

TEPELNOTECHNICKÝ POSUDOK BUDOVY

spracovaný podľa STN 73 0540-2: 2019 a STN 73 0540-3: 2012

Názov stavby: Budova MZVaEZ SR – oprava fasády, II. etapa

Miesto stavby: Hlboká cesta 2, 833 36 Bratislava

Investor: Ministerstvo zahraničných vecí a európskych záležitostí
Slovenskej republiky,
Hlboká cesta 2, 833 36 Bratislava 27

Vypracoval: 3S-Projekt, s.r.o.
Boldog 145, 925 26 Boldog

Meno, priezvisko, titul spracovateľa: **Ing. Zsolt Straňák**

Registračné číslo spracovateľa: **4716*Z*I1**

Miesto a dátum vypracovania posudku: Boldog, 12/2020



1. Úvod

Objednávateľom tohto odborného posudku nám bola zadaná nasledovná úloha:

1. Návrh a posúdenie skladby obvodových konštrukcií podľa STN 73 0540-2+Z1+Z2: 2019.

Tento odborný posudok sa nevyjadruje k žiadnym iným technickým a právnym požiadavkám na výstavbu.

2. Podklady posudku

1. STN 73 0540-1: 2002 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 1: Terminológia
2. STN 73 0540-2+Z1+Z2: 2019 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 2: Funkčné požiadavky, Konsolidované znenie.
3. STN 73 0540-3: 2012 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov
4. STN EN ISO 13790/NA/Z1 Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie (ISO13790:2008)
5. Zuzana Sternová : Zatepľovanie budov, tepelná ochrana
6. Projektová dokumentácia: Budova MZVaEZ SR – oprava fasády, II. etapa., Hlboká cesta 2, 833 36 Bratislava

a ďalšie príslušné právne predpisy a súvisiace technické normy.

3. Opis budovy:

Oprava fasády rieši druhú časť výmeny zateplenia fasády budovy MZVaEZ - Ministerstva zahraničných vecí a európskych záležitostí Slovenskej republiky na Hlbokej ceste č.2 v Bratislave časti Staré mesto na parcele č.p. 3715/1.

Riešený objekt sa nachádza v pamiatkovej zóne Bratislava – centrálna mestská oblasť, bol vyhodnotený ako objekt s pamiatkovými hodnotami (Zásady ochrany pamiatkového územia Pamiatková zóna Bratislava – centrálna mestská oblasť z 03.12.2015). Bol postavený v 40-tych rokoch 20.st. podľa projektu jedného z najvýznamnejších medzivojnových architektov Juraja Tvarožka. V 70-tych rokoch 20.st došlo k realizácii novodobej nízkej prístavby situovanej na severovýchodnej strane objektu. Koncom 20.st došlo k realizácii úprav objektu – nadstavba o jedno podlažie s klasicizujúcim tympanónom v atike a markízou nad vstupom. Primárny charakter architektonického výrazu aj po úpravách predstavuje omietková úprava prevažnej časti fasád, pôvodne v brizolitovom prevedení bielej farebnosti s hrúbkou zrna 6mm, zvýrazňujúca dominantné hlavné vstupné priečelie obložené travertínovým obkladom. V súčasnosti objekt slúži ako administratívna budova Ministerstva zahraničných vecí a európskych záležitostí Slovenskej republiky.

Fasáda navrhovaná na opravu bola zateplená polystyrénom v rámci komplexnej rekonštrukcie v 90-tych rokoch 20.st. Jej stav bol vyhodnotený ako nevyhovujúci vzhľadom k zatekaniu a deštrukcii povrchovej úpravy. Prvá etapa opravy fasády a nového zateplenia prebehla v roku 2017 – 2018. Predmetom riešenia tejto projektovej dokumentácie sú časti fasády objektu na ktorých nedošlo v prvej etape k výmene zateplenia, aktuálne zateplené polystyrénom hr. 70mm, vrátane výmeny výplní dverných a okenných otvorov, zábradlí, súvisiacich oplechovaní a preložení rozvodov technického zariadenia budovy. Rozsah je špecifikovaný vo výkresovej časti. V čelnej fasáde, ktorá je obložená klasickým travertínovým obkladom je oprava

v rozsahu výmeny výplní okenných otvorov a opravy povrchov kovových zábradlí francúzskych okien.

Vplyvom na poveternostných podmienok a kvality použitých materiálov a prevedenia zateplenia z 90-tych rokov 20.st je potrebná oprava v plnom rozsahu existujúceho zateplenia. Na omietanej časti fasády dochádza k tvorbe rias a plesní, kvalita vrstiev fasádneho plášťa je značne narušená, dochádza k deštrukcii povrchovej úpravy fasády. Riešenie negatívne ovplyvnilo aj podkladnú pôvodnú vrstvu brizolitovej omietky. V omietke vznikajú nesúdržné plochy, ktoré by mohli negatívne ovplyvniť kvalitu novorealizovaného zateplenia, preto je navrhované odstrániť pôvodné omietky až na fasádne murivo v plnom rozsahu novozateplovaných fasád.

Architektonické a stavebno-technické riešenie nadväzuje na prvú etapu opravy fasády z r. 2017 - 2018, zachováva všetky princípy stavebno-technických riešení detailov, materiálového aj farebného riešenia fasády a jej prvkov. Dodržiava podmienky Rozhodnutia KPÚ BA z 14.12.2015, Záväzného stanoviska KPÚ BA z 18.3.2016 a Zápisnice k výberu farebnosti prvkov fasády z 2.11.2017 (viď prílohy tejto správy). Rozsah prác predstavuje udržiavacie a rekonštrukčné práce, realizáciou ktorých nebudú dotknuté pamiatkové hodnoty predmetného územia. Pri rekonštrukcii budú aplikované tradičné výrazové prostriedky s uplatnením pôvodnej povrchovej úpravy fasád a zachovaním charakteru riešeného objektu.

Návrh zateplenia fasády

Navrhované riešenie opravy fasády celého komplexu spočíva v riešení nového kompaktného zateplovacieho systému (ETICS) minerálnou vlnou hr.120mm s povrchovou úpravou škrabanou omietkou na silikónovej báze zrnitosti 3mm vo farebnom odtieni RAL 9010 / STO 16287 / BAU 0019. Soklová časť objektu, aktuálne v materiálovom prevedení marmolit a obklad glazovaným kameninovým obkladom v rozsahu definovanom vo výkresovej časti bude nanovo omietnutá ~~resp. natretá farbou~~, bez zateplenia, vo farebnom odtieni odtieň RAL 7044 / JUB 050D Success 140 - 1454 / STO 16267 / BAU 0015

Nahradené budú výplne okenných a dverných otvorov. Jestvujúce drevené okná v zateplovanej časti fasády a čiastočne v soklovej nezateplovanej časti objektu budú nahradené novými výplňami. Použité budú drevené okná z europrofilov zasklené trojsklom.

4. Hodnotenie tepelného odporu obvodových konštrukcií objektu.

4.1. Súčiniteľ prechodu tepla a tepelný odpor konštrukcie.

S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody v miestnosti v zimnom období a splnenie energetických požiadaviek musia mať steny, strechy, stropy a podlahy vykurovaných alebo klimatizovaných bytových a nebytových budov v priestoroch s relatívnou vlhkosťou $\varphi_i \leq 80\%$ taký súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U , alebo tepelný odpor konštrukcie R , aby bola splnená podmienka

$$U \leq U_N, \text{ resp. } R \geq R_N$$

kde U_N je normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie vo $W/(m^2.K)$, normalizované hodnoty U_N sú pre bytové a nebytové budovy uvedené v tabuľke 3, U_N sú určené z hodnôt R_N a z príslušných odporov pri prestupe tepla na vnútornom a vonkajšom povrchu R_{si} a R_{se} podľa ST 73 0540-3

Tepelný odpor stavebnej konštrukcie sa stanovuje ako priemerná hodnota z tepelných odporov častí stavebnej konštrukcie vrátane tepelných mostov a stykov, prislúchajúca obalovej konštrukcii miestnosti.

Druh stavebnej konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie $W/(m^2 \cdot K)$					
	Maximálna hodnota U_{max}	Normalizovaná (požadovaná) hodnota U_N od 1. 1. 2013	Odporúčaná hodnota U_{r1} normalizovaná (požadovaná) od 1. 1. 2016	Cieľová hodnota od 1. 1. 2021		
				U_{r2} normalizovaná (požadovaná)	U_{r3} odporúčaná	
Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obytným priestorom so sklonom $> 45^\circ$ ^{a)}	0,46	0,32	0,22	0,22	0,15	
Plochá a šikmá strecha $\leq 45^\circ$ ^{b)}	0,30	0,20	0,15	0,15	0,10	
Strop nad vonkajším prostredím ^{a)}	0,30	0,20	0,15	0,15	0,10	
Strop pod nevykurovaným priestorom ^{b)}	0,35	0,25	0,20	0,20	0,15	
Stena s vodorovným tepelným tokom ^{c)} / strop s tepelným tokom zdola nahor ^{b)} / strop s tepelným tokom zhora nadol ^{a)} medzi vnútornými priestormi s rozdielnou teplotou vnútorného vzduchu v oddelených priestoroch:	Smer tepelného toku					
	Vodo- rovne	Zdola nahor	Zhora nadol	Vodo- rovne	Zdola nahor	Zhora nadol
	2,75	3,35	2,30	1,50	1,70	1,35
	1,80	2,00	1,60	1,05	1,10	0,95
	1,30	1,45	1,20	0,80	0,85	0,75
	1,05	1,10	0,95	0,65	0,70	0,60
	0,80	0,85	0,75	0,45	0,50	0,40
Odpor pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu konštrukcie je $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.						
^{a)} Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (tepelný tok zhora nadol).						
^{b)} Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (tepelný tok zdola nahor).						
^{c)} Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (tepelný tok vodorovne).						

Tabuľka 1 – Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie

4.2. Spôsob výpočtu a okrajové podmienky

Vnútorná teplota mala hodnotu $\theta_i = 20^\circ\text{C}$, relatívna vlhkosť vzduchu interiéru $\phi_i = 50\%$, súčiniteľ prestupu tepla $h_i = 7,69 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Výpočtová hodnota vonkajšieho vzduchu podľa normy mala hodnotu $\theta_e = -11^\circ\text{C}$, relatívna vlhkosť vzduchu exteriéru $\phi_e = 83\%$, súčiniteľ prestupu tepla $h_e = 25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Pre návrh a posúdenie skladby obvodových konštrukcií boli použité hore uvedené okrajové podmienky. Tepelnotechnické vlastnosti použitých stavebných materiálov boli prevzaté z normy STN 73 0540, Zmena 1.

Poznámka:

Komplexný tepelnotechnický výpočet a posúdenie stavebných konštrukcií podľa STN 730540-2/2019, STN EN ISO 6946/2008 a STN EN ISO 13370/2008 je v prílohe č. 1

5. Záver

Na základe komplexného tepelnotechnického posúdenia je možné konštatovať, že:

- fragmenty obvodových stien **vyhovujú** požiadavkám STN 73 0540-2 z hľadiska tepelného odporu, resp. súčiniteľa prechodu tepla, z hľadiska hygienického kritéria (riziko vzniku plesní) ako aj z hľadiska vlhkostného režimu konštrukcie

Tepelnotechnické vlastnosti navrhovaných konštrukcií:

Konštrukcia	Vypočítaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie U (W/m^2K)	Normalizovaná (požadovaná) hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie U (W/m^2K)	Posúdenie podľa STN 73 0540 - 2
Obvodová stena OS1	0,27	0,32	vyhovuje
Obvodová stena OS2	0,17	0,32	vyhovuje
Obvodová stena OS3	0,18	0,32	vyhovuje

Poznámka:

Obvodová stena OS1 – Murivo z tehál PP hr.450 mm + zateplenie,

Obvodová stena OS2 – Murivo z tehál Porotherm hr.440 mm + zateplenie,

Obvodová stena OS3 – Murivo z tehál Porotherm hr.380 mm + zateplenie,

Príloha č.1

Komplexný tepelnotechnický výpočet a posúdenie stavebných konštrukcií podľa
STN 730540/2019, STN EN ISO 6946/2008 a STN EN ISO 13370/2008

ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMIENKY:

EXTERIÉR: Bratislava

Teplota vzduchu ThetaE(Oe): -11.0°C
 Relatívna vlhkosť vzduchu FiE(Fe): 83.0 %
 Odpor pri prestupe tepla Rse: 0.04 m2K/W
 Pohltivosť slnečného žiarenia Alfa: 0.93
 Redukcia na orientáciu Red: 0.70

INTERIÉR: Kancelárie

Teplota vzduchu ThetaI(Oi): 20.0°C
 Relatívna vlhkosť vzduchu FiI(Fi): 50.0 %
 Odpor pri prestupe tepla Rsi: 0.13 m2K/W
 Bezpečnostná prírážka DeltaThetaSI(DOsi): 0.20 K

ZADANÁ SKLADBA KONŠTRUKCIE (OBVODOVÁ STENA - z interiéru):

STAVEBNÝ MATERIÁL [vrstva]	HRÚBKA [m]	LAMBDA [W/mK]	RO [kg/m3]	c [J/kgK]	μ [-]
1 Vápennocement.omietka	0.0150	0.9900	2000.0	790.0	19.0
2 Murivo z PP tehál	0.4500	0.8000	1700.0	900.0	8.5
3 Lepiaca malta	0.0030	0.8000	1300.0	1000.0	18.0
4 Dosky z mineral.vlny	0.1200	0.0410	175.0	880.0	4.0
5 Lepiaca malta	0.0030	0.8000	1300.0	1000.0	18.0
6 Finalna omietka	0.0020	0.7000	1800.0	1000.0	40.0

VÝSLEDKY VÝPOČTU:

Tepelný odpor konštrukcie R: 3.51 m2K/W
 Odpor pri prechode tepla Ro: 3.68 m2K/W
 Súčiniteľ prechodu tepla U: 0.27 W/m2K
 Difúzny odpor konštrukcie Rd: 25.38 E9 m/s
 Vnútoraná povrchová teplota .. ThetaSI(Osi): 18.91°C

POSÚDENIE KONŠTRUKCIE:

Súčiniteľ prechodu tepla	U = 0.27 W/m2K < Un = 0.32 W/m2K	vyhovuje
Riziko vzniku plesní	Osi = 18.91°C > Osi,n = 12.82°C	vyhovuje

TEPELNÉ A DIFÚZNE ODPORY VRSTIEV A PRIEBEH TEPLÔT A PARCIÁLNYCH TLAKOV:

Vrstva	R [m2K/W]	Rd E-9[m/s]	O [°C]	Pd [Pa]	Psat [Pa]	Vodná para na rozhraní
0	----	----	18.91	1168.37	2183.26	nekondenzuje
1	0.015	1.51	18.78	1110.43	2165.96	nekondenzuje
2	0.563	20.32	14.05	332.85	1602.84	nekondenzuje
3	0.004	0.29	14.02	321.87	1599.56	nekondenzuje
4	2.927	2.55	-10.61	224.29	245.88	nekondenzuje
5	0.004	0.29	-10.64	213.31	245.19	nekondenzuje
6	0.003	0.42	-10.66	197.05	244.66	nekondenzuje

Pri teplote Oe= -11.0°C nedochádza ku kondenzácii vo vnútri konštrukcie

ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMIENKY:

EXTERIÉR: Bratislava

Teplota vzduchu ThetaE(Oe): -11.0°C
 Relatívna vlhkosť vzduchu FiE(Fe): 83.0 %
 Odpor pri prestupe tepla Rse: 0.04 m2K/W
 Pohltivosť slnečného žiarenia Alfa: 0.93
 Redukcia na orientáciu Red: 0.70

INTERIÉR: Kancelárie

Teplota vzduchu ThetaI(Oi): 20.0°C
 Relatívna vlhkosť vzduchu FiI(Fi): 50.0 %
 Odpor pri prestupe tepla Rsi: 0.13 m2K/W
 Bezpečnostná prírážka DeltaThetaSI(DOsi): 0.20 K

ZADANÁ SKLADBA KONŠTRUKCIE (OBVODOVÁ STENA - z interiéru):

STAVEBNÝ MATERIÁL [vrstva]	HRÚBKA [m]	LAMBDA [W/mK]	RO [kg/m3]	c [J/kgK]	μ [-]
1 Vápennocement.omietka	0.0150	0.9900	2000.0	790.0	19.0
2 POROTHERM	0.4500	0.1560	750.0	1000.0	7.0
3 Lepiaca malta	0.0030	0.8000	1300.0	1000.0	18.0
4 Dosky z mineral.vlny	0.1200	0.0410	175.0	880.0	4.0
5 Lepiaca malta	0.0030	0.8000	1300.0	1000.0	18.0
6 Finalna omietka	0.0020	0.7000	1800.0	1000.0	40.0

VÝSLEDKY VÝPOČTU:

Tepelný odpor konštrukcie R: 5.84 m2K/W
 Odpor pri prechode tepla Ro: 6.01 m2K/W
 Súčiniteľ prechodu tepla U: 0.17 W/m2K
 Difúzny odpor konštrukcie Rd: 21.80 E9 m/s
 Vnútoraná povrchová teplota .. ThetaSI(Osi): 19.33°C

POSÚDENIE KONŠTRUKCIE:

Súčiniteľ prechodu tepla	U = 0.17 W/m2K < Un = 0.32 W/m2K	vyhovuje
Riziko vzniku plesní	Osi = 19.33°C > Osi,n = 12.82°C	vyhovuje

TEPELNÉ A DIFÚZNE ODPORY VRSTIEV A PRIEBEH TEPLÔT A PARCIÁLNYCH TLAKOV:

Vrstva	R [m2K/W]	Rd E-9[m/s]	O [°C]	Pd [Pa]	Psat [Pa]	Vodná para na rozhraní
0	----	----	19.33	1168.37	2241.51	nekondenzuje
1	0.015	1.51	19.25	1100.90	2230.64	nekondenzuje
2	2.885	16.73	4.36	355.19	834.26	nekondenzuje
3	0.004	0.29	4.34	342.40	833.13	nekondenzuje
4	2.927	2.55	-10.76	228.77	242.57	nekondenzuje
5	0.004	0.29	-10.78	215.99	242.15	nekondenzuje
6	0.003	0.42	-10.79	197.05	241.83	nekondenzuje

Pri teplote Oe= -11.0°C nedochádza ku kondenzácii vo vnútri konštrukcie

ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMIENKY:

EXTERIÉR: Bratislava

Teplota vzduchu ThetaE(Oe): -11.0°C
 Relatívna vlhkosť vzduchu FiE(Fe): 83.0 %
 Odpor pri prestupe tepla Rse: 0.04 m2K/W
 Pohltivosť slnečného žiarenia Alfa: 0.93
 Redukcia na orientáciu Red: 0.70

INTERIÉR: Kancelárie

Teplota vzduchu ThetaI(Oi): 20.0°C
 Relatívna vlhkosť vzduchu FiI(Fi): 50.0 %
 Odpor pri prestupe tepla Rsi: 0.13 m2K/W
 Bezpečnostná prírážka DeltaThetaSI(DOsi): 0.20 K

ZADANÁ SKLADBA KONŠTRUKCIE (OBVODOVÁ STENA - z interiéru):

STAVEBNÝ MATERIÁL [vrstva]	HRÚBKA [m]	LAMBDA [W/mK]	RO [kg/m3]	c [J/kgK]	μ [-]
1 Vápennocement.omietka	0.0150	0.9900	2000.0	790.0	19.0
2 POROTHERM	0.3800	0.1560	750.0	1000.0	7.0
3 Lepiaca malta	0.0030	0.8000	1300.0	1000.0	18.0
4 Dosky z mineral.vlny	0.1200	0.0410	175.0	880.0	4.0
5 Lepiaca malta	0.0030	0.8000	1300.0	1000.0	18.0
6 Finalna omietka	0.0020	0.7000	1800.0	1000.0	40.0

VÝSLEDKY VÝPOČTU:

Tepelný odpor konštrukcie R: 5.39 m2K/W
 Odpor pri prechode tepla Ro: 5.56 m2K/W
 Súčiniteľ prechodu tepla U: 0.18 W/m2K
 Difúzny odpor konštrukcie Rd: 19.19 E9 m/s
 Vnútoraná povrchová teplota .. ThetaSI(Osi): 19.27°C

POSÚDENIE KONŠTRUKCIE:

Súčiniteľ prechodu tepla	U = 0.18 W/m2K < Un = 0.32 W/m2K	vyhovuje
Riziko vzniku plesní	Osi = 19.27°C > Osi,n = 12.82°C	vyhovuje

TEPELNÉ A DIFÚZNE ODPORY VRSTIEV A PRIEBEH TEPLÔT A PARCIÁLNYCH TLAKOV:

Vrstva	R [m2K/W]	Rd E-9[m/s]	O [°C]	Pd [Pa]	Psat [Pa]	Vodná para na rozhraní
0	----	----	19.27	1168.37	2233.98	nekondenzuje
1	0.015	1.51	19.19	1091.75	2222.26	nekondenzuje
2	2.436	14.13	5.60	376.64	909.70	nekondenzuje
3	0.004	0.29	5.58	362.12	908.38	nekondenzuje
4	2.927	2.55	-10.74	233.08	242.99	nekondenzuje
5	0.004	0.29	-10.76	218.56	242.54	nekondenzuje
6	0.003	0.42	-10.78	197.05	242.19	nekondenzuje

Pri teplote Oe= -11.0°C nedochádza ku kondenzácii vo vnútri konštrukcie