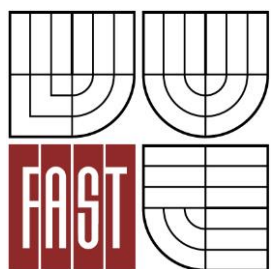




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH
KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

POLYFUNKČNÍ DŮM V BRNĚ

MULTIFUNCTIONAL BUILDING IN BRNO

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ ČERNOTA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ROSTISLAV JENEŠ

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 Černota
Název	Polyfunkční dům v Brně
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Rostislav Jeneš
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 ČSN.

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 BP.

Stavební podklady.

Zásady pro vypracování

Vypracování stavebního a konstrukčního návrhu části železobetonové monolitické stavby vícepodlažní budovy polyfunkčního domu v Brně. Stropní konstrukci typického podlaží objektu navrhnete jako lokálně podepřenou desku po obvodě uloženou na ztužujících stěnách nebo železobetonových nosnících. Výpočet vnitřních sil stropní desky ověřte některou ze zjednodušených výpočetních metod.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1) Použité podklady

P2) Podrobný statický výpočet některých konstrukčních prvků

P3) Výkres tvaru

P4) Výkresy výztuže počítaných prvků

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. Rostislav Jeneš
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na návrh monolitické železobetonové lokálně podepřené stropní desky, nad prvním nadzemním podlažím polyfunkčního domu v Brně. Výpočet vnitřních sil je proveden v programu Scia Engineer a výsledky jsou zkontrolovány zjednodušenou metodou.

Klíčová slova

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

Abstract

This bachelor project is focused on design of locally supported monolithic reinforced concrete slab over the first floor of a multi-functional building in Brno. Calculation of internal forces is made by computer program called Scia Engineer and the results are checked by simple method.

Keywords

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

Bibliografická citace VŠKP

Tomáš Černota *Polyfunkční dům v Brně*. Brno, 2014. 13 s., 116 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Rostislav Jeneš.

Prohlášení:

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

V Brně dne 30.5.2014

.....
podpis autora
Tomáš Černota

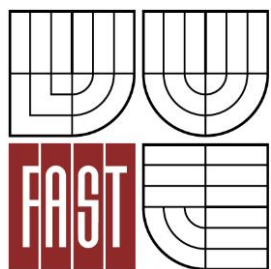
Poděkování:

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

Děkuji.



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

TECHNICKÁ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ ČERNOTA

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ROSTISLAV JENEŠ

BRNO 2014

Obsah

1. Úvod.....	3
2. Popis objektu.....	4
3. Nosná konstrukce budovy.....	4
3.1. Materiál	4
3.2. Základové konstrukce	5
3.3. Svislé konstrukce	5
3.4. Vodorovné konstrukce	5
3.5. Konstrukce schodiště	5
4. Řešená část.....	5
4.1. Návrh tloušťky desky.....	6
4.2. Zatížení	6
4.3. Kombinace zatížení.....	6
4.4. Ověření výsledků	7
4.5. Návrh výztuže	7
4.5. Okrajový ztužující nosník.....	8
5. Podmínky provádění	8
5.1. Bednění stropní desky.....	8
5.2. Betonáž	8
5.3. Výztuž	8
5.4. Bezpečnost práce	8
6. Závěr	9
Seznam použitých zdrojů.....	10
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	11
Seznam příloh	13

1. Úvod

Popis konstrukce.

Předmětem bakalářské práce je vypracování návrhu železobetonové lokálně podepřené stropní desky polyfunkčního domu mezi prvním a druhým nadzemním podlažím. Budova má šest nadzemních podlaží a jedno podzemní podlaží.

Konstrukce stropu bude provedena jako monolitická železobetonová konstrukce o konstantní tloušťce 260 mm podepřená na sloupech a ztužujících stěnách, které jsou navrženy jako čtvercové o rozměru strany 450 mm.

Konstrukční výška budovy je 3500 mm.

Tuhost konstrukce je zajištěna pomocí ztužujících stěn, jejichž účelem je mimo to také komunikační spojení jednotlivých pater a to pomocí výtahu a schodiště.

2. Popis objektu

Objekt bude sloužit k provozu kanceláří či prodejen, které budou umístěny v jednotlivých nadzemních podlažích.

Komunikační propojení jednotlivých pater bude provedeno pomocí výtahu a schodiště, které budou umístěny ve ztužujících jádrech.

