



**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 ZÁKLADNÍ  
ŠKOLY**

DESIGN OF THE FLOOR SLAB STRUCTURE OF A PRIMARY SCHOOL

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Petr Moštěk**

**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<br>studia |
| Studijní obor           | 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby                    |
| Pracoviště              | Ústav betonových a zděných konstrukcí                    |

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

|                         |                                         |
|-------------------------|-----------------------------------------|
| Student                 | Petr Moštěk                             |
| Název                   | Návrh stropní konstrukce základní školy |
| 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

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro zadané dispoziční uspořádání školy vypracovat stavební a konstrukční návrh typické stropní konstrukce. Provést navrhnut svislých konstrukcí. 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**

V teoretické se bakalářská práce zabývá liniově podepřené křížem vyztužené desky. V praktické části se zabývá se návrhem a posouzením vybraných prvků základní školy. Mezi tyto prvky patří deska nad 1.NP, deska nad 2.NP, schodiště a posouzení zděného pilíře. Výpočet vnitřních sil proveden pomocí studentské verze programu SCIA engineer 21.1 a porovnán s ručním výpočtem. Součástí práce je i výkresová dokumentace pro výše zmíněné prvky. Při výpočtu bylo postupováno dle platných norem.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Železobeton, dimenzování, statický výpočet, základní škola, křížem vyztužená deska

## **ABSTRACT**

In the theoretical, the bachelor's thesis deals with line-supported plate.

The practical part deals with the design and assessment of primary school. These elements include a plate above the floor, a plate above the 2nd floor, a staircase and an assessment and an assessment of a brick pillar. The calculation of internal forces is performed using the student version of the SCIA engineer 21.1 program and compared with the manual calculation. Part of work is also drawing documentation for the above mentioned elements. The calculation was carried out according to the valid standard.

## **KEYWORDS**

Reinforced concrete, dimensioning, static calculation, elementary school, cross-reinforced plate

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Petr Moštěk *Návrh stropní konstrukce základní školy*. Brno, 2022. 18 s., 144 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 základní školy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 22. 5. 2022

---

Petr Moštěk  
autor práce

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 22. 5. 2022

---

Petr Moštěk

## Obsah

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Možnosti výpočtu liniově podepřených desek..... | 10 |
| 3. Popis řešeného objektu.....                       | 11 |
| 3.1. Základová konstrukce.....                       | 12 |
| 3.2. Vodorovné konstrukce.....                       | 12 |
| 3.3. Svislé konstrukce.....                          | 12 |
| 3.4. Příčky a stěny.....                             | 12 |
| 3.5. Konstrukce střechy.....                         | 12 |
| 3.6. Konstrukce schodiště.....                       | 12 |
| 4. Použitý materiál.....                             | 13 |
| 5.2. Proměnné zatížení.....                          | 14 |
| 5.3. Zatížením sněhem.....                           | 14 |
| 5.4. Zatížení od větru.....                          | 14 |
| 6. Vnitřní síly.....                                 | 14 |
| 7. Posouzení.....                                    | 16 |
| 7.1. Deska nad 2. NP.....                            | 16 |
| 7.2. Deska nad 1. NP.....                            | 16 |
| 7.3. Obvodový pilíř.....                             | 16 |
| 7.4. Schodiště.....                                  | 17 |
| 8. Výpočet šířky trhlin.....                         | 17 |
| 9. Průhyb.....                                       | 17 |
| 11. Použité zdroje.....                              | 18 |

## 1. Úvod

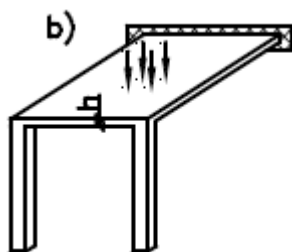
V rámci této bakalářské práce je v teoretické části zpracováno téma liniově podepřené křížem vyztužené desky.

V praktické části byli navrženy a následně staticky posouzeny vybrané prvky nosné konstrukce základní školy. Mezi tyto prvky patří deska nad prvním podlažím, deska nad druhým podlažím, schodiště a posouzení zděného pilíře.

Ke stanovení vnitřních sil byl vytvořen model v programu SCIA engineer 21.1 a hodnoty z něj byly srovnány s výsledky ručního výpočtu. Konstrukce jsou navrženy na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Výstupem je výkresová dokumentace.

