



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

STROPNÍ ŽELEZOBETONOVÁ DESKA PARKOVACÍHO DOMU

REINFORCED CONCRETE SLAB IN PARKHOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Michaela Gregorová

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Michal Požár, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav betonových a zděných konstrukcí
Studentka: **Bc. Michaela Gregorová**
Vedoucí práce: **Ing. Michal Požár, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: N0732A260023 Stavební inženýrství – pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Stropní železobetonová deska parkovacího domu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle aktuálních směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Technická zpráva, výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Pro vybranou stropní desku parkovacího domu proveďte návrh a posouzení monolitické lokálně podepřené železobetonové desky ve dvou variantách - tzv. "hřibovou" a "bezhrbivou" desku.

Dále proveďte dimenzování ostatních částí objektu v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Seznam doporučené literatury a podklady:

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 3. 2022

L. S.

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc., dr. h. c.
vedoucí ústavu

Ing. Michal Požár, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na návrh stropní desky parkovacího domu. Řešená stropní deska je deska typického podlaží nad 1.NP. Prvky parkovacího domu jsou z monolitického železobetonu kromě schodišťových ramen, která jsou z prefabrikovaného železobetonu. Výstupem diplomové práce je statický výpočet, výkresy tvarů a výztuže. Výpočty byly provedeny v programu Scia Engineer 21.1. Výkresová dokumentace byla provedena v programu AutoCAD 2014 s nadstavbou RECOC.

KLÍČOVÁ SLOVA

Lokálně podepřená stropní deska, železobeton, zatížení, prefa schodiště, sloup, rampa

ABSTRACT

The diploma thesis is focused on design floor slab of parking garage. The floor slab is a typical floor above 1.NP. The elements of parking garage are made of cast-in-place reinforced concrete except for stair flights, which are made of prefabricated reinforced concrete. The output of the diploma thesis is a structural design report, drawings of the shape and reinforcement. Calculations were performed in Scia Engineer 21.1. The drawing documentation was made in the AutoCAD 2014 with the RECOC add-on.

KEYWORDS

Point-supported slab, reinforced concrete, load, prefabricated staircase, column, ramp

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

GREGOROVÁ, Michaela. *Stropní železobetonová deska parkovacího domu*. Brno, 2023. 13 s., 283 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Michal Požár.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Stropní železobetonová deska parkovacího domu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Michaela Gregorová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Stropní železobetonová deska parkovacího domu* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Michaela Gregorová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Michalu Požárovi, Ph.D. za ochotu a přístup na konzultacích a za poskytnutí cenných rad při vypracování mé bakalářské práce a rodině za podporu během studia. Dále bych chtěla poděkovat projekční společnosti PPP, spol. s r.o. za pracovní zkušenosti z oboru a poskytnutí nástavbového programu Recoc na rýsování výkresů výtzuže.

OBSAH

1. ÚVOD	2
2. POPIS OBJEKTU	2
3. POPIS KONSTRUKCE	2
3.1. ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE.....	2
3.2. SVISLÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY	2
3.3. VODOROVNÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY.....	3
3.4. SCHODIŠTĚ.....	3
3.5. RAMPA.....	3
4. ZATÍŽENÍ	3
4.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	3
4.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ	3
4.3. ZATĚŽOVACÍ STAVY	3
5. MATERIÁL	4
6. BETONÁŽ	4
7. ZÁVĚR	5
8. POUŽITÁ LITERATURA.....	5
9. POUŽITÝ SOFTWARE.....	5
10. POUŽITÉ ZNAČKY	5
11. SEZNAM PŘÍLOH.....	7

1. ÚVOD

Diplomová práce se zabývá návrhem a posouzením vybraných částí železobetonové konstrukce budovy parkovacího domu. Cílem práce bylo navrhnout a posoudit stropní konstrukci typického podlaží jako lokálně podepřenou desku s hlavicemi, schodiště vedoucí do prvního nadzemního podlaží, příjezdovou rampu do prvního nadzemního podlaží a vybrané druhy sloupu v nejnižším patře. Pro výpočet vnitřních sil byl použit program SCIA Engineer 21.1, který byl i použit pro výpočet průhybu stropní desky. Navržená výztuž byla zakreslena do výkresů v programu AutoCAD 2014 s nadstavbou Recoc.