Podzemní podlaží je určeno pro umístění technických strojoven (vzduchotechnika, rozvod elektrické energie, výměník, vytápění).

Jednotlivé instalace se rozvádí do objektu instalační šachtou umístěnou vedle schodišťového prostoru. V podzemním podlaží budou také situovány prostory pro skladování.

Opláštění budovy:

Je provedeno cihelným zdivem Porotherm 24, které je z vnější strany opatřeno tepelnou izolací o tloušťce 150 mm.

V některých částech budovy je opláštění řešeno izolačním trojsklem.

Příčky:

Jsou vyzděny z cihelného zdiva Porotherm 11,5.

3. Nosná konstrukce budovy

3.1. Materiál

Hlavní nosná konstrukce bude provedena z těchto materiálů:

Beton C25/30

Charakteristiky materiálu:

Výpočtová pevnost betonu:

$$f_{cd} = a_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{25}{1,5} = 16,66 \text{ MPa}$$

Pevnost v tahu:

$$\begin{aligned} f_{ctm} &= 2,6 \text{ MPa} \\ f_{ctk;0,05} &= 1,8 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Přetvoření betonu:

$$\varepsilon_{cu3} = 3,50\text{‰}$$

Betonářská ocel B500B

Charakteristiky materiálu:

Výpočtová pevnost oceli:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti oceli:

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

3.2. Základové konstrukce

Přenos účinků zatížení do podloží stavby probíhá pomocí základových pasů, patek a vrtaných pilot.

Piloty byly navrženy z důvodu přenesení zatížení do zemního tělesa, které nevykazuje potřebné únosné vlastnosti.

3.3. Svislé konstrukce

Hlavním nosným systémem ve svislém směru jsou monoliticky provedeny sloupy o rozměrech 450 x 450 mm, které přenáší účinky zatížení působící ze stropních konstrukcí a ztužujících trámů do základové konstrukce.

Prostorová tuhost budovy je zajištěna pomocí ztužujících stěn o tloušťce 250 mm, které působí jednak jako liniové podepření stropní desky, ale hlavně zajišťují tuhost konstrukce ve vodorovném směru, tedy přenáší vodorovné účinky sil, které na konstrukci působí.

Svislé nosné konstrukce probíhají nepřerušeně přes celou výšku objektu.

3.4. Vodorovné konstrukce

Nosnou konstrukcí ve vodorovném směru je monolitická stropní deska, která je spojitá po celé úrovni podlaží. Přenáší účinky zatížení do svislých nosných konstrukcí.

Je navržena ve všech úrovních podlaží včetně střešní konstrukce, která je řešena jako plochá střecha.

Po obvodě je opatřena železobetonovým ztužujícím trámem o rozměrech 250 x 500 mm.

Spojení styků desky se sloupem a ztužující stěnou je řešeno jako tuhé.

3.5. Konstrukce schodiště

Je řešeno jako 2 x zalomená deska bez podestových nosníků a je umístěna ve ztužujícím jádře.

4. Řešená část

Řešenou částí výpočtu je stropní deska nad prvním nadzemním podlažím a jedná se spojitou plošnou konstrukci podepřenou lokálními podporami a po obvodě opatřenou ztužujícími nosníky. Třída prostředí XC3.

4.1. Návrh tloušťky desky

Tloušťka stropní konstrukce byla vypočítána s ohledem na mezní stav použitelnosti dle ČSN 731204, kdy podle daného výpočtu nebylo třeba mezní stav použitelnosti prokazovat výpočtem. Tloušťka desky byla tímto výpočtem stanovena na 260 mm.

S ohledem ukončení platnosti této normy byl proveden výpočet pro upuštění výpočtu od průhybu dle platné normy ČSN 1992-1-1.

Výpočtem bylo prokázáno, že lze od výpočtu upustit.

