

ING. PETER MACÁK  
PROJEKTOVANIE STAVIEB  
DYČKA 225, 952 01 VRÁBLE  
0908/480678 peto.macak@gmail.com

# STATICKÝ POSUDOK

PROJEKT PRE VYDANIE STAVEBNÉHO POVOLENIA

Názov stavby:	<b>Gymnázium AS Banská Bystrica</b> Zníženie energetickej náročnosti Etapa IV - Strecha telocvične
Stavebník:	Gymnázium Andreja Sládkoviča, Komenského 18, 974 01 Banská Bystrica
Miesto stavby:	Komenského 18, 974 01 Banská Bystrica
Vypracoval:	Ing. Peter Macák
Dátum:	august 2024

# 1. ÚVOD

## 1.1 PREDMET PROJEKTU

Predmetom tohto projektu je návrh IV. etapy zníženia energetickej náročnosti objektu Gymnázia Andreja Sládkoviča na Komenského 18 v Banskej Bystrici zateplením strešného plášťa objektu telocvične.

Riešený objekt telocvične má v pôdoryse obdĺžnikový tvar s celkovými rozmermi 25,000 x 35,500 m. Objekt má 1 nadzemné podlažie a jeho strecha je riešená ako plochá. Výška objektu od terénu po atiku strechy je 12,100 m.

Predmetom tohto *Statického posudku* je stanovenie podmienok zateplenia strechy objektu zo statického hľadiska, konkrétne:

- posúdenie priťaženia (resp. odľahčenia) jestvujúcej drevenej nosnej konštrukcie strechy od výmeny časti vrstiev strešného plášťa a jeho zateplenia
- určenie potrebného počtu kotiev na kotvenie strešnej krytiny na 1 m<sup>2</sup> v jednotlivých zónach strechy

## 1.2 POUŽITÉ PODKLADY

1. *Projekt pre vydanie stavebného povolenia – časť Architektúra* – vypracovaný Mgr. art. Ing. arch. Ing. Marekom Danihelom, z ktorého sú prevzaté rozmery a technické riešenie objektu (skladby strechy, materiálové riešenie nosných a nenosných konštrukcií).
2. Technické normy:
  - STN EN 1991-1-1 - Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
  - STN EN 1991-1-4 - Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom
  - STN EN 1991-1-4/NA - Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom
  - STN 73 2902 - Vonkajšie tepelnoizolačné kontaktné systémy (ETICS). Navrhovanie a zhotovovanie mechanického pripevnenia na spojenie s podkladom
3. Európske technické posúdenie ETA-07/0013 *EJOT upevňovacie prvky pre ploché strechy* zo dňa 4. apríla 2022.

## 2. POPIS STRECHY OBJEKTU

Nosnú konštrukciu strechy telocvične tvoria plnostenné väzníky z lepeného reziva ukladané v osovej vzdialenosti 6000 mm. Na väzníkoch sú uložené pozdĺžne strešné väznice. Profil a ani osová vzdialenosť väzníc nám nie sú známe (predpokladáme, že väznice sú ukladané vo vzdialenosti po 1200 – 1500 mm). Pod väznicami je zhotovený podhl'ad a do priestoru medzi väznicami je vložená čadičová vlna hrúbky 60 mm. Na väzniciach je zhotovený celoplošné debnenie (záklop) z dosiek hrúbky 25 mm. Na debnení je uložených niekoľko vrstiev asfaltových pásov (pôvodné pásy a na nich ďalšie pásy netavené dodatočne pri neskorších opravách zatekajúcej strechy).

## 3. POPIS NAVRHOVANÉHO RIEŠENIA

Všetky vrstvy asfaltových pásov ako aj čadičová vlna medzi väznicami budú odstránené. Odstránené asfaltové pásy nehromadiť na streche na kopách, ale okamžite odnášať zo strechy (aby nenastalo preťaženie strechy). Po odstránení asfaltových pásov je potrebné dočasne demontovať niektoré dosky debnenia a to z dôvodu:

1. Cez vzniknuté otvory v debnení bude možné odstrániť čadičovú vlnu uloženú medzi väznicami.
2. Cez otvory bude možné vykonať nevyhnutnú technickú obhliadku celej nosnej konštrukcie strechy, tj. všetkých strešných väzníc a väzníkov. Na každej väznici preto navrhujeme odstrániť minimálne 4. dosky, tj. zrealizovať obhliadku každej väznice minimálne na 4 miestach. Ak sa zistí výrazné statické poškodenie niektorého z nosných prvkov strechy, je potrebné privolať zodpovedného statika, ktorý navrhne spôsob sanácie poškodeného prvku, resp. jeho výmenu.

Po odstránení čadičovej vlny a prevedení technickej obhliadky nosnej konštrukcie strechy je možné dosky debnenia vrátiť do pôvodnej polohy. Pri zistení poškodenia dosiek debnenia (škodami, hnilobou, mechanicky, ...) navrhujeme poškodené dosky odstrániť a nahradiť ich doskami rovnakého profilu a dĺžky.

Na jstvjúci debnenie sa uloží nové debnenie z OSB3 dosiek hrúbky 22 mm s perom a drážkou a to nasledovne:

1. Ak sa zistí vzdialenosť strešných väzníc väčšia ako 1250 mm, navrhujeme použiť OSB3 dosky rozmeru 625 x 2000 mm (dosky budú skrátené podľa skutočného rozponu väzníc).
2. Ak sa zistí vzdialenosť strešných väzníc menšia alebo rovná ako 1250 mm, navrhujeme použiť OSB3 dosky rozmeru 625 x 2500 mm (dosky budú ukladané ako dvojpolové nosníky, tj. na 3 väznice naraz).

OSB3 dosky je potrebné kotviť:

1. Do strešných väzníc vrutmi do dreva profilu Ø6x120 mm vo vzdialenosti po 100 - 150 mm. Vrutky navrhujeme osadiť do predvŕtaných otvorov. Na kotvenie OSB dosiek do väzníc navrhujeme použiť vruty s tanierovou hlavou (alebo vruty opatriť podložkami), ktoré zabránia vytrhnutiu dosiek cez hlavy vrutov vplyvom sania vetra.
2. Do jestvujúceho debnenia pomocou vrutov do dreva profilu Ø4x40 mm v rastru cca 300 x 300 mm. Toto kotvenie zabezpečí spolupôsobenie jestvujúceho debnenia a nových OSB3 dosiek.

Na nové debnenie z OSB3 dosiek sa uloží parozábrana a tepelná izolácia (PIR alebo PUREN) hrúbky 2 x 100 mm. Na tepelnú izoláciu sa uloží strešná krytina - fólia (napr. FATRAFOL). Krytina bude mechanicky kotevná – pomocou kotiev EJOT Dabo® VHT-R-4,8 s tanierovými podložkami EJOT® HTV 82/40 TK alebo EJOT® HTE 82/40 TK – do nového ako aj do pôvodného debnenia (nové OSB3 dosky sú hlavnou vrstvou, do ktorej budú kotvené kotvy EJOT). Počet kotiev potrebných na kotvenie strešnej krytiny je uvedený na schéme v bode č. 5.3 tohto posudku. Ak výrobca strešnej krytiny vyžaduje väčší počet kotiev ako je uvedený v tomto posudku, počet kotiev je potrebné zvýšiť podľa jeho požiadaviek.

Pred začatím stavebných prác je nutné vykonať na stavbe odtrhové skúšky kotiev na streche (in situ), na základe ktorých budú prehodnotený v tomto posudku navrhnutý kotevný plán strechy (počty kusov kotiev na 1 m<sup>2</sup>) a určená presná dĺžka kotiev (do úvahy prichádzajú kotvy dĺžky 240 alebo 260 mm; do úvahy je potrebné zobrať navrhovanú hrúbku zateplenia a dĺžku závitú kotvy). Charakteristickú únosnosť kotvy určenú zo skúšky in situ  $N_{Rk}$  je potrebné porovnať s hodnotou  $N_{Rk}$  uvažovanou v tomto posudku.

Odtrhové skúšky navrhujeme zrealizovať vopred v rámci technického prieskumu strechy – po lokálnom odstránení asfaltovej krytiny. Predmetom technického prieskumu bude aj zistenie stavu debnenia a zistenie osovej vzdialenosti strešných väzníc (na základe ktorého sa určí rozmer použitých OSB3 dosiek).

## 4. POSÚDENIE PRIŤAŽENIA NOSNEJ KONŠTRUKCIE STRECHY

### 4.1 VÝPOČET ZAŤAŽENIA

#### A) STÁLE ZAŤAŽENIE – STREŠNÝ PLÁŠŤ + PODHLAD – JESTVUJÚCI STAV

• asfaltové pásy FOALBIT			
$0,05 \text{ kN/m}^2 =$	0,05 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,07 kN/m <sup>2</sup>
• pôvodné asfaltové pásy (2 až 3 x Bitagit)			
$2,5 \cdot 0,04 \text{ kN/m}^2 =$	0,10	1,35	0,14
• celoplošný záklop			
$0,025 \text{ m} \cdot 5 \text{ kN/m}^3 =$	0,13	1,35	0,18
• väznice (odhad)			
$0,15 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 5 \text{ kN/m}^3 / 1,5 \text{ m} =$	0,13	1,35	0,18
• čadičová vlna (rohož)			
$0,060 \text{ m} \cdot 1,50 \text{ kN/m}^3 =$	0,09	1,35	0,12
• podhl'ad (odhad)			
$0,10 \text{ kN/m}^2 =$	0,10	1,35	0,14
$g_{k1} = 0,60 \text{ kN/m}^2$		$g_{d1} = 0,82 \text{ kN/m}^2$	

#### B) STÁLE ZAŤAŽENIE – STREŠNÝ PLÁŠŤ + PODHLAD – NAVRHOVANÝ STAV

• hydroizolačná fólia (PVC)			
$0,02 \text{ kN/m}^2 =$	0,02 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,03 kN/m <sup>2</sup>
• tepelná izolácia PIR			
$0,200 \text{ m} \cdot 0,30 \text{ kN/m}^3 =$	0,06	1,35	0,08
• záklop z OSB3 hrúbky 22 mm			
$0,022 \text{ m} \cdot 6 \text{ kN/m}^3 =$	0,13	1,35	0,18
• celoplošný záklop			
$0,025 \text{ m} \cdot 5 \text{ kN/m}^3 =$	0,13	1,35	0,18
• väznice (odhad)			
$0,15 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 5 \text{ kN/m}^3 / 1,5 \text{ m} =$	0,13	1,35	0,18
• podhl'ad (odhad)			
$0,10 \text{ kN/m}^2 =$	0,10	1,35	0,14
$g_{k2} = 0,59 \text{ kN/m}^2$		$g_{d2} = 0,79 \text{ kN/m}^2$	

### 4.2 POSÚDENIE PRIŤAŽENIA NOSNEJ KONŠTRUKCIE

Plošná hmotnosť vrstiev jestvujúceho strešného plášťa je  $60 \text{ kg/m}^2$  (pozri bod 4.1, kde  $g_{k1} = 0,60 \text{ kN/m}^2$ ). Plošná hmotnosť nového strešného plášťa – po odstránení všetkých vrstiev jestvujúcej bitúmenovej krytiny a čadičovej vlny medzi väznicami a pridaní novej vrstvy debnenia z OSB3 dosiek hrúbky 22 mm, PIR dosiek a novej strešnej krytiny – je  $59 \text{ kg/m}^2$  ( $g_{k2} = 0,59 \text{ kN/m}^2$ ). Plošná hmotnosť nového strešného plášťa je teda (približne) rovnaká ako je plošná hmotnosť jestvujúceho strešného plášťa. Navrhovaným spôsobom zateplenia strechy telocvične nedôjde k priťaženiu jej nosnej konštrukcie.

## 5. NÁVRH POTREBNÉHO POČTU KOTIEV NA STRECHE

### 5.1 VÝPOČET ZAŤAŽENIA OD VETRA

stredná rýchlosť vetra:	$v_b = 24 \text{ m/s}$	– podľa obrázka NB1 v STN EN 1991-1-4/NA
terén:	kategória II	– podľa bodu A.1 v Prílohe A v STN EN 1991-1-4
hustota vzduchu	$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$	
základný tlak vetra	$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{b,0}^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \text{ kg/m}^3 \cdot (24 \text{ m/s})^2 = 360 \text{ N/m}^2 = 0,36 \text{ kN/m}^2$	
súčiniteľ vystavenia vetru	$c_e(z) = 2,15$	– podľa obrázka 4.2 v v STN EN 1991-1-4
špičkový tlak vetra:	$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 2,15 \cdot 0,36 \text{ kN/m}^2 = 0,78 \text{ kN/m}^2$	

### 5.2 VÝPOČET ÚNOSNOSTI KOTIEV, STANOVENIE ÚNOSNOSTI NA STAVBE

Na kotvenie strešnej krytiny cez tepelnú izoláciu do OSB3 dosiek navrhujeme použiť kotvy EJOT Dabo® VHT-R-4,8 s tanierovými podložkami EJOT® HTV 82/40 TK alebo EJOT® HTE 82/40 TK. Charakteristické hodnoty únosnosti v ťahu sú uvedené v nasledujúcej tabuľke prevzatej z Európskeho technického posúdenia ETA-07/0013 EJOT upevňovacie prvky pre ploché strechy (príloha 4a) :

Charakteristické hodnoty únosnosti v tahu [kN] (podle obrázku 3 v EAD 030351-00-0402)													
	ocel S320GD*									C24	překlíž- žka	dřevo- tříska	OSB/3
t [mm]	0,45	0,50	0,55	0,60	0,63	0,70	0,75	0,80	0,88	24**	19**	21**	18**
VHT-R-4,8xL	0,83	0,94	1,05	1,16	1,23	1,47	1,47	1,47	1,47	0,90	1,21	2,62	1,76
VHT-E-4,8xL	0,83	0,94	1,05	1,16	1,23	1,47	1,47	1,47	1,47	0,90	1,21	2,62	1,76
	hliník s $R_m \geq 195\text{N/mm}^2$												
t [mm]	0,80	0,85	1,00	1,10	$\geq 1,20$								
VHT-E-4,8xL	0,73	0,85	0,97	1,09	1,21								
* při použití oceli S280GD musí být hodnoty redukovány na 92 % ** účinná min. hloubka zašroubování (hloubka zašroubování závitu), příp. min. tloušťka desky													
Charakteristické hodnoty vyvlečení*** [kN] (podle obrázku 4+5 v EAD 030351-00-0402)													
	HTV 82/40 TK HTE 82/40 TK	HTV 82/40 F HTE 82/40 F	HTV 40 RU 6,5mm HTE 40 RU 6,5mm	HTK 2G 50xL HTK 2G 75xL	EcoTek 50xL EcoTek T 50xL	EJOT® FP Ø7,0mm	EJOT® FP Ø14,5mm + HTK-S 20xL	SIKA Sarnabar® Ø6,0mm					
VHT-R-4,8xL	3,82	1,78	1,73	1,30	1,58	3,65	2,25	3,65					
VHT-E-4,8xL	3,82	1,78	1,73	1,30	1,58	3,65	2,25	3,65					
*** "Vyvlečení"-únosnost podle CEN/TS 17659:2021													

Charakteristická hodnoty únosnosti v ťahu  $N_{Rk} = 1,76 \text{ kN}$  (platí pre OSB3 hrúbky 18 mm)

Po predelení charakteristickej hodnoty únosnosti súčiniteľom spoľahlivosti  $\gamma_Q = 3,0$  dostaneme návrhovú únosnosť  $N_{Rd}$  kotvy o hodnote:

$$N_{Rd} = N_{Rk} / \gamma_Q = 1,76 \text{ kN} / 3,0 = 0,58 \text{ kN}$$

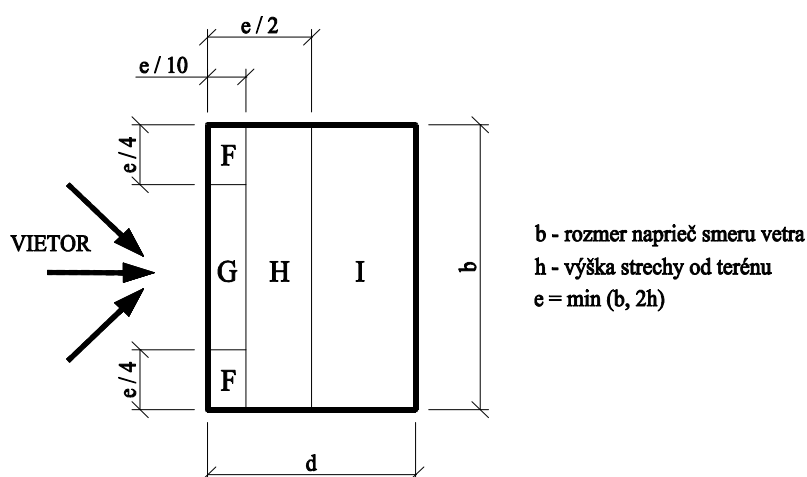
Pred začatím stavebných prác je nutné vykonať na stavbe odtrhové skúšky kotiev na streche (in situ), na základe ktorých budú prehodnotené navrhnutý kotevný plán strechy (počty kusov kotiev na 1 m<sup>2</sup>) a určená presná dĺžka kotiev.

Charakteristickú únosnosť kotvy určenú zo skúšky in situ  $N_{Rk}$  je potrebné porovnať s hodnotou  $N_{Rk}$  uvažovanou v tomto posudku.

### 5.3 VÝPOČET POTREBNÉHO POČTU KOTIEV NA 1 M<sup>2</sup> STRECHY

Návrh potrebného počtu kotiev EJOT Dabo® VHT-R-4,8 s tanierovými podložkami (pozri bod č. 5.2) na 1 m<sup>2</sup> plochy strechy urobíme pre 4 zóny – označených ako zóny F až I – podľa článku 7.2.3 normy STN EN 1991-1-4 pre všetky 4 smery vetra.

Schéma zón na streche pre 1 smer vetra:



Návrh potrebného počtu kotiev je urobený v nasledujúcej tabuľke:

Návrh počtu kotiev na 1 m <sup>2</sup> strechy v zónach F až I podľa čl. 7.2.3 v STN EN 1991-1-4							
Riadok	Veľičina		Oblasť				Jednotka
	Názov	Značka	F	G	H	I	
1	špičkový tlak vetra	$q_p(z)$	0,78				kN/m <sup>2</sup>
2	súčiniteľ zaťaženia	$\gamma_Q$	1,5				-
3	súčiniteľ vonkajšieho tlaku vetra	$c_{pe,1}$	-2,5	-2,0	-1,2	-0,2	-
4	návrhová hodnota sania vetra na strechu	$w_d$	2,93	2,34	1,40	0,23	kN/m <sup>2</sup>
5	návrhová hodnota únosnosti 1 kotvy	$N_{Rd}$	0,58				kN
6	potrebný počet kotiev na 1 m <sup>2</sup> strechy	$p_{potr}$	5,04	4,03	2,42	0,40	ks/m <sup>2</sup>
7	minimálny počet kotiev na 1 m <sup>2</sup> strechy	$p_{min}$	2				ks/m <sup>2</sup>
8	<b>navrhovaný počet kotiev na 1 m<sup>2</sup> strechy</b>	$p_{navrh}$	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	ks/m <sup>2</sup>

veľičiny v tabuľke: riadok 1 – vypočítaný v bode č. 5.1

riadok 3 – podľa tabuľky tabuľky 7.2. v STN EN 1991-1-4.

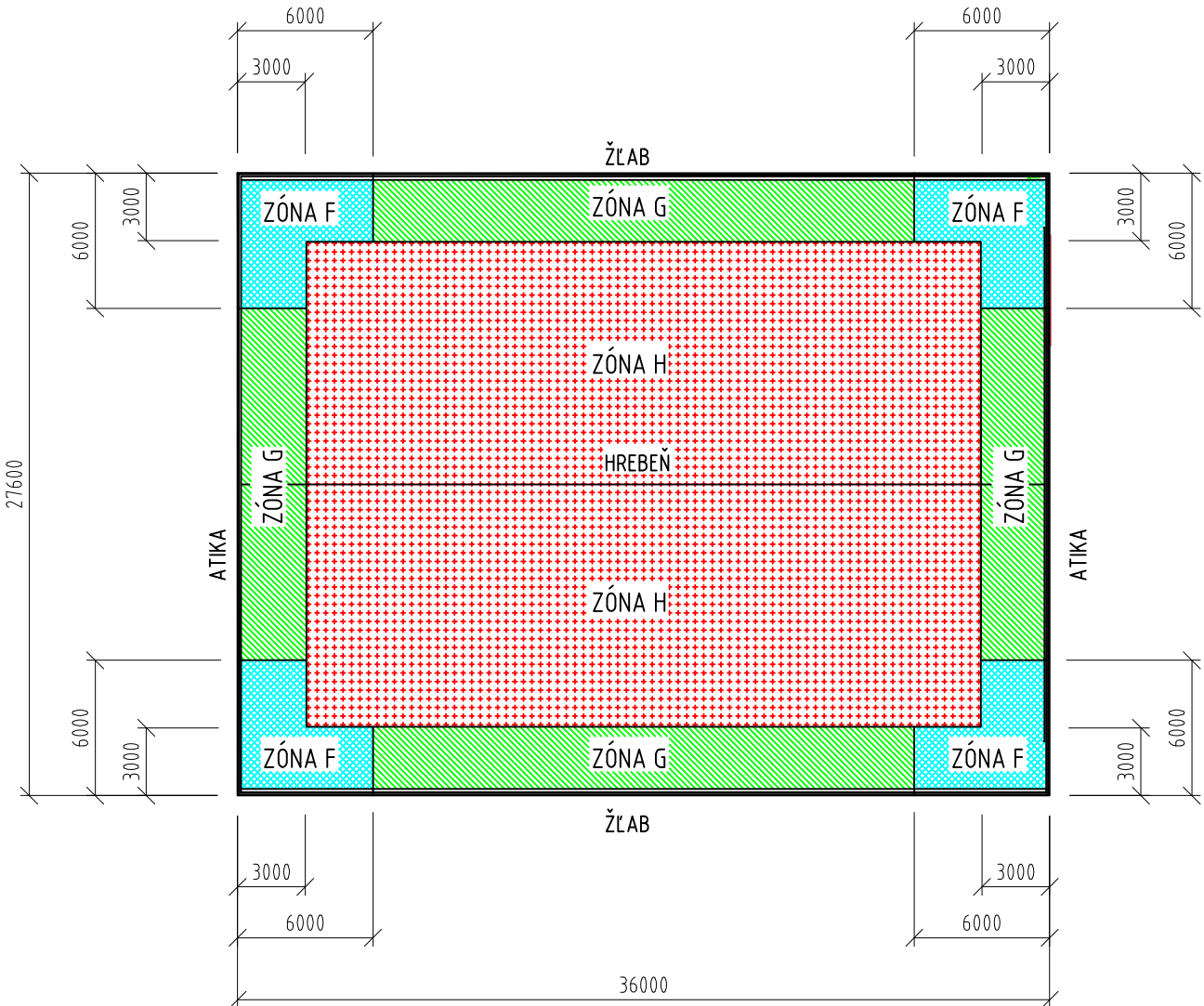
riadok 4 –  $w_d = q_p(z) \cdot c_{pe,1} \cdot \gamma_Q$

riadok 5 – vypočítaná v bode č. 5.2

riadok 6 –  $p_{potr} = w_d / N_{Rd}$

riadok 8 – navrhovaný počet kotiev vypočítaný ako väčšia z hodnôt v riadkoch 6 a 7

## 5.4 KOTEVNÝ PLÁN STRECHY



POČET KOTIEV EJOT Dabo® VHT-R-4,8 S TANIEROVÝMI PODLOŽKAMI EJOT® HTV 82/40 TK (ALEBO EJOT® HTE 82/40 TK )  
- NA 1M<sup>2</sup> STRECHY (DĹŽKA KOTIEV BUDE 240 ALEBO 260 MM - BUDE URČENÁ NA ZÁKLADE SKÚŠOK)

	ZÓNA F	6 ks/m <sup>2</sup>
	ZÓNA G	5 ks/m <sup>2</sup>
	ZÓNA H	3 ks/m <sup>2</sup>



## 6. ZÁVER

Na základe statického posúdenia konštatujeme, že zateplenie strechy objektu tak ako je to popísané v tomto *Statickom posudku* a v časti *Architektúra* tohto projektu je možné zrealizovať.

Pred začatím stavebných prác je nutné vykonať na stavbe odtrhové skúšky kotiev na streche (in situ), na základe ktorých budú prehodnotený navrhnutý kotevný plán strechy (počty kusov kotiev na 1 m<sup>2</sup>) a určená presná dĺžka kotiev (do úvahy prichádzajú kotvy dĺžky 240 alebo 260 mm; do úvahy je potrebné zobrať navrhovanú hrúbku zateplenia a dĺžku závitu kotvy). Charakteristickú únosnosť kotvy určenú zo skúšky in situ  $N_{Rk}$  je potrebné porovnať s hodnotou  $N_{Rk}$  uvažovanou v tomto posudku.

Odtrhové skúšky navrhujeme zrealizovať vopred v rámci technického prieskumu strechy – po lokálnom odstránení asfaltovej krytiny. Predmetom technického prieskumu bude aj zistenie stavu debnenia a zistenie osovej vzdialenosti strešných väzníc (na základe ktorého sa určí rozmer použitých OSB3 dosiek).

Pri stavebných prácach – po lokálnom odstránení debnenia – je potrebné vykonať technickú obhliadku nosnej konštrukcie strechy po jej celej ploche, tj. všetkých strešných väzníc a väzníkov. Ak sa zistí výrazné statické poškodenie niektorého z nosných prvkov strechy, je potrebné privolať zodpovedného statika, ktorý navrhne spôsob sanácie poškodeného prvku, resp. jeho výmenu. Pri zistení poškodenia dosiek debnenia (škodami, hnilobou, mechanicky, ...) navrhujeme poškodené dosky odstrániť a nahradiť ich doskami rovnakého profilu a dĺžky.

Ak sa počas realizácie stavebných prác zistia akékoľvek iné poruchy nosnej konštrukcie objektu, je potrebné prerušiť stavebné práce a privolať zodpovedného statika.

Pri práci sa treba riadiť ustanoveniami vyhlášky č. 147/2013 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri stavebných prácach a prácach s nimi súvisiacich a podrobnosti o odbornej spôsobilosti na výkon niektorých pracovných činností, zákonom č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a vyhláškou č. 398/2013 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia.

Vypracoval: Ing. Peter Macák  
august 2024