



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

## **Dočasné pódium pro hudební festival**

The temporary stage for a music festival

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Sergey Kim**

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

Vedoucí bakalářské práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš



**Praha, 2023**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kim	Jméno: Sergey	Osobní číslo: 469799
Zadávatel: K134		
Studijní program: SI		
Studijní obor/specializace: L		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Dočasné pódium pro hudební festival	
Název bakalářské práce anglicky: Temporary Stage for Music Festival	
Pokyny pro vypracování: Navrhněte konstrukci zastřešeného pódia pro hudební festival. Využijte systém existujícího modulového lešení. Vypracujte statický výpočet s využitím materiálů výrobce či dovozce, dispoziční výkresy, technickou zprávu a předávací protokol.	
Seznam doporučené literatury: ČSN 73 8101 a systém norem řady ČSN EN.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Jakub Dolejš	
Datum zadání bakalářské práce: 23.2.2023	Termín odevzdání BP v IS KOS: 26.5.2023
	
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“.

23.2.2023	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího bakalářské práce doc. Dr. Ing. Jakuba Dolejše. Dále prohlašuji, že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 18.5.2023



Sergey Kim

## **Poděkování:**

Chci tímto poděkovat vedoucímu bakalářské práce, panu doc. Dr. Ing Jakubovi Dolejšovi, za čas, podporu a odborné rady při vypracování této práce.

Taky musím poděkovat firmě LAVEL MB, s.r.o. za poskytnutí interních materiálů a katalogů lešení Layher.

## **Anotace:**

Tématem bakalářské práce je návrh dočasného pódia pro letní hudební festival v parku Stromovka, Praha.

Práce obsahuje tři části: Technickou zprávu konstrukce podia, Zjednodušený statický výpočet pro konstrukce podia a Výkresovou část.

Technická zpráva pojednává o lešeňové konstrukci obecně, přes postup montáže, zatížení až po bezpečné užívání lešeňové konstrukce.

Zjednodušený statický výpočet obsahuje výpočet zatížení na konstrukci a posouzení vybraných nosných prvků.

Výkresová část obsahuje výkresy konstrukce podia a výkresy vnitřních sil na vybraných nosných prvkách.

## **Annotation:**

The topic of the bachelor's thesis is the design of a temporary stage for a summer music festival in Stromovka Park, Prague.

The work contains three parts: Technical report of the podium construction, Simplified static calculation for podium structures and the Drawing part.

The technical report discusses the scaffolding structure in general, through the assembly procedure, loading and the safe use of the scaffolding structure.

The simplified static calculation includes the calculation of the load on the structure and the assessment of selected load-bearing elements.

The drawing part contains drawings of the podium structure and drawings of internal forces on selected supporting elements.

## **Klíčová slova:**

prostorové lešení, dočasná konstrukce, podium, sloup, vzpěrná únosnost trubky, ocel, Layher, Stromovka

## **Key words:**

spatial scaffolding, temporary structure, stage, column, pipe buckling capacity, steel, Layher, Stromovka

# Průvodní zpráva

Návrh dočasného pódia pro hudební festival

Vypracoval: Sergey Kim

V Praze dne: 18.5.2023

# Obsah

<b>POPIS ZADÁNÍ .....</b>	<b>3</b>
<b>CHARAKTERISTIKA NÁVRHU.....</b>	<b>3</b>
<b>VSTUPNÍ PODKLADY .....</b>	<b>3</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>4</b>



# **1. POPIS ZADÁNÍ**

Tématem bakalářské práce je vypracování návrhu prostorového lešení podia pro letní hudební festival a následné zpracování technické zprávy, vytvoření 3D modelu a zpracování zjednodušeného statického výpočtu.

# **2. CHARAKTERISTIKA NÁVRHU**

Návrh byl proveden na základě zadání bakalářské práce a dle dostupných materiálů výrobce, firmy Wilhelm Layher GmbH & Co KG.

Použitým typem lešení byl zvolen Layher Allround, Layher Event-System a Layher Protection-System.

Nosné prvky jsou vyrobeny z ocele S 235 JRH.

Konstrukce obsahuje prvky trubkových dílců, objímkových spojek a prvky zastřešení pódia.

# **3. VSTUPNÍ PODKLADY**

- Zadání bakalářské práci
- Podklady od výrobce lešení, poskytnuty firmou Wilhelm Layher GmbH & Co KG.
- Soubor norem ČSN EN

## 4. SEZNAM PŘÍLOH

### Textová část:

- Technická zpráva
- Zjednodušený statický výpočet
- Předávací protokol

### Výkresová část:

- Výkresy půdorysu a bokorysu konstrukce
  - Výkres č.1- celkový pohled konstrukce
  - Výkres č.2- půdorys konstrukce
  - Výkres č.3- boční pohled konstrukce
- Konstrukční schéma konstrukce
  - Konstrukční schéma
- Výkresy vnitřních sil na vybraných prvcích konstrukce
  - Výkres č.4,  $N$  – posuvné síly
  - Výkres č.5,  $V_y$  – svislé síly
  - Výkres č.6,  $M_y$  – momenty

# Technická zpráva

Návrh dočasného podia pro hudební festival

Vypracoval: Sergey Kim

V Praze dne:18.5.2023

# Obsah

<b>Úvod .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Popis území stavby .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Celkový popis stavby .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Konstrukční prvky.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Provádění a montáž .....</b>	<b>4</b>
<b>5. Zatížení .....</b>	<b>5</b>
<b>6. BOZP .....</b>	<b>6</b>
<b>7. Použitý software .....</b>	<b>6</b>
<b>8. Použité normy a literatura .....</b>	<b>7</b>

# ÚVOD

Předmětem výpočtu je nosný ocelový skelet podpůrného lešení pro zastřešení pódia. Jedná se o dočasnou konstrukci, která bude použita pro letní hudební festival.

## 1. POPIS ÚZEMÍ STAVBY

Místo stavby se nachází v Praze, v severní části parku Stromovka.

Terén pro umístění konstrukce odpovídá kategorii III podle ČSN EN 1991-1-4 ed. 2

## 2. CELKOVÝ POPIS STAVBY

Lešeňová konstrukce je postavena z ocelového trubkového lešení a speciálních ocelových prvků výrobce Layher. Umístění lešeňové konstrukce je v severní části parku Stromovka.

Konstrukce se skládá ze dvou věží, na které je pomocí ocelových spojek připojen přístřešek, a volně stojící scény.

Konstrukce zastřešení je provedena symetricky z pěti polí o velikosti 2,57 m a maximální výšce 11,5 m. (viz. výkres č.2).

Základ je tvořen dvojitou symetrických věží výšky deseti metrů a půdorysných rozměrů 12,85 m x 4,5 m. Další informace jsou na schématu (viz. výkresy č.1 a č.2).

Scéna se skládá ze speciálního lešení Event- System od výrobce Layher dle návrhu Bühnen und podien z prvku EV100. Konstrukce je navržena pro maximální zatížení 7,5 kN/m<sup>2</sup>.

Střeška je navržena podle systému Das Layher Kassettendach o rozponu 14 m.

(viz. schéma modelu č.1 a výkres č.1)

### **3. KONSTRUKČNÍ PRVKY**

Většina ocelových prvků je vyrobena z ocele S 235 JRH, tedy z ocele tvářené za studena.

Trubky jsou svařovány a vnější svár je odstraněn mechanicky.

Konstrukce přístřešku a scény jsou navrženy ze speciálních prvků Layher Protection-System a Event-System.

### **4. PROVÁDĚNÍ A MONTÁŽ**

Montáž se provádí podle manuálů a zvyklostí společnosti LAVEL proškolenou montážní firmou.

Montážní prostor nutný pro stavbu lešení a skladování jeho součástí musí být odvodněn a vyklizen. Podloží nemusí být hutněno, únosnost rostlého terénu je považována za dostačující.

Založení lešení bude provedeno na stávajícím rostlém terénu bez úprav.

Dle výkresové dokumentace (*viz. výkres č.1*) nejprve se rozmístí podkladky se stavitelnými patkami za účelem dodržení délek jednotlivých polí.

Dále je nutné výškově přizpůsobit vysunutí stavitelných patek, osadit sloupy prvního pole a vyztužit podlahovými dílci, příčinkami, nebo zábradelními prvky, popřípadě diagonálami. Následující pole se vyrovnává do vodorovné roviny ve výšce pole předcházejícího.

## 5. ZATÍŽENÍ

Zatížení stanoveno dle ČSN EN 1991. Objekt se nachází ve větrové oblasti I (základní rychlost větru 22,5 m/s). Pro zatížení větrem byla uvažována příměstská kategorie terénu (3).

**Podle zadání objednatele není třeba uvažovat zatížení sněhem. Dočasná konstrukce bude použita pouze v letním období. Sněhové srážky není nutné uvažovat.**

Zjednodušený statický výpočet bude proveden dle metodiky mezních stavů, za využití platných evropských norem řady ČSN EN.

Výpočet bude omezen na části konstrukce s očekávaným nejvyšším zatížením. Místa výpočtu byla vybrána na základě odhadu zatížení dle zkušenosti věducího.

Budou uvažované další zatěžovací stavy:

- vlastní tíha
- užitné zatížení
- vítr

## 6. BOZP

Vzhledem k tomu, že se jedná o technologicky náročnou stavbu, je třeba aby veškeré práce prováděli kvalifikovaní pracovníci pod vedením zkušených odborníků. Během stavby pracovníci musí dodržovat příslušných bezpečnostních předpisů, zvláště pak **Nařízení vlády č.362/2005 Sb.**

Montážní a demontážní práce musí být pozastaveny při:

- Dohlednosti menší než 30 m
- Rychlosti větru nad 8 m.s-2
- Bouři, dešti, sněžení a tvoření námrazy
- Teplotě prostředí nižší než  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a vyšší než  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$

Požární bezpečnost pracoviště musí být zajištěna ve smyslu **vyhlášky č. 55/1996 Sb. a zákona č. 133/1985 Sb.** ve znění pozdějších předpisů. Zaměstnanci musí používat předepsané osobní ochranné pracovní prostředky dle směrnice vypracované na základě **Nařízení vlády č. 495/2001 Sb.** Požadavky na bezpečnost práce musí být zapracovány do technologických předpisů.

V případě delšího provozu konstrukce, lešení má být pravidelně kontrolováno v intervalu 14 dní. Při pravidelných kontrolách se ověřuje stabilita lešení, nedošlo-li v konstrukci k poruchám nebo změnám které mohou ovlivnit funkčnost lešení. Prohlídka se zaznamenává do protokolu a protokol předán zástupci firmy, která má lešení v užívání.

## **7. POUŽITÝ SOFTWARE**

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- AutoCadAutoDesk 2021
- SCIA Engineer 2021



## 8. POUŽITÉ NORMY A

### LITERATURA

- [1] Wilhelm Layher GmbH Co KG, *Scaffolding Grandstands Ladders*, Gueglingen-Eibensbach, 2015.
- [2] Wilhelm Layher, *Layher systemfreie zuberhör, gitterträge 450 stahl*, Gueglingen-Eibensbach: Wilhelm Layher GmbH Co KG, 2018.
- [3] ČSN 738101, *Lešení - Společná ustanovení*, Listopad 2018.
- [4] J. Dolejš a kol., *Navrhování konstrukcí z lešení I*, Praha: Tisk Česká technika, ČVUT v Praze, prosinec 2011.
- [5] J. Dolejš a kol., *Lešení v zrcadle norem*, Praha: Tisk Česká technika, ČVUT v Praze, květen 2010.
- [6] *Eurokód 1: Zatážení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*, Březen 2004.
- [7] ČSN EN 12811-2, *Dočasné stavební konstrukce - Část 2: Informace o materiálech*, Říjen 2004.
- [8] ČSN EN 12811-1 *Dočasné stavební konstrukce - Část 1: Pracovní lešení - Požadavky na provedení a obecný návrh*, Srpen 2004.
- [9] ČSN EN 1993-1-1, *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, Červenec 2011.
- [10] ČSN EN 12812 (73 8108) *Podpěrná lešení - Požadavky na provedení a obecný návrh*, 2004.
- [11] S. Vlasák, *Konstrukce z lešení podle evropských norem*, Praha: Tisk Česká technika, ČVUT v Praze, květen 2010.
- [12] *Statické posouzení konstrukce lešení pro pódium T - servis*
- [13] ČSN EN 74-1, *Spojky středící trny a nánožky pro pracovní a podpěrná lešení - Část 1: Spojky trubek - Požadavky a zkušební postupy*, Květen 2006.

# Statický výpočet – zpráva

Návrh dočasného podia pro hudební festival

Vypracoval: Sergey Kim

V Praze dne: 18.5.2023

# Obsah

1. Schéma a popis konstrukce .....	3
1.1. Postup orientačního výpočtu .....	3
1.2. Konstrukční schéma .....	3
1.3. Použité dílce .....	4
1.3.1. Lešení Layher Allround .....	4
1.3.2. Lešení Event-System .....	4
1.3.3. Lešení Schutz-System .....	4
1.4. Popis konstrukce .....	5
2. Přehled zatížení .....	5
2.1. Stálé zatížení .....	5
2.1.1. Návrhové zatížení na jednotlivé sloupky [2] .....	5
2.1.1.1. Sloupek A .....	5
2.1.1.2. Sloupek B .....	6
2.1.1.3. Sloupek C .....	6
2.1.1.4. Sloupek D .....	7
2.1.1.5. Sloupek E .....	7
2.1.1.6. Sloupek F .....	8
2.1.1.7. Sloupek G .....	8
2.1.1.8. Sloupek H .....	9
2.2. Proměnné zatížení .....	10
2.2.1. Užité zatížení .....	10
2.2.2. Zatížení větrem [3] .....	10
2.2.2.1. Střecha .....	11
2.2.2.2. Skeletová konstrukce věže .....	13
3. Návrh a posouzení nosných prvků .....	14
3.1. Vzpěrná únosnost sloupku .....	14
3.1.1. Materiálové vlastnosti sloupku .....	14
3.1.2. Návrhová vzpěrná únosnost sloupku Nb,RD [6], [7], [8], [9] .....	14
3.2. Návrhová únosnost na smyk .....	16
3.3. Návrhová únosnost na ohyb .....	16
3.4. Posouzení výpočtu vnitřních sil z programu SCIA .....	17
3.4.1. Tlak, smyk, ohyb .....	17
3.4.1.1. Posouzení tlak .....	17
3.4.1.2. Posouzení smyk .....	17
3.4.1.3. Posouzení ohyb .....	17
3.4.1.4. Posouzení kombinace N+M .....	17

# 1. SCHÉMA A POPIS KONSTRUKCE

## 1.1. Postup orientačního výpočtu

V rámci zjednodušeného statického výpočtu je nejprve zjištěno zatížení konstrukce vlastní tíhou jednotlivých prvků, užité zatížení je přepočteno na zatěžovací plochu a pomocí podkladů z norem [6],[8] je zjištěno zatížení větrem. Následně jsou tato zatížení použita pro vymodelování 3D systému pomocí programu SCIA 2021. Výsledné hodnoty z programu pak byly použité pro posouzení vzpěrné únosnosti sloupků konstrukce.

## 1.2. Konstrukční schéma

Konstrukční schéma byla vytvořena pomocí programu SCIA 2021.

*(Viz.konstrukční schéma 1)*

## **1.3. Použité dílce**

### **1.3.1. Lešení Layher Allround**

- Stojka LW, 2m
- Stojka LW, 1m
- O-příčnick LW, 1,5m
- O-příčnick LW, 2,57m
- Diagonála, ocelová, 2x1,5m
- Diagonála, ocelová, 1x1,5m
- Diagonála, ocelová, 2x2,57m
- Žebřík, 7 stupňů T15
- U-ocelová podlaha, 0,64m
- U-okopává zarážka, dřevěná, 2,57x0,15m
- U-okopává zarážka, dřevěná, 1,57x0,15m
- Bezpečnostní zábradlí T12, 2,57m
- Bezpečnostní zábradlí T12, 1,57m
- Normální patka ocelová 40
- Lešeňová plachta

### **1.3.2. Lešení Event-System**

- EV100, 2x2m
- Layher Produktlinie Rampen
- Modultreppe an Event-Buhne

### **1.3.3. Lešení Schutz-System**

- Dachtrager 2m
- Dachtrager 3m
- Firsttrager
- Trageraussteifer
- Dachkassette 1m
- Dachkassette 2m

## 1.4. Popis konstrukce

Lešeňová konstrukce věže se skládá z dílcového lešení ALLROUND o pěti polích velikosti 2,57m, každé pole má osm sloupků. Sloupky C, D, H, G jsou dimenzovány na vzpěrnou délku 1 000 mm kvůli předpokládanému vyššímu zatížení od střešní konstrukce. Ta je zajištěná pomocí sítě diagonálních nosičů. Sloupky A, B, E, F dimenzovány na vzpěrnou délku 2 000 mm. Každé patro má výšku 2 m a je vyztuženo v podélném i příčném směru. Střešní konstrukce je napojená na nosnou konstrukci věže pomocí lešenařských ocelových spojek. Volně stojící scéna je dimenzována pro zatížení do 7,5 kN/m<sup>2</sup>.

