

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA  
STAVEBNÍ**



**BAKALÁŘSKÁ  
PRÁCE**

**2020**

**ADAM  
HABĚTÍNEK**



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební**

**Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**

**Návrh ocelové konstrukce sportovní haly Pouchov**

**Design of steel structure of sports hall Pouchov**

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Požární bezpečnost staveb  
Vedoucí Práce: Ing. Kamila Cábová, Ph.D

**Adam Habětínek**

Praha 2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Habětínek Jméno: Adam Osobní číslo: 465372

Zadávací katedra: K134 - ocelové a dřevěné konstrukce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Q - požární bezpečnost staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh ocelové konstrukce sportovní haly Pouchov

Název bakalářské práce anglicky: Design of steel structure of sport center Pouchov

Pokyny pro vypracování:

I. Částečné požárně bezpečnostního řešení vybraného objektu, dle vyhlášky 246/2000 Sb. v pozdějším znění, v bodech a) - e)

II. Návrh příhradového vazníku za běžné teploty

III. Stanovení požárních scénářů v požárním úseku sportovní haly a výpočet teplot plynu/konstrukce

IV. Pousezení příhradového vazníku za požáru, návrh ochranných opatření

Seznam doporučené literatury:

Studnička, J.: Navrhování nosných konstrukcí. Ocelové konstrukce. Česká technika - nakladatelství ČVUT v Praze, dotisk 2016

Studnička, J.- Holický, M. - Marková, J.: Ocelové konstrukce 2. Zatížení. Česká technika - nakladatelství ČVUT v Praze 2015

Jandera, Eliášová, Vraný, T.: Ocelové konstrukce 1 - Cvičení, 3. opravené vydání, 2015,


Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Kamila Cábová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 21.2.2020

Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020


*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*


  
Podpis vedoucího práce

  
Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

  
Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta(ky)

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Návrh ocelové konstrukce sportovní haly Pouchov“ vypracoval samostatně a s použitím uvedené literatury, pramenů a za pomoci odborných konzultací s Ing. Kamilou Cábovou, Ph.D.

V..... dne.....

.....

Podpis



## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Kamile Cábové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování poskytla. Dále bych chtěl poděkovat projekční kanceláři Atris s.r.o. za poskytnutí základních podkladů.

Habětínek Adam

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá návrhem sportovní haly v obci Pouchov. Práce je rozdělena do čtyř částí. V první části je zpracováno částečné požárně bezpečnostní řešení stavby, kde je stanovena požadovaná požární odolnost nosných prvků. V druhé části jsou navrženy nosné ocelové prvky za běžné teploty, konkrétně příhradový vazník, sloup a ztužidla. Třetí část stanovuje dva požární scénáře a jejich průběhy teplot v požárním úseku sportovní haly. Prvním scénářem je požár s průběhem teplot dle normové teplotní křivky, druhý scénář simuluje lokální požár výstavního stánku. Poslední čtvrtá část posuzuje navržené vybrané ocelové prvky z druhé části na účinky požáru a navrhuje jejich protipožární ochranu.

## **Klíčová slova**

Sportovní hala, návrh ocelové konstrukce, příhradový vazník, požární scénáře, normová teplotní křivka, model lokálního požáru, posouzení za požáru

## **Abstract**

Bachelor thesis is focused on design of sports hall in small city Pouchov. Thesis is divided into four parts. In the first part partial fire safety solution of the building is processed and the required fire resistance of load-bearing parts of steel structure is determined. The second part of thesis is dedicated to design and assesment of steel elements at normal temperature, in particular lattice girder, column and stiffeners. The third part determines the fire scenarios and its course of temperature in firing compartment of sports hall. One of the fire scenario is standard temperature curve, the second scenario simulates a fire of exhibition stand. Last part is devoted to assessment of steel elements and compared to required fire resistance. A fire protection is recommended.

## **Keywords**

Sports hall, design of steel elements, lattice girder, fire scenarios, standard temperature curve, model of local fire, assesment of fire resistance

## **Obsah bakalářské práce:**

**ČÁST A** – Částečné požárně bezpečnostní řešení objektu

- **Příloha A1** – výpočetní protokoly
- **Výkresová část A** – půdorys 1.NP s 2NP

**ČÁST B** – Návrh části ocelové konstrukce za běžné teploty

- **Příloha B1** – Scia engineer report
- **Příloha B2** – technické listy
- **Výkresová část B** – půdorys střechy, řez AA', BB' a pohledy stěn

**ČÁST C, D** – Stanovení požárních scénářů a požární odolnosti vybraných ocelových částí konstrukce

- **Příloha C1** – technické listy



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební**

**Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**

**Část A**

**Částečné požárně bezpečnostní řešení  
pro stanovení požadované požární bezpečnosti**

Bakalářská práce

**Adam Habětínek**

Praha 2020

## Obsah

Úvod .....	3
a) Seznam použitých podkladů pro zpracování .....	3
b) Stručný popis stavby.....	4
Základní údaje o objektu .....	4
Popis stavebního provedení objektu a umístěných technologiích.....	4
Návrh koncepce požární bezpečnosti .....	6
c) Rozdělení do požárních úseků.....	8
d) Stanovení požárního rizika a stupně požární bezpečnosti .....	8
e) Zhodnocení stavebních konstrukcí z hlediska požární odolnosti .....	9
Závěr .....	11
PŘÍLOHA 1 – Výpočtové protokoly PÚ	

## Úvod

Tato část práce je věnována zpracování částečnému požárně bezpečnostního řešení objektu TJ Sokol Pouchov, dle vyhlášky č. 246/2001 Sb. – vyhláška o požární prevenci a to konkrétně v bodech a) až e) paragrafu §41. Tento rozsah slouží primárně pro stanovení požadovaných požárních odolností konstrukcí, které jsou navrhovány v dalších částech bakalářské práce.

### a) Seznam použitých podkladů pro zpracování

[1] Zveřejněná dokumentace pro výběr zhotovitele městem Hradec Králové: „Tělocvičná hal TJ Sokol Pouchov“; zpracovatel: Projekční kancelář Atris s.r.o.; zodp. Projektant: Ing. Ladislav Zahradníček

[2] Vyhláška ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů (vyhláška o požární prevenci)

[3] Vyhláška ministerstva vnitra č. 23/2008 Sb. ve znění pozdějších předpisů (vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb) se změnou vyhlášky 268/2011 Sb.

[4] ČSN 73 0802: Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

[5] ČSN 73 0810: Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení

[6] ČSN 73 0831: Požární bezpečnost staveb – Shromažďovací prostory

[7] ČSN 73 0818: Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektů osobami

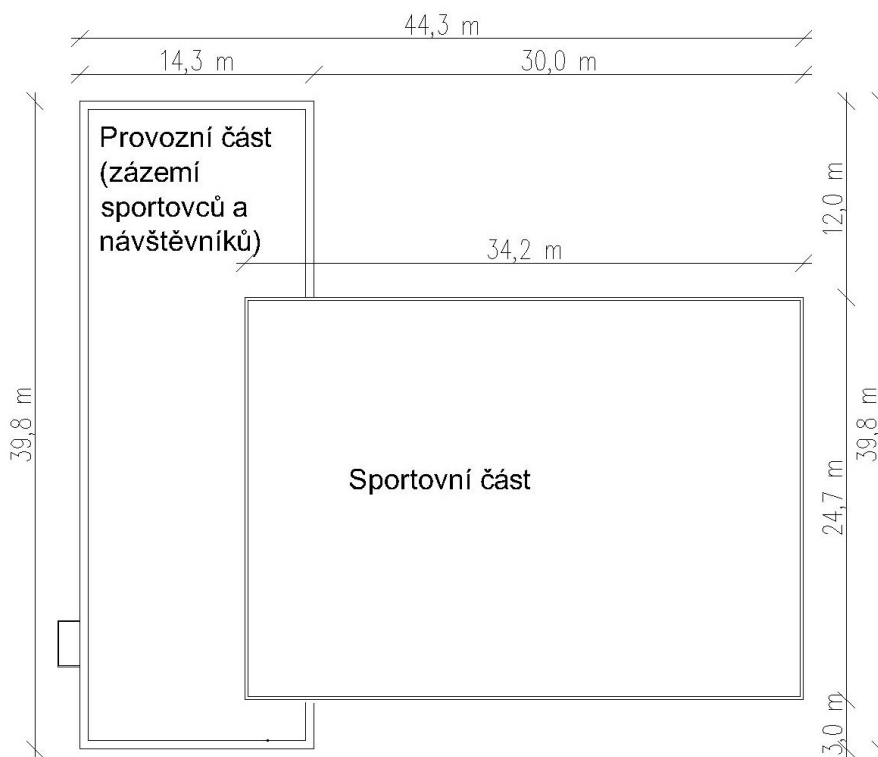
## b) Stručný popis stavby

### Základní údaje o objektu

Novostavba sportovního zařízení nahradí v místě stojící stávající sokolovnu, která již svým dožilým stavem nesplňuje nároky dnes kladené na zařízení a objekt tohoto typu.

Objekt je situován při ulici K Sokolovně v areálu tělovýchovné jednoty TJ Sokol Pouchov, jehož součástí jsou i stávající venkovní sportoviště.

Nový objekt tělocvičny je rozdělen na dvě části – sportovní a provozní (zázemí, šatny atd.) Provozní část je jednopodlažní. Sportovní část (prostor samotné tělocvičny) je dvoupodlažní, resp. v 2.NP je situována pouze galerie určená pro diváky a návštěvníky. Objekt není v žádném místě podsklepen.



Obrázek 1: Rozdělení objektu

Součástí provozní části objektu jsou prostory a provozy vstupní haly, kancelář, čajová kuchyňka, ošetrovna, šatny, wc pro diváky, strojovna VZT, kotelna, cvičebna, v přechodu do sportovní části objektu je vstup na galerii.

Tělocvična bude využívána jak pro sport, tak jiné společenské a kulturní akce.

### Popis stavebního provedení objektu a umístěných technologií

#### Základy

Základy budou provedeny z betonových základových pasů v kombinaci s betonovými patkami pod ocelovými sloupy tělocvičny. Pasy i patky budou provedeny do hloubky 1,5 m pod terén.

#### Svislé konstrukce

Nosné zdivo provozní části bude provedeno z broušených děrovaných cihel, které budou zděny na tenkou spáru s provedením pevnosti P10.

Nosné zdivo a částečná vyzdívka mezi sloupy ocelového skeletu budou provedeny z pórobetonového zdiva, zděného na tenkou spáru s provedením pevnosti P10.

Veškeré nenosné svíslé konstrukce a příčky budou provedeny ze SDK příček a to včetně instalačních předstěn.

Hlavní svíslé nosné prvky, vynášející stropní konstrukce, jsou ocelové sloupy a pomocné vynášecí sloupky (v zázemí).

### **Vodorovné konstrukce**

Strop nad provozním zázemím bude tvořen ocelovými profily – nosníky, stropnicemi a trapézovým plechem s nadbetonávkou.

Nosný strop galerie bude tvořen stropnicemi a plechem s nadbetonávkou.

Nad okny a dveřmi budou použity systémové překlady a ocelové profily.

Nosná konstrukce střechy tělocvičny bude tvořena ocelovým příhradovým vazníkem, který bude podpírán ocelovými sloupy. Zastřešení je provedeno z panelů zn. Kingspan. Střecha je plochá s atikou, která je vytvořena vytažením obvodového sendvičového panelu nad okapovou úroveň.

### **Schodiště**

Schodiště je navrženo z ocelové konstrukce, formou ocelové montované konstrukce, ze zalomených schodišťových schodnic doplněných sloupy, rozpěru a zavětrování.

### **Úprava vnitřních povrchů**

Na zděných konstrukcích bude provedena vnitřní štuková omítka, jednovrstvá.

V hygienických prostorách bude proveden keramický obklad do výšky 2,1 m nad podlahou, u umyvadla bude proveden do 1,5 m nad podlahou, v čajové kuchyňce bude ve výšce nad pracovní deskou a to 0,85-1,5 m nad podlahou.

V prostorách tělocvičny bude po obvodu proveden obklad do výšky 3,5 m nad podlahu, tento obklad má primárně sloužit pro ochranu před nárazem sportovních pomůcek a ochránit ostatní trvalé konstrukce před rychlým opotřebením.

### **Úprava vnějších povrchů**

Fasáda zázemí bude provedena jako provětrávaná. Na nosné obvodové zdivo se provede kontaktní zateplení z izolace minerální vaty, která bude vkládána mezi hliníkový rošt, izolace bude chráněna difuzní fólií. Na hliníkový rošt se provede obklad ze štípaného probarveného betonu. Min. šířka větrané vzduchové vrstvy bude 40 mm. Obklad bude po celé výšce obvodové konstrukce.

Fasáda tělocvičny bude provedena ze sendvičových panelů, které budou mít skryté kotvení a budou kladeny ve vertikálním směru. Izolace sendvičových panelů bude z minerální vaty. Soklová část tělocvičny bude tvořena kontaktním zateplovacím systémem, který bude tvořen z izolace extrudovaného polystyrenu (XPS) a vrchní mozaikovou omítkou.

### **Podhledy**

V zázemí (šatny, hygienické místnosti, chodby) bude proveden zavěšený kazetový podhled ve výšce 2,5 m nad podlahou. V místnosti cvičebny bude proveden zavěšený kazetový podhled ve výšce 3,0 m nad podlahou.

Podhled bude zavěšený na trapézovém plechu stropní konstrukce. V prostoru podhledu budou vedeny instalace od VZT, elektro.



V prostoru tělocvičny bude proveden akustický podhled zavěšený na střešním vazníku.

### Podlahy

Podlaha bude tvořena ve vstupu do objektu čistící zónou – kobercem. Podlaha v komunikacích, v kanceláři, ošetřovně bude tvořena PVC. V hygienických místnostech bude podlaha tvořena keramickou dlažbou s protiskluzovou úpravou. V tělocvičně a cvičebně bude podlaha tvořena dřevěnými palubkami.

### Výplně otvorů

Nová okna budou hliníková s přerušeným tepelným mostem, budou zasklena izolačním sklem. Okna budou vybavena výztužným profilem, s celoobvodovým bezpečnostním kováním, vícepolohovým. Vnitřní parapety budou provedeny z dřevotřískového materiálu. Okna v kanceláři, ošetřovně a čajovně, budou opatřena vnitřní žaluzií.

Část oken na tělocvičně bude opatřena pákovým otevíráním. Část oken bude fixní a budou pootočená ve směru fasády. Před okny z jižní strany bude osazena protisluneční venkovní žaluzie.

Vstupní dveře budou hliníkové s přerušeným tepelným mostem, zasklené izolačním sklem. Celobvodové bezpečnostní kování s min. 2 bezpečnostními body, panikový zámek, cylindrická vložka III. stupně ochrany, okopový plech.

Vnitřní dveře budou dřevěné, výplň dřevotříska, povrch CPL, do prostorů sprch s povrchem HPL. Zárubeň bude obložková.

## Návrh koncepce požární bezpečnosti

Z požárního hlediska je objekt rozdělen na dvě samostatné části na zázemí tělocvičny a sportovní halu. Společná stěna rozdělující tyto části je brána jako meziobjektová a musí splňovat všechny požadavky z toho plynoucí.

Parametry objektu zázemí:

- Nevýrobní objekt
- konstrukční systém: **Nehořlavý**
- požární výška: **h = +0,0 m**
- podlažnost: **1 NP**

Parametry objektu sportovní haly:

- Nevýrobní objekt
- konstrukční systém: **Nehořlavý**
- požární výška: **h = +4,2 m**
- podlažnost: **2 NP**

S ohledem na zúžený rozsah tohoto požárně bezpečnostního řešení a jeho cíle stanovit požadovanou požární odolnost konstrukcí, se v této části práce posoudí obsazenost objektu pro ověření, zda tělocvična bude tvořit shromažďovací prostor a z toho plynoucí opatření. Tato možnost se předpokládá pouze u objektu sportovní haly.

Předpokládané využití haly je nejen pro sportovní účely ale také pro společenské a kulturní akce. Dle ČSN 73 0818 tabulka 1 byla stanovena obsazenost požárního úseku tělocvičny s hledištěm na 479 osob. A to výpočtem dle výpočtu položek 3.1.1 (hlediště s připevněnými sedadly, 80 sedadel) a položky 3.2 Sály (společenské, taneční apod.) o užité ploše 697,4 m<sup>2</sup>. Dle ČSN 73 0831 Tab. A.1 je mezní normová hodnota pro vnitřní shromažďovací prostor ve výškovém pás VP1 250 osob (položka 3.2.1). Obsazenost požárního úseku je tedy větší než limitní hodnota SP a PÚ N01.02/N02 je vyhodnocen jako vnitřní shromažďovací prostor, budou tedy zvýšeny požadavky požární bezpečnosti dle ČSN 73 0831.

V kontextu této práce se jedná o požadavky ukládající povinnost umístit PBZ a požadavky na PO konstrukcí a povrchové úpravy konstrukcí. Ostatní změny požadavků PBŘ spojené se shromažďovacími prostory se netýkají řešených částí PBŘ v této práci.

Povinné požární bezpečnostní zařízení vyplývající z požadavků na umístění PBZ dle čl. 5.1.3 ČSN 73 0831, jsou:

- Elektronická požární signalizace společně se zařízením dálkového přenosu
- Automaticky otvíravá okna (nahrazující SOZ, pro obsazenost více než 150 osob vychází parametr odvětrání)
- UPS zajišťující chod výše zmíněných PBZ

Výpočet parametru odvětrání:

$$\frac{S_o\sqrt{h_o}}{S_k} > 0,035 \rightarrow \frac{82,08 * \sqrt{3,6}}{2162,42} = 0,0720 > 0,035 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Kde:

- $S_o$  – Celková plocha otvorů v obvodových a střešních konstrukcích [m<sup>2</sup>]
- $S_k$  – povrchová plocha konstrukcí ohraničující prostor [m<sup>2</sup>]
- $h_o$  – výška otvorů v obvodových a střešních konstrukcích [m]

Přirozený odvod zplodin hoření není omezen. Není nutné instalovat SOZ, automaticky otvíravá okna jsou dostačující.

Požadavky na požární odolnost konstrukcí vyplývající dle čl. 5.2 ČSN 73 0831 jsou:

- Nosné konstrukce zajišťující stabilitu objektu a stropní/střešní konstrukce požárních úseků musí prokázat PO po dobu nejméně dvojnásobku doby evakuace, nejméně však 15 minut. (doba evakuace není předmětem této práce, je tedy uvažováno s požadovanou PO z Tab. 12 ČSN 73 0802)

Požadavky na povrchové úpravy konstrukcí vyplývající dle čl. 5.2 ČSN 73 0831 jsou:

- V konstrukcích střech, stropů, podhledů nesmí být použito hmot, které při požáru odkapávají nebo odpadávají
- Tepelně izolační vrstvy střešních plášťů nebo podhledu musí být z výrobků třídy reakce na oheň A1 až B
- Vnější tepelná izolace obvodových stěn objektů se shromažďovacím prostorem musí být po celé výšce objektu z konstrukcí třídy reakce na oheň A1 nebo A2
- Povrchové vnitřních konstrukcí stěnových a stropních musí být nejméně z výrobků třídy reakce na oheň B-s1-D0 s indexem šíření plamene  $i_s=0$  mm/min
- Podlahové krytiny musí být z výrobků nejméně třídy reakce na oheň D<sub>fl</sub>-s1

## c) Rozdělení do požárních úseků

Objekt bude rozdělen na dva větší celky s různou požární výškou dle čl. 5.2.5 ČSN 73 0802, které budou rozděleny do požárních úseků dle ČSN 73 0802 a dalších věcně příslušných norem. Požární úseky budou odděleny od ostatních požárně dělicími konstrukcemi s požadovanou požární odolností a to včetně požárních uzávěrů.

Rozdělení do výškových celků:

- Zázemí tělocvičny
- Sportovní hala

Samostatné požární úseky budou tvořit tyto prostory:

- Kotelna (předpokládá se umístění kotle s jmenovitým výkonem 70 kW a vyšším)
- Strojovna VZT
- Sklad zahradní techniky
- Sklad tělocvičného nářadí
- Prostor provozního zázemí včetně cvičebny
- Tělocvična s galerií a vstupním prostorem

Tabulka 1: Přehled PÚ a provozů, místností v nich umístěných

výškový celek	Označení PÚ	provoz v PÚ, zahrnuté místnosti
výškový celek 1	N1.01	Vstupní prostor do objektu, šatny, wc a hygienické prostory, kuchyňka, ošetřovna...
	N1.05	Kotelna (předpoklad kotle s vyšším výkonem než 70 kW)
	N1.06	Sklad zahradní techniky
výškový celek 2	N1.02/N02	Tělocvična, schodišťový prostor a galerie
	N1.03	Sklad tělocvičného nářadí
	N1.04	Strojovna VZT

## d) Stanovení požárního rizika a stupně požární bezpečnosti

Stanovení požárního rizika a stupně požární bezpečnosti bylo provedeno dle ČSN 73 0802 kapitol 6. a 7. Výpočtové protokoly jednotlivých požárních úseků jsou uvedeny v příloze 1. V následující tabulce je uveden přehled základních parametrů požárních úseků vč. výpočtového požárního zatížení a SPB.

Tabulka 2: Přehled požárních úseků a jejich charakteristických parametrů včetně SPB

Označení PÚ	S [m <sup>2</sup> ]	a <sub>n</sub> [-]	p <sub>n</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	p <sub>v</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	SPB
N1.01	381,5	0,979	11,05	19,49	II.
N1.02/N02	697,4	1,077	19,13	22,94	II.
N1.03	34,05	0,9	100	82,12	III.
N1.04	8,81	0,9	15	13,05	II.
N1.05	12,81	1,1	15	19,51	II.
N1.06	14,41	1,05	55	35,67	II.

Zhodnocení: V objektu se nenachází žádné požární úseky s vyšším SPB než III. a to z důvodu malé požární výšky objektu a umístěných provozů, které s sebou nenesou vysoké požární zatížení.

## e) Zhodnocení stavebních konstrukcí z hlediska požární odolnosti

Veškeré konstrukce vyžadující požární odolnost musí splnit nejpřísnější požadovanou hodnotu ve všech požadovaných mezních stavech danou Tab.12 z ČSN 73 0802 popřípadě věcně příslušnou normou, její v ní hodnota specifikována.

### Položka 1 (požární stěny a stropy)

- Zděná stěna tvarovky YTONG tl. 300 mm
  - o Max. požadovaná PO EW 45 DP1 (pú N01.03 – III)
  - o PO konstrukce REI 180 DP1 (produktový list firmy YTONG)
- Sádrokartonová nenosná příčka tl. 300 mm
  - o Max. požadovaná PO EI 45 DP1 (pú N01.03 – III)
  - o PO konstrukce EI 45 DP1 (dle technického listu Knauf produkt W111 – příčka s jednoduchými ocelovými profily, jednoduše opláštěná, provedení musí odpovídat technickému listu)
- Sádrokartonová nenosná příčka tl. 150 mm
  - o Max. požadovaná PO EI 45 DP1 (pú N01.03 – III)
  - o PO konstrukce EI 45 DP1 (dle technického listu Knauf produkt W111 – příčka s jednoduchými ocelovými profily, jednoduše opláštěná, provedení musí odpovídat technickému listu, stejný typ provedení i na rozhraní jiných požárních úsecích)

### Položka 2 (požární uzávěry)

- Dveře z PÚ tělocvičny (N1.02/N02 – II.) do PÚ provozního zázemí (N1.01 – II)
  - o Požadovaná PO EI 15 DP3 – C
  - o PO konstrukce EI 15 DP1 – C (zajištěno dodavatelem výplně otvoru a jeho prohlášením o vlastnostech produktu)
- Dveře z PÚ kotelny (N1.05 – II) do PÚ provozního zázemí (N1.01 – II)
  - o Max požadovaný PO EI 15 DP3 – C
  - o PO konstrukce EI 15 DP3 – C (zajištěno dodavatelem výplně otvoru a jeho prohlášením o vlastnostech produktu)
- Dveře z PÚ strojovny VZT (N1.04 – II) do PÚ provozního zázemí (N1.01 – II)
  - o Max požadovaný PO EI 15 DP3 – C
  - o PO konstrukce EI 15 DP3 – C (zajištěno dodavatelem výplně otvoru a jeho prohlášením o vlastnostech produktu)
- Dveře z PÚ skladu tělocvičného náradí (N1.03 – III) do PÚ tělocvičny (N1.02/N02 – II)
  - o Max požadovaný PO EI 30 DP3 – C
  - o PO konstrukce EI 30 DP3 – C (zajištěno dodavatelem výplně otvoru a jeho prohlášením o vlastnostech produktu)

### Položka 3 (obvodové stěny)

- Zděná stěna tvarovky broušené keramické s izolačními dírami tl. 300 mm
  - o Max. požadovaná PO EW 15 DP3 (N01.01 – II)
  - o PO konstrukce REI 180 DP1 (produktový list firmy Heluz)
- Stěnové sendvičové panely tl. 120 mm na vynášecích profilech, krytý SDK deskami.
  - o Max. požadovaná PO EW 15 DP3 (N01.02/N02 – II)
  - o PO konstrukce EI 15 DP3 (produktový list firmy Kingspan, KS1000AWP)

### Položka 4 (nosné konstrukce střech)

- Ocelový příhradový vazník
  - o Max požadovaná PO R 15 DP1 (N01.02/N02 – II)
  - o Zjištění skutečné požární odolnosti s případnou požární ochranou, je podrobně spočteno v části D této bakalářské práce.
- Ocelobetonový strop ve funkci střešního pláště – chráněný protipožárním zavěšeným podhledem Knauf RED na konstrukci z C/D profilů ve dvou úrovních (viz tech. list produkt D112) (strop nad provozním prostorem zázemí a nosný strop galerie)
  - o Max požadovaná PO REI 30 DP1 ( N01.03 – III)
  - o PO konstrukce REI 60 DP1 (technický list protipožárního podhledu Knauf RED, provedení musí odpovídat technickému listu)

### Položka 5 (nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, zajišťující stab. objektu)

- Ocelový sloup HEA 240
  - o Požadovaná PO R 45 DP1 (N01.03 – III)
  - o Požadovaná PO R 30 DP1 (N01.02/N02 – II)
  - o Zjištění skutečné požární odolnosti, s případnou požární ochranou, je podrobně spočteno v části D této bakalářské práce.

Položka 6 (nosné konstrukce vně objektu) – nevyskytuje se

Položka 7 (nosné konstrukce uvnitř PÚ nezajišťující stabilitu objektu)– nevyskytuje se

Položka 8 (nenosné konstrukce uvnitř pú)– nevyskytuje se

Položka 9 – nevyskytuje se

- Ocelové schodiště vedoucí na galerii
  - o Požadovaná PO R 15 DP3 (N01.02/N02 – II)
  - o PO konstrukce R 15 DP1 (prokázat dodavatelem konstrukce/projektem konstrukce)

Položka 10 (výtahové a instalační šachty) – nevyskytuje se

Položka 11 (střešní pláště) – dle ČSN 73 0802 čl. 8.15.1 b) se PO určuje dle položky 4 (viz výše)

Položka 12 – nevyskytuje se

## Závěr

Veškerý obsah tohoto požárně bezpečnostního řešení, resp. jeho části, byl vytvořen za účelem stanovení požadované požární odolnosti nosných ocelových prvků (sloupu a příhradového vazníku) sportovní tělocvičny umístěných v požárních úsecích N01.02/N02 a N01.03. Na tuto požární odolnost se budou odvolávat další výpočty bakalářské práce. Dále bylo určeno, že požární úsek N01.02/N02 je shromažďovacím prostorem, což omezuje potencionální protipožární ochranu, resp. vylučuje použití intumescenčních protipožárních nátěrů a další protipožární ochrany na bázi chemických reakcí.



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební**

**Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**

**Příloha A1**

**Výpočtové protokoly požárních úseků**

Bakalářská práce

**Adam Habětínek**

Praha 2020

VÝPOČET POŽÁRNÍHO RIZIKA A STUPEŇ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU				
STAVBA	TJ Sokolovna Pouchov			
POŽÁRNÍ VÝŠKA	4,2			
KONSTRUKČNÍ SYSTÉM	NEHOŘLAVÝ			
OZNAČENÍ PÚ	N1.03			
PÚ VĚTRANÝ	NEPŘÍMO	POČET PODLAŽÍ	2	[-]
PLOCHA PÚ	790,37	[m <sup>2</sup> ]	ŠÍŘKA PÚ	24,7 [m]
VÝŠKA PÚ [hp]	0	[m]	DÉLKA PÚ	34 [m]

MÍSTNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU									
OZN.	NÁZEV	S[m <sup>2</sup> ]	hs[m]	ani	pn[kg/m <sup>2</sup> ]	POLOŽKA	Pni * Si	Pn * Si * ani	
106	vstupní chodba	13,64	2,87	0,8	5	5.6	68,2	54,56	
136	tělocvična	697,4	7,2	1,1	20	5.2 b)	13948	15342,8	
138	schodiště	8,6	-	0,8	5	5.6	43	34,4	
201	divácká galerie	70,73	3	0,8	15	5.1	1060,95	848,76	
							0	0	
							0	0	
							0	0	
							0	0	
		Σ=	790,4	2,92			Σ=	15120,15	16280,52

STÁLÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ				TABULKA OTVORŮ				
KONSTRUKCE V PÚ	Ps[kg/m <sup>2</sup> ]	as[-]		OZN.	ŠÍŘKA[m]	VÝŠKA[m]	So[m <sup>2</sup> ]	POČET
HOŘLAVÁ OKNA	NE	0	0,9				0,0	
HOŘLAVÉ DVEŘE	ANO	2	0,9				0,0	
HOŘLAVÁ PODLAHA	ANO	5	0,9				0,0	
	Σps=	7					0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							Σ=	0

$a_n = \frac{\sum a_{ni} \cdot p_{ni} \cdot S_i}{\sum p_{ni} \cdot S_i} = 1,077$	
NAHODILÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ $p_n = \frac{\sum p_{ni} \cdot S_i}{\sum S_i} = 19,130$	
SOUČINITEL RYCHLOSTI ODHOŘÍVÁNÍ $a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} = 1,029$	
SOUČINITEL PŘÍSTUPU VZDUCHU PŘÍMO $b = \frac{s \cdot k}{\sum_{i=1}^J S_{oi} \cdot \sqrt{h_{oi}}} = -$	
NEPŘÍMO $b = \frac{k}{0,005 \cdot \sqrt{h_s}} = 0,853$	
SOUČINITEL VLIVU PBZ C1= 1 C3= 1 C= 1 C2= 1 C4= 1	

výpočtové hodnoty pro souč. b		
∅ho= #####	So/S=	0,000
∅ho/hsi= #####	Sm=	11,4
n= 0,005	k=	0,007

VÝPOČTOVÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ
$p_v = (p_n + p_s) \cdot a \cdot b \cdot c$
$p_v = 22,939$

MEZNÍ ROZMĚRY	MEZNÍ PODLAŽ.
DÉLKA: 70 [m]	Z 7 [-]
ŠÍŘKA: 44 [m]	
VYHOVUJE	

SPB:
II.



## VÝPOČET POŽÁRNÍHO RIZIKA A STUPEŇ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU

STAVBA	TJ Sokolovna Pouchov			
POŽÁRNÍ VÝŠKA	4,2			
KONSTRUKČNÍ SYSTÉM	NEHOŘLAVÝ			
OZNAČENÍ PÚ	<b>N1.03</b>			
PÚ VĚTRANÝ	NEPŘÍMO		POČET PODLAŽÍ	1 [-]
PLOCHA PÚ	34,05	[m <sup>2</sup> ]	ŠÍŘKA PÚ	3,2 [m]
VÝŠKA PÚ [hp]	0	[m]	DÉLKA PÚ	13,4 [m]

MÍSTNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU								
OZN.	NÁZEV	S[m <sup>2</sup> ]	hs[m]	ani	pn[kg/m <sup>2</sup> ]	POLOŽKA	Pni * Si	Pn * Si * ani
131	Sklad těl. Náradí	34,05	2,92	0,9	100	5.5	3405	3064,5
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
Σ=		34,05	2,92				3405	3064,5

STÁLÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ				TABULKA OTVORŮ				
KONSTRUKCE V PÚ	Ps[kg/m <sup>2</sup> ]	as[-]		OZN.	ŠÍŘKA[m]	VÝŠKA[m]	So[m <sup>2</sup> ]	POČET
HOŘLAVÁ OKNA	NE	0	0,9				0,0	
HOŘLAVÉ DVEŘE	ANO	2	0,9				0,0	
HOŘLAVÁ PODLAHA	ANO	5	0,9				0,0	
Σps=		7					0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
Σ=							0	

$a_n = \frac{\sum a_{ni} \cdot p_{ni} \cdot S_i}{\sum p_{ni} \cdot S_i} = 0,900$	
NAHODILÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ $p_n = \frac{\sum p_{ni} \cdot S_i}{\sum S_i} = 100,000$	
SOUČINITEL RYCHLOSTI ODHOŘÍVÁNÍ $a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} = 0,900$	
PŘÍMO	$b = \frac{s \cdot k}{\sum_{i=1}^J S_{oi} \cdot \sqrt{h_{oi}}} = -$
NEPŘÍMO	$b = \frac{k}{0,005 \cdot \sqrt{h_s}} = 0,853$
SOUČINITEL VLIVU PBZ C1= 1 C3= 1 C= 1 C2= 1 C4= 1	

výpočtové hodnoty pro souč. b	
∅ho= #####	So/S= 0,000
∅ho/hsi= #####	Sm= 11,4
n= 0,005	k= 0,007

<b>VÝPOČTOVÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ</b> $p_v = (p_n + p_s) \cdot a \cdot b \cdot c$ $p_v = 82,124$
---

MEZNÍ ROZMĚRY DÉLKA: 70 [m] ŠÍŘKA: 44 [m] VYHOVUJE	MEZNÍ PODLAŽ. Z 2 [-]
---	--------------------------

<b>SPB:</b>  <b>III.</b>
--------------------------------

## VÝPOČET POŽÁRNÍHO RIZIKA A STUPEŇ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU

STAVBA	TJ Sokolovna Pouchov			
POŽÁRNÍ VÝŠKA	4,2			
KONSTRUKČNÍ SYSTÉM	NEHOŘLAVÝ			
OZNAČENÍ PÚ	<b>N1.04</b>			
PÚ VĚTRANÝ	NEPŘÍMO		POČET PODLAŽÍ	1 [-]
PLOCHA PÚ	8,81	[m <sup>2</sup> ]	ŠÍŘKA PÚ	2,8 [m]
VÝŠKA PÚ [hp]	0	[m]	DÉLKA PÚ	3,2 [m]

MÍSTNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU								
OZN.	NÁZEV	S[m <sup>2</sup> ]	hs[m]	ani	pn[kg/m <sup>2</sup> ]	POLOŽKA	Pni * Si	Pn * Si * ani
131	VZT STROJOVNA	8,81	2,92	0,9	15	15.1	132,15	118,935
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
Σ=		8,81	2,92				132,15	118,935

STÁLÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ				TABULKA OTVORŮ				
KONSTRUKCE V PÚ	Ps[kg/m <sup>2</sup> ]	as[-]		OZN.	ŠÍŘKA[m]	VÝŠKA[m]	So[m <sup>2</sup> ]	POČET
HOŘLAVÁ OKNA	NE	0	0,9				0,0	
HOŘLAVÉ DVEŘE	ANO	2	0,9				0,0	
HOŘLAVÁ PODLAHA	NE	0	0,9				0,0	
Σps=		2					0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
Σ=							0	

$a_n = \frac{\sum a_{ni} \cdot p_{ni} \cdot S_i}{\sum p_{ni} \cdot S_i} = 0,900$	
NAHODILÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ $p_n = \frac{\sum p_{ni} \cdot S_i}{\sum S_i} = 15,000$	
SOUČINITEL RYCHLOSTI ODHOŘÍVÁNÍ $a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} = 0,900$	
SOUČINITEL PŘÍSTUPU VZDUCHU PŘÍMO $b = \frac{s \cdot k}{\sum_{i=1}^J S_{oi} \cdot \sqrt{h_{oi}}} = -$ NEPŘÍMO $b = \frac{k}{0,005 \cdot \sqrt{h_s}} = 0,853$	
SOUČINITEL VLIVU PBZ C1= 1 C3= 1 C= 1 C2= 1 C4= 1	

výpočtové hodnoty pro souč. b	
∅ho= #####	So/S= 0,000
∅ho/hsi= #####	Sm= 11,4
n= 0,005	k= 0,007

VÝPOČTOVÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ	
$p_v = (p_n + p_s) \cdot a \cdot b \cdot c$	
$p_v = 13,048$	

MEZNÍ ROZMĚRY	MEZNÍ PODLAŽ.
DÉLKA: 70 [m]	Z 13 [-]
ŠÍŘKA: 44 [m]	
VYHOVUJE	

<b>SPB:</b>
<b>II.</b>

## VÝPOČET POŽÁRNÍHO RIZIKA A STUPEŇ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU

STAVBA	TJ Sokol Pouchov				
POŽÁRNÍ VÝŠKA	4,2				
KONSTRUKČNÍ SYSTÉM	NEHOŘLAVÝ				
OZNAČENÍ PÚ	<b>N1.05</b>				
PÚ VĚTRANÝ	NEPŘÍMO		POČET PODLAŽÍ	1	[-]
PLOCHA PÚ	12,81	[m <sup>2</sup> ]	ŠÍŘKA PÚ	3,3	[m]
VÝŠKA PÚ [hp]	0	[m]	DÉLKA PÚ	3,8	[m]

MÍSTNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU								
OZN.	NÁZEV	S[m <sup>2</sup> ]	hs[m]	ani	pn[kg/m <sup>2</sup> ]	POLOŽKA	Pni * Si	Pn * Si * ani
132	Kotelna	12,81	2,85	1,1	15	15.10 c)	192,15	211,365
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
Σ=		12,81	2,85				192,15	211,365

STÁLÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ				TABULKA OTVORŮ				
KONSTRUKCE V PÚ	Ps[kg/m <sup>2</sup> ]	as[-]		OZN.	ŠÍŘKA[m]	VÝŠKA[m]	So[m <sup>2</sup> ]	POČET
HOŘLAVÁ OKNA	NE	0	0,9				0,0	
HOŘLAVÉ DVEŘE	ANO	2	0,9				0,0	
HOŘLAVÁ PODLAHA	NE	0	0,9				0,0	
Σps=		2					0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
Σ=							0	

$a_n = \frac{\sum a_{ni} \cdot p_{ni} \cdot S_i}{\sum p_{ni} \cdot S_i} = 1,100$	
NAHODILÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ $p_n = \frac{\sum p_{ni} \cdot S_i}{\sum S_i} = 15,000$	
SOUČINITEL RYCHLOSTI ODHOŘÍVÁNÍ $a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} = 1,076$	
SOUČINITEL PŘÍSTUPU VZDUCHU PŘÍMO $b = \frac{s \cdot k}{\sum_{i=1}^J S_{oi} \cdot \sqrt{h_{oi}}} = -$ NEPŘÍMO $b = \frac{k}{0,005 \cdot \sqrt{h_s}} = 1,066$	
SOUČINITEL VLIVU PBZ C1= 1 C3= 1 C= 1 C2= 1 C4= 1	

výpočtové hodnoty pro souč. b			
∅ho= #####	So/S=	0,000	
∅ho/hsi= #####	Sm=	20	
n= 0,005	k=	0,009	

VÝPOČTOVÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ	
$p_v = (p_n + p_s) \cdot a \cdot b \cdot c$	
$p_v = 19,51$	

MEZNÍ ROZMĚRY	MEZNÍ PODLAŽ.
DÉLKA: 62,5 [m]	Z 9 [-]
ŠÍŘKA: 40 [m]	
VYHOVUJE	

<b>SPB:</b>
<b>II.</b>

## VÝPOČET POŽÁRNÍHO RIZIKA A STUPEŇ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU

STAVBA	TJ Sokol Pouchov			
POŽÁRNÍ VÝŠKA	4,2			
KONSTRUKČNÍ SYSTÉM	NEHOŘLAVÝ			
OZNAČENÍ PÚ	<b>N1.06</b>			
PÚ VĚTRANÝ	PŘÍMO		POČET PODLAŽÍ	1 [-]
PLOCHA PÚ	14,41	[m <sup>2</sup> ]	ŠÍŘKA PÚ	3,3 [m]
VÝŠKA PÚ [hp]	0	[m]	DÉLKA PÚ	4,3 [m]

MÍSTNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU								
OZN.	NÁZEV	S[m <sup>2</sup> ]	hs[m]	ani	pn[kg/m <sup>2</sup> ]	POLOŽKA	Pni * Si	Pn * Si * ani
135	Sklad zahr. tech.	14,41	2,85	1,05	55	10.4	792,55	832,1775
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
							0	0
Σ=		14,41	2,85				792,55	832,1775

STÁLÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ				TABULKA OTVORŮ				
KONSTRUKCE V PÚ	Ps[kg/m <sup>2</sup> ]	as[-]		OZN.	ŠÍŘKA[m]	VÝŠKA[m]	So[m <sup>2</sup> ]	POČET
HOŘLAVÁ OKNA	NE	0	0,9	D05	1,6	2,1	3,3	1
HOŘLAVÉ DVEŘE	NE	0	0,9				0,0	
HOŘLAVÁ PODLAHA	NE	0	0,9				0,0	
Σps=		0					0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
Σ=							3,255	

$a_n = \frac{\sum a_{ni} \cdot p_{ni} \cdot S_i}{\sum p_{ni} \cdot S_i} = 1,050$	
NAHODILÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ $p_n = \frac{\sum p_{ni} \cdot S_i}{\sum S_i} = 55,000$	
SOUČINITEL RYCHLOSTI ODHOŘÍVÁNÍ $a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} = 1,050$	
SOUČINITEL PŘÍSTUPU VZDUCHU PŘÍMO $b = \frac{s \cdot k}{\sum_{i=1}^J S_{oi} \cdot \sqrt{h_{oi}}} = 0,618$ NEPŘÍMO $b = \frac{k}{0,005 \cdot \sqrt{h_s}} = -$	
SOUČINITEL VLIVU PBZ C1= 1 C3= 1 C= 1 C2= 1 C4= 1	

výpočtové hodnoty pro souč. b			
∅ho=	2,100	So/S=	0,226
∅ho/hsi=	0,736842105	Sm=	20
n=	0,194	k=	0,202

VÝPOČTOVÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ	
$p_v = (p_n + p_s) \cdot a \cdot b \cdot c$	
$p_v = 35,67$	

MEZNÍ ROZMĚRY	MEZNÍ PODLAŽ.
DÉLKA: 59 [m]	Z 5 [-]
ŠÍŘKA: 38 [m]	
VYHOVUJE	

<b>SPB:</b>
<b>II.</b>

## VÝPOČET POŽÁRNÍHO RIZIKA A STUPEŇ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU

STAVBA	TJ Sokol Pouchov				
POŽÁRNÍ VÝŠKA	4,2				
KONSTRUKČNÍ SYSTÉM	NEHOŘLAVÝ				
OZNAČENÍ PÚ	<b>N1.01</b>				
PÚ VĚTRANÝ	NEPŘÍMO		POČET PODLAŽÍ	1	[-]
PLOCHA PÚ	381,55	[m <sup>2</sup> ]	ŠÍŘKA PÚ	15,7	[m]
VÝŠKA PÚ [hp]	2,5	[m]	DÉLKA PÚ	39,8	[m]

### MÍSTNOSTI POŽÁRNÍHO ÚSEKU

OZN.	NÁZEV	S[m <sup>2</sup> ]	hs[m]	ani	pn[kg/m <sup>2</sup> ]	POLOŽKA	Pni * Si	Pn * Si * ani
100	Zádveří	4,44	2,5	0,8	5	5.6	22,2	17,76
101	Vstupní hala	66,46	2,5	0,8	5	5.6	332,3	265,84
102	Kancelář	18,98	2,5	1	40	1.1	759,2	759,2
103	Čajová kuchyňka	10,51	2,5	1,05	15	1.12	157,65	165,5325
104	Ošetřovna	11,24	2,5	0,8	10	4.2	112,4	89,92
105	Tech. místnost	4,2	2,5				0	0
107	Předsíňka muži	3,58	2,5	0,7	5	14.2	17,9	12,53
107-1	Pisoár muži	3,15	2,5	0,7	5	14.2	15,75	11,025
107-2	Wc muži	1,96	2,5	0,7	5	14.2	9,8	6,86
108	Předsíňka ženy	5,69	2,5	0,7	5	14.2	28,45	19,915
108-1	Wc ženy	1,18	2,5	0,7	5	14.2	5,9	4,13
108-2	Wc ženy	1,18	2,5	0,7	5	14.2	5,9	4,13
109	Hyg. Místnost	5,33	2,5	0,7	5	14.2	26,65	18,655
110	Wc bezbariérové	5,71	2,5	0,7	5	14.2	28,55	19,985
111	Úklid	4,2	2,5	0,7	5	14.2	21	14,7
112	Chodba	15,98	2,5	0,8	5	5.6	79,9	63,92
113	Chodba	17,59	2,5	0,8	5	5.6	87,95	70,36
114	Šatna ženy	11,74	2,5	1,1	20	5.3 c)	234,8	258,28
115	Wc ženy	1,84	2,5	0,7	5	14.2	9,2	6,44
116	Koupelna ženy	6,7	2,5	0,7	5	14.2	33,5	23,45
117	Šatna muži	11,74	2,5	1,1	20	5.3 c)	234,8	258,28
118	Koupelna muži	7,25	2,5	0,7	5	14.2	36,25	25,375
119	Předsíňka muži	2,15	2,5	0,7	5	14.2	10,75	7,525
119-1	Pisoár muži	2,09	2,5	0,7	5	14.2	10,45	7,315
119-2	Wc muži	1,89	2,5	0,7	5	14.2	9,45	6,615
120	Vstup do haly	9,24	2,5	0,8	5	5.6	46,2	36,96
121	Chodba	15,93	2,5	0,8	5	5.6	79,65	63,72
122	Chodba	20,64	2,5	0,8	5	5.6	103,2	82,56
123	Šatna ženy	11,74	2,5	1,1	20	5.3 c)	234,8	258,28
124	Wc ženy	1,84	2,5	0,7	5	14.2	9,2	6,44
125	Koupelna ženy	6,7	2,5	0,7	5	14.2	33,5	23,45
126	Šatna muži	11,71	2,5	1,1	20	5.3 c)	234,2	257,62
127	Koupelna muži	7,25	2,5	0,7	5	14.2	36,25	25,375
128	Předsíňka muži	2,15	2,5	0,7	5	14.2	10,75	7,525
128-1	Pisoár muži	2,09	2,5	0,7	5	14.2	10,45	7,315
128-2	Wc muži	1,89	2,5	0,7	5	14.2	9,45	6,615

129	Cvičebna	44,69	2,5	1,1	20	5.2 b)	893,8	983,18	
130	Zázemí cvičebny	8,57	2,5	1,1	20	5.2 b)	171,4	188,54	
133	Chodba	4,02	2,5	0,8	5	5.6	20,1	16,08	
134	Zázemí	6,31	2,5	0,8	5	5.6	31,55	25,24	
		Σ=	381,6	2,50			Σ=	4215,2	4126,64

STÁLÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ				TABULKA OTVORŮ				
KONSTRUKCE V PŮ	Ps[kg/m²]	as[-]		OZN.	ŠÍŘKA[m]	VÝŠKA[m]	So[m²]	POČET
HOŘLAVÁ OKNA	NE	0	0,9				0,0	
HOŘLAVÉ DVEŘE	ANO	2	0,9				0,0	
HOŘLAVÁ PODLAHA	ANO	5	0,9				0,0	
		Σps=	7				0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							0,0	
							Σ=	0

$$a_n = \frac{\sum a_{ni} \cdot p_{ni} \cdot S_i}{\sum p_{ni} \cdot S_i} = 0,979$$

NAHODILÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ

$$p_n = \frac{\sum p_{ni} \cdot S_i}{\sum S_i} = 11,048$$

SOUČINTEL RYCHLOSTI ODHOŘÍVÁNÍ

$$a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} = 0,948$$

SOUČINTEL PŘÍSTUPU VZDUCHU

PŘÍMO  $b = \frac{s \cdot k}{\sum_{i=1}^J S_{oi} \cdot \sqrt{h_{oi}}} = -$

NEPŘÍMO  $b = \frac{k}{0,005 \cdot \sqrt{h_s}} = 1,138419958$

SOUČINTEL VLIVU PBZ

C1= 1 C3= 1 C= 1

C2= 1 C4= 1

výpočtové hodnoty pro souč. b

∅ho= #####	So/S=	0,000
∅ho/hsi= #####	Sm=	20
n= 0,005	k=	0,009

VÝPOČTOVÉ POŽÁRNÍ ZATÍŽENÍ

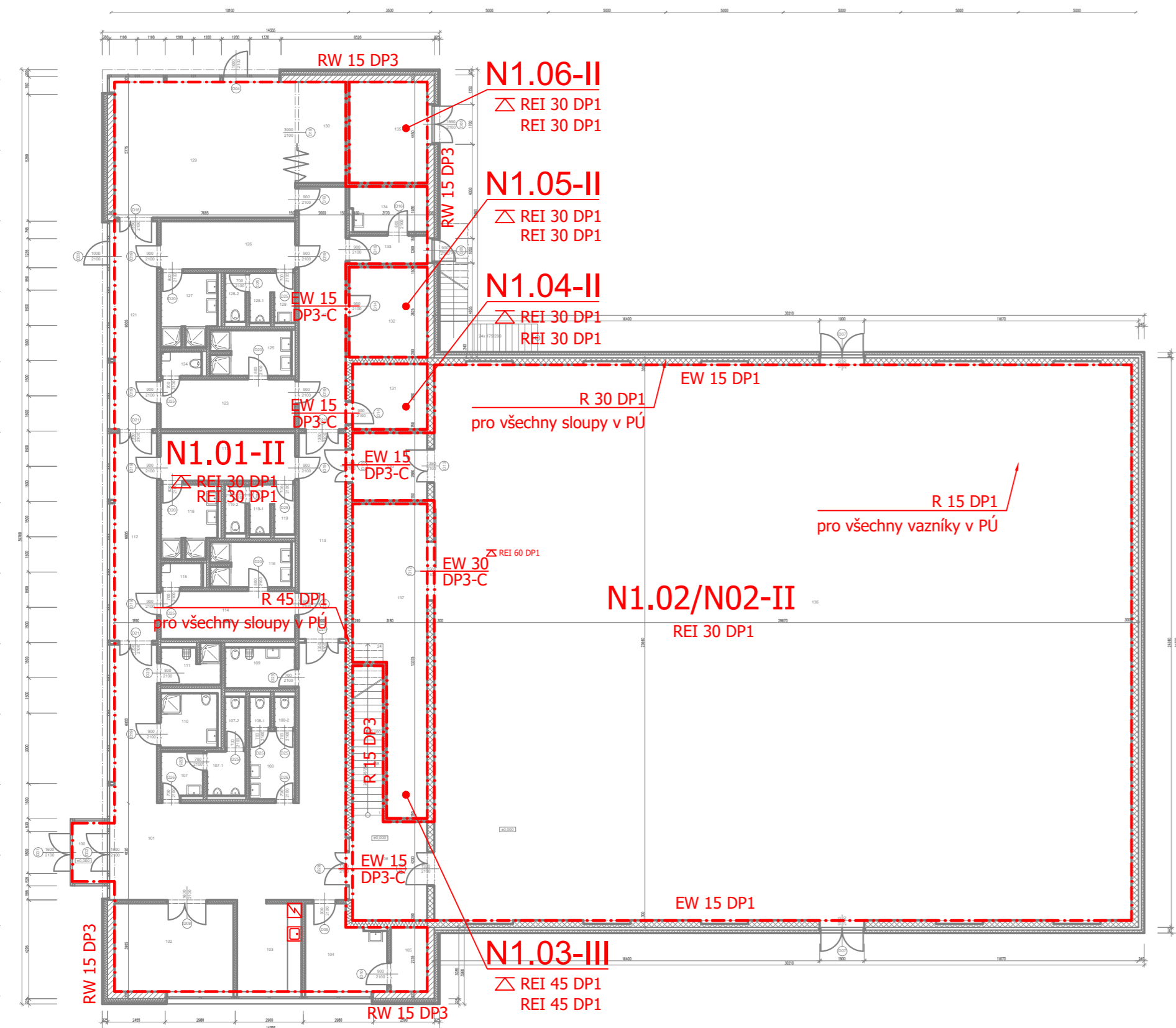
$$p_v = (p_n + p_s) \cdot a \cdot b \cdot c$$

**p<sub>v</sub> = 19,485**

MEZNÍ ROZMĚRY	MEZNÍ PODLAŽ.
DÉLKA: 62,5 [m]	Z 9 [-]
ŠÍŘKA: 40 [m]	
VYHOVUJE	

<b>SPB:</b>
<b>II.</b>

PŮDORYS 1.NP



TABULKA MÍSTNOSTÍ 1.NP

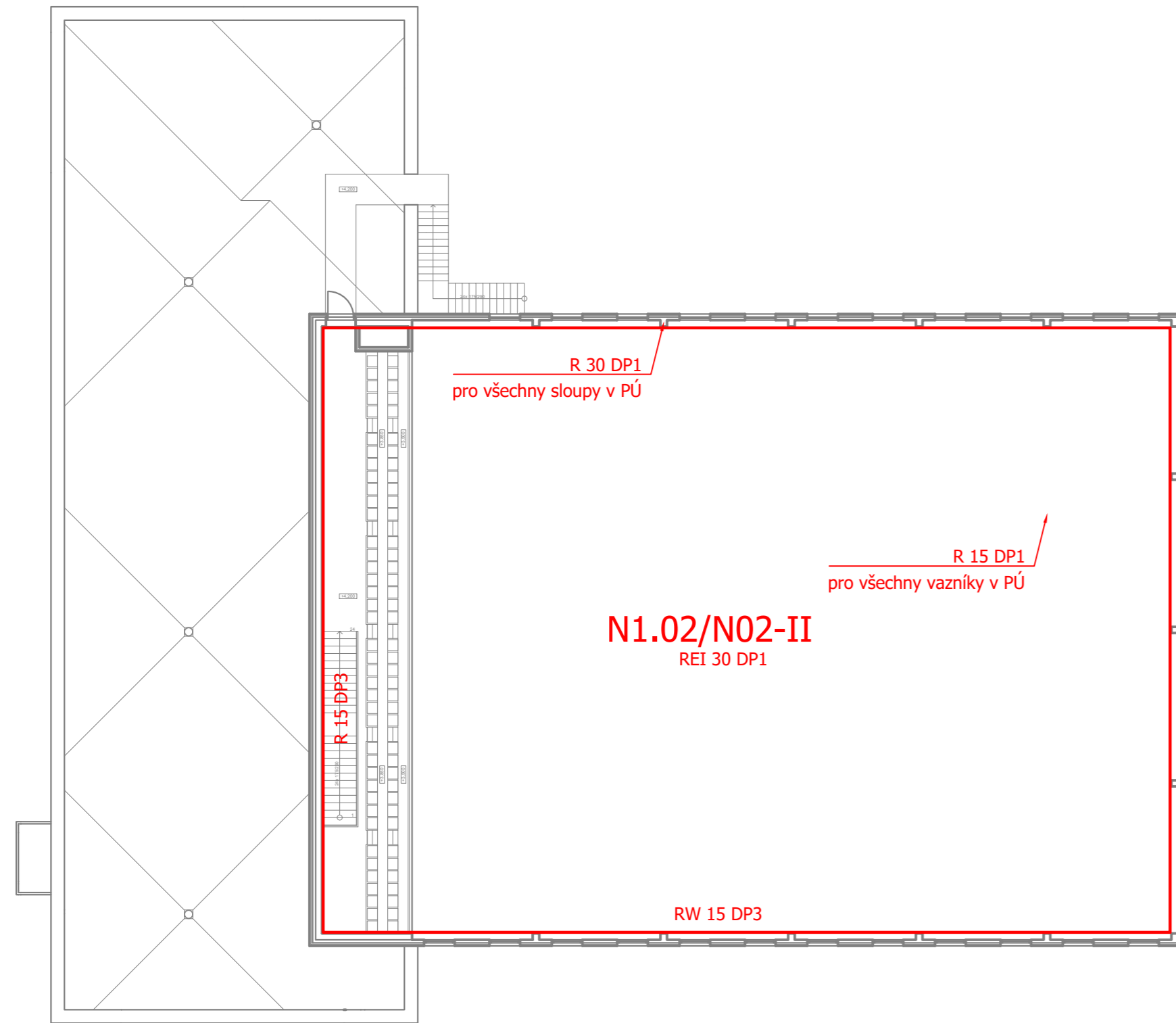
Č.	NÁZEC MÍSTNOSTI	PLOCHA (m <sup>2</sup> )	NÁŠLAPNÁ VRSTVA	POVRCH STĚN A SROPU
100	ZÁDVEŘÍ	4,44	ČISTÍCÍ ZÓNA - LAMELY	SDK PODHLED
101	VSTUPNÍ HALA	66,46	ČISTÍCÍ ZÓNA - KOBEREK	OMÍTKA, SDK PODHLED
102	KANCELÁŘ, ZASEDACÍ MÍSTNOST	18,98	PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
103	ČAJOVÁ KUCHYŇE	10,51	PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
104	OŠETROVNA	11,24	PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
105	TECH. MÍSTNOST	4,20	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA, SDK PODHLED
106	CHODBA, VSTUP NA GALERII	13,64	PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
107	PŘEDSÍŇKA MUŽI	3,58	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
107-1	PISOÁŘ MUŽI	3,15	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
107-2	WC MUŽI	1,96	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
108	PŘEDSÍŇKA ŽENY	5,69	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
108-1	WC ŽENY	1,18	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
108-2	WC ŽENY	1,18	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
109	HYG. MÍSTNOST	5,33	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
110	WC BEZBARIÉROVÉ	5,71	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
111	ÚKLID	4,20	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
112	CHODBA	15,98	PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
113	CHODBA	17,59	PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
114	ŠATNA ŽENY	11,74	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA, SDK PODHLED
115	WC ŽENY	1,84	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
116	KOUPELNA ŽENY	6,70	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
117	ŠATNA MUŽI	11,74	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA, SDK PODHLED
118	KOUPELNA MUŽI	7,25	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
119	PŘEDSÍŇKA MUŽI	2,15	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
119-1	PISOÁŘ MUŽI	2,09	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
119-2	WC MUŽI	1,89	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
120	VSTUP DO TĚLOCVIČNY	9,24	PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
121	CHODBA	15,93	ČISTÍCÍ ZÓNA - KOBEREK, PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
122	CHODBA	20,64	PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
123	ŠATNA ŽENY	11,74	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA, SDK PODHLED
124	WC ŽENY	1,84	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
125	KOUPELNA ŽENY	6,70	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
126	ŠATNA MUŽI	11,71	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
127	KOUPELNA MUŽI	7,25	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
128	PŘEDSÍŇKA MUŽI	2,15	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
128-1	PISOÁŘ MUŽI	2,09	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
128-2	WC MUŽI	1,89	KERAMICKÁ DLAŽBA	KER. OBKLAD, SDK PODHLED
129	CVIČEBNA	44,69	PALUBKY	DŘEVĚNÝ OBKLAD, SDK POD.
130	ZÁZEMÍ CVIČEBNY	8,57	PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
131	STROJOVNA VZT	8,81	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA, SDK PODHLED
132	KOTELNA	12,81	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA, SDK PODHLED
133	CHODBA	4,02	PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
134	ZÁZEMÍ	6,31	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA, SDK PODHLED
135	SKLAD ZAHR. TECHNIKY	14,41	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA, SDK PODHLED
136	TĚLOCVIČNA	697,38	PALUBKY	AKUSTICKÝ NÁRAZUVZDORNÝ PODHLED + TEPELNÁ IZOLACE
137	SKLAD NÁRADÍ	34,05	PVC	OMÍTKA, SDK PODHLED
138	SCHODIŠŤOVÝ PROSTOR	8,64	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA, SDK PODHLED
		1 171,29		

LEGENDA PBS:

N1.01-IV	Označení požárního úseku vč. SPB
REI 30 DP1	Požadovaná požární odolnost vč. mezních stavů a druhu konstrukce
EI 15 DP3 - C	Pož. požární odolnost požárního uzavěru
△	Strop/střešní plášť

Název: Bakalářská práce - TJ Sokol Pouchov	Květen 2020	
Katedra: K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
Vedoucí práce: Ing. Kamila Cábová, Ph.D.	Měřítko: 1:200	Číslo výkresu: 1
Vypracoval: Adam Habětínek	Příloha č.2	
Výkres: Požárně bezpečnostní řešení - půdorys 1NP		

PŮDORYS 2.NP



LEGENDA PBS:

N1.01-IV	Označení požárního úseku vč. SPB
REI 30 DP1	Požadovaná požární odolnost vč. mezních stavů a druhu konstrukce
EI 15 DP3 - C	Pož. požární odolnost požárního uzávěru
△	Strop/střešní plášť

TABULKA MÍSTNOSTÍ 2.NP

Č.	NÁZEC MÍSTNOSTI	PLOCHA (m²)	NÁŠLAPNÁ VRSTVA	POVRCH STĚN A SROPU
201	Galerie pro diváky	70,73	PVC	SDK OBKLAD + PODHLED
		70,73		

Název: <b>Bakalářská práce - TJ Sokol Pouchov</b>	Květen 2020	
Katedra: <b>K134 - Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí</b>		
Vedoucí práce: <b>Ing. Kamila Cábová, Ph.D.</b>		Měřítko: <b>1:200</b>
Vypracoval: <b>Adam Habětínek</b>	<b>Příloha č.2</b>	Číslo výkresu: <b>1</b>
Výkres: <b>Požárně bezpečnostní řešení - půdorys 1NP</b>		





**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební**

**Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**

**Část B**

**Konstrukční řešení vybrané části objektu za běžné teploty**

Bakalářská práce

**Adam Habětínek**

Praha 2020

## Obsah

1. Úvod.....	4
1.1 Popis řešeného objektu.....	4
1.2 Základní parametry objektu.....	5
2. Zatížení střešního pláště.....	5
2.1 Zatížení stále.....	5
2.2 Zatížení proměnné.....	6
2.2.1 Zatížení sněhem.....	6
2.2.2 Zatížení větrem.....	6
3. Střešní plášť.....	10
3.1 Zatěžovací stavy.....	10
3.2 Posouzení střešního pláště.....	11
4. Obvodový plášť.....	11
4.1 Posouzení obvodového pláště.....	11
5. Příhradový vazník.....	12
5.1 Zatěžovací stavy.....	12
5.2 Kombinace zatěžovacích stavů.....	13
5.3 Vnitřní síly na vazníku.....	14
5.4 Návrh a posouzení.....	15
5.4.1 MSÚ – Mezní stav únosnosti.....	15
5.4.1 MSP – Mezní stav použitelnosti.....	19
6. Sloup.....	19
6.1 Zatížení sloupu.....	19
6.2 Návrh sloupu.....	20
6.3 Posouzení sloupu.....	21
6.3.1 MSÚ – mezní stav únosnosti.....	21
6.3.2 MSP – mezní stav použitelnosti.....	24
7. Ztužidla.....	24
7.1 Příčná ztužidla ve střešní rovině.....	24
7.1.1 Zatížení a vnitřní síly.....	25
7.1.2 Posouzení.....	25
7.2 Podélná ztužidla mezi sloupy.....	26
7.2.1 Zatížení.....	27
7.2.2 Posouzení.....	28
8. Závěr.....	29
8.1 Přehled návrhů.....	29
8.2 Použitá literatura.....	29

PŘÍLOHA 1 – SCIA engineer 19 – engineer report

PŘÍLOHA 2 – Technické listy výrobců

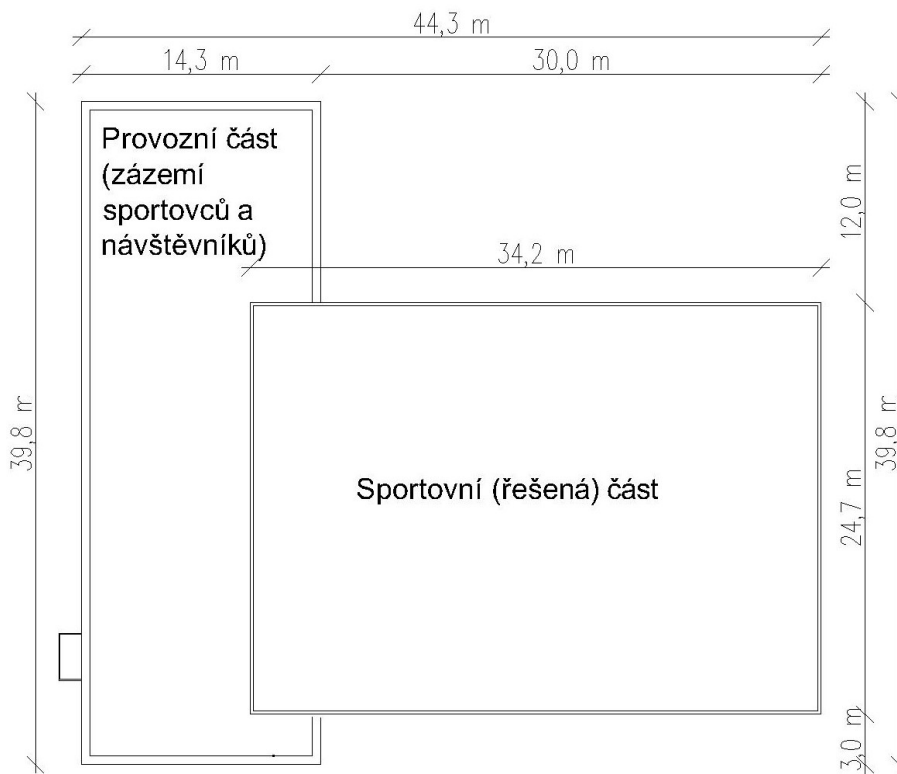
# 1. Úvod

Tato část práce je věnována návrhu a posouzení vybraných ocelových konstrukčních prvků za běžné teploty. Jedná se hlavně o nosné části ocelové konstrukce a zastřešení sportovní haly, sloupy, příhradový vazník, střešní plášť.

## 1.1 Popis řešeného objektu

Název stavby: Tělocvičná hala TJ Sokol Pouchov

Místo stavby: Hradec Králové Pouchov



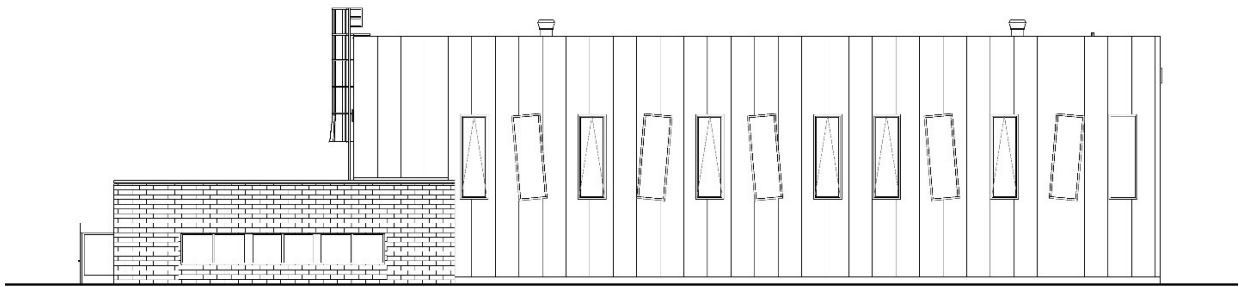
Obrázek 1: Základní rozložení objektu

Objekt tělocvičny je rozdělen na dvě části – provozní a sportovní, viz obrázek 1. Tato práce se věnuje části sportovní, tedy prostoru s funkcí sportoviště. Řešená část má obdélníkový půdorys o rozměrech 34,2 m x 24,7 m.

Obě části objektu jsou zastřešeny plochou střechou, na řešené části objektu se jedná o střechu spádovanou dvěma směry (od hřebene k atice). Střešní plášť je tvořen sendvičovým panelem (zn. Kingspan), ten je v provedení spojitého nosníku o 2 polích kotven k hornímu pásu příhradových vazníků. Zatížení je dále z příhradových vazníků přenášeno na sloupy a přes patní desky do betonových základů.

Fasády sportovní části objektu je zhotovena z fasádních panelů připevněných přes tenkostěnné vynášecí profily na sloupy. V části haly je mezi sloupy vyzdívka do výšky +3,500 m, která částečně zajišťuje i ztužení. Hlavním důvodem umístění vyzdívky je provozní funkce sportovní haly, zajištění rovného vnitřního povrchu pro sportoviště. Další ztužení je řešeno pomocí táhel ve střešní rovině a také v prvních polích obvodového pláště.

Jižní pohled stavební



Obrázek 2: Jižní pohled

## 1.2 Základní parametry objektu

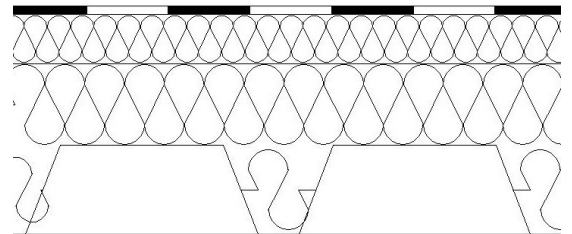
- Šířka modulová: 24,0 m
- Délka modulová: 3,5 + 6 x 5,0 m 33,5 m
- Výška:
  - o Hřebenová: +9,9 m (osa horního pásu vazníku)
  - o Okapová: +9,75 m (osa horního pásu vazníku)
  - o Atiková: +10,5 m (horní hrana atiky)
- Sklon střechy: 2 % (1,1°)
- Zatížení sněhem: I. sněhová oblast
- Zatížení větrem: II. větrná oblast

## 2. Zatížení střešního pláště

### 2.1 Zatížení stále

Skladba střešního pláště (viz obrázek 3, tech. listy viz Příloha 2):

- Střešní fólie, měkčené PVC, mech. kotveno tl.1,5 mm
- PIR izolační deska tl.60 mm
- Střešní sendvičový panel (Kingspan, KS1000 X-DEK XM) tl. 208 mm



Obrázek 3: Skladba střešního pláště

Tíha střešního pláště:

Tabulka 1: Tíha střešního pláště

Vrstva	tl. [mm]	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [-]	$g_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Hydroizolace – fólie PVC-P Fatrafol 810/V-T3; 1,8 kg/m <sup>2</sup>	1,5	0,018	1,35	0,024
PIR izolační deska; 35 kg/m <sup>3</sup>	60	0,021	1,35	0,028
Střešní panel, Kingspan KS1000 X-DEK XM; 20,9 kg/m <sup>2</sup>	208	0,209	1,35	0,282
<b>Celkem stále</b>		<b>0,248</b>		<b>0,335</b>

Minimální stálé zatížení střešního pláště (pouze kotvený střešní panel.):

Tabulka 2: Minimální tíha střešního pláště

	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [-]
<b>Minimální stálé zatížení sendvičovým panelem</b>	<b>0,209</b>	1,00

## 2.2 Zatížení proměnné

### 2.2.1 Zatížení sněhem

Výpočet podle [1]. Charakteristická hodnota plošného zatížení sněhem:

- $\mu_i = 0,8$  - tvarový součinitel ( $\alpha = 1,1^\circ$ )
- $C_e = 1,0$  - součinitel expozice (typ krajiny – normální)
- $C_t = 1,0$  - tepelný součinitel
- $s_k = 0,7$  [kN/m<sup>2</sup>] - char. hodnota zatížení sněhem (sněhová oblast I.)

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 0,7 = \mathbf{0,56 \text{ kN/m}^2}$$

### 2.2.2 Zatížení větrem

Výpočet zatížení větrem je proveden podle [2].

Základní rychlost větru:

- $v_{b,0} = 25$  m/s - výchozí základní rychlost větru (větrná oblast II.)
  - $c_{dir} = 1,0$  - součinitel směru větru
  - $c_{season} = 1,0$  - součinitel ročního období
- $$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 25,0 = 25 \text{ m/s}$$

Základní tlak větru:

Pro výpočet základního tlaku větru je zaveden předpoklad, že charakteristická střední rychlost větru  $v_m(z)$  je po výšce konstantní a je rovna základní rychlosti větru  $v_{b,0}$ . Tento předpoklad je zaveden z důvodu nízké výšky budovy.

- $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup> - měrná hmotnost vzduchu

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2 = \frac{1}{2} * 1,25 * 25,0^2 = 390,6 \text{ N/m}^2$$

Maximální dynamický tlak

-objekt se nachází v terénu kategorie III (plocha s vegetací a budovami)

- $z_0 = 0,300$  m - parametr drsnosti terénu
- $z_{min} = 5,0$  m - minimální výška
- $z = 10,0$  m - výška konstrukce nad terénem
- $c_e = 1,6$  - součinitel expozice, odečtený z grafu

$$q_p = q_b * c_e = 390,6 * 1,6 = \mathbf{624,96 \text{ N/m}^2}$$

Tlak větru na vnější povrch:

Návětrné plochy jsou větší než  $10 \text{ m}^2$ , z tohoto důvodu je používán pouze součinitel  $c_{pe,10}$ . Střecha má sklon  $2 \%$  tedy  $1,1^\circ$  a je považována za plochou, obvod střechy je lemován atikou. Tlak větru na vnější povrch je počítán dle vzorce:

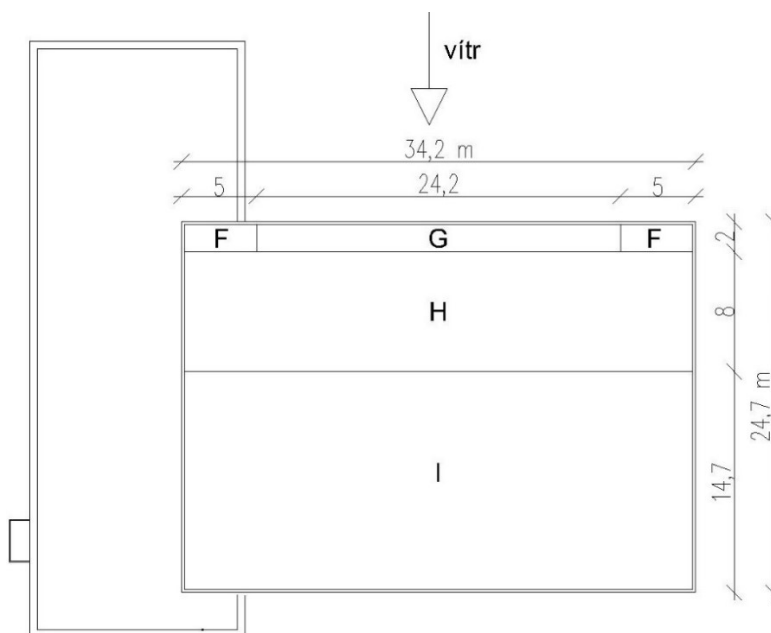
$$w_{e,k} = q_p * c_{pe,10} = 624,96 * c_{pe,10}$$

Rozdělení na větrné oblasti: Rozdělení střechy a fasády je znázorněno na obrázcích 4 až 7.

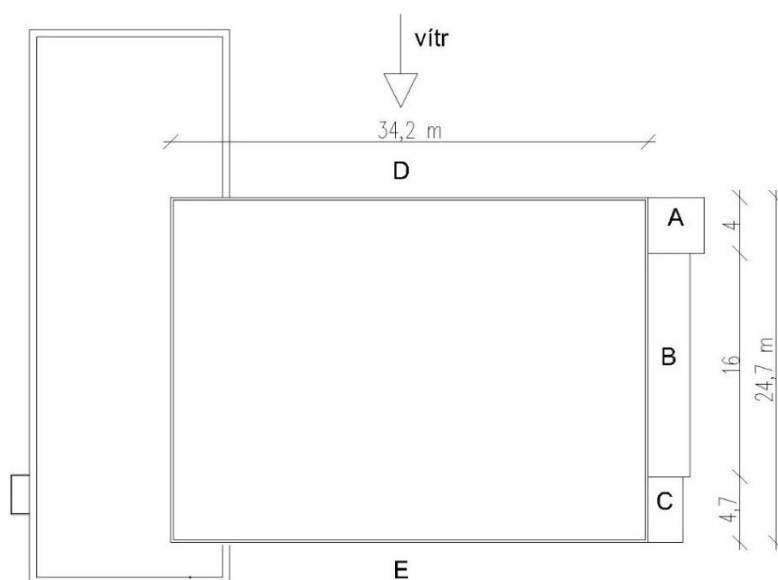
Příčný vítr:

$h_p/h = 0,087$  ;  $h = 10 \text{ m}$  ;  $b = 34,22 \text{ m}$  (rozměr kolmo na vítr) ;  $h/d = 10/24,7 = 0,40$

$e = \min(b; 2*h) = \min(34,22 ; 2*10) = \min(34,22 ; 20) = 20 \text{ m}$



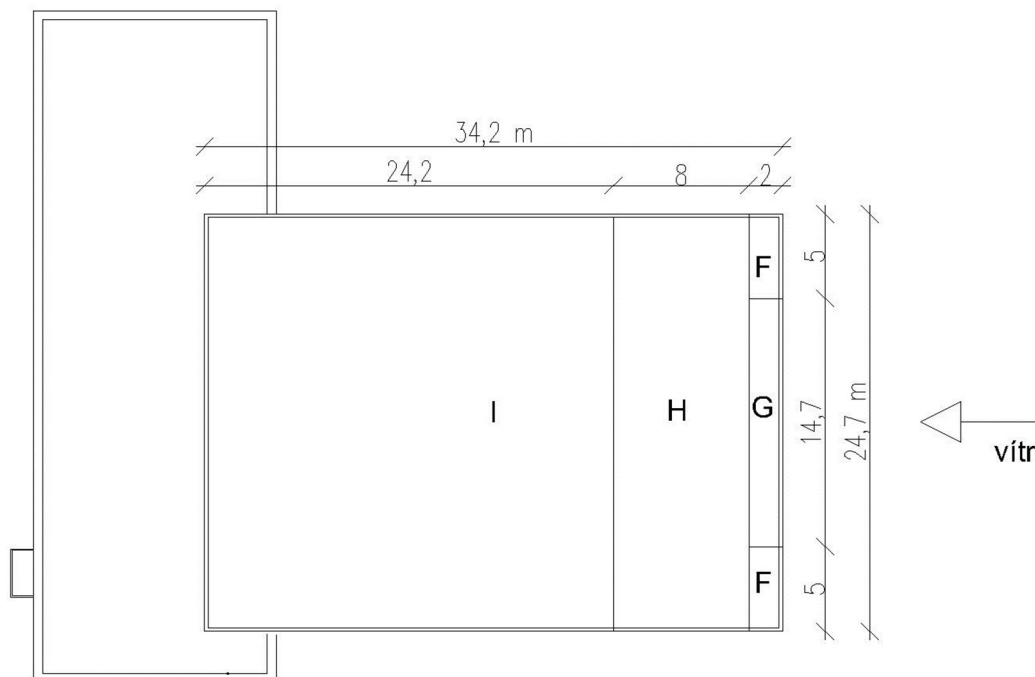
Obrázek 4: Rozdělení střechy na větrné oblasti, příčný vítr



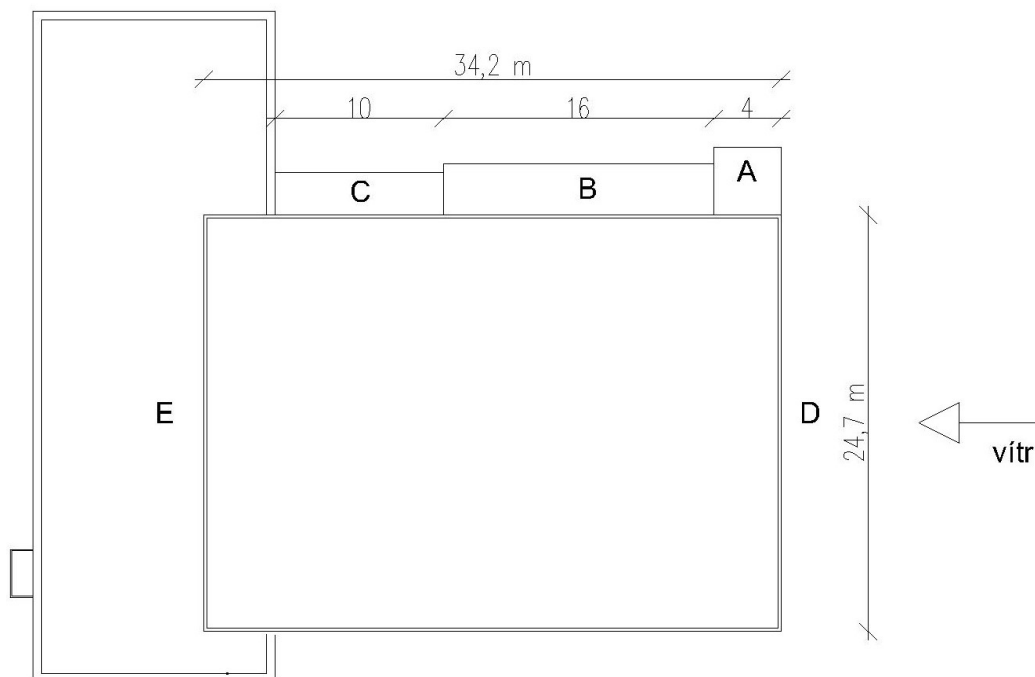
Obrázek 5: Rozdělení fasády na větrné oblasti, příčný vítr

## Podélný vítr:

$$h_p/h = 0,087 ; h = 10 \text{ m} ; b = 24,7 \text{ m (rozměr kolmo na vítr)} ; h/d = 10/34,2 = 0,29$$

$$e = \min(b; 2 \cdot h) = \min(24,7 ; 2 \cdot 10) = \min(24,7 ; 20) = 20 \text{ m}$$


Obrázek 6: Rozdělení střechy na větrné oblasti, podélný vítr



Obrázek 7: Rozdělení fasády na větrné oblasti, podélný vítr



Tlak/sání větru v oblastech:

Střecha:

Tabulka 3: Součinitel tlaku větru a výsledný tlak větru pro větrné oblasti střechy

oblast	F		G		H		I	
veličina	$c_{pe,10}$ [-]	$W_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{pe,10}$ [-]	$W_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{pe,10}$ [-]	$W_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{pe,10}$ [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>příčný</b>	-1,252	-0,782	-0,826	-0,516	-0,7	-0,437	± 0,2	±0,125
<b>podélný</b>	-1,252	-0,782	-0,826	-0,516	-0,7	-0,437	± 0,2	±0,125

Fasáda:

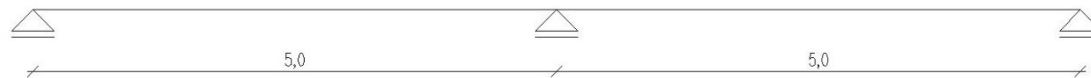
Tabulka 4: Součinitel tlaku větru a výsledný tlak větru pro větrné oblasti fasády

oblast	A		B		C		D		E	
veličina	$c_{pe,10}$ [-]	$W_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{pe,10}$ [-]	$W_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{pe,10}$ [-]	$W_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{pe,10}$ [-]	$W_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{pe,10}$ [-]	$W_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>příčný</b>	-1,2	-0,750	-0,8	-0,500	-0,5	-0,312	0,8	0,500	-0,5	-0,312
<b>podélný</b>	-1,2	-0,750	-0,8	-0,500	-0,5	-0,312	0,8	0,500	-0,5	-0,312

Obrázky zobrazující oblasti zatížení větrem, jsou zpracovány jednostranně. Zobrazené zatížení může být zrcadlově otočené.

### 3. Střešní plášť

Střešní plášť je navržen ze střešních sendvičových panelů Kingspan v provedení spojitého nosníku o dvou polích, viz obrázek 8. Rozpon pole je 5 m a je uložen na příhradové vazníky. Střešní plášť bude posouzen na tlak a sání pomocí statických tabulek výrobce panelu, viz Příloha 2.



Obrázek 8: Statické schéma střešního panelu

#### 3.1 Zatěžovací stavy

Pro posouzení MSÚ i MSP byly vytvořeny tři kombinace zatěžovacích stavů, které jsou porovnány s hodnotou únosnosti liniového zatížení v statických tabulkách výrobce (viz příloha 2).

**KZS1** – minimální stálé zatížení + sání větru (MSÚ)

Panel prochází různými větrnými oblastmi a z důvodu návrhu na straně bezpečnosti jsou uvažovány po celé jeho délce nejnepríznivější podmínky (tedy oblast F)

Tabulka 5: KZS1 – minimální stálé zatížení + sání větru

Typ zatížení	Zatížení od	char. hod. zatížení [kN/m <sup>2</sup> ]	bezp.součinitel $\gamma$ [-]	navh. hod. zatížení [kN/m <sup>2</sup> ]
Stále	panel	0,209	-	0,209
Proměnné	vítr	-0,782	1,5	-1,173
<b>Celkem</b>		<b>-0,573</b>		<b>-0,964</b>

**KZS2** – maximální stálé zatížení + sníh + tlak větru (MSÚ)

Větrná oblast I je při podélném i příčném větru dostatečně velká, že lze uvažovat její působení v tlaku po celé délce panelu.

Tabulka 6: KZS2 – maximální stálé zatížení + sníh + tlak větru

Typ zatížení	Zatížení od	char. hod. zatížení [kN/m <sup>2</sup> ]	bezp.součinitel $\gamma$ [-]	navh. hod. zatížení [kN/m <sup>2</sup> ]
Stále	střešní skladba	0,248	1,35	0,335
Proměnné	sníh	0,56	1,5	0,84
	vítr (tlak)	0,125	1,5*0,6	0,1125
<b>Celkem</b>		<b>0,933</b>		<b>1,288</b>

**KZS3** – maximální stálé zatížení + sníh (MPS)

Mezní stav použitelnosti je dle statických tabulek výrobce posuzován charakteristickými hodnotami.

Tabulka 7: KZS3 – maximální stálé zatížení + sníh

Typ zatížení	Zatížení od	char. hod. zatížení [kN/m]
Stále	střešní skladba	0,248
Proměnné	sníh	0,56
<b>Celkem</b>		<b>0,808</b>

## 3.2 Posouzení střešního pláště

### Mezní stav únosnosti

KZS1 – minimální stále a sání větru

Dle statických tabulek výrobce je maximální možné zatížení panelu  $q_{Rd} < 3,42 \text{ kN/m}^2$

$$q_{Rd} = 3,42 \text{ [kN/m}^2] \geq q_{Ed} = 0,964 \text{ [kN/m}^2] \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

KZS1 – maximální stále zatížení + sníh + tlak větru

Dle statických tabulek výrobce je maximální možné zatížení panelu  $q_{Rd} < 2,81 \text{ kN/m}^2$

$$q_{Rd} = 2,81 \text{ [kN/m}^2] \geq q_{Ed} = 1,363 \text{ [kN/m}^2] \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

### Mezní stav použitelnosti

KZS3 – maximální stále zatížení + sníh

Dle statických tabulek výrobce (viz příloha 2) je maximální možné zatížení panelu  $q_{Rd} < 2,9 \text{ kN/m}^2$

$$q_{Rd} = 2,9 \text{ [kN/m}^2] \geq q_{Ed} = 0,808 \text{ [kN/m}^2] \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Střešní plášť v navržené skladbě vyhovuje na oba mezní stavy a je možné ho použít.

## 4. Obvodový plášť

Obvodový plášť je obdobně jako střecha navržen ze sendvičových panelů Kingspan v provedení spojitého nosníku o třech polích a je uložen na vynášecí obdélníkové uzavřené profily, které jsou kotveny na ocelové sloupy. Stěnové panely jsou kladeny ve svislém směru. Obvodový plášť bude posouzen na tlak a sání pomocí statických tabulek výrobce panelu, viz Příloha 2.

### 4.1 Posouzení obvodového pláště

Pro posouzení MSÚ i MSP se porovnávají hodnoty sání a tlaku větru na obvodový plášť s hodnotou únosnosti zatížení v statických tabulkách výrobce. Jako přípustná hodnota deformace byla výrobcem počítána L/200 pro krátkodobé zatížení a L/100 pro dlouhodobé zatížení (L vzdálenost mezi podporami)

#### Sání

Obvodový plášť musí odolat největšímu návrhovému sání, kterému je vystaven (oblast A).

$$q_{Ed} = q_{k;sání} * \gamma_q = 0,75 * 1,5 = 1,125 \text{ kN/m}^2$$

Statické tabulky výrobce uvádějí maximální rozpon pro přenesení daného zatížení. Pro přenesení sání  $q_{Ed} = 1,25 \text{ kN/m}^2$  může být maximální rozpon vynášejících profilů 2,04 m.

#### Tlak

Obvodový plášť musí odolat největšímu návrhovému tlaku, kterému je vystaven (oblast D).

$$q_{Ed} = q_{k;sání} * \gamma_q = 0,5 * 1,5 = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

Pro přenesení tlaku  $q_{Ed} = 0,75 \text{ kN/m}^2$  může být maximální rozpon 6,43 m.

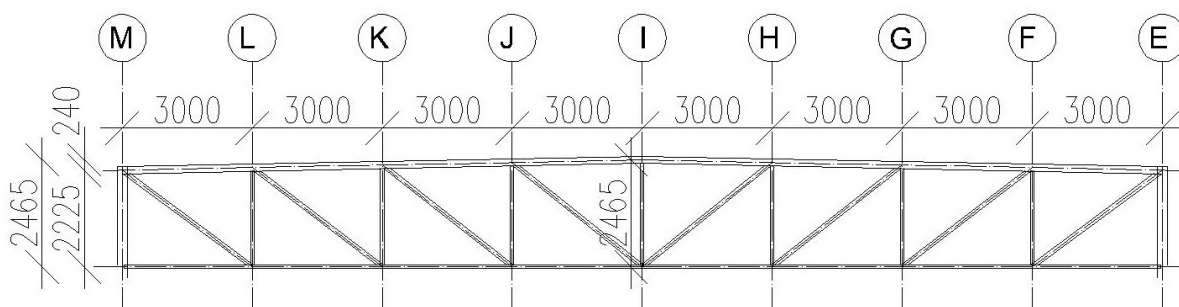
Ze statických tabulek vychází, že maximální osová vzdálenost vynášejících profilů může být 2,04 metru a dále minimální šířka krajní podpory je 40 mm a střední podpory 80mm.

Navrhují: čtvercové a obdélníkové uzavřené profily 100x100x2 pro střední podpory a 100x40x2 pro krajní podpory.

