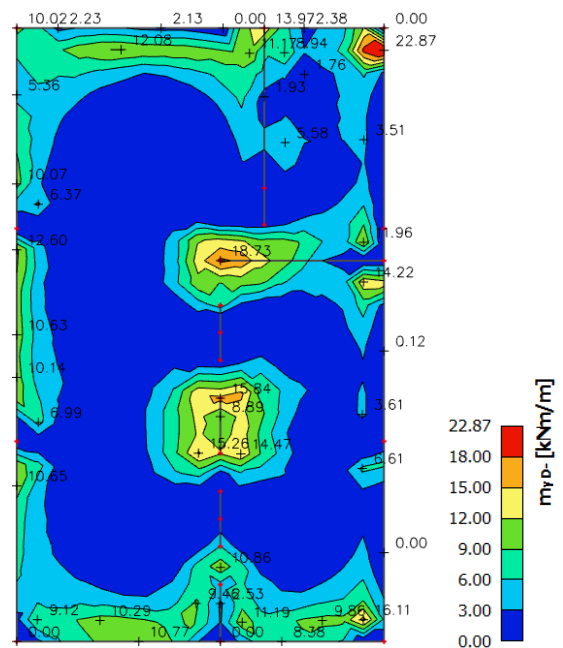


7.2.1 Vnitřní síly podlahové desky

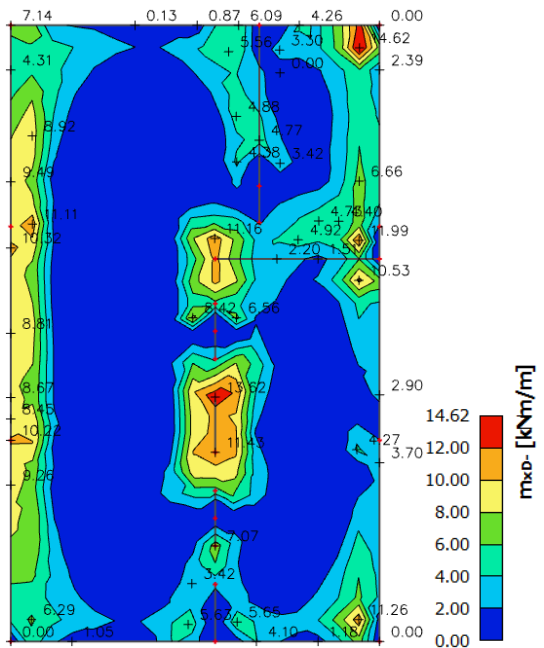
DOLNÍ POVRCH



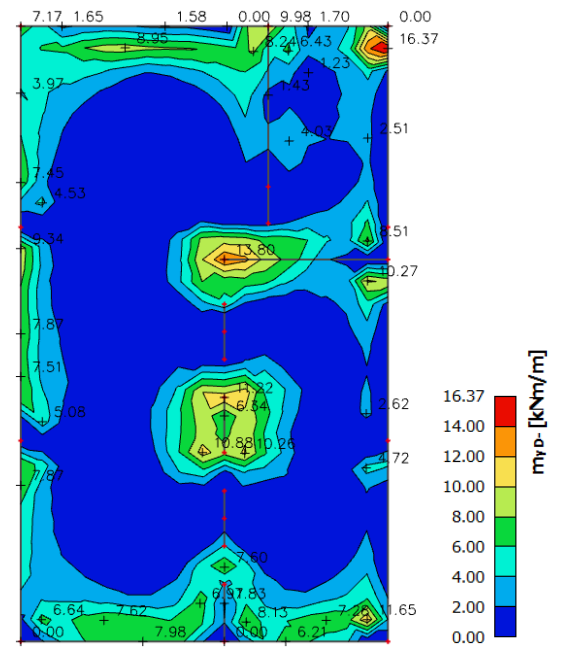
Návrhová kombinace zatížení – m_{xD} .



Návrhová kombinace zatížení – m_{yD} .

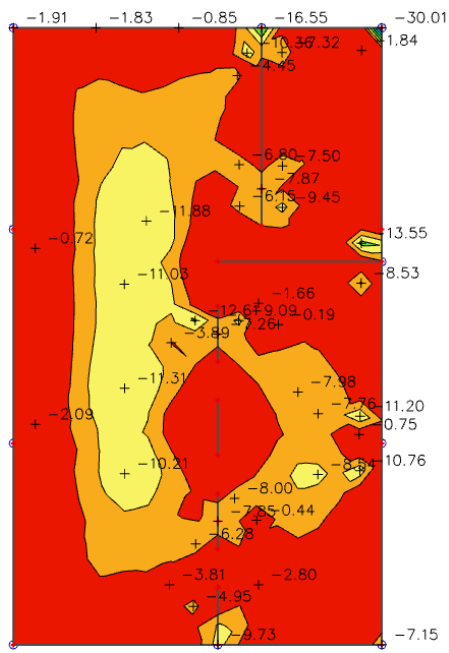


Častá kombinace zatížení – m_{xD} .

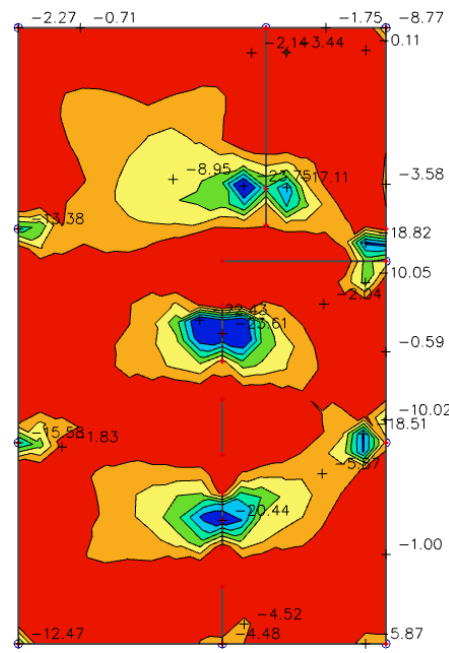


Častá kombinace zatížení – m_{yD} .

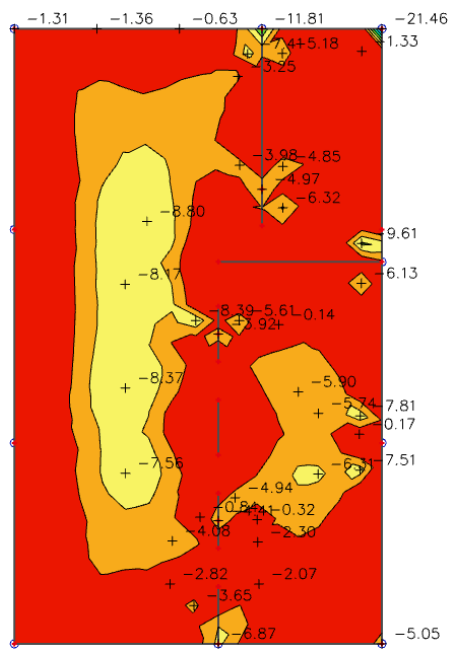
HORNÍ POVRCH



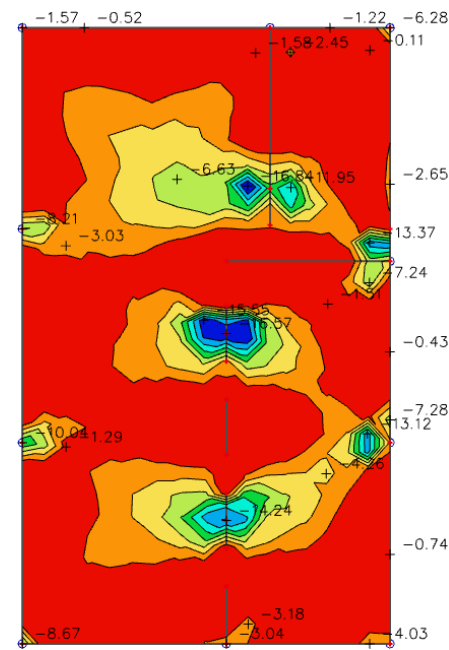
Návrhová kombinace zatížení – m_{xD+}



Návrhová kombinace zatížení – m_{yD+}



Častá kombinace zatížení – m_{xD+}



Častá kombinace zatížení – m_{yD+}

7.2.2 Vynucené namáhání

Podlahová deska bude betonována v jednom pracovním úseku o rozměrech 8,9 m x 14,7 m a bude uložena na podkladní beton, který je při horním povrchu opatřen dvěma vrstvami PE fólie tloušťky 0,2 mm.

VÝPOČET ŠÍŘKY TRHLIN OD VYNUCENÉHO TAHOVÉHO PŘETVOŘENÍ PRO TŘENÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE

Materiály

BETON C 30/37

Charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} =$	30 MPa
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} =$	20,0 MPa
Charakteristická pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} =$	2,9 MPa
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} =$	33000 MPa
redukce pevností betonu v tahu		0,5
Střední hodnota pevnosti betonu v tahu	$f_{ct,eff} =$	1,45 MPa

VÝZTUŽ B500B

Charakteristická mez kluzu výztuže	$f_{yk} =$	500 MPa
Návrhová mez kluzu výztuže	$f_{yd} =$	434,8 MPa
Modul pružnosti výztuže	$E_s =$	200000 MPa
Tažená výztuž u horního povrchu		Ø 10 / 150 mm
Tažená výztuž u dolního povrchu		Ø 10 / 150 mm
Plocha výztuže u horního povrchu	$A_{st} =$	524 mm ²
Plocha výztuže u dolního povrchu	$A_{sb} =$	524 mm ²

Geometrie a parametry

Délka desky ve směru x	$l_x =$	8,9 m
Délka desky ve směru y	$l_y =$	15,0 m
Tloušťka desky	$h =$	250 mm
Krycí vrstva u horního povrchu	$c_t =$	25 mm
Krycí vrstva u dolního povrchu	$c_b =$	50 mm
Účinná výška průřezu pro horní povrch	$d_{t,x} =$	210 mm
	$d_{t,y} =$	220 mm
Účinná výška průřezu pro dolní povrch	$d_{b,x} =$	195 mm
	$d_{b,y} =$	185 mm
Zatížení desky	$f_k =$	1,0
Součinitel tření	$\mu_d =$	1,1
Součinitel rozdělení napětí před vznikem trhlin	$k_c =$	1,0
Součinitel nerovnoměrnosti rozdělení vnitřních rovnovážných napětí	$k =$	1,0
Maximální šířka trhliny	$w_{k,lim} =$	0,20 m

Napětí betonu v tahu

Napětí v základové spáře	$\sigma_0 =$	7,25
Tahová síla v základové desce ve směru x	$F_{ct,dx} = \frac{\gamma \cdot \pi \cdot \sigma_0 \cdot l_x}{2} =$	34,8 kN/m
Tahová síla v základové desce ve směru y	$F_{ct,dy} = \frac{\gamma \cdot \pi \cdot \sigma_0 \cdot l_y}{2} =$	58,7 kN/m
Tahová síla při vzniku trhlin	$F_{cr} = F_{ct,eff} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} =$	362,5 kN/m

