

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí



## Bakalářská práce

**POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY V LIBERCI**

FIRE DESIGN OF ADMINISTRATIVE BUILDING IN LIBEREC

---

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

---

**Autor:** Daniel Rajman

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.

Praha

2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební



Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Rajman</u>	Jméno: <u>Daniel</u>	Osobní číslo: <u>423668</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra betonových a zděných konstrukcí</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Požární bezpečnost staveb</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Požární řešení administrativní budovy v Liberci</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Fire design of administration building in Liberec</u>	
Pokyny pro vypracování: - revize stavební části - požárně bezpečnostní řešení - návrh a posouzení vybrané části konstrukce za běžné teploty - posouzení požární odolnosti vybrané části konstrukce	
Seznam doporučené literatury: - ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2 - Navrhování betonových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby - ČSN EN 1992-1-2: Eurokód 2 - Navrhování betonových konstrukcí, Část 1-2: Navrhování konstrukcí na účinky požáru - ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>21.2.2017</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>28.5.2017</u>
	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

## **Abstrakt**

Předmětem řešení této bakalářské práce je administrativní budova v Liberci na základě zadané projektové dokumentace. Požární řešení je zpracováno ve stupni projektové dokumentace pro stavební povolení a zahrnuje požárně bezpečnostní řešení, revizi stavebního objektu, statický návrh prvků za běžné teploty a posouzení daných prvků za zvýšených teplot. Při zpracovávání této práce bylo postupováno dle současných právních norem a předpisů. Statický návrh je proveden na vybrané konstrukce, které jsou navrženy dle empirie. Požární posouzení vybraných konstrukcí je provedeno podle tabulek a zjednodušených výpočtových metod.

## **Klíčová slova**

Administrativní budova, železobeton, nosné konstrukce, železobetonová deska, železobetonová průvlak, železobetonový sloup, požární odolnost, empirie, výztuž, moment, zatížení, stěna

## **Abstract**

The subject of this bachelor thesis is the fire design of the administrative building in Liberec on the basis of assigned project documentation. Fire design is made in the phase of documentation for building permit and includes fire safety solution, the revision of the structural part and the static draft of the selected structures at normal temperatures, their assessment during the fire situation. Present-day legislations and norms were used for this bachelor thesis. The static draft was made on the selected structures, designed according to empire. Fire solution of the selected structures is done according to tables and simplified methods.

## **Key words**

Administrative building, reinforced concrete, supporting structures, reinforced concrete slab, reinforced concrete girder, reinforced concrete column, fire resistance, empire, reinforcement, moment, load, wall

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl všechnu použitou literaturu a zdroje, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 24.5.2017

.....

podpis autora  
Daniel Rajman

**Poděkování:**

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce, panu prof. Ing. Jaroslavovi Procházkovi, CSc., za trpělivost, ochotu a rady při konzultacích, které mě nasměrovaly tím správným směrem. Dále nemohu zapomenout poděkovat Ing. Martinovi Benýškovi, který mi dával opravdu cenné rady a připomínky k požární části této práce.

Můj největší dík pak ovšem patří mým rodičům, paní Martině Rajmanové a panu Petru Rajmanovi, kteří mi v první řadě umožnili studium na vysoké škole a po celou dobu mě plně podporovali a stáli za mnou. Nesmím ovšem zapomenout na mojí přítelkyni Veroniku Novotnou, bez které by psaní těchto řádků bylo obtížnější.

V Praze dne 28.5.2017

# Obsah

- **Zadání bakalářské práce**
  
- **Část A – Revize architektonického řešení**
  - Textová část
  - Výkresová část
  
- **Část B – Požárně bezpečnostní řešení**
  - Textová část
  - výkresová část a přílohy
    - Výkres B.1 – Půdorys 1.NP
    - Výkres B.2 – Půdorys 2.NP
    - Výkres B.3 – Půdorys typického podlaží
    - Výkres B.4 – Situace
    - Příloha č.1 – Výpočet požárního rizika
    - Příloha č.2 – Obsazení objektu osobami
  
- **Část C – Konstrukční řešení**
  - Textová část
    - Technická zpráva
    - Statický výpočet za běžné teploty
    - Posouzení za požáru
  - Výkresová část a přílohy
    - Výkres C.1a – Výkres dolní výztuže obousměrně pnuté desky
    - Výkres C.1b – Výkres horní výztuže obousměrně pnuté desky
    - Výkres C.2 – Výkres průvlaku
    - Výkres C.3 – Výkres výztuže sloupu
    - Výkres C.4 – Výkres tvaru
    - Přílohy – Návrh a posouzení výztuže desek

## Seznam použitých zkratek

PBS = Požární bezpečnost staveb

PBŘ = Požárně bezpečnostní řešení

PÚ = Požární úsek

SPB = Stupeň požární bezpečnosti

CHÚC = Chráněná úniková cesta

PO = Požární odolnost

R = Mezní stav únosnosti

I = Mezní stav izolace

E = Mezní stav celistvosti

POP = Požárně otevřená plocha

PHP = Přenosné hasící přístroje

HZS = Hasičský záchranný sbor

EPS = Elektrická požární signalizace

KTPO = Klíčový trezor požární ochrany

OPPO = Obslužné pole požární ochrany

PBZ = Požárně bezpečnostní zařízení

UPS = Náhradní zdroj energie

VZT = Vzduchotechnika

PNP = Požárně nebezpečný prostor

ŽB = Železobeton



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí



## **Bakalářská práce**

**POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY V LIBERCI**  
FIRE DESIGN OF ADMINISTRATIVE BUILDING IN LIBEREC

**Část A – Revize architektonického řešení**

## **Technická zpráva**

**Autor:** Daniel Rajman

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.



## Obsah

1 Úvod .....	3
2 Část A – Revize architektonického řešení.....	3



## 1 Úvod

Tématem této bakalářské práce je požární řešení administrativní budovy v Liberci ve stupni projektové dokumentace pro stavební povolení. Podkladem byla architektonicko – stavební část projektové dokumentace ve stupni pro spojené územní a stavební řízení.

Práce je rozdělena do čtyř částí. V první části je řešena revize stavební částí s ohledem na architektonicko – stavební řešení, konstrukčně - stavební řešení a požární bezpečnost staveb. Druhá část se věnuje požární problematice a výstupem je požárně bezpečnostní řešení stavby ve stupni projektové dokumentace pro stavební povolení. Třetí část obsahuje statické řešení objektu, včetně návrhu jednotlivých konstrukčních prvků a jejich výztuže. Taktéž obsahuje posouzení navržených prvků za mimořádné situace při požáru. Všechny části jsou zpracovány podle aktuálních norem a předpisů.

## 2 Popis objektu

Řešený objekt se nachází v Liberci a jeho účel je pro administrativní využití. Budova má celkem pět nadzemních podlaží, ve kterých se nachází převážně kancelářské prostory. Půdorysné rozměry objektu jsou 53 x 18 m. Výška horní hrany atiky je 18,65 m. Konstrukční výška podlaží je 3,5 m. V prvním nadzemním podlaží se nachází hlavní vstup do objektu, recepce, kancelářské prostory a technické zázemí objektu, ve zbylých nadzemních podlažích jsou umístěny převážně kancelářské prostory.

Nosnou konstrukci objektu tvoří monolitický skelet. Obvodový plášť mezi nosným skeletem je tvořen výplňovým zdivem Porotherm 24 S Profi tloušťky 240 mm a tepelnou izolací z minerální vlny ISOVER TF PROFÍ, tl. 150 mm. Stabilitu konstrukce zajišťující železobetonové ztužující stěny. Stropní konstrukci objektu tvoří obousměrně pnutá železobetonová deska nepoddajně podepřená tloušťky 180 mm. Založení objektu je řešeno pomocí základových patek.

## 2 Část A – Revize architektonického řešení

V zadaném architektonickém řešení stavby byla provedena řada změn, které se týkají nosných konstrukcí, výplňového zdiva, akustiky, osvětlení a požární bezpečnosti. Podkladem této bakalářské práce byla zadaná architektonicko – stavební část projektové dokumentace. Zahrnovala technickou zprávu, půdorysy, pohledy a řezy objektem.

Oproti původním rozměrům sloupů 0,45 x 0,45 m, budou navrženy sloupy o rozměrech 0,3 x 0,3 m z betonu C50/60 při 3 % stupni vyztužení v rozsahu 1.NP-2.NP. Ve zbylých nadzemních podlažích bude použit beton C30/37. Průvlaky jsou navrženy stejně široké jako sloup, tedy 0,3 m a vysoké 0,55 m. Oproti původnímu trémovému železobetonovému stropu se v objektu navrhla obousměrně vyztužená železobetonová deska o tloušťce 0,18 m. Z důvodu ztužení objektu byly přidány ztužující železobetonové stěny, celkem 8. 4 v příčném směru a 4 v podélném směru. Stěny mají tloušťku 0,25 m a délku 2,5 m, 4,2m a 6,5m.



Bakalářská práce  
Katedra betonových a zděných konstrukcí

Z důvodu lepších akustických a tepelně izolačních vlastností budou jako obvodové výplňové zdivo mezi sloupy použity tvarovky Porotherm 24 S profi tloušťky 240 mm. Vnitřní konstrukce budou navrženy z keramických tvarovek Porotherm tl. 140 mm a dále sádkartonové příčky Rigips tloušťky 125 mm mezi kancelářskými prostory.

Z důvodu prosvětlení a odvětrávání byla přidána okna do každého podlaží schodiště. U vstupní části do objektu bude provedeno obložení kovové konstrukce protipožárními deskami, které zvýší požární odolnost konstrukce.

# České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí



## Bakalářská práce

**POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY V LIBERCI**

FIRE DESIGN OF ADMINISTRATIVE BUILDING IN LIBEREC

---

Část A: Výkresová část

---

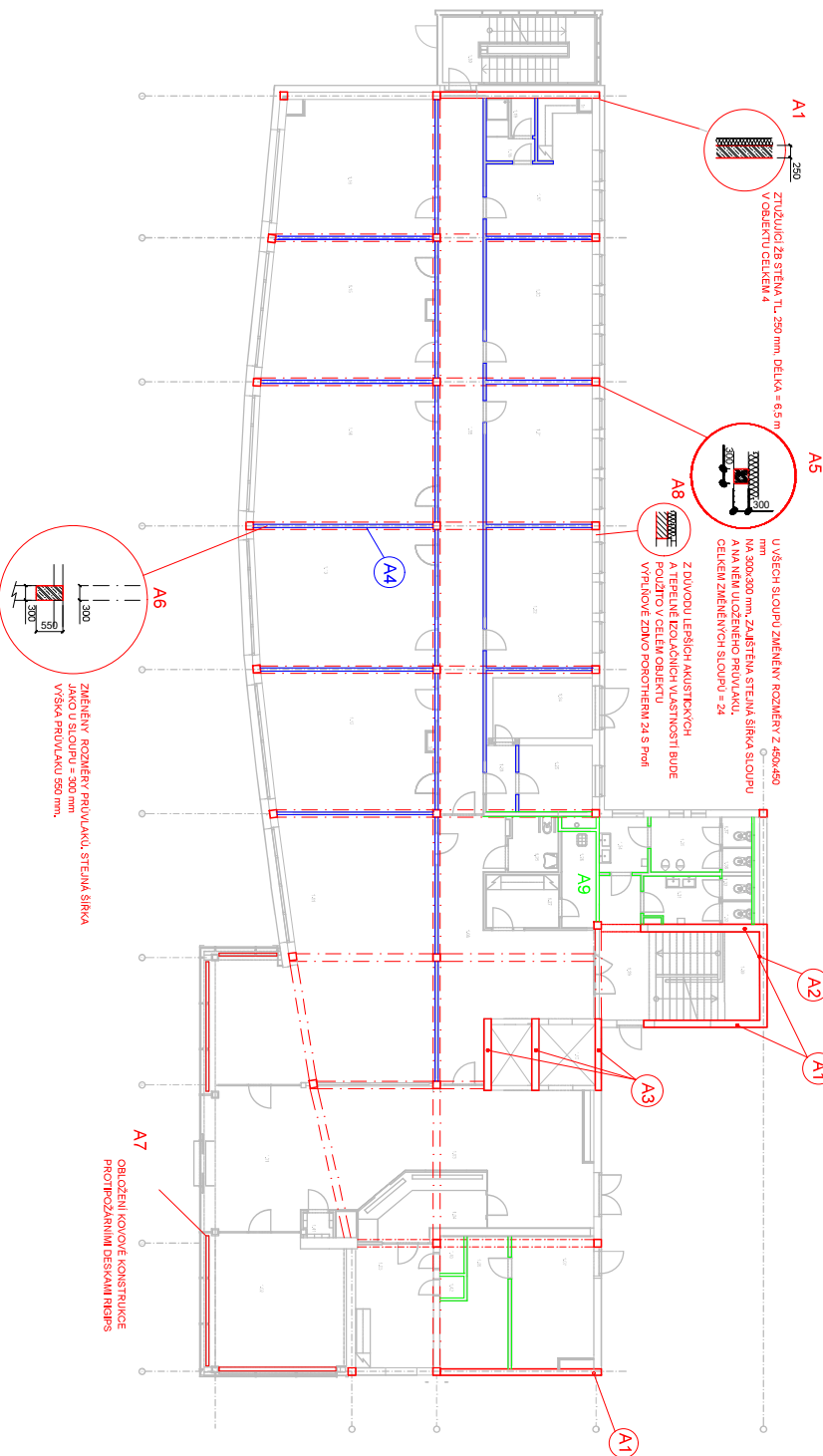
**Autor:** Daniel Rajman

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.

Praha

2017

# PŮDORYS 1.NP



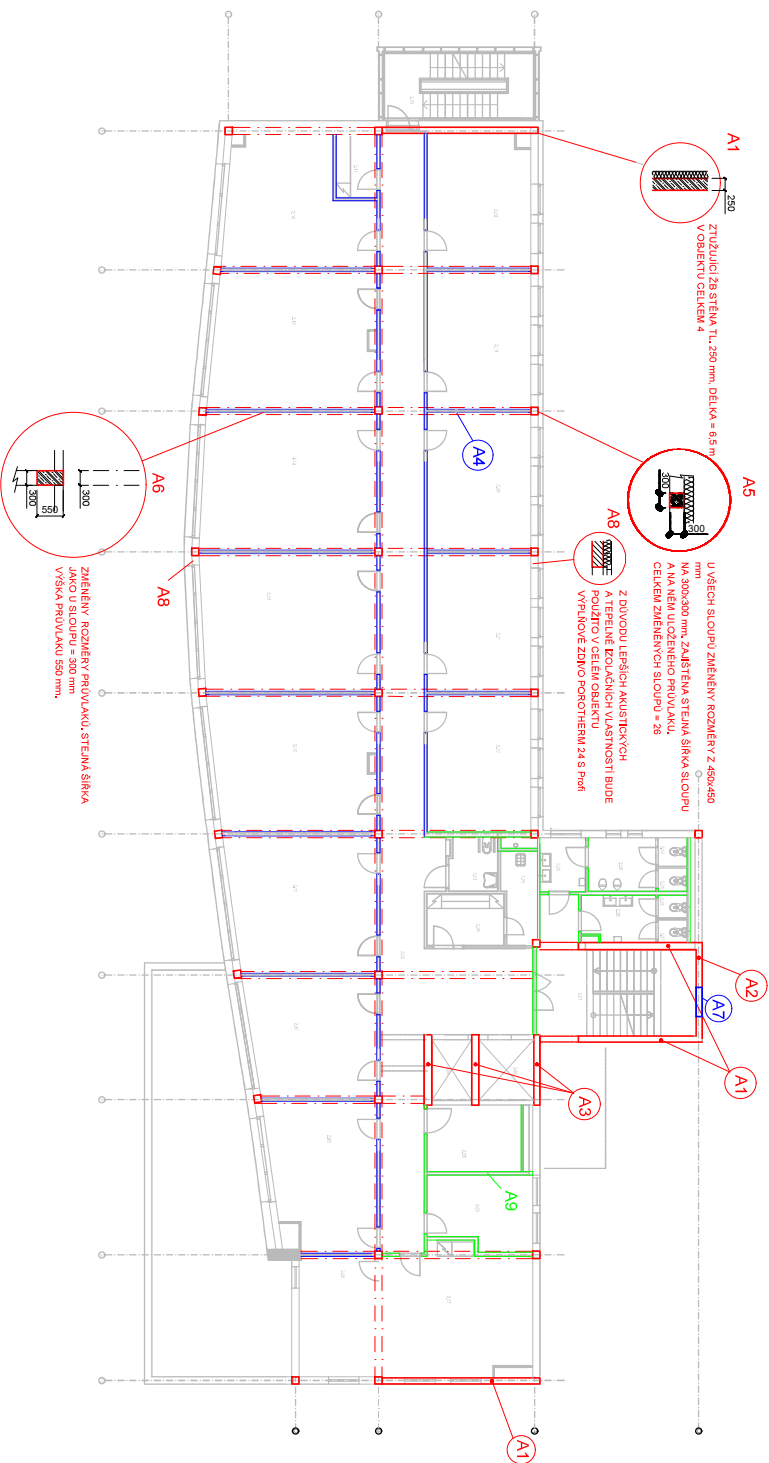
## LEGENDA REVIZE

- A1 železobetonová ztužující stěna tl. 250 mm a délky 6,5 m
- A2 železobetonová ztužující stěna tl. 250 mm a délky 4,2 m
- A3 železobetonová ztužující stěna tl. 250 mm a délky 2,5 m
- A4 Mezikancelářské sadrokartonové příčky RIGIPS tl. 125 mm
- A5 železobetonový sloup 300 x 300 mm, celkem 26
- A6 železobetonový průvlak 300 x 550 mm
- A7 Zvýšení požární odolnosti konstrukce protipůžárními deskami
- A8 Obvodové výpňové zdivo Porotherm Profi 24S
- A9 Příčky Porotherm tl. 140 mm

- Provedené změny
- ▨ Železobeton
- ▨ Porotherm

VYPRACOVAL: Daniel Rajman		KONTROLOVAL: prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.	
NÁZEV PŘEDMĚTU: 133BAPQ - Bakalářská práce		Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 	
ČÁST A: Revize architektonického řešení			
NÁZEV VÝKRESU: Půdorys 1.NP			
Datum: 28.5.2017		Měřítko:	
1:200		Číslo výkresu: A.1	

# PŮDORYS 2.NP

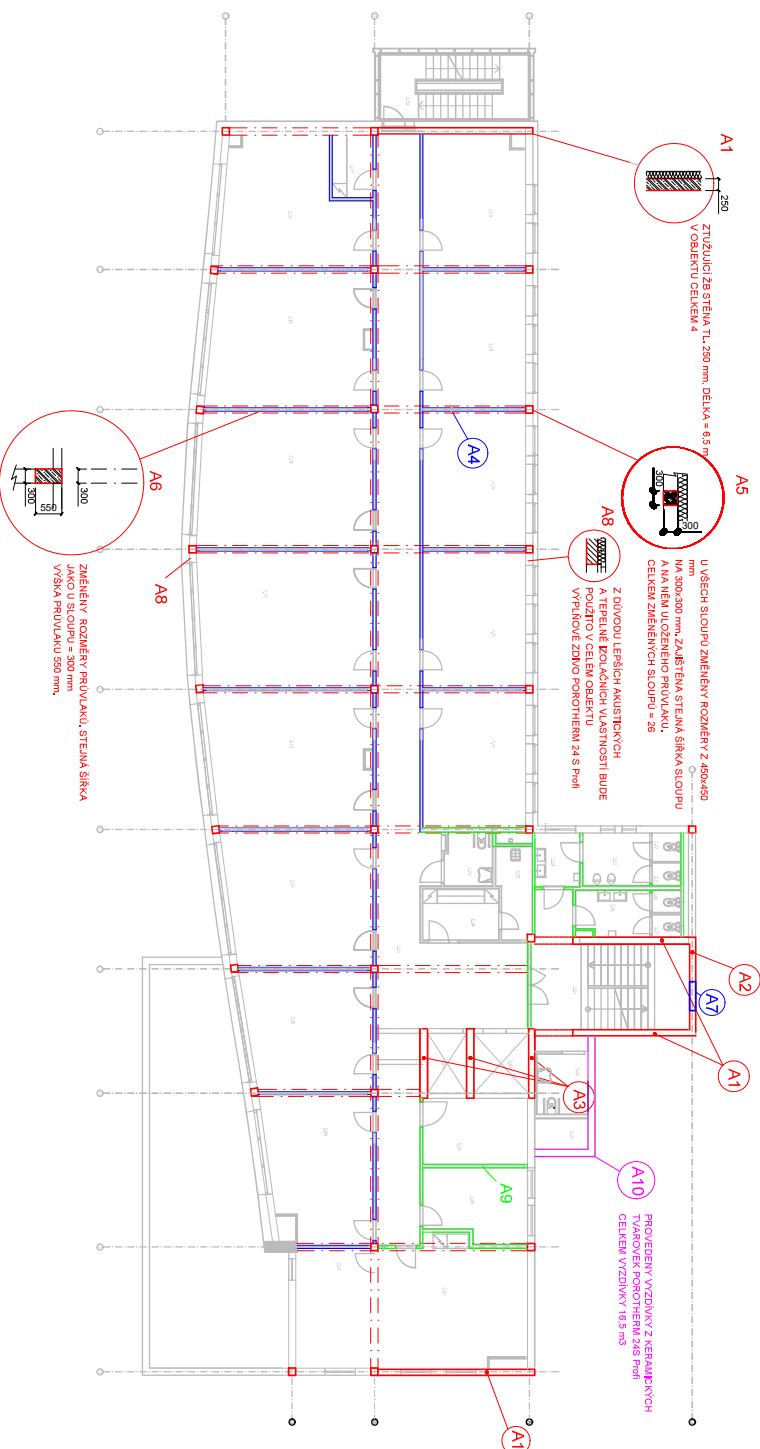


- LEGENDA REVIZE**
- A1 Železobetonová ztužující stěna tl. 250 mm a délky 6,5 m
  - A2 Železobetonová ztužující stěna tl. 250 mm a délky 4,2 m
  - A3 Železobetonová ztužující stěna tl. 250 mm a délky 2,5 m
  - A4 Mezikancelářské sadrokartonové příčky RIGIPS tl. 125 mm
  - A5 Železobetonový sloup 300 x 300 mm, celkem 26
  - A6 Železobetonový průvlak 300 x 550 mm
  - A7 Přidané okno do chráněné únikové cesty
  - A8 Obvodové vyplňové zdivo Porotherm Profi 24S
  - A9 Příčky Porotherm tl. 140 mm
- Provedené změny
  - ▨ Železobeton
  - ▨ Porotherm

1:200 A.2.17.18

Vypracoval:	Kontroloval:	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
Daniel Rajman	prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.	
Název předmiňů:	133BAPQ - Bakalářská práce	
Části A: Revize architektonického řešení	Datum: 28.5.2017	
Název výkresu: Půdorys 2.NP	Měřítko: 1:200	Číslo výkresu: A.2

# PŮDORYS TYPICKÉHO PODLAŽÍ



## LEGENDA REVIZE

- A1 Železobetonová ztužující stěna tl. 250 mm a délky 6,5 m
- A2 Železobetonová ztužující stěna tl. 250 mm a délky 4,2 m
- A3 Železobetonová ztužující stěna tl. 250 mm a délky 2,5 m
- A4 Mezikancelářské sádrokartonové příčky RGIPS tl. 125 mm
- A5 Železobetonový sloup 300 x 300 mm, celkem 26
- A6 Železobetonový průvlak 300 x 550 mm
- A7 Přidané okno do chráněné únikové cesty
- A8 Obvodové vyplňové zdivo Porotherm Profi 24S
- A9 Příčky Porotherm tl. 140 mm
- A10 Vyzdívky z Porothermu 24S Profi

- Provedené změny
- Železobeton
- Porotherm

VÝUKOVÝ PRODUKT		Kontroloval:	
Vytvořitel:		prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.	
Název předmjtu:		133BAPQ - Bakalářská práce	
Část A: Revize architektonického řešení		Datum: 28.5.2017	
Název výkresu:		Měřítko: 1:200	
Půdorys typického podlaží		Číslo výkresu: A.3	



# České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí



## Bakalářská práce

**POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY V LIBERCI**  
FIRE DESIGN OF ADMINISTRATIVE BUILDING IN LIBEREC

**Část B – Požárně bezpečnostní řešení**

## Textová část

**Autor:** Daniel Rajman

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc., Ing. Martin Benýšek



## Obsah

a) Seznam použitých podkladů pro zpracování .....	4
b) Stručný popis stavby .....	5
b <sub>1</sub> ) Obecný popis stavby .....	5
b <sub>2</sub> ) Konstrukční popis stavby .....	5
b <sub>3</sub> ) Umístění stavby .....	5
b <sub>4</sub> ) Dispoziční řešení .....	5
b <sub>5</sub> ) Koncepce řešení PBR.....	5
c) Rozdělení stavby do požárních úseků .....	6
d) Požární riziko a stupeň požární bezpečnosti .....	7
e) Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí .....	7
e <sub>1.1</sub> ) Požární stěny .....	7
e <sub>1.2</sub> ) Požární stropy .....	8
e <sub>2.1</sub> ) Požární uzávěry v požárních stěnách .....	8
e <sub>2.2</sub> ) Požární uzávěry v požárních stropech.....	8
e <sub>3.1</sub> ) Obvodové stěny zajišťující stabilitu.....	8
e <sub>3.2</sub> ) Obvodové stěny nezajišťující stabilitu.....	8
e <sub>4</sub> ) Nosné konstrukce střech.....	8
e <sub>5</sub> ) Nosné konstrukce uvnitř PÚ, které zajišťují stabilitu .....	8
e <sub>6</sub> ) Nosné konstrukce vně objektu, které zajišťují stabilitu .....	9
e <sub>7</sub> ) Nosné konstrukce uvnitř PÚ, které nezajišťují stabilitu .....	9
e <sub>8</sub> ) Nenosné konstrukce uvnitř požárního úseku.....	9
e <sub>9</sub> ) Konstrukce schodišť uvnitř PÚ, které nejsou součástí chráněných únikových cest .....	9
e <sub>10</sub> ) Výtahové a instalační šachty .....	9
e <sub>11</sub> ) Střešní pláště.....	9
f) Zhodnocení navržených stavebních hmot .....	9
g) Požární zásah a evakuace osob z objektu.....	10
g <sub>1</sub> ) Možnosti provedení požárního zásahu .....	10
g <sub>2</sub> ) Evakuace osob .....	11
g <sub>3</sub> ) Únikové cesty.....	12
h) Stanovení odstupových vzdáleností .....	13
i) Požární voda .....	15
j) Vymezení zásahových cest a jejich vybavení.....	16



j <sub>1</sub> )	Nástupní plocha .....	16
j <sub>2</sub> )	Vnitřní zásahové cesty .....	16
j <sub>2</sub> )	Vnější zásahové cesty .....	16
k)	Přenosné hasicí přístroje .....	16
l)	Zhodnocení technických a technologických zařízení stavby .....	17
l <sub>1</sub> )	Vzduchotechnika .....	17
l <sub>2</sub> )	Elektro .....	18
l <sub>2,1</sub> )	Elektrická zařízení sloužící k protipožárnímu zabezpečení .....	18
l <sub>2,2</sub> )	Elektrická zařízení sloužící k vypnutí elektrické energie .....	19
l <sub>2,3</sub> )	Elektrická zařízení, která neslouží protipožárnímu zabezpečení .....	19
l <sub>3</sub> )	Vytápění .....	19
l <sub>4</sub> )	Plyn .....	19
m)	Požadavky na zvýšení požární odolnosti konstrukcí .....	20
n)	Požárně bezpečnostní zařízení .....	20
n <sub>1</sub> )	Způsob a důvod vybavení stavby vyhrazenými PBZ .....	20
n <sub>2</sub> )	Vymezení chráněných prostor .....	21
n <sub>3</sub> )	Technické a funkční požadavky na vyhrazené PBZ .....	21
n <sub>4</sub> )	Stanovení druhů a způsobu rozmístění jednotlivých komponentů .....	21
n <sub>5</sub> )	Výpočtová část .....	22
o)	Rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek .....	22
p)	Závěr .....	22



## a) Seznam použitých podkladů pro zpracování

- [1] ČSN 73 0802 – PBS – Nevýrobní objekty
- [2] ČSN 73 0810 – PBS – Společná ustanovení
- [3] ČSN 73 0818 – PBS – Obsazení objektů osobami
- [4] ČSN 73 0821 – PBS – Požární odolnost stavebních konstrukcí
- [5] ČSN 73 0834 – PBS – Změny staveb
- [6] ČSN 73 0848 – PBS – Kabelové rozvody
- [7] ČSN 73 0872 – PBS – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení
- [8] ČSN 73 0873 – PBS – Zásobování požární vodou
- [9] ČSN 73 0875 – PBS – Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení
- [10] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění vyhlášky č. 221/2014 Sb.
- [11] Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění vyhlášky č. 268/2001 Sb.
- [12] ČSN EN 1992-1-2 (731201), Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru
- [13] Pokorný Marek, Požární bezpečnost staveb – Sylabus pro praktickou výuku. ČVUT v Praze, 2014. ISBN 978-80-01-05456-7
- [14] Technické listy Porotherm, [online]. [cit. 21.04.2017]. Dostupné z <http://wienerberger.cz>
- [15] Technické listy Fakro, [online]. [cit. 21.04.2017]. Dostupné z <http://fakro.cz>
- [16] Technické listy Rigips, , [online]. [cit. 21.04.2017]. Dostupné z <http://rigips.cz>
- [17] ČSN 01 3495 – Výkresy ve stavebnictví – Výkresy požární bezpečnosti staveb
- [18] ČSN 34 2710 – Elektrická požární signalizace – Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba
- [19] ČSN ISO 3864 – Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky
- [20] Projektová dokumentace obsahující půdorysy 1:100, řezy a situace
- [21] Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů, Ing. Roman Zoufal a kolektiv.
- [22] ČSN 06 1008 – Požární bezpečnost tepelných zařízení



## **b) Stručný popis stavby**

### **b<sub>1</sub>) Obecný popis stavby**

Předmětem řešení PBŘ je administrativní objekt v Liberci. Jedná se o rekonstrukci budovy, která v minulosti sloužila jako autodílna s obchody v prvním nadzemním podlaží a pro administrativní účely ve zbylých nadzemních podlažích. Objekt má celkem pět nadzemních podlaží a má obdélníkový tvar o rozměrech 53 x 18 m.

### **b<sub>2</sub>) Konstruktivní popis stavby**

Jedná se o železobetonový skelet, s rozměry sloupů 0,3 x 0,3 m a obousměrnými průvlaky. Rozměry průvlaků jsou 0,55 x 0,3 m. Stropy tvoří železobetonová deska obousměrně pnutá tloušťky 0,18 m. Na západní a východní straně je zřízená ztužující stěna tloušťky 0,25 m. Objekt má 5 nadzemních podlaží s konstrukční výškou 3,5 m. U hlavní části do objektu je ocelová konstrukce s lehkým obvodovým pláštěm. Pro vertikální pohyb po budově slouží dvouramenné schodiště, které je zároveň chráněnou únikovou cestou. Na západní straně objektu je zřízeno venkovní schodiště, které slouží pouze jako únikové. Jedná se o nehořlavý konstrukční systém.

### **b<sub>3</sub>) Umístění stavby**

Řešený objekt leží v centru Liberce, vedle Krajského úřadu Libereckého kraje. Požární výška stavby je 14 m. V okolí stavby je městský park, protéká zde řeka Nisa a poblíž objektu je nákupní centrum Forum Liberec.

### **b<sub>4</sub>) Dispoziční řešení**

Objekt je umístěn na pozemku o celkové výměře 1148 m<sup>2</sup>. Zastavěná plocha objektu je 731,25 m<sup>2</sup>. Jedná se o administrativní objekt, který je rozdělen na kancelářské plochy a plochy sloužící k zázemí objektu.

### **b<sub>5</sub>) Koncepce řešení PBŘ**

Jedná se o administrativní objekt s rokem výstavby 1950. Objekt řešíme na straně bezpečnosti, tedy jako novostavbu. Hlavním podkladem pro řešení PBŘ bude norma ČSN 73 0802 a ČSN 73 0810. Obsazenost objektu osobami bude stanovena dle ČSN 73 0818. Pro určení požární odolnosti jednotlivých konstrukcí bude použita publikace „Hodnoty požárních odolností podle Eurokódů“. Požárně bezpečnostní zařízení stavby budou popsány a navrženy podle norem ČSN 73 0848, ČSN 73 0872, ČSN 73 0875 a ČSN 06 1008. Zabezpečení objektu požární vodou bude řešeno podle normy ČSN 73 0873.



## c) Rozdělení stavby do požárních úseků

### Číslo PÚ – Název PÚ - Místnosti

**N01.01 – Kancelářský trakt** - Zádveří, Jednací místnost, Hala, Recepce, Zázemí recepce, Chodba, Přepážková hala, Kanceláře, Kuchyně, WC, Odpadky, Strojovna VZT, Úklid

**N01.02 – Strojovna ústředního topení**

**N01.03 – Rozvodna elektrická energie**

**N01.04 - Ústředna EPS**

**N01.05 - Rozvaděč požární ochrany**

**N02.01 – Kancelářský trakt** - Chodba, Strojovna VZT, Zasedací místnost, Kanceláře, Kuchyně, WC, Úklid

**N02.02 – Slaboproud**

**N03.01 - Kancelářský trakt** - Chodba, Strojovna VZT, Zasedací místnost, Kanceláře, Kuchyně, Sklad, Úklid, WC

**N03.02 – Slaboproud**

**N04.01 – Kancelářský trakt** - Chodba, Strojovna VZT, Zasedací místnost, Kanceláře, Kuchyně, Sklad, Úklid, WC

**N04.02 – Slaboproud**

**N05.01 – Kancelářský trakt** - Chodba, Strojovna VZT, Zasedací místnost, Kanceláře, Kuchyně, Sklad, Úklid, WC

**N05.02 – Slaboproud**

Samostatný požární úsek tvoří výtahový šachta se dvěma osobními výtahy, která je značena Š-V. Instalační šachty tvoří požární úseky, hlavní domovní schodiště je chráněná úniková cesta typu „A“, přirozeně větraná. Venkovní schodiště je chráněná úniková cesta typu „B“, přirozeně větraná.

## d) Požární riziko a stupeň požární bezpečnosti

Objekt je využíván pro administrativní a kancelářské účely,

-Kanceláře, recepce a zázemí recepce viz ČSN 73 0802, pol. 1.1 tab. A. 1, kde  $p_n = 40 \text{ kg/m}^2$ ,  $a_n = 1,0$

-Zádveří, chodba, hala viz ČSN 73 0802, pol. 1.10 tab. A. 1, kde  $p_n = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $a_n = 0,8$

-zasedací a jednací místnosti viz ČSN 73 0802, pol. 1.8 tab. A. 1, kde  $p_n = 20 \text{ kg/m}^2$ ,  $a_n = 0,9$

-sociální zázemí viz ČSN 73 0802, pol. 14.2 tab. A. 1, kde  $p_n = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $a_n = 0,7$

-sklady administrativy viz ČSN 73 0802, pol. 1.7 a) tab. A. 1, kde  $p_n = 75 \text{ kg/m}^2$ ,  $a_n = 1,0$

-strojovny vzduchotechniky viz ČSN 73 0802, pol. 15.1 tab. A. 1, kde  $p_n = 15 \text{ kg/m}^2$ ,  $a_n = 0,9$

-rozvodny elektřiny viz ČSN 73 0802, pol. 15.2 b) tab. A. 1, kde  $p_n = 35 \text{ kg/m}^2$ ,  $a_n = 0,9$

Tabulka č.1 – Stupeň požární bezpečnosti požárních úseků

P.Ú.	Plocha [m <sup>2</sup> ]	$p_v$	a	b	c	SPB
N01.01	658,14	31,57	0,95	0,94	1	III.
N01.02	12,6	12,83	0,90	0,65	1	II.
N01.03	11,69	29,85	0,90	0,82	1	II.
N01.04	1,57	45,01	1,08	0,59	1	IV.
N01.05	0,87	5,35	0,90	0,59	1	II.
N02.01	605,18	33,63	0,96	0,88	1	III.
N02.02	10,82	29,80	0,90	0,81	1	II.
N03.01	634,27	33,80	0,96	0,85	1	III.
N03.02	14,86	29,84	0,90	0,95	1	II.
N04.01	634,27	33,80	0,96	0,85	1	III.
N04.02	14,86	29,84	0,90	0,95	1	II.
N05.01	634,27	33,80	0,96	0,85	1	III.
N05.02	14,86	29,84	0,90	0,95	1	II.

Požární úsek dvou osobních výtahů, P.Ú. Š-V-II, dle čl. 8.10.2 a) ČSN 73 0802. Požární úsek instalačních šachet, P.Ú. ŠN01-N05, dle čl. 8.12.2 b) ČSN 73 0802. Mezní rozměry požárního úseku nejsou překročeny, největší PÚ N01.01, kde  $a = 0,95$  nepřekročí normou stanovené rozměry 66,25 x 42 m, a tedy vyhoví všechny ostatní PÚ. Mezní rozměry požárního úseku nejsou překročeny, PÚ s největším součinitel  $a = N01.04$ , kde  $a = 1,08$ , nepřekročí normou stanovené rozměry 55 x 36 m, vyhoví.

## e) Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí

### e.1.1) Požární stěny

-Železobetonová stěna tloušťky 250 mm ohraničující chráněnou únikovou cestu „A“ a p.ú. N01.01, požadovaná odolnost REI 45 DP1, PO navržené konstrukce REI 120 DP1 [19], vyhovuje. Vyzdívky z keramických tvarovek Porotherm tl. 140 mm, požadovaná požární odolnost EI 60 DP1, PO navržené konstrukce EI 180 DP1 [14], vyhovuje. Vnitřní zdivo z keramických tvarovek



Porotherm 24, požadovaná požární odolnost EI 45 DP1, PO navržené konstrukce REI 180 DP1 [14], vyhovuje. Musí být dle čl. 8.2.4 v ČSN 73 0802 zajištěn styk požární stěny s požárním stropem.

### **e<sub>1.2</sub>) Požární stropy**

Železobetonová stropní deska tloušťky 180 mm, krytí 25 mm, požadovaná požární odolnost REI 60 DP1, PO navržené konstrukce REI 180 DP1 [19], vyhovuje.

### **e<sub>2.1</sub>) Požární uzávěry v požárních stěnách**

Dveře mezi požárními úseky, požadovaná požární odolnost EW 30 DP3 + C, PO navržená EW 30 DP1 + C (Hörmann dveře), vyhovuje. Požární dveře do chráněné únikové cesty „A“, požadovaná požární odolnost EI 30 DP3 + C, PO navržená EI 30 DP1 + C, vyhovuje. Požární dveře do chráněné únikové cesty „B“, požadovaná požární odolnost EI 30 DP3 + C,S, PO navržená EI 30 DP1 + C,S, vyhovuje.

### **e<sub>2.2</sub>) Požární uzávěry v požárních stropích**

Střešní výlez FAKRO LMF, požadovaná požární odolnost EI 15 DP3, PO navržená EI 60 DP3, vyhovuje.

### **e<sub>3.1</sub>) Obvodové stěny zajišťující stabilitu**

Železobetonové stěna tloušťky 250 mm, požární odolnost REI 45 DP1, PO navržené konstrukce REI 120 DP1 [19], vyhovuje.

### **e<sub>3.2</sub>) Obvodové stěny nezajišťující stabilitu**

Obvodové výplňové zdivo z keramických tvarovek Porotherm 24 S Profi tloušťky 240 mm, požadovaná požární odolnost EI 30 DP1, PO navržené konstrukce REI 180 DP1 [14], vyhovuje.

### **e<sub>4</sub>) Nosné konstrukce střech**

Železobetonový průvlak 550 x 300 mm, požadovaná požární odolnost R 45 DP1, PO navržené konstrukce R 120 DP1 [19], vyhovuje.

### **e<sub>5</sub>) Nosné konstrukce uvnitř PÚ, které zajišťují stabilitu**

Železobetonový sloup 300 x 300 mm, požadovaná požární odolnost R 45 DP1, PO navržené konstrukce R 90 DP1, vyhovuje.





### **e<sub>6</sub>) Nosné konstrukce vně objektu, které zajišťují stabilitu**

V objektu se nevyskytují.

### **e<sub>7</sub>) Nosné konstrukce uvnitř PÚ, které nezajišťují stabilitu**

V objektu se nevyskytují.

### **e<sub>8</sub>) Nenosné konstrukce uvnitř požárního úseku**

Sádkartonové příčky RIGIPS tloušťky 125 mm, požadavek na druh konstrukce není stanoven, jelikož se jedná o III.SP.B.

### **e<sub>9</sub>) Konstrukce schodišť uvnitř PÚ, které nejsou součástí chráněných únikových cest**

V objektu se nevyskytují.

### **e<sub>10</sub>) Výtahové a instalační šachty**

Stěny železobetonové tloušťky 250 mm, požadovaná požární odolnost REI 45 DP1, PO navržené konstrukce REI 240 DP1 [19], vyhovuje. Stěny z Porothermu tloušťky 140 mm, požadovaná odolnost EI 45 DP1, PO navržené konstrukce EI 180 DP[14], vyhovuje. Požární uzávěr výtahové šachty, kovové dveře s odolností EW 15 DP1, požární uzávěry instalačních šachet, EW 15 DP1.

### **e<sub>11</sub>) Střešní pláště**

Jedná se o střešní plášť DEKROOF s klasifikací B<sub>ROOF</sub>(t1), nad střešním pláštěm není žádné jiné požární zatížení, dle čl. 3.2.3.2 ČSN 73 0810 splňuje střešní plášť druh DP1.

## **f) Zhodnocení navržených stavebních hmot**

Jedná se o železobetonový skelet a výplňové zdivo Porotherm, tedy o nehořlavý konstrukční systém. U vstupní části je ocelová konstrukce, s ocelovými sloupky, třída reakce na oheň A1. Jako tepelné izolace budou použity minerální vaty, třída reakce na oheň A2. K zabránění šíření požáru po povrchu stavebních konstrukcí se omezuje použití stavebních hmot, které rychle šíří plamen po svém povrchu. Při posuzování povrchových úprav se nepřihlíží k nátěrům, malbám a k obdobným úpravám z výrobků jakékoliv třídy reakce na oheň, pokud jejich tloušťky je nejvýše



2 mm a povrchová úprava má normovou výhřevnost menší jak  $15 \text{ MJ/m}^2$ . V administrativních místnostech je navržena nášlapná vrstva z PVC, nesmí odpovídat třídě reakce na oheň  $E_{fl}$  a  $F_{fl}$ . Sádkartonové příčky RIGIPS, které rozdělují jednotlivé kanceláře, mají index šíření plamene  $I_s = 0 \text{ mm/min}$ . Zateplení objektu bude provedeno minerální izolací o tloušťce 150 mm, tř. reakce na oheň A2. Bude provedena stěrková omítka, která má index šíření plamene  $I_s = 0 \text{ mm/min}$ . Podle čl. 8.8.2 ČSN 73 0802 se nesmí u konstrukcí střech použít výrobků, které při požáru odkapávají nebo odpadávají. V našem případě vyhoví.

#### Vnější zateplení objektu:

Vnější zateplení bude provedeno dle čl. 3.1.3 ČSN 73 0810 c). Provádí se ucelenou sestavou vnější zateplení, která musí být z hlediska reakce na oheň hodnocena jako celek (ETICS). Sestava pro vnější zateplení musí být v místech otvorů, kde je možné při požáru předpokládat působení účinků požáru, tj. v místech oken, dveří apod., zajištěna proti šíření požáru. V našem případě bude navrženo dle čl. 3.1.3.3 ČSN 73 0810 a), tedy vnější zateplení ucelenou sestavou třídy reakce na oheň A1 v pruhu minimálně 900 mm. A dále podle čl. 3.1.3.5 ČSN 73 0810, kde pro specifické části stavebních objektů s požární výškou  $12 < h < 22,5 \text{ m}$  je nutné použít ucelenou sestavu vnější zateplení třídy reakce na oheň A1 nebo A2. Jedná se o místa:

- a) vnější schodiště sloužící jako únikové cesty a to do vzdálenosti 1,5 m vodorovně, takovéto vnější zateplení musí být provedeno i vertikálně na celou výšku objektu.
- b) jakékoliv průchody bez nutnosti přesahu
- c) okolo otvorů vnitřních schodišť a to do vzdálenosti 1,5 m všemi směry, takovéto vnější zateplení musí být i horizontálně pod těmito otvory v celé výšce objektu
- d) V oblasti bleskosvodu musí ucelená sestava vnější zateplení třídy reakce na oheň A1 nebo A2 minimálně 250 mm na obě strany – bude použit izolovaný svod, jeho povrchová teplota nepřevyší  $90 \text{ }^\circ\text{C}$

## **g) Požární zásah a evakuace osob z objektu**

### **g<sub>1</sub>) Možnosti provedení požárního zásahu**

Objekt se nachází v centru Liberce vedle Krajského úřadu v Liberci. K objektu se lze nejrychleji vést požární zásah z Blažkovy ulice, lze ale také podél Nisy z OC Forum. Požární zásah lze vést ze všech stran. Požární výška objektu je 14 m, dle čl. 12.4.4 ČSN 73 0802 je nutné zřízení nástupní plochy. Na štítové straně objektu je ovšem zřízeno vnější schodiště, které je zároveň chráněná úniková cesta „B“, ta bude dle čl. 12.4.4 ČSN 73 0802 a) využita jako vnitřní zásahová cesta. Nástupní plocha tak nebude zřízena.

## **g<sub>2</sub>) Evakuace osob**

Evakuací se zabezpečuje přemístění osob a zvířat z míst ohrožených mimořádnou událostí do míst bezpečného pobytu. Evakuace se vztahuje na všechny osoby v místech ohrožených mimořádnou událostí s výjimkou osob, které se budou podílet na záchranných pracích. Evakuace je vyhlášována pomocí místního rozhlasu, bude řízena z ohlašovny požáru, tj. recepce objektu.

Únikové cesty budou vybaveny bezpečnostními značkami, tabulkami a texty s bezpečnostním sdělením za účelem a v rozsahu nezbytném pro usnadnění evakuace osob. Bezpečnostní značky musí být dobře viditelné. Bezpečnostní značení musí být především v místech, kde se mění směr úniku, kde dochází ke křížení komunikací a při jakékoliv změně výškové úrovně úniku.

N01.01: Únik je veden nechráněnou únikovou cestou posuzovaným požárním úsekem. Je možnost úniku více směry a to: a) do chráněné únikové cesty „A“, b) do chráněné únikové cesty „B“, c) přes dveře v obvodové stěně. Mezní délka únikové cesty pro více směrů úniků  $l_{max} = 42,5$  m není přesazena skutečnou délkou úniku  $l = 39$  m.

N01.03: Únik je veden přes sousední požární úsek N01.02 na volné prostranství.  $l_{max} = 30$  m není přesazena skutečnou délkou  $l = 3,5$  m, délka únikové cesty je měřena od dveří místností, viz čl. 9.10.2 ČSN 73 0802.

N02.01: Únik je veden nechráněnou únikovou cestou posuzovaným požárním úsekem. Je možnost úniku více směry a to: a) do chráněné únikové cesty „A“, b) do chráněné únikové cesty „B“. Mezní délka únikové cesty pro více směrů úniků  $l_{max} = 42$  m není přesazena skutečnou délkou úniku  $l = 28$  m.

N02.02: Únik je veden přes sousední požární úsek N02.01 do chráněné únikové cesty „A“.  $l_{max} = 27$  m není přesazena skutečnou délkou  $l = 9,5$  m, délka únikové cesty je měřena od dveří místností, viz čl. 9.10.2 ČSN 73 0802.

N03.01: Únik je veden nechráněnou únikovou cestou posuzovaným požárním úsekem. Je možnost úniku více směry a to: a) do chráněné únikové cesty „A“, b) do chráněné únikové cesty „B“. Mezní délka únikové cesty pro více směrů úniků  $l_{max} = 42$  m není přesazena skutečnou délkou úniku  $l = 28$  m.

N03.02: Únik je veden přes sousední požární úsek N02.01 do chráněné únikové cesty „A“.  $l_{max} = 29$  m není přesazena skutečnou délkou  $l = 9,5$  m, délka únikové cesty je měřena od dveří místností, viz čl. 9.10.2 ČSN 73 0802.

N04.01: Únik je veden nechráněnou únikovou cestou posuzovaným požárním úsekem. Je možnost úniku více směry a to: a) do chráněné únikové cesty „A“, b) do chráněné únikové cesty „B“. Mezní délka únikové cesty pro více směrů úniků  $l_{max} = 42$  m není přesazena skutečnou délkou úniku  $l = 28$  m.



N04.02: Únik je veden přes sousední požární úsek N02.01 do chráněné únikové cesty „A“.  $l_{\max} = 29$  m není přesazena skutečnou délkou  $l = 9,5$  m, délka únikové cesty je měřena od dveří místností, viz čl. 9.10.2 ČSN 73 0802.

N05.01: Únik je veden nechráněnou únikovou cestou posuzovaným požárním úsekem. Je možnost úniku více směry a to: a) do chráněné únikové cesty „A“, b) do chráněné únikové cesty „B“. Mezní délka únikové cesty pro více směrů úniků  $l_{\max} = 42$  m není přesazena skutečnou délkou úniku  $l = 28$  m.

N05.02: Únik je veden přes sousední požární úsek N02.01 do chráněné únikové cesty „A“.  $l_{\max} = 29$  m není přesazena skutečnou délkou  $l = 9,5$  m, délka únikové cesty je měřena od dveří místností, viz čl. 9.10.2 ČSN 73 0802.

### **g<sub>3</sub>) Únikové cesty**

V chráněných únikových cestách nesmí být žádné požární zatížení, kromě konstrukcí oken, dveří a kromě požárního zatížení sociálního zařízení, ve kterém nesmí být hodnota požárního zatížení větší než  $15 \text{ kg/m}^2$ .

V chráněných únikových cestách rovněž nesmějí být umístěny:

- a) zařizovací předměty nebo jiná zařízení, zužující průchozí šířku;
- b) volně vedené rozvody hořlavých látek nebo jakékoliv volně vedené potrubní rozvody z výrobků třídy reakce na oheň B až F

Křídla oken v chráněných únikových cestách musejí být zasklená (nelze užít polykarbonátových a jiných výrobků třídy reakce na oheň B až F). Dveře do chráněných únikových cest se musí otevírat ve směru úniku.

Hlavní schodiště bude využito dle ČSN 73 0802 čl. 9.4.2 a) jako chráněná úniková cesta typu „A“ přirozeně větraná. Konstrukce ohraničující CHÚC budou nehořlavé DP1, požární uzávěry EI + C. Chráněná úniková cesta „A“ bude zřízena po celé výšce objektu a výlez na volné prostranství je v 1.NP. Dveře musí umožnit plynulý a snadný průchod, budou se otevírat ve směru úniku. Dveře nesmí mít prahy. Bude zřízeno nouzové osvětlení po dobu 60 minut. Záložní zdroj bude bateriový vestavěný do svítidla. Podlaha na schodišti bude třídy reakce na oheň C<sub>fi</sub>-s1. Na schodišti smějí být dřevěná pouze madla schodišťového zábradlí.

Posouzení šířky únikových cest se provede dle čl. 9.11.3 ČSN 73 0802, kde  $u = E/K \cdot s$

E..počet evakuovaných osob určených dle ČSN 73 0818

K..počet evakuovaných osob v jednom únikovém pruhu chráněné únikové cesty podle tabulky 20 ČSN 73 0802.

s..součinitel, vyjadřující podmínky evakuace podle čl. 9.11.7 ČSN 73 0802, v našem případě  $s = 1,0$ . Počet evakuovaných osob je 420, určen dle ČSN 73 0818.

Počet osob v 1.NP,  $E_s = 102$ , počet osob ve 2.NP,  $E_s = 75$ , počet osob ve 3.NP – 5.NP,  $E_s = 81$ .

-posouzení šířky schodiště CHÚC „A“ v rozsahu 1.-5.NP.=  $u = E_s/K = 149/120 = 1,24$  ú.p., šířka ramene schodiště je  $1,75$  m ( 3. Ú.p. ), vyhoví.

-posouzení šířky dveří v přízemí  $u = E_s/K = 178/160 = 1,11$  ú.p., šířka jednokřídlých dveří 900 mm (1,5 ú.p.) vyhoví, délka únikové cesty je 65 m < 120 m, vyhoví požadavku čl.9.4.2 ČSN 73 0802.  
-doba evakuace na CHÚC „A“,  $t_u = 0,75 \cdot l_u / v_u + E \cdot s / K_u \cdot u = 0,75 \cdot 65 / 30 + 178 / 40 \cdot 3 = 3,1$  < 4 minuty, vyhovuje požadavku 9.4.2 ČSN 73 0802.

Druhé schodiště je řešeno jako vnější chráněná úniková cesta typu „B“, která je dispozičně shodná s CHÚC A. Tato vnější komunikace nesmí být vystavena možnosti zakouření nebo účinkům vyšších teplot z požárně otevřených ploch. Ve štítové stěně nejsou žádné otvory. Schodiště je odděleno požárně nehořlavou konstrukcí DP1 s odolností 45 REI DP1. CHÚC je přístupná po celé výšce objektu, tj. od 1.NP do 5.NP a vyústí na volné prostranství v 1.NP. Konstrukce schodiště bude kovová. Musí trvale plnit svojí funkci ochranou proti zasněžení a námrazám zastřešení, obvodové stěny jsou opláštěné skleněnou výplní. Nouzové osvětlení po dobu minimálně 60 minut. Počet evakuovaných osob je určen dle ČSN 73 0818.  
-posouzení šířky schodiště CHÚC „B“  $u = E_s/K = 169/300 = 0,56$ , šířka ramene 1000 mm, vyhoví.

-posouzení dveří ústících na volné prostranství  $u = E_s/K = 196/400 = 0,49$ , šířka dveří 900 mm, vyhoví.

-doba evakuace na CHÚC „B“,  $t_u = 0,75 \cdot l_u / v_u + E \cdot s / K_u \cdot u = 0,75 \cdot 60 / 30 + 196 / 40 \cdot 2 = 3,95$  < 15 minut, vyhovuje.

Nouzové osvětlení musí být funkční i v době požáru v objektu u chráněných únikových cest typu A nejméně po dobu 15 minut, typu B po dobu 30 minut. Chráněné únikové cesty sloužící současně jako vnitřní zásahové cesty, musí mít nouzové osvětlení funkční nejméně po dobu 60 minut.

## h) Stanovení odstupových vzdáleností

Tabulka č.2 – Odstupové vzdálenosti

Specifikace PÚ a obvodové stěny	Rozměry POP [m]			$S_{po}$ [m <sup>2</sup> ]	Rozměry stěny [m]		$S_p$ [m <sup>2</sup> ]	$p_o$ [%]	$p_v'$ [kg/m <sup>2</sup> ]	$d$ [m]
	počet	$b_{POP}$	$h_{PO}$ <sub>P</sub>		$h_u$	$l$				
N01.01-III – Stěna S	13	1,27	1,8	29,21	1,8	26,3	47,34	61	31,57	4,2
N01.01-III – Stěna 2	3	1,27	1,8	3,5	1,8	3,81	6,8	51	31,57	2,35
N01.01-III-Stěna J	4	4,73	1,8	34,05	1,8	33,3	60	80	31,57	5,5
	1	3,8	1,8	6,8						
	1	4,015	1,8	7,2						
N01.01-III- LOP Z	1	3,2	3,4	10,9	3,4	3,2	10,9	100	31,57	4,0
N01.01-III- LOP J	1	17,7	3,4	60,2	3,4	17,7	60,2	100	31,57	6,1

N01.01-III- LOP V	1	5,6	3,4	19	3,4	5,6	19	100	31,57	4,75
N01.01-III – Stěna S	1	1,6	1,97	3,1	1,97	1,6	3,1	100	31,57	1,95
N01.02-II – Stěna S	1	0,9	1,97	1,8	1,97	0,9	1,8	100	14,77	1,05
N02.01-III – Stěna S	14	1,27	1,8	32,0	1,8	26,3	47,34	67,5	33,63	4,4
N02.01-III – Stěna 2	1	1,27	1,8	2,286	1,8	3,81	6,8	51	33,63	2,35
	2	0,6	1	1,2						
N02.01-III – Stěna J	5	4,73	1,8	42,6	1,8	45,2	81	70	33,63	5,5
	1	3,83	1,8	6,8						
	1	4,015	1,8	7,2						
	1	0,9	1,8	1,6						
N02.01-III – Stěna V	3	1,27	1,8	6,9	1,8	6,4	11,52	60	33,63	3,2
N02.01-III – Stěna S 2	2	1,27	1,8	4,6	1,8	2,7	4,86	94	33,63	3,7
N03.01-III – Stěna S	14	1,27	1,8	32,0	1,8	26,3	47,34	67,5	33,8	4,4
N03.01-III – Stěna 2	1	1,27	1,8	2,286	1,8	3,81	6,8	51	33,8	2,35
	2	0,6	1	1,2						
N03.01-III – Stěna J	5	4,73	1,8	42,6	1,8	45,2	81	70	33,8	5,5
	1	3,83	1,8	6,8						
	1	4,015	1,8	7,2						
	1	0,9	1,8	1,6						
N03.01-III – Stěna V	3	1,27	1,8	6,9	1,8	6,4	11,52	60	33,8	3,2
N03.01-III – Stěna S 2	2	1,27	1,8	4,6	1,8	2,7	4,86	94	33,8	3,7
N04.01-III – Stěna S	14	1,27	1,8	32,0	1,8	26,3	47,34	67,5	33,8	4,4
N04.01-III – Stěna 2	1	1,27	1,8	2,286	1,8	3,81	6,8	51	33,8	2,35
	2	0,6	1	1,2						
N04.01-III – Stěna J	5	4,73	1,8	42,6	1,8	45,2	81	70	33,8	5,5
	1	3,83	1,8	6,8						
	1	4,015	1,8	7,2						
	1	0,9	1,8	1,6						
N04.01-III – Stěna V	3	1,27	1,8	6,9	1,8	6,4	11,52	60	33,8	3,2
N04.01-III – Stěna S 2	2	1,27	1,8	4,6	1,8	2,7	4,86	94	33,8	3,7
N05.01-III – Stěna S	14	1,27	1,8	32,0	1,8	26,3	47,34	67,5	33,8	4,4
N05.01-III – Stěna 2	1	1,27	1,8	2,286	1,8	3,81	6,8	51	33,8	2,35
	2	0,6	1	1,2						
N05.01-III – Stěna J	5	4,73	1,8	42,6	1,8	45,2	81	70	33,8	5,5
	1	3,83	1,8	6,8						



	1	4,015	1,8	7,2						
	1	0,9	1,8	1,6						
N05.01-III – Stěna V	3	1,27	1,8	6,9	1,8	6,4	11,52	60	33,8	3,2
N05.01-III – Stěna S 2	2	1,27	1,8	4,6	1,8	2,7	4,86	94	33,8	3,7

Odstupy od požárních úseků jsou určeny od požárně otevřených ploch otvorů. Odstupy jsou provedeny dle ČSN 73 0802 Příloha F. Odstupy zasahují na pozemek investora. Odstupy neovlivňují sousední pozemky ani objekty.

Odstupy od střešního pláště není nutné řešit, jelikož se jedná o plochou střechu s izolací z minerální vaty.

## i) Požární voda

### Vnější odběrní místa:

Vnější požární voda bude zajištěna uličním vodovodním řádem s nadzemním hydrantem. Na uličním řádu DN 300 v ulici Prokopská je osazen jako vnější odběrní místo nadzemní hydrant DN 100. Podle tabulky 1. ČSN 73 0873 je možno uvažovat hydrant vzdálený od objektu 150 m. Podle tabulky 2. ČSN 73 0873 je postačující DN 100, která při rychlosti  $v = 0,8$  m/s zajistí odběr 6 l/s.

### Vnitřní odběrní místa:

Vnitřní požární voda bude zajištěna vnitřními odběrními místy. Podle čl. 6.5 ČSN 730873 stačí instalovat hadicové systémy o jmenovité světlosti hadice alespoň 19 mm. Hadicové systémy musí být v objektech umístěny tak, aby v každém místě požárního úseku, ve kterém se předpokládá hašení, bylo možné zasáhnout alespoň jedním proudem vody. V objektu bude navržen v každém podlaží hadicový systém s tvarově stálou hadicí 40 m, celkem 5ks, nejdelší hasící vzdálenost 36m, vyhoví. Musí být nadimenzován tak, aby i na nejnepříznivějším položeném ventilu nebo kohoutu hadicového systému byl zajištěn přetlak minimálně 0,2 MPa a průtok alespoň 0,3 l/s. Hadicový systém bude napojen na vnitřní vodovod, který zajistí okamžitou a plynulou dodávku vody. Hadicové systémy budou osazeny v výšce 1,3 m na podlahou.



## **j) Vymezení zásahových cest a jejich vybavení**

### **j<sub>1</sub>) Nástupní plocha**

Zřízení nástupní plochy není nutné, jelikož máme v objektu vnitřní zásahovou cestu.

### **j<sub>2</sub>) Vnitřní zásahové cesty**

Na štitové straně objektu je zřízeno vnější schodiště, které je zároveň chráněná úniková cesta „B“, ta bude dle čl. 12.4.4 ČSN 73 0802 a) využita jako vnitřní zásahová cesta. Vnitřní zásahové cesty musí být uspořádány a vybaveny tak, aby umožnily účinný a rychlý zásah požárních jednotek. Šířka vnitřních zásahových cest musí být alespoň 1,5 únikového pruhu.

### **j<sub>2</sub>) Vnější zásahové cesty**

V objektu nebudou zřízeny. Přístup na střechu je zajištěn z chráněné únikové cesty a požární lávky na střeše není nutno zřizovat.

## **k) Přenosné hasicí přístroje**

Umístění hasicích přístrojů musí umožňovat jejich snadné a rychlé použití. Umísťují se tak, aby byly snadno viditelné a volně přístupné. Umísťují se v místech, kde je nejvyšší pravděpodobnost vzniku požáru nebo v jejich dosahu. Volba druhů a typů přenosných hasicích přístrojů se provede v závislosti na charakteru předpokládaného požáru, vyskytujících se hořlavých látkách nebo provozované činnosti; přitom musí být vyloučeno, že bude v případě potřeby použit hasicí přístroj s nevhodnou hasební látkou. Přenosné hasicí přístroje se umísťují na svislé stavební konstrukci a v případě, že jsou k tomu konstrukčně přizpůsobeny, na vodorovné stavební konstrukci. Rukojeť hasicího přístroje umístěného na svislé stavební konstrukci musí být nejvýše 1,5 m nad podlahou.

Počet přenosných hasicích přístrojů do objektu se určí dle Vyhl. 23/2008 Sb. Tab. 1. a tab. 2.

$$n_r = 0,15 \cdot (S \cdot a \cdot c)^2$$

$$n_{Hj} = 6 \cdot n_r$$

$$n_{PHP} = n_{Hj}/HJ1$$

HJ1 – určeno dle tabulky č.1 viz Vyhl. 23/2008 Sb.



Tabulka č.3 – Návrh přenosných hasicích přístrojů

PÚ	S[m <sup>2</sup> ]	a	c	n <sub>r</sub>	n <sub>Hj</sub>	n <sub>PHP</sub>
N01.01	658,14	0,95	1	3,75	22,5	4x práškový 21A
N01.02	12,60	1,03	1	0,54	3,2	1x práškový 21A
N01.03	11,69	0,90	1	0,48	2,9	1x práškový 21A
N02.01	605,18	0,96	1	3,62	21,7	4x práškový 21A
N02.02	10,84	0,90	1	0,46	2,8	1x práškový 21A
N03.01	634,27	0,96	1	3,71	22,2	4x práškový 21A
N03.02	14,86	0,90	1	0,54	3,2	1x práškový 21A
N04.01	634,27	0,96	1	3,71	22,2	4x práškový 21A
N04.02	14,86	0,90	1	0,54	3,2	1x práškový 21A
N05.01	634,27	0,96	1	3,71	22,2	4x práškový 21A
N05.02	14,86	0,90	1	0,54	3,2	1x práškový 21A

Celkově je v objektu navrženo 26x PHP práškový 21A.

## I) Zhodnocení technických a technologických zařízení stavby

### I<sub>1</sub>) Vzduchotechnika

Vzduchotechnika v objektu je navržena dle ČSN 73 0872. Vzduchotechnické potrubí musí být vyrobeno a namontováno tak, aby po dobu požadované požární odolnosti se nezřítilo a nepoškodilo souvisící konstrukce s nosnou či požárně dělící. V každém podlaží objektu je strojovna vzduchotechniky, která slouží pro zasedací místnosti v daném úseku, ve kterém se nachází. Podle čl. 7.4 ČSN 73 0872 může být strojovna součástí tohoto požárního úseku. Rozvodná potrubí a jejich příslušenství, sloužící k rozvodu nehořlavých látek pro technická zařízení nevýrobních stavebních objektů, mohou prostupovat požárně dělící konstrukcí při dodržení podmínek 6.2 ČSN 73 0810:2009, a to:

- a) potrubí světlého průřezu do 40 000 mm<sup>2</sup> (bez ohledu na hořlavost použitého materiálu) bez dalších opatření



- b) potrubí světlého průřezu nad 40 000 mm<sup>2</sup> je ze stavebních výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2 a jeho případná izolace je alespoň do vzdálenosti 1000 mm od obou líců požárně dělící konstrukce také z nehořlavých stavebních výrobků.

Rozvody vzduchotechniky jsou vedeny dále svislými šachtami, které tvoří samostatné požární úseky ve II. SPB. Jelikož je v objektu instalován systém EPS, vzduchotechnické klapky musejí být dle čl. 9.2.4 ČSN 73 0810 ovládány tímto systémem. Uzavírají se samočinně na základě impulsu čidel EPS umístěných v přilehlých požárních úsecích. Každá klapka musí být osazena tak, aby byla možná její obsluha a kontrola. Na požárních klapkách musí být osazeny revizní otvory sloužící pro jejich údržbu, čištění a kontrolu. Požární klapky musí být z nehořlavých hmot. Pohyblivá část klapky musí zůstat po uzavření v zavřené poloze. Dálkové otevření požární klapky, je možné pouze v případě signalizace polohy pohyblivé části klapky, současně musí být zjištěno, že k otevření klapky nemůže dojít při požáru. Musí odolávat korozi a nesmí být příčinou chvění potrubí. Požární odolnost požárních klapek se určí podle Tabulky 1. v ČSN 73 0872. V našem případě p.ú. N01.01, N02.01, N03.01, N04.01, N05.01 ve III.SPB, požární odolnost vzduchotechnického zařízení je EI 30 + C.

## **I<sub>2</sub>) Elektro**

### **I<sub>2,1</sub>) Elektrická zařízení sloužící k protipožárnímu zabezpečení**

Požárně bezpečnostní zařízení, technické a technologické zařízení, které musí zůstat v provozu i při požáru musí mít zajištěnou dodávku elektrické energie alespoň ze dvou na sobě nezávislých napájecích zdrojů. V našem případě bude připojeno samostatným vedením z přípojkové skříně nebo z hlavního domovního rozvaděče. Musí zůstat funkční po celou požadovanou dobu i při odpojení ostatních zařízení v objektu. Každý napájecí zdroj musí mít takový výkon, aby při přerušení dodávky z jednoho zdroje se mohl plně samočinně přepnout na druhý zdroj, který zajistí danou požadovanou dobu. Vodiče a kabely musí zajistit funkci a ovládání zařízení sloužících k protipožárnímu zabezpečení objektu:

- a) mohou být volně vedeny prostory a požárními úseky bez požárního rizika, včetně chráněných únikových cest, pokud vodiče a kabely splňují třídu funkčnosti P15-R a jsou třídy reakce na oheň B2<sub>ca</sub>s1,d0, v našem případě P60-R, vyhovuje.
- b) mohou být volně vedeny prostory a požárními úseky s požárním rizikem, pokud kabelové trasy splňují třídu funkčnosti P60-R a jsou třídy reakce na oheň B2<sub>ca</sub>s1
- c) musí být uloženy či chráněny tak, aby nedošlo k porušení jejich funkčnosti a pokud odpovídají ČSN IEC 60331 mohou být např. vedeny pod omítkou s krytím nejméně 10 mm., popř. v samostatných přepážkách, tyto ochrany musí vykazovat požární odolnost EI 30 DP1. Bude navrženy deskové přepážky PROMASTOP®, typ P, EI 60, vyhovuje.

V objektu bude zřízeno nouzové osvětlení v prostorách chráněných únikových cest a v prostorách chodeb mezi kancelářským traktem. Nouzové osvětlení se navrhuje podle ČSN EN 1838. Bude funkční 60 minut. Náhradní zdroj elektrické energie bude bateriový vestavěný do svítidla.



### I<sub>2,2</sub>) Elektrická zařízení sloužící k vypnutí elektrické energie

V případě požáru musí být zajištěna možnost bezpečného vypnutí elektrické energie, a to zejména pro bezpečný a účinný zásah požárních jednotek. Za tímto účelem budou u ohlašovny požáru, tj. na recepci instalovány 2 typy vypínačů.

V případě požáru musí být umožněno centrální vypnutí těch elektrických zařízení v objektu nebo v jeho části, jejichž funkčnost není nutná při požáru – **CENTRAL STOP**, ale zároveň musí být zachována dodávka elektrické energie požárně bezpečnostních zařízení a zařízení, která musí být funkční v případě požáru, a to ze dvou na sobě nezávislých zdrojů.

V případě potřeby musí být umožněno vypnutí všech zařízení v objektu nebo v jeho části, včetně požárně bezpečnostních zařízení – **TOTAL STOP**, toto vypnutí musí být chráněno proti neoprávněnému či nechtěnému použití. Vypínací prvky pro **CENTRAL STOP** či **TOTAL STOP** musí být umístěny tak, aby byly snadno přístupné v případě požáru. V našem případě budou umístěny při vstupu do objektu, kudy je předpokládán protipožární zásah. Kabelové trasy pro ovládání vypínacích prvků **CENTRAL STOP** a **TOTAL STOP** musí splňovat požadavky na kabelové trasy s funkční integritou.

### I<sub>2,3</sub>) Elektrická zařízení, která neslouží protipožárnímu zabezpečení

Elektrická zařízení, která neslouží protipožárnímu zabezpečení objektu, budou chráněna tak, aby nedošlo k porušení jejich funkčnosti, budou vedeny pod omítkou s krytím nejméně 10 mm.

## I<sub>3</sub>) Vytápění

V přízemí bude výměňková stanice, která je napojená na stávající zdroj tepla v sousední budově. Po budově budou vedeny teplovodní rozvody k podlahovému topení a podokenním radiátorům. Při provozu a užívání stavby nebo zařízení, musí být respektovány platné právní předpisy, vyhlášky a normy ČSN k zajištění požární ochrany. Vytápění je provedeno v souladu s ČSN 06 1008. Instalovaná a provozovaná tepelná zařízení jsou provedena dle návodu výrobce a v souladu s příslušnými ČSN. Umístění zařízení v interiéru respektuje bezpečné vzdálenosti příslušných tepelných zařízení od povrchu stavební konstrukce. Prostupy instalací požárně dělícími konstrukcemi jsou utěsněny, tak aby se zamezilo šíření požáru po těchto rozvodech.

## I<sub>4</sub>) Plyn

V objektu se plynovod nevyskytuje.



### **m) Požadavky na zvýšení požární odolnosti konstrukcí**

Kovová konstrukce u vstupní části do objektu bude pro dosažení požadované požární odolnosti obložena protipožárními deskami RF Rigips s požární odolností R 45.

### **n) Požárně bezpečnostní zařízení**

V objektu bude z požárně bezpečnostních zařízení dle Vyhlášky č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění vyhlášky č. 221/2014 Sb., § 2 odstavec (4) instalováno: Elektrická požární signalizace, zařízení dálkového přenosu, přenosné hasící přístroje (celkem 26x 21 A), nouzové osvětlení pro chráněné únikové cesty + chodby s funkčností 60 minut, nadzemní hydrant v ulici Prokopská DN 100, vnitřní požární vodovod DN 19 + pět vnitřních odběrních míst, protipožární desky zvyšující požární odolnost kovové konstrukce u vstupu do objektu R 45, požární uzávěry mezi požárními úseky a chráněnými únikovými cestami EI 30 DP3, EI 30 DP3 + C a EW 30 DP3 + C,S, střešní výlez FAKRO LMF s požární odolností EI 60 DP3 v chráněné únikové cestě, požární ucpávky.

### **n<sub>1</sub>) Způsob a důvod vybavení stavby vyhrazenými PBZ**

Byla posouzena nutnost instalace elektrické požární signalizace podle ČSN 73 0802, ČSN 73 0875. V našem objektu bude zřízena ústředna EPS, která bude dálkovým přenosem napojena na pult HZS LK Liberec a bude s ním plně komunikovat. Ústředna EPS tvoří samostatný požární úsek N01.04. Přístup do ústředny bude z recepce objektu a bude zajištěna proti neoprávněné manipulaci nepovolanými osobami.

-požární úseky budou vybaveny samočinnými hlásiči požáru ( bodové hlásiče opticko-kouřové), kromě prostor bez požárního rizika ( chodby, WC ), hlásiče musí být propojeny s ústřednou EPS, v celém objektu bude nainstalováno zařízení pro akustický signál vyhlášení poplachu v návaznosti na zjištění vzniku požáru EPS.

V objektu budou i hlásiče tlačítkové, které budou umístěny při vstupů do chráněných únikových cest a při výstupů na volné prostranství, budou umístěny 1,5 m nad podlahou a musí trvale spolupracovat s ústřednou EPS. Ústředna EPS bude tvořit samostatný požární úsek N01.04 ( č.m. 1.40 ) a přístup do ní bude zajištěn z recepce objektu. EPS bude ovládat: při identifikaci požáru ( 1.hlášení) vypínání strojovny, uzavírání požárních klapek, samočinné a dálkové ovládání zvukového signálu pro vyhlášení nebezpečí či vznik požáru, sjetí osobních výtahů do určené stanice, otevření dveří + uzavření dveří a následné zablokování dveří výtahu pro další jízdy.



## **n<sub>2</sub>) Vymezení chráněných prostor**

Elektrická požární signalizace se nachází ve všech požárních úsecích objektu, s vynecháním prostor bez požárního rizika ( WC, chodby )

## **n<sub>3</sub>) Technické a funkční požadavky na vyhrazené PBZ**

EPS má za úkol zjistit přesné místo vzniku požáru, vyhlásit poplach, vypnout systémy vzduchotechniky, sjetí osobních výtahů do základní stanice (1.NP), otevření dveří + uzavření dveří a následné zablokování dveří výtahu pro další jízdy.

Ovládání EPS musí být provedeno přímo. Není dovoleno využívat jiné softwarem řízené systémy pro ovládání zařízení.

V objektu bude nainstalován klíčový trezor požární ochrany (KTPO) a obslužné pole požární ochrany (OPPO). KTPO bude umístěn u vstupu, kudy je předpokládán protipožární zásah. Na tomto místě bude realizován i zábleskový maják pro ověření poplachu. OPPO umožňuje jednotou obsluhu ústředny EPS zásahovým složkám HZS při poplachu a při zkouškách. Bude umístěno na vnitřní straně objektu, kudy je předpokládán protipožární zásah.

## **n<sub>4</sub>) Stanovení druhů a způsobu rozmístění jednotlivých komponentů**

Elektrická zařízení, která slouží k protipožárnímu zabezpečení objektu, budou připojena samostatným vedením z přípojkové skříně nebo z hlavního domovního rozvaděče, a to tak, aby zůstala funkční po celou požadovanou dobu.

### Rozvaděč požární ochrany:

V objektu se nachází rozvaděč požární ochrany. Tvoří samostatný požární úsek N01.05. Je ve II.SPB, požadavky na požární odolnost požárních uzávěrů jsou EI 30 + C. Napájí systém EPS, musí být samostatně jištěn ( příslušné svorky s označením EPS ), nesmí být zapojen v závislosti na hlavní rozvaděči objektu. Musí být zajištěny kabelové trasy s funkční integritou, které budou sloužit pro napájení a ovládání požárně bezpečnostních zařízení, které musí zůstat funkční i při požáru, musí splňovat funkčnosti kabelové trasy a požadavky na třídu reakce na oheň B<sub>2ca</sub>; B<sub>2ca</sub>s1, d1



## **n<sub>5</sub>) Výpočtová část**

Výpočty požárního rizika jsou v příloze.

## **o) Rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek**

Objekt bude vybaven výstražnými a bezpečnostními značkami a tabulkami podle ČSN ISO 3864. Budou označena místa, na kterých se nacházejí prostředky požární ochrany ( Přenosné hasicí přístroje ), směry úniků z budovy. Zjednodušený půdorys s označením aktuální pozice, kde člověk stojí, označeny budou také hlavní uzávěry vody, hlavní elektrický vypínač v přízemí objektu, označit na výkresu TOTAL STOP a CENTRAL STOP.

Obě schodiště sloužící jako chráněné únikové cesty budou označeny po celé výšce objektu, vždy při vstupu do chráněné únikové cesty. Na výkresech bude dále znázorněna ohlašovna požáru, výtahy budou označeny nápisem „Tento výtah neslouží k evakuaci osob“. Místnosti, které nejsou přístupné pro veřejnost ( slaboproud, ústředna ÚT, rozvodna NN, ústředna EPS ), budou označeny nápisem : „Zákaz nepovolaným osobám“. Toto vše zajistí odborně způsobilá osoba.

## **p) Závěr**

Cílem tohoto projektu bylo navrhnout, co možná nejlepší a nejvhodnější požárně bezpečnostní řešení stavby. Po rozdělení stavby do požárních úseků byla spočtena požární rizika těchto úseků a byl jim přiřazen stupeň požární bezpečnosti stavby. Dále se zhodnotily jednotlivé konstrukce a zařízení objektu dle příslušných norem, převážně bylo pracováno s ČSN 73 0802, ČSN 73 0810, ČSN 73 0848, ČSN 73 0875.

# České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí



## Bakalářská práce

**POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY V LIBERCI**

FIRE DESIGN OF ADMINISTRATIVE BUILDING IN LIBEREC

---

Část B: Výkresová část a přílohy

---

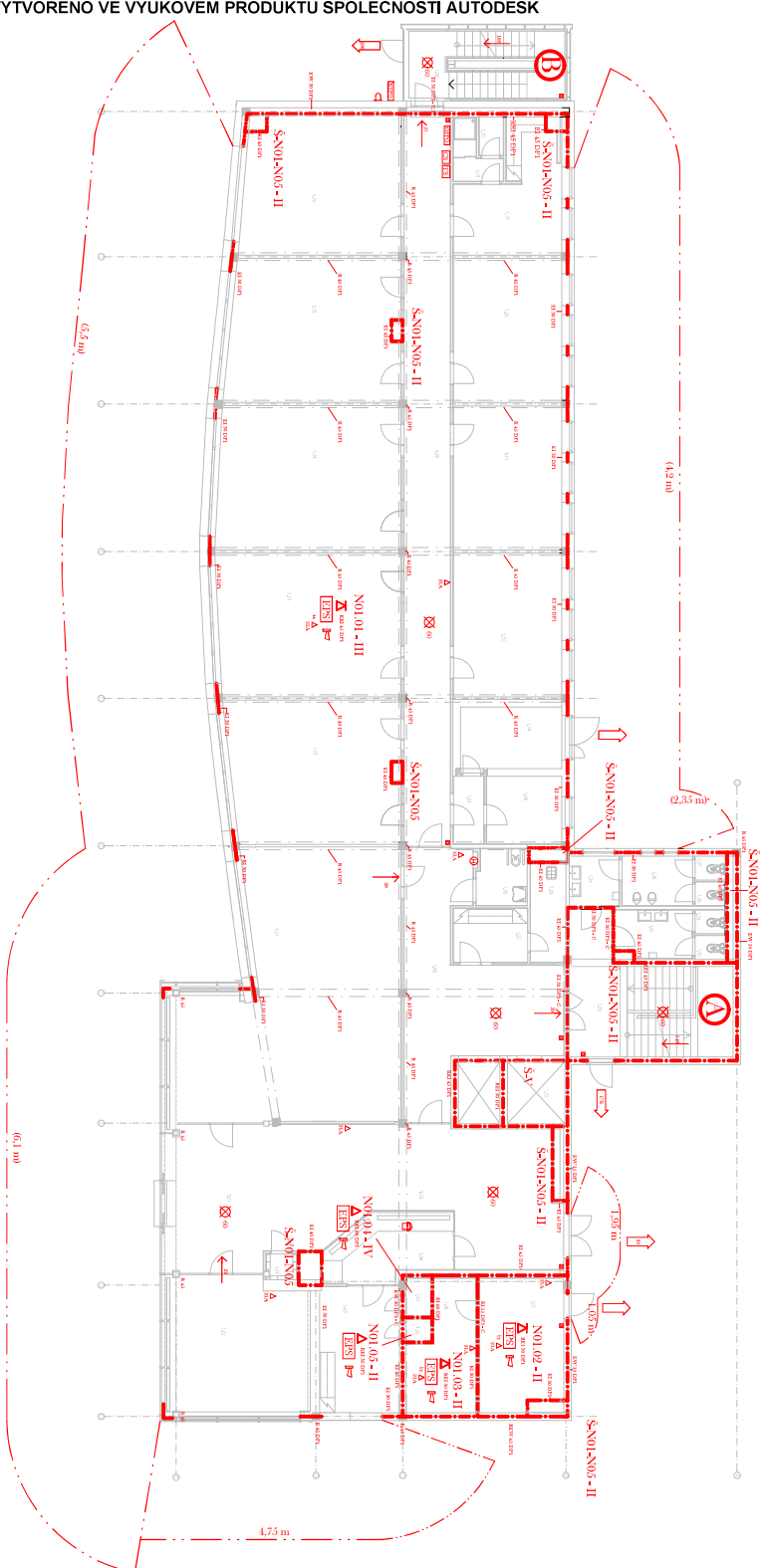
**Autor:** Daniel Rajman

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc., Ing. Martin Benýšek

Praha

2017

# PŮDORYS 1.NP

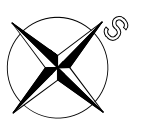


LEGENDA MÍSTNOSTI

LEGENDA MÍSTNOSTI	LEGENDA MÍSTNOSTI
NO1.01-III	NO1.01-III
NO1.02-II	NO1.02-II
NO1.03-II	NO1.03-II
NO1.04-II	NO1.04-II
NO1.05-II	NO1.05-II
NO1.05-III	NO1.05-III
NO1.05-IV	NO1.05-IV
NO1.06-II	NO1.06-II
NO1.07-II	NO1.07-II
S-N01-N05-II	S-N01-N05-II
S-N01-N05-III	S-N01-N05-III
S-N01-N05-IV	S-N01-N05-IV
S-N01-N05-V	S-N01-N05-V
S-N01-N05-VI	S-N01-N05-VI
S-N01-N05-VII	S-N01-N05-VII
S-N01-N05-VIII	S-N01-N05-VIII
S-N01-N05-IX	S-N01-N05-IX
S-N01-N05-X	S-N01-N05-X
S-N01-N05-XI	S-N01-N05-XI
S-N01-N05-XII	S-N01-N05-XII
S-N01-N05-XIII	S-N01-N05-XIII
S-N01-N05-XIV	S-N01-N05-XIV
S-N01-N05-XV	S-N01-N05-XV
S-N01-N05-XVI	S-N01-N05-XVI
S-N01-N05-XVII	S-N01-N05-XVII
S-N01-N05-XVIII	S-N01-N05-XVIII
S-N01-N05-XIX	S-N01-N05-XIX
S-N01-N05-XX	S-N01-N05-XX
S-N01-N05-XXI	S-N01-N05-XXI
S-N01-N05-XXII	S-N01-N05-XXII
S-N01-N05-XXIII	S-N01-N05-XXIII
S-N01-N05-XXIV	S-N01-N05-XXIV
S-N01-N05-XXV	S-N01-N05-XXV
S-N01-N05-XXVI	S-N01-N05-XXVI
S-N01-N05-XXVII	S-N01-N05-XXVII
S-N01-N05-XXVIII	S-N01-N05-XXVIII
S-N01-N05-XXIX	S-N01-N05-XXIX
S-N01-N05-XXX	S-N01-N05-XXX

**LEGENDA A**

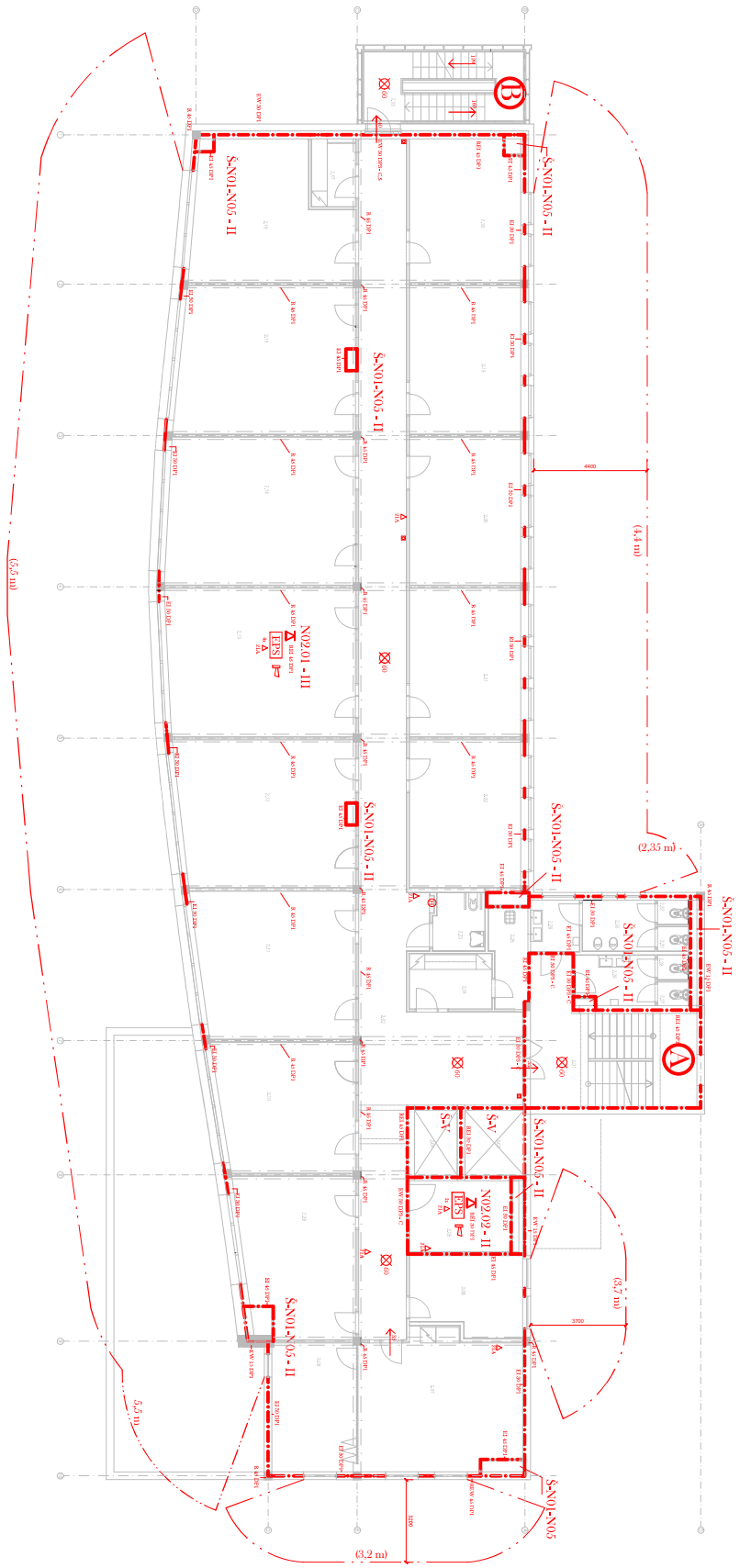
- NO1.01-III • požární ústředna, požární dleto, funkční požární vstřední
- NO1.02-II • kancelářská místnost
- NO1.03-II • kancelářská místnost
- NO1.04-II • kancelářská místnost
- NO1.05-II • kancelářská místnost
- NO1.05-III • kancelářská místnost
- NO1.05-IV • kancelářská místnost
- NO1.06-II • kancelářská místnost
- NO1.07-II • kancelářská místnost
- NO1.08-II • kancelářská místnost
- NO1.09-II • kancelářská místnost
- NO1.10-II • kancelářská místnost
- NO1.11-II • kancelářská místnost
- NO1.12-II • kancelářská místnost
- NO1.13-II • kancelářská místnost
- NO1.14-II • kancelářská místnost
- NO1.15-II • kancelářská místnost
- NO1.16-II • kancelářská místnost
- NO1.17-II • kancelářská místnost
- NO1.18-II • kancelářská místnost
- NO1.19-II • kancelářská místnost
- NO1.20-II • kancelářská místnost
- NO1.21-II • kancelářská místnost
- NO1.22-II • kancelářská místnost
- NO1.23-II • kancelářská místnost
- NO1.24-II • kancelářská místnost
- NO1.25-II • kancelářská místnost
- NO1.26-II • kancelářská místnost
- NO1.27-II • kancelářská místnost
- NO1.28-II • kancelářská místnost
- NO1.29-II • kancelářská místnost
- NO1.30-II • kancelářská místnost
- NO1.31-II • kancelářská místnost
- NO1.32-II • kancelářská místnost
- NO1.33-II • kancelářská místnost
- NO1.34-II • kancelářská místnost
- NO1.35-II • kancelářská místnost
- NO1.36-II • kancelářská místnost
- NO1.37-II • kancelářská místnost
- NO1.38-II • kancelářská místnost
- NO1.39-II • kancelářská místnost
- NO1.40-II • kancelářská místnost
- NO1.41-II • kancelářská místnost
- NO1.42-II • kancelářská místnost
- NO1.43-II • kancelářská místnost
- NO1.44-II • kancelářská místnost
- NO1.45-II • kancelářská místnost
- NO1.46-II • kancelářská místnost
- NO1.47-II • kancelářská místnost
- NO1.48-II • kancelářská místnost
- NO1.49-II • kancelářská místnost
- NO1.50-II • kancelářská místnost
- NO1.51-II • kancelářská místnost
- NO1.52-II • kancelářská místnost
- NO1.53-II • kancelářská místnost
- NO1.54-II • kancelářská místnost
- NO1.55-II • kancelářská místnost
- NO1.56-II • kancelářská místnost
- NO1.57-II • kancelářská místnost
- NO1.58-II • kancelářská místnost
- NO1.59-II • kancelářská místnost
- NO1.60-II • kancelářská místnost
- NO1.61-II • kancelářská místnost
- NO1.62-II • kancelářská místnost
- NO1.63-II • kancelářská místnost
- NO1.64-II • kancelářská místnost
- NO1.65-II • kancelářská místnost
- NO1.66-II • kancelářská místnost
- NO1.67-II • kancelářská místnost
- NO1.68-II • kancelářská místnost
- NO1.69-II • kancelářská místnost
- NO1.70-II • kancelářská místnost
- NO1.71-II • kancelářská místnost
- NO1.72-II • kancelářská místnost
- NO1.73-II • kancelářská místnost
- NO1.74-II • kancelářská místnost
- NO1.75-II • kancelářská místnost
- NO1.76-II • kancelářská místnost
- NO1.77-II • kancelářská místnost
- NO1.78-II • kancelářská místnost
- NO1.79-II • kancelářská místnost
- NO1.80-II • kancelářská místnost
- NO1.81-II • kancelářská místnost
- NO1.82-II • kancelářská místnost
- NO1.83-II • kancelářská místnost
- NO1.84-II • kancelářská místnost
- NO1.85-II • kancelářská místnost
- NO1.86-II • kancelářská místnost
- NO1.87-II • kancelářská místnost
- NO1.88-II • kancelářská místnost
- NO1.89-II • kancelářská místnost
- NO1.90-II • kancelářská místnost
- NO1.91-II • kancelářská místnost
- NO1.92-II • kancelářská místnost
- NO1.93-II • kancelářská místnost
- NO1.94-II • kancelářská místnost
- NO1.95-II • kancelářská místnost
- NO1.96-II • kancelářská místnost
- NO1.97-II • kancelářská místnost
- NO1.98-II • kancelářská místnost
- NO1.99-II • kancelářská místnost
- NO1.100-II • kancelářská místnost



VYPRACOVANÉ V RÁMCI SPOLEČNOSTI AUTODESK	
Vypracoval:	Kontroloval:
Daniil Reimann	Ing. Martin Benyšek
Název předmětu: 133BAPQ - Bakalářská práce	
Část B: Požární bezpečnostní řešení	
Název výkresu: Půdorys 1.NP	Měřítko: 1:150
Datum: 28.3.2017	Číslo výkresu: B.1
<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 	



# PŮDORYS 2.NP



LEGENDA MĚŘENOSTI

Číslo	Popis
1	Stropní konstrukce
2	Stěnová konstrukce
3	Podlahová konstrukce
4	Okna
5	Průmyslové dveře
6	Obložení stěn
7	Obložení podlahy
8	Obložení stropu
9	Staircase
10	Elevator
11	Technical room
12	Storage room
13	Sanitary
14	Office
15	Corridor
16	Entrance
17	Exit
18	Fire door
19	Fire escape
20	Fire alarm
21	Fire extinguisher
22	Fire hydrant
23	Fire alarm control panel
24	Fire alarm bell
25	Fire alarm horn
26	Fire alarm siren
27	Fire alarm speaker
28	Fire alarm microphone
29	Fire alarm camera
30	Fire alarm sensor
31	Fire alarm detector
32	Fire alarm alarm
33	Fire alarm signal
34	Fire alarm message
35	Fire alarm information
36	Fire alarm data
37	Fire alarm record
38	Fire alarm log
39	Fire alarm report
40	Fire alarm document
41	Fire alarm certificate
42	Fire alarm certificate of conformity
43	Fire alarm certificate of approval
44	Fire alarm certificate of registration
45	Fire alarm certificate of inspection
46	Fire alarm certificate of maintenance
47	Fire alarm certificate of repair
48	Fire alarm certificate of replacement
49	Fire alarm certificate of removal
50	Fire alarm certificate of destruction
51	Fire alarm certificate of disposal
52	Fire alarm certificate of recycling
53	Fire alarm certificate of reuse
54	Fire alarm certificate of resale
55	Fire alarm certificate of sale
56	Fire alarm certificate of purchase
57	Fire alarm certificate of receipt
58	Fire alarm certificate of delivery
59	Fire alarm certificate of installation
60	Fire alarm certificate of commissioning
61	Fire alarm certificate of operation
62	Fire alarm certificate of maintenance
63	Fire alarm certificate of repair
64	Fire alarm certificate of replacement
65	Fire alarm certificate of removal
66	Fire alarm certificate of destruction
67	Fire alarm certificate of disposal
68	Fire alarm certificate of recycling
69	Fire alarm certificate of reuse
70	Fire alarm certificate of resale
71	Fire alarm certificate of sale
72	Fire alarm certificate of purchase
73	Fire alarm certificate of receipt
74	Fire alarm certificate of delivery
75	Fire alarm certificate of installation
76	Fire alarm certificate of commissioning
77	Fire alarm certificate of operation
78	Fire alarm certificate of maintenance
79	Fire alarm certificate of repair
80	Fire alarm certificate of replacement
81	Fire alarm certificate of removal
82	Fire alarm certificate of destruction
83	Fire alarm certificate of disposal
84	Fire alarm certificate of recycling
85	Fire alarm certificate of reuse
86	Fire alarm certificate of resale
87	Fire alarm certificate of sale
88	Fire alarm certificate of purchase
89	Fire alarm certificate of receipt
90	Fire alarm certificate of delivery
91	Fire alarm certificate of installation
92	Fire alarm certificate of commissioning
93	Fire alarm certificate of operation
94	Fire alarm certificate of maintenance
95	Fire alarm certificate of repair
96	Fire alarm certificate of replacement
97	Fire alarm certificate of removal
98	Fire alarm certificate of destruction
99	Fire alarm certificate of disposal
100	Fire alarm certificate of recycling

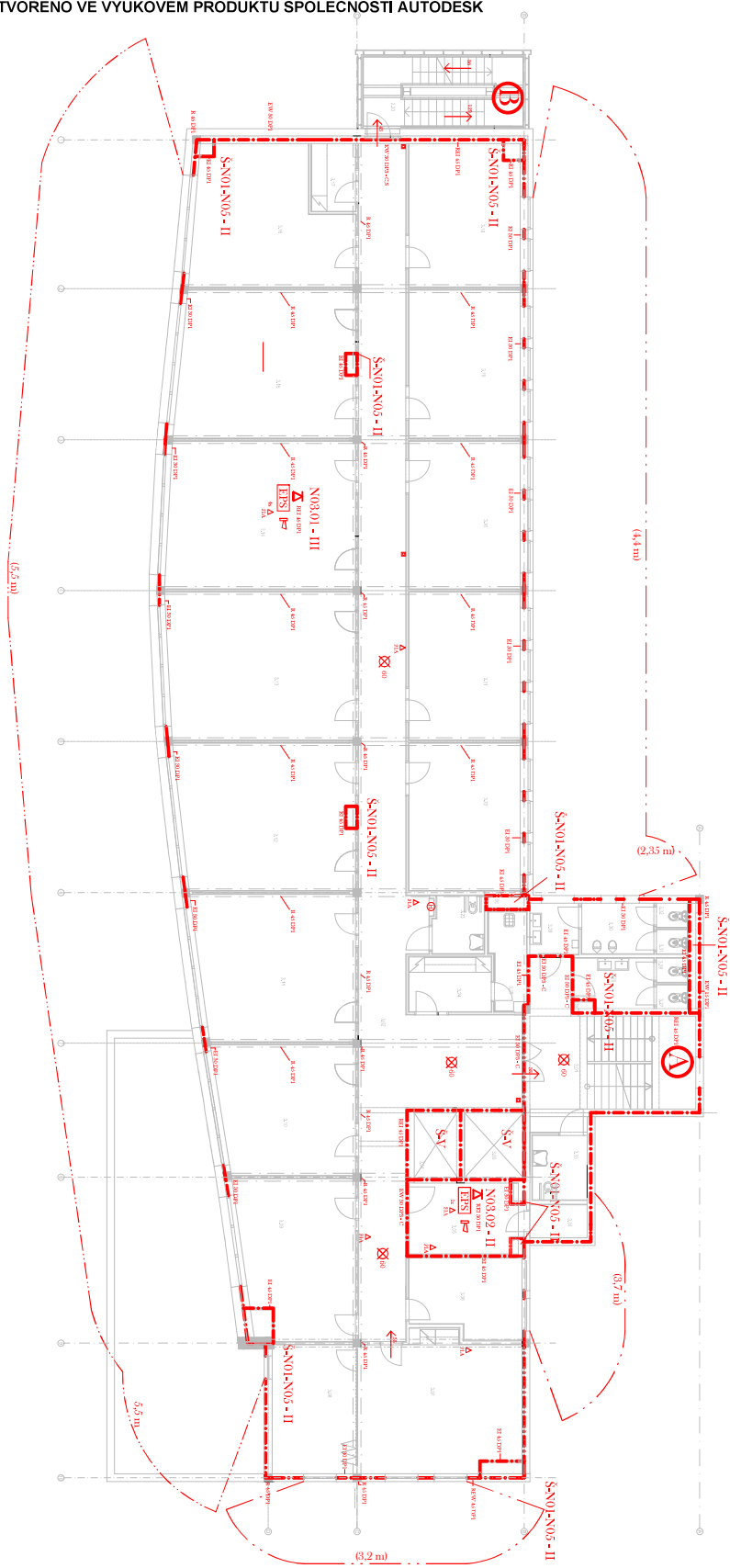
LEGENDA:

- N01.01-III - požární úsek vymezený čarou I, sestává z požární bezpečnosti
- N02.01-III - hranice požárního úseku
- N02.02-II - hranice požárního úseku
- N02.03-II - elektrická požární signalizace
- N02.04-II - nouzové osvětlení s funkčností 60 minut
- N02.05-II - přenosový vodič říditelský s možností 24V
- N02.06-II - tlačítkový kliček
- N02.07-II - požární hydrant
- N02.08-II - sálavý (ohnivý) 123 (indikující osvět) s možností osvětlení
- N02.09-II - ohlašovací funkční osvět. „K“



VYPRACOVATEL		KONTROLOVAL	
Vyracoval: Daniel Rajman		Ing. Martin Benyšek	
Název předmetu: 133BAPQ - Bakalářská práce			
Část B: Požární bezpečnostní řešení		Datum: 28.5.2017	
Název výřezu: Půdorys 2.NP		Měřítko: 1:150	
		Číslo výřezu: B.2	

# PŮDORYS TYPICKÉHO PODLAŽÍ



LEGENDA (MĚŘENÍ)

Číslo	Popis
01	... ..
02	... ..
03	... ..
04	... ..
05	... ..
06	... ..
07	... ..
08	... ..
09	... ..
10	... ..
11	... ..
12	... ..
13	... ..
14	... ..
15	... ..
16	... ..
17	... ..
18	... ..
19	... ..
20	... ..
21	... ..
22	... ..
23	... ..
24	... ..
25	... ..
26	... ..
27	... ..
28	... ..
29	... ..
30	... ..
31	... ..
32	... ..
33	... ..
34	... ..
35	... ..
36	... ..
37	... ..
38	... ..
39	... ..
40	... ..
41	... ..
42	... ..
43	... ..
44	... ..
45	... ..
46	... ..
47	... ..
48	... ..
49	... ..
50	... ..
51	... ..
52	... ..
53	... ..
54	... ..
55	... ..
56	... ..
57	... ..
58	... ..
59	... ..
60	... ..
61	... ..
62	... ..
63	... ..
64	... ..
65	... ..
66	... ..
67	... ..
68	... ..
69	... ..
70	... ..
71	... ..
72	... ..
73	... ..
74	... ..
75	... ..
76	... ..
77	... ..
78	... ..
79	... ..
80	... ..
81	... ..
82	... ..
83	... ..
84	... ..
85	... ..
86	... ..
87	... ..
88	... ..
89	... ..
90	... ..
91	... ..
92	... ..
93	... ..
94	... ..
95	... ..
96	... ..
97	... ..
98	... ..
99	... ..
100	... ..

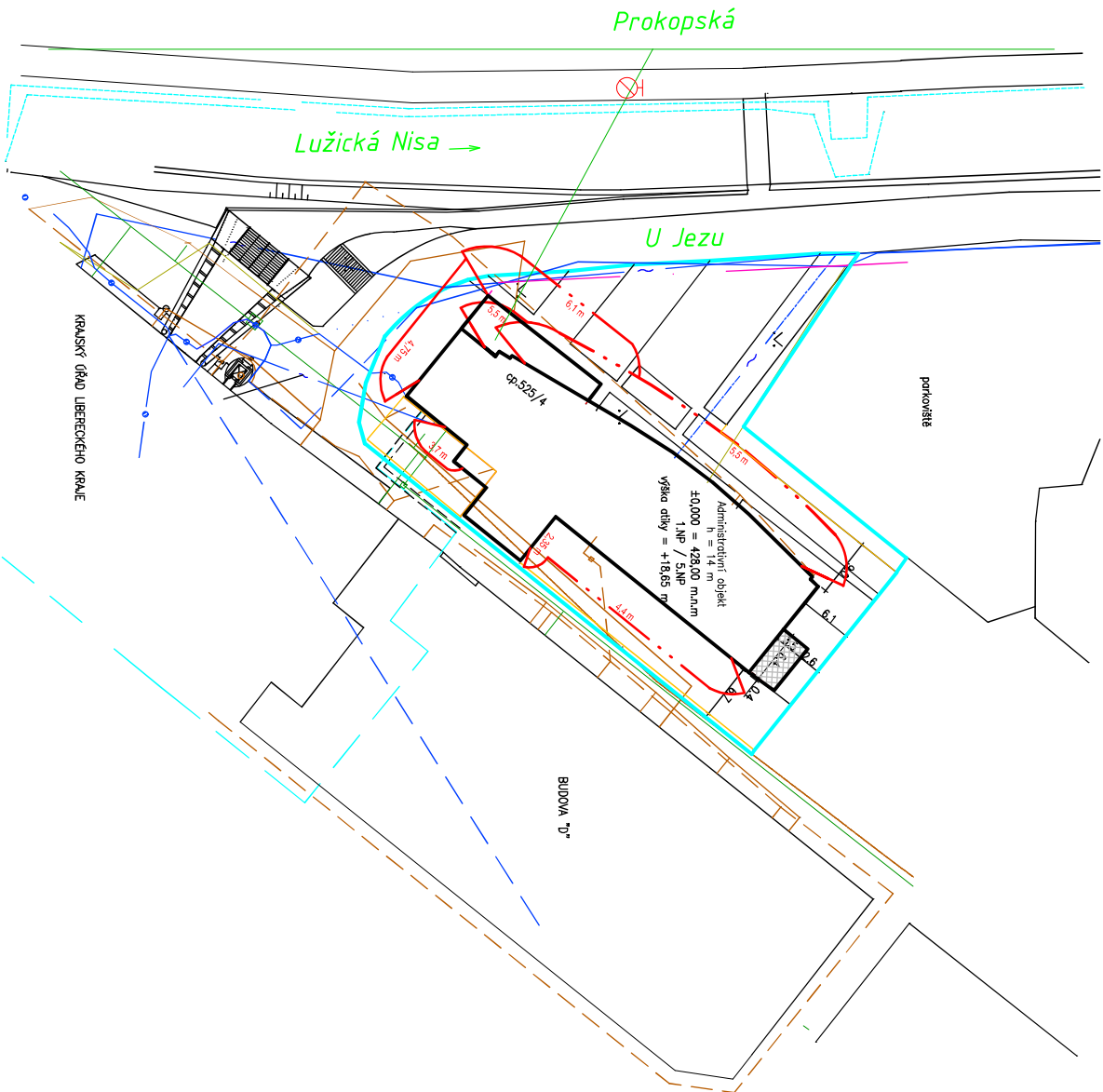
- LEGENDA:**
- N08.01-III - požární úsek v úseku požarového čísla I, III střešní podlaží bezpečnosti
  - - hranice požárního úseku
  - - hranice požárního úseku
  - ENIS - elektrický podlaží signalizace
  - ENIS - elektrický podlaží signalizace
  - - novozve čerčitel s funkčností 60 minut
  - - frekvenci měřící přístroj s měřící schopností 5A
  - - požární hrubavé
  - - Tlačítkový pulzace
  - - sídlní úniku (22 úniková cesty) únikový úseku
  - - chemická úniková cesty A, A'



Vytvořeno ve výukovém produktu společnosti Autodesk	Kontrolovat:	Ing. Martin Benyšek	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Vypracoval:	Daniel Rajman		
Název přednášky:	133BAPQ - Bakalářská práce		
Část B. Požární bezpečnostní řešení			
Název výkresu:	Půdorys typického podlaží		
Datum: 28.5.2017	Měřítko:	1:150	Číslo výkresu: B.3

SITUACE

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK



LEGENDA SÍŤĚ

- VODOVODNÍ SÍŤĚ
- KANALIZAČNÍ SÍŤĚ – splašková
- KANALIZAČNÍ SÍŤĚ – dešťová
- ELEKTRO SÍŤĚ SILNOPROUD
- ELEKTRO SÍŤĚ SLABOPROUD
- PLYNOVODNÍ SÍŤĚ
- TEPLOVOD
- TEPLOVODNÍ PŘÍPOJKA
- ELEKTRO PŘÍPOJKA
- POŽÁRNĚ NEBEZPEČNÝ PROSTOR
- ŘEŠENÝ OBJEKT
- HRANICE POZEMLKU
- VNĚJŠÍ ODBĚRNÍ MÍSTO



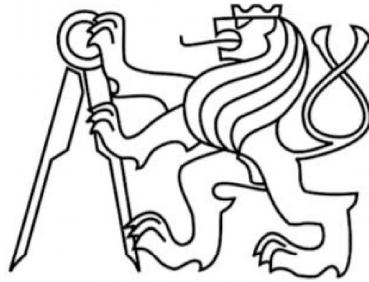
VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

1:1000 ± 428 m.n.m.			
Vypracoval:	Daniel Rajman	Kontroloval:	Ing. Martin Beryšek
Název předměstu:	133BAPQ - Bakalářská práce		
Část B: Požárně bezpečnostní řešení			
Název výkresu:	Situace		
Datum: 28.5.2017		Fakulta stavební <b>ČVUT</b>	
Měřitko:	1:500	Číslo výkresu: B.4	

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí



## Bakalářská práce

**POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY V LIBERCI**  
FIRE DESIGN OF ADMINISTRATIVE BUILDING IN LIBEREC

**Část C – Konstrukční řešení**

## Technická zpráva

**Autor:** Daniel Rajman

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.



## Obsah

1. Seznam použitých zdrojů, literatury .....	3
1.1 Literatura a normy.....	3
1.2 Software.....	3
2. Úvod .....	4
3. Obecný popis objektu a konstrukce .....	4
3.1 Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby .....	4
3.2 Technické řešení stavby .....	4
3.3 Materiálové řešení stavby .....	4
4. Zatížení .....	5
4.1 Stálá zatížení .....	5
4.2 Užitná zatížení .....	5
4.3 Zatížení sněhem .....	5
4.4 Zatížení větrem .....	5
5. Základové konstrukce.....	5
6. Navrhované prvky .....	6
6.1 Stropní deska .....	6
6.2 Průvlak – řada 2.....	6
6.3 Sloup C2 .....	6
6.4 Schodiště.....	6
6.5 Zajištění vodorovného ztužení .....	6
7. Ochrana nosných konstrukcí proti nepříznivým vlivům .....	7
7.1 Ochrana proti požáru .....	7
7.2 Ochrana proti korozi.....	7



## 1. Seznam použitých zdrojů, literatury

### 1.1 Literatura a normy

- [1] Projektová dokumentace stavebně architektonického řešení objektu
- [2] ČSN ISO 2394 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí
- [3] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí
- [4] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [5] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [6] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- [8] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
- [9] ČSN 73 1201 – Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
- [10] ČSN 73 0202 Geometrická přesnost ve výstavbě. Základní ustanovení
- [11] ČSN 73 0210-1 Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 1: Přesnost osazení
- [12] ČSN 73 0212-3 Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti. Část 3: Pozemní stavební objekty
- [13] ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí
- [14] Katalog Porotherm
- [15] Navrhování betonových konstrukcí příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2
- [16] PROCHÁZKA, Jaroslav, Radek ŠTEFAN a Jitka VAŠKOVÁ. *Navrhování betonových a zděných konstrukcí na účinky požáru*. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04613-5.
- [17] DRBOHLAVOVÁ, Lucie a Hana HANZLOVÁ. *Betonové a zděné konstrukce v architektuře 1: komentované případy*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04888-7.
- [18] PROCHÁZKA, Jaroslav, Alena KOHOUTKOVÁ a Jitka VAŠKOVÁ. *Příklady navrhování betonových konstrukcí 1*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03675-4
- [19] BÍLÝ, Petr. *Betonové a zděné konstrukce 1 [studijní podklady]*. Dostupné z <http://www.people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1/133bk01.htm>
- [20] ŠTEFAN, Radek. *Požární spolehlivost betonových a zděných konstrukcí [přednášky]*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, fakulta stavební. [17.4.2017]. Dostupné z <http://www.people.fsv.cvut.cz/www/stefarad/vyuka/133PSBZ.html>

### 1.2 Software

- [21] SCIA Engineer 2016.1 . studentská verze
- [22] Autodesk Autocad 2014 – studentská verze
- [23] TempAnalysis – Výpočetní program pro teplotní analýzu průřezů vystavených účinkům požáru; Radek Štefan, Jaroslav Procházka, 2009-2010
- [24] Microsoft Office – Word 2016
- [25] Microsoft Office – Excel 2016



## 2. Úvod

Předmětem řešení této části bakalářské práce je statické řešení monolitické železobetonové nosné konstrukce administrativní budovy. Statický návrh spočívá v dimenzování železobetonové desky, vybraného sloupu, vybraného průvlastku a ztužujících železobetonových stěn. Statický model byl vytvořen v programu SCIA Engineer 16, kde se určily účinky zatížení na vybraný prvek, konkrétně průvlastek. Výkresy byly zhotoveny ve studentské verzi programu Autodesk Autocad 2014. Posouzení navržených prvků za zvýšené teploty se provedlo pomocí zjednodušených metod, tabulkového posouzení pro všechny navržené prvky a dále pomocí metody izotermy 500 °C se posoudila deska a sloup. Zónová metoda se použila pro průvlastek v řadě 2.

## 3. Obecný popis objektu a konstrukce

### 3.1 Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby

Řešený objekt se nachází v Liberci a jeho účel je pro administrativní využití. Budova má celkem pět nadzemních podlaží, ve kterých se nachází převážně kancelářské prostory. Půdorysné rozměry objektu jsou 53 x 18 m. Výška horní hrany atiky je 18,65 m. Konstrukční výška podlaží je 3,5 m. V prvním nadzemním podlaží se nachází hlavní vstup do objektu, recepce, kancelářské prostory a technické zázemí objektu, ve zbylých nadzemních podlažích jsou umístěny převážně kancelářské prostory.

### 3.2 Technické řešení stavby

Nosnou konstrukci objektu tvoří monolitický skelet. Modulové vzdálenosti sloupů se pohybují v rozmezí 5,78 m – 6,2 m v delším směru a 6,5 m v kratším směru. Obvodový plášť mezi nosným skeletem je tvořen výplňovým zdivem Porotherm 24 S Profi tloušťky 240 mm a tepelnou izolací z minerální vlny ISOVER TF PROFI, tl. 150 mm. Stabilitu konstrukce zajišťující železobetonové ztužující stěny, kterých je v objektu navrženo celkem osm, po čtyřech v každém směru. Vnitřní příčky jsou sádkartonové RIGIPS tl.125 mm. Stropní konstrukci objektu tvoří obousměrně pnutá železobetonová deska nepoddajně podepřená tloušťky 180 mm. Založení objektu je řešeno pomocí základových patek. Výškové rozdíly uvnitř objektu jsou překonány monolitickým schodištěm. Schodišťové ramena jsou akusticky oddělena od stropní desky a mezipodesty pomocí prvků HALFEN HBB-O, které jsou zabudovány do hrany stropní desky nebo mezipodesty.

### 3.3 Materiálové řešení stavby

Konstrukce je navržena ze železobetonu

- Základy: železobetonové, beton C16/20 XC1 (CZ) – Cl 0,2 – D<sub>max</sub> 16 – S3
- Stropní konstrukce, schodiště: železobetonové, beton C30/37 XC1 (CZ) – Cl 0,2 - D<sub>max</sub> 16 – S3



## Bakalářská práce Katedra betonových a zděných konstrukcí

- Sloupy: železobetonové, beton C50/60 XC1 (CZ) - CI 0,2 –  $D_{\max}$  16 – S3, beton C30/37 XC1 (CZ) - CI 0,2 –  $D_{\max}$  16 – S3,
- Výztuž železobetonových konstrukcí: ocel B 500B

### 4. Zatížení

Monolitická konstrukce je ve svislém směru zatížena stálými složkami, jako např. zatížení od vlastní tíhy, od podlahy jednotlivých podlaží, od střešního pláště a nahodilými složkami, jako např. od užitečného zatížení. Konstrukce je dále vystavena účinkům od klimatických zatížení, od sněhu a větru.

#### 4.1 Stálá zatížení

Vlastní tíha železobetonových konstrukcí je uvažována hodnotou  $25 \text{ kN/m}^3$ . Vlastní tíhy jednotlivých podlah jsou rozepsány ve statickém výpočtu. Pro výpočet zatížení na stropní desku byla uvažována konstantní hodnota  $1,44 \text{ kN/m}^2$  na celé ploše nadzemních podlaží. Tíha střešního pláště je  $2,73 \text{ kN/m}^2$ .

#### 4.2 Užitečné zatížení

Jedná se o administrativní budovu, podle ČSN EN 1991-1-1 uvažujeme hodnotu  $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ , kategorie B.

#### 4.3 Zatížení sněhem

Budova se nachází v Liberci ( sněhová oblast III ), má plochou střechu a je situována v terénu s normální topografií, kde nebude docházet k významným přesunům sněhu vlivem větru. Stanoveno bylo charakteristické zatížení sněhem  $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$ .

#### 4.4 Zatížení větrem

Z hlediska zatížení od větru je konstrukce zatříděna do III. větrné oblasti se základní rychlostí větru o velikosti  $27,5 \text{ m/s}$ . Výpočet účinků od větru je řízen podle ČSN EN 1991-1-4.

### 5. Základové konstrukce

Železobetonové sloupy jsou založeny na železobetonových patkách o rozměrech  $1 \times 1 \text{ m}$ ,  $0,8 \text{ m}$  vysokých. Ztužující železobetonové stěny jsou založeny na pásech z prostého betonu šířky  $1,0 \text{ m}$ ,  $0,6 \text{ m}$  vysokých. V místě dojezdu výtahu je základová spára snížena v rozsahu daném požadavky použitého výtahu. Do všech základových konstrukcí se osadila výztuž pro sloupy a stěny. Mezi pasy a patkami je provedena železobetonová podlaha tloušťky  $150 \text{ mm}$  na vyrovnávacím podkladním betonu tloušťky  $150 \text{ mm}$ . Při betonáži se do obvodových pasů vložily ocelové





## Bakalářská práce Katedra betonových a zděných konstrukcí

chráničky pro prostupy inženýrských sítí. Jako izolace proti zemní vlhkosti a radonu jsou použity asfaltové pasy typu S.

### 6. Navrhované prvky

#### 6.1 Stropní deska

Stropní desku v objektu tvoří železobetonová obousměrně pnutá deska tloušťky 180 mm s rozměry polí 5,78 m a 6,5 m. Je navržena z betonu C30/37 a ocele B500B – 10 505(R). Jako profily byly zvoleny pruty  $\varnothing 10$  mm. Návrh výztuže je proveden podle mezního stavu únosnosti a respektuje konstrukční zásady podle ČSN EN 1991-1-2. Rozmístění a výpis výztuže je naznačen ve výkrese C.1a, resp. C.1b.

#### 6.2 Průvlak – řada 2

Byl navržen průvlak v řadě 2. Rozměry průvlaku jsou 300 x 550 mm. Jako materiál je použit beton C30/37 a betonářská výztuž B500B. Průběh vnitřních sil byl získán z programu SCIA Engineer 16.1. Výkres průvlaku viz C.2

#### 6.3 Sloup C2

Jedná se o prostřední sloup. Sloup je navržen o rozměrech 300 x 300 mm. Jako materiál je použit beton C50/60 při 3% stupni vyztužení a ocel B500B – 10 505(R) v rozsahu 1.NP – 2.NP. Ve zbylých nadzemních podlažích je použit beton C30/37. Vyztužení sloupu je symetrické, používají se pruty  $\varnothing 28$  mm. Třmínky jsou navrženy  $\varnothing 8$  mm po vzdálenostech 300 a 180 mm.

#### 6.4 Schodiště

Schodiště v objektu je monolitické železobetonové deskové dvouramenné. Jednotlivé desky jsou řešeny jako jednosměrné pnuté. Tloušťky podest a mezipodest jsou 180 mm. Tloušťka desky schodišťového ramene byla stanovena z detailu napojení na podestu jako 150 mm. Šířka schodišťového stupně je 280 mm a výška 175 mm. Schodišťová ramena jsou monoliticky spojena s podestou a mezipodestou a oddílována od schodišťových stěn. Mezipodesty budou z důvodu akustického oddělení uloženy do podélných schodišťových stěn pomocí izolačních boxů HALFEN HBB-O.

#### 6.5 Zajištění vodorovného ztužení

Pro lepší odolávání objektu vodorovným účinkům jsou navrženy ztužující železobetonové stěny tloušťky 250 mm. Principem těchto ztužujících stěn je přenést co možná největší vodorovné zatížení do základů, aniž by vzniknul tah v základové spáře. V našem případě k tahu nedochází.



## **7. Ochrana nosných konstrukcí proti nepříznivým vlivům**

### **7.1 Ochrana proti požáru**

Požární odolnost železobetonových konstrukcí je v objektu zajištěna dostatečnými rozměry konstrukčních prvků a dále dostatečným krytím výztuže betonovou krycí vrstvou. Požární posouzení jednotlivých navržených prvků je doloženo ve statickém výpočtu, pomocí zjednodušených metod ( tabulkového posouzení, metodou izotermy 500 °C a zónovou metodou ).

### **7.2 Ochrana proti korozi**

Protikorozní odolnost železobetonových konstrukcí je zajištěna dostatečným krytím hlavní výztuže betonovou krycí vrstvou, optimální technologií výroby a volbou vhodného materiálu.

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí



## Bakalářská práce

**POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY V LIBERCI**  
FIRE DESIGN OF ADMINISTRATIVE BUILDING IN LIBEREC

**Část C – Konstrukční řešení**

## Statický výpočet

**Autor:** Daniel Rajman

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.



Obsah

<b>A. Návrh prvků za běžné teploty</b> .....	<b>4</b>
1. Předběžný návrh prvků .....	4
1.1 Návrh rozměrů jednotlivých prvků.....	5
1.1.1 Návrh tloušťky desky .....	5
1.1.2 Zatížení na desce .....	5
1.1.3 Návrh průvlaku .....	6
1.1.4 Návrh sloupu C2 .....	7
1.2 Železobetonová deska .....	8
1.2.1 Vnitřní síly na desce .....	8
1.2.1.1 Desky A,B,C.....	8
1.2.1.2 Deska D .....	9
1.2.2 Návrh a posouzení výztuže desky na ohybový moment.....	11
1.2.3 Návrh výztuže ve směru x nad podporou 2 $M_{Ed} = 29,33 \text{ kNm}$ .....	11
1.2.3.1 Konstrukční zásady .....	11
1.2.3.2 Posouzení návrhu .....	12
1.2.4 Tabulkové posouzení .....	13
1.3 ŽB průvlak - řada 2.....	14
1.3.1 Zatížení – charakteristické bez vlastní tíhy průvlaku .....	14
1.3.2 Spolupůsobící šířka desky .....	15
1.3.3 Návrh a posouzení nosné výztuže průvlaku v poli.....	16
1.3.3.1 Konstrukční zásady .....	16
1.3.3.2 Posouzení návrhu .....	17
1.3.4 Návrh a posouzení nosné výztuže průvlaku nad podporou 2 .....	18
1.3.4.1 Posouzení návrhu .....	18
1.3.5 Návrh smykové výztuže .....	19
1.3.5.1 Konstrukční zásady smykové výztuže .....	20
1.3.5.2 Posouzení návrhu smykové výztuže .....	21
1.4 Železobetonový sloup – prostřední C2 .....	23
1.4.1 Návrh výztuže .....	23
1.4.1.1 Konstrukční zásady .....	24
1.4.2 Posouzení návrhu – interakční diagram.....	24
2 Výpočet zatížení větrem ČSN EN 1991-1-4.....	27



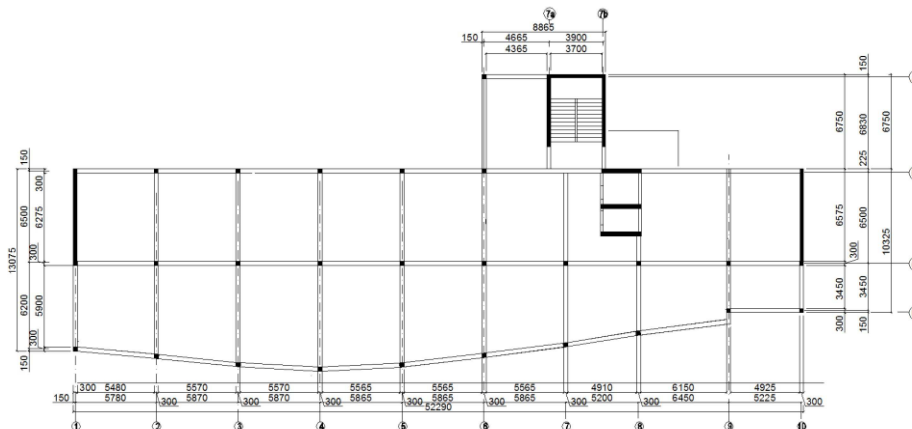
2.1 Základní rychlost větru $V_b$ .....	27
2.2 Referenční výška : $Z_e$ .....	27
2.3 Kategorie terénu .....	27
2.4 Charakteristický maximální dynamický tlak $q_p$ .....	27
2.5 Výpočet působení větru na stěny – směr příčný.....	28
3.1 Výpočet vodorovného zatížení $W$ .....	31
3.2 Ohybové tuhosti stěn .....	32
3.3 Souřadnice středu ohybu vzhledem k osám $x_0$ a $y_0$ .....	32
3.4 Posuny a pootočení stropní tabule: .....	33
3.5 Vodorovné síly v jednotlivých stěnách: .....	33
3.6 Výpočet momentů.....	33
3.7 Normálové síly .....	34
3.8 Napětí od svislého zatížení .....	35
3.9 Napětí od zatížení větrem.....	35
3.10 Výsledné napětí ve spáře.....	35
1. Návrhové přístupy.....	36
1.1 Návrh s využitím tabulkových hodnot .....	36
1.2 Zjednodušené výpočetní metody.....	38
1.2.1 Metoda izotermy 500 °C.....	38
1.2.1.1 Metoda izotermy 500 °C pro železobetonovou desku A .....	38
1.2.1.2 Metoda izotermy 500 °C pro sloup C2.....	40
1.2.2 Zónová metoda .....	44
1.2.2.1 Zónová metoda pro průvlak v řadě 2.....	44

# A. Návrh prvků za běžné teploty

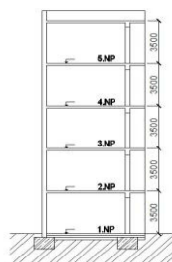
## 1. Předběžný návrh prvků

Řešený objekt má 5 nadzemních podlaží. Nosnou konstrukci tvoří monolitický skelet s obousměrnými průvlaky. Z důvodu ztužení objektu a lepšího odolávání objektu vodorovným účinkům působícího zatížení, jsou v objektu navrženy ztužující železobetonové stěny. Jako stropní konstrukce jsou ve všech patrech navrženy obousměrně pnuté desky nepoddajně podepřeny ze železobetonu, na které bude použit beton třídy C30/37 a betonářská výztuž B500B. Na sloupy bude použit beton třídy C50/60 v rozsahu 1.NP až 2.NP. a C30/37 v rozsahu 3.NP – 5.NP. Konstruktivní výška jednotlivých podlaží je 3,5 m, viz Obr. 1b. Modulové vzdálenosti jednotlivých sloupů jsou v rozmezí 5,78 m – 6,2 m v podélném směru a 6,5 v příčném směru, viz Obr. 1a.

Na konstrukci bude v každém patře působit kromě vlastní tíhy také skladba podlahy a proměnné zatížení jednotlivých pater, které bude odpovídat normové hodnotě zatížení podle navrženého typu provozu kategorie B – kancelářské prostory –  $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ . Na střešní desku bude působit kromě vlastní tíhy také tíha střešního pláště a jako proměnné zatížení zde bude uvažována tíha sněhu s charakteristickou hodnotou  $s_{k,III} = 1,5 \text{ kN/m}^2$  (oblast III – Liberec - viz mapa sněhových oblastí)



Obr. 1a - Konstruktivní schéma



Obr 1b – Schématický řez objektem

## 1.1 Návrh rozměrů jednotlivých prvků

### 1.1.1 Návrh tloušťky desky

Deska bude navržena jako obousměrné prutá uložena na průvlaky a na ztužující stěny.

Tloušťka desky  $h_D$  se stanoví předběžně podle vzorce:

$$hd = \frac{1,1}{105} \cdot (l_x + l_y) + c_{nom} = \frac{1,1}{105} \cdot (6500 + 5780) + 25 = 163,73 = \underline{153,64 \text{ mm}}$$

Z vymezení ohybové štíhlosti se stanoví tloušťka desky:

$$\lambda = \frac{l}{d} \leq \lambda_d = \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 + \lambda_{d,TAB}$$

$$d = \frac{l}{\kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 + \lambda_{d,TAB}} = \frac{5780}{1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 2,6} = \underline{185,25 \text{ mm}}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$$

$$c_{min} = \max(10; 15; 10 \text{ mm})$$

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

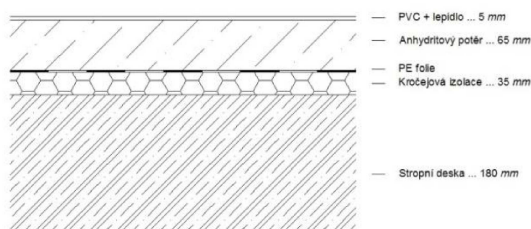
$$c_{nom} = 15 + 10 = \underline{25 \text{ mm}}$$

$$h_{d2} = 185,25 + \frac{\emptyset}{2} + 25 = \underline{215,25 \text{ mm}}$$

**Navrhuji tloušťku desky  $h_d = 180 \text{ mm}$**

### 1.1.2 Zatížení na desce

Při stanovení zatížení desky rozlišujeme desku běžného patra a desku střešní. Pro řešený objekt byla navržena s ohledem na provoz pro desku běžného patra následující skladba.



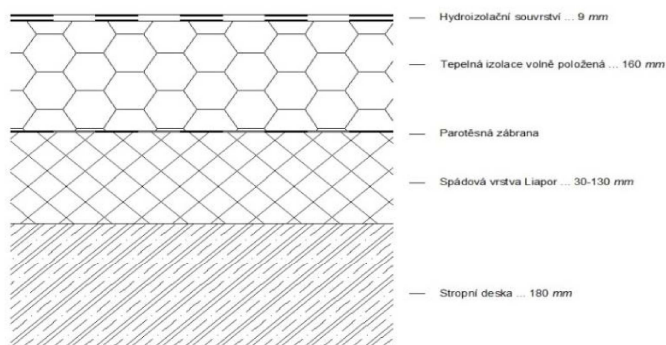
Obr. 2a – Skladba podlahy běžného patra

Typické podlaží:

Deska typického podlaží – zatížení na 1 m <sup>2</sup> půdorysu desky			
Zatížení	$f_k$	$\gamma$	$f_d$
Stálé - podlaha	1,44 kN/m <sup>2</sup>	1,35	1,94 kN/m <sup>2</sup>
Vlastní tíha desky 0,18 . 25	4,5 kN/m <sup>2</sup>	1,35	6,1 kN/m <sup>2</sup>
Užitné - administrativa	2,5 kN/m <sup>2</sup>	1,5	3,75 kN/m <sup>2</sup>
<b>Celkem</b>	<b>8,44 kN/m<sup>2</sup></b>		<b>11,79 kN/m<sup>2</sup></b>

Tabulka 1a – zatížení na desku v typickém podlaží

Pro desku střešní byla zvolena následující skladba střešního pláště:



Obr. 2b – Skladba střešního pláště

Střešní deska – zatížení na 1 m <sup>2</sup> půdorysu desky			
Zatížení	$f_k$	$\gamma$	$f_d$
Stálé - střecha	2,73 kN/m <sup>2</sup>	1,35	3,68 kN/m <sup>2</sup>
Vlastní tíha desky 0,18 . 25	4,5 kN/m <sup>2</sup>	1,35	6,1 kN/m <sup>2</sup>
Užitné - sníh	1,5 kN/m <sup>2</sup>	1,5	2,25 kN/m <sup>2</sup>
<b>Celkem</b>	<b>8,73 kN/m<sup>2</sup></b>		<b>12,03 kN/m<sup>2</sup></b>

Tabulka 1b – zatížení na střešní desku

### 1.1.3 Návrh průvzlaku

Rozměry průvzlaku se stanoví předběžně jako:

$$6500 \text{ mm} : h_p = \left(\frac{1}{12} \sim \frac{1}{10}\right) \cdot l = \left(\frac{1}{12} \sim \frac{1}{10}\right) \cdot 6500 = (541,6 \sim 650 \text{ mm}) - \boxed{550 \text{ mm}}$$

$$b_p = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}\right) \cdot h_p = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}\right) \cdot 550 = (183,33 \sim 366,66) - \boxed{300 \text{ mm}}$$

$$5780 \text{ mm} : h_p = \left(\frac{1}{12} \sim \frac{1}{10}\right) \cdot l = \left(\frac{1}{12} \sim \frac{1}{10}\right) \cdot 5780 = (481,66 \sim 578 \text{ mm}) - \boxed{550 \text{ mm}}$$

$$b_p = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}\right) \cdot h_p = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}\right) \cdot 550 = (183,33 \sim 366,66) - \boxed{300 \text{ mm}}$$

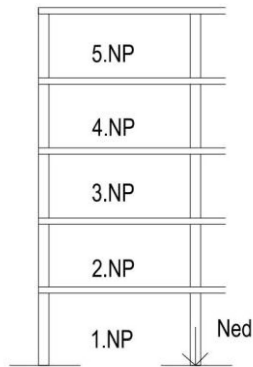
**Navrhují průvzlak s výškou 550 mm a šířkou 300 mm**

Ověření tuhosti:  $h_p \geq 2,5 h_d = \boxed{550 \geq 450 \text{ mm}}$  **vyhovuje**



### 1.1.4 Návrh sloupu C2

$$0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + \bar{\sigma}_s \cdot A_s \geq N_{ed} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + \rho \cdot A_c \cdot \bar{\sigma}_s$$



Obr. 3 – Návrh sloupu

Třída betonu C 50/60 –  $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 33,33 \text{ MPa}$ , stupeň vyztužení = 0,03

$$N_{ed} = f_{d,desky} \cdot 4 \cdot A_z + f_{d,střechy} \cdot A_z + b_p \cdot (h_p - h_d) \cdot L_1 \cdot L_2 \cdot 25 \cdot 5 \cdot 1,35 + b_{sloupu} \cdot h_{sloupu} \cdot 25 \cdot 1,35 \cdot (h - h_p) \cdot 5$$

$$N_{ed} = 11,79 \cdot 4 \cdot 6,5 \cdot 5,78 + 12,03 \cdot 6,5 \cdot 5,78 + 0,3 \cdot (0,55 - 0,18) \cdot 6,5 \cdot 5,78 \cdot 25 \cdot 5 \cdot 1,35 + 0,3 \cdot 0,3 \cdot 25 \cdot 1,35 \cdot (3,5 - 0,55) \cdot 5 = \underline{2972,3 \text{ kN}}$$

$$N_{Rd} \geq N_{ed}$$

$$0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + \bar{\sigma}_s \cdot A_s \geq N_{ed}$$

$$A_c \geq \frac{N_{ed}}{0,8 \cdot f_{cd} + \bar{\sigma}_s \cdot \rho} = \frac{2972,3 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 33,33 + 400 \cdot 0,03} = 76 \, 875,12 \text{ mm}^2$$

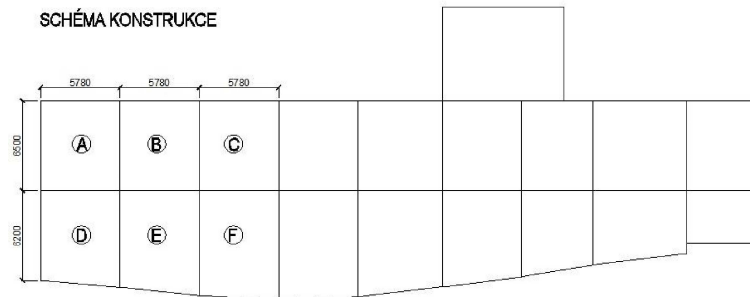
**Navrhují sloup o rozměrech 300 x 300 mm**

$$N_{Rd} = 0,8 \cdot (0,3 \cdot 0,3) \cdot 33,33 + 400 \cdot 0,03 \cdot (0,3 \cdot 0,3) = \underline{3479 \text{ kN}}$$

$$\underline{3479 \geq 2972,3 \text{ kN}}$$

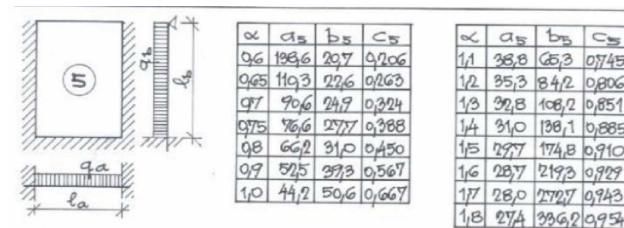
## 1.2 Železobetonová deska

### 1.2.1 Vnitřní síly na desce



Obr. 4 – Schéma konstrukce

#### 1.2.1.1 Desky A,B,C



Obr. 5a – Výpočet momentů podle pružnosti z tabulek, deska po třech stranách vetknutá

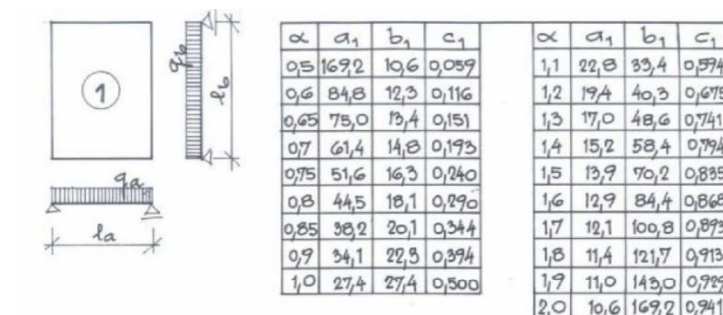
$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{6500}{5780} = 1,1 \Rightarrow \text{TAB}$$

$$a_s = 38,8$$

$$b_s = 65,3$$

$$c_s = 0,745$$

pro  $q/2$  uvažováno statické schéma:



Obr. 5b – Výpočet momentů podle pružnosti z tabulek, deska po třech všech stranách kloubově uložena

$$a_1 = 22,8$$

$$b_1 = 33,4$$

$$c_1 = 0,594$$

Momenty v poli deska A,B,C:

$g_d = 8,04 \text{ kN/m}^2$  .....hodnoty převzaty z Tabulky 2a  
 $q_d = 3,75 \text{ kN/m}^2$  ..... hodnoty převzaty z Tabulky 2a

$$m_{x,a} = \frac{1}{a_5} \cdot \left( g_d + \frac{q_d}{2} \right) \cdot l_x^2 + \frac{1}{a_1} \cdot \frac{q_d}{2} \cdot l_x^2 = \frac{1}{38,8} \cdot \left( 8,04 + \frac{3,75}{2} \right) \cdot 5,78^2 + \frac{1}{22,8} \cdot \frac{3,75}{2} \cdot 5,78^2 =$$

$$= \underline{12,972 \text{ kNm}}$$

$$m_{y,a} = \frac{1}{b_5} \cdot \left( g_d + \frac{q_d}{2} \right) \cdot l_y^2 + \frac{1}{b_1} \cdot \frac{q_d}{2} \cdot l_y^2 = \frac{1}{65,3} \cdot \left( 8,04 + \frac{3,75}{2} \right) \cdot 6,5^2 + \frac{1}{33,4} \cdot \frac{3,75}{2} \cdot 6,5^2 =$$

$$= \underline{10,097 \text{ kNm}}$$

$$g_{x,a} = c \cdot f_d = 0,745 \cdot 11,79 = \underline{8,78 \text{ kN/m}^2}$$

$$g_{y,a} = (1 - c) \cdot f_d = (1 - 0,745) \cdot 11,79 = \underline{3,0 \text{ kN/m}^2}$$

**1.2.1.2 Deska D**

$\alpha$	$a_4$	$b_4$	$c_4$
0,75	27,5	17,0	0,059
0,6	14,2	13,8	0,116
0,65	11,0	20,1	0,151
0,7	9,0	21,6	0,193
0,75	7,4	23,4	0,240
0,8	6,2	25,4	0,290
0,85	5,2	27,7	0,344
0,9	4,6	30,5	0,394
1,0	3,7	37,1	0,500

$\alpha$	$a_4$	$b_4$	$c_4$
1,1	3,1	45,5	0,594
1,2	2,7	56,0	0,675
1,3	2,4	69,0	0,741
1,4	2,1	85,0	0,794
1,5	2,0	104,4	0,835
1,6	1,9	127,7	0,868
1,7	1,8	155,5	0,893
1,8	1,7	188,4	0,913
1,9	1,7	226,9	0,929
2,0	1,7	271,5	0,941

Obr. 5c – Výpočet momentů podle pružnosti z tabulek, deska na dvou stranách vetknutá

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{6200}{5780} = 1,1 \Rightarrow \text{TAB}$$

$$a_4 = 31,1$$

$$b_4 = 45,5$$

$$c_4 = 0,594$$

pro  $q/2$  uvažováno:

$$a_1 = 22,8$$

$$b_1 = 33,4$$

$$c_1 = 0,59$$

Momenty v poli deska D:

$g_d = 8,04 \text{ kN/m}^2$  .....hodnoty převzaty z Tabulky 2a  
 $q_d = 3,75 \text{ kN/m}^2$  ..... hodnoty převzaty z Tabulky 2a

$$m_{x,d} = \frac{1}{a^4} \cdot \left( g_d + \frac{q_d}{2} \right) \cdot l_x^2 + \frac{1}{a^1} \cdot \frac{q_d}{2} \cdot l_x^2 = \frac{1}{31,1} \cdot \left( 8,04 + \frac{3,75}{2} \right) \cdot 5,78^2 + \frac{1}{22,8} \cdot \frac{3,75}{2} \cdot 5,78^2 =$$

$$= \underline{13,39 \text{ kNm}}$$

$$m_{y,d} = \frac{1}{b^4} \cdot \left( g_d + \frac{q_d}{2} \right) \cdot l_y^2 + \frac{1}{b^1} \cdot \frac{q_d}{2} \cdot l_y^2 = \frac{1}{45,5} \cdot \left( 8,04 + \frac{3,75}{2} \right) \cdot 6,2^2 + \frac{1}{33,4} \cdot \frac{3,75}{2} \cdot 6,2^2 =$$

$$= \underline{10,534 \text{ kNm}}$$

$$g_{x,d} = c \cdot f_d = 0,594 \cdot 11,79 = \underline{7,0 \text{ kN/m}^2}$$

$$g_{y,d} = (1 - c) \cdot f_d = (1 - 0,594) \cdot 11,79 = \underline{4,78 \text{ kN/m}^2}$$

### Momenty nad podporou:

$$M^A_{1,x} = -\frac{1}{12} f_{x,a} \cdot l^2 = -\frac{1}{12} \cdot 8,78 \cdot 5,78^2 = \underline{-24,44 \text{ kNm}}$$

$$M^{AB}_{2,x} = -\frac{1}{10} \cdot \frac{g_{x,a} + g_{x,b}}{2} \cdot \left( \frac{l_{x,a} + l_{x,b}}{2} \right)^2 = -\frac{1}{10} \cdot \frac{8,78 + 8,78}{2} \cdot \left( \frac{5,78 + 5,78}{2} \right)^2 = \underline{-29,33 \text{ kNm}}$$

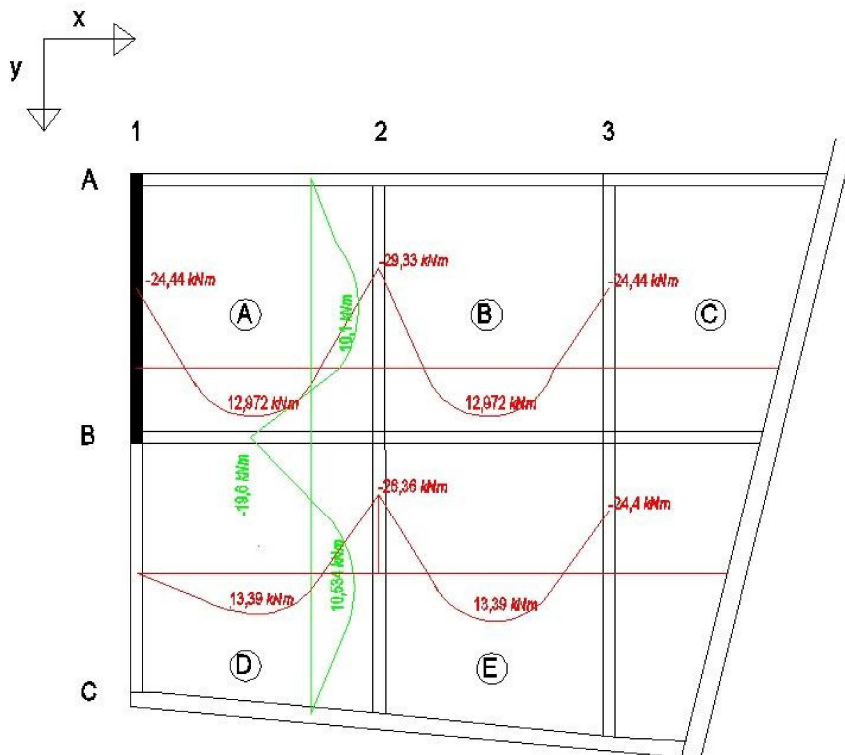
$$M^{BC}_{3,x} = -\frac{1}{12} \cdot \frac{g_{x,b} + g_{x,c}}{2} \cdot \left( \frac{l_{x,b} + l_{x,c}}{2} \right)^2 = -\frac{1}{12} \cdot \frac{8,78 + 8,78}{2} \cdot \left( \frac{5,78 + 5,78}{2} \right)^2 = \underline{-24,44 \text{ kNm}}$$

$$M^{AD}_{2,y} = -\frac{1}{8} \cdot \frac{g_{y,d} + g_{y,a}}{2} \cdot \left( \frac{l_{y,d} + l_{y,a}}{2} \right)^2 = -\frac{1}{8} \cdot \frac{3 + 4,78}{2} \cdot \left( \frac{6,2 + 6,5}{2} \right)^2 = \underline{-19,6 \text{ kNm}}$$

$$M^D_{1,x} = 0$$

$$M^{DE}_{2,x} = -\frac{1}{10} \cdot \frac{g_{x,d} + g_{x,e}}{2} \cdot \left( \frac{l_{x,d} + l_{x,e}}{2} \right)^2 = -\frac{1}{10} \cdot \frac{7 + 8,78}{2} \cdot \left( \frac{5,78 + 5,78}{2} \right)^2 = \underline{-26,36 \text{ kNm}}$$

$$M^{EF}_{3,x} = -\frac{1}{12} \cdot \frac{g_{x,e} + g_{x,f}}{2} \cdot \left( \frac{l_{x,e} + l_{x,f}}{2} \right)^2 = -\frac{1}{12} \cdot \frac{8,78 + 8,78}{2} \cdot \left( \frac{5,78 + 5,78}{2} \right)^2 = \underline{-24,4 \text{ kNm}}$$



Obr. 6 – Vyvážení průběhů momentů

### 1.2.2 Návrh a posouzení výztuže desky na ohybový moment

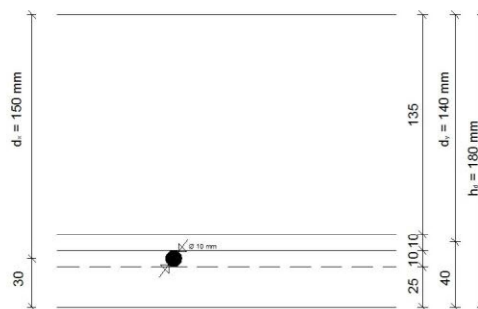
$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = \underline{20 \text{ MPa}}$$

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

Účinná výška průřezu  $d$ :

$$d_x = h - c_{nom} - \phi/2 = 180 - 25 - 10/2 = \underline{150 \text{ mm}}$$

$$d_y = h - c_{nom} - \phi/2 - \phi = 180 - 25 - 10/2 - 10 = \underline{140 \text{ mm}}$$



Obr. 7 – Účinné výšky průřezu

### 1.2.3 Návrh výztuže ve směru x nad podporou 2 $M_{Ed} = 29,33 \text{ kNm}$

$$A_{s,req1} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_{s,req1} = 1 \cdot 0,15 \cdot \frac{20}{435} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 29,33}{1 \cdot 0,15^2 \cdot 20 \cdot 10^3}} \right) = \underline{465,19 \text{ mm}^2}$$

Navrhují 7  $\phi$  10 mm,  $A_{s,prov} = \underline{549,8 \text{ mm}^2}$

#### 1.2.3.1 Konstruktivní zásady

Osová vzdálenost mezi pruty:

$$s \leq s_{max}$$

Maximální osová vzdálenost mezi pruty nosné výztuže  $s_{max}$  se stanoví jako:

$$s_{max} = \min\{2 \cdot h_d; 300 \text{ mm}\}$$

$$s_{max} = \min\{2 \cdot 180; 300 \text{ mm}\}$$

$$s_{max} = \underline{300 \text{ mm}}$$



Osová vzdálenost mezi pruty  $s$  se stanoví jako:

$$s = \frac{b}{n} = \frac{1000}{7} = \underline{142,85 \text{ mm}}$$

$$s \leq s_{max}$$

$$142,85 \text{ mm} < 300 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví.}$$

Minimální a maximální plocha výztuže:

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \leq A_{s,max}$$

Minimální plocha výztuže  $A_{s,min}$  se stanoví jako:

$$A_{s,min} = \max\left\{0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right\}$$

$$A_{s,min} = \max\left\{0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 1000 \cdot 150; 0,0013 \cdot 1000 \cdot 150\right\}$$

$$A_{s,min} = \max\{226,2; 195\}$$

$$A_{s,min} = \underline{226,2 \text{ mm}^2}$$

Maximální plocha výztuže  $A_{s,max}$  nemá překročit hodnotu větší než:

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1000 \cdot 180 = \underline{7200 \text{ mm}^2}$$

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \leq A_{s,max}$$

$$226,2 \text{ mm}^2 < 549,78 \text{ mm}^2 < 7200 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{vyhoví.}$$

### 1.2.3.2 Posouzení návrhu

Návrh ohybové výztuže vyhověl konstrukčním zásadám, provedu kontrolu vlastní podmínky spolehlivosti, vyjádřím si výšku tlačené oblasti betonu  $x$

$$x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}}$$
$$x = \frac{549,8 \cdot 434,78}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = \underline{14,94 \text{ mm}}$$

Rameno vnitřních sil  $z$  se stanoví jako:

$$z = d - 0,4 \cdot x$$

$$z = 150 - 0,4 \cdot 14,94 = \underline{144,02 \text{ mm}}$$

Kontrola plastické rezervy před dosažením meze únosnosti průřezu se stanoví jako:

$$\xi = \frac{x}{d} \leq \xi_{max}$$

$$\xi = \frac{14,94}{150} \leq 0,45$$

$$\xi = 0,096 < 0,45 \rightarrow \text{vyhoví.}$$

Návrhový moment  $M_{Rd}$  :

$$M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot Z$$

$$M_{Rd} = 549,8 \cdot 434,78 \cdot 144,02 = \underline{34,42 \text{ kNm/m'}}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$34,42 > 29,33 \rightarrow \text{vyhoví}$$

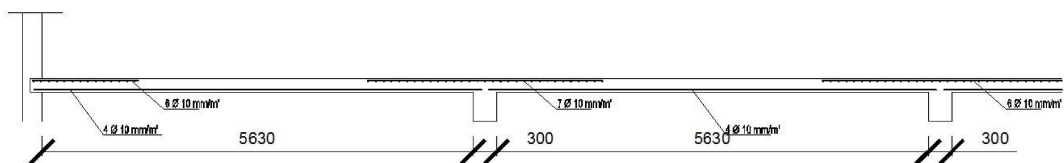
#### 1.2.4 Tabulkové posouzení

Deska	d[m] m]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$A_{s,req}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{s,prov}$ [mm <sup>2</sup> ]	Výztuž [mm]	Vyhovuje/ nevhovuje	$\xi \leq \xi_{max}$
Pod.1xA	150	24,44	29,68	386	471	6 Ø 10	Vyhovuje	0,09 < 0,45
Pod.2xAB	150	29,33	34,42	465	550	7 Ø 10	Vyhovuje	0,09 < 0,45
Pod.3xBC	150	24,44	29,68	386	471	6 Ø 10	Vyhovuje	0,09 < 0,45
Pod.ByAD	140	19,6	23,17	330	393	5 Ø 10	Vyhovuje	0,08 < 0,45
Pod.1xD	150	0	0	0	314	4 Ø 10	Vyhovuje	0,04 < 0,45
Pod.2xDE	150	26,36	29,68	417	471	6 Ø 10	Vyhovuje	0,09 < 0,45
Pod.3xEF	150	24,44	29,68	386	471	6 Ø 10	Vyhovuje	0,09 < 0,45
PoleAx	150	12,97	20,02	202	314	4 Ø 10	Vyhovuje	0,06 < 0,45
PoleDx	150	13,39	20,02	208	314	4 Ø 10	Vyhovuje	0,06 < 0,45
PoleAy	140	10,1	18,66	168	314	4 Ø 10	Vyhovuje	0,06 < 0,45
PoleDy	140	10,53	18,66	175	314	4 Ø 10	Vyhovuje	0,06 < 0,45

Tabulka 2 – Tabulkový návrh momentů

poznámka) – výztuž v polích B a C je stejná jako v poli A

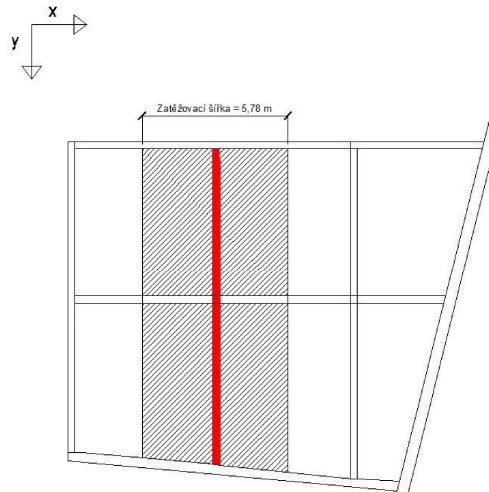
#### Navržená výztuž na ohybové momenty vyhovuje všem požadavkům



Obr. 8 – Schéma výztuže v řezu ve směru x

Ve výkresové části je zhotoven výkres horní a dolní výztuže desky, výkres C.1a, resp. C.1b.

### 1.3 ŽB průvlak - řada 2



Obr. 9 – Zjednodušená zatěžovací šířka průvlaku

#### 1.3.1 Zatížení – charakteristické bez vlastní tíhy průvlaku

Výpočet vnitřních sil byl proveden v softwaru SCIA Engineer 16.1.3033 – Studentská verze.

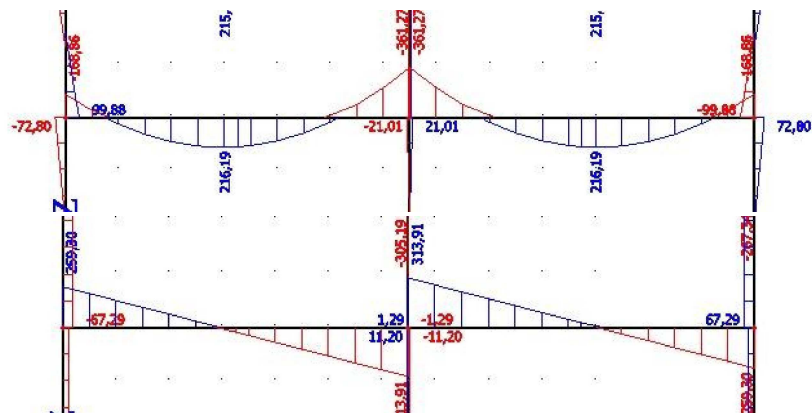
##### Deska typické podlaží:

zatížení deskou	$g_k = 8,44 \cdot c = 8,44 \cdot 0,745 = 6,28 \cdot 5,78 = 36,3 \text{ kN/m}$
zatížení skladbou podlahy	$g_k = 1,44 \text{ kN/m}^2 \cdot 5,78 = 8,32 \text{ kN/m}$
užitné zatížení	$q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 5,78 = 14,45 \text{ kN/m}$

##### Deska střecha :

zatížení deskou	$g_k = 8,73 \cdot c = 8,73 \cdot 0,745 = 6,5 \cdot 5,78 = 37,59 \text{ kN/m}$
zatížení skladbou střechy	$g_k = 2,73 \text{ kN/m}^2 \cdot 5,78 = 17,74 \text{ kN/m}$
užitné zatížení	$q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 5,78 = 9,75 \text{ kN/m}$

Výztuž v průvlaku navrhuji na vnitřní síly viz Obr. 10., nad střední podporou.



Obr. 10 – Průběhy vnitřních sil na průvlaku

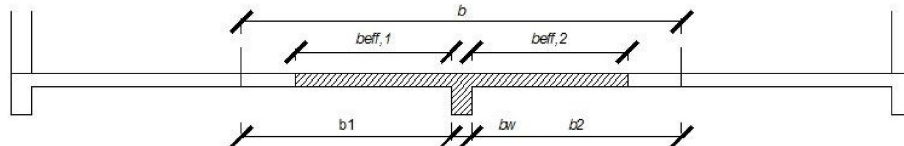


### 1.3.2 Spolupůsobící šířka desky

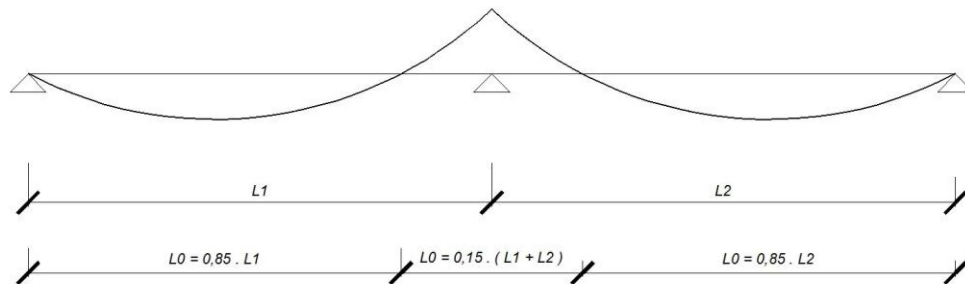
$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w \leq b$$

$$b_{eff,i} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$b_{eff} \leq b_i$$



Obr. 11 – Spolupůsobící šířka desky  $b_{eff}$



Obr. 12 – Vzdálenost nulových momentů

Vzdálenost nulových bodů ohybového momentu  $l_0$  se stanoví jako:

$$l_0 = 0,85 \cdot L_1$$

$$l_0 = 0,85 \cdot 6,5$$

$$l_0 = \underline{5,525 \text{ m}}$$

Hodnota zatěžovací šířky  $b_{eff}$  se stanoví jako:

$$b_1 = b_2 = \frac{b - b_w}{2} = \frac{5,78 - 0,3}{2} = \underline{2,74 \text{ m}}$$

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot 2,74 + 0,1 \cdot 5,525 \leq 0,2 \cdot 5,525$$

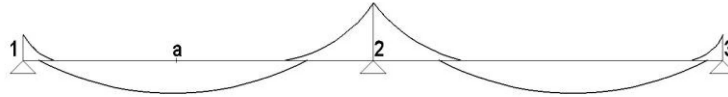
$$1,1005 \text{ m} < 1,105 \text{ m} \rightarrow b_{eff,1} = \underline{1,1005 \text{ m}}$$

$$b_{eff,2} = b_{eff,1} \rightarrow b_{eff,2} = \underline{1,1005 \text{ m}}$$

$$b_{eff} = b_{eff,1} + b_{eff,2} + b_w \leq b$$

$$b_{eff} = 1,1 + 1,1 + 0,3 \leq 5,78$$

$$2,5 \text{ m} < 5,78 \text{ m, vyhoví}$$



Obr. 13 – Obálka ohybových momentů

### 1.3.3 Návrh a posouzení nosné výztuže průvlaku v poli

Podle obrázku 12 se navrhne výztuž mezi podporami, kde působí ohybový moment  $M_{Ed} = 216,19 \text{ kNm}$ . Nosnou výztuž navrhuji  $\varnothing 25 \text{ mm}$ , třmíněk  $\varnothing 10 \text{ mm}$ , krycí vrstva  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$ .

$$d = h_p - c_{nom} - \varnothing_{\text{trmínku}} - \varnothing/2 = 550 - 25 - 10 - 20/2 = \underline{505 \text{ mm}}$$

$$A_{s,req1} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_{s,req1} = 0,3 \cdot 0,505 \cdot \frac{20}{435} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 216,19}{0,3 \cdot 0,505^2 \cdot 20 \cdot 10^3}} \right) = \underline{1066 \text{ mm}^2}$$

$$\text{Navrhuji } 4 \varnothing 20 \text{ mm, } A_{s,prov} = \underline{1257 \text{ mm}^2}$$

#### 1.3.3.1 Konstrukční zásady

Minimální vzdálenost prutů  $s_{min}$ :

$$s_{min} \leq s_{sv}$$

Minimální světlá vzdálenost mezi pruty  $s_{min}$  se stanoví jako:

$$s_{min} = \max\{1,2 \cdot \varnothing; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$$

$$s_{min} = \max\{1,2 \cdot 25; 16 + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$$

$$s_{min} = \max\{30 \text{ mm}; 21 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$$

$$s_{min} = \underline{30 \text{ mm}}$$

Světlá vzdálenost mezi pruty  $s_{sv}$  se stanoví jako:

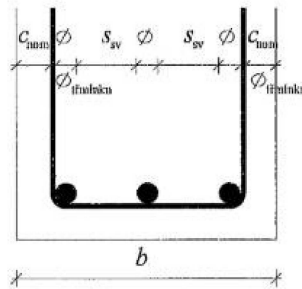
$$s_{sv} = \frac{bw - 2 \cdot c_{nom} - m \cdot \phi_{tr} - p \cdot \phi}{(p-1)}$$

$$s_{sv} = \frac{300 - 2 \cdot 25 - 2 \cdot 10 - 4 \cdot 20}{(4-1)}$$

$$s_{sv} = \underline{50 \text{ mm}}$$

$$s_{min} \leq s_{sv}$$

$$30 \text{ mm} < 50 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví.}$$



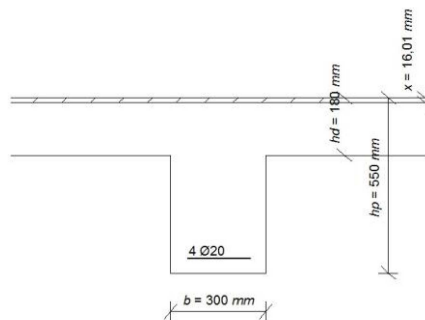
Obr. 14 – Poloha výztuže

### 1.3.3.2 Posouzení návrhu

Výška tlačené oblasti mezi podporami:

$$x = \frac{A_{sprov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b_{eff} \cdot f_{cd}}$$

$$x = \frac{1257,434,78}{0,8 \cdot 2500 \cdot 20} = \underline{13,66 \text{ mm}}$$



Obr. 15 – Výška tlačené oblasti  $x$

Rameno vnitřních sil  $z$  se stanoví jako:

$$z = d - 0,4 \cdot x$$

$$z = 505 - 0,4 \cdot 13,66 = \underline{499,53 \text{ mm}}$$

Kontrola plastické rezervy před dosažením meze únosnosti průřezu se stanoví jako:

$$\xi = \frac{x}{d} \leq \xi_{max}$$

$$\xi = \frac{13,66}{505} \leq 0,45$$

$$\xi = 0,03 < 0,45 \rightarrow \text{vyhoví.}$$

Návrhový moment  $M_{Rd}$  :

$$M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot Z$$

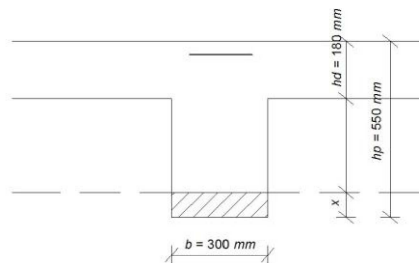
$$M_{Rd} = 1257 \cdot 434,78 \cdot 499,53 = \underline{273 \text{ kNm/m'}}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$273 \text{ kNm} > 216,19 \text{ kNm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

### 1.3.4 Návrh a posouzení nosné výztuže průvlaku nad podporou 2

Průřez 2 je namáhán ohybovým momentem od zatížení  $M_{Ed} = -361,27 \text{ kNm}$ . Nosnou výztuž navrhují  $\emptyset 22$ , třmínek  $\emptyset 10$ , krycí vrstva  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$ .



Obr. 16 – Průřez 2

$$d = h_p - c_{nom} - \emptyset_{desky} - \emptyset/2 = 550 - 25 - 10 - 22/2 = \underline{504 \text{ mm}}$$

$$A_{s,req1} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_{s,req1} = 0,3 \cdot 0,504 \cdot \frac{20}{435} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 361,27}{0,3 \cdot 0,504^2 \cdot 20 \cdot 10^3}} \right) = \underline{1910 \text{ mm}^2}$$

$$\text{Navrhují } 6 \emptyset 22 \text{ mm, } A_{s,prov} = \underline{2281 \text{ mm}^2}$$

#### 1.3.4.1 Posouzení návrhu

Výška tlačené oblasti mezi podporami:

$$x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b_{eff} \cdot f_{cd}}$$

$$x = \frac{2281 \cdot 434,78}{0,8 \cdot 300 \cdot 20} = \underline{206,6 \text{ mm}}$$

Rameno vnitřních sil  $z$  se stanoví jako:

$$z = d - 0,4 \cdot x$$

$$z = 504 - 0,4 \cdot 206,6 = \underline{421,4 \text{ mm}}$$

Kontrola plastické rezervy před dosažením meze únosnosti průřezu se stanoví jako:

$$\xi = \frac{x}{d} \leq \xi_{max}$$

$$\xi = \frac{206,6}{503} \leq 0,45$$

$$\xi = 0,41 < 0,45 \rightarrow \text{vyhoví.}$$

Návrhový moment  $M_{Rd}$ :

$$M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$$

$$M_{Rd} = 2281 \cdot 434,78 \cdot 421,4 = \underline{417,84 \text{ kNm/m'}}$$

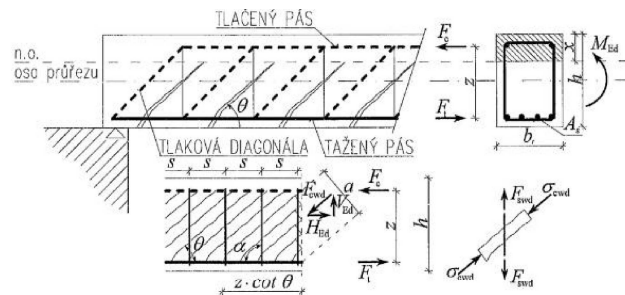
$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$417,84 \text{ kNm} > 394,5 \text{ kNm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

**Ohybová výztuž průvlaku je navržena a vyhovuje všem požadavkům**

### 1.3.5 Návrh smykové výztuže

$$V_{Rd,s} = f_{ywd} \cdot A_{sw} \cdot z \cdot \cot \Phi / s$$



Obr. 17 – Příhradový model

Pro oba výrazy musí být splněna podmínka spolehlivosti:

$$V_{Rd,s} \geq |V_{Ed}|$$

**Smykové posouzení, návrh smykové výztuže:**

šířka průřezu  $b_w = 300 \text{ mm}$

účinná výška průřezu  $d = 504 \text{ mm}$

rameno vnitřních sil  $z = 421,4 \text{ mm}$

Maximální hodnota posouvající síly na zadané konstrukce je nad podporou 2, 313,91 kN. Navrhují konstantní vzdálenost třmínků.

$$V_{Ed} =$$



Redukce pevnosti betonu v tlaku při porušení smykem:

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \cdot (1 - 30 / 250) = \underline{0,528}$$

Minimální hodnota únostnosti tlakové diagonály  $\min(V_{Rd,max})$ : zvoleno  $\cot \Phi = 2,5$

$$V_{Rd,max} = v \cdot f_{cd} \cdot z \cdot b_w \cdot \frac{\cot \Phi}{1 + \cot^2 \Phi}$$

$$V_{Rd,max} = 0,528 \cdot 20 \cdot 421,4 \cdot 300 \cdot \frac{\cot 2,5}{1 + \cot^2 2,5}$$

$$V_{Rd,max} = 0,528 \cdot 20 \cdot 421,4 \cdot 300 \cdot \frac{2,5}{1 + 2,5^2}$$

$$V_{Rd,max} = \underline{463,62 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max} \geq |V_{Ed}|$$

$$463,62 \text{ kN} > 313,91 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Zvolen dvojřizný třmínek  $\Phi 10$

$$A_{sw,prov} = \frac{\pi \cdot d_{sw}^2}{4} \cdot n$$

$$A_{sw,prov} = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} \cdot 2$$

$$A_{sw,prov} = \underline{157,07 \text{ mm}^2}$$

Osová vzdálenost třmíneků:

$$V_{Rd,s} = f_{ywd} \cdot A_{sw} \cdot z \cdot \cot \Phi / s$$

$$s \leq f_{ywd} \cdot A_{sw} \cdot z \cdot \cot \Phi / V_{Ed}$$

$$s \leq 434,78 \cdot 157 \cdot 421,4 \cdot 2,5 / 342,13 \cdot 10^{-3} \leq 210,19 \text{ mm}$$

Navrhuji osově vzdálenosti třmíneků v podélném směru  $s = 200 \text{ mm}$

### 1.3.5.1 Konstrukční zásady smykové výztuže

Maximální vzdálenost třmíneků  $s_{max}$  se stanoví jako:

$$s_{max} = \min\{0,75d; 400 \text{ mm}\}$$

$$s_{max} = \min\{0,75 \cdot 504; 400 \text{ mm}\}$$

$$s_{max} = \min\{378 \text{ mm}; 400 \text{ mm}\}$$

$$s_{max} = \underline{378 \text{ mm}}$$

$$s \leq s_{max}$$

$$100 \text{ mm} < 378 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Vzdálenosti větví třmínků:

$$s_t \leq s_{t,max}$$

Pro maximální vzdálenost větví třmínků platí:

$$s_{t,max} = \min\{0,75d, 600 \text{ mm}\}$$

$$s_{t,max} = \min\{378 \text{ mm}, 600 \text{ mm}\}$$

$$s_{t,max} = \underline{378 \text{ mm}}$$

Osová vzdálenost větví třmínků se stanoví jako:

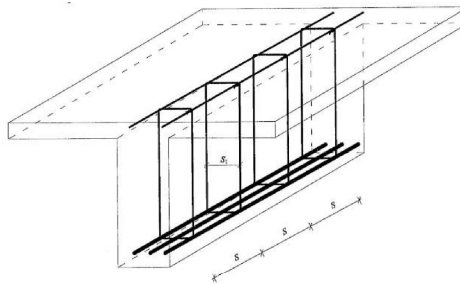
$$s_t = \frac{bw - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot \phi_{tř} / 2}{(n-1)}$$

$$s_t = \frac{300 - 2 \cdot 25 - 2 \cdot 10 / 2}{(2-1)}$$

$$s_t = \underline{240 \text{ mm}}$$

$$s_t \leq s_{t,max}$$

$$240 \text{ mm} < 378 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhoví}$$



Obr. 18 – Vzdálenosti třmínků

Návrh vyhověl konstrukčním zásadám, provedu kontrolu podmínky spolehlivosti.

### 1.3.5.2 Posouzení návrhu smykové výztuže

$$V_{Rd,s} = f_{ywd} \cdot A_{sw} \cdot z \cdot \cot \Phi / s$$

$$V_{Rd,s} = 434,78 \cdot 157,07 \cdot 421,4 \cdot 2,5 / 200$$

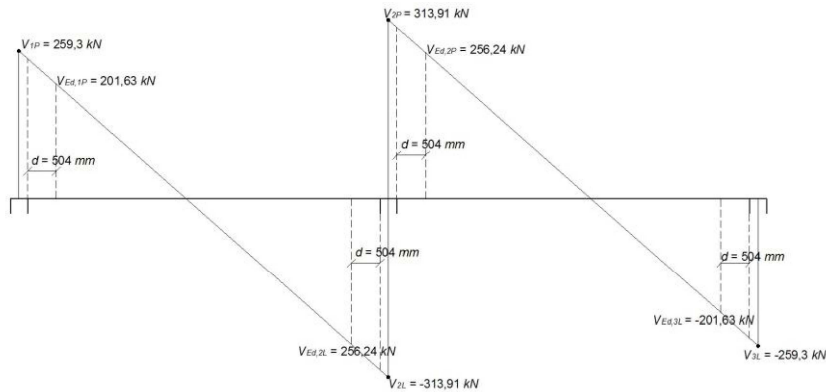
$$V_{Rd,s} = \underline{431,66 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,s} \geq V_{Ed}$$

$$359,722 \text{ kN} > 313,91 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Návrhové třmínky:

Největší sílu pro návrh třmínků v prvcích zatížených přímým spojitým zatížením uvažují ve vzdálenosti  $d$  za lícem podpory.



Obr. 19 – Posouvající síly

Posouvající síly ve vzdálenost  $d$  za lícem podpor se určí z podobnosti trojúhelníků:

$$V_{Ed,1P} = 201,63 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,2L} = -256,24 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,2P} = 256,24 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,3L} = -201,63 \text{ kN}$$

Návrh vzdálenosti třmíneků:

$$s_{1P} = s_{3L} = f_{ywd} \cdot A_{sw} \cdot z \cdot \cot \Phi / V_{Ed,1P} = 434,78 \cdot 157,07 \cdot 421,4 \cdot 2,5 / 201,63 \cdot 10^3 = 356,81 \text{ mm}$$

=> **návrh  $\text{Ø}10 \text{ mm}$  à  $300 \text{ mm}$**

$$V_{Rd,1P} = f_{ywd} \cdot A_{sw} \cdot z \cdot \cot \Phi / s = 434,78 \cdot 157,07 \cdot 421,4 \cdot 2,5 / 300 = 239,81 \text{ kN} > 201,63 \text{ kN}$$

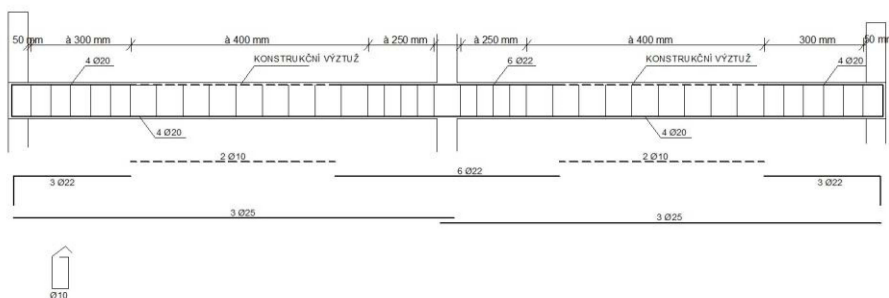
$$s_{2L} = s_{2P} = f_{ywd} \cdot A_{sw} \cdot z \cdot \cot \Phi / V_{Ed,1P} = 434,78 \cdot 157,07 \cdot 421,4 \cdot 2,5 / 256,24 \cdot 10^3 = 280,77 \text{ mm}$$

=> **návrh  $\text{Ø}10 \text{ mm}$  à  $250 \text{ mm}$**

$$V_{Rd,1P} = f_{ywd} \cdot A_{sw} \cdot z \cdot \cot \Phi / s = 434,78 \cdot 157,07 \cdot 421,4 \cdot 2,5 / 250 = 287,7 \text{ kN} > 256,24 \text{ kN}$$

Dosah účinnosti třmíneků:

$$\Delta l = z \cdot \cot \Phi = 421,4 \cdot 2,5 = 1053,5 \text{ mm}$$



Obr. 20 – Schéma výztuže průvlaku



## 1.4 Železobetonový sloup – prostřední C2

V kapitole 1.1.3 jsem stanovil  $N_{Ed} = 2972,3 \text{ kN}$ . Uvažuji minimální výstřednost  $e_0 = 20 \text{ mm}$ .  
Beton C 50/60, stupeň vyztužení 3 %.

$$M_{Ed} = N_{Ed} \cdot e_0 = 2972,3 \cdot 0,02 = \underline{59,45 \text{ kNm}}$$

Návrhová hodnota normálové síly na mezi únosnosti průřezu se spočte jako:

$$N_{Rd} = \left( 0,8 \cdot \frac{A_c}{f_{cd}} + \frac{A_s}{6s} \right)$$

$$N_{Rd} = \left( 0,8 \cdot \frac{0,3 \cdot 0,3}{33,33} + \frac{(0,3 \cdot 0,3) \cdot 0,03}{434,78} \right)$$

$$N_{Rd} = \underline{3573,91 \text{ kN}}$$

### 1.4.1 Návrh výztuže

Předpokládám profil výztuže  $\varnothing 28 \text{ mm}$ ,  $\varnothing_{\text{trmínku}} 8 \text{ mm}$

Potřebná plocha výztuže:

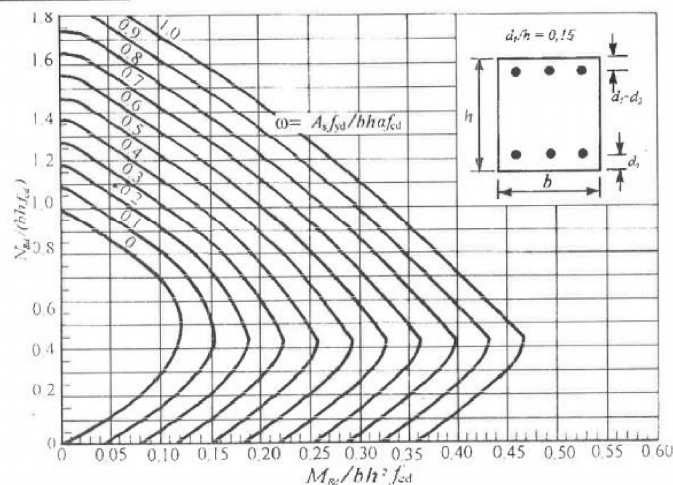
$$A_{s,req1} = \frac{f_{cd} \cdot A_c \cdot \omega}{f_{yd}}$$

$$A_{s,req1} = \frac{33,33 \cdot 300 \cdot 300 \cdot 0,35}{434,78}$$

$$A_{s,req1} = \underline{2415 \text{ mm}^2}$$

$d_1/h = 47/300 = 0,16 \rightarrow$  **nomogram 12.3**

**Nomogram 12.3**



Obr. 21 – Nomogram 12.3

Navrhuji 4  $\varnothing 28$ ,  $A_{s,prov} = \underline{2463 \text{ mm}^2}$

### 1.4.1.1 Konstrukční zásady

Minimální a maximální plocha výztuže:

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \leq A_{s,max}$$

Minimální plocha výztuže  $A_{s,min}$  se stanoví jako:

$$A_{s,min} = \max\left\{0,1 \cdot \frac{Ned}{f_{yd}}; 0,002 \cdot A_c\right\}$$

$$A_{s,min} = \max\left\{0,1 \cdot \frac{2972,3}{434,78}; 0,002 \cdot 300^2\right\}$$

$$A_{s,min} = \max\{678 \text{ mm}^2; 180 \text{ mm}^2\}$$

$$A_{s,min} = \underline{678 \text{ mm}^2}$$

Maximální plocha výztuže  $A_{s,max}$  nemá překročit hodnotu větší než:

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot 300 \cdot 300 = \underline{3600 \text{ mm}^2}$$

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \leq A_{s,max}$$

$$678 \text{ mm}^2 < 2463 \text{ mm}^2 < 3600 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{vyhoví.}$$

Vzdálenosti třmínků se stanoví jako:

$$s_1 \leq \min(15 \varnothing, \min b, h, 300)$$

$$s_1 \leq \min(15 \cdot 28, \min 300, 300, 300)$$

$$s_1 \leq 300 \text{ mm}, \text{ návrh } s_1 = 300 \text{ mm}$$

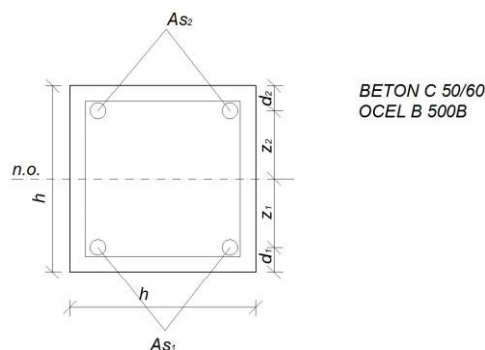
$$s_2 = 0,6 \cdot s_1 = 0,6 \cdot 300 = 180 \text{ mm}$$

Přesahová délka se stanoví jako:

$$l_{bd} = \alpha \cdot 1,5 \cdot \varnothing$$

$$l_{bd} = 25 \cdot 1,5 \cdot 28 = \underline{1050 \text{ mm}}$$

### 1.4.2 Posouzení návrhu – interakční diagram



Obr. 22 – Řez prostředním sloupem



$$\begin{aligned}h &= b = 300 \text{ mm} & z_1 &= z_2 = 103 \text{ mm} \\d &= 253 \text{ mm} & d_1 &= d_2 = 47 \text{ mm} \\A_{s1} &= A_{s2} = 2463/2 = 1231,5 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

### BOD 0 – DOSTŘEDNÝ TLAK

$$\begin{aligned}N_{Rd,0} &= A_c \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot \bar{\sigma}_s + A_{s2} \cdot \bar{\sigma}_s \\N_{Rd,0} &= 300^2 \cdot 33,33 + 1231,5 \cdot 400 + 1231,5 \cdot 400 = \underline{4070,9 \text{ kN}} \\M_{Rd,0} &= 0\end{aligned}$$

### BOD 1 – NULOVÉ PŘETVOŘENÍ TAŽENÉ VÝZTUŽE

$$\begin{aligned}N_{Rd,1} &= 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} = 0,8 \cdot 300 \cdot 33,33 + 1231,5 \cdot 434,78 = \underline{2559,4 \text{ kN}} \\M_{Rd,1} &= 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} \cdot (h/2 - 0,4d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = 0,8 \cdot 300 \cdot 33,33 \cdot (150 - 0,4 \cdot 253) + \\&+ 1231,5 \cdot 434,78 \cdot 103 = \underline{153,9 \text{ kNm}}\end{aligned}$$

### BOD 2 – NAPĚTÍ V TAŽENÉ VÝZTUŽI JE NA MEZI KLUZU

$$\begin{aligned}\xi_{BAL,1} &= \frac{700}{700 + f_{yd}} = \frac{700}{700 + 434,78} = 0,617 \\x_{BAL,1} &= \xi_{BAL,1} \cdot d = 0,617 \cdot 253 = 156,1 \text{ mm}\end{aligned}$$

Z podobnosti trojúhelníků získáme  $\bar{\sigma}_{s2}$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{cd}/x_{BAL,1} &= \varepsilon_{s2}/(x_{BAL,1} - d_2) \\ \varepsilon_{s2} &= \varepsilon_{cd} \cdot \left(1 - \frac{d_2}{x_{BAL,1}}\right) = 0,0035 \cdot \left(1 - \frac{47}{156,1}\right) = 0,0024 \\ \varepsilon_{yd} &= \frac{f_{yd}}{E} = \frac{434,78}{210000} = 0,0022 \\ \varepsilon_{s2} > \varepsilon_{yd} &\rightarrow \bar{\sigma}_{s2} = f_{yd}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_{Rd,2} &= 0,8 \cdot b \cdot x_{BAL,1} \cdot f_{cd} = 0,8 \cdot 300 \cdot 156,1 \cdot 33,33 = \underline{1248,5 \text{ kN}} \\M_{Rd,2} &= 0,8 \cdot b \cdot x_{BAL,1} \cdot f_{cd} \cdot (h/2 - 0,4 x_{BAL,1}) + 2 \cdot A_{s1} \cdot z_1 = 0,8 \cdot 300 \cdot 156,1 \cdot 33,33 \cdot (150 - 0,4 \cdot \\&156,1) + 2 \cdot 1231,5 \cdot 103 = \underline{219,6 \text{ kNm}}\end{aligned}$$

### BOD 3 – PROSTÝ OHYB

Kvadratická rovnice pro odvození  $\bar{\sigma}_{s2}$

$$\begin{aligned}\bar{\sigma}_{s2}^2 \cdot A_{s2} - \bar{\sigma}_{s2} \cdot (A_{s1} \cdot f_{yd} + A_{s2} \cdot \varepsilon_{cd} \cdot E_s) + \varepsilon_{cd} \cdot E_s (A_{s1} \cdot f_{yd} - 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} \cdot d_2) &= 0 \\ \bar{\sigma}_{s2}^2 \cdot 1231,5 - \bar{\sigma}_{s2} \cdot (1231,5 \cdot 434,78 + 1231,5 \cdot 0,0035 \cdot 210\,000) + 0,0035 \cdot 210\,000 (1231,5 & \\ \cdot 434,78 - 0,8 \cdot 300 \cdot 33,33 \cdot 47) &= 0 \\ \bar{\sigma}_{s2}^2 \cdot 1231,5 - 1\,440\,610,157 + 117\,209\,840 &= 0\end{aligned}$$

Rovnice má dva kořeny:

$$\begin{aligned}\bar{\sigma}_{s2}^1 &= 1081,8 \text{ MPa} \\ \bar{\sigma}_{s2}^2 &= 88,0 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Jelikož použitá výztuž má charakteristickou mez kluzu 500 MPa, první kořen nemá fyzikální smysl. Pro další výpočty se použije hodnota 88 MPa.

Rovnice pro  $x$ :

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd} - A_{s2} \cdot \sigma_2}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}}$$

$$x = \frac{1231,5 \cdot 434,78 - 1231,5 \cdot 88}{0,8 \cdot 300 \cdot 33,33}$$

$$x = \underline{53,4 \text{ mm}}$$

$$N_{Rd,3} = 0$$

$$M_{Rd,3} = 0,8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} \cdot (h/2 - 0,4 x) + A_{s1} \cdot z_1 \cdot \sigma_{s2}^2 + A_{s2} \cdot z_2 \cdot \sigma = 0,8 \cdot 300 \cdot 53,4 \cdot 33,33 \cdot (150 - 0,4 \cdot 53,4) + 1231,5 \cdot 103 \cdot 88 + 1231,5 \cdot 435 \cdot 103 = \underline{121,3 \text{ kNm}}$$

#### BOD 4 – NULOVÉ PŘETVOŘENÍ TLAČENÉ VÝZTUŽE

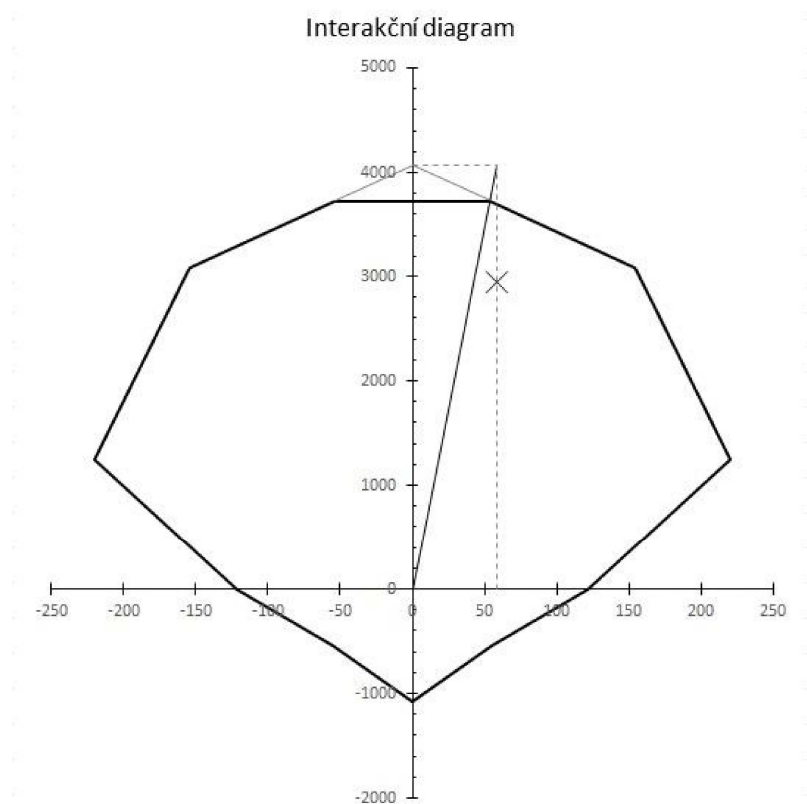
$$N_{Rd,4} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 1231,5 \cdot 434,78 = \underline{535,4 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd,4} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 1231,5 \cdot 434,78 \cdot 103 = \underline{55,1 \text{ kNm}}$$

#### BOD 5 – PROSTÝ TAH

$$N_{Rd,5} = (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} = \underline{1070,9 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd,5} = 0$$



Obr. 23 – Interakční diagram sloupu

**Sloup vyhovuje všem požadavkům**

## 2 Výpočet zatížení větrem ČSN EN 1991-1-4

### 2.1 Základní rychlost větru $V_b$

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b0}$$

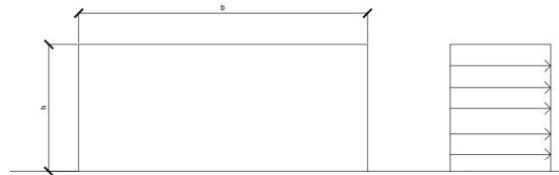
$$c_{dir} = 1,0$$

$$c_{season} = 1,0$$

$$V_{b0} = 27,5 \text{ m/s ( III. Oblast )}$$

$$V_b = 1 \cdot 1 \cdot 27,5 = \underline{27,5 \text{ m/s}}$$

### 2.2 Referenční výška : $Z_e$



Obr. 24 – Čelní stěna pozemní stavby, referenční výška

Je-li:  $h < b$  pak  $z_e = h$

$$h = 18,65 \text{ m}$$

$$b = 52,84 \text{ m}$$

$$Z_e = 18,65 \text{ m}$$

### 2.3 Kategorie terénu

Kategorie IV.

$$z_0 = 1,0 \text{ m}$$

$$z_{min} = 1,0 \text{ m}$$

### 2.4 Charakteristický maximální dynamický tlak $q_p$

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 = \underline{472,65}$$

$$c_e(z) = 1,2$$

$$q_p(z) = 1,2 \cdot 472,65 = \underline{567,18 \text{ N/m}^2}$$

## 2.5 Výpočet působení větru na stěny – směr příčný

Rozměry objektu = 12,7 x 52,84 x 18,65 m

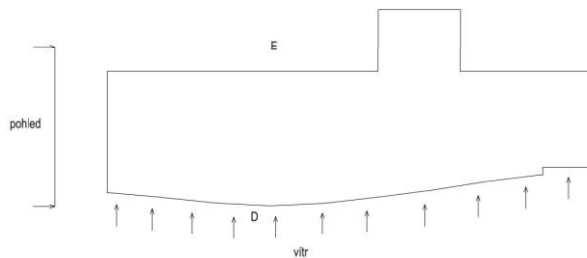
$$e = \min ( b, 2h )$$

$$e = \min ( 52,84, 37,3 )$$

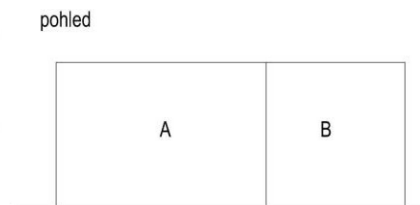
$$e = 37,3 \text{ m}$$

$$d = 12,7 \text{ m}$$

### Půdorys



Obr. 25a – Půdorys objektu



Obr. 25b – Pohled pro  $e > d$

### Stanovení vzdáleností oblastí vnějších tlaků na stěny

$$A = \frac{e}{5} = \frac{37,3}{5} = 7,46 \text{ m}$$

$$B = d - \frac{e}{5} = 5,24 \text{ m}$$

### Výpočet vnějšího tlaku dle oblastí

Oblast	A	B	D	E
$h/d = 1,5$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$
5	-1,2	-0,8	+0,8	-0,7
1,5	-1,2	-1,325	+0,8	-0,525
1	-1,2	-1,4	+0,8	-0,5

Tabulka 3 – Výpočet vnějšího tlaku dle oblastí

Tlak větru  $We$ , působící na vnější povrchy konstrukce, získáme z výrazu  $We = q_p(z) \cdot C_{pe,10}$

#### Oblast A:

$$We = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = -1,2 \cdot 0,472 = -0,567 \text{ kN/m}^2$$

#### Oblast B:

$$We = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = -1,325 \cdot 0,472 = -0,62 \text{ kN/m}^2$$

**Oblast D:**

$$We = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = +0,8 \cdot 0,472 = +0,3776 \text{ kN/m}^2$$

**Oblast E:**

$$We = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = -0,525 \cdot 0,472 = -0,2478 \text{ kN/m}^2$$

**2.6 Výpočet působení větru na stěny – směr podélný**

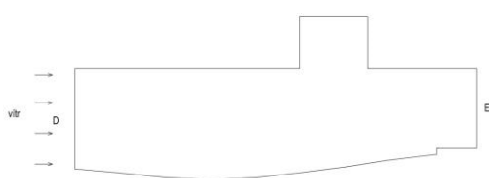
Rozměry objektu = 12,7 x 52,84 x 18,65 m

$$e = \min ( b, 2h )$$

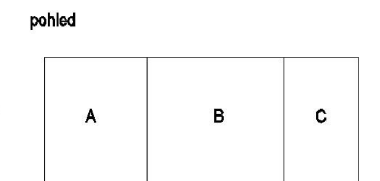
$$e = \min ( 52,84, 37,3 )$$

$$e = 37,3 \text{ m}$$

$$d = 52,84 \text{ m}$$



Obr. 26a – Půdorys objektu



Obr. 26b – Pohled pro  $e < d$

Stanovení vzdáleností oblastí vnějších tlaků na stěny

$$A = \frac{e}{5} = \frac{37,3}{5} = \underline{7,46 \text{ m}}$$

$$B = \frac{4e}{5} = 4 \frac{37,3}{5} = \underline{29,84 \text{ m}}$$

$$C = d - e = 52,84 - 37,3 = \underline{15,54 \text{ m}}$$

Výpočet vnějšího tlaku svislé stěny dle oblastí

Oblast	A	B	C	D	E
$h/d = 0,35$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$
1	-1,2	-1,4	-0,5	+0,8	-0,5
0,35	-1,2	-0,88	-0,5	+0,713	-0,323
$\leq 0,25$	-1,2	-0,8	-0,5	+0,7	-0,3

Tabulka 4 – Výpočet vnějšího tlaku svislé stěny dle oblastí

**Oblast A:**

$$We = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = -1,2 \cdot 0,472 = -0,567 \text{ kN/m}^2$$

**Oblast B:**

$$We = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = -0,88 \cdot 0,472 = -0,41536 \text{ kN/m}^2$$

**Oblast C:**

$$We = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = -0,5 \cdot 0,472 = -0,236 \text{ kN/m}^2$$

**Oblast D:**

$$We = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = +0,713 \cdot 0,472 = +0,33 \text{ kN/m}^2$$

**Oblast E:**

$$We = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = -0,323 \cdot 0,472 = -0,1524 \text{ kN/m}^2$$

## 2.7 Výpočet působení větru na střechu

Jedná se o plochou střechu.

Rozměry objektu = 12,7 x 52,84 x 18,65 m

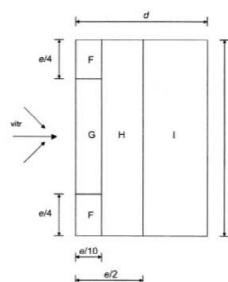
$$e = \min ( b, 2h )$$

$$e = \min ( 52,84, 37,3 )$$

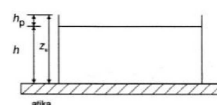
$$e = 37,3 \text{ m}$$

$$d = 52,84 \text{ m}$$

$$h_p = 1 \text{ m ( atika )}$$



Obr. 27a – Půdorys objektu



Obr. 27b – Pohled na atiku



Stanovení vzdáleností oblastí vnějších tlaků na střeche

$$F = \frac{e}{4} = \frac{37,3}{4} = \underline{9,325 \text{ m}} - \text{v podélném směru}$$

$$F = \frac{e}{10} = \frac{37,3}{10} = \underline{3,73 \text{ m}} - \text{v příčném směru}$$

$$G = \frac{e}{10} = \frac{37,3}{10} = \underline{3,73 \text{ m}} - \text{v příčném směru}$$

$$G = 52,84 - 2F = \underline{34,19 \text{ m}} - \text{v podélném směru}$$

$$H = \frac{e}{2} = \frac{37,3}{2} = \underline{18,65 \text{ m}}$$

Typ střechy	Oblasti			
	F	G	H	I
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$
S atikou 1/18,65 = 0,05	-1,4	-0,9	-0,7	±0,2

Tabulka 5 – Oblasti střechy

**Oblast F:**

$$W_e = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = -1,4 \cdot 0,472 = -0,6608 \text{ kN/m}^2$$

**Oblast B:**

$$W_e = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = -0,9 \cdot 0,472 = -0,4248 \text{ kN/m}^2$$

**Oblast C:**

$$W_e = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = -0,7 \cdot 0,472 = -0,3304 \text{ kN/m}^2$$

**Oblast D:**

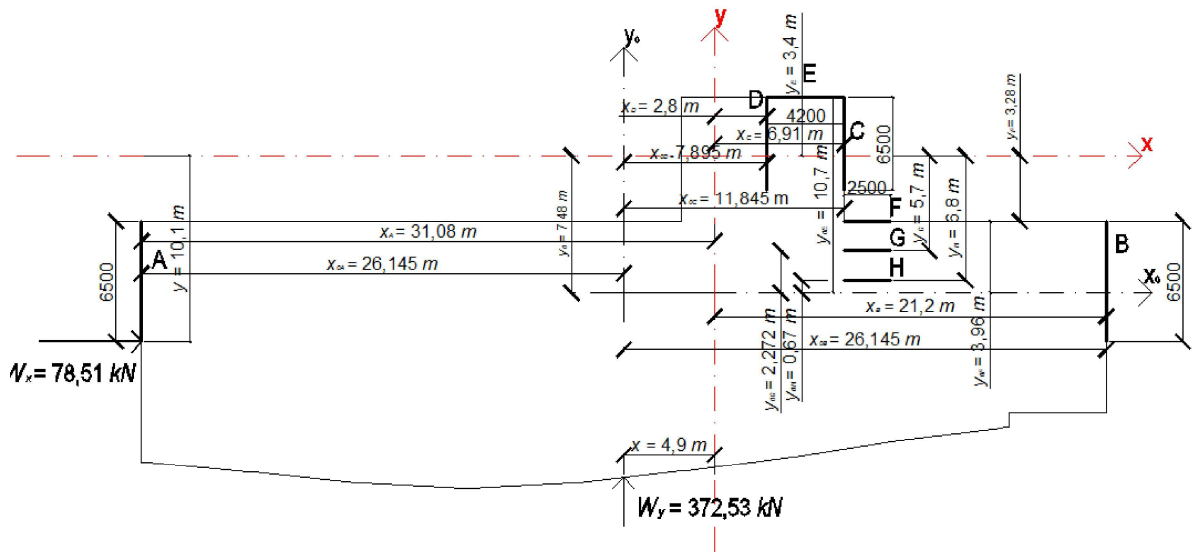
$$W_e = q_p(z) \cdot C_{pe,10} = -0,2 \cdot 0,472 = -0,0944 \text{ kN/m}^2$$

### 3. Ztužující stěny

#### 3.1 Výpočet vodorovného zatížení $W$

$$W_x = w \cdot b \cdot h = 0,33 \cdot 12,7 \cdot 18,65 = 78,51 \text{ kN}$$

$$W_y = w \cdot b \cdot h = 0,3776 \cdot 52,29 \cdot 18,65 = 372,53 \text{ kN}$$



Obr. 28 – Rozmístění ztužujících stěn

### 3.2 Ohybové tuhosti stěn

Jelikož se jedná o stěny stejně vysoké a ze stejného materiálu, jsou dále uvažovány pouze momenty setrvačnosti.

$$I_{A,B,C,D} = \frac{1}{12} \cdot 0,25 \cdot 6,5^3 = 5,72 \text{ m}^4$$

$$I_{F,G,H} = \frac{1}{12} \cdot 0,25 \cdot 2,5^3 = 0,32 \text{ m}^4$$

$$I_E = \frac{1}{12} \cdot 0,25 \cdot 4,2^3 = 1,54 \text{ m}^4$$

### 3.3 Souřadnice středu ohybu vzhledem k osám $x_0$ a $y_0$

$$x_0 = (I_A \cdot x_{0A} + I_B \cdot x_{0B} + I_C \cdot x_{0C} + I_D \cdot x_{0D}) / (I_A + I_B + I_C + I_D)$$

$$x_0 = (-26,145 + 7,895 + 11,845 + 26,145) / 4I$$

$$x_0 = 4,935 \text{ m}$$

$$y_0 = (I_E \cdot y_{0E} + I_F \cdot y_{0F} + I_G \cdot y_{0G} + I_H \cdot y_{0H}) / (I_E + I_F + I_G + I_H)$$

$$y_0 = (1,54 \cdot 10,7 + 0,32 \cdot 3,96 + 0,32 \cdot 2,272 + 0,32 \cdot 0,67) / (1,54 + 0,32 \cdot 3)$$

$$y_0 = 7,48 \text{ m}$$

### 3.4 Posuny a pootočení stropní tabule:

$$\Delta x = \frac{W_x}{\sum I_{xi}} = \frac{78,51}{I_E + I_F + I_G + I_H} = \frac{78,51}{1,54 + 0,32 \cdot 3} = 31,36$$

$$\Delta y = \frac{W_y}{\sum I_{yi}} = \frac{372,53}{I_A + I_B + I_C + I_D} = \frac{372,53}{4,5,72} = 16,3$$

$$\varphi = \frac{W_y \cdot e_x - W_x \cdot e_y}{\sum I_x \cdot y^2 + \sum I_y \cdot x^2} = \frac{372,32 \cdot (-4,9) + 78,51 \cdot (7,238)}{5,72 \cdot 31,1^2 + 5,72 \cdot 21,2^2 + 5,72 \cdot 6,91^2 + 5,72 \cdot 2,8^2 + 1,54 \cdot 3,4^2 + 0,32 \cdot 3,28^2 + 0,32 \cdot 5,7^2 + 0,32 \cdot 6,8^2}$$

$$\varphi = -0,14$$

### 3.5 Vodorovné síly v jednotlivých stěnách:

$$W_A = (\Delta y + \varphi x_A) E \cdot I_A = (16,3 - 0,14 \cdot 31,1) \cdot I_A = (16,3 - 0,14 \cdot 31,1) \cdot 5,72 = 68,33 \text{ kN}$$

$$W_B = (\Delta y + \varphi x_B) E \cdot I_B = (16,3 - 0,14 \cdot 21,1) \cdot I_B = (16,3 + 0,14 \cdot 21,1) \cdot 5,72 = 110,1 \text{ kN}$$

$$W_C = (\Delta y + \varphi x_C) E \cdot I_C = (16,3 - 0,14 \cdot 6,91) \cdot I_C = (16,3 + 0,14 \cdot 6,91) \cdot 5,72 = 98,76 \text{ kN}$$

$$W_D = (\Delta y + \varphi x_D) E \cdot I_D = (16,3 - 0,14 \cdot 2,8) \cdot I_D = (16,3 + 0,14 \cdot 2,8) \cdot 5,72 = 95,48 \text{ kN}$$

$$W_E = (\Delta x - \varphi y_E) E \cdot I_E = (31,36 + 0,14 \cdot 3,4) \cdot I_E = (31,36 + 0,14 \cdot 3,4) \cdot 1,54 = 49 \text{ kN}$$

$$W_F = (\Delta x - \varphi y_F) E \cdot I_F = (31,36 + 0,14 \cdot 3,28) \cdot I_F = (31,36 + 0,14 \cdot 3,28) \cdot 0,32 = 10,18 \text{ kN}$$

$$W_G = (\Delta x - \varphi y_G) E \cdot I_G = (31,36 + 0,14 \cdot 5,7) \cdot I_G = (31,36 + 0,14 \cdot 5,7) \cdot 0,32 = 10,29 \text{ kN}$$

$$W_H = (\Delta x - \varphi y_H) E \cdot I_H = (31,36 + 0,14 \cdot 6,8) \cdot I_H = (31,36 + 0,14 \cdot 6,8) \cdot 0,32 = 10,33 \text{ kN}$$

### 3.6 Výpočet momentů

$$M_A = W_A \cdot h/2 = 69,33 \cdot 18,65/2 = 646,5 \text{ kNm}$$

$$M_B = W_B \cdot h/2 = 110,1 \cdot 18,65/2 = 1026,69 \text{ kNm}$$

$$M_C = W_C \cdot h/2 = 98,76 \cdot 18,65/2 = 911,61 \text{ kNm}$$

$$M_D = W_D \cdot h/2 = 95,48 \cdot 18,65/2 = 890,35 \text{ kNm}$$

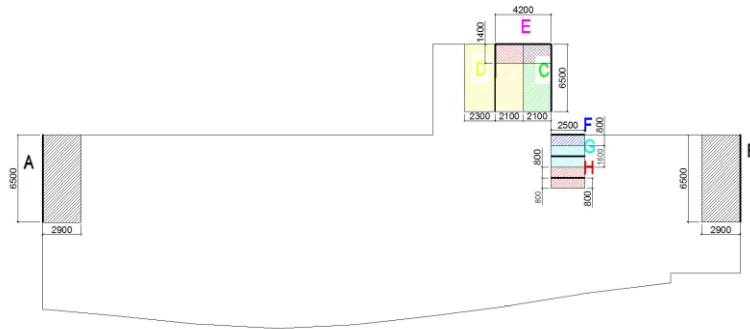
$$M_E = W_E \cdot h/2 = 49 \cdot 18,65/2 = 456,92 \text{ kNm}$$

$$M_F = W_F \cdot h/2 = 10,18 \cdot 18,65/2 = 94,92 \text{ kNm}$$

$$M_G = W_G \cdot h/2 = 10,29 \cdot 18,65/2 = 95,95 \text{ kNm}$$

$$M_H = W_H \cdot h/2 = 10,33 \cdot 18,65/2 = 96,32 \text{ kNm}$$

### 3.7 Normálové síly



Obr. 29 – Zatěžovací plochy jednotlivých stěn

Vlastní tíhy:

Vlastní tíha stěny  $A, B, C, D = N_{vl, A, B, C, D} = (0,25 \cdot 6,5 \cdot 25) \cdot 18,65 = 757,65 \text{ kN}$

Vlastní tíha stěna  $E = N_{vl, E} = (0,25 \cdot 4,2 \cdot 25) \cdot 18,65 = 489,56 \text{ kN}$

Vlastní tíha stěna  $F, G, H = N_{vl, F, G, H} = (0,25 \cdot 2,5 \cdot 25) \cdot 18,65 = 291,41 \text{ kN}$

Tíhy stropu a střechy

$N_{strop, A, B} = n_{podlaží} \cdot h_D \cdot A \cdot 25 = 5 \cdot 0,18 \cdot 6,5 \cdot 2,9 \cdot 25 + 2,73 \cdot 6,5 \cdot 2,9 = 476,33 \text{ kN}$

$N_{strop, C} = n_{podlaží} \cdot h_D \cdot A \cdot 25 = 1 \cdot 0,18 \cdot 6,5 \cdot 2,2 \cdot 25 + 2,73 \cdot 6,5 \cdot 2,2 = 103,96 \text{ kN}$

$N_{strop, D} = n_{podlaží} \cdot h_D \cdot A \cdot 25 = 5 \cdot 0,18 \cdot 6,5 \cdot 2,3 \cdot 25 + 2,73 \cdot 6,5 \cdot 4,4 + 1 \cdot 0,18 \cdot 6,5 \cdot 4,4 \cdot 25 = 543,15 \text{ kN}$

$N_{strop, E} = n_{podlaží} \cdot h_D \cdot A \cdot 25 = 4 \cdot 0,18 \cdot 4,2 \cdot 1,4 \cdot 25 + 2,73 \cdot 4,2 \cdot 2 + 1 \cdot 0,18 \cdot 4,2 \cdot 2 \cdot 25 = 189 \text{ kN}$

$N_{strop, F} = n_{podlaží} \cdot h_D \cdot A \cdot 25 = 1 \cdot 0,18 \cdot 2,5 \cdot 0,8 \cdot 25 + 2,73 \cdot 2,5 \cdot 0,8 = 14,46 \text{ kN}$

$N_{strop, G} = n_{podlaží} \cdot h_D \cdot A \cdot 25 = 1 \cdot 0,18 \cdot 2,5 \cdot 1,6 \cdot 25 + 2,73 \cdot 2,5 \cdot 1,6 = 28,92 \text{ kN}$

$N_{strop, H} = n_{podlaží} \cdot h_D \cdot A \cdot 25 = 5 \cdot 0,18 \cdot 2,5 \cdot 0,8 \cdot 25 + 2,73 \cdot 2,5 \cdot 0,8 = 50,46 \text{ kN}$

Celkem:

$N_{A, B} = 1233,98 \text{ kN}$

$N_C = 861,61 \text{ kN}$

$N_D = 1300 \text{ kN}$

$N_E = 678,56 \text{ kN}$

$N_F = 305,87 \text{ kN}$

$N_G = 320,33 \text{ kN}$

$N_H = 341,87 \text{ kN}$

### 3.8 Napětí od svislého zatížení

$$\sigma_{N,A,B} = \frac{N}{A} = \frac{1233,98}{0,25 \cdot 6,5} = 759,37 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{N,C} = \frac{N}{A} = \frac{861,61}{0,25 \cdot 6,5} = 530,22 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{N,D} = \frac{N}{A} = \frac{1300}{0,25 \cdot 6,5} = 800 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{N,E} = \frac{N}{A} = \frac{678,56}{0,25 \cdot 4,2} = 646,25 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{N,F} = \frac{N}{A} = \frac{305,87}{0,25 \cdot 2,5} = 489,39 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{N,G} = \frac{N}{A} = \frac{320,33}{0,25 \cdot 2,5} = 512,52 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{N,H} = \frac{N}{A} = \frac{341,87}{0,25 \cdot 2,5} = 555 \text{ kPa}$$

### 3.9 Napětí od zatížení větrem

$$\sigma_{w,A} = \frac{M_A}{W_A} = \frac{646,5}{\frac{1}{6} \cdot 0,25 \cdot 6,5^2} = 367,24 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{w,B} = \frac{M_B}{W_B} = \frac{1026,69}{\frac{1}{6} \cdot 0,25 \cdot 6,5^2} = 583,21 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{w,C} = \frac{M_C}{W_C} = \frac{911,61}{\frac{1}{6} \cdot 0,25 \cdot 6,5^2} = 498,84 \text{ kPa}$$

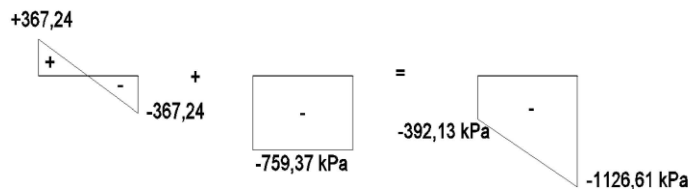
$$\sigma_{w,D} = \frac{M_D}{W_D} = \frac{890,35}{\frac{1}{6} \cdot 0,25 \cdot 6,5^2} = 505,76 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{w,E} = \frac{M_E}{W_E} = \frac{456,92}{\frac{1}{6} \cdot 0,25 \cdot 4,2^2} = 621,66 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{w,F,G,H} = \frac{M_F}{W_F} = \frac{96,32}{\frac{1}{6} \cdot 0,25 \cdot 2,5^2} = 369,86 \text{ kPa}$$

### 3.10 Výsledné napětí ve spáře

Výsledné napětí v patě je vykresleno pro stěnu A.



Obr. 30 – Výsledné napětí v patě, stěna A

Nevzniká tah, všechny stěny vyhoví.

## B. Návrh prvků za zvýšené teploty

### 1. Návrhové přístupy

#### 1.1 Návrh s využitím tabulkových hodnot

Požadované požární odolnosti byly převzaty z části B – Požárně bezpečnostní řešení.

Prvek	SPB	Požadovaná šířka/osová vzdálenost výztuže	Skutečná šířka/osová vzdálenost výztuže	Požadovaná požární odolnost	Skutečná požární odolnost	Tabulka viz [17]	
ŽB Průvlak 300x550 mm spojité	III.	300/35	300/45	R 45	R 120	2.2.7	Vyhovuje
ŽB Deska 180 mm Obousměrně pnutá	IV.	100/15	180/30	R 60	R 90	2.2.9	Vyhovuje
Ztužující ŽB stěna 250 mm Využití 0,7	III.	140/25	250/35	REI 45	REI 90	2.2.5	Vyhovuje
Vnitřní stěna 240 mm Porotherm	III.	175	240	EI 45	EI 240	2.2.4	Vyhovuje
Nenosná příčka Porotherm 11,5 Aku Profi 115 mm	IV.	100	115	EI 60	EI 90	2.2.4	Vyhovuje
Sloup 300 x 300 mm využití 0,58	III.	300/45	300/47	R 45	R 90	2.2.1	Vyhovuje

Tabulka 6 – Tabulkové posouzení

Posouzení bylo provedeno na prvky s nejvyšší požadovanou požární odolností.  
Všechny prvky tedy vyhoví.



### Předpoklady:

#### Průvlak

Musí být splněna podmínka  $b \geq b_{min}$ , v našem případě  $300 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm}$ , **vyhovuje**, dále musí být splněna podmínka na minimální osovou vzdálenost výztuže  $a \geq a_{min}$ , jelikož uvažují sloupec (3) v [6], tak platí podmínka  $a_{sd} \geq a_{min} + 10$ ,  $45 \text{ mm} \geq 45 \text{ mm}$ , **vyhovuje**.

#### Desky

Nad mezilehlými podporami je provedena horní nosná výztuž o ploše  $A_s \geq 0,005 \cdot A_c$  – **nesplňuje**. Podmínka musí být splněna, pokud nastane alespoň jeden z následujících případů:

- je použita výztuž tvářená za studena
- jedná se o spojitou desku o dvou polích, u které není v krajních podporách bráněno v pootočení
- v návrhu není zohledněna možnost redistribuce účinků zatížení kolmo k rozpětí

#### Sloupy

Metodu A lze použít, pokud jsou splněny následující podmínky:

1. Účinná délka sloupu při požární situaci:

$$l_{0,fi} \leq 3 \text{ m}$$

$$l = 2,95 \text{ m}$$

$$l_{0,fi} = 0,5 \cdot l = 1,475 \text{ m} < 3 \text{ m}, \text{ vyhovuje}$$

2. Výstřednost 1. řádu při požární situaci:

$$e_{0,fi} \leq e_{max}$$

$$h = 0,3 \text{ m}$$

$$N_{0Ed,fi} = 2080,6 \text{ kN}$$

$$M_{0Ed,fi} = 41,6 \text{ kNm}$$

$$e_{0,fi} = \frac{M_{0Ed,fi}}{N_{0Ed,fi}} = \frac{41,6}{2080,6} = 0,02 \text{ m}$$

$$e_{max} = 0,15 \cdot h = 0,15 \cdot 0,3 = 0,045 \text{ m}$$

$$0,02 < 0,045 \text{ m}, \text{ vyhovuje}$$

3. Plocha podélné výztuže:

$$A_s \leq 0,04 \cdot A_c$$

$$2463 \leq 0,04 \cdot 300 \cdot 300$$

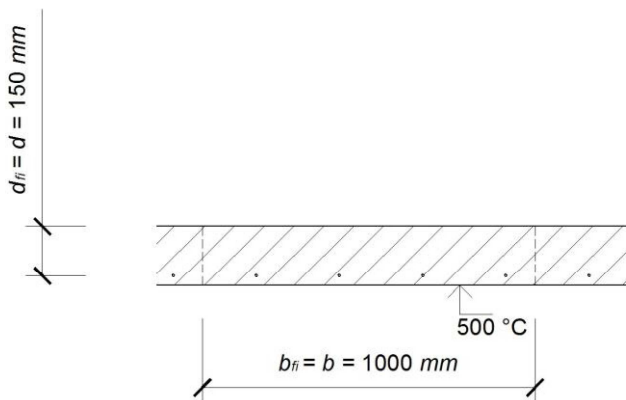
$$2463 < 3600 \text{ mm}^2, \text{ vyhovuje}$$

## 1.2 Zjednodušené výpočetní metody

### 1.2.1 Metoda izotermie 500 °C

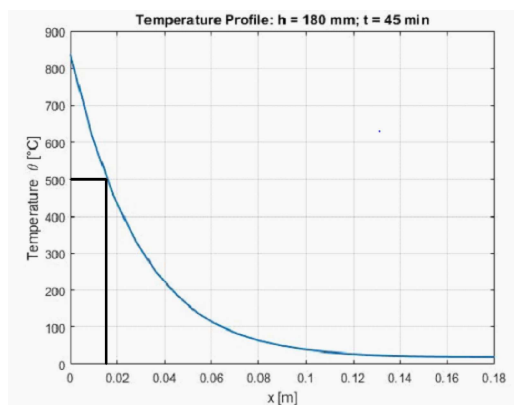
#### 1.2.1.1 Metoda izotermie 500 °C pro železobetonovou desku A

Podle tabulky 2 v kap. 1.2.4 uvažují ohybový moment  $M_{Ed}$  na desce A v poli 12,97 kNm. Deska A se nachází nad požárním úsekem N01.01, který je ve 3.SP.B.



Obr. 31 – Deska vystavená požáru z jedné strany

#### Rozložení teploty v analyzovaném průřezu:



Obr. 32 – Průběh teploty v desce, výstup z programu TempAnalysis



Stanovení polohy izotermy 500 °C:

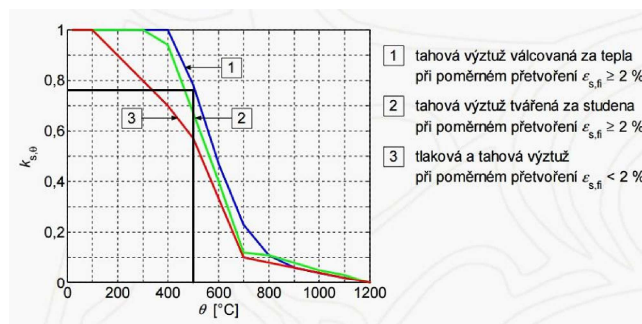
Z obr. 32 zjistím polohu izotermy,  $a_{500} = 17 \text{ mm}$ .

Pevnost betonu v redukovaném průřezu:

$$f_{cd,fi,20^\circ\text{C}} = 30 \text{ MPa.}$$

Pevnost výztuže při požární situaci:

$$\text{Stanoví se ze vztahu } f_{syd,fi} = k_{s,\theta} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{s,fi}}$$



Obr. 33 – Součinitel  $k_{s,\theta}$  pro redukcii charakteristické hodnoty meze kluzu

Uvažuji křivku 1, tedy  $k_{s,\theta} = 0,77$

$$f_{syd,fi} = k_{s,\theta} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{s,fi}} = 0,77 \cdot \frac{500}{1,0} = 385 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota momentu únosnosti při požární situaci:

$$x_{fi} = \frac{a_s \cdot f_{syd,fi}}{b f_i \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot \lambda} = \frac{314 \cdot 10^{-6} \cdot 385 \cdot 10^6}{1,0 \cdot 1,0 \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot 0,8} = 0,00616 \text{ m}$$

$$M_{Rd,fi} = A_s \cdot f_{syd,fi} \cdot (d_{fi} - 0,4 \cdot x_{fi}) = 314 \cdot 10^{-6} \cdot 385 \cdot 10^6 \cdot (0,15 - 0,4 \cdot 0,00616) \cdot 10^{-3}$$

$$M_{Rd,fi} = 17,83 \text{ kNm}$$

Návrhová hodnota momentu od zatížení při požární situaci:

$$g_k = 5,94 \text{ kN/m}^2 \text{ (včetně vlastní tíhy)}$$

$$q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

Deska se nachází v administrativní budově (kategorie užitečného zatížení B,  $\psi_{2,1} = 0,3$ )

$$\eta_{fi} = \frac{Gk + \Psi \cdot Qk,1}{\gamma_G \cdot Gk + \gamma_Q \cdot Qk,1} = \frac{5,94 + 0,3 \cdot 2,5}{1,35 \cdot 5,94 + 1,5 \cdot 2,5} = 0,568$$

$$M_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot M_{Ed} = 0,568 \cdot 12,97 = \underline{7,37 \text{ kNm}}$$

Podmínka spolehlivosti při požární situaci:

$$M_{Rd,fi} \geq M_{Ed,fi}$$

17,83 kNm > 7,37 kNm, **vyhovuje**

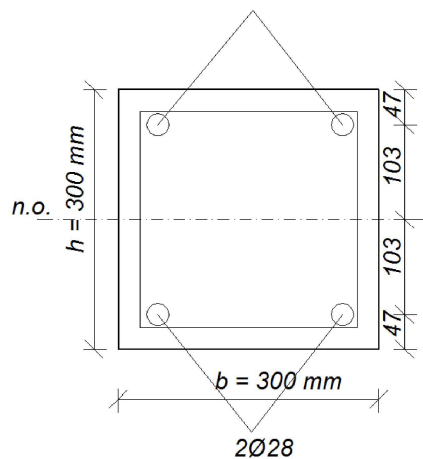
### 1.2.1.2 Metoda izotermie 500 °C pro sloup C2

Podle kapitoly 1.4 jsem určil  $N_{Ed} = 2972,3 \text{ kN}$ ,  $M_{Ed} = 59,45 \text{ kNm}$ ,  $N_{Rd} = 3573,91 \text{ kN}$ .

Uvažuji  $\eta_{fi} = 0,7$

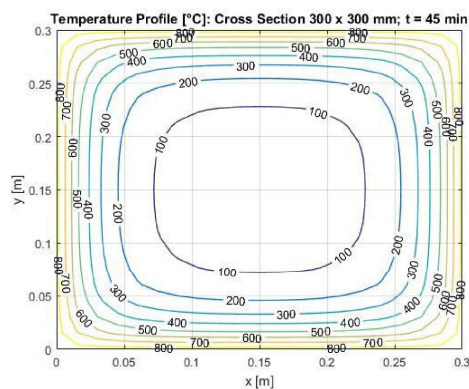
$$N_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot N_{Ed} = 0,7 \cdot 2972,3 = \underline{2080,61 \text{ kN}}$$

$$\mu_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}} = \frac{2080,61}{3573,91} = 0,58$$



Obr. 34 – Sloup 300 x 300 mm

Rozložení teploty v analyzovaném průřezu:



Obr. 35 – Průběh teploty ve sloupu, výstup z programu TempAnalysis

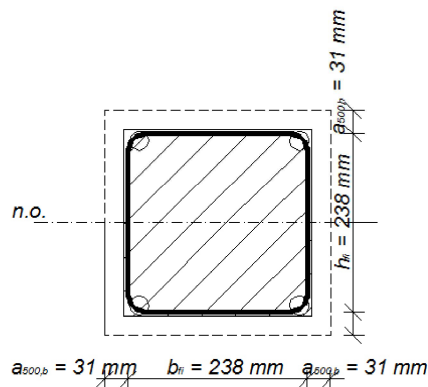
Stanovení polohy izotermy 500 °C:

Z obr. 35 zjistím polohu izotermy,  $a_{500,b} = a_{500,h} = 31 \text{ mm}$ ,

Redukovaný průřez:

$$b_{fi} = 300 - 2 \cdot 31 = 238 \text{ mm}$$

$$h_{fi} = 300 - 2 \cdot 31 = 238 \text{ mm}$$



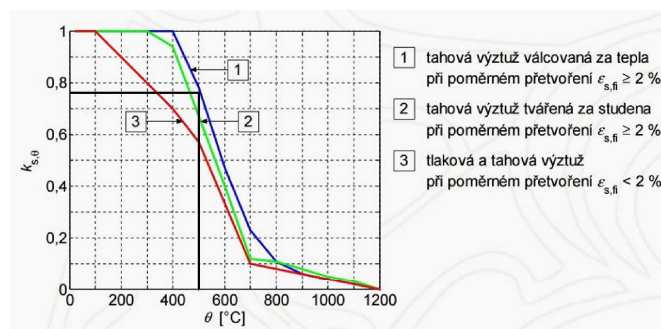
Obr. 36 – Redukovaný průřez sloupu

Pevnost betonu v redukovaném průřezu:

$$f_{cd,fi,20^\circ\text{C}} = 50 \text{ MPa}.$$

Pevnost výztuže při požární situaci:

Stanoví se ze vztahu  $f_{syd,fi} = k_{s,\theta} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{s,fi}}$



Obr. 37 – Součinitel  $k_{s,\theta}$  pro redukcí charakteristické hodnoty meze kluzu

Uvažuji křivku 1, tedy  $k_{s,\theta} = 0,77$

$$f_{syd,fi} = k_{s,\theta} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{s,fi}} = 0,77 \cdot \frac{500}{1,0} = 385 \text{ MPa}$$

Posouzení návrhu:

$$h = b = 238 \text{ mm} \qquad z_1 = z_2 = 103 \text{ mm}$$

$$d_{fi} = d - a_{500,h} = 253 - 31 = 222 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 2463/2 = 1231,5 \text{ mm}^2$$

**BOD 0 – DOSTŘEDNÝ TLAK**

$$N_{Rd,0} = A_c \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot \sigma_s + A_{s2} \cdot \sigma_s$$

$$N_{Rd,0} = 238^2 \cdot 50 + 1231,5 \cdot 385 + 1231,5 \cdot 385 = \underline{3780,5 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd,0} = 0$$

**BOD 1 – NULOVÉ PŘETVOŘENÍ TAŽENÉ VÝZTUŽE**

$$N_{Rd,1} = 0,8 \cdot b_{fi} \cdot d_{fi} \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} = 0,8 \cdot 238 \cdot 222 \cdot 50 + 1231,5 \cdot 385 = \underline{2587,76 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd,1} = 0,8 \cdot b_{fi} \cdot d_{fi} \cdot f_{cd} \cdot (h_{fi}/2 - 0,4d_{fi}) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = 0,8 \cdot 238 \cdot 222 \cdot 50 \cdot (119 - 0,4 \cdot 222) + 1231,5 \cdot 385 \cdot 103 = \underline{112,7 \text{ kNm}}$$

**BOD 2 – NAPĚTÍ V TAŽENÉ VÝZTUŽI JE NA MEZI KLUZU**

$$\xi_{BAL,1,fi} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = \frac{700}{700 + 385} = 0,645$$

$$x_{BAL,1,fi} = \xi_{BAL,1} \cdot d_{fi} = 0,645 \cdot 222 = 143,2 \text{ mm}$$

Z podobnosti trojúhelníků získáme  $\sigma_{s2}$

$$\varepsilon_{cd}/x_{BAL1} = \varepsilon_{s2}/(x_{BAL1} - d_2)$$

$$\varepsilon_{s2} = \varepsilon_{cd} \cdot \left(1 - \frac{d_2}{x_{BAL1}}\right) = 0,0035 \cdot \left(1 - \frac{47}{143,2}\right) = 0,0031$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E} = \frac{385}{210000} = 0,0019$$

$$\varepsilon_{s2} > \varepsilon_{yd} \rightarrow \sigma_{s2} = f_{yd}$$

$$N_{Rd,2} = 0,8 \cdot b_{fi} \cdot x_{bal,1} \cdot f_{cd} = 0,8 \cdot 238 \cdot 143,2 \cdot 50 = \underline{1363,2 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd,2} = 0,8 \cdot b_{fi} \cdot x_{bal,1,fi} \cdot f_{cd} \cdot (h_{fi}/2 - 0,4 x_{BAL,1,fi}) + 2 \cdot A_{s1} \cdot z_1 = 0,8 \cdot 238 \cdot 143,2 \cdot 50 \cdot (119 - 0,4 \cdot 143,2) + 2 \cdot 1231,5 \cdot 103 = \underline{181,8 \text{ kNm}}$$

**BOD 3 – PROSTÝ OHYB**

Kvadratická rovnice pro odvození  $\sigma_{s2}$

$$\sigma_{s2}^2 \cdot A_{s2} - \sigma_{s2} \cdot (A_{s1} \cdot f_{yd} + A_{s2} \cdot \varepsilon_{cd} \cdot E_s) + \varepsilon_{cd} \cdot E_s (A_{s1} \cdot f_{yd} - 0,8 \cdot b_{fi} \cdot f_{cd} \cdot d_2) = 0$$

$$\sigma_{s2}^2 \cdot 1231,5 - \sigma_{s2} \cdot (1231,5 \cdot 385 + 1231,5 \cdot 0,0035 \cdot 210\ 000) + 0,0035 \cdot 210\ 000 (1231,5 \cdot 385 - 0,8 \cdot 238 \cdot 50 \cdot 47) = 0$$

$$\sigma_{s2}^2 \cdot 1231,5 - 1\ 379\ 840 + 19\ 756\ 800 = 0$$

Rovnice má dva kořeny:

$$\sigma_{s2}^1 = 908,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s2}^2 = 211,4 \text{ MPa}$$

Jelikož použitá výztuž má charakteristickou mez kluzu 500 MPa, první kořen nemá fyzikální smysl. Pro další výpočty se použije hodnota 211,4 MPa.

Rovnice pro  $x_{fi}$ :

$$x_{fi} = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd} - A_{s2} \cdot \sigma_{s2}}{0,8 \cdot b_{fi} \cdot f_{cd}}$$

$$x_{fi} = \frac{1231,5 \cdot 385 - 1231,5 \cdot 211,4}{0,8 \cdot 238 \cdot 50}$$

$$x_{fi} = \underline{22,46 \text{ mm}}$$

$$N_{Rd,3} = 0$$

$$M_{Rd,3} = 0,8 \cdot b_{fi} \cdot x_{fi} \cdot f_{cd} \cdot \left( \frac{h_{fi}}{2} - 0,4 x_{fi} \right) + A_{s1} \cdot \sigma_{s2}^2 \cdot z_1 + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 0,8 \cdot 238 \cdot 22,46 \cdot 50 \cdot (119 - 0,4 \cdot 22,46) + 1231,5 \cdot 211,4 \cdot 103 + 1231,5 \cdot 385 \cdot 103 = \underline{99,2 \text{ kNm}}$$

#### BOD 4 – NULOVÉ PŘETVOŘENÍ TLAČENÉ VÝZTUŽE

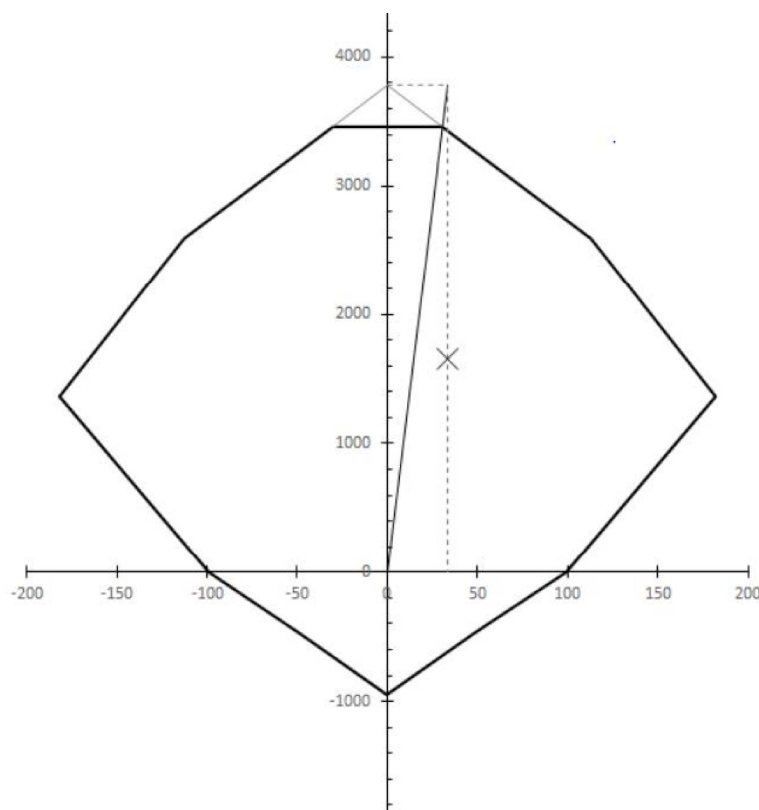
$$N_{Rd,4} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 1231,5 \cdot 385 = \underline{474,127 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd,4} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 1231,5 \cdot 385 \cdot 103 = \underline{48,8 \text{ kNm}}$$

#### BOD 5 – PROSTÝ TAH

$$N_{Rd,5} = (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} = 2 \cdot 1231,5 \cdot 385 = \underline{948,3 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd,5} = 0$$

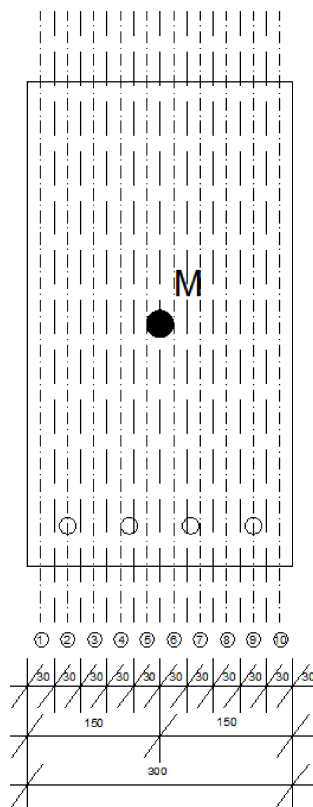


Obr. 38 – Interakční diagram sloupu

## 1.2.2 Zónová metoda

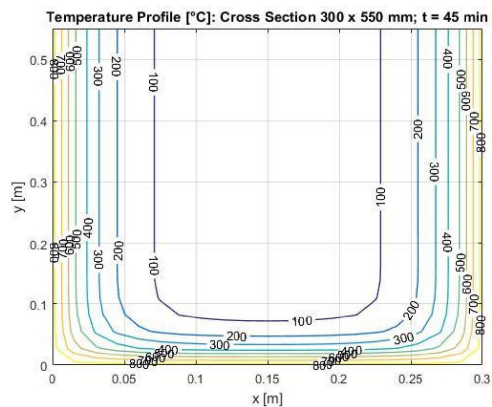
### 1.2.2.1 Zónová metoda pro průvlak v řadě 2

Jedná se o obdélníkový průřez, který je vystavený požáru ze tří stran. Pro náš případ uvažují následující rozdělení do zón.



Obr. 39 – Rozdělení průřezu do zón

Rozložení teploty v analyzovaném průřezu:



Obr. 40 – Průběh teploty v průvlaku, výstup z programu TempAnalysis

Určení teploty  $\theta_i$  ve středu každé zóny a teploty v bodě M

Č. zóny	Tloušťka zóny	Vzdálenost osy zóny od líce	Teplota	Redukční součinitel
$i$	$t_i [mm]$	$X_i [mm]$	$\theta_i [^{\circ}C]$	$k_{c,\theta_i}$
1	30	15	729	0,27
2	30	45	341	0,81
3	30	75	137	0,98
4	30	105	64	1,0
5	30	135	44	1,0
6	30	165	43	1,0
7	30	195	53	1,0
8	30	225	90	1,0
9	30	255	200	0,95
10	30	285	516	0,58
Bod	-	$x_M$	$\theta_M [^{\circ}C]$	$k_{c,\theta_M}$
M	-	150	42	1,0

Tabulka 7 – Teploty v osách jednotlivých zón a teplota v bodě M, odpovídající hodnoty součinitel  $k_{c,\theta}$

Střední součinitel redukce  $k_{c,m}$

$$k_{c,m} = \frac{1 - \frac{0,2}{n}}{n} \cdot \sum k_{c,\theta_i} = \frac{1 - \frac{0,2}{10}}{10} \cdot (0,27 + 0,81 + 0,98 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0,95 + 0,58) = 0,75.$$

Tloušťka vyloučené vrstvy betonu  $a_z$

$$a_z = w \cdot \left[ 1 - \left( \frac{k_{c,m}}{k_{c,\theta_M}} \right) \right] = 150 \cdot \left[ 1 - \left( \frac{0,75}{1,0} \right) \right] = 37,5 \text{ mm.}$$

Redukovaný průřez:

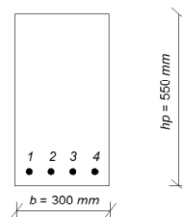
$$b_{fi} = b - 2 \cdot a_z = 300 - 2 \cdot 37,5 = 225 \text{ mm}$$

$$h_{fi} = h - a_z = 550 - 37,5 = 512,5 \text{ mm}$$

Pevnost betonu v redukovaném průřezu:

$$f_{cd,fi} = k_{c,\theta_M} \cdot f_{ck} / \gamma_{fi} = 1,0 \cdot 30 / 1,0 = 30 \text{ MPa}$$

Pevnost výztuže při požární situaci:



Obr. 41 – Označení jednotlivých prutů pro výpočet teplot



Teplota v profilu 1 = 341 °C →  $k_{s,\theta 1} = 0,75$

Teplota v profilu 2 = 222 °C →  $k_{s,\theta 2} = 0,87$

Teplota v profilu 3 = 222 °C →  $k_{s,\theta 3} = 0,87$

Teplota v profilu 4 = 341 °C →  $k_{s,\theta 4} = 0,75$

$$k_{s,v} = \frac{\sum k_{s,\theta}}{n} = \frac{0,75+0,87+0,87+0,75}{4} = 0,81$$

$$f_{syd,fi} = k_{s,v} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 0,81 \cdot \frac{500}{1} = 405 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota momentu únosnosti při požární situaci:

$$x_{fi} = \frac{a_s \cdot f_{syd,fi}}{b \cdot f_i \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot \lambda} = \frac{1257 \cdot 10^{-6} \cdot 405 \cdot 10^6}{2,5 \cdot 1,0 \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot 0,8} = 0,00848 \text{ m}$$

$$M_{Rd,fi} = A_s \cdot f_{syd,fi} \cdot (d_{fi} - 0,4 \cdot x_{fi}) = 1257 \cdot 10^{-6} \cdot 405 \cdot 10^6 \cdot (0,505 - 0,4 \cdot 0,00848) \cdot 10^{-3}$$

$$M_{Rd,fi} = 255,36 \text{ kNm}$$

Návrhová hodnota momentu od zatížení při požární situaci:

Uvažuji konzervativní hodnotu  $\eta_{fi} = 0,7$

$$M_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot M_{Ed} = 0,7 \cdot 216,19 = \underline{151,33 \text{ kNm}}$$

Hodnota  $M_{Ed}$  převzata z kap. 1.3.3

Podmínka spolehlivosti při požární situaci:

$$M_{Rd,fi} \geq M_{Ed,fi}$$

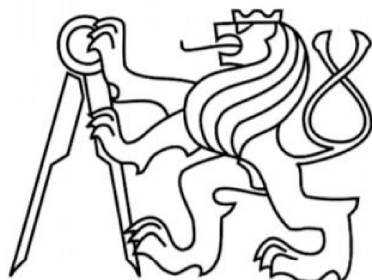
$$255,36 \text{ kNm} > 151,33 \text{ kNm}, \text{ vyhovuje}$$



# České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí



## Bakalářská práce

**POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY V LIBERCI**

FIRE DESIGN OF ADMINISTRATIVE BUILDING IN LIBEREC

---

Část C: Výkresová část

---

**Autor:** Daniel Rajman

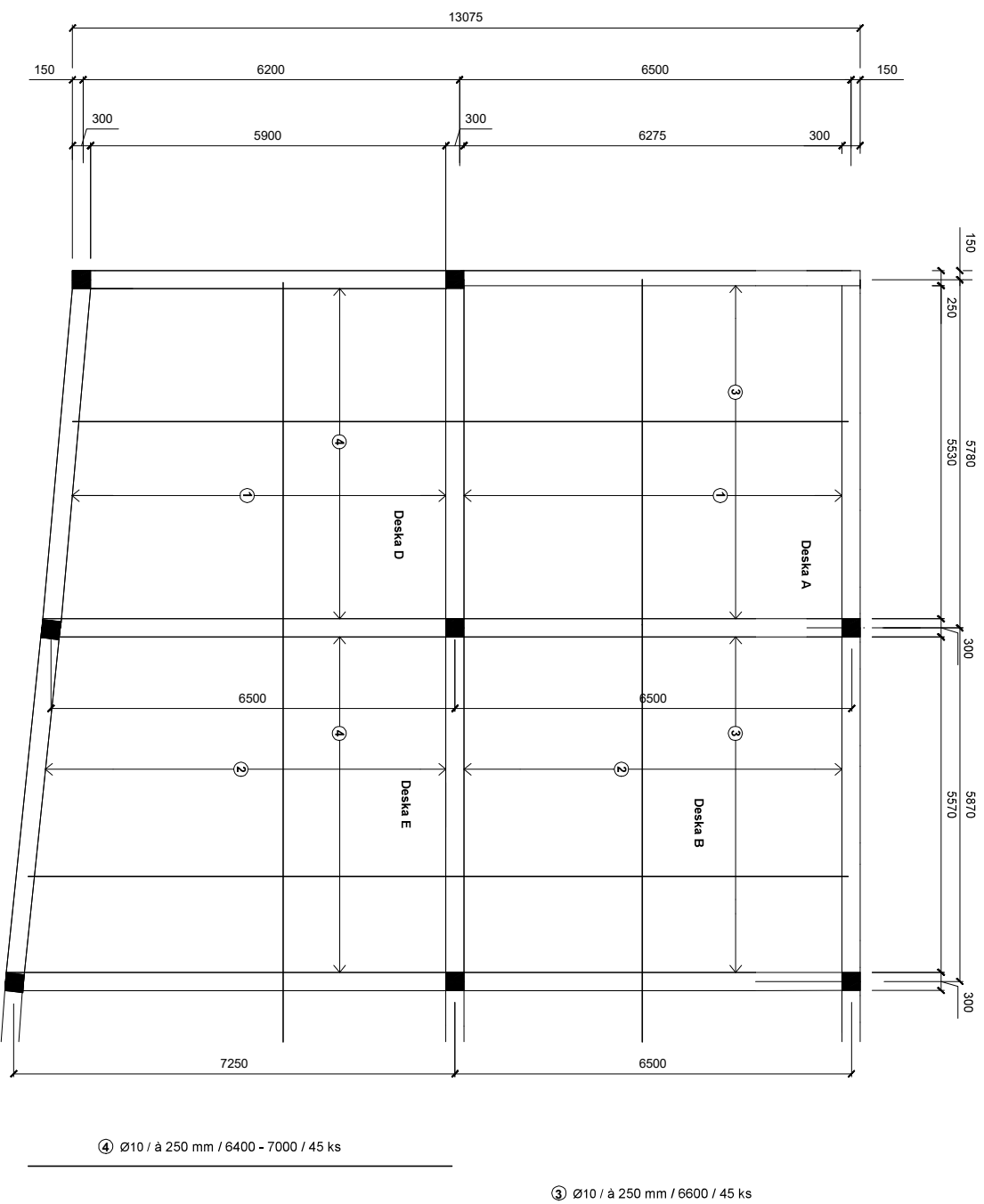
**Vedoucí práce:** prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.

Praha

2017

Dolní výztuž

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK



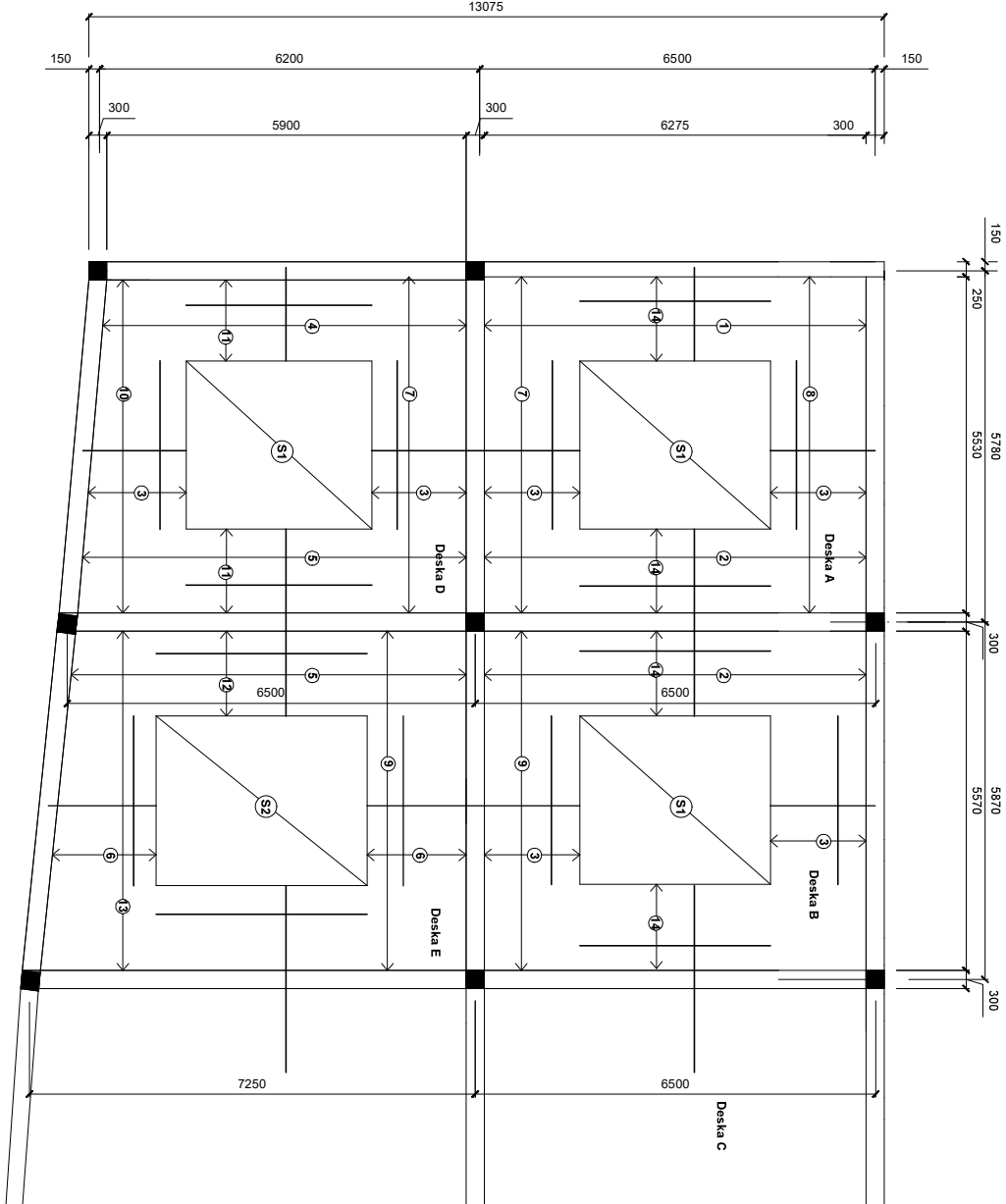
VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

číslo položky	Ø	délka [mm]	ks	CELKOVÁ DÉLKA (m)
1	10	5850	51	298,35
2	10	5900	52	306,8
3	10	6600	45	153,04
4	10	6700	45	301,5
CELKOVÁ DÉLKA (m)				1060,29
HMOTNOST (kg/m)				0,8165
CELKOVÁ HMOTNOST (kg)				653,87

Vypracoval:	Kontroboval:	
Daniel Rajman	prof. Ing. Jiří Štejn / Procházka, CSc.	
Název předmětu:	133BAPQ - Bakalářská práce	
Část C: Konstruktivní řešení	Datum: 28.5.2017	
Název výkresu:	Měřítko: 1:75	
Výkres dolní výztuže obousměrně pnutě desky	Číslo výkresu:	C.1a

BETON C20/25  
 Ø10 - 500 mm  
 KRYTÍ VÝZTUŽE 25 mm  
 PRŮJMY KOTOVANÝ NA OSU



- ① Ø10 / à 150 mm / 1700 mm / 42 ks
- ② Ø10 / à 100 mm / 3100 mm / 63 ks
- ③ Ø10 / à 250 mm / 2750 mm / 12 ks
- ④ Ø10 / à 250 mm / 2750 mm / 12 ks
- ⑤ Ø10 / à 150 mm / 3100 mm / 43 ks
- ⑥ Ø10 / à 250 mm / 2800 mm / 15 ks
- ⑦ Ø10 / à 250 mm / 1750 mm / 25 ks
- ⑧ Ø10 / à 250 mm / 2750 mm / 13 ks
- ⑨ Ø10 / à 250 mm / 2800 mm / 15 ks
- ⑩ Ø10 / à 250 mm / 1750 mm / 25 ks

- ⑦ Ø10 / à 200 mm / 3300 mm / 28 ks
- ⑧ Ø10 / à 250 mm / 1950 mm / 22 ks
- ⑨ Ø10 / à 200 mm / 3500 mm / 28 ks
- ⑩ Ø10 / à 250 mm / 1300 - 1800 mm / 22 ks
- ⑪ Ø10 / à 250 mm / 3050 mm / 12 ks
- ⑫ Ø10 / à 250 mm / 3550 mm / 6 ks
- ⑬ Ø10 / à 250 mm / 1650 - 2350 mm / 23 ks
- ⑭ Ø10 / à 250 mm / 3200 mm / 24 ks

Ø	Delka (mm)	Ks	CELKOVÁ DELKA (mm)	
1	10	1700	42	714
2	10	3100	63	1953
3	10	2750	37	10175
4	10	1750	25	4375
5	10	3100	43	13333
6	10	2800	15	12815
7	10	1580	23	42
8	10	1950	22	429
9	10	3500	28	98
10	10	1700	22	374
11	10	3050	12	366
12	10	3550	6	46
13	10	2000	24	768
14	10	3200	24	768
CELKOVÁ DELKA (mm)			107578	
HĀDITNOST (%)			0,6195	
CELKOVÁ HĀDITNOST (%)			893,718	

Část C: Konstrakční řešení

Název výkresu: Výches horní výtulže obousměrně prně desky

133BAPQ - Bakalářská práce

prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.

107578

0,6195

893,718

Datum: 28.5.2017

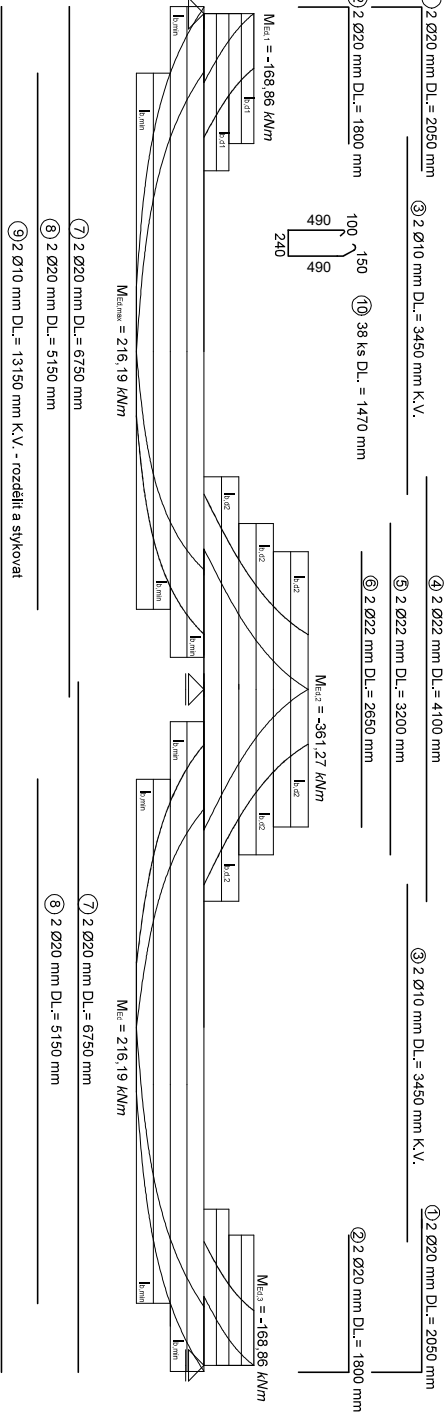
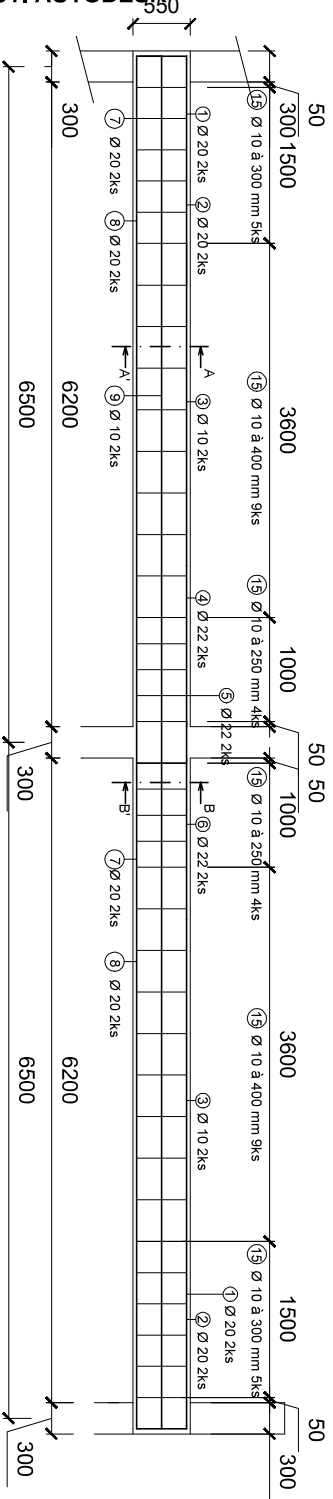
Měřítio: 1:75

Číslo výkresu: C.1b

Fakulta stavební

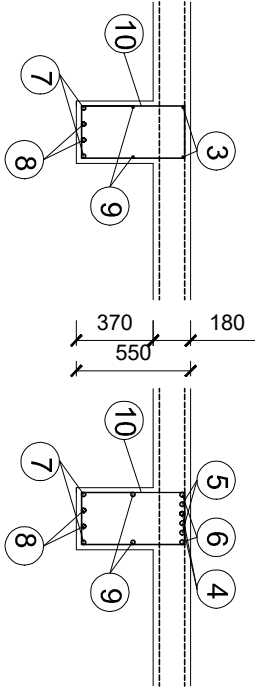
ČVUT

# Průvlak - řada 2



PŘÍČNÝ ŘEZ A-A'

PŘÍČNÝ ŘEZ B-B'

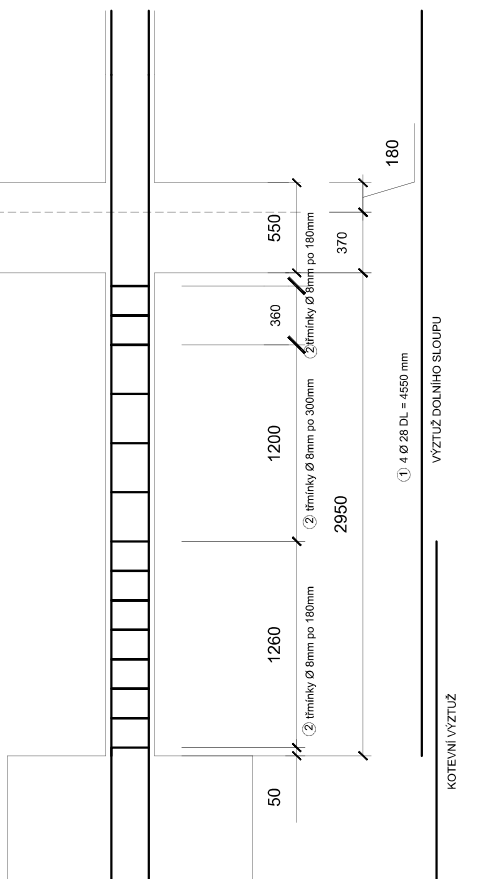


číslo položky	Ø [mm]	délka [mm]	počet ks	CELKEM DÉLKA (m)		
				Ø10	Ø20	Ø22
1	20	2050	4	8,2		
2	20	1800	4	7,2		
3	10	3450	4	13,8		
4	22	4100	2		8,2	
5	22	3200	2		6,4	
6	22	2650	2		5,3	
7	20	6750	4	27		
8	20	5150	4	20,6		
9	10	13150	2	26,3		
10	10	2050	38	77,9		
CELKEM				118	63,0	19,9
HMOTNOST 1bm					0,6165	2,4662
HMOTNOST DLE Ø					72,74	155,37
HMOTNOST CELKEM						287,49

BETON C30/37 OCEL B500B KRYTÍ VÝZTUŽE 25 mm PRUTY KOTOVÁNY NA OSU		Měřítko: 1:50 Číslo výkresu: C.2	
Vypracoval: Daniel Rajman Kvalifikace: 133BAPQ - Bakalářská práce		Datum: 28.5.2017	
Kontroloval: prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.		Číslo výkresu: C.2	
Část C: Konstruktivní řešení		Fakulta stavební <b>ČVUT</b>	
Název výkresu: Výkres průvlaků		Číslo výkresu: C.2	

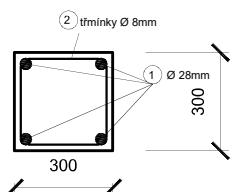
# Sloup C2

VYTVORENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK



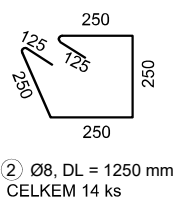
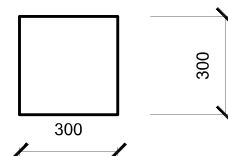
### PŮDORYS - VÝZTUŽ

MĚŘÍTKO 1:25



### PŮDORYS - TVAR

MĚŘÍTKO 1:25




číslo položky	Ø	délka [mm]	počet ks	CELKEM DÉLKA OCEL B500B		
				Ø8	Ø28	
1	28	4550	4		18,2	
2	8	1250	14	17,5		
CELKEM					17,5	18,2
HMOTNOST 1bm			[kg/m]	0,3946	4,831	
HMOTNOST DLE Ø			[kg]	6,91	87,92	
HMOTNOST CELKEM			[kg]		<b>94,82</b>	

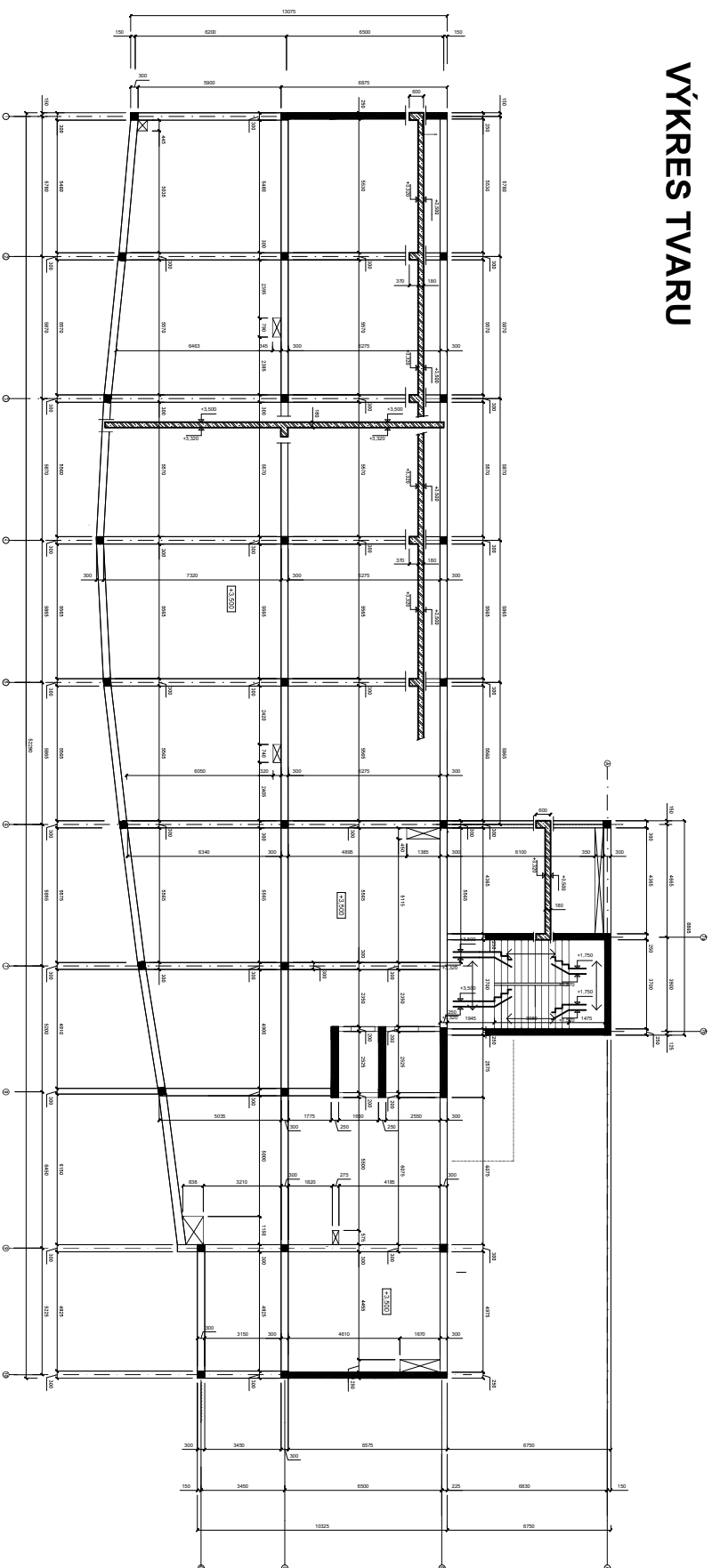
VYTVORENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

BETON C50/60  
OCEL B500B  
KRYTÍ VÝZTUŽE 25 mm  
PRUTY KOTOVÁNY NA OSU

±0,000 + 428 mm a.m.

Vypracoval: Daniel Rajman	Kontroloval: prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
Název předmětu: 133BAPQ - Bakalářská práce		
Část C: Konstrukční řešení		Datum: 28.5.2017
Název výkresu: Výkres výztuže sloupu		Měřítko: 1:50
		Číslo výkresu: C.3

## VÝKRES TVARU



LEGENDA MATERIÁLU  
 ŽELEZOBETON C 30/37

VYPRACOVÁVATEL: <b>Daniel Rajman</b> NÁZEV PRÁCE: <b>133BAPQ - Bakalářská práce</b>		KONTROLOVATEL: <b>prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.</b>	
Část C: Konstruktivní řešení		Datum: <b>28.5.2017</b>	
Název výkresu: <b>Výkres tvaru</b>		Měřítko: <b>1:75</b>	
		Číslo výkresu: <b>C.4</b>	
Fakulta stavební <b>ČVUT</b>			

# České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí



## Bakalářská práce

**POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY V LIBERCI**

FIRE DESIGN OF ADMINISTRATIVE BUILDING IN LIBEREC

---

Část C: Přílohy

---

**Autor:** Daniel Rajman

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.

Praha

2017

**Návrh a posouzení výztuže desky A nad podporou 1 směr x**

Vypracoval:

Daniel Rajman

**Materiály:**

ocel: B500B	$f_{yk} = 500,0$ MPa	
	$f_{yd} = 434,8$ MPa	
beton: C 30/37	$f_{ck} = 30,0$ MPa	$f_{ctm} = 2,9$ MPa
	$f_{cd} = 20,0$ MPa	
deska:	$h = 180$ mm	$b = 1000$ mm
krytí:	$c = 25$ mm	
Moment od zatížení:	$M_{Ed} = 24,44$ kNm	

**Návrh výztuže:**

volím:	$\emptyset = 10$ mm	$a_s = 79$ mm <sup>2</sup>
		$d = 150$ mm

$$A_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 * M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} \right)} \right)$$

$$A_{s,req} = 386 \text{ mm}^2$$

<b>Návrh:</b>	<b>6 <math>\emptyset</math> 10 mm</b>	$A_{s,prov} = 471$ mm <sup>2</sup>	$d = 150$ mm
---------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------

**Konstrukční zásady:****min. plocha výztuže**

$$A_{s,min} = \max \left( 0,26 * 0 \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) * b_t * d; 0,0013 * b_t * d \right)$$

$$A_s = 471 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min} = 226 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_{s,min}$$

**Vyhovuje****max. plocha výztuže**

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c$$

$$A_s = 471 \text{ mm}^2 \quad A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_s < A_{s,max}$$

**Vyhovuje****max. rozteč prutů**

$$s_{max} = \min(2 * h; 300 \text{ mm})$$

$$s = 167 \text{ mm} \quad s_{max} = 300 \text{ mm}$$

$$s < s_{max}$$

**Vyhovuje****min. rozteč prutů**

$$s_{l,min} = \max(1,2 * \emptyset_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$d_g = 16 \text{ mm}$$

$$s_l = 157 \text{ mm} \quad s_{l,min} = 21 \text{ mm}$$

$$s_l > s_{l,min}$$

**Vyhovuje****Posouzení návrhu:**

$$x = \frac{A_s * f_{yd}}{0,8 * b * f_{cd}}$$

$$x = 12,8 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,6 * x$$

$$z = 144,9 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A * z * f_{yd}$$

$$M_{Rd} = 29,68 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 24,44 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

**Vyhovuje**

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,09$$

$$\xi < 0,45$$

**Vyhovuje****Návrh 6 x  $\emptyset$ 10 mm/m' vyhovuje!**



**Návrh a posouzení výztuže desky BC nad podporou 3 směr x**

Vypracoval:

Daniel Rajman

**Materiály:**

ocel: B500B	$f_{yk} = 500,0$ MPa	
	$f_{yd} = 434,8$ MPa	
beton: C 30/37	$f_{ck} = 30,0$ MPa	$f_{ctm} = 2,9$ MPa
	$f_{cd} = 20,0$ MPa	
deska:	$h = 180$ mm	$b = 1000$ mm
krytí:	$c = 25$ mm	
Moment od zatížení:	$M_{Ed} = 24,44$ kNm	

**Návrh výztuže:**

volím:	$\emptyset = 10$ mm	$a_s = 79$ mm <sup>2</sup>
		$d = 150$ mm

$$A_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 * M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} \right)} \right)$$

$$A_{s,req} = 386 \text{ mm}^2$$

<b>Návrh:</b>	<b>6 <math>\emptyset</math> 10 mm</b>	$A_{s,prov} = 471$ mm <sup>2</sup>	$d = 150$ mm
---------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------

**Konstrukční zásady:****min. plocha výztuže**

$$A_{s,min} = \max \left( 0,26 * 0 \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) * b_t * d; 0,0013 * b_t * d \right)$$

$$A_s = 471 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min} = 226 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_{s,min}$$

**Vyhovuje****max. plocha výztuže**

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c$$

$$A_s = 471 \text{ mm}^2 \quad A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_s < A_{s,max}$$

**Vyhovuje****max. rozteč prutů**

$$s_{max} = \min(2 * h; 300 \text{ mm})$$

$$s = 167 \text{ mm} \quad s_{max} = 300 \text{ mm}$$

$$s < s_{max}$$

**Vyhovuje****min. rozteč prutů**

$$s_{l,min} = \max(1,2 * \emptyset_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$d_g = 16 \text{ mm}$$

$$s_l = 157 \text{ mm} \quad s_{l,min} = 21 \text{ mm}$$

$$s_l > s_{l,min}$$

**Vyhovuje****Posouzení návrhu:**

$$x = \frac{A_s * f_{yd}}{0,8 * b * f_{cd}}$$

$$x = 12,8 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,6 * x$$

$$z = 144,9 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A * z * f_{yd}$$

$$M_{Rd} = 29,68 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 24,44 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

**Vyhovuje**

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,09$$

$$\xi < 0,45$$

**Vyhovuje****Návrh 6 x  $\emptyset$ 10 mm/m' vyhovuje!**

**Návrh a posouzení výztuže desky AD nad podporou B směr y**

Vypracoval:

Daniel Rajman

**Materiály:**

ocel: B500B	$f_{yk} = 500,0$ MPa	
	$f_{yd} = 434,8$ MPa	
beton: C 30/37	$f_{ck} = 30,0$ MPa	$f_{ctm} = 2,9$ MPa
	$f_{cd} = 20,0$ MPa	
deska:	$h = 180$ mm	$b = 1000$ mm
krytí:	$c = 25$ mm	
Moment od zatížení:	$M_{Ed} = 19,60$ kNm	

**Návrh výztuže:**

volím:	$\emptyset = 10$ mm	$a_s = 79$ mm <sup>2</sup>
		$d = 140$ mm

$$A_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 * M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} \right)} \right)$$

$$A_{s,req} = 330 \text{ mm}^2$$

<b>Návrh:</b>	<b>5 <math>\emptyset</math> 10 mm</b>	$A_{s,prov} = 393$ mm <sup>2</sup>	$d = 140$ mm
---------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------

**Konstrukční zásady:****min. plocha výztuže**

$$A_{s,min} = \max \left( 0,26 * \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) * b_t * d; 0,0013 * b_t * d \right)$$

$$A_s = 393 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min} = 211 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_{s,min}$$

**Vyhovuje****max. plocha výztuže**

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c$$

$$A_s = 393 \text{ mm}^2 \quad A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_s < A_{s,max}$$

**Vyhovuje****max. rozteč prutů**

$$s_{max} = \min(2 * h; 300 \text{ mm})$$

$$s = 200 \text{ mm} \quad s_{max} = 300 \text{ mm}$$

$$s < s_{max}$$

**Vyhovuje****min. rozteč prutů**

$$s_{l,min} = \max(1,2 * \emptyset_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$d_g = 16 \text{ mm}$$

$$s_l = 190 \text{ mm} \quad s_{l,min} = 21 \text{ mm}$$

$$s_l > s_{l,min}$$

**Vyhovuje****Posouzení návrhu:**

$$x = \frac{A_s * f_{yd}}{0,8 * b * f_{cd}}$$

$$x = 10,7 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,6 * x$$

$$z = 135,7 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A * z * f_{yd}$$

$$M_{Rd} = 23,17 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 19,60 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

**Vyhovuje**

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,08$$

$$\xi < 0,45$$

**Vyhovuje****Návrh 5 x  $\emptyset$ 10 mm/m' vyhovuje!**

**Návrh a posouzení výztuže desky D nad podporou 1 směr x**

Vypracoval:

Daniel Rajman

**Materiály:**

ocel: B500B	$f_{yk} = 500,0$ MPa	
	$f_{yd} = 434,8$ MPa	
beton: C 30/37	$f_{ck} = 30,0$ MPa	$f_{ctm} = 2,9$ MPa
	$f_{cd} = 20,0$ MPa	
deska:	$h = 180$ mm	$b = 1000$ mm
krytí:	$c = 25$ mm	
Moment od zatížení:	$M_{Ed} = 0,00$ kNm	

**Návrh výztuže:**

volím:	$\emptyset = 10$ mm	$a_s = 79$ mm <sup>2</sup>
		$d = 140$ mm

$$A_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 * M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} \right)} \right)$$

$$A_{s,req} = 0 \text{ mm}^2$$

<b>Návrh:</b>	<b>4 <math>\emptyset</math> 10 mm</b>	$A_{s,prov} = 314$ mm <sup>2</sup>	$d = 140$ mm
---------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------

**Konstrukční zásady:****min. plocha výztuže**

$$A_{s,min} = \max \left( 0,26 * \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) * b_t * d; 0,0013 * b_t * d \right)$$

$$A_s = 314 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min} = 211 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_{s,min}$$

**Vyhovuje****max. plocha výztuže**

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c$$

$$A_s = 314 \text{ mm}^2 \quad A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_s < A_{s,max}$$

**Vyhovuje****max. rozteč prutů**

$$s_{max} = \min(2 * h; 300 \text{ mm})$$

$$s = 250 \text{ mm} \quad s_{max} = 300 \text{ mm}$$

$$s < s_{max}$$

**Vyhovuje****min. rozteč prutů**

$$s_{l,min} = \max(1,2 * \emptyset_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$d_g = 16 \text{ mm}$$

$$s_l = 240 \text{ mm} \quad s_{l,min} = 21 \text{ mm}$$

$$s_l > s_{l,min}$$

**Vyhovuje****Posouzení návrhu:**

$$x = \frac{A_s * f_{yd}}{0,8 * b * f_{cd}}$$

$$x = 8,5 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,6 * x$$

$$z = 136,6 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A * z * f_{yd}$$

$$M_{Rd} = 18,66 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

**Vyhovuje**

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,06$$

$$\xi < 0,45$$

**Vyhovuje****Návrh 4 x  $\emptyset$ 10 mm/m' vyhovuje!**

**Návrh a posouzení výztuže desky DE nad podporou 2 směr x**

Vypracoval:

Daniel Rajman

**Materiály:**

ocel: B500B	$f_{yk} = 500,0$ MPa	
	$f_{yd} = 434,8$ MPa	
beton: C 30/37	$f_{ck} = 30,0$ MPa	$f_{ctm} = 2,9$ MPa
	$f_{cd} = 20,0$ MPa	
deska:	$h = 180$ mm	$b = 1000$ mm
krytí:	$c = 25$ mm	
Moment od zatížení:	$M_{Ed} = 26,36$ kNm	

**Návrh výztuže:**

volím:	$\emptyset = 10$ mm	$a_s = 79$ mm <sup>2</sup>
		$d = 150$ mm

$$A_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 * M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} \right)} \right)$$

$$A_{s,req} = 417 \text{ mm}^2$$

**Návrh:** 6  $\emptyset$  10 mm  $A_{s,prov} = 471$  mm<sup>2</sup>  $d = 150$  mm

**Konstrukční zásady:****min. plocha výztuže**

$$A_{s,min} = \max \left( 0,26 * 0 \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) * b_t * d; 0,0013 * b_t * d \right)$$

$$A_s = 471 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min} = 226 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_{s,min}$$

**Vyhovuje****max. plocha výztuže**

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c$$

$$A_s = 471 \text{ mm}^2 \quad A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_s < A_{s,max}$$

**Vyhovuje****max. rozteč prutů**

$$s_{max} = \min(2 * h; 300 \text{ mm})$$

$$s = 167 \text{ mm} \quad s_{max} = 300 \text{ mm}$$

$$s < s_{max}$$

**Vyhovuje****min. rozteč prutů**

$$s_{l,min} = \max(1,2 * \emptyset_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$d_g = 16 \text{ mm}$$

$$s_l = 157 \text{ mm} \quad s_{l,min} = 21 \text{ mm}$$

$$s_l > s_{l,min}$$

**Vyhovuje****Posouzení návrhu:**

$$x = \frac{A_s * f_{yd}}{0,8 * b * f_{cd}}$$

$$x = 12,8 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,6 * x$$

$$z = 144,9 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A * z * f_{yd}$$

$$M_{Rd} = 29,68 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 26,36 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

**Vyhovuje**

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,09$$

$$\xi < 0,45$$

**Vyhovuje****Návrh 6 x  $\emptyset$ 10 mm/m' vyhovuje!**

**Návrh a posouzení výztuže desky EF nad podporou 3 směr x**

Vypracoval:

Daniel Rajman

**Materiály:**

ocel: B500B	$f_{yk} = 500,0$ MPa	
	$f_{yd} = 434,8$ MPa	
beton: C 30/37	$f_{ck} = 30,0$ MPa	$f_{ctm} = 2,9$ MPa
	$f_{cd} = 20,0$ MPa	
deska:	$h = 180$ mm	$b = 1000$ mm
krytí:	$c = 25$ mm	
Moment od zatížení:	$M_{Ed} = 24,44$ kNm	

**Návrh výztuže:**

volím:	$\emptyset = 10$ mm	$a_s = 79$ mm <sup>2</sup>
		$d = 150$ mm

$$A_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 * M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} \right)} \right)$$

$$A_{s,req} = 386 \text{ mm}^2$$

<b>Návrh:</b>	<b>6 <math>\emptyset</math> 10 mm</b>	$A_{s,prov} = 471$ mm <sup>2</sup>	$d = 150$ mm
---------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------

**Konstrukční zásady:****min. plocha výztuže**

$$A_{s,min} = \max \left( 0,26 * 0 \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) * b_t * d; 0,0013 * b_t * d \right)$$

$$A_s = 471 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min} = 226 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_{s,min}$$

**Vyhovuje****max. plocha výztuže**

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c$$

$$A_s = 471 \text{ mm}^2 \quad A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_s < A_{s,max}$$

**Vyhovuje****max. rozteč prutů**

$$s_{max} = \min(2 * h; 300 \text{ mm})$$

$$s = 167 \text{ mm} \quad s_{max} = 300 \text{ mm}$$

$$s < s_{max}$$

**Vyhovuje****min. rozteč prutů**

$$s_{l,min} = \max(1,2 * \emptyset_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$d_g = 16 \text{ mm}$$

$$s_l = 157 \text{ mm} \quad s_{l,min} = 21 \text{ mm}$$

$$s_l > s_{l,min}$$

**Vyhovuje****Posouzení návrhu:**

$$x = \frac{A_s * f_{yd}}{0,8 * b * f_{cd}}$$

$$x = 12,8 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,6 * x$$

$$z = 144,9 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A * z * f_{yd}$$

$$M_{Rd} = 29,68 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 24,44 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

**Vyhovuje**

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,09$$

$$\xi < 0,45$$

**Vyhovuje****Návrh 6 x  $\emptyset$ 10 mm/m' vyhovuje!**

**Návrh a posouzení výztuže desky A v poli ve směru x**

Vypracoval:

Daniel Rajman

**Materiály:**

ocel: B500B	$f_{yk} = 500,0$ MPa	
	$f_{yd} = 434,8$ MPa	
beton: C 30/37	$f_{ck} = 30,0$ MPa	$f_{ctm} = 2,9$ MPa
	$f_{cd} = 20,0$ MPa	
deska:	$h = 180$ mm	$b = 1000$ mm
krytí:	$c = 25$ mm	
Moment od zatížení:	$M_{Ed} = 12,97$ kNm	

**Návrh výztuže:**

volím:	$\emptyset = 10$ mm	$a_s = 79$ mm <sup>2</sup>
		$d = 150$ mm

$$A_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 * M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} \right)} \right)$$

$$A_{s,req} = 202 \text{ mm}^2$$

**Návrh:** 4  $\emptyset$  10 mm  $A_{s,prov} = 314$  mm<sup>2</sup>  $d = 150$  mm

**Konstrukční zásady:****min. plocha výztuže**

$$A_{s,min} = \max \left( 0,26 * \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) * b_t * d; 0,0013 * b_t * d \right)$$

$$A_s = 314 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min} = 226 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_{s,min}$$

**Vyhovuje****max. plocha výztuže**

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c$$

$$A_s = 314 \text{ mm}^2 \quad A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_s < A_{s,max}$$

**Vyhovuje****max. rozteč prutů**

$$s_{max} = \min(2 * h; 300 \text{ mm})$$

$$s = 250 \text{ mm} \quad s_{max} = 300 \text{ mm}$$

$$s < s_{max}$$

**Vyhovuje****min. rozteč prutů**

$$s_{l,min} = \max(1,2 * \emptyset_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$d_g = 16 \text{ mm}$$

$$s_l = 240 \text{ mm} \quad s_{l,min} = 21 \text{ mm}$$

$$s_l > s_{l,min}$$

**Vyhovuje****Posouzení návrhu:**

$$x = \frac{A_s * f_{yd}}{0,8 * b * f_{cd}}$$

$$x = 8,5 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,6 * x$$

$$z = 146,6 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A * z * f_{yd}$$

$$M_{Rd} = 20,02 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 12,97 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

**Vyhovuje**

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,06$$

$$\xi < 0,45$$

**Vyhovuje****Návrh 4 x  $\emptyset$ 10 mm/m' vyhovuje!**

**Návrh a posouzení výztuže desky D v poli ve směru x**

Vypracoval:

Daniel Rajman

**Materiály:**

ocel: B500B	$f_{yk} = 500,0$ MPa	
	$f_{yd} = 434,8$ MPa	
beton: C 30/37	$f_{ck} = 30,0$ MPa	$f_{ctm} = 2,9$ MPa
	$f_{cd} = 20,0$ MPa	
deska:	$h = 180$ mm	$b = 1000$ mm
krytí:	$c = 25$ mm	
Moment od zatížení:	$M_{Ed} = 13,39$ kNm	

**Návrh výztuže:**

volím:	$\emptyset = 10$ mm	$a_s = 79$ mm <sup>2</sup>
		$d = 150$ mm

$$A_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 * M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} \right)} \right)$$

$$A_{s,req} = 208 \text{ mm}^2$$

**Návrh:** 4  $\emptyset$  10 mm  $A_{s,prov} = 314$  mm<sup>2</sup>  $d = 150$  mm

**Konstrukční zásady:****min. plocha výztuže**

$$A_{s,min} = \max \left( 0,26 * \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) * b_t * d; 0,0013 * b_t * d \right)$$

$$A_s = 314 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min} = 226 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_{s,min}$$

**Vyhovuje****max. plocha výztuže**

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c$$

$$A_s = 314 \text{ mm}^2 \quad A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_s < A_{s,max}$$

**Vyhovuje****max. rozteč prutů**

$$s_{max} = \min(2 * h; 300 \text{ mm})$$

$$s = 250 \text{ mm} \quad s_{max} = 300 \text{ mm}$$

$$s < s_{max}$$

**Vyhovuje****min. rozteč prutů**

$$s_{l,min} = \max(1,2 * \emptyset_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$d_g = 16 \text{ mm}$$

$$s_l = 240 \text{ mm} \quad s_{l,min} = 21 \text{ mm}$$

$$s_l > s_{l,min}$$

**Vyhovuje****Posouzení návrhu:**

$$x = \frac{A_s * f_{yd}}{0,8 * b * f_{cd}}$$

$$x = 8,5 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,6 * x$$

$$z = 146,6 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A * z * f_{yd}$$

$$M_{Rd} = 20,02 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 13,39 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

**Vyhovuje**

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,06$$

$$\xi < 0,45$$

**Vyhovuje****Návrh 4 x  $\emptyset$ 10 mm/m' vyhovuje!**

**Návrh a posouzení výztuže desky A v poli ve směru y**

Vypracoval:

Daniel Rajman

**Materiály:**

ocel: B500B	$f_{yk} = 500,0$ MPa	
	$f_{yd} = 434,8$ MPa	
beton: C 30/37	$f_{ck} = 30,0$ MPa	$f_{ctm} = 2,9$ MPa
	$f_{cd} = 20,0$ MPa	
deska:	$h = 180$ mm	$b = 1000$ mm
krytí:	$c = 25$ mm	
Moment od zatížení:	$M_{Ed} = 10,10$ kNm	

**Návrh výztuže:**

volím:	$\emptyset = 10$ mm	$a_s = 79$ mm <sup>2</sup>
		$d = 140$ mm

$$A_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 * M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} \right)} \right)$$

$$A_{s,req} = 168 \text{ mm}^2$$

**Návrh:** 4  $\emptyset$  10 mm  $A_{s,prov} = 314$  mm<sup>2</sup>  $d = 140$  mm

**Konstrukční zásady:****min. plocha výztuže**

$$A_{s,min} = \max \left( 0,26 * 0 \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) * b_t * d; 0,0013 * b_t * d \right)$$

$$A_s = 314 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min} = 211 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_{s,min}$$

**Vyhovuje****max. plocha výztuže**

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c$$

$$A_s = 314 \text{ mm}^2 \quad A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_s < A_{s,max}$$

**Vyhovuje****max. rozteč prutů**

$$s_{max} = \min(2 * h; 300 \text{ mm})$$

$$s = 250 \text{ mm} \quad s_{max} = 300 \text{ mm}$$

$$s < s_{max}$$

**Vyhovuje****min. rozteč prutů**

$$s_{l,min} = \max(1,2 * \emptyset_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$d_g = 16 \text{ mm}$$

$$s_l = 240 \text{ mm} \quad s_{l,min} = 21 \text{ mm}$$

$$s_l > s_{l,min}$$

**Vyhovuje****Posouzení návrhu:**

$$x = \frac{A_s * f_{yd}}{0,8 * b * f_{cd}}$$

$$x = 8,5 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,6 * x$$

$$z = 136,6 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A * z * f_{yd}$$

$$M_{Rd} = 18,66 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 10,10 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

**Vyhovuje**

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,06$$

$$\xi < 0,45$$

**Vyhovuje****Návrh 4 x  $\emptyset$ 10 mm/m' vyhovuje!**



**Návrh a posouzení výztuže desky D v poli ve směru y**

Vypracoval:

Daniel Rajman

**Materiály:**

ocel: B500B	$f_{yk} = 500,0$ MPa	
	$f_{yd} = 434,8$ MPa	
beton: C 30/37	$f_{ck} = 30,0$ MPa	$f_{ctm} = 2,9$ MPa
	$f_{cd} = 20,0$ MPa	
deska:	$h = 180$ mm	$b = 1000$ mm
krytí:	$c = 25$ mm	
Moment od zatížení:	$M_{Ed} = 10,53$ kNm	

**Návrh výztuže:**

volím:	$\emptyset = 10$ mm	$a_s = 79$ mm <sup>2</sup>
		$d = 140$ mm

$$A_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 * M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} \right)} \right)$$

$$A_{s,req} = 175 \text{ mm}^2$$

<b>Návrh:</b>	<b>4 <math>\emptyset</math> 10 mm</b>	$A_{s,prov} = 314$ mm <sup>2</sup>	$d = 140$ mm
---------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------

**Konstrukční zásady:****min. plocha výztuže**

$$A_{s,min} = \max \left( 0,26 * \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) * b_t * d; 0,0013 * b_t * d \right)$$

$$A_s = 314 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min} = 211 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_{s,min}$$

**Vyhovuje****max. plocha výztuže**

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c$$

$$A_s = 314 \text{ mm}^2 \quad A_{s,max} = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_s < A_{s,max}$$

**Vyhovuje****max. rozteč prutů**

$$s_{max} = \min(2 * h; 300 \text{ mm})$$

$$s = 250 \text{ mm} \quad s_{max} = 300 \text{ mm}$$

$$s < s_{max}$$

**Vyhovuje****min. rozteč prutů**

$$s_{l,min} = \max(1,2 * \emptyset_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$$

$$d_g = 16 \text{ mm}$$

$$s_l = 240 \text{ mm} \quad s_{l,min} = 21 \text{ mm}$$

$$s_l > s_{l,min}$$

**Vyhovuje****Posouzení návrhu:**

$$x = \frac{A_s * f_{yd}}{0,8 * b * f_{cd}}$$

$$x = 8,5 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,6 * x$$

$$z = 136,6 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A * z * f_{yd}$$

$$M_{Rd} = 18,66 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 10,53 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

**Vyhovuje**

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,06$$

$$\xi < 0,45$$

**Vyhovuje****Návrh 4 x  $\emptyset$ 10 mm/m' vyhovuje!**