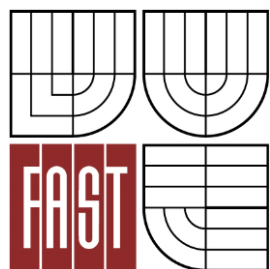




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ADMINISTRATIVNÍ DŮM
ADMINISTRATION BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. TOMÁŠ ČERNOTA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ROSTISLAV JENEŠ

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Tomáš Černota
Název	Administrativní dům
Vedoucí diplomové práce	Ing. Rostislav Jeneš
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2015
Datum odevzdání diplomové práce	15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Podklady:

Stavební podklady - schematické dispoziční půdorysy a řez.

Základní normy:

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-1-1: Obecná zatížení-Objemové tíhy, vlastní tíha

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb.

ČSN EN 1996-1-1: Navrhování zděných konstrukcí.

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

Zásady pro vypracování

Vypracujte stavební a konstrukční návrh železobetonové monolitické stavby vícepodlažní administrativní budovy. Objekt navrhnete včetně založení. Stropní konstrukci objektu navrhnete jako monolitickou železobetonovou lokálně podepřenou desku (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

O zpracování specializované části k DP bude rozhodnuto vedoucím DP v průběhu práce studenta na zadaném tématu.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Podrobný statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P3. Výkres tvaru

P4. Výkresy výztuže (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
Ing. Rostislav Jeneš
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Tato diplomová práce je zaměřena na návrh monolitické betonové stavby vícepodlažní administrativní budovy včetně jejího založení.

Stropní konstrukce nad prvním nadzemním podlažím je navržena jako lokálně podepřená.

Výpočet vnitřních sil je proveden pomocí počítačového programu Dlubal RFEM.

Výsledky vnitřních sil jsou zkontrolovány pomocí zjednodušené metody.

Klíčová slova

lokálně podepřená železobetonová deska, zatížení, vnitřní síly, návrh výztuže, základy, schodiště, výkresová dokumentace

Abstract

This Diploma thesis is focused on design monolithic concrete construction of multi-storey administrative building including its foundation.

The slab construction over the first floor is designed like locally supported.

Calculation of internal forces is made by computer software called Dlubal RFEM.

Results of internal forces are checked by simplified method.

Keywords

locally supported reinforced concrete slab, load, internal forces, design of reinforcement, foundations, stairs, drawing documentation

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Tomáš Černota *Administrativní dům*. Brno, 2016. 40 s., 260 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Rostislav Jeneš.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Tomáš Černota

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Rostislavu Jenešovi za jeho čas věnovaný konzultacím, ochotu a cenné rady.

Děkuji Vám.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

PRŮVODNÍ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. TOMÁŠ ČERNOTA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ROSTISLAV JENEŠ

BRNO 2016

Obsah

1. Úvod.....	14
2. Popis objektu.....	14
2.1. Základy.....	14
2.2. Svislé konstrukce	14
2.3. Vodorovné konstrukce.....	15
2.4. Konstrukce spojující jednotlivá podlaží	15
3. Zpráva ke statickému výpočtu	16
3.1. Lokálně podepřená deska D1.1	16
3.1.1. Tloušťka desky.....	16
3.1.2. Zatížení.....	16
3.1.3. Návrh rozměru sloupů, které podepírají desku	16
3.1.4. Zatěžovací stavy.....	17
3.1.5. Vnitřní síly.....	18
3.1.6. Ověření vnitřních sil zjednodušenou výpočetní metodou.....	20
3.1.7. Návrh výztuže.....	21
3.1.8. Protlačení stropní desky sloupem	22
3.1.9. Výztuž proti řetězovému zřícení	24
3.1.10. Mezní stav použitelnosti	25
3.2. Železobetonová Patka PT1.....	26
3.2.1. Síly působící na patku.....	26
3.2.2. Posouzení patky z hlediska geotechniky	26
3.2.3. Návrh výztuže.....	27
3.3. Základový pás PS1 pod stěnou ST0.1 v 1.PP	29
3.3.1. Síly působící na pás	29
3.3.2. Posouzení pásu z hlediska geotechniky.....	29
3.3.3. Návrh výztuže.....	31
3.4. Stěna ST0.1 v 1.PP.....	32
3.4.1. Stanovení účinků	33
3.4.2. Návrh výztuže.....	35
3.5. Okrajový ztužující nosník.....	35
3.6. Schodiště	37
3.6.1. Zatížení.....	38
3.6.2. Výztužení.....	38

<i>4. Podmínky provádění.....</i>	<i>39</i>
<i>4.1. Bednění</i>	<i>39</i>
<i>4.2. Betonáž</i>	<i>39</i>
<i>4.3. Výztuž.....</i>	<i>39</i>
<i>4.4. Bezpečnost práce</i>	<i>39</i>
<i>5. Závěr.....</i>	<i>39</i>
<i>Seznam použitých zdrojů.....</i>	<i>40</i>
<i>Seznam použitých zkratk a symbolů</i>	<i>41</i>
<i>Seznam příloh.....</i>	<i>43</i>

1. Úvod

Diplomová práce je zaměřena na návrh železobetonové monolitické stavby vícepodlažní administrativní budovy včetně jejího založení.

Stropní konstrukce budovy je navržena jako lokálně podepřená deska na železobetonových sloupech.

2. Popis objektu

Jedná se o vícepodlažní budovu, která bude sloužit jako administrativní budova, tedy především k provozu kanceláří.

Půdorysný obrys objektu má rozměry 45,25m x 24,95m.

Budova má čtyři nadzemní podlaží určené k provozu kanceláří a jedno podzemní podlaží, ve kterém bude situováno technické zázemí (vytápění, vzduchotechnika, rozvod elektrické energie, ...) a také místa pro parkování osobních vozidel.

Konstrukční výška objektu je 3600mm v nadzemních podlažích a 3850mm v podzemním podlaží.

Nosná konstrukce objektu bude provedena z betonu třídy C 25/30 vyztužená betonářskou ocelí třídy B500B. Charakteristiky materiálů jsou uvedeny ve statickém výpočtu.

2.1. Základy

Budova je založena na základových patkách a pásech, které přenáší zatížení do podloží.

Podloží objektu tvoří zemina S3 S-F (písek s příměsí jemnozrnné zeminy).

2.2. Svislé konstrukce

Svislou nosnou konstrukci tvoří železobetonové sloupy o rozměru 500mm x 500mm a stěny (tloušťky 250mm a 300mm). Stěny zároveň zajišťují tuhost objektu v příčném a podélném směru.

Obvodový plášť objektu je proveden pomocí zdiva Ytong o tloušťce 300mm.

Příčky jsou ze zdiva Ytong 150mm a 100mm.

2.3. Vodorovné konstrukce

Nosnou konstrukcí je železobetonová lokálně podepřená deska podepřená na železobetonových sloupech a stěnách.

Tloušťka desky nad úrovní 1.PP, 1.NP, 2.NP, 3.NP je 250mm.

Tloušťka desky nad úrovní 4.NP (střecha objektu) je 200mm.
(objekt se nachází ve II. sněhové oblasti)

Deska tl.250mm je na krajích ukončena ztužujícími nosníky a to z důvodu zvýšeného zatížení vlivem obvodového pláště.

2.4. Konstrukce spojující jednotlivá podlaží

Jednotlivá podlaží jsou komunikačně propojena pomocí výtahu a schodiště, tyto konstrukce jsou umístěny ve ztužujícím jádře.

Výťahová šachta je železobetonová konstrukce o tloušťce stěny 250mm.

Půdorysné rozměry šachty jsou 2,35m x 2,5m.

Kolem výtahové šachty je situováno schodiště tvořené třemi rameny a dvěma mezipodestami.

