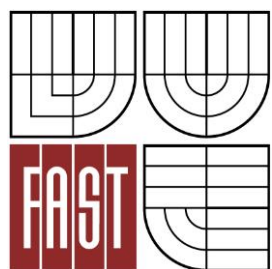




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

MONOLITICKÁ ŽB DESKA S ŽEBRY

CONCRETE RIBBED SLAB

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

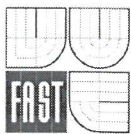
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VÍT DVOŘÁK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Vít Dvořák
Název	Monolitická ŽB deska s žebry
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Jiří Strnad, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce	29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

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



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

Podklady a literatura

Schémata zadaného objektu (dílní půdorysy a řezy)

Platné normy z oboru betonových a zděných staveb, geotechniky atd.

Skripta, podklady a opory používané ve výuce na ÚBZK FAST VUT v Brně

Výpočetní programy pro PC

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

V práci zpracujte návrh a posouzení jedné stropní konstrukce nacházející se v menším polyfunkčním objektu.

Ve výpočtu zohledněte excentricky umístěná žebra, přenášející zatížení z desky do podpor. Posouzení proveďte na mezní stav únosnosti i použitelnosti.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady, studie

P2. Statický výpočet

P3. Výkresová dokumentace

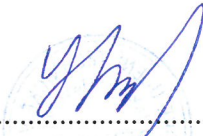
Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x). Popisný soubor závěrečné práce (1x).

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

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Jiří Strnád, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce řeší návrh železobetonové monolitické liniově podepřené křížem vyztužené stropní desky a návrh podporujících železobetonových žeber. Půdorysný tvar desky je obdélník a deska je 1x výškově zalomená. Obsahem práce je výpočet a návrh vyztužení desky a žeber. Pro výpočet vnitřních sil byl použit výpočetní program Scia Engineer 14 a také kontrolní ruční výpočet. Stropní deska s žebry se nachází v 1. NP polyfunkčního domu. Ostatní části objektu práce neřeší.

Klíčová slova

Deska s žebry, železobeton, žebro, dimenzování, výztuž, zatížení, vnitřní síly, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti, ohybový moment.

Abstract

The bachelor thesis deals with a design of monolithic reinforced concrete, line supported and cross reinforced slab and a design of supporting reinforced concrete ribs. The plan of the slabs is rectangular and one time bent. The content bachelor thesis is calculation and design of reinforcement of slab and ribs. For the calculation was used software Scia Engineer 14 and was checked by manually calculation. The slab is located in the first floor of polyfunctional house. Other parts of the object are not covered by the thesis.

Keywords

Slab with ribs, reinforced concrete, rib, dimensioning, armature, reinforcement, weightining, inner strength, ultimate limit state, bending moment.

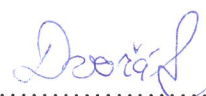
Bibliografická citace VŠKP

Vít Dvořák *Monolitická ŽB deska s žebry*. Brno, 2015. 9 s., 174 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jiří Strnad, Ph.D.

Prohlášení:

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

V Brně dne 24. 5. 2015



.....
podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jiřímu Strnadovi, Ph.D. Děkuji za jeho čas strávený při konzultacích, dále pak za jeho trpělivost, ochotu a rady, které mi v průběhu práce poskytnul. Děkuji také svým rodičům za jejich podporu během mého studia.

Obsah

1. Úvod.....	2
2. Popis objektu.....	3
3. Materiál	3
4. Zatížení.....	4
5. Výpočtový model	4
6. Ověření výsledků	4
7. Mezní stav únosnosti.....	5
8. Mezní stav použitelnosti	5
9. Závěr	5
10. Seznam použitých zdrojů	6
11. Seznam použitých zkratk a symbolů	7
12. Seznam příloh.....	9

1. Úvod

Hlavním cílem práce je výpočet a návrh vyztužení železobetonové monolitické stropní desky s žebry. Deska je 1x výškově zalomená a je křížem vyztužená. Železobetonová deska se nachází v 1. NP polyfunkčního domu.

Bakalářská práce je členěná na textovou část, použité podklady, statický výpočet obsahující statický výpočet desky a statický výpočet žeber a výkresovou dokumentaci.

Statické výpočty obsahují průvodní zprávu ke statickému výpočtu, výpočet vnitřních sil v programu Scia Engineer 14, ověření ručním výpočtem vnitřních sil a následné porovnání výsledků, návrh vyztužení na ohybové momenty a posouvající síly, posouzení mezních stavů únosnosti a použitelnosti.

Výkresová dokumentace obsahuje výkres tvaru, výkres spodní výztuže desky, výkres horní výztuže desky a výkresy žeber.

2. Popis objektu

Železobetonová deska se nachází v 1. NP, které bude sloužit jako prostory pro bydlení. Jedná se o polyfunkční objekt, který obsahuje 2 NP a 1 PP, je řešen jako přístavba ke stávajícímu sousednímu objektu, přes který je řešen i vstup. Stavba se nachází na ulici Horova, č.p. 57, Brno Žabovřesky. Půdorys je tvaru obdélníka s půdorysnými rozměry 16,50m x 7,68m. Svislý nosný systém v 1. PP je tvořen železobetonovými stěnami tl. 200 mm a třemi sloupy. V nadzemních podlažích navazuje na železobetonové stěny zdivo POROTHERM 25 P+D. Vodorovný nosný systém v každém podlaží zajišťuje monolitická železobetonová deska s žebry. Příčky v objektu jsou zděné POROTHERM 11,5 P+D. Střešní konstrukce plochá, zateplení obvodových konstrukcí objektu je navrženo fasádním polystyrenem tl. 200 mm.

3. Materiál

Stropní deska i žebra jsou navržena z třídy betonu C25/30 a z betonářské výztuže z oceli B 500B. Třída konstrukce je S4.Z hlediska vlivu prostředí a karbonatce je konstrukce zatříděna do stupně prostředí XC1, maximální kamenivo $d_{g,max} = 16,00$ mm, stupeň sednutí kužele S3. Pro beton bude použit cement třídy N (normálně tuhnoucí CEM 32,5, CEM 42,5 N). Beton bude ošetřován po dobu 7 dní a bednění bude odstraněno nejdříve po 28 dnech.

$$\text{Beton C 25/30:} \quad f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}; \quad f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,00 \cdot \frac{25,00}{1,50} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{cc} = 1,00; \quad \gamma_c = 1,50; \quad \epsilon_{cu3} = 3,50 \text{ ‰}$$

$$\eta = 1,00; \quad \lambda = 0,80; \quad d_{g,max} = 16,00 \text{ mm}$$

$$\text{Ocel B 500B:} \quad f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15; \quad E_s = 200 \text{ GPa}; \quad \epsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰};$$

4. Zatížení

Na posuzovanou konstrukci působí stálé i proměnné zatížení. Jejich možné kombinace jsou zohledněny v jednotlivých zatěžovacích stavech.

Hlavním proměnným zatížením je zatížení užitné. Jelikož část konstrukce tvoří terasu, uvažují dvě různé hodnoty užitného zatížení. Pro strop uvnitř objektu $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$ a pro strop na terase $q_k = 3 \text{ kN/m}^2$. Posuzovaný objekt se nachází v Brně, tudíž zatížení sněhem $s_k = 1 \text{ kN/m}^2$. Zatížení sněhem neuvažují do kombinací zatížení, jelikož je rozhodujícím zatížením zatížení užitné a nikdy se oba druhy zatížení neobjeví na terase současně. Neuvažují zatížení větrem.

Do stálých zatížení je zahrnuta vlastní tíha konstrukce, vlastní tíha všech vrstev podlahy nad konstrukcí, tíha nosného zdiva působícího nad žebry a také vlastní tíha příček, které jsou přepočteny na jednotku plochy.

Podrobný výpis a výpočet zatížení obsahuje příloha P2.

5. Výpočtový model

Pro výpočet vnitřních sil byl vypracován 3D model v programu Scia Engineer 14, který využívá metodu konečných prvků. Žebra jsou v modelu vložena pomocí nástroje žebro, ne jako prut excentricitě. V místě uložení desky na železobetonových stěnách Z1 a Z2 je uvažována liniová posuvná podpora tuhá pouze ve svislém směru Z. Vodorovná stabilita úlohy je zabezpečena dvěma posuvnými kloubovými podporami v krajních uzlech stěny Z2. V místě uložení žebra Ž3 na sloupu Z3 je uvažována liniová posuvná podpora tuhá ve směru Z a vodorovná stabilita je zajištěna v krajním uzlu sloupu posuvnou kloubovou podporou. V místě uložení žebor Ž1 a Ž2 na sloupech S1 a S2 je uvažovaná bodová podpora tuhá ve směru svislém směru Z.

6. Ověření výsledků

Pro ověření správnosti výsledků vnitřních sil je zpracován i ruční výpočet. Vnitřní síly jsou počítány metodou třímomentových rovnic a třemi podmínkami rovnováhy. Výsledky jsou v jednotlivých statických výpočtech porovnány. Z důvodu nepřesnosti způsobené hlavně díky zjednodušení v ručním výpočtu se hodnoty liší, a proto je návrh výztuže zpracován na hodnoty z programu Scia Engineer.

Pouze pro vlastní zkušenost byl proveden ještě jeden 3D model v programu Scia Engineer s modelováním žeber jako prut na excentricitě. Do modelu se musela vkládat excentricita způsobená právě excentricky uloženými žebry. Jednotlivé hodnoty se příliš nelišily.

7. Mezní stav únosnosti

Mezní stav byl zpracován kompletně v programu Microsoft Excel 2010. U všech posuzovaných konstrukcí bylo uvažováno jednotné krytí výztuže 25 mm. Návrh a délky výztuží odpovídají průběhům jednotlivých momentů v konstrukci. Pro zkracování nosných výztuží v žebrech bylo využito rozdělení materiálu z obálky působících tahových sil. Toto rozdělení materiálu není v práci uvedeno. V některých případech rozhodovalo při návrhu výztuže minimální plocha vyztužení. Všechny návrhy byly ověřovány konstrukčními zásadami. Snaha při návrhu vyztužení byla volit jednotlivé průměry výztuží přes jeden profil, např. $\phi 10$, $\phi 14$, $\phi 18$.

8. Mezní stav použitelnosti

Mezní stav použitelnosti je posuzován pouze v případě desky u žeber není použitelnost posuzována. Výpočet nelineárního průhybu s dotvarováním byl proveden v programu Scia Engineer, v záložce beton. Do 3D modelu byla vložena skutečná navržená spodní i horní výztuž a byl proveden výpočet.

9. Závěr

Cílem práce byl návrh výztuže a posouzení železobetonové monolitické desky s žebry. Vnitřní síly byly získány programem Scia Engineer a ověřovány ručním výpočtem.

Stropní konstrukce vyhověla na mezní stav únosnosti i použitelnosti.

10. Seznam použitých zdrojů

- 1) ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- 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, 2007.
- 3) ČSN EN 1992-1-1 *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- 4) PROCHÁZKA, Jaroslav. *Navrhování betonových konstrukcí 1. Prvky z prostého a železového betonu: dimenzování prvků s přihlédnutím k EN 1992-1-1*. 1. vyd. Praha: ČBS Servis, 2005, 307 s. : il. ; c 30 cm errata (8 s.). ISBN 80-903502-0-8.
- 5) KYTÝR, Jiří a Petr FRANTÍK. *Statika I. Modul BD03-M01: Rozšířený průvodce*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2005, 44 s. : il.
- 6) ŠVAŘÍČKOVÁ, Ing. Ivana. *Pomůcky* [online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/>

11. Seznam použitých zkratek a symbolů

ŽB – železobeton

ZS – zatěžovací stav

l_{eff} – efektivní rozpětí

b_{eff} – spolupůsobící šířka desky

h_s – výška desky

t – šířka podpory

l_n – světlé rozpětí

g_k – charakteristická hodnota stálého zatížení

q_k – charakteristická hodnota proměnného zatížení

s_k – charakteristická hodnota zatížení sněhem

γ_G – součinitel pro návrhovou hodnotu stálého zatížení

γ_Q – součinitel pro návrhovou hodnotu proměnného zatížení

Ψ_0 – kombinační součinitel

Ψ_1 – kombinační součinitel

Ψ_2 – kombinační součinitel

f_d – návrhová hodnota zatížení

ω - průhyb

E – modul pružnosti

I – moment setrvačnosti

M – ohybový moment

V – posouvající síla

R – podporová reakce

κ – součinitel podle Hrubana

f_{ck} – charakteristická pevnost betonu v tlaku

f_{cd} – návrhová pevnost betonu v tlaku

γ_c – součinitel materiálu pro beton

ε_{cu3} – mezní přetvoření betonu

$d_{g,max}$ – maximální zrno kameniva

f_{yk} – charakteristická pevnost výztuže v tahu

f_{yd} – návrhová pevnost výztuže v tahu

γ_s - součinitel materiálu pro ocel

- ε_{yd} – mezní přetvoření oceli
- ϕ – průměr výztuže
- $c_{\min,b}$ – minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti
- $c_{\min,dur}$ – minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí
- Δc_{dev} – návrhová odchylka krytí
- c_{nom} – jmenovitá hodnota krycí vrstvy
- c – krytí výztuže
- s_{\min} – minimální vzdálenost mezi výztuží
- d – účinná výška
- b – šířka průřezu
- h – výška průřezu
- A_s – plocha výztuže
- $A_{s,\min}$ – minimální plocha výztuže
- $A_{s,\max}$ – maximální plocha výztuže
- z – rameno vnitřních sil
- x – poloha neutrální osy
- ε_s – přetvoření výztuže
- M_{Rd} – moment na mezi únosnosti
- M_{cr} – moment na mezi vzniku trhlin
- A_c – plocha betonu
- f_{ctm} – střední hodnota pevnosti v tahu za ohybu
- w_k – charakteristická šířka trhliny
- ε_{sm} – střední hodnota poměrného přetvoření výztuže
- ε_{cm} – střední hodnota přetvoření betonu mezi trhlínami
- k_1 – součinitel vyjadřující vliv soudržnosti výztuže
- k_2 – součinitel vyjadřující vliv rozdělení poměrného přetvoření po výšce průřezu
- k_t – součinitel vyjadřující vliv doby trvání zatížení
- $s_{r,\max}$ – maximální vzdálenost trhlin
- σ_s – napětí ve výztuži
- w_{lim} – limitní hodnota průhybu
- $V_{Rd,c}$ – návrhová únosnost betonu ve smyku
- A_{sw} – plocha smykové výztuže



12. Seznam příloh

P1. – Použité podklady

P2. – Statický výpočet

P3. – Výkresová dokumentace