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

STATICKÉ ŘEŠENÍ PARKOVACÍHO DOMU

STATIC SOLUTION OF PARKING HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Dominik Rose
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2021

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	Dominik Rose
Název	Statické řešení parkovacího domu
Vedoucí práce	doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

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

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební podklady
2. Normy pro navrhování betonových konstrukcí ČSN a EN
3. L. Gřenčík: Betonové konstrukce II. SNTL/ALFA 1986
4. D. Majdúch: Zásady vystužovania betónových konštrukcií. ALFA 1984.
5. Vhodné výpočetní programy (např. Nexis, SCIA, Ansys apod.)
6. Zich M., Bažant Z., Montované betonové konstrukce, CERM 2018.
7. Zich M., Bažant Z., Plošné konstrukce, nádrže a zásobníky, CERM 2010

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro zadané dispoziční uspořádání vypracovat stavební a konstrukční návrh stropní konstrukce parkovacího domu. Vypracovat 2-3 varianty stropu. Pro podrobnější řešení vybrat jednu variantu. Řešení provést včetně nezbytné výkresové dokumentace (výkresy tvaru a výztuže). Rozsah bakalářské práce stanoví vedoucí práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

P4) .....

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

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

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na vypracování statického řešení parkovacího domu o čtyřech nadzemní podlažích. Jsou vypracovány 3 varianty z nichž 1 byla podrobněji rozpracována. Navrhované prvky jsou stropní deska, sloupy a schodiště. Pro výpočet vnitřních sil je použit program SCIA Engineer 20.0. V rámci práce je vypracovaná i výkresová dokumentace. Konstrukce je navržena dle platných norem ČSN EN.

KLÍČOVÁ SLOVA

Parkovací dům, stropní deska, sloup, průvlak, hlavice, dimenzování, SCIA Engineer, vnitřní síly, ohybové momenty, kombinace, zatěžovací stavy, beton, výztuž, protlačení, smyk, výkresová dokumentace, normy

ABSTRACT

The bachelor's thesis is focused on the elaboration of a static solution of a parking house with four above-ground floors. Three variants are elaborated, one of which was elaborated in more detail. The proposed elements are the ceiling slab, the columns and staircase. The SCIA Engineer 20.0 program is used to calculate the internal forces. As part of the work, drawing documentation is also prepared. The structure is designed according to correctly valid standards.

KEYWORDS

Parking house, ceiling tile, column, girder, cap, dimensioning, SCIA Engineer, internal forces, bending moments, combination, load cases, concrete, reinforcement, extrusion, skid, drawing documentation, standards

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Dominik Rose *Statické řešení parkovacího domu*. Brno, 2021. 13 s., 112 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Statické řešení parkovacího domu* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28.05.2021

Dominik Rose
Autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce doc. Ing. Miloši Zichovi, Ph.D. za ochotné poskytování rad a připomínek i v době zasažené virem COVID-19. I v této náročné době si vždy našel čas na sdílení svých cenných zkušeností.

Dále bych chtěl srdečně poděkovat svým rodičům, spolužákům a přátelům za psychickou podporu v průběhu studia a v době vypracovávaní této bakalářské práce.

1 Úvod 9

2 Popis konstrukce 9

3 Použité materiály 9

4 Zatížení 10

5 Vyztužení 10

6 Závěr 11

1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá statickým řešením parkovacího domu. Tento objekt má čtyři nadzemní podlaží. V přízemí se nachází parkování pro handicapované osoby a parkovaní pro elektromobily v ostatních patrech jsou pouze standartní parkovací stání. Byly vypracovány tři staticky rozdílné varianty stropní konstrukce. Po vyhodnocení se vybrala jedna varianta, která se dále podrobně zpracuje. V bakalářské práci se řeší stropní konstrukce nad prvním podlažím a tři různé průřezy sloupů, jeden vnitřní a dva vnější. Dále je navrženo dvouramenné schodiště. Pro výpočet vnitřních sil byl použit program SCIA Engineer 20.0. Na dimenzaci sloupů byla použita IDEA StatiCa 20.1. Součástí této bakalářské práce bylo vypracování výkresové dokumentace desky, sloupů a schodiště, dle platných norem ČSN EN.

2 Popis konstrukce

Objekt je parkovací dům o čtyřech nadzemních podlažích obdélníkového tvaru v městské části Brno – Nový Lískovec. Hlavní nosné prvky jsou sloupy a lokálně podepřená železobetonová stropní deska. Konstrukční výška všech podlaží je 2,8 m. Pro výsek stropu byly zpracovány tři varianty stropní konstrukce. První byla stropní deska s hlavicemi a další dvě byli s průvlaky v obou směrech. Druhou variantu tvořily průvlaky šířky 1,5 m. Třetí variantu tvořily průvlaky šířky 2,0 m. Po zhodnocení všech variant, byla zvolena stropní deska s hlavicemi. Největší pole desky má půdorysné rozměry 8,1 x 8,5 m. Další rozměry jsou 4,5 x 8,1 m a 4,0 x 8,1 m. Navržená tloušťka desky je 200 mm. Hlavice mají tloušťku 500 mm. Pro vnitřní sloup jsou navrženy rozměry 550 x 550 mm, sloupy v místě krajního průvlaku mají rozměr 430 x 430 mm. Krajní sloupy v desce mají rozměr 350 x 350 mm. Sloupy jsou navrženy a posouzeny v programu IDEA StatiCa 20.1. Výpočet vnitřního sloupu je ověřen ručním výpočtem. Výztuž proti protlačení je navrhnuta v programu Schöck BOLE. Pro vnitřní sloup je provedeno ruční ověření. Typické podlaží je vymodelováno pomocí programu SCIA Engineer 20.0, ze kterého jsou zjištěny vnitřní síly.

3 Použité materiály

- Beton C30/37 – deska a schodiště

Charakteristická pevnost betonu v tlaku	f_{ck} = 30 MPa
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = \frac{fck}{\gamma c} = \frac{30}{1,5}$ = 20 MPa
Pevnost betonu v tahu	f_{ctm} = 2,9 MPa
Mezní přetvoření v betonu	ε_{cu3} = 3,5 ‰
Modul pružnosti betonu	E_{cm} = 32 GPa

- Beton C40/50 - sloupy

Charakteristická pevnost betonu v tlaku	f_{ck} = 40 MPa
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = \frac{fck}{\gamma c} = \frac{40}{1,5}$ = 26,667 MPa

Pevnost betonu v tahu	f_{ctm} = 3,5 MPa
Mezní přetvoření v betonu	ε_{cu3} = 3,5 ‰
Modul pružnosti betonu	E_{cm} = 35 GPa
- Ocel B500B	
Charakteristická mez kluzu	f_{yk} = 500 MPa
Návrhová pevnost oceli	$f_{yd} = \frac{fyk}{\gamma s}$ = 434,783 MPa
Minimální přetvoření oceli	ε_{cu3} = 2,175 ‰
Modul pružnosti oceli	E_s = 200 GPa

4 Zatížení

Do stálého zatížení je zahrnuta podlaha a vlastní tíha. Vlastní tíha je vygenerována programem SCIA Engineer 20.0 dle dimenzí konstrukce. Proměnné zatížení od vozidel je kategoricky zatříděno do kategorie F – parkovací plochy pro lehká vozidla. Proměnné zatížení na schodišti je zatříděno do kategorie C3 – přístupové plochy ve veřejných a administrativních budovách. Kombinace zatížení na konstrukci jsou vytvořeny dle ČSN EN 1990 – zásady navrhování konstrukcí.

