



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

**NÁVRH STROPNÍ KONSTRUKCE VÝŠKOVÉ
BUDOVY**

DESIGN OF THE FLOOR SLAB STRUCTURE OF A TALL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tereza Vintrová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

BRNO 2022



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	Tereza Vintrová
Název	Návrh stropní konstrukce výškové budovy
Vedoucí práce	doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

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 vystužování betónových konstrukcí. 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 typické stropní konstrukce výškové budovy. 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 se zabývá návrhem stropní konstrukce výškové budovy. Podkladem pro práci byla studie objektu se základními půdorysnými rozměry a výškami. Cílem práce je navržení lokálně podepřené stropní desky se ztužujícím jádrem uprostřed, a to jako výsek jednoho patra, konkrétně strop nad desátým podlažím. Dle zadané studie byl vytvořen deskový model v programu SCIA Engineer pro analýzu vnitřních sil na jejichž základě byl proveden návrh ohybové výztuže desky na mezní stav únosnosti. Návrh smykové výztuže vychází z vnitřních sil 3D modelu a byl proveden za pomoci programu Schöck Bole s ručním ověřením vybraného sloupu. Pro posouzení mezního stavu použitelnosti byl využit nelineární výpočet 3D modelu a ručního ověření šířky trhlin. Závěrem práce bylo navržení varianty s obvodovým žebrem a porovnání obou typů desek. Součástí práce je statický výpočet a výkresová dokumentace.

KLÍČOVÁ SLOVA

Výšková budova, stropní deska, lokálně podepřená deska, stropní konstrukce, železobeton, beton, výztuž, ocel, zatížení, vnitřní síly, dimenzování, únosnost, kotevní délka, protlačení, mezní stavy, průhyb, šířka trhlin

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the design of the ceiling structure of a high-rise building. The basis for the work was a study of the building with basic floor plan dimensions and heights. The aim of the bachelor thesis is to design a locally supported floor slab with a stiffening core in the middle, as a section of one floor, namely the ceiling above the tenth floor. According to the specified study, a slab model was created in SCIA Engineer to analyze the internal forces based on which the design of the flexural reinforcement of the slab to the ultimate limit state was carried out. The design of the shear reinforcement is based on the internal forces of the 3D model and was done using Schöck Bole with manual verification of the selected column. Non-linear calculation of the 3D model and manual verification of crack widths was used to assess the ultimate limit state. At the end of the work, the design of the circumferential rib variant and the comparison of the two types of slabs was carried out. The work includes a static calculation and drawings.

KEYWORDS

High-rise building, floor slab, point-supported slab, floor structure, reinforced concrete, concrete, reinforcement, steel, load, internal forces, dimensioning, load-bearing capacity, anchorage length, punching, limit states, deflection, crack width

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Tereza Vintrová *Návrh stropní konstrukce výškové budovy*. Brno, 2022. 25 s., 121 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 SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Návrh stropní konstrukce výškové budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 18. 5. 2022

Tereza Vintrová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Návrh stropní konstrukce výškové budovy* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 18. 5. 2022

Tereza Vintrová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Miloši Zichovi, Ph.D. za jeho ochotu, přístup, cenné rady a připomínky při vypracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat rodině, kamarádům a spolužákům za jejich pomoc a podporu.

OBSAH:

I. ČÁST REŠERŠE ŘEŠENÍ TYPICKÝCH STROPNÍCH KONSTRUKCÍ VÝŠKOVÝCH BUDOV.....	10
1. VÝŠKOVÁ BUDOVA OBECNĚ:	11
2. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ VÝŠKOVÝCH BUDOV:.....	11
3. STATICKÉ ŘEŠENÍ STROPNÍCH KONSTRUKCÍ:.....	11
3.1 BODOVĚ PODEPŘENÁ DESKA.....	11
3.2 STATICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÝCH VÝŠKOVÝCH BUDOV.....	15
II. ČÁST TECHNICKÁ ZPRÁVA	19
1. ÚVOD	20
2. POPIS KONSTRUKCE.....	20
2.1 OBECNÉ INFORMACE O OBJEKTU	20
2.2 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM.....	20
3. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY	21
4. ZATÍŽENÍ	21
4.1 ZATÍŽENÍ STÁLÉ	21
4.2 ZATÍŽENÍ UŽITNÉ	21
4.3 ZATĚŽOVACÍ STAVY	22
5. VÝPOČTOVÉ MODELY	22
6. KOMBINACE	22
7. DIMENZOVÁNÍ DESKY	22
7.1 OHYB	22
7.2 ŘETĚZOVÉ ZŘÍCENÍ	23
7.3 PROTLAČENÍ	23
8. VÝPOČET ŠÍŘKY TRHLIN.....	23
9. VÝPOČET PRŮHYBU	23
10. POROVNÁNÍ VARIANT.....	23
11. ZÁVĚR.....	23
12. ZDROJE.....	24
13. SEZNAM PŘÍLOH	25

