



# 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 MONOLITICKÉ KONSTRUKCE ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

STATIC SOLUTION OF A MONOLITHIC STRUCTURE OF AN OFFICE BUILDING

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lenka Friedová

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARTIN ZLÁMAL, Ph.D.

BRNO 2022



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	NPC-SIK Stavební inženýrství – konstrukce a dopravní stavby
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Specializace</b>	bez specializace
<b>Pracoviště</b>	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Lenka Friedová
<b>Název</b>	Statické řešení monolitické konstrukce administrativní budovy
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Martin Zlámal, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2021
<b>Datum odevzdání</b>	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

---

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

---

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

## **PODKLADY A LITERATURA**

Stavební podklady – situace, půdorysy, řezy, geologie.

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

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Navrhněte nosnou konstrukci železobetonové konstrukce dle zadání.

Provedte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně případné kontroly zjednodušenou metodou).

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

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

## **STRUKTURA DIPLOMOVÉ 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).

---

Ing. Martin Zlámal, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřena na návrh a posouzení monolitické konstrukce administrativní budovy, respektive jejich hlavních částí – desky, průvlaku, sloupů a suterénní stěny. Statické řešení je provedeno ve výpočetním programu SCIA Engineer 20.0.2028. Výstupem práce je statický výpočet a výkresová část, která je zpracována v softwaru AutoCAD.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

SCIA, AutoCAD, deska, průvlak, sloup, stěna, síla, moment

## **ABSTRACT**

The master thesis is focused on the design and assessment of the monolithic structure of an office building, respectively their main parts - slab, span, columns and basement wall. The static solution is performed in the SCIA Engineer 20.0.2028 computer program. The output of the thesis is a static calculation and drawing part, which is processed in AutoCAD software.

## **KEYWORDS**

RFEM, AutoCAD, slab, span, column, wall, force, moment

## PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Statické řešení monolitické konstrukce administrativní budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 11. 1. 2022

---

Bc. Lenka Friedová  
autor práce

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Statické řešení monolitické konstrukce administrativní budovy* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11. 1. 2022

---

Bc. Lenka Friedová  
autor práce

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Bc. Lenka Friedová *Statické řešení monolitické konstrukce administrativní budovy*. Brno, 2022. 12 s., 92 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Martin Zlámal, Ph.D.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu práce Ing. Martinu Zlámalovi, Ph.D. za jeho čas, ochotu a odborné rady, které mi poskytl a které mi pomohly ke zpracování diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat rodině a příteli za ohromnou podporu během celého mého studia na vysoké škole.

Na závěr velice děkuji svému spolužákovi a kamarádovi Tomáši Kautovi za veškerou jeho pomoc, kterou mi při studiu poskytoval.



**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 MONOLITICKÉ  
KONSTRUKCE ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY**

STATIC SOLUTION OF A MONOLITHIC STRUCTURE OF AN OFFICE BUILDING

**TEXTOVÁ ČÁST**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Bc. Lenka Friedová

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

Ing. MARTIN ZLÁMAL, Ph.D.

**BRNO 2022**



# OBSAH

1	ÚVOD.....	3
2	ZÁKLADNÍ INFORMACE O STAVBĚ.....	4
2.1	Popis stavby .....	4
2.2	Nosné konstrukce .....	4
2.2.1	Svislé konstrukce.....	4
2.2.2	Vodorovné konstrukce .....	4
2.2.3	Základové konstrukce.....	4
2.2.4	Schodiště.....	5
2.3	Nenosné konstrukce .....	5
3	MATERIÁLY.....	6
3.1	Beton .....	6
3.2	Ocel.....	6
4	ZATÍŽENÍ.....	7
4.1	Stálé zatížení .....	7
4.2	Proměnné zatížení .....	7
4.3	Sníh .....	7
4.4	Vítr.....	8
5	STATICKÝ VÝPOČET A DIMENZOVÁNÍ.....	9
5.1	Statické řešení.....	9
5.2	Statický výpočet .....	9
5.3	Dimenzování .....	9
5.3.1	Shrnutí navržené výztuže: .....	9
6	PODMÍNKY PRO PROVÁDĚNÍ KONSTRUKCÍ .....	10
6.1	Bednění a odbednění.....	10
6.2	Výztuž .....	10
6.3	Betonáž a ošetřování betonu .....	10
7	ZÁVĚR .....	11
8	POUŽITÉ ZDROJE .....	11
9	SEZNAM PŘÍLOH.....	12

# 1 ÚVOD

V diplomové práci se řeší návrh a posouzení monolitické konstrukce administrativní budovy, která se nachází v Brně. Návrh jejího tvaru a uspořádání vychází z bakalářské práce s názvem „Radnice Magistrátu města Brna“ od Bc. Magdaleny Rajtarové. Z této práce je převzat půdorysný tvar vyňaté části z celého komplexu magistrátu a také skladby pro výpočet zatížení. Výškové řešení budovy bylo upraveno na základě změn v konstrukčním řešení, které spočívaly v rozdílném podepření desky. V projektu Bc. Magdaleny Rajtarové je uvažováno s deskou podepřenou průvlaky, v této práci je však deska podepřena lokálně, na průvlaky je uložena pouze po obvodě.

Pro výpočet vnitřních sil byl vytvořen model celé konstrukce, avšak pro posouzení a dimenzování prvků bylo vybráno jedno typické patro a to 1.NP.

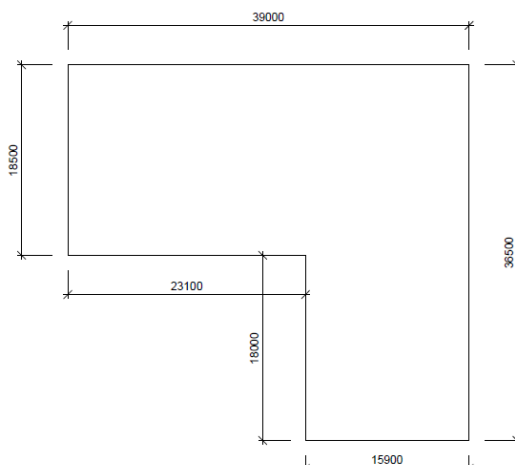
Konstrukce je navržena v souladu s ČSN EN 1992-1-1.

## 2 ZÁKLADNÍ INFORMACE O STAVBĚ

### 2.1 Popis stavby

Administrativní budova je osmipodlažní objekt se dvěma podzemními podlažími, ve kterých se nachází garáže a se šesti nadzemními podlažími, ve kterých jsou kanceláře a zázemí pro úředníky.

Podzemní podlaží mají obdélníkový půdorysný tvar o rozměrech 39 m × 36,5 m. Nadzemní podlaží mají tvar „L“ jehož rozměry jsou patrné z obrázku 1. Celková výška budovy je 33,230 m, výška nad terénem je 26,510 m.



Obrázek 1 – Půdorysné rozměry nadzemních podlaží

### 2.2 Nosné konstrukce

#### 2.2.1 Svislé konstrukce

Hlavním svislým nosným prvkem jsou monolitické sloupy o rozměrech 500 × 500 × 3650 mm. Vybetonovány jsou z betonu C35/45. V suterénu je sloupový systém po obvodě konstrukce doplněn stěnou tloušťky 250 mm, která je také vybetonována z betonu C35/45.

#### 2.2.2 Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukci tvoří železobetonová křížem vyztužená lokálně podepřená deska tloušťky 260 mm, která je na svém obvodě uložena na průvlaky o rozměrech 500 × 760 mm. Oba prvky jsou z betonu C35/45.

#### 2.2.3 Základové konstrukce

Objekt magistrátu je založen na železobetonové základové desce tloušťky 800 mm, pod níž je podkladní beton tloušťky 100 mm. Sloupy a stěny ve druhém podzemním podlaží jsou do této desky vetknuty.

#### 2.2.4 Schodiště

Monolitické tříramenné schodiště je spojeno se železobetonovou stěnou, tvořící jádro skeletové konstrukce, pomocí systému Schöck Tronsole.

Schodišťové stupně o rozměru 320 × 150 mm jsou nadbetonovány na desku tloušťky 150 mm.

### 2.3 Nenosné konstrukce

Vnitřní nenosné zdivo budou tvořit dělicí sádrokartonové příčky tloušťky 100 mm.

## 3 MATERIÁLY

### 3.1 Beton

Beton třídy C35/45, prostředí XC1 je použit pro betonáž všech navržených a počítaných prvků. Největší frakce kameniva, která je při výrobě použita, je 16 mm. Konzistence čerstvého betonu S3. Obsah chloridů v cementu 0,2 % z jeho hmotnosti.

