

ZNALECTVÍ, PORADENSTVÍ, PROJEKČNÍ STUDIO



D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

| | |
|---------------------------------------|--|
| Název stavby: | Oprava střechy SPŠE Havířov |
| Místo stavby: | Makarenkova 1/513 736 01 Havířov - Město |
| Investor: | Střední průmyslová škola elektrotechnická, Havířov, příspěvková organizace Makarenkova 1/513 736 01 Havířov - Město |
| Stupeň projektové dokumentace: | Dokumentace pro provedení stavby |
| Zhotovitel projektových prací: | ASA expert a.s. Lešetínská 626/24 719 00 Ostrava |
| Vypracoval: | Ing. Lucia Gabrišová |
| Zodpovědný projektant: | Ing. Radek Spurný |
| Autorizovaná osoba: | Ing. Pavel Srkal autorizovaný inženýr ČKAIT 1103796 |

OBSAH

D.1.2.a Technická zpráva ke statickému posouzení

| | | |
|----|---|---|
| 1. | Statické zabezpečení zateplení fasády - beton - MV 140mm | 3 |
| 2. | Statické zabezpečení zateplení ploché střechy S001 a | 3 |
| 3. | Statické zabezpečení zateplení ploché střechy S002 b | 3 |
| 4. | Statické zabezpečení zateplení ploché střechy S002 a | 4 |
| 5. | Statické zabezpečení zateplení ploché střechy S001 b, S001 c | 4 |
| 6. | Statické zabezpečení stávajícího střešního příhradového vazníku | 4 |
| 7. | Statické zabezpečení ocelového žebříku | 5 |
| 8. | Použitá literatura | 5 |

D.1.2.c Statické posouzení

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Statické posouzení zateplení fasády - beton - MV 140mm | 6 |
| 2. | Statické posouzení zateplení ploché střechy S001 a | 10 |
| 3. | Statické posouzení zateplení ploché střechy S002 b | 15 |
| 4. | Statické posouzení zateplení ploché střechy S002 a | 19 |
| 5. | Statické posouzení zateplení ploché střechy S001 b, S001 c | 24 |
| 6. | Statické posouzení stávajícího střešního příhradového vazníku | 29 |
| 7. | Statické posouzení ocelového žebříku | 38 |

1. Statické zabezpečení zateplení fasády - beton - MV 140mm

Tepelný izolant (MV) fasády tloušťky 140mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem (6ks/m², na plochu 1m² bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách) dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro zápuštnou montáž s velkou zátokou z MV, hmoždinka délky 255mm, s průměrem dřívku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s únosností stanovenou dle výrobce $N_{RK}=1,5\text{kN}$, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min. $R_{panel}=0,52\text{kN}$ a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min. $R_{joint}=0,44\text{kN}$. Rozpěrný šroub je vyroben z nerezavějící oceli s pevností $f_{yk}\geq 450\text{N/mm}^2$ a $f_{uk}\geq 700\text{N/mm}^2$. Talířek je z polyethylenu PE-HD s únosností 2,08kN a tuhostí 0,6kN/mm. Hmoždinky budou předvrtány s příklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelné izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Hodnoty nutno ověřit na základě výtažných zkoušek. Počítá se s dostatečnou únosností vzhledem k betonovému nosnému podkladu.

2. Statické zabezpečení zateplení ploché střechy S001 a

Střecha bude zateplena izolantem EPS 220mm. Celková tloušťka skladby po nosnou vrstvu je 310mm, ta bude kotvena do nosného podkladu z betonu tl. 60mm, který je součástí skladby střešního pláště. Vrstvy izolací na střeše budou kotveny dle technologie prováděcí firmy. Ve výpočtu je navržen kotevní systém pro kotvení hydroizolací a tepelných izolací – talířová teleskopická podložka + šroub do betonu. Šroub z tvrzené uhlíkové oceli a keramickým povlakem s TORX 30, s průměrem dřívku 6,3mm a délkou 160mm. Podložka z polyamidu (nylon) s průměrem 13mm a s průměrem talířku 50mm má délku 185mm. Návrh kotev v rohových oblastech v počtu 4ks/m², 3ks/m² v okrajových oblastech a 3ks/m² v ploše střechy (popis viz výpočtová část). Minimální kotevní délka v nosném materiálu je 30mm.

Veškeré komponenty z povrchově upravené oceli odolávají 15 cyklům zkoušky Kesternicha a vykazují max. 15% povrchové koroze a mají charakteristickou únosnost v tahu 1,76kN. Výsledky zkoušky rázové pevnosti a křehkosti komponent z polyamidu vykazovaly rozdíl úrovní více jak 1,0m před a po teplotním stárnutí těchto komponentů. V případě, že bude izolace kotvena v pásech, je nutné tento počet kotev přepočítat na délku 1bm podle šířky pásů. Hodnoty byly stanoveny na základě výtažných zkoušek.

3. Statické zabezpečení zateplení ploché střechy S002 b

Střecha bude zateplena izolantem EPS 240mm. Celková tloušťka skladby po nosnou vrstvu je 280mm, ta bude kotvena do nosného podkladu z betonu tl. 60mm, který je součástí skladby střešního pláště. Vrstvy izolací na střeše budou kotveny dle technologie prováděcí firmy. Ve výpočtu je navržen kotevní systém pro kotvení hydroizolací a tepelných izolací – talířová teleskopická podložka + šroub do betonu. Šroub z tvrzené uhlíkové oceli a keramickým povlakem s TORX 30, s průměrem dřívku 6,3mm a délkou 160mm. Podložka z polyamidu (nylon) s průměrem 13mm a s průměrem talířku 50mm má délku 155mm. Návrh kotev v rohových oblastech v počtu 4ks/m², 3ks/m² v okrajových oblastech a 3ks/m² v ploše střechy (popis viz výpočtová část). Minimální kotevní délka v nosném materiálu je 30mm.

Veškeré komponenty z povrchově upravené oceli odolávají 15 cyklům zkoušky Kesternicha a vykazují max. 15% povrchové koroze a mají charakteristickou únosnost v tahu 1,76kN. Výsledky zkoušky rázové pevnosti a křehkosti komponent z polyamidu vykazovaly rozdíl úrovní více jak 1,0m před a po teplotním stárnutí těchto komponentů. V případě, že bude izolace kotvena v pásech, je nutné tento počet kotev přepočítat na délku 1bm podle šířky pásů. Hodnoty byly stanoveny na základě výtažných zkoušek.

4. Statické zabezpečení zateplení ploché střechy S002 a

Střecha bude zateplena izolačním EPS 260mm. Celková tloušťka skladby po nosnou vrstvu je 380mm, ta bude kotvena do nosného podkladu z betonu tl. 50mm, který je součástí skladby střešního pláště. Vrstvy izolací na střeše budou kotveny dle technologie prováděcí firmy. Ve výpočtu je navržen kotevní systém pro kotvení hydroizolací a tepelných izolací – talířová teleskopická podložka + šroub do betonu. Šroub z tvrzené uhlíkové oceli a keramickým povlakem s TORX 30, s průměrem dřívku 6,3mm a délkou 160mm. Podložka z polyamidu (nylon) s průměrem 13mm a s průměrem talířku 50mm má délku 285mm. Návrh kotev v rohových oblastech v počtu 4ks/m², 3ks/m² v okrajových oblastech a 3ks/m² v ploše střechy (popis viz výpočtová část). Minimální kotevní délka v nosném materiálu je 30mm.

Veškeré komponenty z povrchově upravené oceli odolávají 15 cyklům zkoušky Kesternicha a vykazují max. 15% povrchové koroze a mají charakteristickou únosnost v tahu 1,76kN. Výsledky zkoušky rázové pevnosti a křehkosti komponent z polyamidu vykazovaly rozdíl úrovní více jak 1,0m před a po teplotním stárnutí těchto komponentů. V případě, že bude izolace kotvena v pásech, je nutné tento počet kotev přepočítat na délku 1bm podle šířky pásů. Hodnoty byly stanoveny na základě výtažných zkoušek.

5. Statické zabezpečení zateplení ploché střechy S001 b, S001c

Střecha bude zateplena izolačním EPS 220mm. Celková tloušťka skladby po nosnou vrstvu je 260mm, ta bude kotvena do nosného podkladu z betonu tl. 50mm, který je součástí skladby střešního pláště. Vrstvy izolací na střeše budou kotveny dle technologie prováděcí firmy. Ve výpočtu je navržen kotevní systém pro kotvení hydroizolací a tepelných izolací – talířová teleskopická podložka + šroub do betonu. Šroub z tvrzené uhlíkové oceli a keramickým povlakem s TORX 30, s průměrem dřívku 6,3mm a délkou 160mm. Podložka z polyamidu (nylon) s průměrem 13mm a s průměrem talířku 50mm má délku 135mm. Návrh kotev v rohových oblastech v počtu 4ks/m², 3ks/m² v okrajových oblastech a 3ks/m² v ploše střechy (popis viz výpočtová část). Minimální kotevní délka v nosném materiálu je 30mm.

Veškeré komponenty z povrchově upravené oceli odolávají 15 cyklům zkoušky Kesternicha a vykazují max. 15% povrchové koroze a mají charakteristickou únosnost v tahu 1,76kN. Výsledky zkoušky rázové pevnosti a křehkosti komponent z polyamidu vykazovaly rozdíl úrovní více jak 1,0m před a po teplotním stárnutí těchto komponentů. V případě, že bude izolace kotvena v pásech, je nutné tento počet kotev přepočítat na délku 1bm podle šířky pásů. Hodnoty byly stanoveny na základě výtažných zkoušek.

6. Statické zabezpečení stávajícího střešního příhradového vazníku

Vzhledem k zateplení střechy dojde k změně skladby střešní konstrukce, proto je nutné ocelový nosník staticky posoudit na nový stav. Nosný prvek střechy S002 a je tvořen ocelovou příhradou. Ocelová příhrada má délku 19,1m, výšku 1,81m je uložena na nosným obvodových stěnách. Na příhradě se nachází ocelová vaznička IPN 140 délky 30,8m, která nese skladbu střechy. Vaznička je zatížena vlastní tíhou, skladbou konstrukce, větrem a sněhem. Objekt se nachází ve větrné oblasti I a sněhové oblasti III. Všechny ocelové prvky jsou dle předpokladu z materiálu ocele S235. Vaznička přenáší zatížení do ocelové příhrady bodovými silami do jednotlivých styčniců příhrady. Na příhradě je zavěšen podhled tělocvičny. Ocelová vaznička a příhrada nevyhoví na mezní stav únosnosti a použitelnosti s původní skladbou, vyhoví na novou skladbu při odstranění původní skladby střechy. Vaznička je zabezpečena proti ztrátě stability přivařením na horní pás příhrady. Příhrada je zabezpečena proti ztrátě stability u dolního pásu konstrukcí podhledu. Dolní pás příhrady je tvořen profilem 2xU100, dolní pás 2xU80, tlačené diagonály profil T80, svislice profil 120x120mm tl. 8mm a krajní svislice 2xU100 - vše viz schéma ve výpočtu.

7. Statické zabezpečení nového žebříku

Na objektu bude nový ocelový žebřík pro výstup na střechu S002 a. Žebřík má celkovou délku 3330mm.

Nový ocelový žebřík bude vytvořen z oceli s pevností S235 a to z profilu L 50/5mm (štěřiny) a tyčí Ø22 mm, které budou tvořit jednotlivé příčle. Kotvení ocelových desek bude provedeno na vyčnívající konzoly délky 200mm (ocelová pásovina 60/8mm), přivařených koutovým svarem 4mm ke kotevní desce 220/220mm tl. 5mm, připevní žebřík pomocí 2ks šroubů M8/20 s pevností 5.6 (na jeden přípoj) a budou zajištěny maticemi M8. Žebříky budou kotveny v min. dvou úrovních vždy pomocí dvojice přípojů. Kotvení bude provedeno do cihly plné pak se přivaří pasovina, pak na vyčnívající konzoly se přišroubuje zbylá část žebříků.

- Kotvení do cihly plné

Žebřík bude do nosné konstrukce kotven ve 2 úrovních vždy přes 2 ocelové kotevní desky 220/220mm tl.5mm pomocí 4ks ocelových kotevních svorníků s průměrem dříku 8 mm, s únosností v tahu minimálně 0,86kN a s minimální kotevní délkou 85mm v kombinaci s chemickou maltou. Například může být použit kotevní systém pro zdivo z plné cihly 4xM8/90mm a chemická malta (hybridní vinylesterová pryskyřice). Kotevní svorník je z nerez oceli A4 s pevností $f_{yk}=560\text{N/mm}^2$. Otvor o průměru 10mm pro osazení svorníku bude předvrtán s přiklepem do hloubky 90mm. Pro bezpečný přenos zatížení musí být dodržena minimální kotevní hloubka 85mm. Min. okrajová vzdálenost bude 60mm a osová vzdálenost 120mm. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce.

8. Použitá literatura

ČSN EN 1990 – Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy , vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-1 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem

ČSN EN 1991-1-3 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
Protokol o vyhodnocení výtažných zkoušek ze dne 27.07.2017

1. Statické posouzení zateplení fasády - beton - MV tl. 140mm

Norma ČSN 732902

Posouzení kotvení tepelné izolace z MV

Rozměry budovy

Šířka $b = 2,32$ m
Délka $d = 30,60$ m
Výška $h = 11,00$ m

Vlastnosti kotev

Kategorie použití : A *beton*

Garantované zatížení jedné kotvy $N_{Rk,1} = 1,50$ kN

Izolant 140mm

Navržená délka kotvy $L = 255$ mm

Výpočet zatížení

Výpočet účinků větru

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Základní rychlost větru:

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

kde $C_{dir} = 1,0$
 $C_{season} = 1,0$

Základní tlak větru:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 316,41 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 17,46 \text{ m/s}$$

kde $c_0(z) = 1,0$ (součinitel ortografie)
 $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,776$ (součinitel drsnosti)
kde $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$ (součinitel terénu)

Kategorie terénu III :

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$
$$z_{min} = 5 \text{ m}$$
$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

Maximální charakteristický tlak $q_p(z)$:

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,561 \text{ kNm}^{-2}$$

kde $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,278$ (intenzita turbulence)
kde $k_1 = 1,0$ (součinitel turbulence)
 $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$ (měrná hmotnost vzduchu)

Referenční výška z_e :

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 11,00 \text{ m}$$

Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 22 \text{ m}$$

$$e/5 = 4,4 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 4,7414$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -1,498$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,897 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,729 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,448 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,952 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,392 \text{ kNm}^{-2}$$

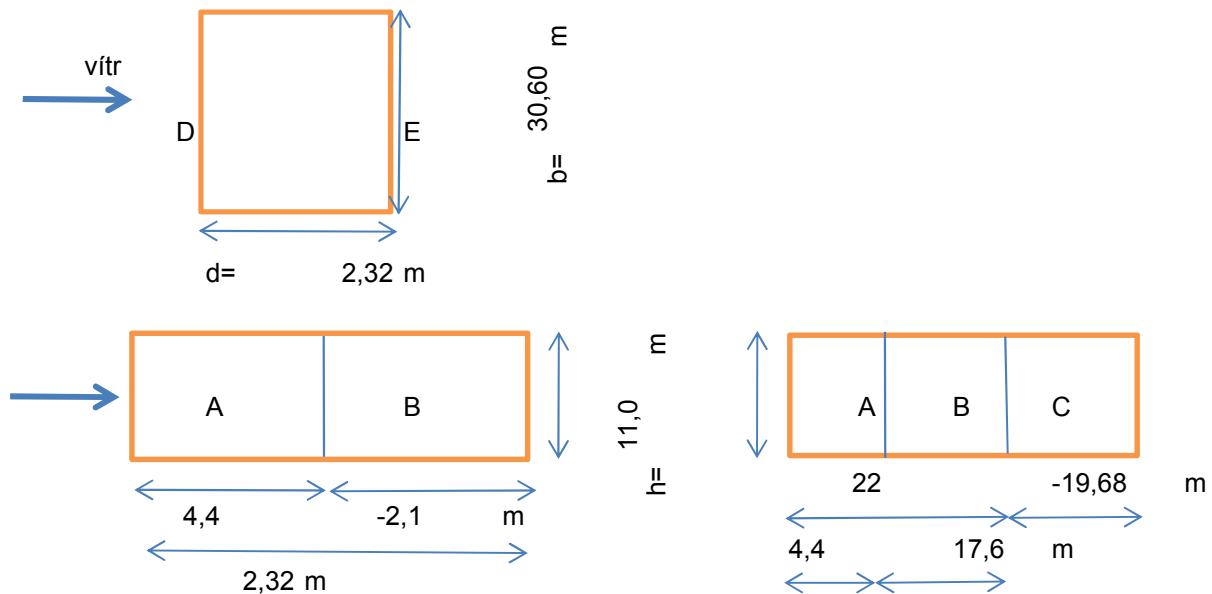
$$w_A = -0,617 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,448 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,729 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,671 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,112 \text{ kNm}^{-2}$$



Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 2,32 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,464 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,359$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,329$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,897 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,729 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_C = -0,392 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,448 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,297 \text{ kNm}^{-2}$$

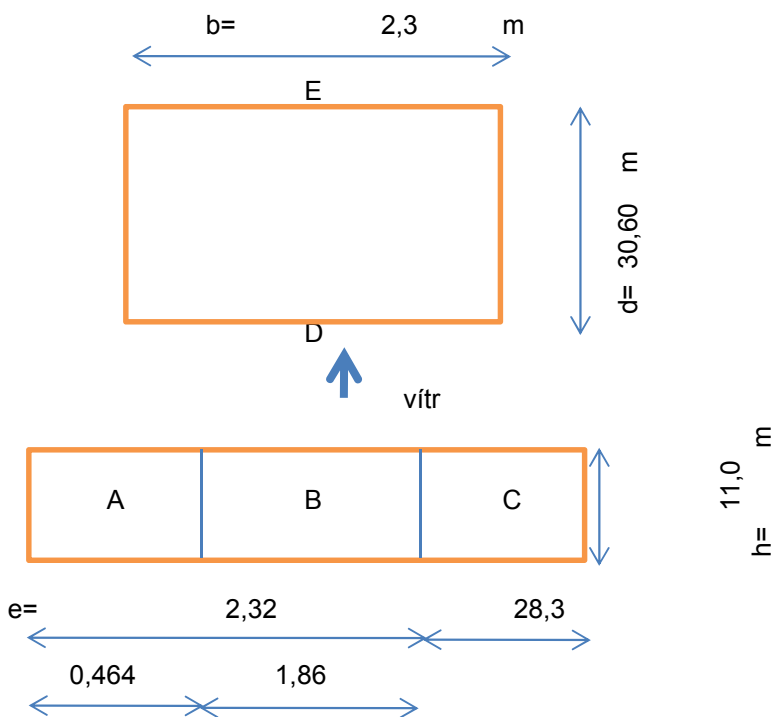
$$w_A = -0,617 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,448 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_C = -0,112 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,729 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,016 \text{ kNm}^{-2}$$



Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání
Oblast A $w_{d,A} = -1,427 \text{ kNm}^{-2}$

Navrženo kotvení hmoždinkami 6ks/m^2 (2 v ploše, 4 ve spárách)

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{Rk}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,52 \text{ kN}$ pro zápusťnou montáž do MV
 $R_{\text{joint}} = 0,44 \text{ kN}$ pro zápusťnou montáž do MV
 $k_k = 0,8$
 $n_{\text{panel}} = 2$ počet kotev v ploše
 $n_{\text{joint}} = 4$ počet kotev ve spárách
 $\gamma_{\text{Mb}} = 1,5$ pro MV
 $\gamma_{\text{Mc}} = 1,5$ pro beton
 $N_{\text{Rk}} = 1,50 \text{ kN}$ garantovaná únosnost výrobce

$$R_d = 1,493 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = 6,000 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (2)}$$

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

$$R_d = 1,493 \text{ kN/m}^2 > 1,427 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$$

Izolant 140mm

Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 6ks/m^2 .

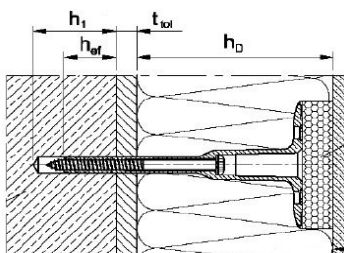
Hodnoty únosností nutno ověřit výtaznými zkouškami.

Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce

Minimální délka $L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 255 \text{ mm}$
kde tloušťka izolace $h_D = 140 \text{ mm}$
hloubka kotvení $h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm}$ (dle výrobce)
tloušťka nenosné vrstvy $a_1 = 70 \text{ mm}$
tloušťka vrstvy lepícího tmelu $a_2 = 20 \text{ mm}$
celková tloušťka nenosné vrstvy $t_{\text{tol}} = 90 \text{ mm}$
hloubka vrtání $h_1 = 50 \text{ mm}$

$$L_{a,\text{min}} < L_a$$

$$255 \text{ mm} < 255 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$$



2. Statické posouzení zateplení ploché střechy S001 a

Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast : oblast I $v_{b,0} = 22,5 \text{ ms}^{-1}$

Kategorie terénu III

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)

Typ střechy : Plochá střecha

Základní rozměry budovy

Šířka $b = 12,80 \text{ m}$

Délka $d = 44,30 \text{ m}$

Výška $h = 13,00 \text{ m}$

Výška atiky $h_p = 0,00 \text{ m}$

Výpočet účinků větru

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru :

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

kde $c_{dir} = 1,0$ *součinitel směru větru - doporučená hodnota dle národní přílohy*

$c_{season} = 1,0$ *součinitel ročního období - doporučená hodnota dle národní přílohy*

Místní vlivy

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 18,27 \text{ m/s}$$

kde $c_0(z) = 1,000$ *(součinitel ortografie)*

$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,812$ *(součinitel drsnosti)*

kde $k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$ *(součinitel terénu)*

kde $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Maximální charakteristický tlak $q_p(z)$

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2 = 0,596 \text{ kNm}^{-2}$$

kde $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) * \ln(z/z_0)] = 0,265$ *(intenzita turbulence)*

$k_1 = 1,0$ - *(součinitel turbulence - dle národní přílohy)*

$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$ *(měrná hmotnost vzduchu dle NP)*

Referenční výška z_e

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 13,00 \text{ m}$$

Podélný vítr

$$b = 12,8 \text{ m (délka strany kolmé na směr větru)}$$

$$d = 44,3 \text{ m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)}$$

$$e = \min(b; 2h) = 12,8 \text{ m}$$

$$e/2 = 6,4 \text{ m}$$

$$e/4 = 3,200 \text{ m}$$

$$e/10 = 1,28 \text{ m}$$

$$C_{pe}^F = -1,8 \quad C_{pi}^+ = 0,2$$

$$C_{pe}^G = -1,2 \quad C_{pi}^- = -0,3$$

$$C_{pe}^H = -0,7$$

$$C_{pe}^I = -0,2$$

$$C_{pe}^{I+} = 0,2$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (C_{pe} - C_{pi})$$

$$w_{F-} = -1,192 \text{ kNm}^{-2} \quad w_{F-} = -0,894 \text{ kNm}^{-2}$$

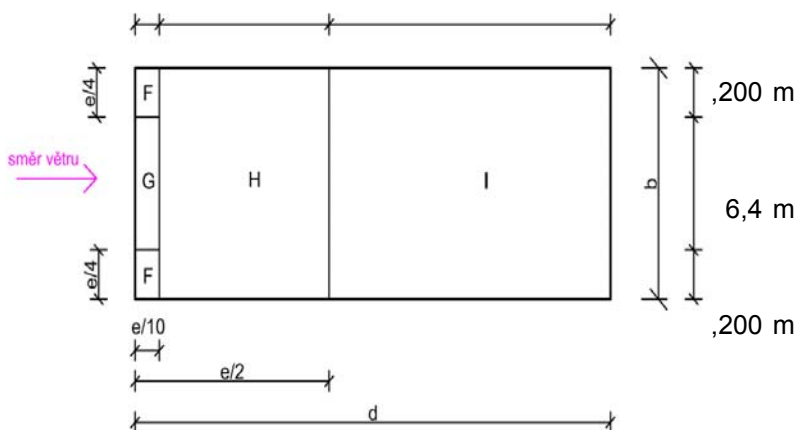
$$w_{G-} = -0,834 \text{ kNm}^{-2} \quad w_{G-} = -0,536 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_{H-} = -0,536 \text{ kNm}^{-2} \quad w_{H-} = -0,238 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_{I-} = -0,238 \text{ kNm}^{-2} \quad w_{I-} = 0,060 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_{I+} = 0,000 \text{ kNm}^{-2} \quad w_{I+} = 0,298 \text{ kNm}^{-2}$$

$$1,28 \quad 5,1 \quad 37,9$$



Příčný vítr

$$b = 44,3 \text{ m (délka strany kolmé na směr větru)}$$

$$d = 12,8 \text{ m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)}$$

$$e = \min(b; 2h) = 26 \text{ m}$$

$$e/2 = 13,00 \text{ m} \quad \text{oblast I se neuplatní !!!}$$

$$e/4 = 6,50 \text{ m}$$

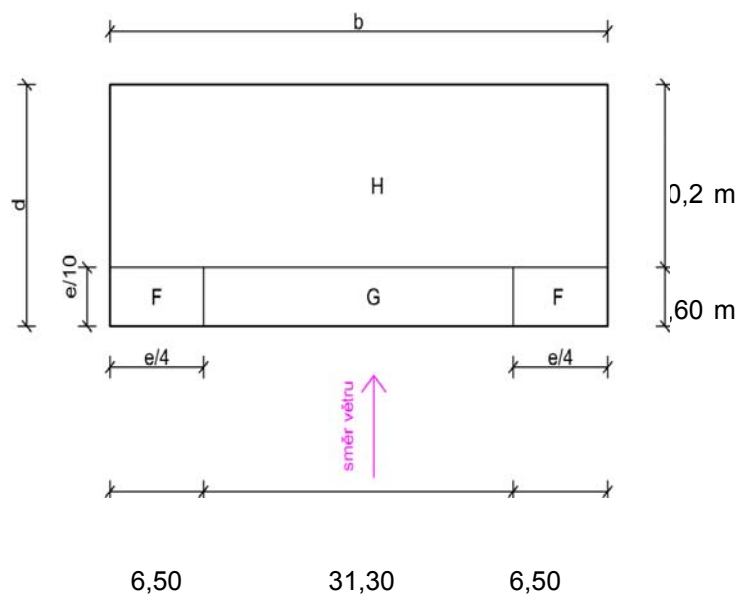
$$e/10 = 2,60 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 c_{pe}^F &= -1,8 & c_{pi}^+ &= 0,2 \\
 c_{pe}^G &= -1,2 & c_{pi}^- &= -0,3 \\
 c_{pe}^H &= -0,7 \\
 c_{pe}^I &= -0,2 \\
 c_{pe}^{I+} &= 0,2
 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned}
 w_{F-} &= -1,192 \text{ kNm}^{-2} & w_{F+} &= -0,894 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{G-} &= -0,834 \text{ kNm}^{-2} & w_{G+} &= -0,318 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{H-} &= -0,536 \text{ kNm}^{-2} & w_{H+} &= -0,141 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{I-} &= -0,238 \text{ kNm}^{-2} & w_{I+} &= 0,037 \text{ kNm}^{-2}
 \end{aligned}$$



Návrh kotev

Kotva pro skladbu, max tl.310mm

Střešní teleskopická podložka $\varnothing 50 \times 185 \text{mm}$ + šroub do betonu $\varnothing 6,3 \times 160 \text{mm}$

Únosnost kotev

tloušťka skladby=

310 mm

Únosnost jedné kotvy a součinitele bezpečnosti:

$$F_{Rk,1} = 4,217 \text{ kN}$$

Součinitel $\gamma_M = 3$

Návrhová únosnost $n=1$ kotev:

$$F_{Rd,1} = n \cdot F_{Rk,1} / \gamma_M = 1,406 \text{ kN}$$

délka kotvy=

345 mm

Posudek kotvení v rohových oblastech F

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

$$\text{Oblast F } w_{ed,F} = -1,787 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkam **4 ks/m²**

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 1,406 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 4 \cdot N_{Rd,1} = 5,623 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$5,62 \text{ kNm}^{-2} > 1,79 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Posudek kotvení v okrajových oblastech G

Zatížení větrem v okrajových oblastech G

$$\text{Oblast G } w_{ed,G} = -1,251 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: **3 ks/m²**

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 1,406 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 4,217 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$4,22 \text{ kNm}^{-2} > 1,25 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Posudek kotvení na zbytku střechy

Zatížení větrem v oblasti H

$$\text{Oblast H } w_{ed,H} = -0,804 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: **3 ks/m²**

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 1,406 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 4,217 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$4,22 \text{ kNm}^{-2} > 0,80 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Hodnoty stanoveny dle výtazných zkoušek!

Minimální délka $L_{a,min} = h_D + h_{nom} + a_1 + a_2 = 340 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace $h_D = 310 \text{ mm}$

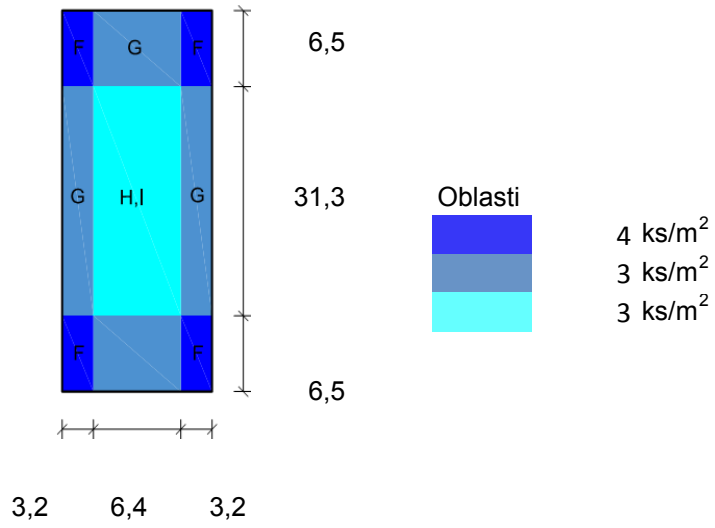
hloubka kotvení $h_{nom} = 30 \text{ mm}$ (dle výrobce)

celková délka kotvy $L_a = 345 \text{ mm}$ (délka šroubu+podložky)

$$L_{a,min} < L_a$$

$$340 \text{ mm} < 345 \text{ mm} \dots \text{vyhovuje}$$

Navržené kotvy $\varnothing 6,3 \text{mm}$ +podložka $\varnothing 50 \text{mm}$, délky 345mm vyhoví pro dané zatížení v počtech uvedených v předcházejícím výpočtu a na následujícím obrázku.



3. Statické posouzení zateplení ploché střechy S002 b

Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast : oblast I $v_{b,0} = 22,5 \text{ ms}^{-1}$

Kategorie terénu III

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)

Typ střechy : Plochá střecha

Základní rozměry budovy

Šířka $b = 9,62 \text{ m}$

Délka $d = 42,30 \text{ m}$

Výška $h = 8,50 \text{ m}$

Výška atiky $h_p = 0,00 \text{ m}$

Výpočet účinků větru

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru :

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

kde $c_{dir} = 1,0$ *součinitel směru větru - doporučená hodnota dle národní přílohy*

$c_{season} = 1,0$ *součinitel ročního období - doporučená hodnota dle národní přílohy*

Místní vlivy

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 16,21 \text{ m/s}$$

kde $c_0(z) = 1,000$ *(součinitel ortografie)*

$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,720$ *(součinitel drsnosti)*

kde $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$ *(součinitel terénu)*

kde $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Maximální charakteristický tlak $q_p(z)$

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,508 \text{ kNm}^{-2}$$

kde $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,299$ *(intenzita turbulence)*

$k_1 = 1,0$ *(součinitel turbulence - dle národní přílohy)*

$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$ *(měrná hmotnost vzduchu dle NP)*

Referenční výška z_e

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 8,50 \text{ m}$$

Podélný vítr

$$b = 9,6 \text{ m (délka strany kolmé na směr větru)}$$

$$d = 42,3 \text{ m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)}$$

$$e = \min(b; 2h) = 9,62 \text{ m}$$

$$e/2 = 4,81 \text{ m}$$

$$e/4 = 2,405 \text{ m}$$

$$e/10 = 0,962 \text{ m}$$

$$c_{pe}^F = -1,8 \quad c_{pi}^+ = 0,2$$

$$c_{pe}^G = -1,2 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^H = -0,7$$

$$c_{pe}^I = -0,2$$

$$c_{pe}^{I+} = 0,2$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_{F-} = -1,016 \text{ kNm}^{-2} \quad w_{F-} = -0,762 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_{G-} = -0,711 \text{ kNm}^{-2} \quad w_{G-} = -0,457 \text{ kNm}^{-2}$$

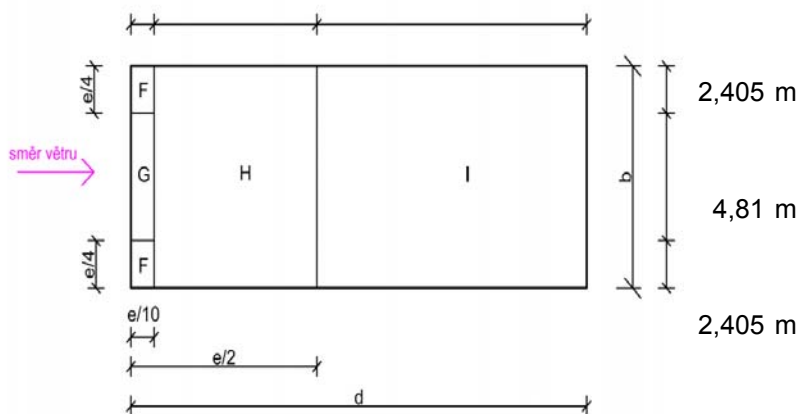
$$w_{H-} = -0,457 \text{ kNm}^{-2} \quad w_{H-} = -0,203 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_{I-} = -0,203 \text{ kNm}^{-2} \quad w_{I-} = 0,051 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_{I+} = 0,000 \text{ kNm}^{-2} \quad w_{I+} = 0,254 \text{ kNm}^{-2}$$

0,962 3,8

37,5



Příčný vítr

$$b = 42,3 \text{ m (délka strany kolmé na směr větru)}$$

$$d = 9,6 \text{ m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)}$$

$$e = \min(b; 2h) = 17 \text{ m}$$

$$e/2 = 8,50 \text{ m}$$

$$e/4 = 4,25 \text{ m}$$

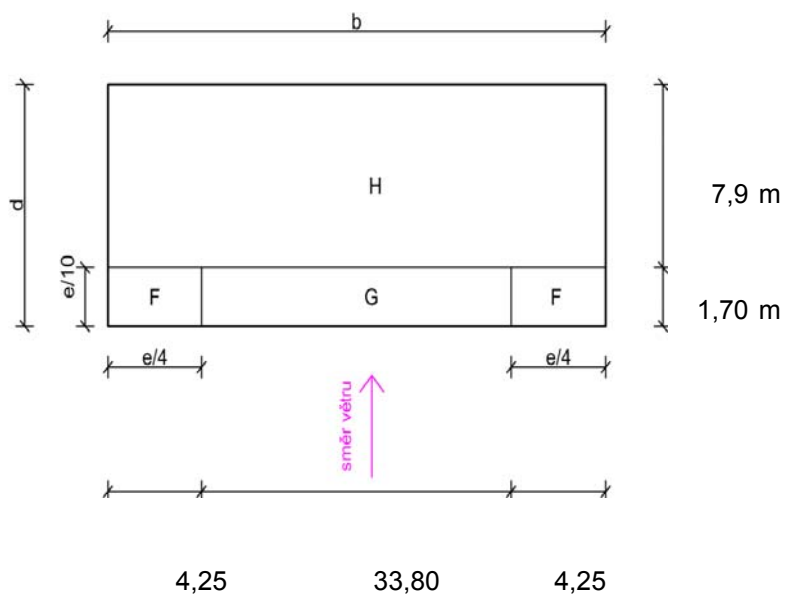
$$e/10 = 1,70 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 c_{pe}^F &= -1,8 & c_{pi}^+ &= 0,2 \\
 c_{pe}^G &= -1,2 & c_{pi}^- &= -0,3 \\
 c_{pe}^H &= -0,7 \\
 c_{pe}^I &= -0,2 \\
 c_{pe}^{I+} &= 0,2
 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned}
 w_{F-} &= -1,016 \text{ kNm}^{-2} & w_{F+} &= -0,762 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{G-} &= -0,711 \text{ kNm}^{-2} & w_{G+} &= -0,209 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{H-} &= -0,457 \text{ kNm}^{-2} & w_{H+} &= -0,080 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{I-} &= -0,203 \text{ kNm}^{-2} & w_{I+} &= 0,049 \text{ kNm}^{-2}
 \end{aligned}$$



Návrh kotev

Kotva pro skladbu, max tl.280mm

Střešní teleskopická podložka $\varnothing 50 \times 155 \text{ mm}$ + šroub do betonu $\varnothing 6,3 \times 160 \text{ mm}$

Únosnost kotev tloušťka skladby= 280 mm

Únosnost jedné kotvy a součinitele bezpečnosti:

$$F_{Rk,1} = 4,116 \text{ kN}$$

Součinitel $\gamma_M = 3$

Návrhová únosnost $n=1$ kotev:

$$F_{Rd,1} = n \cdot F_{Rk,1} / \gamma_M = 1,372 \text{ kN}$$

délka kotvy= 315 mm

Posudek kotvení v rohových oblastech F

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

$$\text{Oblast F } w_{ed,F} = -1,523 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkam 4 ks/m²

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 1,372 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 4 \cdot N_{Rd,1} = 5,488 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$5,49 \text{ kNm}^{-2} > 1,52 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Posudek kotvení v okrajových oblastech G

Zatížení větrem v okrajových oblastech G

$$\text{Oblast G } w_{ed,G} = -1,066 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m²

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 1,372 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 4,116 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$4,12 \text{ kNm}^{-2} > 1,07 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Posudek kotvení na zbytku střechy

Zatížení větrem v oblasti H

$$\text{Oblast H } w_{ed,H} = -0,685 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m²

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 1,372 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 4,116 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$4,12 \text{ kNm}^{-2} > 0,69 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Hodnoty stanoveny dle výtazných zkoušek!

Minimální délka $L_{a,min} = h_D + h_{nom} + a_1 + a_2 = 310 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace $h_D = 280 \text{ mm}$

hloubka kotvení $h_{nom} = 30 \text{ mm}$ (dle výrobce)

celková délka kotvy $L_a = 315 \text{ mm}$ (délka šroubu+podložky)

$$L_{a,min} < L_a$$

$$310 \text{ mm} < 315 \text{ mm} \dots \text{vyhovuje}$$

Navržené kotvy $\varnothing 6,3 \text{ mm}$ +podložka $\varnothing 50 \text{ mm}$, délky 315mm vyhoví pro dané zatížení v počtech 4ks/m² (v rohových oblastech 4,25x1,70m) 3ks/m² v okrajových částech a 3ks/m² zbytek plochy střechy.

4. Statické posouzení zateplení ploché střechy S002 a

Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast : oblast I $v_{b,0} = 22,5 \text{ ms}^{-1}$

Kategorie terénu III

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)

Typ střechy : Plochá střecha

Základní rozměry budovy

Šířka $b = 12,80 \text{ m}$

Délka $d = 44,30 \text{ m}$

Výška $h = 13,00 \text{ m}$

Výška atiky $h_p = 0,00 \text{ m}$

Výpočet účinků větru

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru :

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

kde $c_{dir} = 1,0$ *součinitel směru větru - doporučená hodnota dle národní přílohy*

$c_{season} = 1,0$ *součinitel ročního období - doporučená hodnota dle národní přílohy*

Místní vlivy

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 18,27 \text{ m/s}$$

kde $c_0(z) = 1,000$ *(součinitel ortografie)*

$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,812$ *(součinitel drsnosti)*

kde $k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$ *(součinitel terénu)*

kde $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Maximální charakteristický tlak $q_p(z)$

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2 = 0,596 \text{ kNm}^{-2}$$

kde $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) * \ln(z/z_0)] = 0,265$ *(intenzita turbulence)*

$k_1 = 1,0$ - *(součinitel turbulence - dle národní přílohy)*

$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$ *(měrná hmotnost vzduchu dle NP)*

Referenční výška z_e

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 13,00 \text{ m}$$

Podélný vítr

$b = 12,8$ m (délka strany kolmé na směr větru)

$d = 44,3$ m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

$e = \min(b; 2h) = 12,8$ m

$e/2 = 6,4$ m

$e/4 = 3,200$ m

$e/10 = 1,28$ m

$c_{pe}^F = -1,8$ $c_{pi}^+ = 0,2$

$c_{pe}^G = -1,2$ $c_{pi}^- = -0,3$

$c_{pe}^H = -0,7$

$c_{pe}^I = -0,2$

$c_{pe}^{I+} = 0,2$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$w_{F-} = -1,192$ kNm⁻² $w_{F-} = -0,894$ kNm⁻²

$w_{G-} = -0,834$ kNm⁻² $w_{G-} = -0,536$ kNm⁻²

$w_{H-} = -0,536$ kNm⁻² $w_{H-} = -0,238$ kNm⁻²

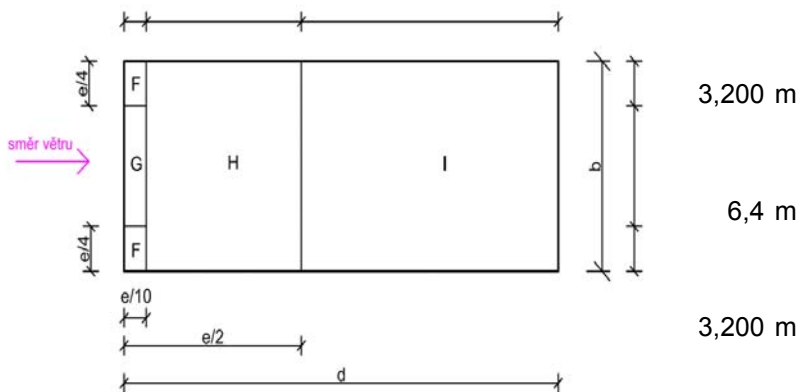
$w_{I-} = -0,238$ kNm⁻² $w_{I-} = 0,060$ kNm⁻²

$w_{I+} = 0,000$ kNm⁻² $w_{I+} = 0,298$ kNm⁻²

1,28

5,1

37,9



Příčný vítr

$b = 44,3$ m (délka strany kolmé na směr větru)

$d = 12,8$ m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

$e = \min(b; 2h) = 26$ m

$e/2 = 13,00$ m **oblast I se neuplatní !!!**

$e/4 = 6,50$ m

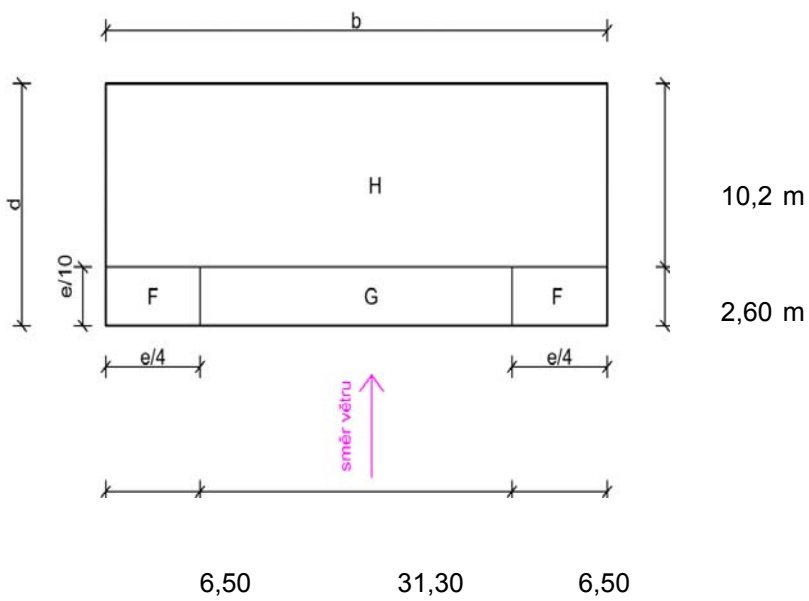
$e/10 = 2,60$ m

$$\begin{aligned}
 c_{pe}^F &= -1,8 & c_{pi}^+ &= 0,2 \\
 c_{pe}^G &= -1,2 & c_{pi}^- &= -0,3 \\
 c_{pe}^H &= -0,7 \\
 c_{pe}^I &= -0,2 \\
 c_{pe}^{I+} &= 0,2
 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned}
 w_{F-} &= -1,192 \text{ kNm}^{-2} & w_{F-} &= -0,894 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{G-} &= -0,834 \text{ kNm}^{-2} & w_{G-} &= -0,318 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{H-} &= -0,536 \text{ kNm}^{-2} & w_{H-} &= -0,141 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{I-} &= -0,238 \text{ kNm}^{-2} & w_{I-} &= 0,037 \text{ kNm}^{-2}
 \end{aligned}$$



Návrh kotev

Kotva pro skladbu, max tl.380mm

Střešní teleskopická podložka $\varnothing 50 \times 285 \text{mm}$ + šroub do betonu $\varnothing 6,3 \times 160 \text{mm}$

Únosnost kotev tloušťka skladby= 380 mm

Únosnost jedné kotvy a součinitele bezpečnosti:

$$F_{Rk,1} = 1,403 \text{ kN}$$

Součinitel $\gamma_M = 3$

Návrhová únosnost $n=1$ kotev:

$$F_{Rd,1} = n \cdot F_{Rk,1} / \gamma_M = 0,468 \text{ kN}$$

délka kotvy= 445 mm

Posudek kotvení v rohových oblastech F

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

$$\text{Oblast F } w_{ed,F} = -1,787 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkam 4 ks/m²

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 0,468 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 4 \cdot N_{Rd,1} = 1,871 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$1,87 \text{ kNm}^{-2} > 1,79 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Posudek kotvení v okrajových oblastech G

Zatížení větrem v okrajových oblastech G

$$\text{Oblast G } w_{ed,G} = -1,251 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m²

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 0,468 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,403 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$1,40 \text{ kNm}^{-2} > 1,25 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Posudek kotvení na zbytku střechy

Zatížení větrem v oblasti H

$$\text{Oblast H } w_{ed,H} = -0,804 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: 3 ks/m²

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 0,468 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 1,403 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$1,40 \text{ kNm}^{-2} > 0,80 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Hodnoty stanoveny dle výtazných zkoušek!

Minimální délka $L_{a,min} = h_D + h_{nom} + a_1 + a_2 = 410 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace $h_D = 380 \text{ mm}$

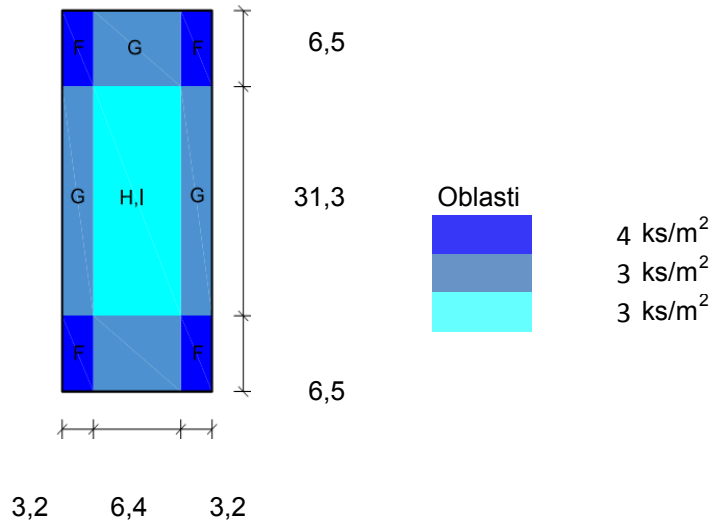
hloubka kotvení $h_{nom} = 30 \text{ mm}$ (dle výrobce)

celková délka kotvy $L_a = 445 \text{ mm}$ (délka šroubu+podložky)

$$L_{a,min} < L_a$$

$$410 \text{ mm} < 445 \text{ mm} \dots \text{vyhovuje}$$

Navržené kotvy $\varnothing 6,3 \text{mm}$ +podložka $\varnothing 50 \text{mm}$, délky 445mm vyhoví pro dané zatížení v počtech uvedených v předcházejícím výpočtu a na následujícím obrázku.



5. Statické posouzení zateplení ploché střechy S001b, S001c

Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast : oblast I $v_{b,0} = 22,5 \text{ ms}^{-1}$

Kategorie terénu III

Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)

Typ střechy : Plochá střecha

Základní rozměry budovy

Šířka $b = 12,15 \text{ m}$

Délka $d = 19,60 \text{ m}$

Výška $h = 12,80 \text{ m}$

Výška atiky $h_p = 0,00 \text{ m}$

Výpočet účinků větru

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru :

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

kde $c_{dir} = 1,0$ *součinitel směru větru - doporučená hodnota dle národní přílohy*

$c_{season} = 1,0$ *součinitel ročního období - doporučená hodnota dle národní přílohy*

Místní vlivy

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 18,19 \text{ m/s}$$

kde $c_0(z) = 1,000$ *(součinitel ortografie)*

$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,808$ *(součinitel drsnosti)*

kde $k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$ *(součinitel terénu)*

kde $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Maximální charakteristický tlak $q_p(z)$

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2 = 0,592 \text{ kNm}^{-2}$$

kde $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) * \ln(z/z_0)] = 0,266$ *(intenzita turbulence)*

$k_1 = 1,0$ - *(součinitel turbulence - dle národní přílohy)*

$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$ *(měrná hmotnost vzduchu dle NP)*

Referenční výška z_e

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 12,80 \text{ m}$$

Podélný vítr

$b = 12,2$ m (délka strany kolmé na směr větru)

$d = 19,6$ m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

$e = \min(b; 2h) = 12,15$ m

$e/2 = 6,075$ m

$e/4 = 3,038$ m

$e/10 = 1,215$ m

$c_{pe}^F = -1,8$ $c_{pi}^+ = 0,2$

$c_{pe}^G = -1,2$ $c_{pi}^- = -0,3$

$c_{pe}^H = -0,7$

$c_{pe}^I = -0,2$

$c_{pe}^{I+} = 0,2$

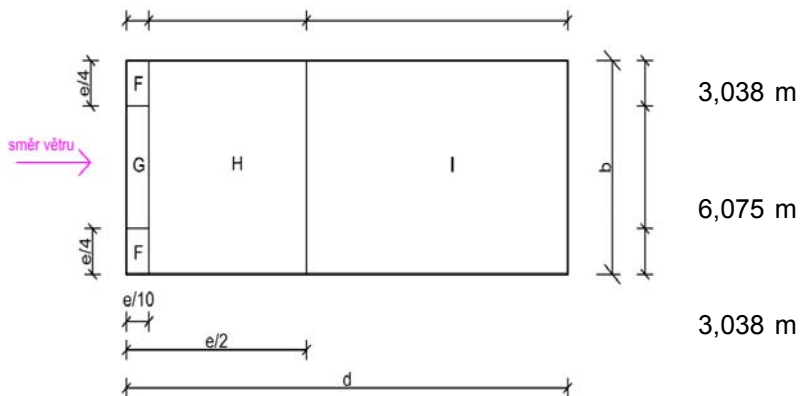
Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $w_{F-} = -1,185$ kNm ⁻² | $w_{F-} = -0,889$ kNm ⁻² |
| $w_{G-} = -0,829$ kNm ⁻² | $w_{G-} = -0,533$ kNm ⁻² |
| $w_{H-} = -0,533$ kNm ⁻² | $w_{H-} = -0,237$ kNm ⁻² |
| $w_{I-} = -0,237$ kNm ⁻² | $w_{I-} = 0,059$ kNm ⁻² |
| $w_{I+} = 0,000$ kNm ⁻² | $w_{I+} = 0,296$ kNm ⁻² |

1,215 4,9

13,5



Příčný vítr

$b = 19,6$ m (délka strany kolmé na směr větru)

$d = 12,2$ m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)

$e = \min(b; 2h) = 19,6$ m

$e/2 = 9,80$ m

$e/4 = 4,90$ m

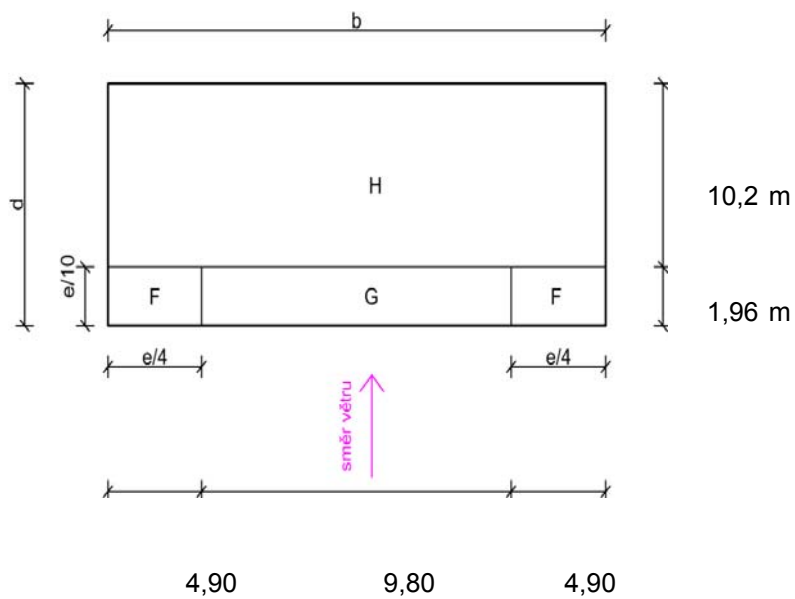
$e/10 = 1,96$ m

$$\begin{aligned}
 c_{pe}^F &= -1,8 & c_{pi}^+ &= 0,2 \\
 c_{pe}^G &= -1,2 & c_{pi}^- &= -0,3 \\
 c_{pe}^H &= -0,7 \\
 c_{pe}^I &= -0,2 \\
 c_{pe}^{I+} &= 0,2
 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned}
 w_{F-} &= -1,185 \text{ kNm}^{-2} & w_{F+} &= -0,889 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{G-} &= -0,829 \text{ kNm}^{-2} & w_{G+} &= -0,314 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{H-} &= -0,533 \text{ kNm}^{-2} & w_{H+} &= -0,138 \text{ kNm}^{-2} \\
 w_{I-} &= -0,237 \text{ kNm}^{-2} & w_{I+} &= 0,037 \text{ kNm}^{-2}
 \end{aligned}$$



Návrh kotev

Kotva pro skladbu, max tl.260mm

Střešní teleskopická podložka $\varnothing 50 \times 135 \text{ mm}$ + šroub do betonu $\varnothing 6,3 \times 160 \text{ mm}$

Únosnost kotev

tloušťka skladby=

260 mm

Únosnost jedné kotvy a součinitele bezpečnosti:

$$F_{Rk,1} = 4,101 \text{ kN}$$

Součinitel $\gamma_M = 3$

Návrhová únosnost $n=1$ kotev:

$$F_{Rd,1} = n \cdot F_{Rk,1} / \gamma_M = 1,367 \text{ kN}$$

délka kotvy=

295 mm

Posudek kotvení v rohových oblastech F

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

$$\text{Oblast F } w_{ed,F} = -1,777 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkam **4 ks/m²**

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 1,367 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 5,468 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$5,47 \text{ kNm}^{-2} > 1,78 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Posudek kotvení v okrajových oblastech G

Zatížení větrem v okrajových oblastech G

$$\text{Oblast G } w_{ed,G} = -1,244 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: **3 ks/m²**

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 1,367 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 4,101 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$4,10 \text{ kNm}^{-2} > 1,24 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Posudek kotvení na zbytku střechy

Zatížení větrem v oblasti H

$$\text{Oblast H } w_{ed,H} = -0,800 \text{ kNm}^{-2}$$

Navrženo kotvení hmoždinkami: **3 ks/m²**

Únosnost jedné hmoždinky $N_{Rd,1} = 1,367 \text{ kN}$

Únosnost na 1m² $N_{Rd} = 3 \cdot N_{Rd,1} = 4,101 \text{ kNm}^{-2}$

$$N_{Rd} > w_{ed}$$

$$4,10 \text{ kNm}^{-2} > 0,80 \text{ kNm}^{-2} \dots \text{vyhovuje}$$

Hodnoty stanoveny dle výtazných zkoušek!

Minimální délka $L_{a,min} = h_D + h_{nom} + a_1 + a_2 = 290 \text{ mm}$

kde tloušťka izolace $h_D = 260 \text{ mm}$

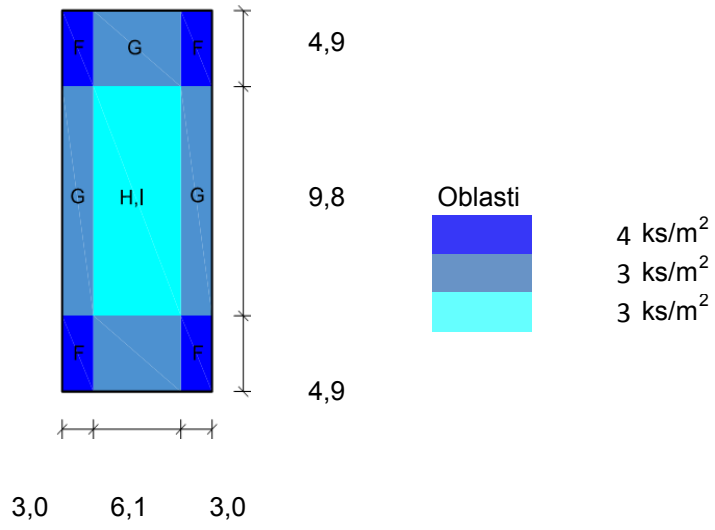
hloubka kotvení $h_{nom} = 30 \text{ mm}$ (dle výrobce)

celková délka kotvy $L_a = 295 \text{ mm}$ (délka šroubu+podložky)

$$L_{a,min} < L_a$$

$$290 \text{ mm} < 295 \text{ mm} \dots \text{vyhovuje}$$

Navržené kotvy $\varnothing 6,3 \text{ mm}$ +podložka $\varnothing 50 \text{ mm}$, délky 295 mm vyhoví pro dané zatížení v počtech uvedených na následujícím schématu.



6. Statické posouzení stávajícího střešního ocelového vazníku

délka příhradového vazníku: 19,1 m
 délka ocelové IPN 140 vazničky: 30,8 m

Statické posouzení ocelové IPN 140 vazničky:

materiál ocel S235 - předpoklad

statické schéma IPN 140 vazničky:



- podpory zobrazují body kde je vaznička podepřena příhradovými vazníky

| stále zatížení: | roznášecí šířka | 2 m | | |
|--|-----------------|-----------------------|------|-----------------------|
| <u>skladba střechy S4 - původní skladba</u> | | | | |
| modifikovaný asfaltový pás tl. 20mm, 1280kg/m ³ | | q _k (kN/m) | γ | q _d (kN/m) |
| | | 0,51 | 1,35 | 0,69 |
| polsid tl. 50mm, 23kg/m ³ | | 0,02 | 1,35 | 0,03 |
| asfaltové pásy tl. 40mm, 1280kg/m ³ | | 1,02 | 1,35 | 1,38 |
| cementový potěr tl. 50mm, 2300kg/m ³ | | 2,30 | 1,35 | 3,11 |
| heraklit tl. 25mm, 450kg/m ³ | | 0,23 | 1,35 | 0,30 |
| EPS 100S tl. 180mm, 23kg/m ³ | | 0,08 | 1,35 | 0,11 |
| MV tl. 80mm, 175kg/m ³ | | 0,28 | 1,35 | 0,38 |
| HI z mPVC tl. 1,5mm, 1260kg/m ³ | | 0,04 | 1,35 | 0,05 |
| | | 4,48 | | 6,05 |

| | | | | |
|---|--|-----------------------|------|-----------------------|
| <u>skladba střechy S4 - nová skladba</u> | | | | |
| | | q _k (kN/m) | γ | q _d (kN/m) |
| asfaltové pásy tl. 4mm, 1280kg/m ³ | | 0,10 | 1,35 | 0,14 |
| cementový potěr tl. 50mm, 2300kg/m ³ | | 2,30 | 1,35 | 3,11 |
| heraklit tl. 25mm, 450kg/m ³ | | 0,23 | 1,35 | 0,30 |
| EPS 100S tl. 180mm, 23kg/m ³ | | 0,08 | 1,35 | 0,11 |
| MV tl. 80mm, 175kg/m ³ | | 0,28 | 1,35 | 0,38 |
| HI z mPVC tl. 1,5mm, 1260kg/m ³ | | 0,04 | 1,35 | 0,05 |
| | | 3,03 | | 4,09 |

zatížení sněhem:

Sněhová oblast III s_k [kNm⁻²] = 1,50 kNm⁻²
 Zatížení sněhem $s = \mu * C_e * C_t * s_k = 1,20$ kNm⁻²
 μ ... tvarový součinitel zatížení sněhem : 0,80 0° ≤ α ≤ 30°
 C_e ... součinitel expozice : 1
 C_t ... tepelný součinitel : 1

| Celkové zatížení sněhem | b [m] | s_k [kNm ⁻¹] | γ | s_D [kNm ⁻¹] |
|-------------------------|-------|----------------------------|-----|----------------------------|
| | 2 | 2,40 | 1,5 | 3,60 |

zatížení větrem:

| | q _k | q _d |
|--------------|----------------|----------------|
| sání větrem: | 1,73 kN/m | 2,60 kN/m |
| tlak větrem: | 0,24 kN/m | 0,36 kN/m |

zatížení vlastní tíhou generováno výpočtním programem

původní skladba

max. reakce do příhradoviny přes vazničku: R 52,43 kN - návrhová hodnota

nová skladba

max. reakce do příhradoviny přes vazničku: R 42,23 kN - návrhová hodnota

zatížení pohledu:

| | q_k (kN) | γ | q_d (kN) |
|--|-------------|----------|-------------|
| dřevopapírový karton tl. 5mm, 600kg/m ³ | 0,26 | 1,35 | 0,35 |
| skelná vata tl. 160mm, 100kg/m ³ | 1,38 | 1,35 | 1,86 |
| dřevěný prvek 50x160mm, 600kg/m ³ | 0,21 | 1,35 | 0,28 |
| | 1,84 | | 2,48 |

Statické posouzení ocelové vazničky: MSÚ:
původní skladba:

EC3 : posouzení EN 1993

| | | | | |
|---------|--------|-------|-------|-------|
| Prut B1 | IPN140 | S 235 | CO7/1 | 15.15 |
|---------|--------|-------|-------|-------|

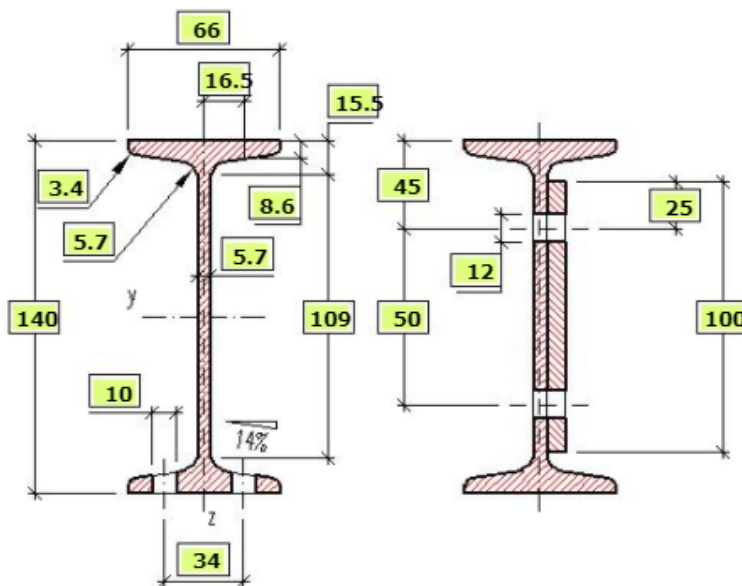
| NEd | Vy,Ed | Vz,Ed | TEd | My,Ed | Mz,Ed |
|------|-------|--------|-------|--------|-------|
| [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] |
| 0.00 | 0.00 | -28.70 | 0.00 | -22.71 | 0.00 |

Kritický posudek v místě 4.76 m

| LTB | | |
|---------------|-------|---|
| Délka klopení | 30.80 | m |
| k | 1.00 | |
| kw | 1.00 | |
| C1 | 1.00 | |
| C2 | 0.00 | |
| C3 | 1.00 | |

zatížení v těžišti

| POSUDEK ÚNOSNOSTI | |
|--------------------------------|----------|
| Posudek na smyk (Vz) | 0.25 < 1 |
| Posudek ohybového momentu (My) | 1.01 > 1 |
| M | 1.01 > 1 |



Prvky nevyhoví na únosnost!!

| | |
|---------------------------|-----------|
| Stabilitní posudek | |
| Klopení | 15.15 > 1 |
| Tlak + moment | 15.15 > 1 |
| Tlak + moment | 8.01 > 1 |

EC3 : posouzení EN 1993

| | | | | |
|----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Prut B1 | IPN140 | S 235 | CO7/1 | 15.15 |
|----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|

| NEd | Vy,Ed | Vz,Ed | TEd | My,Ed | Mz,Ed |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] |
| 0.00 | 0.00 | 14.37 | 0.00 | 7.98 | 0.00 |

Kritický posudek v místě 0.48 m

| | | |
|---------------|-------|---|
| LTB | | |
| Délka klopení | 30.80 | m |
| k | 1.00 | |
| kw | 1.00 | |
| C1 | 1.00 | |
| C2 | 0.00 | |
| C3 | 1.00 | |

zatížení v těžišti

| | |
|--------------------------------|----------|
| POSUDEK ÚNOSNOSTI | |
| Posudek na smyk (Vz) | 0.13 < 1 |
| Posudek ohybového momentu (My) | 0.36 < 1 |
| M | 0.36 < 1 |

| Stabilitní posudek | |
|--------------------|-----------|
| Klopení | 5.32 > 1 |
| Tlak + moment | 15.15 > 1 |
| Tlak + moment | 8.01 > 1 |

IPN vaznička je zabezpečena proti ztrátě stability přivařením k hornímu pásu ocelové příhrady.

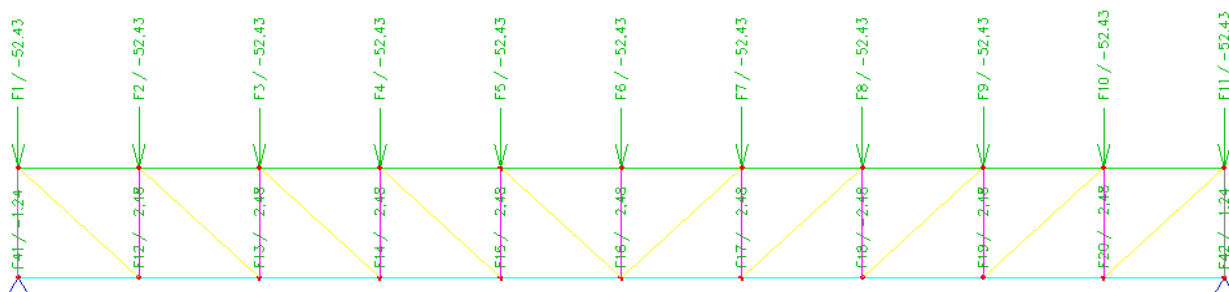
Statické posouzení mezního stavu použitelnosti: MSP

$$w_{lim} = L/150 = 29,33 \text{ mm} \geq 21,2 \text{ mm}$$

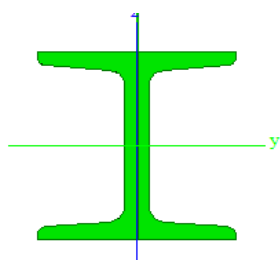
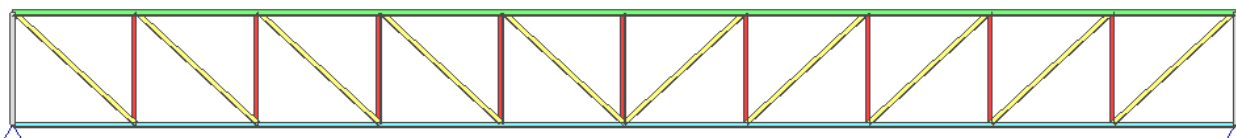
Prvky vyhoví na použitelnost

Statické posouzení ocelové příhrady:

původní skladba
statické schéma:

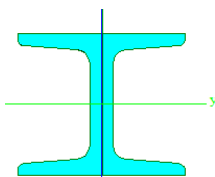


popis prvků příhrady: výška 1,81 m délka 19,1 m ocel S235



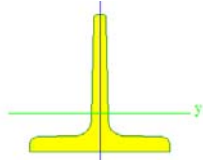
profil 2xU100

- horní pás



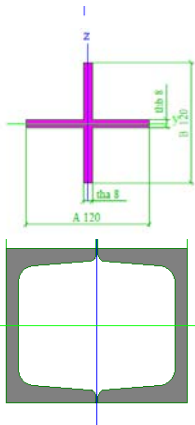
profil 2xU80

- dolní pás



profil T80

- tlačené diagonály



profil 120x120mm, tl. 8mm - svislice

profil 2 U100 - krajní svislice

Posouzení globální pevnosti ocelové příhrady:

Posudek oceli

EC3 : posouzení EN 1993

| | | | | |
|-------------|-----|-------|-----|--------|
| Prut B23 | 2Uo | S 235 | LC2 | 100.78 |
|-------------|-----|-------|-----|--------|

| NEd | Vy,Ed | Vz,Ed | TEd | My,Ed | Mz,Ed |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] |
| -724.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Kritický posudek v místě 7.64 m

| Parametry vzpěru | yy | zz | |
|-------------------------------|---------|-----------|----|
| typ | posuvné | neposuvné | |
| Štíhlost | 48.85 | 872.11 | |
| Redukovaná štíhlost | 0.52 | 9.29 | |
| Vzpěr. křivka | b | b | |
| Imperfekce | 0.34 | 0.34 | |
| Redukční součinitel | 0.88 | 0.01 | |
| Délka | 1.91 | 19.10 | m |
| Součinitel vzpěru | 1.00 | 1.00 | |
| Vzpěrná délka | 1.91 | 19.10 | m |
| Kritické Eulerovo zatížení | 2374.06 | 7.45 | kN |

Upozornění : štíhlost 872.11 je větší než 200.00 !

| LTB | | |
|---------------|-------|---|
| Délka klopení | 19.10 | m |
| k | 1.00 | |
| kw | 1.00 | |
| C1 | 1.00 | |
| C2 | 0.00 | |
| C3 | 1.00 | |

zatížení v těžišti

| POSUDEK ÚNOSNOSTI | |
|-------------------|----------|
| Posudek na tlak | 1.13 > 1 |
| M | 1.13 > 1 |

Prvky nevyhoví na únosnost!!

| Stabilitní posudek | |
|------------------------------|------------|
| Vzpěr | 100.78 > 1 |
| Prostorový- rovinný vzpěr | 100.78 > 1 |
| Tlak + moment | 1.29 > 1 |
| Tlak + moment | 100.78 > 1 |

Ocelová příhradová konstrukce je proti stabilitě zabezpečena u horního pásu přivařením k vazničce IPN 140mm a zespod je zabezpečena pomocí konstrukcí podhledu.

Statické posouzení ocelové vazničky: MSÚ:
 nová skladba:

Posudek oceli

EC3 : posouzení EN 1993

| | | | | |
|---------|--------|-------|-------|-------|
| Prut B2 | IPN140 | S 235 | CO7/1 | 12.20 |
|---------|--------|-------|-------|-------|

| NEd | Vy,Ed | Vz,Ed | TEd | My,Ed | Mz,Ed |
|------|-------|--------|-------|--------|-------|
| [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] |
| 0.00 | 0.00 | -23.11 | 0.00 | -18.29 | 0.00 |

Kritický posudek v místě 4.76 m

| LTB | | |
|---------------|-------|---|
| Délka klopení | 30.80 | m |
| k | 1.00 | |
| kw | 1.00 | |
| C1 | 1.00 | |
| C2 | 0.00 | |
| C3 | 1.00 | |

zatížení v těžišti

| POSUDEK ÚNOSNOSTI | |
|--------------------------------|----------|
| Posudek na smyk (Vz) | 0.20 < 1 |
| Posudek ohybového momentu (My) | 0.82 < 1 |
| M | 0.82 < 1 |

Prvky vyhoví na únosnost!!

| Stabilitní posudek | |
|--------------------|-----------|
| Klopení | 12.20 > 1 |
| Tlak + moment | 12.20 > 1 |
| Tlak + moment | 6.45 > 1 |

IPN vaznička je zabezpečena proti ztrátě stability přivařením k hornímu pásu ocelové příhrady.

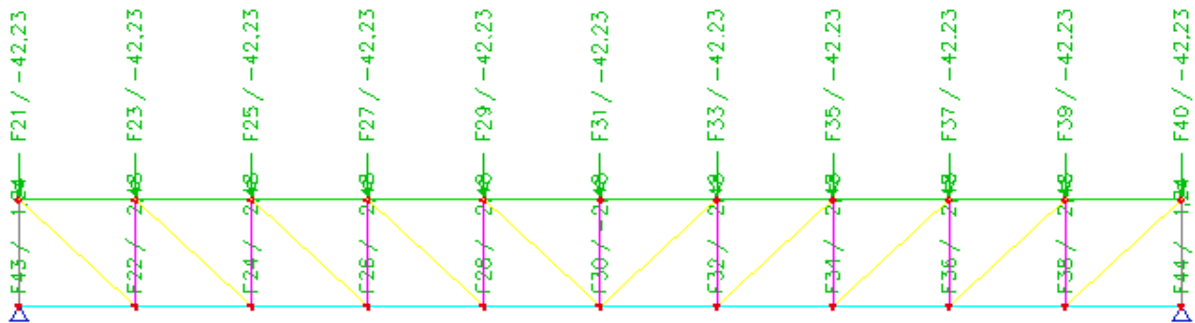
Statické posouzení mezního stavu použitelnosti: MSP

$$w_{lim} = L/150 = 29,33 \text{ mm} \geq 16,9 \text{ mm}$$

Prvky vyhoví na použitelnost

Statické posouzení ocelové příhrady:

původní skladba
statické schéma:



Posouzení globální pevnosti ocelové příhrady:

Posudek oceli

EC3 : posouzení EN 1993

| | | | | |
|-------------|-----|-------|-----|-------|
| Prut B46 | 2Uo | S 235 | LC2 | 82.06 |
|-------------|-----|-------|-----|-------|

| NEd [kN] | Vy,Ed [kN] | Vz,Ed [kN] | TEd [kNm] | My,Ed [kNm] | Mz,Ed [kNm] |
|-------------|---------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| -589.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Kritický posudek v místě 7.64 m

| Parametry vzpěru | yy | zz | |
|-------------------------------|---------|-----------|----|
| typ | posuvné | neposuvné | |
| Štíhlost | 48.85 | 872.11 | |
| Redukovaná štíhlost | 0.52 | 9.29 | |
| Vzpěr. křivka | b | b | |
| Imperfekce | 0.34 | 0.34 | |
| Redukční součinitel | 0.88 | 0.01 | |
| Délka | 1.91 | 19.10 | m |
| Součinitel vzpěru | 1.00 | 1.00 | |
| Vzpěrná délka | 1.91 | 19.10 | m |
| Kritické Eulerovo zatížení | 2374.06 | 7.45 | kN |

Upozornění : štíhlost 872.11 je větší než 200.00 !

| LTB | | |
|---------------|-------|---|
| Délka klopení | 19.10 | m |
| k | 1.00 | |
| kw | 1.00 | |
| C1 | 1.00 | |
| C2 | 0.00 | |
| C3 | 1.00 | |

zatížení v těžišti

| POSUDEK ÚNOSNOSTI | |
|----------------------|----------|
| Posudek na tlak | 0.92 < 1 |
| M | 0.92 < 1 |

Prvky vyhoví na únosnost!!

| Stabilitní posudek | |
|------------------------------|-----------|
| Vzpěr | 82.06 > 1 |
| Prostorový- rovinný vzpěr | 82.06 > 1 |
| Tlak + moment | 1.05 > 1 |
| Tlak + moment | 82.06 > 1 |

Ocelová příhradová konstrukce je proti stabilitě zabezpečena u horního pásu přivařením k vazničce IPN 140mm a zespod je zabezpečena pomocí konstrukcí podhledu.

7. Statické posouzení nového žebříku

Zatížení

a) Stálé zatížení (součinitel stálého zatížení 1,35)

- vlastní tíha - generována programem

b) Užitné zatížení (součinitel nahodilého zatížení 1,5)

- na štěřiny - rovnoměrné vodorovné na štěřiny 0,25kN/m

- svislé rovnoměrné zatížení na štěřiny 0,50kN/m

- na příčle - bodové svislé zatížení 1,5kN

- bodové vodorovné 0,5kN

| | |
|----------------------------|--------|
| délka | 3,33 m |
| šířka | 0,5 m |
| kotvení od vrchu a zespodu | 0,6 m |
| | 0,6 m |

profil štěřiny L50x50x5mm

profil příčle plná trubka 22mm

přípoj - pásovina 60x8mm

délka pásoviny 200 mm (dle normy 200mm min. od hrany fasády)

Zatěžovací stavy

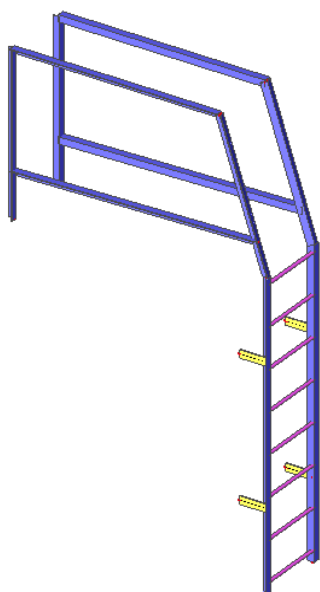
| Jméno | Popis | Typ působení | Skupina zatížení | Typ zatížení | Směr | Působení |
|-------|-------------------------------|--------------|------------------|--------------|------|------------|
| LC1 | vl. tíha | Stálé | LG1 | Vlastní tíha | -Z | |
| LC2 | užitné na příčle | Nahodilé | LG2 | Statické | | Krátkodobé |
| LC3 | užitné na štěřiny | Nahodilé | LG2 | Statické | | Krátkodobé |
| LC4-a | užitné jedné osoby na štěřiny | Nahodilé | LG2 | Statické | | Krátkodobé |
| LC4-b | užitné jedné osoby na štěřiny | Nahodilé | LG2 | Statické | | Krátkodobé |

Skupiny zatížení

| Jméno | Zatížení | Vztah | Součinitel 2 |
|-------|----------|----------|----------------|
| LG1 | Stálé | | |
| LG2 | Nahodilé | Standard | Kat A : obytné |

Celá část zábradlí bude z prvku L50x50x5mm, délka madla min. 1,5m.

Schematický náčrt: viz výkres detailu žebříku



Posouzení žebříku

Posudek oceli

EC3 : posouzení EN 1993

| | | | | |
|--------------|-------|-------|-------------|------|
| Prut B681 | L50X5 | S 235 | CO0- 1/1 | 0.43 |
|--------------|-------|-------|-------------|------|

| NEd | Vy,Ed | Vz,Ed | TEd | My,Ed | Mz,Ed |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] |
| -0.14 | 0.45 | 0.08 | 0.00 | 0.21 | 0.14 |

Kritický posudek v místě 0.60 m

| Parametry vzpěru | yy | zz | |
|-------------------------------|---------|-----------|----|
| typ | posuvné | neposuvné | |
| Štíhlost | 13.13 | 25.57 | |
| Redukovaná štíhlost | 0.14 | 0.27 | |
| Vzpěr. křivka | b | b | |
| Imperfekce | 0.34 | 0.34 | |
| Redukční součinitel | 1.00 | 0.97 | |
| Délka | 0.25 | 0.25 | m |
| Součinitel vzpěru | 1.00 | 1.00 | |
| Vzpěrná délka | 0.25 | 0.25 | m |
| Kritické Eulerovo zatížení | 5770.17 | 1522.13 | kN |

| LTB | | |
|------------------|------|---|
| Délka klopení | 0.25 | m |
| k | 1.00 | |
| kw | 1.00 | |
| C1 | 1.4 | |
| C2 | 0.00 | |
| C3 | 1.00 | |

zatížení v těžišti

| POSUDEK ÚNOSNOSTI | |
|--------------------------------------|----------|
| Posudek na tlak | 0.00 < 1 |
| Posudek na smyk (Vy) | 0.02 < 1 |
| Posudek na smyk (Vz) | 0.00 < 1 |
| Posudek ohybového momentu (My) | 0.11 < 1 |
| Posudek ohybového momentu (Mz) | 0.14 < 1 |
| M | 0.39 < 1 |

| Stabilitní posudek | |
|-------------------------------|----------|
| Vzpěr | 0.00 < 1 |
| Prostorový- rovinný vzpěr | 0.00 < 1 |
| Klopení | 0.18 < 1 |
| Tlak + moment | 0.43 < 1 |
| Tlak + moment | 0.43 < 1 |

prvky vyhoví

Posouzení spojovacích prostředků - ocel/ocel

Závitořezné šrouby pro přichycení žebříku budou namáhaný smykovou silou $V_{\max} = 1,06$ kN.

Navrženy šrouby M8/30mm s pevnosti min 5.6, 2 ks na každém přípoji.

$$\begin{aligned} V_{\max} &= 1,06 \text{ kN} \\ N_{\text{ed}} &= 0,78 \text{ kN} \\ A_s &= 50,24 \text{ mm}^2 \\ f_{\text{ub}} &= 500 \text{ MPa} \\ n &= 1 \quad n = \text{počet stříhových rovin} \\ a_v &= 0,6 \\ Y_{M2} &= 1,45 \\ \text{tloušťka plechu} &= 8 \text{ mm} \\ f_u &= 235 \text{ MPa} \\ \text{alfa} &= 0,83 \end{aligned}$$

Tab. – Oceli pro šrouby

| | 4.6 | 5.6 | 8.8 | 10.9 |
|----------------|-----|-----|-----|-------|
| f_{yb} (MPa) | 240 | 300 | 640 | 900 |
| f_{ub} (MPa) | 400 | 500 | 800 | 1 000 |

Tab. – Průměry a plochy šroubu

| d (mm) | 12 | 16 | 20 | 24 | 30 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|
| d_m (mm) | 20,5 | 25,9 | 32,3 | 38,8 | 49,6 |
| A_s (mm ²) | 84,3 | 157 | 245 | 353 | 561 |
| A (mm ²) | 113 | 201 | 314 | 452 | 707 |

Únosnost šroubu ve stříhu:

$$F_{V,Rd} = a_v \cdot f_{ub} \cdot A_s / Y_{M2} = 10,39 \text{ kN}$$

Posudek pro n šroubů:

$$n = 2 \text{ ks}$$

$$F_{V,Rd} \quad 20,79 \text{ kN} \quad \geq \quad V_{\max} \quad 1,06 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots Vyhovuje}}$$

Únosnost šroubu v tahu

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / Y_{Mb} = 15,59 \text{ kN}$$

$$n = 2 \text{ ks}$$

$$F_{t,Rd} \quad 31,18 \text{ kN} \quad \geq \quad 0,78 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots Vyhovuje}}$$

Únosnost v otláčení

$$F_{b,Rd} = 2,5 \cdot a \cdot f_u \cdot d \cdot t / Y_{Mb} \\ 45,92 \text{ kN} \quad \geq \quad 0,78 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots Vyhovuje}}$$

Posudek pro n šroubů:

$$n = 2 \text{ ks}$$

$$F_{V,Rd} \quad 91,84 \text{ kN} \quad \geq \quad V_{\max} \quad 0,78 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\dots Vyhovuje}}$$

Současně namáhané smykovou a tahovou silou

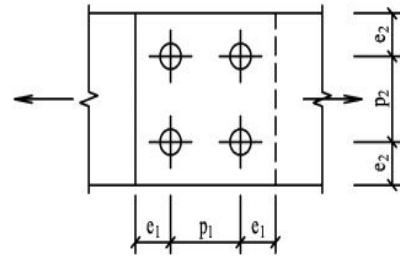
$$0,07 \leq 1$$

...Vyhovuje

Doporučené vzdálenosti šroubů:

| | |
|----------------|--------------|
| d | 8 mm |
| e ₁ | 20 mm |
| p ₁ | 30 mm |
| e ₂ | 15 mm |
| p ₂ | 25 mm |

vzdálenost mezi šrouby: 30 mm
vzdálenost od okraje destičky 15 mm



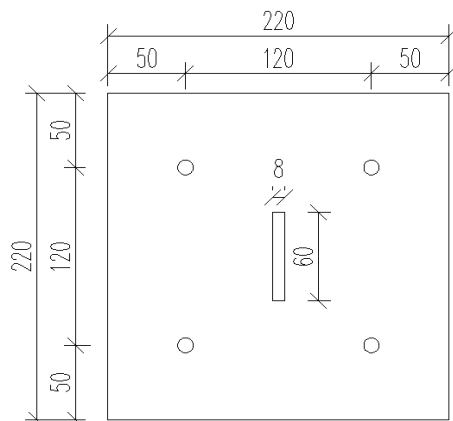
Obr. – Označení roztečí

Tab. – Rozteče

| | minimální | doporučené |
|----------------|--------------------|--------------------|
| e ₁ | 1,2 d ₀ | 2,0 d ₀ |
| p ₁ | 2,2 d ₀ | 3,5 d ₀ |
| e ₂ | 1,2 d ₀ | 1,5 d ₀ |
| p ₂ | 2,4 d ₀ | 3,0 d ₀ |

Posouzení kotvení žebříku do fasády

Schéma kotevního bodu:



| | |
|---------------------------------|---------|
| Výsledná smyková síla: V_{ed} | 1,06 kN |
| Výsledná tahová síla: N_{ed} | 0,67 kN |
| Výsledný moment: M_{ed} | 0 kNm |

| | |
|---------------------------------|---------|
| Maximální tahová síla F_{tah} | 0,67 kN |
| Maximální smyková síla | 0,27 kN |
| počet svorníků | 4 ks |

Posouzení

Žebřík bude do nosné konstrukce kotven ve 2 úrovních přes 2 ocelové kotevní desky 220/220mm tl. 5mm pomocí 4 ks ocelových kotevních svorníků o průměru dříku 8mm s minimální kotevní hloubkou 85mm a chemickou maltou. Například může být použit kotevní systém pro zdivo z CPP M8x90mm a chemická malta.

Maximální doporučené zatížení tahem - hodnota udávaná výrobcem pro **zdivo z CPP**

F = 0,86 kN

Posouzení pro n kotev

n = 1 ks

F = 0,86 kN ≥ F = 0,17 kN **...Vyhovuje**

Maximální doporučené zatížení střihem - hodnota udávaná výrobcem pro **zdivo z CPP**

F = 0,86 kN

Posouzení pro n kotev

n = 1 ks

F = 0,86 kN ≥ F = 0,27 kN **...Vyhovuje**

| | | | |
|----------------------------------|---------|----|---|
| kotevní hloubka | 85 | mm | |
| min. osová a okrajová vzdálenost | 120, 60 | mm | |
| max. utahovací moment | 10 | Nm | |
| průměr otvoru | 10 | mm | |
| max. užitná délka | 46 | mm | (v našem případě tl. kotevní desky 5mm) |

V Ostravě, červenec 2017, vypracovala Ing. Lucia Gabrišová