

Ing. Tóth Tibor, Biskupická 32/66, 986 01 Fil'akovo
mobil: 0907 131 975, e-mail: ingtothtibor@gmail.com

- 1. TECHNICKÁ SPRÁVA**
- 2. PRÍLOHY**

V. PROJEKTOVÉ HODNOTENIE ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOVY – BUDOVA A + B

- projekt pre realizáciu stavby

Názov stavby:	Efektivita, progresívnosť a budúcnosť pod jednou strechou - v škole 21. storočia: ZŠ s VJM - ul. Mládežnícka č.7., Fil'akovo
Investor:	MESTO FIL'AKOVO
Zodp. projektant:	Ing. arch. Katarína Križová
Vypracoval:	Ing. arch. Katarína Križová
Dátum:	september 2014

Projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy - Budova „A“

1. Technická správa

1.1. Identifikačné údaje

Hodnotený objekt: ZŠ s VJM - ul. Mládežnícka č.7., Filákov
Objednávateľ: MESTO FILÁKOVO
Spracovateľ: Ing. arch. Katarína Križová

1.2. Základné údaje o stavebných konštrukciách a budove

Zastavaná plocha typického podlažia : 665,417 m²
Merná plocha budovy: 1996,251 m²
Obostavaný objem budovy: 7452,67 m³

Predmetom hodnotenia je budova „A“, ktorá sa nachádza v areály ZŠ vo Filákovke na ul. Mládežníckej č.7, podľa polohy krajiny sa nachádza v II. teplotnej oblasti. Budova je trojpodlažná pôdorysného tvaru U, zastrešená jednoplášťovou plochou strechou., Nosný systém budovy kombinovaný a tvoria obvodové múry a medziokenné piliere murované z tehál CDm b= 365 mm, s výplňovým parapetným murivom z dutinových tehál s Heraklitovým obkladom. Stropnú konštrukciu tvoria ŽB dosky hr. 150 mm. Výplňové konštrukcie sú drevené zdvojené, zasklené jednoduchým čírym sklom, zasklené steny v schodisku a dvere na kotolni sú kovové. Vykurovanie objektu je ústredné, zdrojom tepla je plynový kotol, ktorý sa nachádza v kotolni.

1.3. Požiadavky a kritéria na obalové konštrukcie budovy

Predmetom hodnotenia je zistenie predpokladanej energetickej úspory po realizácii výmeny výplňových konštrukcií a rekonštrukcií strechy so zateplením, a preukázanie, že navrhovaná obnova budovy spĺňa normatívne požadované kritériá podľa STN 73 0540 – 2 – 2012. Energetická úspora sa vyjadří v znížení potreby tepla na vykurovanie v budove (vyjadrený percentuálne).

Normalizované a maximálne hodnoty tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií obnovovaných budov, ako aj základné kritériá požadované pre obnovované budovy, vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov, výpočtové metódy stanovuje revidovaná norma STN 73 0540 (2012) v častiach 2-3. Pri návrhu obnovy stavebných konštrukcií a priestorov vymedzených určitým stavom prostredia bytových budov sa požaduje splnenie kritérií:

- ✚ minimálne tepelnoizolačné vlastnosti stavebných konštrukcií,
- ✚ minimálna teplota vnútorného povrchu,
- ✚ minimálna priemerná výmena vzduchu v miestnosti,
- ✚ maximálna merná potreba tepla na vykurovanie,

1.4. Posúdenie vlastností stavebných konštrukcií

1.4.1. Posúdenie nepriesvitných obalových konštrukcií

Skutkový stav:

Tepelnoizolačné vlastnosti obvodového plášťa a parapetného muriva v pôvodnom stave **nesplňajú** požiadavku uvedenú v čl. 4.1 STN 73 0540-2 (2012) $U < U_N$ vo $W/(m^2.K)$ pre vonkajšie steny budov:

