



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NÁVRH VYBRANÝCH PRVKŮ ŽELEZOBETNOVÉ KONSTRUKCE

DESIGN OF SELECTED ELEMENTS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Vojtěch Klust

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VOJTĚCH KOSTIHA, Ph.D.

BRNO 2021



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 | 3608T001 Pozemní stavby |
| Pracoviště | Ústav betonových a zděných konstrukcí |

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

| | |
|------------------------|---|
| Student | Bc. Vojtěch Klust |
| Název | Návrh vybraných prvků železobetonové konstrukce |
| Vedoucí práce | Ing. Vojtěch Kostiha, Ph.D. |
| Datum zadání | 31. 3. 2020 |
| Datum odevzdání | 15. 1. 2021 |

V Brně dne 31. 3. 2020

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

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Stavební podklady v nutném rozsahu - tvarové řešení, půdorysy, řezy.

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí;

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí;

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

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb;

ČSN EN 206: Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.

Další literatura na základě doporučení vedoucího práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Diplomová práce se zabývá návrhem vybraných nosných konstrukcí železobetonového objektu, zejména dimenzováním jeho základových konstrukcí. Stanovení vnitřních sil proveďte pomocí vhodného MKP programu a správnost programového řešení ověřte zjednodušenou metodou s využitím ručního výpočtu.

Práce bude obsahovat statický výpočet řešené části objektu, výkresy tvaru a výkresy výztuže.

Ostatní činnosti a případné zjednodušení zadané konstrukce provádějte v souladu s pokyny vedoucího práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady;

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce);

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce);

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

Popisný soubor závěrečné práce (1x);

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Vojtěch Kostiha, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem železobetonové křížem vyztužené základové desky administrativní budovy ve třech variantách. V první variantě je deska o konstantní tloušťce. Druhá varianta je deska s náběhy. Třetí varianta je deska s pilotami. Součástí práce je statický výpočet a výkresová dokumentace. Veškeré výpočty byly provedeny dle příslušných norem. K návrhu byl použit program SCIA Engineer 19.1.

KLÍČOVÁ SLOVA

železobeton, základová deska, křížem vyztužená deska, výtuz, sloup, pilota, velkopřůměrová pilota, vrtaná pilota, administrativní budova, ohyb, návrh, posouzení, SOILIN

ABSTRACT

Diploma thesis deals with the desing of reinforced two way concrete foundation slab in three variants. In the first variant is slab of constant thickness. In the second variant is haunched slab. In the third variant is slab with piles. The thesis includes a structural design as well as drawings. All calculations were performed in accordance with applicable standards. For the design was used program SCIA Engineer 19.1.

KEYWORDS

reinforced concrete, foundation slab, two way slab, reinforcement, column, pile, large diameter pile, drilled pile, office building, bending, design, asesement, SOILIN

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Vojtěch Klust *Návrh vybraných prvků železobetonové konstrukce*. Brno, 2021. 19 s., 144 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Vojtěch Kostíha, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Návrh vybraných prvků železobetnové konstrukce* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 14. 1. 2021

Bc. Vojtěch Klust
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Návrh vybraných prvků železobetnové konstrukce* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14. 1. 2021

Bc. Vojtěch Klust
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval zejména vedoucímu mé diplomové práce Ing. Vojtěchu Kostihovi Ph.D. za veškeré odborné rady a ochotu si vždy najít čas na konzultaci i za vzniklých okolností a zodpovědět každý můj dotaz.

Velké poděkování patří také mé rodině a přátelům, kteří mě po celou dobu studia motivovali a podporovali.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NÁVRH VYBRANÝCH PRVKŮ ŽELEZOBETNOVÉ KONSTRUKCE

DESIGN OF SELECTED ELEMENTS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Vojtěch Klust

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VOJTĚCH KOSTIHA, Ph.D.