I.ČÁST
REŠERŠE ŘEŠENÍ TYPICKÝCH STROPNÍCH KONSTRUKCÍ
VÝŠKOVÝCH BUDOV

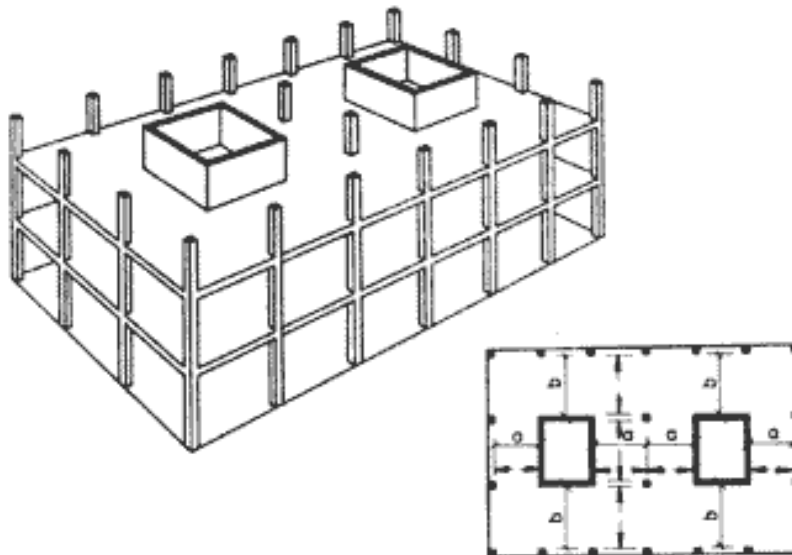
1. VÝŠKOVÁ BUDOVA OBECNĚ

Výškové budovy jsou velmi vysoké budovy plnící funkci bydlení, občanské vybavenosti, nebo mohou plnit obě funkce zároveň.

Neexistuje přesná definice, výšková hranice nebo počet podlaží, které by výšková budova měla splňovat. Obecně lze říct, že za výškovou budovu v České republice považujeme budovy vyčnívající svou výškou nad okolní zástavbou. Na našem územní se za výškovou budovu označuje například budova AZ Tower, která je se svými 111 m výšky v současné době nejvyšší budovou ČR. Dále mezi výškové budovy můžeme zařadit pražský V Tower, City Tower a City Empiria, které svou výškou převyšují 100 m.

2. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ VÝŠKOVÝCH BUDOV

U výškových budov se nejčastěji setkáváme se sloupovým systémem v kombinaci se stěnovým systémem a s jádrovým systémem. Jádrový systém je kombinací sloupů a ztužujících jader.



Obr 1. Sloupový konstrukční systém kombinovaný s nosnými stěnovými jádry [8]

3. STATICKÉ ŘEŠENÍ STROPNÍCH KONSTRUKCÍ

3.1 BODOVĚ PODEPŘENÁ DESKA

U použití jádrového konstrukčního systému se stropní konstrukce chová jako bodově podepřená deska. Za bodové podpory se považují sloupy průřezu kruhového, oválného, čtvercového apod.. Za bodovou podporu se dá také uvažovat stěna kratší než $1/6$ příslušného pole. Sloupy se doporučuje umístit v ortogonálním směru.

Nejjednodušší způsobem provedení je deska konstantní tloušťky. U více zatížených konstrukcí se navrhují zesílené desky nebo hlavice pro účinnější roznos zatížení v okolí sloupů.

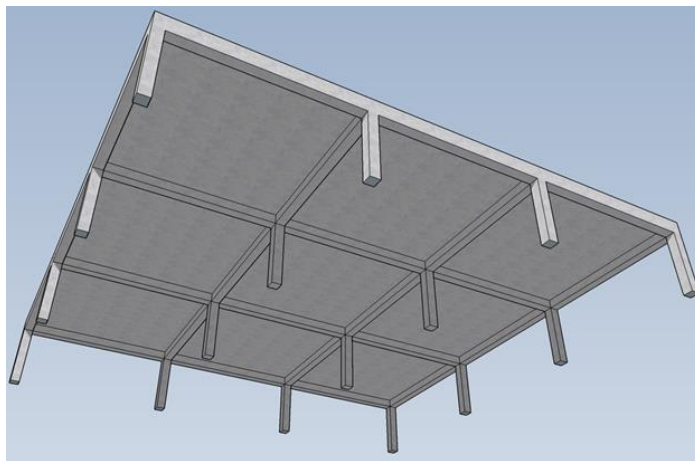
3.1.1 MOŽNOSTI PROVÁDĚNÍ

- Desky konstantní tloušťky:



Obr 2. Deska konstantní tloušťky [9]

- Desky se ztužujícími trámy



Obr 3. Deska se ztužujícími trámy [10]

