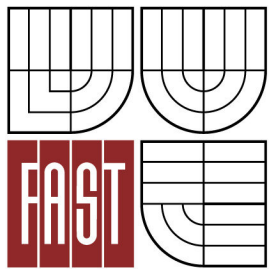




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Faculty Of Civil Engineering
Institute of Concrete and Masonry Structures

ŽELEZOBETONOVÁ SKELETOVÁ KONSTRUKCE PATROVÉ BUDOVY

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF A MULTIFUNCTION BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ MENGLER

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Tomáš Mengler

Název Železobetonová skeletová konstrukce patrové budovy

Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2013

Datum odevzdání bakalářské práce 30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

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

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

Podklady a literatura

Platné předpisy a normy (včetně změn a doplňků) zejména:

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 19901 -1 až 4 Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí

Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím bakalářské práce.

Zásady pro vypracování

V rámci bakalářské práce bude navržena železobetonová monolitická stropní konstrukce typického podlaží. Pro analýzu nosné konstrukce bude použit výpočetní program MKP. Výsledky budou ověřeny zjednodušenou ruční metodou. Posouzení prvků proveďte podle mezního stavu únosnosti. Kromě statické analýzy bude vypracována i výkresová dokumentace v odpovídající kvalitě a rozsahu bakalářské práci.

Předepsané výstupy:

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

Přílohy textové části

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

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

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

Předepsané přílohy

.....
Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce „Železobetonová skeletová konstrukce patrové budovy“ se věnuje návrhu konstrukce obchodního domu. Cílem návrhu je posouzení konstrukce na 1.mezní stav únosnosti železobetonové stropní desky nad 1.NP. Analýza desky je provedena pomocí výpočtového programu na principu metody MKP, byl zvolen program Scia Engineer 2012. Metodou součtových momentů jsou ověřeny hodnoty vnitřních sil. Dále je deska dimenzována na protlačení. Poslední součástí statického výpočtu je návrh a dimenzování železobetonového sloupu a základové patky. Práce je doplněna výkresovou dokumentací.

Klíčová slova

skeletová konstrukce, lokálně podepřená stropní deska, metoda součtových momentů, vnitřní síly, dimenzování výztuže, sloup, základová patka, výkresová dokumentace

Abstract

The bachelor's thesis „Reinforce concrete structure of multifunction building“ is deal with design of a department store construction. The aim is evaluate the ultimate limit state of reinforced concrete slab over the first floor. The analysis of the locally supported slab is performed by software on principle MKP, was choosen Scia Engineer 2012 software. The method of the sum of the moments is verify values of internal forces. In addition, the slab is assesed for pushing through. The last part of static calculation is assessment of a reinforced concrete pillar and a foundation block. The work is accompanied by drawings

Keywords

skeleton construction, locally supported reinforced slab, method of summation moments, internal forces, reinforcement dimensioning, pillar, foundation block, drawing documentation

Bibliografická citace VŠKP

Tomáš Mengler *Železobetonová skeletová konstrukce patrové budovy*. Brno, 2014. 11 s., 105 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22.5.2014

.....
podpis autora
Tomáš Mengler

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval mému vedoucímu Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D. za jeho pomoc při řešení problémů při návrhu a jeho dobře míněné rady a připomínky, které mi usnadnily mou práci. Dále bych rád poděkoval všem svým kolegům studentům, kteří se se mnou podělili o své znalosti. A v neposlední řadě děkuji svým rodičům za podporu při studiu

Obsah

1. Úvod.....	2
2. Popis objektu a širších vztahů.....	3
2.1 Popis objektu.....	3
2.2 Popis okolí.....	3
3. Popis konstrukce.....	4
3.1 Skeletová nosná konstrukce.....	4
3.2 Použité materiály.....	4
4. Zatížení.....	5
4.2 Kombinace.....	5
4.3 Vnitřní síly.....	6
4.4 Porovnání výsledků vnitřních sil.....	6
5. Realizace stavby.....	7
5.1 Bednění.....	7
5.2 Betonáž.....	7
5.3 Odbednění.....	7
6. Závěr.....	8
7. Seznam příloh.....	9
8. Seznam použitých zkratk.....	10
9. Seznam příloh.....	11