Obvodový plášť: $U = 1,369 > U_N = 0,32$ - NEVYHOVUJE
Parapetné murivo. $U = 1,578 > U_N = 0,32$ - NEVYHOVUJE

Tepelnoizolačné vlastnosti strešného plášt'a v pôvodnom stave **nesplňajú** požiadavku uvedenú v čl. 4.1 STN 73 0540-2 (2012) $U < U_N$ vo $W/(m^2.K)$ pre plochú strechu budov:

$$U = 0,751 > U_N = 0,20 - \text{NEVYHOVUJE}$$

Obnovovaný stav:

Tepelnoizolačné vlastnosti po zateplení strešného plášt'a **spĺňajú** požiadavku na minimálnu tepelnoizolačnú schopnosť stanovenú pre plochú strechu budov:

$$U = 0,178 < U_N = 0,20 - \text{VYHOVUJE}$$

1.4.2. Posúdenie otvorových konštrukcií

Súčiniteľ tepla jednoduchých okien a dverí alebo dverí sa podľa čl. 5.1.1 STN EN ISO 10077-1 určí podľa vzťahu:

$$U_w = \frac{U_F \times A_F + U_G \times A_G + \psi_g \times l_g}{A_F + A_G} \quad (1)$$

kde

U_w – súčiniteľ prechodu tepla okna $[W/m^2.K]$

U_F – súčiniteľ prechodu tepla rámu a krídla $[W/m^2.K]$

U_G – súčiniteľ prechodu tepla zasklenia $[W/m^2.K]$

A_F – plocha rámu a krídla okna $[m^2]$

A_G – čistá plocha zasklenia $[m^2]$

ψ_g – lineárny stratový súčiniteľ $[W/m.K]$

l_g – obvod zasklenia v krídle $[m]$

i_{iv} – súčiniteľ škárovej prievzdúšnosti $[m^3/m \cdot s \cdot Pa^{0,67}]$

l – dĺžka škár $[m]$

Súčiniteľ tepla zdvojených okien sa podľa čl. 5.1.3 STN EN ISO 10077-1

Súčiniteľ prestupu tepla U_w systému skladajúceho sa z jedného rámu a dvoch oddelených krídel sa vypočíta zo vzťahu (1) čl. 5.1.1. STN EN ISO 10077-1. Ku stanoveniu súčiniteľa prestupu tepla U_g kombinovaného zasklenia sa použije vzťah:

$$U_g = \frac{1}{1/U_{g1} - R_{si} + R_s - R_{se} + 1/U_{g2}} \quad (2)$$

kde

U_{g1}, U_{g2} – súčinitele prechodu tepla vonkajšieho a vnútorného zasklenia $[W/m^2.K]$

R_{si} – odpor pri tepla na vnútornej strane vonkajšieho zasklenia v prípade jeho samostatného použitia $[m^2.K/W]$

R_{se} – odpor pri tepla na vonkajšej strane vnútorného zasklenia v prípade jeho samostatného použitia $[m^2.K/W]$

R_s – tepelný odpor vrstvy medzi zasklením dvoch okien $[m^2.K/W]$

súčinitele prechodu tepla vonkajšieho a vnútorného zasklenia

$$U_{gi} = \frac{1}{R_{se} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{si}}$$

Skutkový stav:

Drevené zdvojené okno zasklené jednoduchým zasklením čírym sklom, s hodnotou súčiniteľa prechodu tepla cez zasklenie vonkajšie (vnútorné) $U_{g1,(2)} = 5,7 W/m^2.K$, a súčiniteľom prechodu tepla cez rám $U_F = 1,65 W/m^2.K$. Vo výpočte sa uvažuje s hodnotou súčiniteľa prechodu tepla otvorových konštrukcií $U_{OK} = 2,32 W/(m^2.K)$, $i_{iv} = 1,4 \cdot 10^{-4} m^3/m.s.Pa^{0,67}$ – hodnota pre charakteristické okno - vid'. výpočet – príloha 2.3.

Zasklené steny na schodiskách sú kovové bez prerušenia tepelného mostu zasklené jednoduchým zasklením z číreho skla so súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 5,65 W/m^2.K$. Súčinitele prechodu tepla kovových otvorových konštrukcií sú orientačné na tabuľky 19 z normy STN 73 0540-3 (2012).

Obnovovaný stav:

Plastové okno päťkomorkový systém rámu s $U_{Fmax} = 1,2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ zasklené izolačným dvojsklom s $U_{Gmax} = 1,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$, $\psi_g = 0,06 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$, $U_{OK} = 1,31 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$, $i_{lv} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67}$ – hodnota pre charakteristické okno - vid'. výpočet – príloha 2.3

Tepelnoizolačné vlastnosti otvorových konštrukcií v skutkovom stave **nesplňajú** požiadavku podľa čl. 4.1.4 STN 73 0540-2 (2012) $U_w > U_{w,N} = 1,4 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. Po výmene okien a dverí vymenené okná a dvere **spĺňajú** požiadavku podľa čl. 4.1.4 STN 73 0540-2 $U_w < U_{w,N} = 1,4 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

1.4.3. Posúdenie kritéria na minimálnu priemernú výmenu vzduchu v miestnostiach

Pri výpočte potreby tepla na vykurovanie pre pôvodný stav (príloha.2.4.a) sa pre stávajúce drevené zdvojené okná uvažovalo s hodnotou súčiniteľa škárovej prievzdušnosti $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67}$, a pre kovové dvere a zasklené steny $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67}$. Z výpočtu vychádza intenzita výmeny vzduchu $n = 0,59 \text{ 1/h}$, ktorá spĺňa kritérium na minimálnu výmenu vzduchu $n \geq n_N = 0,5$.

Výmenou okien za plastové okná, ktoré sú z hľadiska škárovej prievzdušnosti tesnejšie, sa vo výpočtoch uvažovalo s hodnotou $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67}$ a z výpočtov vychádza intenzita výmeny vzduchu $n = 0,423 \text{ 1/h}$, ktorá nespĺňa kritérium na minimálnu výmenu vzduchu $n \geq n_N = 0,5 (1/h)$

Predpokladá sa, že výmena vzduchu na požadovanú úroveň sa uskutoční iným spôsobom (mikroventilácia).

1.4.4. Posúdenie energetického kritéria

Výpočet mernej potreby tepla na vykurovanie je obsahom tabuľky v prílohe 2.4. Podľa článku 8.1. STN 73 0540-2 (2012): Budovy spĺňajú energetické kritérium, ak majú v závislosti od faktora tvaru budovy mernú potrebu tepla

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

Skutkový stav budovy:

Charakteristické vlastnosti budovy sú:

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy:	1,3133	W/(m ² ·K)
Faktor tvaru:	0,3731	1/m
Priemerná intenzita výmeny vzduchu:	0,5725	1/h
Merná potreba tepla na vykurovanie skutkového stavu:	$Q_{H,nd} = 152,9673$	(kWh/(m ² ·a))
	$Q_{H,nd} = 40,9734$	(kWh/(m ³ ·a))
Normalizovaná hodnota mernej potreba na vykurovanie :	$Q_{H,nd,N1} = 55,19$	(kWh/(m ² ·a))
	$Q_{H,nd,N2} = 19,73$	(kWh/(m ³ ·a))

$$Q_{H,nd} = 155,97 > Q_{H,nd,N1} = 55,19 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{rok))} - \text{NEVYHOVUJE}$$

$$Q_{H,nd} = 40,97 > Q_{H,nd,N2} = 19,73 \text{ (kWh/(m}^3 \cdot \text{rok))} - \text{NEVYHOVUJE}$$

Budova v pôvodnom stave **nesplňa energetické kritérium** podľa čl. 8.1. STN 73 0540-2 (2012)

Obnovovaný stav budovy - Výmena výplňových konštrukcií a rekonštrukcia strechy so zateplením :

Charakteristické vlastnosti budovy sú:

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy:	0,9587	W/(m ² ·K)
Faktor tvaru:	0,3731	1/m
Priemerná intenzita výmeny vzduchu:	0,4095	1/h
Výpočtová hodnota výmeny vzduchu:	0,5	1/h
Merná potreba tepla na vykurovanie nového stavu:	$Q_{H,nd} = 106,5395$	(kWh/(m ² ·a))
	$Q_{H,nd} = 28,5374$	(kWh/(m ³ ·a))
Normalizovaná hodnota mernej potreba na vykurovanie :	$Q_{H,nd,N1} = 55,19$	(kWh/(m ² ·a))
	$Q_{H,nd,N2} = 19,73$	(kWh/(m ³ ·a))

$$Q_{H,nd} = 106,54 > Q_{H,nd,N1} = 55,19 \text{ (kWh/(m}^2\text{.rok))} - \text{NEVYHOVUJE}$$

$$Q_{H,nd} = 28,54 > Q_{H,nd,N2} = 19,73 \text{ (kWh/(m}^2\text{.rok))} - \text{NEVYHOVUJE}$$

Budova po čiastočnej obnove **nesplňa** energetické kritérium požadovanej potreby tepla na vykurovanie podľa čl. 8.1.2 STN 73 0540-2,2012

1.4.5. . Porovnanie ročných nákladov na vykurovanie pred a po realizovaní navrhovaných úprav

Obostavaný objem budovy	:	7452,67	m³
Podlahová plocha vykurovaných podlaží	:	1696,6	m²
Druh paliva	:	zemný plyn	
Výhrevnosť	:	33,5	MJ.m⁻³
Pôvodný stav			
Potreba tepla na vykurovanie	=	305361,08	kWh.r⁻¹
	=	1099,30	GJ.r⁻¹
Množstvo paliva	=	32814,92	m³.r⁻¹
Druh tarify odberu plynu		D	4
Fixná mesačná sadzba		29,94	EUR.mesiace⁻¹
Sadzba za odobraté množstvo paliva		0,048	EUR/kWh
Celkové ročné náklady za spotrebované palivo (bez DPH)		14863,93	EUR.rok⁻¹
Nový stav			
Potreba tepla na vykurovanie	=	212679,56	kWh.r⁻¹
	=	765,65	GJ.r⁻¹
Množstvo paliva	=	22855,12	m³.r⁻¹
Druh tarify odberu plynu		D	4
Fixná mesačná sadzba		29,94	EUR.mesiace⁻¹
Sadzba za odobraté množstvo paliva		0,048	EUR/kWh
Celkové ročné náklady za spotrebované palivo (bez DPH)		10461,56	EUR.rok⁻¹
Ročná úspora tepelnej energie	=	92681,522	kWh.r⁻¹
	=	333,653	GJ.r⁻¹
Ročná úspora nákladov na palivo (bez DPH) - celková	=	4402,4	EUR.rok⁻¹
Ročná úspora nákladov na palivo (bez DPH) - na jednotku podlahovej plochy	=	2,59	EUR/(m².rok¹)
Zníženie energetickej náročnosti budovy			
Pôvodný stav	305361,08	kWh.r⁻¹	100,0 %
Stav po obnove	212679,56	kWh.r⁻¹	69,6 %
Energetická náročnosť celej budovy sa zníži o	92681,52	kWh.r⁻¹	30,4 %
Zníženie energetickej náročnosti na jednotku podlahovej plochy			
Pôvodný stav	179,98	kWh/(m².r)	100,0 %
Stav po obnove	125,36	kWh/(m².r)	69,6 %
Energetická náročnosť na jednotku podlahovej plochy sa zníži o	54,63	kWh/(m².r)	30,4 %
Zníženie mernej potreby tepla na vykurovanie budovy			
Pôvodný stav		153,0	kWh/m².rok
Stav po obnove		106,5	kWh/m².rok
Merná potreba tepla na vykurovanie na m² sa zníži o		46,4	kWh/m².rok