2. POPIS OBJEKTU

Jedná se o parkovací dům, který má 2 podzemní patra a 4 nadzemní patra. V nejnižším patře je zázemí a průjezdné autobusové nádraží přes dvě patra. V ostatních patrech je pouze komunikační jádro s výtahem a schodištěm a zbytek místa jsou parkovací stání. Deska nad posledním patrem je ustupující, tzn. že je zastřešená pouze půlka parkovacích míst.

Parkovací dům má půdorysné rozměry 78,25x34,2 m, s rozpětím polí 8,25 m.

Budova je tvořena železobetonovými sloupy, železobetonovými stěnami a železobetonovými hřibovými deskami.

Objekt se nachází ve svahovitém terénu – zadní část objektu zasypána přes 2 podlaží.

3. POPIS KONSTRUKCE

3.1. ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

Základové konstrukce jsou navrženy na pilotovém založení.

Pod stěny jsou předpokládány základové pasy šířky 600 mm a výšky 800 mm. Pod sloupy je uvažováno se základovými hlavicemi 1000x1000 mm tl. 800 mm. Pod výtahovým jádrem je snížený dojezd.

Objekt se nachází ve svahovitém terénu, tudíž je k tomu přizpůsobené výškové založení – kce začínající v různých výškových úrovních.

Pod základové konstrukce je nutné vybetonovat podkladní beton o tl. 100 mm.

3.2. SVISLÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Vnitřní konstrukční systém je tvořený sloupy a schodišťovým jádrem o tl. stěn 200 mm.

Podzemní patra, která jsou zasypána zeminou, jsou tvořena obvodovými stěnami o tl. 250 mm.

Nadzemní patra, která již nejsou zasypána, jsou tvořena sloupy, mezi kterými je železobetonové zábradlí o výšce 900 mm.

3.3.VODOROVNÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Stropní deska je navržena jako lokálně podepřená hřibová deska. Základní rozměr polí je 8,25x8,15 m.

Tloušťka stropní desky je 240 mm, tl. hřibové hlavice je 200 mm.

Jelikož se jedná o parkovací dům, odtok vody je zde řešen vyspádováním stropní desky do prostředku objektu, kde je vytvořený odtokový žlab po celé délce objektu.

3.4.SCHODIŠTĚ

Schodišťové rameno je prefabrikované tl. 180 mm. Ramena jsou jednostranně pnutá nastykovaná na výztuž ze stropní desky a monolitické mezipodesty. Ve schodišťových ramenech jsou přepravní úchyty s kulovou hlavou od společnosti HALFEN 6010-5,0-0065. Dva úchyty jsou z boku ramene pro vytažení z formy a čtyři úchyty na ploše v místě schodišťových stupňů pro manipulaci při převozu na stavbu a uložení. Monolitická mezipodesta tl. 250 mm je osazena na stěnu pomocí vylamovacích lišt.

3.5.RAMPA

Rampa tl. 250 mm je jednostranně pnutá a podepřená okolními stěnami tl. 250 mm. Rampa je navržena s obrubníky, které jsou betonované dodatečně s navrtanou a vlepenou výztuží.

4. ZATÍŽENÍ

4.1.STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Ve stálém zatížení je uvažováno s vlastní tíhou stropní desky, zemním tlakem a sněhem. Viz statický výpočet.

4.2.PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

V proměnném zatížení je uvažováno užitné zatížení pro garáže a užitné zatížení pro schodiště.

- Garáže: kategorie F – dopravní a parkovací plochy pro lehká vozidla (celková tíha vozidla < 30 kN a s nejvýše 8 sedadly kromě řidiče) – $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- Komunikační plochy (schodiště): kategorie A – obytné plochy a plochy pro domácí činnosti – $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

4.3.ZATĚŽOVACÍ STAVY

Pro výpočet bylo vytvořeno sedm zatěžovacích stavů: proměnné plné, proměnné šach 1, proměnné šach 2, proměnné U_{max1} , proměnné U_{max2} , schodiště stálé a schodiště proměnné. Tyto stavy byly vytvořeny a vypočítány v programu Scia Engineering a budova byla modelována jako 2D model s porovnáním ve 3D modelu.

