



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. Martin Pohl
Název	Železobetonová konstrukce polyfunkčního domu
Vedoucí práce	Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2018
Datum odevzdání	11. 1. 2019

V Brně dne 31. 3. 2018

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

Pro vícepodlažní železobetonový objekt polyfunkčního domu navrhnete nosnou konstrukci.

Provedte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části: část stropní konstrukce, vybrané sloupy a konstrukci schodiště v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně 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. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P2. Výkresy tvaru a 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 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. Pavel Šulák, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá statickým řešením nosných konstrukcí polyfunkčního domu. Konstrukce je navržena a posouzena na mezní stav únosnosti v souladu s ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

KLÍČOVÁ SLOVA

Lokálně podepřená stropní deska, železobeton, výztuž, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti.

ABSTRACT

The diploma thesis deals with structural solution of the reinforced structures of the polyfunctional building. The structure is designed and assessed for for ultimate limit state in accordance with ČSN EN 1992-1-1: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.

KEYWORDS

Locally supported slab, reinforced concrete, armature, ultimate limit state, serviceability limit state.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Martin Pohl *Železobetonová konstrukce polyfunkčního domu*. Brno, 2019. 17 s., 311 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Železobetonová konstrukce polyfunkčního domu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11. 1. 2019

Bc. Martin Pohl
autor práce

**PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ
PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Železobetonová konstrukce polyfunkčního domu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 11. 1. 2019

Bc. Martin Pohl
autor práce

Poděkování:

Tímto chci poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D. za trpělivost a čas, který mi věnoval při konzultacích, za ochotu zodpovídat mé veškeré dotazy a za poskytnutí mnoha odborných rad a praktických zkušeností. Dále bych chtěl poděkovat své přítelkyni a rodině za podporu během studia a při tvorbě závěrečné práce.



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

TEXTOVÁ ČÁST

**ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE
POLYFUNKČNÍHO DOMU**

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF A MULTIFUNCTION BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Pohl

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2019

Obsah

1 ÚVOD.....	2
2 POPIS OBJEKTU.....	2
3 POPIS KONSTRUKCE	2
3.1 Svislé konstrukce.....	2
3.2 Vodorovné konstrukce	3
4 POPIS ŘEŠENÝCH ČÁSTÍ.....	3
4.1 Stropní konstrukce nad 1. PP	3
4.2 Stropní deska nad 1. NP	3
4.3 Schodiště	3
4.4 Sloupy.....	3
5 POUŽITÉ MATERIÁLY	4
6 ZATÍŽENÍ.....	5
7 KOMBINACE ZATÍŽENÍ.....	5
8 DIMENZOVÁNÍ KONSTRUKCE.....	5
9 PODMÍNKY PROVÁDĚNÍ.....	5
10 ZÁVĚR.....	6
11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:.....	7
12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:.....	8
13 SEZNAM PŘÍLOH:	9

1 ÚVOD

Cílem diplomové práce je návrh a posouzení nosné konstrukce čtyřpodlažního polyfunkčního domu s obdélníkovým půdorysem dle I. a II. MS. V rámci diplomové práce jsou posuzované pouze vybrané prvky a konkrétně se jedná o návrh lokálně stropní desky nad 1.NP a nad 1.PP. Dále byly posouzeny vnitřní sloupy v 1. PP a 1. NP a jeden krajní sloup v 1. NP. Dále bylo navrženo schodiště. Zadaná konstrukce je umístěna v Otrokovicích. Objekt je navržen jako samostatně stojící budova. Půdorysné rozměry objektu včetně obvodového pláště jsou 24,5 x 13,1 m.