1. Úvod

Bakalářská práce „Železobetonová skeletová konstrukce patrové budovy“ zpracovává návrh a statické řešení nosné konstrukce obchodního domu. Tento objekt je situován v Brně a měl by sloužit jako dilatovaný díl velkého odchodního centra. Půdorysné rozměry jsou 34,5 x 32,4 m a výška objektu je 13,88m. Obchodní dům je navržen jako 3 podlažní. Jednotlivé výškové úrovně jsou spojeny pomocí eskalátorů. Všechna podlaží budou využita jako obchodní prostory. Cílem práce je analýza, návrh a posouzení deskového, železobetonového stropu, který je lokálně podepřen sloupy. K těmto účelům byl zvolen výpočetní program Scia Engineer, který funguje na principu MKP. Výsledky jsou ověřeny pomocí metody součtových momentů a metodou náhradních rámců. V práci je zpracován statický výpočet vnitřních sil, návrh výztuže a její posouzení na Mezní stav únosnosti, posouzení problematiky protlačení sloupů a její vhodné řešení pomocí návrhu výztuže, zabezpečení konstrukce proti řetězovému zřícení, návrh sloupu a základové patky. Kromě statického výpočtu je výsledkem práce i výkresová dokumentace.

2. Popis objektu a širších vztahů.

2.1 Popis objektu

Konstrukční systém obchodního domu je nosný skelet o pěti podélných a pěti příčných traktech. Objekt je navrhován jako třípatrový, není podsklepený a střecha objektu bude jednovrstvá plochá. Půdorysné rozměry stavby jsou 34,5 x 32,4m a výška objektu je 13,38m. Obvodový plášť objektu je řešen jako částečně samonosný. Objekt je ztužen pomocí ztužujících stěn, které slouží i jako výtahové šachty. Do budovy lze vstoupit dvěma vstupy v přízemí a dvěma v patře. K vertikální komunikaci slouží pohyblivé eskalátory OTIS 506 NCE a výtahy, které nebyly přesněji specifikovány. K budově bude připojeno nouzové, samonosné, ocelové schodiště.

2.2 Popis okolí

Konstrukce se nachází v extravilánu města Brna, kraj Jihomoravský. Je situován nedaleko dálničního sjezdu. K budově jsou připojeny další obchodní domy a svou propojeností tvoří fungující nákupní centrum. V okolí není stávající zástavba a popisovaná oblast by se dala popsat jako louka, popřípadě pole. Na místě byl proveden hydrogeologický a geofyzikální průzkum, na jehož základě byla stanovena zemina v podloží jako S2 SP – písek špatně zrněný $\varphi_d=35^\circ$; $R_{dt}=500\text{kPa}$. Hladina podzemní vody byla nalezena v hloubce 3,8m pod povrchem.

3. Popis konstrukce

3.1 Skeletová nosná konstrukce

Hlavní nosnou konstrukcí budovy je železobetonový skelet, skládající se ze dvou stropních desek a střešní desky, základových konstrukcí a ztužujících stěn. Stropní desky mají výšku $h=0.260\text{m}$. Desky jsou lokálně podpírány sloupy a konstrukce je řešena jako železobetonová, monolitická, křížem vyztužená deska. Osová vzdálenost sloupů je $6,5 \times 6\text{m}$. Konstrukci tvoří 5 podélných a 5 příčných traktů. Veškeré zatížení je převáděno sloupy do základových patek o rozměrech $2,6 \times 2,6\text{m}$ a výšce $0,7\text{m}$. Ztužení objektu je řešeno pomocí ztužujících stěn.

3.2 Použité materiály

Pro výpočet a návrh konstrukce je stanovena životnost 50let. Stropní desky budou vyhotoveny z betonu C25/30, sloupy a základové patky z betonu C30/37 a oceli B500B. Stupeň prostředí pro desky a sloupy je XC1 a pro základové patky XC2.

Beton C20/25

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

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{25}{1,5} = \underline{16,667\text{MPa}}$$

$$f_{ctm} = 2,6\text{MPa}$$

$$f_{ctk0,05} = 1,8\text{MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{1,8}{1,5} = \underline{1,2\text{MPa}}$$

$$E_{cm} = 31\text{GPa}$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5\text{‰}$$

Ocel B500B

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

$$f_{cd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = \underline{434,783\text{MPa}}$$

$$E_s = 200\text{GPa}$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,783}{200 \cdot 10^3} = \underline{2,174\text{‰}}$$

Beton C30/37

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

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{30}{1,5} = \underline{20,000\text{MPa}}$$

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

$$f_{ctk0,05} = 2,0\text{MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{2,0}{1,5} = \underline{1,333\text{MPa}}$$

$$E_{cm} = 32\text{GPa}$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5\text{‰}$$

4. Zatížení

Zatížení je rozděleno do jednotlivých zatěžovacích stavů. Zatížení od větru je zahrnuto do návrhu sloupu, který bude přenášet zatížení větrem na střešní desku. Podrobný výpočet zatížení a jejich pozice a povahy je uveden v příloze P2) Statický výpočet.

Zatěžovací stavy v návrhových hodnotách

Zatížení stálé

LC1 Střešní konstrukce **10,970kN/m²**
LC2 Stropní konstrukce **12,806kN/m²**

LC3 Sloup **5,705kN/m**

LC4 Základová patka **26,865kN/m²**

Zatížení proměnné

LC5 Užitné plné **7,500kN/m²**

LC6 Užitné šach 1 **7,500kN/m²; 0kN/m²**

LC7 Užitné šach 2 **0kN/m²; 7,500kN/m²**

LC8 Užitné šach 1 pruhy **7,500kN/m²; 0kN/m²**

LC9 Užitné šach 2 pruhy **0kN/m²; 7,500kN/m²**

LC10 Sníh **1,200kN/m²**

LC11 Vítr **tlak 19,085kN/m²; sání sání -1,910kN/m²**

4.2 Kombinace

Kombinace vnitřních sil je provedena dle rovnice 6.10 ČSN EN 1990

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kategorie D: obchodní plochy $\psi_0=0,7$

Zatížení sněhem $\psi_0=0,5$

Zatížení větrem $\psi_0=0,6$

4.3 Vnitřní síly

Výpočet vnitřních sil byl proveden pomocí metody konečných prvků ve výpočetním programu Scia Engineer 2012. Výsledné hodnoty jsou zobrazeny v příloze P2). Tyto momentové extrémny neodpovídají skutečnému chování konstrukce.

4.4 Porovnání výsledků vnitřních sil

Hodnoty vnitřních sil generované výpočtovým programem se liší zhruba o 30% oproti ručnímu výpočtu pomocí metody součtových momentů a náhradních rámců. Tyto nepřesnosti mohou být způsobeny nesplněním podmínky 3 spojitých polí ve směru Y, v případě ručního řešení. Pokud jde o výpočet softwarem mohou nepřesnosti vznikat při průměrování momentů. Přesnější hodnoty bychom získali pomocí průměrování přes integrační pásy a nebo odečtením momentové plochy nad podporou a integrací zbylé momentové plochy.

5. Realizace stavby

5.1 Bednění

Bednění bude použito systémové trémové. Je nutné bednění řádně zajistit a provést, tak aby bylo dostatečně tuhé, těsné a únosné a vzniklo nutné podepření budoucího nosného systému.

5.2 Betonáž

Betonáž bude rozdělena na několik etap. Důležité je připravit správné stykování výztuže v místech pracovních spár, zkontrolovat správnou polohu a spoje výztuže. Beton bude na stavbu dopravován pomocí autodomíchávačů a poté pomocí čerpadel dopravován na určenou polohu. Betonáž je nutné provádět za příznivých povětrnostních podmínek. Po betonáži je nutné beton kropit a zajistit správnou hydrataci směsi. Betonáž stropních desek bude zhotovena šachovnicově z důvodu eliminace smršťování.

5.3 Odbednění

Odbednění provádíme až po dosažení potřebné pevnosti betonu. Při odbedňování konstrukce klademe důraz na bezpečnost a neprovádíme žádné práce pod danou konstrukcí. Při odbednění konstrukci očistíme a náležitě připravíme pracovní spáru pro další postup výstavby.

6. Závěr

Ve statickém výpočtu byla navržena a nadimenzována stropní deska nad 1.NP. Výztuž při dolním povrchu je rozložena po celé ploše desky rovnoměrně. V oblasti osového zatížení od eskalátoru je doplněna o další výztuž. Horní povrchy desky je rozdělen na oblasti nad a mezi sloupy, kde je v nadsloupových oblastech výztuž doplněna o další pruty, tak aby nebylo nutné v celé ploše použít stejnou výztuž a docházelo tak k předimenzování mezisloupových oblastí. Deska je dále vyztužena proti řetězovému zřícení a proti protlačení. Pro větší komplexnost je v uzlu N68 navržen a posouzen železobetonový sloup se základovou patkou. Pro dimenzované prvky je zhotovena výkresová dokumentace.

7. Seznam příloh

- [1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí
- [3] ČSN EN 1992: Navrhování betonových konstrukcí
- [4] ČÍRTEK, Ladislav a ZICH Miloš. *Betonové konstrukce I*. Brno: Vysoké učení technické v Brně 2005
- [5] *Plošné betonové konstrukce*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 1998. ISBN 80-214-097-4
- [6] PROCÁZKA J., ŠMEJKAL J., VÍTEK J., VAŠKOVÁ J. *Navrhování betonových konstrukcí – Příručka k ČSN EN 1992-1 a ČSN EN 1992-1-2*. Informační centrum ČKAIT, 2010. ISBN 978-80-87438-03-9
- [7] *Tabulky: stavební konstrukce*. Hradec Králové: Střední průmyslová škola stavební, 2010:
- [8] ZICH Miloš. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódu*. Praha: Verlag Dashöfer, 2010. ISBN 978-80-86897-38-7

Použitý software

- [1] AutoCAD 2011
- [2] Microsoft Excel 2010
- [3] Microsoft Word 2010
- [4] Scia Engineer 2012.0

8. Seznam použitých zkratk

φ_d	<i>Výpočtová hodnota úhlu vnitřního tření</i>
R_{dt}	<i>Výpočtová únosnost zemin</i>
f_{ck}	<i>Charakteristická pevnost betonu v tlaku</i>
f_{cd}	<i>Návrhová pevnost betonu v tlaku</i>
f_{ctm}	<i>Střední hodnota pevnosti betonu v tahu</i>
$f_{ctk 0,05}$	<i>Dolní kvantil pevnosti betonu v tahu</i>
f_{ctd}	<i>Dolní kvantil pevnosti betonu v tahu</i>
E_{cm}	<i>Modul pružnosti betonu</i>
ϵ_{cu3}	<i>Mezní přetvoření betonu</i>
f_{yk}	<i>Charakteristická pevnost oceli</i>
f_{yd}	<i>Návrhová pevnost oceli</i>
E_s	<i>Modul pružnosti oceli</i>
ϵ_{yd}	<i>Mezní přetvoření oceli</i>
α_{cc}	<i>Součinitel zohledňující dlouhodobé účinky zatížení</i>
γ_c	<i>Součinitel materiálu pro beton</i>
γ_s	<i>Součinitel materiálu pro ocel</i>
G_k	<i>Charakteristická hodnota stálého zatížení</i>
Q_k	<i>Charakteristická hodnota proměnného zatížení</i>
γ_f	<i>Součinitel zatížení</i>
Ψ_0	<i>Kombinační součinitel pro hodnotu proměnného zatížení</i>

9. Seznam příloh

- P1) Použité podklady
- P2) Statický výpočet
- P3) Výkresová dokumentace