5. MATERIÁL

Pro návrh všech betonových konstrukcí byl použit beton C30/37 a ocel B500B.

BETON C30/37

XC3 – STŘEDNĚ MOKRÉ, VLHKÉ PROSTŘEDÍ

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

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

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

$$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$$

$$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$$

OCEL B500

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

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

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

$$\epsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

6. BETONÁŽ

6.1. TEPLOTA

V souladu s požadavky platné normy ČSN EN 206-1 Změna Z3 kapitola 5.2.8 nesmí být teplota čerstvého betonu v době jeho dodávání menší než +5°C. Pokud se požaduje jiná minimální teplota betonu nebo se požaduje maximální teplota, pak musí být uvedena s dovolenými odchylkami.

6.2. OŠETŘOVÁNÍ

Způsob ošetřování musí zajistit pozvolné vypařování vody z povrchu čerstvého betonu nebo udržovat povrch stále vlhký. Pokud se ošetřuje vodou, je nutné v počátečním stádiu použít mlžení, dokud čerstvý beton nezatuhne. Vždy platí, že teplota ošetřovací vody se nesmí lišit od teploty čerstvého betonu o více jak 5°C.

6.3. ODBEDNĚNÍ

Již vyrobený beton je třeba nadále ochránit proti vyschnutí, a to po celou dobu jeho zrání, která se při teplotě +15°C až +25°C pohybuje okolo 28 dnů.

Při odbedňování je nutno pracovat tak, aby nedošlo k poškození odbedňovaných ploch a hran. Postupným odbedňováním lze začít po 14 dnech.

7. ZÁVĚR

Návrh a posouzení řešených konstrukcí bylo provedeno dle platných norem a zásad. Cílem diplomové práce bylo navrhnout konstrukce tak, aby splňovali podmínky mezního stavu únosnosti a mezního stavu použitelnosti v souladu s aktuálně platnými normami. Rozsah řešených prvků byl zpracován v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce. K řešeným betonovým prvkům byl vypracován výkres tvaru a výkresy výztuže.

8. POUŽITÁ LITERATURA

Platné normy:

[1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

[2] ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

[3] ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

[4] ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Ostatní literatura:

[5] BAŽANT, Zdeněk. Betonové konstrukce 1: Betonové konstrukce plošné – část 1. VUT Brno 2005