Beton C35/45 – základní charakteristiky:

charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} =$	35 MPa
průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu	$f_{ctm} =$	3,2 MPa
dolní kvantil pevnosti betonu v tahu	$f_{ctk0,05} =$	2,2 MPa
návrhová válcová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c =$	23 MPa
součinitel spolehlivosti	$\gamma_c =$	1,5
modul pružnosti betonu	$E_{cm} =$	34 GPa
limitní přetvoření v betonu v tlaku	$\epsilon_{cu3} =$	-3,5 ‰

### 3.2 Ocel

Všechna použitá ocel v desce, průvlacích, sloupech a stěnách je betonářská ocel B 500B.

Ocel B 500B – základní charakteristiky:

charakteristická mez kluzu	$f_{yk} =$	500 MPa
návrhová mez kluzu	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	435 MPa
součinitel spolehlivosti	$\gamma_s =$	1,15
modul pružnosti bet. oceli	$E_s =$	210 GPa
přetvoření výztuže při dosažení meze kluzu	$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s =$	2,174 ‰

## 4 ZATÍŽENÍ

Zatížení konstrukce je v základu provedeno z osmnácti zatěžovacích stavů: ZS1 Vlastní tíha, ZS2 Ostatní stálé, ZS3 Proměnné plné zatížení. Zatěžovací stavy ZS4 – ZS18 jsou různé šachy a pruhy zatížení na desce, jejichž uspořádání je patrné v příloze P3.1 Příloha statického výpočtu. Pro každé patro jsou zatěžovací stavy ZS3 – ZS18 vytvořeny samostatně, aby se při výpočtu vnitřních sil mohly kombinovat různá uspořádání proměnných zatížení a došlo tak k co největšímu rozvolnění konstrukce.

Celkové zatížení a maximální hodnoty vnitřních sil byly zjišťovány pomocí kombinací zatížení 6.10a) a 6.10b).

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (\text{Rovnice 6.10a})$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (\text{Rovnice 6.10b})$$

### 4.1 Stálé zatížení

Zatížení stálé je tvořeno vlastní tíhou konstrukce administrativní budovy, podlahovými krytinami a vegetační střechou.

Vlastní tíha je generována pomocí výpočetního programu.

Hodnota zatížení pro zatížení podlahami je  $g_{1k,1} = 4,11 \text{ kN/m}^2$  a pro vegetační střechu bylo spočítáno  $g_{1k,2} = 8,211 \text{ kN/m}^2$ .

### 4.2 Proměnné zatížení

Proměnné zatížení bylo určeno pomocí tabulky „Kategorie zatížených ploch a hodnoty užitného zatížení“ viz. příloha P3.1 Příloha statického výpočtu. První použitou kategorií v tomto výpočtu je kategorie B – kancelářské plochy s hodnotou  $q_{k,1} = 3 \text{ kN/m}^2$ , druhou kategorií je G – dopravní a parkovací plochy pro středně těžká vozidla s hodnotou  $q_{k,2} = 5 \text{ kN/m}^2$ .

### 4.3 Sníh

Brno leží v I. sněhové oblasti, kde se charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi  $s_k = 0,700 \text{ kN/m}^2$ . Hodnota zatížení sněhem je  $q_s = 0,560 \text{ kN/m}^2$ .

Sníh je brán jako statické zatížení s krátkodobým účinkem působení.

#### 4.4 Vítr

Radnice magistrátu se nachází v II. větrné oblasti, kde je základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25$  m/s. Objekt radnice je situován v centru Brna, avšak na stranu bezpečnou jsou kategorie a parametry terénu uvažovány jako III. – stromy, vesnice, předměstí, lesy. Parametr drsnosti terénu je v kat. III  $z_0 = 0,05$  m, minimální výška  $z_{\min} = 5$  m, což s výškou  $z = 26,510$  m hala splňuje.

Vítr je brán jako statické zatížení s krátkodobým účinkem působení. Vítr je výběrové zatížení.

## 5 SATICKÝ VÝPOČET A DIMENZOVÁNÍ

### 5.1 Statické řešení

Stropní konstrukce je navržena jako křížem vyztužená deska, která je lokálně podepřena sloupy a na okrajích je uložena na průvlacích.

Sloupy a stěna ve druhém podzemním podlaží jsou vetknuty do základové desky.

### 5.2 Statický výpočet

Výpočet vnitřních sil je proveden pomocí výpočtového a dimenzačního softwaru SCIA Engineer 20.0.2028.

### 5.3 Dimenzování

Návrh a posouzení konstrukcí proběhlo v souladu s normou ČSN EN 1992-1-1. Veškeré výpočty jsou v příloze P3 Statický výpočet, výkresy tvaru a výkresy výztuže jsou v příloze P2 Výkresová část.

