

**REKONŠTRUKCIA BUDOVY ZUŠ L. RAJTERA,
Sklenárova 5, Bratislava**

Miesto stavby : Sklenárova 5, Bratislava

Objednávateľ : ZUŠ L. Rajtera, Bratislava, Sklenárova 5

STATICKÝ POSUDOK

Vypracoval : ING. RÓBERT SONNENSCHNAIN, PhD., Aut. inžinier

Dátum : 02/2018

1. ÚVOD

Predmetom tohto statického posudku je posúdenie uchytenia nového zatepl'ovacieho systému o obvodovú konštrukciu ZUŠ a odstránenie ocelového stĺpa na obvodovej konštrukcii.

Zaťaženie vetrom je uvažované podľa normy STN EN 1991-1-4.

2. Statické požiadavky na zatepl'ovanie budov.

Pri statickom posúdení zatepl'ovania je potrebné posúdenie nosnej spôsobilosti konštrukcií tvoriacich podklad pre zatepl'ovacie systémy. Tieto systémy netvoria nosnú, ale nesenú konštrukciu. Z uvedeného dôvodu požiadavky zohľadňujúce statickú bezpečnosť zateplenej konštrukcie sa kladú predovšetkým na schopnosť prenosu zaťaženia na nosnú konštrukciu. Na obvodové konštrukcie a zatepl'ovacie systémy pôsobí zaťaženie vlastnou hmotnosťou a zaťaženie vetrom.

Pred zatepl'ovaním najprv musia byť odstránené poruchy konštrukcií tvoriace podklad zatepl'ovacieho systému a zabezpečená ich únosnosť, vzhľadom k pôsobiacim účinkom zaťaženia aj vzhľadom k spôsobu ukotvenia zatepl'ovacieho systému. V zásade pri týchto systémoch ide o prilepenie tepelnoizolačného materiálu a jeho ukotvenie tanierovými rozperkami. Ak by sa počas prípravy povrchov pred zateplením zistilo vážne poškodenie nosných prvkov podkladu musia byť tieto miesta obhliadnuté a posúdené statikom. Typ kotviacich rozperiek zvoliť podľa podkladu, do ktorého sa bude zatepl'ovací systém kotviť (škvarobetón, betón).

Súčasťou zateplenia bude aj predsadený ľahký panel, ktorý sa bude kotviť podľa predpisu výrobcu do ocelevej konštrukcie obvodového plášťa a novo navarených prvkov medzi stĺpikmi tvorených z pôvodných okenných rámov. Raster nosných prvkov musí byť v súlade s predpismi výrobcu použitých panelov. Nové nosné prvky budú kotvené nosnými zváranými spojmi. Počet pridávaných prvkov sa musí určiť po odstránení pôvodného plášťa v závislosti od stavu konštrukcie. Takéto riešenie predsadeného plášťa nebude mať negatívny vplyv na statiku objektu.

Z pohľadu účinnosti prilepenia je rozhodujúca rovinnosť povrchových vrstiev obvodového plášťa a ich kompaktnosť s konštrukciou zateplenia. Z pohľadu kompaktnosti je potrebné brať do úvahy možné oddelenie zatepl'ovacieho systému od nosnej konštrukcie. Nesúdržné vrstvy preto je potrebné pred zatepl'ovaním odstrániť.

Výpočtovo sa predpokladá, že celú ťahovú silu z horizontálneho zaťaženia vetrom preberajú tanierové rozperky, preto je dôležité dodržanie predpísanej technológie vŕtania otvorov a osadzovanie hmoždínok podľa technologických postupov výrobcu.

Únosnosť kotiev je potrebné overiť na stavbe trhacími skúškami.

3. Posúdenie kotviacich prvkov obvodového plášťa

Objekt bude zateplený licenčným kontaktným zatepl'ovacím systémom, základom ktorého sú dosky z kamennej vlny hrúbky 120 mm (resp. XPS hr. 100/80 mm na základe). Pri montovaní tohto systému je potrebné dodržiavať technologický postup montáže a kotviace hmoždinky rozmiestniť podľa predpisu výrobcu.

Nosný podklad kotvenia je škarobetón a betón.

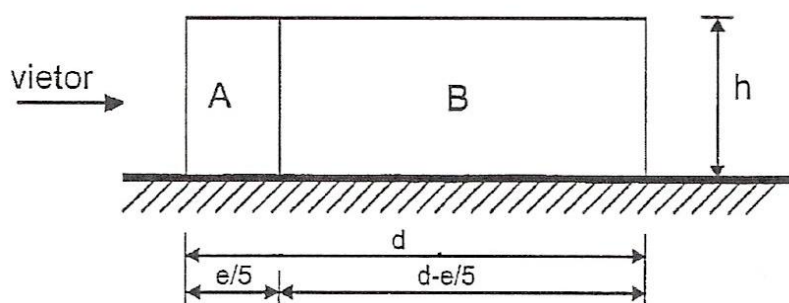
Posúdenie jednotlivých častí steny – stena je rozdelená na nasledovné oblasti:

Oblasť A – nárožná časť

Oblasť B a C – ostatná vnútorná plocha (obrázok 7.5 – STN EN 1991-1-4)

Pohľad z bočnej strany

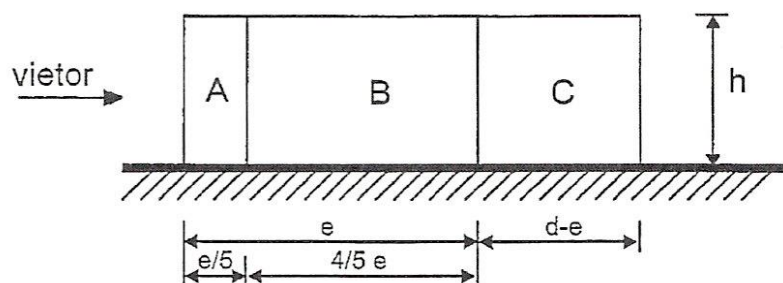
Pohľad pri $e \geq d$



Šírka úseku A = 3,07 m pri rohoch objektu z obidvoch strán.

Pohľad z čelnej a zadnej strany

Pohľad pri $e < d$



Šírka úseku A = 2,66 m pri rohoch objektu z obidvoch strán

Šírka úseku B = 10,64 m z obidvoch strán, a šírka úseku C je ostávajúca časť.

Zaťaženie vetrom bolo uvažované obojstranne.

$$w_e = q_{p(z_e)} \times C_{pe}$$

$$q_{p(z_e)} = 0,65 \text{ kN/m}^2 \text{ – pre výšku do } b=7,68\text{m,}$$

kategória terénu III (plochy pravidelne pokryté vegetáciou alebo budovami),
pre Bratislavu

$C_{pe,1} = -0,91$ pre oblasť A

$C_{pe,1} = -0,72$ pre oblasť B

$C_{pe,1} = -0,33$ pre oblasť C

súčiniteľ zaťaženia = 1,5

Výpočet zaťaženia

Ťahové sily od vetra

Oblasť A, kategória III do 7,68 m	0,65	x	0,91	x	1,5	=	0,887
Oblasť B, kategória III do 7,68 m	0,65	x	0,72	x	1,5	=	0,702
Oblasť C, kategória III do 7,68 m	0,65	x	0,33	x	1,5	=	0,322

Budú použité napr. zatĺkacie tanierové hmoždinky s **kompozitným trňom**.

Nrec – dovoľené namáhanie - ťah -predpoklad, ktorý sa musí pre konkrétny typ kotvy upresniť Nrec = 0,9 kN

Minimálna hĺbka kotvenia hmoždinky 25 mm (upresní dodávateľ kotvenia podľa typu hmoždinky).

Návrh a posúdenie počtu kotiev pre **oblasť A na 1m²** podľa výšky :

do 7,68 m – 6 ks $6 \times 0,90 = 5,4 \text{ kN} > 0,887 \text{ kN}$

pre **oblasť B na 1m²**

do 7,68 m – 6 ks $6 \times 0,90 = 5,4 \text{ kN} > 0,702 \text{ kN}$

pre **oblasť C na 1m²**

do 7,68 m – 6 ks $6 \times 0,90 = 5,4 \text{ kN} > 0,322 \text{ kN}$

4. Posúdenie kotviacich prvkov strechy.

Strecha bude zateplená polystyrénom celkovej hrúbky 200 mm.

Nosný podklad kotvenia je pórobetón.

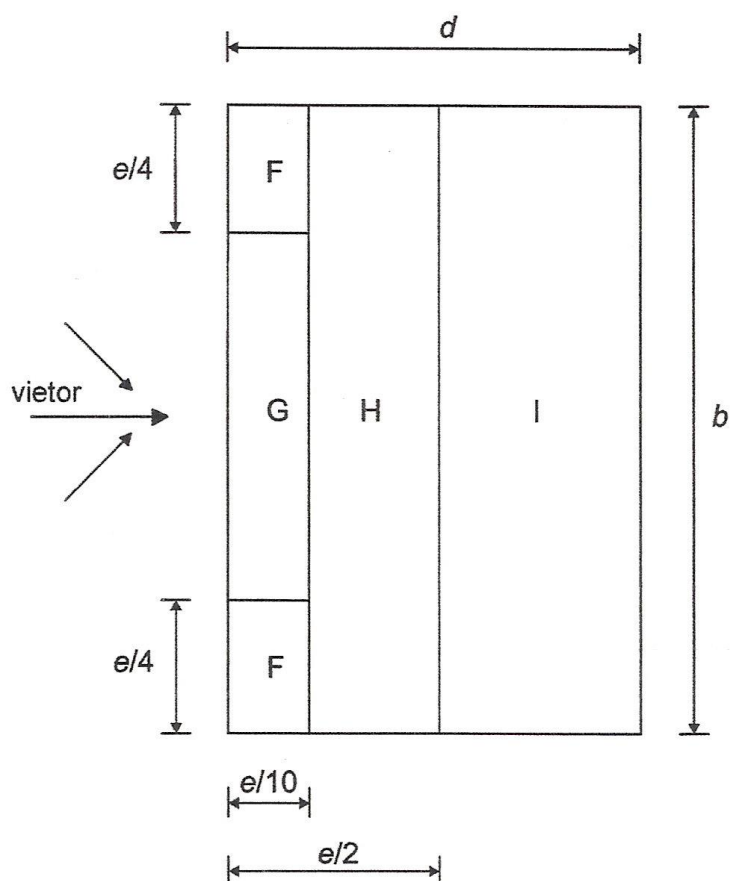
Posúdenie jednotlivých častí strechy – strecha je rozdelená na nasledovné časti:

Oblasť F (rohová)- rohy pôdorysu strechy s rozmermi 3,84 x 3,33 m

Oblasť G (okrajová)- kraje pôdorysu strechy šírky 1,54 m, resp. 1,33 m

Oblasť H (vnútorné pole)- ostatná vnútorná plocha strechy

(Obrázok 7.6 – STN EN 1991-1-4)



$$W_e = q_{p(z_e)} \times C_{pe}$$

$q_{p(z_e)} = 0,65 \text{ kN/m}^2$ – pre výšku do 7,68m, kategória terénu III,
pre Bratislavu

$C_{pe,1} = -1,69$ pre oblasť F

$C_{pe,1} = -1,30$ pre oblasť G

$C_{pe,1} = -0,78$ pre oblasť H

súčiniteľ zaťaženia = 1,5

Výpočet zaťaženia

Ťahové sily od vetra

oblasť F, kategória III do 7,68 m	0,65	x	1,69	x	1,5	=	1,648
oblasť G, kategória III do 7,68 m	0,65	x	1,30	x	1,5	=	1,268
oblasť H, kategória III do 7,68 m	0,65	x	0,78	x	1,5	=	0,761

Budú použité napr. zatĺkacie tanierové hmoždinky s **kompozitným trňom**.