[6] BL09: Betonové konstrukce II - studijní podklady. VUT Brno

[7] BL001: Prvky betonových konstrukcí. VUT Brno

[8] Podklady firmy HALFEN

9. POUŽITÝ SOFTWARE

SCIA Engineer 21.1

AutoCAD 2014 s nástavbou RECOC

Microsoft Office Word

Microsoft Office Excel

FIN EC – Beton 3D, Beton požár

10. POUŽITÉ ZNAČKY

A průřezová plocha

A_c průřezová plocha betonu

A_i plocha ideálního průřezu

A_s průřezová plocha výztuže

$A_{s,R}$ průřezová plocha rozdělovací výztuže

$A_{s,req}$ požadovaná plocha výztuže

$A_{s,min}$ minimální průřezová plocha výztuže

$A_{s,max}$ maximální průřezová plocha výztuže

$A_{s,w}$ průřezová plocha smykové výztuže

$a_{1,2}$ uložení desky

a_g poloha neutrální osy ideálního průřezu

b šířka průřezu

c krytí výztuže

c_{nom} jmenovitá (nominální) hodnota tloušťky betonové krycí vrstvy

c_{min} minimální hodnota tloušťky krycí vrstvy

Δc_{dev}	zohlednění další ochrany výztuže
$c_{min,b}$	minimální hodnota tloušťky krycí vrstvy dle profilu výztuže a velikosti kameniva
$c_{min,dur}$	minimální hodnota tloušťky krycí vrstvy dle konstrukční třídy
d_x	účinná výška výztuže ve směru x
d_y	účinná výška výztuže ve směru y
d_{eff}	
E_c	tečnový modul pružnosti obyčejného betonu při napětí $\sigma_c=0$ a ve stáří 28 dní
$E_{c,eff}$	účinný modul pružnosti betonu
E_{cm}	sečnový modul pružnosti betonu
E_s	návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli
E_i	modul pružnosti prvku
EI	ohybová tuhost
f_{ck}	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tlaku
f_{ctd}	návrhová pevnost betonu v tahu
f_{yk}	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
f_{yd}	návrhová mez kluzu betonářské výztuže
$f_{ctk0,05}$	dolní kvantil pevnosti betonu v dostředném tlaku
f_{bd}	mezní napětí v soudržnosti
g_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
g_d	návrhová hodnota stálého zatížení
h_s	výška desky
$h_{s,min}$	minimální výška desky
$h_{c,eff}$	výška taženého betonu
k	rozdělovací součinitel
k_i	tuhost konstrukce
$l_{b,rqd}$	základní kotevní délka
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka
n_i	součinitel tuhosti
q_k	charakteristická hodnota proměnného zatížení
q_d	návrhová hodnota proměnného zatížení
s	vzdálenost výztuže
$s_{r,max}$	maximální vzdálenost výztuže
$s_{r,max}$	maximální vzdálenost trhlin
w_x	průhyb ve směru x
w_y	průhyb ve směru y
x	poloha neutrální osy
$x_{bal,1}$	vzdálenost neutrální osy od okraje tlačeného průřezu
z	rameno vnitřních sil
F	výsledná síla ve výztuži
I_i	moment setrvačnosti ideálního průřezu
I_{ir}	moment setrvačnosti ideálního průřezu s trhlinou
I_i	moment setrvačnosti prvku
L_x	délka (rozpětí) ve směru x

L_y	délka (rozpětí) ve směru y
$L_{eff,x}$	efektivní délka ve směru x
$L_{eff,y}$	efektivní délka ve směru y
L_n	světlé rozpětí
M	ohybový moment
M_{cr}	moment při vzniku trhlin
M_{Rd}	moment únosnosti
M_{ed}	návrhová hodnota působícího vnitřního ohybového momentu
N	normálová síla
N_{ed}	návrhová hodnota působící normálové síly (tah nebo tlak)
V_{ed}	návrhová hodnota posouvající síly
\emptyset	průměr výztuže
α_c	poměr modulů pružnosti (stupeň vyztužení)
ϵ_{cu3}	maximální poměrné přetvoření betonu v tlaku
ϵ_{yd}	poměrné přetvoření oceli
ϵ_s	průměrná hodnota poměrného přetvoření výztuže
ϵ_{sm}	průměrná hodnota poměrného přetvoření výztuže
ϵ_{cm}	průměrná hodnota poměrného přetvoření betonu
γ_B	objemová tíha betonu
γ_G	dílčí součinitel stálého zatížení
γ_Q	dílčí součinitel proměnného zatížení
$\rho_{p,eff}$	účinný stupeň vyztužení
σ_s	napětí v tahové výztuži stanovené v průřezu porušeném trhlinou
χ	redukční součinitel
η_1	součinitel zohledňující kvalitu podmínek soudržnosti a polohu prutu během betonáže
η_2	součinitel zohledňující průměr prutu
δ	součinitel tvaru
μ	redukční součinitel

11. SEZNAM PŘÍLOH

P1. Použité podklady

P2. Výkresová dokumentace

- P2.1 – TVAR DESKY NAD 2.PP
- P2.2 – TVAR DESKY NAD 1.PP
- P2.3 – TVAR DESKY NAD 1.NP
- P2.4 – VZOROVÝ ŘEZ BUDOVOU
- P2.5 – SCHODIŠTĚ TVAR
- P2.6 – DESKA NAD 1.NP - DV
- P2.7 – DESKA NAD 1.NP - HV
- P2.8 – SLOUPY VE 2.PP - VÝZTUŽ
- P2.9 – RAMPA - VÝZTUŽ
- P2.10 – SCHODIŠŤOVÉ RAMENO R05 - VÝZTUŽ
- P2.11 – MEZIPODESTA MP02 - VÝZTUŽ

P3. Statický výpočet

- P3.1 – Příloha výpočtů z programu FIN EC