

Obsah :

1.	Úvod	2
1.1.	Použité podklady	2
1.2.	Použité symboly	2
2.	Základné údaje charakterizujúce stavbu.....	3
3.	Tepelno-technické požiadavky	3
3.1.	Normové požiadavky	3
3.2.	Okrajové podmienky	7
3.3.	Materiálové charakteristiky	7
3.4.	Tepelno-technické vyhodnotenie	8
4.	Úspora tepla navrhovanou obnovou	15
5.	Záver	15

1. Úvod

Predmetom posúdenia je stanoviť tepelnotechnické parametre jednotlivých obalových konštrukcií - strecha, obvodové steny, výplne otvorov - v deklarovanej skladbe vrátane tepelných mostov a okien, t.j. tepelný odpor, súčiniteľ prechodu tepla (hodnota U), teplota vnútorného povrchu, kondenzácia vodných pár, priepustnosť vzduchu, spotrebu energie na vykurovanie objektu a dokladovať ich výpočtom podľa platných STN pre klimatické podmienky situovaného objektu.

Stavba sa musí navrhnuť a postaviť tak, aby bola počas užívania energeticky hospodárna vzhľadom na klimatické podmienky a predpokladaný účel užívania. Posúdenie vychádza z požiadaviek základnej tepelnotechnickej normy STN 73 0540: 2012.

1.1. Použité podklady

Pri riešení daného problému boli použité nasledovne podklady:

1. Vyhláška MVRR SR č. 364/2012 Z. z., ktorou sa vykonáva, od 1.1.2013, zákon č.555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
2. Zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
3. Platné normy STN (predovšetkým STN 73 0540:2012 - Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov) a súvisiace predpisy.
4. STN EN ISO 13790 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie.
5. Projektová dokumentácia pre stavebné povolenie objektu v rozpracovanom štádiu
6. Sternová,Z., Bendžalová,J., Rakovský,Š.: Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov - Časť 1-4 Komentár k STN 73 0540:2002. VVÚPS-NOVA Bratislava, 2002. ;
7. Halahyja,M. - Chmúrny,I. - Sternová.Z.: Stavebná tepelná technika – Tepelná ochrana budov. JAGA group Bratislava 1998.
8. Chmúrny,I.: Tepelná ochrana budov. Jaga group Bratislava, 2003.
9. Katalógy výrobcov použitých stavebných konštrukcií, poskytnuté objednávateľom posudku.

1.2. Použité symboly

λ	[W/(m.K)]	súčiniteľ tepelnej vodivosti
R	[m ² .K/W]	odpory pri prestupe tepla
w	[m]	celková hrúbka obvodovej steny
A	[m ²]	pôdorysná plocha
P	[m]	obvod podlahy
B'	[m]	charakteristický rozmer podlahy
d_n	[m]	hrúbka okrajovej izolácie
D	[m]	hlbka zvislej okrajovej izolácie pod úrovňou terénu
U	[W/(m ² .K)]	súčiniteľ prechodu tepla
Ψ_g	[W/(m.K)]	lineárny stratový súčiniteľ
l_g	[m]	obvod zasklenia v krídle
$\Delta\Psi$	[-]	Korekčný stratový súčiniteľ
π	[-]	Ludolfovo číslo

2. *Základné údaje charakterizujúce stavbu*

Projekt pre stavebné konanie rieši obnovu obecného úradu a kultúrneho domu v obci Topoľovka. Ide o komplexné zateplenie stavby za účelom zníženia energetickej náročnosti na prevádzku, zníženie emisií CO₂ a vynovenie obalových konštrukcií objektu. Objekt obecného úradu a kultúrneho domu obce Topoľovka sa nachádza na parcele 496 k.ú. Topoľovka a je evidovaná pod súpisným číslom 1. Hlavný vstup do objektu je situovaný zo severozápadnej strany.

Konštrukcie – jestvujúci stav

Jedná sa o murovanú, podpivničenú, dvojpodlažnú budovu postavenú v 70-tych rokoch. Steny sú murované z tehál hr. 400 mm, povrch stien je opatrený VC omietkou a brizolitom. Podlaha na teréne je betónová s nášľapnou vrstvou z PVC a keramickej dlažby. Stropy medzi podlažiami sú monolitické betónové hr. 200 mm. Strop nad 2.np je drevený trámový. Objekt je zastrešený šikmou a pultovou strechou podľa výkresovej dokumentácie. Výplne otvorov sú staré drevené s jednoduchým zasklením.

Konštrukcie – po navrhovanej obnove

Obvodové steny budú zateplené fasádnym polystyrénom EPS-F hr. 150 mm. Obvodové steny v oblasti sokla budú zateplené tepelnou izoláciou styrodur C hr. 80 mm. Strop povaly bude zateplený minerálnou vlnou hr. 2x150 mm medzi väzníkmi. Niektoré okenné konštrukcie budú demontované a nahradené novými plastovými oknami s $U_w=0,98$ W/m²K. Strop suterénu bude zateplený polystyrénom EPS hr. 80 mm.

Pre tepelno-technické posúdenie sú rozhodujúce ochladzované konštrukcie, preto sú popísané skladby iba týchto stavebných konštrukcií. Presné skladby jednotlivých stavebných konštrukcií sú uvedené v časti ASR tohto projektu.

3. *Tepelnotechnické požiadavky*

3.1. Normové požiadavky

Tepelný odpor resp. súčiniteľ prechodu tepla je stanovený na základe STN 73 0540-2:2012, STN EN ISO 6946, STN EN ISO 13 370. Vlastnosti stavebných výrobkov sú uvažované podľa STN 73 0540-3:2012, ako aj hodnoty deklarované výrobcami jednotlivých materiálov hlavnej tepelnej izolácie.

$$U_k \leq U_N \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$$

Tabuľka 1 – Požiadavky na hodnoty U

Druh stavebnej konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie W/(m ² ·K)												
	Maximálna hodnota <i>U</i> _{max}			Normalizovaná (požadovaná) hodnota <i>U</i> _n			Odporúčaná hodnota <i>U</i> ₁			Cieľová odporúčaná hodnota <i>U</i> ₂			
Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obýtnym priestorom so sklonom > 45°	0,46			0,32			0,22			0,15			
Plochá a šikmá strecha ≤ 45°	0,30			0,20			0,10			0,10			
Strop nad vonkajším prostredím ^{a)}	0,30			0,20			0,10			0,10			
Strop pod nevykurovaným priestorom ^{b)}	0,35			0,25			0,15			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	Vodo- rovne	Zdola nahor	Zhora nadol	Vodo- rovne	Zdola nahor	Zhora nadol	
	– do 10 K	2,75	3,35	2,30	1,50	1,70	1,35	1,00	1,2	0,85	1,00	0,95	0,60
	– do 15 K	1,80	2,00	1,60	1,05	1,10	0,95	0,70	0,75	0,60	0,70	0,50	0,35
	– do 20 K	1,30	1,45	1,20	0,80	0,85	0,75	0,55	0,60	0,50	0,55	0,35	0,25
	– do 25 K	1,05	1,10	0,95	0,65	0,70	0,60	0,45	0,50	0,40	0,45	0,30	0,20
	– nad 25 K	0,80	0,85	0,75	0,45	0,50	0,40	0,35	0,40	0,30	0,35	0,25	0,15

Odpor pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu konštrukcie je *R*_{se} = 0,04 m²·K/W.

^{a)} Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je *R*_{si} = 0,17 m²·K/W (tepelný tok zhora nadol).

^{b)} Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je *R*_{si} = 0,10 m²·K/W (tepelný tok zdola nahor).

^{c)} Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je *R*_{si} = 0,13 m²·K/W (tepelný tok vodorovne).

Druh stavebnej konštrukcie	Tepelný odpor konštrukcie W/(m ² ·K)												
	Minimálna hodnota R _{min}	Normalizovaná hodnota R _N			Odporúčaná hodnota R _{r1}			Cieľová odporúčaná hodnota R _{r2}					
Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obytným priestorom so sklonom > 45°	2,0	3,0			4,4			6,5					
Plochá a šikmá strecha ≤ 45°	3,2	4,9			9,9			9,9					
Strop nad vonkajším prostredím	3,1	4,8			9,8			9,8					
Strop pod nevykurovaným priestorom	2,7	3,9			6,5			6,5					
Stena s vodorovným tepelným tokom/strop s tepelným tokom zdola nahor/strop s tepelným tokom zhora nadol medzi vnútornými priestormi s rozdielnou teplotou vnútorného vzduchu v oddelených priestoroch:	Smer tepelného toku			Smer tepelného toku			Smer tepelného toku			Smer tepelného toku			
	Vodo- rovne	Zdola nahor	Zhora nadol	Vodo- rovne	Zdola nahor	Zhora nadol	Vodo- rovne	Zdola nahor	Zhora nadol	Vodo- rovne	Zdola nahor	Zhora nadol	
	– do 10 K	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,7	0,6	1,3	0,7	0,9	1,4
	– do 15 K	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0,7	1,2	1,1	2,5	1,2	1,8	2,6
	– do 20 K	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,6	1,5	3,7	1,6	2,7	3,8
	– do 25 K	0,7	0,7	0,7	1,3	1,2	1,3	2,0	1,8	4,7	2,0	3,1	4,8
	– nad 25 K	1,0	1,0	1,0	2,0	1,8	2,2	2,6	2,3	6,3	2,6	3,8	6,5
Stena vykurovaného priestoru prifaľá k zemi pri hĺbke zeminy:													
– do 0,5 m	1,5			2,0			2,5			2,5			
– nad 0,5 m do 2,0 m	1,0			1,5			2,0			2,0			
– nad 2,0 m	0,7			1,2			1,5			1,5			
Podlaha vykurovaného priestoru na teréne:													
– v úrovni do 0,5 m pod vonkajším terénom a do vzdialenosti 2,0 m od vnútorného povrchu vonkajšej steny	1,5			2,3			2,5			2,5			
– ostatné prípady	1,0			1,5			2,0			2,0			

Tepelná priepustnosť podláh na teréne

Tepelná priepustnosť podláh na teréne sa určí presne podľa STN EN ISO 13370. Pri overovaní vlastností súčiniteľa prechodu tepla a tepelnej priepustnosti sa berie do úvahy súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy $\lambda = 2,0 \text{ W/(m.K)}$.

Charakteristický rozmer podlahy B' v m sa definuje podielom plochy podlahy a polovice jej obvodu na zohľadnenie trojrozmerného priestorového tepelného toku v zemine:

$$B' = A / 0,5 P$$

P - vyjadruje obvod podlahy, pričom:

- v prípade hodnotenia celej budovy sa P rovná celkovému obvodu budovy a A celkovej pôdorysnej plochy určenej z vonkajších rozmerov;
- pri výpočte tepelnej straty časti budovy (napríklad pre jeden dom v radovej zástavbe) P obsahuje dĺžku obvodových stien, ktoré oddeľujú vykurovaný priestor od vonkajšieho prostredia, a neobsahuje dĺžku stien oddeľujúcich posudzovanú časť budovy od ostatných častí a A je pôdorysná plocha posudzovanej časti;
- nevykurované priestory mimo izolovaného obalu budovy, ako sú napríklad vstupné haly, prístavby garáží alebo sklady pri výpočte P a A sa nezapočítavajú (dĺžka steny medzi vykurovanou budovou a nevykurovaným priestorom sa však v obvode započítava; tepelné straty do zeminy sa posudzujú tak, ako keby nevykurované priestory neexistovali).

Súčiniteľ prechodu tepla závisí od charakteristického rozmeru B' a od ekvivalentnej hrúbky dt , ktorá sa určí z rovnice

$$dt = w + \lambda (R_{si} + R_f + R_{se})$$

kde λ - je súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy vo W/(m.K) ;

R_{si} , R_{se} - odpory pri prestupe tepla v $\text{m}^2.\text{K/W}$ podľa STN EN ISO 6946 a STN 73 0540

w - celková hrúbka obvodovej steny v m;

R_f - tepelný odpor podlahy na teréne určený z tepelných odporov vrstiev nad hydroizoláciou proti zemnej vlhkosti v $\text{m}^2.\text{K/W}$.

Pri štrkových vrstvách pod podlahou sa predpokladá rovnaká tepelná vodivosť ako pri zemine.

Ak $dt < B'$ (neizolované a mierne izolované podlahy), potom

$$U_o = (2\lambda / \pi B' + dt) \ln (\pi B' / dt + 1)$$

Ak $dt \geq B'$ (dobře izolované podlahy), potom

$$U_o = \lambda / 0,457 B' + dt$$

Na podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch

$$U = U_o$$

a na podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch

$$U = U_o + 2\Delta\psi / B'$$

Ustálená tepelná vodivosť (priepustnosť) je

$$L_s = A U_o + P \Delta\psi$$

Podlaha na teréne s izoláciou po okrajoch

Podlaha na teréne môže mať tepelnú izoláciu po okrajoch, ktorá sa umiestňuje buď vodorovne, alebo zvisle pri obvode podlahy. Vzťahy v tomto článku platia vtedy, ak je šírka alebo výška D izolácie po okraji malá v pomere k šírke budovy.

Vplyv prídavnej efektívnej hrúbky d' v dôsledku tepelnej izolácie s hrúbkou dn po okrajoch sa určí vzťahom

$$d' = RD \lambda - dn$$

kde RD - tepelný odpor vodorovnej alebo zvislej okrajovej izolácie po okraji v $m^2.K/W$;
 dn - hrúbka okrajovej izolácie v m.

Pre izoláciu umiestnenú vodorovne po obvode podlahy platí vzťah

$$\Delta \Psi = -\lambda / \pi [\ln(D/(dt) + 1) - \ln(D/(dt+d')) + 1]$$

kde D - šírka vodorovnej okrajovej izolácie v m;
 dt - sa definuje vzťahom

Pre izoláciu umiestnenú zvisle pod terénom na obvode podlahy platí vzťah

$$\Delta \Psi = -\lambda / \pi [\ln(2D/(dt) + 1) - \ln(2D/(dt+d')) + 1]$$

kde D - je hĺbka zvislej okrajovej izolácie pod úrovňou terénu v m.

Súčiniteľ prechodu tepla oknom

Súčiniteľ prechodu tepla okien alebo dverí U vo $W/(m^2.K)$ sa určuje zo vzťahu

$$U = U_g A_g + U_f A_f + \Psi_g l_g / A_g + A_f$$

Kde U_f - je súčiniteľ prechodu tepla rámu a krídla vo $W/(m^2.K)$;
 U_g - súčiniteľ prechodu tepla zasklenia vo $W/(m^2.K)$;
 Ψ_g - lineárny stratový súčiniteľ vo $W/(m.K)$;
 l_g - obvod zasklenia v krídle v m.

Plocha rámu A_f a plocha zasklenia A_g v m^2 sa určí priemetom na rovinu rovnobežnú so zasklením. Ak sú tieto plochy rozličné pri pohľade z interiéru (resp. z exteriéru), potom sa berie do úvahy väčšia plocha. Ak je obvod zasklenia v krídle okna l_g rozličný pri pohľade na okno z interiéru (resp. exteriéru), potom sa berie do úvahy dlhší obvod za reprezentatívny. Hodnoty lineárneho stratového súčiniteľa pri kovových dištančných profiloch izolačných zasklení uvádza tabuľka 2. Na iné dištančné profily sa použije numerický výpočet podľa STN EN ISO 10211-1 alebo výsledky získané meraním.

Hodnoty lineárneho stratového súčiniteľa pri kovových dištančných profiloch z STN 730540-4 (Tabuľka2)

Rám	Dvojsklo, trojsklo s čírymi sklami	Dvojsklo, trojsklo a sklá so selektívnymi vrstvami
Drevený alebo plastový rám	0,04	0,06
Kovový rám s prerušením tepelného mosta	0,06	0,08
Kovový rám bez prerušenia tepelného mosta	0	0,02

Steny, stropy a podlahy s relatívnou vlhkosťou $\varphi_i \leq 80 \%$ musia mať na každom mieste vnútorného povrchu teplotu θ_{si} bezpečne vyššiu ako je kritická povrchová teplota na vznik plesní $\theta_{si,80}$.

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} [^{\circ}\text{C}]$$

$\theta_{si,N}$: je najnižšia vnútorná povrchová teplota, ktorá sa stanoví pre najmenej priaznivé vzájomné spolupôsobenie materiálovej skladby a geometrie stavebnej konštrukcie vrátane tepelných mostov $\theta_{si,80}$: je kritická povrchová teplota na vznik plesni zodpovedajúca 80% relatívnej vlhkosti vzduchu v tesnej blízkosti vnútorného povrchu stavebnej konštrukcie pri teplote vnútorného vzduchu θ_{ai} a relatívnej vlhkosti vnútorného vzduchu φ_i $\Delta\theta_{si}$: je bezpečnostná prirážka zohľadňujúca spôsob vykurovania miestnosti a spôsob užívania miestnosti. Rámy, nepriesvitné a priesvitné výplne otvorov v priestoroch s relatívnou vlhkosťou vzduchu $\varphi \leq 50 \%$ musia mať na každom mieste povrchovú teplotu $\theta_{si,ok}$ nad teplotu rosného bodu θ_{dp} .

$$\theta_{si,ok} > \theta_{si,ok,N} = \theta_{dp} [^{\circ}\text{C}]$$

$\theta_{si,ok}$: sa určí z výpočtovej teploty vnútorného vzduchu pozdĺž výplne otvoru $\theta_{ai,ok}$
 $\theta_{si,ok,N}$: je požadovaná normová hodnota vnútornej povrchovej teploty výplne otvorov θ_{dp} : je teplota rosného bodu v $^{\circ}\text{C}$ zodpovedajúca výpočtovej teplote vnútorného vzduchu θ_{ai} a relatívnej vlhkosti vnútorného vzduchu φ_i .

3.2. Okrajové podmienky

Okrajové podmienky pre tepelnotechnické výpočty sú brané pre zimné klimatické obdobie podľa STN 73 0540-3 a lit [4] pre oblasť Topoľovka (okres Humenné) nasledovne:

Vlastnosti vonkajšieho prostredia

Nadmorská výška: 132 m n. m.

Teplotná oblasť: 3

Vonkajšia výpočtová teplota: $\theta_{ae} = -15^{\circ}\text{C}$

Veterná oblasť 1 (rýchlosť vetra: $v = 2,0 \div 5,0 \text{ m.s}^{-1}$)

Súčiniteľ prestupu tepla: $h_e = 23 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ (tabuľka 10 STN 73 0540-3)

Vlastnosti vnútorného prostredia

Teplota vzduchu: $\theta_{ai} = 20^{\circ}\text{C}$

Relatívna vlhkosť vzduchu: $\varphi_i = 50\%$

Teplota pod podlahou na rastlom teréne: $\theta_{pdl} = 5^{\circ}\text{C}$

Kritická povrchová teplota na vznik plesní – obvodové steny: $\theta_{si,N} = 12,83^{\circ}\text{C}$

Kritická povrchová teplota rosného bodu – výplňové konštrukcie: $\theta_{dp} = 9,27^{\circ}\text{C}$

Súčiniteľ prestupu tepla–vnútorný povrch: $h_i = 10 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, smer tepelného toku nahor

Súčiniteľ prestupu tepla–vnútorný povrch: $h_i = 8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, smer tepel. toku vodorovne

Súčiniteľ prestupu tepla–vnútorný povrch: $h_i = 6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, smer tepel. toku nadol

Súčiniteľ prestupu tepla (STN EN ISO 10 211-1)-horný kút: $h_i = 4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Súčiniteľ prestupu tepla-dolný kút: $h_i = 2,86 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Súčiniteľ prestupu tepla-okno: $h_i = 7,69 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

3.3. Materiálové charakteristiky

Hodnoty fyzikálnych veličín stavebných materiálov, vyskytujúcich sa v skladbách jednotlivých konštrukcií boli brané podľa tab. 11 v STN 73 0540-3, prípadne z projektovej dokumentácie.

Pri výpočte tepelnotechnických charakteristík vzduchových dutín boli použité doporučené postupy podľa STN EN ISO 6946, STN EN ISO 13788, STN EN ISO 13789, pri podlahách boli súčinitele prechodu tepla brané v zmysle STN EN ISO 13370.

3.4. Tepelnotechnické vyhodnotenie

V zmysle základnej tepelnotechnickej normy STN 73 0540:2012 je potrebné prihliadať na splnenie tepelnotechnických požiadaviek, aby nedochádzalo k nedostatkom a poruchám pri užívaní budov.

Hodnotenie objektu z hľadiska mernej potreby energie na vykurovanie v zmysle STN 73 0540.

STARÝ STAV

Tepelnotechnické vlastnosti stien

Názov konštrukcie : Obvodová stena

Rekapitulácia dat:

Teplota vnútorného vzduchu $T_{ai} = 20,00\text{ }^{\circ}\text{C}$
 Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu $F_{ii} = 50,00\%$

Hodnotená konštrukcia:

Číslo	Názov vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omietka vápenocementová	0,020	0,990	19,0
2	Pôv. Murivo z tehál CDm	0,400	0,860	7,0
3	Omietka vápenocementová	0,030	0,990	19,0

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 3.1.1)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12,63 + 0,20 = 12,83\text{ }^{\circ}\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 10,06\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{si} > T_{si,N}$... POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

II. Požiadavka na tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla (čl. 3.2.1)

Požiadavka : $R_n = 4,4\text{ m}^2\text{K/W}$

Vypočítaná hodnota: $R = 0,60\text{ m}^2\text{K/W}$

$R > R_n$... POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

Požiadavka : $U_n = 0,22\text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočítaná hodnota: $U = 1,67\text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_n$... POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 4.1)

- Požiadavky:
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu kcie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $M_c < M_{ev}$ ($M_a, \text{vysl}=0$).
 3. Množstvo kondenzátu musí byť $M_c (M_a) < 0,5\text{ kg/m}^2, \text{rok}$.

Vypočítané hodnoty: V kci dochádza pri ext. výpočt. teplote ku kondenzácii.

Ročné množstvo zskondenzovanej vodnej pary $M_c = 2,8569\text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Ročné množstvo vypariteľnej vodnej pary $M_{ev} = 1,8745\text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Vyhodnotenie 1. POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

$M_c < M_{ev}$... 2. POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

$M_c < 0.5\text{ kg/m}^2$... 3. POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

Tepelnotechnické vlastnosti stropov

Názov konštrukcie : Podlaha podstrešného priestoru (povaly)

Rekapitulácia dat:

Teplota vnútorného vzduchu $T_{ai} = 20,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu $F_{ii} = 50,00 \%$

Hodnotená konštrukcia:

Číslo	Názov vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Podhľad pôvodný	0,010	0,220	9,0
2	Záklop drevený	0,050	0,180	157,0
3	Trieskocementové dosky	0,050	0,110	6,5

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 3.1.1)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12,63 + 0,20 = 12,83 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 12,29 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{si} > T_{si,N} \dots$ POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

II. Požiadavka na tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla (čl. 3.2.1)

Požiadavka : $R_n = 6,5 \text{ m}^2\text{K/W}$

Vypočítaná hodnota: $R = 0,78 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R > R_n \dots$ POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

Požiadavka : $U_n = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočítaná hodnota: $U = 1,09 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_n \dots$ POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 4.1)

- Požiadavky:
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $M_c < M_{ev}$ ($M_a, \text{vysl} = 0$).
 3. Množstvo kondenzátu musí byť $M_c (M_a) < 0,1 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$.

Vypočítané hodnoty: V kci nedochádza pri ext. výpočt. teplote ku kondenzácii.

Tepelnotechnické vlastnosti stropu suterénu

Názov konštrukcie : Strop nad temperovaným priestorom

Rekapitulácia dat:

Teplota vnútorného vzduchu $T_{ai} = 20,00\text{ }^{\circ}\text{C}$

Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu $F_{ii} = 50,00\%$

Hodnotená konštrukcia:

Číslo	Názov vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Pôvodná podlaha	0,050	1,230	17,0
2	ŽB strop	0,150	1,430	23,0

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 3.1.1)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12,63 + 0,50 = 13,13\text{ }^{\circ}\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 11,87\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{si} > T_{si,N}$... POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

II. Požiadavka na tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla (čl. 3.2.1)

Požiadavka : $R_n = 2,00\text{ m}^2\text{K/W}$

Vypočítaná hodnota: $R = 0,32\text{ m}^2\text{K/W}$

$R > R_n$... POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

Požiadavka : $U_n = 0,50\text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočítaná hodnota: $U = 3,13\text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_n$... POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 4.1)

- Požiadavky:
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $M_c < M_{ev}$ ($M_a, \text{vysl} = 0$).
 3. Množstvo kondenzátu musí byť $M_c (M_a) < 0,1\text{ kg/m}^2, \text{rok}$.

Vypočítané hodnoty: V kci nedochádza pri ext. výpočt. teplote ku kondenzácii.

POŽIADAVKY NIE SÚ SPLNENÉ.

NOVÝ STAV**Tepelnotechnické vlastnosti stien**

Názov konštrukcie : Obvodová stena

Rekapitulácia dat:

Teplota vnútorného vzduchu $T_{ai} = 20,00\text{ C}$
 Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu $F_{ii} = 50,00\%$

Hodnotená konštrukcia:

Číslo	Názov vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omietka vápenocementová	0,020	0,990	19,0
2	Pôv. Murivo z tehál CDm	0,400	0,860	7,0
3	Omietka vápenocementová	0,030	0,990	19,0
3	Tep. izol. EPS-F	0,150	0,041	40,0
4	Fasádna omietka	0,020	0,870	40,0

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 3.1.1)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12,63 + 0,20 = 12,83\text{ C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 18,90\text{ C}$

$T_{si} > T_{si,N}$... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

II. Požiadavka na tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla (čl. 3.2.1)

Požiadavka : $R_n = 3,0\text{ m}^2\text{K/W}$

Vypočítaná hodnota: $R = 4,4\text{ m}^2\text{K/W}$

$R > R_n$... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Požiadavka : $U_n = 0,32\text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočítaná hodnota: $U = 0,22\text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_n$... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 4.1)

- Požiadavky:
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu kcie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $M_c < M_{ev}$ ($M_a, \text{vysl} = 0$).
 3. Množstvo kondenzátu musí byť $M_c (M_a) < 0,5\text{ kg/m}^2, \text{rok}$.

Vypočítané hodnoty: V kci dochádza pri ext. výpočt. teplote ku kondenzácii.

Ročné množstvo zkondenzovanej vodnej pary $M_c = 0,0598\text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Ročné množstvo vypariteľnej vodnej pary $M_{ev} = 0,9397\text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Vyhodnotenie 1. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

$M_c < M_{ev}$... 2. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

$M_c < 0.5\text{ kg/m}^2$... 3. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Tepelnotechnické vlastnosti stropov

Názov konštrukcie : Podlaha podstrešného priestoru (povaly)

Rekapitulácia dat:

Teplota vnútorného vzduchu $T_{ai} = 20,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu $F_{ii} = 50,00 \%$

Hodnotená konštrukcia:

Číslo	Názov vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,025	0,220	9,0
2	Parozábrana PE fólia	0,0001	0,350	144000,0
3	Tep. izol. z minerálnej vlny	0,300	0,032	40,0

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 3.1.1)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12,63 + 0,20 = 12,83 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 19,07 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{si} > T_{si,N} \dots$ POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

II. Požiadavka na tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla (čl. 3.2.1)

Požiadavka : $R_n = 6,5 \text{ m}^2\text{K/W}$

Vypočítaná hodnota: $R = 8,18 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R > R_n \dots$ POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Požiadavka : $U_n = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočítaná hodnota: $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_n \dots$ POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 4.1)

- Požiadavky:
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $M_c < M_{ev}$ ($M_a, \text{vysl} = 0$).
 3. Množstvo kondenzátu musí byť $M_c (M_a) < 0,1 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$.

Vypočítané hodnoty: V kci dochádza pri ext. výpočt. teplote ku kondenzácii.

Ročné množstvo zskondenzovanej vodnej pary $M_c = 0,0101 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Ročné množstvo vypariteľnej vodnej pary $M_{ev} = 1,1501 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Vyhodnotenie 1. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ

$M_c < M_{ev} \dots$ 2. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

$M_c < 0.5 \text{ kg/m}^2 \dots$ 3. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Tepelnotechnické vlastnosti stropu suterénu

Názov konštrukcie : Strop nad temperovaným priestorom

Rekapitulácia dát:

Teplota vnútorného vzduchu $T_{ai} = 20,00\text{ }^{\circ}\text{C}$
 Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu $F_{ii} = 50,00\%$

Hodnotená konštrukcia:

Číslo	Názov vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Pôvodná podlaha	0,050	1,230	17,0
2	ŽB strop	0,150	1,430	23,0
3	Tep. izol. EPS	0,080	0,039	40,0

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 3.1.1)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12,63 + 0,50 = 13,13\text{ }^{\circ}\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 16,48\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{si} > T_{si,N}$... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

II. Požiadavka na tepelný odpor a súčinitel prechodu tepla (čl. 3.2.1)

Požiadavka : $R_n = 2,00\text{ m}^2\text{K/W}$

Vypočítaná hodnota: $R = 2,20\text{ m}^2\text{K/W}$

$R > R_n$... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Požiadavka : $U_n = 0,50\text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočítaná hodnota: $U = 0,42\text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_n$... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 4.1)

- Požiadavky:
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $M_c < M_{ev}$ ($M_a, \text{vysl} = 0$).
 3. Množstvo kondenzátu musí byť $M_c (M_a) < 0,1\text{ kg/m}^2, \text{rok}$.

Vypočítané hodnoty: V kci nedochádza pri ext. výpočt. teplote ku kondenzácii.

POŽIADAVKY SÚ SPLNENÉ.

Prehľad vypočítaných charakteristík posudzovaných konštrukcií – starý stav

Druh konštrukcie	Tepelný odpor R (m ² K)/W	Normový tepelný odpor R (m ² K)/W $R_n < R$	Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m ² .K))	Normový súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m ² .K)) $U_n > U$
Obvodová stena	0,60	4,4	1,67	0,22
Strop suterénu	0,32	2,0	3,13	0,5
Podlaha podstrešného priestoru (povaly)	0,78	6,5	1,90	0,15
Okná plastové	0,74	1,0	1,35	1,0
Dvere	0,74	1,0	1,35	1,0

Prehľad vypočítaných charakteristík posudzovaných konštrukcií – nový stav

Druh konštrukcie	Tepelný odpor R (m ² K)/W	Normový tepelný odpor R (m ² K)/W $R_n < R$	Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m ² .K))	Normový súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m ² .K)) $U_n > U$
Obvodová stena	4,4	4,4	0,22	0,22
Strop suterénu	2,2	2,0	0,42	0,5
Podlaha podstrešného priestoru (povaly)	8,18	6,5	0,13	0,15
Okná plastové	1,02	1,0	0,98	1,0
Dvere	1,02	1,0	0,98	1,0

4. Úspora tepla navrhovanou obnovou

Potreba tepla na vykurovanie **jestvujúcej budovy**

$$Q_h = 245\,921,45 \text{ kWh.rok}^{-1}$$

Potreba tepla na vykurovanie **po navrhovanej obnove**

$$Q_h = 40\,194,74 \text{ kWh.rok}^{-1}$$

Úspora tepla $Q_h = 245\,921,45 - 40\,194,74 = 205\,726,71 \text{ kWh.rok}^{-1}$

Percentuálna úspora **83,65%**

Merná potreba tepla na vykurovanie **jestvujúcej budovy**

$$Q_{h,nd1} = 81,46 \text{ kWh.m}^{-3}.\text{rok}^{-1} \quad Q_{h,nd2} = 260,66 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$$

Merná potreba tepla na vykurovanie **budovy po navrhovanej obnove**

$$Q_{h,nd1} = 13,31 \text{ kWh.m}^{-3}.\text{rok}^{-1} \quad Q_{h,nd2} = 42,60 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$$

Úspora tepla $Q_{h,nd1} = 81,46 - 13,31 = 68,15 \text{ kWh.m}^{-3}.\text{rok}^{-1}$

$$Q_{h,nd2} = 260,66 - 42,60 = 218,06 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$$

5. Záver

Na základe hore uvedených výpočtov možno konštatovať, že jestvujúca budova nespĺňa tepelno-technické požiadavky na jednotlivé stavebné konštrukcie a energetické požiadavky podľa v súčasnosti platných technických noriem.

Stavebné konštrukcie po navrhovanej obnove a nadstavbe budovy vyhovujú normovým kritériám z hľadiska súčiniteľa prechodu tepla a minimálnej povrchovej teploty stavebných konštrukcií.

Všetky navrhované konštrukčné opatrenia ako súčasť obnovy by mali výrazne znížiť energetickú náročnosť budovy až o 83,65%. Navyše pri dodržaní základných požiadaviek na stavebné výrobky a všeobecných technických požiadaviek na výstavbu by malo dôjsť k predĺženiu pôvodnej životnosti budovy.

Vypracoval : Ing. Martin Matisko