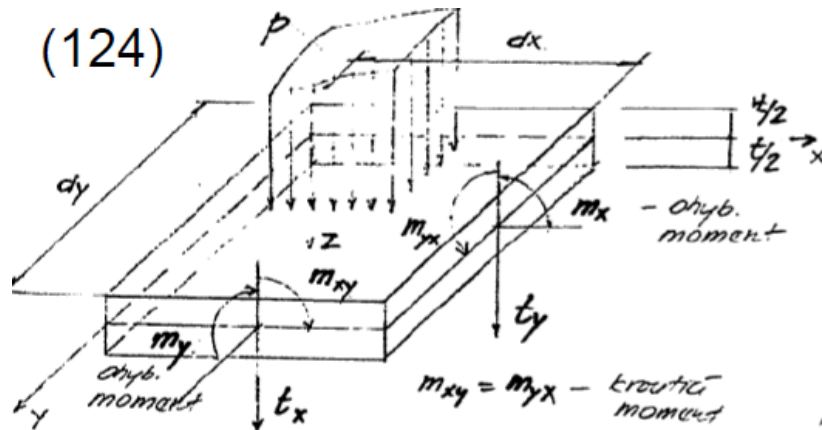
## 2. Teoretická část

Deskové konstrukce patří mezi plošné 2D prvky, kdy převládají dva rozměry nad třetím. Souhrn bodů půlících tloušťku nám dává střednicovou rovinu. Tvar desky je jednoznačně určen známe-li jeho střednicovou rovinu a tloušťku v libovolném bodě. Deskové konstrukce bývají zatíženy kolmo ke své střednicové rovině.



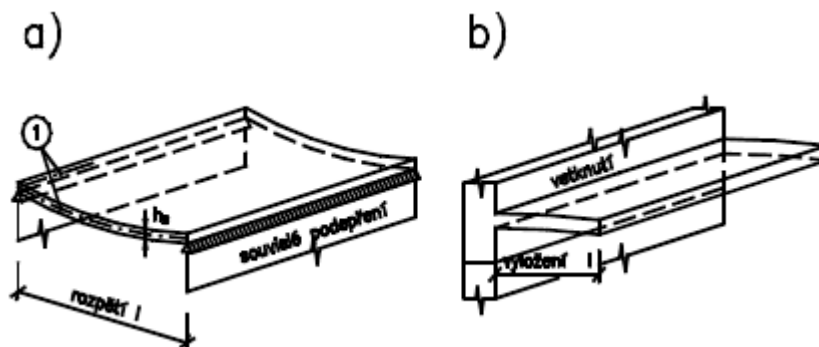
Obr. 1 zatížení desek [6]

Ve statické analýze postupujeme obvykle podle zásad lineární pružnosti. K vyjádření napjatosti používáme pravoúhlý systém a v desce nám vniká šest vnitřních sil. Jedná se o dva ohybové momenty  $m_x$   $m_y$  dva kroutící momenty  $m_{xy}$   $m_{yx}$  a dvě posouvající síly  $q_x$   $q_y$ . Dané vnitřní síly jsou měrnými jednotkami, a tedy jsou vztaženy k délce řezu.



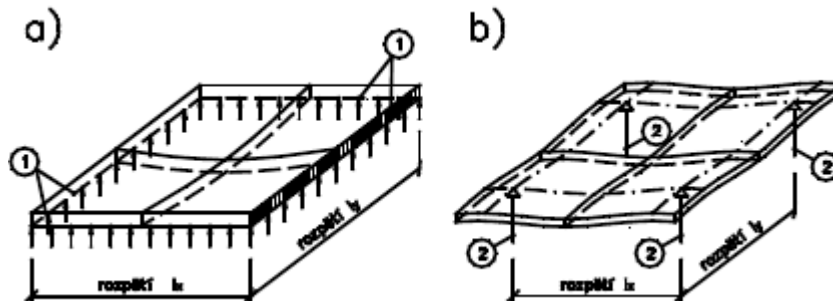
Obr. 2 vnitřní síly vnikající na desce

Staticky mohou působit jako pnuté v jednom směru, kde je zpravidla delší rozměr více jak dvakrát delší než kratší rozměr. Zatížení se převážně přeneso do kratšího rozměru. Desky působící v jednom směru mohou být nosíkové, kdy jsou uloženy na dvou protilehlých stranách nebo konzolové, které jsou na jedné straně vetknuty do podpory.



Obr. 3 Desky působící v jednom směru a) deska nosíková b) deska konzolová [6]

Desky mohou působit ve dvou směrech, kdy od zatížení vzniká průhybová plocha s dvojitou křivostí. Pro navrhování konstrukcí pnutých ve dvou směrech je rozhodující zatížení v obou hlavních směrech. [6]



Obr. 4 Deska působící ve dvou směrech a) podepřená liniově b) podepřená lokálně [6]

Desky mohou být podepřeny lokálně nebo liniově po obvodu. Desky liniově podepřené jsou takové desky, které jsou minimálně ve dvou směrech souvisle uloženy na podpoře. Může se jednat o prosté podepření nebo vetknutí. Dále mohou být spojitě v jednom nebo ve dvou směrech. Uložení určuje okrajové podmínky a přetvoření desek. Liniovými podporami bývají stěny nebo průvlaky

Desky lokálně uložené jsou uloženy na podporách, které nejsou spojitě. Lokálními podporami bývají sloupy, pilíře nebo úseky stěn. Mezi lokální podpory uvažujeme i desky lokálně podporované mezi nebo po obvodě podepřeno poddajnými ztužujícími trámy, které nezajišťují podmínky podepření po obvodě. [6]

## 2.1. Statické řešení deskových konstrukcí.

Pro určení vyvozených vnitřních sil a deformací od vnějšího zatížení je možné využít některé alternativní postupy.

Výpočet podle teorie lineární pružnosti je nejpodrobněji propracovanou metodou, na které funguje metoda konečných prvků, se kterou je možné spočítat jakýkoliv typ plošné konstrukce. Lineární teorie dosti přesně vystihuje chování skutečné železobetonové desky.

Podrobnější a výstižnější výpočet vnitřních sil umožňuje výpočet podle teorie fyzikální nelinearity. V dnešní době již existují programy, které umožňují postupně analyzovat jednotlivé fáze odezvy konstrukce při vzrůstajícím zatížení. Nevýhodou je jejich náročnost, proto se s ní ve stavební praxi moc neseškáváme.

Výpočet podle plasticity se využívá pro posouzení desek na mezní stav únosnosti. [6]

Při návrhu Benových konstrukcí se taky může vycházet z empirických poznatků získanými laboratorními pokusy a pozorováním již postavených staveb. Tyto poznatky jsou často využívány v normách nebo pro zjednodušené metody výpočtu. Empirických postupů je vhodné zejména při předběžném návrhu konstrukce. [6]

## 2.2. Výpočet vnitřních sil desek působící ve dvou směrech

Není nikde předepsáno, jaký způsob výpočtu se má použít, ale mělo by se přihlídnout k významu konstrukce, přičemž jsou přípustná některá zjednodušení výpočtu, ale musí být dodrženy alespoň tyto zásady:

- a) Silové a momentové podmínky rovnováhy
- b) Podmínky spojitosti přetvoření
- c) Podmínky skutečného uložení konstrukce

U staticky neurčitých konstrukcí, ke kterým patří desky působící v obou směrech lze použít pro výpočet vnitřních sil:

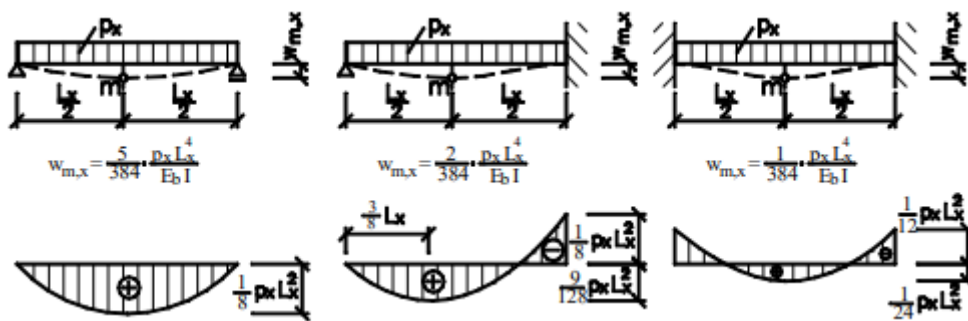
- Teorii lineární pružnosti
- Teorii plasticity
- Teorii fyzikální nelinearity

Pro výpočet vnitřních sil na desce lze použít tabulky např. Barešovi tabulky, které vycházejí z diferenciální rovnice desky. Tato metoda se dá použít pouze pro obdélníkové desky.

Desky mohou být poddajně podepřené, kdy není zabráněno nadzvednutí rohů nebo nepoddajně, kdy je zabráněno nadzdvihávání rohů.[6]

### 2.3 Metody výpočtu po obvodě podepřených desek

Pro ručný výpočet desek po obvodě podepřených se dá použít metoda náhradních nosníků, kde se deska převede na dva vzájemně kolmé nosníky a pomocí podmínky, že průhyb v jakémkoliv bodě desky musí být v obou směrech stejný, se vypočte zatížení do příslušných směrů. U přerozdělení zatížení záleží na typu ložení konstrukce. Tím, že je deska poddajně podepřená mohou se rohy desky nadzvednout a v desce vnikají zanedbatelné kroučící momenty.[6]



Obr. 5 Přerozdělení momentů podle typu uložení [6]

Desky na nepoddajných podporách se řeší podobně jako konstrukce s nepoddajným uložením. U nepoddajně uložených desek nedochází k nadzdvihování rohů tedy vnikají v desce kroučící momenty. [6]

Možností výpočtu vnitřních sil na desce je pomocí tabulek stanovené pomocí teorie pružnosti podle Marcuse nebo zjištěné empiricky podle Bareše. [12]

Další možností výpočtu lokálně podepřené desky je pomocí diferenciální rovnice desky. V dnešní době se desky řeší pomocí výpočetních programů. [6]

### 2.4. Návrh betonových křížem vyztužených ŽB desek

Křížem vyztužené desky se navrhuje do rozpětí 6 m. Měli by mít čtvercový nebo obdélníkový půdorys nejlépe s poměrem stran 1:2. Hospodárné je navrhnout tloušťky desky do poměru rozpětí 1:1,5.

Tloušťka desek se navrhuje:

Po obvodě prostě uložené:  $l_1/35$  popř.  $1,1 \cdot (l_1 + l_2)/75$

Po obvodě vetknuté:  $l_2/33$  ( $l_2 - 2c/3$ )/35

[6]

## 3. Popis řešeného objektu

Jedná se o objekt základní školy v obci Rajhradice. Budova bude v budoucnu uspořádána ze dvou samostatných objektů – objekt SO1 bude sloužit k výuce žáků a objektu tělocvičny. Objekt tělocvičny není součástí této bakalářské práce.

Řešený objekt je tvořen dvěma nadzemními podlažními a podkrovím. Půdorysný tvar bude do písmene L s vnější rozměry 42,5x18,0m.

### 3.1. Základová konstrukce

Objekt je založený na základových pasech z betonu C20/25, které mají pod obvodovým zdívem mají šířku 900 mm u vnitřních nosných stěn mají šířku 700 mm nebo 400 mm. Základové konstrukce nejsou předmětem této práce

### 3.2. Vodorovné konstrukce

Vodorovné konstrukce jsou navrženy jako monolitické železobetonové desky o tl. 250 mm. Deska nad 2. NP je navržena z betonu C25/30 XC1 a oceli B500B. Deska nad 1. NP je navržena z betonu C30/37 a oceli B500B. V desce nad 1. NP jsou navržena dvě žebra o rozměrech 650x250mm a 650x300mm.

Desky jsou uloženy na vnitřních a obvodových stěnách. V některých částech obvodových zdí jsou vlivem okenních otvorů desky uloženy na zděných pilířích.

### 3.3. Svislé konstrukce

Obvodové zdivo je navrženo z keramických broušených tvárnic HELUZ o tl. 500 mm na lepidlo. Vnitřní nosné zdivo je navrženo z keramických broušených tvárnic HELUZ o tl. 300 mm, 250 mm a 200 mm na lepidlo.

Obvodový plášť v podkroví je do výšky parapetu tvořen tvárnicemi HELUZ o tloušťce 500 mm a zbytek výšky je tvořen sendvičovou konstrukcí skládající se z cementovláknitých desek, minerální vlny XPS, dřevěných nosných sloupků a sádkartonových desek. V rámci této práce byl posuzován nejvíce namáhaný pilíř.

### 3.4. Příčky a stěny

Vnitřní nosná stěna, tl. 200 mm, je navržena z keramických broušených tvárnic HELUZ na lepidlo. Příčky tvoří keramické tvárnice HELUZ tl. 140 mm a pórobetonové tvárnice o tl. 100 mm.

### 3.5. Konstrukce střechy

Konstrukce střechy se skládá z ocelové nosné konstrukce, na které leží plášť konstrukce skládající se z krokví, minerální vlny, latí, kontralatí a plechové krytiny.

Ocelová konstrukce je navržena z dvojice svařovaných U profilů 200mm a 220mm.

Návrh ocelové konstrukce střechy není součástí této bakalářské práce.

Nad částí objektu, s výtahem, je navržena plochá, nepochůzná střecha, na kterou je možný přístup z podkroví objektu.

### 3.6. Konstrukce schodiště

V objektu se nacházejí dvě schodiště, která budou navržena jako železobetonové deskové schodiště. První schodiště se nachází v místnosti 1.14 a spojuje první a druhé podlaží. Návrh tohoto schodiště není součástí této bakalářské práce.

Druhé schodiště se nachází v místnosti 1.04 a spojuje první podlaží až podkroví.

Navrhované železobetonové monolitické deskové schodiště je tl. 200 mm a je z betonu C25/30 a oceli B500B. Je uloženo v prvním podlaží do svého základu, v mezipodestě

do obvodové zdi, ve druhém podlaží do konstrukce stropu a na mezipodestě je podepřeno železobetonovým trámem o velikosti 350x150mm. Ve třetím podlaží je schodiště uloženo do stropní konstrukce.

## 4. Použitý materiál

Při návrhu desky nad 2.NP, schodiště a betonového sloupu. byl použit beton C25/30 XC1 a ocel B500B

Při návrhu desky nad 1.NP byl použit beton C30/37 XC1 a ocel B500B

Beton C25/30 XC1

$$f_{ck} = 25MPa$$

$$f_{ctm} = 2,6MPa$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67MPa$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\alpha_{cc} = 1$$

Ocel B500B

$$E_s = 200GPa$$

$$f_{yk} = 500MPa$$

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

$$\gamma_s = 1,15$$

Beton C30/37 XC1

$$f_{ck} = 30MPa$$

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

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

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\alpha_{cc} = 1$$

$$\varepsilon_{cu3} = -3,5\text{‰}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2MPa$$

## 5. Zatížení

### 5.1. Stálé zatížení

Stálé zatížení působící na desku nad 2.NP se skládá z vlastní tíhy konstrukce, ze zatížení od podlahy, ze zatížení od příček, stěn a ze sloupků střešní konstrukce. Stálé zatížení působící na desku nad 1.NP se skládá z vlastní tíhy, zatížení od podlahy, ze zatížení od příček a ze zatížení od horní desky přes vnitřní nosné stěny.

Stálé zatížení schodiště zahrnuje vlastní tíhu, zatížení od podlahy a zábradlí.

### 5.2. Proměnné zatížení

Daný objekt spadá do užitné kategorie C1 tedy  $q=3\text{kN/m}^2$ .

Dále bylo uvažováno zatížení na plochou nepochůznou střechu o velikosti  $q=0,75\text{kN/m}^2$ .

Užitné zatížení na schodiště bylo uvažováno  $q=3\text{kN/m}^2$

### 5.3. Zatížením sněhem

Daný objekt se nachází ve sněhové oblasti I  $s_k=0,7\text{kN/m}^2$ .

Zatížení od sněhu bylo uvažováno pro šikmou střech, kdy přes ocelovou konstrukci střechy byla zatížena navrhovaná deska nad 2.NP.

Zatížení od sněhu na plochou střechu bylo kvůli jejímu minimálnímu vlivu na konstrukci zanedbáno.

### 5.4. Zatížení od větru

Daný objekt se nachází ve II větrové oblasti  $v_{bo}=25\text{ m/s}$ .

Zatížení od větru bylo uvažováno pro šikmou střech, kdy přes ocelovou konstrukci střechy byla zatížena navrhovaná deska nad 2.NP.

Zatížení od větru na plochou střechu bylo kvůli jejímu minimálnímu vlivu na konstrukci zanedbáno.

## 6. Vnitřní síly

### 6.1. Ruční výpočet desky

V rámci této práce byl proveden ruční výpočet a porovnání výsledků

Pro ruční výpočet byla použita proužková metoda podle Marcuse, kdy se převede deska na dva vzájemně kolmé nosníky a z podmínky rovnost průhybu v jakémkoli bodě desky se přerozdělí zatížení do příslušných směrů.

| Ohybové momenty na desce D2 nad 1.NP         |                 |                 |                  |                  |
|----------------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
|                                              | M <sub>bx</sub> | M <sub>by</sub> | M <sub>p1x</sub> | M <sub>p2y</sub> |
| ZS1                                          | -20,58          | -32,67          | 8,67             | 31,74            |
| ZS2                                          | -7,68           | -12,77          | 3,57             | 12,55            |
| ZS3                                          | -5,71           | -12,15          | 4,32             | 12,81            |
| ZS4                                          | -8,03           | -15,13          | 3,44             | 11,60            |
| Kombinace                                    |                 |                 |                  |                  |
| 6.10a                                        | -36,21          | -59,99          | 16,23            | 56,29            |
| 6.10b                                        | -35,66          | -60,18          | 16,42            | 55,63            |
| Redukce                                      |                 |                 |                  |                  |
| X                                            | -               | -               | 0,27             | 0,27             |
| M <sub>red</sub>                             | -36,21          | -60,18          | 13,43            | 46,04            |
| M <sub>scia</sub>                            | -43,36          | -53,46          | 14,62            | 47,78            |
| (1-M <sub>red</sub> /M <sub>scia</sub> )*100 | 16,48           | 12,57           | 8,16             | 3,65             |

Kombinace momentu  
ručního výpočtu

Redukce momentu v poli

Redukovaný moment

Moment ze scie

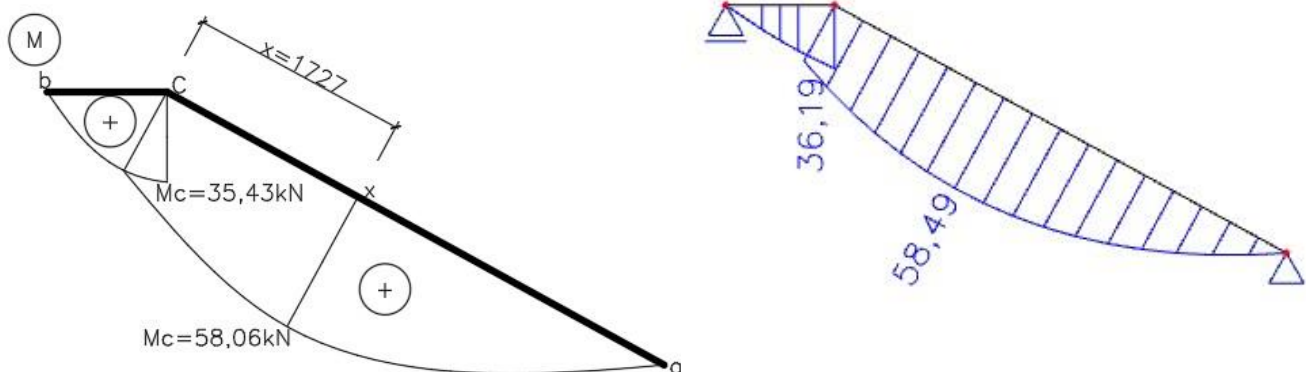
Procentuální rozdíl mezi ručním  
výpočtem a scia

## 6.2.SCIA engineer deska

Posuzované desky byly vymodelovány v programu SCIA engineer 21.1. Deska nad 2.NP byla vypracována jako 2D model a deska nad 1.NP byla provedena jako prostorový model z důvodů nutnosti použití žeber ke snížení průhybu.

## 6.3.Ruční výpočet schodiště

V rámci této práce byl zhotoven ruční výpočet schodiště a porovnán s prutovým modelem v programu SCIA.



Porovnání průběhu momentu na ručním výpočtu a výstup ze scia engineer.

## 6.4. SCIA engineer schodiště

Navrhované schodiště bylo v programu SCIA namodelováno jako prutová konstrukce.

## 7. Posouzení

### 7.1.Deska nad 2.NP

Navrhovaná deska bude vyztužena při dolním i při horním povrchu. Základní rastr pro spodní vlákna byl na základě minimálního vyztužení desky zvolen  $\emptyset 10/200$ .

V místech s větším momentovým namáháním bylo navrženo do vyztužení  $\emptyset 6/200$ .

Kolem větších otvorů byla přidána výztuž.

Výztuž horního povrchu je navržena v základním rastru  $\emptyset 10/200$ . V místech většího momentového namáhání je navrženo do vyztužení  $\emptyset 6/200$  nebo  $\emptyset 8/200$ . V místech, kde není nutná výztuž je navržena KARI síť  $\emptyset 6/150/150$  z důvodu snížení smršťování.

### 7.2.Deska nad 1. NP

Navrhovaná deska bude vyztužena při horním i dolním povrchu. Základní rastr pro spodní vlákna byl na základě minimálního vyztužení desky zvolen  $\emptyset 10/200$ .

V místech s větším momentovým namáháním bylo navrženo do vyztužení  $\emptyset 6/200$ ,  $\emptyset 10/200$  nebo  $\emptyset 12/200$ . Kolem větších otvorů byla přidána výztuž.

Výztuž horního povrchu je navržena v základním rastru  $\emptyset 10/200$ . V místech většího momentového namáhání je navrženo do vyztužení  $\emptyset 8/200$ ,  $\emptyset 10/200$  nebo  $\emptyset 12/200$ . V místech, kde není nutná výztuž je navržena KARI síť  $\emptyset 6/150/150$  z důvodu snížení smršťování.

V rámci desky jsou navrženy i dvě žebra o velikosti T1 650/250mm a T2 650/300 mm.

Trám 1 je navržen jako prostý nosník uložený na obvodové zdi a na vnitřní nosné zdi. Délka trámu 1 je 7435 mm. Jeho výztuž tvoří při dolním okraji v nejvíce ohybově namáhaném místě  $2 \times \emptyset 20 + 5 \times \emptyset 16$ , kdy  $2 \times \emptyset 20$  jsou zataženy do podpory na kotevní délku. Při horním povrchu je v nejvíce ohybově namáhaném místě navrženo  $4 \times \emptyset 16$ , kdy  $2 \times \emptyset 16$  probíhá po celé délce trámu v koutech třmínek. Jako smyková výztuž jsou navrženy třmínky  $2 \times \emptyset 8$ . U podpor je jejich vzdálenost po 100 mm, blíže ke středu 200 mm a uprostřed 400 mm.

Trám 2 je navržen jako prostý nosník uložený na obvodové zdi a na vnitřní nosné zdi. Délka trámu 1 je 6885 mm. Jeho výztuž tvoří při dolním okraji v nejvíce ohybově namáhaném místě  $5 \times \emptyset 20 + 2 \times \emptyset 25$ , kdy  $2 \times \emptyset 25$  jsou zataženy do podpory na kotevní délku. Při horním povrchu je v místě maximálního ohybového momentu navrženo  $5 \times \emptyset 16$ , kdy  $2 \times \emptyset 16$  probíhá po celé délce trámu v koutech třmínek. Jako smyková výztuž jsou navrženy třmínky  $2 \times \emptyset 8$ . U vnitřní zdi je navržena vzdálenost 90 mm následně po 100 mm a 200 mm. U obvodové zdi je navržena vzdálenost po 100 mm a následně po 200 mm.

### 7.3.Obvodový pilíř

V rámci této práce se posuzovala únosnost nejvíce namáhaného zděného pilíře, který nevyhověl, a proto je na jeho místě navržen betonový sloup o velikosti 350x500mm vyztužený v koutech třmínek  $4 \times \emptyset 12$ . Jsou navrženy třmínky  $\emptyset 6/150$  a při napojení na desku jsou sníženy na vzdálenost 100 mm.

## 7.4. Schodiště

V rámci této práce bylo navrženo deskové monolitické schodiště mezi prvním podlažím a podkrovím. Navrhované schodiště je tl. 200 mm a je z betonu C25/30 a oceli B500B. Je uloženo v prvním podlaží do svého základu v mezipodestě v obvodové zdi ve druhém podlaží do konstrukce stropu. Následně v druhém podlaží je uloženo v konstrukci stropu, v mezipodestě je podepřeno železobetonovým trámem o velikosti 350x150mm a v podkroví je uloženo do stropní konstrukce.

Výztuž nástupního ramene mezi prvním a druhým podlaží je navržena  $\emptyset 12/170$  a rozdělovací výztuž  $\emptyset 6/200$ .

Výztuž výstupního ramene mezi prvním a druhým podlaží je navržena  $\emptyset 10/190$  a rozdělovací výztuž  $\emptyset 6/300$ .

Výztuž nástupního ramene mezi druhým podlažím a podkrovím je navržena  $\emptyset 12/190$  a rozdělovací výztuž  $\emptyset 6/250$ .

Výztuž výstupního ramene mezi druhým podlažím a podkrovím je navržena  $\emptyset 10/150$  a rozdělovací výztuž  $\emptyset 6/250$ .

## 8. Výpočet šířky trhlin

Pro posouzení šířky trhlin byla zvolena přímá metoda výpočtu pro nejvíce namáhaná místa v prvcích.

## 9. Průhyb

U deskových konstrukcí a trámů byl průhyb posuzován zjednodušenou metodou mezní štíhlosti. Navrhované konstrukce splňovaly požadovaný poměr, tedy hodnoty průhybu jsou vyhovující.

## 10. Závěr

V rámci bakalářské práce byla navržena a posouzena výztuž desky nad 1.NP, 2.NP a dalších vybraných prvků, mezi které patří schodiště, trámy. Byl zhotoven posudek únosnosti zděného pilíře, který nevyhověl a místo něj byl navržen betonový sloup 350x500mm. Výstupem tohoto řešení je výkresová dokumentace.

Výpočet vnitřních desek byl proveden na deskovém modelu v programu SCIA engineer 21,1a porovnán s ručním výpočtem, se kterým má maximální rozdíl 16,48 %, tedy se dají hodnoty považovat za správné.

Výpočet schodiště byl zhotoven na prutovém modelu a porovnán v ručním výpočtem, kdy se hodnoty rozcházejí o 1% procento. Tedy se hodnoty prutového modelu dají považovat za správné.

Ve výpočtu bylo postupováno podle platných norem a posuzované prvky vyhoví na mezní stav únosnosti i na mezní stav použitelnosti.

## 11. Použité zdroje

### Literatura:

- [1] ČSN EN 1992-1-1 (731201): Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část - 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [2] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí
- [3] ČSN EN 1991-1: Zatížení konstrukcí – část 1-1: Vlastní tíha a užitná zatížení
- [4] ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí-část 1-3: Zatížení sněhem
- [5] ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí-část 1-4: Zatížení větrem
- [6] Bažant Zdeněk. Betonové konstrukce I modul CS 3. Vyd. Brno: CERM. 2005
- [7] L. Gřenčík: Betonové konstrukce II. SNTL/ALFA 1986
- [8] D. Majdúch: Zásady vystužovania betónových koňtrukcií. ALFA 1984
- [9] Zich M., Bažant Z., Montované betonové konstrukce, CERM 2018.
- [10] Zich M., Bažant Z., Plošné konstrukce, nádrže a zásobníky, CERM 2010
- [11] Bažant Zdeněk. Betonové konstrukce I modul CS 3. Vyd. Brno: CERM. 2005

### Internetové zdroje:

- [12] [https://mech.fsv.cvut.cz/homeworks/student/SMA2/SMA2\\_prednaska\\_09\\_desky.pdf](https://mech.fsv.cvut.cz/homeworks/student/SMA2/SMA2_prednaska_09_desky.pdf)  
<https://people.fsv.cvut.cz/~holanjak/vyuka/BK01/prezentace/cv07.pdf>