



Ing. Libor Barvínek, projektová činnost ve výstavbě
Sopotnice 249, 561 15 Sopotnice
tel. 465 52 36 69, mobil 776 841 104
e- mail: barvinek@cominnet.cz

Akce: Realizace úspor energie – ISŠ Moravská Třebová – DM
na ulici Dukelská

Investor: Pardubický kraj, Komenského náměstí 125, 5630 02 Pardubice

Místo: st.p.č. 436/2, č.p. 1478, k.ú. Moravská Třebová

Stupeň: dokumentace pro stavební povolení

D.1.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Obsah:

1. Úvod
2. Průvodní zpráva
3. Použité podklady
4. Výpočet zatížení
5. Návrh a posouzení použitých konstrukcí
6. Materiál

**V Ústí nad Orlicí
12/2019**

**Vypracoval:
Ing. Libor Barvínek**

1) Úvod:

Předmětem tohoto statického výpočtu je posouzení kotvení kontaktního zateplovacího pláště a kotvení zateplení střešní konstrukce na objektu ISS Moravská Třebová – DM na ulici Dukelská v Moravské Třebové.

2) Průvodní zpráva:

Jedná se o budovu ISS Moravská Třebová – DM v ulici Dukelská. Objekt je zastřešen plochou střechou. Pro účely výpočtu byl uvažován objekt půdorysných rozměrů 15,64 x 31,08 m, výška střechy nad přilehlým terénem je max. 12,5 m, střecha je po obvodě ukončena atikou.

S ohledem na umístění objektu v krajině bylo ve výpočtu uvažováno s kategorií terénu II, referenční rychlostí větru 25 m.s-1 a nadmořskou výškou cca 360 m n. m..

Je navržena fixace hydroizolační vrstvy ploché střechy (ve skladbě: tepelná izolace EPS 150 S stabil. a hydroizolační jednovrstvá fólie z měkčeného PVC-P folie tl. 1,5 mm) systémem mechanického kotvení.

Na fasádu statický posudek řeší počet kotevních hmoždinek systému ETICS s doplňkovým lepením. Zateplovací systém je navržen z minerální izolace minimální třídy TR 100.

Výpočet je proveden podrobným návrhem. Pro návrh platí tyto podmínky - hmotnost celého souvrství zateplení bude do 20 kg/m² zateplení bude provedeno minerální izolací s pevností v tahu min. TR100. Počet hmoždinek platí pro desky o rozměrech 1000x500 mm, pokud rozměr je jiný určuje počet výrobce ETICS.

Tuhost talířku hmoždinky bude min $c = 0,30$ kN/mm a jeho průměr min. 60 mm.

Počet hmoždinek nesmí klesnout pod 6 ks/m² a být větší než 16 ks/m²

Doporučuje se, aby počet hmoždinek nepřesáhl 12 ks/m², kdy může dojít k narušení podkladní vrstvy

Z výpočtu dle přesného návrhu vyplývá, že omezující je více odolnost proti protažení hmoždinky z izolantu, kdy normové hodnoty jsou výrazně nižší, než udávají výrobci ETICS.

V případě aplikace podkladových talířků, či "přes výztuž" lze počty redukovat, vždy však musí být daná únosnost deklarována výrobcem ETICS dle příslušné ETAG.

Počet hmoždinek je stanoven dle normových hodnot ČSN 73 2902.

3) Použité podklady:

- ČSN EN 1991-1 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Zatížení vlastní tíhou a užitná zatížení
- ČSN EN 1991-3 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-4 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Zatížení větrem
- ČSN 73 0035 - Zatížení stavebních konstrukcí
- ČSN 732902 – Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem
- Pracovní výkresy poskytnuté zadavatelem akce

4) Výpočet zatížení:

PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ:

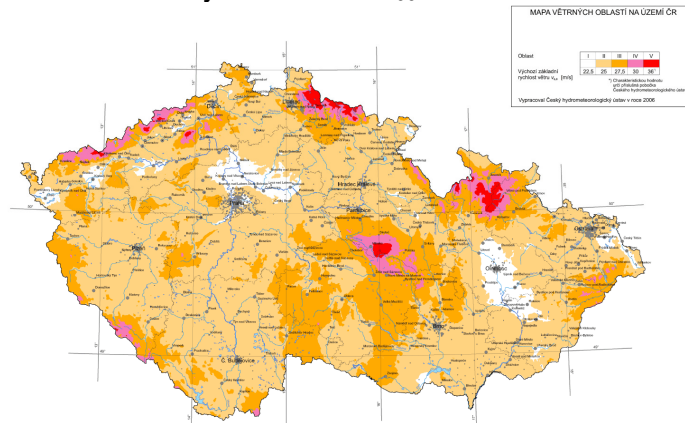
Sníh:

Moravská Třebová → podle ČSN EN 1991-1-3/Z1, Z2; Z4 spadá místo stavby do sněhové oblasti III. s charakteristickým zatížením

- $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$
- sedlová střecha $\alpha = 2,5\% \rightarrow \mu_1 = 1,0$
- $C_e = 1,0, C_t = 1,0$
- $s_k = \mu_1 \cdot s_{k0} \cdot C_e \cdot C_t = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,5$
 $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$
 $s_d = s_k \cdot \gamma_M = 1,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,5$
 $s_d = 2,25 \text{ kN/m}^2$

Vítr:

- Podle mapy v EN 1991-1-4 se jedná o větrnou oblast II. V nadmořské výšce do 700 m.n.m. (cca 360 m.n.m.) činí referenční rychlost větru $v_{b0} = 25 \text{ m/s}$.



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

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

$$v_b = v_{b0} \cdot C_{season} \cdot C_{dir} = 25 \text{ m/s}$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

Kategorie terénu II.

Výška objekt 12,5 m

$$k_r = 0,19 \times (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \times (0,05 / 0,05)^{0,07} = 0,19$$

$$z_0 = 0,05$$

$$z_{0,II} = 0,05$$

$$z_{min} = 2 \text{ m}$$

$$z_{min} \leq z \leq z_{max} \rightarrow 2,0 \text{ m} \leq 12,5 \text{ m} \leq 200 \text{ m}$$

$$c_r = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,19 \cdot \ln(12,5 / 0,05) = 1,049$$

$$c_0 = 1,0, k_l = 1,0$$

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 1,049 \times 1,0 \times 25 = 26,227 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_v(z) = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z / z_0)) = 1,0 / (1,0 \times \ln(12,5 / 0,05)) = 0,1811$$

Dynamický tlak větru

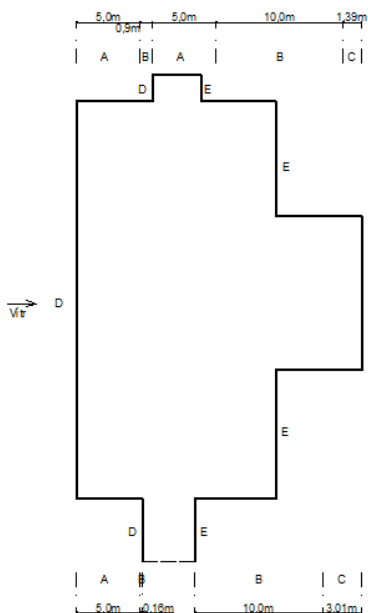
$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = (1 + 7 \cdot 0,1811) \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 26,227^2$$

$$q_{p(z)} = 974,906 \text{ N/m}^2$$

Vítr působící na stěny haly:

Příčný vítr: $e = 2 \cdot h = 25,0 \text{ m}$, $h < b$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 974,906 \cdot c_{pe}$$



Oblasti: A → $c_{pe} = -1,2$
 B → $c_{pe} = -0,8$
 D → $c_{pe} = +0,8$
 E → $c_{pe} = -0,5$

$$q_{pA} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -1\,754,83 \text{ N/m}^2$$

