

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 STROPNÍ KONSTRUKCE RESTAURACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARIE BŘEŇOVÁ

BRNO 2014



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 STROPNÍ KONSTRUKCE RESTAURACE

REINFORCED CONCRETE CEILING OF RESTAURANT

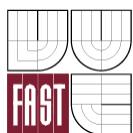
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARIE BŘEŇOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. IVANA LANÍKOVÁ, Ph.D.



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	Marie Břeňová
Název	Železobetonová stropní konstrukce restaurace
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Ivana Laníková, 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

Stavební podklady: půdorysy a řezy konstrukcí.

Základní normy:

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.
- ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí.
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí-Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

Literatura doporučená vedoucím bakalářské práce.

Zásady pro vypracování

U vícepodlažní budovy proveďte analýzu vnitřních sil nosných železobetonových prvků (svislých a vodorovných) pomocí dostupného software. Na vybraných prvcích (stropní konstrukce, sloup, popř. další dle zadání vedoucího bakalářské práce) stanovte vnitřní síly a ověřte je ručním výpočtem některou ze zjednodušených metod.

Dimenzování vybraných prvků a posouzení jejich spolehlivosti vypracujte podle zásad mezních stavů únosnosti.

Posuďte průhyb desky (podle mezních stavů použitelnosti).

K počítaným prvkům vypracujte výkresy tvaru a výztuže.

Požadované výstupy:

Textová část

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).

Předepsané přílohy

.....
Ing. Ivana Laníková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Práce je zaměřena na návrh a posouzení vybraných nosných prvků jednoho nadzemního podlaží monolitické betonové konstrukce. Veškeré výpočty jsou provedeny v souladu s Eurokódem 2.

Klíčová slova

monolitická betonová deska lokálně podepřená, zatížení, vnitřní síly, ohyb, smyk, protlačení, kotevní délka, výztužení, interakční diagram, mezní stav únosnosti,

Abstract

The work focuses on the design and assessment of selected structural elements of one overground floor monolithic concrete structures. All calculations are done in accordance with Eurocode 2.

Keywords

monolithic concrete plate locally supported, loads, internal forces, bending, shear, punching, anchorage length, reinforcement, interaction diagram, the ultimate limit state

Bibliografická citace VŠKP

Marie Břeňová *Železobetonová stropní konstrukce restaurace*. Brno, 2014. 8 s., 171 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ivana Laníková, Ph.D.

Prohlášení:

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

V Brně dne 20.5.2014

.....
podpis autora
Marie Břeňová

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat paní Ing. Ivaně Laníkové, Ph.D za poskytnutí jejích znalostí, podkladů a cenných rad při vypracování mé bakalářské práce. Hlavní dík však patří mým rodičům a manželovi, kteří mne po celou dobu studia podporovali.

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

MARIE BŘEŇOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. IVANA LANÍKOVÁ, Ph.D.

Obsah

1. Úvod.....	2
1.1. Předmět řešení	2
1.2. Popis objektu.....	2
1.3. Popis konstrukčních prvků	2
1.3.1. Základy.....	2
1.3.2. Svislé konstrukce	2
1.3.3. Vodorovné nosné konstrukce.....	2
1.3.4. Schodiště	3
2. Použité materiály.....	3
2.1. Beton	3
2.2. ocel.....	3
3. Zatížení.....	3
4. Kombinace zatížení.....	4
5. Statické řešení	4
6. Dimenzování betonářské výztuže	4
7. Posouzení průhybu desky.....	5
8. Závěr	5

1. Úvod

1.1. Předmět řešení

V rámci bakalářské práce bude navržena nosná konstrukce stropu nad zadaným objektem restaurace dle normy.

1.2. Popis objektu

Jedná se o budovu se dvěma nadzemními a jedním podzemním podlažím. První nadzemní podlaží je využíváno pro provoz restaurace. Druhé nadzemní podlaží je využito pro umístění vzduchotechnického zařízení. Podzemní podlaží je navrženo pro provoz vinárny.

1.3. Popis konstrukčních prvků

1.3.1. Základy

Objekt je založený na základových patkách, které jsou navrženy pod obdélníkovými sloupy a základových pásech pod obvodovými stěnami suterénu. Hloubka založení je navržena tak, aby ve všech místech byla dodržena minimální požadovaná hloubka založení, hladina podzemní vody je v hloubce minimálně 2m pod úrovní základové spáry. Podkladní betonová mazanina je navržena tloušťky 150 a 200mm, bude vyztužena kari sítí.