## 2. PŘEHLED ZATÍŽENÍ

### 2.1. Stálé zatížení

#### 2.1.1. Návrhové zatížení na jednotlivé sloupky [2]

- Bude posouzeno pro prvky které nebyli zadané programem SCIA
- Výsledné síly budou zadány do SCIA jako síly na jednotlivých sloupech

$$G_k = \frac{M \cdot g}{1000} [kN], \quad (1)$$

kde  $G_k$ , je charakteristické zatížení,  $M$  je hmotnost daného dílu a  $g$  je gravitační zrychlení. Dále pak

$$G_d = \gamma_G \cdot G_k [kN], \quad (2)$$

kde součinitel spolehlivosti  $\gamma_G = 1,35$

#### 2.1.1.1. Sloupek A

Tabulka 1- zatížení na Sloupek A

Název dílce	Počet dílců [ks]	Hmotnost dílce [kN]	Hmotnost celkem [kN]
• Žebřík, 7 stupňů T15	-	0,076	-
• U-ocelová podlaha, 0,64m	1,5	0,38	0,57
• U-okopává zarážka, dřevěná, 2,57x0,15m	1,5	0,057	0,0855
• U-okopává zarážka, dřevěná, 1,57x0,15m	1,5	0,035	0,0525
• Bezpečnostní zábradlí T12, 2,57m	1,5	0,327	0,4905
• Bezpečnostní zábradlí T12, 1,57m	1,5	0,227	0,3405
		<b>G<sub>k</sub></b>	<b>1,539</b>
		<b>G<sub>d</sub></b>	<b>2,07765</b>

### 2.1.1.2. Sloupek B

Tabulka 2- zatížení na Sloupek B

Název dílce	Počet dílců [ks]	Hmotnost dílce [kN]	Hmotnost celkem [kN]
• Žebřík, 7 stupňů T15	-	0,076	-
• U-ocelová podlaha, 0,64m	3	0,38	1,14
• U-okopává zarážka, dřevěná, 2,57x0,15m	1,5	0,057	0,0855
• U-okopává zarážka, dřevěná, 1,57x0,15m	3	0,035	0,105
• Bezpečnostní zábradlí T12, 2,57m	-	0,327	-
• Bezpečnostní zábradlí T12, 1,57m	3	0,227	0,681
		<b>Gk</b>	<b>2,0115</b>
		<b>Gd</b>	<b>2,715525</b>

### 2.1.1.3. Sloupek C

Tabulka 3- zatížení na Sloupek C

Název dílce	Počet dílců [ks]	Hmotnost dílce [kN]	Hmotnost celkem [kN]
• Žebřík, 7 stupňů T15	-	0,076	-
• U-ocelová podlaha, 0,64m	3	0,38	1,14
• U-okopává zarážka, dřevěná, 2,57x0,15m	1,5	0,057	0,0855
• U-okopává zarážka, dřevěná, 1,57x0,15m	3	0,035	0,105
• Bezpečnostní zábradlí T12, 2,57m	-	0,327	-
• Bezpečnostní zábradlí T12, 1,57m	3	0,227	0,681
		<b>Gk</b>	<b>2,0115</b>
		<b>Gd</b>	<b>2,715525</b>

### 2.1.1.4. Sloupek D

Tabulka 4- zatížení na Sloupek D

Název dílce	Počet dílců [ks]	Hmotnost dílce [kN]	Hmotnost celkem [kN]
• Žebřík, 7 stupňů T15	-	0,076	-
• U-ocelová podlaha, 0,64m	1,5	0,38	0,57
• U-okopává zarážka, dřevěná, 2,57x0,15m	1,5	0,057	0,0855
• U-okopává zarážka, dřevěná, 1,57x0,15m	1,5	0,035	0,0525
• Bezpečnostní zábradlí T12, 2,57m	1,5	0,327	0,4905
• Bezpečnostní zábradlí T12, 1,57m	1,5	0,227	0,3405
		<b>Gk</b>	<b>1,539</b>
		<b>Gd</b>	<b>2,07765</b>

### 2.1.1.5. Sloupek E

Tabulka 5- zatížení na Sloupek E

Název dílce	Počet dílců [ks]	Hmotnost dílce [kN]	Hmotnost celkem [kN]
• Žebřík, 7 stupňů T15	-	0,076	-
• U-ocelová podlaha, 0,64m	3	0,38	1,14
• U-okopává zarážka, dřevěná, 2,57x0,15m	3	0,057	0,171
• U-okopává zarážka, dřevěná, 1,57x0,15m	1,5	0,035	0,0525
• Bezpečnostní zábradlí T12, 2,57m	3	0,327	0,981
• Bezpečnostní zábradlí T12, 1,57m	-	0,227	-
		<b>Gk</b>	<b>2,3445</b>
		<b>Gd</b>	<b>3,165075</b>



### 2.1.1.6. Sloupek F

Tabulka 6- zatížení na Sloupek F

Název dílce	Počet dílců [ks]	Hmotnost dílce [kN]	Hmotnost celkem [kN]
• Žebřík, 7 stupňů T15	2	0,076	0,152
• U-ocelová podlaha, 0,64m	6	0,38	2,28
• U-okopává zarážka, dřevěná, 2,57x0,15m	-	0,057	-
• U-okopává zarážka, dřevěná, 1,57x0,15m	-	0,035	-
• Bezpečnostní zábradlí T12, 2,57m	-	0,327	-
• Bezpečnostní zábradlí T12, 1,57m	-	0,227	-
		<b>Gk</b>	<b>2,432</b>
		<b>Gd</b>	<b>3,2832</b>

### 2.1.1.7. Sloupek G

Tabulka 7- zatížení na Sloupek G

Název dílce	Počet dílců [ks]	Hmotnost dílce [kN]	Hmotnost celkem [kN]
• Žebřík, 7 stupňů T15	2	0,076	0,152
• U-ocelová podlaha, 0,64m	6	0,38	2,28
• U-okopává zarážka, dřevěná, 2,57x0,15m	-	0,057	-
• U-okopává zarážka, dřevěná, 1,57x0,15m	-	0,035	-
• Bezpečnostní zábradlí T12, 2,57m	-	0,327	-
• Bezpečnostní zábradlí T12, 1,57m	-	0,227	-
		<b>Gk</b>	<b>2,432</b>
		<b>Gd</b>	<b>3,2832</b>

### 2.1.1.8. Sloupek H

Tabulka 8- zatížení na Sloupek H

Název dílce	Počet dílců [ks]	Hmotnost dílce [kN]	Hmotnost celkem [kN]
• Žebřík, 7 stupňů T15	-	0,076	-
• U-ocelová podlaha, 0,64m	3	0,38	1,14
• U-okopává zarážka, dřevěná, 2,57x0,15m	3	0,057	0,171
• U-okopává zarážka, dřevěná, 1,57x0,15m	-	0,035	-
• Bezpečnostní zábradlí T12, 2,57m	3	0,327	0,981
• Bezpečnostní zábradlí T12, 1,57m	-	0,227	-
		<b>Gk</b>	<b>2,292</b>
		<b>Gd</b>	<b>3,0942</b>

## 2.2. Proměnné zatížení

### 2.2.1. Užité zatížení

- Hodnotu užitého zatížení, dle třídy 3 pracovního lešení, uvažujeme
- $q_1 = 2,00 \text{ kN/m}^2$  v jednom podlaží a 50% hodnoty  $q_1$  v podlaží následujícím. [3], [4], [5]
- Celková hodnota  $Q$  za provozu je rovna 150 % [6]  $q_1$ , tedy

$$Q = 1,5 \cdot q_1$$

$$Q = 1,5 \cdot 2,0 \text{ kN/m}^2$$

$$Q = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

- Zatížení přidáno do 3D modelu SCIA

### 2.2.2. Zatížení větrem [3]

- Větrová oblast 1(Praha, Stromovka)
- Základní rychlost větru  $V_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$
- Kategorie terénu 3
- Výška objektu 11,5 m

Kategorie terénu a související parametry		$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
0	Moře nebo pobřežní oblasti vystavené otevřenému moři	0,16	0,003	1
1	Rovná krajina bez překážek	0,17	0,01	1
2	Zemědělská půda s hraničními živými ploty, náhodné malé zemědělské stavby, domy a stromy	0,19	0,05	2
3	Předměstské nebo průmyslové oblasti a souvislé lesy	0,22	0,3	5
4	Městské oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto pozemními stavbami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m	0,23	1	10

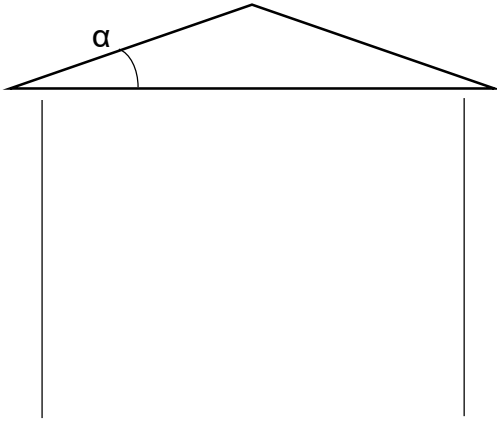
Tabulka 8- kategorie terénu

	$z_{min} =$	5m(tab.8)
	$z_0 =$	0,3m(tab.8)
	$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} =$	0,22
Součinitel drsnosti	$c_r(z) = k_r \cdot (\ln(z/z_0)) =$	0,8
Součinitel orografie	$c_0(z) =$	1
Střední rychlost větru	$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b =$	18m/s
Směrodatná odch. turbulence	$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_l = k_r \cdot v_b \cdot 1 =$	4,95
Intenzita turbulence	$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z) =$	0,275
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho =$	1,25kg/m <sup>3</sup>
Základní dynamický tlak	$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2(z) =$	316,4N/m <sup>2</sup>
Maximální dynamický tlak	$q_p(z) = (1+7I_v(z)) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) =$	592,3Nm <sup>2</sup>
Součinitel expozice	$c_e = q_p / q_b =$	1,87

### 2.2.2.1. Střecha

Účinek zatížení na přístřešek

$\alpha=12^\circ$



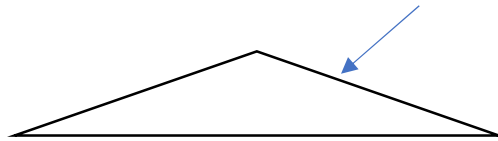
Součinitelé zatížení na přístřešek pro maximální a minimální  $\varphi$  podle *tab.7.6*

$$C_{f+} = +0,58 \text{ (tlak)}$$

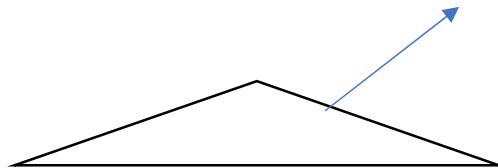
$$C_{f-} = -1,4 \text{ (sání)}$$

Zatížení na přístřešek

$$W_{k,0+} = 0,592 \cdot 0,58 = \mathbf{0,34 \text{ kN/m}^2}$$



$$W_{k,0-} = 0,592 \cdot (-1,4) = \mathbf{-0,83 \text{ kN/m}^2}$$

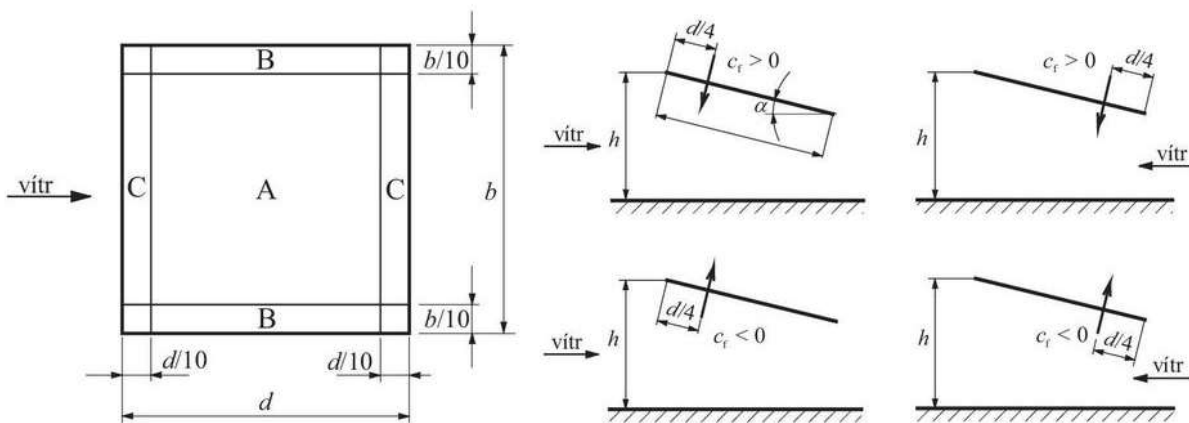


Tab. 7.6 Hodnoty součinitelů  $c_{p,net}$  a  $c_f$  pro pultové přístřešky

Úhel sklonu střechy $\alpha$	Součinitel plnosti $\varphi$	Součinitel celkové síly $c_f$	Oblast A	Oblast B	Oblast C
0°	Maximum – všechna $\varphi$	+0,2	+0,5	+1,8	+1,1
	Minimum pro $\varphi = 0$	-0,5	-0,6	-1,3	-1,4
	Minimum pro $\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Maximum – všechna $\varphi$	+0,4	+0,8	+2,1	+1,3
	Minimum pro $\varphi = 0$	-0,7	-1,1	-1,7	-1,8
	Minimum pro $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Maximum – všechna $\varphi$	+0,5	+1,2	+2,4	+1,6
	Minimum pro $\varphi = 0$	-0,9	-1,5	-2,0	-2,1
	Minimum pro $\varphi = 1$	-1,4	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Maximum – všechna $\varphi$	+0,7	+1,4	+2,7	+1,8
	Minimum pro $\varphi = 0$	-1,1	-1,8	-2,4	-2,5
	Minimum pro $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Maximum – všechna $\varphi$	+0,8	+1,7	+2,9	+2,1
	Minimum pro $\varphi = 0$	-1,3	-2,2	-2,8	-2,9
	Minimum pro $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
30°	Maximum – všechna $\varphi$	+1,2	+2,2	+3,2	+2,4
	Minimum pro $\varphi = 0$	-1,8	-3,0	-3,8	-3,6
	Minimum pro $\varphi = 1$	-1,4	-1,5	-2,2	-2,7

**Poznámka:**

Kladné hodnoty součinitelů udávají zatížení větrem směrem dolů. Záporné hodnoty označují zatížení větrem směrem nahoru.



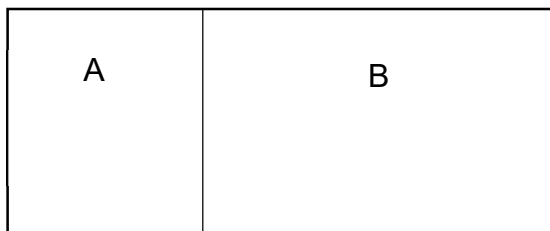
Legenda k tab. 7.6

Obr. 7.16 Umístění působišťe síly pro pultové střechy

### 2.2.2.2. Skeletová konstrukce věže

Účinek zatížení větrem na konstrukci kvůli lešenářské plachtě lze počítat jako zatížení na volně stojící stěnu. Zanedbáváme zatížení na jednotlivé prvky skeletu.

- $H = 8 \text{ m}$
- $L = 12,85 \text{ m}$
- Součinitele plnosti  $\varphi_1 = 1$  a  $\varphi_2 = 0,8$
- $L/H \leq 3$



Součinitele tlaku větrem pro volně stojící stěny podle *tab.7.9*

- $C_{f,A} = 2,3$
- $C_{f,B} = 1,4$
- Z důvodu bezpečnosti volíme  $C_{f,A} = 2,3$  pro celou plochu stěny
- Výsledný tlak je  $W_{k,A1} = \varphi \cdot C_f \cdot q(z) = 2,3 \cdot 0,592 = 1,4 \text{ kN/m}^2$

Pro druhou stěnu výsledný tlak bude zredukován pomocí součinitele plnosti  $\varphi = 0,8$

$$W_{k,A2} = 1,4 \cdot 0,8 = 1,1 \text{ kN/m}^2$$

# 3. NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ

## 3.1. Vzpěrná únosnost sloupku

- Vzpěrná délka sloupků je

$$L_1 = 1 \text{ m}$$

$$L_2 = 2 \text{ m}$$

### 3.1.1. Materiálové vlastnosti sloupku

-výška 2 m a 1 m

- ocel S 235 JRH

-trubka sloupku 48,3 mm/ 3,2 mm

- Zaručená minimální mez kluzu  $f_y = 235 \text{ MPa}$

### 3.1.2. Návrhová vzpěrná únosnost sloupku $N_{b,RD}$ [6], [7], [8], [9]

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_M} \text{ [kN]}$$

- pro oceli tvářené za studena
- křivka vzpěrné pevnosti c
- dílčí součinitel spolehlivosti materiálu  $\gamma_M = 1,1$

- Kde:

$$A = \pi \cdot \left( \left( \frac{D}{2} \right)^2 - \left( \frac{d}{2} \right)^2 \right) \text{ [mm}^2\text{]}, \text{ plocha průřezu trubky}$$

$$A = \pi \cdot \left( \left( \frac{48,3}{2} \right)^2 - \left( \frac{41,9}{2} \right)^2 \right) \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$A = 453 \text{ mm}^2$$

$$\chi = \frac{1}{\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \lambda^2}} \text{ [kN]}, \text{ součinitel vzpěrnosti}$$

$$\varphi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2], \alpha = 0,49, \text{ tabulková hodnota}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr} \cdot i}{i \cdot \lambda_1}, \text{ poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{235}}$$

$$\varepsilon = 1$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot 1$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\tilde{\lambda} = \frac{L_{cr} \cdot 1}{i \cdot \lambda_1}$$

$$L_{cr} = L \cdot 0,7 [m], \text{ pro } L > 2 \text{ m}$$

$$L_{cr} = L [m], \text{ pro } L \leq 2 \text{ m}$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$I = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \left( \frac{D}{2} \right)^4 - \left( \frac{d}{2} \right)^4 \right)$$

$$I = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \left( \frac{48,3}{2} \right)^4 - \left( \frac{41,9}{2} \right)^4 \right)$$

$$I = 115\,856,5 \text{ mm}^4 = 115,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$i = \sqrt{\frac{115,9 \cdot 10^3}{453}} \text{ mm}^2$$

$$i = 16,0 \text{ mm}$$

$$\tilde{\lambda}_y = \frac{L_{cr} \cdot 1}{i \cdot \lambda}, \text{ pro } L = 1$$

$$\tilde{\lambda}_y = \frac{1 \cdot 1}{0,016 \cdot 93,9} = 0,67$$

$$\tilde{\lambda}_y = \frac{L_{cr} \cdot 1}{i \cdot \lambda}, \text{ pro } L = 2$$

$$\tilde{\lambda}_y = \frac{2 \cdot 1}{0,016 \cdot 93,9} = 1,33$$

$$\varphi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\tilde{\lambda} - 0,2) + \tilde{\lambda}] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,33 - 0,2) + 1,33^2] = 1,66, \text{ pro } L = 2 \text{ m}$$

$$\varphi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\tilde{\lambda} - 0,2) + \tilde{\lambda}] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,67 - 0,2) + 0,67^2] = 0,84, \text{ pro } L = 1 \text{ m}$$



$$\chi = \frac{1}{\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \lambda^2}}$$

$$\chi = \frac{1}{0,84 + \sqrt{0,84^2 - 0,67^2}} = 0,74, \text{ pro } L = 1 \text{ m}$$

$$\chi = \frac{1}{1,66 + \sqrt{1,66^2 - 1,33^2}} = 0,38, \text{ pro } L = 2 \text{ m}$$

$$N_{rd} = \chi * A_y \cdot \frac{f_y}{\varphi_M}$$

$$N_{rd} = 0,38 \cdot 453 \cdot \frac{235}{1,1} = \mathbf{36,8 \text{ kN}}, \text{ pro } L = 2 \text{ m}$$

$$N_{rd} = 0,74 \cdot 453 \cdot \frac{235}{1,1} = \mathbf{71,6 \text{ kN}}, \text{ pro } L = 1 \text{ m}$$

$$N_{rd} \geq N_{ed}$$

### 3.2. Návrhová únosnost na smyk

$$V_{pl,rd} = A_{vz} * \frac{f_y}{\sqrt{3} * \varphi_m}$$

kde  $A_{vz} = 289 \text{ mm}^2$  (tab.hodnota)

$$V_{pl,rd} = 28 \cdot = \mathbf{35,65 \text{ kN}}$$

$$V_{pl,rd} \geq V_{ed}$$

### 3.3. Návrhová únosnost na ohyb

$$M_{pl,rd} = \frac{f_y y \cdot W_{pl, Wy_{pl,y}}}{\varphi_m}$$

kde  $W_{pl,y} = 6520 \text{ mm}^3$  (tab.hodnota)

$$M_{pl,rd} = 235 \cdot \frac{652}{1,1} = \mathbf{13,93 \text{ kNm}}$$

$$M_{pl,rd} \geq M_{ed}$$

### 3.4. Posouzení výpočtu vnitřních sil z programu SCIA

#### 3.4.1. Tlak, smyk, ohyb

Tabulka výsledku pro jednotlivé sloupky

	Jméno	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	B376	MSÚ-Sada B (auto)2/1	-60,99	0,03	2,22	0,00	-0,07	-0,02
2	B348	MSÚ-Sada B (auto)2/2	8,94	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01
3	B348	MSÚ-Sada B (auto)2/3	8,37	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
4	B376	MSÚ-Sada B (auto)4	-38,63	0,02	-3,18	-0,01	-0,56	0,01
5	B376	MSÚ-Sada B (auto)2/1	-60,98	0,03	-0,48	0,00	0,36	-0,01
6	B46	MSÚ-Sada B (auto)2/1	-47,76	0,03	1,04	0,00	0,01	-0,03
7	B4	MSÚ-Sada B (auto)2/5	-20,77	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02

##### 3.4.1.1. Posouzení tlak

$$N_{ed,max} = 60,99 \text{ kN, pro sloup } L = 1 \text{ m}$$

$$N_{ed,max} = 20,77 \text{ kN, pro sloup } L = 2 \text{ m}$$

$$N_{rd} = 71,6 \text{ kN}$$

tedy  $N_{rd} > N_{ed}$  – vyhovuje!

##### 3.4.1.2. Posouzení smyk

$$V_{ed,max} = 3,18 \text{ kN}$$

$$V_{pl,rd} = 35,65 \text{ kN}$$

tedy  $V_{pl,rd} > V_{ed,max}$  – vyhovuje!

##### 3.4.1.3. Posouzení ohyb

$$M_{ed,max} = 0,56 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,rd} = 13,93 \text{ kNm}$$

tedy  $M_{pl,rd} > M_{ed,max}$  – vyhovuje!

##### 3.4.1.4. Posouzení kombinace N+M

$$M_{pl,rd,N} = M_{pl,rd} \cdot \cos\left(\frac{\pi N_{ed}}{2 N_{rd}}\right)$$

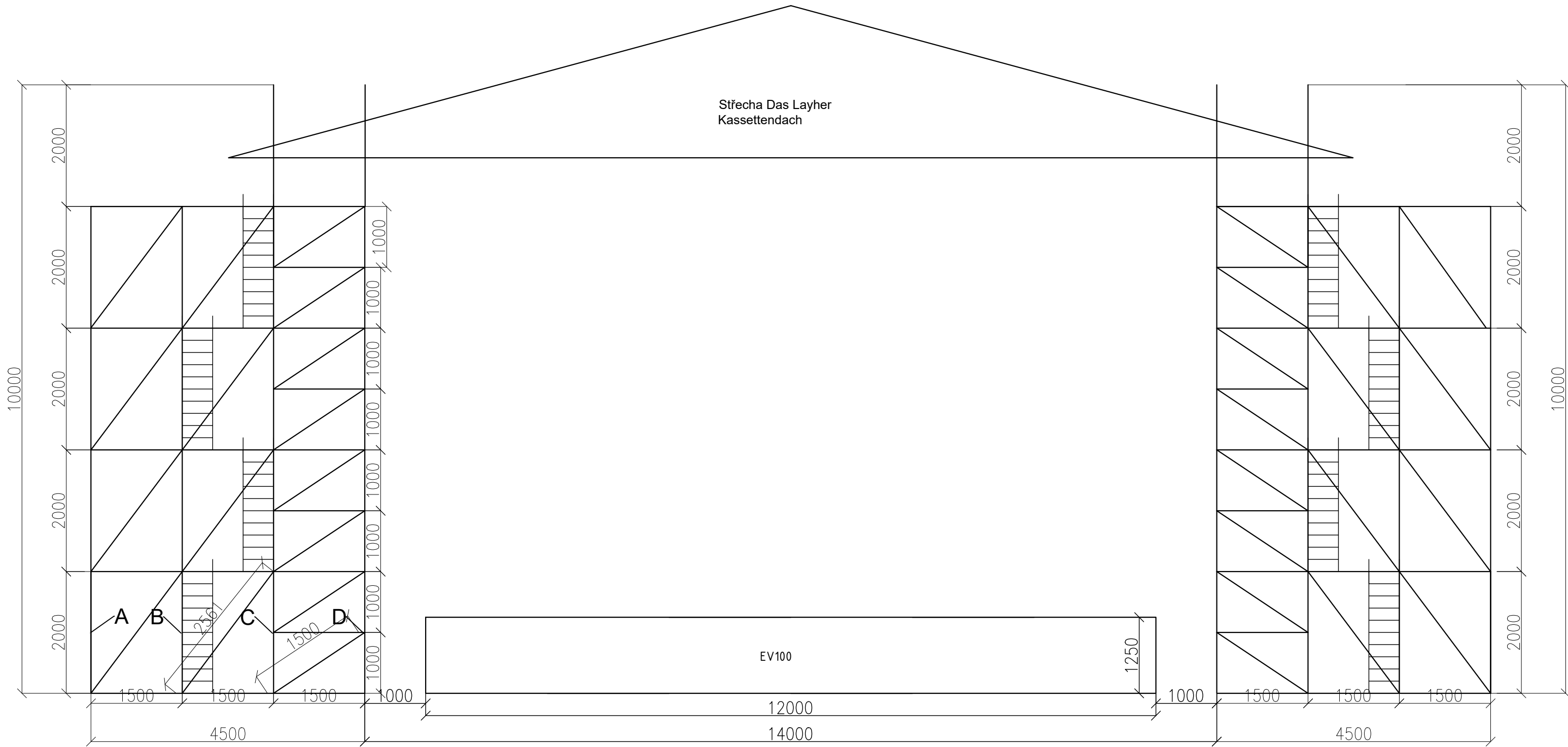
$$M_{pl,rd,N} = 13,93 \cdot \cos\left(\frac{\pi 60,99}{2 71,66}\right) = 13,93 \text{ kNm}$$


tedy  $M_{pl,rd,N} > M_{ed}$  – vyhovuje!

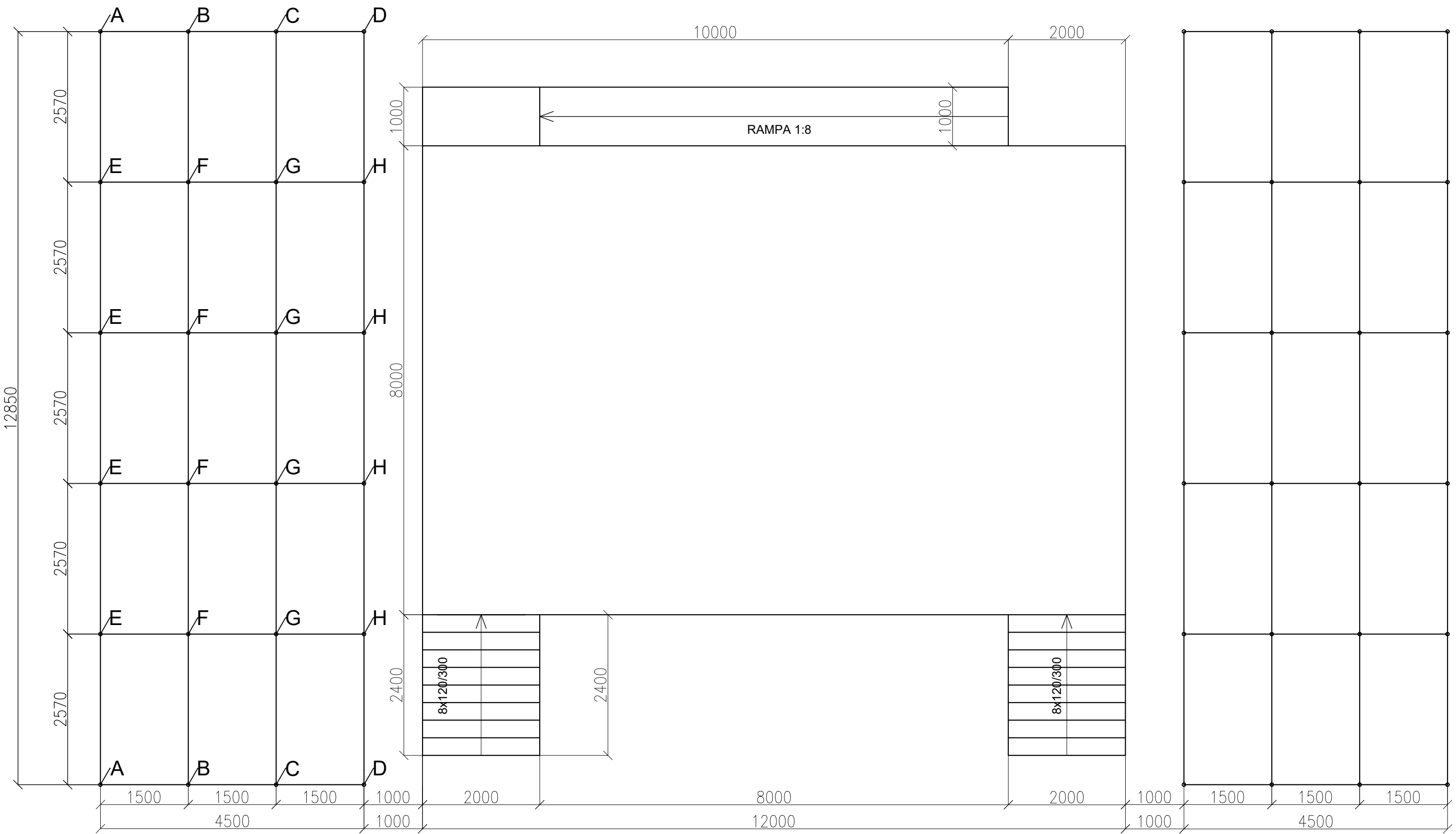
# PROTOKOL


o předání a převzetí lešení ke smlouvě o dílo - zadávací list č. ....

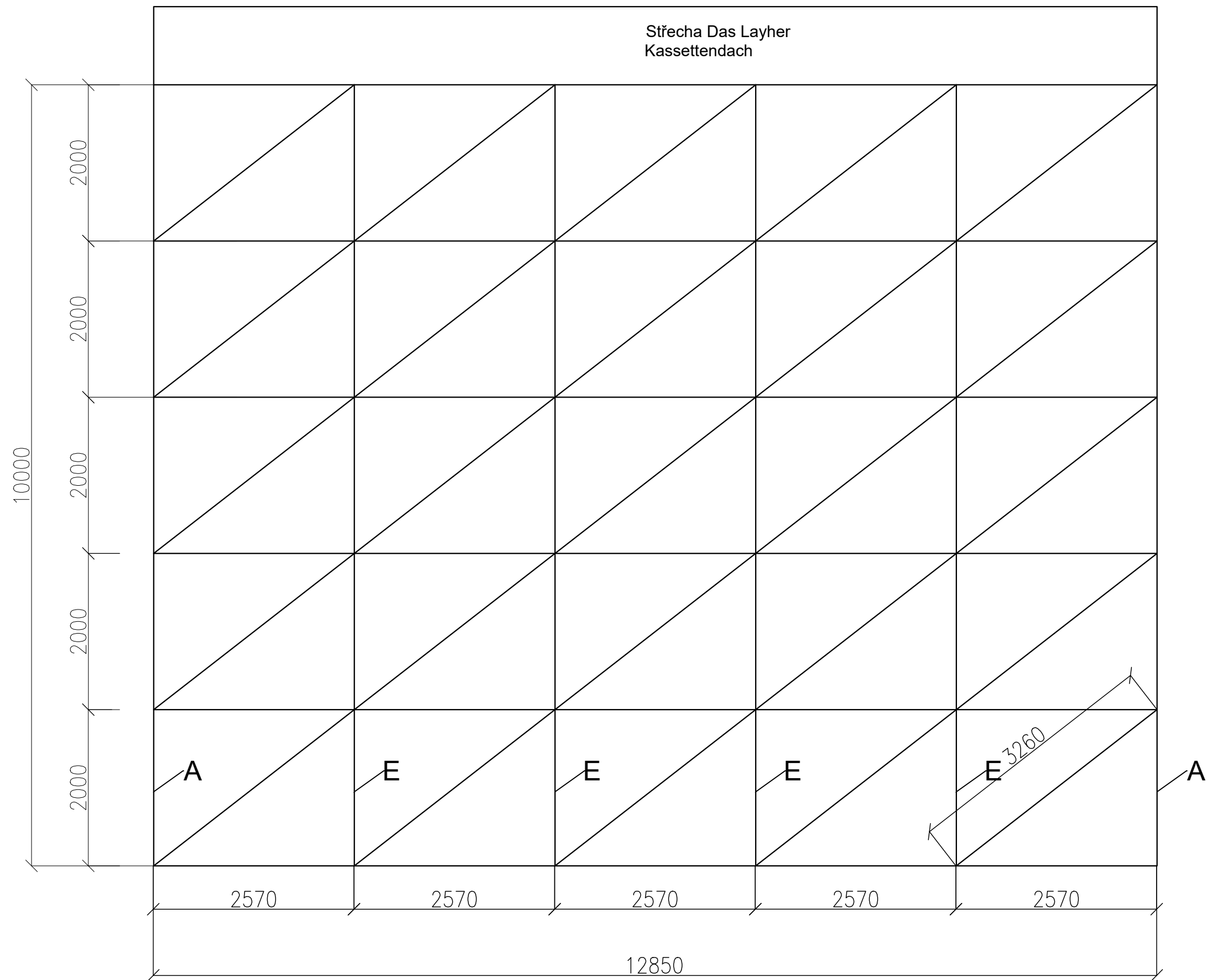
<b>A. Stavba lešení</b>	
Umístění lešení na stavbě: Dočasné pódium pro hudební festival, Park Stromovka, Praha	
Účel stavby lešení: pódium pro letní hudební festival	
Typ montovaného lešení: Ocelové, trubkové lešení	Výměra lešení: 295,5 m <sup>2</sup>
Dovolený počet současně zatížených podlah: 2 ks	Nosnost pracovních podlah: 200 kg.m <sup>-2</sup>
<i>Zhotovitel lešení prohlašuje, že provedl montáž lešení v souladu s ustanoveními ČSN 73 8101 Lešení. Společná ustanovení, ČSN 73 8102 Pojízdna a volně stojící lešení, ČSN 73 8106 Ochranné a záchytné konstrukce, ČSN 73 8107 Trubková lešení, ČSN 73 8108 Podpěrná lešení, ČSN EN 12810-1 Fasádní dílcová lešení - Část 1: Požadavky na výrobky, ČSN EN 12810-2 Fasádní dílcová lešení - Část 2: Zvláštní postupy při navrhování konstrukce a technickými podmínkami výrobce lešení.</i>	
Lešení zhotovila firma:	
<b>B. Prohlídky a údržba lešení</b>	
<i>Lešení musí být stále udržováno tak, aby mohlo bezpečně plnit funkci, pro kterou bylo zřízeno. Před zahájením práce provede uživatel lešení denně běžnou prohlídku konstrukce lešení jako celku, při které zkontroluje zejména kompletnost konstrukce (zábradlí, podlahy, výstupy apod.) Zhotovitel se zavazuje, že bez vyzvání objednatele lešení, provede každý měsíc odbornou prohlídku konstrukce lešení. U lešení pojízdných a lešení zavěšených, jakož i lešení vystavených účinkům mechanického kmitání, provede odbornou prohlídku bez vyzvání objednatele 1x za 14 dní. Datum provedení odborné prohlídky je zhotovitel povinen zapsat do předávacích protokolů. Zjištěné závady zhotovitel neprodleně odstraní.</i>	
<b>C. Předání lešení</b>	
<i>Zástupce objednatele potvrzuje, že lešení bylo zhotoveno dle požadavku a zavazuje se, že lešení bude používat k účelu, pro které bylo postaveno. Dále prohlašuje, že na konstrukci lešení nebude provádět žádné úpravy a že při změněném účelu užívání lešení, které mohou při výstavbě nastat, který by mohl snížit stabilitu, funkční nebo pracovní bezpečnost, nechá lešení z uvedených hledisek posoudit zhotovitelem, nebude provádět demontáž lešení a to ani prostřednictvím jiné firmy a před demontáží lešení zajistí úklid na lešení.</i>	
Lešení bylo předáno a převzato: den hodina	
Za zhotovitele předal: jméno hůlkovým písmem č. lešenářského průkazu podpis	
Za objednatele převzal: jméno hůlkovým písmem podpis	
<b>D. Demontáž lešení</b>	
Lešení je možno demontovat dne: Za objednatele: jméno a příjmení podpis	
<b>E. Poznámka</b>	




Zpracoval: Sergey Kim	Vedoucí: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	Školní rok 2022/2023	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 	
Předmět BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Datum 05/2023	
Úloha Dočasné pódium pro hudební festival			Formát A3	
Výkres Pohled			Měřítko 1:100	
			Číslo výkresu 1	



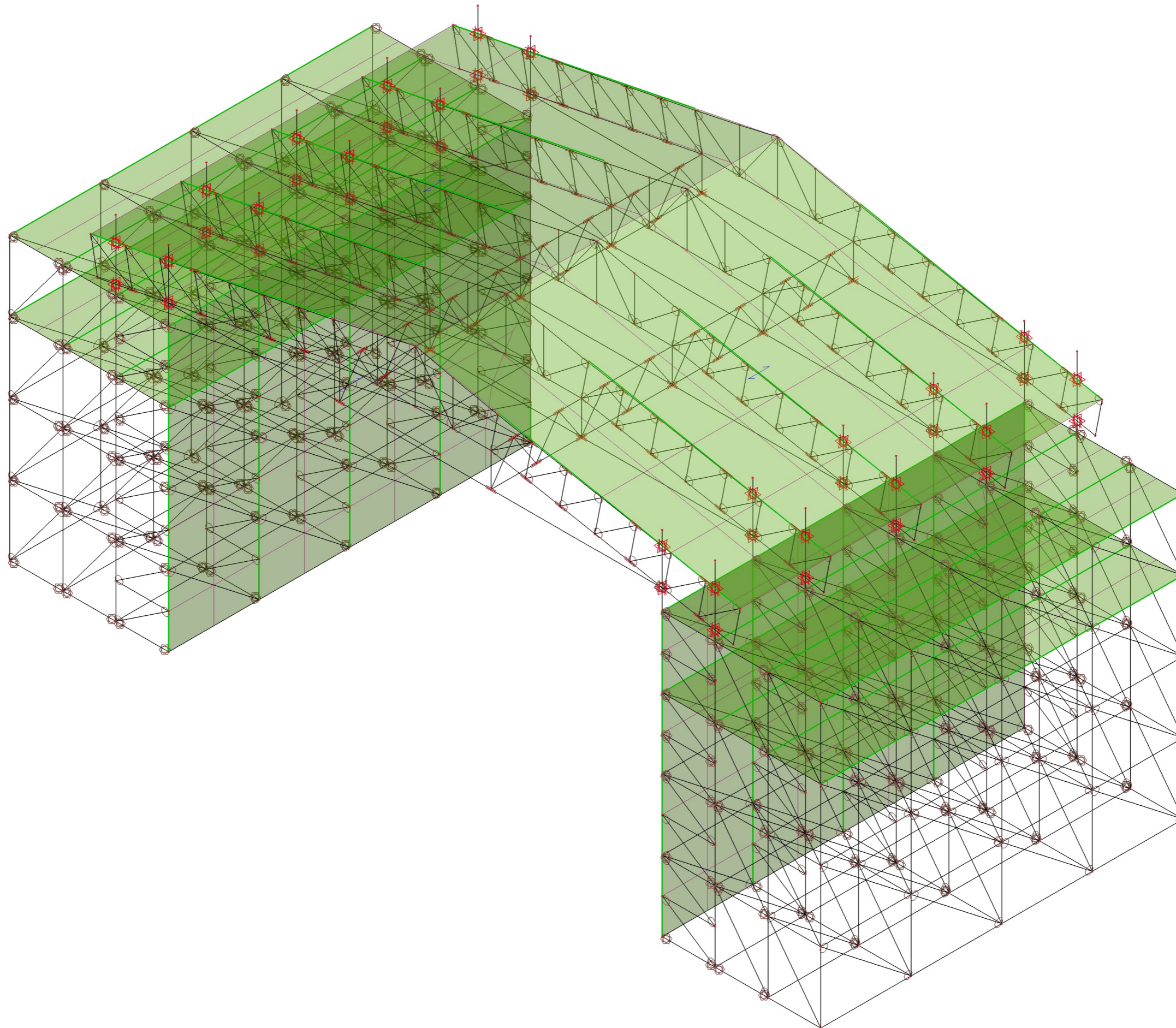
Zpracoval: Sergey Kim	Vedoucí: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	Školní rok 2022/2023	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
Předmět BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			
Úloha Dočasné pódium pro hudební festival		Datum 05/2023	
Výkres Púdorys		Formát A3	
		Měřítko 1:100	
		Číslo výkresu 2	



Zpracoval: Sergey Kim	Vedoucí: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	Školní rok 2022/2023	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 	
Předmět BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Datum 05/2023	Formát A3
Úloha Dočasné pódium pro hudební festival			Měřítko 1:100	Číslo výkresu 3
Výkres Pohled boční				

Studentská verze

Studentská verze



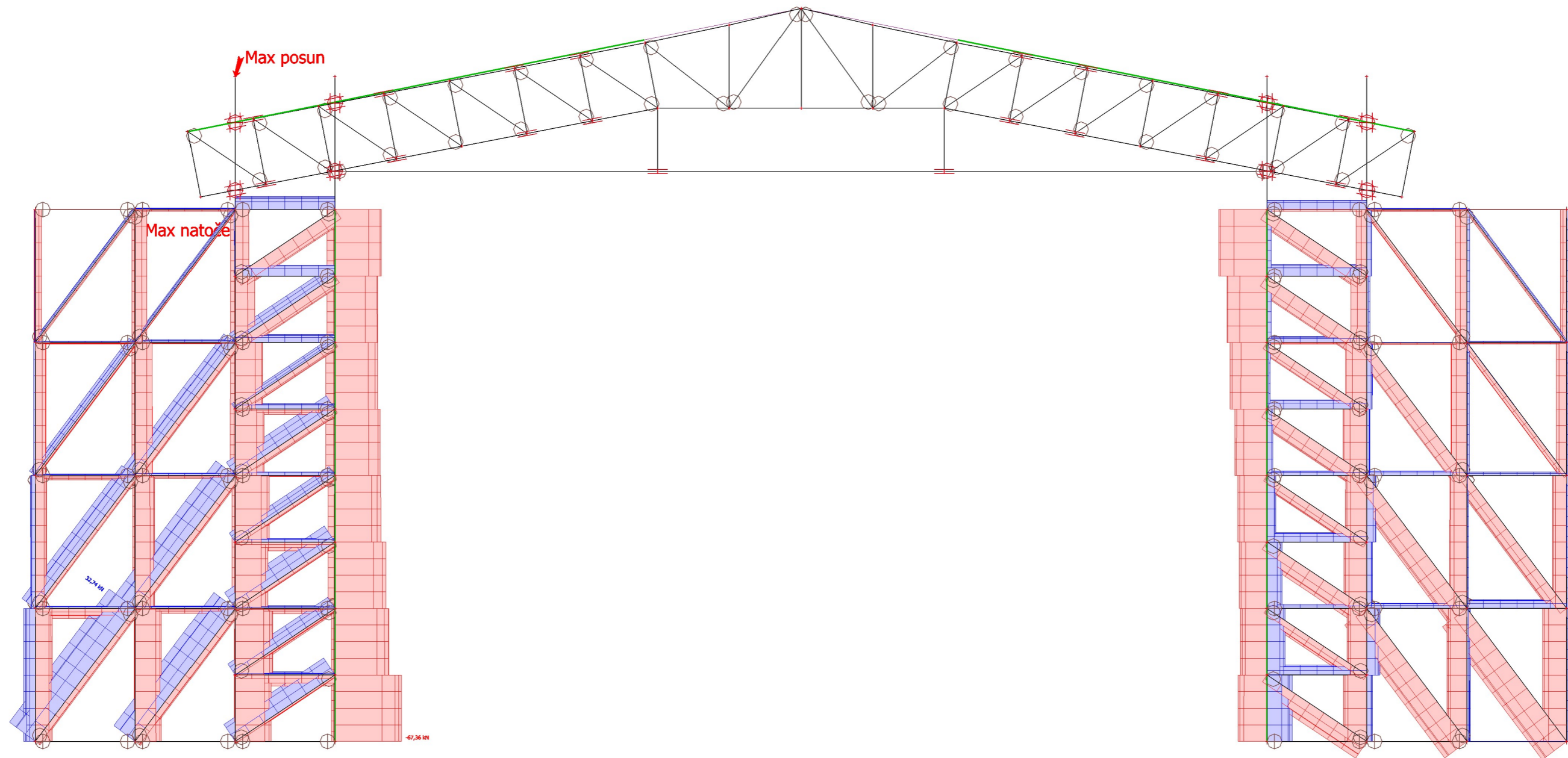
 Studentská verze

Studentská verze

Konstrukční schéma

Studentská verze

Studentská verze



Studentská verze

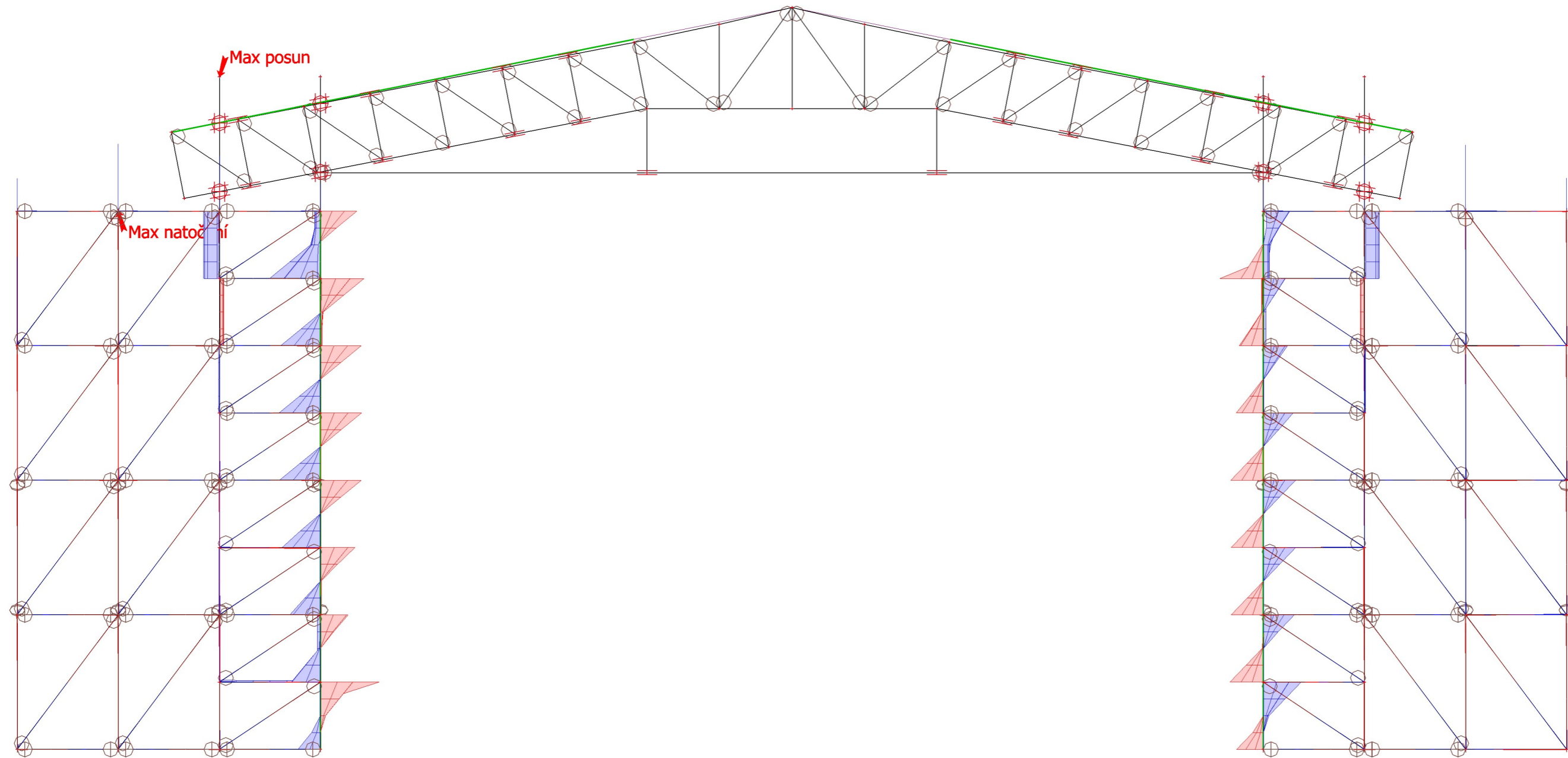
Studentská verze

Výkres č.4, N – posuvné síly



Studentská verze

Studentská verze



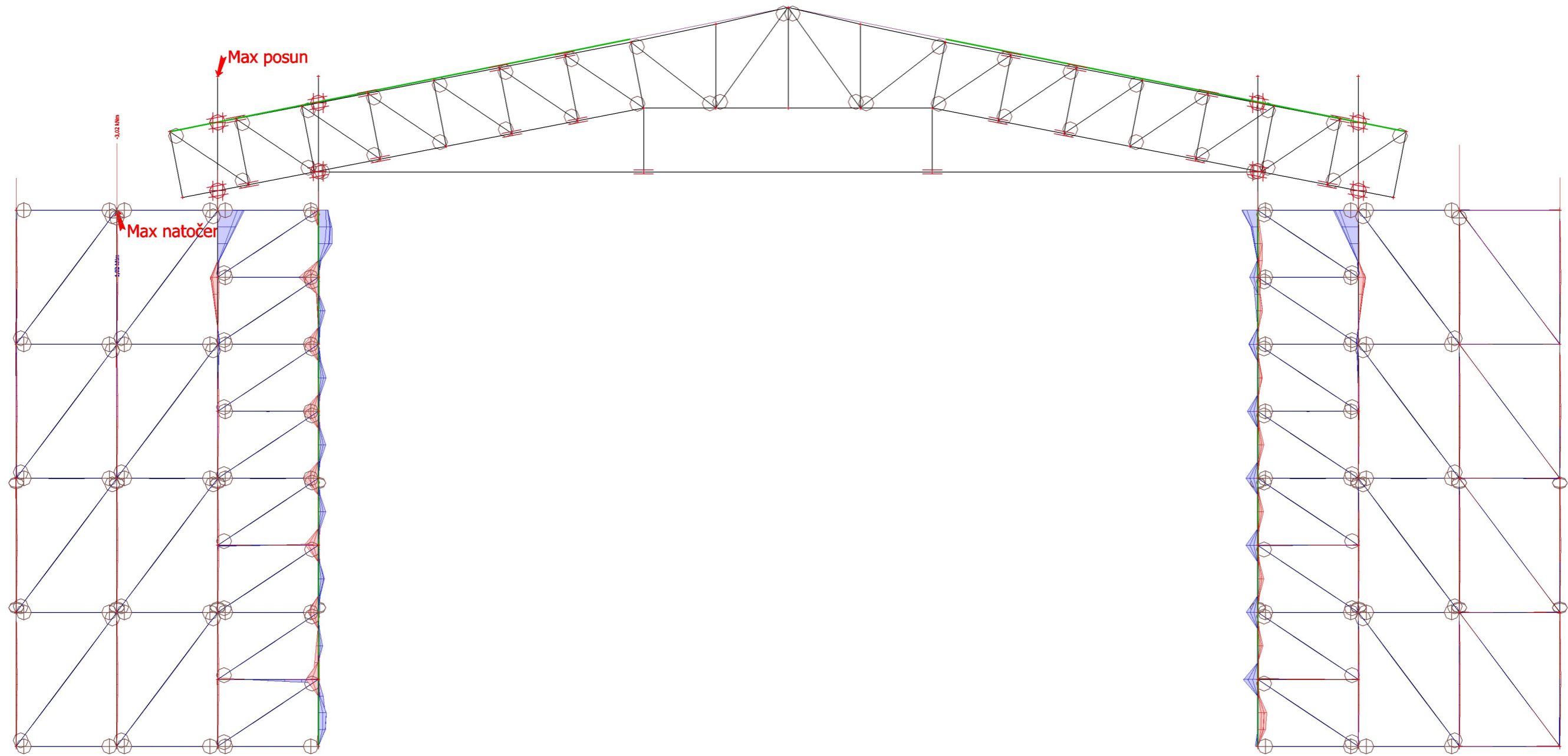
Studentská verze

Studentská verze

Výkres č.5,  $V_y$  – svislé síly

Studentská verze

Studentská verze



Studentská verze

Studentská verze

Výkres č.6, My – momenty