KONSTRUKČNÍ POSOUZENÍ ŠÍŘKY TRHLIN

Napětí v tahové výztuži

Napětí v tahové výztuži při vzniku trhliny ve směru x	$\sigma_{sx} =$	33,3 MPa
Napětí v tahové výztuži při vzniku trhliny ve směru y	$\sigma_{sy} =$	56,1 MPa

Šířka trhlin

Výška účinné plochy taženého betonu u horního povrchu	$h_{ctx,eff} =$	100,0 mm
	$h_{cty,eff} =$	75,0 mm
Účinná plocha taženého betonu obklopující výztuž u horního povrchu	$A_{ctx,eff} =$	100000 mm ²
	$A_{cty,eff} =$	75000 mm ²
Výška účinné plochy taženého betonu u dolního povrchu	$h_{cbx,eff} =$	125,0 mm
	$h_{cby,eff} =$	125,0 mm
Účinná plocha taženého betonu obklopující výztuž u dolního povrchu	$A_{cbx,eff} =$	125000 mm ²
	$A_{cby,eff} =$	125000 mm ²
Účinná plocha taženého betonu obklopující výztuž ve směru x	$A_{cx,eff} =$	225000 mm ²
Účinná plocha taženého betonu obklopující výztuž ve směru y	$A_{cy,eff} =$	200000 mm ²
Účinný stupeň vyztužení	$\rho_{sx,eff} =$	0,0047
	$\rho_{sy,eff} =$	0,0052
Maximální vzdálenost trhlin	$s_{sx,max} =$	810,8 mm
	$s_{sy,max} =$	729,7 mm
součinitel soudržnosti výztuže	$k_1 =$	0,8
součinitel rozdělení poměrného přetvoření	$k_2 =$	1,0
	$k_3 =$	2,1
	$k_4 =$	0,425
Poměr modulů pružnosti	$\alpha_e =$	6,061
Rozdíl poměrných přetvoření výztuže a betonu ve směru x	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} =$	0,000100
Rozdíl poměrných přetvoření výztuže a betonu ve směru y	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} =$	0,000168
součinitel závisející na době trvání zatížení	$k_t =$	0,4

Charakteristická šířka trhliny ve směru x	$w_{kx} =$	0,081 mm
Charakteristická šířka trhliny ve směru y	$w_{ky} =$	0,123 mm

VYHOVUJE

Základní výztuž při obou površích bude navržena jako $\varnothing 12/150$ mm, přestože by dle výpočtu stačila výztuž $\varnothing 10$ mm. Důvodem je vystavení konstrukce bílé vany tlaku podzemní vody a nepříznivým vlivům, které se v průběhu dimenzování jen těžce stanovují. V praxi se běžně pro tlak podzemní vody volí jako minimální vyztužení výše navržená hodnota (popř. 10/100 mm).

7.2.3 Horní povrch podlahové desky

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V OHYBU - HORNÍ VÝZTUŽ

Materiály

BETON C 30/37

Char. pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} =$	30 MPa
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} =$	20,0 MPa
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} =$	33000 MPa
Char. pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} =$	2,9 MPa

VÝZTUŽ B500B

Ch. mez kluzu výztuže	$f_{yk} =$	500 MPa
Návrhová mez kluzu výztuže	$f_{ytd} =$	434,8 MPa
Modul pružnosti výztuže	$E_s =$	200000 MPa

Geometrie

Tloušťka desky	$h =$	250 mm
Šířka desky	$b =$	1000 mm
Krycí vrstva	$c =$	25 mm
Účinná výška průřezu	$d_x =$	207 mm
	$d_y =$	219 mm

Navržená výztuž

Základní rastr tahové výztuže	Ø 12 / 150 mm
Příložky	/
Plocha výztuže	$a_{s,prov} =$ 754 mm ² /m'

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti	$x =$	20,49 mm	$\lambda =$	0,8
Rameno vnitřních sil	$z_x =$	198,80 mm	$\eta =$	1
	$z_y =$	210,80 mm		
Moment únosnosti	$m_{Rd,x} =$	65,2 kNm/m'		
	$m_{Rd,y} =$	69,1 kNm/m'		

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}}$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$$

Konstrukční zásady

Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi =$	0,10	<	$\xi_{max} =$	0,45
Min. plocha výztuže	$a_{s,min} =$	330 mm ² /m'	<	$a_{s,prov} =$	754 mm ² /m'
Max. plocha výztuže	$a_{s,max} =$	8280 mm ² /m'	>	$a_{s,prov} =$	754 mm ² /m'
Min. světlá vzdálenost výztuže	$s_{l,min} =$	27 mm	<	$s_l =$	138 mm
Max. osová vzdálenost výztuže	$s_{max} =$	300 mm	>	$s =$	150 mm

$$\xi = \frac{x}{d}$$

$$a_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d$$

$$s_l = \max(1,2 \cdot \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$s_{max} = \min(2 \cdot h; 300 \text{ mm})$$

VYHOVUJE
VYHOVUJE
VYHOVUJE
VYHOVUJE
VYHOVUJE

VÝPOČET ŠÍŘKY TRHLIN OD ZATÍŽENÍ - OHYBOVÝ MOMENT

Materiály

BETON C 30/37

Charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} =$	30 MPa
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} =$	20,0 MPa
Charakteristická pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} =$	2,9 MPa
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} =$	33000 MPa
Součinitel redukující pevnost betonu v tahu		1
Střední hodnota pevnosti betonu v tahu	$f_{ct,eff} =$	2,90 MPa

VÝZTUŽ B500B

Charakteristická mez kluzu výztuže	$f_{yk} =$	500 MPa
Návrhová mez kluzu výztuže	$f_{yd} =$	434,8 MPa
Modul pružnosti výztuže	$E_s =$	200000 MPa
Tažená výztuž		Ø 12 / 150 mm
Tažená výztuž - příložky		/
Tlačená výztuž		Ø 12 / 150 mm
Tlačená výztuž - příložky		/
Plocha tažené výztuže	$A_{s1} =$	754 mm ²
Plocha tlačené výztuže	$A_{s2} =$	754 mm ²
Poměr modulů pružnosti	$\alpha_c =$	6,06

Geometrie a parametry

Tloušťka desky	$h =$	250 mm
Šířka desky	$b =$	1000 mm
Krycí vrstva v tažené oblasti	$c_1 =$	25 mm
Krycí vrstva v tlačené oblasti	$c_2 =$	50 mm
Účinná výška průřezu	$d_1 =$	219 mm
Vzdálenost těžiště plochy tlačené výztuže od tlačeného okraje průřezu	$d_2 =$	68 mm

Účinky zatížení - stálé + dlouhodobé

Ohybový moment	$m =$	17,0 kNm/m'
Maximální šířka trhliny	$w_{k,lim} =$	0,20 mm

Kontrola vzniku trhlin

Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od tlačeného okraje	$a_i =$	125,7 mm
Moment setrvačnosti ideálního průřezu k těžišti	$I_i =$	1357196507,7 mm ⁴
Tahové napětí v betonu na nejvíce taženém okraji průřezu	$\sigma_{cc} =$	1,56 MPa
Moment při vzniku trhlin	$m_{cr} =$	31,7 kNm/m'

KONSTRUKČNÍ POSOUZENÍ ŠÍŘKY TRHLIN

Napětí v tahové výztuži

Poloha neutrální osy s trhlinou	$x_{ir} =$	42,5 mm
Moment setrvačnosti průřezu s trhlinou	$I_{ir} =$	170422619,1 mm ⁴
Napětí v tažené výztuži	$\sigma_s =$	107 MPa

Šířka trhlin

Výška účinné plochy taženého betonu	$h_{c,eff} =$	69,2 mm
Účinná plocha betonu obklopující taženou výztuž	$A_{c,eff} =$	69162 mm ²
Účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu	$\rho_{p,eff} =$	0,0109
Maximální vzdálenost trhlin	$s_{r,max} =$	272,1 mm
součinitel soudržnosti výztuže	$k_1 =$	0,8
součinitel rozdělení poměrného přetvoření	$k_2 =$	0,5
	$k_3 =$	3,4
	$k_4 =$	0,425
Rozdíl poměrných přetvoření výztuže a betonu	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cr1} =$	0,000320
součinitel závisející na době trvání zatížení	$k_t =$	0,4

Charakteristická šířka trhliny $w_k =$ 0,087 mm

VYHOVUJE

Výpočet byl proveden pro směr s větším zatížením, tedy směr y. Vzhledem k dostatečné rezervě hodnoty šířky trhlin není nutné ve druhém směru konstrukci posuzovat.

Horní povrch podlahové desky není nutné, z hlediska možnosti zvýšení namáhání vlivem nepříznivých vlivů (např. snížení hladiny podzemní vody a tím zvětšení horních momentů v místech pilot), lokálně doplit o příložky.

NÁVRH: základní výztuž Ø 12/150 mm ($a_{s,prov} = 754 \text{ mm}^2/\text{m}'$)

7.2.4 Dolní povrch podlahové desky

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V OHYBU - DOLNÍ VÝZTUŽ

Materiály

BETON C 30/37

Char. pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} =$	30 MPa
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} =$	20,0 MPa
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} =$	33000 MPa
Char. pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} =$	2,9 MPa

VÝZTUŽ B500B

Ch. mez kluzu výztuže	$f_{yk} =$	500 MPa
Návrhová mez kluzu výztuže	$f_{yd} =$	434,8 MPa
Modul pružnosti výztuže	$E_s =$	200000 MPa

Geometrie

Tloušťka desky	$h =$	250 mm
Šířka desky	$b =$	1000 mm
Krycí vrstva	$c =$	50 mm
Účinná výška průřezu	$d_x =$	194 mm
	$d_y =$	182 mm

Navržená výztuž

Základní rastr tahové výztuže	Ø 12 / 150 mm
Příložky	/
Plocha výztuže	$a_{s,prov} = 754 \text{ mm}^2/\text{m}'$

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti	$x =$	20,49 mm	$\lambda =$	0,8
Rameno vnitřních sil	$z_x =$	185,80 mm	$\eta =$	1
	$z_y =$	173,80 mm		
Moment únosnosti	$m_{Rd,x} =$	60,9 kNm/m'		
	$m_{Rd,y} =$	57,0 kNm/m'		

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}}$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$$

Konstrukční zásady

Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = 0,11$	<	$\xi_{max} = 0,45$
Min. plocha výztuže	$a_{s,min} = 293 \text{ mm}^2/\text{m}'$	<	$a_{s,prov} = 754 \text{ mm}^2/\text{m}'$
Max. plocha výztuže	$a_{s,max} = 10000 \text{ mm}^2/\text{m}'$	>	$a_{s,prov} = 754 \text{ mm}^2/\text{m}'$
Min. světlá vzdálenost výztuže	$s_{l,min} = 27 \text{ mm}$	<	$s_l = 138 \text{ mm}$
Max. osová vzdálenost výztuže	$s_{max} = 300 \text{ mm}$	>	$s = 150 \text{ mm}$

$$\xi = \frac{x}{d}$$

$$a_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d$$

$$s_l = \max(1,2 \cdot \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$s_{max} = \min(2 \cdot h; 300 \text{ mm})$$