4.2. Zatížení

Stálá zatížení působícím na stropní desku jsou:

-vlastní tíha konstrukce (6,50 kN/m²-plošná hmotnost stropní desky)

-skladba podlahy (2,412 kN/m²)

(pro zjednodušení byla na celou stropní konstrukci aplikována podlaha, která vykazovala největší plošnou hmotnost)

-zatížení příčkami (5 kN/m)

-zatížení obvodovým pláštěm budovy (zdivo 8,439 kN/m² , trojsklo 1,50 kN/m²)

- reakce schodiště (18,60 kN/m)

Nahodilé zatížení:

-užitné zatížení

(první nadzemní podlaží bude určeno k provozu kanceláří, bylo tedy použito normové zatížení o hodnotě 3,00 kN/m², toto zatížení bylo aplikováno na stropní konstrukci ve více zatěžovacích stavech, ve kterých se poloha zatížení mění tak, aby došlo k vyvození maximálního možného účinku vnitřních sil při horním i spodním povrchu konstrukce)

-reakce schodiště ($R_{a,qk}=7,95$ kN/m)

-zatížení sněhem (II. sněhová oblast 1,0 kN/m²) - pro předběžný návrh sloupu

4.3. Kombinace zatížení

Celkem bylo vytvořeno 13 zatěžovacích stavů, které byly kombinovány dle rovnic:

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

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

Byly uvažovány tyto kombinační součinitele:

γ_G 1,35

ξ_j 0,85

γ_Q 1,5

ψ_0 0,7 - Kategorie B: kancelářské plochy

Dle výsledků bylo určeno, že větší účinky vnitřních sil vyvodí kombinace vypočítána dle rovnice 6.10a

4.4. Ověření výsledků

Výsledky vypočítané na základě metody konečných prvků v softwaru Scia Enginner byly ověřeny zjednodušenou výpočetní metodou a to metodou náhradních rámu.

Rám byl zvolen ve směru osy x ve sloupovém pruhu osnovy B.

Rozměry prvků rámu:

-příčel je tvořena pruhem desky tloušťky 260 mm o šířce 5 m (polovina přilehlého pole na každou stranu od spojnic sloupů)

-rozměry sloupů jsou 450 x 450 mm

Poté byla rámová konstrukce zatížena spojitým rovnoměrným zatížením připadající na danou šířku desky.

Na rámu byly vypočítány celkové ohybové momenty a následně rozděleny procentuálně do sloupového pruhu šířky 2,5 m.

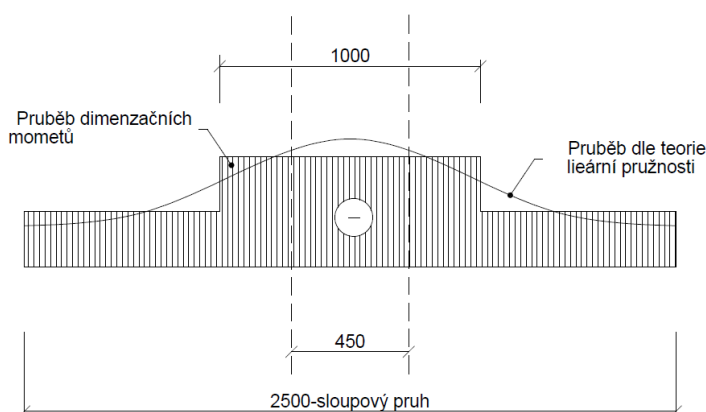
Vnitřní síly vypočítané metodou konečných prvků byly taktéž průměrovány na šířce sloupového pruhu, tedy 2,5 m a poté porovnány se zjednodušenou metodou.

Maximální zjištěná odchylka byla 19,6 %.

4.5. Návrh výztuže

Výztuž při spodním povrchu byla navržena na maximální ohybový moment bez průměrování, takto navržená výztuž bude použita po celém spodním povrchu konstrukce. Usnadní se tím vyztužování stropní desky. Při spodním povrchu bude také umístěna výztuž proti řetězovému zřícení.

Výztuž při horním povrchu byla navržena na přípustný idealizovaný průběh momentů, dle ČSN 731201. Bylo použito vícestupňové průměrování, dle obrázku níže, při horním povrchu v oblasti záporných ohybových momentů z důvodu dodržení přípustné idealizace. Dále byla u horního povrchu desky navržena výztuž na minimální stupeň vyztužení, která se doplní do míst, kde výztuž ze statického hlediska není nutná. Tato výztuž slouží pro zachycení smršťování – vznik trhlin smršťováním by měl nepříznivý vliv na celkový průhyb desky.



Dále byly posouzeny a vyztuženy dvě místa proti protlačení stropní desky:

-sloupem

-rohem ztužující stěny

Je nutné, aby pruty smykové výztuže umístěné ve vodorovném směru obepínali podélnou výztuž, popřípadě k ní byli přibodováni svarem.