- Desky se zesílenou deskou

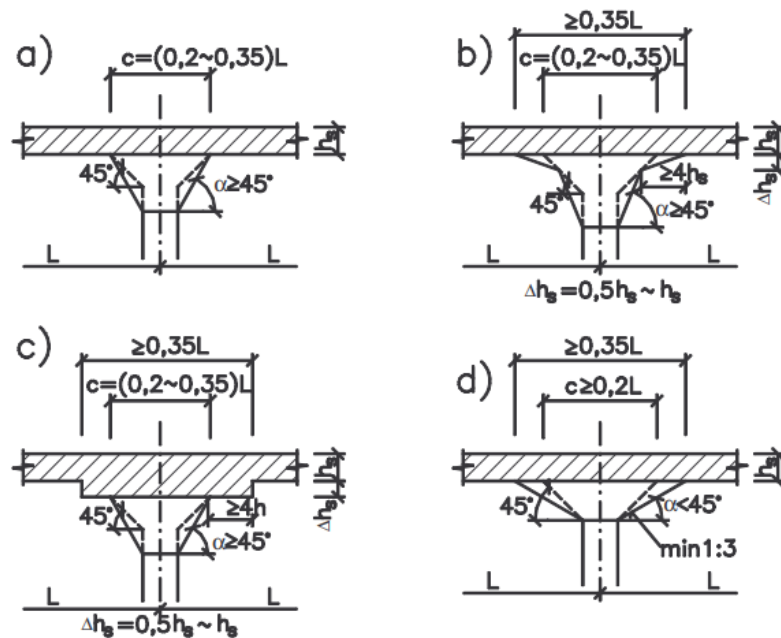


Obr 4. Deska se zesílenou deskou [11]

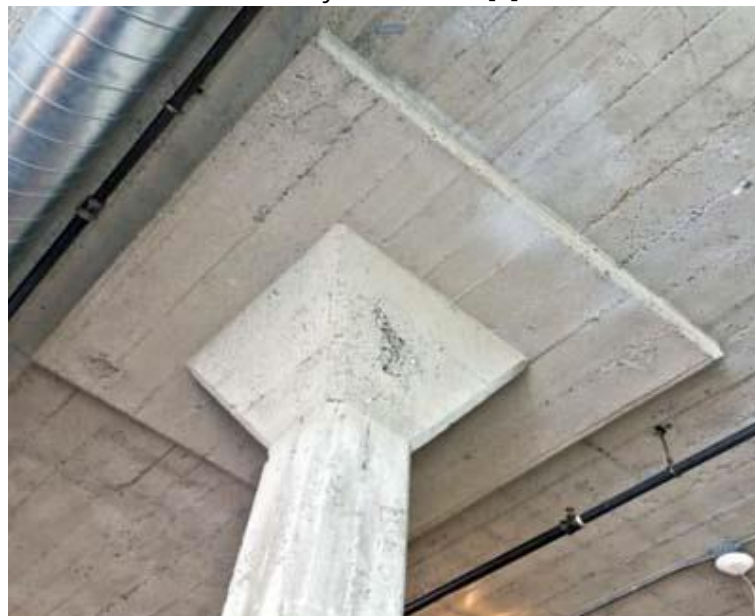
- Desky s viditelnou hlavicí:

Rozdělujeme:

- a) hřibovou hlavicí jednoduchou
- b) hřibovou hlavicí lomenou
- c) hřibovou hlavicí se zesilující deskou
- d) hřibovou hlavicí plochou:



Obr 5. Desky s hlavicemi [2]



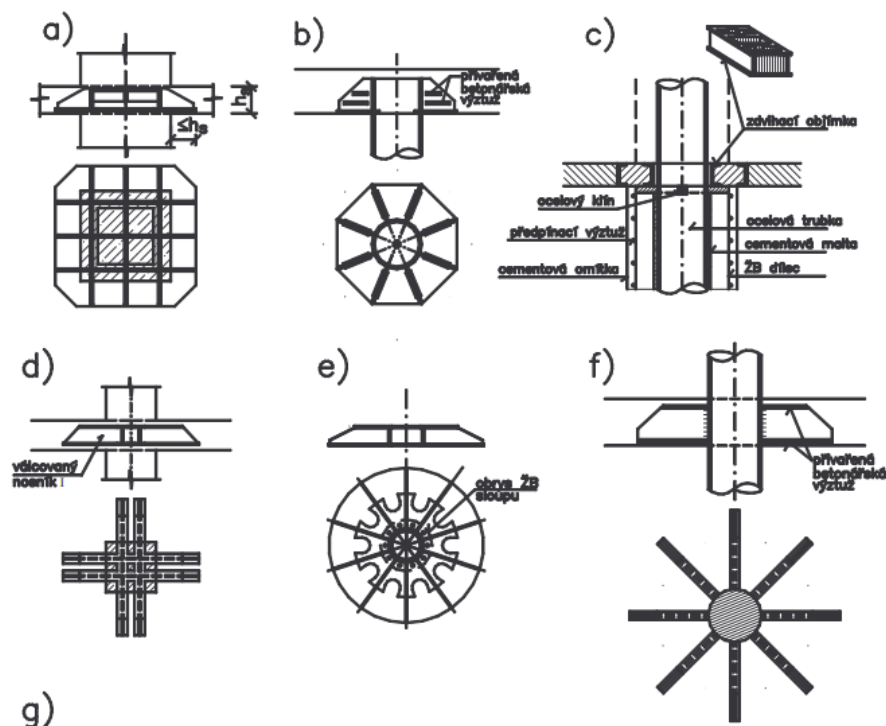
Obr 6. Hřibová hlavička se zesilující deskou [13]

- Desky se skrytou hlavicí:

a), b), c) manžetová hlavice

d), e) roštová hlavice

f) žebrová hlavice



Obr 7. Desky se skrytou hlavicí [2]

3.1.1 VÝPOČTOVÉ METODY ŘEŠENÍ BODOVĚ PODEPŘENÝCH DESEK

Metoda součtových momentů

Metoda náhradních rámu

Metoda konečných prvků

3.2 STATICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÝCH VÝŠKOVÝCH BUDOV

3.2.1 AZ Tower

Jedná se o administrativní budovu s 32 podlažími, z toho je 30 nadzemních a 2 podzemní podlaží. Budova je vysoká 111 m.