#### 5.3.1 Shrnutí navržené výztuže:

Stropní deska D1:	<i>spodní povrch</i> –	základní rastr Ø12 po 200 mm doplňující rastr Ø12 po 200 mm
	<i>horní povrch</i> –	základní rastr Ø18 po 200 mm doplňující rastr Ø25 po 200 mm
Průvlaky:	<i>spodní povrch</i> –	v poli 4 × Ø16 v podpoře 4 × Ø16
	<i>horní povrch</i> –	v poli 3 × Ø20 v podpoře 5 × Ø20
	<i>kroucení</i> –	v poli 4 × Ø16 v podpoře 12 × Ø16
	<i>třmínky</i> –	Ø 10 po 115 mm (po 230 mm viz. výkresy)
Sloup S1:	<i>hlavní výztuž</i> –	8 × Ø14
	<i>třmínky</i> –	Ø 10 po 150 mm (po 300 mm viz. výkresy)
Sloup S2:	<i>hlavní výztuž</i> –	8 × Ø16
	<i>třmínky</i> –	Ø 10 po 150 mm (po 300 mm viz. výkresy)
Suterénní stěna:	<i>svíslá výztuž</i> –	Ø 18 po 150 mm
	<i>vodorovná v.</i> –	Ø 18 po 150 mm



## **6 PODMÍNKY PRO PROVÁDĚNÍ KONSTRUKCÍ**

### **6.1 Bednění a odbednění**

Bednění musí být navrženo a provedeno tak, aby mělo dostatečnou únosnost a tuhost jak při betonáži, tak i po provedení betonáže.

Odbednění prvků je možné po nabytí pevnosti alespoň 75 % z požadované pevnosti, po 28 dnech.

### **6.2 Výztuž**

U výztuže je nutné zajistit dostatečně velké krytí. Veškeré krytí je zakótováno a popsáno ve výkresech výztuží a je nutné ho dodržet. Minimální hodnota musí být 25 mm.

Při betonáži a pohybu na konstrukci se musí dbát na zachování polohy prutů a to zejména při horním povrchu.

Výztuž bude vázána na místě.

### **6.3 Betonáž a ošetřování betonu**

Výroba betonu, doprava, ukládání, hutnění a ošetřování musí vyhovovat požadavkům platných norem. Betonáž se nesmí provádět, jsou-li teploty nižší než 5 °C.

Pokud při tuhnutí a tvrdnutí betonu budou vysoké teploty, je nutné ošetřovat povrch betonu před jeho vysušováním, například přikrytím prvku fólií a kropením. Dále je nutné ochránit beton před promrznutím.

Při vzniku pracovních spár musí být také řádně ošetřeny.

## 7 ZÁVĚR

Výsledkem této diplomové práce je návrh a posouzení hlavních nosných částí administrativní budovy radnice Magistrátu města Brna. Návrh a posouzení je doloženo statickým výpočtem a výkresy výztuže.

Všechny řešené prvky vyhoví na 1. i 2. mezní stav.

## 8 POUŽITÉ ZDROJE

- [1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí;
- [2] ČSN EN 1991-1-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí;
- [3] ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;
- [4] HALFEN DURCHSTANZ- UND QUERKRAFTBEWEHRUNG: Produktinformation Technik. *HALFEN* [online]. Langenfeld: HALFEN Vertriebsgesellschaft mbH, 2020 [cit. 2022-01-12]. Dostupné z: [https://downloads.halfen.com/catalogues/de/media/catalogues/reinforcementsystems/HDB\\_Leviat\\_19.pdf](https://downloads.halfen.com/catalogues/de/media/catalogues/reinforcementsystems/HDB_Leviat_19.pdf)

## 9 SEZNAM PŘÍLOH

### P1. Použité podklady

Půdorys 1.NP

Řez objektem

### P2. Výkresová část

- 1 Výkres tvaru nad 1.NP
- 2 Výkres tvaru – řez A – A´
- 3 Výkres výztuže desky D1 nad 1.NP při dolním povrchu
- 4 Výkres výztuže desky D1 nad 1.NP při horním povrchu
- 5 Výkres výztuže desky D1 nad 1.NP – řezy deskou
- 6 Výkres výztuže průvlaků P1 – P3
- 7 Výkres výztuže průvlaků P4 – P6
- 8 Výkres výztuže sloupů S1 a S2
- 9 Výkres výztuže suterénní stěny

### P3. Statický výpočet

P3.1 Příloha statického výpočtu