

## **Obsah**

1. Základné údaje .....	2
2. Použité podklady .....	2
3. Výpočet kotviacich prvkov .....	2
3. Návrh a posúdenie kotviacich prvkov na budove dielni .....	3
3.1. Zaťaženie od vlastnej tiaže zatepl'ovacieho systému na fasáde.....	3
3.2. Zaťaženie od vetra .....	3
3.3. Návrh a posúdenie počtu kotviacich prvkov .....	5
3.4. Rozmiestnenie kotviacich prvkov na budove školy .....	9
4. Záver.....	10

## 1. Základné údaje

**Názov** : Zateplenie budovy kultúrneho domu v obci Hradisko  
: Obec Hradisko, p.č. 71/1  
059 71 Hradisko

**Vypracoval** : Ing. Filip Kubiš

**Dátum** : September 2019

Účelom výpočtu je určiť typ a množstvo kotevných prvkov pre prichytávanie tepelnoizolačných dosiek z minerálnej vlny na budove kultúrneho domu v obci Hradisko.

## 2. Použité podklady

- (1) Architektonické konštrukčné riešenie (Ing. Branislav Gallik 09/ 2019)
- (2) STN EN 1991-1-1 - Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
- (3) STN EN 1991-1-1/NA - Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemové hmotnosti, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia pozemných stavieb. Národná príloha
- (4) STN EN 1991-1-4 - Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom
- (5) STN EN 1991-1-4/NA - Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom. Národná príloha
- (6) STN 73 2902 – Vonkajšie tepelnoizolačné kontaktné systémy (ETICS). Navrhovanie a zhotovovanie mechanického pripevnenia na spojenie s podkladom.

## 3. Výpočet kotviacich prvkov

Pri návrhu mechanického ukotvenia tepelnoizolačných platní k podkladu sme postupovali v súlade s platnou normou STN 73 2902.

Pre účely výpočtu sú uvažované nasledovné parametre :

- ako tepelnoizolačný materiál pre zateplenie fasád budeme uvažovať dosky z minerálnej vlny hrúbky 150 mm s rozmermi 600 x 1000 mm.

Na kotvenie dosiek z minerálnej vlny hrúbky 150 mm budú použité mechanické kotvy Ejothorm STR U2G 195 s priemerom 8 mm a dĺžkou 195 mm, ktoré sa aktivujú zaskrutkovaním.

### 3. Návrh a posúdenie kotviacich prvkov na budove dielni

#### 3.1. Zat'azenie od vlastnej tiaže zatepl'ovacieho systému na fasáde

	(m)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )		(kN/m <sup>2</sup> )
Omiетка a stierka	0,0025	20	0,05	1,35	0,0675
Izolačné dosky	0,15	0,5	0,075	1,35	0,10125
Stierka a penetrácia	0,005	20	0,1	1,35	0,135
Spolu					0,30
<b>Spolu</b>			<b>0,00</b>		<b>0,30</b>

#### 3.2. Zat'azenie od vetra

<b>Vetrová oblasť:</b>				
Vetrová oblasť:		III		
Základná rýchlosť vetra:	$v_b = 26,0$		m/s	
Hustota vzduchu:	$\rho = 1,25$		kg/m <sup>3</sup>	
Referenčný základný tlak vetra (hustota vzduchu 1,25 kg/m <sup>3</sup> )	$q_b = 0,423$		kN/m <sup>2</sup>	
<b>Kategória terénu:</b>				
Kategória terénu: (predmestia, dediny, lesy)		III		
Dĺžka drsnosti:	$z_0 = 0,300$		m	tab.3.2
Minimálna výška:	$z_{min} = 5$		m	tab.3.2
Súčiniteľ terénu:	$k_r = 0,215$			tab.3.2
<b>Referenčná výška:</b>				
Výška nad terénom:	$h = 9,000$		m	
Referenčná výška:	$z = 5,000$		m	
<b>Výpočet špičkového tlaku vetra vo výške „z“</b>				
Súčiniteľ turbulencie:	$k_l = 1,0$			
Súčiniteľ orografie:	$c_o(z) = 1,0$			
Intenzita turbulencie:	$I_v(z) = 0,294$			
Súčiniteľ drsnosti:	$c_r(z) = 0,733$			
Stredná rýchlosť vetra:	$v_m(z) = 19,05$		m/s	
Súčiniteľ vystavenia vetru:	$c_e(z) = 1,243$			
<b>Špičkový tlak vetra:</b>	$q_p(z) = 0,525$		kN/m <sup>2</sup>	

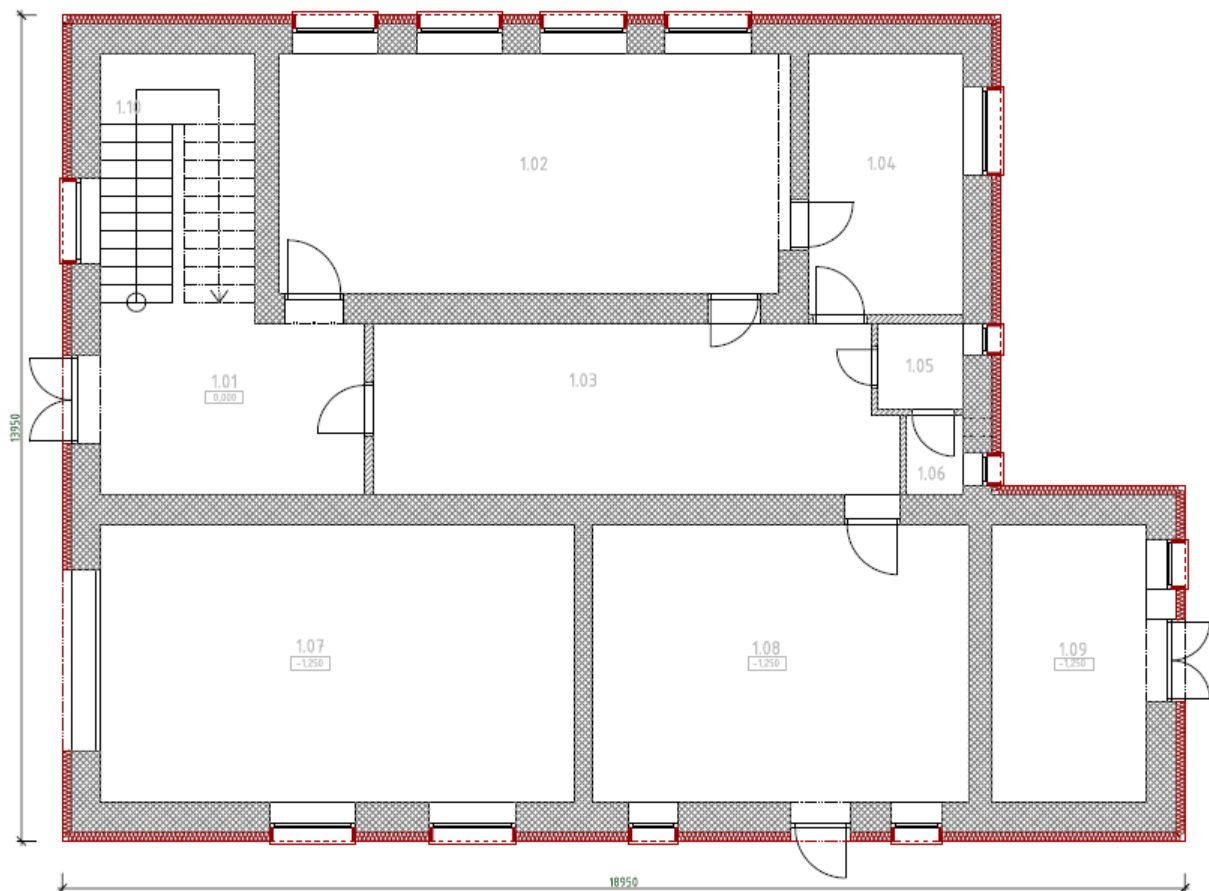
<b>Vetrová oblasť:</b>				
Vetrová oblasť:		III		
Základná rýchlosť vetra:	$v_b = 26,0$		m/s	
Hustota vzduchu:	$\rho = 1,25$		kg/m <sup>3</sup>	
Referenčný základný tlak vetra (hustota vzduchu 1,25 kg/m <sup>3</sup> )	$q_b = 0,423$		kN/m <sup>2</sup>	
<b>Kategória terénu:</b>				
Kategória terénu: (predmestia, dediny, lesy)		III		
Dĺžka drsnosti:	$z_0 = 0,300$		m	tab.3.2

Minimálna výška:	$z_{min} = 5$	m	tab.3.2
Súčiniteľ terénu:	$k_r = 0,215$		tab.3.2
<b>Referenčná výška:</b>			
Výška nad terénom:	$h = 9,000$	m	
Referenčná výška:	$z = 5,000$	m	
<b>Výpočet špičkového tlaku vetra vo výške „z“</b>			
Súčiniteľ turbulencie:	$k_l = 1,0$		
Súčiniteľ orografie:	$c_o(z) = 1,0$		
Intenzita turbulencie:	$I_v(z) = 0,294$		
Súčiniteľ drsnosti:	$c_r(z) = 0,733$		
Stredná rýchlosť vetra:	$v_m(z) = 19,05$	m/s	
Súčiniteľ vystavenia vetru:	$c_e(z) = 1,243$		
<b>Špičkový tlak vetra:</b>	<b><math>q_p(z) = 0,525</math></b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>	

Súčinitele tlaku  $c_{pe,1}$  sú stanovené podľa STN EN 1991 – 1 – 4, tab. 7.1 pre pomer strán  $h/d=9,00/18,95=0,48$  pre bežnú plochu a pre okrajové časti:

$$c_{pe,10} = 1,05 \rightarrow W_b = 1,01 \times 0,525 = 0,53 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (bežná plocha)}$$

$$c_{pe,10} = 1,40 \rightarrow W_b = 1,35 \times 0,525 = 0,71 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (okrajové časti)}$$





### 3.3. Návrh a posúdenie počtu kotviacich prvkov

$\gamma_{Mb} = 1,5$  (pre minerálnu vlnu)

$\gamma_{Mc} = 2,1$  (murivo z plných pálených tehál; tab. 3)

$R_{panel} = 0,25 \text{ kN}$

$R_{joint} = 0,18 \text{ kN}$

- Únosnosť proti vyvlečeniu rozpernej kotvy doskou tepelnej izolácie :

$$R_{d1} = \frac{(R_{panel} \cdot n_{panel} + R_{joint} \cdot n_{joint}) \cdot k_k}{\gamma_{Mb}}$$

- Únosnosť proti vytrhnutiu/ vytiahnutiu rozpernej kotvy z nosnej vrstvy podkladu

$$R_{d2} = \frac{N_{Rk} \cdot (n_{panel} + n_{joint})}{\gamma_{Mc}}$$

kde  $N_{Rk}$  je charakteristická únosnosť rozpernej kotvy v ťahu, uvedená výrobcom v dokumentácii ETICS alebo stanovená zo skúšky in situ podľa normy STN 73 2902 príloha A (kN),

$R_{panel}$  priemerná hodnota únosnosti proti vyvlečeniu na jednu rozpernú kotvu umiestnenú v ploche dosky tepelnej izolácie (kN),

$R_{joint}$  priemerná hodnota únosnosti proti vyvlečeniu na jednu rozpernú kotvu

umiestnenú v styku dosiek tepelnej izolácie (kN),

$k_k$  súčiniteľ na stanovenie charakteristickej hodnoty únosnosti proti vyvlečeniu  $R_{panel}$  a  $R_{joint}$ , uvedených priemernou hodnotou výsledkov skúšok, uvažuje sa hodnotou 0,8,

$n_{panel}$  počet rozperných kotiev na 1m<sup>2</sup> umiestnených v ploche dosiek tepelnej izolácie (ks.),

$n_{joint}$  počet rozperných kotiev na 1 m<sup>2</sup> umiestnených v stykoch dosiek tepelnej izolácie (ks.),

$\gamma_{Mb}$  súčiniteľ spoľahlivosti pripevnenia pri spolupôsobení rozpernej kotvy na kontakte s doskami tepelnej izolácie,

$\gamma_{Mc}$  súčiniteľ spoľahlivosti pripevnenia pri montáži rozpernej kotvy.

$N_{Rk} = 0,75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$  podľa podkladov výrobcu EJOT CZ s.r.o.

**Tabuľka 2 – Súčiniteľ  $\gamma_{Mb}$**

Materiál tepelnej izolácie	Súčiniteľ $\gamma_{Mb}$
Penový polystyrén (EPS) triedy najmenej TR 100 podľa STN EN 13163	1,2
Minerálna vlna (MW) podľa STN EN 13162 s pozdĺžnym vláknom triedy najmenej TR 10 alebo s kolmým vláknom triedy najmenej TR 80	1,5
Fenolická pena (PF) triedy najmenej CS(Y) 50 podľa STN EN 13166	2,2

Tabuľka 3 – Súčiniteľ  $\gamma_{Mc}$

Druh materiálu nosnej vrstvy podkladu <sup>1)</sup>	Spôsob montáže	
	a	b
Obyčajný prostý alebo vystužený betón triedy najmenej C 12/15 s hrúbkou najmenej 100 mm	1,5	2,1
Pohľadová betónová vrstva sendvičových stenových panelov (moniérka) s hrúbkou najmenej 50 mm <sup>2)</sup>	1,6	2,3
Murivo z plných tehál alebo kameňa <sup>3)</sup>	2,1	2,9
Murivo alebo dielce z dutinových prvkov	1,8	2,5
Murivo alebo dielce z ľahkého betónu z pórovitého kameniva	2,4	3,2
Murivo alebo dielce z autoklávaného pórobetónu	1,8	2,5 <sup>4)</sup>
Doskové materiály (napríklad: lisované drevené dosky, drevocementové dosky, plech, atď.)	1,8	2,5
Iný druh materiálu nosnej vrstvy podkladu	2,4	3,2

<sup>1)</sup> Pri stanovení súčiniteľa  $\gamma_{Mc}$  sa zohľadníli vlastnosti materiálu a v prípade muríva aj počet škár a ich veľkosti. V prípade zmiešaného muríva sa použije súčiniteľ  $\gamma_{Mc}$  zodpovedajúci tomu druhu materiálu, ktorý sa zistil prieskumom a pri ktorom je v tabuľke 3 uvedená najvyššia hodnota.

<sup>2)</sup> Pre vrstvu s menšou hrúbkou sa použijú hodnoty platné pre dutinové materiály.

<sup>3)</sup> Za plný materiál sa považujú aj murovacie materiály s plochou otvorov do 15 % ložnej plochy.

<sup>4)</sup> Neodporúča sa použitie rozpieracích kotiev s trňom aktivovaným zatčením v obvodových plášťoch (panelového typu) na báze pórobetónov, ak výrobca v technickej dokumentácii neurčí inak.

Tabuľka 4 – Spôsob montáže

Spôsob montáže	
A	Rozpínané kotvy so skrutkou, aktivované zaskrutkovaním skrutky
B	Rozpínané kotvy s trňom, aktivované zatčením trňa a iné typy rozpieracích kotiev

Tabuľka 5 – Smerné priemerné hodnoty únosnosti proti vyvlečeniu  $R_{panel,em}$  a  $R_{joint,em}$

Tepelná izolácia	$R_{panel,em}$	$R_{joint,em}$
Z minerálnej vlny (MW) podľa STN EN 13162 v suchom stave triedy najmenej TR 10 pre dosky s pozdĺžnym vláknom a TR 80 pre lamely s kolmým vláknom s hrúbkou 50 mm	0,25 kN	0,18 kN
Z penového polystyrénu (EPS) podľa STN EN 13163 triedy najmenej TR 100 s hrúbkou 50 mm	0,25 kN	0,18 kN
Fenolická pena (PF) triedy najmenej CS(Y) 50 podľa STN EN 13166 s hrúbkou najmenej 40 mm	0,38 kN	0,28 kN

Bežná plocha:

$$R_{d1} = \frac{(0,25 \times 2 + 0,18 \times 5,0) \times 0,8}{1,5} = 0,74 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$R_{d2} = \frac{0,75 \times (2 + 5)}{2,1} = 2,14 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

menšia z hodnôt  $R_{d1} = 0,74 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} > W_b = 0,53 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} \rightarrow \text{VYHOVUJE.}$

Okrajové časti:

$$R_{d1} = \frac{(0,25 \times 5 + 0,18 \times 3,33) \times 0,8}{1,5} = 0,99 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$R_{d2} = \frac{0,75 \times (5 + 3,33)}{2,1} = 2,98 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

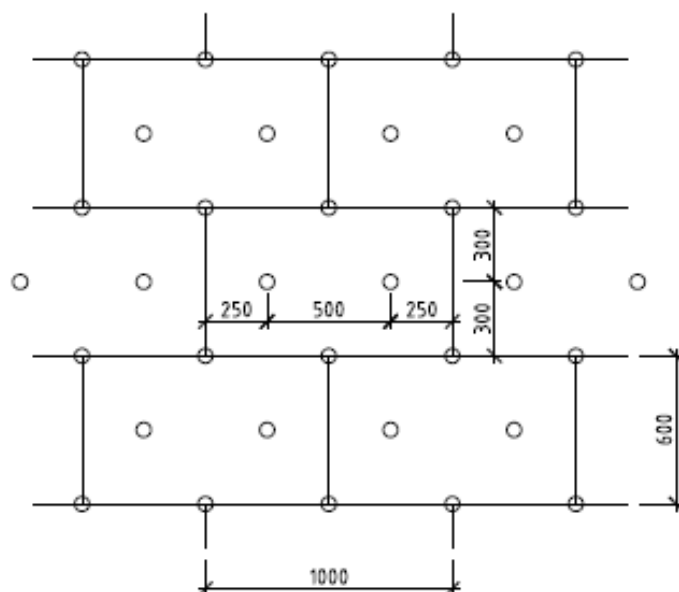
menšia z hodnôt  $R_{d1} = 0,99 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} > W_b = 0,71 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} \rightarrow \text{VYHOVUJE.}$



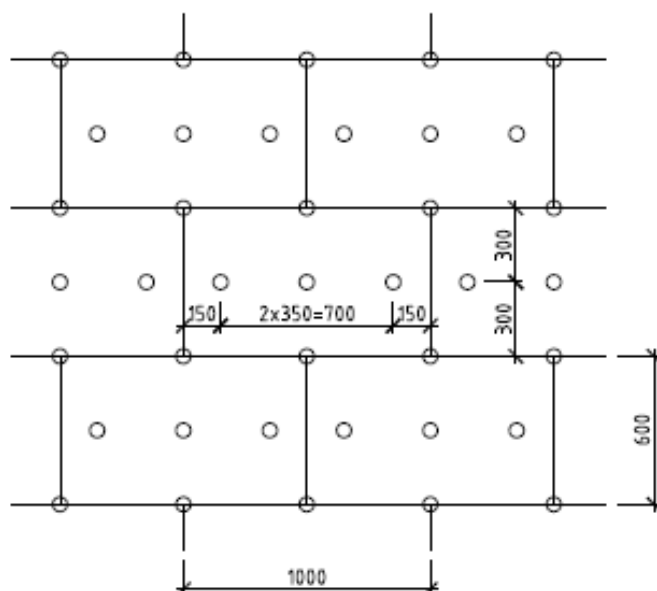
### 3.4. Rozmiestnenie kotviacich prvkov na budove školy

Rozmiestnenie kotiev pre izolačné dosky z minerálnej vlny hrúbky 150 mm

Bežná plocha



Okrajové časti (pásy popri nárožiach so šírkou 3,0 m



Navrhnuté sú kotvy Ejothem STR U 2G 195 s priemerom 8 mm, dĺžky 195 mm

#### **4. Záver**

Z výpočtov je zrejmé, že pre kotvenie dosiek z minerálnej vlny hrúbky 150 mm na bežnej fasádnej ploche bude postačovať 7ks. kotiev na 1 m<sup>2</sup>, (tzn. 2ks. na ploche a 2ks. v rohoch jednej platne).

Pre kotvenie dosiek z minerálnej vlny hrúbky 150 mm v okrajových častiach fasády bude potrebné 8,33ks. kotiev na 1 m<sup>2</sup>, (tzn. 3ks. na ploche a 2ks. v rohoch jednej platne s rozmerom 600 x 1000 mm).

Trenčín, september 2019

Vypracoval:

Ing. Filip Kubiš

Zodp. projektant:

Ing. Pavol Tvrdoň