Nrec – dovolené namáhanie - ťah -predpoklad, ktorý sa musí pre konkrétny typ kotvy upresniť Nrec = 0,4 kN

Minimálna hĺbka kotvenia hmoždinky 25 mm (upresní dodávateľ kotvenia podľa typu hmoždinky).

Návrh a posúdenie **min. počtu kotiev na 1m²** podľa častí strechy :

Časť F – 5 ks $5 \times 0,4 = 2,0 \text{ kN} > 1,648 \text{ kN}$

Časť G – 4 ks $4 \times 0,4 = 1,6 \text{ kN} > 1,268 \text{ kN}$

Časť H – 4 ks $4 \times 0,4 = 1,6 \text{ kN} > 0,761 \text{ kN}$

Únosnosť kotiev je potrebné overiť na stavbe trhacími skúškami.

5. Odstránenie stĺpa obvodovej steny v 1.NP v mieste dverí

Súčasťou rekonštrukcie objektu je aj odstránenie ocelového stĺpika medzi vstupnými dverami. Stĺpik bude nahradený ocelovým rámom tvoreným dvomi stĺpikmi a priečnym nosníkom, ktorý bude preberať zaťaženie z hornej stavby. Zaťaženie, ktoré bude rám prenášať je od stropnej dosky 1.NP a strechy vrátane úžitkového zaťaženia a zaťaženia snehom. Vnútorne sily vyvolané týmito zaťažzeniami dosahujú nasledovné hodnoty:

Nosník: $M_y = 46,37 \text{ kNm}$, $V_z = 36,34 \text{ kN}$

Stĺpy: $N = 36,34 \text{ kN}$

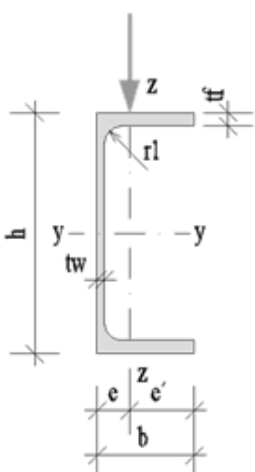
Nosník a stĺpy budú tvorené dvojicou UPE profilov (nosník 2x UPE180, stĺpy 2x UPE120). Z toho dôvodu boli pri posúdení prierezov uvažované s polovičnou hodnotou vnútorných síl. Dvojice UPE profilov budú k sebe privarené nosnými zvarmi po celej dĺžke profilov. Po zvarení budú vytvárať uzavreté profily.

V päte stĺpov budú navarené ocelové platne rozmerov 200x200 mm hrúbky 15 mm cez ktoré sa budú kotviť do betónového podkladu pomocou chemických kotiev 4xM16. Spoj nosníka a stĺpov bude zvaraný nosným, nosník bude položený zhora na stĺpy, nie privarený zboku o stĺpy. Ocelové prvky musia byť následne ošetrené protikoróznou úpravou.

So stavebnými prvkami možno manipulovať až po ich úplnom odpojení od ostatnej konštrukcie. Priestory v bezprostrednom dotyku s plochami, ktoré môžu byť ohrozené pádom stavebnej suty musia byť výrazne a jednoznačne vyznačené a fyzicky oddelené od možného vstupu nepovolaných osôb.

Búracie práce zabezpečiť, aby tak boli vykonané všetky dostupné opatrenia na zníženie rizika a aby boli vybrané primerané technologické postupy, pri stálom dozore zodpovednej osoby. V prípade akýchkoľvek nejasností počas búracích práce treba neodkladne zastaviť práce a privolať na konzultáciu statika. Rozoberanie dočasného podperného systému musí byť postupné a musia sa sledovať zmeny na zostávajúcej konštrukcii, pri spozorovaní akýchkoľvek zmien treba prerušiť odstraňovanie podperného systému a privolať na konzultáciu statika.

NORMA:	STN EN 1993-1-1	OVERENIE:	OHYB + ŠMYK
DÁTUM:	December 2017	PRVKY:	UPE

PROFIL	SCHÉMA	MATERIÁL
UPE180 $h = 0,180$ m $b = 0,070$ m $t_w = 0,00510$ m $t_f = 0,00850$ m $r_1 = 0,0090$ m $r_2 = 0,0000$ m $e = 0,0214$ m $e' = 0,0486$ m $A = 2,06E-03$ m ² $I_y = 1,08E-05$ m ⁴ $W_y = 1,20E-04$ m ³ $W_{y,pl} = 1,39E-04$ m ³ $i_y = 0,0725$ m $I_z = 1,01E-06$ m ⁴ $W_{z1} = 2,08E-05$ m ³ $W_{z2} = 4,71E-05$ m ³ $I_z = 0,0222$ m		PEVNOSTNÁ TRIEDA OCELE S235 $f_y = 235000$ kPa $f_u = 360000$ kPa $E = 210000$ MPa $G \approx 80769$ MPa $\nu = 0,30$ - $\alpha = 0,000012$ K ⁻¹ pre $T \leq 100$ °C PARCIÁLNE SÚČINITELE SPOLIAHLIVOSTI: $\gamma_{M0} = 1,00$ $\gamma_{M1} = 1,00$ $\gamma_{M2} = 1,25$
		ZAŤAŽENIE $M_{y,Ed} = 23,19$ kN.m $V_{Ed} = 36,34$ kN

URČENIE TRIEDY PRIEREZU

POMOCNÉ VÝPOČTY

$$\begin{aligned} \epsilon &= 1,0000 \\ c_w &= 0,14500 \text{ m} \rightarrow c_w/t_w = 28,43 \\ c_f &= 0,05590 \text{ m} \rightarrow c_f/t_f = 6,58 \end{aligned}$$

PÁSNICA	class 1:	$c/t \leq 9\epsilon$	1	6,58	\leq	9,00		
...f...	class 2:	$9\epsilon < c/t \leq 10\epsilon$	0	9,00	$<$	6,58	\leq	10,00
	class 3:	$10\epsilon < c/t \leq 14\epsilon$	0	10,00	$<$	6,58	\leq	14,00
	class 4:	$c/t > 14\epsilon$	0			6,58	$>$	14,00
	TRIEDA		1					

STENA	class 1:	$c/t \leq 72\epsilon$	1	28,43	\leq	72,00		
...w...	class 2:	$72\epsilon < c/t \leq 83\epsilon$	0	72,00	$<$	28,43	\leq	83,00
	class 3:	$83\epsilon < c/t \leq 124\epsilon$	0	83,00	$<$	28,43	\leq	124,00
	class 4:	$c/t > 124\epsilon$	0			28,43	$>$	124,00
	TRIEDA		1					

TRIEDA PRIEREZU | 1

OVERENIE OHYBOVEJ ODOLNOSTI

$M_{Ed}/M_{c,Rd} \leq 1,0$	$M_{c,Rd} = 32,67$ kN.m $0,71$ ► VYHOVUJE 70,98%	$M_{pl,Rd} = 32,67$ kN.m $M_{el,Rd} = 28,20$ kN.m	class 1: 32,67 class 2: 0,00 class 3: 0,00 class 4: 0,00
----------------------------	---	--	---

OVERENIE ŠMYKOVEJ ODOLNOSTI

$V_{Ed}/V_{c,Rd} \leq 1,0$	$V_{c,Rd} = 134,30$ kN $0,27$ ► VYHOVUJE 27,06%	$A_v = 9,899E-04$ m ²
----------------------------	--	----------------------------------

NORMA:	STN EN 1993-1-1	OVERENIE:	VZPERNÁ ODOLNOSŤ $N_{b,Rd}$
DÁTUM:	December 2017	PRVKY:	UPE

PROFIL				SCHÉMA		MATERIÁL																														
UPE100						PEVNOSTNÁ TRIEDA OCELE S235																														
$h = 0,100 \text{ m}$ $b = 0,046 \text{ m}$ $t_w = 0,00450 \text{ m}$ $t_f = 0,00740 \text{ m}$ $r_1 = 0,0070 \text{ m}$ $r_2 = 0,0000 \text{ m}$ $e = 0,0153 \text{ m}$ $e' = 0,0307 \text{ m}$ $A = 1,09E-03 \text{ m}^2$ $I_y = 1,73E-06 \text{ m}^4$ $W_y = 3,46E-05 \text{ m}^3$ $W_{y,pl} = 4,13E-05 \text{ m}^3$ $i_y = 0,0399 \text{ m}$ $I_z = 2,28E-07 \text{ m}^4$ $W_{z1} = 7,44E-06 \text{ m}^3$ $W_{z2} = 1,49E-05 \text{ m}^3$ $i_z = 0,0145 \text{ m}$						$f_y = 235000 \text{ kPa}$ $f_u = 360000 \text{ kPa}$ $E = 210000 \text{ MPa}$ $G \approx 80769 \text{ MPa}$ $\nu = 0,30 \text{ -}$ $\alpha = 0,000012 \text{ K}^{-1}$ pre $T \leq 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$																														
						PARCIÁLNE SÚČINITELE SPOLAHLIVOSTI:																														
						$\gamma_{M0} = 1,00$ $\gamma_{M1} = 1,00$ $\gamma_{M2} = 1,25$																														
						ZAŤAŽENIE																														
						$N_{Ed} = 18,17 \text{ kN}$																														
VZPERNÉ DĹŽKY				VZPERNÁ KRIVKA PRIEREZU		POMOCNÉ - VŠEO. VÝPOČTY																														
<table><tr><td></td><td>$l \text{ (m)}$</td><td>β</td><td>$l_{cr} \text{ (m)}$</td></tr><tr><td>y-y</td><td>2,9</td><td>1,50</td><td>4,35</td></tr><tr><td>z-z</td><td>2,9</td><td>1,50</td><td>4,35</td></tr></table>					$l \text{ (m)}$	β	$l_{cr} \text{ (m)}$	y-y	2,9	1,50	4,35	z-z	2,9	1,50	4,35	<table><tr><td></td><td>krivka</td><td>α</td></tr><tr><td>y-y</td><td>d</td><td>0,76</td></tr><tr><td>z-z</td><td>a0</td><td>0,13</td></tr></table>			krivka	α	y-y	d	0,76	z-z	a0	0,13	<table><tr><td>$\lambda_y = 109,02$</td><td>(\perp na Y)</td></tr><tr><td>$\lambda_z = 300,00$</td><td>(\perp na Z)</td></tr><tr><td>$N_{cr,y} = 189,49$</td><td>kN</td></tr><tr><td>$N_{cr,z} = 24,97$</td><td>kN</td></tr></table>		$\lambda_y = 109,02$	(\perp na Y)	$\lambda_z = 300,00$	(\perp na Z)	$N_{cr,y} = 189,49$	kN	$N_{cr,z} = 24,97$	kN
	$l \text{ (m)}$	β	$l_{cr} \text{ (m)}$																																	
y-y	2,9	1,50	4,35																																	
z-z	2,9	1,50	4,35																																	
	krivka	α																																		
y-y	d	0,76																																		
z-z	a0	0,13																																		
$\lambda_y = 109,02$	(\perp na Y)																																			
$\lambda_z = 300,00$	(\perp na Z)																																			
$N_{cr,y} = 189,49$	kN																																			
$N_{cr,z} = 24,97$	kN																																			
				POZN.: "a1" je v STN EN ako "a"																																

URČENIE TRIEDY PRIEREZU V TLAKU

POMOCNÉ VÝPOČTY

$$\begin{aligned} \epsilon &= 1,0000 \\ c_w &= 0,07120 \text{ m} \rightarrow c_w/t_w = 15,82 \\ c_f &= 0,03450 \text{ m} \rightarrow c_f/t_f = 4,66 \end{aligned}$$

PÁSNICA	class 1: $c/t \leq 9\epsilon$	1	4,66	\leq	9,00		
...f...	class 2: $9\epsilon < c/t \leq 10\epsilon$	0	9,00	$<$	4,66	\leq	10,00
	class 3: $10\epsilon < c/t \leq 14\epsilon$	0	10,00	$<$	4,66	\leq	14,00
	class 4: $c/t > 14\epsilon$	0			4,66	$>$	14,00
	TRIEDA	1					

STENA	class 1: $c/t \leq 33\epsilon$	1	15,82	\leq	33,00		
...w...	class 2: $33\epsilon < c/t \leq 38\epsilon$	0	33,00	$<$	15,82	\leq	38,00
	class 3: $38\epsilon < c/t \leq 42\epsilon$	0	38,00	$<$	15,82	\leq	42,00
	class 4: $c/t > 42\epsilon$	0			15,82	$>$	42,00
	TRIEDA	1					

TRIEDA PRIEREZU | 1

OVERENIE VZPERNEJ ODOLNOSTI

$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1,0$	$N_{b,Rd} = 24,08 \text{ kN}$	$\chi_{min} = 0,0940$	$\lambda_1 = 93,90$			
				$\bar{\lambda}$	Φ	χ
	0,75		y-y	1,1610	1,5392	0,3922
	► VYHOVUJE	75.45%	z-z	3.1949	5.7983	0.0940

6. Poruchy konštrukcie

Nosná konštrukcia objektu je tvorená oceľovými prvkami zdvojených UPE profilov, stĺpy 2xUPE120 a nosníky 2xUPE180. Stúženie objektu zabezpečuje stropná doska z trapézových plechov s nadbetónávkou a v krajných moduloch zavetrovacie diagonálny z IPE profilov. Samotná nosná konštrukcia nevykazuje statické poruchy. Poruchy v podobe trhlín sa vyskytujú len na štítových stenách objektu, ktoré nemajú nosnú funkciu, ale len výplňovú. Trhliny sú spôsobené priečnym zavetrením konštrukcie len v krajných poliach, v strednom poli zavetrenie nie je. Trhliny na severnej fasáde objektu sú takmer nebadateľné, t.j. nie je nutné sa zaoberať ich zacelením prípadne úpravou kontaktného zatepl'ovacieho systému. Trhlina na južnej fasáde prebieha po celej výške steny, trhlina nevykazuje aktivitu. Pre zabezpečenie kontaktného zatepl'ovacieho systému proti vzniku trhliny v danom mieste navrhujem vložiť v mieste trhliny do zatepl'ovacieho systému dilatačné lištu, ktorá zabráni prekresleniu trhliny na novú konštrukciu fasády, v prípade jej aktivácie pri silnom vetre.

7. Záver

Záverom je možné skonštatovať, že pri dodržaní technologického postupu kotvenia zatepl'ovacieho systému a pri dodržaní potrebného počtu kotiev je ukotvenie zateplenia zo statického hľadiska vyhovujúce. **Pri voľbe kotiev treba zohľadniť podklad škvarebetón/betón. Jestvujúce stromy do vzdialenosti 6,0 m od obvodového plášťa bytového domu odporúčam odstrániť, nakoľko ich koreňové sústavy môžu narúšať základové konštrukcie objektu ako aj nový odkvapový chodník !!! Náhradný rám prenášajúci zaťaženie z odstráneného stĺpa bude kotvený v päte stĺpov pomocou oceľových platní hr. 15 mm kotvených na chemické kotvy 4x M16.**

Vypracoval: Ing. Róbert Sonnenschein, PhD.