Pro výztuže byly spočítány kotevní a stykovací délky.

Výztuž vedena při horním okraji bude kotvena do okrajového ztužujícího nosníku popřípadě v místech ztužujících stěn a sloupů svisle nahoru do navazující konstrukce.

4.5. Okrajový ztužující nosník

Byl proveden výpočet ztužujícího nosníku T2, T3. V trámu byla navržena podélná výztuž a třmínky zachycující vnitřní síly od smykového namáhání. Větev třmínku bude také zatažena na délku 400 mm do desky D1 s ohledem na vliv kroucení. Tato úprava bude provedena po celém obvodu desky. Schéma vyztužení trámu je nakresleno ve výkresu č.6.

5. Podmínky provádění

5.1. Bednění stropní desky

Dodavatel zajistí správný technologický postup provádění bednění včetně podepření bednění dočasnými stojkami.

Vhodným řešením je systémové bednění.

5.2. Betonáž

Beton dodaný na stavbu dodavatelem musí splňovat pevnostní charakteristiky 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.

5.3. Výztuž

Při vyztužování konstrukce je nutné, aby byla zajištěna správná poloha výztuže dle výkresové dokumentace, a je třeba zajistit dostatečnou krycí vrstvu.

Po uložení výztuže bude provedena kontrola správnosti uložení výztuže, rozmístění a její soulad s výkresovou dokumentací.

5.4. Bezpečnost práce

Je nutné zajistit dostatečné proškolení všech pracovníků o bezpečnosti práce na stavbě a zajistit ochranné pracovní prostředky.

Dále musí být zajištěna ochrana a bezpečnost zdraví osob pracujících na stavbě po celou dobu výstavby.

6. Závěr

Při porovnávání výsledků se vypočítané hodnoty lišily o cca 20%. Vliv na tuto odchylku má především nepravidelnost stropní konstrukce a zasahující ztužující jádro do oblasti pole.

Pozornost byla zejména zaměřena na idealizaci průběhu vnitřních sil nad podporami pro dimenzování výztuže při horním okraji.

Počítání konstrukcí s využitím softwaru založeným na metodě konečných prvků je velkým usnadněním, avšak je třeba dbát velké pozornosti při modelování konstrukce, zejména na správnost okrajových podmínek a především rozumět výpočetnímu softwaru a umět si výsledky ověřit standartní početní metodou.

Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb, září 2010
- [2] ČSN 73 1204 Navrhování betonových deskových konstrukcí působících ve dvou směrech, duben 1986
- [3] ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí, březen 2004
- [4] ČSN EN 1992 -1 -1 Navrhování betonových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, listopad 2006
- [5] ZICH, Miloš. Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Praha: Dashöfer, 2010, 145 s. ISBN 978-80-86897-38-7.
- [6] [Http://stavbaweb.dumabyt.cz/Stavby-a-projekty/Amano-Design-Office-Draha-Ginza.html](http://stavbaweb.dumabyt.cz/Stavby-a-projekty/Amano-Design-Office-Draha-Ginza.html) [online]. [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://stavbaweb.dumabyt.cz/Stavby-a-projekty/Amano-Design-Office-Draha-Ginza.html>

Seznam použitých zkratk a symbolů

Velká písmena latinské abecedy

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
$E_{c,eff}$	účinný modul pružnosti betonu
E_s	návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli
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_{Ed}	návrhová hodnota posouvající síly

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 spodním povrchu ve směru osy x
$myD-$	dimenzační ohybový moment při spodním povrchu ve směru osy y
$mxD+$	dimenzační ohybový moment při horním povrchu ve směru osy x

$m_y D^+$	dimenzační ohybový moment při horním povrchu ve směru osy y
p	počet
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
z_p	zatěžovací plocha

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
ρ	objemová hmotnost
ρ_l	stupeň vyztužení podélnou výztuží
σ_c	tlakové napětí v betonu
σ_s	napětí ve výztuži
$\varnothing$	průměr prutu betonářské výztuže
ψ	součinitele, kterými se definují reprezentativní hodnoty proměnného zatížení, ψ_0 pro kombinační hodnoty
ω	rozdělovací součinitel

Seznam příloh

P1) Použité podklady

P2) Podrobný statický výpočet některých konstrukčních prvků

P3) Výkres tvaru

P4) Výkresy výztuže počítaných prvků