



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

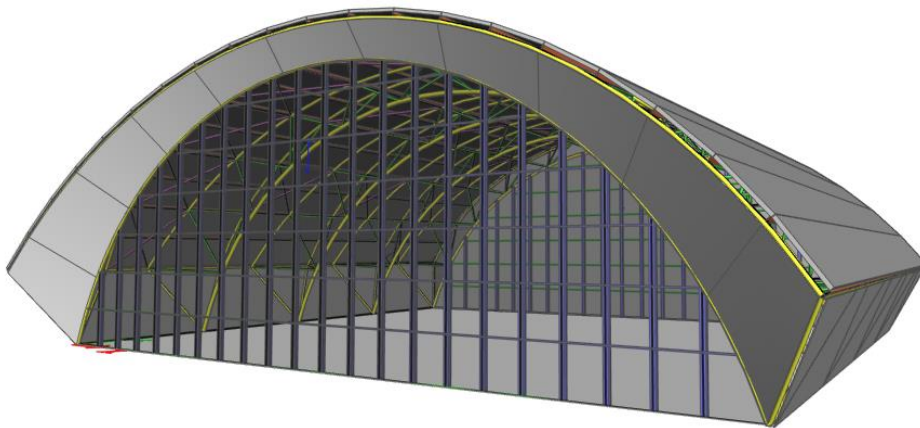
Stavebná fakulta

Katedra stavebných konštrukcií a mostov



Návrh ocelevej veľkorozponovej haly

Technická správa

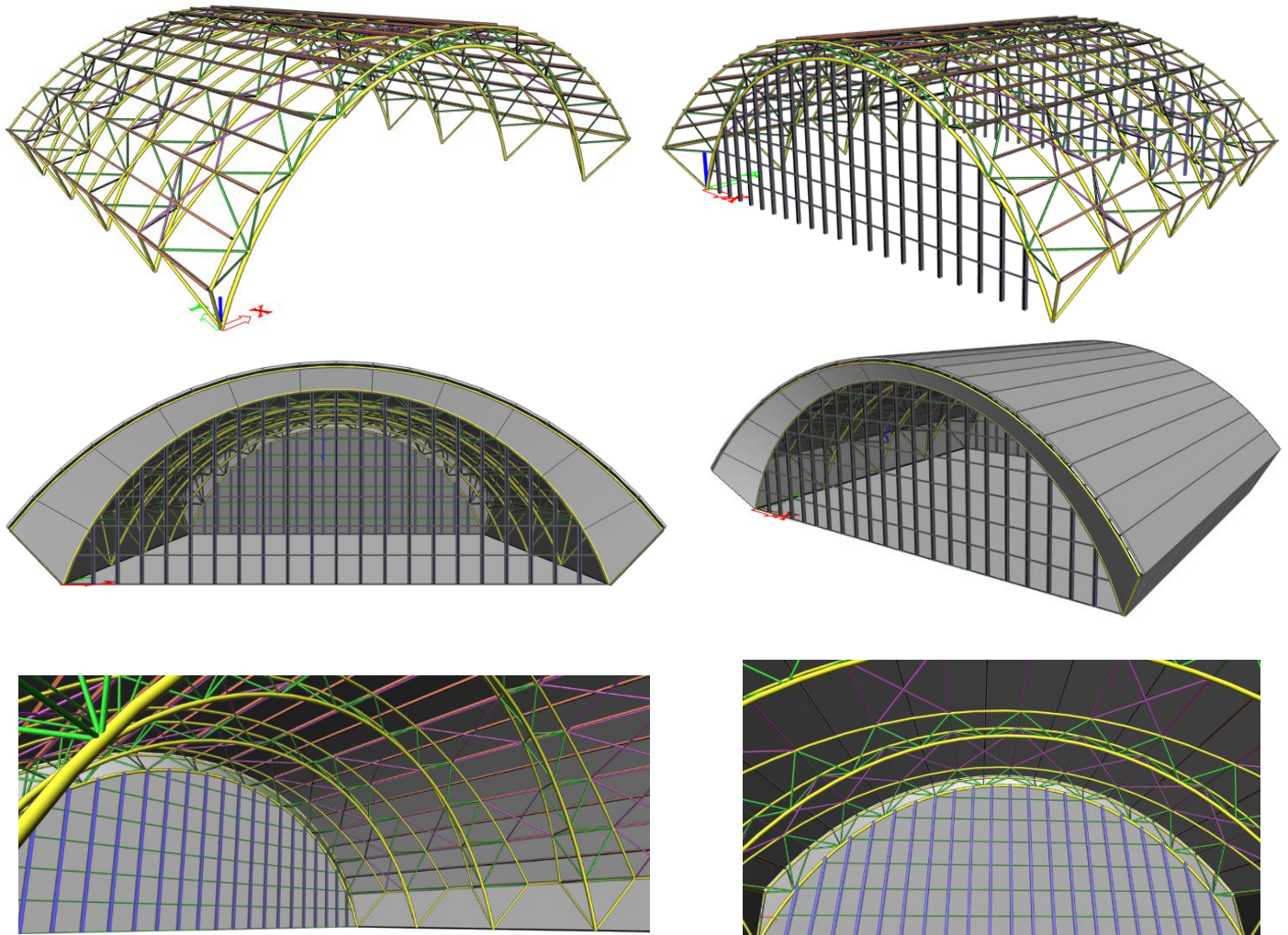


Vypracoval: *Bc. Adam Malák*

Šk. skupina: *4ZP11H*

1. Popis konštrukcie

Hlavným nosnou konštrukciou veľkorozponovej oceľovej haly sú oblúkové rámy tvorené 3D priehradovinou, ktorá je kotvená priamo do základov. Strešný plášť a opláštenie haly je tvorené sendvičovými izolačnými panelmi, ktoré sú podopierané strešnými väznicami uloženými na horných pásoch priehradových rámov. Čelné strany fasády sú riešené ako celopresklené steny s oceľovým nosným roštom tvorený stĺpikmi a priečnikmi. Stuzenie budovy je riešené pomocou stužidiel v rovine strešného plášťa.

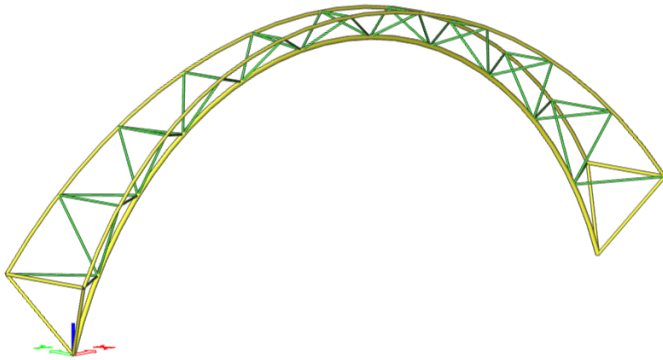


2. Analýza konštrukcie

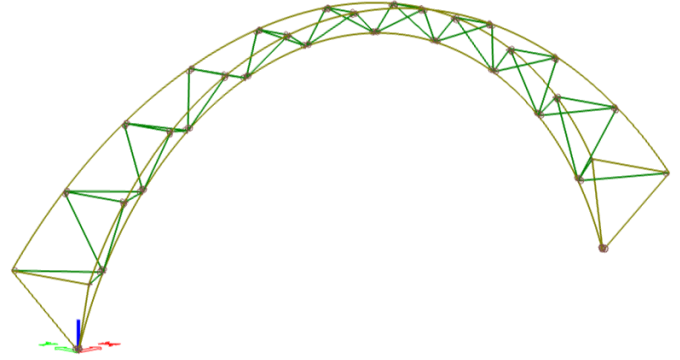
Výpočtový model konštrukcie bol vytvorený v programe SCIA Engineer, kde bol následne aj posúdený na MSÚ a MSP. Vybrané spoje konštrukcie boli následne overené v programe IDEA StatiCa Connection na základe zistených vnútorných síl z výpočtového modelu z programu SCIA Engineer.

2.1 Nosný 3D priehradový rám

Rám je tvorený z kruhových uzatvorených valcovaných profilov. Dolný pás je z profilu CHS 355,6/8,0, ktorý je podpretý kĺbovo podperou. Horné dva pásy priehradoviny sú z profilov CHS 244,5/8,0. Dolný a horné pásy sú spojené sústavou kĺbovo pripojených diagonálnych prútov z profilov CHS 139,7/8,0 a CHS 139/5,0. Horný pásy sú ešte prepojené kĺbovo pripojenými vodorovnými prútmi z profilu CHS 139,7/5,0. Konce horných pásov sú spojené so spodným pásom pomocou zvislíc, ktoré sú spájajú v spoločnom uzle s dolným pásom. Profil zvislíc je CHS 219,1/10,0.

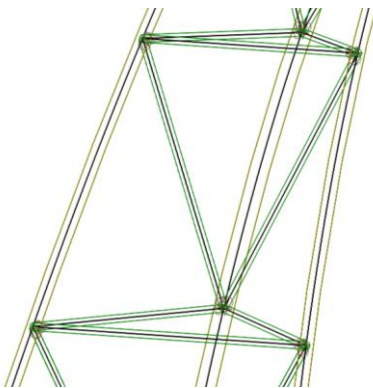


Obr. 1 – Rendovaný model 3D priehradového rámu

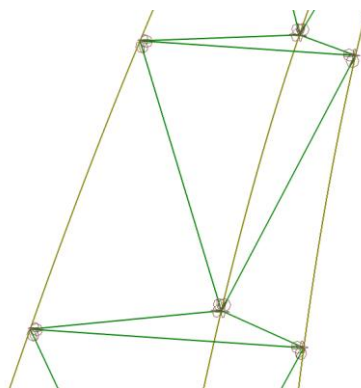


Obr. 2 – Výpočtový prútový model 3D priehradového rámu

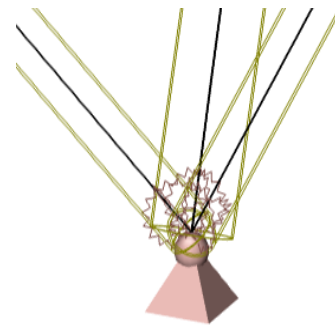
Spojenie horných pásov a zvislíc je uvažovaný ako tuhý. Spojenie koncov zvislíc a dolného pásu je modelovaný pomocou polotuhých uzlov, kvôli navrhovanému zvarovému prípoju. Tuhosť prípojov bol zistený pomocou programu IDEA Connection.



Obr. 3 – Prútový model pripojenia s naznačením prierezov prútov

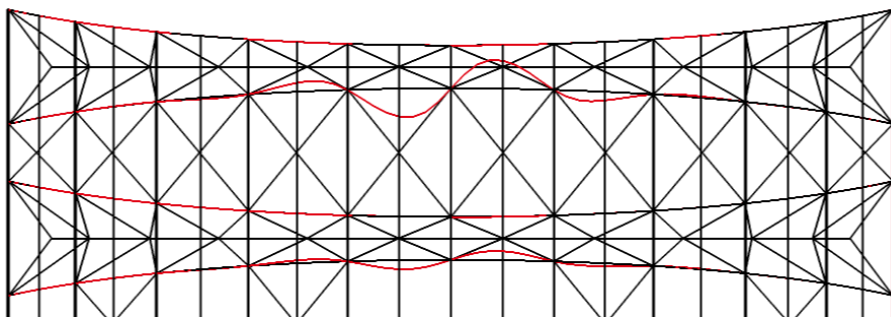


Obr. 4 – Prútový model pripojenia diagonálnych a vodorovných prútov

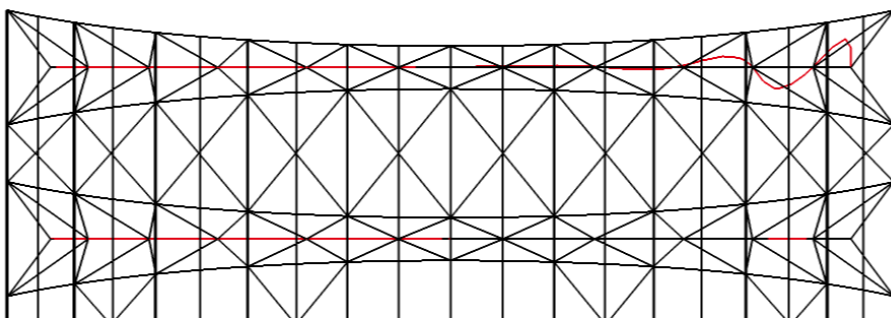


Obr. 5 – Detail pripojenia pomocou polotuhých kĺbov

Vzperné dĺžky horného a spodného pásu boli zistené pomocou stabilného výpočtu, kde bolo zistené že oba pásy majú prvý tvar vybočenia pomedzi diagonálne prúty. Do výpočtového modelu boli tieto vzperné údaje zadané ako miesta uchytienia (miesta uzlov pripojenia diagonál) a súčiniteľ vzpernej dĺžky medzi týmito bodmi bol zadaný ako $k_y = k_z = 1,0$.



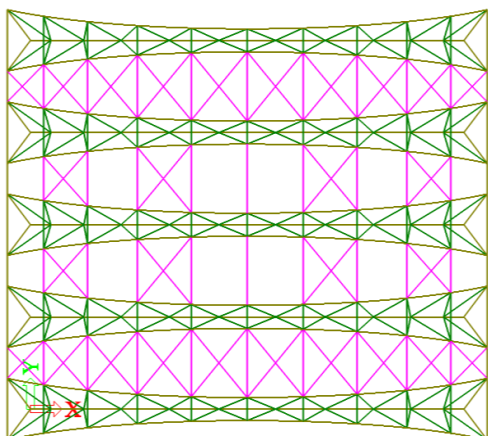
Obr. 6 – Tvar vybočenia horného pásu zo stabilného výpočtu



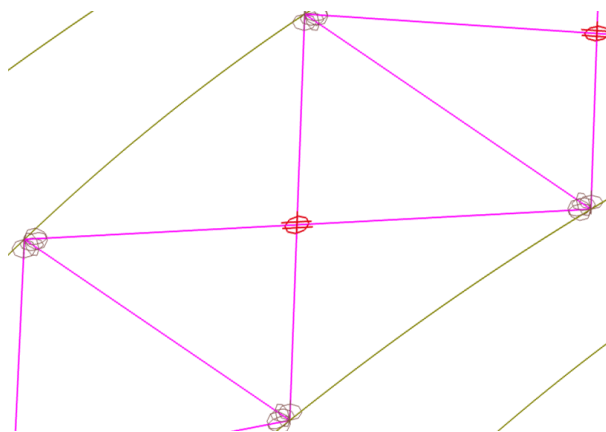
Obr. 7 – Tvar vybočenia dolného pásu zo stabilného výpočtu

2.2 Stuzenie haly

Stuzenie je navrhnuté ako križujúce sa prúty doplnené vodorovnými prútmi spolu vytvárajúcu tuhé priehradovú konštrukciu. Stuzenie je navrhnuté v celej strešnej rovine medzi krajným a prvým vnúteným rámom na oboch stranách. Medzi vnútornými rámmi je navrhnuté len v niektorých častiach.



Obr. 8 – Systém stuzenia vo výpočtovom modeli

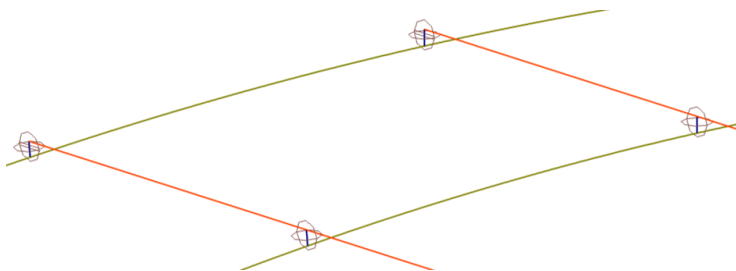


Obr. 9 – Uloženie a kríženie stuzenia vo výpočtovom modeli

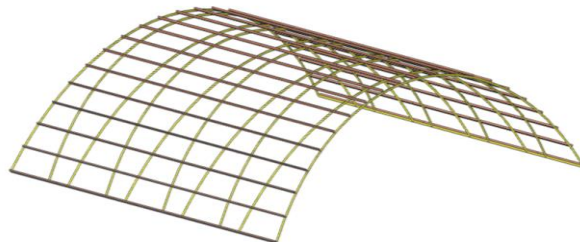
Prvky stuzenia sú navrhnuté z uzavretých valcovaných profilov CHS 139,7/8,0 a CHS 139,7/6,3. Modelované sú ako kĺbovo pripojené k horným pásom priehradového rámu a v miestach kríženia je modelované kĺbové kríženie prútov. Vzperná dĺžka sa rovná systémovej dĺžke prúta.

2.3 Vážnice

Vážnice sú podopierané hornými pásmi kĺbovým prípojom a spojené navzájom kĺbom. Vážnice sú modelované ako prosté nosníky s previsnutými koncami. Spojenie horného pásu a vážnice je pomocou tuhého prútika (číselne zadaný prút väčšej tuhosti) na ktorom je namodelovaný kĺb s voľnosťou v pootočení φ_y a φ_z . Pre každý prút v jednom mieste podpretia je povolený posun u_x aby vážnice neprispievali k tuhosti celej konštrukcie. Namodelovaním pripojenia vážnic cez tuhý prútik sme vystihli presnejšie pripojenie vzhľadom na reálne pripojenie vážnic, ktoré sú vzdialené od strednice horného pásu a istej excentricite.



Obr. 10 – Uloženie vážnic pomocou tuhých prútikov

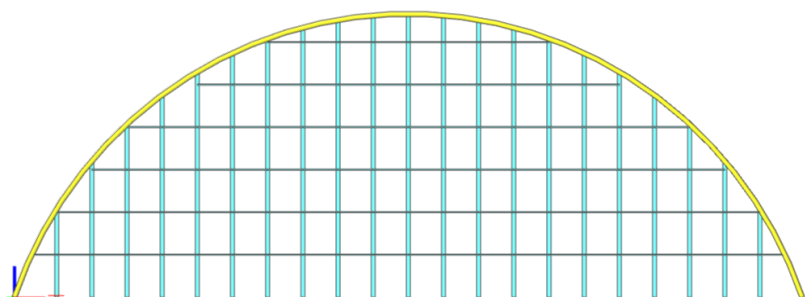


Obr. 11 – Systém vážnic

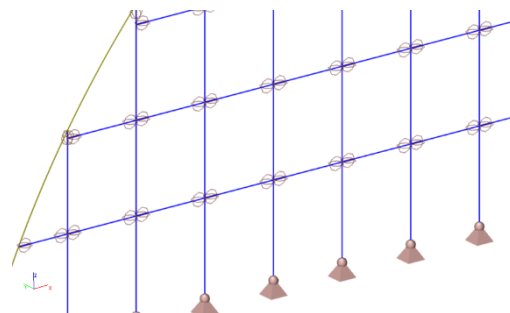
Vážnice sú navrhnuté z uzavretých valcovaných profilov RHS 250/100/8,0; RHS 250x100/6,3 a RHS 250/150/6,3. Prierezy sú odstupňované postupne od najvyššieho miesta strechy (štítu) po najnižšie miesto (odkvapová vážnica) podľa smeru namáhania jednotlivých vážnic, ktorý sa mení podľa ich náklonu.

2.4 Čelné steny fasády

Fasáda na čelných stranách fasády je modelované ako sústava stĺpikov z valcovaných profilov HEM 280 a priečných prútov z uzavretých štvorcových valcovaných profilov SHS . Stĺpy sú podopreté kĺbovou podperou a k nosnej konštrukcii sú pripojené na spodný pás krajných rámov.



Obr. 12 – Rendrovaný pohľad na čelnú fasádu výpočtového modelu



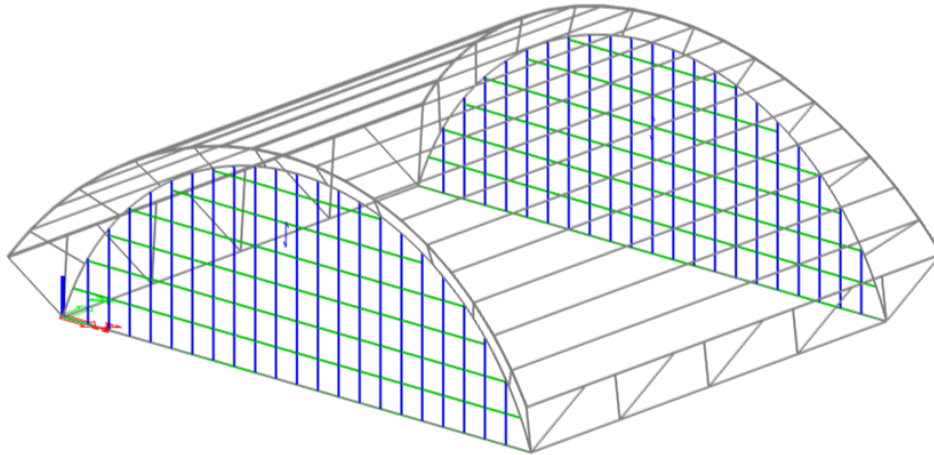
Obr. 13 – Pohľad na časť prútového modelu spolu s podopretím a kĺbovými pripojeniami

Aby stĺpiky prenášali len zaťaženie vetrom na čelnú stenu fasády a jej zasklenie a neprispievalo k prenosu zaťaženia zo strešného plášťa, je spoj stĺpiku a dolného pásu modelovaný ako kĺbové pripojenie s povoleným posunom v smere u_x . Priečniky fasády sú modelované ako kĺbovo uložené prúty na stĺpikoch na excentricite, ktorá predstavuje pripojenie na pásnici stĺpu. Na každom prúte je v jednom uzle taktiež povolený posun v smere u_x , aby neprispievali k tuhosti celej konštrukcie.

3. Zaťaženie

Zaťaženia boli modelované ako voľné plošné zaťaženia a na ich roznoš boli použité dva spôsoby roznoš zaťaženia:

- roznoš zaťaženia na strešnom plášti pomocou namodelovaných dosiek z materiálu, ktorý mal upravené vlastnosti tak aby neprispieval k tuhosti celej konštrukcie (nulová tuhosť a hmotnosť), dosky sú uložené na väzniciach do ktorých sa roznáša zaťaženie s dosiek,
- na fasáde roznoš pomocou roznášacích panelov s roznošom zaťaženia len do vodorovných prvkov, kde program následne vygeneruje líniové zaťaženie na jednotlivé prvky.



Obr. 14 – Zobrazenie dosiek a roznášacích panelov

3.1 Stále zaťaženie

- Vlastná tiaž – generované automaticky programom SCIA Engineer
- Tiaž strešného plášťa – $g_{k,stre} = 0,22 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$
- Tiaž presklenej fasády – $g_{k,fas} = 0,50 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

3.2 Premenné zaťaženie

- Úžitkové zaťaženie strechy – neprístupná strecha kategórie H – $q_k = 0,50 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

3.3 Sneh

Snehová oblasť: Žiar nad Hronom → zóna 2

$$\begin{aligned} a &= 0,425 & c_i &= 1,0 \\ b &= 505 & c_e &= 1,0 \\ A &= 226 \text{ m n. m.} \end{aligned}$$

Nezávejové usporiadanie:

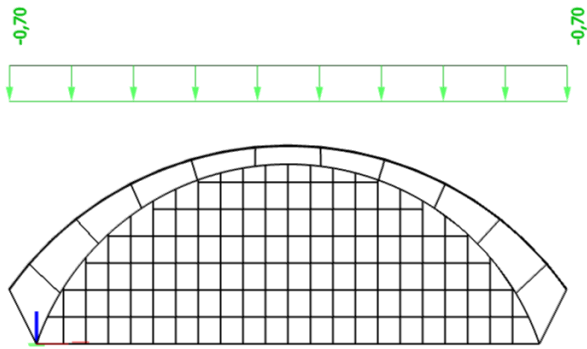
$$\mu_1 = 0,8$$

$$s_0 = a + \frac{A}{b} = 0,873 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

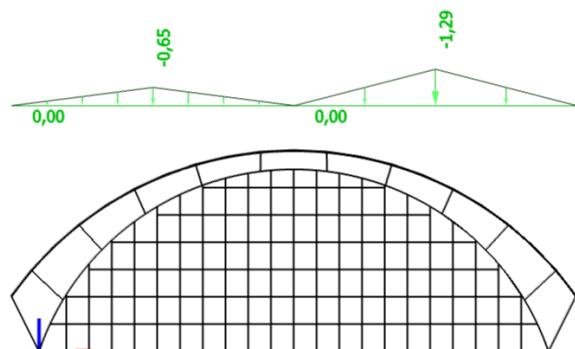
$$s_k = \mu \cdot c_e \cdot c_i \cdot s_0 = 0,70 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Závejové usporiadanie:

$$\mu_3 = 0,2 + 10 \cdot h/b = 3,75 \leq 2,0 \rightarrow \mu_3 = 2,0$$



Obr. 15 – Nezávejové usporiadanie zataženia snehom



Obr. 16 – Závejové usporiadanie zataženia snehom

3.4 Vietor:

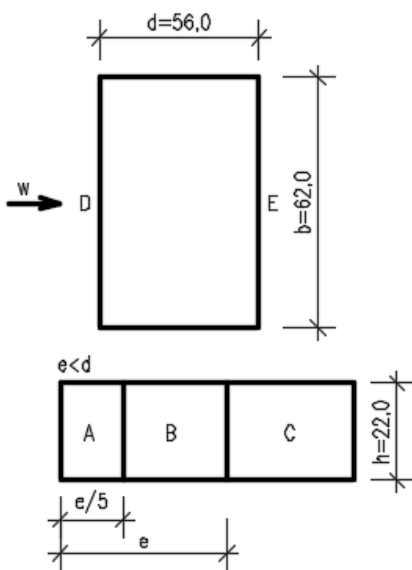
Veterná oblasť: Žiar nad Hronom, III. kategória →

$$v_{b,0} = 24,0 \text{ m/s}$$

$$z = 22,0 \text{ m}$$

$$q_{p(z)} = 0,807 \text{ kPa}$$

Vonkajší tlak na obvodový plášť:



$$e = \min(b, 2h) = 44,0 \text{ m}$$

$$e < d$$

$$40,8 < 56,0 \rightarrow A, B, C$$

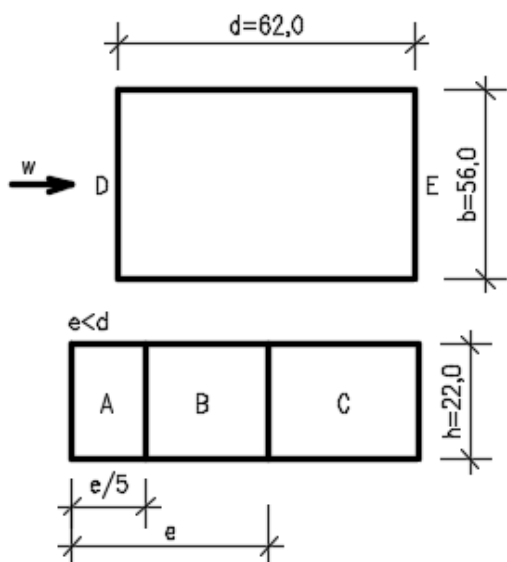
$$c_{pe,10,A} = -1,2$$

$$c_{pe,10,B} = -0,8$$

$$c_{pe,10,C} = -0,5$$

$$c_{pe,10,D} = +0,760$$

$$c_{pe,10,E} = -0,423$$



$$e = \min(b, 2h) = 44,0 \text{ m}$$

$$e < d$$

$$40,8 < 62,0 \rightarrow A, B, C$$

$$c_{pe,10,A} = -1,2$$

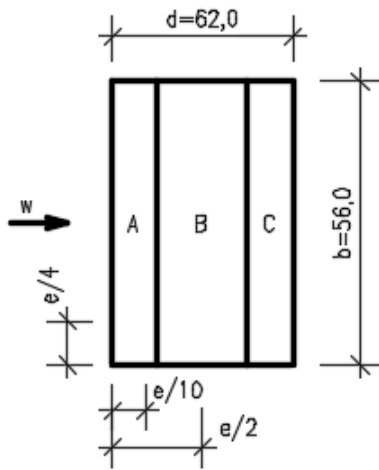
$$c_{pe,10,B} = -0,8$$

$$c_{pe,10,C} = -0,5$$

$$c_{pe,10,D} = +0,760$$

$$c_{pe,10,E} = -0,423$$

Vonkajší tlak na strešný plášť:

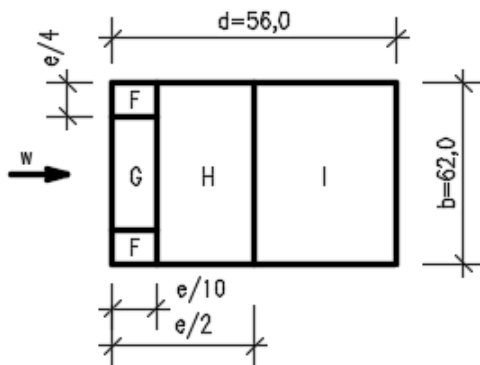


$$e = \min(b, 2h) = 46,2 \text{ m}$$

$$c_{pe,10,A} = 0,4$$

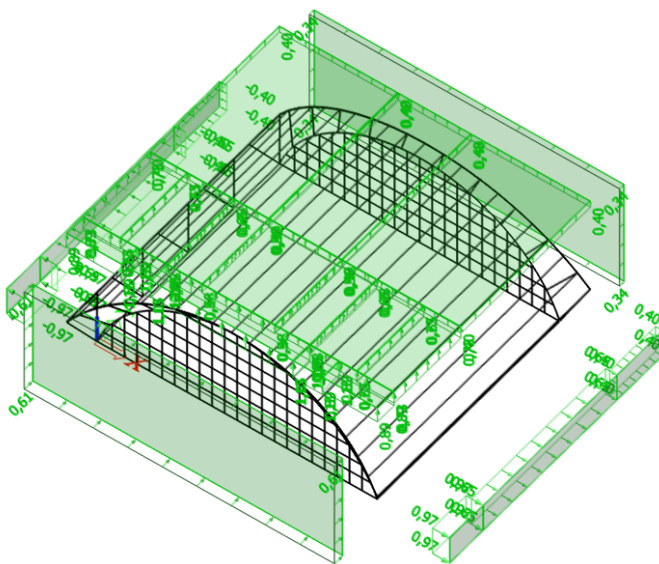
$$c_{pe,10,B} = -0,96$$

$$c_{pe,10,C} = -0,4$$

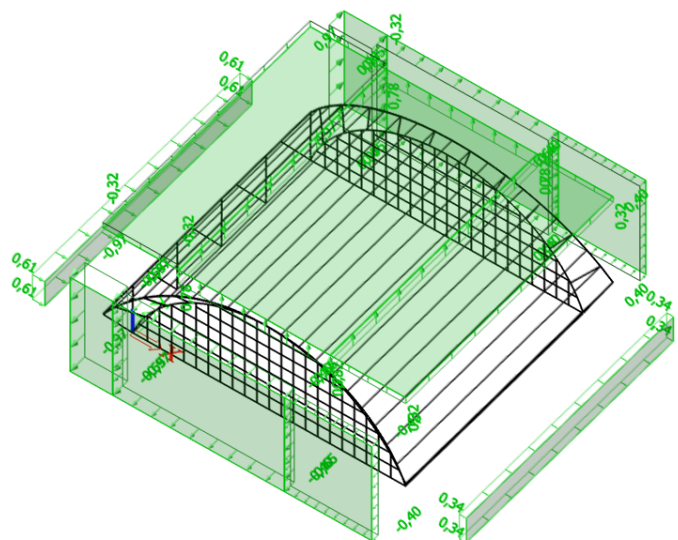


$$e = \min(b, 2h) = 46,2 \text{ m}$$

Jednotlivé súčinitele vonkajšieho tlaku boli určené z *Tabuľky 7.4a – Súčinitele vonkajšieho tlaku pri sedlových strechách* uvedenej v norme *STN EN 1991-1-4 Zaťaženie vetrom*. Strecha bola rozdelená na niekoľko častí podľa sklonu a pre tieto časti boli určené súčinitele $c_{pe,10}$.



Obr. 17 – Rozloženie voľného zaťaženia pomocou voľného zaťaženia pre zaťažovací stav – vietor smer sever



Obr. 18 – Rozloženie voľného zaťaženia pomocou voľného zaťaženia pre zaťažovací stav – vietor smer východ