YHOVUJE
YHOVUJE
YHOVUJE
YHOVUJE
YHOVUJE

VÝPOČET ŠÍŘKY TRHLIN OD ZATÍŽENÍ - OHYBOVÝ MOMENT

Materiály

BETON C 30/37

Charakteristická pevnost betonu v tlaku

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost betonu v tlaku

$f_{cd} = 20,0 \text{ MPa}$

Charakteristická pevnost betonu v tahu

$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

Modul pružnosti betonu

$E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Součinitel redukující pevnost betonu v tahu

$\alpha_{ct} = 1$

Střední hodnota pevnosti betonu v tahu

$f_{ct,eff} = 2,90 \text{ MPa}$

VÝZTUŽ B500B

Charakteristická mez kluzu výztuže

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

Návrhová mez kluzu výztuže

$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$

Modul pružnosti výztuže

$E_s = 200000 \text{ MPa}$

Tažená výztuž

$\emptyset 12 / 150 \text{ mm}$

Tažená výztuž - příložky

/

Tlačená výztuž

$\emptyset 12 / 150 \text{ mm}$

Tlačená výztuž - příložky

/

Plocha tažené výztuže

$A_{s2} = 754 \text{ mm}^2$

Plocha tlačené výztuže

$A_{s2} = 754 \text{ mm}^2$

Poměr modulů pružnosti

$\alpha_e = 6,06$

Geometrie a parametry

Tloušťka desky

$h = 250 \text{ mm}$

Šířka desky

$b = 1000 \text{ mm}$

Krycí vrstva v tažené oblasti

$c_1 = 50 \text{ mm}$

Krycí vrstva v tlačené oblasti

$c_2 = 25 \text{ mm}$

Účinná výška průřezu

$d_1 = 182 \text{ mm}$

Vzdálenost těžiště plochy tlačené výztuže od tlačeného okraje průřezu

$d_2 = 31 \text{ mm}$

Účinky zatížení - stálé + dlouhodobé

Ohybový moment

$m = 17,0 \text{ kNm/m'}$

Maximální šířka trhliny

$w_{k,lim} = 0,20 \text{ mm}$

Kontrola vzniku trhlin

Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od tlačeného okraje

$a_i = 124,3 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu k těžišti

$I_i = 1357196507,7 \text{ mm}^4$

Tahové napětí v betonu na nejvíce taženém okraji průřezu

$\sigma_{ct} = 1,57 \text{ MPa}$

Moment při vzniku trhlin

$m_{cr} = 31,3 \text{ kNm/m'}$

KONSTRUKČNÍ POSOUZENÍ ŠÍŘKY TRHLIN

Napětí v tahové výztuži

Poloha neutrální osy s trhlinou

$x_{ir} = 36,0 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti průřezu s trhlinou

$I_{ir} = 113052755,8 \text{ mm}^4$

Napětí v tažené výztuži

$\sigma_s = 133 \text{ MPa}$

Šířka trhlin

Výška účinné plochy taženého betonu

$h_{c,eff} = 71,3 \text{ mm}$

Účinná plocha betonu obklopující taženou výztuž

$A_{c,eff} = 71333 \text{ mm}^2$

Účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu

$\rho_{p,eff} = 0,0106$

Maximální vzdálenost trhlin

$s_{r,max} = 300,1 \text{ mm}$

součinitel soudržnosti výztuže

$k_1 = 0,8$

součinitel rozdělení poměrného přetvoření

$k_2 = 0,5$

$k_3 = 2,1$

$k_4 = 0,425$

Rozdíl poměrných přetvoření výztuže a betonu

$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,000399$

součinitel závisející na době trvání zatížení

$k_t = 0,4$

Charakteristická šířka trhliny

$w_k = 0,120 \text{ mm}$

VYHOVUJE

Výpočet byl proveden pro směr s větším zatížením, tedy směr y. Vzhledem k přípustné rezervě hodnoty šířky trhlin není nutné ve druhém směru konstrukci posuzovat.

Dolní povrch podlahové desky je nutné, z hlediska možného spolupůsobení desky s podložím, lokálně doplnit o příložky v místech pilot a vnitřních stěn 1.PP. V případě kraje desky bude navrženo lemování $\emptyset 14/150$ mm.

NÁVRH: základní výztuž	$\emptyset 12/150$ mm	($a_{s,prov} = 754 \text{ mm}^2/\text{m}'$)
příložky	$\emptyset 12/300$ mm	($a_{s,prov} = 377 \text{ mm}^2/\text{m}'$)
lemování (ucho)	$\emptyset 14/150$ mm	($a_{s,prov} = 2052 \text{ mm}^2/\text{m}'$)

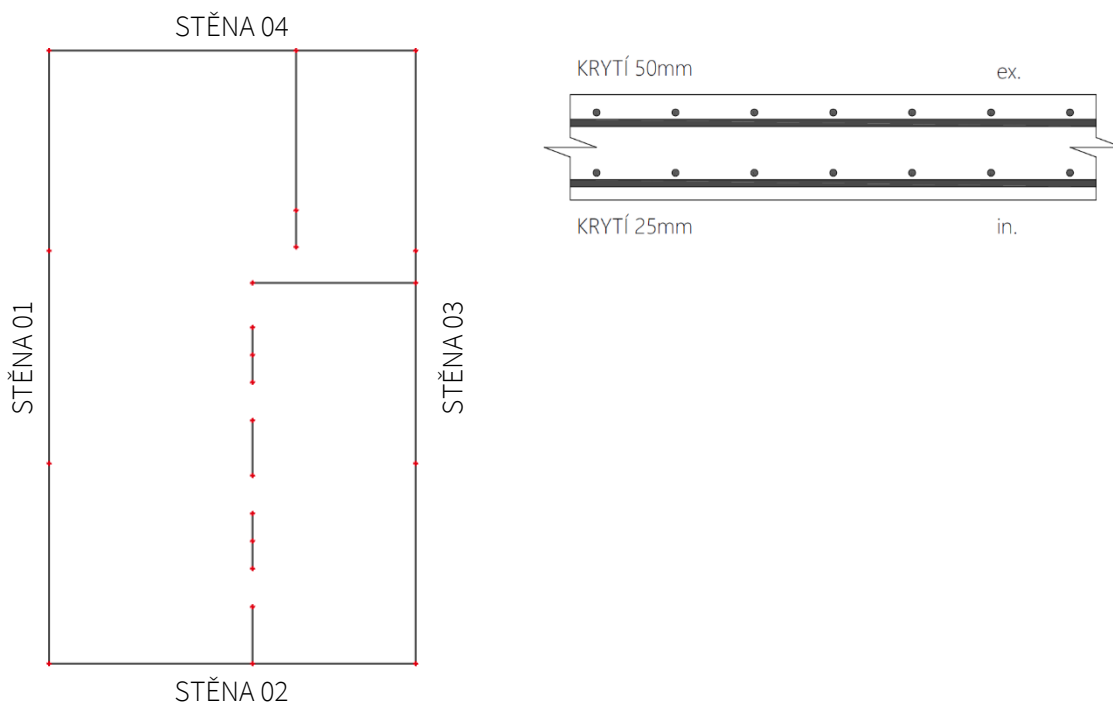
8. PODROBNÝ NÁVRH STĚN BÍLÉ VANY

8.1 Zatřídění konstrukce

V případě stěn bílé vany je zařazení do příslušných tříd stejné jako u podlahové desky, tedy **třída namáhání 1** a **třída užívání B**. Maximální přípustná šířka trhliny je $w_{lim} = 0,2$ mm.

8.2 Návrh výztuže stěn

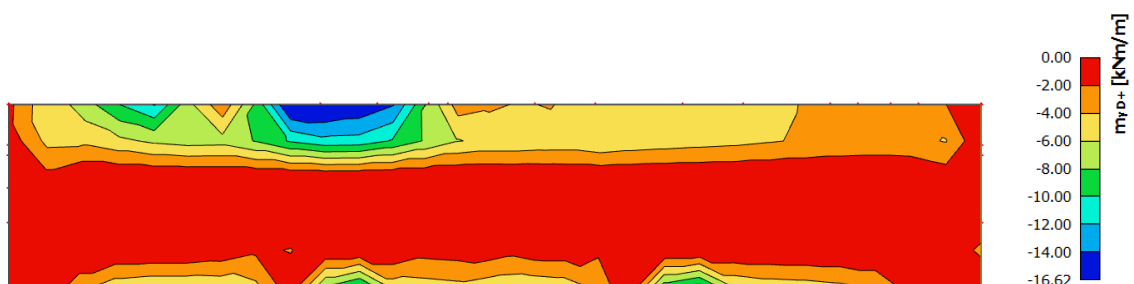
Kladení výztuže, které je důležité pro následující výpočty, a označení navrhovaných stěn je zřejmé z obrázku níže.



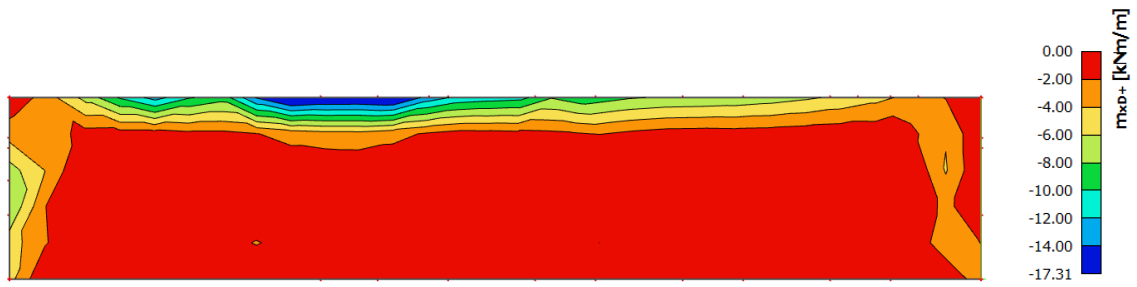
8.2.1 Vnitřní síly stěn

STĚNA 01

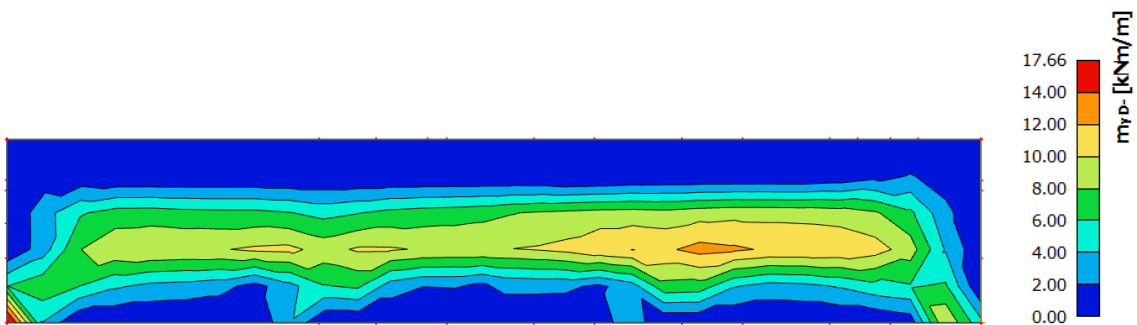
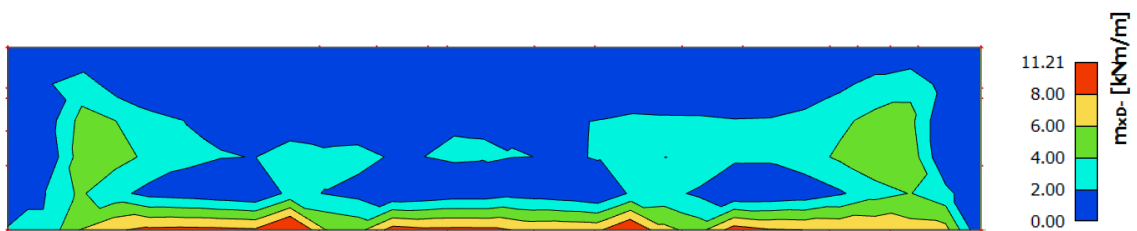
- vnitřní povrch