Stálé:
Podlaha – 2,0 kN/m2 => navržená hodnota

Proměnné:
Užitná – 2,5 kN/m2 => kat. F, Dopravní a parkovací plochy pro lehká vozidla
Užitná – 3,0 kN/m2 => kat. C3, Přístupové plochy ve veřejných a administrativních budovách

5 Vyztužení

Ve stropní desce je navržena ortogonální vázaná betonářská výztuž.
Krytí výztuže je uvažováno 25 mm.
Spodní výztuž v polích v obou směrech je navržena Ø16 po 200 mm. Spodní výztuž v hlavicích je navržena Ø10 po 100 mm v obou směrech.
Horní výztuž nad sloupy je navržena Ø14 po 100 mm ve směru x i ve směru y.
Při horním okraji je navržena kari síť Ø8 mm, rozměr oka 150 x150 mm.
Hlavice nad vnitřními sloupy jsou vyztuženy 8 ks smykových lišt proti protlačení.
Podélná výztuž ve vnitřních sloupech je 4Ø25 v rozích a 4Ø14 na hranách. Rozteč třmínků o Ø10 je 200 mm. V krajním sloupu jsou pouze 4Ø25 v rozích a třmínky Ø10 po 200 mm. Ve sloupech, které nemají hlavice jsou navrženy 4Ø12 v rozích a třmínky Ø10 po 200 mm. Třmínky v hlavě a patě sloupů jsou zhuštěny na rozteč 120 mm. Podélná výztuž schodiště je navržena Ø10 po 100 mm. V místě připojení schodišťového ramene na podestu jsou při dolním okraji navrženy Ø16 po 100 mm v šířce 1 m. Ve zbývající šířce podesty jsou při dolním okraji navrženy Ø10

po 100 mm. Horní výztuž podesty je navržena Ø10 po 200 mm. Podesty jsou v příčném směru připojeny do stěn pomocí lepené výztuže na chemickou kotvu.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout a posoudit svislou a vodorovnou nosnou konstrukci parkovacího domu. Byly vypracovány a posouzeny tři rozdílné statické varianty, z nichž byla vybrána nejvýhodnější varianta, a to varianta s hlavicemi. Na tuto variantu byla posouzena lokálně podepřená deska a nadimenzované rozměry sloupů. Dimenzace byla ověřena ručním výpočtem. Bylo navrženo vyztužení stropní desky nad prvním podlažím a vyztužení sloupů v prvním podlaží. Vnitřní síly byly zjištěny z kombinací v programu SCIA Engineer 20.0. Výkresová část obsahuje vyztužení všech tří variant, výkres tvaru vybrané varianty, výkres výztuže vybrané varianty, výkresy navržených sloupů a výkres schodiště. Všechny provedené výpočty a dimenzace byly provedeny dle platných norem.

Seznam použitých zdrojů

- ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Český normalizační institut, 2011
- ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb, Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
- ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Praha, Český normalizační institut, 2004
- ZICH, Miloš a kol. Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů. Praha: Verlag Dashöfer, nakladatelství, 2010
- ZICH, Miloš a Zdeněk P. BAŽANT. Montované betonové konstrukce. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2018. ISBN 978-80-7204-983-7
- ŠVAŘÍČKOVÁ, Ivana. Pomůcky do cvičení [online]. [cit. 2021-05-28]. Dostupné z: https://vutbr.sharepoint.com/sites/Svarickova

Použité programy

SCIA Engineer 20.0
IDEA StatiCa 20.1
AutoCAD 2019
Recoc 2019 – nástavba pro AutoCAD
ArchiCAD 2022
Schöck BOLE
Microsoft Office Word
Microsoft Office Excel

Seznam příloh

P1) Použité podklady
P2) Statický výpočet
P3) Výkresová dokumentace
1) Výkres vyztužení hlavic
2) Výkres vyztužení průvlaků šířky 1,5 m
3) Výkres vyztužení průvlaků šířky 2,0 m
4) Výkres tvaru desky
5) Výkres vyztužení stropní desky
6) Výkres sloupu N1
7) Výkres sloupu N2
8) Výkres sloupu N3
9) Výkres schodiště