1.3.2. Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce suterénu jsou tvořeny obvodovými monolitickými stěnami zateplenými extrudovaným polystyrenem. Další svislou nosnou konstrukcí jsou vnitřní sloupy. Příčky jsou vyzděny z keramických tvárnic.

Podpory lokálně podepřené desky jsou tvořeny monolitickými sloupy s obdélníkovým půdorysem. Obvodové konstrukce jsou tvořeny nosnými sloupy a výplňovým zdivem z keramických tvárnic tloušťky 400mm. Obvodový plášť je zateplen polystyrenem tloušťky 100mm. Příčky jsou zděné z keramických tvárnic.

Svislé nosné konstrukce druhého nadzemního podlaží jsou tvořeny stejně jako v 1.NP. Obvodové konstrukce se skládají z nosných monolitických sloupů a výplňového keramického zdiva. Vnitřní nosné konstrukce tvoří obdélníkové sloupy. Příčky jsou zděné z keramických tvárnic.

1.3.3. Vodorovné nosné konstrukce

Nosná konstrukce suterénu stropu je tvořena monolitickou stropní deskou ve tvaru valené klenby. O dvou polích. Schodiště do suterénu je navrženo mimo objekt. Konstrukční výška suterénu je 3,15m.

Nosnou konstrukci stropu prvního nadzemního podlaží tvoří železobetonová lokálně podepřená deska se čtyřmi poli ve směru X a třemi poli ve směru Y. Schodiště je ocelové samonosné. Konstrukční výška je 3,40m.

Skladba podlah je ve všech podlažích stejná. Souvrství tvoří keramická dlažba tloušťky 8mm lepená lepidlem na betonovou mazaninu tloušťky 50mm, pod ní je kročejová izolace tloušťky 20mm oddělující konstrukci podlahy a stropu.

Nosná konstrukce střechy je tvořena pozednicemi uloženými na obvodovém plášti a vaznicemi z lepeného lamelového dřeva uloženými na sloupech. Rozpětí sloupů je 3,925m. Pozednice a vaznice podporují krokve, které jsou navrženy z lepeného lamelového dřeva a mají zakřivený tvar. Tvar krokví utváří architektonický ráz objektu. Na nosné konstrukci střechy je navrženo celoplošné bednění ze smrkových prken. Hydroizolační vrstvu střechy bude plnit hydroizolační folie fatrafol 810. Konstrukce střechy je v části 2.NP doplněna o sádkartonový podhled.

Pod monolitickými stropy bude proveden železobetonový ztužující věnec.

1.3.4. Schodiště

Schodiště je navrženo schodnicové ocelové. Schodnice jsou umístěny na krajích schodišťového stupně.

2. Použité materiály

2.1. Beton

C 30/37

$f_{ck}=30 \text{ MPa}$

$f_{cd}=f_{ck}/\gamma_m=30/1,5=20 \text{ MPa}$

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

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

$f_{ctd}=f_{ctk0,05}/\gamma_m=2,0/1,5=1,33 \text{ MPa}$

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

$\varepsilon_{cu3}=0,0035$

2.2. ocel

B500

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

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

$E_s = 200 \text{ GPa}$

$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,78 / 200000 = 0,00217$

3. Zatížení

stálé

Vlastní tíha konstrukce: $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Zatížení od podlahy $g_k = 1,53 \text{ kN/m}^2$

Zatížení od výplňového zdiva tvořeno keramickými bloky HELUZ plus40. Plošná hmotnost $g_k = 2,84 \text{ kg/m}^2$.

Zatížení od střešního pláště $g_k = 0,87 \text{ kg/m}^2$.

Zatížení od ocelového schodiště (síla od jedné schodnice) $F_k = 3,38 \text{ kN}$

Proměnné

Užitné:

vzduchotechnická jednotka, příležitostná obsluha- navrhované zatížení $q_k = 1,5 \text{ kN/m}$

Zatížení od příček $q_k = 1,5 \text{ kN/m}$,

Klimatické zatížení:

Zatížení od sněhu : Sněhová oblast IV

Zatížení od větru: Větrná oblast III

Zatížení je navrženo podle platných norem:

[2] ČSN EN 1991 – 1 – 1 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1 - 1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.

[3] ČSN EN 1991 - 1 - 3 (73 0035) Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí – Část 1 – 3 : Obecná zatížení – Zatížení sněhem.

[4] ČSN EN 1991 - 1 - 4 (73 0035) Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí – Část 1 – 4 : Obecná zatížení – Zatížení větrem.

4. Kombinace zatížení

Kombinace zatěžovacích stavů byly vytvořeny podle normy a národní přílohy.

[1] ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokod: Zásady navrhování konstrukcí.

$$\sum \gamma_G G_k + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_0 Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_0 Q_k \quad 6.10 \text{ a)}$$

$$\sum \zeta \gamma_G G_k + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_Q \psi_0 Q_k \quad 6.10 \text{ b)}$$

5. Statické řešení

Desku tloušťky 240 mm jsem řešila jako lokálně podepřenou čtvercovými sloupy 400x400mm po obvodu a obdélníkovými sloupy 400x300 mm ve středu desky.

V programu Scia Engineer jsem vytvořila prostorový model části konstrukce, který vykresloval desku s podporujícími sloupy. Model jsem zatížila plošným zatížením od podlahy druhého nadzemního podlaží a od užitého zatížení a osamělými silami a osamělými momenty od střechy a od klimatického zatížení vypočtenými podle tabulek ve statickém výpočtu. Vnitřní síly vypočtené programem jsem zkontrolovala pomocí ruční metody. Pro výpočet momentů ručním řešením byla zvolena metoda součtových momentů. Výsledky se mírně liší z důvodu zanedbání otvoru a zanedbání zatížení větrem. V místech kde nejsou vnitřní síly těmito faktory ovlivněny se výsledky liší přibližně o 5%. Výsledky vypočtené metodou konečných prvků jsou přesnější, protože nebyl zanedbán vliv otvoru a vliv zatížení větrem, proto jsem konstrukci dimenzovala na tato výsledky.

6. Dimenzování betonářské výztuže

Betonářská výztuž byla navržena podle platných norem

[1] ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokod: Zásady navrhování konstrukcí.

[5] ČSN EN 1992-1-1 (73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

Výztuž desky

Jako výztuž desky byla zvolena základní síť $\phi 10$ po 200 mm. Umístěná u horního i u dolního povrchu. Tato základní síť je v místech vyššího namáhání doplněna o profily $\phi 10$, nebo $\phi 18$, tyto profily jsou zahnuty.

Dále je síť doplněna o profily ukončující okraj desky které jsou navázány na základní síť a o profily okolo otvoru. V desce je dále navržena výztuž proti řetězovému zřícení vždy 4 $\phi 12$.

Posouzení na protlačení

Pro posouzení desky na protlačení jsem uvažovala zatížení užité, vlastní tíhu desky, zatížení od větru a zatížení od schodiště. Vnitřní síly jsem vypočítala pomocí softwaru Scia. Posouvající síly nevyšly nikterak velké. Důvodem je, že deska je namáhána zatížením o malé intenzitě, proto není nutné navrhovat výztuž proti protlačení.

Sloupy

Sloupy jsou navrženy čtvercové 400x400 mm na okrajích desky a obdélníkové 400x300 mm uprostřed desky. Podélná výztuž byla zvolena 6 (4) $\phi 18$. Pro střední sloup ve směru x byl do výpočtu zahrnut vliv II. řádu u ostatních sloupů bylo ověřeno, že není nutné do výpočtu vliv II. řádu

zahrnovat. Posouzení bylo provedeno pro momenty působící v obou na sebe kolmých směrech a příslušnou normálovou sílu. Vypočetla jsem interakční diagram pro oba směry a posoudila jsem je ve vzájemné interakci.

7. Posouzení průhybu desky

Posouzení průhybu desky jsem provedla pomocí programu Scia Engineer. Do výpočtu byla zadána výztuž odpovídající minimálnímu vyztužení desky navržené na mezní stav únosnosti. Pro nelineární výpočet průhybu s dotvarováním vyšel maximální posun $u_z = 1,9$ mm. Podmínka pro mezní stav použitelnosti je splněna. Dále byla ověřena štíhlost konstrukce. Při výpočtu dosahuje štíhlost minimálních hodnot, pro které není nutné průhyb posuzovat.

8. Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout výztuž pro železobetonovou stropní konstrukci a výztuž pro sloupy.

Výpočet vnitřních sil byl proveden pomocí programu scia engineer 2013, výsledky byly porovnány se zjednodušenou ruční metodou součtových momentů.

Výztuž desky byla navržena na mezní stav únosnosti.