Návrhová kombinace zatížení – m_{yd+}

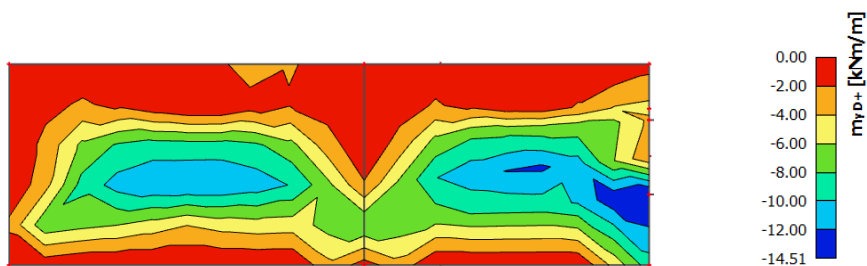
Návrhová kombinace zatížení – m_{yd+}

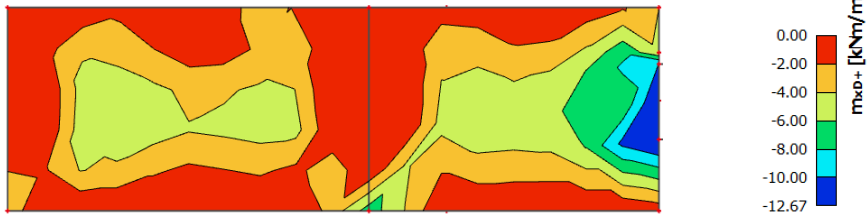
- vnější povrch

Návrhová kombinace zatížení – m_{yd-} Návrhová kombinace zatížení – m_{yd-}

STĚNA 02

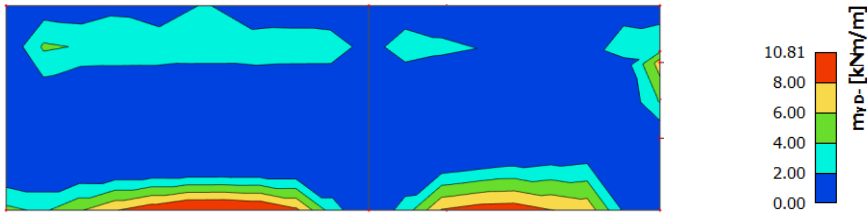
- vnitřní povrch

Návrhová kombinace zatížení – m_{yd+}

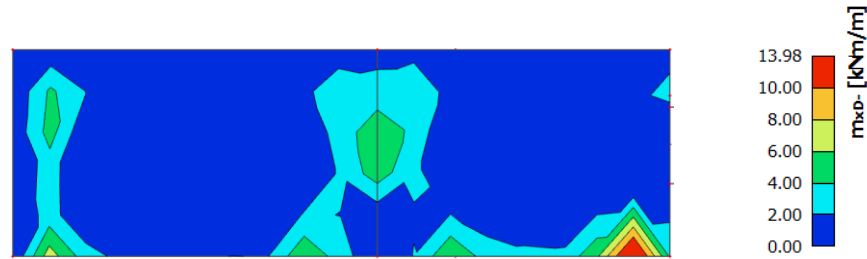


Návrhová kombinace zatížení – m_{xd+}

- vnější povrch



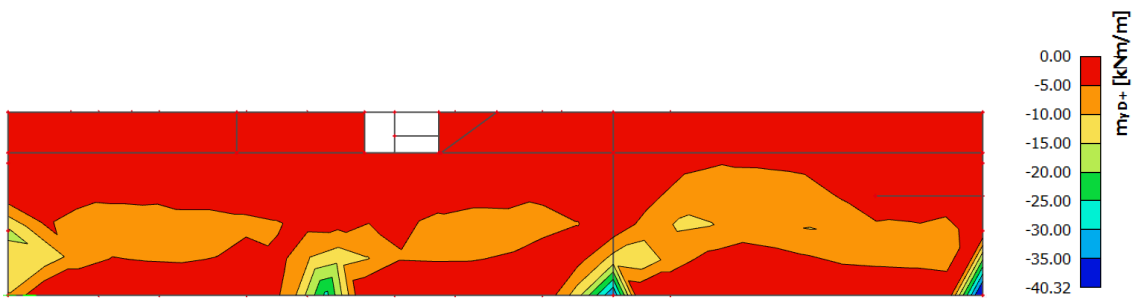
Návrhová kombinace zatížení – m_{yd-}



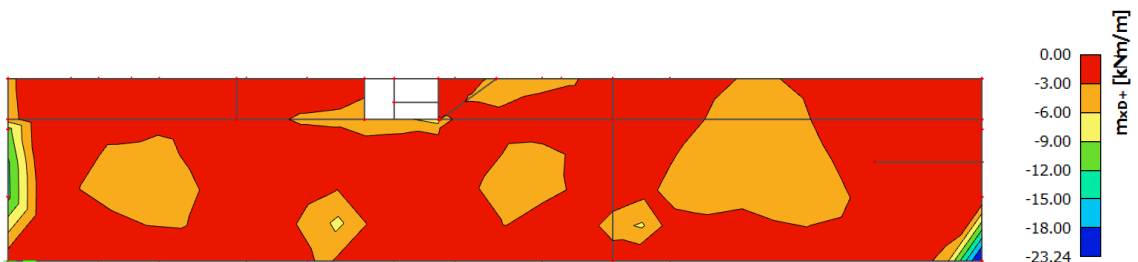
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd-}

STĚNA 03

- vnitřní povrch

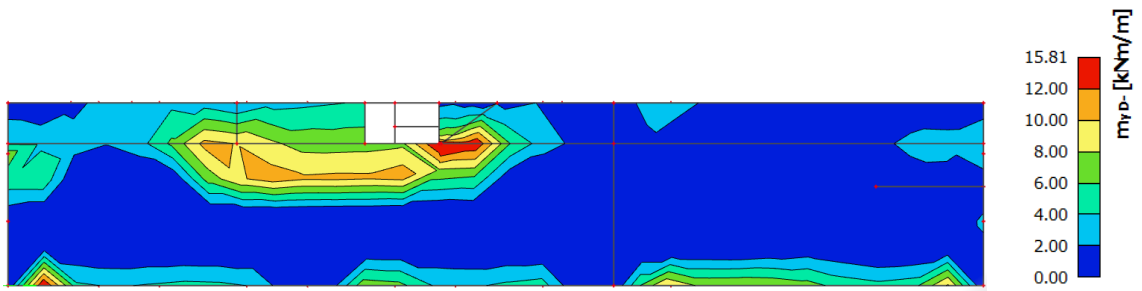


Návrhová kombinace zatížení – m_{yd+}

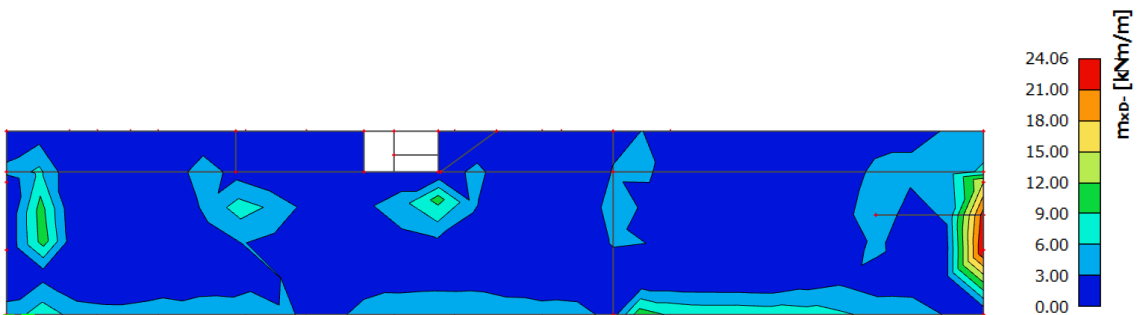


Návrhová kombinace zatížení – m_{xd+}

- vnější povrch



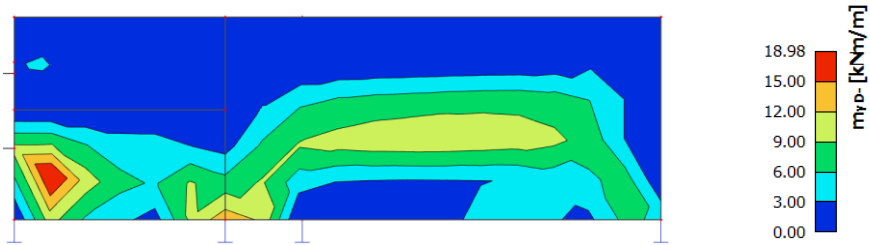
Návrhová kombinace zatížení – m_{yd} .



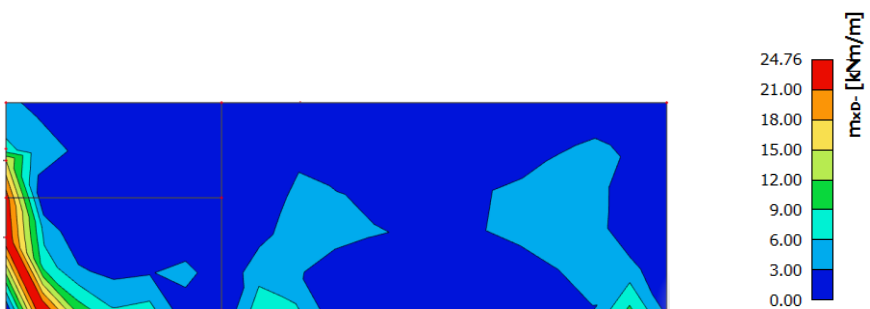
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd} .

STĚNA 04

- vnitřní povrch

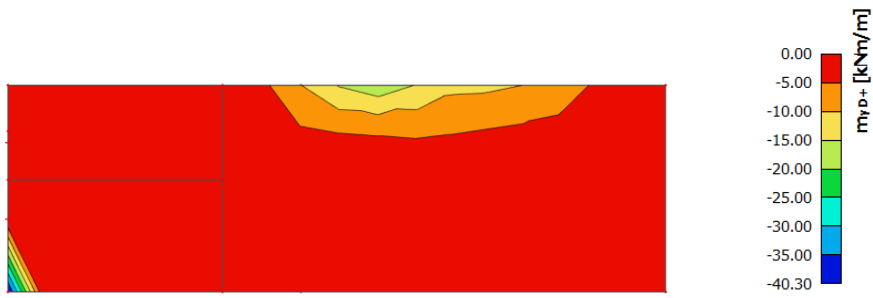


Návrhová kombinace zatížení – m_{yd} .

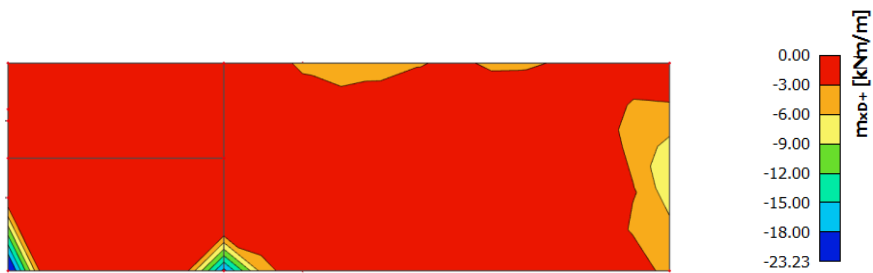


Návrhová kombinace zatížení – m_{xd} .

- vnější povrch

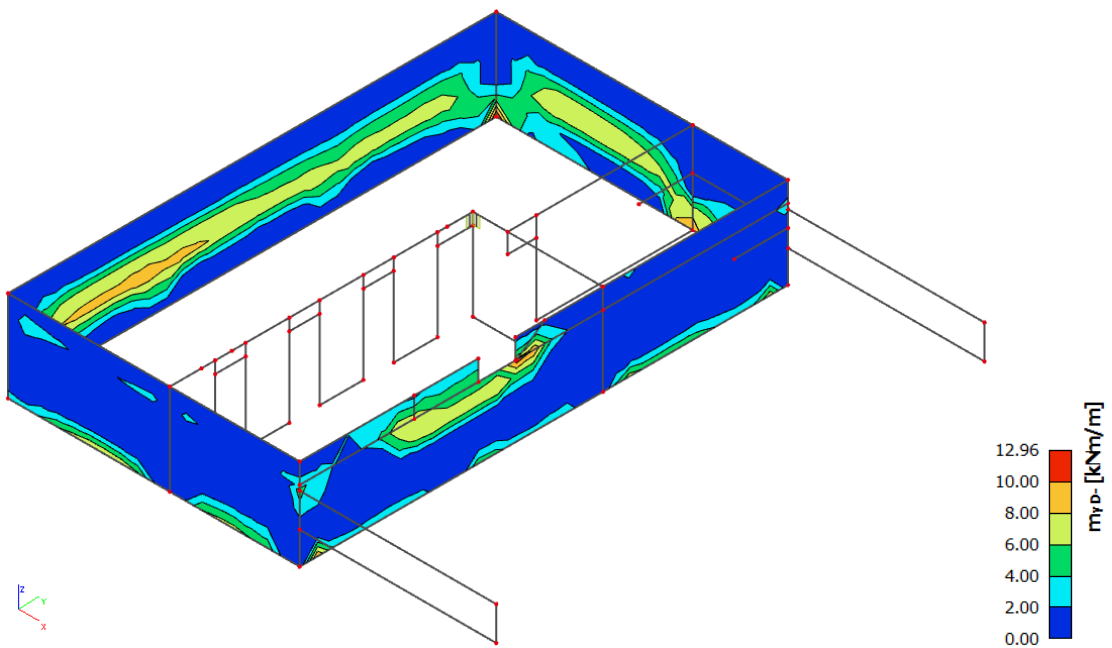


Návrhová kombinace zatížení – m_{yd+}

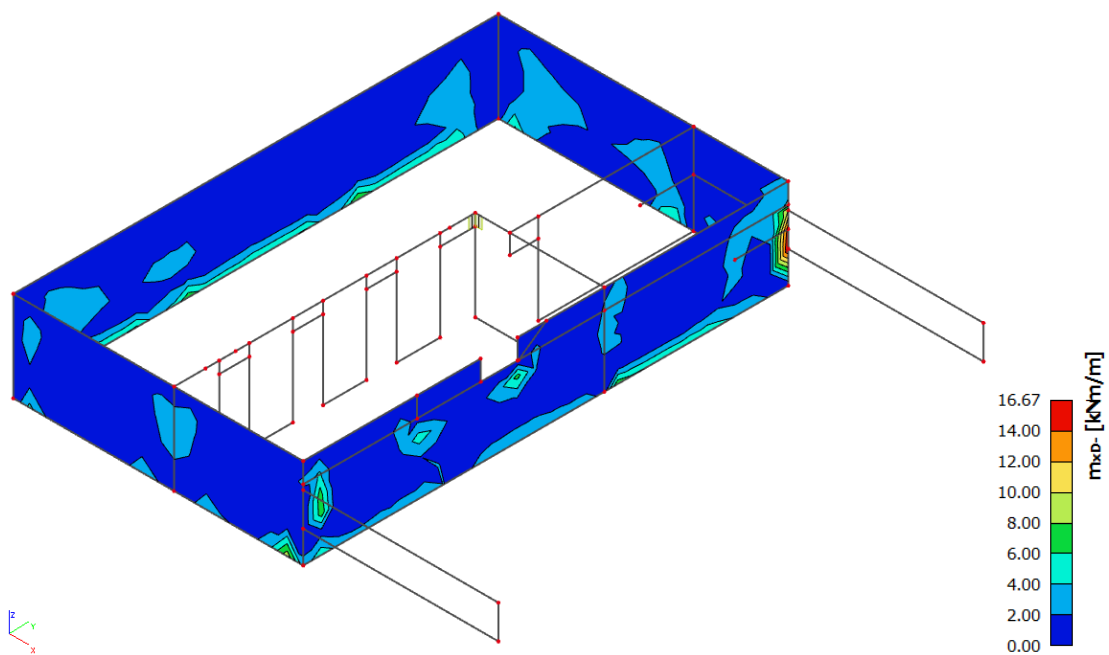
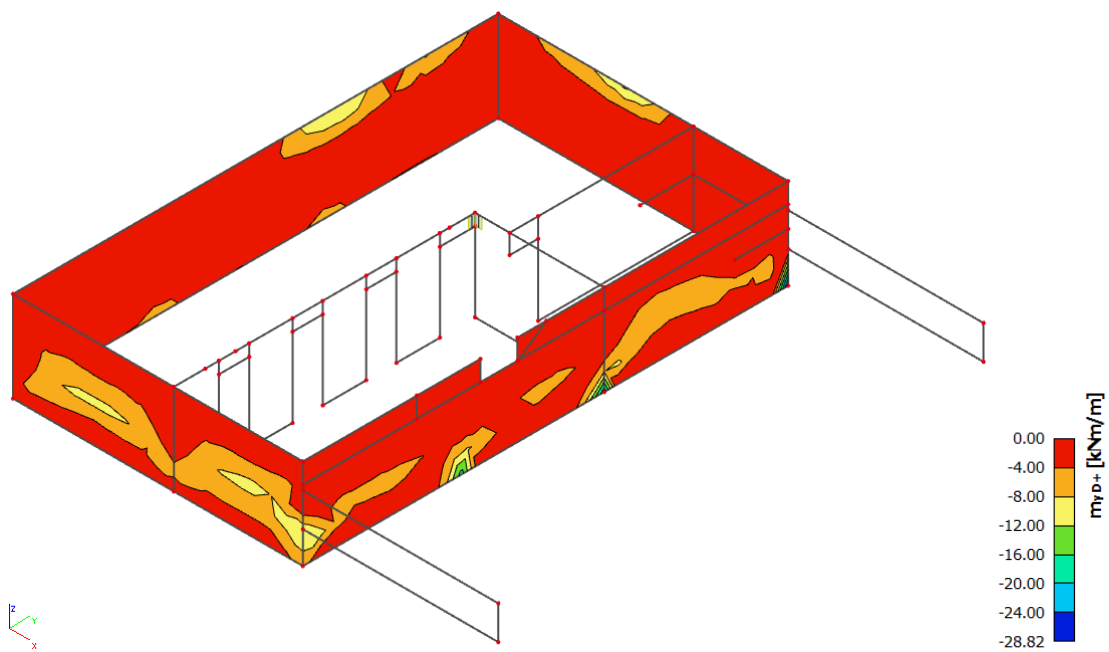


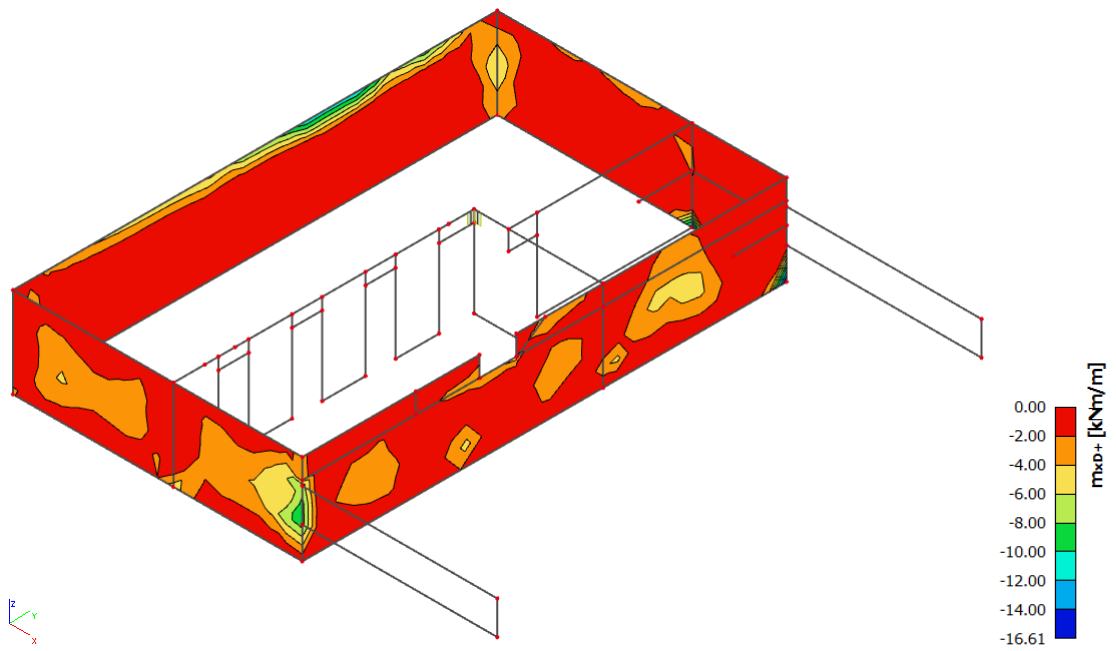
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd+}

VŠECHNY STĚNY



Častá kombinace zatížení – m_{yd-}

Častá kombinace zatížení – m_{xd} Častá kombinace zatížení – m_{yd+}



Častá kombinace zatížení – m_{x0+}

8.2.2 Vodorovná výztuž stěn

VÝPOČET ŠÍŘKY TRHLIN OD VYNUCENÉHO TAHOVÉHO PŘETVOŘENÍ VE STĚNÁCH

Materiály

BETON C 30/37

Charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} =$	30 MPa
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} =$	20,0 MPa
Charakteristická pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} =$	2,9 MPa
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} =$	33000 MPa
Součinitel redukující pevnost betonu v tahu		0,5
Střední hodnota pevnosti betonu v tahu	$f_{ct,eff} =$	1,45 MPa

CEMENT CEM III/B 32,5 N

Množství cementu	$c =$	300 kg/m ³
Hydratační teplo cementu	$H_w =$	200 kJ/kg

VÝZTUŽ B500B

Charakteristická mez kluzu výztuže	$f_{yk} =$	500 MPa
Návrhová mez kluzu výztuže	$f_{yd} =$	434,8 MPa
Modul pružnosti výztuže	$E_s =$	200000 MPa
Vodorovná výztuž		Ø 14 / 100 mm
Svislá výztuž		Ø 12 / 15 mm
Plocha vodorovné výztuže	$a_s =$	3079 mm ² /m'
Poměr modulů pružnosti	$\alpha_c =$	6,06

Geometrie a parametry

Délka stěny	$L =$	5,00 m
Výška stěny	$H =$	2,50 m
Tloušťka stěny	$h =$	250 mm
Šířka stěny	$b =$	1000 mm
Krycí vrstva uvnějššího povrchu	$c_{ex} =$	50 mm
Krycí vrstva u vnitřního povrchu	$c_{in} =$	25 mm
Účinná výška průřezu pro vnější povrch	$d_{ex} =$	181 mm
Účinná výška průřezu pro vnitřní povrch	$d_{in} =$	218 mm
Maximální šířka trhliny	$w_{k,lim} =$	0,20 m

Návrhové napětí betonu v tahu

Časový okamžik vzniku maximální teploty ve stěně	$t_{max,t} =$	1,2 dne
Tepelná kapacita betonu	$Q_{c0} =$	2500 kJ/(m ³ K)
Součinitel teplotní roztažnosti betonu	$\alpha_T =$	0,00001 1/K
Součinitel α_c	$\alpha_c =$	0,75
Vzrůst teploty v prvku v důsledku hydratačního tepla	$\Delta T_{c,H} =$	18,00 K
Poměr modulu pružnosti mladého betonu a modulu pružnosti betonu	$E_{c,t}/E_{c28} =$	0,69
Modul pružnosti mladého betonu	$E_{c,t} =$	22770
Výchozí teplota čerstvého betonu	$T_{c0} =$	15 °C
Součinitel průběhu teploty uvnitř stavebního prvku	$k_{TV} =$	0,5
Teplota základové desky	$T_F =$	10 °C
Rozdíl střední teploty betonu a teploty desky	$\Delta T_{c,WF} =$	16 °C
Součinitel možného posunu stavebních prvků	$k =$	1
Celkové napětí betonu v tahu	$\sigma_{ct,ges} =$	3,5 MPa
Poměr celkové délky stěny k její výšce	$L/H =$	2,00
Součinitel pro přepočet celkového napětí na návrhové tahové napětí	$k_{ct,\delta} =$	0,45
Návrhové napětí betonu v tahu	$\sigma_{c,d} =$	1,6 MPa
Tahová síla ve stěně	$F_{ct,ctf} =$	397,1 kN
Tahová síla při vzniku trhlin	$F_{cr} =$	297,3 kN

Napětí v tahové výztuži

Napětí v tahové výztuži při vzniku trhliny

Součinitel rozdělení napětí před vznikem trhlin

Součinitel nerovnoměrnosti rozdělení vnitřních rovnovážných napětí

$$\sigma_s = 129,0 \text{ MPa}$$

$$k_c = 1,0$$

$$k = 1,0$$

TRHLINY VZNIKNOU

Šířka trhlin

Výška účinné plochy taženého betonu u vnějšího povrchu

$$h_{c,ex,eff} = 125,0 \text{ mm}$$

Výška účinné plochy taženého betonu u vnitřního povrchu

$$h_{c,in,eff} = 80,0 \text{ mm}$$

Účinná plocha taženého betonu obklopující výztuž u vnějšího povrchu

$$A_{c,ex,eff} = 125000 \text{ mm}^2$$

Účinná plocha taženého betonu obklopující výztuž u vnitřního povrchu

$$A_{c,in,eff} = 80000 \text{ mm}^2$$

Účinná plocha taženého betonu obklopující výztuž

$$A_{c,eff} = 205000 \text{ mm}^2$$

Účinný stupeň vyztužení

$$\rho_{p,eff} = 0,0150$$

Maximální vzdálenost trhlin

$$s_{r,max} = 397,3 \text{ mm}$$

součinitel soudržnosti výztuže

$$k_1 = 0,8$$

součinitel rozdělení poměrného přetvoření

$$k_2 = 1,0$$

$$k_3 = 2,1$$

$$k_4 = 0,425$$

Rozdíl poměrných přetvoření výztuže a betonu

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000434$$

součinitel závisející na době trvání zatížení

$$k_t = 0,4$$

Charakteristická šířka trhliny

$$w_k = 0,172 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Největší tahové napětí od vynuceného přetvoření vzniká cca ve čtvrtině výšky stěny (v tomto případě $2,5/4 = 0,625$). Proto výše navržená výztuž bude aplikována pouze do **výšky 1,2 m** (na straně bezpečnosti). Zbývá výztuž bude navržena na maximální ohybový moment ve stěně.

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V OHYBU - VODOROVNÁ VÝZTUŽ**Materiály**

BETON C 30/37

VÝZTUŽ B500B

Char. pevnost betonu v tlaku

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Ch. mez kluzu výztuže

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

Návrhová pevnost betonu v tlaku

$$f_{cd} = 20,0 \text{ MPa}$$

Návrhová mez kluzu výztuže

$$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti betonu

$$E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti výztuže

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Char. pevnost betonu v tahu

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

Geometrie

Tloušťka stěny

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

Navržená výztuž

Základní rastr tahové výztuže

$$\varnothing 10 / 150 \text{ mm}$$

Šířka

$$b = 1000 \text{ mm}$$

Svislá výztuž

$$\varnothing 12 / 150 \text{ mm}$$

Krycí vrstva

$$c = 50 \text{ mm}$$

Plocha výztuže

$$a_{s,prov} = 524 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

Účinná výška průřezu

$$d = 183 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti

$$x = 14,23 \text{ mm}$$

$$\lambda = 0,8$$

Rameno vnitřních sil

$$z = 177,31 \text{ mm}$$

$$\eta = 1$$

Moment únosnosti

$$m_{Rd,x} = 40,4 \text{ kNm/m}'$$

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}}$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$$

Konstrukční zásady

Poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = 0,08 < \xi_{max} = 0,45$$

Min. plocha výztuže

$$a_{s,min} = 276 \text{ mm}^2/\text{m}' < a_{s,prov} = 524 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

Max. plocha výztuže

$$a_{s,max} = 7320 \text{ mm}^2/\text{m}' > a_{s,prov} = 524 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

Min. světlá vzdálenost výztuže

$$s_{i,min} = 27 \text{ mm} < s_i = 138 \text{ mm}$$

Max. osová vzdálenost výztuže

$$s_{max} = 300 \text{ mm} > s = 150 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d}$$

$$a_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d$$

$$s_l = \max(1,2 \cdot \varnothing; D_{max} + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$s_{max} = \min(2 \cdot h; 300 \text{ mm})$$

VYHOVUJE
VYHOVUJE
VYHOVUJE
VYHOVUJE
VYHOVUJE

VÝPOČET ŠÍŘKY TRHLIN OD ZATÍŽENÍ - OHYBOVÝ MOMENT

Materiály

BETON C 30/37

Charakteristická pevnost betonu v tlaku

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost betonu v tlaku

$f_{cd} = 20,0 \text{ MPa}$

Charakteristická pevnost betonu v tahu

$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

Modul pružnosti betonu

$E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Součinitel redukující pevnost betonu v tahu

1

Střední hodnota pevnosti betonu v tahu

$f_{ct,slf} = 2,90 \text{ MPa}$

VÝZTUŽ B500B

Charakteristická mez kluzu výztuže

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

Návrhová mez kluzu výztuže

$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$

Modul pružnosti výztuže

$E_s = 200000 \text{ MPa}$

Tažená výztuž

$\emptyset 10 / 150 \text{ mm}$

Tažená výztuž - příložky

$/$

Tlačená výztuž

$\emptyset 10 / 150 \text{ mm}$

Tlačená výztuž - příložky

$/$

Plocha tažené výztuže

$A_{s1} = 524 \text{ mm}^2$

Plocha tlačené výztuže

$A_{s2} = 524 \text{ mm}^2$

Poměr modulů pružnosti

$\alpha_e = 6,06$

Geometrie a parametry

Tloušťka desky

$h = 250 \text{ mm}$

Šířka desky

$b = 1000 \text{ mm}$

Krycí vrstva v tažené oblasti

$c_1 = 50 \text{ mm}$

Krycí vrstva v tlačené oblasti

$c_2 = 25 \text{ mm}$

Účinná výška průřezu

$d_1 = 185 \text{ mm}$

Vzdálenost těžiště plochy tlačené výztuže od tlačeného okraje průřezu

$d_2 = 30 \text{ mm}$

Účinky zatížení - stálé + dlouhodobé

Ohybový moment

$m = 17,0 \text{ kNm/m'}$

Maximální šířka trhliny

$w_{k,lim} = 0,20 \text{ mm}$

Kontrola vzniku trhlin

Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od tlačeného okraje

$a_j = 124,6 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu k těžišti

$I_j = 1342098451,6 \text{ mm}^4$

Tahové napětí v betonu na nejvíce taženém okraji průřezu

$\sigma_{ct} = 1,59 \text{ MPa}$

Moment při vzniku trhlin

$m_{cr} = 31,0 \text{ kNm/m'}$

KONSTRUKČNÍ POSOUZENÍ ŠÍŘKY TRHLIN

Napětí v tahové výztuži

Poloha neutrální osy s trhlinou

$x_{ir} = 31,2 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti průřezu s trhlinou

$I_{ir} = 85190747,3 \text{ mm}^4$

Napětí v tažené výztuži

$\sigma_s = 186 \text{ MPa}$

Šířka trhlin

Výška účinné plochy taženého betonu

$h_{s,eff} = 72,9 \text{ mm}$

Účinná plocha betonu obklopující taženou výztuž

$A_{s,eff} = 72950 \text{ mm}^2$

Účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu

$\rho_{p,eff} = 0,0072$

Maximální vzdálenost trhlin

$s_{r,max} = 343,9 \text{ mm}$

součinitel soudržnosti výztuže

$k_1 = 0,8$

součinitel rozdělení poměrného přetvoření

$k_2 = 0,5$

$k_3 = 2,1$

$k_4 = 0,425$

Rozdíl poměrných přetvoření výztuže a betonu

$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,000558$

součinitel závisející na době trvání zatížení

$k_t = 0,4$

Charakteristická šířka trhliny

$w_k = 0,192 \text{ mm}$

VYHOVUJE

Maximální ohybový moment od časté kombinace zatížení (29 kNm) vznikající v rohu stěny bude pokryt výztuží $\varnothing 14/100$ mm navržené do výšky 1,2 m.

NÁVRH: vodorovná výztuž (h = 1,2 m)	$\varnothing 14/100$ mm	($a_{s,prov} = 3079 \text{ mm}^2/\text{m}'$)
vodorovná výztuž	$\varnothing 10/150$ mm	($a_{s,prov} = 1048 \text{ mm}^2/\text{m}'$)

8.2.3 Svislá výztuž stěn

WÝPOČET ŠÍŘKY TRHLIN OD ZATÍŽENÍ - OHYBOVÝ MOMENT

Materiály

BETON C 30/37

Charakteristická pevnost betonu v tlaku

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonu v tlaku

$$f_{cd} = 20,0 \text{ MPa}$$

Charakteristická pevnost betonu v tahu

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti betonu

$$E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$$

Součinitel redukující pevnost betonu v tahu

$$1$$

Střední hodnota pevnosti betonu v tahu

$$f_{ct,ctf} = 2,90 \text{ MPa}$$

VÝZTUŽ B500B

Charakteristická mez kluzu výztuže

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

Návrhová mez kluzu výztuže

$$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti výztuže

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Tažená výztuž

$$\varnothing 12 / 150 \text{ mm}$$

Tažená výztuž - příložky

/

Tlačená výztuž

$$\varnothing 12 / 150 \text{ mm}$$

Tlačená výztuž - příložky

/

Plocha tažené výztuže

$$A_{s1} = 754 \text{ mm}^2$$

Plocha tlačené výztuže

$$A_{s2} = 754 \text{ mm}^2$$

Poměr modulů pružnosti

$$\alpha_e = 6,06$$

Geometrie a parametry

Tloušťka desky

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

Šířka desky

$$b = 1000 \text{ mm}$$

Krycí vrstva v tažené oblasti

$$c_1 = 50 \text{ mm}$$

Krycí vrstva v tlačené oblasti

$$c_2 = 25 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d_1 = 194 \text{ mm}$$

Vzdálenost těžiště plochy tlačené výztuže od tlačeného okraje průřezu

$$d_2 = 43 \text{ mm}$$

Účinky zatížení - stálé + dlouhodobé

Ohybový moment

$$m = 30,0 \text{ kNm/m}'$$

Maximální šířka trhliny

$$w_{k,lim} = 0,20 \text{ mm}$$

Kontrola vzniku trhlin

Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od tlačeného okraje

$$a_j = 124,8 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu k těžišti

$$I_j = 1354551448,8 \text{ mm}^4$$

Tahové napětí v betonu na nejvíce taženém okraji průřezu

$$\sigma_{ct} = 2,77 \text{ MPa}$$

Moment při vzniku trhlin

$$m_{cr} = 31,4 \text{ kNm/m}'$$

KONSTRUKČNÍ POSOUZENÍ ŠÍŘKY TRHLIN

Napětí v tahové výztuži

Poloha neutrální osy s trhlinou	$x_{ir} =$	38,2 mm
Moment setrvačnosti průřezu s trhlinou	$I_{ir} =$	129589458,2 mm ⁴
Napětí v tažené výztuži	$\sigma_s =$	219 MPa

Šířka trhlin

Výška účinné plochy taženého betonu	$h_{c,eff} =$	70,6 mm
Účinná plocha betonu obklopující taženou výztuž	$A_{c,eff} =$	70595 mm ²
Účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu	$\rho_{p,eff} =$	0,0107
Maximální vzdálenost trhlin	$s_{r,max} =$	298,1 mm
součinitel soudržnosti výztuže	$k_1 =$	0,8
součinitel rozdělení poměrného přetvoření	$k_2 =$	0,5
	$k_3 =$	2,1
	$k_4 =$	0,425
Rozdíl poměrných přetvoření výztuže a betonu	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} =$	0,000656
součinitel závisející na době trvání zatížení	$k_f =$	0,4
Charakteristická šířka trhliny	$w_k =$	0,195 mm

VYHOVUJE

Vnitřní síly – normálová síla a moment – pro posouzení MSÚ byly stanoveny pomocí integračních pásů o šířce $b = 1$ m v místě s velkou podporovou reakcí, místě s největším momentem a uprostřed vzdálenosti mezi pilotami.

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V OHYBU**Materiály**

BETON C 25/30

Char. pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} =$	30 MPa
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} =$	20,0 MPa
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} =$	33 MPa
Char. pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} =$	2,9 MPa
	$\lambda =$	0,8
	$\eta =$	1
	$\epsilon_{cu3} =$	3,5 ‰

VÝZTUŽ B500B

Ch. mez kluzu výztuže	$f_{yk} =$	500 MPa
Návrhová mez kluzu výztuže	$f_{yd} =$	434,8 MPa
Modul pružnosti výztuže	$E_s =$	200000 MPa
	$\sigma_s =$	400 MPa
	$\epsilon_{yd} =$	2,174 ‰
	$\xi_{bal,1} =$	0,617
	$\xi_{bal,2} =$	2,639

Geometrie

Tloušťka stěny	$h =$	250 mm
Šířka stěny	$b =$	1000 mm
Krycí vrstva	$c_1 =$	25 mm
Krycí vrstva	$c_2 =$	50 mm
Účinná výška průřezu	$d =$	205 mm
Účinná výška průřezu	$d' =$	194 mm
	$d_1 =$	45 mm
	$d_2 =$	56 mm
Rameno vnitřních sil	$z_1 =$	80 mm
	$z_2 =$	69 mm

Navržená výztuž

Vodorovná výztuž	$\varnothing 14 / 100$ mm	
Svislá výztuž \varnothing_{s1}	$\varnothing 12 / 150$ mm	
Svislá výztuž \varnothing_{s2}	$\varnothing 12 / 150$ mm	
Plocha výztuže	$a_{s1} =$	754 mm ² /m'
Plocha výztuže	$a_{s2} =$	754 mm ² /m'
Tahová síla ve výztuži	$F_{s1} =$	327,82 kN/m'
Tahová síla ve výztuži	$F_{s2} =$	327,82 kN/m'
	$\Delta F_s =$	0

Zatížení prvku

$N_{ed,1} =$	-880 kN	$N_{ed,3} =$	-16 kN
$M_{ed,1} =$	30 kNm	$M_{ed,3} =$	23 kNm
$N_{ed,2} =$	-1620 kN		
$M_{ed,2} =$	21 kNm		

Posouzení únosnosti - interakční diagram

BOD 0

$$N_{Rd0} = -(b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + a_{s1} \cdot \sigma_s + a_{s2} \cdot \sigma_s)$$

$$N_{Rd0} = -5603,2 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd0} = (a_{s2} \cdot z_2 - a_{s1} \cdot z_1) \cdot \sigma_s$$

$$M_{Rd0} = -3,3 \text{ kNm/m}'$$

BOD 1

$$N_{Rd1} = -(b \cdot \lambda \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + F_{s2})$$

$$N_{Rd1} = -4000,3 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd1} = b \cdot \lambda \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot z_2$$

$$M_{Rd1} = 194,6 \text{ kNm/m}'$$

BOD 2

$$N_{Rd2} = -(\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + \Delta F_s)$$

$$N_{Rd2} = -2023,3 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd2} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot z_1 + F_{s2} \cdot z_2$$

$$M_{Rd2} = 199,4 \text{ kNm/m}'$$

BOD 3 prostý ohyb

$$N_{Rd3} = 0$$

$$N_{Rd3} = 0,0 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd3} = F_{s1} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x)$$

$$M_{Rd3} = 64,5 \text{ kNm/m}'$$

$$x = \frac{F_{s1}}{\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd}}$$

$$x = 20,49 \text{ mm}$$

BOD 4

$$N_{Rd4} = F_{s1}$$

$$N_{Rd4} = 327,8 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd4} = F_{s1} \cdot z_1$$

$$M_{Rd4} = 26,2 \text{ kNm/m}'$$

BOD 5

$$N_{Rd5} = F_{s1} + F_{s2}$$

$$N_{Rd5} = 655,6 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd5} = F_{s1} \cdot z_1 - F_{s2} \cdot z_2$$

$$M_{Rd5} = 3,6 \text{ kNm/m}'$$

BOD 6

$$N_{Rd6} = -\frac{M_{Rd1} + e_a \cdot N_{Rd1}}{(e_{Rd0} + e_0) + e_a}$$

$$N_{Rd6} = -4819,0 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd6} = N_{Rd6} \cdot (e_{Rd0} + e_0)$$

$$M_{Rd6} = 93,5 \text{ kNm/m}'$$

$$e_{Rd0} = \frac{M_{Rd0}}{N_{Rd0}}$$

$$e_{Rd0} = -0,00059 \text{ m}$$

$$e_0 = \frac{h}{30}; \text{nejméně } 20 \text{ mm}$$

$$e_0 = 0,02 \text{ m}$$

$$e_a = \frac{M_{Rd1} - M_{Rd0}}{N_{Rd0} - N_{Rd1}}$$

$$e_a = 0,1235 \text{ m}$$

BOD 1'

$$N_{Rd1'} = -(b \cdot \lambda \cdot d' \cdot \eta \cdot f_{cd} + F_{s1})$$

$$N_{Rd1'} = -3431,8 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd1'} = -b \cdot \lambda \cdot d' \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot d') - F_{s1} \cdot z_1$$

$$M_{Rd1'} = -173,4 \text{ kNm/m}'$$

BOD 2'

$$N_{Rd2'} = -(\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d' \cdot \eta \cdot f_{cd} + a_{s2} \cdot \sigma_{s2} - a_{s1} \cdot f_{yd})$$

$$N_{Rd2'} = -1881,0 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd2'} = -\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d' \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d') - F_{s1} \cdot z_1 - a_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot z_2$$

$$M_{Rd2'} = -189,0 \text{ kNm/m}'$$

$$\xi_{bal,1} \cdot d \leq \xi_{bal,2} \cdot d_2 \rightarrow \sigma_{s2} = \frac{\varepsilon_{cu3} \cdot E_s \cdot (\xi_{bal,1} \cdot d - d_2)}{\xi_{bal,1} \cdot d}$$

$$126 < 147,8$$

$$\sigma_{s2} = 390,0 \text{ MPa}$$

BOD 3'

$$N_{Rd3'} = 0$$

$$N_{Rd3'} = 0,0 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd3'} = -F_{s2} \cdot (d' - 0,4 \cdot x)$$

$$M_{Rd3'} = -60,9 \text{ kNm/m}'$$

$$x = \frac{F_{s2}}{\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd}}$$

$$x = 20,49 \text{ mm}$$

BOD 4'

$$N_{Rd4'} = F_{s2}$$

$$N_{Rd4'} = 327,8 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd4'} = -F_{s2} \cdot z_2$$

$$M_{Rd4'} = -22,6 \text{ kNm/m}'$$

BOD 6'

$$N_{Rd6'} = -\frac{M_{Rd1'} + e_a' \cdot N_{Rd1'}}{(e_{Rd0} - e_0) + e_a'}$$

$$N_{Rd6'} = -4389,2 \text{ kN/m}'$$

$$M_{Rd6'} = N_{Rd6'} \cdot (e_{Rd0} - e_0)$$

$$M_{Rd6'} = -90,4 \text{ kNm/m}'$$

$$e_{Rd0} = \frac{M_{Rd0}}{N_{Rd0}}$$

$$e_{Rd0} = -0,00059 \text{ m}$$

$$e_0 = \frac{h}{30}; \text{nejméně } 20 \text{ mm}$$

$$e_0 = 0,02 \text{ m}$$

$$e_a' = \frac{M_{Rd1'} - M_{Rd0}}{N_{Rd0} - N_{Rd1'}}$$

$$e_a' = -0,0783 \text{ m}$$

Konstrukční zásady

Min. plocha výztuže	$a_{s,min} = 500 \text{ mm}^2/\text{m}'$	<	$a_{s,prov} = 1508 \text{ mm}^2/\text{m}'$
Max. plocha výztuže	$a_{s,max} = 8200 \text{ mm}^2/\text{m}'$	>	$a_{s,prov} = 1508 \text{ mm}^2/\text{m}'$
Min. světlá vzdálenost výztuže	$s_{l,min} = 27 \text{ mm}$	<	$s_l = 138 \text{ mm}$
Max. osová vzdálenost výztuže	$s_{max} = 400 \text{ mm}$	>	$s = 150 \text{ mm}$