Konstrukční řešení:

Objekt je navržen jako monolitická železobetonová stěnová konstrukce schodišť a sdružených výtahových šachet. Mezi stěnami průčelí a vnitřními stěnami ztužujícího jádra jsou vloženy řady sloupů. To umožňuje navržení stropních konstrukcí jako monolitických křížem armovaných desek tloušťky 240 až 260 mm.

Materiál stropní konstrukce:

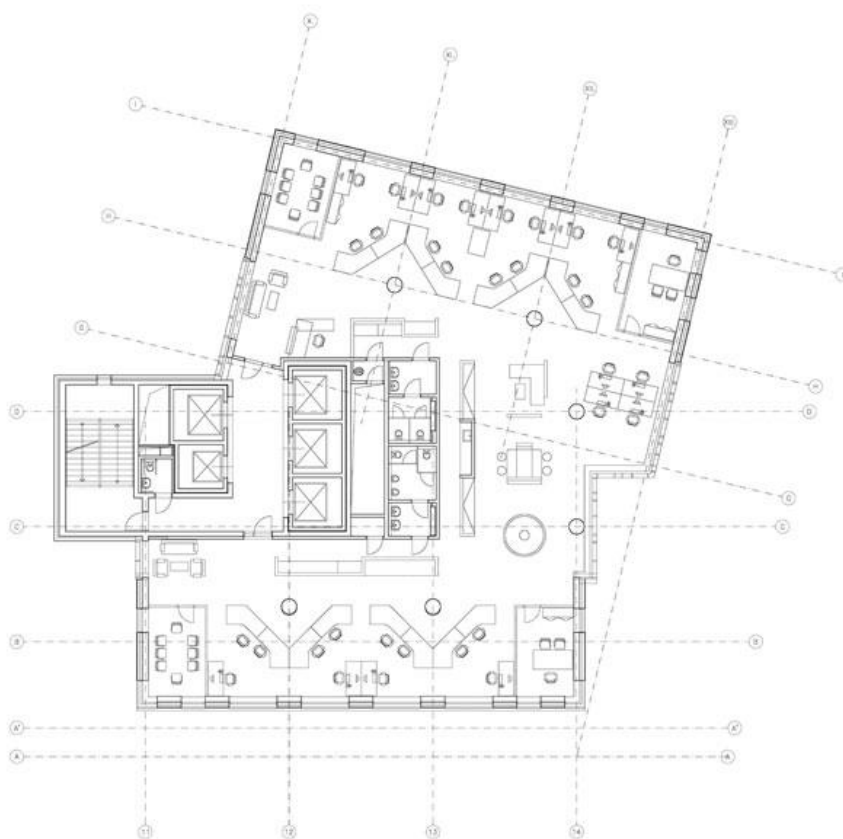
Beton: C35/45 - XC2

Betonářská výztuž: ocel B 500 B

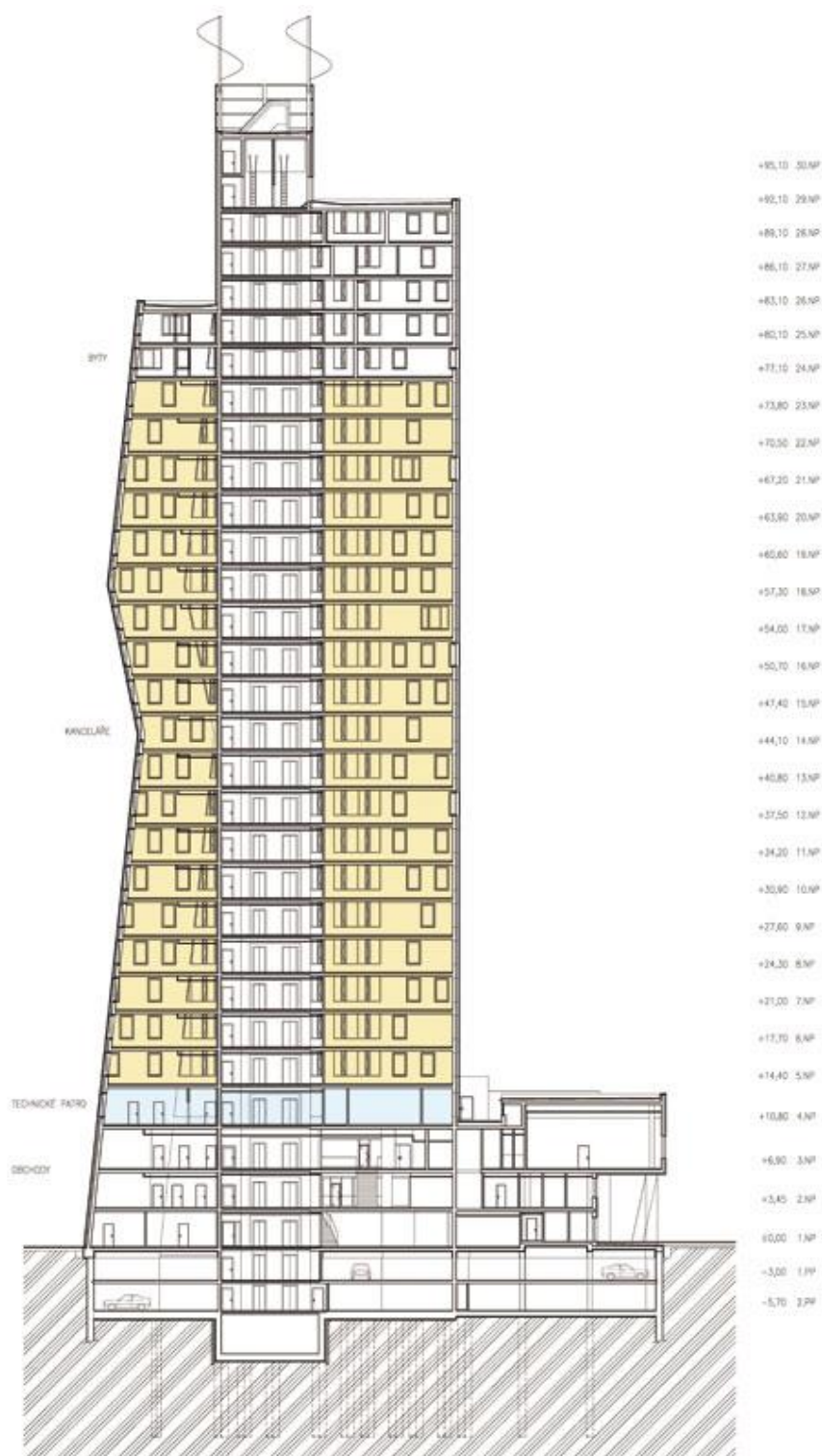
Architekt: Architektonická kancelář Burian – Křivinka

Výstavba: 2011–2013

Město: Brno



Obr 8. Půdorys typického podlaží AZ Tower [12]



Obr 9. Řez AZ Tower [12]

3.2.2 City Tower

Jedná se o budovu kancelářského typu. Budova má 27 nadzemních a 3 podzemní podlaží a celkovou výšku 109 m.

Konstrukční řešení:

Konstrukčně je budova řešena jako ocelový skelet s železobetonovým jádrem a monolitickými stropy.

Původní projekt:

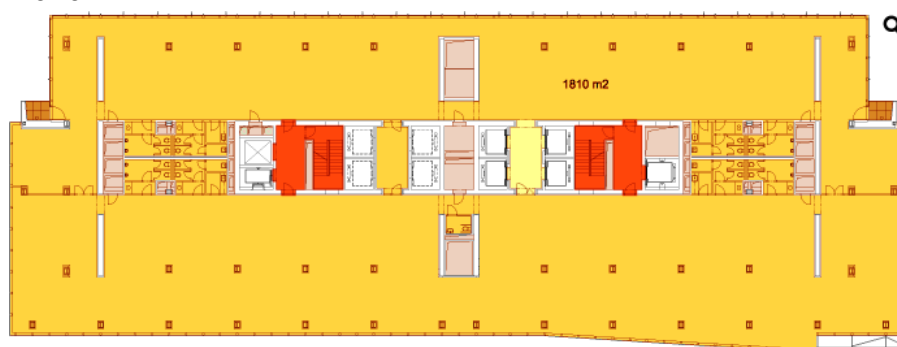
Architekt: Spojprojekt pod vedením architekta Františka Šmolíka

Výstavba: 1985–1993

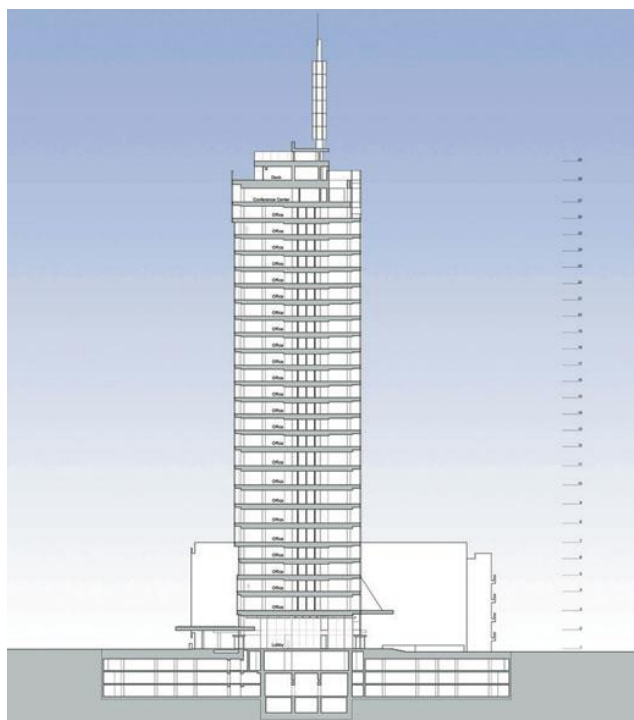
Rekonstrukce: Richard Meier, Václav Aulický

