

**„Realizace úspor energie – areál Orlickoústecké nemocnice, a.s.,
pavilóny C a G“**

D.1.2. Stavebně konstrukční řešení – statický výpočet

Obsah:

1. Úvod
2. Průvodní zpráva
3. Geometrické charakteristiky
4. Zatížení konstrukce
5. Dimenzační hodnoty pro návrh
6. Návrh a posouzení kotev stěny
7. Materiál
8. Použité podklady

V Ústí nad Orlicí
09/2014

Vypracoval:
Ing. Libor Barvínek

1) Úvod:

Předmětem tohoto statického výpočtu je výpočet zatížení střešní konstrukce a posouzení kotvení systému ETICS na pavilonech C1, C2, C3 a G v areálu nemocnice v Ústí nad Orlicí. Zpracovatelem projektové dokumentace navrhovaných stavebních úprav je Ing. Tomáš Friš, Lidická 404, 560 02 Česká Třebová, který je i hlavním inženýrem projektu.

2) Průvodní zpráva:

Statický posudek je rozdělen na dvě části:

- a) Navržené zateplení střešní konstrukce
 - b) Posouzení kotvení systému ETICS svislých konstrukcí
- a) Zateplení střešní konstrukce
Veškeré zatížení střešního pláště (sání větru) přenese systémový lepicí tmel certifikovaného systému zateplení plochých střech. Střecha je zatížena účinky větru – viz. výpočet a rozdělení zón (rohová, krajní, vnitřní) obsažené v tomto statickém posudku.
- b) Zateplení svislých konstrukcí
- řeší počet kotevních hmoždinek systému ETICS s doplňkovým lepením. Zateplovací systém je navržen z minerální izolace s podélnými vlákny minimální třídy TR 10.
 - Počet hmoždinek nesmí klesnout pod 6 ks/m² a být větší než 16 ks/m²
 - Budou použity kvalitní kotvy – šroubovací talířové hmoždinky s ocelovým šroubem (polyetylenové pouzdro se speciálním šroubem z nerezavějící oceli), průměrem talíře 60mm, průměr trnu 8mm a tuhostí talíře minimálně 0,6 kN/mm. Kotvy budou se zátkou z tepelného izolantu kryjící talíř. Použité kotvy budou v závislosti na podkladním materiálu – nestejnorodý podklad, tvořený cihlou plnou, voštinovou cihlou a pórobetonovými bloky. Z důvodu možné koroze kotev v podkladním pórobetonovém materiálu jsou použity nerezové šrouby.
 - Zateplovací systém bude aplikován na povrch omytý tlakovou vodou a odmaštěný saponátem. Další práce budou prováděny až po dokonalém vyschnutí fasády.
 - Desky budou lepeny kvalitní paropropustnou lepicí a stěrkovací hmotou na bázi cementu. S ohledem na zrnitost podkladu se předpokládá zvýšená potřeba této lepicí hmoty, cca 4-5 kg/m².
 - Návrh počtu kotev je uveden ve stavebně konstrukční části dokumentace. Je stanoven na základě normových hodnot daných ČSN 73 2902.

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

Doporučená délka hmoždinky pro 150 mm tepelné izolace = 195mm (při 10mm lepicího tmelu). 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 aplikace "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) Geometrické charakteristiky:

3.1 Rozměry objektu

Objekt pavilonů nemocnice je půdorysných rozměrů dle přiložených schémat zatížení větru. Objekt je značně členitý, jak výškově, tak půdorysně.

3.2 Konstrukce objektu

Jedná se o kombinované systémy jednotlivých pavilonů. Tj. prefabrikovaný železobetonový skeletový systém a zděný systém budov. Vodorovné konstrukce jsou z železobetonových desek.

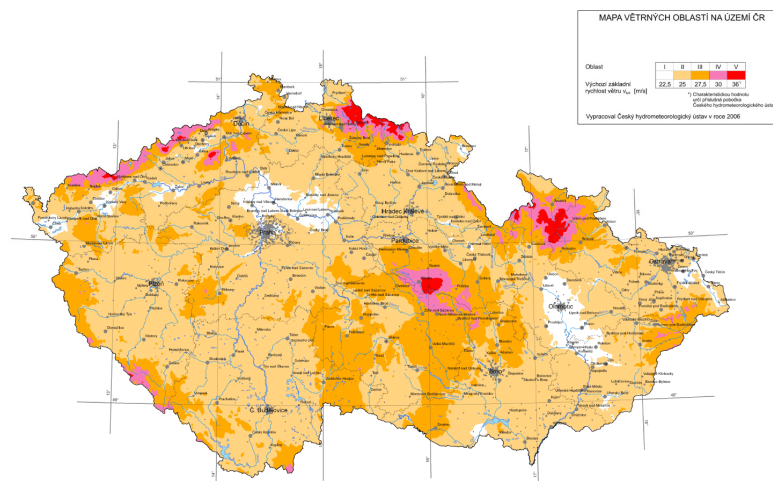
4) Zatížení konstrukce:

4.1. Proměnné zatížení sněhem

- podle ČSN EN 1991-1-3/Z1, Z2; Z4 spadá místo stavby (Ústí nad Orlicí) do sněhové oblasti IV. s charakteristickým zatížením
 - $s_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$
 - plochá střecha $\alpha = 3\% \rightarrow \mu_1 = 1,0$
 - $C_e = 1,0, C_t = 1,0$
 - $s_k = \mu_1 \cdot s_{k0} \cdot C_e \cdot C_t = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 2,0$
 $s_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$

4.2. Proměnné zatížení větrem

- Podle mapy v EN 1991-1-4 se jedná o větrnou oblast II. V nadmořské výšce do 700 m.n.m. (cca 358 m.n.m.) činí referenční rychlost větru $v_{b0} = 25 \text{ m/s}$.



a) Výška objekt 12,2 m

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

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

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

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

Kategorie terénu II.

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

$$z_0 = 0,05$$

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

$$z_{min} = 2,0 \text{ m}$$

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

$$C_r = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,19 \cdot \ln(12,2 / 0,05) = 1,0445$$

$$C_0 = 1,0, k_l = 1,0$$

Střední rychlost větru:

$$v_{m(z)} = C_r \cdot C_0 \cdot v_b = 1,0445 \times 1,0 \times 25 = 26,112 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_{v(z)} = k_l / (C_0(z) \cdot \ln(z / z_0)) = 1,0 / (1,0 \times \ln(12,2 / 0,05)) = 0,182$$

Dynamický tlak větru

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)})^{1/2} \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 = (1 + 7 \cdot 0,182)^{1/2} \times 1,25 \times 26,112^2$$

$$\mathbf{q_{p(z)} = 969,06 \text{ N/m}^2}$$

b) Výška objekt 10,2 m

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

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

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

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

Kategorie terénu II.

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

$$z_0 = 0,05$$

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

$$z_{min} = 2,0 \text{ m}$$

$$z_{min} \leq z \leq z_{max} \rightarrow 2,0 \text{ m} \leq 10,2 \text{ m} \leq 200 \text{ m}$$

$$c_r = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(10,2/0,05) = 1,0104$$

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

Střední rychlost větru:

$$v_{m(z)} = c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 1,0104 \times 1,0 \times 25 = 25,261 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_{v(z)} = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 1,0 / (1,0 \times \ln(10,2/0,05)) = 0,188$$

Dynamický tlak větru

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)})^{1/2} \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 = (1 + 7 \cdot 0,188) \times 1/2 \times 1,25 \times 25,261^2$$

$$q_{p(z)} = 923,68 \text{ N/m}^2$$

c) Výška objekt 8,785 m

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

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

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

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

Kategorie terénu II.

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

$$z_0 = 0,05$$

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

$$z_{min} = 2,0 \text{ m}$$

$$z_{min} \leq z \leq z_{max} \rightarrow 2,0 \text{ m} \leq 8,785 \text{ m} \leq 200 \text{ m}$$

$$c_r = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(8,785/0,05) = 0,9821$$

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

Střední rychlost větru:

$$v_{m(z)} = c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 0,9821 \times 1,0 \times 25 = 24,552 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_{v(z)} = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 1,0 / (1,0 \times \ln(8,785/0,05)) = 0,1935$$

Dynamický tlak větru

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)})^{1/2} \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 = (1 + 7 \cdot 0,1935) \times 1/2 \times 1,25 \times 24,552^2$$

$$q_{p(z)} = 887,06 \text{ N/m}^2$$

d) Výška objekt 4,25 m

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

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

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

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

Kategorie terénu II.

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

$$z_0 = 0,05$$

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

$$z_{min} = 2,0 \text{ m}$$

$$z_{min} \leq z \leq z_{max} \rightarrow 2,0 \text{ m} \leq 4,25 \text{ m} \leq 200 \text{ m}$$

$$c_r = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(4,25/0,05) = 0,8441$$

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

Sřední rychlost větru:

$$v_{m(z)} = c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 0,8441 \times 1,0 \times 25 = 21,103 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_{v(z)} = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 1,0 / (1,0 \times \ln(4,25/0,05)) = 0,2251$$

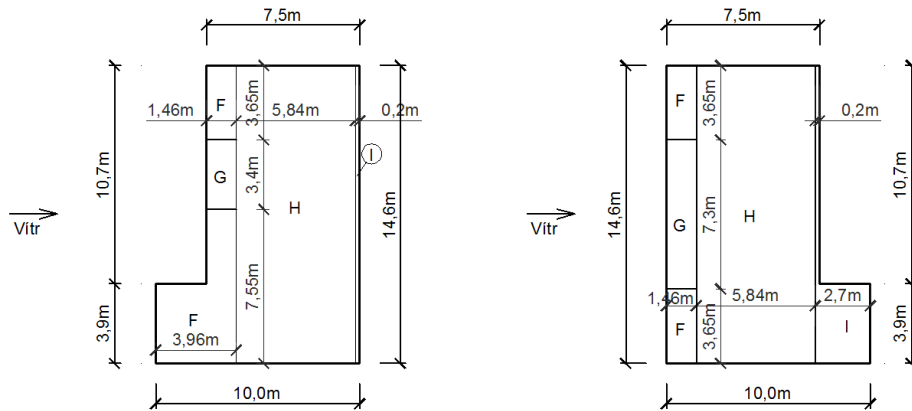
Dynamický tlak větru

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)})^{1/2} \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 = (1 + 7 \cdot 0,2251)^{1/2} \times 1,25 \times 21,103^2$$

$$q_{p(z)} = 716,91 \text{ N/m}^2$$

Vítr působící na střechu budovy PAVILON G střecha nad 3.N.P. – výška 12,2 m:

Příčný vítr: $e = b = 14,6 \text{ m}$ $q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 969,06 \cdot c_{pe}$



Oblasti: F → $c_{pe} = -1,8$
 G → $c_{pe} = -1,2$
 H → $c_{pe} = -0,7$
 I₁ → $c_{pe} = -0,2$
 I₂ → $c_{pe} = +0,2$

$$q_{pF} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -2\,616,462 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pG} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,744,308 \text{ N/m}^2$$

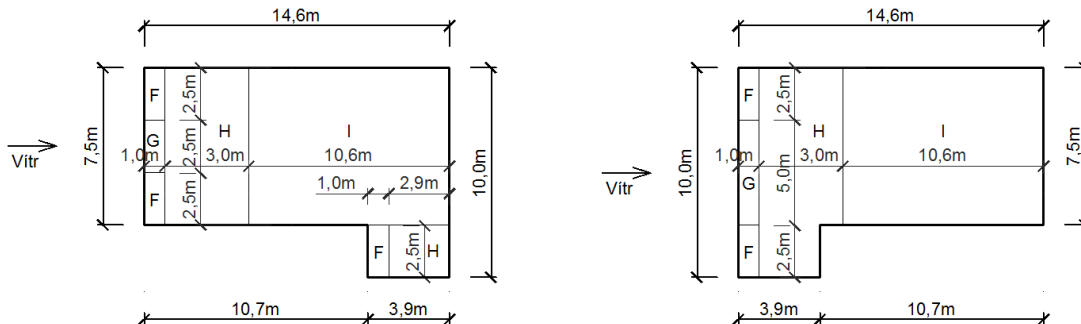
$$q_{pH} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,017,513 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI1} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -290,718 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI2} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +290,718 \text{ N/m}^2$$

Podélný vítr: $e = b = 7,5 \text{ m (10,0m)}$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 969,06 \cdot c_{pe}$$



Oblasti: F → $c_{pe} = -1,8$
 G → $c_{pe} = -1,2$
 H → $c_{pe} = -0,7$
 I₁ → $c_{pe} = -0,2$
 I₂ → $c_{pe} = +0,2$

$$q_{pF} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -2\,616,462 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pG} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,744,308 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pH} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,017,513 \text{ N/m}^2$$

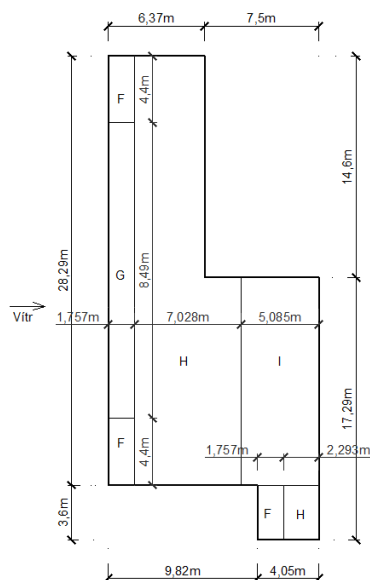
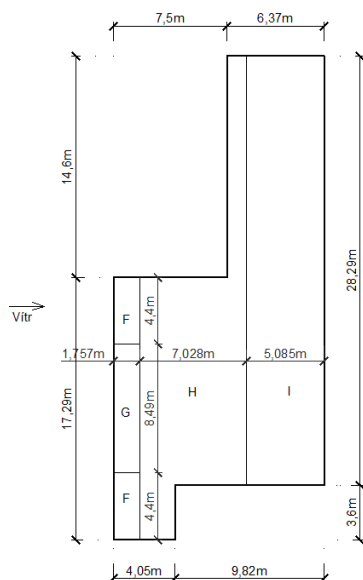
$$q_{pI1} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -290,718 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI2} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +290,718 \text{ N/m}^2$$

Vítr působící na střechu budovy PAVILON G střecha nad 2.N.P. – výška 8,785 m:

Příčný vítr: $e = 2 \cdot h = 17,57 \text{ m}$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 887,06 \cdot c_{pe}$$



Oblasti:
 $F \rightarrow C_{pe} = -1,8$
 $G \rightarrow C_{pe} = -1,2$
 $H \rightarrow C_{pe} = -0,7$
 $I_1 \rightarrow C_{pe} = -0,2$
 $I_2 \rightarrow C_{pe} = +0,2$

$$q_{pF} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -2\,395,062 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pG} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,596,708 \text{ N/m}^2$$

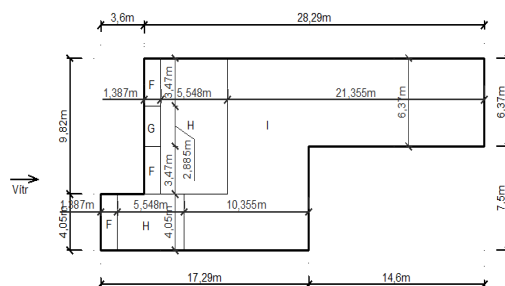
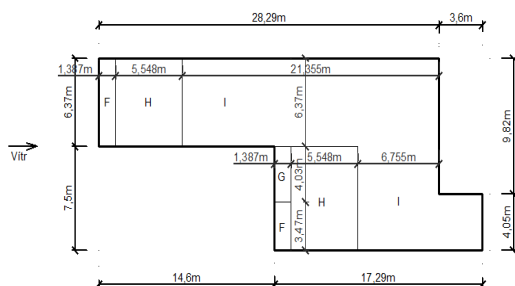
$$q_{pH} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -931,413 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI1} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -266,118 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI2} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +266,118 \text{ N/m}^2$$

Podélný vítr: $e = b = 13,87 \text{ m}$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 887,06 \cdot c_{pe}$$



Oblasti:
 $F \rightarrow C_{pe} = -1,8$
 $G \rightarrow C_{pe} = -1,2$
 $H \rightarrow C_{pe} = -0,7$
 $I_1 \rightarrow C_{pe} = -0,2$
 $I_2 \rightarrow C_{pe} = +0,2$

$$q_{pF} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -2\,395,062 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pG} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,596,708 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pH} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -931,413 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI1} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -266,118 \text{ N/m}^2$$

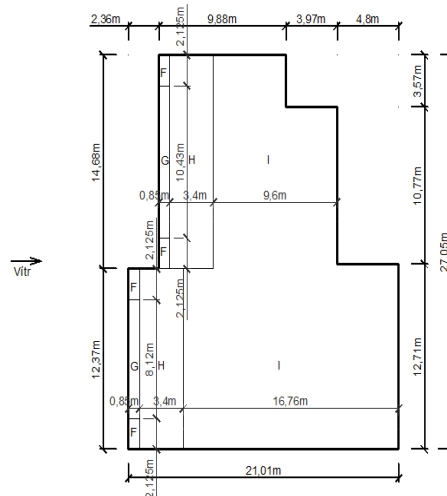
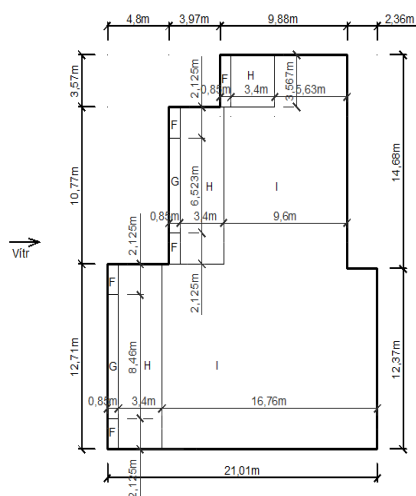
$$q_{pI2} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +266,118 \text{ N/m}^2$$

Vítr působící na střechu budovy PAVILON C1 a C2 – výška 4,25 m:

Příčný vítr:

$$e = 2, h = 8,5 \text{ m}$$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 716,91 \cdot c_{pe}$$



Oblasti:
 F → $C_{pe} = -1,8$
 G → $C_{pe} = -1,2$
 H → $C_{pe} = -0,7$
 I₁ → $C_{pe} = -0,2$
 I₂ → $C_{pe} = +0,2$

$$q_{pF} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,935,657 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pG} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,290,438 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pH} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -752,756 \text{ N/m}^2$$

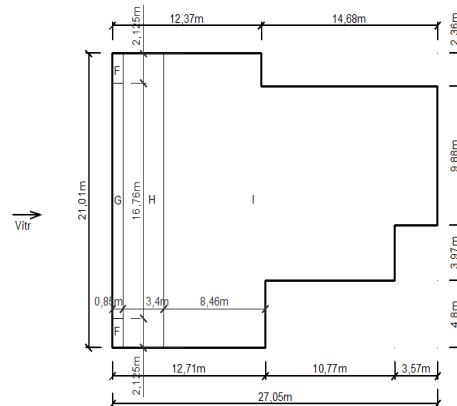
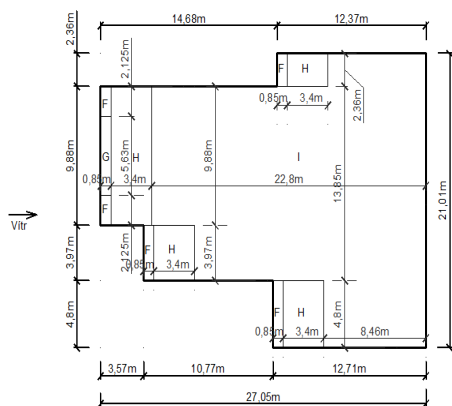
$$q_{pI1} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -215,073 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI2} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +215,073 \text{ N/m}^2$$

Podélný vítr:

$$e = 2, h = 8,5 \text{ m}$$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 716,91 \cdot c_{pe}$$



Oblasti:
 F → $C_{pe} = -1,8$
 G → $C_{pe} = -1,2$
 H → $C_{pe} = -0,7$
 I₁ → $C_{pe} = -0,2$
 I₂ → $C_{pe} = +0,2$

$$q_{pF} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,935,657 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pG} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,290,438 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pH} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -752,756 \text{ N/m}^2$$

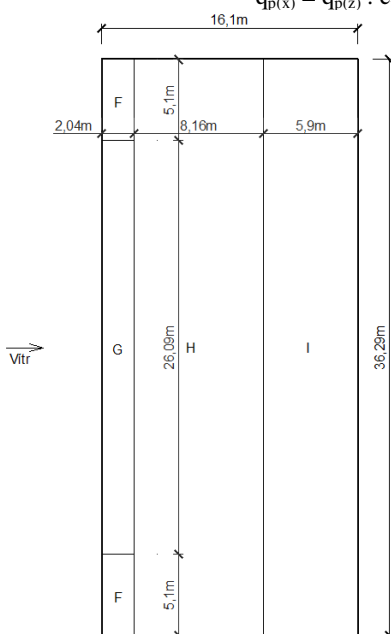
$$q_{pI1} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -215,073 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI2} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +215,073 \text{ N/m}^2$$

Vítr působící na střechu budovy PAVILON C3 – výška 10,2 m:

Příčný vítr: $e = 2 \cdot h = 20,4 \text{ m}$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 923,68 \cdot c_{pe}$$



Oblasti: F → $C_{pe} = -1,8$
 G → $C_{pe} = -1,2$
 H → $C_{pe} = -0,7$
 I₁ → $C_{pe} = -0,2$
 I₂ → $C_{pe} = +0,2$

$$q_{pF} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -2\,493,936 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pG} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,662,624 \text{ N/m}^2$$

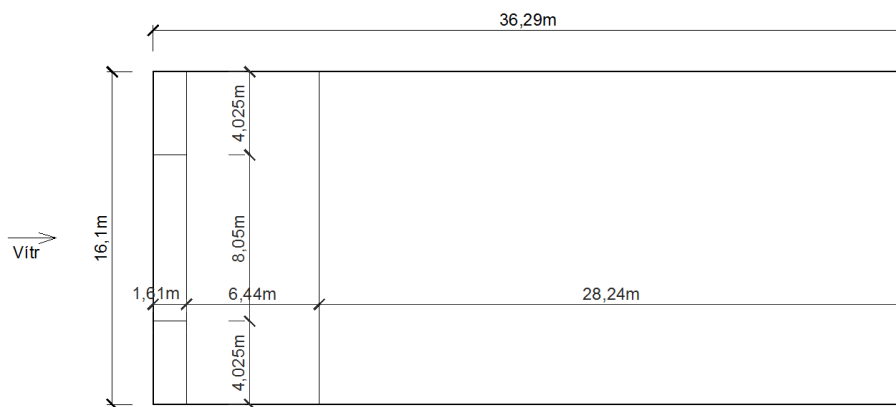
$$q_{pH} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -969,864 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI1} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -277,104 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI2} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +277,104 \text{ N/m}^2$$

Podélný vítr: $e = b = 16,1 \text{ m}$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 923,68 \cdot c_{pe}$$



Oblasti: F → $C_{pe} = -1,8$
 G → $C_{pe} = -1,2$
 H → $C_{pe} = -0,7$
 I₁ → $C_{pe} = -0,2$
 I₂ → $C_{pe} = +0,2$

$$q_{pF} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -2\,493,936 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pG} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,662,624 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pH} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -969,864 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI1} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -277,104 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pI2} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +277,104 \text{ N/m}^2$$

Vítr působící na stěny budovy:

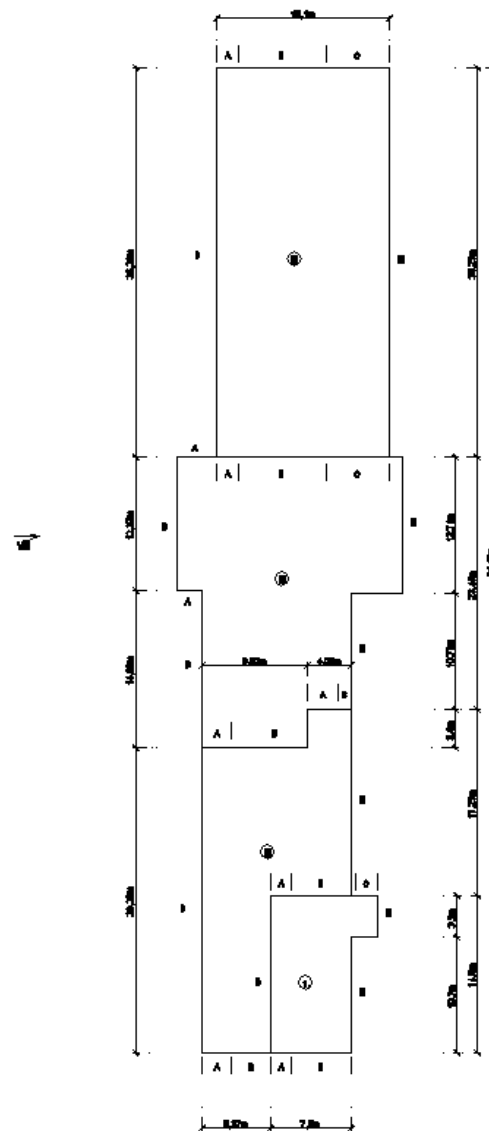
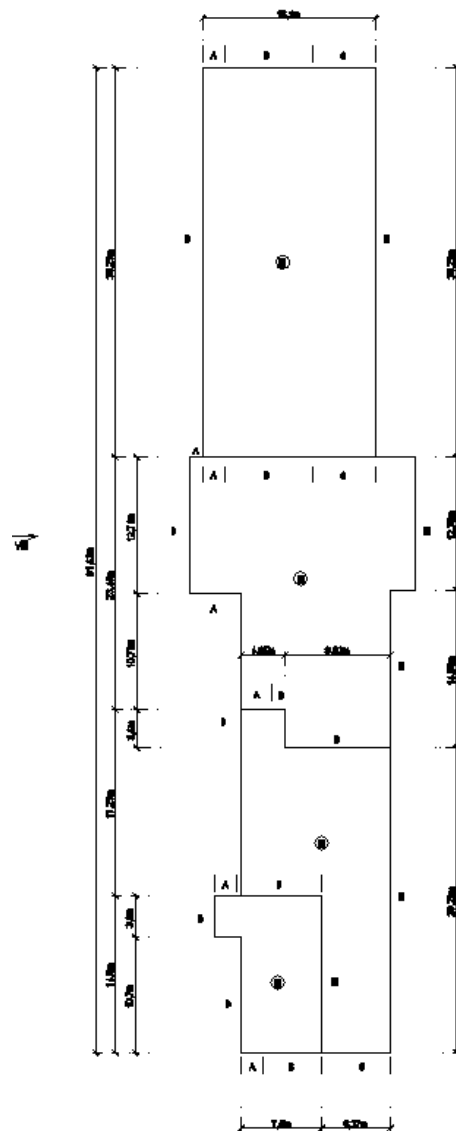
Příčný vítr: e = viz. vítr střechy

$$q_{p(1)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 969,06 \cdot c_{pe}$$

$$q_{p(2)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 887,06 \cdot c_{pe}$$

$$q_{p(3)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 716,91 \cdot c_{pe}$$

$$q_{p(4)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 923,68 \cdot c_{pe}$$



Oblasti: A → $C_{pe} = -1,2$

$$q_{pA1} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,744,31 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pA2} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,596,71 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pA3} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,290,44 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pA4} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,662,62 \text{ N/m}^2$$

B → $C_{pe} = -0,8$

$$q_{pB1} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,162,87 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pB2} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,064,47 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pB3} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -860,29 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pB4} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,108,42 \text{ N/m}^2$$

C → $C_{pe} = -0,5$

$$q_{pC1} = 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -726,80 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pC2} = 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -665,295 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pC3} = 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -537,683 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pC4} = 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -692,76 \text{ N/m}^2$$

D → C_{pe} = +0,8

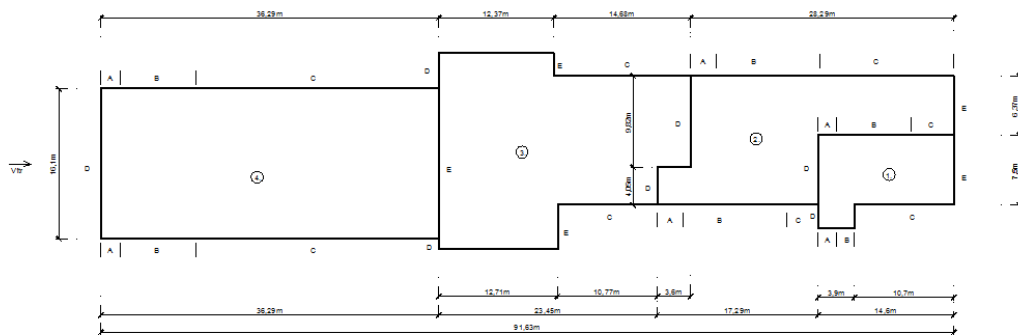
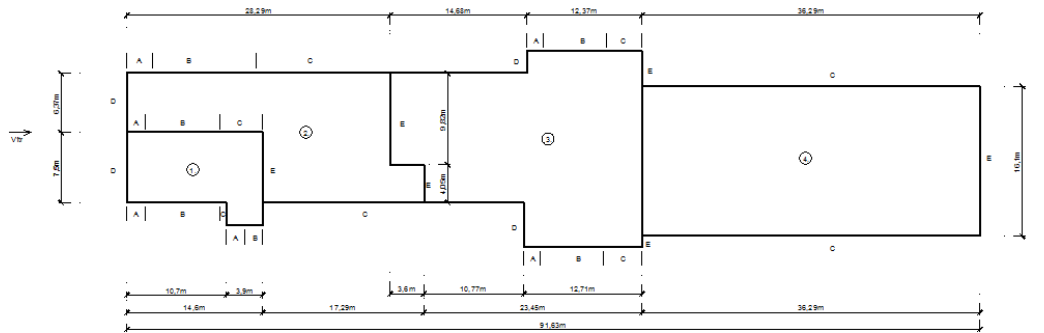
$$\begin{aligned} q_{pD1} &= 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +1\,162,87 \text{ N/m}^2 \\ q_{pD2} &= 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +1\,064,47 \text{ N/m}^2 \\ q_{pD3} &= 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +860,29 \text{ N/m}^2 \\ q_{pD4} &= 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +1\,108,42 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

E → C_{pe} = -0,5

$$\begin{aligned} q_{pE1} &= 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -726,80 \text{ N/m}^2 \\ q_{pE2} &= 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -665,295 \text{ N/m}^2 \\ q_{pE3} &= 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -537,683 \text{ N/m}^2 \\ q_{pE4} &= 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -692,76 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Podélný vítr: e = viz. vítr střechy

$$\begin{aligned} q_{p(1)} &= q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 969,06 \cdot c_{pe} \\ q_{p(2)} &= q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 887,06 \cdot c_{pe} \\ q_{p(3)} &= q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 716,91 \cdot c_{pe} \\ q_{p(4)} &= q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 923,68 \cdot c_{pe} \end{aligned}$$



Oblasti: A → C_{pe} = -1,2

$$\begin{aligned} q_{pA1} &= 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,744,31 \text{ N/m}^2 \\ q_{pA2} &= 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,596,71 \text{ N/m}^2 \\ q_{pA3} &= 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,290,44 \text{ N/m}^2 \\ q_{pA4} &= 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,662,62 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

B → C_{pe} = -0,8

$$\begin{aligned} q_{pB1} &= 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,162,87 \text{ N/m}^2 \\ q_{pB2} &= 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,064,47 \text{ N/m}^2 \\ q_{pB3} &= 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -860,29 \text{ N/m}^2 \\ q_{pB4} &= 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,108,42 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

C → C_{pe} = -0,5

$$\begin{aligned} q_{pC1} &= 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -726,80 \text{ N/m}^2 \\ q_{pC2} &= 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -665,295 \text{ N/m}^2 \\ q_{pC3} &= 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -537,683 \text{ N/m}^2 \\ q_{pC4} &= 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -692,76 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

D → C_{pe} = +0,8

$$\begin{aligned} q_{pD1} &= 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +1\,162,87 \text{ N/m}^2 \\ q_{pD2} &= 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +1\,064,47 \text{ N/m}^2 \\ q_{pD3} &= 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +860,29 \text{ N/m}^2 \\ q_{pD4} &= 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +1\,108,42 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

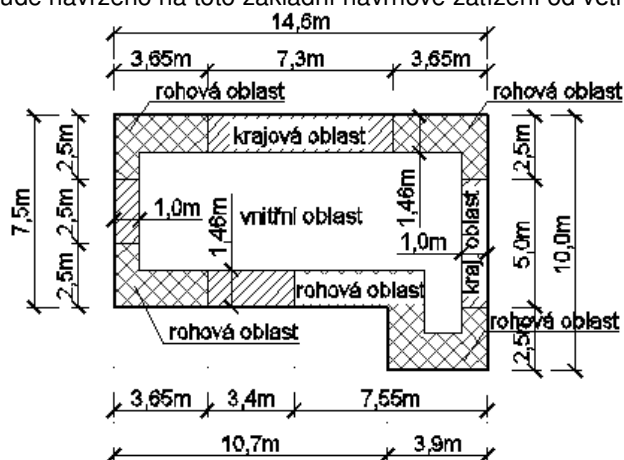
E → C_{pe} = -0,5

$$\begin{aligned} q_{pE1} &= 969,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -726,80 \text{ N/m}^2 \\ q_{pE2} &= 887,06 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -665,295 \text{ N/m}^2 \\ q_{pE3} &= 716,91 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -537,683 \text{ N/m}^2 \\ q_{pE4} &= 923,68 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -692,76 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

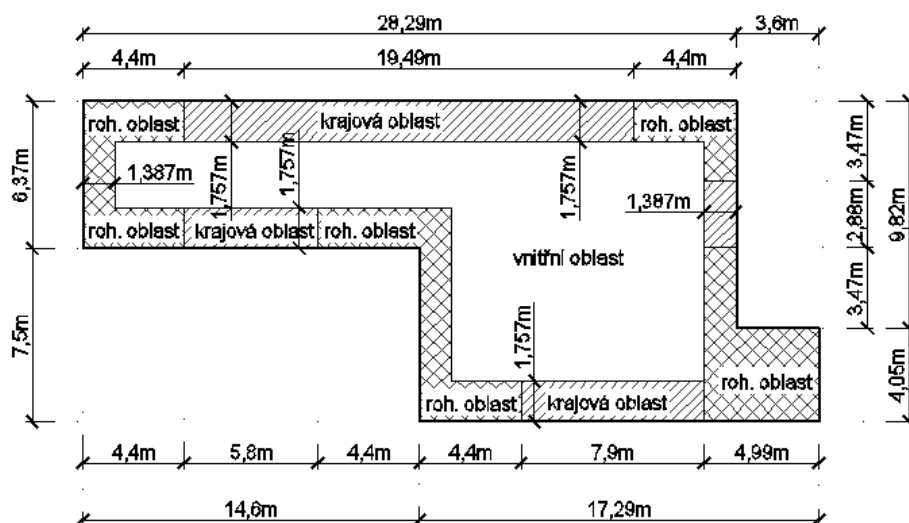
5) Dimenzační hodnoty pro podrobný návrh

a) STŘEŠNÍ KONSTRUKCE:

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



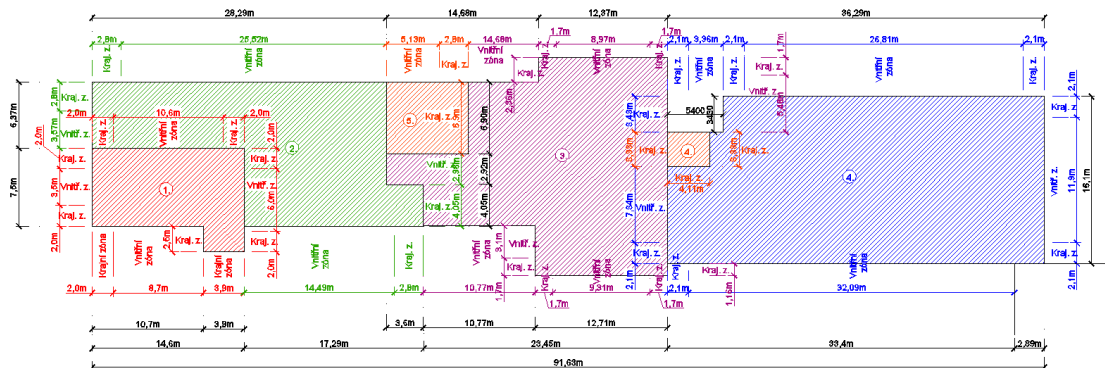
- Rohová zóna - 2,616 kN/m² (sání)
- Krajiní zóna - 1,744 kN/m² (sání)
- Vnitřní zóna - 1,018 kN/m² (sání), + 0,291 kN/m² (tlak)



- Rohová zóna - 2,395 kN/m² (sání)
- Krajiní zóna - 1,597 kN/m² (sání)
- Vnitřní zóna - 0,931 kN/m² (sání), + 0,266 kN/m² (tlak)

b) STĚNOVÁ KONSTRUKCE:

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



Střecha1 - Krajní zóna $1,744 \text{ kN/m}^2$
- Vnitřní zóna $1,163 \text{ kN/m}^2$

Střecha2 - Krajní zóna $1,597 \text{ kN/m}^2$
- Vnitřní zóna $1,065 \text{ kN/m}^2$

Střecha3 - Krajní zóna $1,290 \text{ kN/m}^2$
- Vnitřní zóna $0,860 \text{ kN/m}^2$

Střecha4 - Krajní zóna $1,663 \text{ kN/m}^2$
- Vnitřní zóna $1,108 \text{ kN/m}^2$

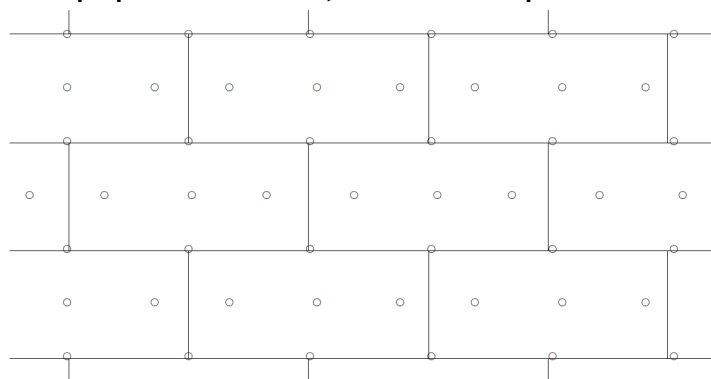
Střecha4a - Krajní zóna $1,744 \text{ kN/m}^2$
- Vnitřní zóna $1,163 \text{ kN/m}^2$

Střecha5 - Krajní zóna $1,597 \text{ kN/m}^2$
- Vnitřní zóna $1,065 \text{ kN/m}^2$

6) Návrh a posouzení kotev stěny:

Návrh počtu hmoždinek pro vnitřní zónu objektu:

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



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 m^2 $n_{panel} = 6 \text{ ks}$
 Počet hmoždinek ve spárách na 1 m^2 $n_{joint} = 4 \text{ ks}$
 Součinitel bezpečnosti upevnění při spolupůsobení izolace $\gamma_{Mb} = 1,2$
 Součinitel bezpečnosti upevnění při montáži $\gamma_{Mc} = 1,5$
 Materiál tepelné izolace **minerální izolace s podélným vláknem třídy min. TR 10**
 Materiál nosné vrstvy podkladu obyčejný beton prostý nebo vyztužený třídy **min.C 12/15 tl. min. 100 mm**
 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 m^2 menší z hodnot:

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

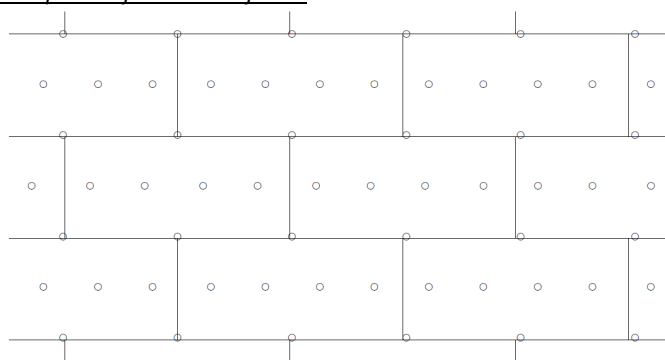
$$R_{d2} = N_{Rk} \times (n_{panel} + n_{joint}) / \gamma_{Mc} = 10,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Návrhová hodnota účinku zatížení větrem } S_d = 1,163 \text{ kN/m}^2 \leq R_{d1} = 1,48 \text{ kN/m}^2$$

POČET NAVRŽENÝCH HMOŽDINEK VYHOVUJE!

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

Návrh počtu hmoždinek pro krajní zónu objektu:



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

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 m^2 $n_{panel} = 8 \text{ ks}$

Počet hmoždinek ve spárách na 1 m^2 $n_{joint} = 4 \text{ ks}$

Součinitel bezpečnosti upevnění při spolupůsobení izolace $\gamma_{Mb} = 1,2$

Součinitel bezpečnosti upevnění při montáži $\gamma_{Mc} = 1,5$

Materiál tepelné izolace **minerální izolace s podélným vláknem třídy min. TR 10**

Materiál nosné vrstvy podkladu obyčejný beton prostý nebo vyztužený třídy **min.C 12/15 tl. min. 100 mm**

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 rozměrů desek stanovuje výrobce dle ETICS. 500x1000 mm

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

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

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

$$Návrhová \text{ hodnota účinku zatížení větrem } S_d = 1,744 \text{ kN/m}^2 \leq R_{d1} = 1,813 \text{ kN/m}^2$$

POČET NAVRŽENÝCH HMOŽDINEK VYHOVUJE!

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

Při použití izolantu s doloženými lepšími parametry R_{panel} (průměrná hodnota odolnosti proti protažení desky tepelného izolantu) certifikátem o provedených zkouškách bude dle tohoto dokumentu přehodnocen skutečný počet kotev!!

Dodavatel 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!!

7) Materiál:

Na zateplení střechy je použito certifikované skladby s tepelnou izolací z polystyrénu EPS.

Na zateplení fasády je použito fasádní certifikovaného systému s tepelnou izolací z minerální izolace.

8) Použité podklady:

Normy:

- ČSN EN 1990 Zásady navrhování stavebních konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-4 Zatížení stavebních konstrukcí – větrem
- ČSN EN 1995 Navrhování dřevěných konstrukcí
- Kutnar – Ploché střechy Skladby a detaily – březen 2013

V Ústí nad Orlicí, dne 24. 9. 2014

Vypracoval: Ing. Libor Barvínek