VYHOVUJE
VYHOVUJE
VYHOVUJE
VYHOVUJE

$$\xi = \frac{x}{d}$$

$$a_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$$

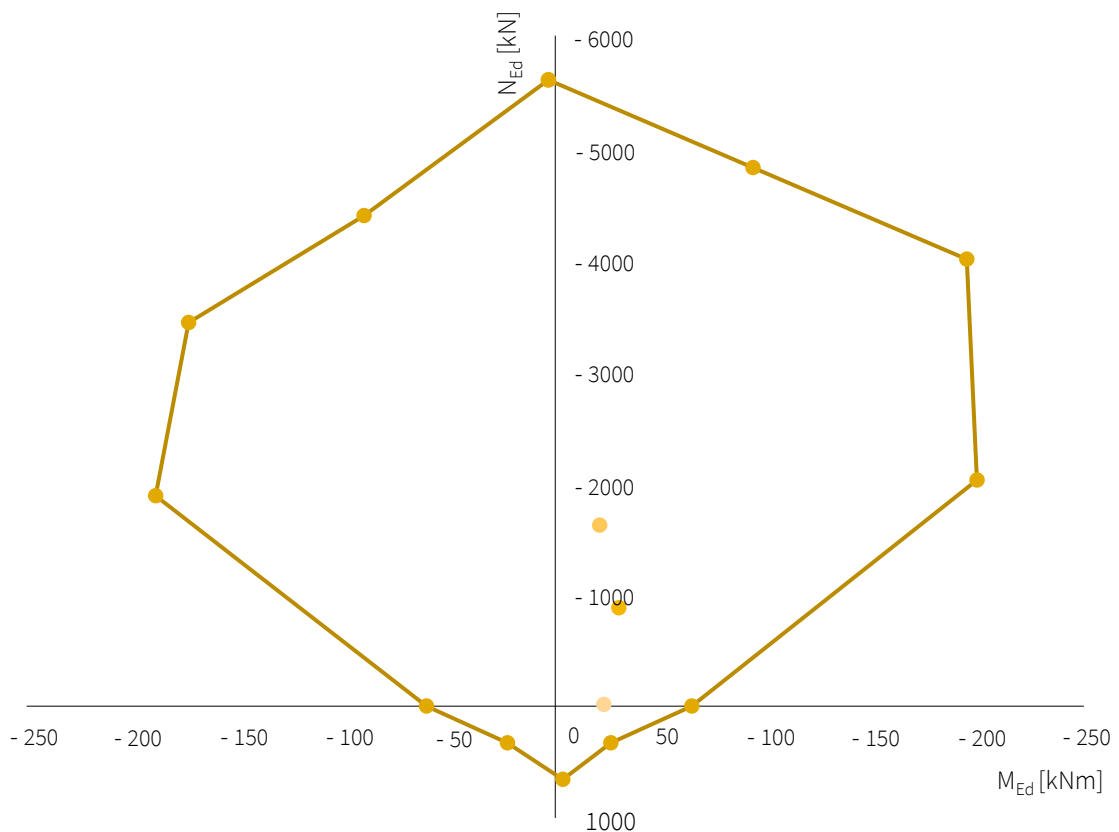
$$a_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d$$

$$s_l = \max(1,2 \cdot \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$s_{max} = \min(3 \cdot h; 400 \text{ mm})$$

$$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 1,45 \cdot 250 \cdot 1000}{219} = 662,1 \text{ mm}^2 \leq 1508 \text{ mm}^2$$

INTERAKČNÍ DIAGRAM



NÁVRH: svislá výztuž

Ø 12/150 mm

(a_{s,prov} = 1508 mm²/m')

9. KOTVENÍ A STYKOVÁNÍ VÝZTUŽE

9.1 Kotevní a přesahová délka – Ø 10 mm

ZÁKLADNÍ KOTEVNÍ DÉLKA

$$f_{bd, \text{dobré}} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 2,93 \text{ MPa}$$

$$\eta_1 = 1 \quad \text{dobré podmínky soudržnosti}$$

$$\eta_2 = 1 \quad \varnothing_s \leq 32 \text{ mm}$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0,05}}{1,5} = 1,3 \text{ MPa}$$

$$l_{bd, rqd} = \frac{\varnothing \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{10 \cdot 435}{4 \cdot 2,93} = 371,2 \text{ mm}$$

NÁVRHOVÁ KOTEVNÍ DÉLKA

$$l_{bd, tah} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{bd, rqd} = 1 \cdot 0,775 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 371,2 = 288 \text{ mm}$$

$$l_{bd, min, tah} = \max(0,3 \cdot l_{bd, rqd}; 10\varnothing; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 371,2; 10 \cdot 10; 100 \text{ mm}) = 112 \text{ mm}$$

$$l_{bd, tlak} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{bd, rqd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 371,2 = 372 \text{ mm}$$

$$l_{bd, min, tlak} = \max(0,6 \cdot l_{bd, rqd}; 10\varnothing; 100 \text{ mm}) = \max(0,6 \cdot 371,2; 10 \cdot 10; 100 \text{ mm}) = 223 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 \quad \text{vliv tvaru prutu}$$

$$\alpha_2 \quad \text{vliv tloušťky krycí vrstvy}$$

$$\alpha_3 \quad \text{vliv příčné výztuže}$$

$$\alpha_4 \quad \text{vliv příčné přivařené výztuže}$$

$$\alpha_5 \quad \text{vliv tahu kolmého na plochu štěpení}$$

NÁVRH:	jednotná kotevní délka	400 mm
---------------	------------------------	--------

PŘESAHOVÁ DÉLKA

$$l_{0, tah} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{bd, rqd} = 1 \cdot 0,775 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 371,2 = 432 \text{ mm}$$

$$l_{0, tlak} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{bd, rqd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 371,2 = 557 \text{ mm}$$

$$l_{0, min} = \max(0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{bd, rqd}; 15\varnothing; 200 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 1,5 \cdot 371,2; 15 \cdot 10; 200 \text{ mm}) = 200 \text{ mm}$$

NÁVRH:	jednotná přesahová délka	600 mm
---------------	--------------------------	--------

9.2 Kotevní a přesahová délka – Ø 12 mm

ZÁKLADNÍ KOTEVNÍ DÉLKA

$$f_{bd,dobr\acute{e}} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 2,93 \text{ MPa}$$

$$l_{bd,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{12}{4} \cdot \frac{435}{2,93} = 445,4 \text{ mm}$$

NÁVRHOVÁ KOTEVNÍ DÉLKA

$$l_{bd,tah} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{bd,rqd} = 1 \cdot 0,8375 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 445,4 = 374 \text{ mm}$$

$$l_{bd,min,tah} = \max(0,3 \cdot l_{bd,rqd}; 10\emptyset; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 445,4; 10 \cdot 12; 100 \text{ mm}) = 134 \text{ mm}$$

$$l_{bd,tlak} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{bd,rqd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 445,4 = 446 \text{ mm}$$

$$l_{bd,min,tlak} = \max(0,6 \cdot l_{bd,rqd}; 10\emptyset; 100 \text{ mm}) = \max(0,6 \cdot 445,4; 10 \cdot 12; 100 \text{ mm}) = 268 \text{ mm}$$

NÁVRH:	jednotná kotevní délka	450 mm
---------------	------------------------	--------

PŘESAHOVÁ DÉLKA

$$l_{0,tah} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{bd,rqd} = 1 \cdot 0,8375 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 445,4 = 560 \text{ mm}$$

$$l_{0,tlak} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{bd,rqd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 445,4 = 669 \text{ mm}$$

$$l_{0,min} = \max(0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{bd,rqd}; 15\emptyset; 200 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 1,5 \cdot 445,4; 15 \cdot 12; 200 \text{ mm}) = 200 \text{ mm}$$

NÁVRH:	jednotná přesahová délka	700 mm
---------------	--------------------------	--------

9.3 Kotevní a přesahová délka – Ø 14 mm

ZÁKLADNÍ KOTEVNÍ DÉLKA

$$f_{bd,dobr\acute{e}} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 2,93 \text{ MPa}$$

$$l_{bd,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{14}{4} \cdot \frac{435}{2,93} = 519,7 \text{ mm}$$

NÁVRHOVÁ KOTEVNÍ DÉLKA

$$l_{bd,tah} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{bd,rqd} = 1 \cdot 0,882 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 519,7 = 459 \text{ mm}$$

$$l_{bd,min,tah} = \max(0,3 \cdot l_{bd,rqd}; 10\emptyset; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 519,7; 10 \cdot 14; 100 \text{ mm}) = 156 \text{ mm}$$

$$l_{bd,tlak} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{bd,rqd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 519,7 = 520 \text{ mm}$$

$$l_{bd,min,tlak} = \max(0,6 \cdot l_{bd,rqd}; 10\emptyset; 100 \text{ mm}) = \max(0,6 \cdot 519,7; 10 \cdot 14; 100 \text{ mm}) = 312 \text{ mm}$$

NÁVRH:	jednotná kotevní délka	550 mm
--------	------------------------	--------

PŘESAHOVÁ DÉLKA

$$l_{0,tah} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{bd,rqd} = 1 \cdot 0,882 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 519,7 = 690 \text{ mm}$$

$$l_{0,tlak} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{bd,rqd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 519,7 = 780 \text{ mm}$$

$$l_{0,min} = \max(0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{bd,rqd}; 15\phi; 200 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 1,5 \cdot 519,7; 15 \cdot 14; 200 \text{ mm}) = 234 \text{ mm}$$

NÁVRH:	jednotná přesahová délka	800 mm
--------	--------------------------	--------