Výstavba: 2005–2008

Město: Praha



Obr 10. Půdorys typického podlaží City Tower [14]



Obr 11. Řez City Tower [15]

3.2.3 Empiria Tower

Jedná se převážně administrativní budovu. Budova má 27 nadzemních podlaží a celkovou výšku 104 m.

Konstrukční řešení:

Konstrukčně je budova tvořena ocelovým skeletem se ztužujícím železobetonovým jádrem a monolitickými stropy.

Původní projekt:

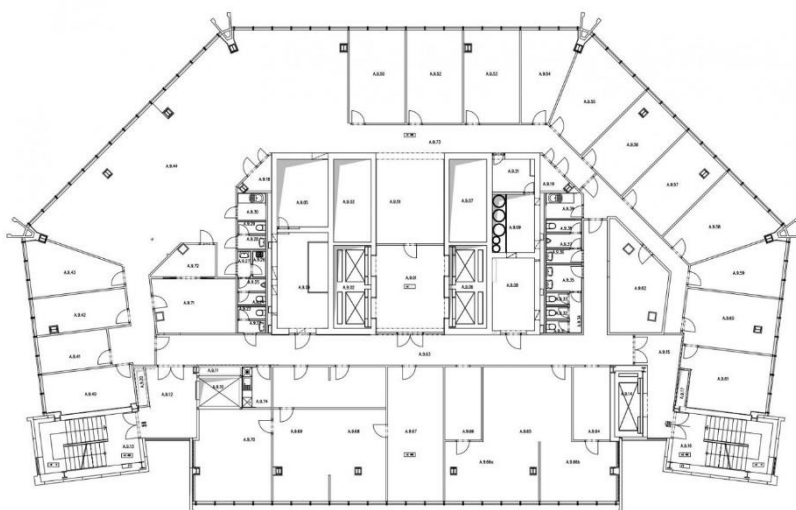
Architekt: Zdeněk Kuna, Zdeněk Stupka, Olivier Honke-Houfek, Milan Valenta, Jaroslav Zdražil

Výstavba: 1975–1977

Rekonstrukce: společnost ECM Real Estate Investments

Výstavba: 2001–2005

Město: Praha



Obr 12. Půdorys typického podlaží Empiria Tower [16]

II.ČÁST

TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem stropní konstrukce výškové budovy. Podkladem pro práci byla studie objektu se základními půdorysnými rozměry a výškami [7]. Cílem práce je navržení lokálně podepřené stropní desky se ztužujícím jádrem uprostřed formou výseku jednoho patra, konkrétně strop nad desátým podlažím. Pro výpočet vnitřních sil byl v programu Scia Engineer 21.1 vytvořen 2D a 3D model jedné z variant provedení stropní konstrukce. Následně byla na tuto variantu navržena ohybová výztuž a výztuž proti protlačení. Stropní konstrukce je dále posouzena na mezní stav použitelnosti. Závěrem práce bylo navržení varianty s obvodovým žebrem a porovnání obou typů desek. Součástí práce je statický výpočet a výkresová dokumentace. Bakalářská práce byla provedena dle platných norem.

2. POPIS KONSTRUKCE

2.1 OBECNÉ INFORMACE O OBJEKTU

Jedná se o výškovou budovu o 34 nadzemních a 5 podzemních podlažích, jako podklad sloužila rozvojová studie [7]. Objekt bude kombinací administrativních, bytových, prodejních prostorů a bude opláštěn skleněnou fasádou. Budova má půdorysně atypický tvar obdélníku se zaoblenými rohy a po výšce se tvar mění. Konstrukční výška podlaží je 3,75 m a osová vzdálenost sloupů v základním rastru je 9 m. Budova je řešena jako sloupový systém v kombinaci s železobetonovým jádrem. Pro výpočet byl vybrán výsek typické stropní konstrukce nad 10. NP ve výškové úrovni 39,345 m o půdorysném rozměru cca 36 m x 27 m

2.2 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM

VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

Vodorovnou nosnou konstrukcí pro vybranou variantu provedení je železobetonová bodově podepřená stropní deska konstantní tloušťky 350 mm. V druhé variantě je navržena deska tloušťky 200 mm s obvodovým žebrem tloušťky 400 mm.

SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

Svislými nosnými prvky jsou kruhové sloupy průměru 900 mm a 750 mm. Tuhost ve vodorovném směru zajišťuje ztužující jádro, které tvoří stěny tloušťky 300 mm, 200 mm a 150 mm, umístěné ve středu budovy.

3. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Stupeň vlivu prostředí: XC1

Konstrukční třída: S4

BETON C30/37

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

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

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

$$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

OCEL B500B

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

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

$$\gamma_s = 1,15$$

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

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,78}{200\,000} = 2,175 \text{ ‰}$$

Pro výpočet byl použit bilineární pracovní diagram pro beton C30/37. Pro ocel B500B byl použit v programu SCIA Engineer bilineární pracovní diagram s nakloněnou horní větví, u ručního výpočtu bylo uvažováno s bilineárním diagramem s vodorovnou horní větví.

4. ZATÍŽENÍ

4.1 ZATÍŽENÍ STÁLÉ

Do stálého zatížení u stropní desky byla započtena vlastní tíha stropní desky vygenerovaná programem SCIA Engineer. Dále bylo uvažováno plošné zatížení od skladby podlah. Liniové zatížení od sádkartonových příček bylo přepočteno na plošné zatížení působící na desky s možným výskytem příček. Dále bylo vypočteno liniové zatížení od skleněné fasády působící na okraj desky. Taktéž bylo uvažováno zatížení od schodišťové desky se stupni a podlahou.

4.2 ZATÍŽENÍ UŽITNÉ

Dle zatížení budovy do kategorie B – kancelářské plochy bylo užité zatížení na stropní desce uvažováno $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$, na schodiště $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$, zatížení od zábradlí bylo uvažováno $0,5 \text{ kN/m}$.

4.3 ZATĚŽOVACÍ STAVY

Bylo vytvořeno 11 zatěžovacích stavů působících na stropní desku.

Zatěžovací stavy od stálého zatížení:

ZS1 – vlastní tíha

ZS2 – podlaha

ZS3 – příčky

ZS9 – schodiště

ZS10 – fasáda

Zatěžovací stavy od užitného zatížení:

ZS4 – užitné plné

ZS5 – užitné šach 1

ZS6 – užitné šach 2

ZS7 – užitné šach 3

ZS8 – užitné šach 4

ZS11 – užitné na schodišti

5. VÝPOČTOVÉ MODEL Y

Pro dimenzování stropní desky, na první variantu provedení, byly vytvořeny dva výpočtové model y v programu SCIA Engineer. Jako podklad pro tvorbu modelů sloužil výkres z programu Autocad. První model je vytvořen jako 2D desková konstrukce se souřadným systémem XY. Byly použity podpory bodové a liniové.

Dále byl vytvořen v programu SCIA Engineer 3D model v obecné rovině XYZ. Model zobrazuje výsek jedné typické desky se sloupy a stěnami nad i pod. Byly použity konstrukce deskové, prutové a stěnové.

Pro porovnání průběhů vnitřních sil byl vytvořen 3D model i pro druhou variantu provedení.

6. KOMBINACE

Pro dosažení základních návrhových veličin bylo použito kombinace pro mezní stav únosnosti pro pozemní stavby dle rovnic 6.10a a 6.10b (ČSN EN 1990 [3]). Pro mezní stav použitelnosti byly uvažovány kombinace dle 6.14b a 6.16b

7. DIMENZOVÁNÍ DESKY

7.1 OHYB

Výztuž na ohyb je navržena na návrhové ohybové momenty získané z programu Scia Engineer a je navržena dle ČSN EN 1992-1-1 [4]. Byl navržen základní rastr ϕ 10/150 při horním i dolním povrchu, byl navržen na minimální stupeň vyztužení. Dále v místech většího ohybového momentu, který nevykryje základní síť, jsou navrženy příložky požadovaného průměru a délky. Při spodním povrchu jsou navrženy příložky průměru 10 mm, při horním povrchu průměru 10 mm, 12 mm, 14 mm, 16 mm. Příložky jsou ve vzdálenosti násobku 150 mm.

7.2 ŘETĚZOVÉ ZŘÍCENÍ

Proti řetězovému zřícení byla navržena výztuž $\phi 12$ ve 3. a 4. vrstvě.

7.3 PROTlačENÍ

Pro výpočet protlačení byly uvažovány reakce ze sloupů z 3D modelu a pro výpočet protlačení rohu stěny byla vypočtena reakce působící na zatěžovací ploše.

Proti protlačení byly navrženy smykové lišty dle a ETA 13/0076. Výpočet byl proveden pomocí programu Schöck Bole a ověřen ručním výpočtem pro jeden sloup a roh stěny.

8. VÝPOČET ŠÍŘKY TRHLIN

Byly spočteny a ověřeny šířky trhlin pro nejvíce namáhaná místa desky ve směru x i y při obou povrchích.

9. VÝPOČET PRŮHYBU

Průhyb byl vypočten pomocí nelineárního výpočtu programem SCIA Engineer. Vyztužení bylo navrženo formou nutné plochy výztuže navýšené o 10 %. Následně byl podle charakteristické kombinace spuštěn nelineární výpočet pro získání celkové deformace.

10. POROVNÁNÍ VARIANT

Byla vytvořen 3D model v programu Scia Engineer pro druhou variantu provedení, ten byl vytvořen stejným způsobem a se stejným zatížením jako pro první variantu. Druhá varianta má desku tloušťky 200 mm a obvodové žebro tloušťky 400 mm.

