

ZVÝŠENIE ENERGETICKEJ EFEKTÍVNOŠTI ADMINISTRATÍVNEJ BUDOVY

Parný mlyn, s.č.5142, Lučenec, p.č. 4945/8

**Tepelnotechnický posudok stavby.
Projektové hodnotenie.**

Stavebník:

**Costruo spol s r.o.
984 01 Lučenec,**

Zodpovedný projektant:

Ing. Tóth Norbert

Vypracoval:

**Ing. arch. Katarína Križová
Ing. Kollárová Eliška
Ing. Peter Čiško**

© november 2017

1.1 ZÁKLADNÉ ÚDAJE O STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÁCH A BUDOVE A JEJ NAVRHOVANÝCH ÚPRAVÁCH, O VYKUROVANÍ A PRÍPRAVE TEPLEJ VODY

1. STAVEBNÉ KONŠTRUKCIE:

Predmetom posudku je navrhovaná prestavba a obnova administratívnej budovy, v Lučenci Parný mlyn s.č.5143, p.č.4945/8. Posudok je vypracovaný na navrhovaný stav konštrukcií na základe projektovej dokumentácie na stavebné povolenie s názvom- „Zvýšenie energetickej efektívnosti administratívnej budovy“.

Objekt administratívnej budovy je prízemný, nepodpivničený. Je jednoduchého obdĺžnikového pôdorysu. Objekt je zastrešený šikmou valbovou strechou. Obvodový plášť budovy je kombinovaný- kratšie strany sú murované z tehál CDm na hr.250mm s momentálnym zateplením fasádnym polystyrénom hr.50mm, dlhšie sendvičové z drevených panelov s výplňou zo sklenej vaty hr. 50mm, sololitovým obkladom z interiérovej strany a vodovzdornou preglejkou z exteriérovej strany na hrúbku 150mm. Stropnú konštrukciu tvorí zavesená sololitová doska na drevených väzníkoch so zateplením sklenenou vatou. Podlaha na teréne je riešená ako betónová, s nášľapnou vrstvou z drevených dosiek. Okná a zasklené steny budovy sú drevené zdvojené.

Z dôvodu zlepšenia tepelnotechnických vlastností konštrukcií a následnej úspory na cene vykurovania je objekte navrhnuté zateplenie obvodového plášťa minerálnou vlnou hr.120mm ($\lambda=\max.0,038\text{W/m.K}$), doteplenie stropu minerálnou vlnou hr.240mm ($\lambda=\max.0,039\text{W/m.K}$), uloženou voľne medzi a na spodnom páse drevených väzníkov. Okná a zasklené steny budovy sú navrhnuté ako plastové, s izolačným trojsklom s dvomi selektívnymi vrstvami.

Tepelnotechnické posúdenie stavby je riešené pre účely stavebného konania. Pri výpočtoch boli použité vonkajšie rozmery budovy.

2. VYKUROVANIE A PRÍPRAVA TEPLEJ VODY:

2.1 Podsystem emisie tepla

Podsystem emisie tvoria vykurovacie telesá umiestnené v chodbách, kancelárii a sociálnych zariadeniach.

Vykurovacie telesá sú oceľové panelové osadené na vonkajšom murive. Sú vybavené na prívode uzatváracím radiátorovým ventilom bez termostatickej hlavice a na spiatočke priamym šróbením. Hydraulické vyregulovanie sústavy nie je vykonané. Teplotný spád vykurovacej vody je max. 70/50 . Na vykurovacích telesách nie sú osadené termostatické hlavice.

Nedostatky: Hydraulické vyváženie zabezpečí tepelnú pohodu v objekte, zabezpečí rozdelenie prietokov v sústave úmerne tepelným stratám miestností. Uspora tepla sa dosahuje používaním termostatických hlavíc na radiátorových termostatických ventiloch. Termostatické hlavice umožňujú nastaviť požadovanú izbovú teplotu a znižujú potrebu tepla, jednak v prípadoch nadmernej dodávky tepla , ale aj počas ohriatia miestnosti inými, doplnkovými zdrojmi tepla, napr. slnečným žiarením, alebo produkciou tepla z elektrospotrebičov alebo osobami.

2.2 Podsystem distribúcie tepla

Systémom vykurovacej sústavy je klasický dvojrúrkový systém s horizontálnym rozvodom. Vykurovacia sústava nie je rozdelená vetvy. Ležaté rozvody sú vedené na povrchu stavebných konštrukcií .

Nedostatky : Bez nedostatkov

2.3 Podsystem výroby tepla

Zdroj tepla je centrálna kotolňa na biomasu , umiestnená v areáli investora.

Nedostatky: Nie je použitý nízkoteplotný zdroj.

2.4 Podsystem distribúcie TV

Distribučný systém v objekte je navrhnutý bez cirkulácie. Rozvody k zariadeným predmetom sú zabudované do zvislých stavebných konštrukcií. Hrúbka tepelnej izolácie na zabudovaných rozvodoch 13 mm.

Nedostatky: bez nedostatkov.

2.5 Podsystem prípravy TV

Príprava TV prebieha v troch elektrických zásobníkových ohrievačoch vody značky Tatramat 80, o objeme 80 l

Nedostatky: bez nedostatkov.

3. OSVETLENIE:

Osvetľovacia sústava v budove je v pôvodnom stave. Vo svietidlách sú inštalované lineárne žiarivky radu T8, T12 s konvenčným predradníkom s nízkou energetickou účinnosťou (EEI = C, D) a klasické žiarovky. Riadenie osvetlenia je manuálne (typ R1). V miestnostiach nie sú použité núdzové svietidlá.

Projektová dokumentácia rieši výmenu svietidiel s lineárnymi žiarivkami radu T8, T12 a obyčajnými žiarovkami za svetelné zdroje LED.

2.2 POSÚDENIE TEPELNO-TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ PODĽA STN 730540 : 2012

Technická norma STN 73 0540 : 2012 platí pre navrhovanie a posudzovanie stavebných konštrukcií a budov s požadovaným tepelným stavom vnútorného prostredia. Platí pre budovy a ich časti s dlhodobým pobytom osôb.

Požiadavky na tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov platia pre celý rozsah bytových a nebytových nevýrobných budov a ostatných budov pozemných stavieb okrem chladiarní, mraziarní, maštalných objektov a výrobných priemyselných budov s vnútornými ziskami vyššími ako 25W/m³.

Funkčné požiadavky zohľadňujú šírenie tepla, vlhkosti a vzduchu stavebnou konštrukciou, tepelnú stabilitu miestnosti a mernú potrebu tepla. Požiadavky sú rozdelené na obnovované(rekonštruované) a nové budovy s nízkymi nárokmi na spotrebu energie.

Vstupné hodnoty pri výpočtoch:

Vnútorné prostredie: teplota vnútorného vzduchu $\theta_a = 20^{\circ}\text{C}$,

relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu $\phi_i = 50\%$

Vonkajšie prostredie: v zimnom období pre Lučenec- vonkajšia výpočtová teplota $\theta_e = -13^{\circ}\text{C}$

relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu $\phi_i = 84\%$

1. KRITÉRIUM MINIMÁLNYCH TEPELNOIZOLAČNÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNEJ KONŠTRUKCIE:

S ohľadom na splnenie podmienok energetických požiadaviek tepelnej pohody v miestnosti v zimnom období musia mať steny, stropy, strechy, podlahy a výplne otvorov vykurovaných alebo klimatizovaných bytových a nebytových priestorov taký súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie, aby platilo $U_i \leq U_N$.

Drevený hranol	0,050	0,180	0,278
Preglejka	0,020	0,180	0,111
Fasádny polystyrén	0,050	0,040	1,250
Tenkvrstvova omietka	0,003	0,700	0,004

$$\sum R_i = R_a \quad \mathbf{1,673}$$

$$R_{Ta} = R_{si} + R_a + R_{se} = 0,1 + R + 0,04 = \mathbf{1,813} \quad m^2 \cdot K/W$$

Konštrukcia B

Materiál	d	λ	R_i
	m	W/m.K	$m^2 \cdot K/W$
Sololit	0,005	0,170	0,029
Sklená vata	0,050	0,046	1,087
Preglejka	0,020	0,180	0,111
Fasádny polystyrén	0,050	0,040	1,250
Tenkvrstvova omietka	0,003	0,700	0,004

$$\sum R_i = R_b \quad \mathbf{2,482}$$

$$R_{Tb} = R_{si} + R_b + R_{se} = 0,1 + R_b + 0,04 = \mathbf{2,622} \quad m^2 \cdot K/W$$

$$1/R_T' = f_a/R_{Ta} + f_b/R_{Tb} = 0,39 \quad W/(m^2 \cdot K)$$

$$R_T' = \mathbf{2,55} \quad W/(m^2 \cdot K)$$

Súčiniteľ tepelnej vodivosti nehomogénnej vrstvy:

$$\lambda_{nv} = \lambda_a \cdot f_a + \lambda_b \cdot f_b = 0,054 \quad W/m \cdot K$$

$$R_{nv} = \mathbf{0,92} \quad W/(m^2 \cdot K)$$

$$R_T'' = 0,1 + \sum R_i + 0,04 = \mathbf{2,45} \quad W/(m^2 \cdot K)$$

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2} = \mathbf{2,50} \quad W/(m^2 \cdot K)$$

$$U = 1/R_T = \mathbf{0,400}$$

$U = 0,4 > U_N$ normový = $0,22 \text{ W} \cdot m^2 \cdot K^{-1}$ **konštrukcie nevyhovuje**

Návrh:

Teplototechnické vlastnosti stavebných látok:

Vzdialenosť trávov: 0,800 m

Čiastkové plochy úsekov: a= 0,05 m fa= **0,063**

b= 0,750 m fb= **0,938**

Konštrukcia A

Materiál	d	λ	R_i
	m	W/m.K	$m^2 \cdot K/W$
Sololit	0,005	0,170	0,029
Drevený hranol	0,050	0,180	0,278
Preglejka	0,010	0,170	0,059
Fasádny polystyrén	0,050	0,040	1,250
Tenkvrstvova omietka	0,003	0,700	0,004
Lepiacia stierka	0,005	0,500	0,010
Minerálna vlna hr.120mm	0,120	0,036	3,333
Tenkvrstvova omietka	0,003	0,700	0,004

$$\sum R_i = R_a \quad \mathbf{4,968}$$

$$R_{Ta} = R_{si} + R_a + R_{se} = 0,1 + R + 0,04 = \mathbf{5,108} \quad m^2 \cdot K/W$$

Konštrukcia B

Materiál	d	λ	R_i
	m	W/m.K	m ² .K/W
Sololit	0,005	0,170	0,029
Sklená vata	0,050	0,046	1,087
Preglejka	0,010	0,170	0,059
Fasádny polystyrén	0,050	0,040	1,250
Tenkovrstvova omietka	0,003	0,700	0,004
Lepiaca stierka	0,005	0,500	0,010
Minerálna vlna hr.120mm	0,120	0,036	3,333
Tenkovrstvova omietka	0,003	0,700	0,004

$$\Sigma R_i=R_b \quad \mathbf{5,777}$$

$$R_{Tb} = R_{si} + R_b + R_{se} = 0,1 + R_b + 0,04 = \mathbf{5,917} \quad \text{m}^2.\text{K/W}$$

$$1/R_T' = f_a/R_{Ta} + f_b/R_{Tb} = 0,17 \quad \text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

$$R_T' = \mathbf{5,86} \quad \text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

Súčiniteľ tepelnej vodivosti nehomogénnej vrstvy:

$$\lambda_{nv} = \lambda_a \cdot f_a + \lambda_b \cdot f_b = 0,054 \quad \text{W}/\text{m.K}$$

$$R_{nv} = \mathbf{0,92} \quad \text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

$$R_T'' = 0,1 + \Sigma R_i + 0,04 = \mathbf{5,75} \quad \text{m}^2.\text{K/W}$$

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2} = \mathbf{5,8} \quad \text{m}^2.\text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = \underline{\mathbf{0,172} \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})}$$

$U = 0,172 < U \text{ odporúčaný} = 0,22 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ - **konštrukcie vyhovuje**

STR1- Strop zavesený sololit na väzníkoch + Nobasil MPN 240mm je posudzovaný jako nehomogénna konštrukcia.

Pôvodný stav V1:

Teplotné vlastnosti stavebných látok:

Vzdialenosť trávov: 0,800 m

Čiastkové plochy úsekov: a= 0,05 m fa= 0,063

b= 0,750 m fb= 0,938

Konštrukcia A

Materiál	d	λ	R_i
	m	W/m.K	m ² .K/W
Sololit	0,005	0,170	0,029
Drevený hranol	0,050	0,180	0,278

$$\Sigma R_i=R_a \quad \mathbf{0,307}$$

$$R_{Ta} = R_{si} + R_a + R_{se} = 0,1 + R_a + 0,04 = \mathbf{0,447} \quad \text{m}^2.\text{K/W}$$

Konštrukcia B

Materiál	d	λ	R_i
	m	W/m.K	m ² .K/W
Sololit	0,005	0,170	0,029
Sklená vata	0,050	0,046	1,087

$$\Sigma R_i=R_b \quad \mathbf{1,116}$$

$$R_{Tb} = R_{si} + R_b + R_{se} = 0,1 + R_b + 0,04 = \mathbf{1,256} \quad \text{m}^2.\text{K/W}$$

$$1/R_T' = f_a/R_{Ta} + f_b/R_{Tb} = 0,89 \quad \text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

$$R_T' = 1,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Súčiniteľ tepelnej vodivosti nehomogénnej vrstvy:

$$\lambda_{nv} = \lambda_a \cdot f_a + \lambda_b \cdot f_b = 0,054 \text{ W/m.K}$$

$$R_{nv} = 0,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$R_T'' = 0,1 + \sum R_i + 0,04 = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2} = 0,65 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = \underline{1,541 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})}$$

$U = 1,541 > U_N \text{ normový} = 0,200 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$ **konstrukce nevyhovuje**

Návrh:

Teplototechnické vlastnosti stavebných látok:

Vzdialenosť trávov: 0,800 m

Čiastkové plochy úsekov: a= 0,05 m fa= 0,063

b= 0,750 m fb= 0,938

Konstrukcia A

Materiál	d	λ	R_i
	m	W/m.K	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Sololit	0,005	0,170	0,029
Drevený hranol	0,150	0,180	0,833
Minerálna vlna MPN	0,140	0,039	3,590

$$\sum R_i = R_a \quad \mathbf{4,452}$$

$$R_{Ta} = R_{si} + R_a + R_{se} = 0,1 + R_a + 0,04 = \mathbf{4,592} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Konstrukcia B

Materiál	d	λ	R_i
	m	W/m.K	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Sololit	0,005	0,170	0,029
Sklená vata+ MV 100mm	0,150	0,041	3,659
Minerálna vlna MPN	0,140	0,039	3,590

$$\sum R_i = R_b \quad \mathbf{7,278}$$

$$R_{Tb} = R_{si} + R_b + R_{se} = 0,1 + R_b + 0,04 = \mathbf{7,418} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$1/R_T' = f_a/R_{Ta} + f_b/R_{Tb} = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$R_T' = \mathbf{7,14} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Súčiniteľ tepelnej vodivosti nehomogénnej vrstvy:

$$\lambda_{nv} = \lambda_a \cdot f_a + \lambda_b \cdot f_b = 0,050 \text{ W/m.K}$$

$$R_{nv} = 2,82 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$R_T'' = 0,1 + \sum R_i + 0,04 = \mathbf{3,82} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2} = \mathbf{5,48} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = \underline{\mathbf{0,182}}$$

$U = 0,182 > U \text{ odporúčaný} = 0,20 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$ **konstrukce vyhovuje**

PDL1- Podlaha na teréne

Plocha podlahy: **A= 525,54 m²**
Obvod podlahy: **P= 110,86 m**
Celková hrúbka obvodovej steny: **w= 0,345 m**

Teplototechnické vlastnosti stavebných látok:

Materiál	d	λ	R_i
	m	W/m.K	m ² .K/W
Keramická dlažba	0,01	1,01	0,010
Betónová mazanina	0,053	1,1	0,048
Hydroizolácia	0,001	0,21	0,005
		$\Sigma R_i=R_f$	0,063

Výpočet charakteristického rozmeru podlahy: B' $B' = A/0,5.P =$ **9,48**

Výpočet ekvivalentnej hrúbky: d_t $d_t = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}) =$ **0,89 m**

λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy=2 W/m.K

R_{si}, R_{se} - odpory pri prestupe tepla v m².K/W podľa STN EN ISO 6946

Výpočet základnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla U_o:

keďže $d_t < B'$ $U_o =$ **0,461** W/m².K

2. ENERGETICKÉ KRITÉRIUM A VÝPOČET POTREBY TEPLA PO MESIACHOCH:

Výpočet mernej potreby tepla $Q_{H,nd}$ pri uvažovaní neprerušovaného vykurovania je hodnotením energetického kritéria, ktoré zohľadňuje vplyv stavebných konštrukcií na maximálnu potrebu tepla bez zohľadnenia kategórie budovy podľa účelu jej užívania.

Budovy spĺňajú energetické kritérium, ak majú v závislosti od faktora tvaru budovy mernú potrebu tepla:

$$Q_{H,nd} \leq Q_{H,nd,N}$$

kde $Q_{H,nd,N}$ je normalizovaná hodnota mernej potreby tepla v kWh/(m².a)
 $Q_{H,nd}$ merná potreba tepla budovy kWh/(m².a);

Energetické kritérium je vypracované na navrhovaný stav podľa projektovej dokumentácie. V ďalšej tabuľke je výpočet mernej potreby tepla budovy v súčasnosti a po realizovaní navrhovaných úprav. V závere je vyhodnotenie ročnej úspory potreby tepla a energií pre jednotlivé miesta spotreby v kWh/r ako aj celkovej potreby energie v kWh/rok ako aj percentuálna úspora po realizovaní navrhovaných úprav.

4. Energetické kritérium

Charakter stavby :

Obnovená (rekonštruovaná) budova

1.) Parametre sledovanej budovy

Tepelno-technické parametre stavebných konštrukcií

tab. č.1

Konštrukcia	U_i	A_i	b_{xi}	$U_i \cdot A_i \cdot b_{xi}$
	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	m^2	–	$W \cdot K^{-1}$
Stena obvodová hr.150mm+ MV 120mm	0,172	190,85	1,00	32,83
Stena obvodová hr.300mm+MV 120mm	0,192	65,16	1,00	12,51
Podlaha na teréne	0,461	525,54	1,00	242,27
Strop medzi spodným pásom väzníkov+ MV 240mm	0,182	525,54	0,80	92,50
Okná plastové trojsklo	0,880	68,70	1,00	60,46
	ΣA_i	1375,79	$\Sigma(b_{xi} \cdot U_i \cdot A_i)$	440,56

U_i - súčiniteľ prechodu stavebnej konštrukcie

A_i - plocha stavebnej konštrukcie

b_{xi} - redukčný faktor tepelných strát pre daný typ stavebnej konštrukcie (STN 73 0540-4, tab. 3)

Obostavaný objem budovy :

$V_{b=}$ **1539,30** m^3

Merná plocha budovy :

$A_{b=}$ **525,54** m^2

2.) Tepelné straty budovy

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov

$$\Delta U = 0,02 \quad W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$$

$$\Delta H_{TM} = \Delta U \cdot \Sigma A_i = 27,52 \quad W \cdot K^{-1}$$

ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov

Merná tepelná strata prechodom tepla

$$H_T = \Sigma(b_{xi} \cdot U_i \cdot A_i) + \Delta U \cdot \Sigma A_i = 468,08 \quad W \cdot K^{-1}$$

Merná tepelná strata vetraním

$$n = 0,50 \quad .l.h^{-1}$$

$$H_V = 0,264 \quad .n \cdot V_b = 203,19 \quad W \cdot K^{-1}$$

n- minimálna intenzita výmeny vzduchu

Merná tepelná strata budovy

$$H = H_T + H_V = 671,27 \quad W \cdot K^{-1}$$

3.) Tepelné zisky budovy

Vnútorň tepelný zisk

$$q_i = 6,00$$

$$Q_i = 5 \cdot q_i \cdot A_b = 15766,2 \quad Wh$$

q_i -priemerný tepelný výkon vnútorných zdrojov

Pasívny solárny zisk

$$Q_{s=} \Sigma I_{sj} \cdot 0,5 \cdot g_{nj} \cdot A_{nj}$$

Orientácia zasklenej plochy	I_{sj}	A_{nj}	g_{nj}	Q_{sj}
	kWh.m ⁻²	m ²	--	kWh
Sever- ocelové	100	32,80	0,450	738,00
Sever- plastové	100	0,00	0,450	0,00
Severovýchod a severozápad- plastové	130	0,00	0,450	0,00
Severovýchod a severozápad-drevené	130	0,00	0,675	0,00
Severovýchod a severozápad- ocelové	130	0,00	0,765	0,00
Východ a Západ- drevené	200	4,55	0,450	204,66
Východ a Západ-plastové	200	0,00	0,450	0,00
Juhovýchod a juhozápad- plastové	260	0,00	0,450	0,00
Juhovýchod a juhozápad- drevené	260	0,00	0,675	0,00
Juhovýchod a juhozápad- ocelové	260	0,00	0,765	0,00
Juh- drevené	320	31,35	0,450	2257,20
Juh- plastové	320	0,00	0,450	0,00
	ΣA_{nj}	68,70	ΣQ_{sj}	3199,86

q_{nj} - celková priepustnosť slnečnej energie zasklením (STN 73 0540-3, tab. 18)

I_{sj} - celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy s nasmerovaním j

A_{nj} - veľkosť zasklenej plochy

4.) Potreba tepla na vykurovanie budovy

Potreba tepla na vykurovanie

$$Q_{h_n} = 82,1(H_T + H_v) - 0,95(Q_s + Q_i) = 37093,1 \text{ kWh}$$

Merná potreba tepla na vykurovanie

$$Q_{H,nd} = Q_h / A_b = \boxed{70,58} \text{ kWh.m}^2.\text{r}^{-1}$$

$$Q_{H,nd} = Q_h / V_b = \boxed{24,10} \text{ kWh.m}^3.\text{r}^{-1}$$

5.) Energetické kritérium budovy

Budova spĺňa energetické kritérium, ak má v závislosti od faktora tvaru budovy mernú spotrebu tepla

$$Q_{H,nd} \leq Q_{H,nd,N}$$

Faktor tvaru budovy

$$\Sigma A_i / V_b = 0,89 \text{ l.m}^{-1}$$

Normalizované hodnoty mernej potreby tepla

$$Q_{H,nd,N} = 92,2 \text{ kWh.m}^2.\text{r}^{-1}$$

$$Q_{H,nd,N} = 32,9 \text{ kWh.m}^3.\text{r}^{-1}$$

Vyhodnotenie

$Q_{H,nd} = 70,58$	$\text{kWh.m}^2.\text{r}^{-1}$	<	$Q_{H,nd,N} = 92,18$	$\text{kWh.m}^2.\text{r}^{-1}$
$Q_{H,nd} = 24,10$	$\text{kWh.m}^3.\text{r}^{-1}$	<	$Q_{H,nd,N} = 32,9$	$\text{kWh.m}^3.\text{r}^{-1}$

Na základe horeuvedených výpočtov možno konštatovať, že riešený objekt toto kritérium.

spĺňa

Výpočet ročnej potreby tepla po mesiacoch- existujúci stav

Charakter stavby :

Obnovená (rekonštruovaná) budova

1.) Parametre sledovanej budovy

Tepelno-technické parametre stavebných konštrukcií

tab. č. 1

Konštrukcia	U_i	A_i	b_{xi}	$U_i \cdot A_i \cdot b_{xi}$
	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	m^2	-	$W \cdot K^{-1}$
Stena obvodová hr.150mm	0,400	190,85	1,00	76,34
Stena obvodová hr.300mm	0,554	65,16	1,00	36,10
Podlaha na teréne	0,461	525,54	1,00	242,27
Strop medzi spodným pásom väzníkov	1,541	525,54	0,80	647,89
Okná zdvojené	2,400	68,70	1,00	164,88
	ΣA_E	1375,79	$\Sigma(b_{xi} \cdot U_i \cdot A_i)$	1167,48

U_i - súčiniteľ prechodu stavebnej konštrukcie

A_i - plocha stavebnej konštrukcie

b_{xi} - redukčný faktor tepelných strát pre daný typ stavebnej konštrukcie

Obostavaný objem budovy :

$V_b = 1539,30 \text{ m}^3$

Merná plocha budovy :

$A_C = 525,54 \text{ m}^2$

2.) Tepelné straty budovy

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov

$$\Delta U = 0,10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\Delta H_{TM} = \Delta U \cdot \Sigma A_i = 137,58 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov

Merná tepelná strata prechodom tepla

$$H_T = \Sigma(b_{xi} \cdot U_i \cdot A_i) + \Delta U \cdot \Sigma A_i = 1305,06 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

Merná tepelná strata vetraním

$$n = 0,50 \text{ l.h}^{-1}$$

$$H_V = 0,264 \cdot n \cdot V_b = 203,19 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

n - minimálna intenzita výmeny vzduchu

Merná tepelná strata budovy

$$H = H_T + H_V = 1508,24 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

Určenie mernej tepelnej straty $Q_L = H \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t$ po mesiacoch

tab. č.2

Veličina	Mesiac						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Dĺžka výp. obdobia t (dni)	31	28	31	30	31	30	31
Počet hodín trvania	744	672	744	720	744	720	744
Priemerná vonk. teplota °C	-1,8	0,4	4,6	9,9	9,8	4,3	-0,3
Upravená vnút. teplota °C	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
Tepelná strata Q_L/kWh	22779,3	18345,1	15597,7	9339,1	9762,6	15420,3	21096,1

Celkové tepelné straty za rok

112340,1 kWh

3.) Tepelné zisky budovy

Vnútorný tepelný zisk Q_i

$$q_i = 6,00$$

$$\phi_i = q_i \cdot A_b = 3153,24 \text{ Wh} \quad Q_i = \phi_i \cdot t$$

q_i -priemerný tepelný výkon vnútorných zdrojov

tab. č.3

Veličina	Mesiac						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Počet hodín trvania	744	672	744	720	744	720	744
Vnútorné tepelné zisky Q_i	2346	2119	2346	2270	2346	2270	2346

Vnútorný tepelný zisk za rok $Q_{i\equiv}$ 16043,7 kWh

Solárny tepelný zisk

$$Q_{s\equiv} = \sum I_{sj} \cdot A_{sj}$$

$$A_{sj} = A \cdot F_s \cdot F_F \cdot F_C \cdot g_w$$

$$F_s \cdot F_F \cdot F_C = 0,5$$

A - plocha otvoru kolekčnej plochy

(faktor tienenia, faktor rámov a

g_w - celková priepustnosť slnečnej energie zasklenia

zmenšujúci faktor trvalých protisľnečných plôch)

I_{sj} - celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy s nasmerovaním j

tab. č.4

Orientácia zasklenej plochy	$F_s \cdot F_F \cdot F_C$	A	$g_w = F_w \cdot g_l$	A_{sj}	A_{sj}
	-	m ²	--	m ²	m ²
Sever- drevené	0,5	0,00	0,603	0,00	12,55
Sever- plastové	0,5	32,80	0,765	12,55	
Severovýchod a severozápad- dvojité okná	0,5	0,0	0,765	0,00	0,00
Severovýchod a severozápad- plast	0,5	0,0	0,675	0,00	
Východ a Západ- drevené	0,5	4,55	0,765	1,74	1,74
Východ a Západ- plastové	0,5	0,00	0,765	0,00	
Juhovýchod a juhozápad- dvojité okná	0,5	0,0	0,765	0,00	0,00
Juhovýchod a juhozápad- plast	0,5	0,0	0,675	0,00	
Juhovýchod a juhozápad- oceľ	0,5	0,0	0,765	0,00	
Juh- oceľové	0,5	0,00	0,765	0,00	11,99
Juh- plastové	0,5	31,35	0,765	11,99	
Horizontálna orientácia (do 30° sklonu)	0,5	0,00	0,603	0,0	0,0
	ΣA	68,70			

Výpočet solárneho tepelného zisku Q_s (kWh) po mesiacoch

tab. č.5

Svetové strany	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
I_{sj} - Sever	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Solárny tepelný zisk Q_s	114	173	252	341	182	105	85
I_{sj} - SV a SZ	10,2	16,1	26,8	41,6	18,3	9,6	7,4
Solárny tepelný zisk Q_s	0	0	0	0	0	0	0
I_{sj} - Východ a Západ	14,9	24,5	42	59,1	32,2	15,4	11,8
Solárny tepelný zisk Q_s	26	43	73	103	56	27	21
I_{sj} - JZ a JV	22,7	33,8	50,9	62	44,8	24,9	20,9
Solárny tepelný zisk Q_s	0	0	0	0	0	0	0
I_{sj} - Juh	30,2	43,6	61,2	66,3	57,2	33,1	28,4

Solárny tepelný zisk Q_s	362	523	734	795	686	397	341
I_{sj} - Horizontálne	22,2	38,6	71,4	108,2	55	26,2	18,4
Solárny tepelný zisk Q_s	0	0	0	0	0	0	0
Spolu Q_s (kWh)	502	739	1059	1239	924	529	446

Solárny tepelný zisk za rok $Q_s = 5438,3$ kWh

Spolu zisky $Q_s + Q_i$ (kWh)	2848	2858	3405	3509	3270	2799	2792
---	------	------	------	------	------	------	------

Celkové tepelné zisky za rok

$Q_g = Q_i + Q_s = 21482,0$ kWh

4.) Potreba tepla na vykurovanie budovy $Q_h = \sum Q_L - \eta \cdot Q_g$

tab. č.6

Veličina	Mesiac						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Pomer tep.ziskov a strát- γ	0,13	0,16	0,22	0,38	0,33	0,18	0,13
Vnútoraná tep.kapacita- C	165000	165000	165000	165000	165000	165000	165000
Časová konštanta- τ	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97
Číselný parameter- a	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
η /mesiac	0,988	0,982	0,966	0,913	0,928	0,976	0,987

η faktor využitia tepelných ziskov

Potreba tepla Q_h/mes	19965,22	15539,63	12308,65	6135,31	6728,34	12688,89	18341,06
---	----------	----------	----------	---------	---------	----------	----------

Ročná potreba tepla na vykurovanie

$Q_{h=} = \sum Q_{hn} = \sum Q_L - \eta \cdot Q_g = 91707,1$ kWh/rok

Merná potreba tepla na vykurovanie

$Q_{H,nd} = Q_h / A_b = 174,50$ kWh.m².r⁻¹

Faktor tvaru budovy

$\sum A_i / V_b = 0,89$ m⁻¹

Faktor tvaru podľa STN EN 15217

$A_E / A_C = 2,62$

Výpočet ročnej potreby tepla po mesiacoch- po realizácii navrhovaných úprav

Charakter stavby :

Obnovená (rekonštruovaná) budova

1.) Parametre sledovanej budovy

Tepelno-technické parametre stavebných konštrukcií

tab. č. 1

Konštrukcia	U_i	A_i	b_{xi}	$U_i \cdot A_i \cdot b_{xi}$
	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	m^2	–	$W \cdot K^{-1}$
Stena obvodová hr.150mm+ MV 120mm	0,172	190,85	1,00	32,83
Stena obvodová hr.300mm+MV 120mm	0,192	65,16	1,00	12,51
Podlaha na teréne	0,461	525,54	1,00	242,27
Strop medzi spodným pásom väzníkov+ MV 200mm	0,182	525,54	0,80	92,50
Okná plastové trojsklo	0,880	68,70	1,00	60,46
	ΣA_E	1375,79	$\Sigma(b_{xi} \cdot U_i \cdot A_i)$	440,56

U_i - súčiniteľ prechodu stavebnej konštrukcie

A_i - plocha stavebnej konštrukcie

b_{xi} - redukčný faktor tepelných strát pre daný typ stavebnej konštrukcie

Obostavaný objem budovy :

$V_{b=}$ **1539,30** m^3

Merná plocha budovy :

$A_{C=}$ **525,54** m^2

2.) Tepelné straty budovy

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov

$$\Delta U = 0,02 \quad W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$$

$$\Delta H_{TM} = \Delta U \cdot \Sigma A_i = 27,52 \quad W \cdot K^{-1}$$

ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov

Merná tepelná strata prechodom tepla

$$H_T = \Sigma(b_{xi} \cdot U_i \cdot A_i) + \Delta U \cdot \Sigma A_i = 468,08 \quad W \cdot K^{-1}$$

Merná tepelná strata vetraním

$$n = 0,50 \quad .l.h^{-1}$$

$$H_V = 0,264 \quad .n \cdot V_b = 203,19 \quad W \cdot K^{-1}$$

n - minimálna intenzita výmeny vzduchu

Merná tepelná strata budovy

$$H = H_T + H_V = 671,27 \quad W \cdot K^{-1}$$

Určenie mernej tepelnej straty $Q_L = H \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t$ po mesiacoch

tab. č.2

Veličina	Mesiac						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Dĺžka výp. obdobia t (dni)	31	28	31	30	31	30	31
Počet hodín trvania	744	672	744	720	744	720	744
Priemerná vonk. teplota °C	-1,8	0,4	4,6	9,9	9,8	4,3	-0,3
Upravená vnút. teplota °C	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
Tepelná strata Q_L/kWh	10138,3	8164,7	6942,0	4156,5	4345,0	6863,0	9389,1

Celkové tepelné straty za rok

49998,5 kWh

3.) Tepelné zisky budovy

Vnútorý tepelný zisk Q_i

$$q_i = 6,00$$

$$\phi_i = q_i \cdot A_b = 3153,24 \text{ Wh} \quad Q_i = \phi_i \cdot t$$

q_i -priemerný tepelný výkon vnútorných zdrojov

tab. č.3

Veličina	Mesiac						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Počet hodín trvania	744	672	744	720	744	720	744
Vnútoré tepelné zisky Q_i	2346	2119	2346	2270	2346	2270	2346

Vnútorý tepelný zisk za rok $Q_{i\equiv}$ 16043,7 kWh

Solárny tepelný zisk

$$Q_{s\equiv} = \sum I_{sj} \cdot A_{sj}$$

$$A_{sj} = A \cdot F_s \cdot F_f \cdot F_c \cdot g_w$$

$$F_s \cdot F_f \cdot F_c = 0,5$$

A - plocha otvoru kolekčnej plochy

(faktor tienenia, faktor rámov a

g_w - celková priepustnosť slnečnej energie zasklenia

zmenšujúci faktor trvalých protisnečných plôch)

I_{sj} - celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy s nasmerovaním j

tab. č.4

Orientácia zasklenej plochy	$F_s \cdot F_f \cdot F_c$	A	$g_w = F_w \cdot g_l$	A_{sj}	A_{sj}
	-	m ²	--	m ²	m ²
Sever- drevené	0,5	0,00	0,603	0,00	7,38
Sever- plastové	0,5	32,80	0,450	7,38	
Severovýchod a severozápad- dvojité okná	0,5	0,0	0,765	0,00	0,00
Severovýchod a severozápad- plast	0,5	0,0	0,675	0,00	
Východ a Západ- drevené	0,5	4,55	0,450	1,02	1,02
Východ a Západ- plastové	0,5	0,00	0,450	0,00	
Juhovýchod a juhozápad- dvojité okná	0,5	0,0	0,765	0,00	0,00
Juhovýchod a juhozápad- plast	0,5	0,0	0,675	0,00	
Juhovýchod a juhozápad- oceľ	0,5	0,0	0,765	0,00	
Juh- oceľové	0,5	0,00	0,765	0,00	7,05
Juh- plastové	0,5	31,35	0,450	7,05	
Horizontálna orientácia (do 30° sklonu)	0,5	0,00	0,603	0,0	0,0
	ΣA	68,70			

Výpočet solárneho tepelného zisku Q_s (kWh) po mesiacoch

tab. č.5

Svetové strany	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
I_{sj} - Sever	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Solárny tepelný zisk Q_s	67	102	148	201	107	62	50
I_{sj} - SV a SZ	10,2	16,1	26,8	41,6	18,3	9,6	7,4
Solárny tepelný zisk Q_s	0	0	0	0	0	0	0
I_{sj} - Východ a Západ	14,9	24,5	42	59,1	32,2	15,4	11,8
Solárny tepelný zisk Q_s	15	25	43	60	33	16	12
I_{sj} - JZ a JV	22,7	33,8	50,9	62	44,8	24,9	20,9
Solárny tepelný zisk Q_s	0	0	0	0	0	0	0
I_{sj} - Juh	30,2	43,6	61,2	66,3	57,2	33,1	28,4

Solárny tepelný zisk Q_s	213	308	432	468	403	233	200
I_{sj} - Horizontálne	22,2	38,6	71,4	108,2	55	26,2	18,4
Solárny tepelný zisk Q_s	0	0	0	0	0	0	0
Spolu Q_s (kWh)	295	434	623	729	543	311	263

Solárny tepelný zisk za rok $Q_s =$ 3199,0 kWh

Spolu zisky $Q_s + Q_i$ (kWh)	2641	2553	2969	2999	2889	2582	2609
---	------	------	------	------	------	------	------

Celkové tepelné zisky za rok

$Q_g = Q_i + Q_s =$ **19242,7 kWh**

4.) Potreba tepla na vykurovanie budovy $Q_h =$ $\Sigma Q_L - \eta \cdot Q_g$

tab. č.6

Veličina	Mesiac						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Pomer tep.ziskov a strát- γ	0,26	0,31	0,43	0,72	0,67	0,38	0,28
Vnútorná tep.kapacita- C	165000	165000	165000	165000	165000	165000	165000
Časová konštanta- τ	35,87	35,87	35,87	35,87	35,87	35,87	35,87
Číselný parameter- a	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39
η /mesiac	0,992	0,987	0,967	0,879	0,899	0,977	0,991

η faktor využitia tepelných ziskov

Potreba tepla Q_h/mes	7517,27	5645,56	4070,61	1519,88	1746,70	4340,71	6805,08
---	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Ročná potreba tepla na vykurovanie

$Q_{h=}$ $\Sigma Q_{hn} =$ $\Sigma Q_L - \eta \cdot Q_g =$ **31645,8 kWh/rok**

Merná potreba tepla na vykurovanie

$Q_{H,nd} = Q_h / A_b =$ **60,22 kWh.m².r⁻¹**

Faktor tvaru budovy

$\Sigma A_i / V_b =$ **0,89 m⁻¹**

Faktor tvaru podľa STN EN 15217

$A_E / A_C =$ **2,62**

Porovnanie potrieb tepla, celkovej potreby energie, a emisií pred a po realizovaní navrhovaných úprav

Pôvodný druh paliva : biomasa

Navrhovaný druh paliva : biomasa

Pôvodný stav

Potreba tepla na vykurovanie	=	108193,46	kWh.r ⁻¹
Potreba energie na vykurovanie v kWh	=	110289,60	kWh.r ⁻¹
Potreba energie na prípravu teplej vody v kWh		3357	kWh.r ⁻¹
Potreba energie na osvetlenie v kWh		14704,60	kWh.r ⁻¹
Celková potreba energie v kWh		128350,960	kWh.r⁻¹

Navrhovaný stav

Potreba tepla na vykurovanie	=	37093,12	kWh.r ⁻¹
Potreba energie na vykurovanie v kWh	=	44538,96	kWh.r ⁻¹
Potreba energie na prípravu teplej vody v kWh		3357	kWh.r ⁻¹
Potreba energie na osvetlenie v kWh		5244,89	kWh.r ⁻¹
Celková potreba energie v kWh		53140,610	kWh.r⁻¹

Ročná úspora celkovej potreby energie	=	75210,35	kWh.r⁻¹
--	---	-----------------	---------------------------

Percentuálna úspora potreby tepla budovy

Pôvodný stav	108193,46	kWh.r ⁻¹	100,0 %
Stav po obnove	37093,12	kWh.r ⁻¹	34,3 %
Potreba tepla budovy sa zníži o			65,7 %

Percentuálna úspora celkovej potreby energie budovy

Pôvodný stav	128350,96	kWh.r ⁻¹	100,0 %
Stav po obnove	53140,61	kWh.r ⁻¹	41,4 %
Potreba celkovej energie budovy sa zníži o			58,6 %

Zníženie ročnej spotreby primárnej energie po zateplení a zmene vykurovania v kWh/rok

Pôvodný stav	96,6	kWh/rok
Stav po obnove	44,5	kWh/rok
Primárna energia sa po navrhovaných úpravách zníži o	52,1	kWh/rok

Úspora emisií CO² po zateplení a zmene vykurovania

Pôvodný stav	9,94	kg/m ²	5,22	t/rok	100,0 %
Stav po obnove	4,43	kg/m ²	2,33	t/rok	44,6 %
Zníženie o	5,51	kg/m²	2,89	t/rok	55,4 %

3. ZÁVER:

Všetky navrhované konštrukcie spĺňajú kritériá dané normou STN 730540:2012-2,3.

Po realizácii navrhovaných úprav podľa PD je **merná potreba tepla** na vykurovanie (energetické kritérium):

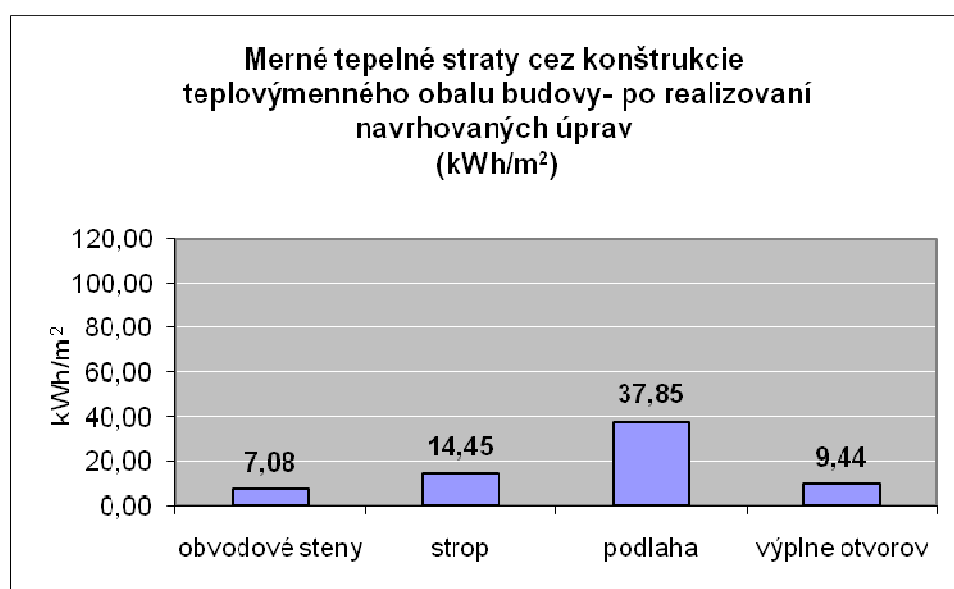
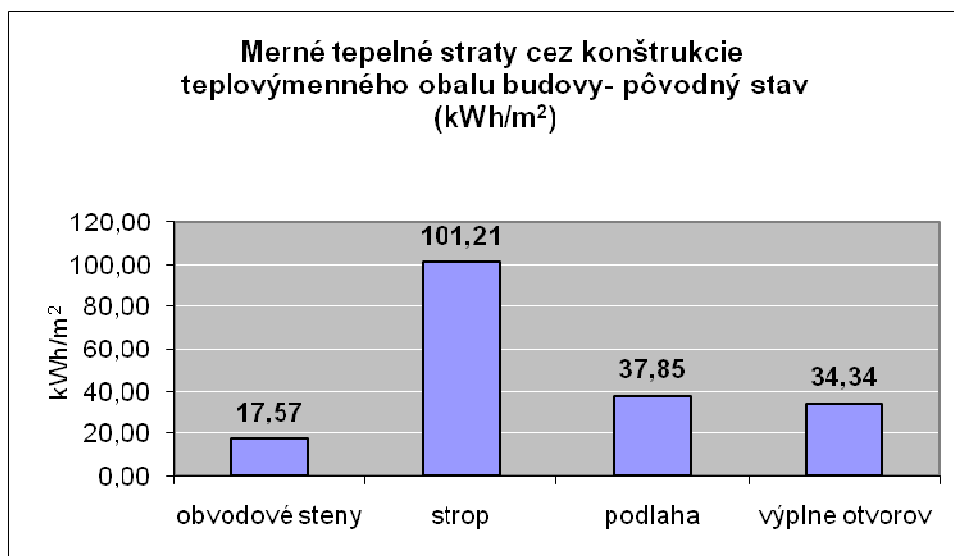
$$Q_{H,nd} = 70,58 \text{ kWh/m}^2/\text{rok} \text{ (energetické kritérium)}$$

Objekt spĺňa energetické kritérium.

Potreba tepla (výpočet po mesiacoch):

$$Q_{H,nd} = 60,22 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$$

Grafické znázornenie hodnôt merných tepelných strát cez konštrukcie teplovýmenného obalu - podľa jednotlivých konštrukcií pred a po realizovaní navrhovaných úprav:



Posúdenie podľa vyhlášky 324/2016, ktorou sa vykonáva zákon 555/2005 o energetickej hospodárnosti:

Potreba energie na vykurovanie : 44539 kWh..... **85 kWh/m²**
Zatriedenie budovy pre miesto spotreby **vykurovanie** po realizácii navrhovaných úprav: „**D**“

Potreba energie na prípravu TV: 3357 kWh..... **6 kWh/m²**
Zatriedenie budovy pre miesto spotreby príprava **teplej vody** po realizácii navrhovaných úprav: „**B**“

Potreba energie na osvetlenie: 5245 kWh..... **10 kWh/m²**
Predpokladané zatriedenie budovy pre miesto spotreby **osvetlenie** po realizácii navrhovaných úprav:
„**A**“

Č. r.	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE	
1	Názov budovy:	Administratívna budova
2	Ulica, číslo:	Parný mlyn, s.č.5142
3	Obec:	Lučenec
4	Parc. č.:	4945/8
5	Katastrálne územie:	Lučenec
6	Účel spracovania energetického certifikátu:	Projektové hodnotenie

Potenciál energií po vykonaní navrhovaných úprav

	Veličina	Potreba tepla / energie - aktuálny stav v kWh/(m ² .a)	Potreba tepla / energie - po realizácii navrhovaných úprav v kWh/(m ² .a)	Úspora tepla / energie v kWh/(m ² .a)	Potenciál úspor v %
1	Potreba tepla na vykurovanie	175	71		
Potreba energie:					
2	na vykurovanie	210	85		
3	na prípravu teplej vody	6	6		
4	na chladenie/vetranie				
5	na osvetlenie	28	10		
6	Celková potreba energie kWh/(m².a):	244	101		
7	Primárna energia kWh/(m².a):	97	44		

Odpočítateľná tepelná a elektrická energia:					
8	solárna tepelná				
9	solárna fotovoltaická				
10	kogenerácia				
11	Tepelná energia z iného obnoviteľného zdroja				

Celková potreba energie budovy 53141 kWh.....101 kWh/m²

Podľa vyhlášky 324/2016, ktorou sa vykonáva zákon 555/2005 o energetickej hospodárnosti by bol posudzovaný objekt po realizácii úprav podľa PD zaradený do energetickej triedy hospodárnosti budovy pre **celkovú potrebu energie- „C“ (95-134 kWh/m²/rok) pre administratívne budovy** (po odrátaní hraničných hodnôt energetickej triedy pre potrebu energie na vetranie a chladenie (32-45 kWh/m²/rok), keďže pre toto miesto spotreby budova nie je posudzovaná).

Globálny ukazovateľ- primárna energia.....44 kWh/m²/rok

Pre hodnotu globálneho ukazovateľa bude pri navrhovanom spôsobe vykurovania a príprave teplej vody platiť zatriedenie do energetickej triedy A0 (≤ 61 kWh/m²/rok).