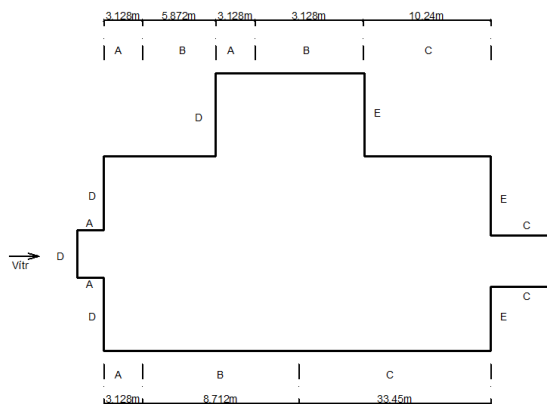
$$q_{pB} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -1\,169,887 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pD} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = +1\,169,887 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pE} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -731,18 \text{ N/m}^2$$

Podélný vítr: $e = b = 15,64 \text{ m}$, $h < b$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 974,906 \cdot c_{pe}$$



Oblasti: A → $c_{pe} = -1,2$
 B → $c_{pe} = -0,8$
 C → $c_{pe} = -0,5$
 D → $c_{pe} = +0,8$
 E → $c_{pe} = -0,5$

$$q_{pA} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -1\,754,83 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pB} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -1\,169,887 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pC} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -731,18 \text{ N/m}^2$$

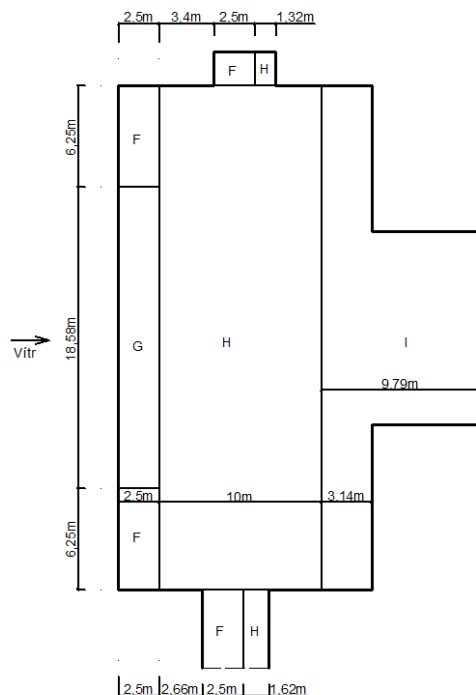
$$q_{pD} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = +1\,169,887 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pE} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -731,18 \text{ N/m}^2$$

Vítr působící na střechu haly:

Příčný vítr: $e = 2 \cdot h = 25,0 \text{ m}$, $h < b$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 974,906 \cdot c_{pe}$$



Oblasti: $F \rightarrow c_{pe} = -1,8$

$G \rightarrow c_{pe} = -1,2$

$H \rightarrow c_{pe} = -0,7$

$I \rightarrow c_{pe} = \pm 0,2$

$$q_{pF} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -2\,632,25 \text{ N/m}^2$$

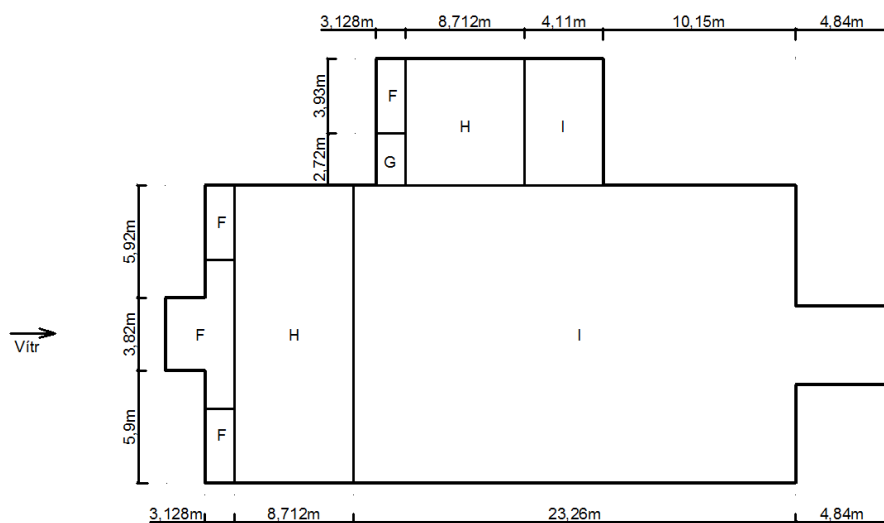
$$q_{pG} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -1\,754,83 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pH} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -1\,023,65 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = \pm 292,472 \text{ N/m}^2$$

Podélný vítr: $e = b = 15,64 \text{ m}$, $h < b$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 974,906 \cdot c_{pe}$$



Oblasti: $F \rightarrow c_{pe} = -1,8$

$G \rightarrow c_{pe} = -1,2$

$H \rightarrow c_{pe} = -0,7$

$I \rightarrow c_{pe} = \pm 0,2$

$$q_{pF} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -2\,632,25 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pG} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -1\,754,83 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pH} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = -1\,023,65 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI} = 974,906 \cdot c_{pe} \times 1,5 = \pm 292,472 \text{ N/m}^2$$

Návrh a posouzení použitých konstrukcí:

ETICS – kontaktní zateplovací systém:

Statický posudek řeší počet kotevních hmoždinek systému ETICS s doplňkovým lepením. Zateplovací systém je navržen z minerální fasádní izolace minimální třídy TR 100.

Výpočet je proveden podrobným návrhem. Pro návrh platí tyto podmínky - hmotnost celého souvrství zateplení bude do 20 kg/m² zateplení bude provedeno minerální izolací s pevností v tahu min. TR100. Počet hmoždinek platí pro desky o rozměrech 1000x500 mm, pokud rozměr je jiný určuje počet výrobce ETICS.

Tuhost talířku hmoždinky bude min $c = 0,30 \text{ kN/mm}$ a jeho průměr min. 60 mm.

Počet hmoždinek nesmí klesnout pod 6 ks/m² a být větší než 16 ks/m²

Doporučuje se, aby počet hmoždinek nepřesáhl 12 ks/m², kdy může dojít k narušení podkladní vrstvy

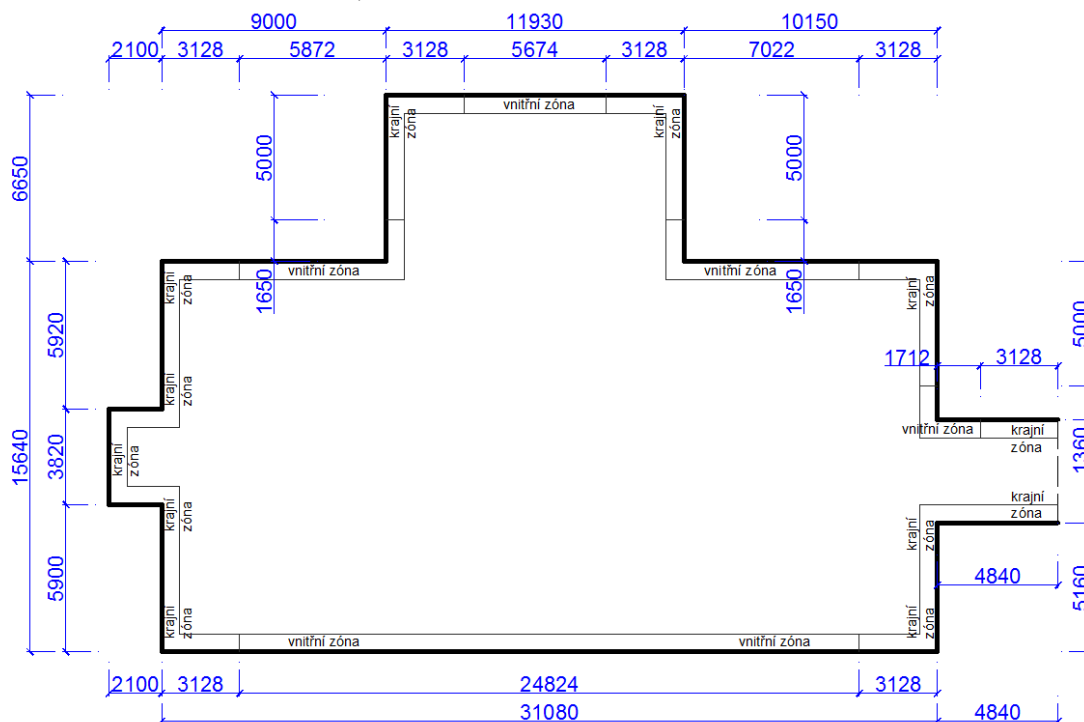
Z výpočtu dle přesného návrhu vyplývá, že omezující je více odolnost proti protažení hmoždinky z izolantu, kdy normové hodnoty jsou výrazně nižší, než udávají výrobci ETICS.

V případě aplikace podkladových talířků, či "přes výztuž" lze počty redukovat, vždy však musí být daná únosnost deklarována výrobcem ETICS dle příslušné ETAG.

Počet hmoždinek je stanoven dle normových hodnot ČSN 73 2902.

Zateplení objektu bude navrženo na toto základní návrhové zatížení od větru:

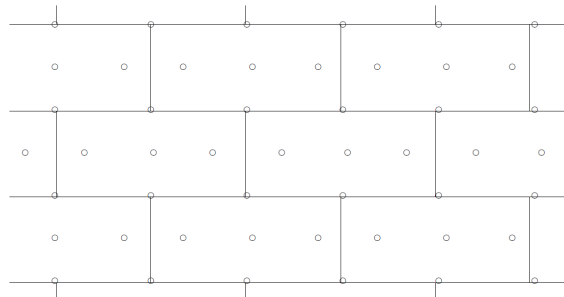
- Krajiní zóna 1,754 kN/m²
- Vnitřní zóna 1,17 kN/m²



Návrh a posouzení kotev:

Návrh počtu hmoždinek pro vnitřní zónu objektu:

Rozmístění hmoždinek při počtu 10ks na m², z toho 4 ks ve spárách



Typ hmoždinky

EJOT STR U

Charakteristická únosnost hmoždinky v tahu **$N_{Rk} = 1,5 \text{ kN}$** (údaj výrobce)

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku v ploše a ve spáře bude počítána dle ČSN 73 2902

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku v ploše **$R_{panel} = 0,25 \text{ kN}$**

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku ve spáře **$R_{joint} = 0,18 \text{ kN}$**

Návrhová odolnost hmoždinky vůči účinkům sání větru **$R_{d,hm} = 0,142 \text{ kN}$**

Součinitel odolnosti proti protažení

$k_k = 0,8$

Počet hmoždinek v ploše na 1m²

$n_{panel} = 6 \text{ ks}$

Počet hmoždinek ve spárách na 1m²

$n_{joint} = 4 \text{ ks}$

Součinitel bezpečnosti upevnění při spolupůsobení izolace

$\gamma_{Mb} = 1,2$

Součinitel bezpečnosti upevnění při montáži

$\gamma_{Mc} = 1,5$

Materiál tepelné izolace:

minerální izolace třídy min TR100

Materiál nosné vrstvy podkladu – cihelné zdivo – cihla pálená

Způsob montáže hmoždinky se šroubem aktivované jeho zašroubováním

Navržený počet hmoždinek u desek o rozměru 500x1000 mm nemá být nižší než 6 ks/m² a nemá být vyšší než 16 ks/m².

U jiných rozměru desek stanovuje výrobce dle ETICS. 500x1000 mm

Návrhová odolnost hmoždinek na účinky sání větru na 1 m² menší z hodnot:

$$R_{d1} = (R_{panel} \times n_{panel} + R_{joint} \times n_{joint}) \times k_k / \gamma_{Mb} = 1,48 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{d2} = N_{Rk} \times (n_{panel} + n_{joint}) / \gamma_{Mc} = 10,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Návrhová hodnota účinku zatížení větrem } S_d = 1,17 \text{ kN/m}^2 \leq R_{d1} = 1,48 \text{ kN/m}^2$$

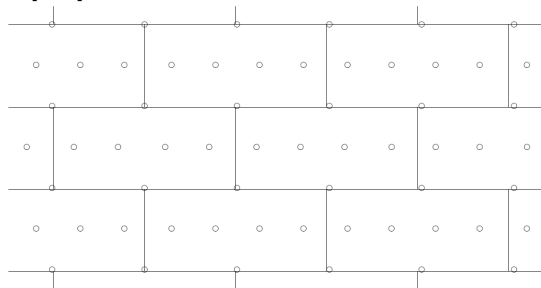
POČET NAVRŽENÝCH HMOŽDINEK VYHOVUJE!

Před vlastní realizací budou provedeny výtahné zkoušky a únosnost hmoždinky v tahu porovnána s uvažovanou hodnotou ve výpočtu!

Při použití dodavatelem certifikovaného systému dle Evropského technického schválení ETA, je možno přepočítat počet kotev dle použitého systému a vyzkoušených hodnot R_{panel} a R_{joint} . Je nutné provést dle těchto skutečností nový statický posudek!

Návrh počtu hmoždinek pro krajní zónu objektu:

Rozmístění hmoždinek při počtu 12ks na m², z toho 4 ks ve spárách



Typ hmoždinky

EJOT STR U

Charakteristická únosnost hmoždinky v tahu

$N_{Rk} = 1,5 \text{ kN}$ (údaj výrobce)

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku v ploše a ve spáře bude počítána dle ČSN 73 2902

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku v ploše **$R_{panel} = 0,25 \text{ kN}$**

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku ve spáře **$R_{joint} = 0,18 \text{ kN}$**

Návrhová odolnost hmoždinky vůči účinkům sání větru **$R_{d,hm} = 0,142 \text{ kN}$**

Součinitel odolnosti proti protažení

$k_k = 0,8 \text{ kN}$

Počet hmoždinek v ploše na 1 m²

$n_{panel} = 8 \text{ ks}$

Počet hmoždinek ve spárách na 1 m²

$n_{joint} = 4 \text{ ks}$

Součinitel bezpečnosti upevnění při spolupůsobení izolace

$\gamma_{Mb} = 1,2$

Součinitel bezpečnosti upevnění při montáži

$\gamma_{Mc} = 1,5$

Materiál tepelné izolace

pěnový polystyrén třídy min TR100

Materiál nosné vrstvy podkladu – cihelné zdivo – cihla pálená

Způsob montáže hmoždinky se šroubem aktivované jeho zašroubováním

Navržený počet hmoždinek u desek o rozměru 500x1000 mm nemá být nižší než 6 ks/m² a nemá být vyšší než 16 ks/m².

U jiných rozměru desek stanovuje výrobce dle ETICS. 500x1000 mm

Návrhová odolnost hmoždinek na účinky sání větru na 1 m² menší z hodnot:

$$R_{d1} = (R_{panel} \times n_{panel} + R_{joint} \times n_{joint}) \times k_k / \gamma_{Mb} = 1,813 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{d2} = N_{Rk} \times (n_{panel} + n_{joint}) / \gamma_{Mc} = 12,0 \text{ kN/m}^2$$

Návrhová hodnota účinku zatížení větrem $S_d = 1,754 \text{ kN/m}^2 \leq R_{d1} = 1,813 \text{ kN/m}^2$

POČET NAVRŽENÝCH HMOŽDINEK VYHOVUJE!

Před vlastní realizací budou provedeny výtažné zkoušky a únosnost hmoždinky v tahu porovnána s uvažovanou hodnotou ve výpočtu!

Při použití dodavatelem certifikovaného systému dle Evropského technického schválení ETA, je možno přepočítat počet kotev dle použitého systému a vyzkoušených hodnot R_{panel} a R_{joint} . Je nutné provést dle těchto skutečností nový statický posudek!

Dodavatel ETIC je povinen při provádění stavby dodržovat nařízení všech platných norem. Dále je nutné bezpodmínečně dodržovat všechny předpisy technického provedení a bezpečnosti práce. Při stavebních pracích dbát na ochranu zdraví osob na staveništi.

Při realizaci stavby je nutné dodržovat montážní předpisy a návody výrobců!

NÁVRH FIXACE HADROIZOLAČNÍ VRSTVY PLOCHÉ STŘECHY SYSTÉMEM MECHANICKÉHO KOTVENÍ:

Jedná se o budovu ISS Moravská Třebová – DM v ulici Dukelská. Objekt je zastřešen plochou střechou. Pro účely výpočtu byl uvažován objekt půdorysných rozměrů 15,64 x 31,08 m, výška střechy nad přilehlým terénem je max. 12,5 m, střecha je po obvodě ukončena atikou.

S ohledem na umístění objektu v krajině bylo ve výpočtu uvažováno s kategorií terénu II, referenční rychlostí větru 25 m.s-1 a nadmořskou výškou cca 360 m n. m..

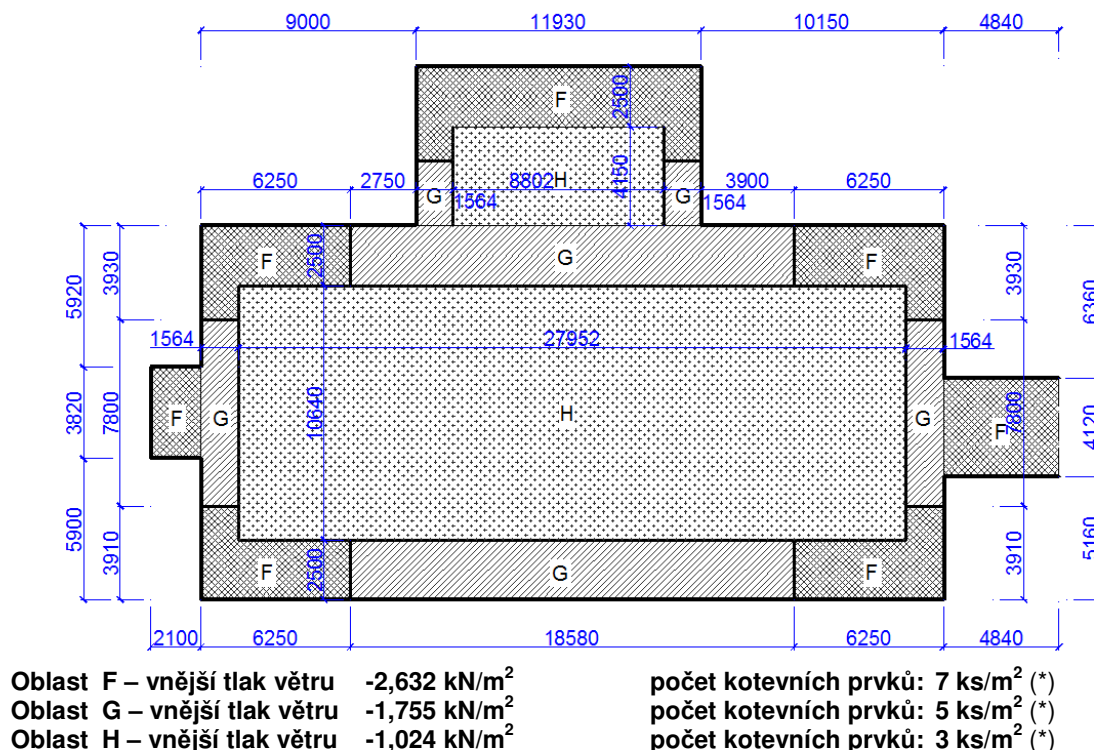
Je navržena fixace hydroizolační vrstvy ploché střechy (ve skladbě: tepelná izolace EPS 150 S stabil. a hydroizolační jednovrstvá fólie z měkčeného PVC-P folie tl. 1,5 mm) systémem mechanického kotvení.

Předpokládáme, že jednovrstvá povlaková izolace z měkčeného PVC-P s PES výztužnou vložkou tl. 1,5 mm a šířky role 1,6 m PVC-P fólie) bude kotvena do nosné betonové konstrukce.

S ohledem na skutečnost, že není specifikován přesný kotevní prvek, je pro potřeby návrhu uvažováno s návrhovou únosností jednoho kotevního prvku **400 N**.

Pro volbu vhodného kotevního systému a ověření únosnosti podkladu je nutné provedení tahových zkoušek souladu s ETAG 006, Annex C – Provádění výtažných zkoušek na stavbě. Pro ověření požadované únosnosti kotevního prvku (400 N) je nutné na stavbě dosáhnout průměrné výtažné síly nejméně **1200 N** na kotvu (uvažováno s bezpečnostním koeficientem 3). Zároveň doporučujeme, aby jednotlivé výtažné síly byly větší než **1000 N**. V případě, že kotevní prvek tyto požadavky nesplňuje, měl by být navržen a ověřen jiný typ kotevního prvku nebo jiný způsob stabilizace. Je nezbytné, aby tahové zkoušky s rozhodnutím o způsobu stabilizace prováděla autorizovaná osoba nebo osoba s patřičným živnostenským oprávněním.

Nebudou-li uvedené požadavky splněny, vystavuje se zhotovitel díla reálnému riziku, že ponese odpovědnost za přídržnost navrhovaného kotvení v podkladu.



* Upozorňujeme, že k výše uvedeným počtům kotev hydroizolace je též nutné připočítat případné montážní kotvení tepelné izolace min. 2 ks kotev na m².

Upozorňujeme, že ve spoji nesmí být umístěno více než 8 kotev na běžný délkový metr spoje (minimální přípustná vzdálenost kotev v řadě je 125 mm).

Okolo konstrukcí většího rozměru, které vystupují nad povrch střechy – dělicí atiky, světlíky, výlezy na střechu, komíny apod.) je nutné realizovat do vzdálenosti 1 m oblast G.

Pro zajištění stability kotvené skladby střechy je nezbytnou podmínkou vzduchotěsné uzavření obvodu povlakové hydroizolace vůči podkladu. Dokument má platnost pouze pro folii z měkčeného PVC-P s PES výztužnou vložkou (kromě únosnosti kotev zohledňuje návrh též pevnost folie, odolnost folie proti protažení kotevního prvku a únosnost svarů).

Střecha je uvažována jako plochá jednoplášťová, s podstřeším bez namáhání větrem.

Zásady navrhování, typové detaily a technologické postupy zpracování jednotlivých materiálů jsou uvedeny v aktuálních příručkách.

Před vlastní realizací budou dodavatelem stavby provedeny výtažné zkoušky s použitými kotvicími prvky, které budou dodány na realizaci zateplení a bude proveden a doložen investorovi výpočet a posouzení dodaných kotvicích prvků použitých při realizaci stavby!

5) Materiál:

V konstrukcích jsou použity materiály, které splňují požadavky na jednotlivé konstrukce a jsou certifikovanými výrobky pro použití na dané konstrukce v rámci našeho území.

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ: nejasnosti a případné změny oproti projektu nutno konzultovat s níže podepsaným projektantem.

V Ústí nad Orlicí, dne 6. 12. 2019

Vypracoval: Ing. L. Barvínek