Hlavní nosnou částí schodiště jsou zalomené desky tl. 150, 130mm v určitých místech podepřeny na nosnících SN1.1, SN1.3, SN2.3, SN2.2.

Na desky jsou nadbetonovány schodišťové stupně, které nemají nosnou funkci.

3. Zpráva ke statickému výpočtu

3.1. Lokálně podepřená deska D1.1

3.1.1. Tloušťka desky

Tloušťka stropní konstrukce byla předběžně vypočítána s ohledem na mezní stav použitelnosti (dle ČSN 731204), kdy při splnění dané tloušťky desky nebylo nutno prokazovat mezní stav použitelnosti pomocí výpočtu. Na základě tohoto výpočtu byla určena tloušťka desky na 250mm.

S ohledem na ukončení platnosti této normy byl výpočet proveden pouze jako předběžné stanovení tloušťky desky.

3.1.2. Zatížení

Stálé zatížení:

- Vlastní tíha desky 6,25 kN/m²
- Skladba na stropní konstrukci (podlaha a podhled) 2,3 kN/m²
- Příčka Ytong 150mm 3,8 kN/m
- Příčka Ytong 150mm 2,9 kN/m
- Obvodový plášť Ytong 300mm 7,2 kN/m

Užitné zatížení:

Kategorie B (kancelářské plochy) 3,0 kN/m²

3.1.3. Návrh rozměru sloupů, které podepírají desku

Délka sloupu je 3,6m.

Sloupy byly posuzovány v patě 1.PP a budou mít stejné rozměry po celé výšce objektu.

Byly vytvořeny dva výpočetní modely desek (výseky podlaží) a to:

- pro stanovení reakce ze střechy
- pro stanovení reakce desky nad 1.NP

(Pozn.: reakce desky nad 1.NP je pro zjednodušení uvažovaná stejná i na dalších podlažích)

Kombinace zatížení na modelech probíhala dle kombinačních rovnic 6.10a , 6.10b přičemž rozhodující byla kombinace 6.10a.

Rozměr sloupu byl stanoven na 500mm x 500mm.

3.1.4. Zatěžovací stavy

Bylo vytvořeno 10 zatěžovacích stavů, které byly kombinovány dle rovnic:

$$6.10 a \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j}'' + \gamma_P P'' + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}'' + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} G_{k,i}$$

$$6.10 b \quad \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j}'' + \gamma_P P'' + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}'' + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} G_{k,i}$$

γ_G	1,35
γ_Q	1,5
ψ_0	0,7 - Kategorie B: kancelářské plochy

Kombinace 6.10 a

Zatěžovací stav	Popis	Účinek	Působení	Součinitel zatížení
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	Současně	$\gamma_{G,j} = 1,35$
ZS2	Skladba na stropní k-ci			
ZS3	Zdivo			
ZS4	Užitné plné	Užitné kategorie B- kancelářské plochy	Střídavě	$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} =$ $= 1,5 \cdot 0,7 = 1,05$
ZS5	Užitné šach 1			
ZS6	Užitné šach 2			
ZS7	Užitné šach 3			
ZS8	Užitné šach 4			
ZS9	Užitné šach 5			
ZS10	Užitné šach 6			

Kombinace 6.10 b

Zatěžovací stav	Popis	Účinek	Působení	Součinitel zatížení
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	Současně	$\xi_j \gamma_{G,j} = 0,85 \cdot 1,35 \cong 1,15$
ZS2	Skladba na stropní k-ci			
ZS3	Zdivo			
ZS4	Užitné plné	Užitné kategorie B-kancelářské plochy	Střídavě	$\gamma_{Q,1} = 1,5$
ZS5	Užitné šach 1			
ZS6	Užitné šach 2			
ZS7	Užitné šach 3			
ZS8	Užitné šach 4			
ZS9	Užitné šach 5			
ZS10	Užitné šach 6			

Užitné zatížení bylo aplikováno na stropní konstrukci ve více zatěžovacích stavech, které nepůsobí současně. Zatížení mění polohu tak, aby vyvodilo maximální účinky vnitřních sil na horním i spodním povrchu desky.

3.1.5. Vnitřní síly

Byly vypočítány dimenzační ohybové momenty a průběhy smykových sil na desce. Na tyto síly (účinky) byla navržena potřebná výztuž pro přenesení namáhání v mezním stavu únosnosti.

Dimenzační ohybové momenty:

$$m_{x,D+} = \begin{cases} m_x + |m_{xy}| & \begin{cases} \text{pro } m_x \leq m_y \text{ a } m_x \geq -|m_{xy}| \\ \text{pro } m_x > m_y \text{ a } m_y \geq -|m_{xy}| \end{cases} \\ 0 & \text{pro } m_x \leq m_y \text{ a } m_x < -|m_{xy}| \\ m_x + \frac{m_{xy}^2}{|m_y|} & \text{pro } m_x > m_y \text{ a } m_y < -|m_{xy}| \end{cases}$$

$$m_{y,D+} = \begin{cases} m_y + |m_{xy}| & \begin{cases} \text{pro } m_x \leq m_y \text{ a } m_x \geq -|m_{xy}| \\ \text{pro } m_x > m_y \text{ a } m_y \geq -|m_{xy}| \end{cases} \\ 0 & \text{pro } m_x > m_y \text{ a } m_x < -|m_{xy}| \\ m_y + \frac{m_{xy}^2}{|m_x|} & \text{pro } m_x \leq m_y \text{ a } m_x < -|m_{xy}| \end{cases}$$

$$m_{x,D-} = \begin{cases} -m_x + |m_{xy}| & \begin{cases} \text{pro } m_x \leq m_y \text{ a } m_y \leq |m_{xy}| \\ \text{pro } m_x > m_y \text{ a } m_x \leq |m_{xy}| \end{cases} \\ 0 & \text{pro } m_x > m_y \text{ a } m_x > |m_{xy}| \\ -m_x + \frac{m_{xy}^2}{|m_y|} & \text{pro } m_x \leq m_y \text{ a } m_y > |m_{xy}| \end{cases}$$

$$m_{y,D-} = \begin{cases} -m_y + |m_{xy}| & \begin{cases} \text{pro } m_x \leq m_y \text{ a } m_y \leq |m_{xy}| \\ \text{pro } m_x > m_y \text{ a } m_x \leq |m_{xy}| \end{cases} \\ 0 & \text{pro } m_x \leq m_y \text{ a } m_y > |m_{xy}| \\ -m_y + \frac{m_{xy}^2}{|m_x|} & \text{pro } m_x > m_y \text{ a } m_x > |m_{xy}| \end{cases}$$

$m_x \rightarrow$ ohybový moment vyvolávající napětí ve směru lokální osy x

$m_y \rightarrow$ ohybový moment vyvolávající napětí ve směru lokální osy y

$m_{xy} = m_{yx} \rightarrow$ krouticí moment

Smykové síly:

$$v_{max,b} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v_x = \int_{-d/2}^{+d/2} \tau_{xz} dz \quad v_y = \int_{-d/2}^{+d/2} \tau_{yz} dz$$

$v_x, v_y \rightarrow$ posouvající síla

$v_{max,b} \rightarrow$ maximální posouvající síla od ohybu

3.1.6. Ověření vnitřních sil zjednodušenou výpočetní metodou

Vnitřní síly vypočítané na základě metody konečných prvků v programu Dlubal RFEM byly zkontrolovány zjednodušenou výpočetní metodou, a to metodou součtových momentů.

Byly ověřovány ohybové momenty ve směru y v modulové ose 5x.

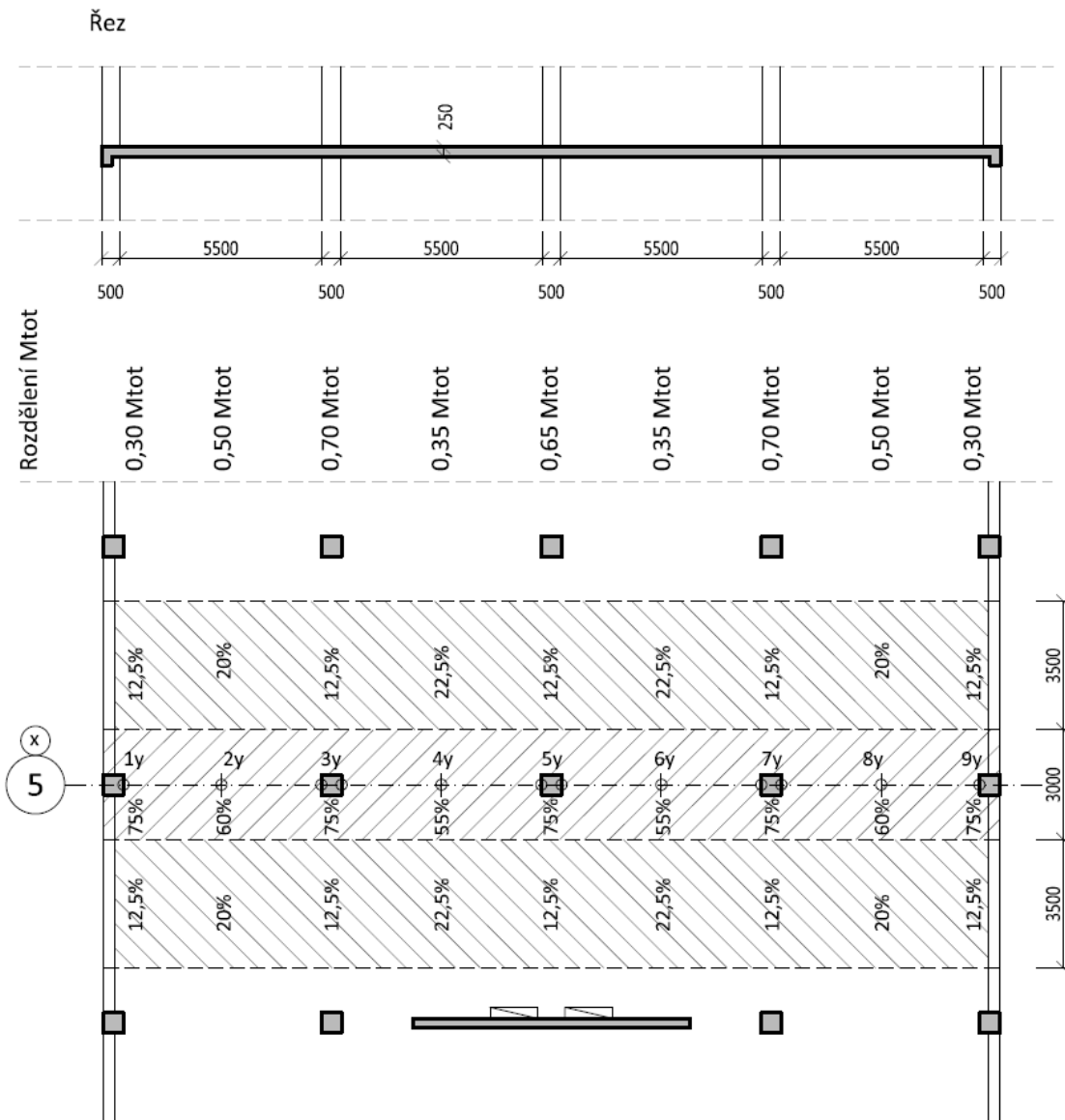
Pro výpočet bylo zvoleno ověřovací zatížení:

$$f_d = 10 \text{ kN/m}^2$$

Byl spočítán celkový součtový moment z šířky zahrnující polovinu přilehlého pole na každou stranu od spojnic sloupů.

$$M_{tot} = \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot b \cdot L_{1n}^2$$

Celkový součtový moment byl poté procentuálně rozdělen do sloupového pruhu o šířce 3,0m. (viz.obrázek níže)



Momenty stanovené pomocí metody konečných prvků byli průměrovány na šířce sloupového pruhu, tedy na šířce 3,0m.

Porovnání výsledků:

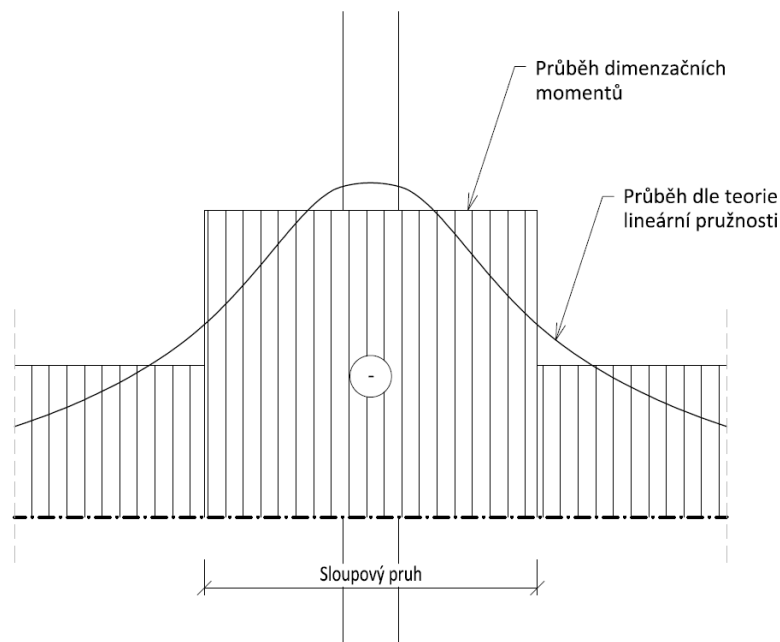
Největší zjištěná odchylka byla 7,2 %.

Výpočetní model lze tedy považovat za správný.

3.1.7. Návrh výztuže

Výztuž při spodním povrchu byla navržena na ohybový moment bez průměrování.

Výztuž při horním povrchu v oblasti podpor byla provedena na idealizovaný průběh dimenzačních momentů dle ČSN 73 1201.



Dále byla při horním povrchu navržena výztuž na minimální stupeň vyztužení, která se doplní do míst, kde výztuž není ze statického hlediska nutná. Tato výztuž je zde umístěna z důvodu smršťování a dotvarování betonu. Trhliny od smršťování by měly nepříznivý vliv na celkový průhyb desky.

Stupeň vyztužení s ohledem na účinky změn teploty a smršťování betonu při jednom povrchu (ČSN 73 1201) :

$$0,0018 \cdot f_{yk}/500 \geq 0,0014$$

$$0,0018 \cdot \frac{500}{500} = 0,0018 > 0,0014 \Rightarrow 0,0018$$

3.1.8. Protlačení stropní desky sloupem

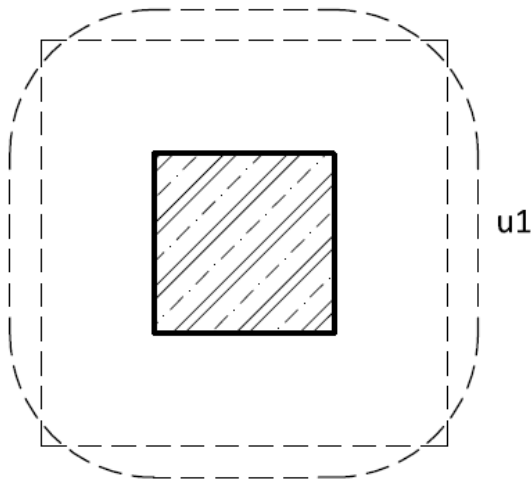
Byly posuzovány místa s maximálními účinky:

- protlačení sloupem S1.1
- protlačení sloupem S1.2
- protlačení rohem železobetonové ztužující stěny

Účinky smykových sil byly určovány na obvodech

- u_0 obvod na okraji sloup
- u_1 první kontrolovaný obvod ve vzdálenosti $2d$ od líce sloupu
 d = účinná výška

Pozn.: Obvod, který byl použit při stanovení smykových sil v programu RFEM byl zjednodušeně zvolen bez zaoblených rohů. Rozměr tohoto obvodu byl ale vypočítán tak, aby se délka obvodu na tomto tvaru rovnala délce obvodu na tvaru, který je skutečně vzdálen $2d$ od líce sloupu.



Celková síla byla spočítána jako průměrná síla působící na smykovém obvodu (kN/m) vynásobená délkou obvodu.

Byla navržena výztuž:

a) ve formě svařovaných mřížek (viz. výkres 5a)

- mřížky musí obepínat podélnou tahovou výztuž navrženou na ohyb (složitější na provádění)

b) ve formě smykových lišt (viz. výkres 5b)

(jednodušší provádění)

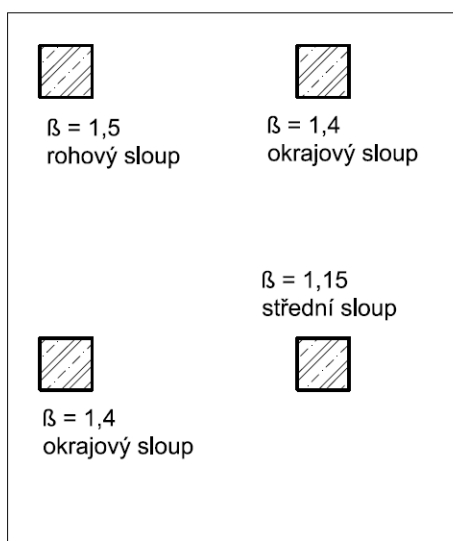
- u této výztuže byla zjištěna únosnost jednoho trnu stanovená výrobcem a posouzena dle normy ČSN EN 1992-1-1



Zdroj: [8]

Uvažované hodnoty β :

(příčná stabilita budovy nezávisí na rámovém spojení mezi deskou a sloupem)



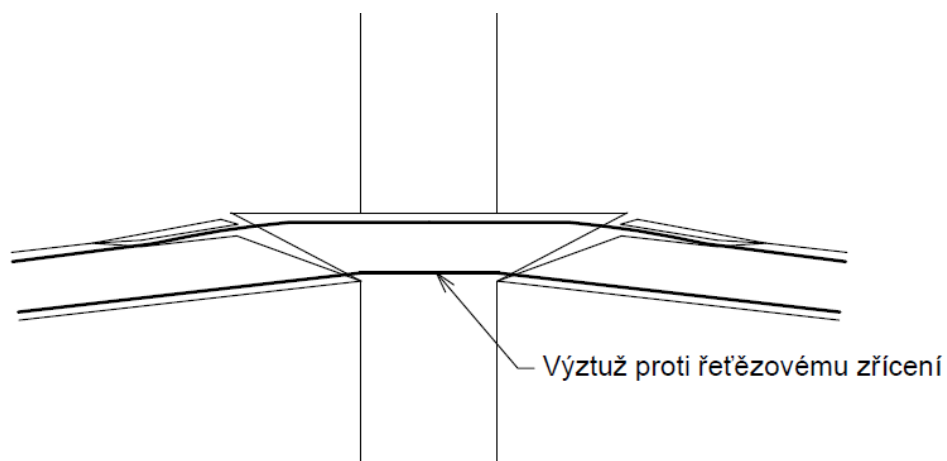
3.1.9. Výztuž proti řetězovému zřícení

(dle ČSN 731204)

Byla navržena výztuž, která v případě poruchy zabraňuje celkovému takzvanému řetězovému zřícení.

Tato výztuž se umísťuje při spodnímu povrchu desky a prochází nad podporovým prvkem (sloup).

Byly navrženy 4Ø16 ($A_s = 8,04 \cdot 10^{-4} \text{m}^2$), které budou probíhat ve směru x a také ve směru y .



3.1.10. Mezní stav použitelnosti

Norma ČSN 1992-1-1 stanovuje podmínky, kdy lze od přímého výpočtu průhybu upustit, a to na základě poměru rozpětí k účinné výšce.

Poměr rozpětí k účinné výšce byl menší než mezní, lze tedy od výpočtu průhybu upustit.

$$\rho < \rho_0$$

Mezní poměr rozpětí k účinné výšce =

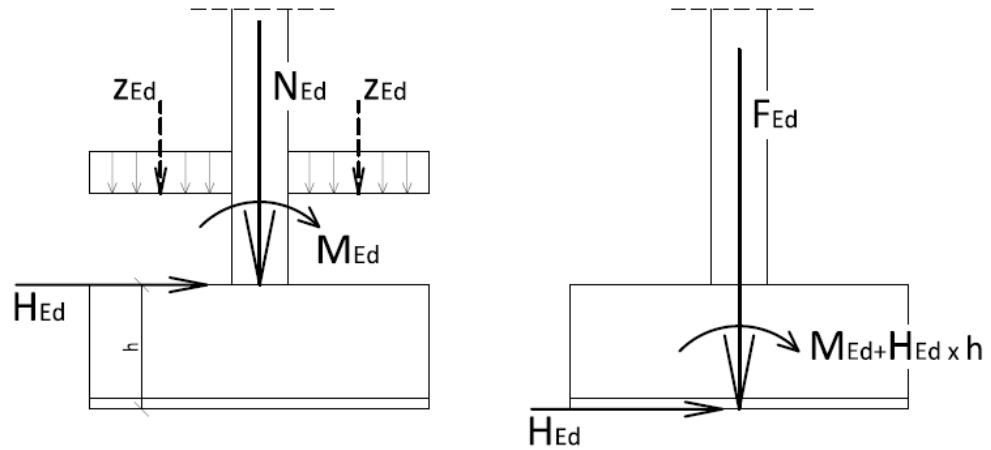
$$= \frac{l}{d} = K \cdot \left[11 + 1,5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

Nadměrné průhyby za běžných okolností nevzniknou.

3.2. Železobetonová Patka PT1

Železobetonová patka byla navržena o rozměrech 2,9m x 2,9m a výšce 0,85m.

3.2.1. Síly působící na patku



N_{Ed} → svislá síla v patě sloupu od horní stavby

Z_{Ed} → vlastní tíha patky, podkladní beton, konstrukční vrstvy nad patkou, užité zatížení v 1.PP

H_{Ed} → vodorovná síla v patě sloupu

Pozn.: vodorovná síla bude zachycena vyztuženou podlahou (proto ve výpočtu není uvažována)

$M_{Ed,zt}$ → ohybový moment v patě sloupu

3.2.2. Posouzení patky z hlediska geotechniky

Jedná se o náročnou stavbu v jednoduchých základových poměrech, tedy 2.GK – je nutný výpočet únosnosti z rovnice R_d , ale je možno používat směrné normové charakteristiky.

Podloží tvoří zemina S3 S-F (písek s příměsí jemnozrnné zeminy).

Při výpočtu byly uvažovány tyto kombinace:

Kombinace a)

$$F_{Ed} = \max |N_{Ed}| + \frac{\max}{\min} Z_{Ed} \rightarrow \text{odp } M_{Ed}$$

Kombinace b)

$$F_{Ed} = \min |N_{Ed}| + \frac{\max}{\min} Z_{Ed} \rightarrow \text{odp } M_{Ed}$$

Zatížení působící na konzolu:

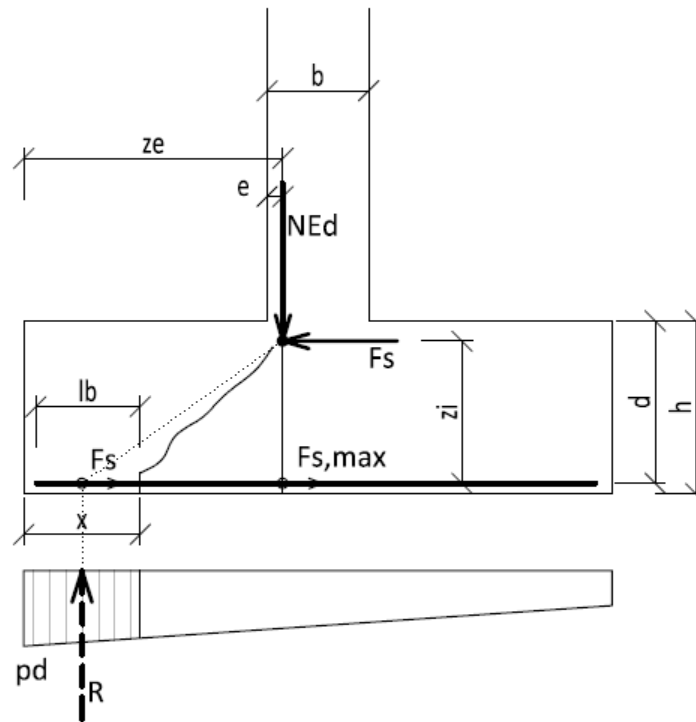
$$p_d = \sigma_{zi} - \frac{Z_{Ed}}{A}$$

Vyztužení patky bude:

→ Ø16 po 150 mm v obou směrech

Z hlediska posouzení patky na smykové namáhání není třeba navrhovat smykovou výztuž, beton smyk přenese.

Dále byly vypočítány potřebné kotevní délky výztuže od trhlin v patce.

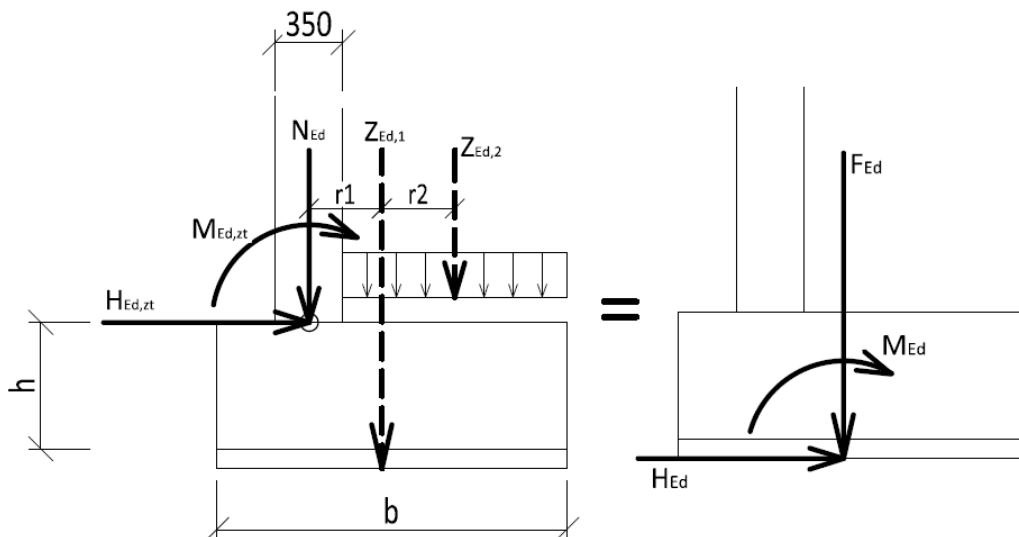


Rozměry patek PT2, PT3, PT4 byly navrženy předběžně, a to na základě velikosti sil které přenáší, poměrem k patce PT1 (viz. Výkres tvarů základů).

3.3. Základový pás PS1 pod stěnou ST0.1 v 1.PP

3.3.1. Síly působící na pás

Uvažovaná délka pásu je 1m.



N_{Ed} → svislá síla od horní stavby

$Z_{Ed,1}$ → vlastní tíha pásu, podkladní beton

$Z_{Ed,2}$ → konstrukční vrstvy nad pásem, užité zatížení v 1.PP

$H_{Ed,zt}$ → vodorovná síla od zemního tlaku

Pozn.: vodorovná síla bude zachycena vyztuženou podlahou (proto ve výpočtu není uvažována)

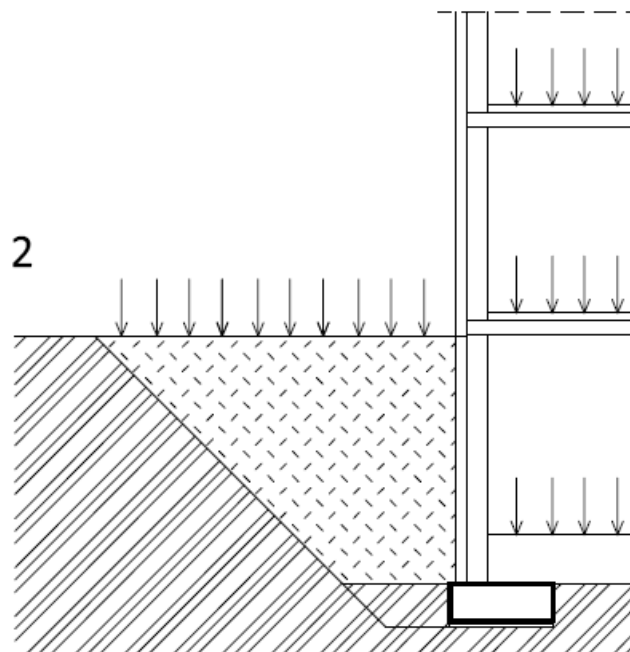
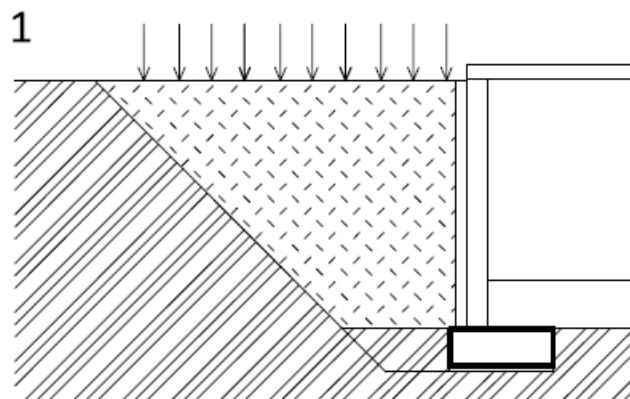
$M_{Ed,zt}$ → ohybový moment od zemního tlaku

3.2.2. Posouzení pásu z hlediska geotechniky

Jedná se o náročnou stavbu v jednoduchých základových poměrech, tedy 2.GK – je nutný výpočet únosnosti z rovnice R_d , ale je možno používat směrné normové charakteristiky.

Podloží tvoří zemina S3 S-F (písek s příměsí jemnozrnné zeminy).

Při výpočtu byly uvažovány tyto kombinace:



1. stav

- strop nad 1.PP má dostatečnou pevnost a poté dojde k zasypaní stavby, tedy začne působit zemní tlak

$$F_{Ed} = \min N_{Ed} + \frac{\max}{\min} Z_{Ed,1} + \frac{\max}{\min} Z_{Ed,2} \rightarrow \max M_{Ed}$$

2. stav

- maximální N_{Ed} , včetně působení zemního tlaku

$$F_{Ed} = \max N_{Ed} + \frac{\max}{\min} Z_{Ed,1} + \frac{\max}{\min} Z_{Ed,2} \rightarrow \min M_{Ed}$$

$$M_{Ed} = (M_{Ed,zt} + Z_{Ed,2} \cdot r_2) - N_{Ed} \cdot r_1$$

Výpočet excentricity:

$$e_x = \frac{M_{Ed}}{F_{Ed}} \leq \frac{1}{3}b$$

Výpočet napětí v základové spáře:

$$\sigma_{zi} = \frac{F_{Ed}}{A_{ef}}$$

$$\sigma_{zi} \leq R_d$$

Z hlediska technologického postupu je stavbu možno zasypat až po vyhotovení stropu nad 1.PP a zároveň musí být provedena vyztužená podlaha v 1.PP, které se přisuzují vodorovné účinky od zemního tlaku!

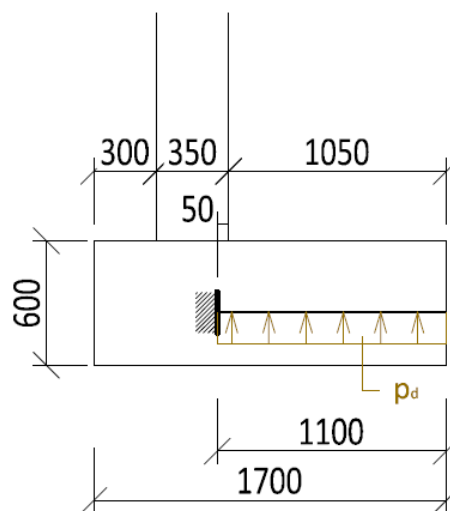
3.3.3. Návrh výztuže

Účinky vnitřních sil byly počítány na statickém modelu konzoly:

Délka konzoly:

$$l = 0,15 \cdot C + 1,150 = 0,15 \cdot 0,35 + 1,05 = 1,10 \text{ m}$$

C = šířka stěny



Zatížení působící na konzolu:

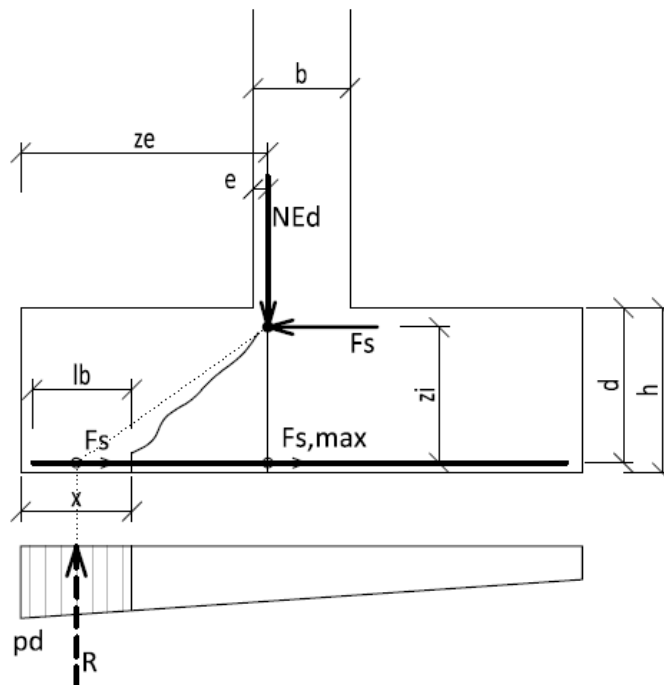
$$p_d = \sigma_{zi} - \frac{Z_{Ed}}{A}$$

Vyztužení patky bylo vypočítáno:

→ $\emptyset 14$ po 200 mm

Z hlediska posouzení pásu na smykové namáhání není třeba navrhovat smykovou výztuž, beton smyk přenese.

Dále byly vypočítány potřebné kotevní délky výztuže od trhlin v pásu.



3.4. Stěna ST0.1 v 1.PP

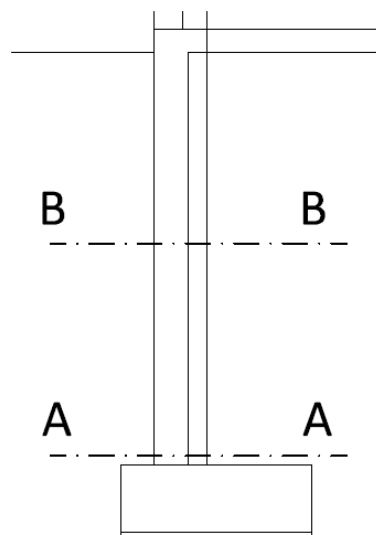
Je posuzován pruh stěny široký 1m.

Šířka stěny je 350mm.

Stěna je posuzována v řezu A-A a řezu B-B. Jedná se o místa s působením největšího ohybového momentu od zemního tlaku a zároveň působení minimální nebo maximální normálové síly.

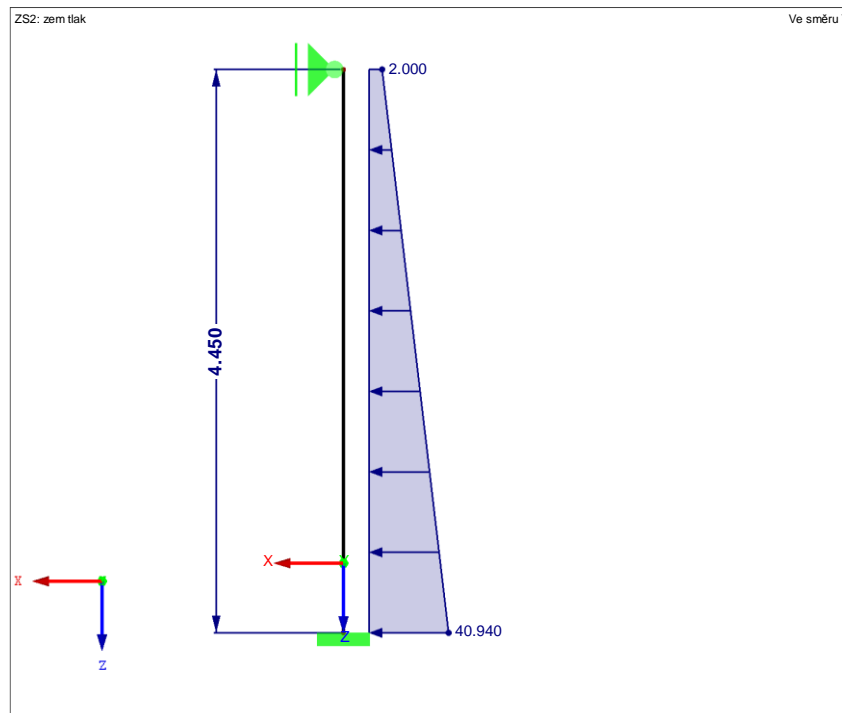
A-A v místě vetknutí

B-B v poli



Statické působení:

- stěna je vetknuta do základu a kloubově spojena s deskou nad 1.PP



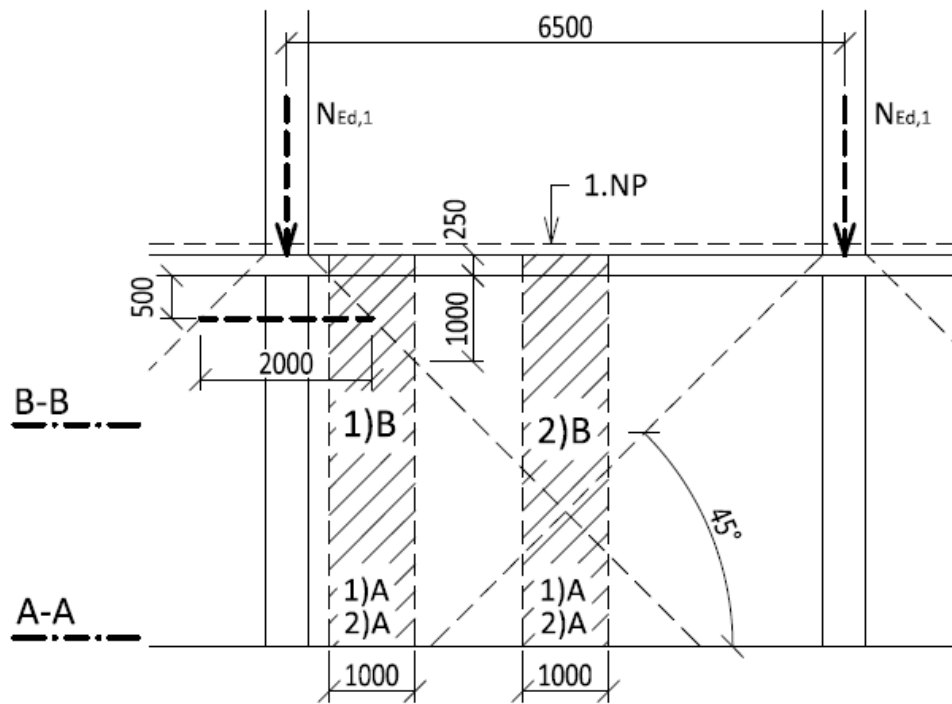
3.4.1. Stanovení účinků

Řez A-A:

- 1)
 - $\max N_{Ed} = -335,93 \text{ kN}$
 - $\max M_{Ed} = 75,83 \text{ kNm}$
- 2)
 - $\min N_{Ed} = -60,19 \text{ kN}$
 - $\max M_{Ed} = 75,83 \text{ kNm}$

Řez B-B:

- 1)
 - $\max N_{Ed} \cong -\left(\frac{1500}{2,0} + 105,16\right) = -855,16 \text{ kN}$
 - $\max M_{Ed} = 25,75 \cdot 1,35 = 34,8 \text{ kNm}$
- 2)
 - $\min N_{Ed} \cong -21,25 \text{ kN}$
 - $\max M_{Ed} = 25,75 \cdot 1,35 = 34,8 \text{ kNm}$



Je uvažováno, že síla ze sloupu působící z horní stavby se přes stěnu roznáší pod úhlem 45° .

$$N_{Ed,1} = 1500 \text{ kN}$$

Ohybové momenty byly upraveny o účinky prvního řádu od tlakové normálové síly (ohybový moment zahrnující účinky imperfekcí):

$$M_{0Ed} = |N_{Ed}| \cdot e_0$$

Účinky druhého řádu je možno zanedbat.

3.4.2. Návrh výztuže

Vyztužený průřez byl posouzen interakčním diagramem pro průřez namáhaný ohybovým momentem a normálovou silou na již zmíněné kombinace účinků.

(pruh široký 1m)

V místě vetknutí (řez A-A):

z vnější strany: $\emptyset 14/200\text{mm}$

z vnitřní strany: $\emptyset 10/200\text{mm}$

V poli (řez B-B):

z vnější strany: $\emptyset 10/200\text{mm}$

z vnitřní strany: $\emptyset 10/200\text{mm}$

(viz. výkres výztuže stěny)

Smykové síly na stěně přeneše betonový průřez, není třeba navrhovat smykovou výztuž.

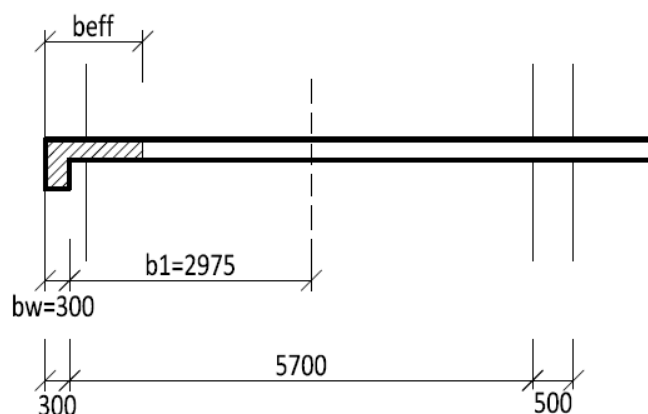
(viz. Statický výpočet)

3.5. Okrajový ztužující nosník

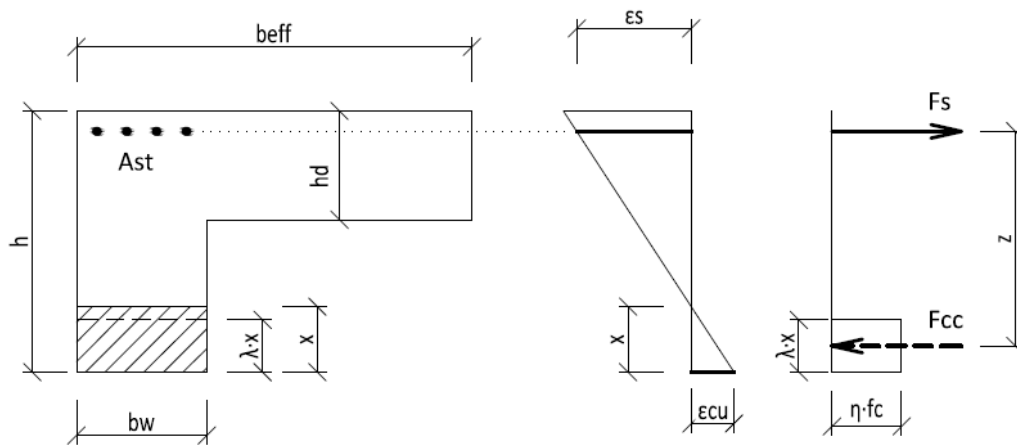
Okrajový ztužující nosník na desce D1.1.

Rozměry nosníku jsou 300mm x 600mm.

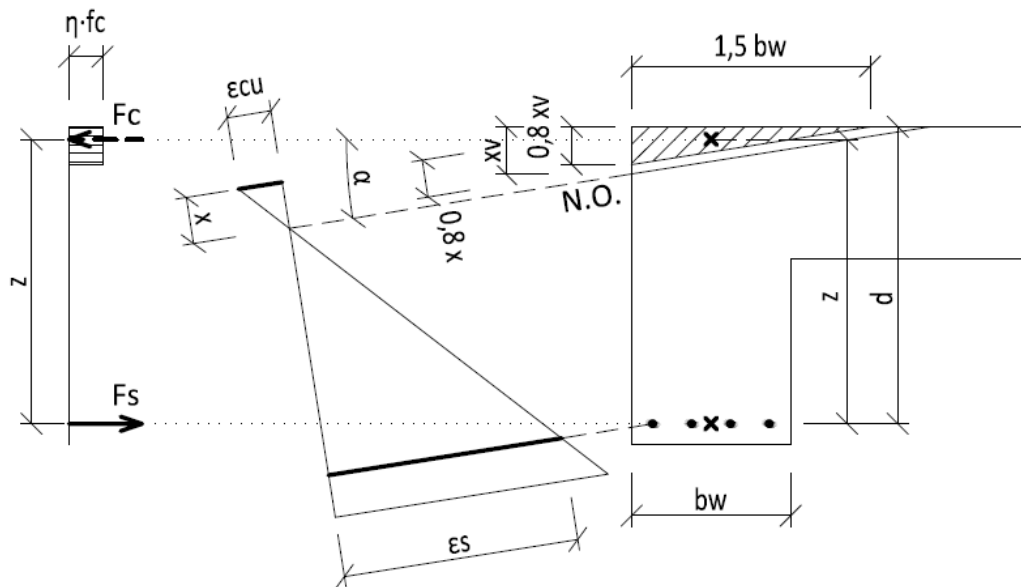
Byly posouzeny nosníky N1.1 – N1.5.