POUŽITÉ ZNAČKY

VELKÁ PÍSMENA LATINSKÉ ABECEDY

A	průřezová plocha
A_c	průřezová plocha betonu
A_s	průřezová plocha betonářské výztuže
$A_{s,min}$	minimální průřezová plocha betonářské výztuže
A_{sw}	průřezová plocha smykové výztuže
E	účinek zatížení
$E_{c,eff}$	účinný modul pružnosti betonu
E_s	návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli
EI	ohybová tuhost
F_d	návrhová hodnota zatížení
F_k	charakteristická hodnota zatížení
G_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
I	moment setrvačnosti průřezu
L	délka
M	ohybový moment
M_{Ed}	návrhová hodnota působícího vnitřního ohybového momentu
N	normálová síla
N_{Ed}	návrhová hodnota působící normálové síly (tah nebo tlak)
Q_k	charakteristická hodnota proměnného zatížení
R	únosnost; odolnost
V	posouvající síla
V_{Ed}	návrhová hodnota posouvající síly

MALÁ PÍSMENA LATINSKÉ ABECEDY

a	vzdálenost
b	celková šířka průřezu, popř. skutečná šířka příruby průřezu T nebo L
d	účinná výška průřezu
d_g	největší jmenovitý rozměr zrna kameniva
e	výstřednost; excentricita
f_c	pevnost betonu v tlaku
fcd	návrhová pevnost betonu v tlaku
fck	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
fcm	průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
fctk	charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu
fctm	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
ft	pevnost v tahu betonářské výztuže
ftk	charakteristická pevnost v tahu betonářské výztuže
fy	mez kluzu betonářské výztuže
fyd	návrhová mez kluzu betonářské výztuže
fyk	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
fywd	návrhová mez kluzu betonářské smykové výztuže
h	celková výška průřezu
l (nebo L)	délka; rozpětí
t	tloušťka
u	obvod betonového průřezu o ploše A_c
x,y,z	souřadnice
z	rameno vnitřních sil

MALÁ PÍSMENA ŘECKÉ ABECEDY

γ	dílčí součinitel
γ_C	dílčí součinitel betonu
γ_F	dílčí součinitel zatížení F
γ_M	dílčí součinitel vlastnosti materiálu, zahrnující nejistoty vlastností materiálu, geometrických odchylek a použitého výpočetního modelu
γ_Q	dílčí součinitel proměnného zatížení Q
γ_f	dílčí součinitel zatížení bez uvažování modelových nejistot
γ_g	dílčí součinitel stálého zatížení bez uvažování modelových nejistot
γ_m	dílčí součinitel vlastnosti materiálu zahrnující pouze nejistoty vlastnosti materiálu
ϵ_c	poměrné stlačení betonu
ϵ_{cu}	mezní poměrné stlačení betonu
λ	štíhlostní poměr
ρ	objemová hmotnost vysušeného betonu v kg/m ³
ρ_l	stupeň vyztužení podélnou výztuží
ρ_w	stupeň vyztužení smykovou výztuží
σ_c	tlakové napětí v betonu
σ_{cp}	tlakové napětí v betonu vyvozené osovým zatížením nebo předpětím
ψ	součinitele, kterými se definují reprezentativní hodnoty proměnného zatížení
ψ_0	pro kombinační hodnoty
ψ_1	pro časté hodnoty
ψ_2	pro kvazistálé hodnoty

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokod: Zásady navrhování konstrukcí.
- [2] ČSN EN 1991 – 1 – 1 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1 - 1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.
- [3] ČSN EN 1991 - 1 – 3 (73 0035) Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí – Část 1 – 3 : Obecná zatížení – Zatížení sněhem.
- [4] ČSN EN 1991 - 1 – 4 (73 0035) Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí – Část 1 – 4 : Obecná zatížení – Zatížení větrem.
- [5] ČSN EN 1992-1-1 (73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- [6] ČSN 013481 (013481) Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy betonových konstrukcí.
- [7] ČSN EN ISO 3766 (013481) Výkresy stavebních konstrukcí – Kreslení výztuže do betonu.
- [8] ČSN 73 1201 : Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb, 2011, Ústav pro technickou normalizaci.
- [9] ZICH, Miloš a Zdeněk BAŽANT. Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010, 161 s. ISBN 978-80-7204-693-5.
- [10] PROCHÁZKA, Jaroslav. *Navrhování betonových konstrukcí 1: Prvky z prostého a železového betonu*. 3. vyd. Praha: ČBS Servis, 2009, 316 s. ISBN 978-80-903807-5-2.
- [11] ZICH, Miloš. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů*. Praha: Dashöfer, 2010, 145 s. ISBN 978-80-86897-38-7.

SEZNAM PŘÍLOH

A - PODKLADY

B – STATICKÝ VÝPOČET

C – ZATĚŽOVACÍ STAVY

D – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE