



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 NOSNÉ ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE RODINNÉHO DOMU

DESIGN OF A LOAD-BEARING REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF A FAMILY HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ondřej Bartoška

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARTIN ZLÁMAL, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	NPC-SIK Stavební inženýrství – konstrukce a dopravní stavby
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Ondřej Bartoška
Název	Návrh nosné železobetonové konstrukce rodinného domu
Vedoucí práce	Ing. Martin Zlámal, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2021
Datum odevzdání	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

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

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

PODKLADY A LITERATURA

Stavební podklady – situace, půdorysy, řezy, geologie.

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 a pravidla pro pozemní stavby

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Navrhněte nosnou konstrukci železobetonové konstrukce dle zadání.

Provedte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně případné kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové 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 diplomové práce)

P3. Statický výpočet (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 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. Martin Zlámal, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zaměřuje na stavbu dvoupodlažního, částečně podsklepeného, rodinného železobetonového domu. Pro návrh tohoto objektu byl použit program ARCHICAD 22, pro model a následný výpočet vnitřních sil program SCIA 21.0. Kromě statického výpočtu jsou součástí práce výkresy výztuže a výkresy tvaru vybraných monolitických částí vyhotovené v programu AutoCAD 2021. Železobetonové prvky jsou posouzeny v souladu s ČSN EN 1992-1-1.

KLÍČOVÁ SLOVA

rodinný dům, železobetonová monolitická konstrukce, křížem vyztužená deska, sloup, schodišťový stupeň, schodišťová mezipodesta, nosná stěna, protlačení desky, statický výpočet, výkres výztuže, výkres tvaru

ABSTRACT

Diploma thesis is focused on the construction of a two-storey, partly basement, family reinforced concrete house. The ARCHICAD 22 program was used to design this object, the SCIA 21.0 program was used for the model and the subsequent calculation of internal forces. In addition to the static calculation, the work includes reinforcement drawings and drawings of the shape of selected monolithic parts made in AutoCAD 2021. Reinforced concrete elements are assessed in accordance with ČSN EN 1992-1-1.

KEYWORDS

detached house, reinforced concrete structure, two way slab, column, stair step, stair half landing, bearing walls, slab extrusion, structural design, reinforcement drawing, formwork drawing

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Ondřej Bartoška *Návrh nosné železobetonové konstrukce rodinného domu*. Brno, 2022. 14 s., 346 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Martin Zlámal, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Návrh nosné železobetonové konstrukce rodinného domu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2022

Bc. Ondřej Bartoška
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Návrh nosné železobetonové konstrukce rodinného domu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2022

Bc. Ondřej Bartoška
autor práce

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Martinu Zlámalovi, Ph.D. za jeho pomoc, ochotu, čas a cenné rady při psaní mé práce. Dále bych rád poděkoval své mamce, sousedovi a mé přítelkyni za podporu po celou dobu studia.

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Popis konstrukce.....	9
3. Použité materiály	9
3.1. Ocel B500B.....	9
3.2. Beton C25/30	9
3.3. Beton C30/37	9
4. Zatížení	10
5. Kombinace	10
6. Vyztužení	10
6.1. Křížem vyztužená deska	10
6.2. Schodiště	10
6.3. Sloup	10
6.1. Stěna SA1.....	11
6.2. Stěna SA2.....	11
6.1. Stěna SA3.....	11
7. Provádění	11
7.1. Bednění	11
7.2. Výztuž	11
7.3. Betonáž.....	11
7.4. Ošetřování a odbedňování	12
8. Závěr	12
9. Seznam použitých zdrojů.....	13
10. Použité programy	13
11. Seznam příloh	14

1. Úvod

Diplomová práce se zabývá stavbou dvoupodlažního, částečně podsklepeného, rodinného železobetonového domu. Budou navrženy a posouzeny vybrané části domu dle mezního stavu únosnosti a ověření velikosti průhybů a to sloupy, schodiště (stupně a mezipodesty), deska v obou směrech vyztužená, 2 stěny v suterénu a stěna v 1NP a 2NP. Pro navržení tohoto objektu byl použit ARCHICAD 22, pro model a následný výpočet vnitřních sil byl použit program SCIA 21.0. Hlavním výstupem práce kromě statického výpočtu je zhotovení výkresové dokumentace dimenzovaných prvků, která zahrnuje výkresy vyztuže a výkresy tvaru vybraných částí.

2. Popis konstrukce

Objekt je dvoupodlažní, částečně podsklepený, rodinný dům obdélníkového půdorysu s pultovou střechou. Nosné prvky jsou navrženy ze železobetonu. Konstrukční výšky podlaží jsou 3,25 m; výška celé budovy je 7,53 m. Rozměr stavby v 1NP je 22,15 x 10,65 m. Posuzovaná deska se nachází mezi 1.NP a 2.NP a byla navržena tloušťky 0,2 m, schodiště bylo navrženo stejné mezi všemi podlažními, jako 16 jednostranných vetknutých schodišťových stupňů o rozměrech 0,25 x 0,1 m o délce 1,05 m a mezipodesty o rozměrech 1,05 x 1,05 m o tloušťce 0,1 m. 2 sloupy podpírající desku mají velikost 0,2 x 0,2 m. Všechny stěny jsou navrženy o tloušťce 0,15 m.

3. Použité materiály

3.1. Ocel B500B

- Charakteristická mez kluzu $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Návrhová pevnost oceli $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$
- Modul pružnosti oceli $E_s = 200 \text{ GPa}$
- Minimální přetvoření vyztuže $\varepsilon_{yd} = 0,002175 \%$

3.2. Beton C25/30

- Charakteristická pevnost betonu v tlaku $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- Návrhová pevnost betonu v tlaku $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$
- Pevnost betonu v tahu $f_{ctm} = 2,6 \text{ Mpa}$
- Modul pružnosti betonu $E_{cm} = 31 \text{ GPa}$
- Mezní přetvoření betonu $\varepsilon_{cu3} = 0,035 \%$

3.3. Beton C30/37

- Charakteristická pevnost betonu v tlaku $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Návrhová pevnost betonu v tlaku $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$
- Pevnost betonu v tahu $f_{ctm} = 2,9 \text{ Mpa}$
- Modul pružnosti betonu $E_{cm} = 33 \text{ GPa}$
- Mezní přetvoření betonu $\varepsilon_{cu3} = 0,035 \%$

4. Zatížení

Do stálého zatížení je započítána jak vlastní tíha (objemová tíha betonu), tak ostatní stálé zatížení (tíha podlah, skladby střechy, zatížení na obvodové stěny, zábradlí, okna, dveře a zatížení na suterénní stěny od zeminy). Proměnné zatížení se skládá z užitného zatížení dle ČSN EN 1991-1-1 [2], zatížení sněhem, větrem a přetížení od zeminy na suterénní stěnu. Podrobný rozpis zatížení konstrukcí stálým a užitným zatížením je rozepsán v příloze P3/Statický výpočet.

5. Kombinace

Kombinace zatěžovacích stavů byly vytvořeny podle normy a národní přílohy. ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. [3]

MSÚ - STR

$$\text{Rovnice 6.10a} \quad \sum \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\text{Rovnice 6.10b} \quad \sum \zeta \cdot \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

MSP

$$\text{Kvazistálá} \quad \sum G_k + \sum \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

6. Vyztužení

6.1. Křížem vyztužená deska

Výztuž desky je navržena v obou směrech navzájem na sebe kolmých. Základní rastr výztuže v dolní i horní části ve směru x, tak ve směru y je Ø10/250. Doplněná výztuž u dolního povrchu ve směru x je Ø8/250, ve směru y je Ø8/250. Při horním povrchu je doplněná výztuž ve směru x Ø14/250, ve směru y Ø14/250. Byly navrženy smykové lišty proti protlačení od konce stěny od firmy Jordahl [6]. U konce stěny tvoří smykovou výztuž 6xJDA-7/10/145-770 (55/110/110/110/110/110/55). Krytí výztuže je 30 mm. Beton je použit C25/30.