## 5. Příhradový vazník

Rozpon pro překlenutí příhradovým vazníkem je 24,0 m (osová vzdálenost sloupů) a vzdálenost příčných vazeb je 5 m. Vazník je navržen z čtvercových a obdélníkových uzavřených profilů s třídou oceli S355. V místě podpor je vazník uložen na ocelové sloupy. Geometrie vazníku je zobrazena na obrázku 9.

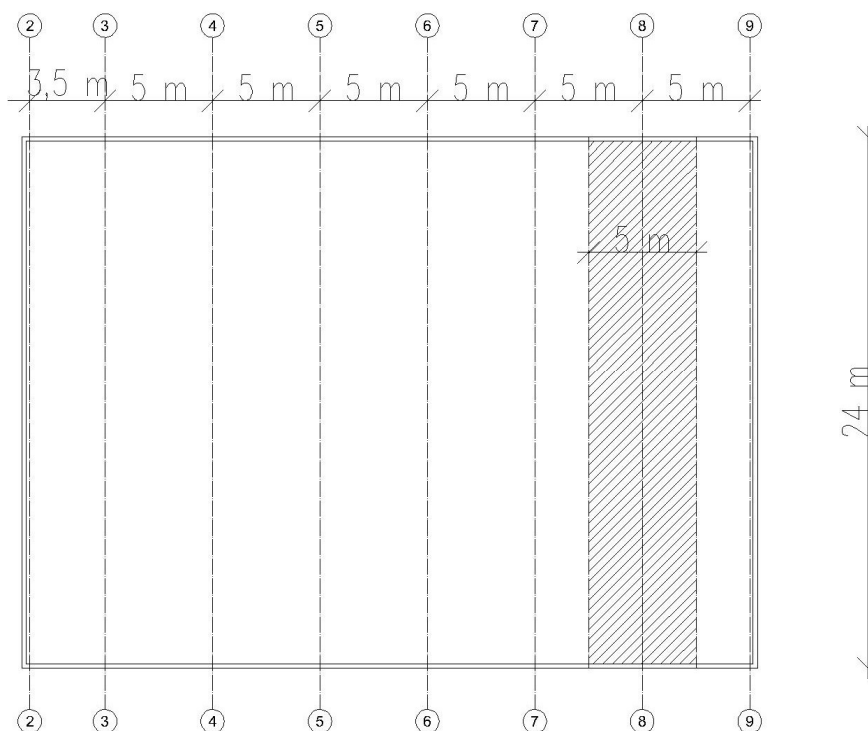
Geometrie návrhu příhradového vazníku:



Obrázek 9: Základní geometrický návrh příhradového vazníku

### 5.1 Zatěžovací stavy

Zatěžovací plocha vazníku má rozměry 5 m x 24 m (obrázek 10). Veškeré zatížení působící na vazník je bráno jako konstantní spojitě zatížení, neboť střešní plášť je kotven přímo na vazník a není zde užito žádných vynášecích vaznic. Navržený vazník se bude umísťovat do všech vnitřních vazeb v stejné dimenzi, proto se uvažuje návrh na maximální zatížení větrem. V případě uvažování příčného větru se uvažuje vyznačená vazba (osa 8), v případě podélného větru se uvažuje vyznačená vazba (osa 8) pro sání (celá v oblasti H) a vazba na ose 6 pro tlak (oblast I, dle zatížení větrem uvažován také tlak).



Obrázek 10: Zobrazení zatěžovací plochy vazníku

Pro výpočet vnitřních sil byl použit výpočetní software SCIA engineer 19. Vazník byl vymodelován a zatížen 8 zatěžovacími stavy, do programu se uvádějí charakteristické hodnoty zatížení. Výstup výpočetního modelu je uveden jako PŘÍLOHA 1.

Zatěžovací stavy:

#### **ZS1 – vlastní tíha**

Započítán automaticky výpočetním programem dle zadaných průřezů a jejich liniových hmotností.

#### **ZS2 – stálé zatížení**

Stálé zatížení je od střešního pláště viz kap. 2.1 vynásobené zatěžovací šířkou 5 m. –  $g_k = 1,24 \text{ kN/m}$

#### **ZS3 – minimální stálé zatížení**

Minimální stálé zatížení je uvažováno v průběhu výstavby. Zatížení je pouze od střešního panelu viz kap. 2.1 vynásobené zatěžovací šířkou. –  $g_k = 1,04 \text{ kN/m}$

#### **ZS4 – sníh**

Zatížení sněhem viz kap. 2.2.1 vynásobené zatěžovací šířkou. –  $q_k = 2,8 \text{ kN/m}$

#### **ZS5 – vítr příčný – oblast I sání**

Zatížení větrem viz. kap. 2.2.2 vynásobené zatěžovací šířkou (oblast I uvažovaná jako oblast sání).

- $q_{k,FG} = -3,15 \text{ kN/m}$
- $q_{k,H} = -2,19 \text{ kN/m}$
- $q_{k,I} = -0,63 \text{ kN/m}$
- $q_{k,D} = 2,5 \text{ kN/m}$
- $q_{k,E} = -1,56 \text{ kN/m}$

#### **ZS6 – vítr příčný – oblast I tlak**

Zatížení větrem viz. kap. 2.2.2 vynásobené zatěžovací šířkou (oblast I uvažovaná jako tlačená).

- $q_{k,FG} = -3,15 \text{ kN/m}$
- $q_{k,H} = -2,19 \text{ kN/m}$
- $q_{k,I} = +0,63 \text{ kN/m}$
- $q_{k,D} = 2,5 \text{ kN/m}$
- $q_{k,E} = -1,56 \text{ kN/m}$

#### **ZS7 – vítr podélný – v oblasti H**

Zatížení větrem viz. kap. 2.2.2 vynásobené zatěžovací šířkou

- $q_{k,H} = -2,19 \text{ kN/m}$

#### **ZS8 – vítr podélný – oblast I tlačená oblast**

Zatížení větrem viz. kap. 2.2.2 vynásobené zatěžovací šířkou (oblast I uvažovaná jako tlačená).

- $q_{k,I} = +0,63 \text{ kN/m}$

## 5.2 Kombinace zatěžovacích stavů

Celkem bylo vytvořeno 11 kombinací ZS. Kombinace zatěžovacích stavů jsou vytvořeny dle vzoru:

- vlastní tíha + stálé + sníh
- vlastní tíha + stálé + sníh +  $\psi_0$  · vítr příčný
- vlastní tíha + stálé + sníh +  $\psi_0$  · vítr podélný
- vlastní tíha + stálé + vítr příčný +  $\psi_0$  · sníh
- vlastní tíha + stálé + vítr podélný +  $\psi_0$  · sníh
- vlastní tíha + minimální stálé + vítr příčný (pouze ZS sání)
- vlastní tíha + minimální stálé + vítr podélný (pouze ZS sání)

Bezpečnostní součinitele zatížení:

- $\gamma_G = 1,35$  - pro stálé zatížení
- $\gamma_{G;\min} = 1,00$  - pro minimální stálé zatížení
- $\gamma_Q = 1,5$  - pro proměnné zatížení

Kombinační součinitele:

- $\psi_{0;\text{vitr}} = 0,6$
- $\psi_{0;\text{snih}} = 0,5$

### 5.3 Vnitřní síly na vazníku

Tabulka 8: Výpis maximální vnitřních sil na prutech příhradového vazníku, dle přílohy 1

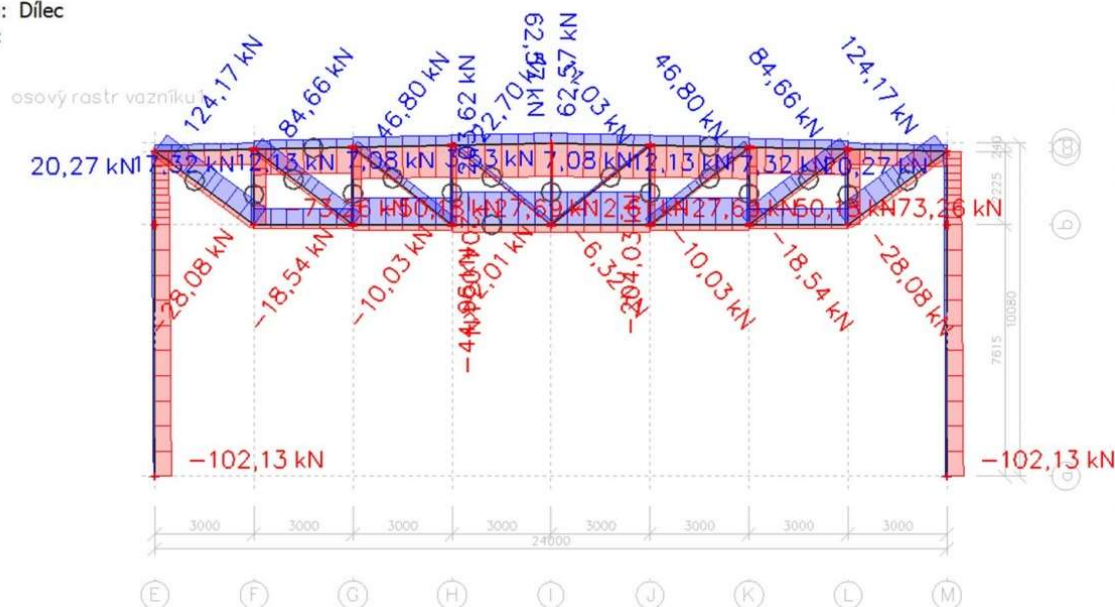
	Prut	Maximální tah [kN]	Maximální tlak [kN]
pásy	horní pás	62,57	-204,03
	dolní pás	203,62	-44,96
diagonály	EF	124,17	-28,08
	FG	84,66	-18,54
	GH	46,8	-10,03
	HI	22,7	-2,01
	IJ	11,03	-6,32
	JK	46,8	-10,03
	KL	84,66	-18,54
	LM	124,17	-28,08
svislíce	F	17,32	-73,26
	G	12,13	-50,18
	H	7,08	-27,69
	I	3,53	-12,61
	J	7,08	-27,69
	K	12,13	-50,18
	L	17,32	-73,26

Poznámka 1: Značení prutů vychází z obrázku 9. Diagonály jsou označeny písmeny os, mezi kterými se nachází a svislíce jsou označeny písmeny os, na kterých se nachází.

Vnitřní síly na vazníku:

**1D vnitřní síly; N**

Hodnoty: **N**  
 Lineární výpočet  
 Třída: Všechny MSU  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: Vše



Obrázek 11: Obálka vnitřních normálových sil na vazníku a sloupu

**5.4 Návrh a posouzení****5.4.1 MSÚ – Mezní stav únosnosti**

K návrhu a posouzení byl využit tabulkový kalkulačtor Microsoft Excel. Posouzení jednotlivých prutů v níže uvedených tabulkách bylo provedeno následujícím postupem:

$$\text{Tahová únosnost prutu: } N_{t;Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

kde:

- A – průřezová plocha prutu [mm<sup>2</sup>]
- f<sub>y</sub> – jmenovitá mez kluzu oceli [MPa]
- γ<sub>M0</sub> – dílčí součinitel spolehlivosti [-]

$$\text{Tlaková únosnost: } N_{b;Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

kde:

- A – průřezová plocha prutu [mm<sup>2</sup>]
- f<sub>y</sub> – jmenovitá mez kluzu oceli [MPa]
- γ<sub>M1</sub> – dílčí součinitel spolehlivosti [-]
- χ – součinitel vzpěrnosti  $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda'^2}}$

kde:

- Φ = 0,5 \* (1 + α \* (λ' - 0,2) + λ'^2) [-]

kde:

- α – součinitel imperfekce určený pro křivku vzpěrnosti c (trubkový průřez tvářený za studena)
- λ' – poměrná štíhlost  $\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1}$  [-]

kde:

- $\lambda = \frac{L_{cr}}{i} [-]$
- $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} [-]$

kde:

- $L_{cr}$  – vzpěrná délka prutu [mm]
- $i$  – poloměr setrvačnosti k dané ose [mm]
- $E$  – Modul pružnosti v tahu a tlaku [MPa]
- $f_y$  – jmenovitá mez kluzu oceli [MPa]

Pro všechny pruty byl rozhodující tlak. Byl posouzen vzpěrný tlak s uvažovaným vybočením jak z roviny, tak v rovině vazníku. Diagonály byly značně naddimenzovány. To hlavně z důvodu, předejití prolomení stěny pásu, na který budou přivařeny. (snaha nevolit veliký rozdíl mezi šířkou diagonál a horních a dolních pásů. Dále z konstrukčních důvodů byla tloušťka stěn výplňových prutů volena menší než tloušťka stěn hlavních pásů.

**Posouzení prutů na tah:**

Prut	$N_{ED(tah)}$	profil	A	$f_y$	$N_{t;Rd}$	$\frac{N_{ED(tah)}}{N_{t;Rd}}$	Posouzení	
	[kN]		[mm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[kN]	[-]		
pásy	horní pás	62,57	100x100x8,0	2880	355	1022,4	0,061	Vyhovuje
	dolní pás	203,62	120x60x8,0	2560	355	908,8	0,224	Vyhovuje
diagonály	EF	124,17	80x80x4,0	1200	355	426	0,291	Vyhovuje
	FG	84,66	80x80x4,0	1200	355	426	0,199	Vyhovuje
	GH	46,8	80x80x4,0	1200	355	426	0,110	Vyhovuje
	HI	22,7	80x80x4,0	1200	355	426	0,053	Vyhovuje
	IJ	11,03	80x80x4,0	1200	355	426	0,026	Vyhovuje
	JK	46,8	80x80x4,0	1200	355	426	0,110	Vyhovuje
	KL	84,66	80x80x4,0	1200	355	426	0,199	Vyhovuje
	LM	124,17	80x80x4,0	1200	355	426	0,291	Vyhovuje
svislice	F	17,32	80x40x5,0	1070	355	379,85	0,046	Vyhovuje
	G	12,13	80x40x5,0	1070	355	379,85	0,032	Vyhovuje
	H	7,08	80x40x5,0	1070	355	379,85	0,019	Vyhovuje
	I	3,53	80x40x5,0	1070	355	379,85	0,009	Vyhovuje
	J	7,08	80x40x5,0	1070	355	379,85	0,019	Vyhovuje
	K	12,13	80x40x5,0	1070	355	379,85	0,032	Vyhovuje
	L	17,32	80x40x5,0	1070	355	379,85	0,046	Vyhovuje



**Posouzení prutů na tlak:****vybočení z roviny vazníku:**

Prut	$N_{ED(tlak)}$	profil	A	$f_y$	I	i	$L_{teor}$	$L_{cr}/L$	$L_{cr}$	$\lambda_1$	$\lambda$	$\lambda'$	$\varphi$	$\chi$	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	Posouzení	
	[kN]		[mm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]						[kN]			
pásy	horní pás	-	100x100x8,0	2880	355	4000000	37,3	6000	0,9	5400,00	76,41	144,90	1,90	2,71	0,21	219,65	0,9289	Vyhovuje
	dolní pás	-44,96	120x60x8,0	2560	355	4250000	40,7	12000	1	12000,00	76,41	294,51	3,85	8,82	0,06	54,22	0,8292	Vyhovuje
diagonály	EF	-28,08	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3735	0,75	2801,25	76,41	90,88	1,19	1,45	0,44	186,94	0,1502	Vyhovuje
	FG	-18,54	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3771	0,75	2828,25	76,41	91,76	1,20	1,47	0,43	184,60	0,1004	Vyhovuje
	GH	-10,03	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3808	0,75	2856,00	76,41	92,66	1,21	1,48	0,43	182,22	0,0550	Vyhovuje
	HI	-2,01	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3845	0,75	2883,75	76,41	93,56	1,22	1,50	0,42	179,88	0,0112	Vyhovuje
	IJ	-6,32	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3845	0,75	2883,75	76,41	93,56	1,22	1,50	0,42	179,88	0,0351	Vyhovuje
	JK	-10,03	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3808	0,75	2856,00	76,41	92,66	1,21	1,48	0,43	182,22	0,0550	Vyhovuje
	KL	-18,54	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3771	0,75	2828,25	76,41	91,76	1,20	1,47	0,43	184,60	0,1004	Vyhovuje
	LM	-28,08	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3735	0,75	2801,25	76,41	90,88	1,19	1,45	0,44	186,94	0,1502	Vyhovuje
svislice	F	-73,26	80x40x5,0	1070	355	803000	27,4	2285	0,75	1713,75	76,41	62,56	0,82	0,99	0,65	247,06	0,2965	Vyhovuje
	G	-50,18	80x40x5,0	1070	355	803000	27,4	2345	0,75	1758,75	76,41	64,20	0,84	1,01	0,64	241,94	0,2074	Vyhovuje
	H	-27,69	80x40x5,0	1070	355	803000	27,4	2405	0,75	1803,75	76,41	65,84	0,86	1,03	0,62	236,84	0,1169	Vyhovuje
	I	-12,61	80x40x5,0	1070	355	803000	27,4	2465	0,75	1848,75	76,41	67,49	0,88	1,06	0,61	231,78	0,0544	Vyhovuje
	J	-27,69	80x40x5,0	1070	355	803000	27,4	2405	0,75	1803,75	76,41	65,84	0,86	1,03	0,62	236,84	0,1169	Vyhovuje
	K	-50,18	80x40x5,0	1070	355	803000	27,4	2345	0,75	1758,75	76,41	64,20	0,84	1,01	0,64	241,94	0,2074	Vyhovuje
	L	-73,26	80x40x5,0	1070	355	803000	27,4	2285	0,75	1713,75	76,41	62,56	0,82	0,99	0,65	247,06	0,2965	Vyhovuje

## vybočení v rovině vazníku:

Prut	$N_{ED(tlak)}$	profil	A	$f_y$	I	i	$L_{teor}$	$L_{cr}/L$	$L_{cr}$	$\lambda_1$	$\lambda$	$\lambda'$	$\varphi$	$\chi$	$N_{b,Rd}$	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	Posouzení	
	[kN]		[mm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]									
pásky	horní pás	-204,03	100x100x8,0	2880	355	4000000	37,3	3000	0,9	2700,00	76,41	72,45	0,95	1,13	0,57	583,33	0,3498	Vyhovuje
	dolní pás	-44,96	120x60x8,0	2560	355	1350000	23,0	3000	0,9	2700,00	76,41	117,58	1,54	2,01	0,30	274,73	0,1637	Vyhovuje
diagonály	EF	-28,08	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3735	0,75	2801,25	76,41	90,88	1,19	1,45	0,44	186,94	0,1502	Vyhovuje
	FG	-18,54	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3771	0,75	2828,25	76,41	91,76	1,20	1,47	0,43	184,60	0,1004	Vyhovuje
	GH	-10,03	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3808	0,75	2856,00	76,41	92,66	1,21	1,48	0,43	182,22	0,0550	Vyhovuje
	HI	-2,01	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3845	0,75	2883,75	76,41	93,56	1,22	1,50	0,42	179,88	0,0112	Vyhovuje
	IJ	-6,32	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3845	0,75	2883,75	76,41	93,56	1,22	1,50	0,42	179,88	0,0351	Vyhovuje
	JK	-10,03	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3808	0,75	2856,00	76,41	92,66	1,21	1,48	0,43	182,22	0,0550	Vyhovuje
	KL	-18,54	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3771	0,75	2828,25	76,41	91,76	1,20	1,47	0,43	184,60	0,1004	Vyhovuje
	LM	-28,08	80x80x4,0	1200	355	1140000	30,8	3735	0,75	2801,25	76,41	90,88	1,19	1,45	0,44	186,94	0,1502	Vyhovuje
svislice	F	-73,26	80x40x5,0	1070	355	254000	15,4	2285	0,75	1713,75	76,41	111,23	1,46	1,87	0,33	125,09	0,5856	Vyhovuje
	G	-50,18	80x40x5,0	1070	355	254000	15,4	2345	0,75	1758,75	76,41	114,15	1,49	1,93	0,32	120,22	0,4174	Vyhovuje
	H	-27,69	80x40x5,0	1070	355	254000	15,4	2405	0,75	1803,75	76,41	117,07	1,53	2,00	0,30	115,60	0,2395	Vyhovuje
	I	-12,61	80x40x5,0	1070	355	254000	15,4	2465	0,75	1848,75	76,41	119,99	1,57	2,07	0,29	111,21	0,1134	Vyhovuje
	J	-27,69	80x40x5,0	1070	355	254000	15,4	2405	0,75	1803,75	76,41	117,07	1,53	2,00	0,30	115,60	0,2395	Vyhovuje
	K	-50,18	80x40x5,0	1070	355	254000	15,4	2345	0,75	1758,75	76,41	114,15	1,49	1,93	0,32	120,22	0,4174	Vyhovuje
	L	-73,26	80x40x5,0	1070	355	254000	15,4	2285	0,75	1713,75	76,41	111,23	1,46	1,87	0,33	125,09	0,5856	Vyhovuje

### 5.4.1 MSP – Mezní stav použitelnosti

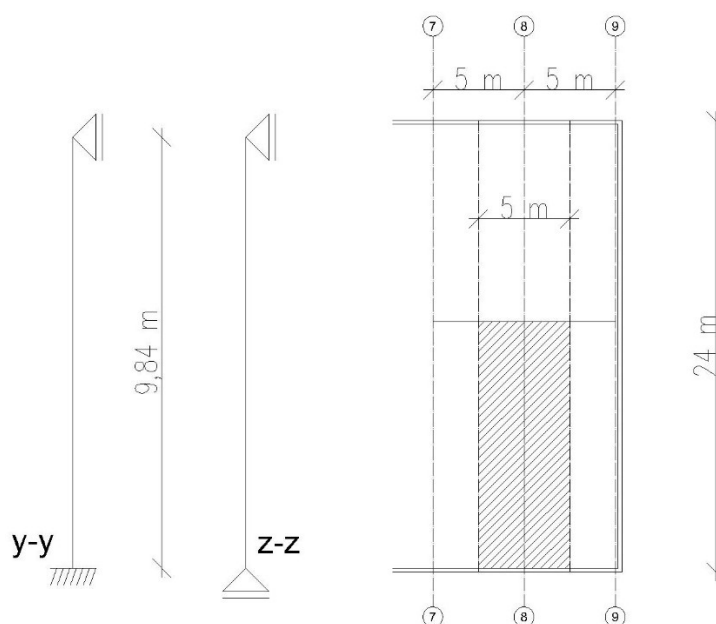
Průhyb vazníku je porovnáván s limitní hodnotou  $\delta_{lim} = \frac{L}{250}$ . Posuzován je pouze průhyb od proměnného charakteristického zatížení, tedy zatížení sněhem. Průhyb byl stanoven výpočetním modelem v SCIA engineer na  $\delta = -10,4$  mm (viz příloha 1)

$$\delta = 10,4 < \delta_{lim} = 96 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Navržený příhradový vazník vyhovuje na oba mezní stavy.

## 6. Sloup

Sloupy vynášející příhradové vazníky jsou vysoké 9840 mm (od osy uložení vazníku po patku). Sloupy jsou ve směru vazníku vetknuty do patky a ve směru kolmém na vazník jsou uloženy kloubově.



Obrázek 12: Statické schéma uložení sloupu a zobrazení zatěžovací plochy připadající na sloup

### 6.1 Zatížení sloupu

Zatížení sloupu je od příhradového vazníku a vlivu větru na fasádu. Zatěžovací stavy jsou tedy totožné se zatěžovacími stavy vazníku (viz kap. 5.1). Obdobně jako u vazníku byl pro stanovení rozhodujících vnitřních sil výpočetní software SCIA engineer.

Jako rozhodující kombinace zatížení se projeví kombinace:

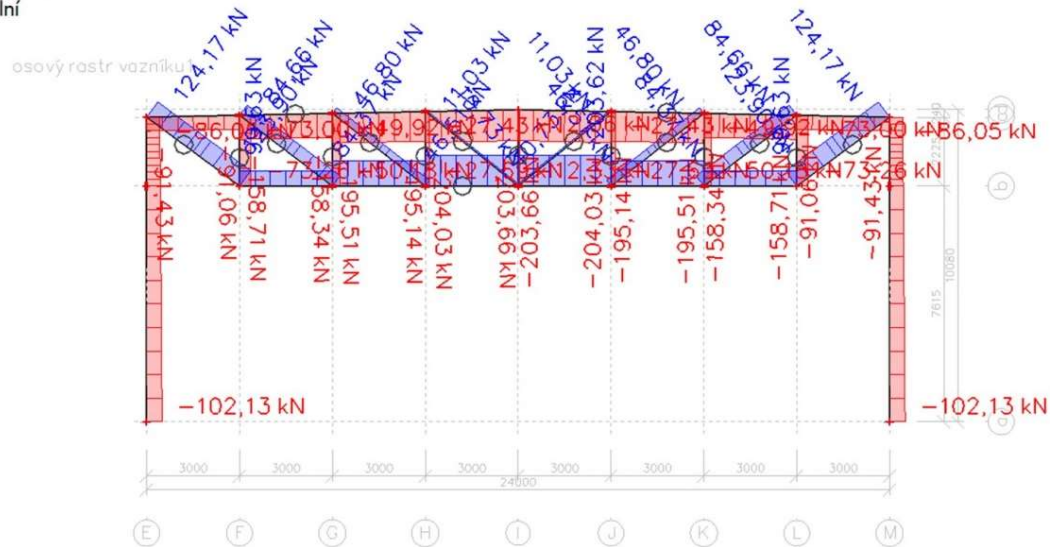
- Pro maximální normálovou sílu – vlastní tíha + stálé + sníh +  $\psi_0$  · vítr podélný (obrázek 13)
- Pro maximální moment – vlastní tíha + stálé + vítr příčný +  $\psi_0$  · sníh (obrázek 14)

Hodnota maximální normálové síly byla stanovena na  $N_{Ed} = -102,13$  kN a tomu odpovídající moment v kombinaci  $M_{y,Ed} = 26,13$  kNm.

Hodnota maximálního momentu byla stanovena na  $M_{y,Ed} = 153,76$  kNm a tomu odpovídající normálová síla v kombinaci  $N_{Ed} = -37,63$  kN.

**1D vnitřní síly; N**

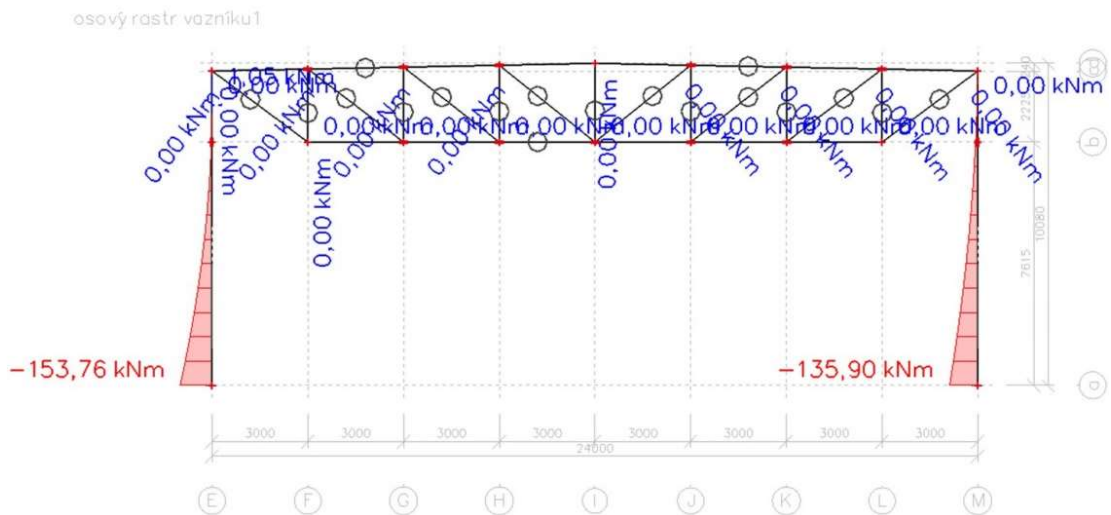
Hodnoty: **N**  
Lineární výpočet  
Kombinace: KZS5  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Obrázek 13: Normálové vnitřní síly kombinace – vlastní tíha + stálé + sníh +  $\psi_0 \cdot$  vítr podélný

**1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>**

Hodnoty: **M<sub>y</sub>**  
Lineární výpočet  
Kombinace: KZS6  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Obrázek 14: Moment M<sub>y</sub> kombinace – vlastní tíha + stálé + vítr příčný +  $\psi_0 \cdot$  sníh

**6.2 Návrh sloupu**

Sloup je navrhován jak prut průřezu HEA válcovaný za tepla. Vybrán byl průřez HEA 240 z oceli třídy S355.

Návrh: HEA 240 (průřez třídy 2 – tlak i ohyb)

Průřezové charakteristiky HEA 240:

$E = 210 \text{ GPa}$	$I_z = 2769 * 10^4 \text{ mm}^4$
$G = 80,7 \text{ GPa}$	$i_y = 101 \text{ mm}$
$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$	$i_z = 60,0 \text{ mm}$
$m = 60,3 \text{ kg/m}$	$I_w = 328500 * 10^6 \text{ mm}^6$
$h = 230 \text{ mm}$	$I_t = 41,55 * 10^4 \text{ mm}^4$
$b = 240 \text{ mm}$	$W_{pl;y} = 744,6 * 10^3 \text{ mm}^3$
$A = 7684 \text{ mm}^2$	$W_{el;y} = 675,1 * 10^3 \text{ mm}^3$
$I_y = 7763 * 10^4 \text{ mm}^4$	

## 6.3 Posouzení sloupu

### 6.3.1 MSÚ – mezní stav únosnosti

O únosnosti sloupu rozhodne kombinace tlaku s ohybem, vliv smyku lze zanedbat. Vzhledem k vzniku daleko menších posouvajících sil v porovnání s tlakem či momentem.

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_y'^2}} = \frac{1}{4,152 + \sqrt{4,152^2 - 2,55^2}} = 0,135$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z'^2}} = \frac{1}{3,281 + \sqrt{3,281^2 - 2,147^2}} = 0,174$$

kde:

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\lambda' - 0,2) + \lambda'^2); \Phi_y = 4,152; \Phi_z = 3,281$$

kde:

Křivky pevnosti pro průřez HEA:

- $b$  – vybočení kolmo k  $y$ - $y$  –  $\alpha_y = 0,34$
- $c$  – vybočení kolmo k  $z$ - $z$  –  $\alpha_z = 0,49$
- $\lambda_y'$ ;  $\lambda_z'$  - poměrné štíhlosti  $\lambda_y' = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{194,85}{76,41} = 2,550 [-]$ ;  $\lambda_z' = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{164}{76,41} = 2,147 [-]$

kde:

- $\lambda_1$  – relativní štíhlost  $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi * \sqrt{\frac{210000}{355}} = 76,41 [-]$
- $\lambda_y$ ;  $\lambda_z$  – štíhlosti prutu  $\lambda_y = \frac{L_{cr;y}}{i_y} = \frac{19680}{101} = 194,85 [-]$ ;  $\lambda_z = \frac{L_{cr;z}}{i_z} = \frac{9840}{60} = 164 [-]$

kde:

- $L_{cr;y}$ ;  $L_{cr;z}$  – vzpěrné délky

$$\text{v rovině rámu } L_{cr;y} = \beta_y * L = 2 * 9840 = 19680 \text{ mm}$$

$$\text{z roviny rámu } L_{cr;z} = \beta_z * L = 1 * 9840 = 9840 \text{ mm}$$

Tlačená pásnice sloupu není v příčném směru podepřena, je nutné tedy uvažovat možnost klopení.

Součinitel klopení:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta * \lambda'_{LT}{}^2}} = \frac{1}{0,913 + \sqrt{0,913^2 - 0,75 * 0,9279^2}} = 0,742$$

kde:

- $\Phi_{LT} = 0,5 * (1 + \alpha_{LT} * (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT;0}) + \beta * \lambda'_{LT}{}^2) = 0,5 * (1 + 0,34 * (0,9279 - 0,4) + 0,75 * 0,9279^2) = 0,913$
- $\lambda'_{LT;0} = 0,4 ; \beta = 0,75$
- $\lambda'_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{744,6 * 355 * 10^{-3}}{307}} = 0,9279$

kde:

- $M_{cr}$  Pružný kritický moment při klopení  $M_{cr} = \mu_{cr} * \frac{\pi * \sqrt{E * I_z * G * I_t}}{L} = 2,178 * \frac{\pi * \sqrt{210 * 2,769 * 80,7 * 4,155 * 10^6}}{9840} = 307,00 \text{ kNm}$

kde:

- $\mu_{cr}$  bezrozměrný kritický moment  $\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} * \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \frac{1,822}{1} * \sqrt{1 + 0,654^2} = 2,178$
- $C_1$  součinitel závisící na průběhu momentu a podmínkách uložení dmle ČSN EN 1993-1-1, zjednodušeně uvažován trojúhelníkový průběh momentu.  $C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) * \kappa_{wt} = 1,77 + (1,85 - 1,77) * 0,654 = 1,822$
- $\kappa_{wt}$  bezrozměrný parametr kroucení  $\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w * L} * \sqrt{\frac{E * I_w}{G * I_t}} = \frac{\pi}{0,7 * 9840} * \sqrt{\frac{210 * 3,28 * 10^{11}}{210 * 415500}} = 0,654$
- $k_w$  součinitel vzpěrné délky popisující okrajové podmínky uložení v kroucení, v našem případě deplanaci zabráněno na jednom konci  $k_w = 0,7$
- $k_z$  součinitel vzpěrné délky popisující okrajové podmínky uložení v ohybu, pootočení k ose z-z, v našem případě kloubové uložení na obou koncích  $k_z = 1$

Interakce tlaku a ohybu

Posouzení interakce tlaku a ohybu je provedeno pro dvě dvojice momentu a normálové síly viz kapitola 6.1.

První dvojice sil:  $N_{Ed} = 102,13 ; M_{y;Ed} = 26,13$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}} + k_{yy} * \frac{M_{y;Ed}}{\chi_{LT} * M_{y;Rk}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{102,13}{0,135 * 2727,82} + 1,1 * \frac{26,13}{0,742 * 264,3} = 0,4239 \leq 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk}} + k_{zy} * \frac{M_{y;Ed}}{\chi_{LT} * M_{y;Rk}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{102,13}{0,174 * 2727,82} + 0,93 * \frac{26,13}{0,742 * 264,3} = 0,3391 \leq 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

kde:

- $N_{Rk}$  únosnost prutu bez vzpěru  $N_{Rk} = A * f_y = 7684 * 355 * 10^{-3} = 2727,92 \text{ [kN]}$
- $M_{y;Rk}$  momentová únosnost prutu bez klopení  $M_{y;Rk} = W_{pl,y} * f_y = 744,6 * 355 * 10^{-3} = 264,3 \text{ [kNm]}$
- $k_{yy} ; k_{zy}$  interakční součinitele

$$k_{yy} = \min \begin{cases} C_{my} * \left( 1 + (\lambda'_y - 0,2) * \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \\ C_{my} * \left( 1 + 0,8 * \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \end{cases} =$$

$$\min \begin{cases} 0,9 * \left( 1 + (2,55 - 0,2) * \frac{102,13}{0,135 * 2727,8 / 1} \right) \\ 0,9 * \left( 1 + 0,8 * \frac{102,13}{0,135 * 2727,8 / 1} \right) \end{cases} = 1,100$$

$$k_{zy} = \max \begin{cases} 1 - \frac{0,1 * \lambda'_z}{(C_{mLT} - 0,25)} * \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} * \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \end{cases} = \max \begin{cases} 1 - \frac{0,1 * 2,147}{(0,6 - 0,25)} * \frac{102,13}{0,174 * 2727,8 / 1} \\ 1 - \frac{0,1}{(0,6 - 0,25)} * \frac{102,13}{0,174 * 2727,8 / 1} \end{cases} = 0,938$$

kde:

- $C_{my}$  součinitel ekvivalentního konstantního momentu, dle průběhu momentu  $M_y$  na délce  $L_{cr,y}$ .  
 $C_{my} = 0,9 + 0,1 * \alpha_h = 0,9 + 0,1 * 0 = 0,9$
- $\alpha_h = M_h / M_s = 0 / 26,13 = 0$
- $C_{mLT}$  součinitel ekvivalentního konstantního momentu; dle průběhu momentu  $M_y$  na délce  $L$  pro klopení, uvažují zjednodušení lineární průběh momentu  $C_{mLT} = 0,6 + 0,4 * \psi = 0,6 + 0,4 * 0 = 0,6$
- $\psi$  poměr krajních momentů  $\psi = M_h / M_s = 0 / 26,13 = 0$

Druhá dvojice sil:  $N_{Ed} = 37,63$  ;  $M_{y,Ed} = 153,76$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{37,63}{0,135 * 2727,82} + 0,974 * \frac{153,76}{0,742 * 264,3} = 0,8658 \leq 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{37,63}{0,174 * 2727,82} + 0,977 * \frac{153,76}{0,742 * 264,3} = 0,8453 \leq 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

kde:

- $N_{Rk}$  únosnost prutu bez vzpěru  $N_{Rk} = A * f_y = 7684 * 355 * 10^{-3} = 2727,92$  [kN]
- $M_{y,Rk}$  momentová únosnost prutu bez klopení  $M_{y,Rk} = W_{pl,y} * f_y = 744,6 * 355 * 10^{-3} = 264,3$  [kNm]
- $k_{yy}$  ;  $k_{zy}$  interakční součinitele

$$k_{yy} = \min \begin{cases} C_{my} * \left( 1 + (\lambda'_y - 0,2) * \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \\ C_{my} * \left( 1 + 0,8 * \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \end{cases} =$$

$$\min \begin{cases} 0,9 * \left( 1 + (2,55 - 0,2) * \frac{37,63}{0,135 * 2727,8 / 1} \right) \\ 0,9 * \left( 1 + 0,8 * \frac{37,63}{0,135 * 2727,8 / 1} \right) \end{cases} = 0,974$$

$$k_{zy} = \max \begin{cases} 1 - \frac{0,1 * \lambda'_z}{(C_{mLT} - 0,25)} * \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} * \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \end{cases} = \max \begin{cases} 1 - \frac{0,1 * 2,147}{(0,6 - 0,25)} * \frac{37,63}{0,174 * 2727,8 / 1} \\ 1 - \frac{0,1}{(0,6 - 0,25)} * \frac{37,63}{0,174 * 2727,8 / 1} \end{cases} = 0,977$$

- Součinitele k výpočtu interakčních součinitelů jsou totožné jako v předchozí dvojici posuzovaných sil.

Zároveň pro obě dvojice sil je splněna podmínka:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{102,13}{2727,82} + \frac{37,63}{264,33} = 0,1363 \leq 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{37,63}{2727,82} + \frac{153,76}{264,33} = 0,5955 \leq 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

### 6.3.2 MSP – mezní stav použitelnosti

Deformace sloupu je porovnávána s limitní hodnotou  $\delta_{lim} = \frac{L}{150}$ . Posuzován je pouze průhyb od proměnného charakteristického zatížení, tedy příčným větrem. Deformace byla stanovena výpočtním modelem v SCIA engineer na  $\delta = 53,3$  mm (viz příloha 1)

$$\delta = 57,3 < \delta_{lim} = 65,73 \text{ mm} \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

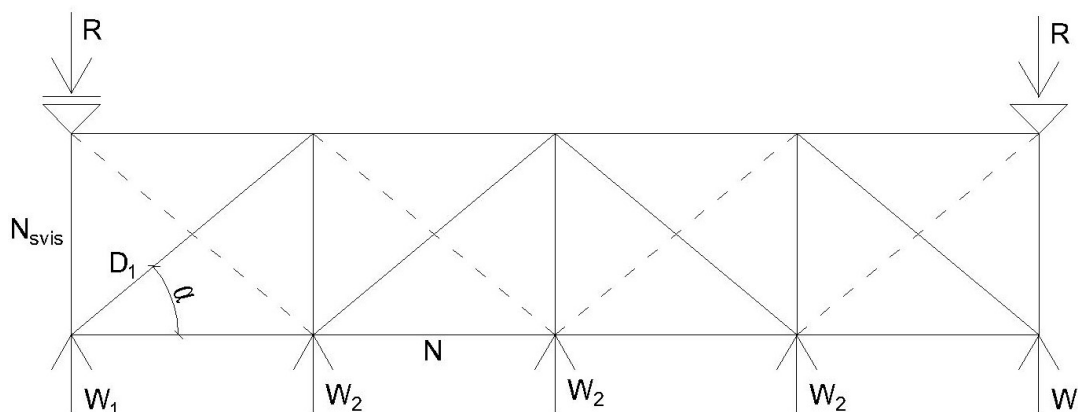
Navržený sloup vyhovuje na oba mezní stavy.

## 7. Ztužidla

Ztužidla přenášejí horizontální síly do základů (popř. přeneseně přes sloupy) a zajišťují tak tuhost a stabilitu objektu. V rámci práce jsou navržena příčná ztužidla střešní roviny a podélná ztužidla mezi sloupy.

### 7.1 Příčná ztužidla ve střešní rovině

Příčná ztužidla přenáší vodorovné síly vyvolané větrem ze štítů haly do sloupů, resp. podélných stěnových ztužidel. Geometrie příčných ztužidel vytváří jakýsi příhradový vazník, skládá se z čtvercových trubkových svislic, rovnoramenných úhelníkových diagonál a pásy jsou tvořeny horními pásy příhradových vazníků.



Obrázek 15: Geometrické a statické schéma příčného ztužení ve střešní rovině

V návrhu jsou uvažovány tlačené diagonály (v schématu čárkovaně) za vybočené, nepřenášejí tedy žádné síly. Dimenze diagonál bude jednotná a je navržena tedy na největší tahovou sílu  $D_1$ , stejně jsou navrženy svislice na největší tlakovou sílu  $N_{svís}$ , viz obrázek 15.

V návrhu příhradového vazníku (kap. 5) pro zjednodušení nebylo uvažováno s příspěvkem síly  $N$  (viz obrázek 15).



### 7.1.1 Zatížení a vnitřní síly

Za rozhodující zatížení se uvažuje sání příčného větru, pro zjednodušení byl váženým průměrem na délku (výška (plocha) je konstantní) spočten jednotný součinitel vnějšího tlaku větru  $C_{pe}$ .

$$C_{pe} = \frac{C_{pe,A} \cdot 4 + C_{pe,B} \cdot 16 + C_{pe,C} \cdot 4,7}{24,7} = \frac{1,2 \cdot 4 + 0,8 \cdot 16 + 0,5 \cdot 4,7}{24,7} = 0,808$$

Návrhová hodnota tlaku větru:

$$w_{e,d} = w_{e,k} \cdot \gamma_Q = 504,97 \cdot 1,5 = 757,46 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

kde:

- $\gamma_Q$  součinitel pro proměnná zatížení  $\gamma_Q = 1,5$
- $w_{e,k}$  charakteristická hodnota tlaku větru  $w_{e,k} = q_p \cdot C_{pe} = 624,96 \cdot 0,808 = 504,97 \text{ [N/m}^2\text{]}$
- $q_p$  maximální dynamický tlak větru  $q_p = 624,96 \text{ [N/m}^2\text{]}$  (viz kap. 2.2.2)

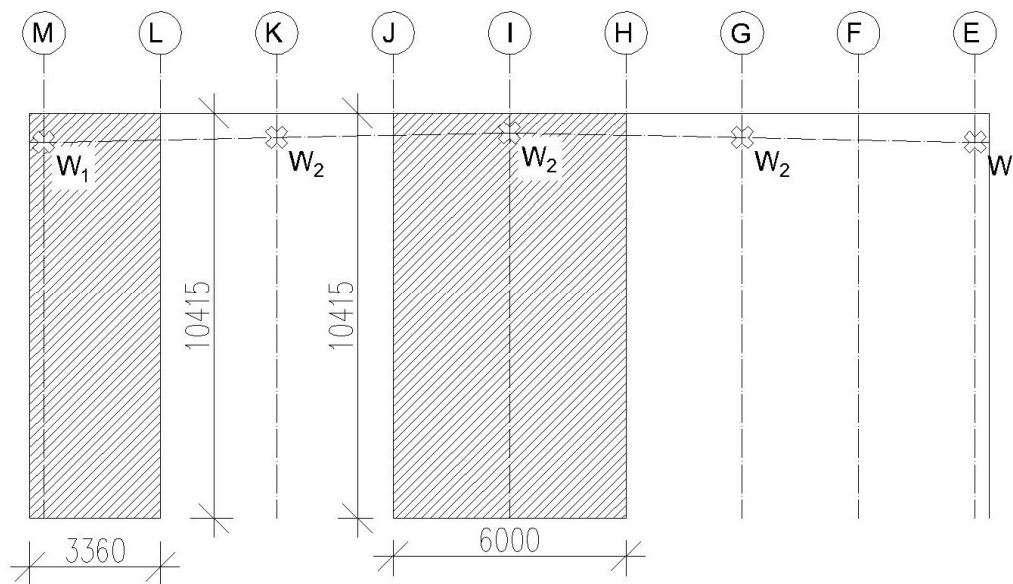
Síly  $W_1$ ;  $W_2$ ;  $R$  a  $D_1$ :

$$W_1 = S_1 \cdot w_{e,d} = 34,99 \cdot 0,75746 = 26,50 \text{ [kN]}$$

$$W_2 = S_2 \cdot w_{e,d} = 62,49 \cdot 0,75746 = 47,33 \text{ [kN]}$$

kde:

- $S_1, S_2$  zatěžovací plochy  $S_1 = 34,99$ ;  $S_2 = 62,49 \text{ [m}^2\text{]}$  (viz obrázek 16)



Obrázek 16: Schéma zatěžovacích ploch

$$R = (2 \cdot W_1 + 3 \cdot W_2) / 2 = (2 \cdot 26,50 + 3 \cdot 47,33) / 2 = 97,495 \text{ [kN]}$$

$$N_{svis} = R = -97,495 \text{ [kN]}$$

$$D_1 = \frac{-1 \cdot (N_{svis} + W_1)}{\sin \alpha} = \frac{-1 \cdot (-97,495 + 26,50)}{\sin 31,81} = 110,88 \text{ [kN]}$$

### 7.1.2 Posouzení

Tažená diagonála je navržena jako rovnoramenný úhelník L 70x8 mm z ocele S355. Uvažováno je se spojem z 2 šroubů M24 5.6. v jedné řadě.

$$\text{Únosnost oslabeného průřezu: } N_{u,Rd} = \frac{0,4 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,4 \cdot (A - d_0 \cdot t) \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,4 \cdot (1070 - 26 \cdot 8) \cdot 500 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 137,92 \text{ [kN]}$$

$$\text{Únosnost neoslabeného průřezu: } N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 1070 \cdot 355 \cdot 10^{-3} = 379,85 \text{ [kN]}$$

kde:

- A plocha úhelníku  $A=1070 \text{ [mm}^2\text{]}$
- $d_0$  průměr otvoru pro šroub  $d_0=26 \text{ [mm]}$
- t tloušťka ramena úhelníku  $t=8 \text{ [mm]}$
- $f_{yd}$  návrhová mez kluzu  $f_{yd}=355 \text{ [MPa]}$
- $\gamma_{M2}$  dílčí součinitel spolehlivosti  $\gamma_{M2} = 1,25 \text{ [-]}$

$$\min(N_{u,Rd}; N_{pl,Rd}) \geq D_1 \rightarrow 137,92 \geq 110,88 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Tlačená svislice je navržena jako čtvercová trubka o rozměrech 80x80x5,6 mm z oceli S355.

$$\text{Tlaková únosnost: } N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,1707 \cdot 1630 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1} = 98,80 \text{ [kN]}$$

kde:

- A – průřezová plocha prutu  $A=1630 \text{ [mm}^2\text{]}$
- $f_y$  – jmenovitá mez kluzu oceli  $f_y=355 \text{ [MPa]}$
- $\gamma_{M1}$  – dílčí součinitel spolehlivosti  $\gamma_{M1}=1 \text{ [-]}$
- $\chi$  – součinitel vzpěrnosti  $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda'^2}} = \frac{1}{3,329 + \sqrt{3,329^2 - 2,167^2}} = 0,1707$

kde:

- $\Phi = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0,2) + \lambda'^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (2,167 - 0,2) + 2,167^2) = 3,329 \text{ [-]}$

kde:

- $\alpha$  – součinitel imperfekce určený pro křivku vzpěrnosti c (trubkový průřez tvářený za studena)
- $\lambda'$  – poměrná štíhlost  $\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{165,56}{76,41} = 2,167 \text{ [-]}$

kde:

- $\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{5000}{30,2} = 165,56 \text{ [-]}$
- $\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \cdot \sqrt{\frac{210000}{355}} = 76,41 \text{ [-]}$

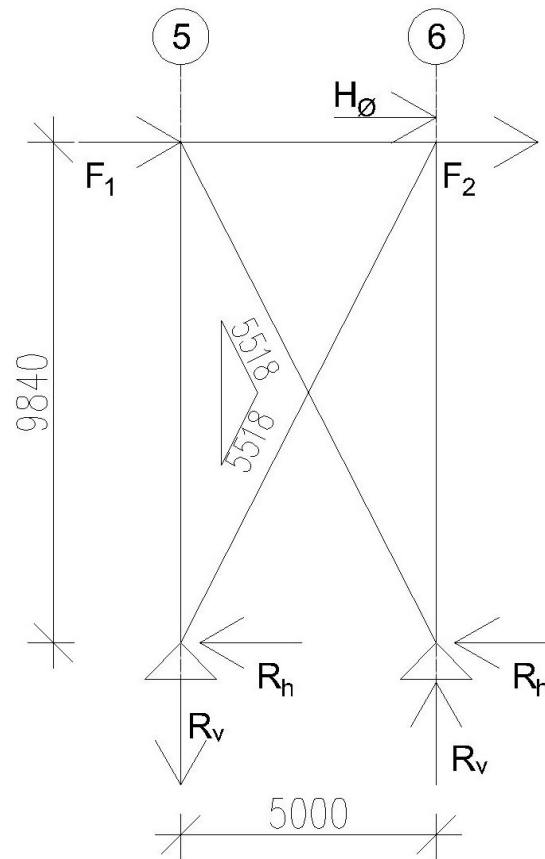
kde:

- $L_{cr}$  – vzpěrná délka prutu  $L_{cr}=5000 \text{ [mm]}$
- $i$  – poloměr setrvačnosti k dané ose  $i=30,2 \text{ [mm]}$
- E – Modul pružnosti v tahu a tlaku  $E=210\,000 \text{ [MPa]}$
- $f_y$  – jmenovitá mez kluzu oceli  $f_y=355 \text{ [MPa]}$

$$N_{b,Rd} = 98,80 \geq N_{svis} = 97,495 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

## 7.2 Podélná ztužidla mezi sloupy

Podélná ztužidla mezi sloupy přenáší vodorovné síly převzaté z příčných ztužidel do základových patek, resp. založení stavby. Podélná ztužidla jsou umístěna v prostředním poli stěny, mezi osami č. 5 a 6 (viz. obrázek 17.). Průřez podélných ztužidel je navržen ve tvaru kruhové trubky.



Obrázek 17: Geometrie a statické schéma podélných ztužidel

### 7.2.1 Zatížení

Síly do podélných ztužidel se uvažují od podélného větru, tedy návětrné strany D a závětrné strany E (viz kap. 2.2.2). Při příčném větru se předpokládá vyrušení sil vyvolaných sáním na oba štíty haly (síly stejné velikosti opačného směru). Síly  $F_1$ ,  $F_2$  jsou odvozeny od reakce převzaté z výpočtu příčných ztužidel (kap. 7.1.1) a jsou přepočteny na sílu od větrných oblastí D a E.

Přepočet síly  $F_1$ :

$$F_{1,Ed} = R_{Ed,př.ztuž} * \frac{C_{pe,D}}{C_{pe,př.ztuž}} = 97,495 * \frac{0,8}{0,808} = 96,53 \text{ [kN]}$$

Přepočet síly  $F_2$ :

$$F_{2,Ed} = F_{1,Ed} * \frac{C_{pe,E}}{C_{pe,D}} = 96,53 * \frac{0,5}{0,8} = 60,33 \text{ [kN]}$$

Vliv rámových imperfekcí:

$$H_\phi = \phi * \sum N = \phi * m * N = 0,0025 * 8 * 95,38 = 1,91 \text{ [kN]}$$

kde:

- N největší normálová síla ve sloupu bez vlivu větru (viz. Příloha 1, KZS 1)  $N=95,38$  [kN]
- m počet sloupů v rovině podélné stěny  $m=8$  [-]
- $\phi$  ekvivalentní počáteční natočení sloupů  $\phi = \phi_0 * \alpha_h * \alpha_m = \frac{1}{200} * \frac{2}{3} * 0,75 = 0,0025$  [-]

kde:

- $\phi_0 = \frac{1}{200}$

- $\alpha_h$  redukční součinitel v závislosti na výšce sloupu  $h$   $\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{9,84}} = 0,638 \rightarrow \alpha_h = \frac{2}{3} [-]$   
( $\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1,0$ )
- $\alpha_m$  redukční součinitel pro počet sloupů v řadě  $\alpha_m = \sqrt{0,5 * (1 + \frac{1}{m})} = \sqrt{0,5 * (1 + \frac{1}{8})} = 0,75 [-]$

Reakce:

$$R_{h,Ed} = \frac{F_{1,Ed} + F_{2,Ed} + H_{\phi}}{2} = \frac{96,53 + 6,33 + 1,91}{2} = 79,385 \text{ [kN]}$$

$$R_{v,Ed} = \pm \frac{(F_{1,Ed} + F_{2,Ed} + H_{\phi}) * h}{b} = \pm \frac{(96,53 + 6,33 + 1,91) * 9,84}{5,0} = \pm 312,459 \text{ [kN]}$$

Vnitřní síly:

$$D_{Ed} = \pm R_{h,Ed} * \frac{L_{diagonála}}{B} = \pm 79,385 * \frac{11,036}{5,0} = \pm 175,21 \text{ [kN]}$$

### 7.2.2 Posouzení

Diagonály jsou navrženy jako kruhové trubky  $\varnothing 114 \times 8$  mm.

$$\text{Tlaková únosnost: } N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,2131 * 2353 * 355 * 10^{-3}}{1} = 178,00 \text{ [kN]}$$

kde:

- $A$  – průřezová plocha prutu  $A = 2353 \text{ [mm}^2]$
- $f_y$  – jmenovitá mez kluzu oceli  $f_y = 355 \text{ [MPa]}$
- $\gamma_{M1}$  – dílčí součinitel spolehlivosti  $\gamma_{M1} = 1 [-]$
- $\chi$  – součinitel vzpěrnosti  $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda'^2}} = \frac{1}{2,733 + \sqrt{2,733^2 - 1,905^2}} = 0,2131$

kde:

- $\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\lambda' - 0,2) + \lambda'^2) = 0,5 * (1 + 0,49 * (1,905 - 0,2) + 1,905^2) = 2,733 [-]$

kde:

- $\alpha$  – součinitel imperfekce určený pro křivku vzpěrnosti c (trubkový průřez tvářený za studena)
- $\lambda'$  – poměrná štíhlost  $\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{145,594}{76,41} = 1,905 [-]$

kde:

- $\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{5518}{37,9} = 145,594 [-]$
- $\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi * \sqrt{\frac{210000}{355}} = 76,41 [-]$

kde:

- $L_{cr}$  – vzpěrná délka prutu (tažená diagonála v místě spojení stabilizuje tlačenu proti vybočení)  $L_{cr} = \frac{L_{diagonála}}{2} = \frac{11036}{2} = 5518 \text{ [mm]}$
- $i$  – poloměr setrvačnosti k dané ose  $i = 37,9 \text{ [mm]}$
- $E$  – Modul pružnosti v tahu a tlaku  $E = 210\,000 \text{ [MPa]}$
- $f_y$  – jmenovitá mez kluzu oceli  $f_y = 355 \text{ [MPa]}$

$$N_{b,Rd} = 178,00 \geq D_{Ed} = 175,21 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

$$\text{Tahová únosnost: } N_{pl,Rd} = \frac{A * f_{yd}}{\gamma_{M1}} = \frac{2353 * 355 * 10^{-3}}{1} = 835,31 \text{ [kN]}$$

$$N_{pl,Rd} = 835,31 \geq D_{Ed} = 175,21 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

## 8. Závěr

### 8.1 Přehled návrhů

Navržené prvky sportovní haly:

Střešní plášť:

- Střešní sendvičový panel Kingspan KS1000 X-DEK XM ( $d=100$  mm,  $t_{\text{plech}}=1,1$ )

Obvodový plášť:

- Stěnový izolační panel Kingspan KS1000 AWP/AT ( $d=120$  mm)

Příhradový vazník:

- Horní pás – čtvercová trubka 100x100x8 mm (ocel S355)
- Dolní pás – obdélníková trubka 120x60x8 mm (ocel S355)
- Diagonály – čtvercová trubka 80x80x4,0 mm (ocel S355)
- Svislice – obdélníková trubka 80x40x5,0 mm (ocel S355)

Sloup:

- Plnostěnný válcovaný průřez HEA 240 (ocel S355)

Ztužidla:

- Diagonála příčných střešních ztužidel – rovnoramenný úhelník L 70x8 mm (ocel S355)
- Svislice příčných střešních ztužidel – čtvercová trubka 80x80x5,6 mm (ocel S355)
- Diagonála podélných stěnových ztužidel – kruhová trubka 114x8 mm (ocel S355)

### 8.1 Použitá literatura

- [1] ČSN EN 1991-1-3, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem
- [2] ČSN EN 1991-1-4, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem
- [3] Produktové listy výrobce Kingspan - <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz/produkty/izolacni-sendvicove-panely/ke-stazeni>
- [4] Zdeněk Sokol a František Wald. Ocelové konstrukce: tabulky. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2016.
- [5] Studnička Jiří, Holický Milan a Marková Jana. Ocelové konstrukce 2. Zatížení Praha: Vydavatelství ČVUT, 2015.
- [6] Jandera, Eliášová, Vraný. Ocelové konstrukce 1 – cvičení, 3. opravené vydání, Praha: 2015
- [7] Studnička Jiří. Navrhování nosných konstrukcí. Ocelové konstrukce. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2016.



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební**

**Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**

**Příloha B1**

**SCIA engineer 19 – engineer report**

Bakalářská práce

**Adam Habětínek**

Praha 2020

## 1. Projekt

Licenční jméno	HP
Projekt	Bakalářská práce - hala Pouchov
Část	Ocelový příhradový vazník
Popis	výpočetní model vazníku
Autor	Adam Hábětínek
Datum	03. 03. 2020
Konstrukce	Rám XZ
Poč. uzlů :	20
Poč. prutů :	20
Poč. ploch :	0
Poč. těles :	0
Poč. průřezů :	5
Poč. zat. stavů :	8
Poč. materiálů :	1
Tíhové zrychlení [m/s <sup>2</sup> ]	9,810
Národní norma	EC - EN

## 2. Obsah

1. Projekt	1
2. Obsah	1
3. Výpočetní model, výpis prvků a označení	1
4. Výpočtový model	2
5. Prvky	2
6. Průřezy	3
7. Oznažení prutů vazníku	7
8. Zatížení konstrukce	8
9. Zatěžovací stavy	8
10. ZS1 / Hodnota pro výpočet -vlastní tíha	9
11. ZS2 / Hodnota pro výpočet -stálé	9
12. ZS3 / Hodnota pro výpočet -minimální stálé	10
13. ZS4 / Hodnota pro výpočet -sníh	10
14. ZS5 / Hodnota pro výpočet -vítr příčný (oblast I sání)	11
15. ZS6 / Hodnota pro výpočet -vítr příčný (oblast I tlak)	11
16. ZS7 / Hodnota pro výpočet -vítr podélný (oblast H sání)	12
17. ZS8 / Hodnota pro výpočet -vítr podélný (oblast I tlak)	12
18. Spojité zatížení	13
19. Kombinace	14
20. Výsledky Vnitřních sil	15
21. 1D vnitřní síly	15
22. 1D vnitřní síly; N	16
23. 1D vnitřní síly; V <sub>z</sub>	16
24. 1D vnitřní síly; M <sub>y</sub>	17
25. 1D vnitřní síly; M <sub>y</sub>	17
26. 1D vnitřní síly; N	18
27. 1D vnitřní síly; M <sub>y</sub>	18
28. 1D vnitřní síly; N	19
29. 1D deformace; u <sub>z</sub>	19

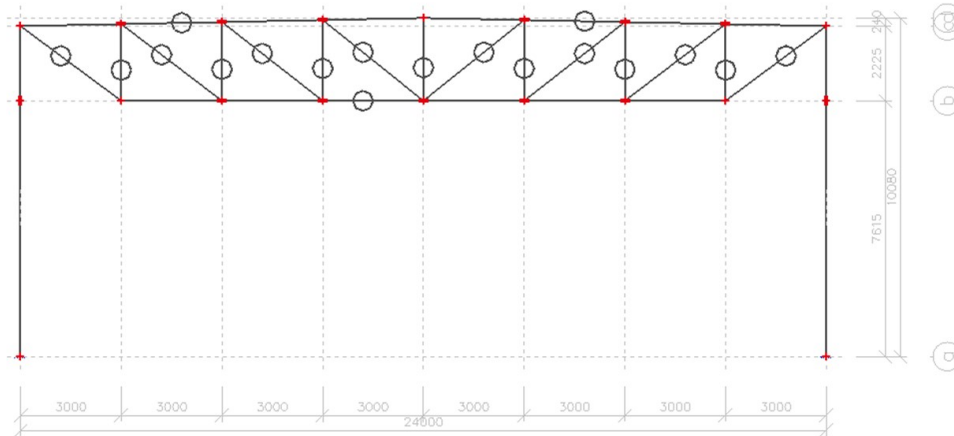
## 3. Výpočetní model, výpis prvků a označení

Studentská verze



## 4. Výpočtový model

osový rastr vazníku1

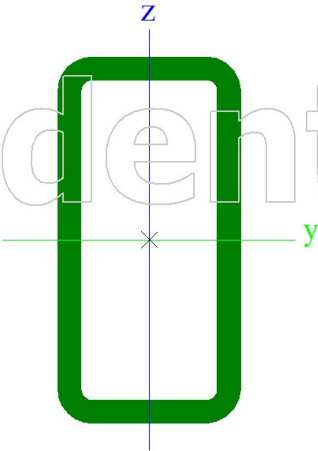


## 5. Prvky

Jméno	Průřez	Materiál	Délka [m]	Poč. uzel	Konc. uzel	Typ
B1	CS17 - MSH120x60x8.0	S 235	18,000	N7	N19	obecný (0)
B2	CS14 - MSH100x100x8.0	S 235	12,002	N3	N4	obecný (0)
B3	CS14 - MSH100x100x8.0	S 235	12,002	N4	N5	obecný (0)
B5	CS11 - MSH80x40x5.0	S 235	2,285	N7	N8	obecný (0)
B6	CS11 - MSH80x40x5.0	S 235	2,345	N9	N10	obecný (0)
B7	CS11 - MSH80x40x5.0	S 235	2,405	N11	N12	obecný (0)
B8	CS11 - MSH80x40x5.0	S 235	2,465	N13	N4	obecný (0)
B9	CS11 - MSH80x40x5.0	S 235	2,405	N15	N16	obecný (0)
B10	CS11 - MSH80x40x5.0	S 235	2,345	N17	N18	obecný (0)
B11	CS11 - MSH80x40x5.0	S 235	2,285	N19	N20	obecný (0)
B4	CS12 - MSH80x80x4.0	S 235	3,735	N3	N7	obecný (0)
B12	CS12 - MSH80x80x4.0	S 235	3,771	N8	N9	obecný (0)
B13	CS12 - MSH80x80x4.0	S 235	3,808	N10	N11	obecný (0)
B14	CS12 - MSH80x80x4.0	S 235	3,845	N12	N13	obecný (0)
B15	CS12 - MSH80x80x4.0	S 235	3,845	N16	N13	obecný (0)
B16	CS12 - MSH80x80x4.0	S 235	3,808	N18	N15	obecný (0)
B17	CS12 - MSH80x80x4.0	S 235	3,771	N20	N17	obecný (0)
B18	CS12 - MSH80x80x4.0	S 235	3,735	N5	N19	obecný (0)
B20	CS16 - HEA240A	S 235	9,840	N22	N3	sloup (100)
B21	CS16 - HEA240A	S 235	9,840	N23	N5	sloup (100)



## 6. Průřezy

CS11			
Typ	MSH80x40x5.0		
Kód tvaru	2 - Obdélníkové uzavřené průřezy		
Typ tvaru	Tenkostěnný		
Materiál	S 235		
Výroba	válcovaný		
Barva	■		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a		a
A [m <sup>2</sup> ]	1,0700e-03		
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	3,5209e-04	7,0419e-04	
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	2,2700e-01	4,2275e-01	
c <sub>y.ucs</sub> [mm], c <sub>z.ucs</sub> [mm]	20	40	
α [deg]	0,00		
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	8,0300e-07	2,5700e-07	
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	27	15	
W <sub>el.y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el.z</sub> [m <sup>3</sup> ]	2,0100e-05	1,2900e-05	
W <sub>pl.y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl.z</sub> [m <sup>3</sup> ]	2,6100e-05	1,5700e-05	
M <sub>pl.y.+</sub> [Nm], M <sub>pl.y.-</sub> [Nm]	6,01e+03	6,01e+03	
M <sub>pl.z.+</sub> [Nm], M <sub>pl.z.-</sub> [Nm]	3,63e+03	3,63e+03	
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0	
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	6,5100e-07	2,5600e-10	
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0	
Obrázek			
CS12			
Typ	MSH80x80x4.0		
Kód tvaru	2 - Obdélníkové uzavřené průřezy		
Typ tvaru	Tenkostěnný		
Materiál	S 235		
Výroba	válcovaný		
Barva	■		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a		a
A [m <sup>2</sup> ]	1,2000e-03		
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	5,9401e-04	5,9401e-04	
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	3,1000e-01	5,9420e-01	
c <sub>y.ucs</sub> [mm], c <sub>z.ucs</sub> [mm]	40	40	
α [deg]	0,00		
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,1400e-06	1,1400e-06	
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	31	31	
W <sub>el.y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el.z</sub> [m <sup>3</sup> ]	2,8600e-05	2,8600e-05	
W <sub>pl.y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl.z</sub> [m <sup>3</sup> ]	3,4000e-05	3,4000e-05	
M <sub>pl.y.+</sub> [Nm], M <sub>pl.y.-</sub> [Nm]	7,90e+03	7,90e+03	
M <sub>pl.z.+</sub> [Nm], M <sub>pl.z.-</sub> [Nm]	7,90e+03	7,90e+03	
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0	

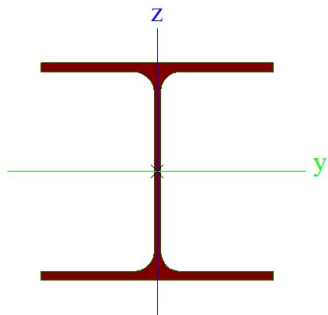
$I_x$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	1,8000e-06	1,0923e-09
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrázek		

<b>CS14</b>		
Typ	MSH100x100x8.0	
Kód tvaru	2 - Obdélníkové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva	■	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m <sup>2</sup> ]	2,8800e-03	
$A_y$ [m <sup>2</sup> ], $A_z$ [m <sup>2</sup> ]	1,4160e-03	1,4160e-03
$A_L$ [m <sup>2</sup> /m], $A_D$ [m <sup>2</sup> /m]	3,7900e-01	7,0840e-01
$c_{y,ucs}$ [mm], $c_{z,ucs}$ [mm]	50	50
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	4,0000e-06	4,0000e-05
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	37	37
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	7,9900e-05	7,9900e-05
$W_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	9,8200e-05	9,8200e-05
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	2,27e+04	2,27e+04
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	2,27e+04	2,27e+04
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	6,4600e-06	6,6667e-09
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrázek		

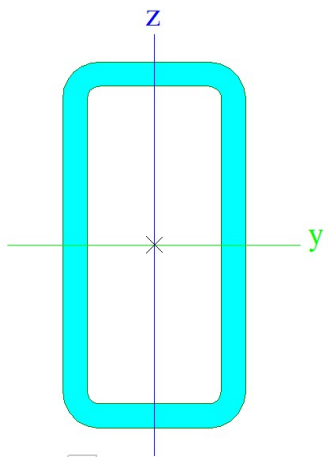
<b>CS16</b>		
Typ	HEA240A	
Kód tvaru	1 - I průřez	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva	■	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	6,0400e-03	
$A_y$ [m <sup>2</sup> ], $A_z$ [m <sup>2</sup> ]	4,2119e-03	1,5693e-03
$A_L$ [m <sup>2</sup> /m], $A_D$ [m <sup>2</sup> /m]	1,3600e+00	1,3588e+00
$c_{y,ucs}$ [mm], $c_{z,ucs}$ [mm]	120	112

Projekt **Bakalářská práce - hala Pouchov**

$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	5,8400e-05	2,0800e-05
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	98	59
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	5,2100e-04	1,7300e-04
$W_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	5,7083e-04	2,6250e-04
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	1,34e+05	1,34e+05
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	6,21e+04	6,21e+04
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	2,3000e-07	2,3963e-07
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrázek		



<b>CS17</b>		
Typ	MSH120x60x8.0	
Kód tvaru	2 - Obdélníkové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva	■	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
$A$ [m <sup>2</sup> ]	2,5600e-03	
$A_y$ [m <sup>2</sup> ], $A_z$ [m <sup>2</sup> ]	8,3736e-04	1,6747e-03
$A_L$ [m <sup>2</sup> /m], $A_D$ [m <sup>2</sup> /m]	3,3900e-01	6,2840e-01
$c_{y,ucs}$ [mm], $c_{z,ucs}$ [mm]	30	60
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	4,2500e-06	1,3500e-06
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	41	23
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	7,0800e-05	4,5000e-05
$W_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]	9,2700e-05	5,5400e-05
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	2,13e+04	2,13e+04
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	1,28e+04	1,28e+04
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	3,4400e-06	3,1104e-09
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrázek		



Vysvětlivky symbolů	
Kód tvaru	h - Výška b - Šířka s - Tloušťka r - Vnější poloměr r1 - Vnitřní poloměr
A	Plocha
$A_y$	Smyková plocha ve směru hlavní osy y
$A_z$	Smyková plocha ve směru hlavní osy z
$A_L$	Obvodový povrch na jednotku délky
$A_D$	Vysýchající povrch na jednotku délky
$C_{Y.UCS}$	Souřadnice těžiště ve směru osy Y zadávacího systému
$C_{Z.UCS}$	Souřadnice těžiště ve směru osy Z zadávacího systému
$I_{Y.LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
$I_{Z.LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
$I_{YZ.LCS}$	Moment setrvačnosti $I_{yz}$ v LSS
$\alpha$	Úhel pootočení hlavní osy
$I_y$	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
$I_z$	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
$i_y$	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y

Vysvětlivky symbolů	
$i_z$	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z
$W_{el.y}$	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
$W_{el.z}$	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
$W_{pl.y}$	Plastický modul průřezu k hlavní ose y
$W_{pl.z}$	Plastický modul průřezu k hlavní ose z
$M_{pl.y,+}$	Plastický moment kolem hlavní osy y pro kladný moment $M_y$
$M_{pl.y,-}$	Plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment $M_y$
$M_{pl.z,+}$	Plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment $M_z$
$M_{pl.z,-}$	Plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment $M_z$
$d_y$	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště
$d_z$	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
$I_t$	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
$I_w$	Výsečový moment setrvačnosti
$\beta_y$	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
$\beta_z$	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

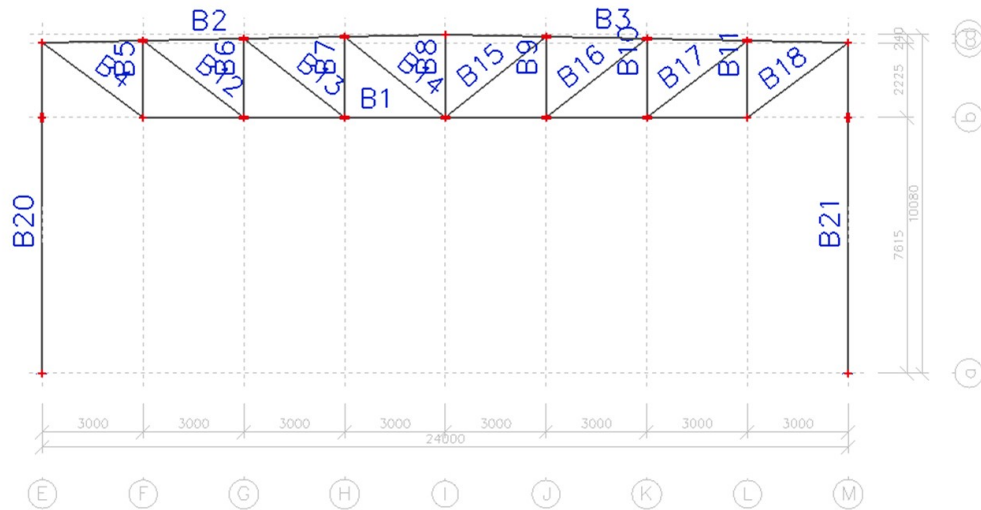
Studentská verze

Studentská verze



## 7. Označení prutů vazníku

osový rastr vazníku1



Studentská verze

Studentská verze

**8. Zatížení konstrukce****9. Zatěžovací stavy**

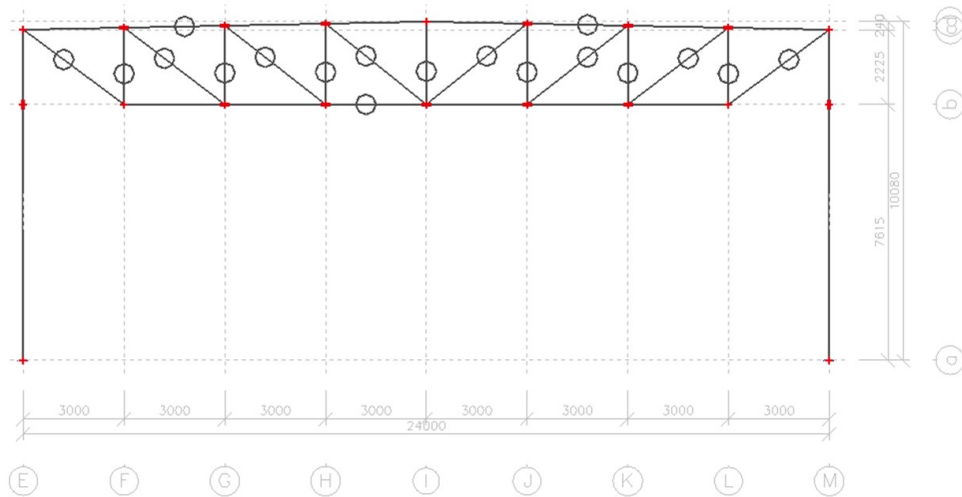
Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2	stálé	Stálé Standard	SZ1			
ZS3	minimální stálé	Stálé Standard	SZ1			
ZS4	sníh Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS5	vítr příčný - oblast I sání Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS6	vítr příčný - oblast I tlak Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS7	vítr podélný - oblast H sání Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS8	vítr podélný - oblast I tlak Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný

Studentská verze

Studentská verze

**10. ZS1 / Hodnota pro výpočet -vlastní tíha**

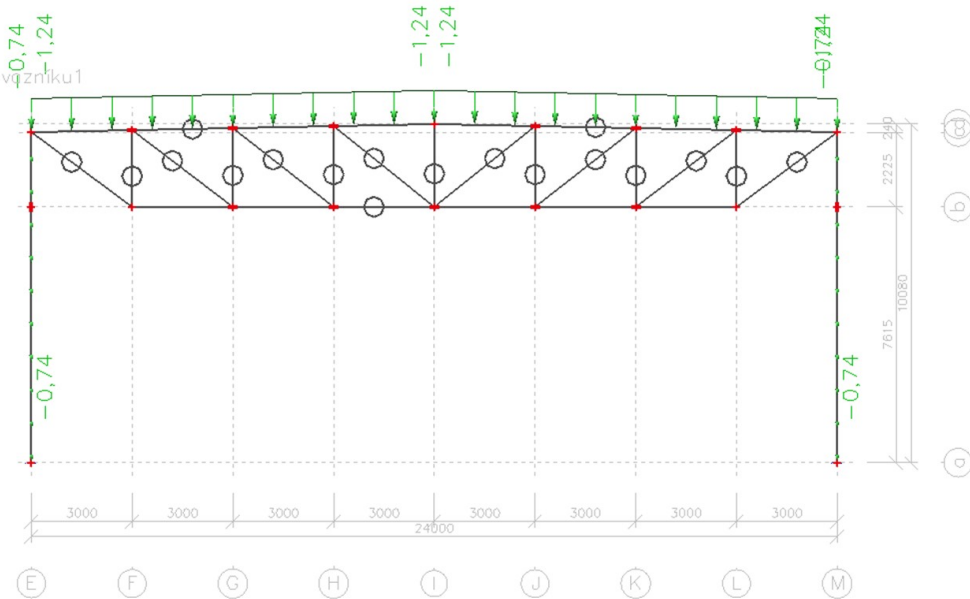
osový rastr vazníku1



Studentská verze

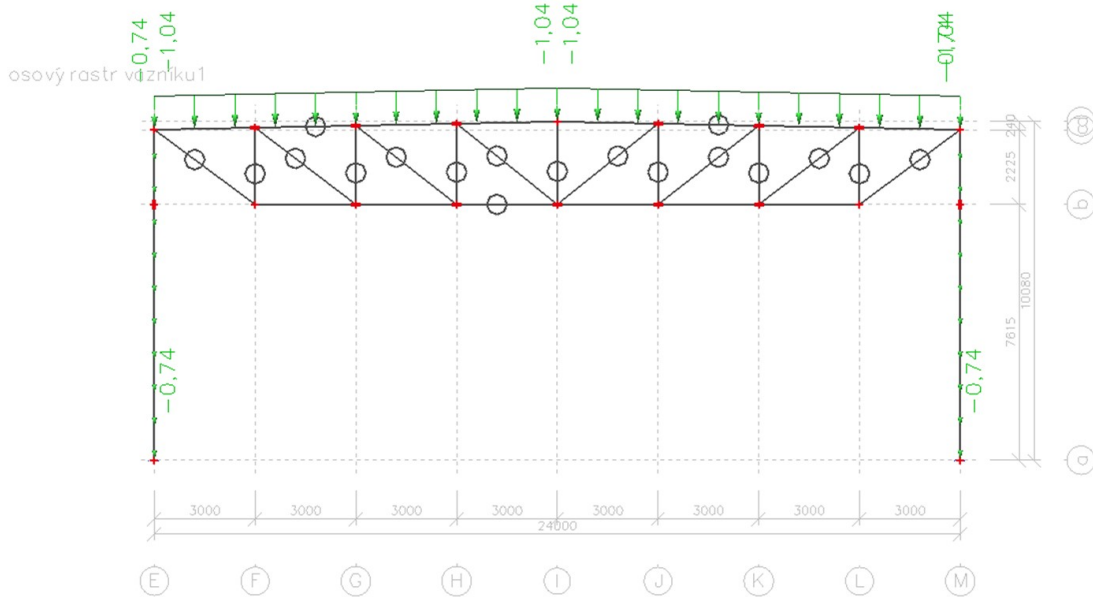
**11. ZS2 / Hodnota pro výpočet -stálé**

osový rastr vazníku1



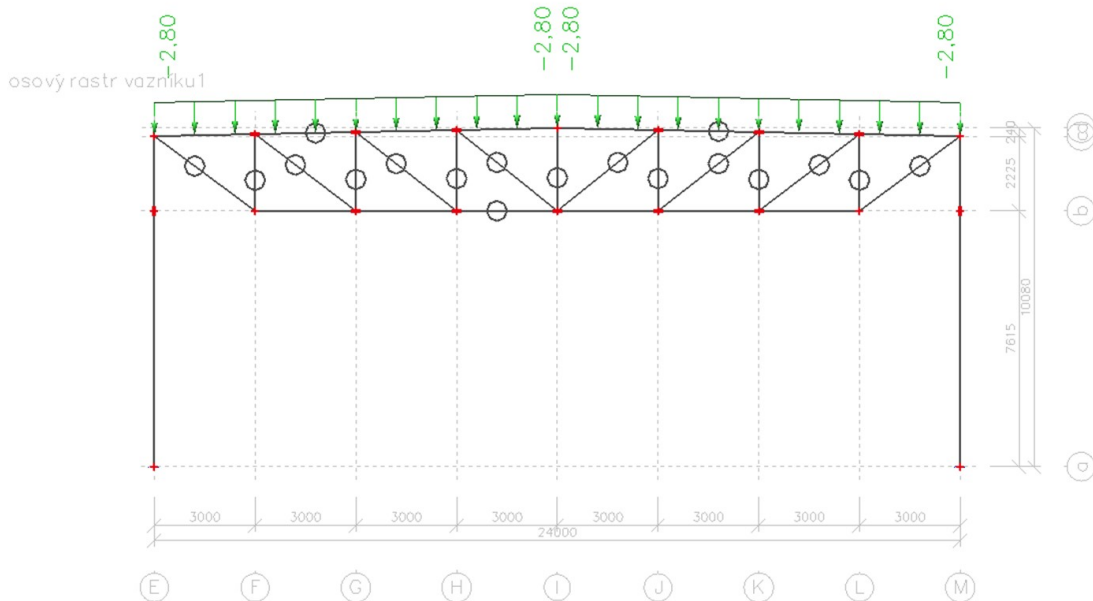
Studentská verze

**12. ZS3 / Hodnota pro výpočet -minimální stále**



Studentská verze

**13. ZS4 / Hodnota pro výpočet -sníh**

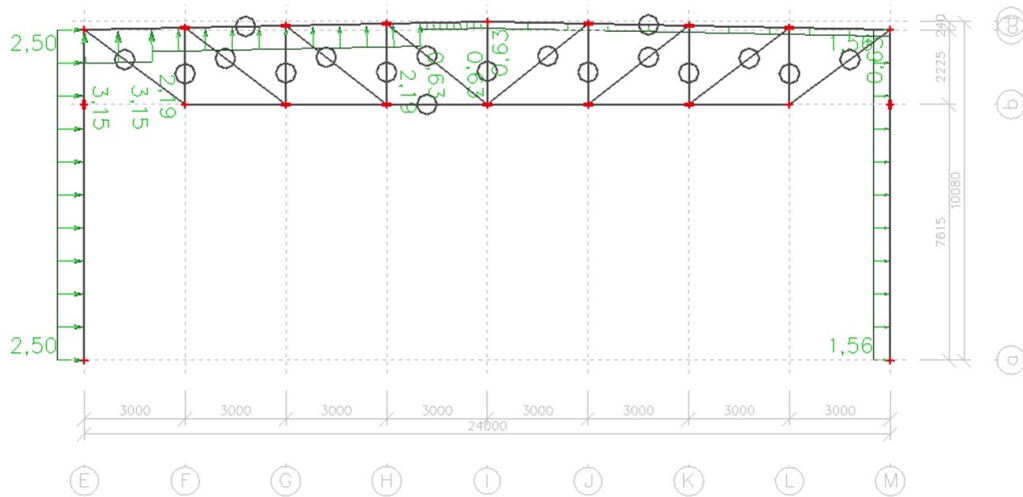


Studentská verze



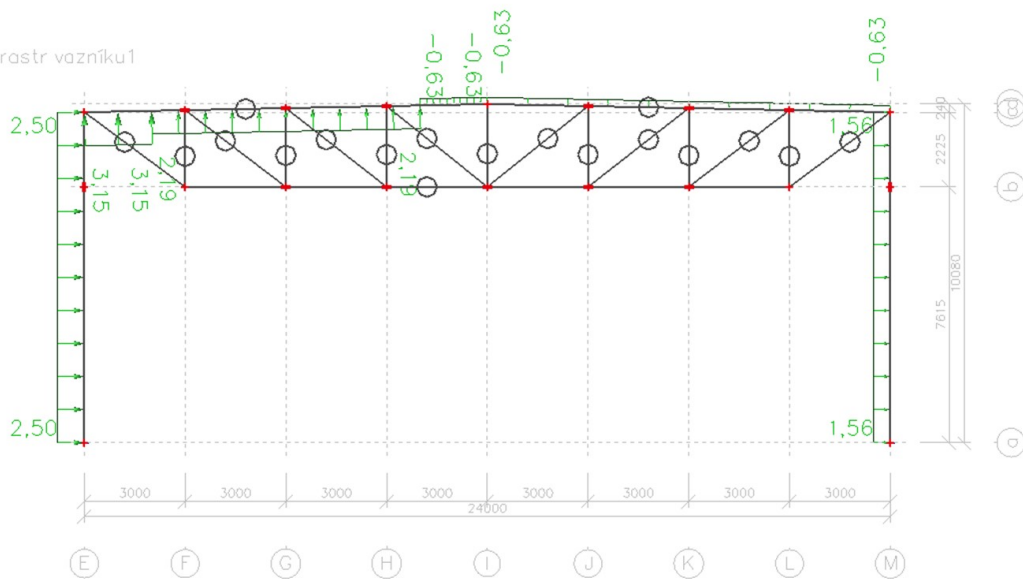
**14. ZS5 / Hodnota pro výpočet -vítr příčný (oblast I sání)**

osový rastr vazníku1



**15. ZS6 / Hodnota pro výpočet -vítr příčný (oblast I tlak)**

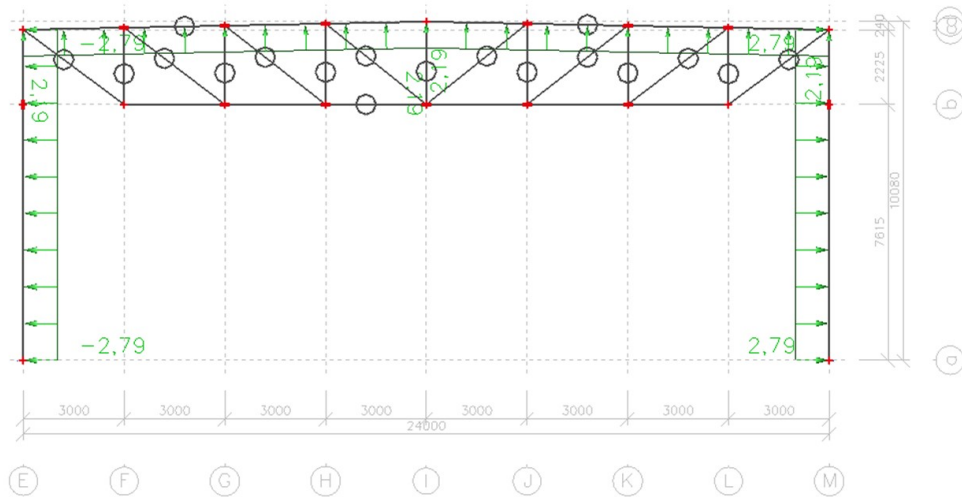
osový rastr vazníku1



**11/20**

**16. ZS7 / Hodnota pro výpočet -vítr podélný (oblast H sání)**

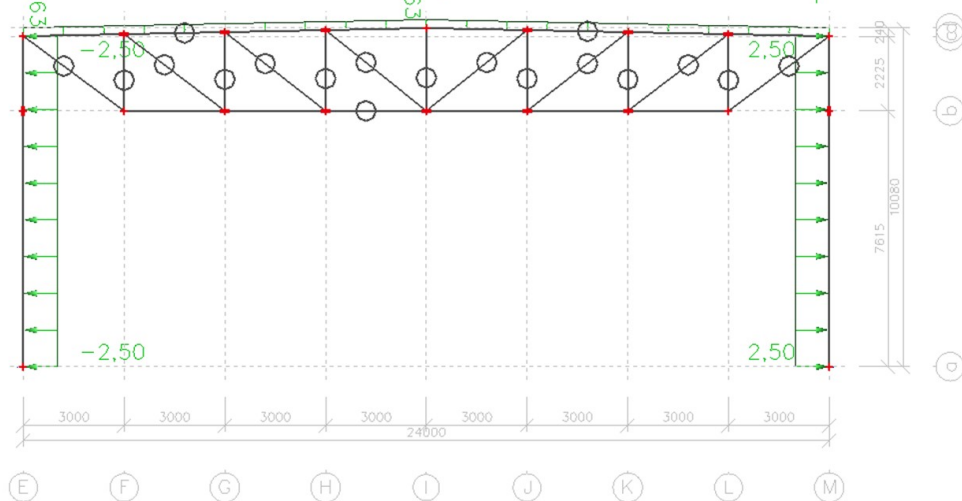
osový rastr vazníku1



Studentská verze

**17. ZS8 / Hodnota pro výpočet -vítr podélný (oblast I tlak)**

osový rastr vazníku1



Studentská verze

## 18. Spojité zatížení

Jméno	Dílec	Typ	Směr	Hodnota - P <sub>1</sub> [kN/m]	Poz x <sub>1</sub>	Souř.	Poč	Exc ey [m]
	Zatěžovací stav	Systém	Rozložení	Hodnota - P <sub>2</sub> [kN/m]	Poz x <sub>2</sub>	Poloha		Exc ez [m]
stresní plášť	B2	Síla	Z	-1,24	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS2 - stálé	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
stresní plášť1	B3	Síla	Z	-1,24	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS2 - stálé	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
obvodový plášť	B20	Síla	Z	-0,74	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS2 - stálé	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
obvodový plášť1	B21	Síla	Z	-0,74	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS2 - stálé	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
stresní plášť2	B2	Síla	Z	-1,04	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS3 - minimální stálé	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
stresní plášť3	B3	Síla	Z	-1,04	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS3 - minimální stálé	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
obvodový plášť2	B20	Síla	Z	-0,74	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS3 - minimální stálé	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
obvodový plášť3	B21	Síla	Z	-0,74	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS3 - minimální stálé	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
sníh	B2	Síla	Z	-2,80	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS4 - sníh	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
sníh1	B3	Síla	Z	-2,80	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS4 - sníh	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast FG	B2	Síla	Z	3,15	0.000	Abso	Od počátku	
	ZS5 - vítr příčný - oblast I sání	LSS	Rovnoměrné		2.000	Délka		0,000
vítr oblast H1	B2	Síla	Z	2,19	2.000	Abso	Od počátku	
	ZS5 - vítr příčný - oblast I sání	LSS	Rovnoměrné		10.000	Délka		0,000
vítr oblast I	B2	Síla	Z	0,63	10.000	Abso	Od počátku	
	ZS5 - vítr příčný - oblast I sání	LSS	Rovnoměrné		12.002	Délka		0,000
vítr oblast I1	B3	Síla	Z	0,63	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS5 - vítr příčný - oblast I sání	LSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast FG1	B2	Síla	Z	3,15	0.000	Abso	Od počátku	
	ZS6 - vítr příčný - oblast I tlak	LSS	Rovnoměrné		2.000	Délka		0,000
vítr oblast H	B2	Síla	Z	2,19	2.000	Abso	Od počátku	
	ZS6 - vítr příčný - oblast I tlak	LSS	Rovnoměrné		10.000	Délka		0,000
vítr oblast I2	B2	Síla	Z	-0,63	10.000	Abso	Od počátku	
	ZS6 - vítr příčný - oblast I tlak	LSS	Rovnoměrné		12.002	Délka		0,000
vítr oblast I3	B3	Síla	Z	-0,63	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS6 - vítr příčný - oblast I tlak	LSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast H2	B2	Síla	Z	2,19	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS7 - vítr podélný - oblast H sání	LSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast H3	B3	Síla	Z	2,19	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS7 - vítr podélný - oblast H sání	LSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast I4	B2	Síla	Z	-0,63	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS8 - vítr podélný - oblast I tlak	LSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast I5	B3	Síla	Z	-0,63	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS8 - vítr podélný - oblast I tlak	LSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast AB	B20	Síla	X	-2,79	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS7 - vítr podélný - oblast H sání	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast AB1	B21	Síla	X	2,79	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS7 - vítr podélný - oblast H sání	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast B	B20	Síla	X	-2,50	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS8 - vítr podélný - oblast I tlak	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast B1	B21	Síla	X	2,50	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS8 - vítr podélný - oblast I tlak	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast D	B20	Síla	X	2,50	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS5 - vítr příčný - oblast I sání	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast E	B21	Síla	X	1,56	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS5 - vítr příčný - oblast I sání	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast D1	B20	Síla	X	2,50	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS6 - vítr příčný - oblast I tlak	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000
vítr oblast E1	B21	Síla	X	1,56	0.000	Rela	Od počátku	
	ZS6 - vítr příčný - oblast I tlak	GSS	Rovnoměrné		1.000	Délka		0,000



## 19. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
KZS1	stálé + sníh	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
			ZS2 - stálé	1,35
			ZS4 - sníh	1,50
KZS2	stálé + sníh + vítr příčný (I sání)	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
			ZS2 - stálé	1,35
			ZS4 - sníh	1,50
			ZS5 - vítr příčný - oblast I sání	0,90
KZS3	stálé + sníh + vítr příčný (I tlak)	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
			ZS2 - stálé	1,35
			ZS4 - sníh	1,50
			ZS6 - vítr příčný - oblast I tlak	0,90
KZS4	stálé + sníh + vítr podélný (H sání)	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
			ZS2 - stálé	1,35
			ZS4 - sníh	1,50
			ZS7 - vítr podélný - oblast H sání	0,90
KZS5	stálé + sníh + vítr podélný (I tlak)	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
			ZS2 - stálé	1,35
			ZS4 - sníh	1,50
			ZS8 - vítr podélný - oblast I tlak	0,90
KZS6	stálé + vítr příčný (I sání) + sníh	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
			ZS2 - stálé	1,35
			ZS4 - sníh	0,75
			ZS5 - vítr příčný - oblast I sání	1,50
KZS7	stálé + vítr příčný (I tlak) + sníh	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
			ZS2 - stálé	1,35
			ZS4 - sníh	0,75
			ZS6 - vítr příčný - oblast I tlak	1,50
KZS8	stálé + vítr podélný (H sání) + sníh	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
			ZS2 - stálé	1,35
			ZS4 - sníh	0,75
			ZS7 - vítr podélný - oblast H sání	1,50
KZS9	stálé + vítr podélný (I tlak) + sníh	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
			ZS2 - stálé	1,35
			ZS4 - sníh	0,75
			ZS8 - vítr podélný - oblast I tlak	1,50
KZS10	Stálé minimální + vítr příčný (I sání)	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS3 - minimální stálé	1,00
			ZS5 - vítr příčný - oblast I sání	1,50
KZS11	Stálé minimální + vítr podélný (H sání)	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS3 - minimální stálé	1,00
			ZS7 - vítr podélný - oblast H sání	1,50

**20. Vysledky Vnitřních sil****21. 1D vnitřní síly**

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše

Jméno	dx [m]	Stav	N [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
B1	6,000+	KZS11/1	<b>-44,96</b>	0,00	0,00
B1	6,000+	KZS5/2	<b>203,62</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B2	9,002+	KZS5/2	<b>-204,03</b>	0,00	0,00
B2	12,002	KZS11/1	<b>62,57</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B3	3,001-	KZS5/2	<b>-204,03</b>	0,00	0,00
B3	0,000	KZS11/1	<b>62,57</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B5	2,285	KZS11/1	<b>17,32</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B5	0,000	KZS5/2	<b>-73,26</b>	0,00	<b>0,00</b>
B6	2,345	KZS11/1	<b>12,13</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B6	0,000	KZS5/2	<b>-50,18</b>	0,00	<b>0,00</b>
B7	2,405	KZS11/1	<b>7,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B7	0,000	KZS5/2	<b>-27,69</b>	0,00	<b>0,00</b>
B8	2,465	KZS11/1	<b>3,53</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B8	0,000	KZS3/3	<b>-12,61</b>	0,00	<b>0,00</b>
B9	2,405	KZS11/1	<b>7,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B9	0,000	KZS5/2	<b>-27,69</b>	0,00	<b>0,00</b>
B10	2,345	KZS11/1	<b>12,13</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B10	0,000	KZS5/2	<b>-50,18</b>	0,00	<b>0,00</b>
B11	2,285	KZS11/1	<b>17,32</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B11	0,000	KZS5/2	<b>-73,26</b>	0,00	<b>0,00</b>
B4	3,735	KZS11/1	<b>-28,08</b>	0,00	0,00
B4	0,000	KZS5/2	<b>124,17</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B12	3,771	KZS11/1	<b>-18,54</b>	0,00	0,00
B12	0,000	KZS5/2	<b>84,66</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B13	3,808	KZS11/1	<b>-10,03</b>	0,00	0,00
B13	0,000	KZS5/2	<b>46,80</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B14	3,845	KZS11/1	<b>-2,01</b>	0,00	0,00
B14	0,000	KZS7/4	<b>22,70</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B15	3,845	KZS10/5	<b>-6,32</b>	0,00	0,00
B15	0,000	KZS5/2	<b>11,03</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B16	3,808	KZS11/1	<b>-10,03</b>	0,00	0,00
B16	0,000	KZS5/2	<b>46,80</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B17	3,771	KZS11/1	<b>-18,54</b>	0,00	0,00
B17	0,000	KZS5/2	<b>84,66</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B18	3,735	KZS11/1	<b>-28,08</b>	0,00	0,00
B18	0,000	KZS5/2	<b>124,17</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
B20	0,000	KZS5/2	<b>-102,13</b>	-13,73	26,13
B20	9,840	KZS11/1	<b>20,27</b>	15,39	0,00
B20	0,000	KZS11/1	8,36	<b>-25,71</b>	<b>50,76</b>
B20	0,000	KZS6/6	-37,63	<b>34,08</b>	<b>-153,76</b>
B21	0,000	KZS5/2	<b>-102,13</b>	13,73	-26,13
B21	9,840	KZS11/1	<b>20,27</b>	-15,39	0,00
B21	9,840	KZS8/7	-14,77	<b>-15,44</b>	0,00
B21	0,000	KZS11/1	8,36	<b>25,71</b>	-50,76
B21	0,000	KZS10/5	-14,72	25,37	<b>-136,34</b>
B21	6,092-	KZS8/7	-20,89	0,22	<b>28,52</b>

Jméno	Klíč kombinace
KZS11/1	ZS1 + ZS3 + 1.50*ZS7
KZS5/2	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS4 + 0.90*ZS8
KZS3/3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS4 + 0.90*ZS6
KZS7/4	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.50*ZS6
KZS10/5	ZS1 + ZS3 + 1.50*ZS5
KZS6/6	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.50*ZS5
KZS8/7	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.50*ZS7

## 22. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**

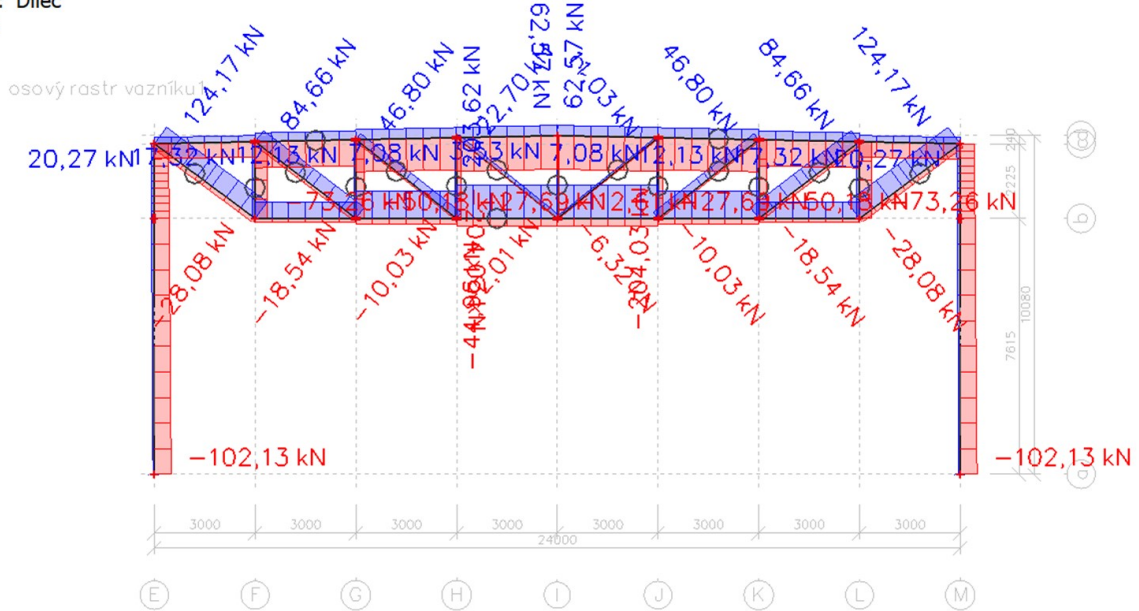
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



Studentská verze

## 23. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: **V<sub>z</sub>**

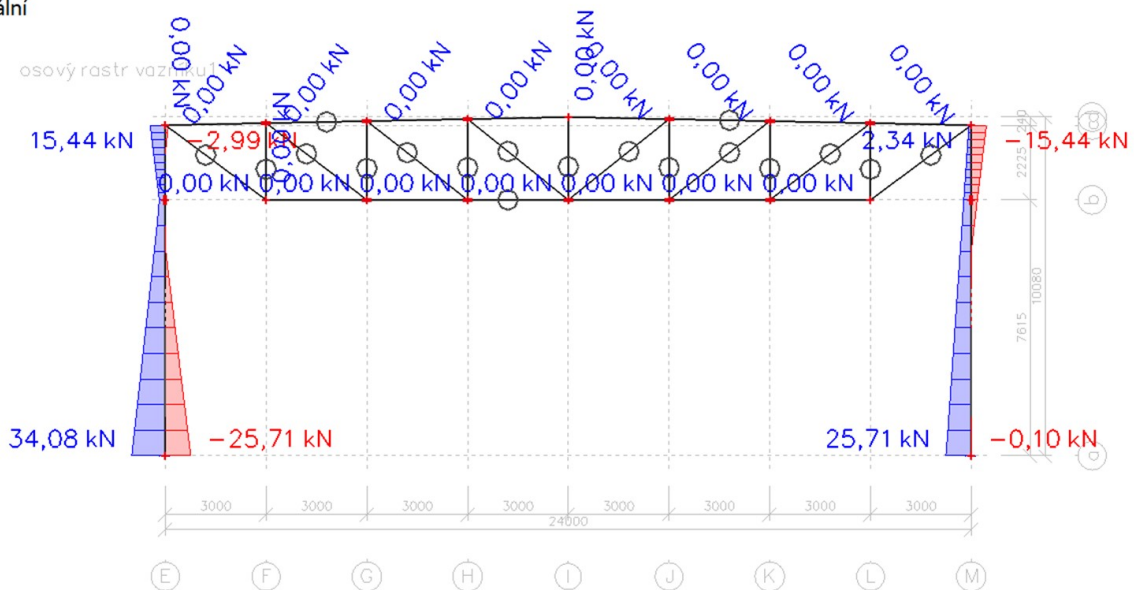
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše

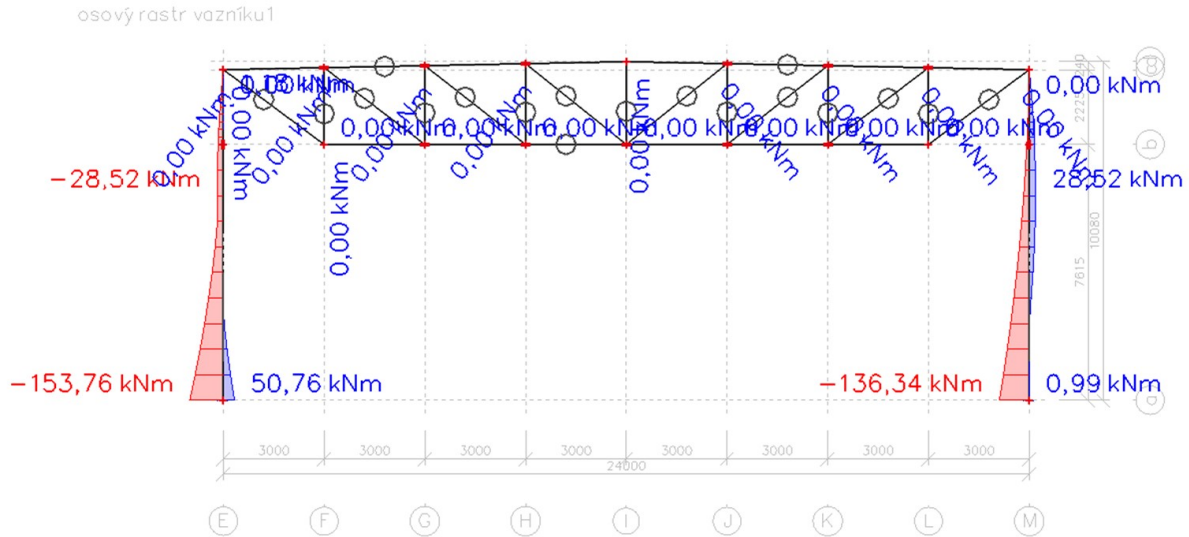


Studentská verze



### 24. 1D vnitřní síly; $M_y$

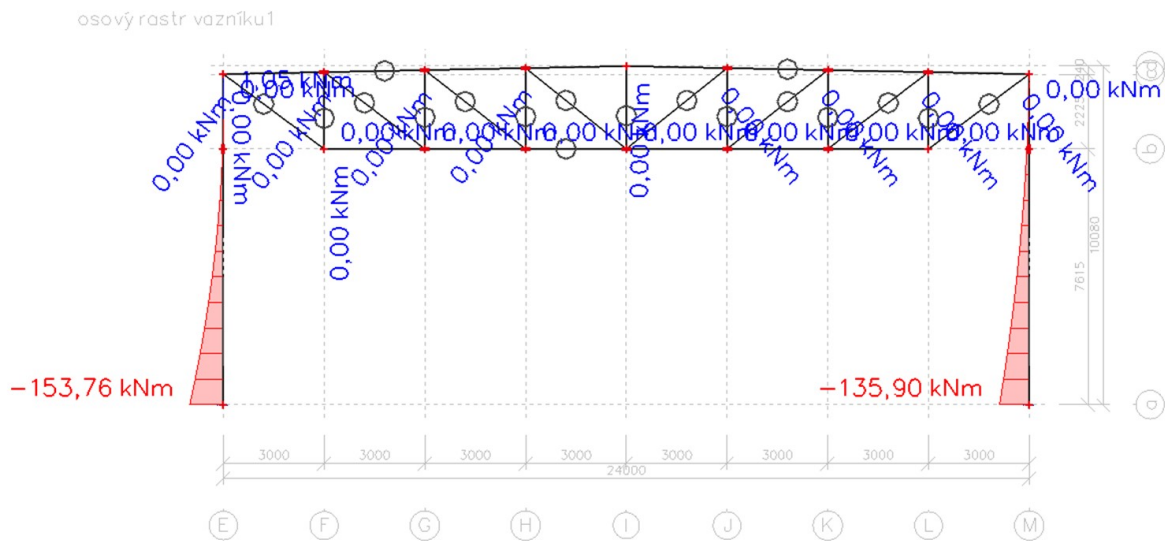
Hodnoty:  $M_y$   
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

### 25. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZS6  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

## 26. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

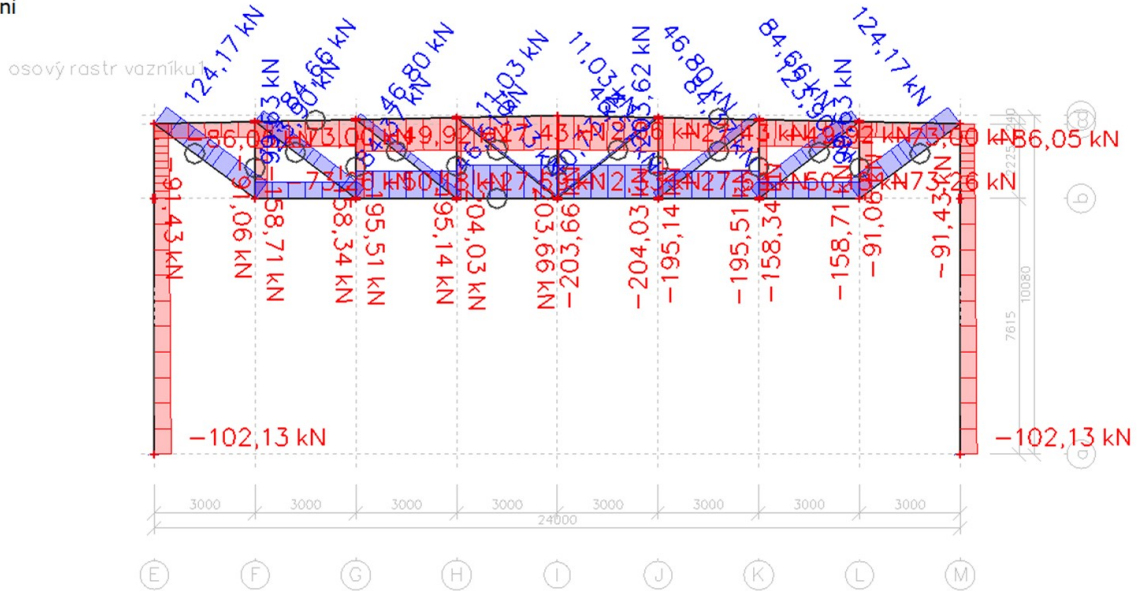
Lineární výpočet

Kombinace: KZS5

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



Studentská verze

## 27. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

Lineární výpočet

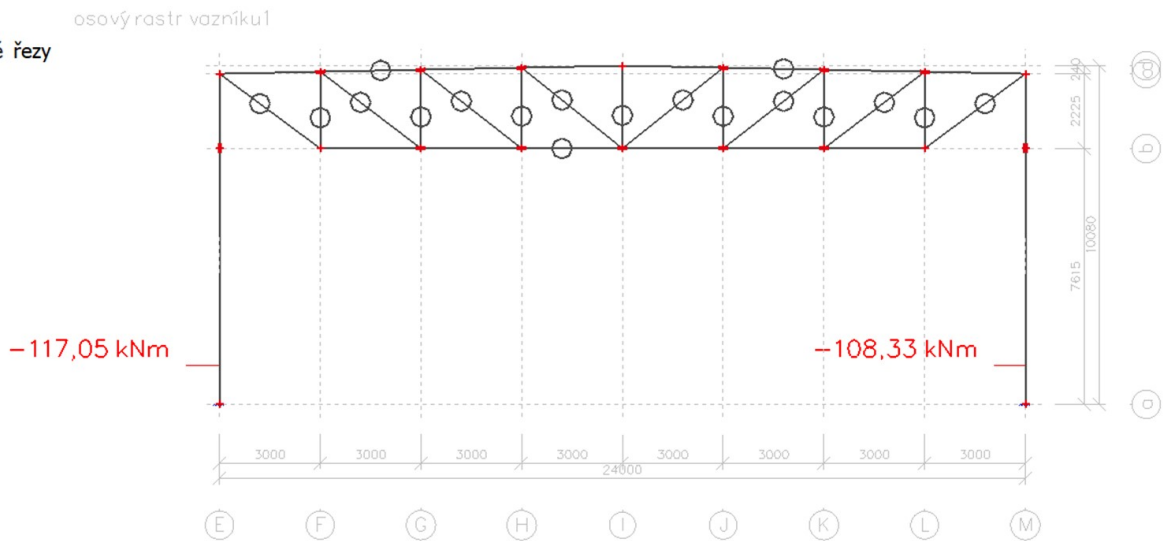
Kombinace: KZS6

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše

Vybrané řezy: Zadané řezy



Studentská verze



## 28. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**

Lineární výpočet

Kombinace: KZS6

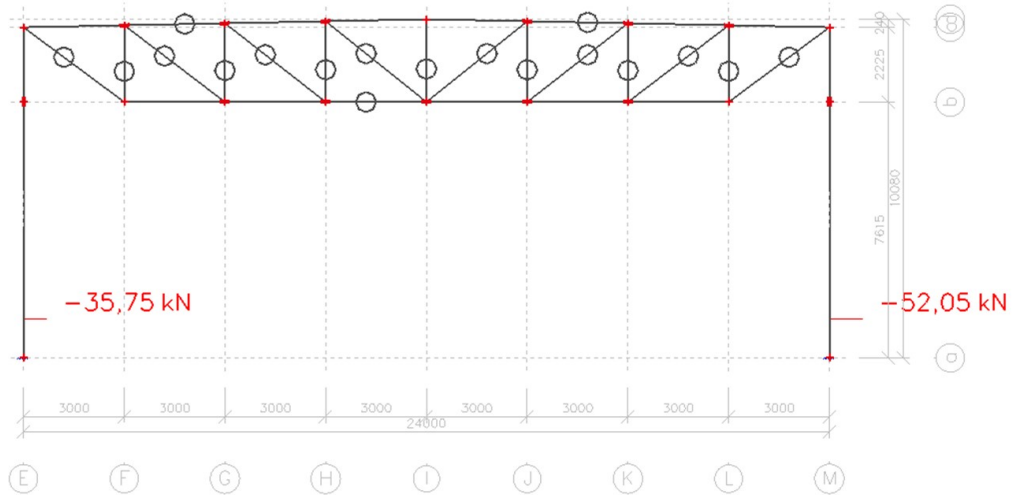
Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše

Výbrané řezy: Zadané řezy

osový rastr vazníku1



Studentská verze

## 29. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  **$u_z$**

Lineární výpočet

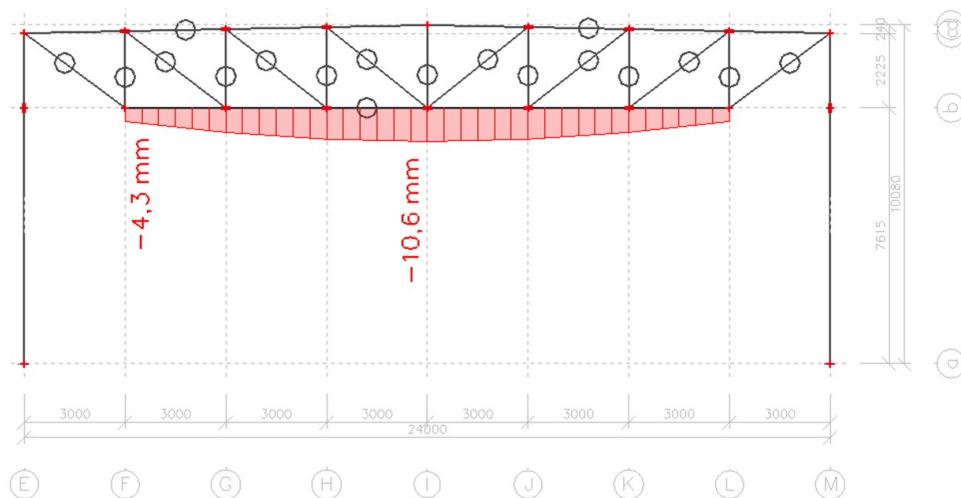
Zatěžovací stav: ZS4

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: B1

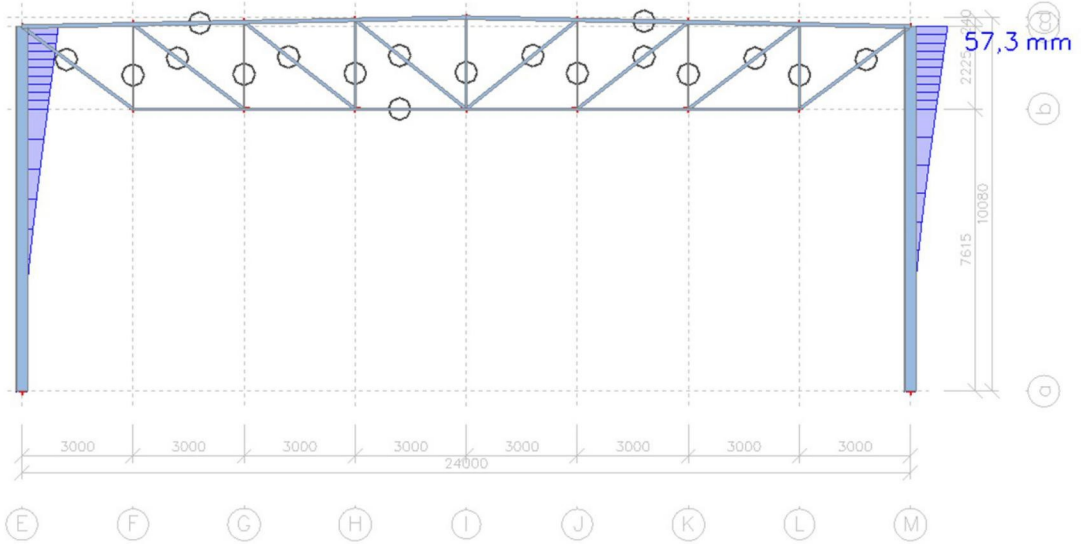
osový rastr vazníku1



Studentská verze

**1. 1D deformace; u\_x**

Hodnoty:  $u_x$   
 Lineární výpočet  
 Zatěžovací stav: ZS5  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Globální  
 Výběr: B20, B21



Studentská verze

Studentská verze



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební**

**Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**

**Příloha B2**

**Technické listy výrobců**

Bakalářská práce

**Adam Habětínek**

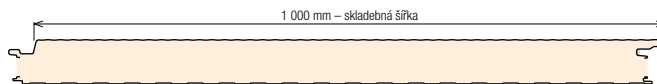
Praha 2020

# Tabulky únosnosti

# KS1000 AWP

## Stěnový panel KS1000 AWP 120 – kotvení ve skrytém spoji

plech vnější/vnitřní 0,6/0,4 mm, profilace M/Q, S280GD podle ČSN EN 14509



TLAK										
systém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení								
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	[kN/m <sup>2</sup> ]
prostý nosník ▲ — ▲	I., II., III.	40	40	53	65	76	85	94	102	<b>Význam hodnot v tabulce:</b> ..... AA min. šířka krajní podpory [mm] <b>X,XX</b> max. rozpon [m] BB min. šířka střední podpory [mm] ..... <b>Příklady začlenění odstínu do skupiny:</b> I. barevná skupina RAL 1015, 7035, 9002, 9010 II. barevná skupina RAL 9006, 9007 III. barevná skupina RAL 8004, 3009, 5010, 6020, 7016, 3000 <b>Přípustná deformace:</b> – pro krátkodobé zatížení L/200 – pro dlouhodobá zatížení L/100 kde L je vzdálenost mezi podporami
		11,34	9,12	7,72	6,69	5,98	5,46	5,06	4,73	
spojitý nosník o 2 polích ▲ — ▲ — ▲	I.	40	40	40	43	53	64	73	82	
		8,28	6,38	5,53	5,02	4,67	4,40	4,17	3,97	
	II.	60	60	62	85	107	128	147	164	
		8,28	6,38	5,53	5,02	4,67	4,40	4,17	3,97	
	III.	60	60	62	85	107	128	147	164	
		8,28	6,38	5,53	5,02	4,67	4,40	4,17	3,97	
spojitý nosník o 3 polích ▲ — ▲ — ▲ — ▲	I.	40	40	40	51	61	70	78	87	
		10,83	7,78	6,43	5,63	5,09	4,70	4,39	4,14	
	II.	60	60	80	102	122	140	157	173	
		10,83	7,78	6,43	5,63	5,09	4,70	4,39	4,14	
	III.	60	60	80	102	122	140	157	173	
		10,83	7,78	6,43	5,63	5,09	4,70	4,39	4,14	

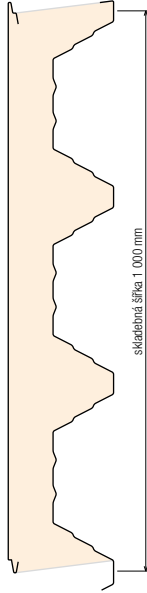
SÁNÍ										
systém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení								
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	[kN/m <sup>2</sup> ]
prostý nosník ▲ — ▲	I.	10,40	6,75	4,50	3,38	2,70	2,25	1,93	1,69	<b>Význam hodnot v tabulce:</b> ..... <b>X,XX</b> max. rozpon [m] ..... <b>Příklady začlenění odstínu do skupiny:</b> I. barevná skupina RAL 1015, 7035, 9002, 9010 II. barevná skupina RAL 9006, 9007 III. barevná skupina RAL 8004, 3009, 5010, 6020, 7016, 3000 <b>Přípustná deformace:</b> – pro krátkodobé zatížení L/200 – pro dlouhodobá zatížení L/100 kde L je vzdálenost mezi podporami
	II.	10,40	6,75	4,50	3,38	2,70	2,25	1,93	1,69	
	III.	10,18	6,75	4,50	3,38	2,70	2,25	1,93	1,69	
spojitý nosník o 2 polích ▲ — ▲ — ▲	I.	10,01	4,73	3,12	2,38	1,95	1,67	1,47	1,31	
	II.	9,63	4,37	2,85	2,18	1,80	1,55	1,37	1,23	
	III.	8,99	3,76	2,31	1,85	1,59	1,39	1,24	1,12	
spojitý nosník o 3 polích ▲ — ▲ — ▲ — ▲	I.	10,40	5,85	3,81	2,82	2,04	1,61	1,35	1,18	
	II.	10,40	5,71	3,68	2,69	2,04	1,61	1,35	1,18	
	III.	10,40	5,48	3,46	2,49	1,96	1,61	1,35	1,18	

Minimální šířka krajní podpory je 40 mm, minimální šířka střední podpory je 60 mm, nevyplývá-li z tabulek pro zatížení v tlaku šířka větší.

Pozn.: Uvedené rozpory jsou vypočteny pro případ upevnění panelu ve skrytém spoji pomocí 2 šroubů s roznášecí podložkou Z15 a v místě každé podpory.

Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zatížení (typicky zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4). Pro jiné typy profilací, jiné tloušťky povrchových plechů a pro jiné požadavky zatížení (dlouhodobá zatížení, zatížení stálým teplotním gradientem v chladárnách apod.) kontaktujte technické oddělení pro konkrétní statické posouzení. Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezních zatížení uvedené v tabulkách porovnávejte s charakteristickými hodnotami zatížení. Výpočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

## Sřešní panel KS1000 XM, XB, XG



# Tabulky únosnosti

# KS1000 X-DEK

rozpon

Tloušťka spodního plechu [mm]	Systém	Tloušťka jádra [mm]	Případ zatížení	Typ zatížení	Všechna zatížení v kN/m <sup>2</sup> pro dané rozpory v metrech									
					2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50
80	MSU	80		Tlak	15,60	12,44	9,92	7,22	5,57	4,37	3,48	2,84	2,34	1,97
				Sání	21,06	13,55	9,45	6,99	4,83	3,85	3,15	2,57	2,23	1,92
				Tlak	10,40	8,29	6,61	4,81	2,89	1,99	1,39	1,02	0,73	0,54
	MSP	80		Sání	14,04	9,03	6,30	4,55	3,10	2,20	1,67	1,30	1,04	0,86
				Tlak	15,60	12,44	9,92	7,22	5,67	4,45	3,54	2,90	2,38	2,01
				Sání	21,06	13,55	9,45	6,99	4,83	3,85	3,15	2,57	2,23	1,92
100	MSP	100		Tlak	10,40	8,29	6,61	4,81	2,94	2,03	1,42	1,04	0,74	0,55
				Sání	14,04	9,03	6,30	4,55	3,10	2,20	1,67	1,30	1,04	0,86
				Tlak	14,09	9,86	7,25	5,52	4,32	3,45	2,81	2,31	1,92	1,62
	MSU	100		Sání	21,80	14,76	10,32	7,62	5,29	4,19	3,42	2,86	2,42	2,09
				Tlak	9,39	6,57	4,83	3,68	2,47	1,71	1,21	0,91	0,71	0,51
				Sání	14,53	9,85	6,88	5,08	4,98	3,82	3,01	2,35	1,88	1,71
100	MSU	100		Tlak	14,09	9,86	7,25	5,52	4,32	3,45	2,81	2,31	1,92	1,62
				Sání	21,80	14,76	10,32	7,62	5,29	4,19	3,42	2,86	2,42	2,09
				Tlak	9,39	6,57	4,83	3,68	2,47	1,71	1,21	0,91	0,71	0,51
	MSP	100		Sání	14,53	9,85	6,88	5,08	4,66	3,70	3,01	2,38	1,92	1,78
				Tlak	14,09	9,86	7,25	5,52	4,32	3,45	2,81	2,31	1,92	1,62
				Sání	21,80	14,76	10,32	7,62	5,29	4,19	3,42	2,86	2,42	2,09

tabulka revize 04/2012

←  
- maximální zatížení pro MSU porovnávat s návrhovými hodnotami  
- maximální zatížení pro MSP porovnávat s charakteristickými hodnotami

Poznámky: MSU – mezní stav únosnosti – hodnoty mezních zatížení uvedené v tabulce porovnávejte s návrhovými hodnotami zatížení, MSP – mezní stav použitelnosti – hodnoty mezních zatížení uvedené v tabulce porovnávejte s charakteristickými hodnotami zatížení. Maximální dovolený průhyb (MSP): L/200.

Pro rozpon < 4,00 m: prostý nosník o 2 polích – krajní podpory 90 mm, střední podpora 160 mm  
Pro rozpon ≥ 4,00 m: prostý nosník o 2 polích – krajní podpory 40 mm, střední podpora 120 mm

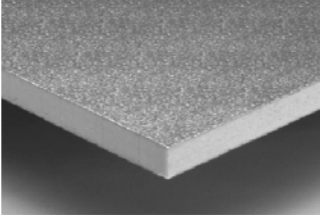
Uvedené hodnoty zohledňují vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.



# Technický list

## Izolační desky puren® FAL pro podlahy a stropy / terasy

ÜB / AG

		Tvrdá polyuretanová pěna (PIR) dle DIN EN 13165								
Použití		Izolační deska pro podlahy / terasy aplikace pod betonový potěr nebo sklepní strop								
Vrstvy	oboustraně	hliník								
Zpracování hran	po obvodu	tupé	(od tloušťky 50mm na vyžádání provedení hran s ozubem)							
K dodání v tloušťkách		mm	20	30	40	50	60	80	100	120
Tepelný odpor	R	(m²·K)/W	0,870	1,304	1,739	2,174	2,609	3,636	4,545	5,455
Součinitel prostupu tepla	U***	W/(m²·K)	0,827	0,608	0,481	0,398	0,339	0,251	0,205	0,173
Difúzní odpor	S <sub>d</sub> **	m	1500							
Desky / Balík		Kus	25	16	12	10	8	6	5	4

### Technické parametry polyuretanové izolační desky puren® FAL

Vlastnost	Norma / Zkušební postup	Jednotky	Hodnota	
Materiál	Polyuretanová tvrdá pěna (PIR) DIN EN 13165, bez obsahu freonu biologicky a ekologicky nezávadný, recyklovatelný, odolný vůči hnilobě a plísní			
Obecné povolení stavebního dohledu	Z-23.15-1428, Z-23.15-1431			
Rozměry				
Délka	DIN EN 822	mm	1200	
Šířka	DIN EN 822	mm	600	
Tloušťka	DIN EN 823	mm	20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120 další tloušťky na vyžádání	
Objemová hmotnost	DIN EN 1602	kg/m³	> 30	
Tepelná vodivost PIR		u tloušťky [mm]	20, 30, 40, 50, 60	80, 100, 120
Jmenovitá hodnota (EU) λ <sub>D</sub>	DIN EN 13165	W/(m·K)	0,023	0,022
Naměřená hodnota (D) λ	DIN EN 4108-4	W/(m·K)	0,024	0,023
Pevnost v tlaku				
napětí v tlaku při 10% deformaci	DIN EN 826	kPa	≥ 120	
povolené trvalé napětí v tlaku při deformaci < 2%		kPa	≥ 24	
Pevnost v tahu kolmo k rovině desky	DIN EN 1607	kPa	≥ 40	
Způsob použití	DIN 4108-10		PUR 023 / 024 DEO dh PUR 023 / 024 DI	
Označení	DIN EN 13165		PU-EN 13165-T2-DS(70,90)3-DS(-20,-)2-CS(10\Y)120-TR40	
Reakce na oheň	nedoutná, netaví se, neodkapává			
Třída hořlavosti / RtF (EU)	DIN EN 13501-1		E	
Třída stavebního materiálu (D)	DIN 4102-1		B2	
Požárně technická charakteristika (CH)	požárně technická charakteristika		5.3	
Teplotní použitelnost		°C	-20 až +90	
Nasákavost	DIN EN 12087	Vol %	≤ 3 *	
Měrná tepelná kapacita C	EN 12524	J/(kg·K)	1400 *	
Faktor difúzního odporu vodních par P	EN 12086		40 - 200 *	
Lineární součinitel teplotní roztažnosti	DIN EN 1604	1/K	3-7·10 <sup>-5</sup> *	

\* Údaje z literatury - nejsou součástí údajů nezávislého dohledu a systému řízení výroby

\*\* Hliníková vrstva

\*\*\* Je zohledněn tepelný odpor při přestupu tepla R<sub>si</sub> a R<sub>se</sub>. Ostatní vrstvy nejsou posuzovány.



Zkušební laboratoř: 0751 FIW Mnichov  
DIN EN 13165



Certifikační orgán: ÜGPU - 2016, 2033  
Z-23.15-1428, Z-23.15-1431

## Hydroizolační fólie FATRAFOL 810/V

Technický list č.: TL 5-1044-18

Vydání č.: 2

Účinnost: 22.02.2020

Neautorizovaný tisk

<b>Popis výrobku</b>	FATRAFOL 810/V je střešní fólie na bázi PVC-P vyztužená polyesterovou mřížkou. Odolává UV záření a může být vystavena přímým povětrnostním vlivům. Fólie není snášlivá s asfaltem. FATRAFOL 810/V je vyroben vícenásobnou extruzí.
<b>Použití</b>	FATRAFOL 810/V je určen pro: <ul style="list-style-type: none"><li>• mechanicky kotvené střechy (fólie)<ul style="list-style-type: none"><li>- s bodovým, liniovým a indukčním kotvením</li><li>- s lepením na kotevní terče</li></ul></li><li>• ploché střechy se stabilizační / provozní vrstvou, realizovanou s delším časovým odstupem</li><li>• šikmé nebo strmé střechy se stabilizační / provozní vrstvou</li><li>• ostatní střechy se stabilizační / provozní vrstvou, u kterých je z důvodu malého rozsahu, logistiky nebo z jiných důvodů použití fólie FATRAFOL 810/V výhodnější než použití fólie FATRAFOL 818/V-UV</li></ul>
<b>Aplikace</b>	<p>Pokládání FATRAFOLU 810/V na stavbách mohou provádět pouze specializované a k tomu účelu vyškolené firmy.</p> <p>FATRAFOL 810/V se aplikuje v souladu se zásadami stanovenými a popsanými v Konstrukčním a technologickém předpisu výrobce platném v době provádění hydroizolace. V ploše a v místech přechodů musí být fólie vhodným způsobem upevněna ke stabilní části střešního pláště pomocí speciálních kotvicích prvků. Způsob kotvení musí být pro konkrétní aplikace navržen tak, aby byla fólie zajištěna proti rozměrovým změnám a sání větru.</p> <p>Fólii lze vzájemně spojovat svařováním horkým vzduchem nebo topným klínem (jednostopý svar). Pokládání a spojování lze provádět za teplot nad -5 °C.</p>
<b>Údaje o výrobku</b>	FATRAFOL 810/V splňuje požadavky ČSN EN 13956. Fólie je jako součást střešního hydroizolačního systému FATRAFOL-S certifikovaná podle Evropského technického schválení ETA-12/0013 (Systémy mechanicky kotvených pružných střešních hydroizolačních povlaků FATRAFOL-S).




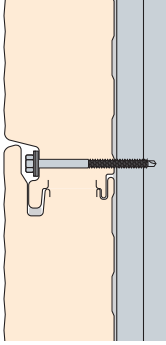
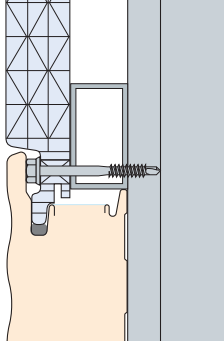
## Technické parametry:

Vlastnost	Zkušební norma	Hodnoty pro jednotlivé tloušťky				
		1,20 mm	1,50 mm	1,80 mm	2,00 mm	2,40 mm
Zjevné vady	ČSN EN 1850-2	vyhovuje				
Přímost	ČSN EN 1848-2	≤ 50 mm				
Rovinnost	ČSN EN 1848-2	≤ 10 mm				
Rozměrová stálost	ČSN EN 1107-2	max. ± 0,3 %				
Nejvyšší tahová síla	P N	ČSN EN 12311-2 metoda A	≥ 1000 N/50 mm			≥ 1100 N/50 mm
			≥ 1000 N/50 mm			≥ 1100 N/50 mm
Protažení při nejvyšší tahové síle	P N		≥ 15 %			
			≥ 20 %			
Odolnost proti protrhávání	P N	ČSN EN 12310-2	≥ 200 N			≥ 250 N
			≥ 220 N			≥ 270 N
Ohebnost za nízkých teplot	ČSN EN 495-5	≤ -25 °C				
Odolnost proti odlupování ve spoji	P N	ČSN EN 12316-2	≥ 260 N/50 mm			
			≥ 260 N/50 mm			
Odolnost spoje ve smyku	P N	ČSN EN 12317-2	≥ 1000 N/50 mm			≥ 1100 N/50 mm
			≥ 1000 N/50 mm			≥ 1100 N/50 mm
Vodotěsnost, 400 kPa	ČSN EN 1928 metoda B	vyhovuje				
Odolnost proti statickému zatížení	ČSN EN 12730 metoda B	vyhovuje 20 kg				
Reakce na oheň	ČSN EN 13501-1	třída E				
Odolnost proti nárazu	ČSN EN 12691 metoda A ČSN EN 12691 metoda B	vyhovuje 1000 mm	vyhovuje 1250 mm			vyhovuje 1750 mm
		vyhovuje 2000 mm				
Vystavení UV záření, zvýšené teplotě a vodě (5000 hodin)	ČSN EN 1297	vyhovuje, stupeň 0				
Propustnost vodní páry - faktor difuzního odporu μ	ČSN EN 1931	15000 ± 30 %				
Odolnost proti prorůstání kořenů	EN 13948 FLL test	vyhovuje				

P - podél, N - napříč



# STĚNOVÉ PANELE: Izolační jádro IPN nebo QuadCore™ – skryté kotevní prvky

KS1000 <b>AWP/AT</b>	 třída reakce na oheň: <b>B-s2, d0</b> (AT ≤ 60 mm, AWP) <b>B-s1, d0</b> (AT ≤ 80 mm) modul: 1000 mm délka: od 2 do 13,6 m (do 18 m nadrozměří)	tloušťka panelu [mm]	součinitel prostupu tepla <sup>2)</sup> U [W/m²K]		Požární odolnost stěnových panelů <sup>1)</sup> (podle ČSN EN 15254-5:2019 a ČSN 730810:2016)						Požární odolnost podhledy	R <sub>w</sub> <sup>3)</sup> [dB]	Hmotnost [kg/m <sup>2</sup> ]	
			IPN	QuadCore	Horizontální			Vertikální						
					4 m	6 m	7,5 m	4 m	6 m	7,5 m				
Obvodové stěny • skryté kotevní prvky • izolační vlastnosti • ploché krycí lišty  Po dohodě lze dodat i panely <b>AWP Flex</b> v modulové šířce 600, 750, 900 a 1000 mm		50	0,47	–									10,95	
		60	0,38	–										11,24
		80	0,28	0,23										12,02
		100	0,22	0,18										12,80
		120	0,19	0,15										13,58
Prosvětlovací panel KS1000  <b>WL</b> • třída reakce na oheň <b>B-s2, d0</b> • skryté kotevní prvky • kombinace s AWP/AT ≥ 60 mm		140	0,16	0,13									14,36	
		150	0,15	0,12										14,75
		38	1,30											4,70


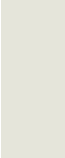
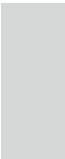


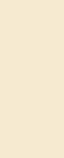



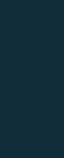

• Délka panelu: od 2 do 8 m

- Doporučený způsob aplikace na stěny pro horizontální kladení.
- Podklad pro návrh panelů a konstrukční detaily jsou k dispozici na technickém oddělení.
- Možno kombinovat s izolačními panely KS1000 AWP/AT tl. 60, 80, 100, 120 a 150 mm



## Povrchové úpravy a barevné odstíny

### vnější (exteriér)

**Polyester (PES)** – 25 µm – určeno pro běžné podmínky (korozní odolnost C1-C3, standardní barevná stálost)

			
RAL 9010	RAL 9002	RAL 7035	RAL 9006
			
RAL 9007	RAL 1015	RAL 8004	RAL 5010
			
RAL 6020	RAL 7016	RAL 3000	

**EFEKT panely** – pouze pro panely AWP/AT nebo FH

			
bělený dub	růžový dub	Euro dub hnědý	přírodní dub
160 µm (Polyolefin) pro úpravu Euro dub hnědý, růžový dub a bělený dub	120 µm (PVC) pro úpravu přírodní dub		

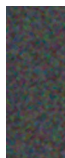

### vnitřní (interiér)

**Polyester (PEI)** – určeno pro málo náročné podmínky (korozní odolnost A1-A2, standardní barevná stálost)

			
RAL 9010	RAL 9002	RAL 9007	RAL 3009

Uvedené odstíny Spectrum se dodávají pro všechny typy panelů.

**Spectrum Premium metallic (PUR)** – 50 µm, záruka až 10 let


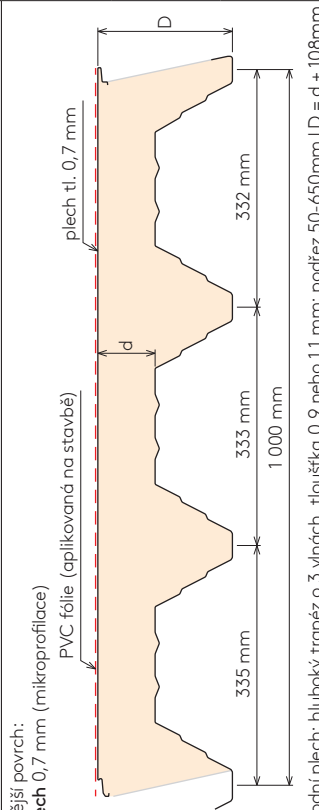
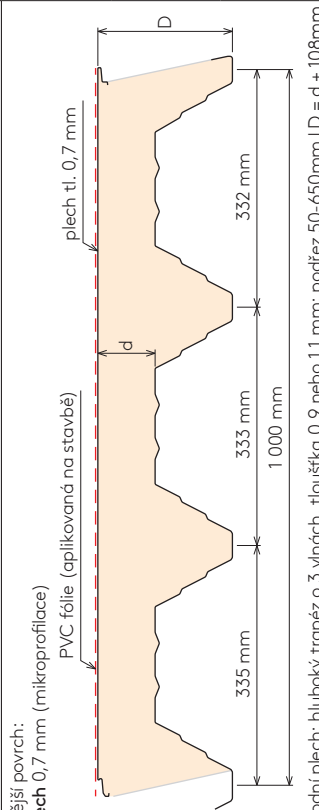
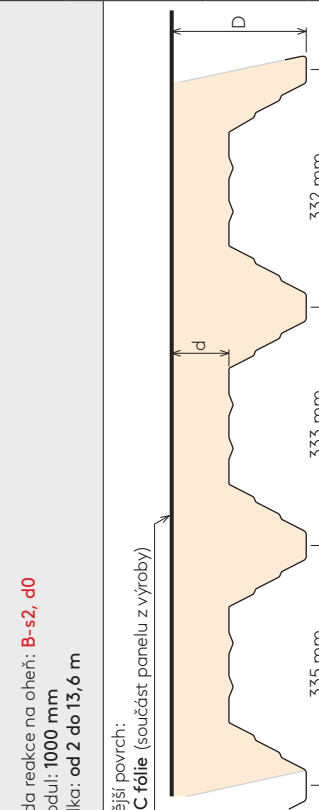
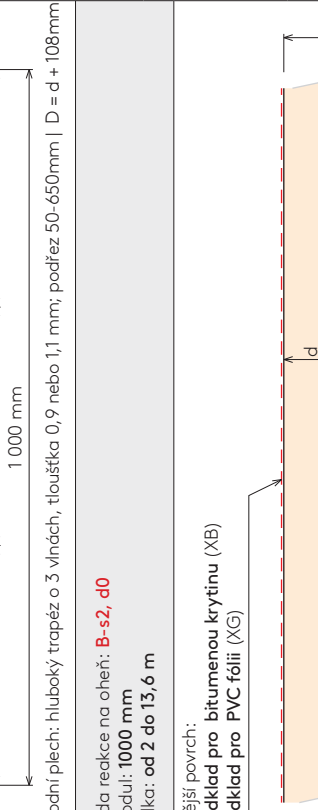
				
Silver	Greyaluminium	Arcadia	Turmalin	Greyrock
				
Darksky	Sechura			

**Foodsafe (PVC)** – určeno pro přímý styk s potravinami

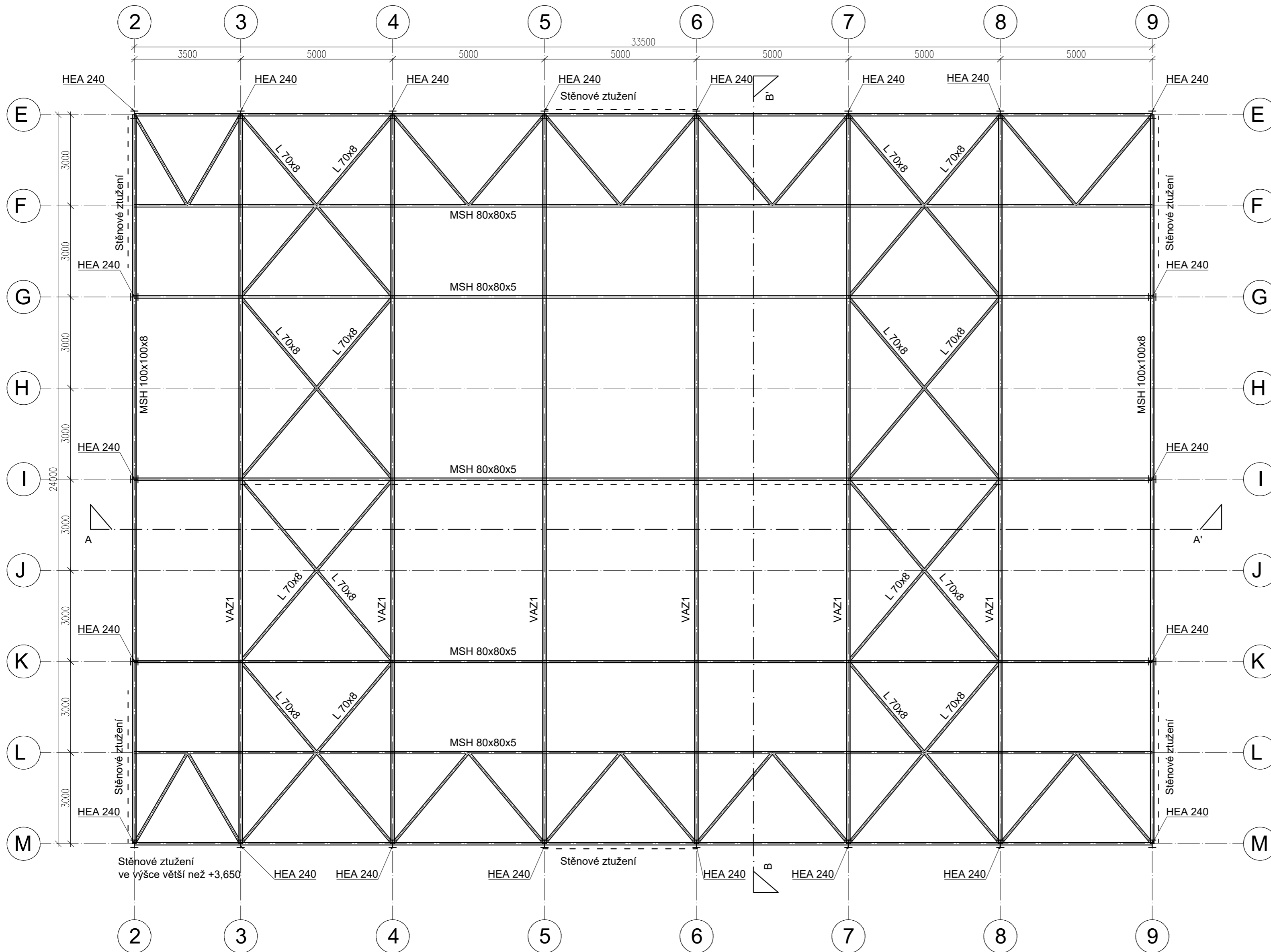
Uvedené odstíny Spectrum se dodávají pro všechny typy panelů.

Jiné povrchové úpravy je možno dodat po dohodě se zástupci Kingspanu.

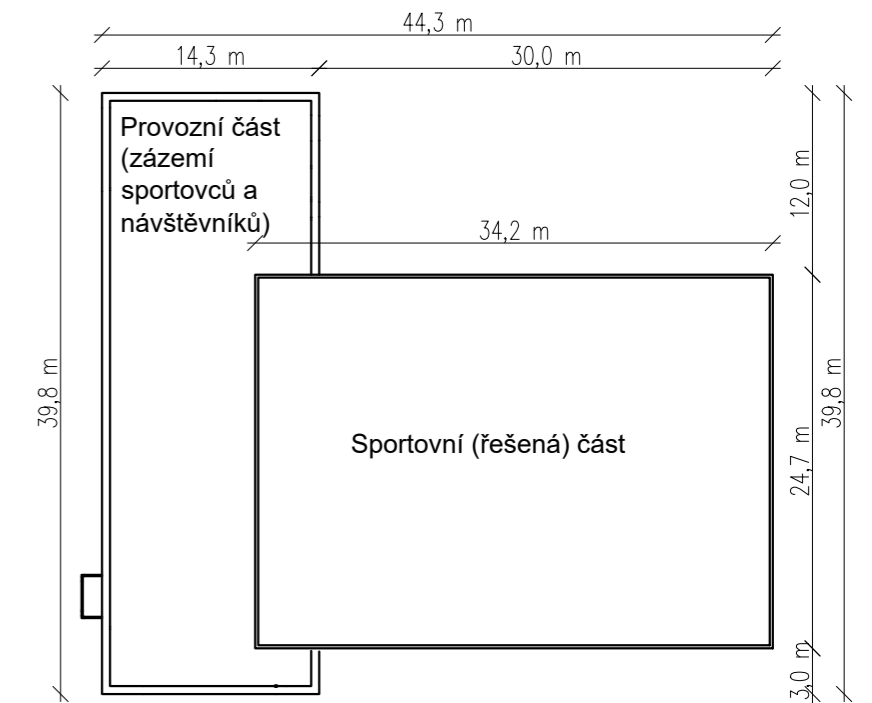
# STŘEŠNÍ PANELY: Izolační jádro IPN nebo QuadCore™ – ploché střechy s membránovou krytinou

KS1000 <b>X-DEK XD</b>	 třída reakce na oheň: <b>B-s2, d0</b> modul: 1000 mm délka: od 2 do 13,6 m	 <p>vnější povrch: plech 0,7 mm (mikroprofilace) PVC fólie (aplikovaná na stavbě)</p> <p>spodní plech: hluboký trapéz o 3 vlnách, tloušťka 0,9 nebo 1,1 mm; podřez 50-650mm   D = d + 108mm</p>	min. spád střechy <sup>5)</sup>	tloušťka panelu d [mm]	součinitel prostupu tepla <sup>3)</sup>		Požární odolnost střešních panelů <sup>1)</sup> expozice ze spodní strany	Hodnocení střešních panelů při působení vnějšího požáru <sup>2)</sup>	R <sub>w</sub> <sup>4)</sup> [dB]	Hmotnost bez krytiny [kg/m <sup>2</sup> ]
					IPN	QuadCore				
Pro velké rozpory (až 7 m) a vysoké zatížení • Hydroizolační PVC není součástí dodávky.		třída reakce na oheň: <b>B-s2, d0</b> modul: 1000 mm délka: od 2 do 13,6 m	0,5 ° (1%)	80	0,22	-	REI 30 DP3	B <sub>roof</sub> (t3) PVC s fólií Alkorplan 35.176	26 (-1,-4)	20,66 (plech 0,9) 23,4 (plech 1,1)
				100	0,18	-			21,8 (plech 0,9) 24,2 (plech 1,1)	
				140	0,13	-			23,4 (plech 0,9) 25,8 (plech 1,1)	
Pro velké rozpory (až 6,5 m) a vysoké zatížení • Finální krytina (PVC fólie) je součástí panelu.	 <p>vnější povrch: PVC fólie (součást panelu z výroby)</p> <p>spodní plech: hluboký trapéz o 3 vlnách, tloušťka 0,9 nebo 1,1 mm; podřez 50-650mm   D = d + 108mm</p>	třída reakce na oheň: <b>B-s2, d0</b> modul: 1000 mm délka: od 2 do 13,6 m	0,5 ° (1%)	80	0,26	-				16,6 (plech 0,9) 18,9 (plech 1,1)
				100	0,20	-	REI 30 DP3	B <sub>roof</sub> (t1) PVC s fólií Sikaplan SGK (tato PVC fólie je možná na vyžádání)	24 (-1,-3)	17,4 (plech 0,9) 19,7 (plech 1,1)
				140	0,14	-			19,0 (plech 0,9) 21,3 (plech 1,1)	
Pro velké rozpory (až 6,5 m) a vysoké zatížení • Součástí dodávky není finální hydroizolační krytina aplikovaná při montáži.	 <p>vnější povrch: podklad pro bitumenou krytinu (XB) podklad pro PVC fólii (XG)</p> <p>spodní plech: hluboký trapéz o 3 vlnách, tloušťka 0,9 nebo 1,1 mm; podřez 50-650mm   D = d + 108mm</p>	třída reakce na oheň: <b>B-s2, d0</b> modul: 1000 mm délka: od 2 do 13,6 m	0,5 ° (1%)	80	0,26	-				15,6 (plech 0,9) 17,9 (plech 1,1)
				100	0,20	-	REI 15 DP3	XG: B <sub>roof</sub> (t3) PVC s fólií Alkorplan 35.176 XB: B <sub>roof</sub> (t1) s asfaltovým pásem Polyelast Extra IR5 Design	XG: 24 (-1,-3) XG: 23 (-1,-3)	16,4 (plech 0,9) 18,7 (plech 1,1)
				140	0,14	-			18,0 (plech 0,9) 20,3 (plech 1,1)	

PŮDORYS STŘECHY; M-1:100



SCHÉMA; M-1:500



VYSVĚTLIVKY:

- HEA 240 - SLOUP
- MSH 80x80x5 - PODÉLNÉ ZTUŽENÍ V STŘEŠNÍ ROVINĚ
- L 70x80 - PŘÍČNÉ ZTUŽENÍ V STŘEŠNÍ ROVINĚ (DIAGONÁLY)
- VAZ1 - PŘIHRADOVÝ VAZNIK

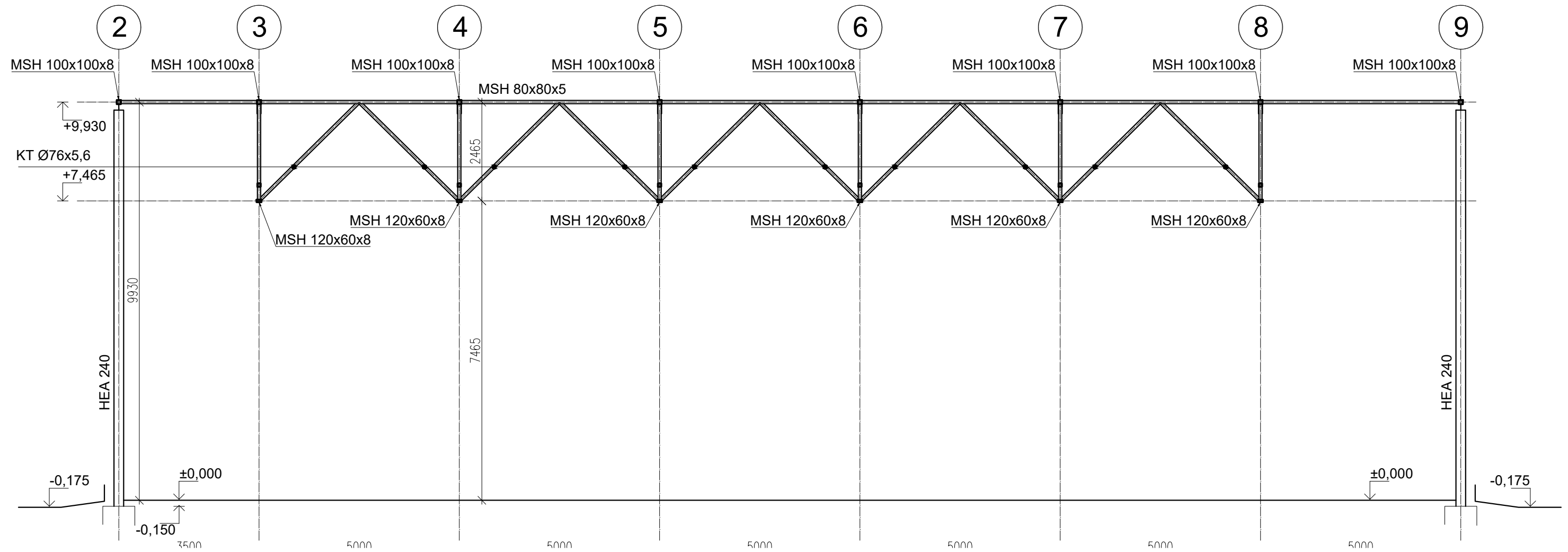
OCEL: S355J0 - OCELOVÉ KONSTRUKCE  
 BETON: C20/25 - ZÁKLADY

Třída provedení ocelové konstrukce: EXC2

POZNÁMKA:  
 kótováno vždy na osu

Název:	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	
Katedra:	K135 - katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
Vedoucí práce:	Ing. Kamila Cábová, Ph.D.	
Vypracoval:	Adam Habětínek	
Výkres:	PŮDORYS STŘECHY; SPORTOVNÍ HALA	FORMÁT: 2xA4
		MĚŘÍTKO: 1:100
		DATUM: 24.5.2020
		Č. VÝKR.: 1

# ŘEZ A-A; M-1:100



## VYSVĚTLIVKY:

HEA 240 - SLOUP  
 MSH 120x60x8 - SPODNÍ PÁS VAZNÍKU  
 MSH 100x100x8 - HORNÍ PÁS VAZNÍKU  
 MSH 80x80x5 - PODÉLNÉ ZTUŽENÍ V STŘEŠNÍ ROVINĚ  
 KT Ø76x5,6 - PODÉLNÉ ZTUŽENÍ VAZNÍKŮ

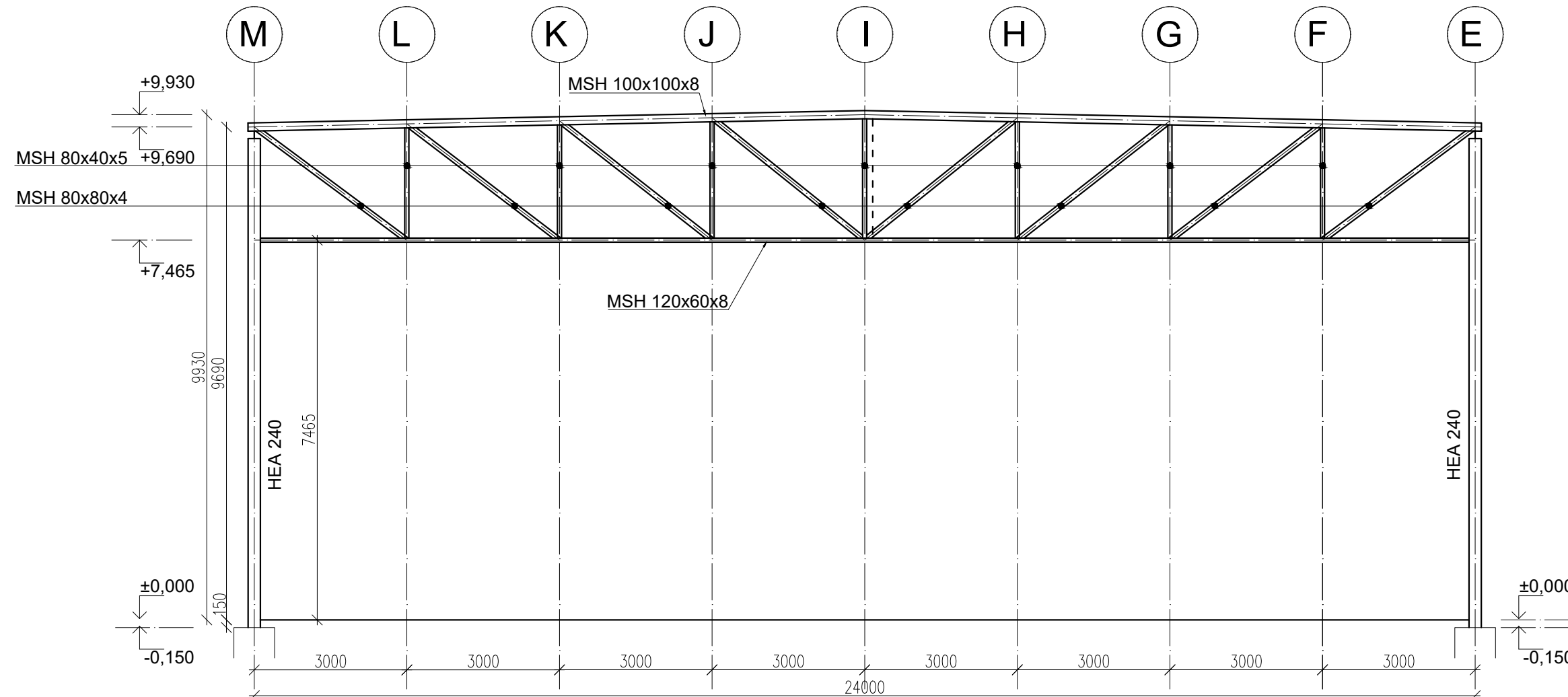
OCEL: S355J0 - OCELOVÉ KONSTRUKCE  
 BETON: C20/25 - ZÁKLADY

Třída provedení ocelové konstrukce: EXC2

POZNÁMKA:  
 kótováno vždy na osu

Název:	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	
Katedra:	K135 - katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
Vedoucí práce:	Ing. Kamila Cábová, Ph.D.	
Vypracoval:	Adam Habětínek	FORMÁT: 2xA4
Výkres:	ŘEZ A-A; SPORTOVNÍ HALA	MĚŘÍTKO: 1:100
		DATUM: 24.5.2020
		Č. VÝKR.: 2

# ŘEZ B-B; M-1:100




## VYSVĚTLIVKY:

HEA 240 - SLOUP  
 MSH 120x60x8 - SPODNÍ PÁS VAZNÍKU  
 MSH 100x100x8 - HORNÍ PÁS VAZNÍKU  
 MSH 80x40x5 - SVISLICE VAZNÍKU  
 MSH 80x80x4 - DIAGONÁLY VAZNÍKU

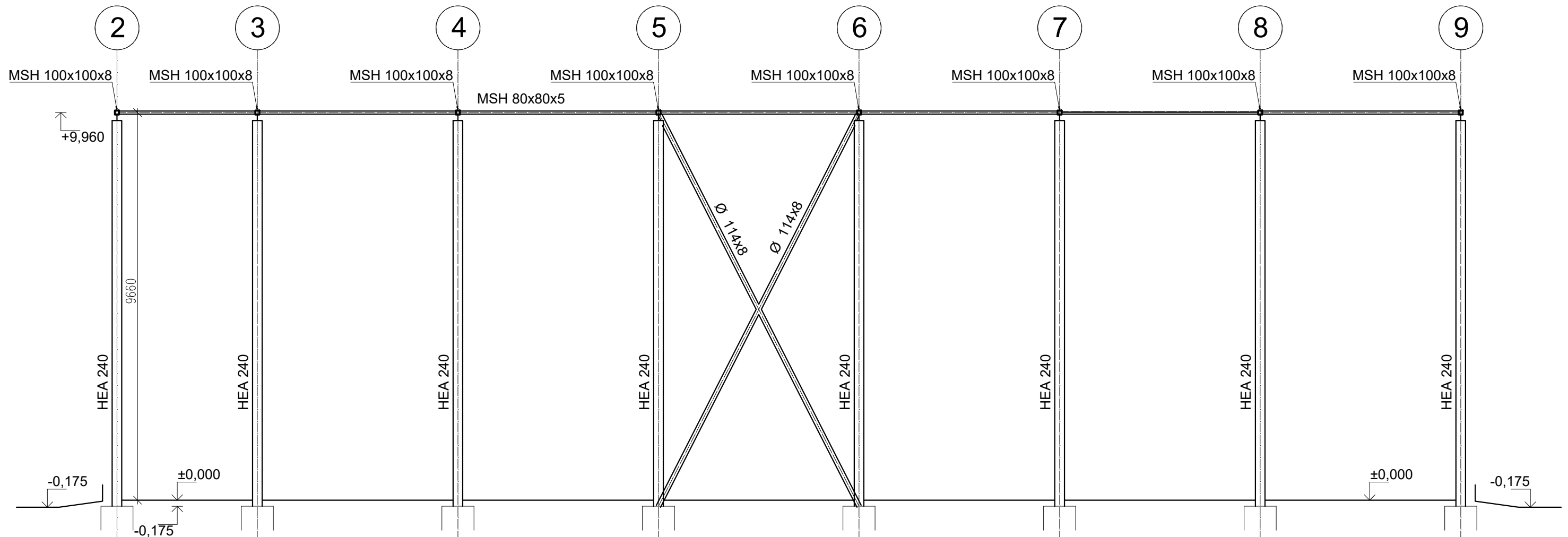
OCEL: S355J0 - OCELOVÉ KONSTRUKCE  
 BETON: C20/25 - ZÁKLADY

Třída provedení ocelové konstrukce: EXC2

POZNÁMKA:  
 kótováno vždy na osu

Název:	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	
Katedra:	K135 - katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
Vedoucí práce:	Ing. Kamila Cábová, Ph.D.	
Vypracoval:	Adam Habětínek	FORMÁT: 2xA4
Výkres:	ŘEZ B-B; SPORTOVNÍ HALA	MĚŘÍTKO: 1:100
		DATUM: 24.5.2020
		Č. VÝKR.: 3

# POHLED NA PODÉLNOU STĚNU; M-1:100



## VYSVĚTLIVKY:

HEA 240 - SLOUP  
 MSH 100x100x8 -HORNÍ PÁS VAZNÍKU  
 MSH 80x80x5 -PODÉLNÉ ZTUŽENÍ V STŘEŠNÍ ROVINĚ  
 KT Ø 114x8 -PODÉLNÉ STĚNOVÉ ZTUŽENÍ

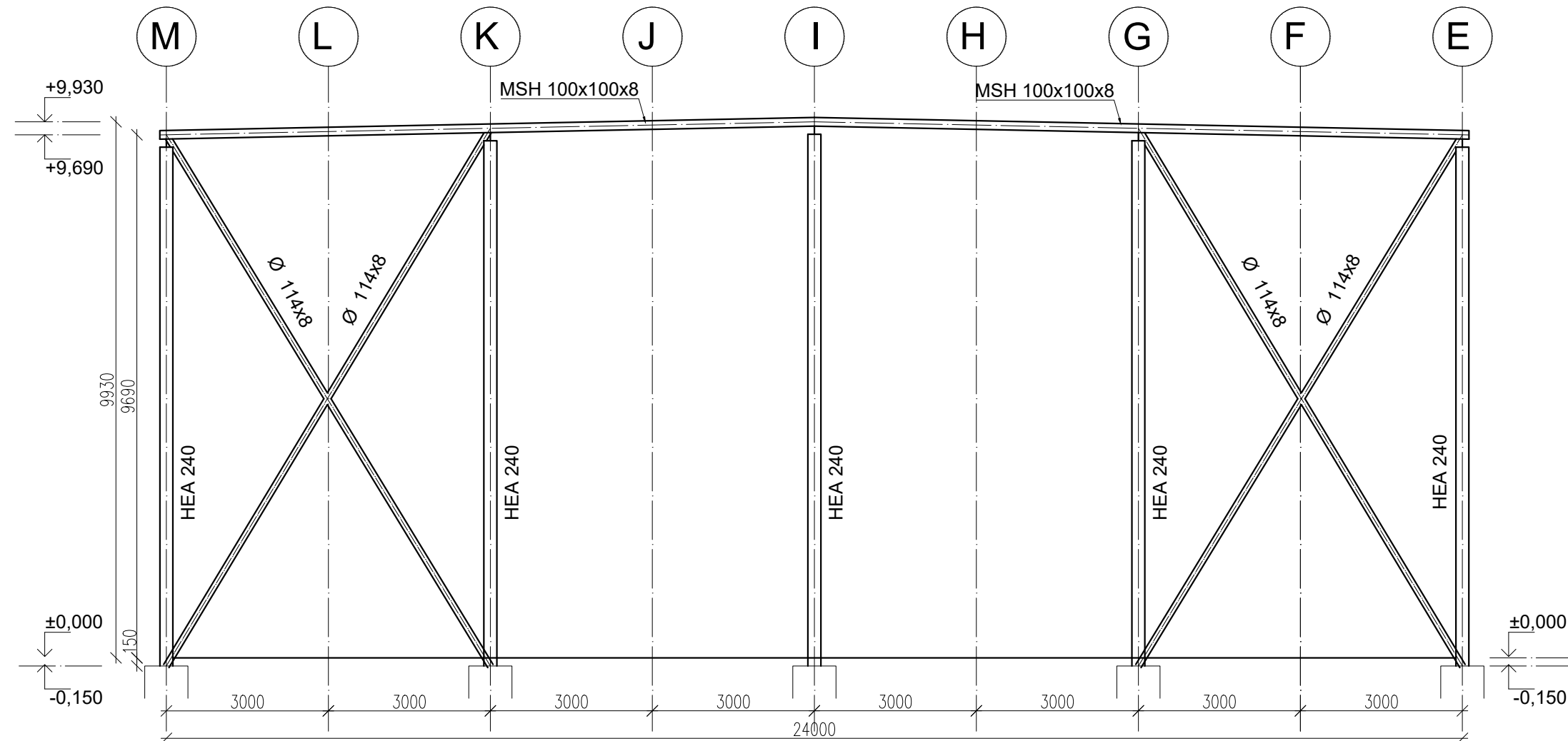
OCEL: S355J0 -OCELOVÉ KONSTRUKCE  
 BETON: C20/25 - ZÁKLADY

Třída provedení ocelové konstrukce: EXC2

POZNÁMKA:  
kótováno vždy na osu

Název:	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		
Katedra:	K135 - katedra ocelových a dřevěných konstrukcí		
Vedoucí práce:	Ing. Kamila Cábová, Ph.D.		
Vypracoval:	Adam Habětínek	FORMÁT:	2xA4
Výkres:	POHLED NA PODÉLNOU STĚNU; SPORTOVNÍ HALA	MĚŘÍTKO:	1:100
		DATUM:	24.5.2020
		Č. VÝKR.:	4

POHLED NA PŘÍČNOU STĚNU;  
M-1:100




VYSVĚTLIVKY:

HEA 240 - SLOUP  
MSH 100x100x8 -HORNÍ PÁS VAZNÍKU  
KT Ø114x8 -PŘÍČNÉ STĚNOVÉ ZTUŽENÍ

OCEL: S355J0 -OCELOVÉ KONSTRUKCE  
BETON: C20/25 - ZÁKLADY

Třída provedení ocelové konstrukce: EXC2

POZNÁMKA:  
kótováno vždy na osu

Název:	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	
Katedra:	K135 - katedra ocelových a dřevěných konstrukcí	
Vedoucí práce:	Ing. Kamila Cábová, Ph.D.	
Vypracoval:	Adam Habětínek	FORMÁT: 2xA4
Výkres:	POHLED NA PŘÍČNOU STĚNU; SPORTOVNÍ HALA	MĚŘÍTKO: 1:100
		DATUM: 24.5.2020
		Č. VÝKR.: 5



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební**

**Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**

**Část C, D**

**Stanovení požárních scénářů a**

**Posouzení vybraných prvků konstrukce za požáru**

Bakalářská práce

**Adam Habětínek**

Praha 2020



## Obsah

1. Úvod.....	3
2. Požární scénáře.....	3
2.1 Normová teplotní křivka.....	3
2.2 Lokální požár.....	4
3. Posouzení příhradového vazníku.....	6
3.1 Zatížení vazníku .....	6
3.2 Posouzení účinků normového požáru.....	6
3.3 Posouzení účinků lokálního požáru.....	12
4. Posouzení sloupu.....	17
4.1 Zatížení sloupu .....	17
4.2 Posouzení účinků normového požáru.....	18
4.3 Posouzení účinků lokálního požáru.....	22
5. Závěr.....	24
5.1 Navržená opatření zajišťující požární odolnost.....	25
5.2 Použitá literatura.....	25

Příloha 1 – Technické listy produktů

# 1. Úvod

Tyto části práce se věnují vytvoření požárních scénářů a posouzení požární odolnosti vybraných prvků ocelové konstrukce. Posuzovanými prvky jsou příhradový vazník a sloup ocelové konstrukce sportovní haly, v případě nevyhovující požární odolnosti návrh protipožární ochrany.

## 2. Požární scénáře

Pro tuto část práce byly stanoveny 2 požární scénáře.

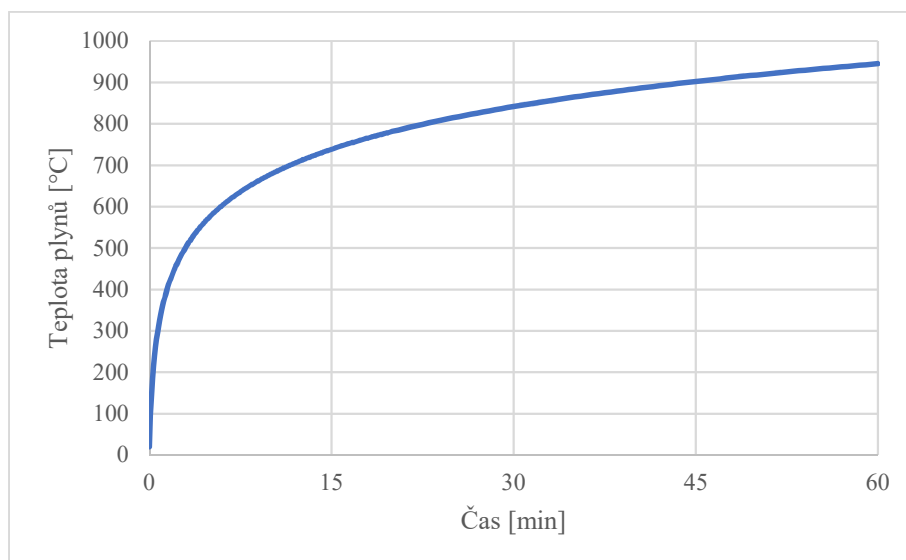
### 2.1 Normová teplotní křivka

Prvním požárním scénářem je požár s průběhem teploty plynů dle normové teplotní křivky. Křivka uvažuje rovnoměrnou teplotu v celém prostoru PÚ, ke které dojde po celkovém vzplanutí (flashoveru)

Průběh teploty v čase byl spočten dle:

$$\theta_g = 20 + 345 * \log_{10}(8 * t + 1) \text{ [}^\circ\text{C]}$$

kde: t – čas v minutách

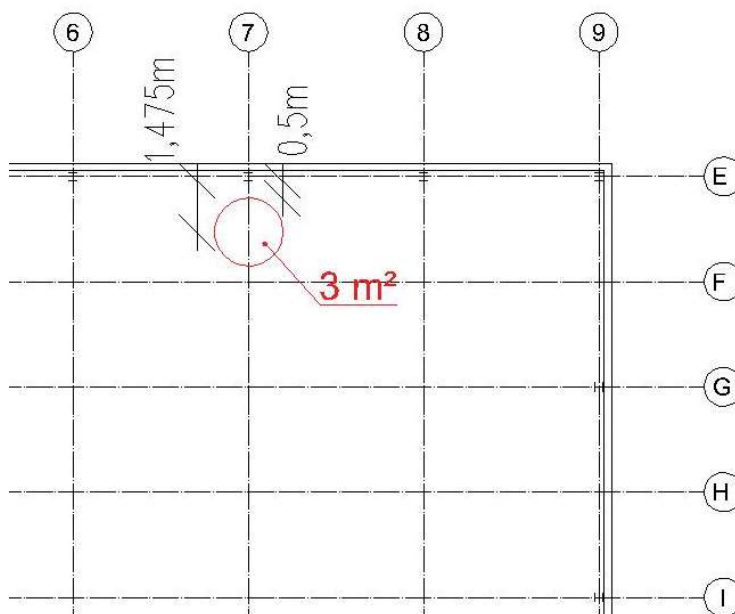


Obrázek 1: Průběh teploty plynů dle normové křivky ISO 834.

## 2.2 Lokální požár

Pro model lokálního požáru byl zvolen požární scénář výstavního stánku předváděcí akce konané ve sportovní hale. Dle PBR je v sportovní hale uvažováno nejen s provozem sportoviště ale také s možným využitím prostoru pro různé druhy společenských akcí, jako je například obchodní předváděcí akce. Podobným způsobem došlo k nešťastnému požáru a zřícení levého křídla Průmyslového paláce v Holešovicích roku 2008. (<https://www.pozary.cz/clanek/15591-2008-v-praze-doslo-k-jednomu-z-nejvetsich-pozaru-posledni-doby-horel-prumyslovy-palac/>)

Možným důvodem vznícení by mohly být např. závada elektrického spotřebiče ve stánku, nedbalost obsluhy stánku, nevhodná manipulace s hořlavinami. Pro model lokálního požáru je uvažováno s umístěním požárního zatížení min. 0,5 m od sloupu (viz obrázek 2) a maximální rychlostí uvolňování tepla HRR 7,5 MW na ploše 3 m<sup>2</sup> (simuluje výstavní stánek o výšce 3 m).



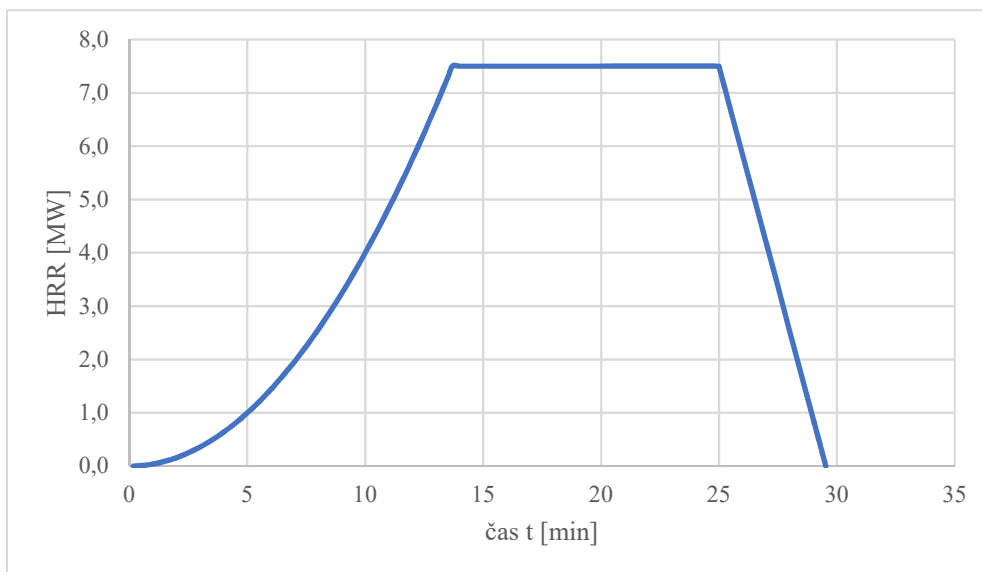
Obrázek 2: Znárodnění umístění lokálního požáru.

Požár je umístěn v požárním úseku sportovní haly (N01.02/N02), který je vybaven elektrickou požární signalizací. Ta následně zajišťuje přirozený odvod spalin okny, která jsou automaticky elektromotoricky otevřena. Neuvažuje se s porušením okenních tabulí.

V dalších výpočtech je tedy uvažováno s lokálním požárem o kruhové ploše s průměrem 1,95 m. ve vzdálenosti 1,475 m od hrany sloupu. (vzdálenost od středu požáru viz obrázek 2). Celková výhřevnost předpokládaného paliva požáru je 10,2 MJ. Toto množství energie bylo stanoveno od 400 kg dřeva (17,5 MJ/kg), 40 kg ostatních celulósových materiálů (20 MJ/kg), 80 kg směsi plastů (30 MJ/kg). Výhřevnosti materiálů byly stanoveny dle přílohy E ČSN EN 1991-1-2.

Pro stanovení rychlosti uvolňování tepla požáru (HRR, Heat of Release Rate) byl použit výpočetní model „t<sup>2</sup> fire“, který předpokládá 3 fáze požáru a to rozhořívání, ustálené hoření, dohořívání. Fáze rozhořívání a ustáleného hoření spotřebují 70% celkové energie požáru, zbylých 30% energie je uvolněno v průběhu fáze dohořívání. Obrázek 3 zobrazuje průběh HRR v čase dle následujících rovnic:

- fáze rozhořívání –  $Q = 1MW * \left(\frac{t}{t_\alpha}\right)^2, t_\alpha = 300 \text{ s}$  (střední rychlost rozvoje požáru)
- fáze ustálené hoření –  $Q = HRR_{max}$
- fáze dohořívání –  $Q = \text{lineární pokles}$

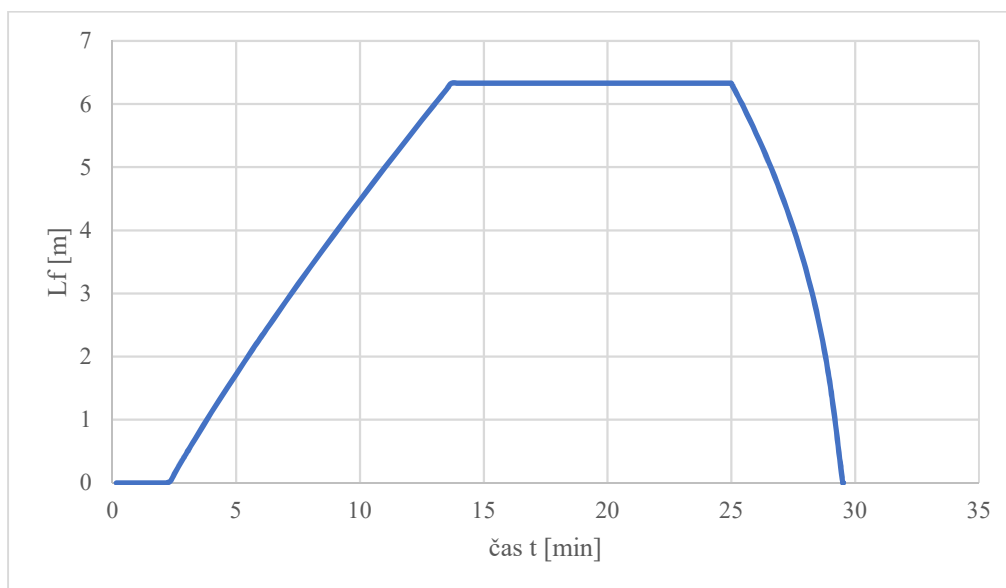


Obrázek 3: Průběh HRR v čase t.

Byla stanovena výška resp. délka plamene dle vzorce  $L_f = -1,02 * D + 0,0148 * Q^{(2/5)}$

kde:

- D – maximální průměr plochy požáru
- Q – časově závislá veličina rychlost uvolňování v čase (HRR)



Obrázek 4: Průběh výšky plamene v čase t.

Maximální výška plamene byla vypočtena na 6,330 m. Této hodnoty je dosaženo v čase  $t = 13,69$  min. Výška stropu je v místě lokálního požáru +9,747 m a hrana spodního pásu příhradového vazníku je ve výšce +7,400 m. Plameny lokálního požáru tedy přímo nedosáhnou k úrovni stropu, ani k ocelovým prvkům konstrukce, proto je možné výpočet teploty plynu metodou Heskestad.

### 3. Posouzení příhradového vazníku

Posuzován je příhradový vazník, navržený za běžné teploty (Část B, kap 5). Posouzení je provedeno pomocí redukovaných vlastností oceli za požáru. Vazník musí dle PBR (Část A, kap. e) splnit požadovanou požární odolnost R 15.

Posuzované části příhradového nosníku jsou horní a dolní pás.

#### 3.1 Zatížení vazníku

Rozhodující vnitřní síly za běžné teploty pro MSÚ (viz část B, kap.5.3):

Tabulka 1: Rozhodující vnitřní síly horního a spodního pásu vazníku

Prut	Maximální tah [kN]	Maximální tlak [kN]
horní pás	62,57	-204,03
dolní pás	203,62	-44,96

Stálé zatížení:

$$G_k = vl. tíha + ZS2 = 0,226 + 1,24 = 1,466 [kN/m]$$

Hodnota vlastní tíhy byla zvolena od horního pásu, který má vyšší hmotnost na běžný metr než dolní. Hodnota ZS2 odpovídá zatěžovacímu stavu 2 (Část B, kap 5.1), zatížení od střešního pláště.

Proměnné zatížení:

$$Q_k = ZS4 + \psi_{0,vitr} * ZS8 = 2,8 + 0,6 * 0,63 = 3,178 [kN/m]$$

Hodnoty ZS4 a ZS8 odpovídají zatěžovacím stavům 4 a 8 (Část B, kap 5.1), zatížení sněhem a větrem.

Redukční součinitel pro zatížení při požáru je stanoven výpočtem:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{1,1} * Q_k}{G_k * \gamma_G + Q_k * \gamma_Q} = \frac{1,466 + 0,2 * 3,178}{1,466 * 1,35 + 3,178 * 1,5} = 0,312 [-]$$

Kde: -  $\psi_{1,1}$  kombinační součinitel proměnného zatížení pro časté zatížení  $\psi_{1,1} = 0,2$  (zatížení sněhem objektu do 1000 m.n.m.)

Vnitřní síly snižené redukčním součinitelem při požáru  $N_{fi,Ed} = \eta_{fi} * N_{Ed}$  :

Tabulka 2: Rozhodující síly přepočtené pro požární situaci

Prut	Maximální tah [kN]	Maximální tlak [kN]
horní pás; 100x100x8	19,52	-63,66
dolní pás; 120x60x8	63,53	-14,03

#### 3.2 Posouzení účinků normového požáru

Pomocí přírůstkové metody je spočtena teplota nechráněného průřezu, využit byl tabulkový kalkulátor MS Excel. Časový krok ve výpočtu  $\Delta t = 6 s$ .

Teplota průřezu v čase:  $\theta_{a,t(n)} = \theta_{a,t(n-1)} + \Delta\theta_{a,t(n)}$  [°C]

kde:

- $\theta_{a,t(n-1)}$  – teplota průřezu v předchozím časovém kroku
- $\Delta\theta_{a,t(n)}$  – změna teploty průřezu v časovém kroku  $\Delta\theta_{a,t(n)} = k_{sh} * \frac{A_m/V}{c_a * \rho_a} * h_{net,d} * \Delta t$

kde:

- $\Delta t$  – časový krok ve výpočtu  $\Delta t = 6$  [s]
- $\rho_a$  – objemová hmotnost oceli  $\rho_a = 7850$  [kg/m<sup>3</sup>]
- $k_{sh}$  – vliv stínění, pro uzavřené průřezy se neprojevuje  $k_{sh} = 1$
- $A_m/V$  – součinitel průřezu

$$\text{pro horní pás } A_m/V = \frac{3*0,1}{2560*10^{-6}} = 104,167 \text{ [m}^{-1}\text{]} \text{ (expoze požíaru ze 3 stran)}$$

$$\text{pro dolní pás } A_m/V = \frac{2*0,12+2*0,06}{2880*10^{-6}} = 140,625 \text{ [m}^{-1}\text{]} \text{ (expoze požíaru ze 4 stran)}$$

- $h_{net,d}$  – tepelný tok na průřez  $h_{net,d} = h_{net,c} + h_{net,r}$  [W/m<sup>2</sup>]

$$h_{net,c} \text{ – složka přestupu tepla prouděním } h_{net,c} = \alpha_c * (\theta_g - \theta_m) \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$\alpha_c \text{ – součinitel přestupu tepla prouděním, pro normovou tepl. křivku } \alpha_c = 25 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$\theta_g \text{ – teplota plynů [°C]}$$

$$\theta_m \text{ – teplota povrchu prvku [°C]}$$

$$h_{net,r} \text{ – složka přestupu tepla sáláním}$$

$$h_{net,r} = \phi * \varepsilon_{res} * \sigma * [(\theta_r + 273)^4 - (\theta_m + 273)^4] \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$\varepsilon_{res} \text{ – výsledná emisivita } \varepsilon_{res} = \varepsilon_f * \varepsilon_m$$

$$\varepsilon_f \text{ – emisivita vztažná k požárnímu úseku } \varepsilon_f = 1,0$$

$$\varepsilon_m \text{ – emisivita vztažená k povrchu materiálu } \varepsilon_m = 0,7 \text{ (pro běžné ocelové prvky)}$$

$$\phi \text{ – polohový faktor } \phi = 1$$

$$\sigma \text{ – Stefan-bolzmanova konstanta } \sigma = 5,67 * 10^{-8} \text{ [W/(m}^2\text{K}^4\text{)]}$$

$$\theta_r \text{ – sálavá teplota okolí prvku [°C] lze ji považovat za rovnou teplotě plynů } \theta_g$$

$$\theta_m \text{ – povrchová teplota prvku [°C]}$$

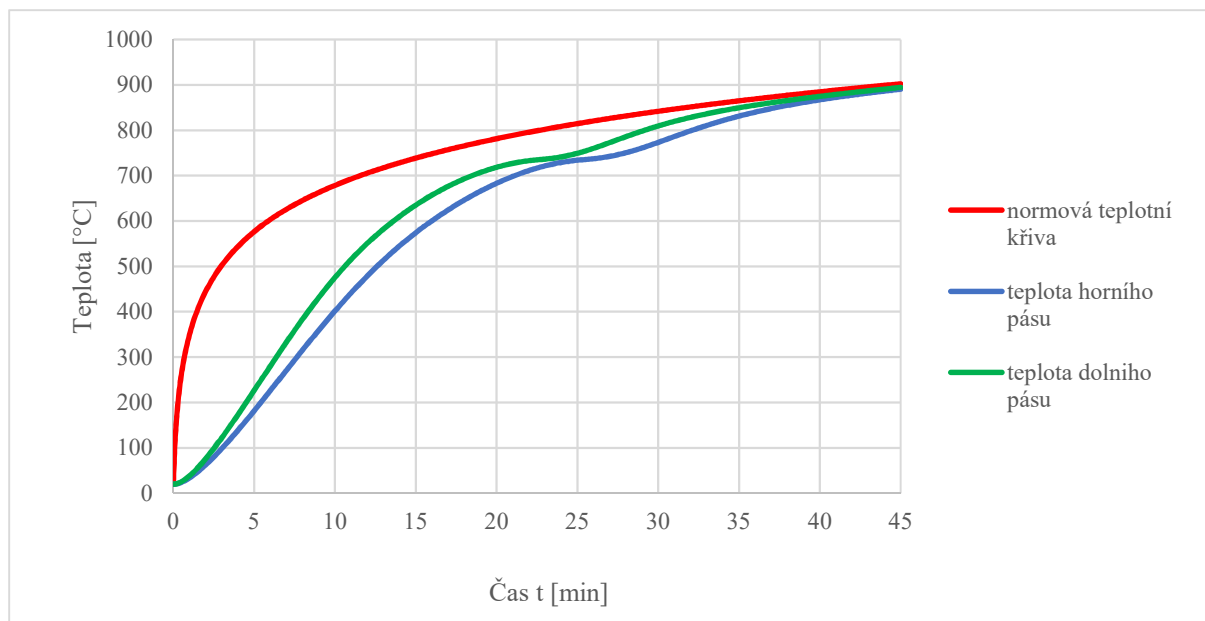
- $c_a$  – měrná tepelná kapacita, mění se s rostoucí teplotou oceli [J/(kg\*k)]

$$20 < \theta_a < 600 \quad c_a = 425 + 7,73 * 10^{-1} * \theta_a - 1,69 * 10^{-3} * \theta_a^2 + 2,22 * 10^{-6} * \theta_a^3$$

$$600 < \theta_a < 735 \quad c_a = 666 + \frac{13002}{(738 - \theta_a)}$$

$$735 < \theta_a < 900 \quad c_a = 666 + \frac{17800}{(\theta_a - 731)}$$

$$900 < \theta_a < 1000 \quad c_a = 650$$



Obrázek 5: Průběh teplot plynu a průřezů vazníku.

t			$Q_g$	$h_{net,r}$	$h_{net,c}$	$h_{net,d}$	$c_a$	$\Delta\theta_{a,t}$	$\theta_{a,t}$
min	sec	min	°C	W / m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup>	J / kg K	°C	°C
0	0	0	20,0						20,0
0	6	0,10	108,1	544,43	2201,725	2746,15	439,80	0,0	20,0
0	12	0,20	163,2	1141,93	3566,717	4708,65	439,80	0,5	20,5
14	48	14,80	736,6	21325,52	4200,829	25526,35	723,36	2,8	568,5
14	54	14,90	737,6	21223,09	4155,875	25378,97	726,18	2,8	571,3
<b>15</b>	<b>0</b>	<b>15,00</b>	<b>738,6</b>	<b>21120,00</b>	<b>4111,429</b>	<b>25231,43</b>	<b>729,01</b>	<b>2,8</b>	<b>574,1</b>
15	6	15,10	739,5	21016,30	4067,489	25083,79	731,84	2,7	576,8
15	12	15,20	740,5	20912,03	4024,052	24936,08	734,68	2,7	579,6

Tabulka 3: Výpočtová tabulka přírůstkové metody horního pásu

t			$Q_g$	$h_{net,r}$	$h_{net,c}$	$h_{net,d}$	$c_a$	$\Delta Q_{a,t}$	$Q_{a,t}$
min	sec	min	°C	W / m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup>	J / kg K	°C	°C
0	0	0	20,0						20,0
0	6	0,10	108,1	544,43	2201,725	2746,15	439,80	0,0	20,0
0	12	0,20	163,2	1141,23	3562,367	4703,60	439,80	0,7	20,7
14	48	14,80	736,6	14806,92	2656,844	17463,76	784,07	2,4	630,3
14	54	14,90	737,6	14690,32	2622,209	17312,53	786,72	2,4	632,7
<b>15</b>	<b>0</b>	<b>15,00</b>	<b>738,6</b>	<b>14574,32</b>	<b>2588,129</b>	<b>17162,45</b>	<b>789,45</b>	<b>2,4</b>	<b>635,0</b>
15	6	15,10	739,5	14458,99	2554,604	17013,59	792,28	2,3	637,4
15	12	15,20	740,5	14344,39	2521,635	16866,02	795,20	2,3	639,7

Tabulka 4: Výpočtová tabulka přírůstkové metody dolního pásu

Maximální teplota průřezů je v 15. minutě při působení požáru dle normové křivky pro horní pás 574,1 °C a pro dolní pás 635,0 °C.

$$\theta_{a,h} = 574,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{a,d} = 635,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Teplota oceli $\theta_a$	Redukční součinitel pro účinnou mez kluzu $k_{y,\theta}$	Redukční součinitel pro sklon lineární pružní části $k_{E,\theta}$
500 °C	0,780	0,600
600 °C	0,470	0,310
700 °C	0,230	0,130
800 °C	0,110	0,090

Tabulka 5: Redukční součinitele pracovního diagramu uhlíkové oceli při zvýšených teplotách

Lineární interpolací byly určeny hodnoty redukčních součinitelů:

$$k_{y,\theta,h} = 0,550 \quad k_{E,\theta,h} = 0,385$$

$$k_{y,\theta,d} = 0,386 \quad k_{E,\theta,d} = 0,247$$

Posouzení tahu:

Dolní pás (120x60x8):  $N_{fi,Ed} = 63,53 \text{ kN}$

$$N_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta,d} * N_{t,Rd} = 0,386 * 908,8 = 350,79 \text{ kN} > 63,53 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$N_{t,Rd}$  – únosnost v tahu za běžné teploty  $N_{t,Rd} = 908,8 \text{ kN}$  (viz Část B kap. 5.4.1)

Horní pás (100x100x8):  $N_{fi,Ed} = 19,52 \text{ kN}$

$$N_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta,d} * N_{t,Rd} = 0,550 * 1022,4 = 562,32 \text{ kN} > 19,52 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$N_{t,Rd}$  – únosnost v tahu za běžné teploty  $N_{t,Rd} = 1022,4 \text{ kN}$  (viz Část B kap. 5.4.1)



Posouzení tlaku: Pro posouzení je uvažováno pouze rozhodující vybočení z roviny vazníku, kde jsou větší vzpěrné délky.

Dolní pás (120x60x8):  $N_{fi,Ed} = -14,03 [kN]$

$$N_{b,fi,Rd} = \chi_{fi} * A * k_{y,\theta} * f_y / \gamma_{M,fi} = 0,0387 * 2560 * 0,386 * 355 / 1 = 13590,15 [N] \\ = 13,590 [kN]$$

kde:

- $A$  – plocha průřezu  $A = 2560 \text{ mm}^2$
- $k_{y,\theta,d}$  – redukční součinitel meze kluzu oceli pro zvýšenou teplotu  $k_{y,\theta,d} = 0,386$
- $f_y$  – mez kluzu oceli  $f_y = 355 \text{ MPa}$
- $\gamma_{M,fi}$  – dílčí součinitel spolehlivosti za požáru  $\gamma_{M,fi} = 1$
- $\chi_{fi}$  – součinitel vzpěrnosti za požární situace  $\chi_{fi} = \frac{1}{\Phi_\theta + \sqrt{\Phi_\theta^2 - \lambda_\theta'^2}} = \frac{1}{13,355 + \sqrt{13,355^2 - 4,813^2}} =$

$$0,0387 [-]$$

kde:

$$\Phi_\theta = 0,5 * (1 + \alpha * \lambda_\theta' + \lambda_\theta'^2) = 0,5 * (1 + 0,529 * 4,813 + 4,813^2) = 13,355 [-]$$

kde:

- $\alpha = 0,65 * \sqrt{235/f_y} = 0,65 * \sqrt{235/355} = 0,529 [-]$
- $\lambda_\theta'$  - poměrná štíhlost pro teplotu  $\theta$   $\lambda_\theta' = \lambda' * \sqrt{k_{y,\theta}/k_{E,\theta}} = 3,85 * \sqrt{0,386/0,247} = 4,813 [-]$
- $\lambda'$  poměrná štíhlost prutu za běžné teploty  $\lambda' = 3,85 [-]$

$$N_{b,fi,Rd} = 13,590 [kN] < N_{fi,Ed} = 14,03 [kN] \rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

Horní pás (100x100x8):  $N_{fi,Ed} = -63,66 [kN]$

$$N_{b,fi,Rd} = \chi_{fi} * A * k_{y,\theta} * f_y / \gamma_{M,fi} = 0,1521 * 2880 * 0,550 * 355 / 1 = 85532,84 [N] \\ = 85,533 [kN]$$

kde:

- $A$  – plocha průřezu  $A = 2880 \text{ mm}^2$
- $k_{y,\theta,d}$  – redukční součinitel meze kluzu oceli pro zvýšenou teplotu  $k_{y,\theta,d} = 0,550$
- $f_y$  – mez kluzu oceli  $f_y = 355 \text{ MPa}$
- $\gamma_{M,fi}$  – dílčí součinitel spolehlivosti za požáru  $\gamma_{M,fi} = 1$
- $\chi_{fi}$  – součinitel vzpěrnosti za požární situace  $\chi_{fi} = \frac{1}{\Phi_\theta + \sqrt{\Phi_\theta^2 - \lambda_\theta'^2}} = \frac{1}{3,679 + \sqrt{3,679^2 - 2,271^2}} =$

$$0,1521 [-]$$

kde:

$$\Phi_\theta = 0,5 * (1 + \alpha * \lambda_\theta' + \lambda_\theta'^2) = 0,5 * (1 + 0,529 * 2,271 + 2,271^2) = 3,679 [-]$$

kde:

- $\alpha = 0,65 * \sqrt{235/f_y} = 0,65 * \sqrt{235/355} = 0,529 [-]$
- $\lambda_\theta'$  - poměrná štíhlost pro teplotu  $\theta$   $\lambda_\theta' = \lambda' * \sqrt{k_{y,\theta}/k_{E,\theta}} = 1,90 * \sqrt{0,550/0,385} = 2,271 [-]$
- $\lambda'$  poměrná štíhlost prutu za běžné teploty  $\lambda' = 1,90 [-]$

$$N_{b,fi,Rd} = 85,533 [kN] > N_{fi,Ed} = 63,66 [kN] \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Pro posouzení diagonál a svislic příhradového vazníku se předpokládá stejná teplota v 15. minutě požáru jako teplota dolního pásu, tedy stejná hodnota redukčního součinitele meze kluzu  $k_{y,\theta,d} = 0,386$ . V porovnání s redukčním součinitelem zatížení za požáru  $\eta_{fi} = 0,312$  se zatížení redukuje více. Lze předpokládat, že pruty vyhoví.

Dolní pás příhradového vazníku posouzený redukovanými vlastnostmi oceli nevyhovuje požadované požární odolnosti 15 minut. Je nutné tedy zvolit vhodnou protipožární ochranu, nebo změnit navrhovaný průřez pásu (návrh zajištění požadované požární odolnosti kap. 5.1).

### 3.3 Posouzení účinků lokálního požáru

Posuzován je příhradový vazník, navržený za běžné teploty (Část B, kap 5). Posouzení je provedeno pomocí redukováných vlastností oceli za požáru. Vazník musí dle PBR (Část A, kap. e) splnit požadovanou požární odolnost R 15.

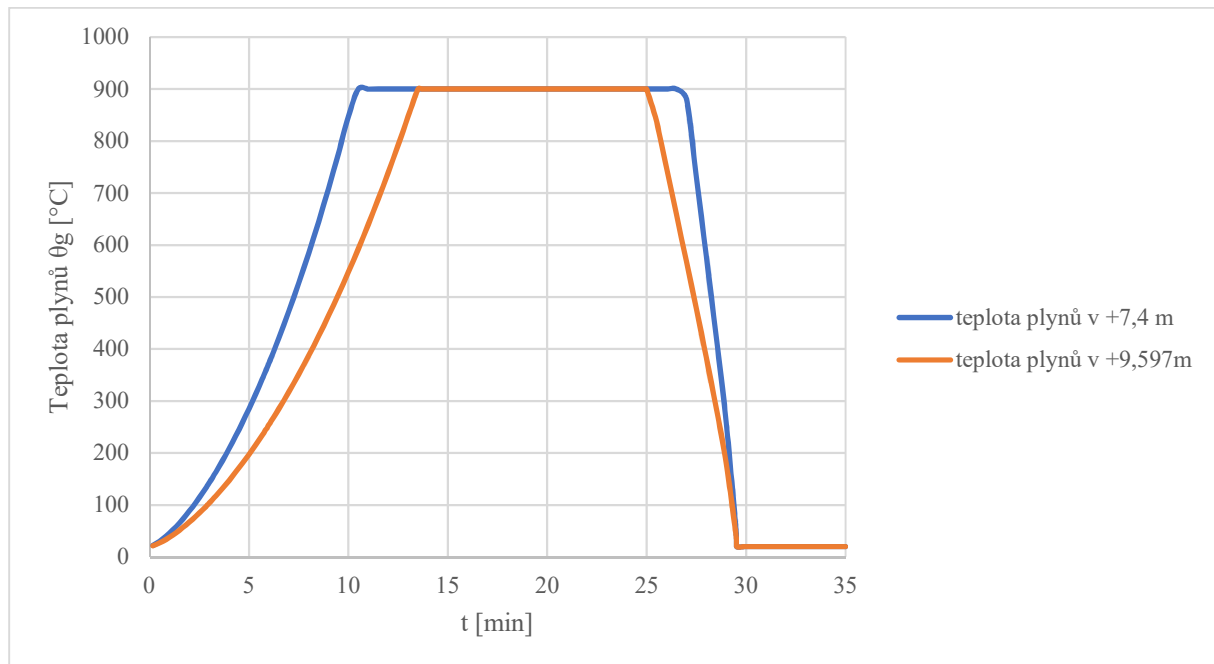
Pro další výpočty byla stanovena teplota plynů v ose lokálního požáru ve výšce +7,400 m (spodní hrana dolního pásu vazníku) a +9,597 m (spodní hrana horního pásu vazníku). Teplota plynů byla stanovena dle modelů lokálních požárů normy ČSN EN 1993-1-2, příloha C.

Dle vzorce:  $\theta_g = 20 + 0,25 * Q_c^{2/3} * (z - z_0)^{-5/3}$

kde:

- $z$  – výška nad podlahou
- $z_0$  – virtuální počátek  $z_0 = -1,02 * D + 0,00524 * Q^{2/5}$  [m]
- $Q_c$  – konvenční složka tepelného toku  $Q_c = 0,8 * Q$  [W]
- $D$  – maximální průměr plochy požáru [m]
- $Q$  – rychlost uvolňování tepla v čase (HRR) [W]

Okrajovou podmínkou pro tento výpočet je maximální teplota plynů rovna 900 °C.



Obrázek 6: Průběh teplot plynů v ose požáru v dané výšce

Pomocí přírůstkové metody (pro tyto průběhy teplot plynů) byly spočteny průběhy teplot průřezů příhradové vazníku.

Teplota průřezu v čase:  $\theta_{a,t(n)} = \theta_{a,t(n-1)} + \Delta\theta_{a,t(n)}$  [°C]

kde:

- $\theta_{a,t(n-1)}$  – teplota průřezu v předchozím časovém kroku
- $\Delta\theta_{a,t(n)}$  – změna teploty průřezu v časovém kroku  $\Delta\theta_{a,t(n)} = k_{sh} * \frac{A_m/V}{c_a * \rho_a} * h_{net,d} * \Delta t$

kde:

- $\Delta t$  – časový krok ve výpočtu  $\Delta t = 6$  [s]

- $\rho_a$  – objemová hmotnost oceli  $\rho_a = 7850 [kg/m^3]$
- $k_{sh}$  – vliv stínění, pro uzavřené průřezy se neprojevuje  $k_{sh} = 1$
- $A_m/V$  – součinitel průřezu

$$\text{pro horní pás } A_m/V = \frac{3 \cdot 0,1}{2560 \cdot 10^{-6}} = 104,167 [m^{-1}] \text{ (expozice požáru ze 3 stran)}$$

$$\text{pro dolní pás } A_m/V = \frac{2 \cdot 0,12 + 2 \cdot 0,06}{2880 \cdot 10^{-6}} = 140,625 [m^{-1}] \text{ (expozice požáru ze 4 stran)}$$

- $h_{net,d}$  – tepelný tok na průřez  $h_{net,d} = h_{net,c} + h_{net,r} [W/m^2]$

$$h_{net,c} \text{ – složka přestupu tepla prouděním } h_{net,c} = \alpha_c \cdot (\theta_g - \theta_m) [W/m^2]$$

$$\alpha_c \text{ – součinitel přestupu tepla prouděním, pro normovou tepl. křivku } \alpha_c = 25 [W/m^2]$$

$$\theta_g \text{ – teplota plynů } [^{\circ}C]$$

$$\theta_m \text{ – teplota povrchu prvku } [^{\circ}C]$$

$$h_{net,r} \text{ – složka přestupu tepla sáláním}$$

$$h_{net,r} = \phi \cdot \varepsilon_{res} \cdot \sigma \cdot [(\theta_r + 273)^4 - (\theta_m + 273)^4] [W/m^2]$$

$$\varepsilon_{res} \text{ – výsledná emisivita } \varepsilon_{res} = \varepsilon_f \cdot \varepsilon_m$$

$$\varepsilon_f \text{ – emisivita vztažná k požárnímu úseku } \varepsilon_f = 1,0$$

$$\varepsilon_m \text{ – emisivita vztažená k povrchu materiálu } \varepsilon_m = 0,7 \text{ (pro běžné ocelové prvky)}$$

$$\phi \text{ – polohový faktor } \phi = 1$$

$$\sigma \text{ – Stefan-bolzmanova konstanta } \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} [W/(m^2K^4)]$$

$$\theta_r \text{ – sálavá teplota okolí prvku } [^{\circ}C] \text{ lze ji považovat za rovnou teplotě plynů } \theta_g$$

$$\theta_m \text{ – povrchová teplota prvku } [^{\circ}C]$$

- $c_a$  – měrná tepelná kapacita, mění se s rostoucí teplotou oceli  $[J/(kg \cdot K)]$

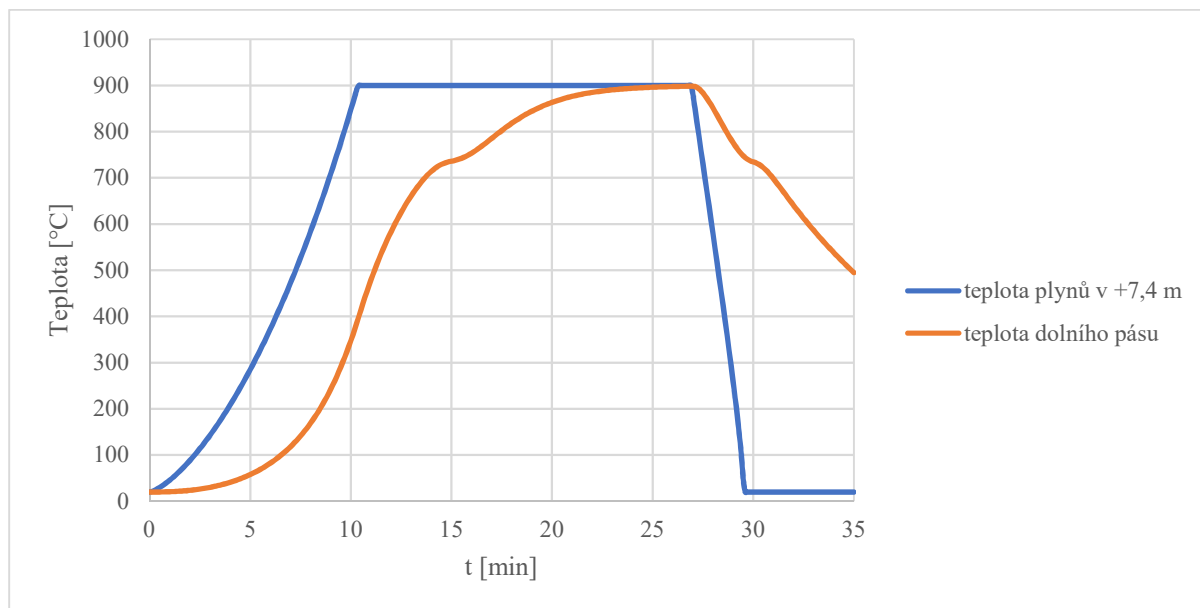
$$20 < \theta_a < 600 \quad c_a = 425 + 7,73 \cdot 10^{-1} \cdot \theta_a - 1,69 \cdot 10^{-3} \cdot \theta_a^2 + 2,22 \cdot 10^{-6} \cdot \theta_a^3$$

$$600 < \theta_a < 735 \quad c_a = 666 + \frac{13002}{(738 - \theta_a)}$$

$$735 < \theta_a < 900 \quad c_a = 666 + \frac{17800}{(\theta_a - 731)}$$

$$900 < \theta_a < 1000 \quad c_a = 650$$

Dolní pás (120x60x8, ve výšce +7,40 m):



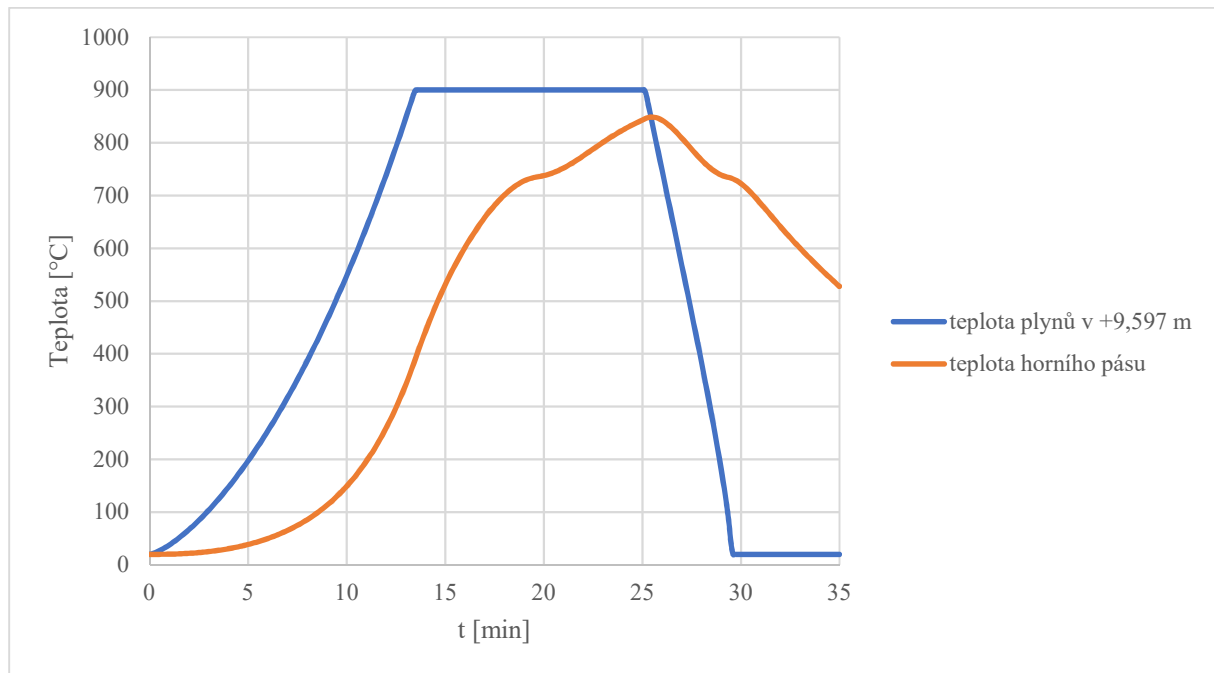
Obrázek 7: Průběh teploty plynů a průřezu dolního pásu v ose lokálního požáru.

T			$Q_g$	$h_{net,r}$	$h_{net,c}$	$h_{net,d}$	$c_a$	$\Delta Q_{a,t}$	$Q_{a,t}$
min	sec	min	°C	W / m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup>	J / kg K	°C	°C
0	0	0	20,0						20,0
	6	0,10	21,1	4,54	28,256	32,80	439,80	0,0	20,0
0	12	0,20	22,9	11,60	71,548	83,15	439,80	0,0	20,0

14	48	14,80	900,0	34325,00	4149,646	38474,65	3117,10	1,3	734,0
14	54	14,90	900,0	34156,16	4123,652	38279,82	3928,03	1,0	735,1
<b>15</b>	<b>0</b>	<b>15,00</b>	<b>900,0</b>	<b>34022,24</b>	<b>4103,089</b>	<b>38125,33</b>	<b>4940,72</b>	<b>0,8</b>	<b>735,9</b>
15	6	15,10	900,0	33864,89	4078,995	37943,89	4199,32	1,0	736,8
15	12	15,20	900,0	33681,47	4050,993	37732,46	3596,26	1,1	738,0

Tabulka 6: Výpočetní tabulka přírůstkové metody dolního pásu, lokální požár.

Horní pás (100x100x8, ve výšce +9,597 m):



Obrázek 8: Průběh teploty plynů a průřezu horního pásu v ose lokálního požáru.

t			$Q_g$	$h_{net,r}$	$h_{net,c}$	$h_{net,d}$	$c_a$	$\Delta Q_{a,t}$	$Q_{a,t}$
min	sec	min	°C	W / m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup>	J / kg K	°C	°C
0	0	0	20,0						20,0
	6	0,10	20,8	3,19	19,867	23,05	439,80	0,0	20,0
0	12	0,20	22,0	8,11	50,268	58,38	439,80	0,0	20,0

14	48	14,80	900,0	59834,75	9624,273	69459,02	671,58	8,3	515,0
14	54	14,90	900,0	59191,27	9420,394	68611,66	678,12	8,2	523,2
<b>15</b>	<b>0</b>	<b>15,00</b>	<b>900,0</b>	<b>58542,36</b>	<b>9220,951</b>	<b>67763,31</b>	<b>684,75</b>	<b>8,0</b>	<b>531,2</b>
15	6	15,10	900,0	57888,75	9025,889	66914,64	691,47	7,8	539,0
15	12	15,20	900,0	57231,12	8835,145	66066,26	698,27	7,6	546,6

Tabulka 7: Výpočetní tabulka přírůstkové metody horního pásu, lokální požár

Maximální teplota průřezů je v 15. minutě při působení lokálního požáru pro horní pás 531,2 °C a pro dolní pás 735,9 °C.

$$\theta_{a,h} = 531,2 \text{ °C}$$

$$\theta_{a,d} = 735,9 \text{ °C}$$

Lineární interpolací byly určeny hodnoty redukčních součinitelů (tabulka 3):

$$k_{y,\theta,h} = 0,683 \quad k_{E,\theta,h} = 0,510$$

$$k_{y,\theta,d} = 0,187 \quad k_{E,\theta,d} = 0,116$$

Posouzení tahu:

Dolní pás (120x60x8):  $N_{fi,Ed} = 63,53 \text{ kN}$

$$N_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta,d} * N_{t,Rd} = 0,187 * 908,8 = 169,95 \text{ kN} > 63,53 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$N_{t,Rd}$  – únosnost v tahu za běžné teploty  $N_{t,Rd} = 908,8 \text{ kN}$  (viz Část B kap. 5.4.1)

Horní pás (100x100x8):  $N_{fi,Ed} = 19,52 \text{ kN}$

$$N_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta,d} * N_{t,Rd} = 0,683 * 1022,4 = 698,30 \text{ kN} > 19,52 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$N_{t,Rd}$  – únosnost v tahu za běžné teploty  $N_{t,Rd} = 1022,4 \text{ kN}$  (viz Část B kap. 5.4.1)

Posouzení tlaku: Pro posouzení je uvažováno pouze rozhodující vybočení z roviny vazníku, kde jsou větší vzpěrné délky.

Dolní pás (120x60x8):  $N_{fi,Ed} = -14,03 \text{ [kN]}$

$$N_{b,fi,Rd} = \chi_{fi} * A * k_{y,\theta} * f_y / \gamma_{M,fi} = 0,0376 * 2560 * 0,187 * 355 / 1 = 6389,95 \text{ [N]} \\ = 6,390 \text{ [kN]}$$

kde:

- $A$  – plocha průřezu  $A = 2560 \text{ mm}^2$
- $k_{y,\theta,d}$  – redukční součinitel meze kluzu oceli pro zvýšenou teplotu  $k_{y,\theta,d} = 0,187$
- $f_y$  – mez kluzu oceli  $f_y = 355 \text{ MPa}$
- $\gamma_{M,fi}$  – dílčí součinitel spolehlivosti za požáru  $\gamma_{M,fi} = 1$
- $\chi_{fi}$  – součinitel vzpěrnosti za požární situace  $\chi_{fi} = \frac{1}{\Phi_\theta + \sqrt{\Phi_\theta^2 - \lambda_\theta'^2}} = \frac{1}{13,739 + \sqrt{13,739^2 - 4,888^2}} =$

0,0376 [-]

kde:

- $\Phi_\theta = 0,5 * (1 + \alpha * \lambda_\theta' + \lambda_\theta'^2) = 0,5 * (1 + 0,529 * 4,888 + 4,888^2) = 13,739$  [-]

kde:

- $\alpha = 0,65 * \sqrt{235/f_y} = 0,65 * \sqrt{235/355} = 0,529$  [-]
- $\lambda_\theta'$  - poměrná štíhlost pro teplotu  $\theta$   $\lambda_\theta' = \lambda' * \sqrt{k_{y,\theta}/k_{E,\theta}} = 3,85 * \sqrt{0,187/0,116} = 4,888$  [-]
- $\lambda'$  poměrná štíhlost prutu za běžné teploty  $\lambda' = 3,85$  [-]

$$N_{b,fi,Rd} = 6,390 \text{ [kN]} < N_{fi,Ed} = 14,03 \text{ [kN]} \rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

Horní pás (100x100x8):  $N_{fi,Ed} = -63,66 \text{ [kN]}$

$$N_{b,fi,Rd} = \chi_{fi} * A * k_{y,\theta} * f_y / \gamma_{M,fi} = 0,1604 * 2880 * 0,683 * 355 / 1 = 112 063,17 \text{ [N]} \\ = 112,063 \text{ [kN]}$$

kde:

- $A$  – plocha průřezu  $A = 2880 \text{ mm}^2$
- $k_{y,\theta,d}$  – redukční součinitel meze kluzu oceli pro zvýšenou teplotu  $k_{y,\theta,d} = 0,683$
- $f_y$  – mez kluzu oceli  $f_y = 355 \text{ MPa}$
- $\gamma_{M,fi}$  – dílčí součinitel spolehlivosti za požáru  $\gamma_{M,fi} = 1$

- $\chi_{fi}$  – součinitel vzpěrnosti za požární situace  $\chi_{fi} = \frac{1}{\Phi_{\theta} + \sqrt{\Phi_{\theta}^2 - \lambda'_{\theta}{}^2}} = \frac{1}{3,504 + \sqrt{3,504^2 - 2,201^2}} = 0,1605 [-]$   
kde:
- $\Phi_{\theta} = 0,5 * (1 + \alpha * \lambda'_{\theta} + \lambda'_{\theta}{}^2) = 0,5 * (1 + 0,529 * 2,201 + 2,201^2) = 3,504 [-]$   
kde:
- $\alpha = 0,65 * \sqrt{235/f_y} = 0,65 * \sqrt{235/355} = 0,529 [-]$
- $\lambda'_{\theta}$  - poměrná štíhlost pro teplotu  $\theta$   $\lambda'_{\theta} = \lambda' * \sqrt{k_{y,\theta}/k_{E,\theta}} = 1,90 * \sqrt{0,683/0,509} = 2,201[-]$
- $\lambda'$  poměrná štíhlost prutu za běžné teploty  $\lambda' = 1,90 [-]$

$$N_{b,fi,Rd} = 112,063 [kN] > N_{fi,Ed} = 63,66 [kN] \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Pro posouzení diagonál a svislic příhradového vazníku se předpokládá stejná teplota v 15. minutě požáru jako teplota spodního pásu, tedy stejná hodnota redukčního součinitele meze kluzu  $k_{y,\theta,d} = 0,187$ . V porovnání s redukčním součinitelem zatížení za požáru  $\eta_{fi} = 0,312$  se zatížení redukuje méně. Lze předpokládat, že pruty nevyhoví.

Dolní pás a výplňové pruty příhradového vazníku posouzené redukovánými vlastnostmi oceli nevyhovují požadované požární odolnosti 15 minut. Je nutné tedy zvolit vhodnou protipožární ochranu, nebo změnit navrhovaný průřez pásu (návrh zajištění požadované požární odolnosti kap. 5.1).

## 4. Posouzení sloupu

Posuzován je sloup nesoucí příhradový vazník v typické vazbě (např. osa 7). Sloup byl navržen za běžné teploty na dimenzi HEA 240 (Část B, kap. 6). Posouzení sloupu je provedeno pomocí redukováných vlastností oceli. Sloup umístěný v sportovní hale musí dle PBR (Část A, kap. e) splnit požadovanou požární odolnost R 30. Při výpočtu teploty průřezu je uvažováno, že průřez je vystaven požáru ze 3 stran.

Průřezové charakteristiky HEA 240:

E = 210 GPa	$I_z = 2769 * 10^4 \text{ mm}^4$
G = 80,7 GPa	$i_y = 101 \text{ mm}$
$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$	$i_z = 60,0 \text{ mm}$
m = 60,3 kg/m	$I_w = 328500 * 10^6 \text{ mm}^6$
h = 230 mm	$I_t = 41,55 * 10^4 \text{ mm}^4$
b = 240 mm	$W_{pl,y} = 744,6 * 10^3 \text{ mm}^3$
A = 7684 mm <sup>2</sup>	$W_{el,y} = 675,1 * 10^3 \text{ mm}^3$
$I_y = 7763 * 10^4 \text{ mm}^4$	

### 4.1 Zatížení sloupu

Pro posouzení účinků normového teplotní křivky je brána za rozhodující dvojici sil kombinace maximálního momentu a odpovídající normálová síla v patě sloupu za běžné teploty pro MSÚ (viz Část B, kap. 6.1):



	Normálová síla $N_{Ed}$ [kN]	Ohybová síla $M_{y,Ed}$ [kNm]
kombinace maximálního ohybu	-37,63	153,76

Pro posouzení účinků lokálního požáru je brána za rozhodující dvojici sil, dvojice ze stejné kombinace jako u normové teplotní křivky, avšak v místě 1,0 m nad podlahou, tedy 1,15 m nad patou (viz Část B, Příloha 1 Engineer report):

dvojice sil	Normálová síla $N_{Ed}$ [kN]	Ohybová síla $M_{y,Ed}$ [kNm]
kombinace maximálního ohybu	-35,75	117,05

Vybrána byla právě tato kombinace sil z toho důvodu, že při posouzení za běžné teploty vyšlo využití průřezu výrazně větší než při posouzení kombinace sil maximální normálové síly a odpovídajícího momentu.

Redukční součinitel pro zatížení při požáru je stanoven zjednodušeně (konzervativně) na hodnotu  $\eta_{fi} = 0,65$  [-].

Vnitřní síly pro výpočet účinku normového teplotní křivky snížené redukčním součinitelem při požáru  $N_{fi,Ed} = \eta_{fi} * N_{Ed}$ ;  $M_{y,fi,Ed} = \eta_{fi} * M_{y,Ed}$ :

	Normálová síla $N_{fi,Ed}$ [kN]	Ohybová síla $M_{y,fi,Ed}$ [kNm]
kombinace maximálního ohybu	-24,46	99,94

Vnitřní síly pro výpočet účinku lokálního požáru snížené redukčním součinitelem při požáru  $N_{fi,Ed} = \eta_{fi} * N_{Ed}$ ;  $M_{y,fi,Ed} = \eta_{fi} * M_{y,Ed}$ :

	Normálová síla $N_{fi,Ed}$ [kN]	Ohybová síla $M_{y,fi,Ed}$ [kNm]
kombinace maximálního ohybu	-23,24	76,08

## 4.2 Posouzení účinků normové teplotní křivky

Pomocí přírůstkové metody je spočtena teplota nechráněného průřezu, využit byl tabulkový kalkulátor MS Excel. Časový krok ve výpočtu  $\Delta t = 6$  s.

Teplota průřezu v čase:  $\theta_{a,t(n)} = \theta_{a,t(n-1)} + \Delta\theta_{a,t(n)}$  [°C]

kde:

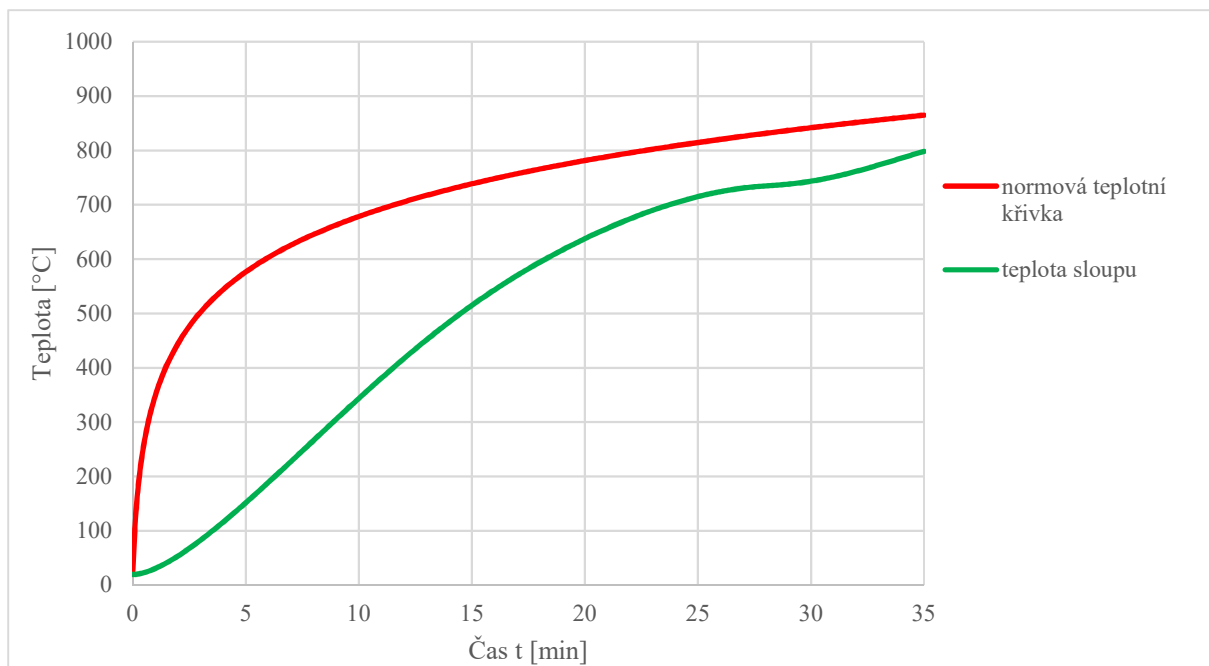
- $\theta_{a,t(n-1)}$  – teplota průřezu v předchozím časovém kroku
- $\Delta\theta_{a,t(n)}$  – změna teploty průřezu v časovém kroku  $\Delta\theta_{a,t(n)} = k_{sh} * \frac{A_m/V}{c_a * \rho_a} * h_{net,d} * \Delta t$

kde:

- $\Delta t$  – časový krok ve výpočtu  $\Delta t = 6$  [s]
- $\rho_a$  – objemová hmotnost oceli  $\rho_a = 7850$  [kg/m<sup>3</sup>]
- $k_{sh}$  – vliv stínění, pro uzavřené průřezy se neprojevuje  $k_{sh} = 0,9 \frac{(A_m/V)_b}{A_m/V} = 0,9 \frac{91,1}{167} = 0,49$  [–]
- $A_m/V$  – součinitel průřezu  $A_m/V = 167$  [m<sup>-1</sup>] (převzato od J.SEIDL & spol. s.r.o.)
- $(A_m/V)_b$  – součinitel průřezu, boxing efekt

$$\text{pro sloup HEA 240 } A_m/V = \frac{0,24+2*0,23}{7684*10^{-6}} = 91,1 \text{ [m}^{-1}\text{]} \text{ (expozice požáru ze 3 stran),}$$

- $h_{net,d}$  – tepelný tok na průřez  $h_{net,d} = h_{net,c} + h_{net,r}$  [W/m<sup>2</sup>]  
 $h_{net,c}$  – složka přestupu tepla prouděním  $h_{net,c} = \alpha_c * (\theta_g - \theta_m)$  [W/m<sup>2</sup>]  
 $\alpha_c$  – součinitel přestupu tepla prouděním, pro normovou tepl. křivku  $\alpha_c = 25$  [W/m<sup>2</sup>]  
 $\theta_g$  – teplota plynů [°C]  
 $\theta_m$  – teplota povrchu prvku [°C]  
 $h_{net,r}$  – složka přestupu tepla sáláním  
 $h_{net,r} = \phi * \varepsilon_{res} * \sigma * [(\theta_r + 273)^4 - (\theta_m + 273)^4]$  [W/m<sup>2</sup>]  
 $\varepsilon_{res}$  – výsledná emisivita  $\varepsilon_{res} = \varepsilon_f * \varepsilon_m$   
 $\varepsilon_f$  – emisivita vztažná k požárnímu úseku  $\varepsilon_f = 1,0$   
 $\varepsilon_m$  – emisivita vztažená k povrchu materiálu  $\varepsilon_m = 0,7$  (pro běžné ocelové prvky)  
 $\phi$  – polohový faktor  $\phi = 1$   
 $\sigma$  – Stefan-bolzmanova konstanta  $\sigma = 5,67 * 10^{-8}$  [W/(m<sup>2</sup>K<sup>4</sup>)]  
 $\theta_r$  – Sálavá teplota okolí prvku [°C] lze ji považovat za rovnou teplotě plynů  $\theta_g$   
 $\theta_m$  – povrchová teplota prvku [°C]
- $c_a$  – měrná tepelná kapacita, mění se s rostoucí teplotou [J/(kg\*k)]  
 $20 < \theta_a < 600$        $c_a = 425 + 7,73 * 10^{-1} * \theta_a - 1,69 * 10^{-3} * \theta_a^2 + 2,22 * 10^{-6} * \theta_a^3$   
 $600 < \theta_a < 735$        $c_a = 666 + \frac{13002}{(738-\theta_a)}$   
 $735 < \theta_a < 900$        $c_a = 666 + \frac{17800}{(\theta_a-731)}$   
 $900 < \theta_a < 1000$        $c_a = 650$



Obrázek 9: Průběh teplot plynu a průřezu sloupu

t			$Q_g$	$h_{net,r}$	$h_{net,c}$	$h_{net,d}$	$c_a$	$\Delta Q_{a,t}$	$Q_{a,t}$
min	sec	min	°C	W / m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup>	J / kg K	°C	°C
0	0	0	20,0						20,0
	6	0,10	108,1	544,43	2201,725	2746,15	439,80	0,0	20,0
0	12	0,20	163,2	1142,36	3569,362	4711,72	439,80	0,4	20,4
29	48	29,80	840,8	18938,95	2467,448	21406,40	2241,87	0,6	742,1
29	54	29,90	841,3	18944,98	2464,348	21409,33	2150,42	0,6	742,7
<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30,00</b>	<b>841,8</b>	<b>18946,28</b>	<b>2460,558</b>	<b>21406,84</b>	<b>2064,99</b>	<b>0,6</b>	<b>743,4</b>
30	6	30,10	842,3	18942,80	2456,076	21398,88	1985,17	0,7	744,0
30	12	30,20	842,8	18934,52	2450,900	21385,42	1910,58	0,7	744,8

Tabulka 8: Výpočtová tabulka přírůstkové metody sloupu

Maximální teplota průřezů sloupu je v 30. minutě při působení požáru dle normové křivky 743,4 °C.

$$\theta_a = 743,4 \text{ °C}$$

Lineární interpolací byly určeny hodnoty redukčních součinitelů (tabulka 3):

$$k_{y,\theta} = 0,178 \quad k_{E,\theta} = 0,113$$

$$\text{Posouzení: } N_{fi,Ed} = -66,38 \text{ [kN]}; M_{y,fi,Ed} = 13,98 \text{ [kNm]}$$

Součinitele vzpěrnosti:

$$\chi_{y,fi} = \frac{1}{\Phi_{y,\theta} + \sqrt{\Phi_{y,\theta}^2 - \lambda_{y,\theta}'^2}} = \frac{1}{6,4682 + \sqrt{6,4682^2 - 3,201^2}} = 0,0827 \text{ [-]}$$

$$\chi_{z,fi} = \frac{1}{\Phi_{z,\theta} + \sqrt{\Phi_{z,\theta}^2 - \lambda_{z,\theta}'^2}} = \frac{1}{4,8407 + \sqrt{4,8407^2 - 2,693^2}} = 0,1128 \text{ [-]}$$

kde:

$$\Phi_{y,\theta} = 0,5 * (1 + \alpha * \lambda'_{y,\theta} + \lambda'^2_{y,\theta}) = 0,5 * (1 + 0,529 * 3,201 + 3,201^2) = 6,4682 [-]$$

$$\Phi_{z,\theta} = 0,5 * (1 + \alpha * \lambda'_{z,\theta} + \lambda'^2_{z,\theta}) = 0,5 * (1 + 0,529 * 2,693 + 2,693^2) = 4,8407 [-]$$

kde:

$$\alpha = 0,65 * \sqrt{235/f_y} = 0,65 * \sqrt{235/355} = 0,529 [-]$$

$$\lambda'_\theta - \text{poměrná štíhlost pro teplotu } \theta$$

$$\lambda'_{y,\theta} = \lambda'_y * \sqrt{k_{y,\theta}/k_{E,\theta}} = 2,55 * \sqrt{0,178/0,113} = 3,201 [-]$$

$$\lambda'_{z,\theta} = \lambda'_z * \sqrt{k_{y,\theta}/k_{E,\theta}} = 2,15 * \sqrt{0,178/0,113} = 2,693 [-]$$

$$\lambda' - \text{poměrná štíhlost sloupu za běžné teploty } \lambda'_y = 2,55 [-], \lambda'_z = 2,15 [-]$$

Součinitel klopení:

$$\chi_{LT,fi} = \frac{1}{\Phi_{LT,\theta} + \sqrt{\Phi_{LT,\theta}^2 - \lambda'^2_{LT,\theta}}} = \frac{1}{1,486 + \sqrt{1,486^2 - 1,1646^2}} = 0,4151 [-]$$

kde:

$$\Phi_{LT,\theta} = 0,5 * (1 + \alpha * \lambda'_{LT,\theta} + \lambda'^2_{LT,\theta}) = 0,5 * (1 + 0,529 * 1,1646 + 1,1646^2) = 1,486$$

kde:

$$\lambda'_\theta - \text{poměrná štíhlost klopení pro teplotu } \theta$$

$$\lambda'_{LT,\theta} = \lambda'_{LT} * \sqrt{k_{y,\theta}/k_{E,\theta}} = 0,9279 * \sqrt{0,178/0,113} = 1,1646 [-]$$

$$\lambda'_{LT} - \text{poměrná štíhlost klopení za běžné teploty } \lambda'_{LT} = 0,9279$$

Interakce tlaku a ohybu:

$$\frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{y,fi} * N_{fi,Rk}} + k_{yy,fi} * \frac{M_{y,fi,Ed}}{\chi_{LT,fi} * M_{y,fi,Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{24,46}{\frac{0,0827 * 485,6}{1}} + 1,34 * \frac{99,94}{\frac{0,415 * 47,05}{1}} = 7,6 \geq 1,0 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{z,fi} * N_{fi,Rk}} + k_{zy,fi} * \frac{M_{y,fi,Ed}}{\chi_{LT,fi} * M_{y,fi,Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{24,46}{\frac{0,1128 * 485,6}{1}} + 0,87 * \frac{99,94}{\frac{0,415 * 47,05}{1}} = 4,9 \geq 1,0 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

kde:

- $N_{fi,Rk}$  únosnost prutu bez vzpěru  $N_{fi,Rk} = A * k_{y,\theta} * f_y = 7684 * 0,178 * 355 * 10^{-3} = 485,6$  [kN]
- $M_{y,fi,Rk}$  momentová únosnost prutu bez klopení  $M_{y,fi,Rk} = W_{pl,y} * k_{y,\theta} * f_y = 744,6 * 0,178 * 355 * 10^{-3} = 47,05$  [kNm]
- $k_{yy}; k_{zy}$  interakční součinitele

$$k_{yy,fi} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{my} * \left( 1 + (\lambda'_{y,\theta} - 0,2) * \frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{y,fi} * N_{fi,Rk} / \gamma_{M1}} \right) \\ C_{my} * \left( 1 + 0,8 * \frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{y,fi} * N_{fi,Rk} / \gamma_{M1}} \right) \end{array} \right. =$$

$$\min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 * \left( 1 + (3,20 - 0,2) * \frac{24,46}{\frac{0,0827 * 485,6}{1}} \right) \\ 0,9 * \left( 1 + 0,8 * \frac{24,46}{\frac{0,0827 * 485,6}{1}} \right) \end{array} \right. = 1,339$$

$$k_{zy,fi} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 * \lambda'_{z,fi}}{(C_{mLT} - 0,25)} * \frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{z,fi} * N_{fi,Rk} / \gamma_{M1}} \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} * \frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{z,fi} * N_{fi,Rk} / \gamma_{M1}} \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 * 2,694}{(0,6 - 0,25)} * \frac{24,46}{0,113 * 485,6 / 1} \\ 1 - \frac{0,1}{(0,6 - 0,25)} * \frac{24,46}{0,113 * 485,6 / 1} \end{array} \right.$$

0,8724

kde:

- $C_{my}$  součinitel ekvivalentního konstantního momentu, dle průběhu momentu  $M_y$  na délce  $L_{cry}$ .  
 $C_{my} = 0,9 + 0,1 * \alpha_h = 0,9 + 0,1 * 0 = 0,9$
- $\alpha_h = M_h / M_s = 0 / 26,13 = 0$
- $C_{mLT}$  součinitel ekvivalentního konstantního momentu; dle průběhu momentu  $M_y$  na délce  $L$  pro klopení, uvažují zjednodušení lineární průběh momentu  $C_{mLT} = 0,6 + 0,4 * \psi = 0,6 + 0,4 * 0 = 0,6$
- $\psi$  poměr krajních momentů  $\psi = M_h / M_s = 0 / 26,13 = 0$

Zároveň by měl sloup splnit podmínku:

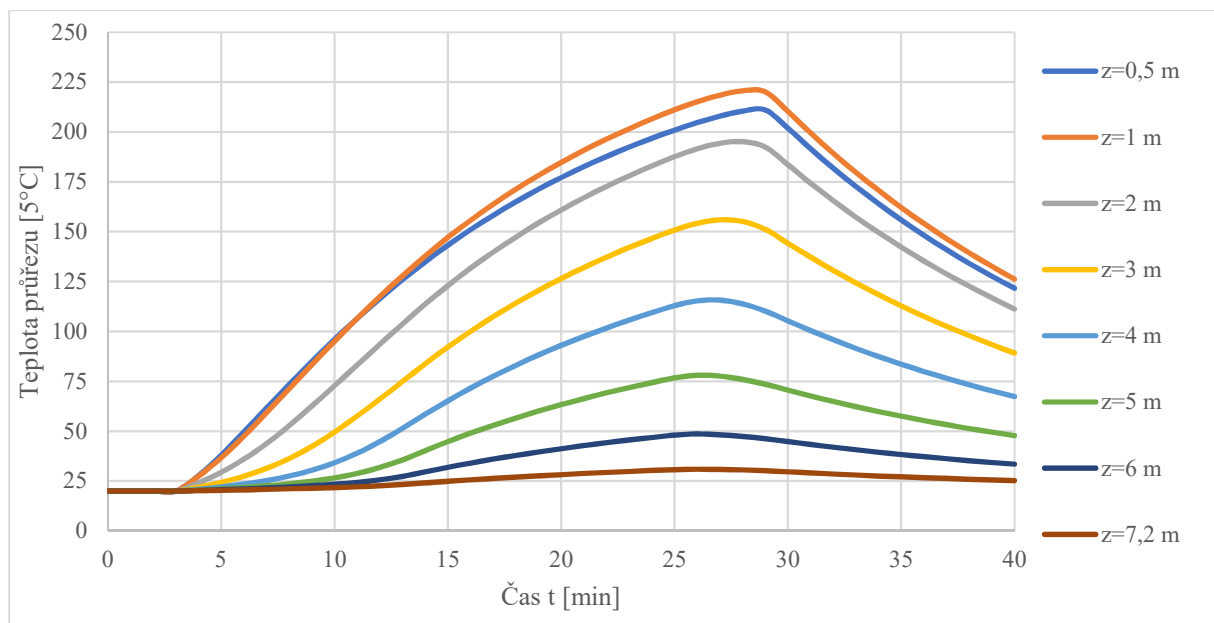
$$\frac{N_{fi,Ed}}{N_{fi,Rk}} + \frac{M_{y,fi,Ed}}{M_{y,fi,Rk}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{24,46}{485,6} + \frac{99,94}{47,05} = 2,17 \geq 1,0 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

Sloup posouzený redukovánými vlastnostmi oceli nevyhovuje požadované požární odolnosti 15 minut. Je nutné tedy zvolit vhodnou protipožární ochranu, nebo změnit navrhovaný průřez (návrh zajištění požadované požární odolnosti kap. 5.1).

### 4.3 Posouzení účinků lokálního požáru

Pro výpočet teploty průřezu sloupu v případě lokálního požáru byl použit výpočetní program Ozone 3.0.4.

Teplota průřezu sloupu v průběhu času a v různých výškách ( $z$  [m]) nad podlahou:



Obrázek 10: Teplota průřezu sloupu ve vybraných výškách

Maximální teplota průřezu sloupu nastane v 28. minutě a její hodnota je 221 °C.

$$\theta_a = 221 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Lineární interpolací byly určeny hodnoty redukčních součinitelů:

Tabulka 9: Redukční součinitele pracovního diagramu uhlíkové oceli při zvýšených teplotách

Teplota oceli $\theta_a$	Redukční součinitel pro účinnou mez kluzu $k_{y,\theta}$	Redukční součinitel pro sklon lineární pružní části $k_{E,\theta}$
200 °C	1,000	0,900
300 °C	1,000	0,800

$$k_{y,\theta} = 1,0 \quad k_{E,\theta} = 0,879$$

$$\text{Posouzení: } N_{fi,Ed} = -23,24 \text{ [kN]}; M_{y,fi,Ed} = 76,08 \text{ [kNm]}$$

Součinitele vzpěrnosti:

$$\chi_{y,fi} = \frac{1}{\Phi_{y,\theta} + \sqrt{\Phi_{y,\theta}^2 - \lambda'_{y,\theta}{}^2}} = \frac{1}{4,918 + \sqrt{4,918^2 - 2,72^2}} = 0,1109 \text{ [-]}$$

$$\chi_{z,fi} = \frac{1}{\Phi_{z,\theta} + \sqrt{\Phi_{z,\theta}^2 - \lambda'_{z,\theta}{}^2}} = \frac{1}{3,726 + \sqrt{3,726^2 - 2,29^2}} = 0,15 \text{ [-]}$$

kde:

- $\Phi_{y,\theta} = 0,5 * (1 + \alpha * \lambda'_{y,\theta} + \lambda'_{y,\theta}{}^2) = 0,5 * (1 + 0,529 * 2,72 + 2,72^2) = 4,918 \text{ [-]}$
- $\Phi_{z,\theta} = 0,5 * (1 + \alpha * \lambda'_{z,\theta} + \lambda'_{z,\theta}{}^2) = 0,5 * (1 + 0,529 * 2,29 + 2,29^2) = 3,726 \text{ [-]}$

kde:

- $\alpha = 0,65 * \sqrt{235/f_y} = 0,65 * \sqrt{235/355} = 0,529 \text{ [-]}$
- $\lambda'_\theta$  - poměrná štíhlost pro teplotu  $\theta$
- $\lambda'_{y,\theta} = \lambda'_y * \sqrt{k_{y,\theta}/k_{E,\theta}} = 2,55 * \sqrt{1,0/0,879} = 2,72 \text{ [-]}$
- $\lambda'_{z,\theta} = \lambda'_z * \sqrt{k_{y,\theta}/k_{E,\theta}} = 2,15 * \sqrt{1,0/0,879} = 2,29 \text{ [-]}$
- $\lambda'$  poměrná štíhlost sloupu za běžné teploty  $\lambda'_y = 2,55 \text{ [-]}$ ,  $\lambda'_z = 2,15 \text{ [-]}$

Součinitel klopení:

$$\chi_{LT,fi} = \frac{1}{\Phi_{LT,\theta} + \sqrt{\Phi_{LT,\theta}^2 - \lambda'_{LT,\theta}{}^2}} = \frac{1}{1,252 + \sqrt{1,252^2 - 0,99^2}} = 0,4957 \text{ [-]}$$

kde:

- $\Phi_{LT,\theta} = 0,5 * (1 + \alpha * \lambda'_{LT,\theta} + \lambda'_{LT,\theta}{}^2) = 0,5 * (1 + 0,529 * 0,99 + 0,99^2) = 1,252$

kde:

- $\lambda'_\theta$  - poměrná štíhlost klopení pro teplotu  $\theta$
- $\lambda'_{LT,\theta} = \lambda'_{LT} * \sqrt{k_{y,\theta}/k_{E,\theta}} = 0,9279 * \sqrt{1,0/0,879} = 0,99 \text{ [-]}$
- $\lambda'_{LT}$  poměrná štíhlost klopení za běžné teploty  $\lambda'_{LT} = 0,9279$

Interakce tlaku a ohybu:

$$\frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{y,fi} * N_{fi,Rk}} + k_{yy,fi} * \frac{M_{y,fi,Ed}}{\chi_{LT,fi} * M_{y,fi,Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{23,24}{0,1109 * 2727,92} + 0,955 * \frac{76,08}{0,496 * 264,3} = 0,632 \leq 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{z,fi} \cdot N_{fi,Rk}} + k_{zy,fi} \cdot \frac{M_{y,fi,Ed}}{\chi_{LT,fi} \cdot M_{y,fi,Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{23,24}{0,15 \cdot 2727,92} + 0,984 \cdot \frac{76,08}{0,496 \cdot 264,3} = 0,628 \leq 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

kde:

- $N_{fi,Rk}$  únosnost prutu bez vzpěru  $N_{fi,Rk} = A \cdot k_{y;\theta} \cdot f_y = 7684 \cdot 1,0 \cdot 355 \cdot 10^{-3} = 2727,92$  [kN]
- $M_{y,fi,Rk}$  momentová únosnost prutu bez klopení  $M_{y,fi,Rk} = W_{pl,y} \cdot k_{y;\theta} \cdot f_y = 744,6 \cdot 1,0 \cdot 355 \cdot 10^{-3} = 264,3$  [kNm]
- $k_{yy}$ ;  $k_{zy}$  interakční součinitele

$$k_{yy,fi} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{my} \cdot \left( 1 + (\lambda'_{y,\theta} - 0,2) \cdot \frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{y,fi} \cdot N_{fi,Rk} / \gamma_{M1}} \right) \\ C_{my} \cdot \left( 1 + 0,8 \cdot \frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{y,fi} \cdot N_{fi,Rk} / \gamma_{M1}} \right) \end{array} \right. =$$

$$\min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 \cdot \left( 1 + (2,72 - 0,2) \cdot \frac{23,24}{0,1109 \cdot 2727,92 / 1} \right) \\ 0,9 \cdot \left( 1 + 0,8 \cdot \frac{23,24}{0,1109 \cdot 2727,92 / 1} \right) \end{array} \right. = 0,9553$$

$$k_{zy,fi} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot \lambda'_{z,fi}}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{z,fi} \cdot N_{fi,Rk} / \gamma_{M1}} \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{z,fi} \cdot N_{fi,Rk} / \gamma_{M1}} \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot 2,289}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{23,24}{0,15 \cdot 2727,92 / 1} \\ 1 - \frac{0,1}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{23,24}{0,15 \cdot 2727,92 / 1} \end{array} \right. =$$

0,9838

kde:

- $C_{my}$  součinitel ekvivalentního konstantního momentu, dle průběhu momentu  $M_y$  na délce  $L_{cr,y}$ .  
 $C_{my} = 0,9 + 0,1 \cdot \alpha_h = 0,9 + 0,1 \cdot 0 = 0,9$
- $\alpha_h = M_h / M_s = 0 / 26,13 = 0$
- $C_{mLT}$  součinitel ekvivalentního konstantního momentu; dle průběhu momentu  $M_y$  na délce  $L$  pro klopení, uvažují zjednodušení lineární průběh momentu  $C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot \psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0 = 0,6$
- $\psi$  poměr krajních momentů  $\psi = M_h / M_s = 0 / 26,13 = 0$

Zároveň by měl sloup splnit podmínku:

$$\frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{z,fi} \cdot N_{fi,Rk}} + \frac{M_{y,fi,Ed}}{\chi_{LT,fi} \cdot M_{y,fi,Rk}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{23,24}{2727,92} + \frac{76,08}{264,3} = 0,2963 \leq 1,0 \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Sloup posouzený redukovánými vlastnostmi oceli vyhovuje požadované požární odolnosti 15 minut při vystavení lokálnímu požáru o specifických parametrech (viz kap. 2.2).

## 5. Závěr

Oba posuzované prvky (vazník a sloup) nedosahují potřebné požární odolnosti bez dodatečné protipožární ochrany. Jsou tedy navržena opatření pro zajištění dostatečné požární odolnosti.

## 5.1 Navržená opatření zajišťující požární odolnost

Fakt, že požární úsek sportovní haly tvoří shromažďovací prostor, vylučuje užití intumescenčních nátěrů a jiných protipožárních ochranných opatření na bázi chemické reakce. Pro zajištění potřebné požární odolnosti nosných ocelových konstrukcí je tedy navrženo užití obkladové protipožární ochrany. Je doporučeno užití některé z certifikovaných protipožárních ochranných opatření, které se již pohybují na trhu. V případě užití neotestované formy ochrany je nutné provést výpočty pro chráněné průřezy a znovu posoudit prvky, zdali vyhoví.

Příklady návrhů použití certifikovaných protipožárních ochranných opatření:

Vazník:

V případě vazníku se navrhuje umístit do haly protipožární podhled s funkcí požárně dělicí konstrukce a požární odolností minimálně EI 15.

Sádrokartonový podhled Knauf s ocelovou podkonstrukcí z CD profilů – dvojitý rošt ve dvou úrovních (viz. Příloha 1)

Sloup:

Obklad Promatect®-200 v tl. desky 15 mm. (viz Příloha 1)

Certifikovaná protipožární opatření by měla být konzultována s technikem poskytující firmy a musí být dodrženy veškeré technologické postupy.

## 5.2 Použitá literatura

[1] ČSN EN 1991-1-2 Obecná zatížení - Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru

[2] Wald, Sokol, Cvičební texty 2003 programu celoživotního vzdělávání MŠMT ČR Požární odolnost stavebních konstrukcí podle evropských norem.

[3] Do češtiny přeložili: Wald F., editovali: Lišková N., Cábová K., OZone V3 Uživatelský manuál, Praha, Zpracovala Fakulta stavební ČVUT, 2018

[4] Wald F. a kol.: Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, České vysoké učení technické v Praze, Praha 2005





**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební**

**Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**

**Příloha C1**

**Technické listy výrobců**

Bakalářská práce

**Adam Habětínek**

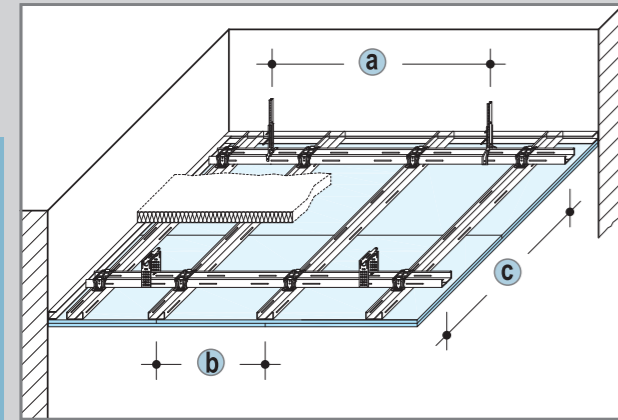
Praha 2020

# Sádkartonové podhledy Knauf

Podhledy ve funkci samostatných požárních předělů - dvojitý rošt ve dvou úrovních



## D112.cz ■ požární odolnost zdola

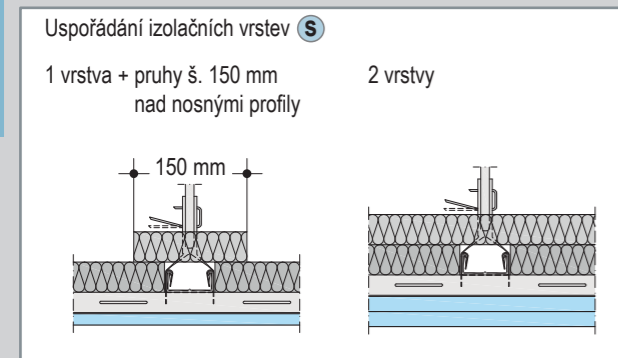


Ocelová podkonstrukce, dvojitý rošt (nosné a montážní profily CD 60/27)

Osová vzdálenost nosných profilů [mm] C	Vzdálenosti závěsů (a)			
	Třída zatížení v kg/m <sup>2</sup>			
	do 15	do 30	do 50 <sup>1)</sup>	do 65 <sup>1)</sup>
500	1200	950	800	750
600	1150	900	750	700
700	1100	850	700	650
800	1050	800	700	-
900	1000	800	-	-
1000	950	750	-	-
1100	900	750	-	-
1200	900	-	-	-

1) Použijte závěsy s nosností 0,40 kN (40 kg).

## D112.cz ■ shora / ■ zdola a shora



Ocelová podkonstrukce, dvojitý rošt (nosné a montážní profily CD 60/27)

Osová vzdálenost nosných profilů [mm] C	Vzdálenosti závěsů (a)			
	Třída zatížení v kg/m <sup>2</sup>			
	do 30	do 40 <sup>1)</sup>	do 50 <sup>1)</sup>	do 65 <sup>1)</sup>
500	950	850	800	700
600	900	800	700	700
700	850	750	700	650
800	800	-	-	-

1) Použijte závěsy s nosností 0,40 kN (40 kg).

### Poznámka:

- Zařazení podhledu do třídy zatížení podle strany 8.
- Pro zavěšení podhledů se nesmí používat plastové natloukací hmoždinky.
- Zavěšovací prvky je nutné zvolit dle plošné hmotnosti podhledu.
- Pro zavěšení podhledu s požární odolností zdola lze použít drát s okem+rychlozávěs, přímý závěs, noniový závěs.
- Pro požární odolnost shora lze použít přímý závěs, noniový závěs, závitovou tyč.

# Sádkartonové podhledy Knauf

Podhledy ve funkci samostatných požárních předělů - dvojitý rošt ve dvou úrovních



## ■ Požární odolnost zdola a/nebo shora

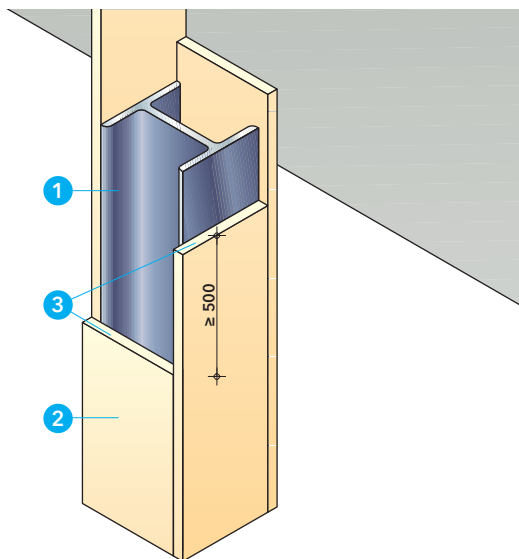
Požadavky na nosný strop:	Požární odolnost při namáhání požárem	Opláštění Kladení desek kolmo na profily						Montážní profil	Izolace podle požadavků na požární odolnost		
		Knauf WHITE	Knauf RED Plano	Knauf Massivbauplatte RED	Knauf Fireboard	Knauf Silentboard	Knauf Diamant / Topas		Minimální tloušťka opláštění (mm)	Max. osová vzdálenost (mm) (b)	Minimální tloušťka (mm)
<b>zdola</b> žádné protipožární požadavky na nosný strop / střešní konstrukci											
<b>shora</b> (dutina podhledu) nosný strop musí mít stejnou požární odolnost jako podhled		zdola (a←b)	shora (a→b)								

## D112.cz ■ Sádkartonový podhled s ocelovou podkonstrukcí z CD profilů - dvojitý rošt ve dvou úrovních

	EI 15								•	•	•	1 x 12,5	500	možná	možná <sup>1)</sup>
	EI 30								•	•	•	2 x 12,5	500	možná	možná <sup>1)</sup>
	EI 45								•		•	1 x 15	500	60	55 <sup>2)</sup>
	EI 60								•	•	•	2 x 15	400	možná	možná <sup>1)</sup>
	EI 90									•	•	2 x 20	500 <sup>4)</sup>	možná	možná <sup>1)</sup>
	EI 120										•	2 x 25	400	možná	možná <sup>1)</sup>
	EI 15	EI 45							•		•	1 x 15	500	40 mm celoplošně + pruhy 40 mm š. 150 mm nad profily	40 <sup>3)</sup>
	EI 30	EI 30							•	•	•	2 x 12,5	500	40 mm celoplošně + pruhy 40 mm š. 150 mm nad profily	40 <sup>3)</sup>
	EI 45	EI 45							•		•	1 x 15	500	60	55 <sup>2)</sup>
	EI 60	EI 60							•	•	•	2 x 12,5	500	60	40 <sup>3)</sup>
EI 60	EI 60							•		•	2 x 15	500	2x40	40 <sup>3)</sup>	
EI 90	EI 90								•	•	2 x 20	500 <sup>4)</sup>	2x40	40 <sup>3)</sup>	
EI 90	EI 90							•			3 x 15	400	2x40	40 <sup>3)</sup>	

### Legenda:

- 1) Bez izolace nebo s izolací s třídou reakce na oheň A1 respektive A2- s1, d0.
- 2) Minerální izolace s třídou reakce na oheň A1, bod tavení > 1000 °C např. Rockwool ProRox SL930.
- 3) Minerální izolace s třídou reakce na oheň A1, bod tavení ≥ 1000 °C, např. Knauf Insulation MPE.
- 4) Při opláštění z desek Fireboard je osová vzdálenost montážních profilů 400 mm.



### Technické údaje

- 1 ocelový sloup
- 2 obklad, tloušťka desek PROMATECT®-200 dle poměru  $A_p/V$  a hodnoty požární odolnosti
- 3 spoje desek, přesadit o cca 500 mm
- 4 ocelové svorky, popř. samořezné vruty (viz tabulka spojovacích prostředků)
- 5 umělohmotné hmoždinky s vruty
- 6 úhelník z ocelového plechu 20/40/0,7

Úřední doklad: 2012-Efectis-R0228, 2012-Efectis-R0232, 2012-Efectis-R0227 a 2012-Efectis-R0231.

### Hodnota požární odolnosti

R 30 až R 300 dle ČSN EN 13501-2 na základě sérií zkoušek ke zjištění závislosti požární odolnosti na poměru  $A_p/V$ .

### Výhody na první pohled

- rychlá a snadná montáž bez pomocné nosné konstrukce

### Důležité pokyny

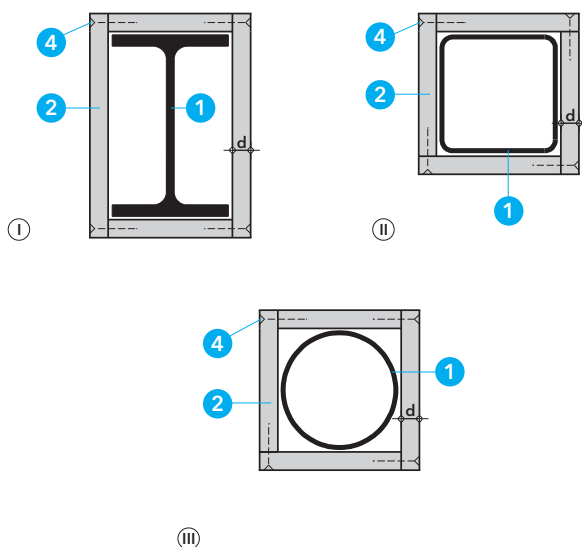
Tloušťka obkladu PROMATECT®-200 (2) závisí na požadované hodnotě požární odolnosti a poměru  $A_p/V$  a také na návrhové teplotě. Údaje pro výpočet hodnoty  $A_p/V$  jsou uvedeny v úvodu této kapitoly. Pro stanovení šířky přířezů je nutné přihlídnout k montážní toleranci a odchylkám ocelových profilů. Tmelení spojů a řezných hran není z protipožárního hlediska nutné.

### Detail A

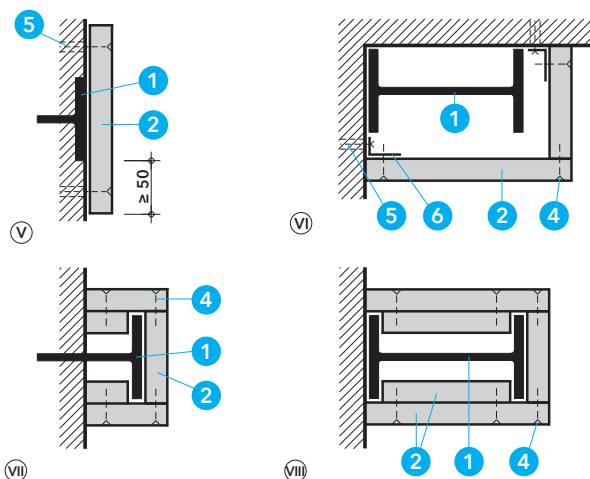
Nákresy (I), (II) a (III) znázorňují pravoúhle tvarovaný obklad různých ocelových profilů. Vysoká stabilita desek PROMATECT®-200 (2) umožňuje sesvorkování, popř. sešroubování (4) na čelní straně. Pomocná nosná konstrukce nebo připevnění k oceli nejsou nutné.

### Detail B

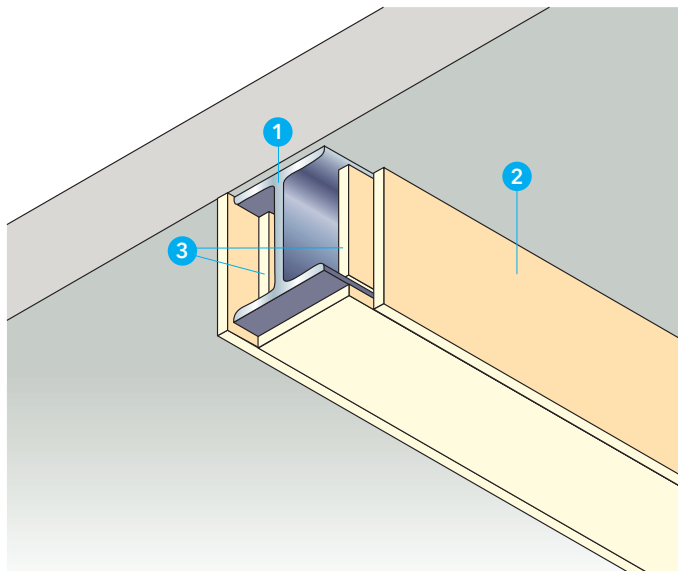
Nákresy (V) - (VIII) představují vzorová technická provedení jednostranných, dvoustranných a třístranných obkladů ocelových sloupů. Údaje k výpočtu  $A_p/V$  a určení odpovídající tloušťky obkladů jsou uvedeny v úvodu této kapitoly.



Detail A - příklady provedení



Detail B - jedno-, dvou- a třístranná obložení



#### Technické údaje

- 1 ocelový nosník
- 2 desky PROMATECT®-200, stanovení tloušťky obkladu  $d$  dle poměru  $A_p/V$  a hodnoty požární odolnosti
- 3 přířez PROMATECT®-200,  $b \geq 100$  mm,  $d = 20$  mm (svislé podložení spoje)
- 4 stabilizační stojina PROMATECT®-200,  $b \geq 100$  mm,  $d = 20$  mm
- 5 styk desek, rozteč = šířka desky = 1200 mm
- 6 spojovací prostředky (viz tabulka spojovacích prostředků)

Úřední doklad: 2012-Efectis-R0227 a 2012-Efectis-R0231.

#### Hodnota požární odolnosti

R 30 až R 300 dle ČSN EN 13501-2 na základě sérií zkoušek ke zjištění závislosti požární odolnosti na poměrné hodnotě  $A_p/V$ .

#### Výhody na první pohled

- rychlá a snadná montáž bez pomocné nosné konstrukce

#### Důležité pokyny

Tloušťka obkladu PROMATECT®-200 (2) závisí na požadované hodnotě požární odolnosti a poměru  $A_p/V$  a také na návrhové teplotě. Údaje pro výpočet hodnoty  $A_p/V$  jsou uvedeny v úvodu této kapitoly. Pro stanovení šířky přířezů je nutné přihlídnout k montážní toleranci a odchylkám ocelových profilů.

#### Pokyny pro montáž

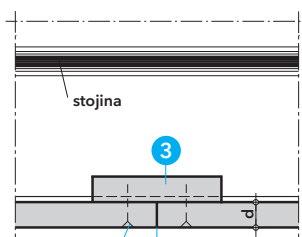
Před zhotovením přířezů stanovit montážní tolerance a přípustné odchylky ocelových nosníků (1). Přířezy PROMATECT®-200 zasadit tak, aby vnější plocha byla předsazena cca 5 mm před přírubou nosníku. Desky PROMATECT® nezpracovávat v celé délce, protože vzdálenost spár nesmí překročit šířku desky 1200 mm. U nerovných masivních stropů zatmelit spáry mezi obkladem PROMATECT® a stropem. K řezání desek PROMATECT® doporučujeme použít pilové listy obložené slinutým karbidem. Při řezání odsávat piliny.

#### Detail A

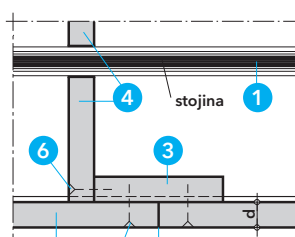
U výšky nosníku přes 600 mm na každé svislé podložení (3) umístit cca 100 mm širokou stabilizační stojinu (7) a společně se svislým podložním (3) pevně zasadit do profilu nosníku.

#### Detail D

U vícevrstvého obkladu je přesah pro horizontální i vertikální desky 600 mm.

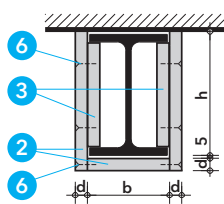


výška nosníku <math>< 600\text{ mm}</math>

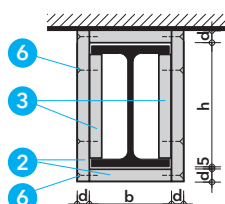


výška nosníku <math>\ge 600\text{ mm}</math>

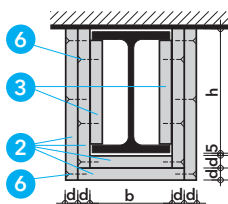
#### Detail A



Detail B - obložení třístranné pravoúhlé



Detail C - obložení čtyřstranné pravoúhlé



Detail D - obložení vícevrstvé třístranné

Ocelový sloup	Obklad PROMATECT®-200 - jednovrstvý - metoda numerické regrese									
Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 450 °C					Návrhová teplota ≤ 500 °C				
Minimální tloušťky obkladu (mm)	15	18	20	25	30	15	18	20	25	30
R 30	350					350				
R 60	90	140	180	260	280*	100	170	210	310	330*
R 90		70	90	140	150	46	80	100	160	170
R 120		50	60	90	100		50	70	100	110
R 180				50	60				60	70
Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 550 °C					Návrhová teplota ≤ 600 °C				
Minimální tloušťky obkladu (mm)	15	18	20	25	30	15	18	20	25	30
R 30	350					350				
R 60	110	200	250	350		130	230	290	350	
R 90	50	90	120	180	190	50	100	130	200	220
R 120		60	70	120	130		60	80	130	140
R 180			46	70				50	80	

\* U metody konstantní lambdy do 330 m<sup>-1</sup>

Ocelový sloup	Obklad PROMATECT®-200 - vícevrstvý - metoda numerické regrese																								
Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 450 °C																								
Minimální tloušťky obkladu (mm)	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
R 30	350																								
R 60	350																								
R 90	180	200	230	270	320	350																			
R 120	90	100	110		120	140	150	160	180	200	230	270	310	350											
R 180	48	50				60			70		46,8	80		90		100		110	120	130	140	150	160	170	180
Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 500 °C																								
Minimální tloušťky obkladu (mm)	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
R 30	350																								
R 60	350																								
R 90	230	270	320	350																					
R 120		120	130	140	150	160	180	200	230	260	310	350													
R 180	50			60			70			80			90		100	110		120	130	140	150	170	180	200	210
Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 550 °C																								
Minimální tloušťky obkladu (mm)	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
R 30	350																								
R 60	350																								
R 90	330	350																							
R 120	130	140	150	170	190	210	230	260	310	350															
R 180	60				70			80			90		100	110		120	130	140	150	160	180	190	220	240	260
Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 600 °C																								
Minimální tloušťky obkladu (mm)	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
R 30	350																								
R 60	350																								
R 90	350																								
R 120	160	170	190	210	240	270	310	350																	
R 180	60	70			80			90		100		110		120	130	140	150	160	170	190	210	240	270	300	330

Tloušťku obkladu PROMATECT®-200 pro vyšší požární odolnosti než R 180 a pro ostatní návrhové teploty sdělí na vyžádání naše technické oddělení. V případě vícevrstvého obkladu je nutné kladení desek PROMATECT®-200 od nejsilnější po nejslabší (v lici konstrukce) a je nutno prošťřít spáry. Podrobnosti sdělí na vyžádání naše technické oddělení.

3

Tří nebo čtyřstranný obklad ocelového prvku	Obklad PROMATECT®-200 - jednovrstvý - metoda numerické regrese									
Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 450 °C					Návrhová teplota ≤ 500 °C				
Minimální tloušťky obkladu (mm)	15	18	20	25	30	15	18	20	25	30
R 30	260	350				350				
R 60	50	90	120	200	220*	60	120	150	250	280*
R 90		50	70	110	120		60	80	130	140
R 120			46	70	80			50	90	
R 180				46	50				50	60

\* U metody konstantní lambdy do 260 m<sup>-1</sup>

\* U metody konstantní lambdy do 363 m<sup>-1</sup>

Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 550 °C					Návrhová teplota ≤ 600 °C				
Minimální tloušťky obkladu (mm)	15	18	20	25	30	15	18	20	25	30
R 30	350					350				
R 60	70					100	210	280	350	
R 90		70	90	150	170		80	110	180	200
R 120		46	60	100	110		50	70	120	130
R 180				60					70	

Tří nebo čtyřstranný obklad ocelového prvku	Obklad PROMATECT®-200 - vícevrstvý - metoda numerické regrese																								
Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 450 °C																								
Minimální tloušťky obkladu (mm)	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
R 30	350																								
R 60	260	280	310	330	350																				
R 90	140	150	160	170		180	190	210	220	240	260	290	320	350											
R 120	100			110			120		130	140		150	160	170	190	200	220	250	280	320	350				
R 180	60							70					80				90		100		110	120		130	140
Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 500 °C																								
Minimální tloušťky obkladu (mm)	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
R 30	350																								
R 60	290	310	340	350																					
R 90	160	170		180	190	200	210	220	240	260	280	310	340	350											
R 120	110			120			130		140	150		160	170	180	200	210	230	260	290	330	350				
R 180	60				70						80				90		100		110		120	130	140		
Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 550 °C																								
Minimální tloušťky obkladu (mm)	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
R 30	350																								
R 60	350																								
R 90	180		190	200	210	220	230	240	260	280	310	330	350												
R 120	120			130			140		150	160		170	180	190	210	220	240	270	30	350					
R 180	70								80						90		100		110		120	130	140		
Hodnota požární odolnosti	Návrhová teplota ≤ 600 °C																								
Minimální tloušťky obkladu (mm)	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
R 30	350																								
R 60	350																								
R 90	200	210	220		230	240	260	270	290	310	340	350													
R 120	130		140			150			160	170		180	190	210	220	240	260	290	320	350					
R 180	80												90			100		110		120	130	140			

Tloušťku obkladu PROMATECT®-200 pro vyšší požární odolnosti než R 180 a pro ostatní návrhové teploty sdělí na vyžádání naše technické oddělení. V případě vícevrstvého obkladu je nutné kladení desek PROMATECT®-200 od nejsilnější po nejslabší (v lici konstrukce) a je nutno prostrdíkat spáry. Podrobnosti sdělí na vyžádání naše technické oddělení.