Z porovnání je zřejmé, že u varianty s obvodovým žebrem větší část momentů při horním i dolním povrchu přebírají žebra. Výztuž obvodových žebor je nutné navrhnout při obou povrchích. Při spodním povrchu v poli mimo žebro vznikají minimální momenty a výztuž se zde navrhne dle konstrukčních zásad.

Přidáním obvodového žebra se zvýšila tuhost a tím se zmenšil průhyb na konzole. V poli naopak došlo ke zvýšení průhybu z důvodu zmenšení tloušťky desky.

11. ZÁVĚR

V bakalářské práci byl na základě dodaných podkladů proveden výsek typického podlaží, v němž byly vypočteny vnitřní síly pomocí 2D deskového modelu i 3D modelu v programu SCIA Engineer. Pro variantu s deskou konstantní tloušťky byla navržena a posouzena ohybová a smyková výztuž. Dále byla posouzena z hlediska mezních stavů použitelnosti na průhyb a šířku trhlin. Součástí práce je porovnání s variantou s obvodovým žebrem desky. Navržená deska vyhovuje na mezní stav únosnosti i použitelnosti. Výpočet byl proveden dle platných norem ČSN EN. Součástí práce je výkresová dokumentace.

12. ZDROJE

POUŽITÁ LITERATURA:

[1] ZICH, Miloš. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů*. Praha: Dashöfer, 2010. ISBN 978-80-86897-38-7.

[2] BAŽANT, Zdeněk. *Betonové konstrukce I*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2005.

NORMY:

[3] ČSN EN 1991-1-1 (730035). Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Český normalizační institut, duben 2004.

[4] ČSN EN 1992-1-1 (731201). Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Český normalizační institut, listopad 2006.

[5] ČSN EN 73 1201 (731201). Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Český normalizační institut, září 2010.

[6] ČSN EN 1990 (730002). Zásady navrhování konstrukcí. Český normalizační institut, březen 2004.

POUŽITÉ PODKLADY:

[7] Studio Acht architects, Rozvojová studie Aspira II, 2021

WEBOVÉ STRÁNKY:

[8] Konstrukční systémy vícepodlažních budov - stavebnikomunita.cz. *stavebnikomunita.cz - Pro všechny kteří projektují nebo chtějí lépe bydlet* [online]. Copyright © 2022 [cit. 27.05.2022]. Dostupné z: <http://stavebnikomunita.cz/profiles/blogs/konstrukcni-systemy-vicepodlaznich-budov>

[9] Flat Slab | Dlubal Software. *Object moved* [online]. Copyright © [cit. 27.05.2022]. Dostupné z: <https://www.dlubal.com/en/solutions/online-services/glossary/000200>

[10] Two-Way Concrete Slab with Beams Spanning Between Supports. *PCA StructurePoint Reinforced Concrete Building & Design Software* [online]. Dostupné z: <https://structurepoint.org/pdfs/Two-Way-Concrete-Floor-Slab-with-Beams-Design-Detailing.htm>

[11] Designing a Flat Slab-Worked Example - STRUCTURES CENTRE. STRUCTURES CENTRE - *Structures from first principles!* [online]. Copyright © Copyright 2022 [cit. 27.05.2022]. Dostupné z: <https://structurescentre.com/designing-a-flat-slab-worked-example/>

[12] casopisstavebnictvi. *Clanky projekt vyskove budovy az tower* [online]. Dostupné z: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-projekt-vyskove-budovy-az-tower.html>

[13] Flat Slab - types and design aspects - *Structural Guide. Structural Guide - Designs of structural elements* [online]. Copyright © 2022. All Rights Reserved. [cit. 27.05.2022]. Dostupné z: <https://www.structuralguide.com/flat-slab/>

[14] City Tower | Nejvyšší budova v České republice. [online]. Copyright © 2008 [cit. 27.05.2022]. Dostupné z: <https://www.citytower.cz/cs>

[15] Rekonstrukce a dostavba City Tower | *ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys* [online]. Copyright © Jaga Media, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 27.05.2022]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/architektura/komerční-objekty/kancelare/rekonstrukce-a-dostavba-city-tower>

[16] City Empiria | Commercial Partner Real Estate. *Kanceláře a komerční prostory v Praze | Commercial Partner Real Estate* [online]. Copyright © 2022 COMMERCIAL PARTNER s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 27.05.2022]. Dostupné z: <https://www.cpre.cz/detail/city-empiria/901.htm>

[17] Malý pražský Manhattan. V Nových Butovicích vyrostou dva mrakodrapy | *E15.cz. E15.cz - Byznys, politika, ekonomika, finance, události* [online]. Copyright © 2001 [cit. 27.05.2022]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/reality-a-stavebnictvi/maly-prazsky-manhattan-v-novych-butovicich-vyrostou-dva-mrakodrapy-1386933>

PROGRAMY:

SCIA Engineer 21.1

AutoCAD 2018

Schöck BOLE

Microsoft Office Word

Microsoft Office Excel

13. SEZNAM PŘÍLOH

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace