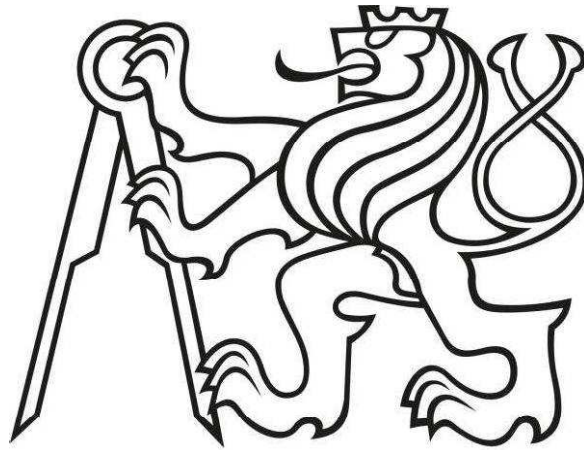


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra betonových a zděných konstrukcí



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Tomáš Lánský

SEZNAM PŘÍLOH:

A) Úvod bakalářské práce

B) Požárně bezpečnostní řešení stavby v rozsahu dokumentace pro územní rozhodnutí

C) Statická část

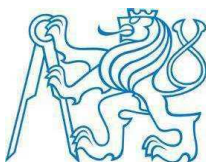
ÚVOD BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(příloha A)

Název projektu: Skladová hala s administrativní částí v Hořicích

Vypracoval: Tomáš Lánský

Datum: 28. května 2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra železobetonových a zděných konstrukcí

Požární řešení skladové haly s administrativní částí v Hořicích

Fire desing of a storage hall with an administrative part in Hořice

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

Vedoucí práce: Ing. Radek Štefan, Ph.D., Ing. Martin Benýšek

Tomáš Lánský

Praha 2017


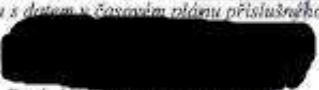


ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


Příjmení: Lánský	Jméno: Tomáš	Osobní číslo: 412632
Zadávající katedra: Katedra betonových a zděných konstrukcí		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Požární bezpečnost staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Požární řešení skladové haly s administrativní částí v Hořicích	
Název bakalářské práce anglicky: Fire desing of storage hall with administrative part in Hořice	
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: Ing. Radek Štefan, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 1. 3. 2017	Termín odevzdání bakalářské práce: 28. 5. 2017 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
 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“.

28.2. 2017 Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)
-------------------------------------	---

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V dne

.....

podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat především svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Radku Štefanovi, Ph.D. a panu Ing. Martinu Benýškovi za vstřícnost a velmi užitečné rady které mě poskytnuli během konzultací mé bakalářské práce. Dále děkuji rodičům, že mě svou podporou nasměřovali tou správnou cestou a umožnili mě studovat na vysoké škole. V neposlední řadě patří dík také mé přítelkyni Janě Svobodové za trpělivost a podporu v časech kdy to bylo nejvíce potřeba.

Anotace

Předmětem této bakalářské práce je požární řešení skladové haly s administrativní částí na základě zadaného stavebně architektonického řešení. Práce obsahuje část statickou a část požárně bezpečnostního řešení stavby. Hlavním cílem je provést revizi zadaného stavebně architektonického řešení. Požárně bezpečnostní řešení je zpracováno ve stupni dokumentace pro územní rozhodnutí doplněné o stanovení požadovaných požárních odolností vybraných nosných prvků. Statická část zahrnuje návrh konstrukčního systému objektu, návrh rozměrů nosných prvků a následné podrobné navržení a posouzení vybraných prvků konstrukce jak za běžné teploty, tak při požární situaci.

Klíčová slova

Skladová část, administrativní část, železobeton, statický výpočet, konstrukční systém, požárně bezpečnostní řešení, požární odolnost, zatížení, únosnost

Annotation

The subject of this Bachelor's thesis is the fire design of a storage hall with an administrative part on the basis of the requested structural architectonic design. This Bachelor's thesis contains a static part and a part of the fire safety solution. The main objective is to carry out the revision of the architectural design. The fire safety solution is elaborated as a project for zoning decision including the required fire resistance of some structural elements. The static part includes the design of the structural system, design of dimensions of supporting structural elements and their assessment at normal temperature and during the fire situation.

Keywords

Storage part, administrative part, reinforced concrete, static design, structural system, fire safety solution, fire resistance, load, limit load

Podklady poskytnuté projekční kanceláří:

Veškeré podklady poskytnuté projekční kanceláří byly ve formě výkresů vytvořených v prostředí CAD. Tyto výkresy byly navíc doplněny technickou zprávou.

Výkresy:

- 1) Půdorys 1NP
- 2) Půdorys 2NP
- 3) Svislý řez
- 4) Podélný řez
- 5) Výkres odvodnění střechy
- 6) Detaily skladeb střešních a obvodových plášťů
- 7) Detaily skladeb podlah
- 8) Technické pohledy

V této bakalářské práci bylo na základě zhotovení požárně bezpečnostního řešení stavby a na základě statické části provedeno několik změn v tomto zadaném stavebně architektonickém řešení. Všechny tyto změny a úpravy jsou podrobněji popsány v technické zprávě přílohy 1 (statická část).

POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ
V ÚROVNÍ DOKUMENTACE PRO ÚZEMNÍ ROZHODNUTÍ
(příloha B)

Název projektu: Víceúčelová hala v Hořicích

Vypracoval: Tomáš Lánský

Datum: 28. května 2017

SEZNAM PŘÍLOH:

- 1) Požárně bezpečnostní řešení v úrovni dokumentace pro územní rozhodnutí
- 2) situace 1:500, A4

POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ STAVBY V ÚROVNI DOKUMENTACE PRO ÚZEMNÍ ROZHODNUTÍ

(příloha 1)

Název projektu: Víceúčelová hala v Hořicích

Vypracoval: Tomáš Lánský

Datum: 28. května 2017

Obsah

Obsah.....	1
1 Zkratky používané v textu.....	3
2 Seznam použitých podkladů pro zpracování	4
3 Úvod a požadavky	5
4 Stručný popis objektu.....	5
4.1 Urbanistické a dispoziční řešení.....	5
4.2 Konstrukční řešení.....	6
4.3 Technologie skladování	7
5 Návrh koncepce požární bezpečnosti	8
5.1 Konstrukční systém	8
5.2 Požární úseky	8
5.3 Vybavení objektu PBZ.....	10
5.4 Stanovení SPB pro PÚ N01.04 (sklad).....	10
5.4.1 Určení požárního zatížení	10
5.4.2 Určení ekvivalentní doby trvání požáru	11
5.4.3 Posouzení ekonomického rizika PÚ N01.04 (sklad)	11
5.5 Stanovení SPB pro PÚ N01.02/N02 (opravárenská dílna)	12
5.5.1 Určení požárního zatížení	12
5.5.2 Určení ekvivalentní doby trvání požáru	13
5.6 Stanovení SPB pro PÚ kanceláří	14
5.7 Požadavky na požární odolnosti konstrukcí.....	14
5.8 Stanovení odstupových vzdáleností.....	14
6 Zařízení pro protipožární zásah.....	16
6.1 Přístupové komunikace, nástupní plochy.....	16
6.2 Zásobování požární vodou.....	16

6.2.1	Vnější odběrná místa.....	16
6.2.2	Vnitřní odběrná místa.....	16
7	Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu	17
8	Závěr.....	17

1 Zkratky používané v textu

PÚ	požární úsek
ŽB	železobeton
NP	nadzemní podlaží
PO	požární odolnost
PBZ	požárně bezpečnostní zařízení
SPB	stupeň požární bezpečnosti
SHZ	samočinné hasící zařízení
EPS	elektronické požární signalizace
NAP	nástupní plocha
POP	požárně otevřená plocha
PUP	požárně uzavřená plocha
PNP	požárně nebezpečný prostor
JPO	jednotky požární ochrany

2 Seznam použitých podkladů pro zpracování

- [1] ČSN 73 0802. Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty (2009), změna Z1 (2013), změna Z2 (2015)
- [2] ČSN 73 0804. Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty (2010), změna Z1 (2013), změna Z2 (2013)
- [3] Vyhláška č. 246/2001 Sb. Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)
- [4] Vyhláška č. 23/2008 Sb. Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb. Leden 2008. Aktuální znění 27.09.2011.
- [5] Český úřad zeměměřický a katastrální. Nahlížení do katastru nemovitostí. [Online]
- [6] ČSN 73 0873. Požární bezpečnost staveb - Zásobování požární vodou. Praha Český normalizační institut, Červen 2003.
- [7] ČSN 73 0875. Požární bezpečnost staveb - Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, duben 2011.
- [8] POKORNÝ, Marek. Požární bezpečnost staveb – Sylabus pro praktickou výuku. Praha: ČVUT v Praze, 2014. 124 s. ISBN 978-80-01-05456-7.
- [9] Projektová dokumentace stavebně architektonického řešení objektu poskytnutá projekční kancelář.

3 Úvod a požadavky

Úkolem této části bakalářské práce je posoudit stavbu s ohledem na požární bezpečnost objektu, bezpečnost osob a s ohledem na její umístění. Zpráva PBR je zpracována v rozsahu pro územní rozhodnutí dle požadavků vyhlášky 246/2001 §41, odstavce 1.

4 Stručný popis objektu

4.1 Urbanistické a dispoziční řešení

Stavba bude umístěna na okraji města Hořice ve vznikající průmyslové zóně podél ulice Antonína Švehly a bude sloužit jako sklad a sídlo pro firmu obchodující s kancelářským nábytkem a kancelářskými potřebami. Jedná se objekt víceúčelové haly, která je rozdělena do dvou hlavních částí - administrativní a skladové (obr. 1). Okolní pozemek je řešený pro pohyb osobních i nákladních automobilů. Půdorysný tvar objektu je obdélníkový s rozměry 36,8 m x 18,4 m a celkovou zastavěnou plochou 680 m² (400 m² skladová část a 280 m² administrativní část). Střecha bude pro celou budovu plochá nepochozí nad administrativní částí ukončena atikou a nad skladovou částí okapem. V administrativní části má budova 2 nadzemní podlaží se shodným půdorysným tvarem a konstrukční výškou 3,7 m. Ve 1. NP administrativní části se nachází vstupní hala, kanceláře s hygienickým zařízením, opravárenská dílna a kotelna s plynovým kotlem (předpokládaný výkon kotle 40 kW). Ve 2. NP jsou kanceláře s hygienickým zařízením a opravárenská dílna. Skladová část budovy má pouze jedno nadzemní podlaží s výškou přes dvě kancelářská podlaží, které není rozděleno do více místností a celé slouží pro účely skladování. Do budovy vedou celkem 3 vstupy nacházející se v jižní obvodové stěně pro vstup do kancelářského prostoru, v západní obvodové stěně pro vstup do opravárenské dílny a v západní obvodové stěně pro vstup do skladové části. Povrchová úprava obvodového pláště bude trapézovým plechem s vodorovně orientovanými vlnami. V halové části se trapézový plech do úrovně 1 metr nad terénem nahradí pohledovou prefabrikovanou ŽB stěnou.



Obr. 1: Orientační půdorys 1. NP

4.2 Konstrukční řešení

Konstrukční systém obou částí je řešen jako ŽB prefabrikovaný tyčový skelet. Nosné konstrukce stropu a střechy budou provedeny z prefabrikovaných předpjatých dutinových panelů Spiroll. Tyto panely budou uloženy na prefabrikované vazníky tvaru „T“ v oblasti skladové části a na prefabrikované průvlaky obdélníkového tvaru v části administrativní. Sloupy budou čtvercového tvaru rozmístěny v rastru 5,3 m x 9,0 m pro skladovou část a 6,0 m x 7,6 m pro administrativní část. Prostorovou tuhost objektu zajišťují železobetonové prefabrikované stěny umístěné v schodišťovém prostoru a mezi některými sloupy. Dále je prostorová tuhost zajištěna vetknutými sloupy v kombinaci s tuhými střešními tabulí. Po obvodě objektu jsou navíc na úrovni stropu nad 1.NP a 2.NP (administrativní část) a na úrovni střechy (skladová část) navržena železobetonová prefabrikovaná ztužidla, která jsou kloubově uložena na sloupy.

4.3 Technologie skladování

Skladovat se bude kancelářský nábytek. Zboží bude uloženo v příhradových regálech, skladovací výška nepřesáhne 5 m. Pro manipulaci se skladovaným zbožím se předpokládá použití vysokozdvížných vozíků.

5 Návrh koncepce požární bezpečnosti

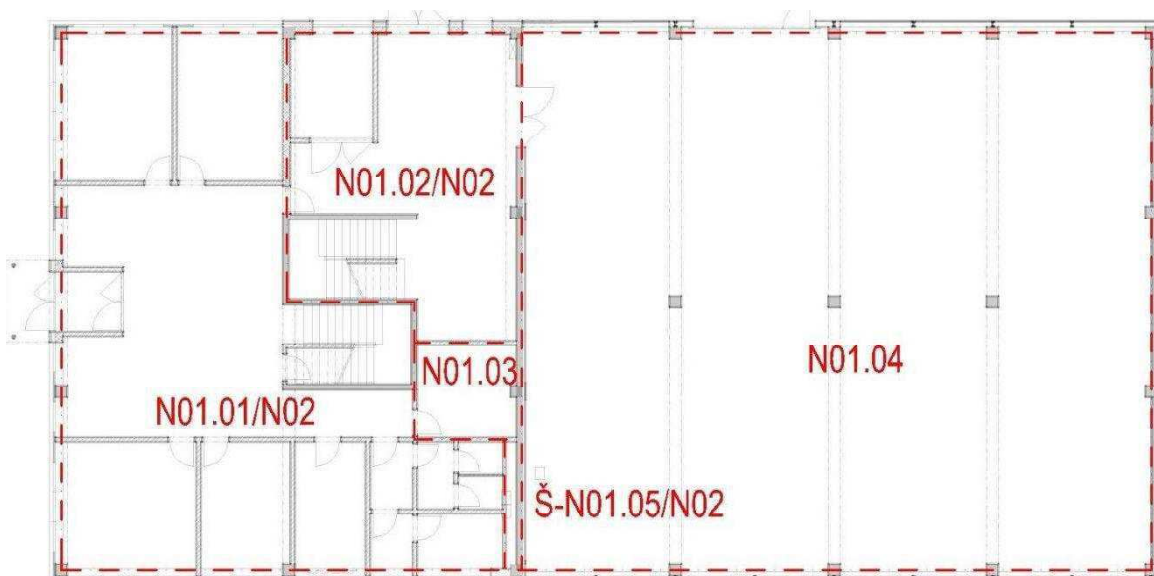
V případě administrativní části se bude postupovat dle ČSN 730802 a ČSN 730804. Část skladová se bude řešit dle ČSN 730804 nikoliv dle ČSN 730845, protože objekt splňuje podmínku uvedenou v ČSN 730845, 4.1, c), jelikož má požární úsek skladu plochu 383 m^2 . Nachází se sice v objektu, který je vícepodlažní ale zároveň splňuje podmínku uvedenou v ČSN 730845, 4.1.1, protože v místě, kde je budova rozdělena na administrativní a skladovou část, bude požární stěna z prefabrikovaných ŽB dílců uložených na ŽB průvlaky mezi nosnými sloupy. Tyto konstrukce zůstanou stabilní při všech variantách požáru (požár v administrativní části nebo požár ve skladové části) a požadovaná požární odolnost těchto konstrukcí bude vyhodnocena dle ČSN 730804, tabulka 10, položka 1d (požární stěna mezi objekty).

5.1 Konstrukční systém

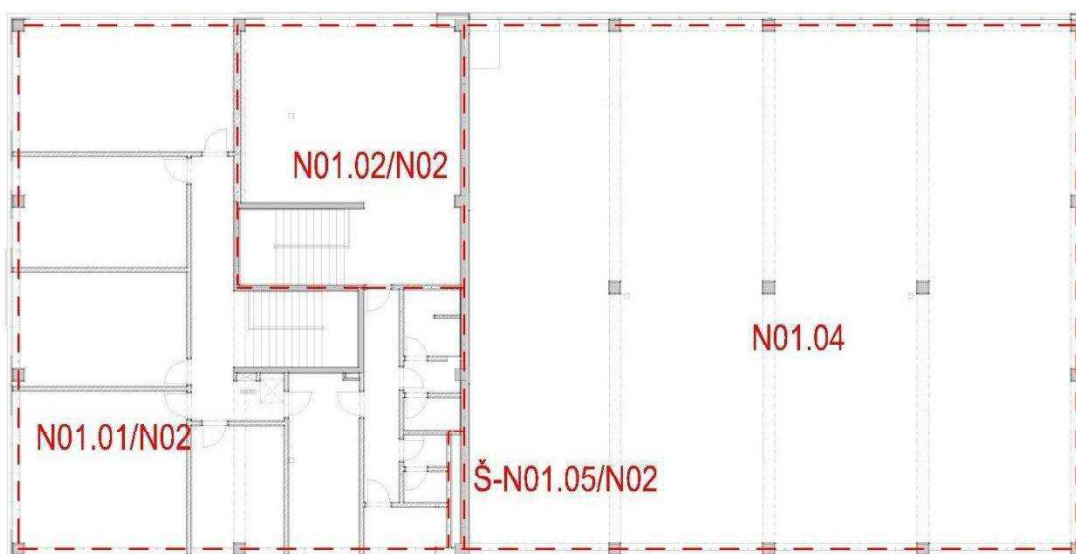
Všechny nosné konstrukce jsou druhu DP1 konstrukční systém budovy je hodnocen jako nehořlavý. Požární výška budovy je 3,7 m v administrativní části a 0,0 m ve skladové části, vodorovné požární pásy mezi okny tedy nemusí být řešeny. Budova je požárně řešena jako 2 požárně oddělené objekty z tohoto důvodu je potřeba umístit svislé požární pásy mezi administrativní a skladovou část. Šířka těchto požárních pásů musí být minimálně 1,2 m. Povrchová úprava obvodového pláště pro obě části budovy je trapézovým plechem. Tepelná izolace, která je součástí obvodového pláště administrativní části je z minerální vlny (třída reakce na oheň A1), obvodové stěny skladu jsou nezatepleny. Toto provedení zabraňuje šíření požáru z administrativní části do skladové a naopak, svislé požární pásy rovněž není potřeba navrhovat.

5.2 Požární úseky

Objekt je rozdělen do 5 PÚ. Samostatný PÚ tvoří instalační šachta, sklad kancelářského nábytku a kotelna (předpokládaný výkon kotle 40 kW). Dále je zde PÚ tvořený kanceláři se vstupní halou a PÚ tvořený dílnou pro drobné opravy nábytku s nářadovnou. Znázornění rozdělení objektu do PÚ je patrné z obrázků č. 2 a č. 3.



Obr. 2: Znáznornění rozdělení do PÚ 1. NP (orientačně bez vyznačení POP)



Obr. 3: Znáznornění rozdělení do PÚ 2. NP (orientačně bez vyznačení POP)

Požární úseky splňují omezení pro maximální rozměry požárních úseku dle [1], tabulky 9. jelikož PÚ N01.01/N02 (kanceláře) a PÚ N01.02/N02 jsou pře 2 NP, je provedeno posouzení maximálního počtu podlaží dle ČSN 73 0802 kapitoly 7.3.2. Toto posouzení je provedeno v kapitole 5.5 a 5.6.

Pro potřebu posouzení PO některých nosných prvků a pro potřebu stanovení odstupových vzdáleností byl určen stupeň požární bezpečnosti pro PÚ N01.04 (sklad), PÚ N01,02/N02 (opravárenská dílna) a pro PÚ N01.01/N02 (kancelářský prostor).

5.3 Vybavení objektu PBZ

- Zhodnocení potřeby vybavení PÚ N01.04 (sklad) SHZ a samočinným odvětrávacím zařízením:

Těmito PBZ musí být vybaveny požární úseky, jejichž

půdorysná plocha je větší než $0,5 S_{max}$

$$S = 383,1 \text{ m}^2 \leq 0,5 \cdot S_{max} = 0,5 \cdot 3090,9 = 1545,45 \text{ m}^2$$

Podmínky uvedené v [2], 7.2.7 a 7.2.8 jsou splněny.

→ **Nemusí být vybaven SHZ ani samočinným odvětrávacím zařízením**

- Zhodnocení vybavení PÚ N01.04 (sklad) EPS:

PÚ není ani jedním z případů uvedených v ČSN 73 0875, 4.2.2

→ **EPS není nutné navrhovat**

5.4 Stanovení SPB pro PÚ N01.04 (sklad)

5.4.1 Určení požárního zatížení

Požární zatížení: $p = p_n + p_s = 1222 + 10 = 1232 \text{ kg/m}^2$

- Nahodilé požární zatížení:

Uskladňovaný kancelářský nábytek v PÚ skladu o půdorysné ploše 383 m^2 bude uložen v regálech o celkové půdorysné ploše 144 m^2 a průměrné výšce regálu 5 m .

Objem uskladňovaného materiálu je tedy 720 m^3 . Uvažováno je uskladnění dřevěných výrobků s průměrnou hodnotou objemové tíhy $\rho = 650 \text{ kg/m}^3$.

Hmotnost uskladněného zboží je $M_i = 720 \cdot 650 = 468\,000 \text{ kg}$ a součinitel ekvivalentního množství dřeva $K_i = 1$ (jedná se o dřevo).

$$p_n = \frac{\sum_i^j M_i \cdot K_i}{S} = \frac{468\,000 \cdot 1}{383} = 1222 \text{ kg/m}^2$$

- Stálé požární zatížení: $p_s = 10 \text{ kg/m}^2$ dle [2], 6.3.5

5.4.2 Určení ekvivalentní doby trvání požáru

- Ekvivalentní doba trvání požáru:

$$\tau_e = \frac{2 \cdot p \cdot c}{k_3 \cdot F_o^{1/6}} [\text{min}]$$

Vzhledem k vysokému požárnímu zatížení spočtenému v kapitole 5.4.1 se bude bezpečně uvažovat maximální možná hodnota ekvivalentní doby trvání požáru dle [2], příloha A:

$$\rightarrow \tau_e = 180 \text{ min}$$

- Součinitel bezpečnosti:

$$k_8 = \frac{k_5 \cdot k_6}{2,4} = \frac{1 \cdot 1}{2,4} = 0,4167 \text{ dle [2], 8.4.1}$$

$$k_5 = \sqrt{n_p} = \sqrt{1} = 1 \quad \text{dle [2], 7.3.1}$$

$$k_6 = 1 \quad \text{dle [2], 7.3.2}$$

SPB se určí pomocí součinu τ_e a k_8 dle [2], 8.2.1, tabulka 8

$$\tau_e \cdot k_8 = 180 \cdot 0,4167 = 75 \rightarrow \text{III. SPB}$$

5.4.3 Posouzení ekonomického rizika PÚ N01.04 (sklad)

- Pravděpodobnost vzniku a rozšíření požáru:

$$p_1 = 1 \quad \text{dle [2], příloha E, položka 4.13}$$

- Index pravděpodobnosti vzniku a rozšíření požáru:

$$P_1 = p_1 \cdot c = 1 \cdot 1 = 1$$

- Pravděpodobnost vyjadřující rozsah škod způsobených požárem:

$$p_2 = 0,06 \quad \text{dle [2], příloha E, položka 4.1.13}$$

- Index pravděpodobnosti rozsahu škod způsobených požárem:

$$P_2 = p_2 \cdot S \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 = 0,06 \cdot 383,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,9 = 43,7$$

$$k_6, k_5 \quad (\text{viz. 5.4.2})$$

$$k_7 = 1,9 \quad \text{dle [2], 7.4.1, tabulka 7}$$

- Hodnoty indexů P_1 a P_2 musí odpovídat mezním hodnotám:

$$P_1 \leq 0,1 + \frac{5 \cdot 10^4}{P_2^{1,5}} \quad 1 \leq 0,1 + \frac{5 \cdot 10^4}{43,7^{1,5}} = 173,1 \quad \text{splněno}$$

$$P_2 \leq \left(\frac{5 \cdot 10^4}{P_1 - 0,1} \right)^{2/3} \quad 43,7 \leq \left(\frac{5 \cdot 10^4}{1 - 0,1} \right)^{2/3} = 1456 \quad \text{splněno}$$

- Mezní půdorysná plocha PÚ:

$$S = 383,1 \text{ m}^2 \leq S_{max} = \frac{P_{2,mezni}}{p_2 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7} = \frac{1456}{0,06 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,9} = 12771 \text{ m}^2 \quad \text{splněno}$$

5.5 Stanovení SPB pro PÚ N01.02/N02 (opravárenská dílna)

5.5.1 Určení požárního zatížení

- Požární zatížení: $p = p_n + p_s \quad p = 75 + 10 = 85 \text{ kg/m}^2$
- Proměnné požární zatížení: $p_n = 75 \text{ kg/m}^2 \quad \text{dle [1], tabulka A.1, položka 9.4}$
- Stálé požární zatížení: $p_s = 10 \text{ kg/m}^2 \quad \text{dle [2], 6.3.5}$
- Maximální počet podlaží PÚ N01.02/N02 (opravárenská dílna):

$$z = \frac{180 \text{ kg/m}^2}{p_v} = \frac{180}{85} = 2,11 \rightarrow \text{PÚ může být přes 2 NP}$$

5.5.2 Určení ekvivalentní doby trvání požáru

$$\tau_e = \frac{2 \cdot p \cdot c}{k_3 \cdot F_o^{1/6}} \text{ [min]}$$

- Součinitel vlivu požárně bezpečnostního zařízení: $c = 1$
- Součinitel vyjadřující závislost plochy PÚ a povrchové plochy stavebních konstrukcí:

$$k_3 = 3,43 \quad \text{dle [2], tabulka 2, 6.4.5}$$

- Parametr odvětrání:

$$F_o = \frac{\sum S_{oi} \cdot h_{oi}^{1/2}}{S_k}$$

- Plocha stavebních konstrukcí uvnitř PÚ:

$$S_k = k_3 \cdot S = 3,43 \cdot 107,5 = 368,7 \text{ m}^2$$

- Plocha a výška otvorů PÚ:

	okno 1	okno 2	okno 3
$S_o \text{ [m}^2\text{]}$	14	2	4
$h_o \text{ [m]}$	2	2	2

$$F_o = \frac{14 \cdot \sqrt{2} + 2 \cdot \sqrt{2} + 4 \cdot \sqrt{2}}{368,7} = 0,0767$$

- Ekvivalentní doba trvání požáru:

$$\tau_e = \frac{2 \cdot 85 \cdot 1}{3,45 \cdot 0,0767^{1/6}} = 75,59 \text{ min}$$

- Součinitel bezpečnosti:

$$k_8 = \frac{k_5 \cdot k_6}{2,4} = \frac{1,41 \cdot 1}{2,4} = 0,5875 \quad \text{dle [2], 8.4.1}$$

$$k_5 = \sqrt{n_p} = \sqrt{2} = 1,41 \quad \text{dle [2], 7.3.1}$$

$$k_6 = 1 \quad \text{dle [2], 7.3.2}$$

SPB se určí pomocí součinu τ_e a k_8 dle [2], 8.2.1, tabulka 8

$$\tau_e \cdot k_8 = 75,59 \cdot 0,5875 = 44,41 \rightarrow \text{II. SPB}$$

5.6 Stanovení SPB pro PÚ kanceláří

Požární zatížení: $p_v = 42 \text{ kg/m}^2$ dle [1], přílohy B, tabulky B.1, položky 1

\rightarrow II. SPB dle [1], 7.2.1, tabulka 8

Maximální počet podlaží:

$$z = \frac{180 \text{ kg/m}^2}{p_v} = \frac{180}{42} = 4,29 \rightarrow \text{PÚ může být přes 2 NP}$$

5.7 Požadavky na požární odolnosti konstrukcí

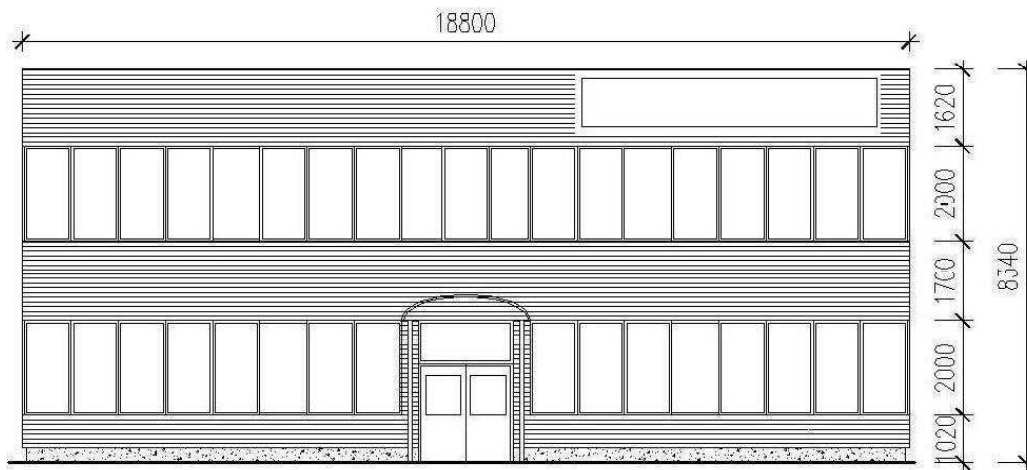
Požadované PO jsou určeny dle [2], tabulka 10. Posouzení bude provedeno ve statickém výpočtu pro mezní stav R (nosnost) pouze pro vnitřní sloup a nosnou konstrukci střechy v PÚ N01.04 (sklad).

Požadované PO nosných ŽB konstrukcí:	Nosné konstrukce střechy	30 min
	Sloup	30 min

5.8 Stanovení odstupových vzdáleností

PNP se vymezuje z hlediska sálání tepla z POP a z hlediska možnosti odpadávání hořících částí konstrukcí. V tomto objektu jsou POP pouze okenní otvory (obvodový a střešní plášť je posouzen jako PUP) a odpadávání hořících částí konstrukcí zde nehrozí.

Odstupové vzdálenosti budou spočteny pouze pro západní obvodovou stěnu (PÚ N01.01/N02, kanceláře), kde se předpokládá hodnota odstupové vzdálenosti nejvyšší (největší procento POP). Pro ostatní stěny objektu se bude konzervativně uvažovat stejná hodnota odstupové vzdálenosti jako pro tuto stěnu.



Obr. 4: Západní obvodová stěna (okna kanceláří)

- Procento POP:

$$p_o = \frac{S_{po}}{l * h_u} = \frac{70,5}{18,8 * 6,72} = 0,56 \cong 60\% \text{ dle [1], 10.4.8}$$

Odstupová vzdálenost se určí dle [1], přílohy F, tabulky F.1:

$$p_v = 42 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \mathbf{d = 8,13 \text{ m}}$$

6 Zařízení pro protipožární zásah

6.1 Přístupové komunikace, nástupní plochy

Prostor před severní stěnou objektu je řešen jako manipulační a parkovací plocha pro osobní i nákladní automobily. Příjezd je zajištěn z ulice Antonína Rudly, která má dva jízdní pruhy a celkovou šířku vozovky 8 m. Tímto je tedy umožněn příjezd požárních vozidel až do bezprostřední vzdálenosti k budově. Podmínky uvedené v [2], 13.2 jsou splněny. NAP není třeba zřizovat, jelikož požární výška budovy je nejvýše $h = 3,7 \text{ m} < 9 \text{ m}$ dle [2], 13.4.4

6.2 Zásobování požární vodou

6.2.1 Vnější odběrná místa

Zásobování vodou pro hašení požáru jednotkami požární ochrany je zajištěno díky nadzemnímu požárnímu hydrantu, který se nachází ve vzdálenosti 35,1 m od budovy na vodovodním řadu. Jedná se o hydrant s jmenovitou světlostí DN 125 mm. Umístění je patrné z výkresu situace (příloha č.2).

Toto provedení musí splňovat požadavky dle ČSN 73 0873:

- Maximální vzdálenost od objektu dle ČSN 73 0873, tabulka 1:
 $150 \text{ m} \geq 45 \text{ m} \rightarrow$ splněno
- Minimální průtok dle ČSN 73 0873, tabulka 2:
9,5 l/s
- Minimální světlost potrubí dle ČSN 73 0873, tabulka 2:
 $125 \text{ mm} \leq 125 \text{ mm} \rightarrow$ splněno

6.2.2 Vnitřní odběrná místa

VPÚ N01.04 (sklad) bude zřízen nástěnný požární hydrant s tvarově stálou hadicí o jmenovité světlosti 25 mm a dosahem 40 m (30 m hadice +10 m dostřík) napojený na požární vodovod. V místě napojení hadice bude zajištěn přetlak minimálně 0,2 MPa a průtok vody alespoň 0,3 l/s. Tento hydrant je umístěn tak, že je zajištěna možnost provést hašení požáru ve všech místech všech požárních úseků. Dostřík 40 m (30 +10 m) je vyhovující.

7 Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu

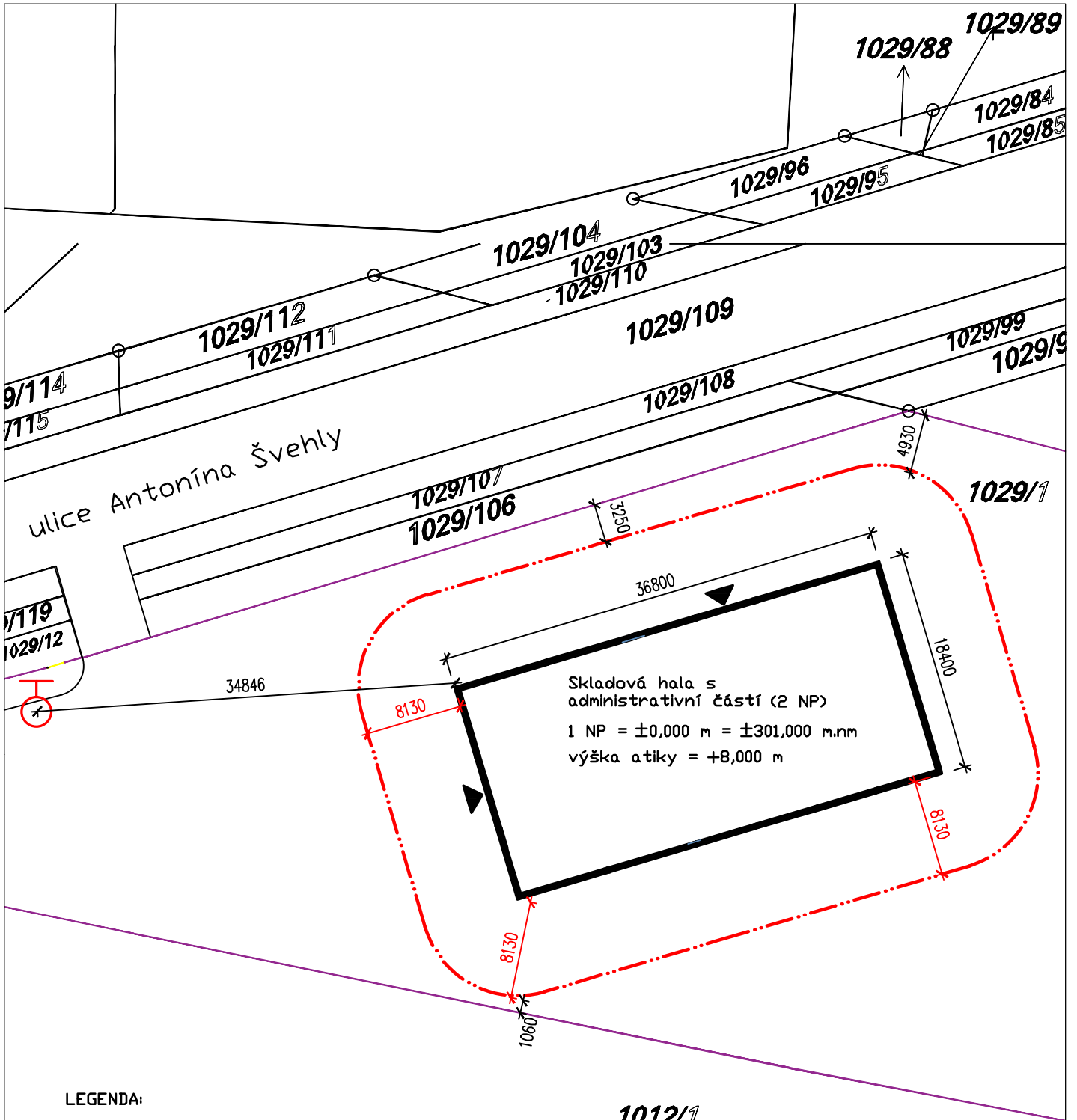
Objekt je situován v oblasti s dobou dojezdu jednotek HZS do 10 minut není zde potřeba zřizovat JPO podniku ani požární hlídky.

Vnitřní zásahová cesty nemusí být řešeny (objekt není ani jeden z případů uvedených v [2], 13.5.1).




Jelikož přístup na střechu není z vnitřku budovy umožněn, je potřeba zřídit vnější zásahovou cestu. Navržen bude svislý příčlový požární žebřík s možností napojení požární vody na jeden z žebříkových štěrínů.

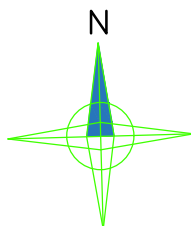
8 Závěr


Pokud budou dodrženy výše uvedené podmínky a požadavky, budova vyhovuje právním předpisům a normám v oblasti požární bezpečnosti staveb (v rozsahu pro územní rozhodnutí).



LEGENDA:

-  hranice požárně nebezpečného prostoru
-  vnější odběrné místo: nadzemní hydrant
-  hranice pozemku



JMÉNO STUDENTA:		
TOMÁŠ LÁNSKÝ		
133BAPQ – BAKALÁŘSKÁ PRÁCE VÍCEÚČELOVÁ HALA V HOŘICÍCH	ČVUT v Praze Fakulta stavební	ČÍSLO PŘÍLOHY: 2
SITUACE	MĚŘITKO: 1:500	FORMÁT: A4
	DATUM: 28.5. 2017	

STATICKÁ ČÁST

(příloha C)

Název projektu: Skladová hala s administrativní částí v Hořicích

Vypracoval: Tomáš Lánský

Datum: 28. května 2017

SEZNAM PŘÍLOH:

- 1) Technická zpráva
- 2) Statický výpočet
- 3) Výstup z programu Scia Eginer
- 4) Výkres skladby 1. NP
- 5) Výkres skladby 2. NP
- 6) Výkres výztuže vazníku V1
- 7) Výkres výztuže sloupu S1
- 8) Výpis dílců prefabrikované konstrukce
- 9) Technické listu panelů Spiroll

STATICKÁ ČÁST

TECHNICKÁ ZPRÁVA

(příloha 1)

Název projektu: Skladová hala s administrativní částí v Hořicích

Vypracoval: Tomáš Lánský

Datum: 28. května 2017

Obsah

0	Seznam použitých podkladů pro zpracování	3
0.1	Použitá literatura a normy.....	3
0.2	Použitý software.....	4
1	Základní popis konstrukčního řešení	5
1.1	Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby.....	5
1.2	Technické řešení stavby.....	6
1.3	Materiálové řešení stavby	6
2	Zatížení.....	7
2.1	Stálé zatížení	7
2.2	Proměnné zatížení.....	7
2.2.1	Užitné	7
2.2.2	Zatížení sněhem.....	8
2.2.3	Zatížení příčkami.....	8
2.2.4	Zatížení větrem.....	8
2.3	Zatížení při požární situaci.....	8
3	Základové konstrukce	10
3.1	Inženýrsko-geologický průzkum.....	10
3.2	Zemní práce	10
3.3	Základové konstrukce.....	10
4	Nosný systém.....	12
4.1	Svislé nosné konstrukce.....	12
4.2	Vodorovné nosné konstrukce	12
4.2.1	Stropní a střešní desky	12
4.2.2	Průvlaky a vazníky.....	12
4.3	Svislé komunikační prvky.....	13
4.4	Zajištění vodorovného ztužení	13
5	Ochrana nosných konstrukcí proti nepříznivým vlivům	14
5.1	Ochrana proti požáru	14

5.2	Ochrana proti korozi.....	14
6	Technologie a provádění stavby	15
6.1	Technologie betonáže	15
6.2	Osazování prefabrikátů.....	15
6.3	Zdění	16
7	Revize architektonického a stavebního řešení	17
8	Bezpečnost práce a ochrana zdraví.....	18

0 Seznam použitých podkladů pro zpracování

0.1 Použitá literatura a normy

- [1] ČSN EN 13670. *Provádění betonových konstrukcí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, červen 2010.
- [2] ČSN EN 1990 ed.2 - Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [3] ČSN EN 1991-1-1 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.
- [4] ČSN EN 1991-1-2 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-2: Obecná zatížení – zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru.
- [5] ČSN EN 1991-1-4 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-4: Obecná zatížení - zatížení větrem
- [6] ČSN EN 1991-1-3 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-3: Obecná zatížení - zatížení sněhem
- [7] ČSN EN 1992-1-1 - Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1992-1-2 (731201). Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Listopad 2006.
- [7] ČSN EN 206 (732403). Beton - specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, červenec 2014.
- [8] KOHOUTKOVÁ, Alena, Jaroslav PROCHÁZKA a Jitka VAŠKOVÁ. Navrhování železobetonových konstrukcí: příklady a postupy. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01- 05587-8.
- [9] Kovář, Martin. Vzor pro projektovou výuku - Technická zpráva, Statická část. Podpora projektové výuky betonových a zděných konstrukcí. [Online] 2015. [Citace: 23. Únor 2017.] http://concrete.fsv.cvut.cz/projekty/pdf/vzor_TZ.pdf.

[10] Novák, Josef, Josef Fládr, Vzor pro projektovou výuku – Zásady kreslení pro výkres tvaru, sestavy dílců a výztuže, Podpora projektové výuky betonových a zděných konstrukcí. [online] http://concrete.fsv.cvut.cz/projekty/pdf/Zasady_vykreslovani.pdf

[11] Procházka, Jaroslav, Karel Bauer, Příklady nosných betonových konstrukcí jedno a vícepodlažních budov, Editakční středisko ČVUT Praha 1, Husova 5, 1984

[12] Projektová dokumentace stavebně architektonického řešení poskytnutá projekční kanceláří: Půdorys 1. NP, Půdorys 2. NP, podélný řez, svislý řez, detaily skladeb stavebních konstrukcí.

0.2 Použitý software

Microsoft Office - Excel 2016

Microsoft Office - Word 2016

Autodesk Autocad 2016 – studentská verze

TempAnalysis - Výpočetní program pro teplotní analýzu průřezů vystavených účinkům požáru; Radek Štefan, Jaroslav Procházka, 2009-2010

RCC - Výpočetní program pro posouzení železobetonových sloupů; Josef Sura, Radek Štefan, Jaroslav Procházka, 2012

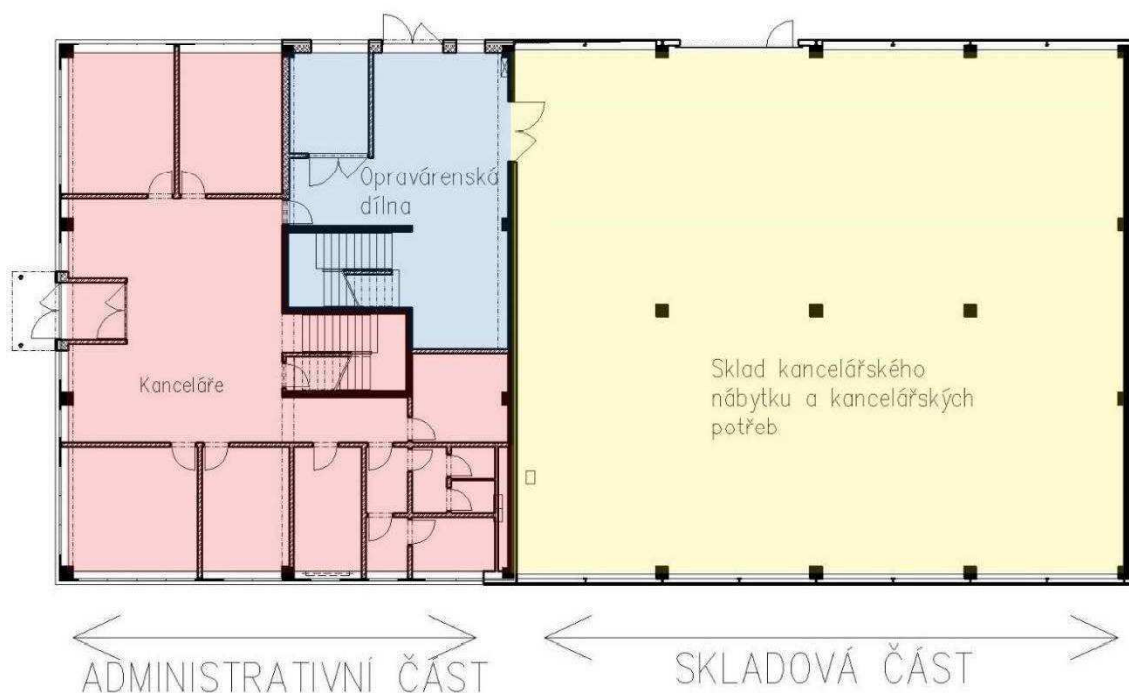
RCC_{fi} - Výpočetní program pro posouzení požární odolnosti železobetonových sloupů Josef Sura, Radek Štefan, Jaroslav Procházka, 2012

Scia enineer 16.1

1 Základní popis konstrukčního řešení

1.1 Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby

Jedná se o projekt víceúčelové haly, která bude sloužit jako sklad a sídlo pro firmu obchodující s kancelářským nábytkem. Budova je rozdělena do dvou hlavních částí - administrativní a skladové (obrázek 1). Půdorysný tvar objektu je obdélníkový s rozměry 37,2 m x 18,8 m a celkovou zastavěnou plochou 680 m² (400 m² skladová část a 280 m² administrativní část). Nejvyšší bod nosné konstrukce se nachází 8,9 m nad úrovní okolního terénu. Střecha bude pro celou budovu plochá nepochozí. V administrativní části má budova 2 nadzemní podlaží se shodným půdorysným tvarem a konstrukční výškou 3,7 m. V 1. NP administrativní části se nachází vstupní hala, kanceláře s hygienickým zařízením, opravárenská dílna a kotelna. Ve 2. NP administrativní části jsou kanceláře s hygienickým zařízením a opravárenská dílna. Skladová část budovy je řešena jako klasická jednopodlažní hala s konstrukční výškou přes dvě kancelářská podlaží, celá slouží pro účely skladování. Povrchová úprava obvodového pláště bude trapézovým plechem s vodorovně orientovanými vlnami. V halové části se trapézový plech do úrovně 1 metr nad terénem nahradí pohledovou prefabrikovanou ŽB stěnou.



Obr. 1: Orientační půdorys.1. NP

1.2 Technické řešení stavby

Nosný systém budovy je řešen jako ŽB prefabrikovaný tyčový skelet. Navržený objekt bude založen hlubinně na vrtaných pilotách. Piloty jsou navrženy pod každým sloupem a pod schodišťovými stěnami a jsou zakončeny vrtanou kalichovou patkou. Po obvodě objektu a pod stěny jsou navrženy železobetonové prefabrikované základové prahy. Nosné konstrukce stropu a střechy budou provedeny z prefabrikovaných předpjatých dutinových panelů Spiroll kloubově uložených na prvky skeletu. Schodiště jsou dvouramenné řešené jako ŽB prefabrikované. Prostorovou tuhost objektu zajišťují železobetonové prefabrikované stěny umístěné v schodišťovém prostoru a mezi některými sloupy. Dále je prostorová tuhost zajištěna vetknutými sloupy v kombinaci s tuhými střešními tabulí. Po obvodě objektu jsou navíc na úrovni stropu nad 1.NP a 2.NP (administrativní část) a na úrovni střechy (skladová část) navržena železobetonová prefabrikovaná ztužidla, která jsou kloubově uložena na sloupy.

1.3 Materiálové řešení stavby

Všechny nosné konstrukce skeletu jsou ze železobetonu.

- Základové konstrukce: beton C25/30
- Prefabrikované ŽB dílce: beton C30/37 XC3, XF1-CI 0.2, D_{\max} 16 mm
- Zálivka panelů Spiroll: beton C20/25
- Výztuž železobetonových konstrukcí: ocel B500B

2 Zatížení

2.1 Stálé zatížení

Vlastní tíha ŽB prefabrikovaných konstrukcí je uvažována 25 kN/m^3 . Pro panely Spiroll je plošná tíha určena dle technického listu těchto panelů (příloha č. 9). Plošné zatížení od jednotlivých skladeb podlah a střešních plášťů je rozepsáno ve statickém výpočtu.

Charakteristické hodnoty zatížení od jednotlivých skladeb:

- podlaha, oblast kanceláří:

$$g_k = 1,592 \text{ kN/m}^2$$

- podlaha, oblast opravárenské dílny:

$$g_k = 1,642 \text{ kN/m}^2$$

- střešní plášť, administrativní část:

$$g_k = 1,528 \text{ kN/m}^2$$

- střešní plášť skladová část:

$$g_k = 0,1 \text{ kN/m}^2$$

Poznámka:

Střešní plášť nad skladovou částí objektu je tvořen pouze hydroizolací (Skladová část je nevytápěným prostorem, takže zde není potřeba tepelné izolace. Spádování je zajištěno sklonem nosných konstrukcí), proto je hodnota g_k v tomto případě pouze $0,1 \text{ kN/m}^2$.

2.2 Proměnné zatížení

2.2.1 Užité

Charakteristické hodnoty zatížení v různých částech objektu:

- Strop - kancelářská oblast:

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

- Strop - oblast opravárenské dílny:

Kategorie E.1 $q_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$

- Střecha pro celý objekt:

Nepochází s výjimkou běžné údržby a oprav, ve výpočtu se tato hodnota neprojeví, protože je nižší než stanovené zatížení sněhem.

Kategorie H $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

2.2.2 Zatížení sněhem

Budova se nachází v Hořicích ve sněhové oblasti III, střecha budovy je plochá a okolní terén je s normální typografií. Nebude tedy docházet k významným přesunům sněhu vlivem větru. Stanoveno bylo charakteristické zatížení sněhem $1,5 \text{ kN/m}^2$.

2.2.3 Zatížení příčkami

V administrativní části objektu budou umístěny sádkartonové příčky tloušťky 150 mm. Liniové zatížení od těchto příček je $1,26 \text{ kN/m}$. Lze uvažovat náhradní proměnné rovnoměrné zatížení stropní konstrukce: $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$

2.2.4 Zatížení větrem

Budova se nachází ve větrné oblasti II. Stanoveny byl základní tlak větru:

$$q_b = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

2.3 Zatížení při požární situaci

Zatížení při požární situaci bude uvažováno dle ČSN EN 1990 jako zatížení při mimořádné návrhové situaci. Součinitele spolehlivosti materiálů při požární situaci jsou uvažovány:

$$\gamma_{fi} = 1$$

Kombinace zatížení při požární situaci:

$$E_{d,fi} = E\{G_{k,j}; P; A_d; (\psi_{1,1} \text{ nebo } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1}; \psi_{2,1} \cdot Q_{k,i}\}$$

kde $G_{k,j}$ charakteristická hodnota j-tého stálého zatížení

P příslušná reprezentativní hodnota zatížení od předpětí

A_d	návrhová hodnota mimořádného (požárního) zatížení
$\psi_{1,1}$	součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení
$\psi_{2,1}$	součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení
$Q_{k,1}$	charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení
$Q_{k,i}$	charakteristická hodnota i-tého proměnného zatížení

V požárně bezpečnostním řešení pro tento objekt (příloha B bakalářské práce) byl stanoven SPB pro některé PÚ a na základě toho byla určena požadovaná požární odolnost nosných ŽB prvků dle ČSN 73 0804, tabulka 10. V rámci statického výpočtu jsou posouzeny požadované požární odolnosti u 3 prvků konstrukce.

- | | |
|---|--------------------|
| 1) Vnitřní sloup S1 (PÚ skladu, II. SPB): | požadovaná PO R30 |
| 2) Vazník V1 (PÚ skladu, III. SPB): | požadovaná PO R30 |
| 3) Stropní deska (PÚ kanceláří, II. SPB) | požadovaná PO RE30 |

3 Základové konstrukce

3.1 Inženýrsko-geologický průzkum

V zájmovém území byl proveden inženýrsko-geologický průzkum. Na staveništi haly byly zjištěny jednoduché základové poměry. Hladina podzemní vody byla zaznamenána pouze jednou sondou v hloubce 5 m pod úroveň terénu. Dle IG průzkumu musí být základová spára ihned po odkrytí vybetonována nebo zakryta vrstvou kameniva či štěrkopísku. Základová spára nesmí přezimovat, agresivní podzemní voda se nepředpokládá.

3.2 Zemní práce

Před tím, než se zahájí zemní prací se objekt vytyčí lavičkami a zřetelně se označí výškový bod, od kterého se určují všechny příslušné výšky. Vlastní zemní práce budou zahájeny skryvkou ornice, která se vhodně umístí poblíž stavební parcely a po dokončení stavby bude využita k finálním terénním úpravám pozemku. Odvoz ornice budou zajišťovat nákladní automobily Tatra T815-2 6x6. Vrty pro piloty budou provedeny pomocí vrtných hrnců (šap) technologií rotačního náběrového vrtání za sucha. S ohledem na IG průzkum se předpokládá, že v celém procesu instalace zůstanou piloty dostatečně stabilní, takže se bude vrtat bez pažení. Následně budou provedeny výkopy pro základové prahy a rozvody inženýrských sítí. Zemní práce budou probíhat dle výsledků a doporučení geologického posudku parcely.

3.3 Základové konstrukce

Navržený objekt bude založen hlubině na vrtaných pilotách. Piloty jsou navrženy pod každým sloupem a pod schodišťovými stěnami. Piloty jsou navrženy \varnothing 600 mm a jejich délka je úměrná zatížení do pilot. Piloty jsou zakončeny vrtanou kalichovou patkou průměru 1300 mm. Pod schodišťovými stěnami je hlava piloty rozšířena na 900 mm.

Po obvodě objektu a pod stěnu dělicí kanceláře a halu jsou navrženy železobetonové prefabrikované základové prahy 300x600 mm, které jsou uloženy na kalichy. Tyto prahy budou zapuštěny do nezámrazné hloubky a budou sloužit jako podpora pro obvodový plášť. Uvnitř objektu jsou pod stěny schodiště navrženy železobetonové prefabrikované

základové prahy 300x500mm, které jsou uloženy na rozšířená záhlaví pilot.
V prefabrikovaných prazích budou připraveny otvory pro inženýrské sítě.

4 Nosný systém

4.1 Svislé nosné konstrukce

Jako svislé nosné konstrukce převládají ŽB prefabrikované sloupy, které jsou doplněny nosnými ŽB prefabrikovanými stěnami. Sloupy mají čtvercový průřez 400x400 mm. Stěny mají tloušťku 200 mm. Vyztužení ŽB prvků je zajištěno betonářskou výztuží B500B. Podrobný Návrh vyztužení vybraných prvků konstrukce je proveden ve statickém výpočtu (příloha č. 2).

4.2 Vodorovné nosné konstrukce

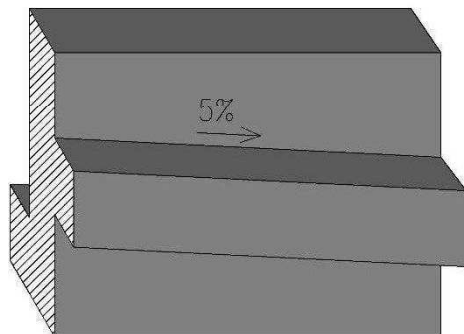
4.2.1 Stropní a střešní desky

Všechny stropní a střešní desky jsou prefabrikované z předpjatých dutinových panelů Spiroll. V objektu jsou navrženy tři různé typy těchto panelů. Panely PPD 219 (h=200 mm) v kancelářských prostorech, panely PPD 268 (h=265 mm) v opravárenské dílně, panely PPD 171 (h=160 mm) jako střešní deska nad administrativní částí objektu a panely PPD 165 (h=160 mm) jako střešní deska nad skladovou částí objektu. Tyto panely jsou vždy kloubově uloženy svým spodním lícem na příruby prefabrikovaných průvlaků, na konzoly prefabrikovaných stěn nebo na horní příruby prefabrikovaných vazníků. Jako zálivka mezi panely Spiroll je použit beton C 20/25. Prostupy pro instalační šachty budou řešeny pomocí ocelových výměn přes celou šířku panelu.

4.2.2 Průvlaký a vazníky

Průvlaký jsou navrženy prefabrikované ŽB kloubově uloženy na sloupy, šířka všech těchto průvlaků je shodná s rozměry sloupů $b=400$ mm a výška je navržena $h=600$ mm. Vazníky, které nesou střešní desku nad skladovou částí objektu, jsou prefabrikované ŽB a mají průřez tvaru „T“. Tyto vazníky mají pultový tvar se sklonem 5° jsou umístěny zrcadlově naproti sobě tak, že celkově vytváří sedlový tvar střechy. Na krajních sloupech je vždy uložen jeden vazník a na prostředním sloupu jsou uloženy vždy dva vazníky. V posledním podlaží v místě, kde je budova rozdělena na administrativní a skladovou část jsou tři speciální ŽB prefabrikované dílce kloubově uloženy na sloupy. Tyto dílce mají příruby takové, aby na ně mohly být uloženy střešní panely jak z administrativní části, tak ze skladové části objektu. Příruba, na které jsou uloženy střešní panely administrativní části

je po celé délce dílce vodorovná, kdežto příruba, na které jsou uloženy střešní dílce skladové části kopíruje sklon vazníků. Pro lepší představu je zde vložen obrázek výseku části tohoto dílce (obr. 2).



Obr. 2: Znárodnění tvaru speciálního dílce

4.3 Svislé komunikační prvky

V budově jsou dvě totožná schodiště. Jsou ŽB prefabrikovaná dvouramenná. Mezipodesta je kloubově uložena na ztužující ŽB prefabrikované stěny a ramena jsou kloubově uložena na mezipodestu a průvlak.

4.4 Zajištění vodorovného ztužení

Prostorovou tuhost budovy zajišťují ŽB prefabrikované ztužující stěny (tl. 200 mm) navrženy v oblasti schodišťového prostoru, ztužující stěna mezi administrativní a skladovou částí objektu a ztužující stěna tvořící východní obvodovou stěnu. Ve statickém výpočtu se předpokládá, že vodorovné účinky zatížení přenesou tyto ztužující stěny. S ohledem na nízkou výšku budovy nebyla prostorová tuhost ověřována výpočtem.

5 Ochrana nosných konstrukcí proti nepříznivým vlivům

5.1 Ochrana proti požáru

Ve statickém výpočtu (příloha č. 2) byly ověřeny požadované požární odolnosti a všechny posuzované prvky tyto požární odolnosti splnily.

- 1) Pro vazník V1 ve skladové části budovy byla metodou izotermy 500⁰C stanovena skutečná požární odolnost R90, vazník tedy splňuje požadovanou PO R30
- 2) Požadovaná PO R30 pro prostřední sloup v skladové části budovy byla ověřena v programu RCCfi. Požadavek byl splněn.
- 3) Pro stropní a střešní desky které jsou bez výjimky tvořeny panely Spiroll bylo provedeno posouzení na základě údajů v technickém listě jednotlivých panelů (příloha č. 9). Výrobce zaručuje PO těchto panelů minimálně REI 45. Požadovaná PO je RE 30, panely tedy rovněž splňují požadavek na PO.

5.2 Ochrana proti korozi

Ochrana betonářské výztuže proti korozi je zajištěna dostatečnou krycí vrstvou betonu.

6 Technologie a provádění stavby

6.1 Technologie betonáže

Převážná většina prvků konstrukce je prefabrikovaná, mokřý proces na staveništi tím téměř odpadá. Betonáž na staveništi bude probíhat především při zavádění vrtaných základových pilot. Dopravu z betonárky bude zajišťovat třínápravový autodomíchávač. Do vyčištěného vrtu pro pilotu se vloží armokoš a pomocí (usměrňovací) roury s násypkou se provede betonáž. Pro dokonalou betonáž pilot je zapotřebí velmi vysokého stupně zpracovatelnosti betonu, toho bude docíleno použitím dostatečného množství plastifikátorů.

Požadavky na kvalitu prováděných prací jsou dány ČSN 73 24 00.

6.2 Osazování prefabrikátů

Styky dílců:

- Panely Spiroll jsou uloženy svým spodním lícem na příruby průvlaků. Minimální uložení těchto panelů je 100 mm. Panely budou uloženy do jemného betonu tloušťky 10 mm.
- Sloupy v administrativní části budovy jsou stykovány přes průvlak přivařením výztuže, která vyčnívá ze spodního sloupu a prochází otvory v průvlacích k ocelové botce horního sloupu
- Průvlak jsou stykovány nad sloupy svařením výztuže, která vyčnívá ve vybrání záhlaví průvlaku v jeho horní části
- Ztužidla se ukládají na příruby průvlaku ozubem

Spojení sloupů s průvlakem a se základy se uvažuje dokonale tuhé, tuhost styčnicků je zajištěna svařením výztuže a následným zalitím betonem.

- Vazníky tvaru „T“ ve skladové části objektu jsou na vnitřní sloup uloženy kloubově do vidlice na pryžové ložisko, boční vymezení je provedeno pryžovými distančními podložkami. Na opačné straně je vazník uložen taktéž kloubově na pryžové ložisko na krajní sloup a zároveň je osazen na kotvící trn vyčnívající z horní části sloupu.

Manipulaci s prefabrikáty na stavbě bude zajišťovat věžový jeřáb. V případě panelů Spiroll budou použity samosvorné kleště, zavěšené na vahadlech příslušné nosnosti. Možnost manipulace s ostatními prefabrikovanými ŽB prvky bude umožněna díky manipulačním úchytům, které budou navrženy na každém dílci

Přeprava a skladování bude provedeno, pokud možno v poloze uložení prvku do konstrukce.

(posouzení manipulačního a skladovacího stavu není v této bakalářské práci řešeno)

6.3 Zdění

V objektu je několik nenosných zděných stěn provedených z cihel Porotherm 24 P+D P8 (na M5). Veškeré zdění bude probíhat podle příručky pro provádění systému Porotherm.

7 Revize architektonického a stavebního řešení

V zadaném stavebním řešení bylo provedeno několik změn, z hlediska úspory materiálu, logické návaznosti konstrukcí, náročnosti provedení a statického působení.

Největší změnou je nahrazení původních přímých vazníků ve skladové části objektu vazníky pultovými. Původní provedení mělo za následek to, že odvodnění střechy nad skladovou částí muselo být vedeno středem budovy podél vnitřního prostředního sloupu, navíc se muselo řešit spádování střechy pomocí cementové mazaniny (proces provádění této spádové vrstvy na střeše je velmi náročný) nebo pomocí spádových klínů z tepelné izolace (vzhledem k tomu, že je tato část objektu nevytápěná, je toto řešení nežádoucí). Tím, že byly šikmé vazníky nahrazeny pultovými bylo vyřešeno spádování střechy pouze sklonem nosné konstrukce což je velkou výhodou. (řešení střechy nad administrativní částí zůstalo nezměněné).

Střešní desky v administrativní části byly doplněny o prostupy pro odpadní potrubí, které v původním projektu nebyly vůbec uvažovány.

Dále byla odstraněna dilatační spára, která v původním zadání procházela celou konstrukcí kromě základů (objekt má rozměry 18,8 x 37,2 m → dilatace z hlediska objemových změn není nutná).

Konstrukce byla doplněna o jednu ztužující stěnu, tak aby bylo veškeré vodorovné zatížení přenášeno ztužujícími stěnami.

Změněna byla výška panelů Spiroll, které tvoří střešní desku. V původním zadání se jednalo o panely výšky 200 mm, ty byly nahrazeny panely výšky 160 mm.

V původním zadání byly krajní panely Spiroll ve všech podlažích uloženy zároveň na průvlaky i na ztužidla. Tento způsob uložení není správný, protože panely Spiroll jsou vyztuženy tak, aby přenášely zatížení pouze v jednom směru. Uložení na ztužidla bylo zrušeno a nyní jsou panely uloženy pouze na průvlaky.

8 Bezpečnost práce a ochrana zdraví

Všechny části stavby byly navrženy v souladu s předpisy platnými v České republice.

Veškeré stavební práce budou prováděny odbornou firmou k této činnosti způsobilou. Během provozu stavby je nutno dodržovat všechny články platných ČSN a předpisů o bezpečnosti a ochraně zdraví, zejména vyhlášku č.48/1982 Sb. a nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích

Pro zajištění bezpečnosti práce na jednotlivých pracovištích je nutné, aby byly zpracovány provozní předpisy pro jednotlivá pracoviště. V předpisech budou bezpečnostní a hygienické pokyny pro veškerou činnost na pracovištích t.j. používání pracovních pomůcek, obsluha zařízení apod.

Před započítím prací musí být všichni pracovníci seznámeni se všemi související bezpečnostními předpisy a nařízeními. Pracovníci musí být vybaveni všemi potřebnými ochrannými pomůckami a prostředky. Všechny otvory a zvýšené plošiny musí být opatřeny ochrannými zábradlími. Otvory musí být zakryty pevnými zábranami, aby nemohlo dojít k jejich posunutí. Jednotlivé přístupové cesty musí být zřetelně označeny. Žebříky musí splňovat bezpečnostní předpisy a musí přesahovat minimálně 1100 milimetrů nad pracovní plošinu. Při pracích ve výškách musí být pracovníci speciálně proškoleni. Při provádění montážních prací ve výškách musí být pracovníci jistěni pomocí úvazů, kdy je před každou směnou povinností pracovníků provést kontrolu stavu prostředků. Pokud budou úvazy nebo jistící lano vykazovat opotřebení, je nutná jejich okamžitá výměna. Stavbyvedoucí musí před započítím prací vypracovat technologický postup prací, který musí být v souladu s platnými vyhláškami a předpisy.

Při provádění stavebních prací i během provozu stavby je nutno dodržovat všechny závazné články platných ČSN a předpisů BOZ.

Jedná se zejména o tyto předpisy:

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění změn provedených zákonem č. 585/2006 Sb., zákona č. 181/2007 Sb., zákona č. 261/2007 Sb., zákona č. 296/2007 Sb., zákona č. 362/2007 Sb., Nálezu Ústavního soudu č. 116/2008 Sb., zákona č. 121/2008 Sb., zákona č. 126/2008 Sb., zákona č. 294/2008 Sb., zákona č. 305/2008 Sb., zákona č. 382/2008 Sb.,

vyhlášky č. 451/2008 Sb., zákonem č. 326/2009 Sb., zákonem č. 320/2009 Sb., zákonem č. 286/2009 Sb., zákonem č. 306/2008 Sb., zákonem č. 462/2009 Sb., zákonem č. 347/2010 Sb., zákonem č. 377/2010 Sb., zákonem č. 427/2010 Sb., zákonem č. 262/2011 Sb., zákonem č. 180/2011 Sb. a zákonem č. 185/2011 Sb., část pátá, hlava 1.

Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.

Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích

Vyhláška č. 18/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti ve znění vyhlášky č. 97/1982 Sb., vyhlášky č. 551/1990 Sb., nařízení vlády č. 352/2000 Sb., vyhlášky č. 118/2003 Sb. a vyhlášky č. 393/2003 Sb.

Vyhláška č. 19/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená zdvihací zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti ve znění vyhlášky č. 552/1990 Sb. nařízení vlády č. 352/2000 Sb. a nařízení vlády č. 394/2003 Sb.

Vyhláška č. 21/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená plynová zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti ve znění vyhlášky č. 554/1990 Sb., nařízení vlády č. 352/2000 Sb. a vyhlášky č. 395/2003 Sb.

Vyhláška č. 50/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice ve znění vyhlášky č. 98/1982 Sb.

Vyhláška č. 73/2010 Sb. o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti (vyhláška o vyhrazených elektrických technických zařízeních)

Zákon č. 67/2001 Sb., předseda vlády vyhlašuje úplné znění zákona č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 425/1990 Sb., zákonem č. 40/1994 Sb., zákonem č. 203/1994 Sb., zákonem č. 163/1998 Sb., zákonem č. 71/2000 Sb.

a zákonem č. 237/2000 Sb. ve znění pozdějších změn provedených zákonem č. 320/2002 Sb., zákonem č. 413/2005 Sb., zákonem č. 186/2006 Sb. a zákonem č. 281/2009 Sb. a prováděcí vyhlášky.

Vyhláška č. 48/1982 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení ve znění vyhlášky č. 324/1990 Sb., vyhlášky č. 207/1991 Sb., nařízení vlády č. 352/2000 Sb. a vyhlášky č. 192/2005 Sb.

Nařízení vlády č. 272/2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Vyhláška 26/1999 Sb. hlavního města Prahy o obecných požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze ve znění vyhlášky č. 7/2001 Sb., vyhlášky č. 26/2001 Sb., vyhlášky č. 7/2003 Sb., vyhlášky č. 11/2003 Sb., vyhlášky č. 23/2004 Sb. a vyhlášky č. 2/2007 Sb.

STATICKÁ ČÁST

STATICKÝ VÝPOČET

(příloha 2)

Název projektu: Skladová hala s Administrativní částí v Hořicích

Vypracoval: Tomáš Lánský

Datum: 28. května 2017

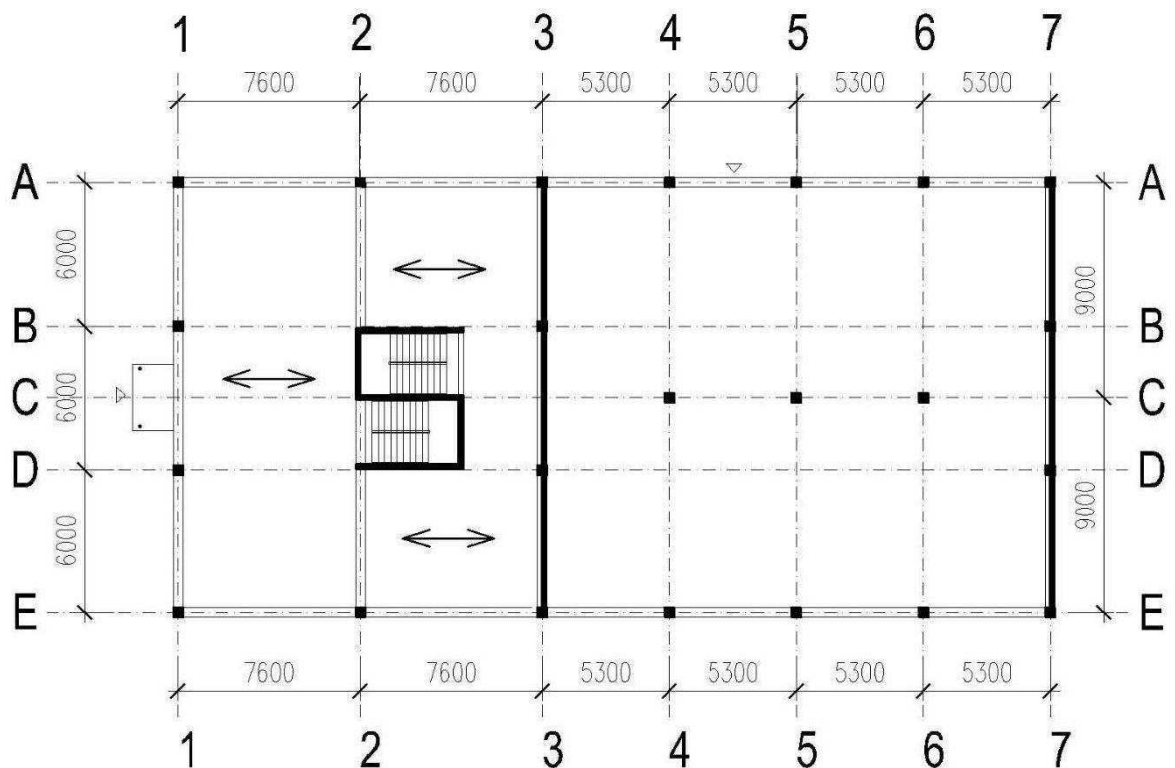
Obsah

1	Konstrukční systém	3
1.1	Konstrukční schéma 1NP	3
1.2	Konstrukční schéma 2NP	4
1.3	Schématický podélný řez	4
2	Přehled zatížení	5
2.1	Stálé zatížení	5
2.1.1	Nosné konstrukce	5
2.1.2	Podlahy	5
2.1.3	Střešní plášť	6
2.1.4	Obvodový plášť a vnitřní dělicí zdi	7
2.2	Proměnné zatížení	7
2.2.1	Užitné zatížení	7
2.2.2	Zatížení sněhem	7
2.2.3	Zatížení větrem	8
2.2.4	Příčky	8
3	Předběžný návrh a posouzení rozměrů nosných prvků	9
3.1	Krycí vrstva betonářské výztuže	9
3.1.1	Třmínky	9
3.1.2	Hlavní nosná výztuž	9
3.2	Stropní desky	10
3.2.1	Strop v oblasti kanceláří	10
3.2.2	Strop v dílenských prostorech	11
3.2.3	Střecha nad administrativní částí objektu	12
3.2.4	Střecha nad skladovou částí	13
3.3	Průvlaky a vazníky	14
3.3.1	Průvlak P1	14
3.3.2	Vazník V1	18
3.4	Sloupy	21
3.4.1	Sloupy ve skladové části objektu	21

3.4.2	Sloupy v administrativní části objektu	21
4	Návrh a posouzení vyztužení nosných ŽB prvků	22
4.1	Vazník V1.....	22
4.1.1	Ohybová výztuž.....	22
4.1.2	Smyková výztuž.....	28
4.1.3	Ověření průhybu.....	29
4.2	Sloup S1	30
4.2.1	Ověření štíhlosti.....	30
4.2.2	Hlavní nosná výztuž štíhlého sloupu S1.....	31
4.2.3	Třmínky na sloupu S1.....	36
5	Posouzení požadované požární odolnosti nosných ŽB prvků.....	37
5.1	Zatížení při požární situaci	37
5.2	Teplotní analýza požárního úseku.....	38
5.3	Sloup, S1.....	39
5.4	Vazník V1, izoterma 500° C.....	42
5.4.1	Teplotní analýza průřezu PO R15.....	42
5.4.2	Moment únosnosti, PO R15.....	44
5.4.3	Teplotní analýza průřezu, R60	46
5.4.4	Moment únosnosti, PO R60.....	47
5.4.5	Teplotní analýza průřezu, R90	48
5.4.6	Moment únosnosti, PO R90.....	49
5.4.7	Teplotní analýza průřezu, R120	51
5.4.8	Moment únosnosti, PO R120.....	51
5.4.9	Vyhodnocení výsledků.....	53
5.5	Posouzení PO stropních a střešních desek	54

1 Konstrukční systém

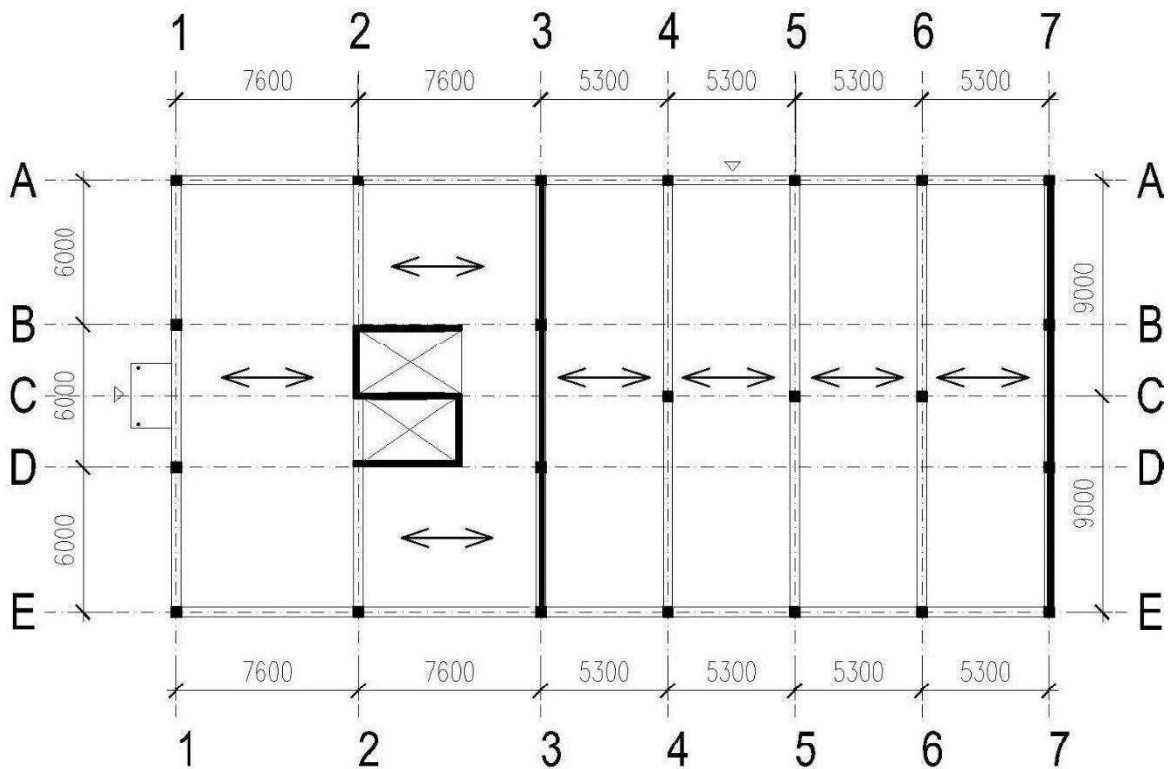
1.1 Konstrukční schéma 1NP



Obr. 1: Konstrukční schéma 1. NP

- Konstrukční výška podlaží: 3,7 m
- Účel využití podlaží: sklad, opravárenská dílna, kanceláře, schodiště, kotelna
- Vodorovné nosné konstrukce: prefabrikované předpjaté panely Spiroll + ŽB prefabrikované průvlaky a tlužidla
- Svislé nosné konstrukce: Prefabrikované ŽB sloupy a stěny
- Schodiště: dvouramenné, ŽB prefabrikované

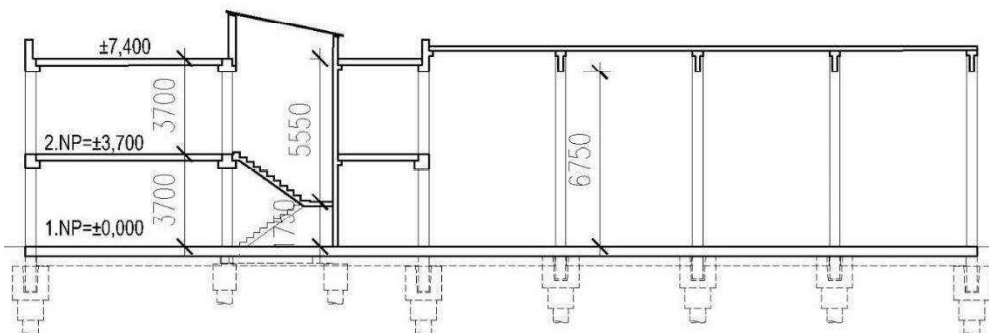
1.2 Konstrukční schéma 2NP



Obr. 2: Konstrukční schéma 2. NP

- Konstrukční výška podlaží: 3,7 m
- Účel využití podlaží: opravárenská dílna, kanceláře,
- Vodorovné nosné konstrukce: prefabrikované předpjaté panely Spiroll + ŽB prefabrikované průvlaky, ztužidla a vazníky
- Svislé nosné konstrukce: Prefabrikované ŽB sloupy a stěny

1.3 Schématický podélný řez



Obr. 3: Schématický řez

2 Přehled zatížení

2.1 Stálé zatížení

2.1.1 Nosné konstrukce

- Nosné konstrukce stropů a střechy budou tvořeny předpjatými prefabrikovanými panely SPIROLL různého typu.
 - Technický list panelů Spiroll (viz. příloha č.9) uvádí hmotnost panelů na metr běžný se zálivkou pro výšky panelu 160, 200 a 265 mm. Panel má skladebnou šířku 1,2 m → plošná hmotnost je podílem vlastní tíhy na metr běžný a skladebné šířky.

Panel výšky: $h = 160 \text{ mm}$: $g_k = 2,38 \text{ kN/m}^2$

$h = 200 \text{ mm}$: $g_k = 2,60 \text{ kN/m}^2$

$h = 265 \text{ mm}$: $g_k = 3,60 \text{ kN/m}^2$

- Zatížení od vlastní tíhy tyčových prefabrikovaných ŽB prvků bude při výpočtu vnitřních sil zohledněno pomocí softwaru Scia engineer 15.2. Objemová hmotnost těchto prvků bude uvažována jako 2500 kg/m^3 a tíhové zrychlení bude uvažováno jako 10 m/s^2 .

2.1.2 Podlahy

- Podlaha A – 2. NP v kancelářských prostorech

tabulka č. 1

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m^3]	g_k [kN/m^2]
PVC + vyrovnávací stěrka	5 - 8		0,08
betonová mazanina	60	2500	1,5
minerální kročejová izolace	30	40	0,012
CELKEM			1,592

- Podlaha B – 2. NP v opravárenské dílně

tabulka č.2

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
Epoxidová samonivelační stěrka	10	1300	0,13
betonová mazanina	60	2500	1,5
minerální kročejová izolace	30	40	0,012
CELKEM			1,642

2.1.3 Střešní plášť

- Střešní plášť A – nad administrativní částí objektu

tabulka č 3

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
říční kamenivo frakce 16/32	80	1400	1,12
izolace XPS	150	45	0,068
hydroizolační vrstva z asfaltových pásů	8	1250	0,1
spádové klíny z minerální vlny	≅ 150	160	0,24
CELKEM			1,528

- Střešní plášť B – nad skladovou částí objektu

tabulka č. 4

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
hydroizolační vrstva z asfaltových pásů	8	1250	0,1
CELKEM			0,1

2.1.4 Obvodový plášť a vnitřní dělící zdi

- Obvodový plášť bude v administrativní části objektu tvořen výplňovým zdivem Porotherm 24 P+D a tepelnou izolací z minerální vlny, povrchová úprava bude trapézovým plechem kotveném na hliníkový rošt.
- Příčky se předpokládají sádkartonové a budou zohledněny v kapitole 2.2 (proměnné zatížení).

2.2 Proměnné zatížení

2.2.1 Užité zatížení

- Strop - kancelářská oblast
Kategorie B: $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- Strop - oblast opravárenské dílny
Kategorie E.1: $q_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$
- Střecha
Kategorie H: $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

2.2.2 Zatížení sněhem

- Sněhová oblast: III (Hořice) → charakteristické zatížení sněhem
 $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$
- Nadmořská výška: 300 metrů nad mořem →
 - Součinitel pro kombinační hodnotu: $\psi_0 = 0,5$
 - Součinitel pro častou hodnotu: $\psi_1 = 0,2$
 - Součinitel pro kvazistálou hodnotu: $\psi_2 = 0,0$
- Tvar střechy a sklon střechy: sklon 5 → $\mu_1 = 0,8$
- Součinitel expozice: $C_e = 1$
- Součinitel tepla: $C_t = 1$

→ Průměrné zatížení sněhem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Hodnota proměnného zatížení střechy bude uvažována jako větší z hodnot:

- Užité zatížení střechy: $0,75 \text{ kN/m}^2$
- Zatížení sněhem: $1,2 \text{ kN/m}^2$

2.2.3 Zatížení větrem

- Větrná oblast: II (Hořice) → základní rychlost větru $v_b = 25 \text{ m/s}$
 - Základní tlak větru $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$

2.2.4 Příčky

Příčky jsou umístěny pouze v kancelářských prostorech 1. NP a 2. NP. Tyto příčky jsou sádkartonové tloušťky 150 mm s plošnou hmotností 25 kg/m^2 a jejich výška je 3,35 m.

- Vlastní tíha příčky: $g_k = 25 \cdot 0,015 \cdot 3,35 = 1,26 \text{ kN/m}'$
- Pro přemístitelné příčky s vlastní tíhou $\leq 2 \text{ kN/m}'$ lze uvažovat náhradní proměnné rovnoměrné zatížení stropní konstrukce:
 $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$

3 Předběžný návrh a posouzení rozměrů nosných prvků

3.1 Krycí vrstva betonářské výztuže

- Nominální hodnota krycí vrstvy: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

- Minimální hodnota krycí vrstvy:

$$c_{min} = \text{MAX}\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\}$$

- Příklad pro návrhovou odchylku:

$$\Delta c_{dev} = 5 - 10 \text{ mm (doporučená hodnota)}$$

3.1.1 Třmínky

Průměr prutu třmínku se předpokládá maximálně 10 mm $\rightarrow c_{min,b} = 10 \text{ mm}$

Stupeň vlivu prostředí XC1, základní konstrukční třída S4 \rightarrow S3 (beton C30/37)

$$c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \text{MAX}\{10; 10 + 0 - 0 - 0; 10 \text{ mm}\} \rightarrow c_{min} = 10 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 10 + 10 = \mathbf{20 \text{ mm}}$$

3.1.2 Hlavní nosná výztuž

Průměr prutu hlavní nosné výztuže se předpokládá maximálně 25 mm $\rightarrow c_{min,b} = 25 \text{ mm}$

Stupeň vlivu prostředí XC1, základní konstrukční třída S4 \rightarrow S3 (beton C30/37)

$$c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \text{MAX}\{25; 10 + 0 - 0 - 0; 10 \text{ mm}\} \rightarrow c_{min} = 25 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 5 \text{ mm}$$

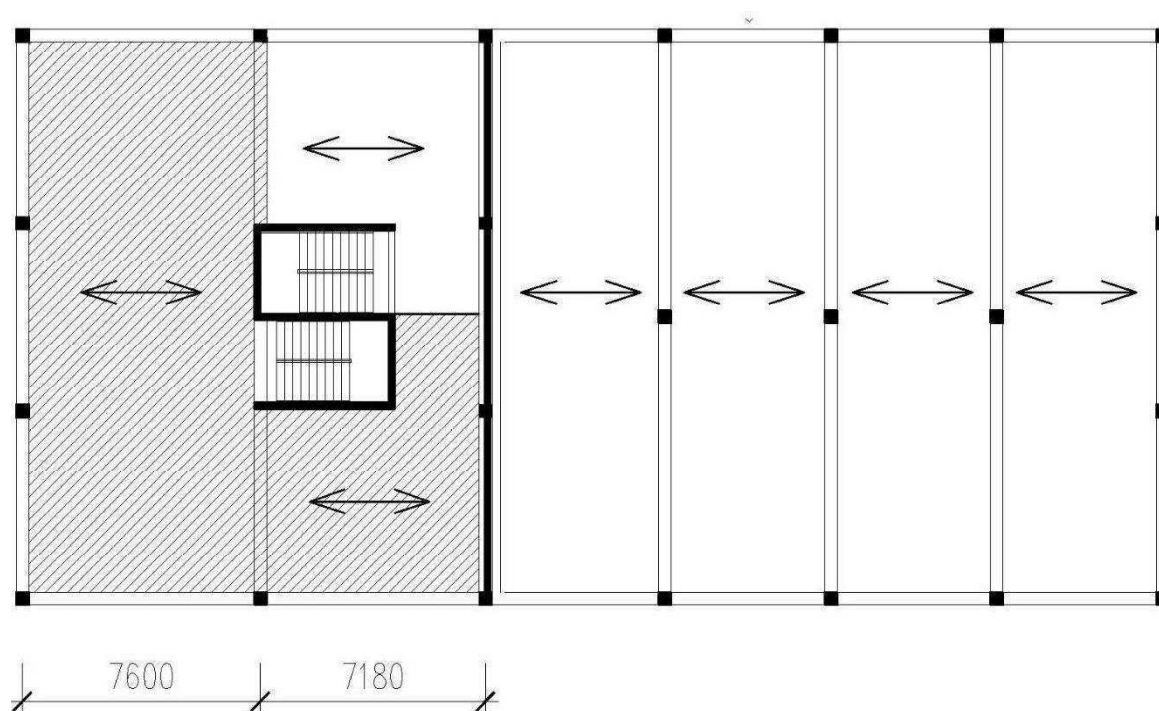
$$c_{nom} = 25 + 5 = \mathbf{30 \text{ mm}}$$

3.2 Stropní desky

Stropní desky budou v celém objektu z železobetonových předpjatých prefabrikovaných panelů Spiroll. Z důvodu různých užitných zatížení a různých rozponů nosných konstrukcí bude navrženo několik typů panelů.

Technické listy pro statický návrh panelů Spiroll uvádějí pro každý typ panelu maximální možnou hodnotu charakteristického proměnného zatížení v závislosti na rozpětí. Vlastní tíha, tíha úprav a dílčí součinitele bezpečnosti jsou již ve výpočtu zahrnuty výrobcem (viz příloha č.9).

3.2.1 Strop v oblasti kanceláří



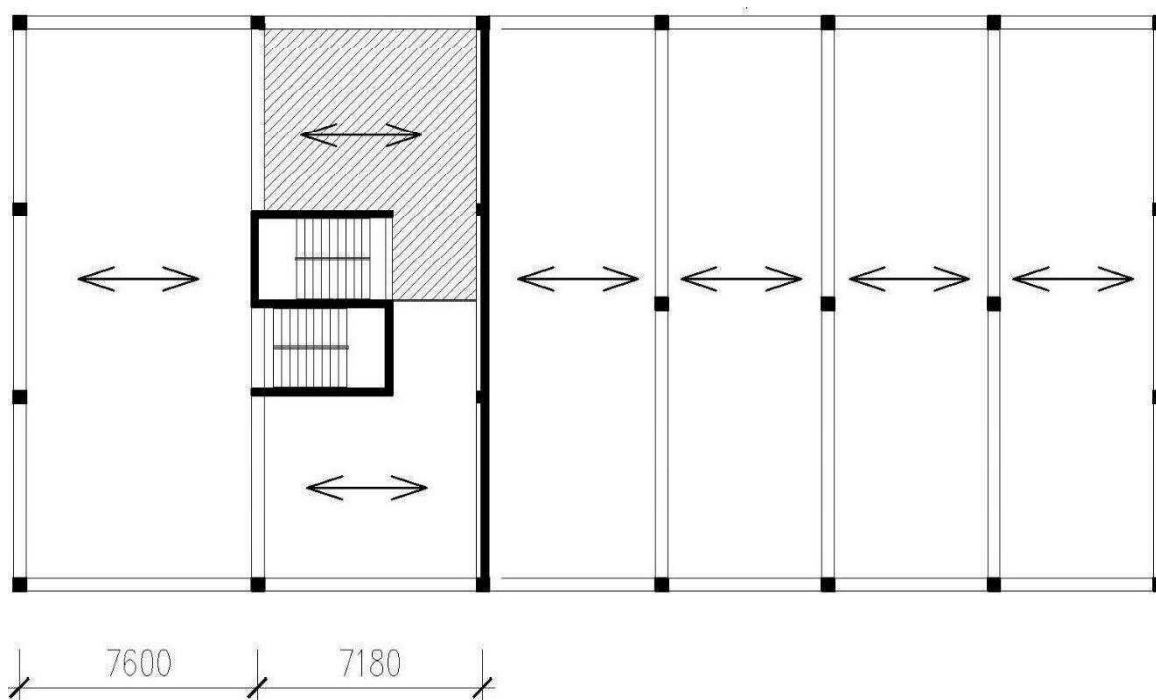
Obr. 4: Panely v oblasti kanceláří

$$q_k = 3,3 \text{ kN/m}^2 \text{ (užitné + příčky)}$$

$$l = 7,6 \text{ m}$$

→ NAVRHUJI: panel PPD 219

3.2.2 Ceiling in workshop spaces



Obr. 5: Panels in workshop part

$$q_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

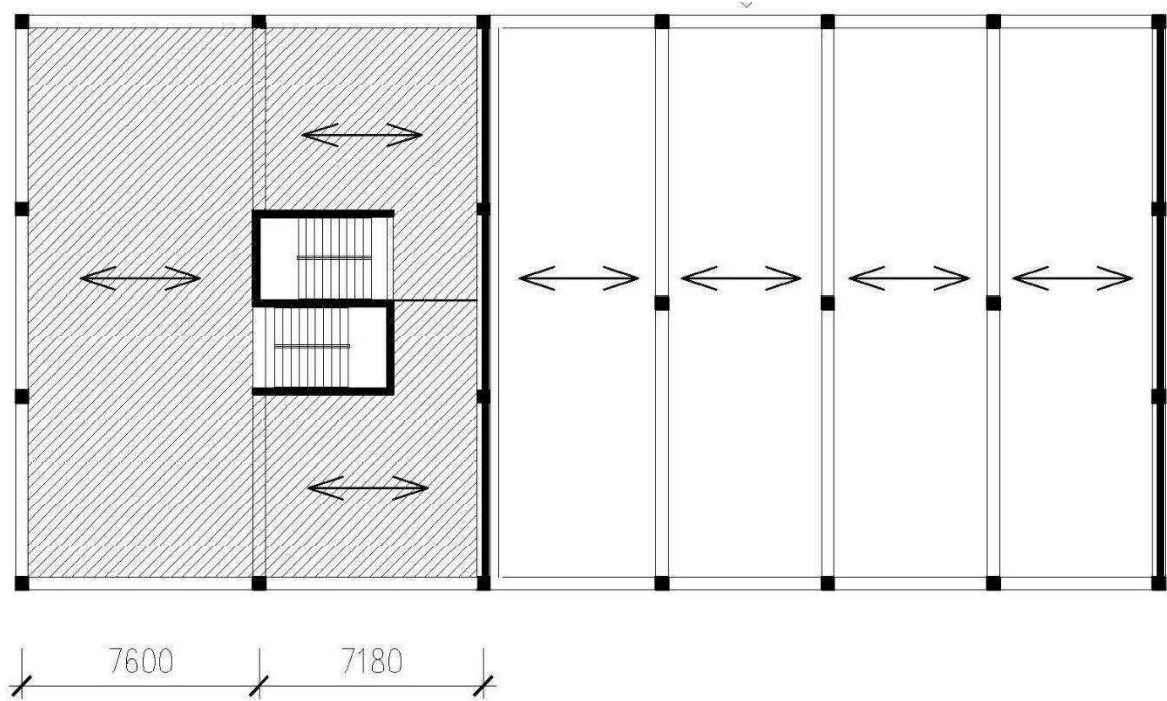
$$l = 7,18 \text{ m}$$

→ **NAVRHUJI: panel PPD 268**

Poznámka:

Rozdílná úroveň podlahy nebude komplikací, protože prostor, kde jsou navrženy panely výšky 260 mm (opravárenská dílna) bude od prostoru, kde jsou navrženy panely výšky 200 mm (kanceláře) oddělen stěnami.

3.2.3 Střecha nad administrativní částí objektu



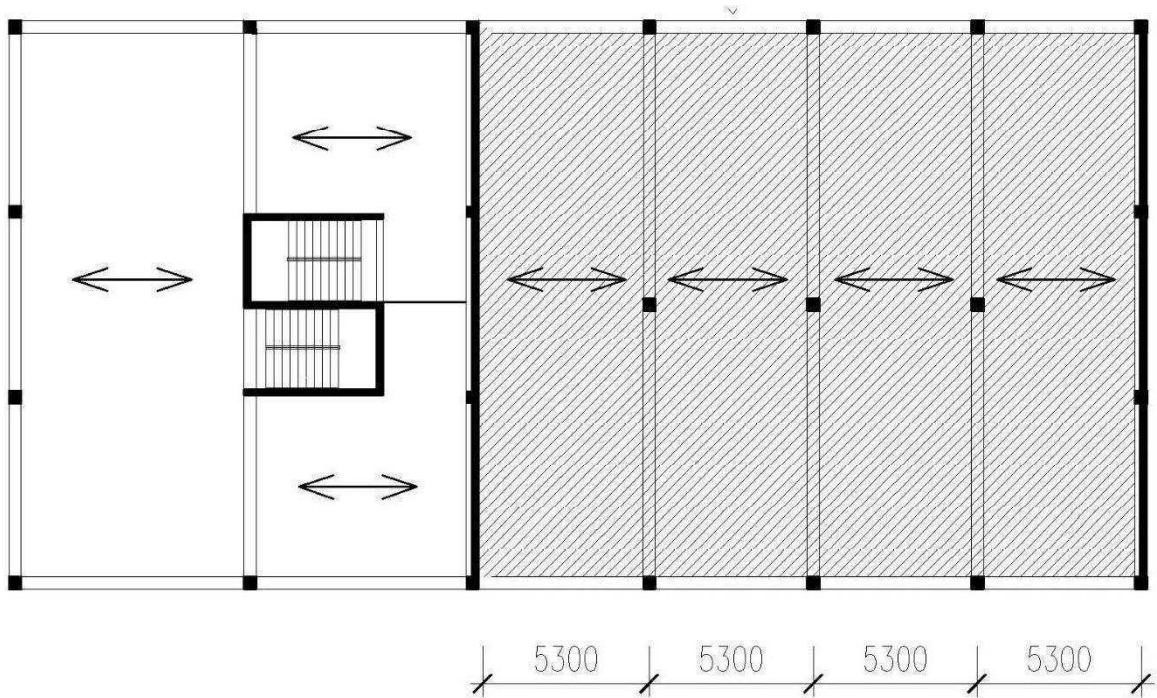
Obr. 6: Panely nad administrativní částí

$$q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

$$l = 7,6 \text{ m}$$

→ NAVRHUJI: panel PPD 171

3.2.4 Střecha nad skladovou částí



Obr. 7: Panely nad skladovou částí

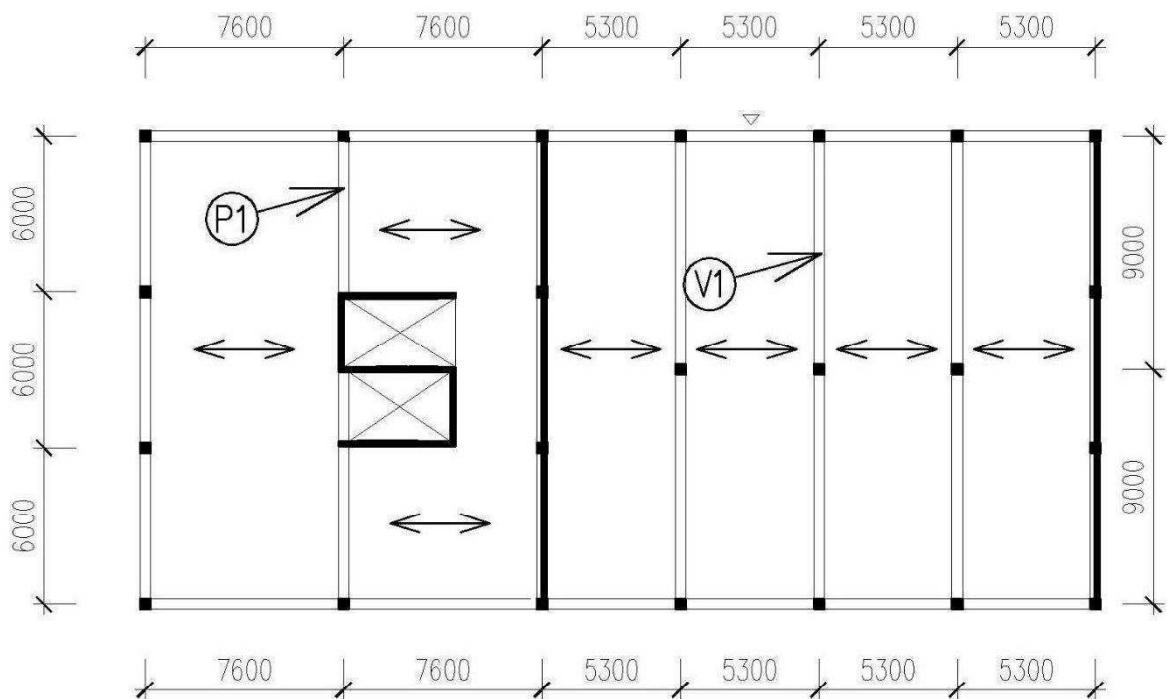
$$q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

$$l = 5,3 \text{ m}$$

→ NAVRHUJI: panel PPD 165

3.3 Průvlaky a vazníky

Návrh rozměrů je proveden pro nejvíce namáhaný průvlak (P1, administrativní část) a pro nejvíce namáhaný vazník (V1, skladová část):



Obr. 8: Vyznačení navrhovaných prvků

Průvlak P1: ŽB průvlak o jednom poli nad 1NP, vetknut do styčnicku a kloubově uložen na ŽB stěnu, rozpětí 6,175 m, přitížen dělicí ŽB stěnou tloušťky 200 mm.

Vazník V1: ŽB pultový vazník (sklon 5°) o jednom poli, průřez tvaru „T“, rozpětí 9 m, nosoucí konstrukci střechy v halové části objektu, kloubově uložen na ŽB sloupy.

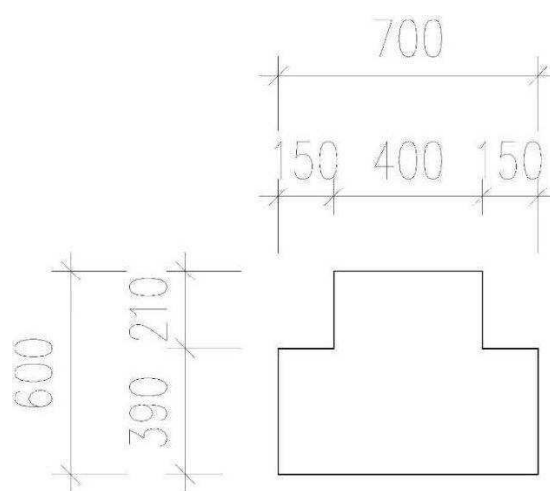
3.3.1 Průvlak P1

- Empirický návrh rozměrů:

$$h_{P1} = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10} \right) \cdot L = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10} \right) \cdot 6175 = 515 \div 618 \text{ mm}$$

NAVRHUJI: $h_{P1} = 600 \text{ mm}$ (s ohledem na vysoké zatížení a přitížení dělicí stěnou)

Sohledem na možnost uložení panelů Spiroll a možnost uložení obvodových ztužidel navrhuji tento průřez:



Obr. 9: Průřez průvlaku P1

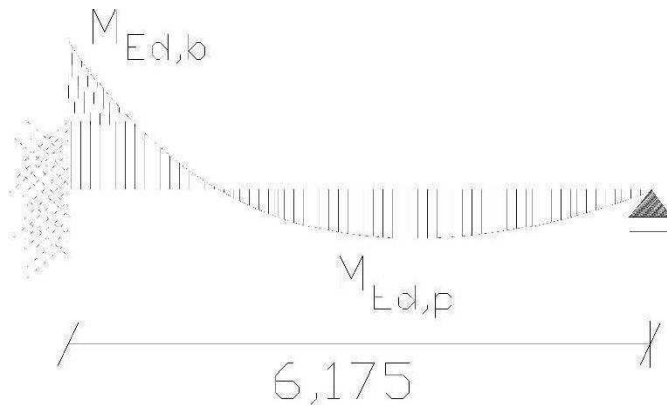
tabulka č. 5: liniové zatížení průvlaku P1 (od stropu opravárenské dílny a strupu kancelářských prostor)

	<i>výpočet</i>	f_k [kN/m]	γ_F [-]	f_d [kN/m]
VI. tíha	0,357·25	8,93	1,35	12,05
Spiroll PPD 219	3,8 · 2,6	9,88	1,35	13,34
Podlaha A	3,8 · 1,59	6,04	1,35	8,16
Spiroll PPD 268	3,6 · 3,6	12,96	1,35	17,50
Podlaha B	3,6 · 1,64	5,90	1,35	7,97
Dělicí ŽB stěna	0,2 · 3,15 · 25	15,75	1,35	21,26
Užitné kat. B	3,8 · 2,5	9,5	1,5	14,25
příčky	3,8·0,8	3,04	1,5	4,56
Užitné kat. E.1	3,6·7,5	27	1,5	40,50
			CELKEM:	139,59

Statické ověření průvlaku P1 z hlediska ohybu:

- Hodnoty návrhového ohybového momentu:

Na jedné straně vetknutý a na druhé kloubově uložený nosník, rozpětí 6,175 m



Obr.10: Statické působení průvlaku P1

- Ve vetknutí:

$$M_{Ed,b} = -\frac{1}{8} \cdot f_d \cdot l^2 = -\frac{1}{8} \cdot 139,59 \cdot 6,175^2 = -665,33 \text{ kNm}$$

- V poli

$$M_{Ed,p} = \frac{9}{128} \cdot f_d \cdot l^2 = \frac{9}{128} \cdot 139,59 \cdot 6,175^2 = 374,25 \text{ kNm}$$

- Poměrný ohybový moment:

- Ve vetknutí:

$$\mu = \frac{M_{Ed,b}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{665,33 \cdot 10^6}{700 \cdot 560^2 \cdot 20} = 0,15$$

$$\xrightarrow{TAB} \zeta = 0,92$$

$$\xrightarrow{TAB} \xi = 0,21 \leq 0,4 \text{ (doporučená hodnota)}$$

- V poli:

$$\mu = \frac{M_{Ed,p}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{374,25 \cdot 10^6}{400 \cdot 560^2 \cdot 20} = 0,15$$

$$\xrightarrow{TAB} \zeta = 0,92$$

$$\xrightarrow{TAB} \xi = 0,21 \leq 0,4 \text{ (doporučená hodnota)}$$

Poznámka:

Stejné hodnoty pro poměrný ohybový moment v poli a ve vetknutí vyšly shodou okolností stejné (v poli je sice hodnota návrhového ohybového momentu nižší, zároveň je však nižší i hodnota šířky tlačené oblasti betonu).

- Potřebná plocha výztuže:

- Ve vetknutí:

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed,b}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{665,33 \cdot 10^6}{0,92 \cdot 560 \cdot 435} = 3244 \text{ mm}^2$$

- V poli:

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed,b}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{374,25 \cdot 10^6}{0,92 \cdot 560 \cdot 435} = 1825 \text{ mm}^2$$

- Stupeň vyztužení:

$$\rho_s = \frac{A_{s,req}}{A_c} = \frac{3244}{224000} = 0,014 = 1,4 \% \leq 4 \% \text{ (doporučená hodnota)}$$

NAVRŽENÉ ROZMĚRY PRŮVLAKU P1 Z HLEDISKA OHYBU VYHOVUJÍ

Statické ověření průvlaku P1 z hlediska smyku:

- Maximální hodnota návrhové posouvající síly

$$V_{Ed,max} = \frac{5}{8} \cdot f_d \cdot l = \frac{5}{8} \cdot 139,59 \cdot 6,175 = 538,7 \text{ kN}$$

- Maximální únosnost ve smyku:

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \zeta \cdot d \cdot \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot^2(\theta)} = \\ &= 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) \cdot 20 \cdot 400 \cdot 0,842 \cdot 560 \cdot \frac{1,5}{1 + 1,5^2} = \\ &= 1091741,5 \text{ N} = 1091,7 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{Ed,max} = 538,7 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 1091,7 \text{ kN}$$

NAVRŽENÉ ROZMĚRY PRŮVLAKU P1 Z HLEDISKA SMYKU VYHOVUJÍ

Ověření ohybové štíhlosti průvlaku P1:

$$\lambda = \frac{l}{d} = \frac{6,175}{0,56} = 11,03 \leq \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 14 = 14$$

NAVRŽENÉ ROZMĚRY PRŮVLAKU P1 Z HLEDISKA PRŮHYBU VYHOVUJÍ

3.3.2 Vazník V1

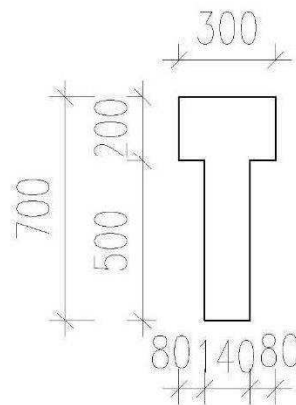
Následující rozměry jsou navrženy v polovině rozpětí vazníku. Výška vazníku se však po délce mění se sklonem 5 (2,862°). Následující návrh je pouze orientační, podrobné posouzení (především určení kritického průřezu, který pravděpodobně nebude v polovině vazníku) bude řešeno v kapitole 4 (návrh a posouzení vyztužení nosných ŽB prvků).

- Empirický návrh rozměrů:

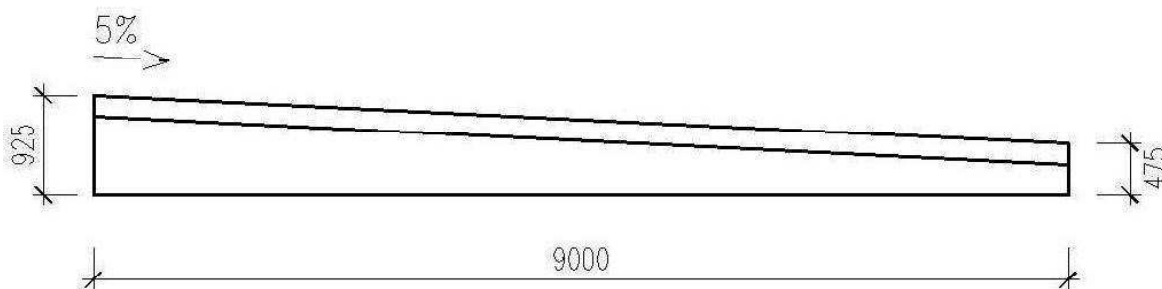
$$h_{V1} = \left(\frac{1}{15} \div \frac{1}{10} \right) \cdot L = \left(\frac{1}{15} \div \frac{1}{10} \right) \cdot 9000 = 600 \div 900 \text{ mm}$$

NAVRHUJI: $h_{V1} = 700 \text{ mm}$ (s ohledem na nízké zatížení)

S ohledem na možnost uložení panelů Spiroll a s ohledem umožnění umístění hlavní nosné výztuže navrhuji tento průřez:



Obr. 11: Průřez uprostřed vazníku V1



Obr. 12: Rozměry vazníku V1

tabulka č. 5: liniové zatížení vazníku V1

	<i>výpočet</i>	f_k [kN/m]	γ_F [-]	f_d [kN/m]
VI. tíha	Bude započtena programem Scia engineer			
Spiroll PPD 165	$\frac{5,3 \cdot 2,38}{\cos(2,862^\circ)}$	12,63	1,35	17,05
Střešní plášť	$\frac{5,3 \cdot 0,1}{\cos(2,862^\circ)}$	0,53	1,35	0,72
Sníh	$5,3 \cdot 1,2$	6,36	1,5	9,54
			CELKEM:	27,29

Statické ověření průvlaku P1 z hlediska ohybu:

- Maximální hodnota návrhového ohybového momentu (viz. příloha č.3):

$$M_{Ed,max} = 321 \text{ kNm}$$

- Poměrný ohybový moment:

$$\mu = \frac{M_{Ed,max}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{321 \cdot 10^6}{300 \cdot 635^2 \cdot 20} = 0,133$$

$$\overset{TAB}{\rightarrow} \zeta = 0,93$$

$$\overset{TAB}{\rightarrow} \xi = 0,175 \leq 0,4 \text{ (doporučená hodnota)}$$

Poznámka:

Předpokládá se, že výška tlačené oblasti betonu nepřesáhne výšku horní příruby, hodnota b se tedy uvažuje shodná s šířkou horní příruby (300 mm).

Předpokládá se umístění výztuže do dvou řad $\rightarrow d \cong 635$ mm

- Potřebná plocha výztuže:

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed,max}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{321 \cdot 10^6}{0,93 \cdot 635 \cdot 435} = 1249,6 \text{ mm}^2$$

- Stupeň vyztužení:

$$\rho_s = \frac{A_{s,req}}{A_c} = \frac{1250}{130000} = 0,0093 = 0,93 \% \leq 4 \% \text{ (doporučená hodnota)}$$

NAVRŽENÉ ROZMĚRY VAZNÍKU V1 Z HLEDISKA OHYBU

VYHOVUJÍ

Statické ověření vazníku V1 z hlediska smyku:

- Hodnota návrhové posouvající síly v místě, kde je průřez vazníku nejnižší a zároveň je nejvíce zatížený posouvající silou (viz. příloha č. 3):

$$V_{Ed,max} = 141 \text{ kN}$$

- Maximální únosnost ve smyku:

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot \zeta \cdot d \cdot \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot^2(\theta)} = \\ &= 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) \cdot 20 \cdot 140 \cdot 0,93 \cdot 410 \cdot \frac{1,5}{1 + 1,5^2} = \\ &= 260175,7 \text{ N} = 260,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{Ed,max} = 141 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 260,2 \text{ kN}$$

NAVRŽENÉ ROZMĚRY VAZNÍKU V1 Z HLEDISKA SMYKU

VYHOVUJÍ

Ověření ohybové štíhlosti vazníku V1:

$$\lambda = \frac{l}{d} = \frac{9}{0,635} = 14,23 \leq \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tav} = 1 \cdot \frac{7}{9} \cdot 1 \cdot 17 = 13,2$$

NEVYHOVUJE \rightarrow Ověření bude provedeno přímým výpočtem průhybu.

3.4 Sloupy

Posouzení navržených rozměrů bude řešeno v kapitole 4 (návrh a posouzení vyztužení nosných ŽB prvků).

3.4.1 Sloupy ve skladové části objektu

Rozměry všech sloupů ve skladové části objektu **NAVRHUJI: 400 x 400 mm** s ohledem na doporučení dle [2] a s ohledem na jejich vzpěrnou délku.

3.4.2 Sloupy v administrativní části objektu

Rozměry všech sloupů v administrativní části **NAVRHUJI: 400 x 400 mm** s ohledem na rozměry průvlaků, které jsou na tyto sloupy uloženy.

4 Návrh a posouzení vyztužení nosných ŽB prvků

4.1 Vazník V1

4.1.1 Ohybová výztuž

- Potřebná plocha výztuže: $A_{s,req} = 1250 \text{ mm}^2$ (viz. 3.3.3)

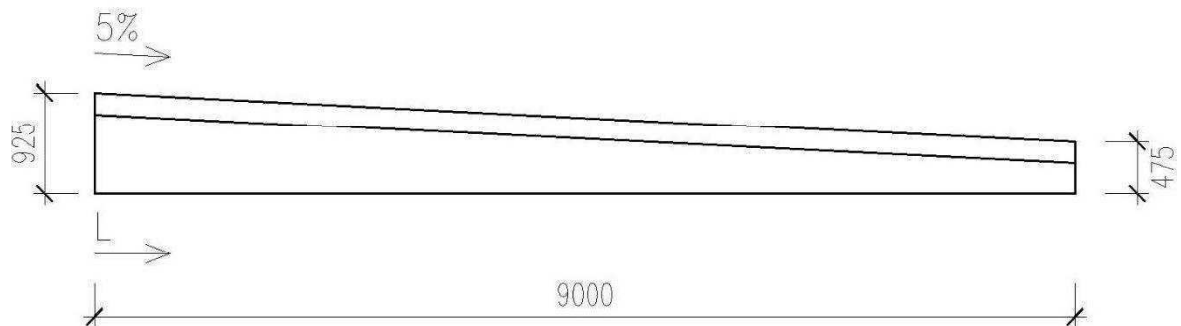
NAVRHUJI: 4 x Ø22, ve dvou řadách, $A_{s,prov} = 1520,5 \text{ mm}^2$

Poznámka:

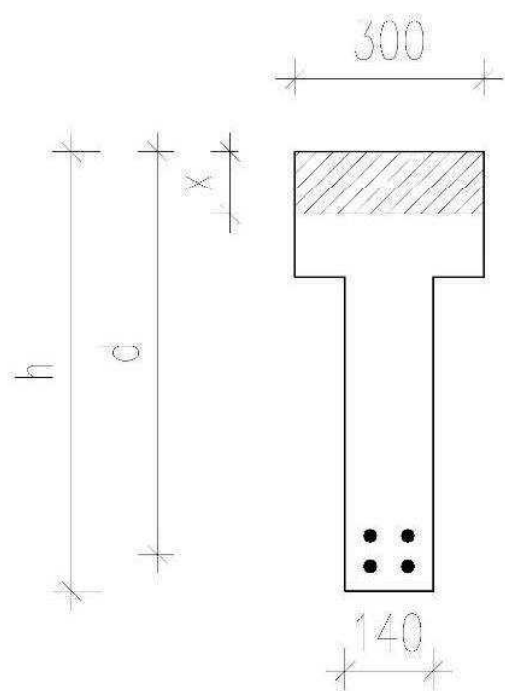
Výztuž 4 x Ø20, ve dvou řadách, $A_{s,prov} = 1257 \text{ mm}^2$ nevyhověla.

POSOUZENÍ MSÚ:

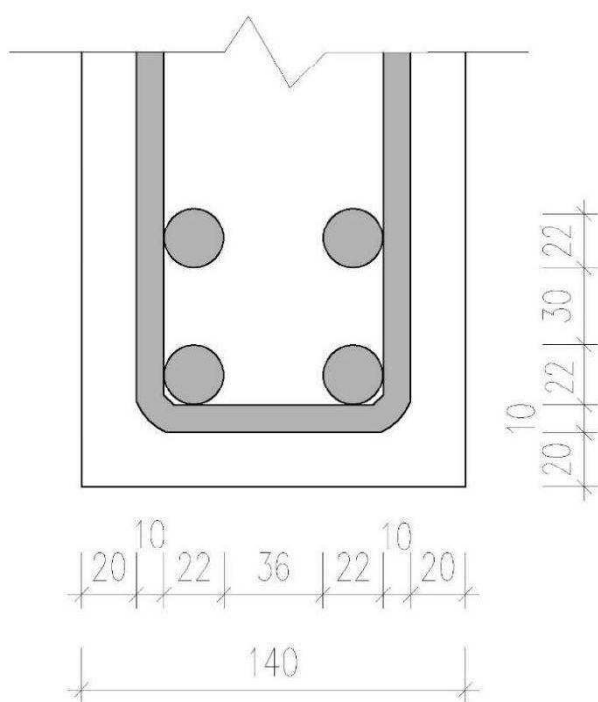
Protože je tento vazník sedlový (sklon 5 %), v závislosti na jeho délce se mění jeho účinná výška průřezu d a rameno vnitřních sil z , to způsobuje, že se mění i moment únosnosti M_{Rd} . Zatížení od vlastní tíhy navíc není rovnoměrné a z toho důvodu není maximální hodnota ohybového momentu M_{Ed} přesně uprostřed rozpětí vazníku. Je tedy potřeba najít místo, kde je kombinace těchto okolností taková, že rozdíl $M_{Rd} - M_{Ed}$ je nejvyšší.



Obr. 12: pohled na vazník V1



Obrázek č. 13: znázornění průřezu vazníku V1



Obrázek č. 14: znázornění umístění výztužných prutů vazníku V1

Analytické vyjádření potřebných veličin pro výpočet momentu únosnosti M_{Rd} v závislosti na L :

- Výška průřezu:

$$h = 925 - 0,05 \cdot L$$

- Účinná výška průřezu:

$$d = h - c - \phi_{st} - \phi - 15 = h - 20 - 10 - 22 - 15 = h - 67$$

Poznámka:

Účinná výška průřezu d je uvažována jako vzdálenost od společného těžiště všech čtyř výztužných prutů k hornímu okraji průřezu.

- Výška tlačené oblasti betonu:

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{1520,5 \cdot 435}{300 \cdot 0,8 \cdot 20} = 137,8 \text{ mm}$$

Poznámka:

Výška tlačené oblasti není závislá na měnící se výšce průřezu a pokud se nezmění plocha navržené ohybové výztuže nebo šířka a tvar horní příruby, zůstává konstantní.

Potvrzuje se předpoklad, že výška tlačené oblasti nepřesáhne hodnotu výšky pásnice ($137,8 \text{ mm} \leq 200 \text{ mm}$).

- Moment únosnosti:

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= (d - 0,4x) \cdot A_{s,prov} \cdot f_{yd} = \\ &= (925 - 0,05 \cdot L - 67 - 0,4 \cdot 137,8) \cdot 1520,5 \cdot 435 \end{aligned}$$

Určení kritického průřezu:

Pomocí softwaru Scia engineer (výstupy z programu viz příloha č. 3) byl vypočten návrhový ohybový moment M_{Ed} . Hodnoty byly vyčísleny v každých 11 mm délky vazníku, exportovány do tabulkového softwaru Microsoft Excel a porovnány s výše uvedenými vztahy pro výpočet momentu únosnosti M_{Rd} .

tabulka č.6: kritický průřez vazníku V1,

L [mm]	h [mm]	x [mm]	d [mm]	M_{Rd} [kNm]	M_{Ed} [kNm]	$M_{Rd} - M_{Ed}$
0,00	925,00	137,00	858,00	531,25	0,00	531,25
...
...
5477,00	651,15	137,00	584,15	350,12	305,05	45,07
5488,00	650,60	137,00	583,60	349,76	304,70	45,06
5499,00	650,05	137,00	583,05	349,39	304,34	45,05
5510,00	649,50	137,00	582,50	349,03	303,98	45,05
5521,00	648,95	137,00	581,95	348,67	303,62	45,05
5533,00	648,35	137,00	581,35	348,27	303,25	45,02
5544,00	647,80	137,00	580,80	347,91	302,88	45,03
5555,00	647,25	137,00	580,25	347,54	302,51	45,03
5566,00	646,70	137,00	579,70	347,18	302,13	45,05
5577,00	646,15	137,00	579,15	346,81	301,75	45,06
5588,00	645,60	137,00	578,60	346,45	301,36	45,09
...
...
9000,00	475,00	113,91	410,00	233,61	0,00	233,61

Kritické místo je ve vzdálenosti $L = 5533$ mm

$$M_{Rd} = 348,27 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 303,25 \text{ kNm}$$

NÁVRH 4 x Ø22, VE DVOU ŘADÁCH, $A_{s,prov} = 1520,5 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

- Ověření poměrné výšky tláčené oblasti v kritickém místě:

Poznámka:

Ověřuje se, jestli je při MSÚ výztuž za mezí kluzu. Toto ověření je potřeba provést pro každou řadu výztužných prutů zvlášť.

- Dolní řada prutů:

$$\frac{x}{d} = \frac{137}{607,35} = 0,23 \leq 0,45$$

- Horní řada prutů:

$$\frac{x}{d} = \frac{137}{555,35} = 0,25 \leq 0,45$$

Návrh splňuje podmínku omezení poměrné výšky tlačené oblasti, při MSÚ dojde k dostatečnému protažení výztuže.

Je zřejmé, že na krajích vazníku není potřeba navrhovat tolik ohybové výztuže jako v kritickém místě, proto byla sestavena další tabulka, která vyjadřuje rozdíl mezi momentem únosnosti M_{Ed} a návrhovým ohybovým momentem M_{Ed} v případě, že je průřez vyztužen pouze dolní řadou prutů.

NAVRHUJI: 2 x Ø22, $A_{s,prov} = 760 \text{ mm}^2$

Analytické vyjádření potřebných veličin pro výpočet momentu únosnosti M_{Rd} v závislosti na L :

- Výška průřezu:

$$h = 925 - 0,05 \cdot L$$

- Účinná výška průřezu:

$$d = h - c - \phi_{st} - 0,5 \cdot \phi = h - 20 - 10 - 0,5 \cdot 22 = h - 41$$

- Výška tlačené oblasti betonu:

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{760 \cdot 435}{300 \cdot 0,8 \cdot 20} = 68,9 \text{ mm}$$

- Moment únosnosti:

$$M_{Rd} = (d - 0,4x) \cdot A_{s,prov} \cdot f_{yd} = (925 - 0,05 \cdot L - 41 - 0,4 \cdot 68,9) \cdot 760 \cdot 435$$

Porovnání momentu únosnosti a působícího návrhového momentu:

Pomocí softwaru Scia engineer (výstupy z programu viz příloha č. 3) byl vypočten návrhový ohybový moment M_{Ed} . Hodnoty byly vyčísleny v každých 11 mm délky vazníku a exportovány do tabulkového softwaru Excel a porovnány s výše uvedenými vztahy pro výpočet momentu únosnosti M_{Rd} , v případě, že je vazník vyztužen pouze dolní řadou prutů.

tabulka č.7: moment únosnosti při vyztužení vazníku pouze dolní řadou prutů

L [mm]	h [mm]	x [mm]	d [mm]	M_{Rd} [kNm]	M_{Ed} [kNm]	$M_{Rd}-M_{Ed}$
0,00	925,00	67,00	884,00	283,39	0,00	283,39
...
2264	811,80	67,00	770,80	245,97	243,02	2,95
2275	811,25	67,00	770,25	245,78	243,80	1,98
2286	810,70	67,00	769,70	245,60	244,57	1,03
2297	810,15	67,00	769,15	245,42	245,34	0,08
2308	809,60	67,00	768,60	245,24	246,11	-0,87
...
7708	539,60	67,00	498,60	155,98	156,57	-0,59
7719	539,05	67,00	498,05	155,80	155,45	0,35
7730	538,50	67,00	497,50	155,61	154,32	1,29
7741	537,95	67,00	496,95	155,43	153,20	2,23
7752	537,40	67,00	496,40	155,25	152,06	3,19
...
...
9000	475,00	137,00	408,00	233,61	0,00	233,61

Vzhledem k těmto výsledkům a s přihlédnutím na to, že v této tabulce není započtena kotevní délka ani posun obálky ohybových momentů (navrženy jsou svislé třmínky, část smykového napětí bude tedy přenášet i hlavní ohybová výztuž a z toho důvodu je třeba rozšířit obálku o hodnotu $a_l = \frac{z}{2} \cdot \cot(\theta)$) se výztuž v jedné řadě nebude navrhovat a vazník se vyztuží po celé jeho délce čtyřmi pruty ve dvou řadách.

4.1.2 Smyková výztuž

- Maximální únosnost tlakové diagonály:

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot^2(\theta)} = \\ &= 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) \cdot 20 \cdot 140 \cdot 353 \cdot \frac{1,5}{1 + 1,5^2} = 240865,5N = \\ &= 240,9 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{Ed,max} = 141 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 240,9 \text{ kN}$$

Poznámka:

Maximální únosnost tlakové diagonály se sice zmenšila (způsobeno tím, že výztuž byla navržena ve dvou řadách a tím se zkrátilo rameno vnitřních sil v průřezu) oproti předpokladu z kapitoly 3.3.2 ale přesto tato hodnota s rezervou vyhovuje.

NAVRHUJI: dvoustřížné třmínky $\phi_{st} = 10 \text{ mm}$, $A_{sw} = 157,1 \text{ mm}^2$

- Návrh konstrukční smykové výztuže:
 - Pro okraj vazníku s nejnižší výškou

Vzdálenost třmínků:

$$s \leq 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 408 = 306 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm (nerozhoduje)}$$

Omezení stupně vyztužení:

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rightarrow s \leq \frac{A_{sw} \cdot f_{yk}}{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot b_w} = \frac{157,1 \cdot 500}{0,08 \cdot \sqrt{30} \cdot 140} = 1280 \text{ mm}$$

- Pro okraj vazníku s nejvyšší výškou:

Vzdálenost třmínků:

$$s \leq 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 858 = 643,5 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm}$$

Omezení stupně vyztužení:

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rightarrow s \leq \frac{A_{sw} \cdot f_{yk}}{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot b_w} = \frac{157,1 \cdot 500}{0,08 \cdot \sqrt{30} \cdot 140} = 1280 \text{ mm}$$

NAVRHUJI: rozteč třmínek $s = 300 \text{ mm}$

POSOUZENÍ MSÚ:

Rozhodující posouvající síla při přímém uložení je ve vzdálenosti d od líce podpory uložení. Kritické místo pro posouzení únosnosti ve smyku bude tedy ve vzdálenosti $200+d \text{ mm}$ od „pravé“ podpory (u této podpory je vazník nejnižší - rameno vnitřních si z je rovněž nejnižší).

- Hodnota návrhové posouvající síly:

$$V_{Ed,r} = 119 \text{ kN (vypočteno ve Scia engineer)}$$

- Únosnost třmínek po 300 mm:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{s} \cdot z \cdot \cot(\theta) = \frac{157,1 \cdot 435}{300} \cdot 383 \cdot 1,5 = 130868 \text{ N} = 130,9 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} = 130,9 \text{ kN} \geq V_{Ed,r} = 119 \text{ kN}$$

NÁVRH DVOUSTRŽIŽNÝCH TŘMÍNKŮ $\varnothing 10$ s roztečí 300 mm VYHOVUJE PO CELÉ DÉLCE VAZNÍKU

4.1.3 Ověření průhybu

Protože při předběžném posouzení rozměrů vazníku V1 z hlediska průhybu v kapitole 3.3.2 vyšla nevyhovující hodnota ohybové štíhlosti. Byla spočtena hodnota průhybu u_z od kvazistálé kombinace zatížení a smršťování přímým výpočtem v softwaru Scia engineer (příloha č. 3).

- Maximální dlouhodobý průhyb vazníku od kvazistálé kombinace zatížení a smršťování: $u_z = 8,7 \text{ mm}$

- Limitní hodnota pro dlouhodobý průhyb:

$$u_{lim,lt,qp} = \frac{l}{250} = \frac{9000}{250} = 36 \text{ mm}$$

$$u_z = 8,7 \text{ mm} \leq u_{lim,lt,qp} = 36 \text{ mm}$$

PRŮHYB VYHOVUJE

4.2 Sloup S1

4.2.1 Ověření štíhlosti

- Průběh vnitřních sil na sloupu:

Vypočteno v softwaru Scia engineer (příloha č. 3)

- Účinná délka sloupu:

$$l_0 = l \cdot \beta = 7100 \cdot 1,5 = 10650 \text{ mm}$$

Poznámka:

Součinitel β byl po konzultaci s vedoucím bakalářské práce zvolen $\beta = 1,5$

- Štíhlost sloupu:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} \xrightarrow{\text{čtvercový průřez}} \lambda = \frac{l_0}{b} \sqrt{12} = \frac{10650}{400} \sqrt{12} = 92,2$$

- Stanovení mezní štíhlosti a její posouzení:

$$\lambda_{lim} = \frac{A \cdot B \cdot C \cdot 20}{\sqrt{n}} = \frac{0,7 \cdot 1,1 \cdot 1,7 \cdot 20}{\sqrt{0,102}} = 82$$

- Součinitele:

$A = 0,7$; $B = 1,1$; (uvažováno konzervativně)

; $C = 1,7$ (jeden z koncových momentů je nulový)

- Poměrná normálová síla:

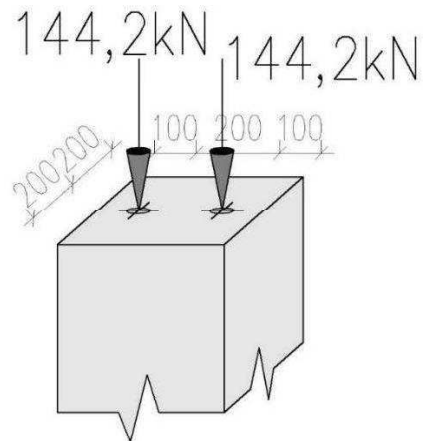
$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{327 \cdot 10^3}{0,42 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,102$$

$\lambda_{lim} = 82 \leq \lambda = 92,2 \rightarrow$ SLOUP SE BUDE POSUZOVAT JAKO ŠTÍHLÝ

4.2.2 Hlavní nosná výztuž štíhlého sloupu S1

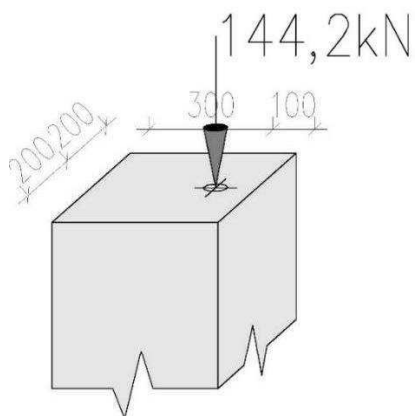
Při návrhu a posouzení vyztužení sloupu S1 se uvažují dvě různé návrhové situace, působící síly jsou spočteny v programu Scia engineer (příloha č. 3):

- 1) Sloup je plně zatížený od obou vazníků. Výstřednost působících sil je nulová.



Obr. 15: Zatížení sloupu oběma vazníky

- 2) Sloup je zatížen pouze od jednoho z vazníků. Výstřednost působící síly je 100 mm.



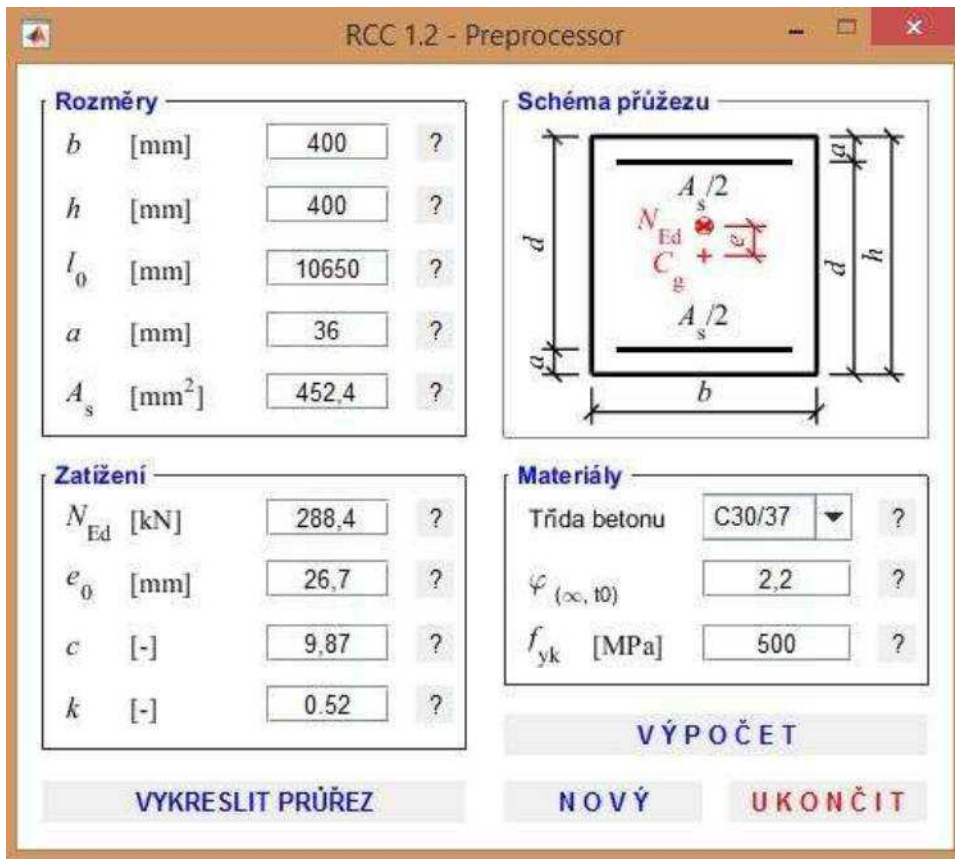
Obr. 16: Zatížení sloupu jedním z vazníků

Posouzení je provedeno v programu RCC. Navržený počet a průměru prutů výztuže je stanoven odhadem:

NAVRHUJI: 4 x $\varnothing 12$; $A_s = 452,4 \text{ mm}^2$

1) Sloup zatížený oběma vazníky

Výpočet v programu RCC:



Obr. 17: Okno pro zadání vstupů do programu RCC

- Součinitel závislý na rozdělení křivosti:

$$c = \pi^2 = 9,87$$

- Excentricita:

$$e_0 = e_f + e_i = 0 + 26,7 = 26,7 \text{ mm}$$

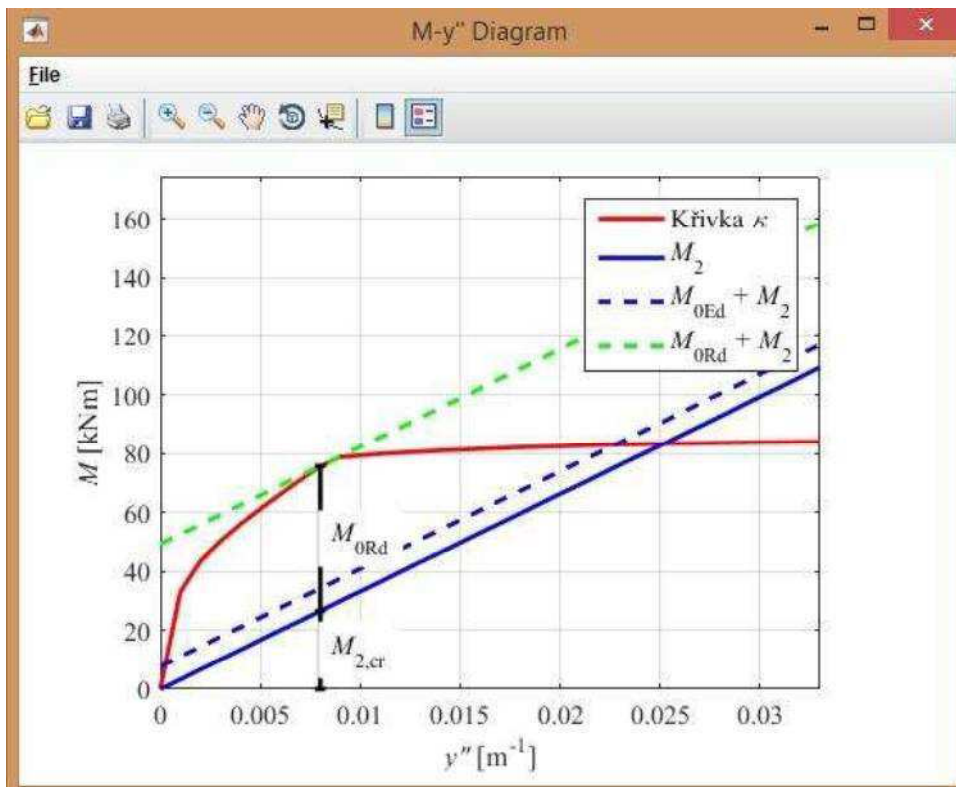
$$e_i = \frac{l_0}{400} = \frac{10650}{400} = 26,7 \text{ mm}$$

- Součinitel vyjadřující poměr mezi ohybovým momentem od kvazistálé a návrhové kombinace zatížení:

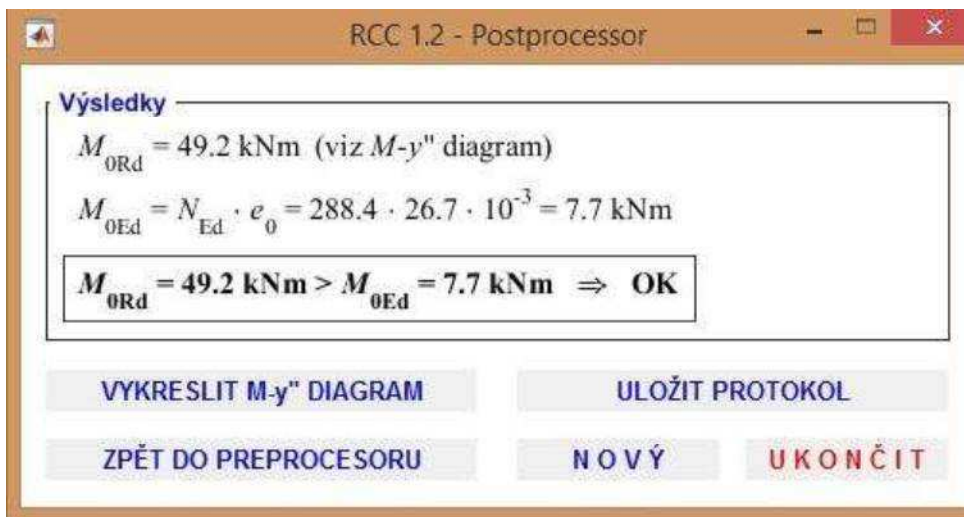
$$k = \frac{M_{0,Eqp}}{M_{0,Ed}} = \frac{N_{0,Eqp} \cdot e_0}{N_{0,Ed} \cdot e_0} = \frac{150 \cdot 26,7 \cdot 10^{-3}}{288,4 \cdot 26,7 \cdot 10^{-3}} = 0,52$$

- Konečný součinitel dotvarování: $\varphi_{(\infty, t_0)} = 2,2$

Výsledky:



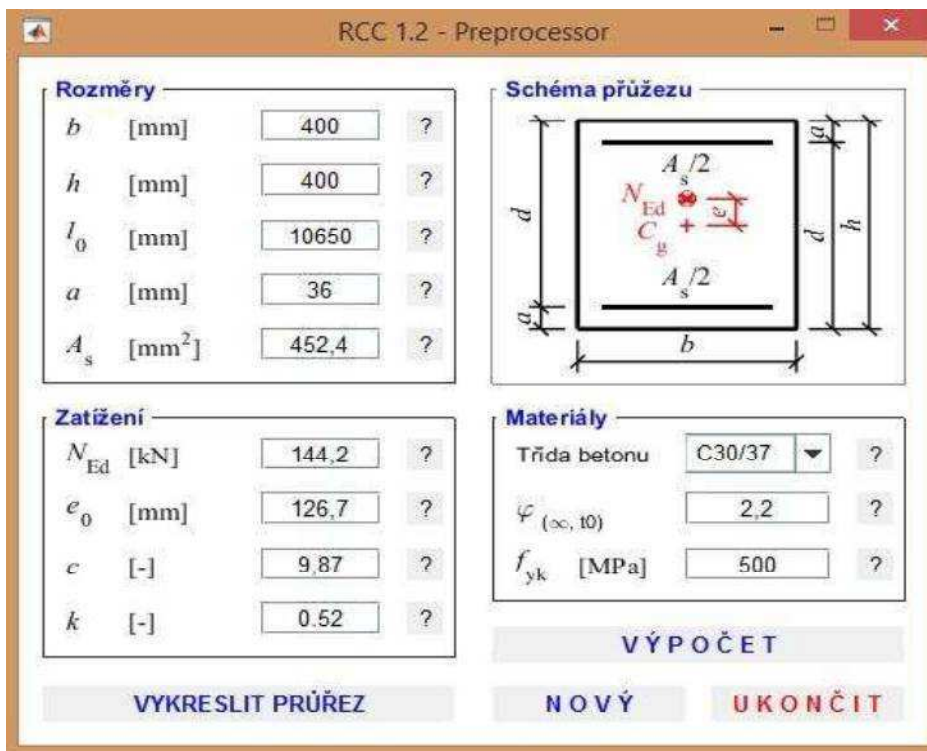
Obr. 18: Okno s grafickým znázorněním výsledků výpočtu v programu RCC



Obr. 19: Okno s výsledky výpočtu v programu RCC

2) Sloup zatížený jedním z vazníků:

Výpočet v programu RCC:



Obr. 20: Okno pro zadání vstupů do programu RCC

- Součinitel závislý na rozdělení křivosti:

$$c = \pi^2 = 9,87$$

- Excentricita:

$$e_0 = e_f + e_i = 100 + 26,7 = 126,7 \text{ mm}$$

$$e_i = \frac{l_0}{400} = \frac{10650}{400} = 26,7 \text{ mm}$$

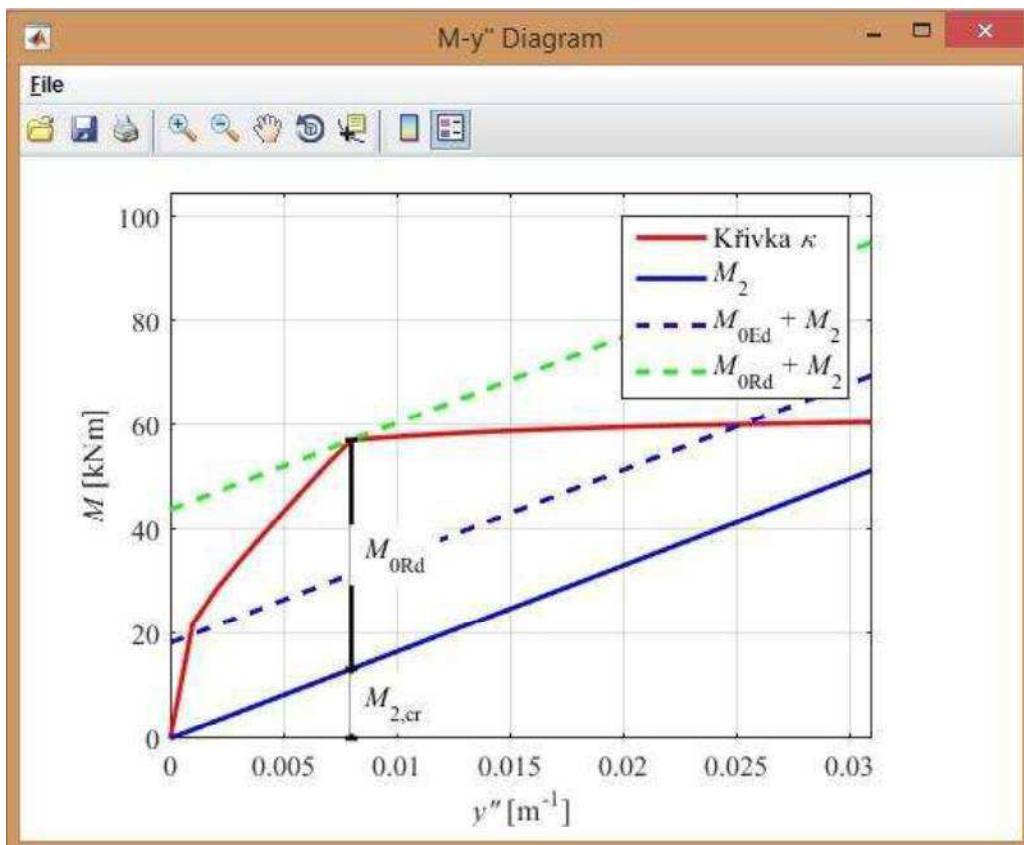
- Součinitel vyjadřující poměr mezi ohybovým momentem od kvazistálé a návrhové kombinace zatížení:

$$k = \frac{M_{0,Eqp}}{M_{0,Ed}} = \frac{N_{0,Eqp} \cdot e_0}{N_{0,Ed} \cdot e_0} = \frac{75 \cdot 26,7 \cdot 10^{-3}}{144,2 \cdot 26,7 \cdot 10^{-3}} = 0,52$$

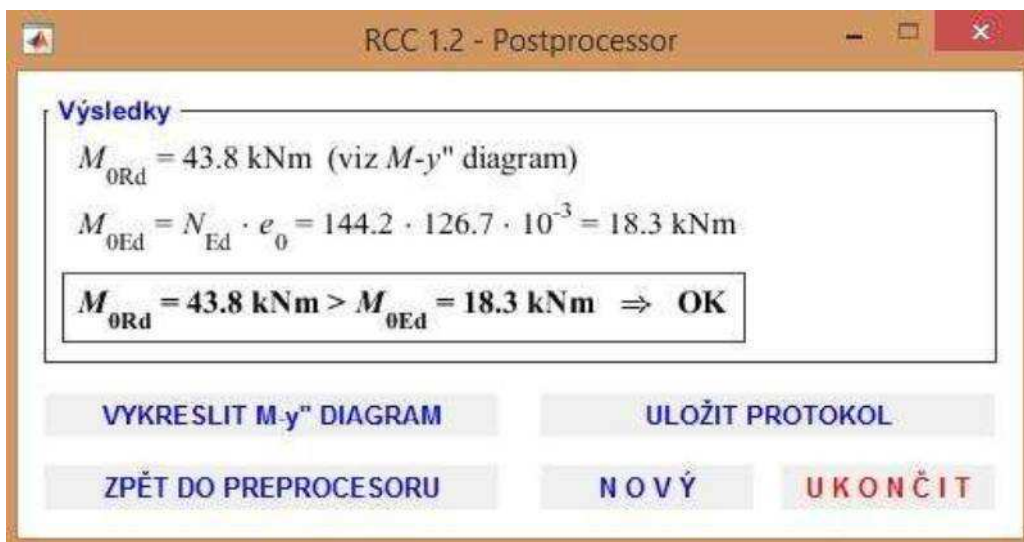
- Konečný součinitel dotvarování:

$$\varphi_{(\infty, t_0)} = 2,2$$

Výsledky:



Obr. 21: Okno s grafickým znázorněním výsledků výpočtu v programu RCC



Obr. 22: Okno s výsledky výpočtu v programu RCC

NÁVRH PODÉLNÉ VÝZTUŽE SLOUPU 4 x Ø12; $A_s = 452,4 \text{ mm}^2$ VYHOVUJE

4.2.3 Třmínky na sloupu S1

Třmínky budou stejně jako u všech ostatních prvků s průměrem 10 mm

- Rozteč ve střední oblasti sloupu:

$$s_1 \leq \min(20 \cdot \varnothing_s; b; 300)$$

$$s_1 \leq \min(20 \cdot 12; 400; 300)$$

$$s_1 \leq \min(220; 400; 300)$$

$$s_1 \leq 220 \text{ mm}$$

NAVRHUJI: rozteč třmínků $s_1 = 200 \text{ mm}$

- Rozteč třmínků v oblasti 400 mm pod uložením vazníku:

$$s_2 \leq 0,6 \cdot s_1 = 0,6 \cdot 200 = 120 \text{ mm}$$

NAVRHUJI: rozteč třmínků $s_2 = 100 \text{ mm}$

5 Posouzení požadované požární odolnosti nosných ŽB prvků

5.1 Zatížení při požární situaci

Při výpočtu vnitřních sil se uvažuje mimořádná návrhová situace podle normy ČSN EN 1990.

$$E_{d,fi} = E\{G_{k,j}; P; A_d; (\psi_{1,1} \text{ nebo } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1}; \psi_{2,1} \cdot Q_{k,i}\}$$

- kde
- $G_{k,j}$ charakteristická hodnota j-tého stálého zatížení
 - P příslušná reprezentativní hodnota zatížení od předpětí
 - A_d návrhová hodnota mimořádného (požárního) zatížení
 - $\psi_{1,1}$ součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení
 - $\psi_{2,1}$ součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení
 - $Q_{k,1}$ charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení
 - $Q_{k,i}$ charakteristická hodnota i-tého proměnného zatížení

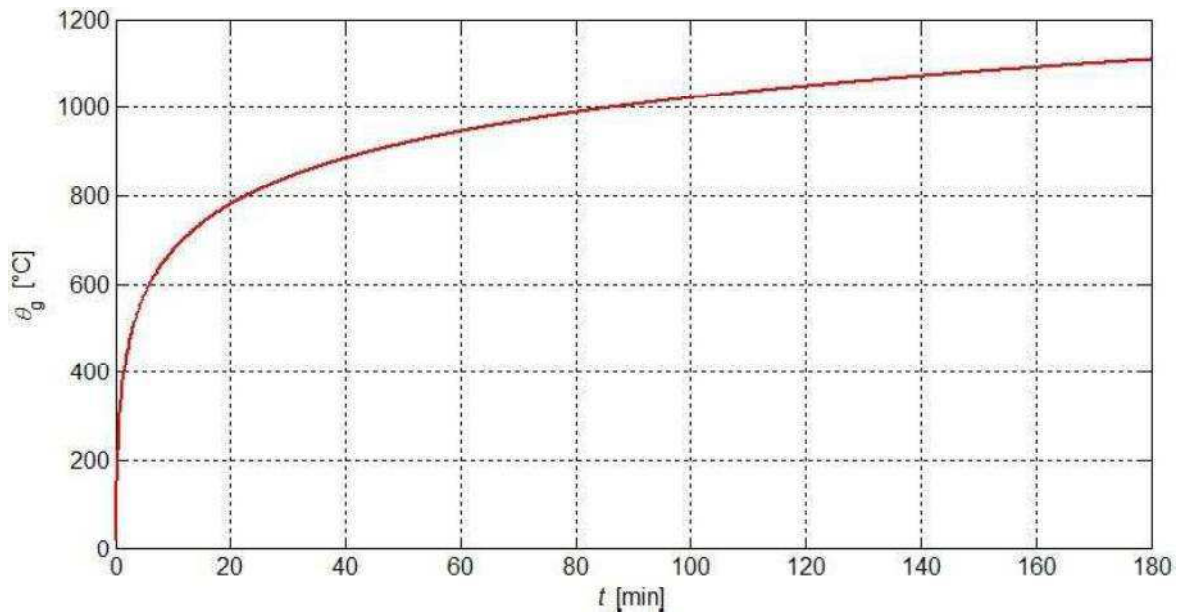
Vnitřní síly, které jsou vyvolány zatížením při požární situaci jsou vypočteny v softwaru Scia engineer (příloha č. 3).

Poznámka:

V případě proměnného zatížení sněhem bude dle doporučení národní přílohy, použit součinitel $\psi_{1,1}$ pro častou kombinaci zatížení $\psi_{1,1} = 0,2$ (viz 2.2.2).

5.2 Teplotní analýza požárního úseku

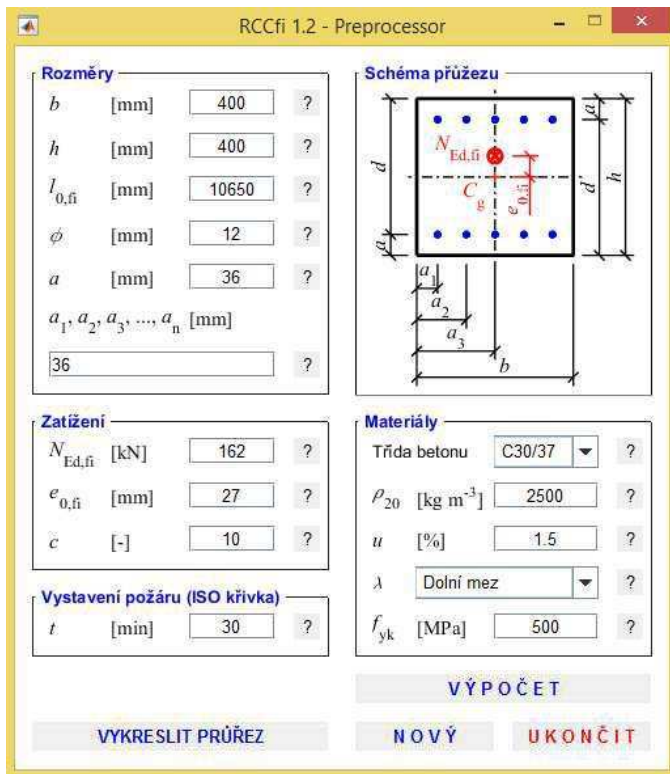
Průběh teploty plynů v PÚ je uvažován podle normové teplotní křivky (ISO 834).



Obr. 23: Teplota plynů v PÚ – teplotní křivka ISO 834

5.3 Sloup, S1

Cílem je posoudit, zda sloup splňuje požadovanou PO R30. Posouzení je provedeno v programu RCCfi:



Obr. 24: Okno pro zadání vstupů do programu RCCfi

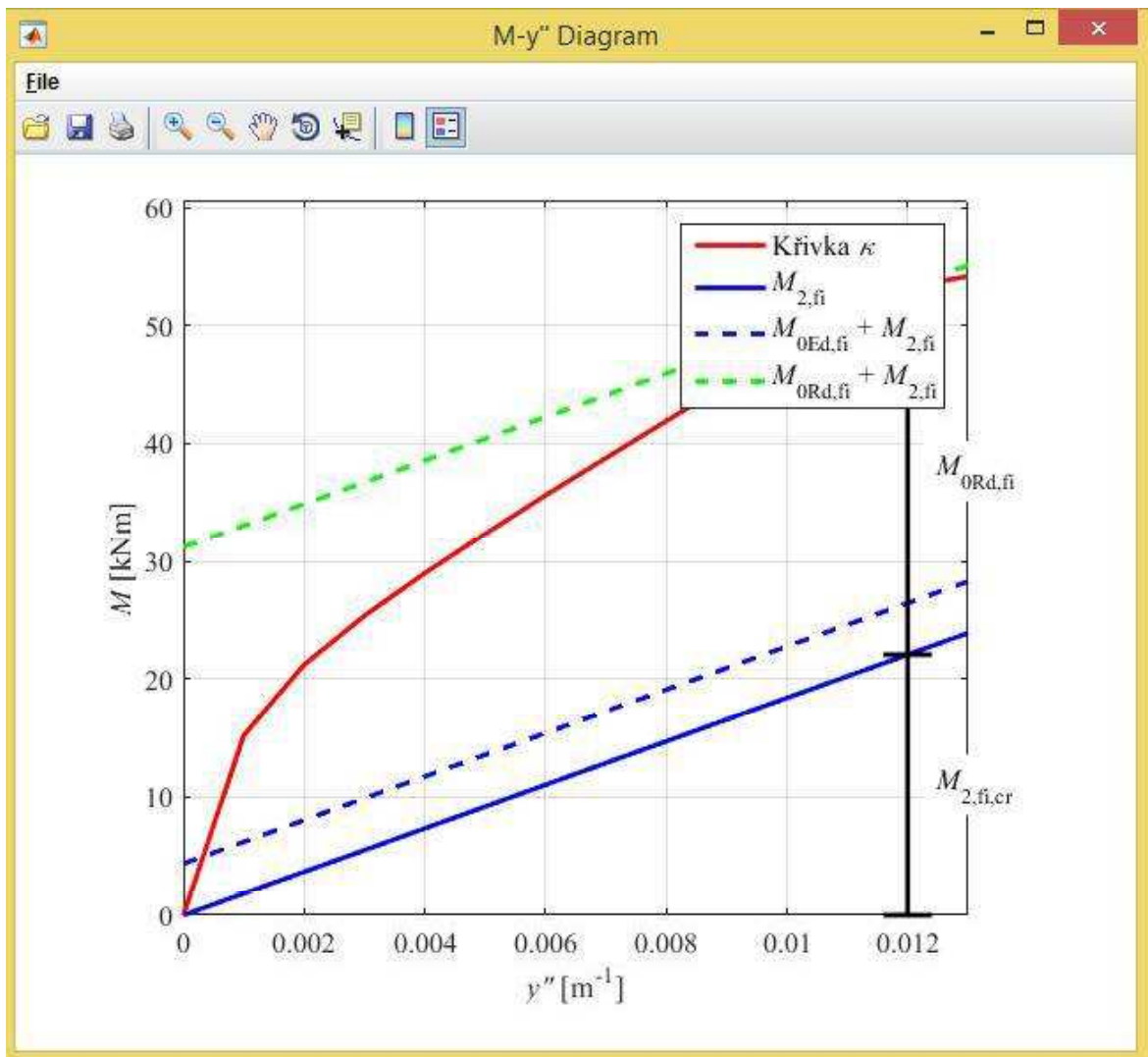
- Součinitel závislý na rozdělení křivosti:

$$c = \pi^2 = 9,87$$

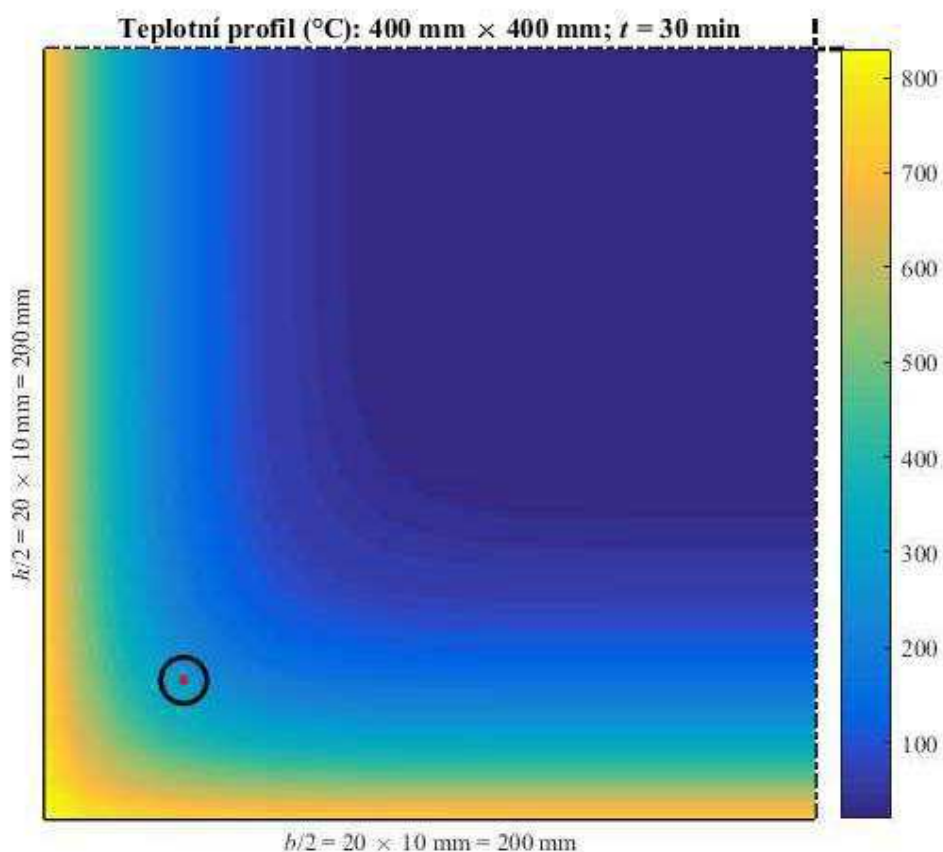
- Excentricita:

$$e_0 = e_f + e_i = 0 + 26,7 = 26,7 \text{ mm}$$

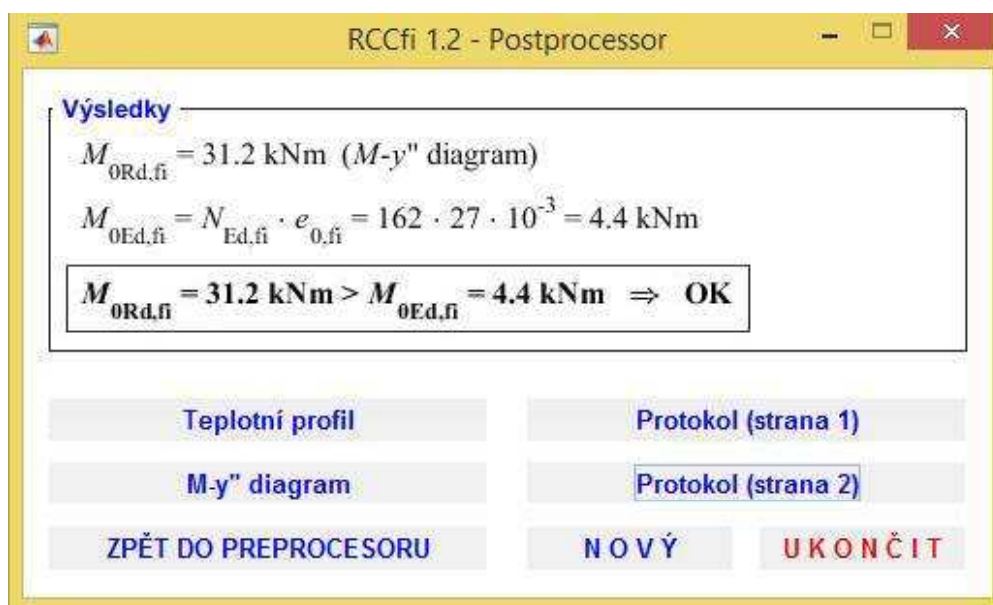
$$e_i = \frac{l_0}{400} = \frac{10650}{400} = 26,7 \text{ mm}$$



Obr. 25: Okno s grafickým znázorněním výsledků programem RCCfi



Obr. 26: Teplotní analýza stanovená programem RCCfi



Obr. 27: Okno s výsledným posouzením v programu RCCfi

Z výše uvedených výsledků je jasné, že:

SLOUP S1 SPLŇUJE POŽADOVANOU PO R30

5.4 Vazník V1, izoterma 500° C

Cílem je určit skutečnou PO pomocí metody izotermy 500° C, a zhodnotit zda vazník splňuje požadovanou PO R30.

- Požadavek na minimální rozměr průřezu:

$$b_{min,500,R120} = 120 \text{ mm} \leq b = 300 \text{ mm}$$

→ **Metodu izotermy 500° C lze použít**

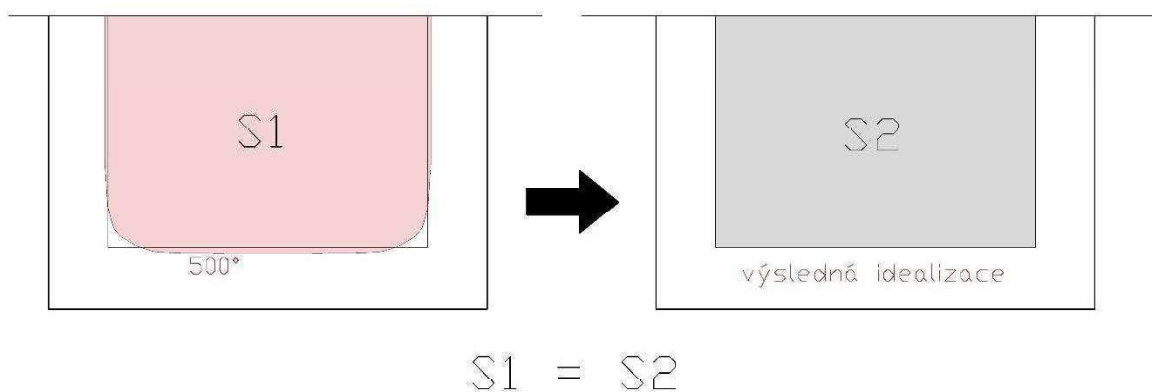
5.4.1 Teplotní analýza průřezu PO R30

Průběh teploty v posuzovaném průřezu je určen pomocí softwaru FIDeS_1.0. V tomto programu ovšem nelze zadat tvar průřezu vazníku V1 (tvar „T“), průřez byl tedy do programu zadáván postupně a následně byl průběh teploty idealizován (exportování výsledků z programu FIDeS_1.0 do programu Autocad a spojení jednotlivých teplotních křivek) patrné z obrázků. Jelikož kritický průřez nebude ve stejném místě jako při posouzení za běžné teploty, je potřeba znovu sestavit tabulku pro určení místa, kde je rozdíl mezi návrhovým ohybovým momentem při požární situaci a momentem únosnosti při požární situaci nejnižší (podobně jako v kapitole 4.1.1).

Poznámka:

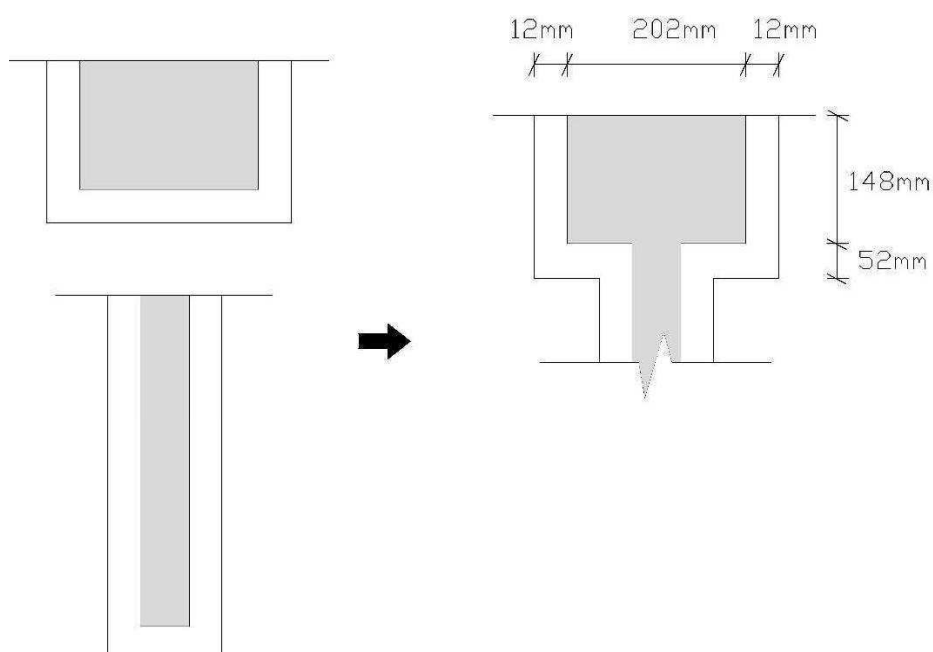
Skutečný průběh teploty v průřezu by byl ovlivněn tím, že část horní příruby je zastíněna stojinou vazníku. Tento fakt není v následující idealizaci zohledněn. Postup je na straně bezpečnosti.

- Idealizace tvaru izotermy 500 °C:
 - Převedení zaobleného tvaru izotermy 500° na obdélníkový tvar:
Plocha idealizovaného redukovaného průřezu musí být rovna ploše vymezené izotermou 500°. Tento krok je proveden v programu Autocad.



Obr. 28: Postup idealizace redukovaného průřezu

- Spojení průřezů s upravenými tvary křivek izotermy 500° pro PO R30:

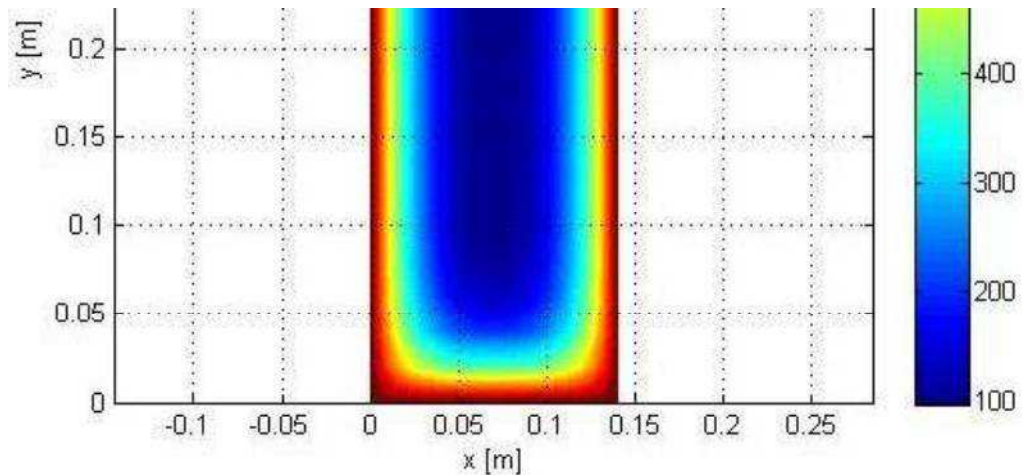


Obr. 29: Průřez po idealizaci (obrázek není v měřítku)

$$b_{fi} = 276 \text{ mm}$$

- Stanovení teplot v těžištích jednotlivých výztužných prutů a redukce meze kluzu oceli:

Teploty jsou vypočteny přímo v programu FIDes_1.0 zadáním souřadnic těžišť jednotlivých prutů. (souřadnice těžiště výztužného prutu vrchní řady $x=0,041$ m; $y=0,093$ a spodní řady $x=0,041$; $y=0,041$). Průběh teploty ve stojině vazníku je vidět na obrázku č. 30.



Obrázek č. 30: znázornění teplotní analýzy průřezu v oblasti hlavní nosné výztuže

$$\theta_1 = 263^\circ C \rightarrow k_{s,263^\circ} = 1 \rightarrow f_{syd,fi.1} = \frac{f_{yk} \cdot k_{s,263^\circ}}{\gamma_{s,fi}} = \frac{500 \cdot 1}{1} = 500 \text{ MPa}$$

$$\theta_2 = 160^\circ C \rightarrow k_{s,160^\circ} = 1 \rightarrow f_{syd,fi.1} = \frac{f_{yk} \cdot k_{s,160^\circ}}{\gamma_{s,fi}} = \frac{500 \cdot 1}{1} = 500 \text{ MPa}$$

5.4.2 Moment únosnosti, PO R30

Jelikož kritický průřez nebude ve stejném místě jako při posouzení za běžné teploty, je potřeba znovu sestavit tabulku pro určení místa, kde je rozdíl mezi návrhovým ohybovým momentem při požární situaci a momentem únosnosti při požární situaci nejnižší (podobně jako v kapitole 4.1.1).

Analytické vyjádření potřebných veličin pro výpočet momentu únosnosti při požární situaci v čase 30 min $M_{Rd,fi}$ v závislosti na L :

- Výška průřezu:

$$h = 925 - 0,05 \cdot L$$

- Účinná výška průřezu:

$$d = h - c - \phi_{st} - \phi - 15 = h - 20 - 10 - 22 - 15 = h - 67$$

Poznámka:

Redukovaná mez kluzu oceli je v tomto případě pro všechny pruty stejná, proto lze uvažovat účinnou výšku d jako vzdálenost od společného těžiště všech čtyřech prutů k hornímu okraji průřezu.

- Výška tlačené oblasti betonu:

$$x_{fi} = \frac{A_s \cdot f_{syd,fi}}{b_{fi} \cdot 0,8 \cdot f_{cd,fi}} = \frac{1520,5 \cdot 500}{276 \cdot 0,8 \cdot 30} = 108,5 \text{ mm}$$

- Moment únosnosti:

$$\begin{aligned} M_{Rd,fi} &= (d - 0,4x_{fi}) \cdot A_{s,prov} \cdot f_{syd,fi} = \\ &= (925 - 0,05 \cdot L - 67 - 0,4 \cdot 108,5) \cdot 1520,5 \cdot 500 \end{aligned}$$

Určení a posouzení kritického místa (R30):

Pomocí softwaru Scia engineer byl vypočten návrhový ohybový moment při požární situaci $M_{Ed,fi}$. Hodnoty byly vyčísleny v každých 11 mm délky vazníku, exportovány do tabulkového softwaru Excel a porovnány s výše uvedenými vztahy pro výpočet momentu únosnosti ve 30. minutě požáru $M_{Rd,fi}$.

tabulka č. 8: kritický průřez vazníku V1 v 30. minutě požáru

L [mm]	h [mm]	x_{fi} [mm]	d [mm]	$M_{Rd,fi}$ [kNm]	$M_{Ed,fi}$ [kNm]	$M_{Rd,fi} - M_{Ed,fi}$
0,00	925,00	108,50	858,00	619,30	0,00	619,30
...
...
6571,00	596,45	108,50	529,45	369,52	140,17	229,35
6582,00	595,90	108,50	528,90	369,10	139,76	229,34
6593,00	595,35	108,50	528,35	368,68	139,35	229,33
6604,00	594,80	108,50	527,80	368,27	138,94	229,33
6615,00	594,25	108,50	527,25	367,85	138,53	229,32
6626,00	593,70	108,50	526,70	367,43	138,11	229,32
6637,00	593,15	108,50	526,15	367,01	137,69	229,32
6648,00	592,60	108,50	525,60	366,59	137,27	229,32
6659,00	592,05	108,50	525,05	366,17	136,85	229,32
6670,00	591,50	108,50	524,50	365,76	136,42	229,34
6681,00	590,95	108,50	523,95	365,34	136,00	229,34
6692,00	590,40	108,50	523,40	364,92	135,57	229,35
...
...
9000,00	475,00	108,50	408,00	277,19	0,00	277,19

Kritický průřez se nachází ve vzdálenosti $L \cong 6,64$ m

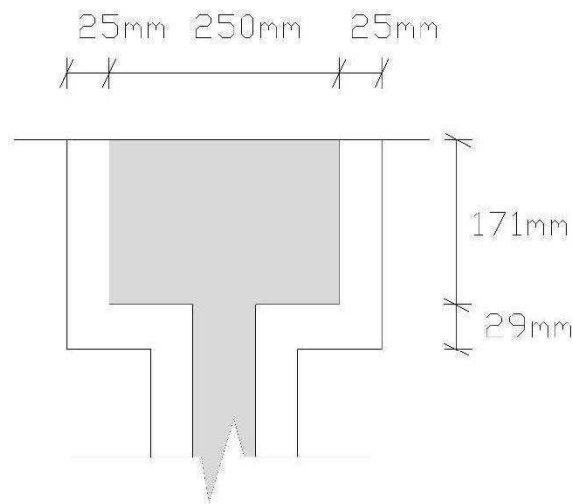
$$M_{Rd,fi} = 367 \text{ kNm} \geq M_{Ed,fi} = 138 \text{ kNm} \rightarrow \underline{\text{SPLŇENA PO R30}}$$

Poznámka:

Pro PO R60, R90 A R120 je popis výpočetního postupu zkrácen.

5.4.3 Teplotní analýza průřezu, PO R60

- Rozměry redukovaného průřezu:



Obr. 31: Redukovaný průřez v 60. minutě požáru (obrázek není v měřítku)

$$b_{fi} = 250 \text{ mm}$$

- Stanovení teplot v těžištích jednotlivých výztužných prutů a redukce meze kluzu oceli:

$$\theta_1 = 503^\circ \text{C} \rightarrow k_{s,503^\circ} = 0,78 \rightarrow f_{syd,fi.1} = \frac{f_{yk} \cdot k_{s,503^\circ}}{\gamma_{s,fi}} = \frac{500 \cdot 0,78}{1} = 390 \text{ MPa}$$

$$\theta_2 = 350^\circ \text{C} \rightarrow k_{s,350^\circ} = 1 \rightarrow f_{syd,fi.2} = \frac{f_{yk} \cdot k_{s,350^\circ}}{\gamma_{s,fi}} = \frac{500 \cdot 1}{1} = 500 \text{ MPa}$$

5.4.4 Moment únosnosti, PO R60

Analytické vyjádření potřebných veličin pro výpočet momentu únosnosti při požární situaci v čase 60 min $M_{Rd,fi}$ v závislosti na L :

- Výška průřezu:

$$h = 925 - 0,05 \cdot L$$

- Účinná výška průřezu:

$$d_1 = h - c - \phi_{st} - 0,5 \cdot \phi = h - 20 - 10 - 0,5 \cdot 22 = h - 41$$

$$d_2 = h - c - \phi_{st} - \phi - 30 - 0,5 \cdot \phi = h - 20 - 10 - 22 - 30 - 0,5 \cdot 22 = \\ = h - 93$$

Poznámka:

V tomto případě nelze uvažovat vzdálenost d vztaženou ke společnému těžišti všech výztužných prutů z důvodu rozdílné redukované meze kluzu oceli v první a druhé řadě výztužných prutů.

- Výška tlačené oblasti betonu:

$$x_{fi} = \frac{0,5 \cdot A_s \cdot (f_{syd,fi,1} + f_{syd,fi,2})}{b_{fi} \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{760,25 \cdot (390 + 500)}{250 \cdot 0,8 \cdot 30} = 112,7 \text{ mm}$$

Poznámka:

Výška tlačené oblasti nepřesáhne hodnotu redukované výšky horní příruby (108,5 mm \leq 171 mm).

- Moment únosnosti:

$$M_{Rd,fi} = (d_1 - 0,4x_{fi}) \cdot 0,5 \cdot A_{s,prov} \cdot f_{syd,fi,1} + (d_2 - 0,4x_{fi}) \cdot 0,5 \cdot A_{s,prov} \cdot \\ \cdot f_{syd,fi,2} = \\ = (925 - 0,05 \cdot L - 41 - 0,4 \cdot 112,7) \cdot 0,5 \cdot 1520,5 \cdot 390 + \\ + (925 - 0,05 \cdot L - 93 - 0,4 \cdot 112,7) \cdot 0,5 \cdot 1520,5 \cdot 500$$

Určení a posouzení kritického místa (R60):

tabulka č.9: kritický průřez vazníku V1 v 60. minutě požáru

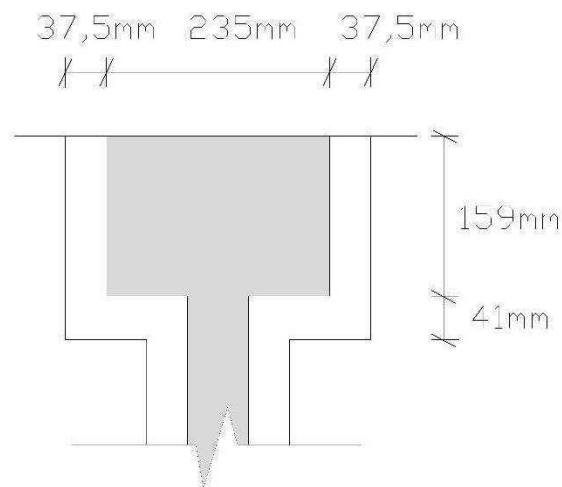
L [mm]	h [mm]	x_{fi} [mm]	d_1 [mm]	d_2 [mm]	$M_{Rd,fi}$ [kNm]	$M_{Ed,fi}$ [kNm]	$M_{Rd,fi} - M_{Ed,fi}$
0,00	925,00	112,70	884,00	832,00	547,87	0,00	547,87
...
...
6350,00	607,50	112,70	566,50	514,50	333,04	147,88	185,16
6361,00	606,95	112,70	565,95	513,95	332,67	147,51	185,16
6372,00	606,40	112,70	565,40	513,40	332,29	147,14	185,15
6383,00	605,85	112,70	564,85	512,85	331,92	146,77	185,15
6394,00	605,30	112,70	564,30	512,30	331,55	146,40	185,15
6405,00	604,75	112,70	563,75	511,75	331,18	146,03	185,15
6416,00	604,20	112,70	563,20	511,20	330,81	145,65	185,16
...
...
9000,00	475,00	112,70	434,00	382,00	243,39	0,00	243,39

Kritický průřez se nachází ve vzdálenosti $L \cong 6,39$ m

$$M_{Rd,fi} = 331,5 \text{ kNm} \geq M_{Ed,fi} = 146,8 \text{ kNm} \rightarrow \text{SPLŇENA PO R60}$$

5.4.5 Teplotní analýza průřezu, R90

- Rozměry redukovaného průřezu:



Obr. 32: Redukovaný průřez v 60. minutě požáru (obrázek není v měřítku)

$$b_{fi} = 235 \text{ mm}$$

- Stanovení teplot v těžištích jednotlivých výztužných prutů a redukce meze kluzu oceli:

$$\theta_1 = 660^\circ \text{ C} \rightarrow k_{s,660^\circ} = 0,33 \rightarrow f_{syd,fi.1} = \frac{f_{yk} \cdot k_{s,660^\circ}}{\gamma_{s,fi}} = \frac{500 \cdot 0,33}{1} = 165 \text{ MPa}$$

$$\theta_2 = 510^\circ \text{ C} \rightarrow k_{s,510^\circ} = 0,75 \rightarrow f_{syd,fi.2} = \frac{f_{yk} \cdot k_{s,510^\circ}}{\gamma_{s,fi}} = \frac{500 \cdot 0,75}{1} = 375 \text{ MPa}$$

5.4.6 Moment únosnosti, PO R90

Analytické vyjádření potřebných veličin pro výpočet momentu únosnosti při požární situaci v čase 90 min $M_{Rd,fi}$ v závislosti na L :

- Výška průřezu:

$$h = 925 - 0,05 \cdot L$$

- Účinná výška průřezu:

$$d_1 = h - c - \phi_{st} - 0,5 \cdot \phi = h - 20 - 10 - 0,5 \cdot 22 = h - 41$$

$$d_2 = h - c - \phi_{st} - \phi - 30 - 0,5 \cdot \phi = h - 20 - 10 - 22 - 30 - 0,5 \cdot 22 = h - 93$$

- Výška tlačené oblasti betonu:

$$x_{fi} = \frac{0,5 \cdot A_s \cdot (f_{syd,fi.1} + f_{syd,fi.2})}{b_{fi} \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{760,25 \cdot (165 + 375)}{235 \cdot 0,8 \cdot 30} = 72,8 \text{ mm}$$

Poznámka:

Výška tlačené oblasti nepřesáhne hodnotu redukované výšky horní příruby (72,8 mm \leq 159 mm).

- Moment únosnosti:

$$\begin{aligned}
 M_{Rd,fi} &= (d_1 - 0,4x_{fi}) \cdot 0,5 \cdot A_{s,prov} \cdot f_{syd,fi,1} + (d_2 - 0,4x_{fi}) \cdot 0,5 \cdot A_{s,prov} \cdot \\
 &\quad \cdot f_{syd,fi,2} = \\
 &= (925 - 0,05 \cdot L - 41 - 0,4 \cdot 112,7) \cdot 0,5 \cdot 1520,5 \cdot 165 + \\
 &\quad + (925 - 0,05 \cdot L - 93 - 0,4 \cdot 112,7) \cdot 0,5 \cdot 1520,5 \cdot 375
 \end{aligned}$$

Určení a posouzení kritického místa (R90):

tabulka č. 10: kritický průřez vazníku V1 v 90. minutě požáru

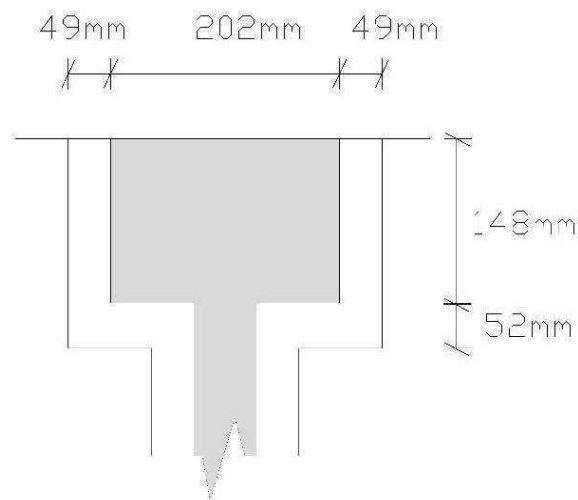
$L [mm]$	$h [mm]$	$x_{fi} [mm]$	$d_1 [mm]$	$d_2 [mm]$	$M_{Rd,fi} [kNm]$	$M_{Ed,fi} [kNm]$	$M_{Rd,fi} - M_{Ed,fi}$
0,00	925,00	72,80	884,00	832,00	336,13	0,00	336,13
...
...
5588,00	645,60	72,80	604,60	552,60	221,43	167,96	53,47
5599,00	645,05	72,80	604,05	552,05	221,20	167,74	53,46
5610,00	644,50	72,80	603,50	551,50	220,98	167,52	53,46
5621,00	643,95	72,80	602,95	550,95	220,75	167,29	53,46
5632,00	643,40	72,80	602,40	550,40	220,53	167,07	53,46
5643,00	642,85	72,80	601,85	549,85	220,30	166,84	53,46
5654,00	642,30	72,80	601,30	549,30	220,08	166,61	53,47
...
...
9000,00	475,00	72,80	434,00	382,00	151,39	0,00	151,39

Kritický průřez se nachází ve vzdálenosti $L \cong 5,62$ m

$$M_{Rd,fi} = 220,8 \text{ kNm} \geq M_{Ed,fi} = 167,3 \text{ kNm} \rightarrow \text{SPLŇENA PO R90}$$

5.4.7 Teplotní analýza průřezu, R120

- Rozměry redukovaného průřezu:



Obr. 33: Redukovaný průřez v 90. minutě požáru (obrázek není v měřítku)

$$b_{fi} = 202 \text{ mm}$$

- Stanovení teplot v těžištích jednotlivých výztužných prutů a redukce meze kluzu oceli:

$$\theta_1 = 772^\circ \text{ C} \rightarrow k_{s,772^\circ} = 0,144 \rightarrow f_{syd,fi.1} = \frac{f_{yk} \cdot k_{s,772^\circ}}{\gamma_{s,fi}} = \frac{500 \cdot 0,144}{1} = 72 \text{ MPa}$$

$$\theta_2 = 635^\circ \text{ C} \rightarrow k_{s,635^\circ} = 0,39 \rightarrow f_{syd,fi.2} = \frac{f_{yk} \cdot k_{s,635^\circ}}{\gamma_{s,fi}} = \frac{500 \cdot 0,39}{1} = 195 \text{ MPa}$$

5.4.8 Moment únosnosti, PO R120

Analytické vyjádření potřebných veličin pro výpočet momentu únosnosti při požární situaci v čase 120 min $M_{Rd,fi}$ v závislosti na L :

- Výška průřezu:

$$h = 925 - 0,05 \cdot L$$

- Účinná výška průřezu:

$$d_1 = h - c - \phi_{st} - 0,5 \cdot \phi = h - 20 - 10 - 0,5 \cdot 22 = h - 41$$

$$d_2 = h - c - \varnothing_{st} - \varnothing - 30 - 0,5 \cdot \varnothing = h - 20 - 10 - 22 - 30 - 0,5 \cdot 22 = \\ = h - 93$$

- Výška tlačené oblasti betonu:

$$x_{fi} = \frac{0,5 \cdot A_s \cdot (f_{syd,fi,1} + f_{syd,fi,2})}{b_{fi} \cdot 0,8 \cdot f_{cd}} = \frac{760,25 \cdot (72 + 195)}{202 \cdot 0,8 \cdot 30} = 41,9 \text{ mm}$$

Poznámka:

Výška tlačené oblasti nepřesáhne hodnotu redukované výšky horní příruby (41,9 mm ≤ 148 mm).

- Moment únosnosti:

$$M_{Rd,fi} = (d_1 - 0,4x_{fi}) \cdot 0,5 \cdot A_{s,prov} \cdot f_{syd,fi,1} + (d_2 - 0,4x_{fi}) \cdot 0,5 \cdot A_{s,prov} \cdot \\ \cdot f_{syd,fi,2} = \\ = (925 - 0,05 \cdot L - 41 - 0,4 \cdot 112,7) \cdot 0,5 \cdot 1520,5 \cdot 72 + \\ + (925 - 0,05 \cdot L - 93 - 0,4 \cdot 112,7) \cdot 0,5 \cdot 1520,5 \cdot 195$$

Určení a posouzení kritického místa (R120):

tabulka č. 11: kritické místo vazníku V1 ve 120. minutě požáru

<i>L [mm]</i>	<i>h [mm]</i>	<i>x_{fi}[mm]</i>	<i>d₁ [mm]</i>	<i>d₂ [mm]</i>	<i>M_{Rd,fi} [kNm]</i>	<i>M_{ed,fi} [kNm]</i>	<i>M_{Rd,fi}-M_{ed,fi}</i>
0,00	925,00	41,90	884,00	832,00	168,33	0,00	168,33
...
...
5013,00	674,35	41,90	633,35	581,35	117,45	176,41	-58,96
5025,00	673,75	41,90	632,75	580,75	117,33	176,30	-58,97
5036,00	673,20	41,90	632,20	580,20	117,22	176,19	-58,97
5047,00	672,65	41,90	631,65	579,65	117,11	176,08	-58,97
5058,00	672,10	41,90	631,10	579,10	116,99	175,96	-58,97
5069,00	671,55	41,90	630,55	578,55	116,88	175,85	-58,97
5080,00	671,00	41,90	630,00	578,00	116,77	175,73	-58,96
...
...
9000,00	475,00	41,90	434,00	382,00	76,99	0,00	76,99

Kritický průřez se nachází ve vzdálenosti $L \cong 5,05$ m

$$M_{Rd,fi} = 117,1 \text{ kNm} \leq M_{Ed,fi} = 176,1 \text{ kNm} \rightarrow \text{NENÍ SPLŇENA PO R120} \quad \times$$

5.4.9 Vyhodnocení výsledků

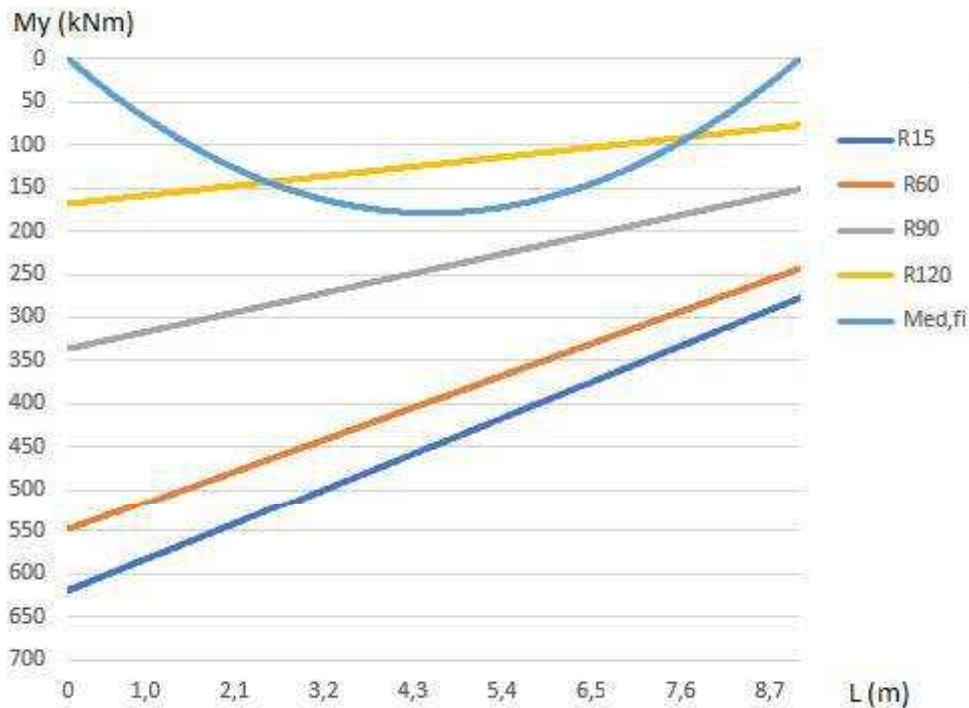
Bylo zjištěno, že posuzovaný vazník V1 splňuje požadovanou požární odolnost R30 stanovenou v PBŘ. Navíc bylo spočteno, že skutečná PO vazníku je mezi 90 a 120 minutami.

Tabulka č. 12: celkové výsledky izotermy 500⁰ pro vazník V1

	poloha kritického průřezu	výška průřezu	průměrná teplota ve výztuži	působící ohybový moment	moment únosnosti
	L [m]	h [mm]	θ [°C]	$M_{Ed,fi}$ [kNm]	$M_{Rd,fi}$ [kNm]
za běžné teploty	5,53	648,00	20,00	303,5	348,50
R30	6,64	593,00	88,00	137,50	367,00
R60	6,39	606,00	427,00	147,00	332,00
R90	5,62	644,00	585,00	167,30	221,00
R120	5,05	673,00	704,00	176,10	117,10

Z tabulky lze vyčíst, že s narůstající teplotou ve výztuži se kritický průřez posouvá směrem ke středu rozpětí vazníku, kde je sice větší rameno vnitřních sil z ale zároveň je zde i vyšší působící ohybový moment $M_{Ed,fi}$. Důvodem je zřejmě to, že s narůstající teplotou vyšší průřezy ztrácejí svou únosnost rychleji než ty nižší (stejně vyztužené).

Následující graf znázorňuje momentovou únosností v 30, 60, 90 a 120 minutě spolu s působícím ohybovým momentem při požární situaci.



Obr. 34: Graf znázorňující průběh jednotlivých momentů únosnosti (mění se vlivem sklonu vazníku) v rozdílném čase požáru a průběh působícího ohybového momentu při požární situaci

5.5 Posouzení PO stropních a střešních desek

Všechny stropní a střešní desky jsou tvořeny předpjatými prefabrikovanými panely Spiroll.

Požární odolnost těchto panelů uvádí výrobce jako REI 45 pro výšky panelů 160 mm a 200 mm a REI 50 pro výšku panelů 265 mm (viz příloha č. 9)

Nejvyšší hodnota požadovaná PO pro stropní nebo střešní desky je v tomto objektu REI 30.

→ STROPNÍ A STŘEŠNÍ DESKY SPLŇUJÍ POŽADOVANOU POŽÁRNÍ ODOLNOST

STATICKÁ ČÁST

VÝSTUPY Z PROGRAMU SCIA ENGINEER

(příloha 3)

Název projektu: Víceúčelová hala v Hořicích

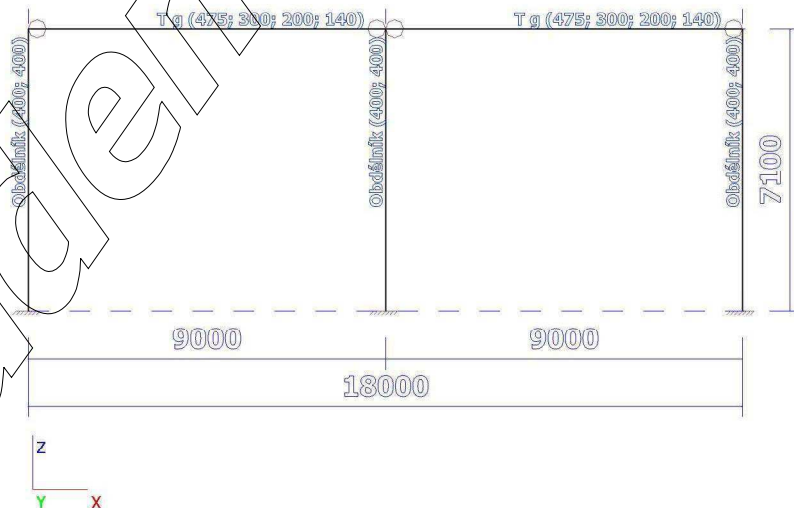
Vypracoval: Tomáš Lánský

Datum: 28. května 2017

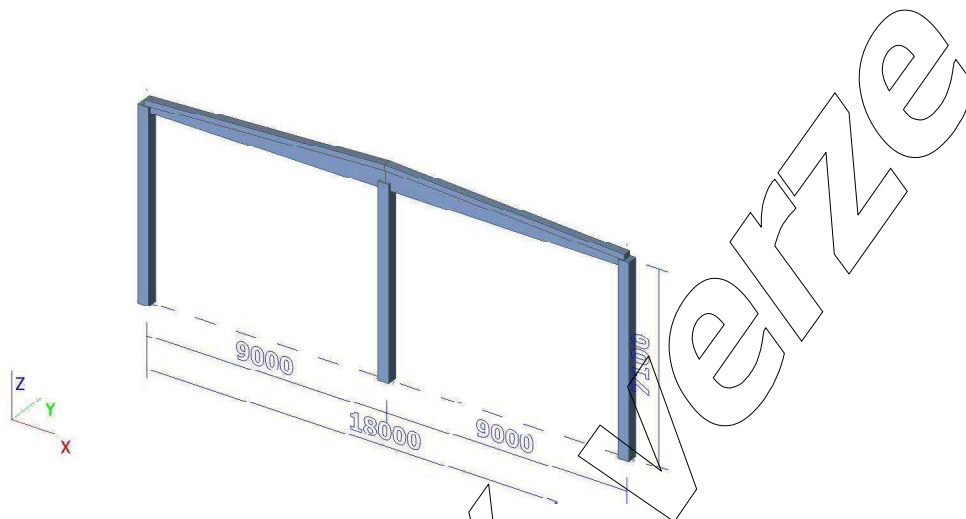
1. Obsah

1. Obsah	1
2. Výpočtový model	1
3. Schéma konstrukce v axonometrii	2
4. Materiály	2
5. Prut	2
6. Zatěžovací stavy	2
6.1. Zatěžovací stavy - LC1	2
6.1.1. schéma zatížení	3
6.2. Zatěžovací stavy - LC3	3
6.2.1. schéma zatížení	3
6.3. Zatěžovací stavy - LC2	4
6.3.1. schéma zatížení	4
7. Kombinace	4
7.1. Kombinace - MSÚ	4
7.1.1. vnitřní síly na prutech - N	5
7.1.2. vnitřní síly na prutech - Vz	5
7.1.3. vnitřní síly na prutech - My	6
7.2. Kombinace - MSP	6
7.2.1. vnitřní síly na prutech - N	6
7.2.2. vnitřní síly na prutech - Vz	7
7.2.3. vnitřní síly na prutech - My	7
7.3. Kombinace - požární situace	7
7.3.1. vnitřní síly na prutech - N	8
7.3.2. vnitřní síly na prutech - Vz	8
7.3.3. vnitřní síly na prutech - My	9
8. Deformace uz od kvazistálé kombinace zatížení a smrštění	9

2. Výpočtový model



3. Schéma konstrukce v axonometrii



4. Materiály

Jméno	Typ	Jednotková hmotnost [kg/m ³]	E [MPa]	Poisson - nu	G [MPa]	Tep.roztaž. [m/mK]	Charakteristická válcová pevnost v tlaku f _{ck} (28) [MPa]
-------	-----	--	---------	--------------	---------	--------------------	---

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*

C30/37	Beton	2500,0	3,2800e+04	0,2	1,3667e+04	0,00	30,00
--------	-------	--------	------------	-----	------------	------	-------

5. Prut

Jméno	Průřez	Délka [m]	Tvar	Poč. uzel	Konc. uzel	Typ	FEM typ	Vrstva
-------	--------	-----------	------	-----------	------------	-----	---------	--------

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*

B4	vazník - T g (475; 300; 200; 140)	9,000	Čára	N7	N8	nosník (80)	standard	Vrstva1
B5	vazník - T g (475; 300; 200; 140)	9,000	Čára	N8	N9	nosník (80)	standard	Vrstva1
B6	sloup - Obdélník (400; 400)	7,100	Čára	N10	N7	sloup (100)	standard	Vrstva1
B7	sloup - Obdélník (400; 400)	7,100	Čára	N1	N8	sloup (100)	standard	Vrstva1
B8	sloup - Obdélník (400; 400)	7,100	Čára	N11	N9	sloup (100)	standard	Vrstva1

6. Zatěžovací stavy

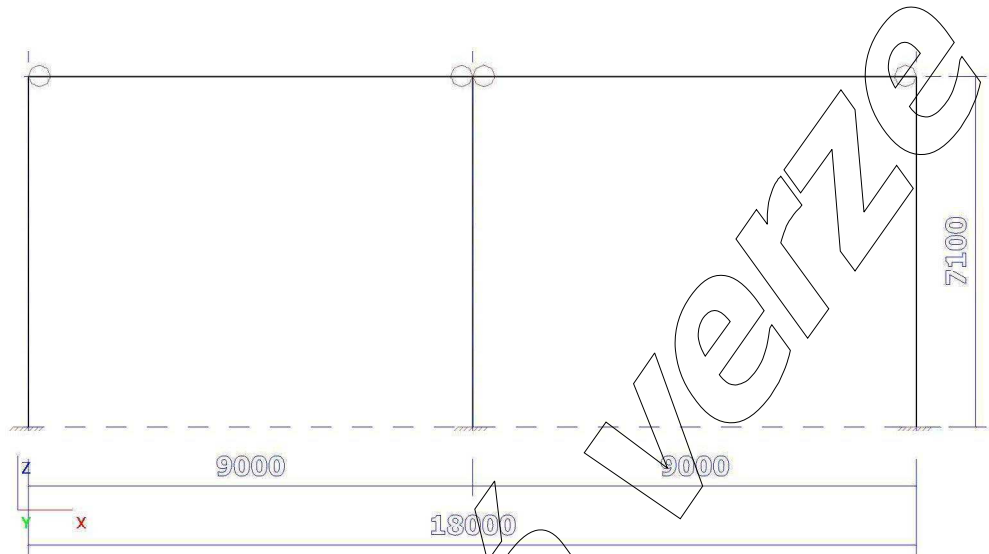
6.1. Zatěžovací stavy - LC1

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Směr
-------	-------	--------------	------------------	--------------	------

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*

LC1	vlastní tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha	-Z
-----	--------------	-------	-----	--------------	----

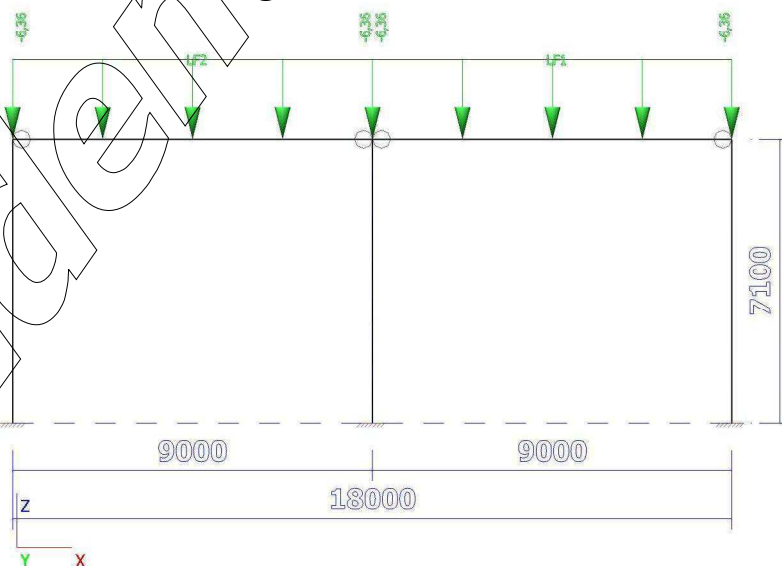
6.1.1. schéma zatížení



6.2. Zatěžovací stavy - LC3

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Působení	Rídící zat. stav
LC3	sníh	Proměnné	LG2	Statičné	Standard	Střednědobé	Žádný

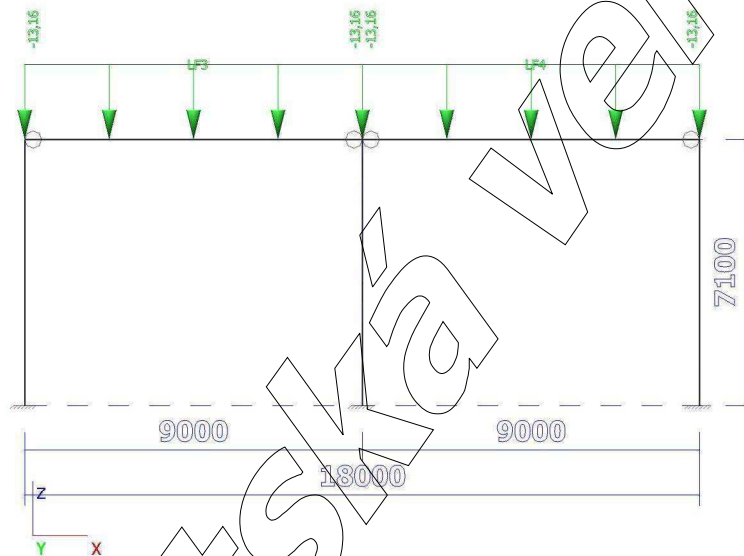
6.2.1. schéma zatížení



6.3. Zatěžovací stavy - LC2

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
LC2	stropní deska	Stálé	LG1	Standard

6.3.1. schéma zatížení

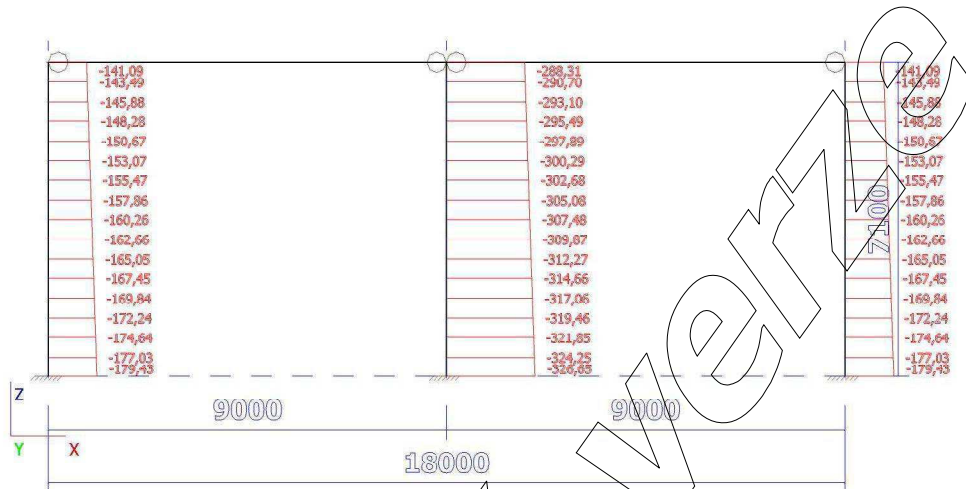


7. Kombinace

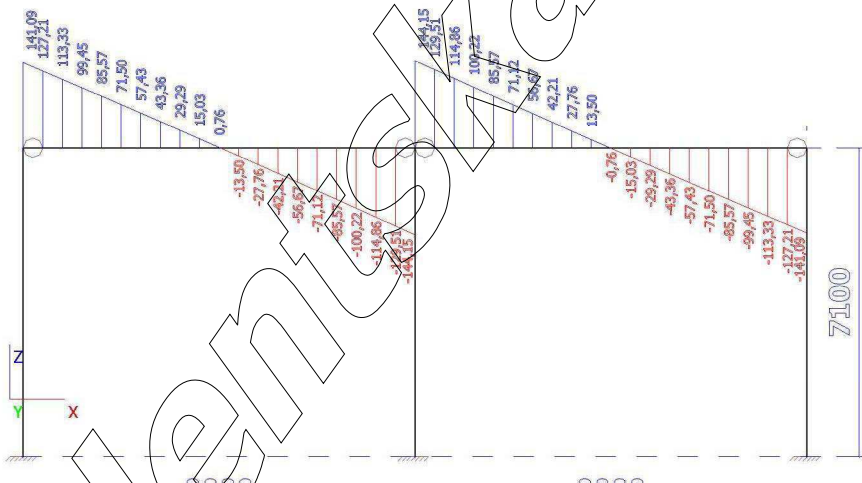
7.1. Kombinace - MSÚ

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ	Lineární únosnost	LC1 - vlastní tíha LC2 - stropní deska LC3 - sníh	1,35 1,35 1,50

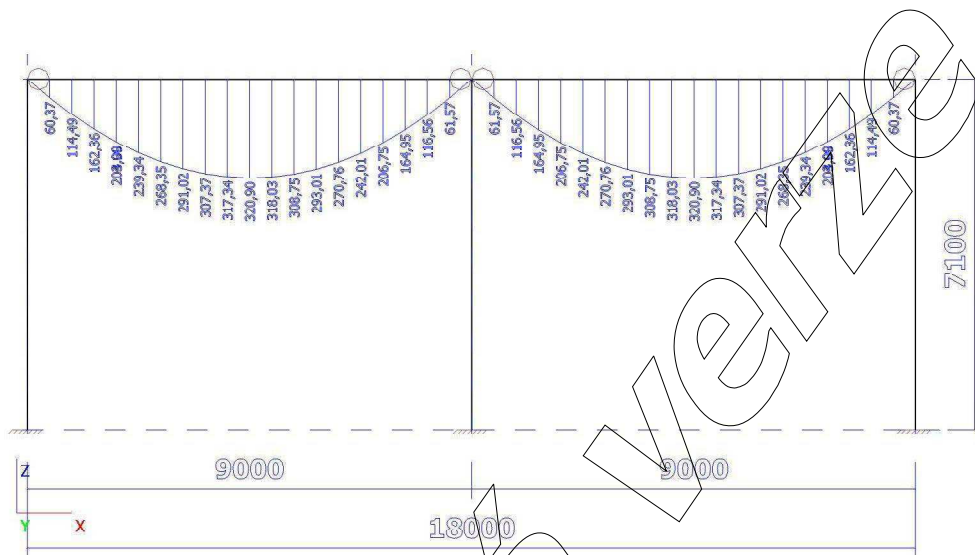
7.1.1. vnitřní síly na prutech - N



7.1.2. vnitřní síly na prutech - Vz



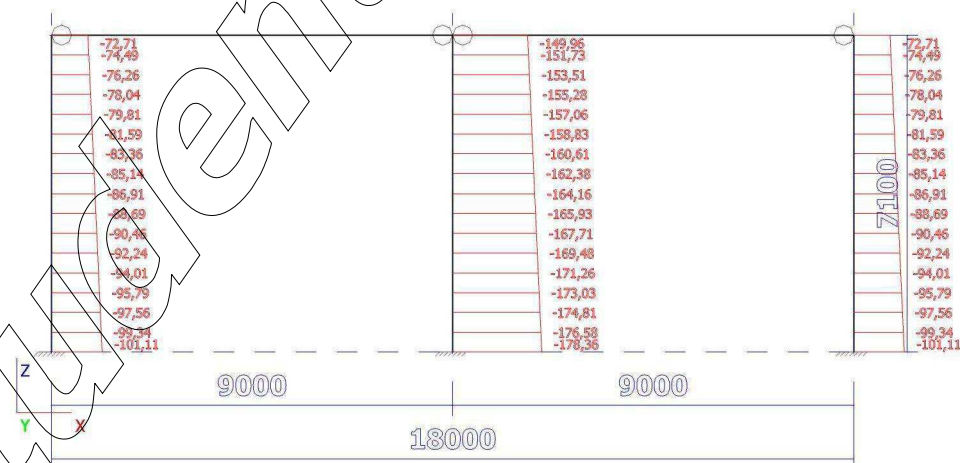
7.1.3. vnitřní síly na prutech - My



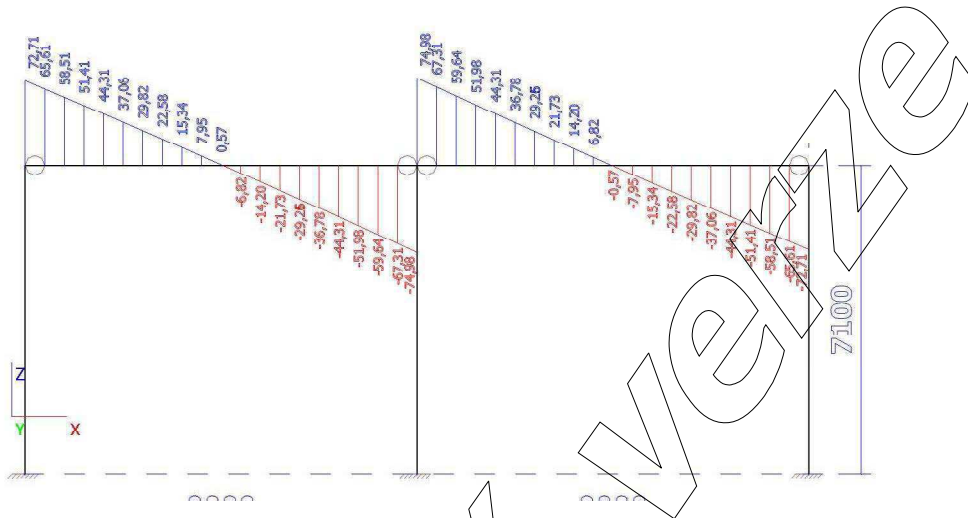
7.2. Kombinace - MSP

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. M
MSP	Lineární - únosnost	LC1 - vlastní tíha LC2 - stropní deska	1,00 1,00

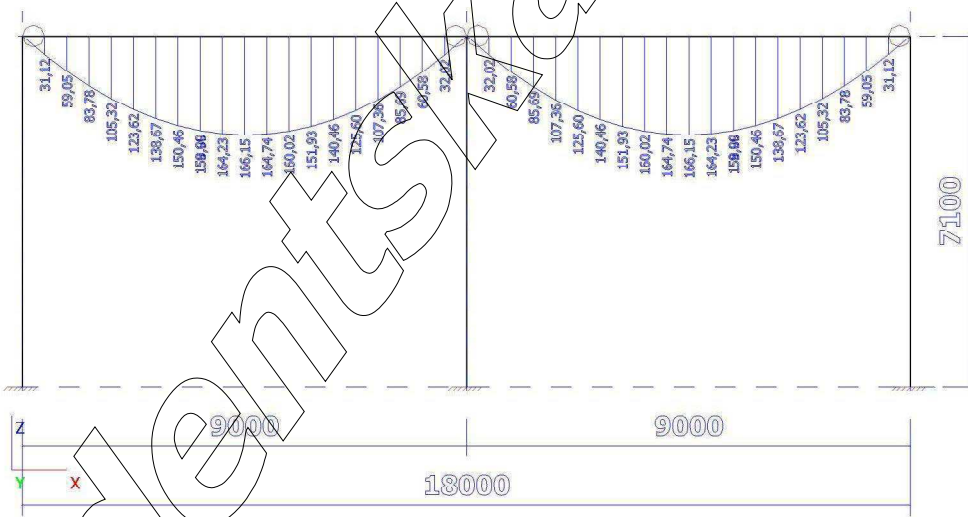
7.2.1. vnitřní síly na prutech - N



7.2.2. vnitřní síly na prutech - Vz



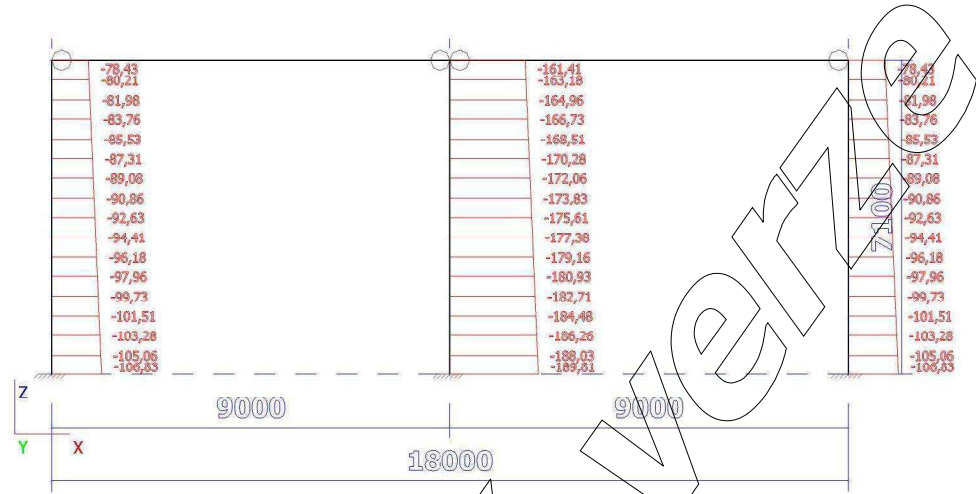
7.2.3. vnitřní síly na prutech - My



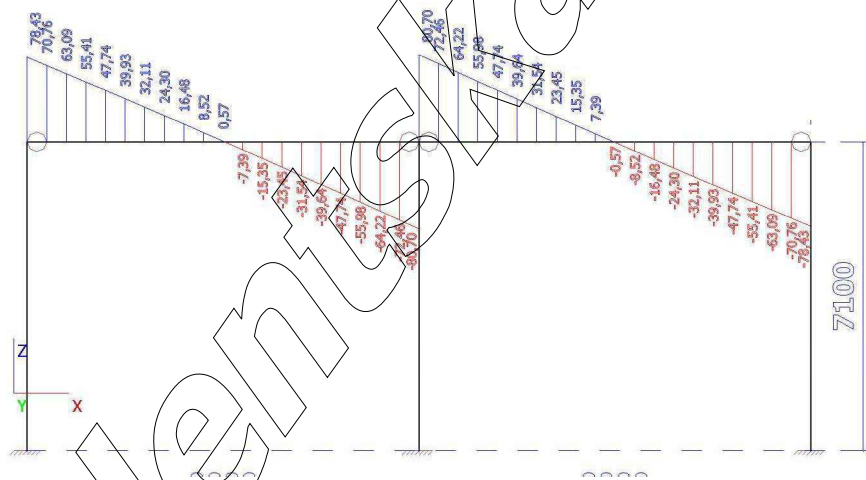
7.3. Kombinace - požární situace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
požární situace	Lineární - únosnost	LC1 - vlastní tíha LC2 - stropní deska LC3 - sníh	1,00 1,00 0,20

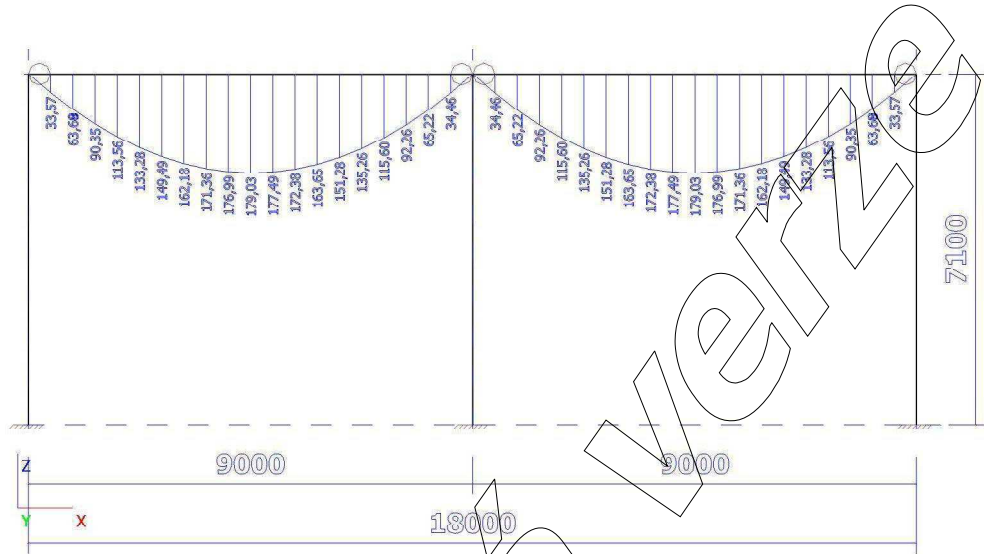
7.3.1. vnitřní síly na prutech - N



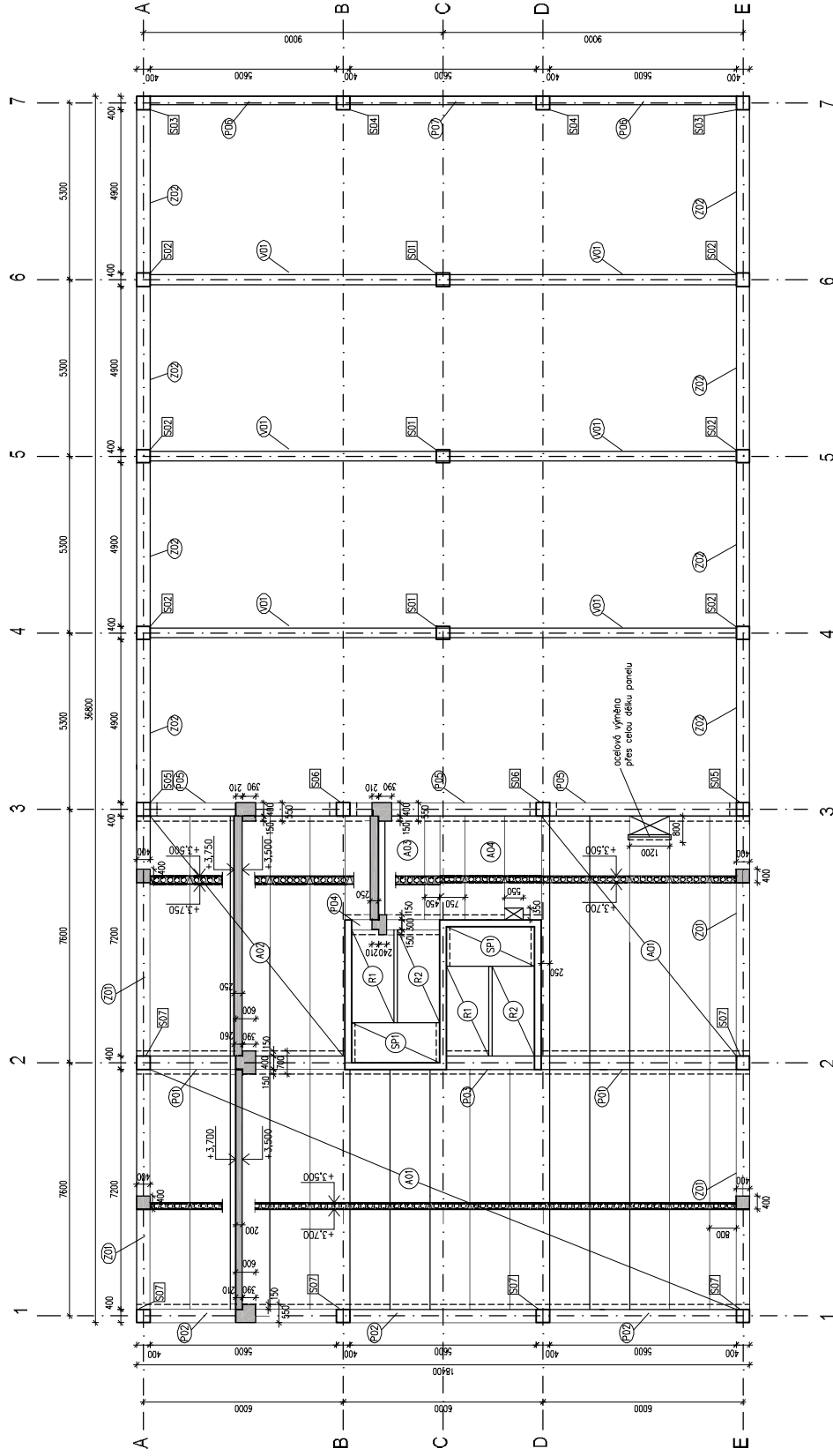
7.3.2. vnitřní síly na prutech - Vz



7.3.3. vnitřní síly na prutech - My




PŘÍLOHA Č. 4 - VÝKRES SKLADBY 1. NP



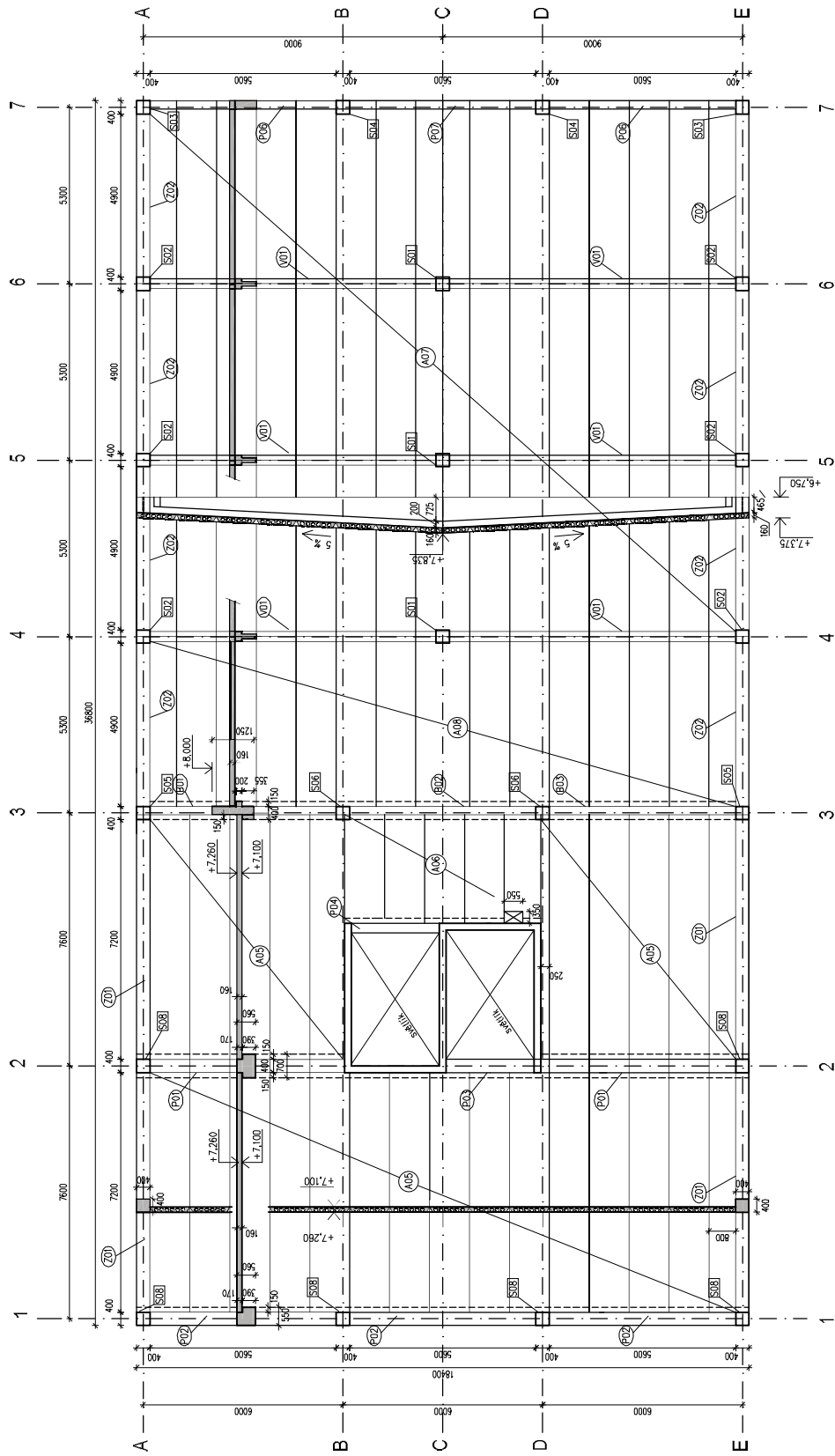
LEGENDA:
 A01-A04: přešpáté prefabrikované dutinné panely SPIROLL
 S01-S07: prefabrikované sloupy
 P01-P07: prefabrikované průřady
 V01: prefabrikované pultové vaničky "T" průřezu
 Z01-Z02: prefabrikované osovodové žuržádo
 SPI: prefabrikované schodiškové mezispodesty uložené na ztlumující stěny
 R1,R2: prefabrikované schodiškové ramena

beton C30/37, XC3, XF3 - G 0,2, Dmax=16 mm
 panely Spinal

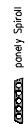
Poznámky: Výpis vlnitých žebříků z prefabrikovaných dílců obsahuje příloha č. 8
 Výkres výložně prvků S01 - příloha č. 7
 Výkres výložně prvků V01 - příloha č. 6

JMÉNO STUDENTA: TOMÁŠ LÁNSKÝ	 ČVUT v Praze Fakulta stavební
ČÍSLO PŘÍLOHY: 4	
MĚŘÍTKO: 1:100	FORMÁT: A2
DATEM: 28.5. 2017	

PŘÍLOHA Č. 5 - VÝKRES SKLADBY 2. NP



beton C30/37, XC3, XF3 - G 0,2, Dmax=16 mm

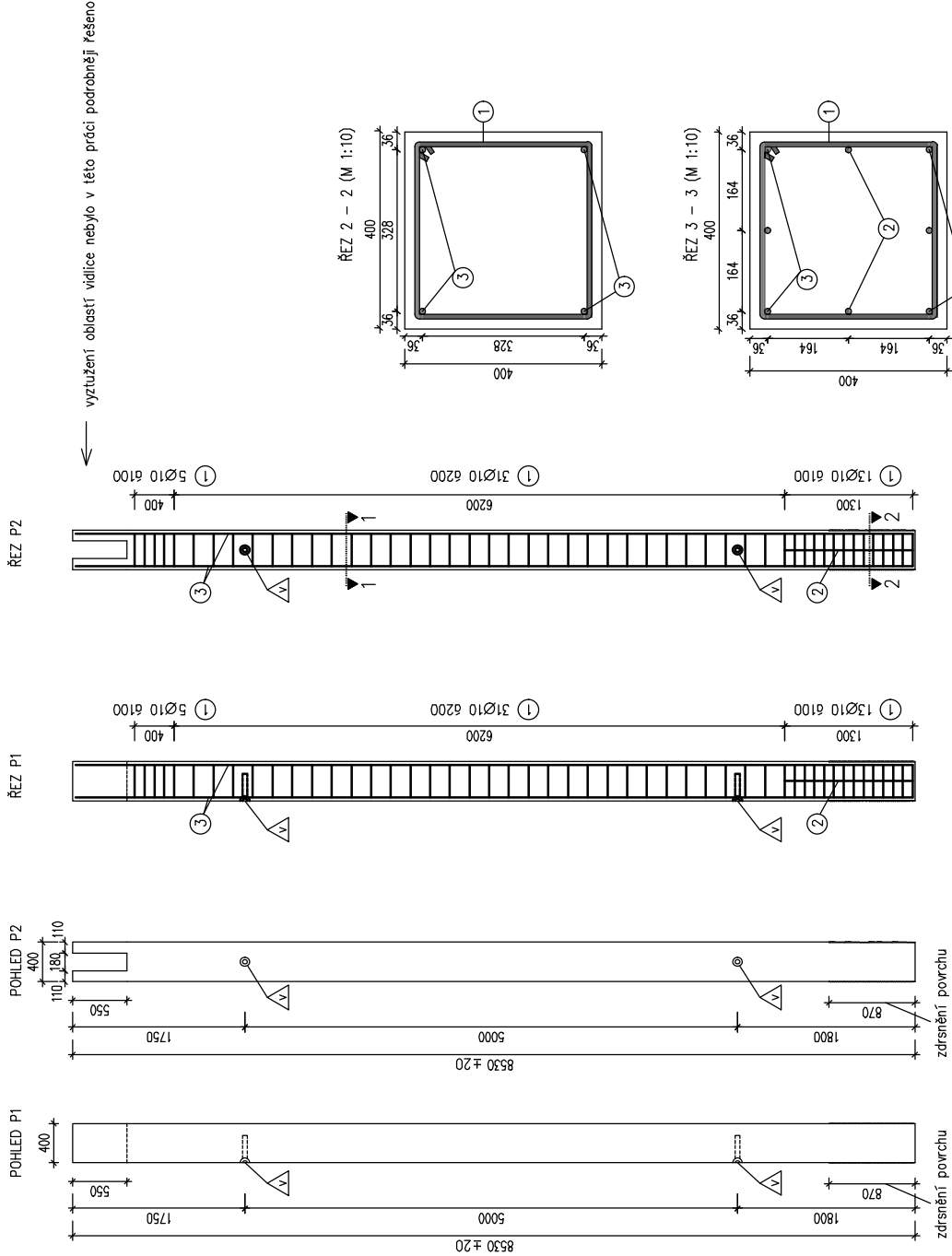


- LEGENDA:**
- A01-04: přešpáté prefabrikované dutinové panely SPROLL
 - S01-08: prefabrikované sloupy
 - P01-07: prefabrikované průřady
 - V01: prefabrikované pultové vaničky "T" průřezu
 - Z01-Z02: prefabrikovaná novotová žurádka
 - B01-03: speciální prefabrikované průřady

Poznámka: Výpis vlnitý žB prefabrikovaných dílců obsahuje příloha č. 8
 Výkres výtahu prvků S01 - příloha č. 7
 Výkres výtahu prvků V01 - příloha č. 6

JMÉNO STUDENTA:	TOMÁŠ LÁNSKÝ
133BAPO – BAKALÁRSKÁ PRÁCE VCELEČOVÁ HALA V HORČICÍCH	
ČÍSLO PŘÍLOHY:	5
MĚŘÍTKO:	1:100
FORMÁT:	A2
DATAUM:	28.5. 2017

PŘÍLOHA Č. - VÝKRES VÝZTUŽE SLOUPU



vyztužení oblastí vidlice nebylo v této práci podrobněji řešeno

VÝKAZ PRŮTŮ

pol.	kusů	Ø (mm)	jednot. délka (m)	okřtovaný tvar průtu (bez měřítka)	celková délka (m)	celková hmotnost (kg)
1	49	10	1,9		93,1	57,35
2	4	12	1,3		5,2	4,62
3	4	12	8,5		34	30,21

CELKOVÁ HMOTNOST: 92,18 kg

△ DEHA 6000-10-0340 (předvrtané manipulační úchyty s kulovou hlavou)

POZNAMKY: betonářská ocel B500B
pruty křtované na osu
beton: C30/37, XC3, XF1 – Cl 0,2, D_{max}=16 mm

DÍLEC: S 01
OBJEM: 1,328 m³
HMOTNOST: 3320 kg
MNOŽSTVÍ: 3 ks



JMÉNO STUDENTA:
TOMÁŠ LÁNSKÝ

133BAPQ – BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
VICEÚČELOVÁ HALA V HOŘICÍCH

ČVUT v Praze
Fakulta stavební

ČÍSLO PŘÍLOHY: 7
MÉRÍTKO: 1:50
FORMÁT: A3
DATUM: 28.5. 2017

VÝKRES VÝZTUŽE SLOUPU

PŘÍLOHA Č 8 - VÝPIS DÍLCŮ KONSTRUKCE

VÝPIS DÍLCŮ KONSTRUKCE					
OZN.	TYP	KOORDINAČNÍ ROZMĚRY (mm)	DÍLČÍ HMOTNOST (kg)	POČET (ks)	HMOTNOST CELKEM (kg)
S01	SLOUP	8550x400x400 (550 vidlice)	3320	3	9960
S02		8000x400x400	3200	6	19800
S03		8000x400x400	3200	2	6400
S04		8000x400x400	3200	2	6400
S05		8000x400x400	3200	2	6400
S06		8000x400x400	3200	2	6400
S07		4750x400x400	1900	6	11400
P01	PRŮVLAK	6250x700x600	5890	2	11780
P02		6200x550x600	4630	3	13890
P03		2950x700x600	3097	1	3097
P04		2850x600x450	1925	1	1925
P05		5200x550x600	4290	3	12870
P06		6200x250x775	3000	2	6000
P07		6000x250x925	3470	1	3470
Z01	ZTUŽIDLO	7200x400x400	2880	4	11520
Z02		4900x400x400	1960	8	15680
V01	VAZNÍK	8550x400x400	3076	6	18456
A01	SPIROLL	PPD 219 7100x1200x200	2215	19	42085
A02		PPD 268 7100x1200x260	3067	5	15335
A03		PPD 268 3000x1200x260	1296	3	3888
A04		PPD 219 3000x1200x200	936	3	2808
A05		PPD 171 7100x1200x160	2023	24	48552
A06		PPD 171 3100x1200x160	883	6	5300
A07		PPD 165 5100x1200x160	1453	16	23248
A08		PPD 165 5300x1200x160	1510	48	72480
B01	SPECIÁLNÍ PRŮVLAKY	L=6200	6134	1	6134
B02		L=6000	5936	1	5936
B03		L=6200	6134	1	6134
SP1	MEZIPODESTA	2650x1200x200	936	2	1872
R1	SCHODIŠŤOVÁ		3890	2	7780
R2	RAMENA		3950	2	7900

CELKEM: 409 751 000 kg

STATICKÁ ČÁST

TECHNICKÉ LISTY PANELŮ SPIROLL

(příloha 9)

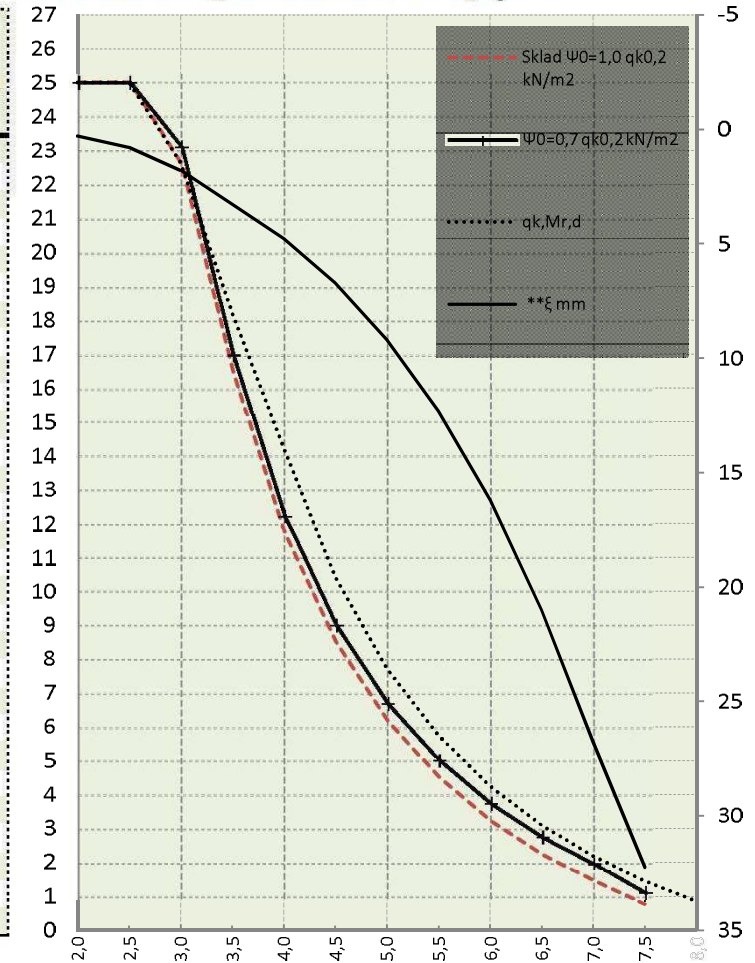
Název projektu: Víceúčelová hala v Hořicích

Vypracoval: Tomáš Lánský

Datum: 28. května 2017

Statický výpočet PPD 169 (Lana: Dole: 7*9,3 + Nahoře: 2*9,3)

L m	Sklád		Mr,dek kNm	Mr,cr kNm	Mr0,2 kNm	Mr,d kNm	**ξ mm	*Vrdct1 kN
	ψ0=1,0 qk0,2 kN/m2	ψ0=0,7 qk0,2 kN/m2						
2,0	25,00	25,00	22,7	32,7	31,0	35,8	0,29	53,3
2,5	25,00	25,00	23,2	37,3	39,3	45,2	0,80	53,3
3,0	22,61	23,12	23,1	40,6	47,5	54,3	1,79	53,2
3,5	16,49	17,00	23,2	40,6	50,2	58,6	3,26	53,2
4,0	11,73	12,24	23,3	40,7	50,4	58,8	4,79	53,2
4,5	8,49	9,00	23,3	40,8	50,6	58,8	6,72	53,2
5,0	6,19	6,70	23,4	40,9	50,7	58,8	9,19	53,2
5,5	4,51	5,02	23,5	41,0	50,8	58,8	12,32	53,2
6,0	3,24	3,75	23,6	41,1	51,0	58,8	16,21	53,2
6,5	2,26	2,77	23,7	41,2	51,2	58,8	21,01	53,2
7,0	1,48	1,98	23,8	41,3	51,4	58,8	26,78	53,2
7,5	0,78	1,11	24,0	41,5	51,4	58,8	32,26	53,1
8,0	-0,10	-0,14	24,1	41,6	50,7	58,8	38,28	53,1
8,5								
9,0								
9,5								
10,0								
10,5								
11,0								
11,5								
12,0								
12,5								
13,0								
13,5								
14,0								
14,5								
15,0								
15,5								
16,0								



$q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot (g_0 + 1,5) + \psi_0 \cdot \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot \xi \cdot (g_0 + 1,5) + \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $\gamma_G (1,35)$.. návrhový koeficient
 $\xi (0,85)$... redukční součinitel
 $g_0 (kN/m^2)$.. vlastní tíha
 $\gamma_Q (1,50)$.. návrhový koeficient
 $1,5 (kN/m^2)$.. g1 tíha úprav
 $q_k (kN/m^2)$.. charakteristické zatížení
 $\psi_0 (1,0)$... sklady
 $\psi_0 (0,7)$... ostatní

ECO ČSN EN 1990 rovnice 6.10a 6.10b
 EC2 ČSN EN 1992 -1-1 (CZ); ČSN EN 1168+A3
 $M_{r,dek} (kNm/1,2m)$.. moment na mezi dekomprese
 XC2/XC3
 $M_{r,cr} (kNm/1,2m)$.. moment na mezi vzniku trhlin
 $M_{r0,2} (kNm/1,2m)$.. moment na mezi šířky trhlin
 $M_{r,d} (kNm/1,2m)$.. moment na mezi únosnosti
 $**\xi (mm)$ průhyb
 $*V_{rdct1} (kNm/1,2m)$.. smyková únosnost pro oblast bez
 trhlin

Rozměry
 výška/šířka/skladebně/uložení
 160/1190/1200/150 mm

Krytí lan
 dolní řada/střední/horní
 30/-/25 mm

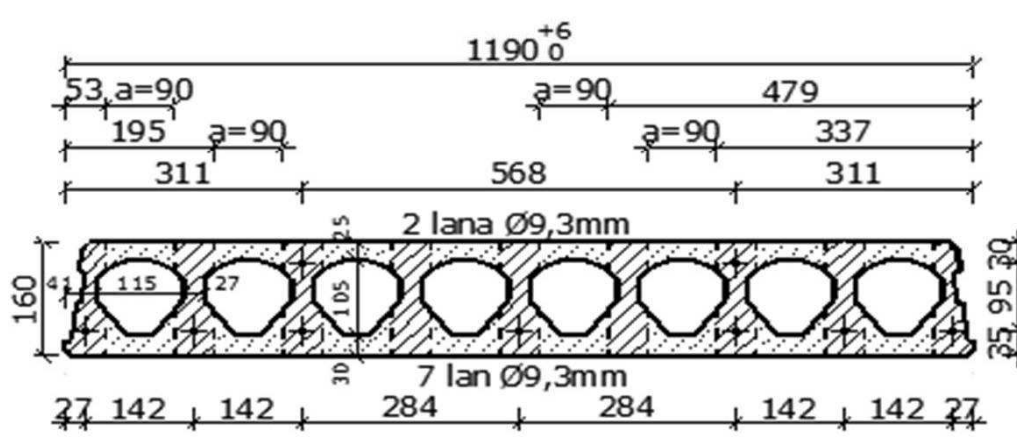
Hmotnosti
 manipulační/se zálivkou/zálivka
 272/285/13 kg/mb

Beton
 C45/55 XC1
 45 MPa
Ocel
 fpk/ fpk0,1%
 1770/1520 MPa

Tepelný odpor
 0,17 m2K/W
REI Požární odolnost
 45 minut

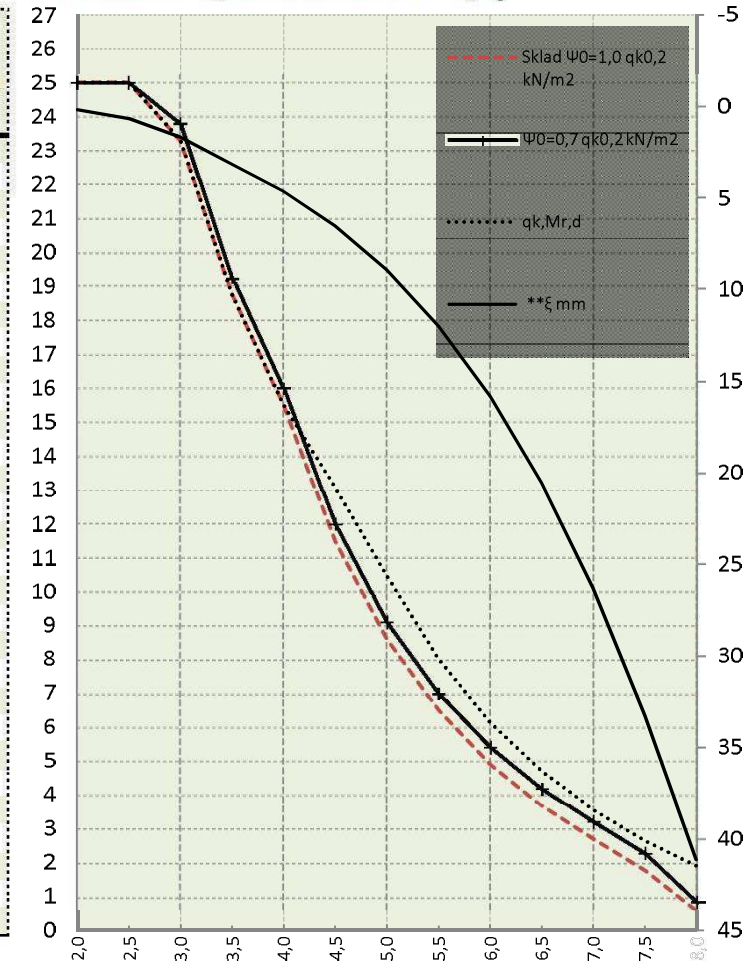
Vzduchová neprůzvučnost
 49 db
Vážená, normalizovaná hladina kročejového zvuku
 85 db

* Pro oblast s trhlinami se doporučuje redukovat smyk. únosnost na 80%
 ** Skutečné hodnoty se mohou lišit od zde odhadnutých hodnot, skutečný průhyb závisí od historie zatížení apod. (EC2 čl. 7.4.1)
 Obvykle s průhybem spirallů nebyvají žádné problémy.



Statický výpočet PPD 171 (Lana: Dole: 9*9,3 + Nahoře: 2*9,3)

L m	Sklád		Mr,dek kNm	Mr,cr kNm	Mr0,2 kNm	Mr,d kNm	**ξ mm	*Vrdct1 kN
	ψ0=1,0 qk0,2 kN/m2	ψ0=0,7 qk0,2 kN/m2						
2,0	25,00	25,00	30,3	33,4	39,1	44,8	0,18	53,8
2,5	25,00	25,00	29,8	40,6	49,5	56,5	0,65	53,7
3,0	23,29	23,80	29,6	47,1	59,7	67,7	1,68	53,7
3,5	18,75	19,25	29,7	47,2	62,9	73,1	3,16	53,7
4,0	15,49	16,00	29,8	47,3	63,1	73,3	4,63	53,7
4,5	11,47	11,98	29,9	47,4	63,2	73,3	6,52	53,7
5,0	8,60	9,11	30,0	47,5	63,4	73,3	8,94	53,7
5,5	6,49	7,00	30,1	47,7	63,6	73,3	12,01	53,7
6,0	4,90	5,41	30,2	47,8	63,8	73,3	15,84	53,7
6,5	3,67	4,18	30,4	48,0	64,0	73,3	20,56	53,7
7,0	2,70	3,21	30,5	48,1	64,3	73,3	26,32	53,7
7,5	1,78	2,29	30,7	48,3	64,5	73,3	33,27	53,7
8,0	0,61	0,87	30,8	48,4	64,4	73,3	41,14	53,6
8,5								
9,0								
9,5								
10,0								
10,5								
11,0								
11,5								
12,0								
12,5								
13,0								
13,5								
14,0								
14,5								
15,0								
15,5								
16,0								



$q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot (g_0 + 1,5) + \psi_0 \cdot \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot \xi \cdot (g_0 + 1,5) + \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $\gamma_G (1,35)$.. návrhový koeficient
 $\xi (0,85)$... redukční součinitel
 $g_0 (kN/m^2)$.. vlastní tíha
 $\gamma_Q (1,50)$.. návrhový koeficient
 $1,5 (kN/m^2)$.. g1 tíha úprav
 $q_k (kN/m^2)$.. charakteristické zatížení
 $\psi_0 (1,0)$ sklady
 $\psi_0 (0,7)$... ostatní

ECO ČSN EN 1990 rovnice 6.10a 6.10b
 EC2 ČSN EN 1992 -1-1 (CZ); ČSN EN 1168+A3
 $M_{r,dek}$ (kNm/1,2m) .. moment na mezi dekomprese
 XC2/XC3
 $M_{r,cr}$ (kNm/1,2m) .. moment na mezi vzniku trhlin
 $M_{r0,2}$ (kNm/1,2m) .. moment na mezi šířky trhlin
 $M_{r,d}$ (kNm/1,2m) .. moment na mezi únosnosti
 $**\xi$ (mm) průhyb
 $*V_{rdct1}$ (kNm/1,2m) .. smyková únosnost pro oblast bez
 trhlin

Rozměry
 výška/šířka/skladebně/uložení
 160/1190/1200/150 mm

Krytí lan
 dolní řada/střední/horní
 30/-/25 mm

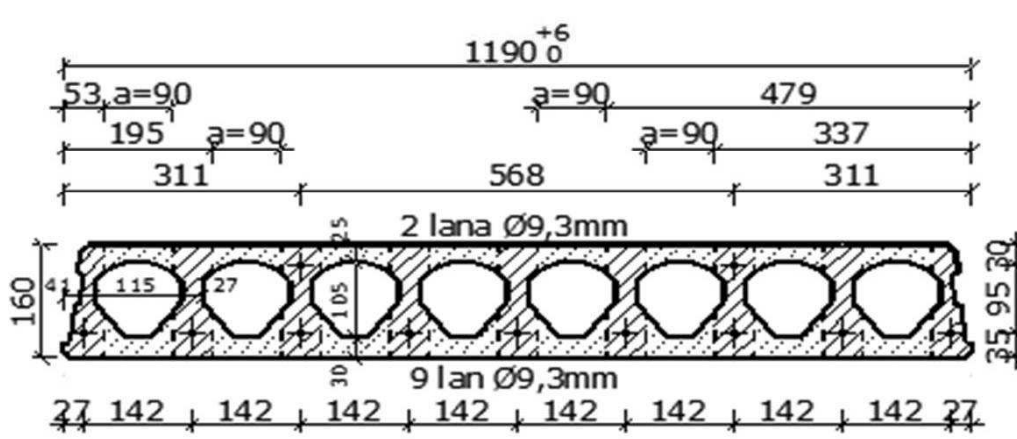
Hmotnosti
 manipulační/se zálivkou/zálivka
 272/285/13 kg/mb

Beton
 C45/55 XC1
 45 MPa
Ocel
 fpk/ fpk0,1%
 1770/1520 MPa

Tepelný odpor
 0,17 m2K/W
REI Požární odolnost
 45 minut

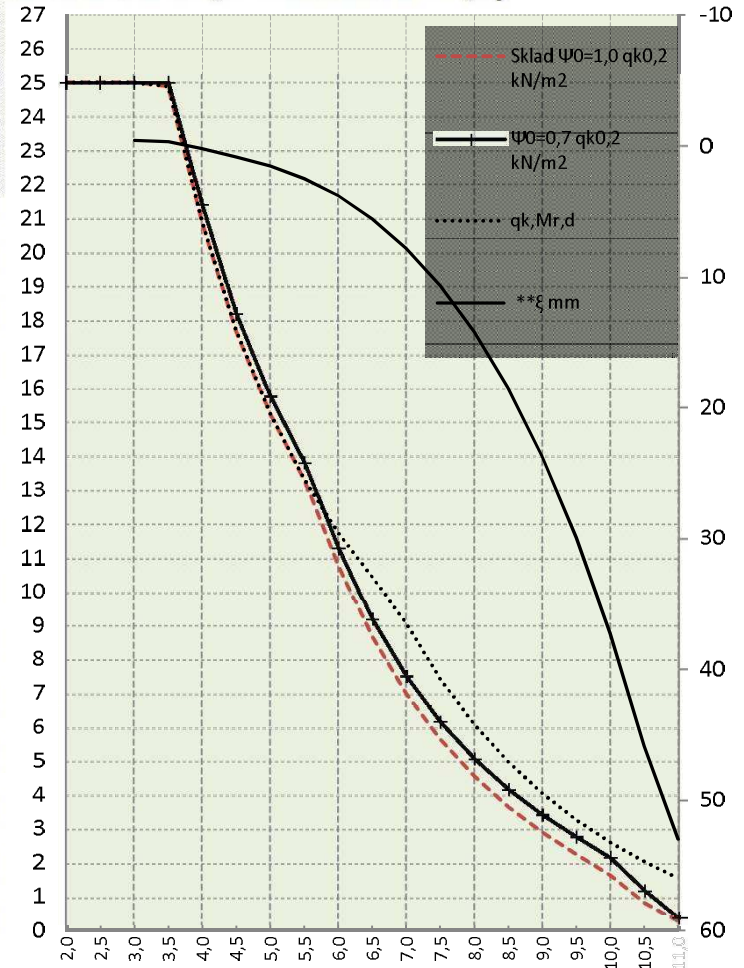
Vzduchová neprůzvučnost
 49 db
Vážená, normalizovaná hladina
kročejeového zvuku
 85 db

* Pro oblast s trhlinami se doporučuje redukovat smyk. únosnost na 80%
 ** Skutečné hodnoty se mohou lišit od zde odhadnutých hodnot, skutečný průhyb závisí od historie zatížení apod. (EC2 čl. 7.4.1)
 Obvykle s průhybem spirallů nebyvají žádné problémy.



Statický výpočet PPD 219 (Lana: Dole: 7*12,5 + Nahoře: 2*9,3)

L m	Sklad		Mr,dek kNm	Mr,cr kNm	Mr0,2 kNm	Mr,d kNm	**ξ mm	*Vrdct1 kN
	ψ0=1,0 qk0,2 kN/m2	ψ0=0,7 qk0,2 kN/m2						
2,0	25,00	25,00						
2,5	25,00	25,00						
3,0	25,00	25,00	60,4	62,0	80,0	91,2	-0,41	70,6
3,5	24,89	25,00	59,8	71,6	93,7	106,3	-0,30	70,6
4,0	20,88	21,40	59,5	81,2	107,2	121,0	0,22	70,6
4,5	17,68	18,20	59,6	82,9	108,8	132,3	0,86	70,6
5,0	15,23	15,75	59,8	83,1	109,1	132,3	1,54	70,6
5,5	13,30	13,82	60,0	83,4	109,4	132,3	2,51	70,6
6,0	10,78	11,30	60,3	83,6	109,7	132,3	3,84	70,6
6,5	8,67	9,19	60,5	83,8	110,1	132,3	5,59	70,7
7,0	7,00	7,51	60,8	84,1	110,4	132,3	7,84	70,7
7,5	5,65	6,17	61,1	84,4	110,8	132,3	10,70	70,7
8,0	4,56	5,08	61,4	84,7	111,3	132,3	14,23	70,8
8,5	3,66	4,18	61,7	85,1	111,8	132,3	18,56	70,8
9,0	2,90	3,42	62,0	85,4	112,3	132,3	23,77	70,8
9,5	2,27	2,79	62,3	85,8	112,8	132,3	29,98	70,9
10,0	1,65	2,17	62,7	86,1	113,3	132,3	37,31	70,9
10,5	0,84	1,20	63,1	86,5	113,9	132,3	45,89	70,8
11,0	0,28	0,40	63,5	86,9	114,4	132,3	53,02	70,8
11,5								
12,0								
12,5								
13,0								
13,5								
14,0								
14,5								
15,0								
15,5								
16,0								



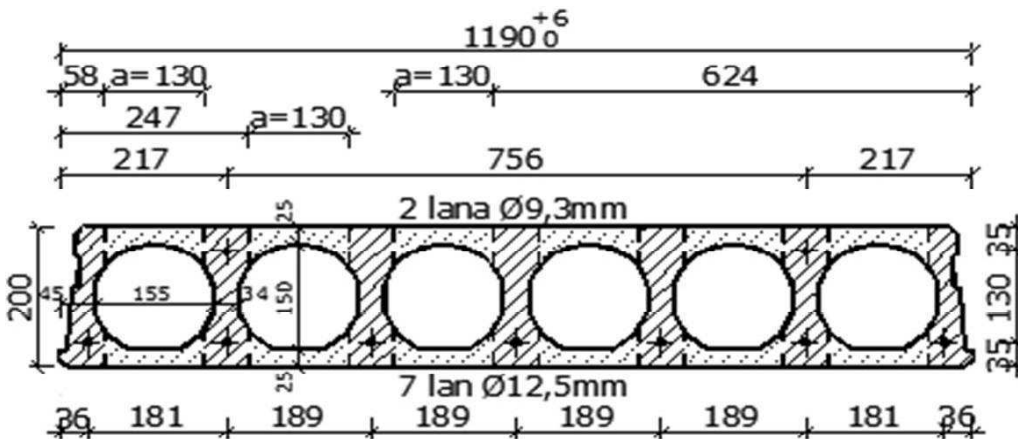
$q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot (g_0 + 1,5) + \psi_0 \cdot \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot \xi \cdot (g_0 + 1,5) + \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $\gamma_G (1,35)$... návrhový koeficient
 $\xi (0,85)$... redukční součinitel
 $g_0 (kN/m^2)$... vlastní tíha
 $\gamma_Q (1,50)$... návrhový koeficient
 $1,5 (kN/m^2)$... g1 tíha úprav
 $q_k (kN/m^2)$... charakteristické zatížení
 $\psi_0 (1,0)$... sklady
 $\psi_0 (0,7)$... ostatní

ECO ČSN EN 1990 rovnice 6.10a 6.10b
 EC2 ČSN EN 1992 -1-1 (CZ); ČSN EN 1168+A3
 $M_{r,dek} (kNm/1,2m)$... moment na mezi dekomprese
 XC2/XC3
 $M_{r,cr} (kNm/1,2m)$... moment na mezi vzniku trhlin
 $M_{r0,2} (kNm/1,2m)$... moment na mezi šířky trhlin
 $M_{r,d} (kNm/1,2m)$... moment na mezi únosnosti
 $**\xi (mm)$... průhyb
 $*V_{rdct1} (kNm/1,2m)$... smyková únosnost pro oblast bez
 trhlin

Rozměry
 výška/šířka/skladebně/uložení
 200/1190/1200/150 mm

Krytí lan
 dolní řada/střední/horní
 29/-/30 mm

Hmotnosti
 manipulační/se záhlvkou/záhlvka
 296/312/16 kg/mb



Beton
 C45/55 XC1
 45 MPa
 Ocel
 fpk/ fpk0,1%
 1770/1520 MPa

Tepelný odpor
 0,19 m2K/W
 REI Požární odolnost
 45 minut

Vzduchová neprůzvučnost
 50 db

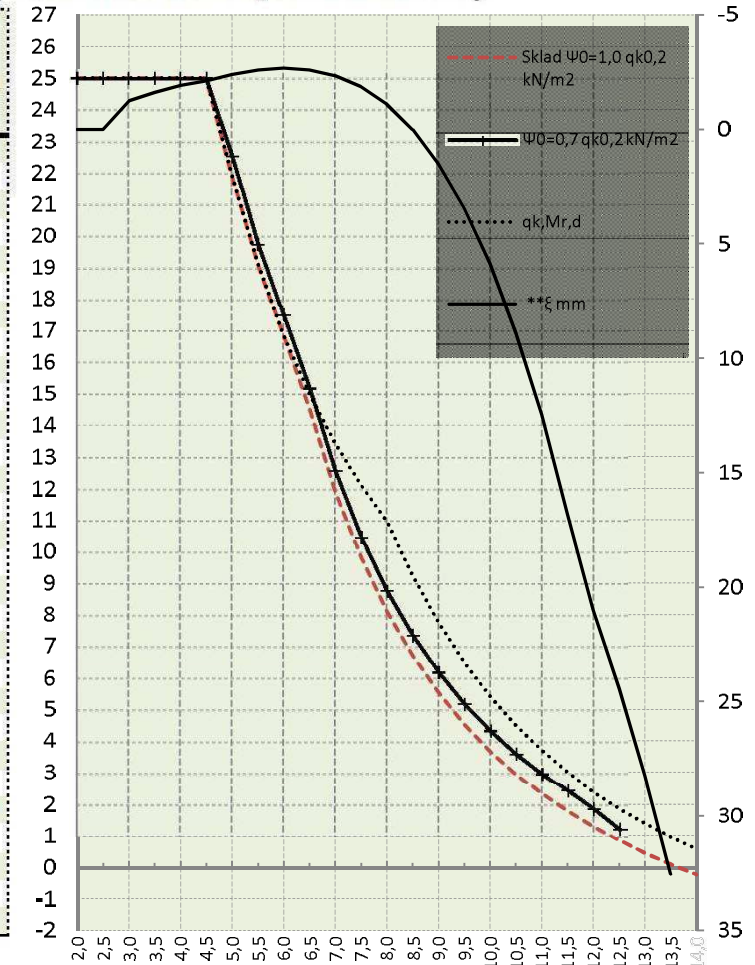
Vážená, normalizovaná hladina
 kročejového zvuku
 85 db

* Pro oblast s trhlínami se doporučuje redukovat smyk. únosnost na 80%

** Skutečné hodnoty se mohou lišit od zde odhadnutých hodnot, skutečný průhyb závisí od historie zatížení apod. (EC2 čl. 7.4.1)
 Obvykle průhybem spirallů nebývají žádné problémy.

Statický výpočet PPD 268 (Lana: Dole: 8*12,5 + Nahore: 0)

L m	Sklád		Mr,dek kNm	Mr,cr kNm	Mr0,2 kNm	Mr,d kNm	**ξ mm	*Vrdct1 kN
	ψ0=1,0 qk0,2 kN/m2	ψ0=0,7 qk0,2 kN/m2						
2,0	25,00	25,00						
2,5	25,00	25,00						
3,0	25,00	25,00	102,0	90,9	120,8	136,5	-1,25	99,4
3,5	25,00	25,00	101,1	103,8	143,3	161,7	-1,62	99,3
4,0	25,00	25,00	100,3	117,2	165,0	186,5	-1,93	99,2
4,5	25,00	25,00	100,5	129,2	169,6	211,3	-2,12	99,2
5,0	21,90	22,55	100,8	141,0	170,0	213,2	-2,39	99,3
5,5	19,10	19,75	101,0	141,3	170,4	213,2	-2,59	99,3
6,0	16,84	17,50	101,3	141,6	170,8	213,2	-2,67	99,4
6,5	14,53	15,18	101,7	142,0	171,3	213,2	-2,61	99,4
7,0	11,92	12,57	102,0	142,3	171,8	213,2	-2,35	99,5
7,5	9,82	10,48	102,4	142,7	172,3	213,2	-1,86	99,6
8,0	8,12	8,77	102,8	143,1	172,9	213,2	-1,09	99,6
8,5	6,71	7,36	103,2	143,5	173,5	213,2	0,02	99,7
9,0	5,53	6,18	103,7	144,0	174,2	213,2	1,51	99,8
9,5	4,54	5,19	104,1	144,5	174,9	213,2	3,44	99,8
10,0	3,69	4,34	104,6	145,0	175,6	213,2	5,87	99,9
10,5	2,97	3,62	105,1	145,5	176,4	213,2	8,87	99,9
11,0	2,34	2,99	105,6	146,1	177,2	213,2	12,50	99,9
11,5	1,79	2,44	106,1	146,6	178,0	213,2	16,83	99,9
12,0	1,31	1,87	106,6	147,6	178,9	213,2	20,98	99,9
12,5	0,86	1,23	107,2	147,7	179,0	213,2	24,45	99,9
13,0	0,45	0,65	107,8	148,1	178,6	213,2	28,28	99,9
13,5	0,09	0,13	108,4	147,8	178,2	213,2	32,54	99,9
14,0	-0,23	-0,33	108,5	147,5	177,8	213,2	37,28	100,0
14,5								
15,0								
15,5								
16,0								



$q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot (g_0 + 1,5) + \psi_0 \cdot \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot \xi \cdot (g_0 + 1,5) + \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $\gamma_G (1,35)$.. návrhový koeficient
 $\xi (0,85)$... redukční součinitel
 $g_0 (kN/m^2)$.. vlastní tíha
 $\gamma_Q (1,50)$.. návrhový koeficient
 $1,5 (kN/m^2)$.. g1 tíha úprav
 $q_k (kN/m^2)$.. charakteristické zatížení
 $\psi_0 (1,0)$ sklady
 $\psi_0 (0,7)$... ostatní

ECO ČSN EN 1990 rovnice 6.10a 6.10b
 EC2 ČSN EN 1992 -1-1 (CZ); ČSN EN 1168+A3
 $M_{r,dek} (kNm/1,2m)$.. moment na mezi dekomprese
 XC2/XC3
 $M_{r,cr} (kNm/1,2m)$.. moment na mezi vzniku trhlin
 $M_{r0,2} (kNm/1,2m)$.. moment na mezi šířky trhlin
 $M_{r,d} (kNm/1,2m)$.. moment na mezi únosnosti
 $**\xi (mm)$ průhyb
 $*V_{rdct1} (kNm/1,2m)$.. smyková únosnost pro oblast bez
 trhlin

Rozměry
 výška/šířka/skladebně/uložení
 265/1190/1200/150 mm

Krytí lan
 dolní řada/střední/horní
 29/-/30 mm

Hmotnosti
 manipulační/se zálivkou/zálivka
 411/432/21 kg/mb

Beton
 C45/55 XC1
 45 MPa
 Ocel
 fpk/ fpk0,1%
 1770/1520 MPa

Tepelný odpor
 0,23 m2K/W
 REI Požární odolnost
 50 minut

Vzduchová neprůzvučnost
 54 db
 Vážená, normalizovaná hladina
 kročejového zvuku
 82 db

