

Akce: REVITALIZACE OBJEKTU BYTOVÉHO DOMU
DOBROVSKÉHO 66, LANŠKROUN

Investor: Město Lanškroun, nám. J. M. Marků 12, 563 01 Lanškroun

Místo: st.p.č. 1527, k.ú. Lanškroun

Stupeň: dokumentace pro povolení záměru

D – 2.2. STATICKÝ VÝPOČET **(STAVEBNĚ – KONSTRUKČNÍ ČÁST)**

Obsah:

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

1) Úvod:

Předmětem tohoto statického výpočtu je kotvení kontaktního zateplovacího pláště na objektu bytového domu v ulici Dobrovského č.p. 66 na st.p.č. 1527, v Lanškrouně.

2) Průvodní zpráva:

Jedná se o budovu bytového domu v ulici Dobrovského č.p. 66 na st.p.č. 1527 v Lanškrouně. Objekt je zastřešen valbovou střechou. Pro účely výpočtu byl uvažován objekt půdorysných rozměrů 18,07 x 11,57 m, maximální výška stavby nad přilehlým terénem je max. 12,83 m.

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 385 m n. m..

Na fasádu statický posudek řeší počet kotevních hmoždinek systému ETICS s doplňkovým lepením. Zateplovací systém je navržen z EPS - šedý 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 fasádní EPS 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 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:

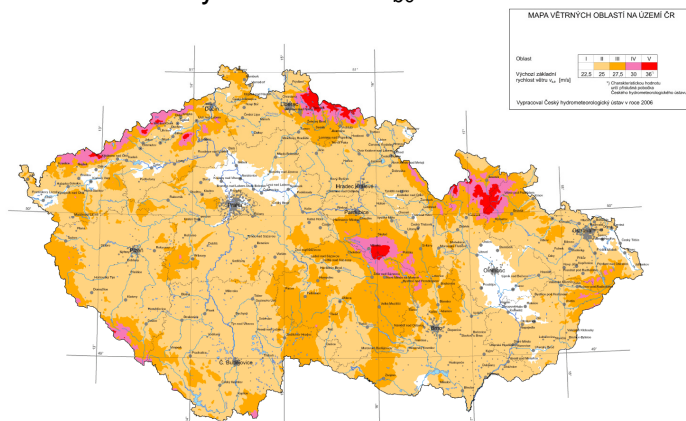
- ČSN EN 1991-1 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Zatížení vlastní tíhou a užitná zatížení
- ČSN EN 1991-3 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-4 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Zatížení větrem
- ČSN 73 0035 - Zatížení stavebních konstrukcí
-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

4) Výpočet zatížení:

PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ:

Vítr:

- Podle mapy v EN 1991-1-4 se jedná o větrnou oblast II. V nadmořské výšce do 700 m.n.m. (cca 385 m.n.m.) činí referenční rychlost větru $v_{b0} = 25$ 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. – krajina s nízkou vegetací

Výška objekt 12,83 m

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

$$z_0 = 0,05$$

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

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

$$z_{min} \leq z_1 \leq z_{max} \rightarrow 2,0 \text{ m} \leq 12,83 \text{ m} \leq 200 \text{ m}$$

$$c_r = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(12,83/0,05) = 1,054$$

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

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 1,054 \times 1,0 \times 25 = 26,35 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_{v(z)} = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 1,0 / (1,0 \times \ln(12,83/0,05)) = 0,18$$

Dynamický tlak větru

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = (1 + 7 \cdot 0,18) \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 26,35^2$$
$$q_{p(z)} = 980,73 \text{ N/m}^2$$

Vítr působící na stěny budovy:

Příčný vítr: $e = b = 18,07 \text{ m}$

Oblasti: A $\rightarrow C_{pe} = -1,2$

B $\rightarrow C_{pe} = -0,8$

C $\rightarrow C_{pe} = -0,5$

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot C_{pe} = 980,73 \cdot C_{pe}$$

$$q_{pA} = 980,73 \cdot C_{pe} \times 1,5 = -1\,765,314 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pB} = 980,73 \cdot C_{pe} \times 1,5 = -1\,176,876 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pC} = 980,73 \cdot C_{pe} \times 1,5 = -735,548 \text{ N/m}^2$$

$$\begin{aligned} D &\rightarrow C_{pe} = +0,8 \\ E &\rightarrow C_{pe} = -0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{pD} &= 980,73 \cdot c_{pe} \times 1,5 = + 1\,176,876 \text{ N/m}^2 \\ q_{pE} &= 980,73 \cdot c_{pe} \times 1,5 = - 735,548 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Podélný vítr: $e = b = 11,57 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{Oblasti: } A &\rightarrow C_{pe} = -1,2 \\ B &\rightarrow C_{pe} = -0,8 \\ C &\rightarrow C_{pe} = -0,5 \\ D &\rightarrow C_{pe} = +0,8 \\ E &\rightarrow C_{pe} = -0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{p(x)} &= q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 980,73 \cdot c_{pe} \\ q_{pA} &= 980,73 \cdot c_{pe} \times 1,5 = - 1\,765,314 \text{ N/m}^2 \\ q_{pB} &= 980,73 \cdot c_{pe} \times 1,5 = - 1\,176,876 \text{ N/m}^2 \\ q_{pC} &= 980,73 \cdot c_{pe} \times 1,5 = - 735,548 \text{ N/m}^2 \\ q_{pD} &= 980,73 \cdot c_{pe} \times 1,5 = + 1\,176,876 \text{ N/m}^2 \\ q_{pE} &= 980,73 \cdot c_{pe} \times 1,5 = - 735,548 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

5) 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 EPS šedý 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 EPS šedou 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

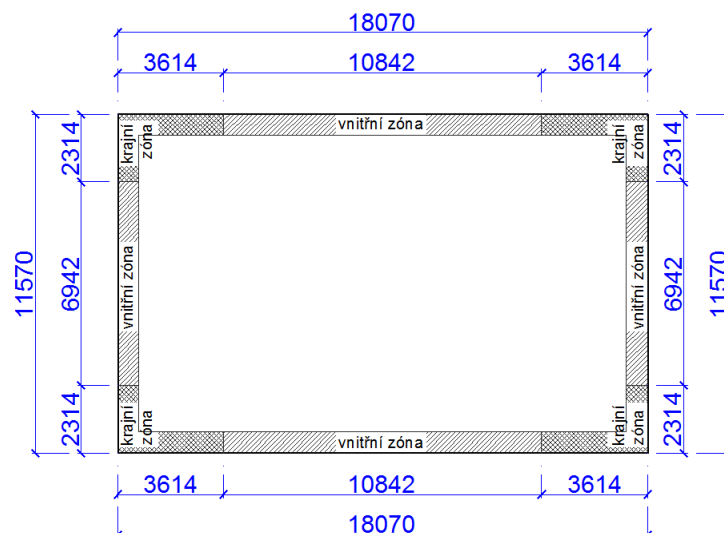
Z výpočtu dle přesného návrhu vyplývá, že omezující je více odolnost proti protažení hmoždinky z izolantu, kdy normové hodnoty jsou výrazně nižší, než udávají výrobci ETICS.

V případě aplikace podkladových talířku, 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:

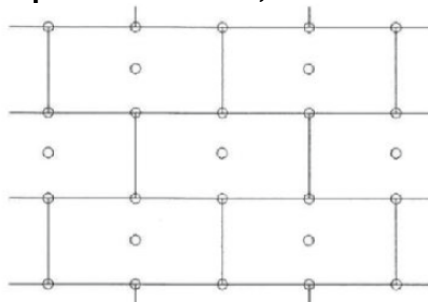
- Krajní zóna 1,77 kN/m²
- Vnitřní zóna 1,18 kN/m²



Návrh a posouzení kotev:

Návrh počtu hmoždinek pro krajní zónu objektu:

Rozmístění hmoždinek při počtu 6 ks na m², z toho 4 ks ve spárách



Obrázek 7 - Rozmístění hmoždinek při počtu 6 ks na m², z toho 4 ks ve spárách

Tabulka 9 - Maximální síla při protažení hmoždinky izolantem (převzato z dokumentace k systému DEKATHERM)

| Systém DEKATHERM s izolantem z fasádního polystyrenu (dle STO č. 020 - 022937 a dle ETA - 09/0172) pro tloušťku tepelné izolačních desek viz tabulka s pevností v tahu kolmo k rovině desky ≥ 100 kPa | | | |
|---|------------------------------|-------------------|---------|
| Hmoždinka | Maximální síla při protažení | | |
| Ejothem STR U 2G | R_{panel} | minimální hodnota | 0,52 kN |
| Tloušťka | | střední hodnota | 0,54 kN |
| TI ≥ 100 mm | R_{joint} | minimální hodnota | 0,47 kN |
| zápustná montáž | | střední hodnota | 0,48 kN |

Typ hmoždinky

EJOT STR U

Charakteristická únosnost hmoždinky v tahu

$N_{Rk} = 1,5$ 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 **$R_{\text{panel}} = 0,52$ kN**

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku ve spáře $R_{joint} = 0,47 \text{ kN}$
 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 1m^2 $n_{panel} = 6 \text{ ks}$
 Počet hmoždinek ve spárách na 1m^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: **šedá EPS 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 m^2 menší z hodnot:

$$R_{d1} = (R_{panel} \times n_{panel} + R_{joint} \times n_{joint}) \times k_k / \gamma_{Mb} = 1,946 \text{ kN/m}^2$$

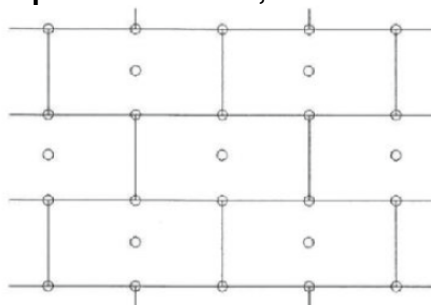
$$R_{d2} = N_{Rk} \times (n_{panel} + n_{joint}) / \gamma_{Mc} = 12,0 \text{ kN/m}^2$$

Návrhová hodnota účinku zatížení větrem $S_d = 1,77 \text{ kN/m}^2 \leq R_{d1} = 1,946 \text{ kN/m}^2$

POČET NAVRŽENÝCH HMOŽDINEK VYHOVUJE!

Návrh počtu hmoždinek pro vnitřní zónu objektu:

Rozmístění hmoždinek při počtu 6ks na m², z toho 4 ks ve spárách



Obrázek 7 - Rozmístění hmoždinek při počtu 6 ks na m², z toho 4 ks ve spárách

Tabulka 9 - Maximální síla při protažení hmoždinky izolantem (převzato z dokumentace k systému DEKATHERM)

| Systém DEKATHERM s izolantem z fasádního polystyrenu (dle STO č. 020 - 022937 a dle ETA - 09/0172) pro tloušťku tepelně izolačních desek viz tabulka s pevností v tahu kolmo k rovině desky $\geq 100 \text{ kPa}$ | | | |
|--|------------------------------|-------------------|---------|
| Hmoždinka | Maximální síla při protažení | | |
| Ejotherm STR U 2G | R_{panel} | minimální hodnota | 0,52 kN |
| Tloušťka | | střední hodnota | 0,54 kN |
| TI $\geq 100 \text{ mm}$ | R_{joint} | minimální hodnota | 0,47 kN |
| zápustná montáž | | střední hodnota | 0,48 kN |

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 **$R_{panel} = 0,52 \text{ kN}$**

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku ve spáře **$R_{joint} = 0,47 \text{ kN}$**

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:

šedá EPS 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 m^2 menší z hodnot:

$$R_{d1} = (R_{panel} \times n_{panel} + R_{joint} \times n_{joint}) \times k_k / \gamma_{Mb} = 1,946 \text{ kN/m}^2$$

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

Návrhová hodnota účinku zatížení větrem $S_d = 1,18 \text{ kN/m}^2 \leq R_{d1} = 1,946 \text{ kN/m}^2$

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!

Před zahájením realizace budou provedeny výtahové zkoušky vybraných mechanických kotev a zkoušky přídržnosti lepících hmot k podkladu (soudržnosti podkladu), protokoly o provedených zkouškách budou předány zhotoviteli stavby. Výtahové zkoušky a zkoušky přídržnosti jsou součástí dodávky systému ETICS.

Charakteristická únosnost, která se má uplatňovat u plastových kotev, musí být stanovena nejméně 15 zkouškami vytahováním provedenými na

stavbě s dostředným zatížením v tahu působícím na plastovou kotvu. Zkoušky je nutné provést podle platných předpisů a norem.

Na základě vyhodnocení zkoušek zhotovitel zajistí posouzení, zda pro zjištěný stav obvodového pláště vyhovuje předběžně navrhovaný způsob lepení a kotvení ETICS. Do výpočtu budou dosazeny skutečné hodnoty odolnosti použité hmoždinky proti protažení izolantem v ploše desky R_{panel} a ve spáře R_{joint} . Výsledkem posouzení bude dodávka kotevního plánu, který stanoví přesný druh a počet použitých kotev a jejich rozmístění v ploše fasády.

6) 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 5. 5. 2025

Vypracoval: Ing. L. Barvínek