V nadpodporové oblasti byly nosníky posouzeny na účinky ohybového momentu, posouvající síly a krouticího momentu.



V poli byl nosník posouzen na ohybový moment (s trojúhelníkovou tlačnou oblastí) - rovina momentů vnitřních sil je svislá.



3.6.1. Zatížení

Stálé:

- mezipodesta 4,7 kN/m²
- rameno tl.150mm 7,3 kN/m²
- rameno tl. 130mm 6,8 kN/m²
- podestový nosník včetně povrchové úpravy 3,0 kN/m

Užitné:

A – schodiště

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

Zatížení bylo kombinováno dle rovnic 6.10a a 6.10b.

3.6.2. Výztužení

Hlavní nosná výztuž desek:

Ø8/150mm

Hlavní nosná výztuž nosníků SN1.1, SN1.3, SN2.3, SN2.2:

3Ø10 u spodního povrchu

Třmínky Ø8/200mm

Viz. výkres výztuže.

4. Podmínky provádění

4.1. Bednění

Vhodným řešením bednění je systémové bednění (Doka). Dodavatel zajistí správný technologický postup provádění bednění, včetně podepření dočasnými stojkami.

4.2. Betonáž

Beton dodaný na stavbu dodavatelem musí splňovat požadované pevnostní parametry dané projektem.

Výroba, doprava, ukládání a ošetřování betonu musí být provedena dle platných normových předpisů. Beton musí být uložen v bednění podporovaném dočasnými stojkami minimálně 28 dnů.

4.3. Výztuž

Je nutné, aby byla zajištěna správná poloha výztuže a profil výztuže dle výkresové dokumentace. Musí být zajištěna požadovaná betonová krycí vrstva výztuže.

Po uložení bude provedena kontrola správnosti uložení výztuže v souladu s výkresovou dokumentací.

Distanční tělíška zajistí prováděcí firma.

4.4. Bezpečnost práce

Je nutné zajistit dostatečné proškolení všech pracovníků o bezpečnosti práce na stavbě a zajistit ochranné pracovní prostředky (dle platných předpisů).

Musí být zajištěna ochrana a bezpečnost zdraví všech osob na stavbě po celou dobu výstavby.

5. Závěr

Počítání konstrukcí s využitím počítačové techniky je značným usnadněním, avšak je třeba dbát velké pozornosti při modelování konstrukce, zejména na správnost okrajových podmínek, tak aby bylo co nejlépe vystiženo skutečné chování konstrukce. Zároveň je třeba si umět zkontrolovat výsledky pomocí standartní početní metody.

Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí-Část 1-1:Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. 2006.
- [2] ZICH, Miloš a Zdeněk BAŽANT. Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010, 161 s. ISBN 978-80-7204-693-5.
- [3] PROCHÁZKA, Jaroslav. Navrhování betonových konstrukcí 1. 3. vyd. Praha: ČBS Servis, 2007, 316 s. ISBN 978-80-903807-5-2.
- [4] ZICH, Miloš. Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Praha: Dashöfer, 2010, 145 s. ISBN 978-80-86897-38-7.
- [5] BILČÍK, Juraj. Betónové konštrukcie: navrhovanie podl'a EN 1992-1-1. 2. vyd. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2008, 374 s. ISBN 978-80-227-2940-6.
- [6] WEIGLOVÁ, Kamila. Mechanika zemin. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007, 186 s. ISBN 978-80-7204-507-5.
- [7] ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Září 2010.
- [8] Smyková výztuž proti protlačení [online]. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: <http://www.schoeck-wittek.cz/>

Seznam použitých zkratk a symbolů

Velká písmena latinské abecedy

A	plocha
A_c	plocha betonového průřezu
A_s	průřezová plocha betonářské výztuže
$A_{s,min}$	minimální průřezová plocha betonářské výztuže
A_{sw}	průřezová plocha smykové výztuže
C_e	součinitel expozice
C_t	tepelný součinitel
E	účinek zatížení
EI	ohybová tuhost
R	únosnost, odolnost
E_{cd}	návrhová hodnota modulu pružnosti betonu
$E_{c,eff}$	účinný modul pružnosti betonu
E_s	návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli
M	ohybový moment
M_{Ed}	návrhová hodnota působícího vnitřního ohybového momentu
M_{Ek}	charakteristická hodnota působícího vnitřního ohybového momentu
M_{tot}	celkový součtový moment pole
N_{Ed}	návrhová hodnota působící normálové síly
N_{Ek}	charakteristická hodnota působící normálové síly
V	posouvající síla
V_{Ed}	návrhová hodnota posouvající síly
V_{Ek}	charakteristická hodnota posouvající síly
T	kroutící moment
T_{Ed}	návrhová hodnota kroutícího momentu
I	moment setrvačnosti

Malá písmena latinské abecedy

c	krytí výztuže betonem
b	celková šířka průřezu
d	účinná výška průřezu
d_g	největší jmenovitý rozměr zrna kameniva
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
f_{ctk}	charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu
f_{ctm}	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
f_d	výpočtové zatížení

f_{yd}	návrhová mez kluzu betonářské výztuže
f_{yk}	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
f_{ywd}	návrhová mez kluzu betonářské smykové výztuže
h	celková výška průřezu
l	délka
$mxD -$	dimenzační ohybový moment při horním povrchu ve směru osy x
$myD -$	dimenzační ohybový moment při horním povrchu ve směru osy y
$mxD +$	dimenzační ohybový moment při spodním povrchu ve směru osy x
$myD +$	dimenzační ohybový moment při spodním povrchu ve směru osy y
s_d	výpočtová hodnota zatížení sněhem
s_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem
u	obvod betonového průřezu o ploše A_c
$v_{Rd,c}$	návrhová hodnota odolnosti v protlačení desky bez smykové výztuže
$v_{Rd,cs}$	návrhová hodnota odolnosti v protlačení desky se smykovou výztuží
$v_{Rd,max}$	návrhová hodnota maximální smykové odolnosti v protlačení
x	vzdálenost neutrální osy od nejvíce tlačného okraje
z	rameno vnitřních sil
i	poloměr setrvačnosti

Malá písmena řecké abecedy

α	součinitel
β	součinitel
γ_c	dílčí součinitel betonu
γ_G	dílčí součinitel stálého zatížení
γ_Q	dílčí součinitel proměnného zatížení
γ_s	dílčí součinitel betonářské oceli
ξ_j	redukční součinitel
ε_{cu}	mezní poměrné stlačení betonu
θ	úhel
μ_i	tvarový součinitel zatížení sněhem
ν	součinitel redukce pevnosti betonu v tlaku při porušení smykovou trhlinou
ν	Poissonův součinitel
ρ	objemová hmotnost
ρ_l	stupeň vyztužení podélnou výztuží
σ_c	tlakové napětí v betonu
σ_s	napětí ve výztuži
ϕ	průměr prutu betonářské výztuže
ψ	součinitele, kterými se definují reprezentativní hodnoty proměnného zatížení
ω	rozdělovací součinitel

Seznam příloh

P1) Použité podklady

P2) Podrobný statický výpočet některých konstrukčních prvků

P3) Výkresy tvarů

P4) Výkresy výztuže počítaných prvků