6.2. Schodiště

Hlavní výztuž schodišťových stupňů tvoří 3Ø10 při horním okraji, konstrukční výztuž 2Ø8 při dolním okraji a v každém stupni jsou 4 třmínky Ø6/300. Krytí je uvažováno 20 mm.

Hlavní výztuž schodišťové mezipodesty tvoří ve směru x i y při dolním okraji 7Ø6, při horním okraji ve směru x i y 7Ø10. Krytí je uvažováno 20 mm.

Beton je použit C25/30.

6.3. Sloup

Navržená hlavní výztuž ve obou sloupech je 4Ø10, třmínky Ø6/90 u hlavy a paty sloupu a uprostřed Ø6/150. Krytí je uvažováno 35 mm. Beton je použit C25/30.

6.1. Stěna SA1

Navržená svislá hlavní výztuž při vnitřním povrchu jsou $\varnothing 10/200$ doplněná o konstrukční výztuž $\varnothing 10/200$. U vnějšího povrchu svislá hlavní výztuž je navržena $\varnothing 16/200$ doplněná o konstrukční výztuž $\varnothing 10/200$.

Navržená vodorovná výztuž při vnitřním povrchu je $\varnothing 10/200$ doplněná o konstrukční výztuž $\varnothing 8/200$. U vnějšího povrchu vodorovná výztuž je navržena $\varnothing 10/100$ doplněná o konstrukční výztuž $\varnothing 8/200$.

Krytí je uvažováno 35 mm. Beton je použit C30/37.

6.2. Stěna SA2

Navržená svislá hlavní výztuž při vnitřním povrchu je $\varnothing 10/200$ doplněná o konstrukční výztuž $\varnothing 10/200$. U vnějšího povrchu svislá hlavní výztuž je navržena $\varnothing 16/200$ doplněná o konstrukční výztuž $\varnothing 10/200$.

Navržená vodorovná výztuž při vnitřním povrchu je $\varnothing 8/200$ doplněná o konstrukční výztuž $\varnothing 8/200$. U vnějšího povrchu vodorovná výztuž je navržena $\varnothing 8/100$ doplněná o konstrukční výztuž $\varnothing 8/200$.

Krytí je uvažováno 35 mm. Beton je použit C30/37.

6.1. Stěna SA3

Navržená výztuž v obou směrech při vnitřním i vnějším povrchu je $\varnothing 12/200$.

V rámci stěny je v příloze P3/Statický výpočet vyhotoven výpočet „Nahrazení rohových sloupků“, kde budou uvažovány části stěny mezi rohovými okny jako sloup o $4\varnothing 12$ s třímínky $\varnothing 6/150$ a „Návrh výztuže na napětí v rovině“, kde budou doplněny ze všech stran, kolem všech otvorů $2\varnothing 12$ a ještě doplněno o šikmou výztuž $2\varnothing 8$.

Krytí je uvažováno 30 mm. Beton je použit C25/30.

7. Provádění

7.1. Bednění

Bednění musí zajistit dostatečnou únosnost a tuhost tak, aby nedošlo vlivem hmotnosti mokré betonové směsi k jeho nechtěné deformaci, netěsnosti a vytékání betonu či kolapsu konstrukce bednění. Tyto vlastnosti se musí zajistit také po provedení betonáže.

7.2. Výztuž

Výztuž desek a stěn bude vázána přímo na místě ve dvou kolmých směrech. Armatura všech částí bude spojována vázacím drátem. Je nutné dodržet předepsanou tloušťku krycí vrstvy u všech prvků dle výkresové dokumentace a této zprávy. Výztuž musí být kladena podle armovacích výkresů.

7.3. Betonáž

Výroba betonu, doprava, ukládání, hutnění a ošetřování betonu musí splňovat požadavky platných norem. Betonáž se nesmí provádět při teplotě nižší než 5°C . Betonují se především celé pracovní záběry, pokud je to technologicky možné. Pracovní spáry musí

být řádně ošetřeny. Finální úprava povrchu se provede stáhnutím pomocí dřevěných hladítek.

7.4. Ošetřování a odbedňování

Po dokončení betonáže musí být beton dostatečně ošetřován (zvlhčování povrchu betonu). Odbedňování může začít nejdříve v době kdy beton získá alespoň 70 % pevnost (přibližně 21 dnů).

8. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout a posoudit vybrané železobetonové monolitické části. Byl vytvořen 3D model programem SCIA 21.0, v kterém byly zjištěny vnitřní síly. Správnost modelu byl ověřen zjednodušeným modelem 2D. Na vzniklé vnitřní síly bylo navrženo kompletní vyztužení stropní desky, schodiště, sloupů a vybraných stěn. V případě stěn a sloupů byla únosnost ověřena interakčním diagramem. Výkresová část obsahuje vyztužení jednotlivých výše uvedených částí a výkresy tvaru. Návrh všech dimenzovaných konstrukcí vyhoví na 1. mezní stav únosnosti a průhyb podle ČSN EN 1992 - 1 - 1 [1].

9. Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [2] ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí
- [3] ČSN EN 1990 Eurokód 0: Zásady navrhování konstrukcí
- [4] PROCHÁZKA, J., J. ŠMEJKAL, J. VÍTEK a J. VAŠKOVÁ. Navrhování betonových konstrukcí – Příručka k ČSN EN 1992-1 a ČSN EN 1992-1-2
- [5] ŠVARÍČKOVÁ, Ivana. Pomůcky. [online]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/>
- [6] podklady firmy JORDAHL & PFEIFER Stavební technika, s.r.o.
- [7] LANÍKOVÁ, Ivana. Pomůcka. [online]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/BZK/lanikova.i/>
- [8] BAŽANT, Zdeněk. BETONOVÁ KONSTRUKCE I [online]. Dostupné z <http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BL05-Betonove%20konstrukce%20I/CS3-Betonove%20konstrukce%20plosne%20I.pdf>
- [9] https://www.fce.vutbr.cz/BZK/lanikova.i/BL01/BL01_prednaska_7.pdf
- [10] http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BL01-Prvky%20Betonovych%20konstrukci/prvky%20bet.%20konstr._dimenzovani%20bet%20prvku_cast%20I.pdf

10. Použité programy

SCIA 21.0
MS Word 2019
MS Excel 2019
AutoCAD 2021
ARCHICAD 22

11. Seznam příloh

P1/Použité podklady

- Půdorys suterénu
- Půdorys 1NP
- Půdorys 2NP
- Řez A-A‘
- Řez B-B‘

P2/Výkresová dokumentace

- 1) Výkres výztuže desky D1, dolní výztuž
- 2) Výkres výztuže desky D1, horní výztuž
- 3) Výkres smykové výztuže, deska D1
- 4) Výkres výztuže sloupů S1, S2
- 5) Výkres výztuže schodišťového stupně, suterén-1NP
- 6) Výkres výztuže schodišťového stupně, 1NP-2NP
- 7) Výkres výztuže mezipodesty, suterén-1NP
- 8) Výkres výztuže mezipodesty, 1NP-2NP
- 9) Výkres polohy schodiště, řez A-A‘
- 10) Výkresy polohy schodiště, řez B-B‘
- 11) Výkres výztuže stěny SA1, vnitřní
- 12) Výkres výztuže stěny SA1, vnější
- 13) Výkres výztuže stěny SA2, vnitřní
- 14) Výkres výztuže stěny SA2, vnější
- 15) Výkres výztuže stěny SA3, 1NP
- 16) Výkres výztuže stěny SA3, 2NP
- 17a) Výkres výztuže stěny SA3, vyztužení kolem otvorů
- 17b) Výkres výztuže stěny SA3, vyztužení kolem otvorů (šikmá výztuž)
- 18) Výkres tvaru – deska D1
- 19) Výkres tvaru – deska D2

P3/Statický výpočet

P4/Přílohy ke statickému výpočtu

- 1) Vnitřní síly a klíče kombinací
- 2) Firma Jordahl, smyková výztuž
- 3) Výpočet protlačení, program Jordahl