



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 KONSTRUKCE PARKOVACÍHO DOMU

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ADÉLA VANĚČKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, 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 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Adéla Vaněčková
Název Železobetonová konstrukce parkovacího domu
Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Šulák, 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

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 (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

V rámci bakalářské práce proveďte celkovou předběžnou statickou analýzu železobetonového skeletu. Následně navrhnete a posudíte železobetonovou monolitickou stropní konstrukci typického podlaží, případně další dílčí části konstrukce dle domluvy s vedoucím práce. Pro analýzu nosné konstrukce použijte vhodný výpočetní program MKP. Takto získané výsledky ověřte zjednodušenou ruční metodou. Posouzení prvků proveďte podle mezního stavu únosnosti a též ověřte mezní stav použitelnosti. Kromě statické analýzy bude vypracována i výkresová dokumentace v odpovídající kvalitě a rozsahu bakalářské práci.

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. Pavel Šulák, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je návrh prvků rámu monolitické železobetonové rámové konstrukce parkovacího domu. Projekt řeší návrh typického podlaží konstrukce. Nosná konstrukce je tvořena příčným rámem, jenž se skládá z příčlí podporovaných sloupy. Na příčlích jsou uloženy trámy s deskou nosnou v jednom směru. Příčle jsou podporovány sloupy. Reakce od konstrukce jsou přenášeny do základové půdy základovými patkami. Konstrukce je navržena dle ČSN EN 1992-1-1.

Analýza konstrukce byla provedena pomocí výpočetního programu Scia Engineer 2014 – Studentská verze. Výsledky byly ověřeny zjednodušenou ruční metodou.

Abstract

The aim of bachelors thesis is to design of the frame monolithic reinforced concrete frame construction of a multistoried garage. Project designe sof a typice storey of construction. The supporting structure consist of a frame consisting of rungs, which are stored by beams and slab. Rungs are supported by columns. Reaction of the structure are transmitted to the foundation soil by footings. The design was made according to standard ČSN EN 1992 – 1 – 1.

Structural analisis was modeled using Scia Engineer 20014 – Student vision. The results were validated by simplified manual method.

Klíčová slova

patrová garáž, železobetonový příčný rám, příčel, trám, deska, sloup, základová patka, Scia Engineer 2014, 2D model

Keywords

mutistoried garage, reinforced concrete frame, rung, beam, slab, column, footing, locally supported plate, Scia Engineer 2014, 2D model

Bibliografická citace VŠKP

Adéla Vaněčková *Železobetonová konstrukce parkovacího domu*. Brno, 2015. 15 s., 78 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák,

Prohlášení:

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

V Brně dne 25.5.2015

.....
podpis autora

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Pavlu Šulákovi, PhD za odborné vedení práce, za vstřícný přístup a praktické rady.

Obsah

1. Úvod	10
2. Popis konstrukce	10
2.1. Základy	10
2.2. Sloup	10
2.3. Příčel	11
2.4. Trám	11
2.5. Deska	11
3. Ztížení konstrukce	11
3.1. Stálé	11
3.2. Proměnné	12
3.3. Užité	12
4. Použité materiály	12
4.1. Beton C30/37	13
4.4. Betonářská výztuž B500B	13
5. Závěr	14
Seznam použitých zdrojů	15
Seznam použitých zkratk a symbolů	16
Seznam příloh	18

1. Úvod

Náplní této práce je řešení parkovacího vícepodlažního domu ze statického hlediska. Navržení prvního vnitřního rámu. Vlastní návrh není předmětem řešení bakalářské práce. Stropní konstrukce je řešena jako trémová deska s konzolovým vyložním. Jedná se o příčný železobetonový monolitický rám sestávající z příčlů podporovaných sloupy. Na příčle jsou uloženy železobetonové trámy. Deska je nosná v jednu směru. Konstrukce je založena na základových patkách, do kterých jsou přes sloupy přenášeny reakce na základovou spáru. Statický výpočet prvků je proveden v příloze P1, průběhy vnitřních sil v příloze P2 a výkresová dokumentace v příloze P3.

2. Popis konstrukce

2.1. Základy

Objekt bude založen na základových patkách, které budou přenášet reakce od příčného rámu na základovou spáru. V rámci bakalářské práce bude řešení omezeno na návrh a posouzení základové patky pod vnitřním mezilehlým sloupem.

Jako výchozí podklad jsou uvažovány jednoduché základové poměry. Stavba je klasifikována jako nenáročná. Návrh a posouzení patky bude pro 1. geotechnickou kategorii. Tabulková únosnost zeminy je 450 kPa. Rozdělení napětí v základové spáře je uvažováno rovnoměrné, působící na efektivní ploše základu.

Založení je v hloubce 1,0m pod úrovní podlahy.

2.2. Sloupy

Svislé prvky, které podporují příčle, přenášejí jejich reakce do základové konstrukce. Rozměry sloupu 0,4 x 0,3 m. Sloupy v prvním nadzemním podlaží mají konstrukční výšku 3,73 m ve zbývajících podlažích 3,33 m.

V rámci bakalářské práce byl řešen nejvíce namáhaný sloup prvního nadzemního podlaží. Sloup byl posouzen na pomoci interakčního diagramu na extrémní kombinace zatížení.

2.3. Příčel

Jedná se o vodorovný prutový prvek průběžný přes všechny sloupy. Pole jsou symetrická, rozpětí jedné příčle je 5,95 m. Průřez příčle 0,63 x 0,3 m.

Na příčlích jsou uloženy trámy, které nesou stropní desku nosnou v jednom směru. Reakce trámu do příčlí jsou uvažovány jako osamělá břemena. Velikost osamělých břemen byla zjištěna pomocí výpočtového programu, kde se vymodelovaly trámy. Výsledné reakce, jako zatěžovací stavy, byly použity pro vytvoření kombinaci pro zatížení příčle. Dimenzována byla nejvíce namáhaná příčel 3. nadzemního podlaží.

2.4. Trám

Trám je vodorovný prutový prvek orientovaný kolmo k příčlím. Probíhá spojitě přes všechny příčle do krajního rámu. Průřez mezilehlého trámu je 0,4 x 0,2 m a krajního trámu 0,5 x 0,2 m. Trám přenáší reakce od desky do příčle. Zatížení a vnitřní síly jsou zjištěny pomocí výpočtového programu Scia Engineer Dimenzován byl mezilehlý trám 3. nadzemního podlaží na nejvíce namáhané pole.

2.5. Deska

Stropní deska je řešena jako trámová, pnutá v jednom směru. Osová vzdálenost trámu je 1,95 m (2,00 m) a ke krajnímu trámu 2,05 m.

Stropní deska je řešena zjednodušenou metodou dle zásad stavební mechaniky. Pole jsou vymezena trámy, deska je spojitá na celém podlaží. Ohybové momenty v poli a nad podporou jsou uvažovány o velikosti $\frac{1}{16} gl^2$ (g = zatížení desky, l = osová vzdálenost trámů).

3. Zatížení konstrukce

3.1. Stálé

Do stálého zatížení patří vlastní tíha železobetonové konstrukce, tíha opláštění konstrukce, tíha podlahy a zeminy působící na základovou patku, tíha atiky. Po obvodu konstrukce je betonové zábradlí o výšce 0,7 m, které je uvažováno jako spojitě zatížení, stejně jako atika. Opláštění konstrukce je realizováno jako předsazená ocelová

konstrukce se skleněnými tabulemi o tloušťce 20 mm. Konstrukce je uchycena pomocí konzol po 2,0 m. Celkové vyložení 0,7 m. Vlastní tíha konstrukce je řešena v programu Scia Engineer 2014, kde je zavedeno standardní gravitační zrychlení Země a objemová hmotnost betonu $\rho = 25000 \text{ kgm}^{-3}$. Objemová hmotnost zeminy je $19,0 \text{ kNm}^{-3}$.

3.2. Proměnné

Sníh

Umístění objektu je uvažováno ve městě Litomyšl. Charakteristický výpočet hodnot zatížení sněhem byl proveden dle ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Sněhová oblast, dle mapy sněhových oblastí uvedené v dané normě, je stanovena jako IV sněhová oblast. Pro tuto oblast je hodnota charakteristického zatížení sněhem 2,0 kPa.

Vítr

Výpočet charakteristických hodnot zatížení větrem byl proveden přibližným způsobem dle ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Zatížení větrem. Objekt se, dle mapy větrných oblastí, nachází ve větrné oblasti II. Pro danou oblast je základní rychlost větru $v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$.

Podrobné zkoumání zatížení větrem na členitou konstrukci není předmětem této práce, proto byla geometrie idealizována, aby bylo možné použití základních vzorců pro výpočet od účinků větru. Předpokládá se, že fasáda je dokonale těsná, všechny otvory jsou uvažovány jako uzavřené.

Účelem je získání horizontálních sil působících na příčný rám. Je uvažováno působení osamělé výsledné síly na styku příčle se sloupem, která se získá jako součin tlaku větru na povrch budovy a zatěžovací plochy na jeden styčník.

3.3. Užité zatížení

Hodnoty a model zatížení konstrukce vychází z normy ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení. V dané normě jsou předepsány dva případy zatížení vozidly. Rovnoměrné plošné zatížení q_k pro stanovení celkových účinků a model zatížení jedné nápravy Q_k pro stanovení lokálních účinků zatížení. V rámci této práce bylo uvažováno pouze plošné zatížení. Dle 6.3.3.1 normy ČSN EN 1991-1-1 spadá vícepodlažní parkovací dům do oblasti F – dopravní a parkovací plochy pro lehká

vozidla (≤ 30 kN celkové tíhy vozidla, nejvýše osm sedadel včetně řidiče). Pro tuto kategorii je plošné zatížení $q_k = 2,5 \text{ kNm}^{-2}$. Tímto zatížením byla zatížena typická podlaží objektu. Střešní konstrukce není určena k parkování vozidel.

4. Použité materiály

4.1. Beton C30/37

-charakteristické vlastnosti:

charakteristická pevnost v tlaku $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

charakteristická pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

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

přetvoření $\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$

$$\varepsilon_{c3} = 1,75 \text{ ‰}$$

-návrhové vlastnosti.

$$\text{návrhová pevnost v tlaku } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

4.2. Betonářská výztuž B500B

-charakteristické vlastnosti

charakteristická pevnost v tlaku $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

modul pružnosti $E = 200 \text{ GPa}$

přetvoření $\varepsilon_{yd} = 2,175 \text{ ‰}$

-návrhové vlastnosti.

$$\text{návrhová pevnost v tlaku } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

Závěr

V bakalářské práci byl proveden návrh nosné železobetonové konstrukce parkovacího domu. Nosná konstrukce je navrhována jako příčný rám. Byly navrženy prvky: sloup v 1. nadzemním podlaží, rámová příčel, základová patka, trám a deska pnutá v jednom směru. K základové patce, sloupu a příčli byla zpracována výkresová dokumentace. Vnitřní síly působících v daných prvcích byly stanoveny pomocí programu Scia Engineer 2014.

Seznam použitých zdrojů

ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Praha: Český normalizační institut 2003*

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 2003*

ČSN EN 1991-1-3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3 Obecná zatížení - Zatížení sněhem, Praha: Český normalizační institut 2003*

ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4 Obecná zatížení - Zatížení větrem, Praha: Český normalizační institut 2003*

ČSN EN 1992-1-1. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: Český normalizační institut 2003*

Použitý software

Scia Engineer 2014 – Studentská verze

Seznam použitých zkratk a symbolů

b	šířka průřezu	[m]
h	výška průřezu	[m]
d	účinná výška průřezu	[m]
x	poloha neutrální osy	[m]
z_c	rameno vnitřních sil	[m]
λ	součinitel pro $f_{ck} < 50 \text{ Mpa} = 0,8$	
A_s	plocha výztuže	[m ²]
ε_s	přetvoření výztuže	[‰]
ε_{yd}	mezní přetvoření výztuže	[‰]
ε_{cu3}	přetvoření betonu	[‰]
s	osová vzdálenost výztuže	[m]
s_u	světlá vzdálenost výztuže	[m]
f_{ctm}	char. pevnost betonu v tahu	[MPa]
f_{cd}	návrhová pevnost betonu	[MPa]
f_{yd}	návrhová pevnost oceli	[Mpa]
M_{Rd}	moment na mezi únosnosti	[kNm]
M_{Ed}	moment od účinků vnitřních sil	[kNm]
c_{nom}	krytí výztuže	[m]
d_1	poloha těžiště výztuže	[m]
d	účinná výška průřezu	[m]
f_{cd}	návrhová pevnost betonu	[MPa]
f_{yd}	návrhová pevnost oceli	[Mpa]
b_w	šířka průřezu	[m]
d	účinná výška průřezu	[m]
A_{sl}	plocha výztuže v podpoře	[m ²]
A_c	plocha betonového průřezu	[m ²]
ρ_1	stupeň vyztužení	
k	součinitel výšky	
f_d	rovnoměrné zatížení	[kN/m']
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu	[MPa]
σ_{cp}	napětí od normálové síly	[Mpa]
V_{Ed}	posouvající síla	[kN]
$V_{Ed,1}$	posouvající síla v lící konstrukce	[kN]
$V_{Rd,c}$	návrhová hodnota únosnosti ve smyku	[kN]
$V_{Rd,max}$	návrhová hodnota únosnosti tlakových diagonál	[kN]
$V_{Rd,s}$	návrhová hodnota únosnosti smykové výztuže	[kN]
V_{Rd}	návrhová hodnota únosnosti ve smyku	[kN]
s	osová vzdálenost třmínků	[m]
s_t	osová vzdálenost větví třmínků	[m]
ρ_w	stupeň vyztužení	

$\rho_{w,min}$	minimální stupeň vyztužení	
z	rameno vnitřních sil	[m]
α_{cw}	součinitel zohledňující stav napětí v tlačeném pásu	
b_w	šířka průřezu	[m]
v_1	redukční součinitel betonu pevnosti betonu při porušení smykem	
θ	úhel tlakových diagonál	[°]
A_{sw}	plocha výztuže třmínků	[m ²]
d	účinná výška průřezu	[m]
f_{ywd}	návrhová pevnost oceli třmínků	[Mpa]
f_{yk}	charakteristická pevnost oceli	[Mpa]

Seznam příloh

P1 – Použité podklady

P2 – Statický výpočet

P3 – Výkresová dokumentace

P4 – Výstupy výpočetních programů a řešení vnitřních sil