BRNO 2021

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1. ÚVOD | 10 |
| 2. POPIS KONSTRUKCE | 10 |
| 2.1 ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE | 10 |
| 2.2 SVISLÉ KONSTRUKCE | 10 |
| 2.3 VODOROVNÉ KONSTRUKCE | 10 |
| 3. MATERIÁL | 11 |
| 4. VÝPOČETNÍ MODEL KONSTRUKCE | 11 |
| 5. ZATÍŽENÍ | 12 |
| 6. KOMBINACE ZATÍŽENÍ | 13 |
| 7. DIMENZOVÁNÍ | 13 |
| 7.1 DIMENZOVÁNÍ VARIANTY A | 13 |
| 7.1.1 Výztuž při spodním povrchu | 14 |
| 7.1.2 Výztuž při horním povrchu | 14 |
| 7.2 DIMENZOVÁNÍ VARIANTY B | 14 |
| 7.2.1 Výztuž při spodním povrchu | 14 |
| 7.2.2 Výztuž při horním povrchu | 14 |
| 7.3 DIMENZOVÁNÍ VARIANTY C | 15 |
| 7.3.1 Výztuž při spodním povrchu | 15 |
| 7.3.2 Výztuž při horním povrchu | 15 |
| 8. POROVNÁNÍ VARIANT | 15 |
| 9. ZÁVĚR | 16 |
| 10. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 16 |
| 11. SOFTWARE | 17 |
| 12. SEZNAM POUŽITÝCH ZKTRATEK A SYMBOLŮ | 17 |
| 13. SEZNAM PŘÍLOH | 19 |

1 ÚVOD

Diplomová práce se zabývá návrhem a posouzením základové křížem vyztužené desky administrativní budovy. Základová deska je provedena ve třech variantách. V první variantě je deska o konstantní tloušťce 600 mm. Ve druhé variantě je deska zesílena na dvojnásobek v místě sloupů kvůli protlačení. Ve třetí variantě je tloušťka desky snížena na 500 mm a podepřena pilotami.

Výpočet byl proveden v programu SCIA Engineer 19.

2 POPIS KONSTRUKCE

Administrativní budova se nachází v oblasti Brno-Slatina, Tuřanka 115. Nejvyšší bod konstrukce má +38,9m.

Základová deska je tvaru písmene „H“ o půdorysných rozměrech 47,5 x 45,55 m.

Objekt se skládá z deseti nadzemních podlaží a technického podlaží umístěného na střeše.

2.1 Základové konstrukce

Budova je založena pomocí základové desky a vrtaných pilot. Pro zjištění základových poměrů bych proveden inženýrskogeologický průzkum s dostatečně hlubokými sondami.

Byly zjištěny následující poměry:

F1(MG) o mocnosti 1,0m.

F6(CL,CI) o mocnosti 1,3m.

G5(GC) o mocnosti 1,7m.

F8(CV) o mocnosti 7,0m

Hydrogeologickým průzkumem nebyla zjištěna přítomnost podzemní vody.

Piloty jsou navrženy průměru 600 a 1200 mm o délkách 7 až 13 m a jejich vyztužení není předmětem této práce.

2.2 Svislé konstrukce

Konstrukčně je budova řešena jako deskový skelet z monolitického betonu, skládající se ze sloupů 550x550 mm z betonu C30/37 a krytím 35 a 25 mm a vnitřních nosných železobetonových stěn tloušťky 200 mm. Po obvodu jsou železobetonové stěny tloušťky 250 mm. Konstrukční výška 1.NP je 3,7 m. Konstrukční výška zbylých podlaží je 3,5m. Dělicí příčky jsou uvažovány jako lehké (sádrokartonové).

2.3 Vodorovné konstrukce

Stropní nosné konstrukce jsou tvořeny železobetonovou monolitickou deskou o tloušťce 300 mm. Základová deska je ve všech variantách křížem vyztužená. V první variantě o tloušťce 600mm, ve druhé variantě 600 mm s náběhy 1200 mm, ve třetí variantě 500 mm.

3 MATERIÁL

Ve všech variantách je použit beton třídy C 30/37 a betonářská žebříková výztuž B 500B.

BETON C30/37 – XA1 - CI 0,2 - Dmax16 - S4

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

f_{ck} ... charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku

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

f_{ctm} ...střední hodnota pevnosti betonu v tahu

$$E_{cm} = 31 \text{ GPa} = 32 \times 10^3 \text{ MPa}$$

E_{cm} ... modul pružnosti betonu v tlaku

$$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$$

ε_{cu3} ... limitní přetvoření betonu v tlaku

OCEL B 500B

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

f_{yk} ... charakteristická mez kluzu betonářské výztuže

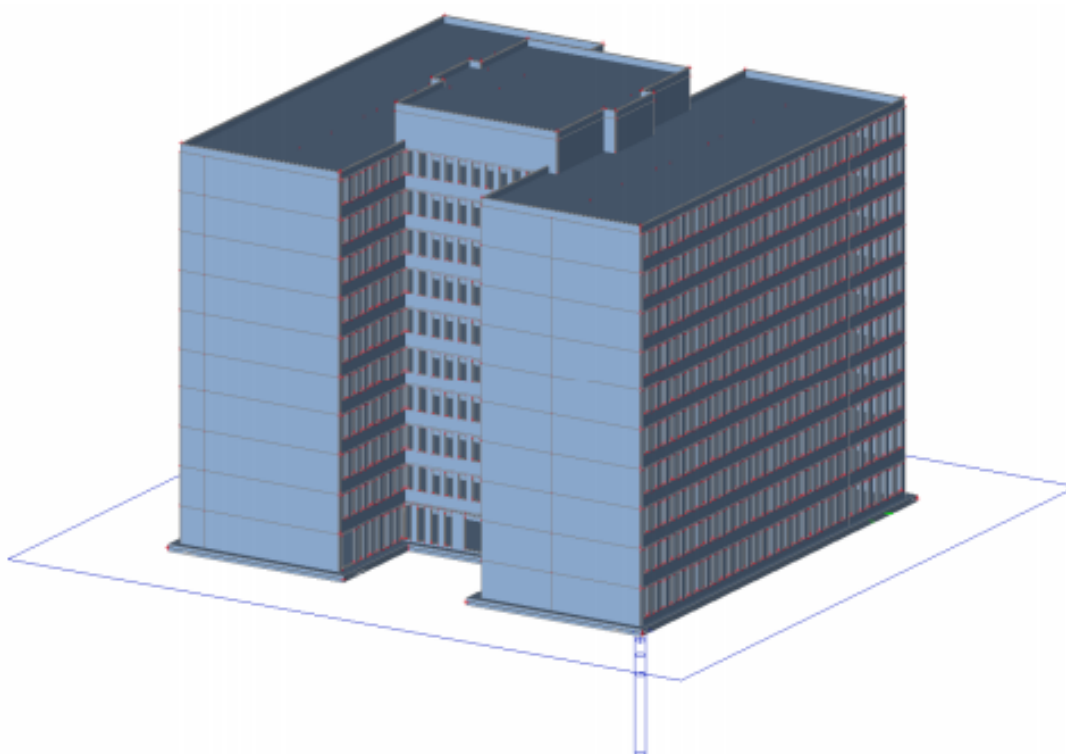
$$E_s = 200 \text{ GPa} = 200 \times 10^3 \text{ MPa}$$

E_s ... modul pružnosti betonářské oceli

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 434,78/200000 = 2,174 \text{ ‰}$$

ε_{yd} ... přetvoření výztuže při dosažení meze kluzu

4 VÝPOČETNÍ MODEL KONSTRUKCE



Výpočetní model byl vytvořen v programu SCIA Engineer 19.1, založeném na metodě konečných prvků. Nejdřív byly vybrány jednotlivé materiály, které pak byly přiřazeny jednotlivým prvkům.

Podle podkladů bylo vytvořeno nejprve první nadzemní podlaží a na něj následně druhé, které je typickým podlažím. Poté bylo typické podlaží nakopírováno na požadovaných 10.

Pro zatížení modelu bylo vypočteno stálé, užité a klimatické zatížení. Jednotlivá zatížení byly na konstrukci zadány v 15 zatěžovacích stavech, které zohledňují jejich působení. Vlastní tíha konstrukce je počítána programem automaticky podle přiřazených materiálů a dimenzí. Pro vyvození maximálních účinků bylo zatížení zadáno do šachů i v plném rozsahu. Skupina zatížení byla nastavena jako „výběrová“ a program tak sám vybral která zatěžovací stav vyvodí maximální namáhání.

V druhé variantě byla kratická místa pod sloupy zvětšena na dvojnásobek tloušťky pomocí funkce „podoblast“.

V třetí variantě byla konstrukce podepřena pilotami. To bylo simulováno pevnými podporami, kterým byla přiřazena tuhost. Tuhost byla spočítána na základě sedání pilot, které byly navrženy v programu GEO 5 – Pilota a z něho převzaty zatěžovací křivky pro dané typy pilot.

5 ZATÍŽENÍ

Do stálého zatížení je zahrnuta vlastní tíha konstrukce a skladby konstrukcí z podkladů.

Do proměnného zatížení je započítáno zatížení od příček, které se mohou v budoucnu přemístit. Přehled užitečných zatížení:

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Administrativa(kat.B) | 3,0 kN/m ² |
| Vstupní hala (kat.C) | 5,0 kN/m ² |
| Komunikační prostory | 3,0 kN/m ² |
| Sociální a hygienická zařízení | 2,5 kN/m ² |
| Strojovna VZT | 3,5 kN/m ² |
| Skladovací prostory | 5,0 kN/m ² |
| Nepřístupné a nepochází střechy | 0,75 kN/m ² |

Objekt se nachází ve sněhové oblasti II. se základní tíhou sněhu $S_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$. Kromě rovnoměrného rozdělení sněhu po ploše může z důvodu výškové členitosti budovy dojít ke vzniku nepříznivým návějím.

Z hlediska zatížení větrem je konstrukce zatříděna do II. větrné oblasti se základní rychlostí větru 25 ms^{-1} .

6 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Pro návrh jednotlivých prvků na mezní stavy únosnosti (MSU) a mezní stavy použitelnosti (MSP) byly použity rovnice dle normy ČSN EN 1990. Výpočet konstrukce byl proveden se součinitelem 1,0 a následně byl stanoven globální součinitel zatížení z uvedených kombinací. Podle uvažované kombinace jím byly hodnoty vnitřních sil přenásobeny.

Rovnice 6.10a

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

Rovnice 6.10b

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

Rovnice 6.14b – charakteristická

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

Rovnice 6.15b – častá

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Rovnice 6.16b – kvanzistálá

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kombinace jsou tvořeny 15 zatěžovacími stavy, které jsou rozděleny do čtyř skupin zatížení. Do první skupiny patří stálé zatížení (vlastní tíha konstrukce, ostatní stálé zatížení). Do druhé skupiny patří proměnné zatížení užité (užité plné, šach 1 až 9). Třetí skupinu tvoří samostatně zatížení sněh a čtvrtou vítr působící z obou stran.

7 DIMENZOVÁNÍ

7.1 DIMENZOVÁNÍ VARIANTY A

V obou směrech je navržena hlavní nosná výztuž v základním rastru, který je následně v kritických místech doplněn o přídatnou výztuž.

7.1.1 Výztuž při spodním povrchu

| | |
|-----------------|--|
| Krytí výztuže | c = 45mm |
| SMĚR X | |
| Základní rastr | Ø20/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø32/100 mm, Ø32/150 mm, Ø28/300 mm, Ø20/300 mm |
| SMĚR Y | |
| Základní rastr | Ø20/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø32/100 mm, Ø32/150 mm, Ø28/300 mm |

7.1.2 Výztuž při horním povrchu

| | |
|-----------------|------------------------|
| Krytí výztuže | c = 30mm |
| SMĚR X | |
| Základní rastr | Ø20/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø20/100 mm, Ø20/300 mm |
| SMĚR Y | |
| Základní rastr | Ø20/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø20/300 mm |

7.2 DIMENZOVÁNÍ VARIANTY B

V obou směrech je navržena hlavní nosná výztuž v základním rastru, který je následně v kritických místech doplněn o přídavnou výztuž.

7.2.1 Výztuž při spodním povrchu

| | |
|-----------------|--|
| Krytí výztuže | c = 45mm |
| SMĚR X | |
| Základní rastr | Ø20/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø32/150 mm, Ø32/300 mm, Ø28/300 mm, Ø20/300 mm |
| SMĚR Y | |
| Základní rastr | Ø20/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø32/150 mm, Ø28/300 mm, Ø20/300 mm |

7.2.2 Výztuž při horním povrchu

| | |
|-----------------|------------------------|
| Krytí výztuže | c = 30mm |
| SMĚR X | |
| Základní rastr | Ø20/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø20/100 mm, Ø20/300 mm |
| SMĚR Y | |

| | |
|-----------------|------------|
| Základní rastr | Ø20/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø20/300 mm |

7.3 DIMENZOVÁNÍ VARIANTY C

V obou směrech je navržena hlavní nosná výztuž v základním rastru, který je následně v kritických místech doplněn o přídavnou výztuž.

7.3.1 Výztuž při spodním povrchu

| | |
|-----------------|------------------------------------|
| Krytí výztuže | $c = 45\text{mm}$ |
| SMĚR X | |
| Základní rastr | Ø18/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø32/100 mm, Ø22/100 mm, Ø18/300 mm |

| | |
|-----------------|------------------------------------|
| SMĚR Y | |
| Základní rastr | Ø18/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø32/100 mm, Ø18/100 mm, Ø18/300 mm |

7.3.2 Výztuž při horním povrchu

| | |
|-----------------|------------------------|
| Krytí výztuže | $c = 30\text{mm}$ |
| SMĚR X | |
| Základní rastr | Ø18/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø18/300 mm, Ø10/300 mm |
| SMĚR Y | |
| Základní rastr | Ø18/300 mm |
| Přídavná výztuž | Ø18/300 mm, Ø10/300 mm |

| | |
|---------------------|------------|
| SMĚR Y | |
| Základní uspořádání | Ø10/300 mm |

8 POROVNÁNÍ VARIANT

VARIANTA A – DESKA O KONSTANTNÍ TLOUŠŤCE. Toto byla první varianta, jak bylo ke konstrukci přistoupeno. Na základě měnění tloušťky desky a porovnání sedání byla vybrána tloušťka 600 mm. Ta se zdála jako optimální, avšak při výpočtu protlačení se ukázalo, že takto by deska dané zatížení nezvládla.

VARIANTA B – DESKA S NÁBĚHY. Na základě předchozí varianty byla v kritických oblastech zvýšena tloušťka desky z 600 mm na 1200 mm. Takto už protlačení vyhovělo a finální varianta by takto mohla vypadat. Sedání bylo téměř totožné s první variantou, ale značně stoupla spotřeba materiálu.

VARIANTA C – DESKA S PILOTAMI. V této třetí variantě byla provedena kombinace plošných (desky) a hlubinných (pilot) základů. Díky pilotám, které desku podporují, kleslo sednutí

celé budovy téměř o trojnásobek, než u předchozí varianty. Došlo sice ke snížení tloušťky desky na 500 mm, ale díky pilotám zde bude potřeba ještě více materiálu, než ve variantě B.

9 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo sestavení takového 3D modelu, který by se co nejvíce přiblížil reálnému chování konstrukce a aby se vyvozené vnitřní síly mohly použít pro návrh prvků konstrukce.

Začal jsem s první variantou, která nevyhověla na protlačení a následovaly úpravy. Nejprve deska s náběhy, která protlačení zvládla, ale vzniklo zde téměř limitní sedání konstrukce. Proto bylo přistoupeno ke třetí variantě, desky s pilotami. V této variantě došlo k výrazně menšímu sedání, zato stoupla spotřeba materiálu a náročnost provedení.

Základová konstrukce byla ve všech variantách nadimenzována na mezní stav únosnosti. Pro dimenzování výztuže a desky a sloupů byly použity vnitřní síly z programu SCIA Engineer.

Veškeré výpočty a posouzení konstrukce jsou provedeny dle platných norem. Součástí práce je i výkresová dokumentace.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] ČSN EN 1992-1-1 ed. 2. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. Třídí znak 73 1201

[2] ČSN 73 1201. Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2010 str. 64. Třídící znak 73 1201.

[3] ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha. Český normalizační institut, 2004. Třídící znak 73 0035.

[4] ČSN EN 1991-1-3 ed. 2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013. Třídící znak 73 0035

[5] ČSN EN 1991-1-4 ed. 2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013. Třídící znak 73 0035

[6] ČSN EN 206+A1 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018. Třídící znak 73 2403.

[7] ČSN EN 13670: Provádění betonových konstrukcí.

[8] SCIA Engineer manuals. [online]. [cit. 09. 01. 2021]. Dostupné z: <https://www.scia.net/cs/support/downloads/scia-engineermanuals>

[8] ŠVAŘÍČKOVÁ, Ivana. Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.: Pomůcky Copyright © [cit.09.01.2021]. Dostupné z: <https://vutbr.sharepoint.com/sites/Svarickova/SitePages/Výuka.aspx>

[9] Návrh filigránových desek. Dostupné z: https://www.prefa.cz/wp-content/uploads/2016/06/prefa_brno_katalogove_listy_stropni_panely_filigran.pdf

11 SOFTWARE

Autocad 2021

Archicad 23

SCIA Engineer 19.1

GEO 5 – Pilota

Schöck BOLE

Microsoft Excel 2013

Microsoft Word 2013

12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

| | |
|-------------|---------------------------------|
| A | plocha |
| A_c | plocha betonu |
| $A_{s,t}$ | navržená plocha výztuže |
| $A_{s,min}$ | minimální plocha výztuže |
| $A_{s,max}$ | maximální plocha výztuže |
| $A_{s,req}$ | požadovaná plocha výztuže |
| c | krytí výztuže betonovou vrstvou |
| d | účinná výška průřezu |

| | |
|---------------|--|
| E_{cm} | sečnový modul pružnosti betonu |
| E_s | modul pružnosti oceli |
| F_{cc} | tlakové síla v betonu |
| f_{cd} | návrhová pevnost betonu v tlaku |
| f_{ck} | charakteristická pevnost betonu v tlaku |
| f_{ctd} | návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu |
| $f_{ctk0,05}$ | 5 % kvantil charakteristické pevnosti v tahu |
| f_{ctm} | střední pevnost betonu v tahu |
| f_d | návrhová hodnota zatížení |
| f_{yd} | návrhová hodnota meze kluzu betonářské výztuže |
| f_{yk} | charakteristická hodnota meze kluzu betonářské výztuže |
| g_d | návrhová hodnota stálého zatížení |
| g_k | charakteristická hodnota stálého zatížení |
| q_d | návrhová hodnota proměnného zatížení |
| q_k | charakteristická hodnota proměnného zatížení |
| h | výška trámu |
| l_{bd} | návrhová kotevní délka výztuže |
| $l_{bd,min}$ | minimální kotevní délka výztuže |
| $l_{bd,req}$ | požadovaná kotevní délka výztuže |
| L_x | rozpětí ve směru x |
| L_y | rozpětí ve směru y |
| $M_{Ed,i}$ | návrhový moment v i-tém průřezu |
| $M_{Rd,i}$ | moment únosnosti v posuzovaném průřezu |
| $m_{x,D-}$ | návrhová hodnota momentů ve směru X při horním okraji desky |
| $m_{x,D+}$ | návrhová hodnota momentů ve směru X při spodním okraji desky |
| $m_{y,D-}$ | návrhová hodnota momentů ve směru y při horním okraji desky |
| $m_{y,D+}$ | návrhová hodnota momentů ve směru y při spodním okraji desky |
| s_{max} | maximální vzdálenost výztuže |
| s_n | minimální světlá vzdálenost výztuže |

| | |
|------------------|--|
| V_{Rdc} | návrhová smyková únosnost betonu a podélného průřezu |
| x | poloha neutrální osy |
| z_c | rameno vnitřních sil |
| ZS | zatěžovací stav |
| ZŠ | zatěžovací šířka |
| γ | objemová (plošná) tíha materiálu |
| γ_c | součinitel vlastností betonu |
| $\gamma_{Gk,j}$ | dílčí součinitel pro stálé zatížení |
| $\gamma_{Qk,j}$ | dílčí součinitel pro proměnné zatížení |
| γ_s | součinitel vlastností oceli |
| ϵ_{cu3} | mezní poměrné přetvoření betonu |
| ϵ_s | poměrné přetvoření výztuže |
| Φ | průměr betonářské výztuže |
| ρ | stupeň vyztužení |

13 SEZNAM PŘÍLOH

P1. Použité podklady

Půdorys 1.NP

Půdorys typického podlaží

Řez objektem B-B

P2. Statický výpočet

P3. Výkresová dokumentace

| | | |
|----|--------------------------------|------|
| V1 | Základová deska – Výkres tvaru | 1:75 |
| V2 | Základová deska – Horní výztuž | 1:75 |
| V3 | Základová deska – Dolní výztuž | 1:75 |
| V4 | Základová deska – Výkres tvaru | 1:75 |
| V5 | Základová deska – Horní výztuž | 1:75 |
| V6 | Základová deska – Dolní výztuž | 1:75 |
| V7 | Základová deska – Výkres tvaru | 1:75 |
| V8 | Základová deska – Horní výztuž | 1:75 |
| V9 | Základová deska – Dolní výztuž | 1:75 |