2 POPIS OBJEKTU

Posuzovaný objekt má jedno podzemní a tři nadzemní podlaží. V podzemním podlaží je umístěna posilovna a technické zázemí budovy. V 1.NP budou zřízeny obchody a ve 2.NP a 3.NP budou zbudovány kancelářské prostory. Půdorysné rozměry nosné konstrukce objektu jsou 24,3 x 12,9 m. Výška objektu je nad terénem je 12,9 m. Konstrukční výška nadzemních podlaží je 3,8 m, KV podzemního podlaží je 3,925m. Objekt ke uvažován jako jeden dilatační celek. Obvodový plášť budovy je tvořen zdícím systémem Ytong tl. 300 mm a kontaktním zateplením tl. 100mm. Střecha je zhotovena jako plochá jednoplášťová. Založení se předpokládá na základové desce tl. 600 mm.

3 POPIS KONSTRUKCE

3.1 SVISLÉ KONSTRUKCE

Stropní deska nad podzemním podlažím je podepřena po obvodu železobetonovými stěnami tloušťky 300 mm, vnitřními železobetonovými stěnami tl. 250 mm a železobetonovým sloupem o rozměrech 400 x 400 mm. Svislé nosné konstrukce jsou v nadzemních podlažích tvořeny obvodovými železobetonovými sloupy 300 x 300 mm s osovou vzdáleností ve směru X 6,0 m a ve směru Y 6,3 m, vnitřním železobetonovým sloupem 400 x 400 mm a vnitřními železobetonovými stěnami tl. 250 mm. Konstrukční výška nadzemních podlaží je 3,8 m, KV podzemního podlaží je 3,925m. Objekt ke uvažován jako jeden dilatační celek. Obvodový plášť budovy je tvořen zdícím systémem Ytong tl. 300 mm a kontaktním zateplením tl. 100mm. Střecha je zhotovena jako plochá jednoplášťová.

3.2 VODOROVNÉ KONSTRUKCE

Stropní desky jsou monolitické a mají ve všech podlažích konstantní tl. 250 mm.

4 POPIS ŘEŠENÝCH ČÁSTÍ

4.1 STROPNÍ KONSTRUKCE NAD 1. PP

Stropní konstrukce je tvořena monolitickou deskou tl. 250 mm podepřenou po obvodu železobetonovými stěnami tloušťky 300 mm, vnitřními železobetonovými stěnami tl. 250 mm a železobetonovým sloupem o rozměrech 400 x 400 mm. Deska je řešena jako křížem vyztužená deska a proti protlačení jsou použity systémové prvky Schöck Bole. V desce je umístěna i výztuž proti řetězovému zřícení.

4.2 STROPNÍ DESKA NAD 1. NP

Stropní konstrukce je tvořena monolitickou deskou tl. 250 mm. Podepření je tvořeno obvodovými železobetonovými sloupy 300 x 300 mm s osovou vzdáleností ve směru X 6,0 m a ve směru Y 6,3 m, vnitřním železobetonovým sloupem 400 x 400 mm a vnitřními železobetonovými stěnami tl. 250 mm. Deska je řešena jako křížem vyztužená deska a proti protlačení jsou použity systémové prvky Schöck Bole. V desce je umístěna i výztuž proti řetězovému zřícení.

4.3 SCHODIŠTĚ

Je řešeno schodiště spojující 1. NP a 2. NP. Jedná se o třiramenné monolitické schodiště. Tloušťka schodišťové desky je 200 mm. Výška stupně je 165,2 mm a šířka stupně 300 mm. Schodiště je vyztuženo ohybovou výztuží a pro uložení schodiště a přerušení přenosu kročejového hluku jsou použity prvky Schöck Tronsole. Se stropními deskami je schodiště spojeno pomocí prvků Schöck Tronsole typ T. Ke svislým monolitickým stěnám je schodiště napojeno pomocí prvků Schöck Tronsole typ Z. Mezi konstrukci schodiště a přiléhající monolitické stěny je vložena akustická deska Schöck Tronsole typ L.

4.4 SLOUPY

Sloupy jsou monolitické železobetonové s konstantním průřezem po celé výšce objektu. Půdorysné rozměry sloupů vnitřních sloupů jsou 400 x 400 mm a půdorysné rozměry obvodových sloupů jsou 300 x 300 mm. V rámci diplomové práce je navržen sloup S2D v 1. PP a 1. NP a krajní sloup S2E v 1. NP.

5 POUŽITÉ MATERIÁLY

BETON C 35/45, XC1

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 35,0 \text{ MPa}$
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = 23,33 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu	$\gamma_c = 1,5$
Charakteristická pevnost betonu v tahu (5% kvantil)	$f_{ctk;0,05} = 2,2 \text{ MPa}$
Charakteristická pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$
Mezní poměrné přetvoření betonu	$\varepsilon_{cu3} = 3,5\%$

BETON C 30/37 XC1

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = 20,0 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu	$\gamma_c = 1,5$
Charakteristická pevnost betonu v tahu (5% kvantil)	$f_{ctk;0,05} = 2,0 \text{ MPa}$
Charakteristická pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$
Mezní poměrné přetvoření betonu	$\varepsilon_{cu3} = 3,5\%$

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B 500B

Charakteristická mez kluzu oceli	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Návrhová mez kluzu oceli betonu v tlaku	$f_{cd} = 434,78 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu	$\gamma_c = 1,15$
Modul pružnosti oceli	$E_s = 200 \text{ GPa}$

Pro uložení výztuže budou použity plastové distanční lišty a pro uložení horní vrstvy výztuže budou použity UTH lišty. Výztuž na protlačení je realizována smykovými trny Schöck Bole. Uložení schodiště je provedeno pomocí prvků Schöck Tronsole. Při používání typových prvků je vždy třeba řídit se předpisy výrobce.

6 ZATÍŽENÍ

Jednotlivé typy zatížení a zatěžovací stavy jsou uvedeny v příloze P2 – statický výpočet.

Z hlediska klimatických oblastí je pro zatížení sněhem uvažována sněhová oblast kategorie III a pro zatížení větrem se oblast zařazuje do větrové oblasti kategorie II.

7 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace MSÚ (STR) podle ČSN EN 1990

Kombinační rovnice:

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

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

kde " + " značí kombinovaný s.

Kombinace MSP (STR) podle ČSN EN 1990

Kombinační rovnice:

$$(6.14b): \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} - \text{charakteristická}$$

$$(6.15b): \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} - \text{častá}$$

$$(6.16b): \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} - \text{kvazistálá}$$

8 DIMENZOVÁNÍ KONSTRUKCE

Konstrukce je navržena a posouzena dle ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1 – 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby viz. příloha P2 – Statický výpočet.

9 PODMÍNKY PROVÁDĚNÍ

Pro realizaci betonáže bude použito systémové bednění. Výztuž bude uložena dle výkresové dokumentace. Při betonáži se bude betonovat po jednotlivých vodorovných vrstvách a tyto vrstvy budou náležitě hutněny. Nejvyšší přípustná výška ukládání betonové směsi je 1,5 m. Pracovní spáry jsou uvažovány na základové desce a poté vždy v místě napojení svislých konstrukcí nad a pod stropní deskou. Betonáž bude provedena za příznivých klimatických podmínek, kdy teplota nesmí klesnout pod 5° C. V takovém případě musí dodavatel stavby provést náležitá opatření pro zajištění

správného tuhnutí a tvrdnutí betonu. V době tuhnutí a počátku tvrdnutí betonu bude prováděno ošetřování betonu.

10 ZÁVĚR

Tématem diplomové práce bylo navrhnout vybrané nosné prvky čtyřpodlažního polyfunkčního objektu. Vnitřní síly byly zjištěny na výpočtovém 3D modelu vytvořeném v programu SCIA Engineer. Výsledkem je vypracovaný statický výpočet a výkresová dokumentace tvarů a výkresů výztuží navržených prvků.

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:

- [1] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2003
- [2] 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
- [3] 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
- [4] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, 2007
- [5] 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
- [6] ČSN 73 1201. *Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010
- [7] PROCHÁZKA, Jaroslav a ŠMEJKAL Jiří. *Protlačení z pohledu ČSN EN 1992-1-1 a předpisů pro patentovanou smykovou výztuž*, Beton TKS. 2014, roč. 14, č. 5, s. 60-67 [online]. [cit. 16.12.2018]. Dostupné z: http://www.betontks.cz/sites/default/files/2014-5-60_0.pdf
- [8] BAŽANT, Zdeněk. *Betonové konstrukce I. Modul CS3, [BL05-CS3]: Betonové konstrukce plošné - část 1*. Brno: Vysoké učení technické, 2005
- [9] BAŽANT, Zdeněk. *Betonové konstrukce I. Modul CS4, [BL05-CS4]: Betonové konstrukce plošné - část 2*. Brno: Vysoké učení technické, 2004
- [10] PROCHÁZKA, J., P. Štěpánek, A. Kohoutková, J. Krátký a J. Vašková. *Navrhování betonových konstrukcí I*, Praha: Česká betonářská společnost ČSSI a ČBS Servis, s.r.o., 2005
- [11] ZICH, Miloš a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů*, Praha: Dashöfer, 2010, 145 s. ISBN 978-80-86897-38-7.

12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:

g_k	- charakteristická hodnota stálého zatížení
q_k	- charakteristická hodnota užitečného zatížení
g_d	- nahodilá hodnota stálého zatížení
q_d	- nahodilá hodnota užitečného zatížení
h_s	- tloušťka desky
l	- osové rozpětí
V_{ed}	- posouvající síla
f_{yk}	- charakteristická hodnota meze kluzu
f_{yd}	- návrhová hodnota meze kluzu
$f_{ywd,eff}$	- návrhová hodnota meze kluzu smykové výztuže
f_{ck}	- charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku
f_{cd}	- návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
f_{ctm}	- střední hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
ε_{cu}	- mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku
ε_s	- poměrné přetvoření betonářské výztuže
E	- modul pružnosti daného materiálu
k	- ohybová tuhost prvku
c_{nom}	- krytí výztuže vrstvou betonu
A_{st}	- plocha navržené betonářské výztuže
$A_{st,min}$	- minimální možná plocha betonářské výztuže
$A_{st,max}$	- maximální možná plocha betonářské výztuže
$A_{st,req}$	- nutná plocha betonářské výztuže
b	- šířka průřezu
d	- účinná výška průřezu
x	- poloha neutrální osy
z	- rameno vnitřních sil
M_{rd}	- moment na mezi únosnosti
v_{Ed}	- maximální smykové napětí
$v_{Ed,0}$	- omezení smykové odolnosti těsně kolem sloupu
$v_{Rd,c}$	- smyková únosnost prvku bez smykové výztuže
$v_{Rd,cs}$	- smyková únosnost prvku se smykovou výztuží
ρ	- stupeň vyztužení
γ_c	- dílčí součinitel betonu dle EN 1992-1-1
γ_s	- dílčí součinitel betonářské výztuže dle EN 1992-1-1

13 SEZNAM PŘÍLOH:

P1 Použité podklady

P2 Statický výpočet

P2.1 Výstupy z programu SCIA

P2.2 Výstupy z programu Schöck Bole

P3 Výkresová dokumentace

1. Výkres tvaru desky nad 1.PP – Deska D1
2. Výkres tvaru desky nad 1.NP – Deska D2
3. Výkres výztuže u dolního okraje desky nad 1.PP
4. Výkres výztuže u horního okraje desky nad 1.PP
5. Výkres výztuže u dolního okraje desky nad 1.NP
6. Výkres výztuže u horního okraje desky nad 1.NP
7. Výkres výztuže na řetězové zřícení desky nad 1.NP
8. Výkres výztuže schodiště
9. Výkres výztuže sloupu S4 v 1.NP
10. Výkres výztuže sloupu S1 v 1.PP
11. Výkres výztuže krajního sloupu S3 v 1. NP