1.5. Záver

Záverom možno konštatovať, že budova „A“ ako celok nevyhovuje požiadavkám STN 73 0540-2 2012, nakoľko finančné možnosti investora dovoľia len čiastočnú obnovu budovy, t.j., výmenu výplňových konštrukcií a rekonštrukciu strechy so zateplením. Budova „A“ po čiastočnej obnove vykazuje 30,40 % - nú energetickú úsporu, ktorá pri súčasných cenách plynu predstavuje ročnú úsporu na palive 4 402,4 Eur (bez DPH), za podmienky, že objekt má realizované hydraulické vyregulovanie sústavy UK, čím sa realizujú podmienky výpočtu ohľadne rovnomerného rozloženia teplôt v interiéri objektu.

Ing. Tóth Tibor, Biskupická 32/66, 986 01 Fil'akovo
mobil: 0907 131 975, e-mail: ingtothtibor@gmail.com

- 2.1.) Skladba stavebných konštr. a výpočet súčin. prechodu tepla**
- 2.2.) Výpočet súčiniteľa prechodu tepla podlahy na teréne**
- 2.3.) Výpočet súčiniteľa prechodu tepla otvorových konštrukcií**
- 2.4.) Výpočet potreby tepla na vykurovanie: a.) skutkový stav
b.) nový stav**
- 2.5.) Detail kotvenia okien (Skutkový stav – Nový stav)**
- 2.6.) Grafické znázornenie štruktúry tepelnej straty prechodom tepla**

2. PRÍLOHY – BUDOVA A

- projekt pre realizáciu stavby

Názov stavby: **Efektivita, progresívnosť a budúcnosť pod jednou strechou - v škole 21. storočia: ZŠ s VJM - ul. Mládežnícka č.7., Fil'akovo**

Investor: **MESTO FIL'AKOVO**

Zodp. projektant: **Ing. arch. Katarína Križová**

Vypracoval: **Ing. arch. Katarína Križová**

Dátum: **september 2014**

2. Prílohy

2.1 Skladba stavebných konštrukcií a výpočet súčiniteľa prechodu tepla

2.1.a. Skutkový stav

Obvodový plášť

Materiál	Hrúbka d (m)	Objemová hmotnosť ρ (kg/m ³)	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/Km)	Faktor difúzneho odporu μ (-)	$R=d_i/\lambda_i$ (m ² .K/W)
Vnútoraná omietka vápennocem	0,01	2000	0,88	19	0,0114
Murivo z tehál CDm b=365 mm	0,365	1450	0,69	7	0,5290
Vonkajšia omietka - Brizolit	0,02	2000	0,99	19	0,0202
$R = \sum d_i/\lambda_i =$					0,5606

Odpor pri prest. tepla na vnút. strane konštr . $R_{si} = 0,13$ m².K/W

Odpor pri prest. tepla na vonk. strane konštr . $R_{se} = 0,04$ m².K/W

Súčiniteľ prechodu tepla $U = 1/(R_{si}+R+R_{se}) = 1,369$ W / (m².K)

Parapetné murivo

Materiál	Hrúbka d (m)	Objemová hmotnosť ρ (kg/m ³)	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/Km)	Faktor difúzneho odporu μ (-)	$R=d_i/\lambda_i$
Vnútoraná omietka vápennocem.	0,01	2000	0,88	19	0,0114
Heraklit	0,05	600	0,19	6,5	0,2632
Dutinová tehla hr. 125 mm	0,125	1400	0,74	7	0,1689
Vonkajšia omietka- náter Porakryl	0,02	2000	0,99	19	0,0202
$R = \sum d_i/\lambda_i =$					0,4636

Odpor pri prest. tepla na vnút. strane konštr . $R_{si} = 0,13$ m².K/W

Odpor pri prest. tepla na vonk. strane konštr . $R_{se} = 0,04$ m².K/W

Súčiniteľ prechodu tepla $U = 1/(R_{si}+R+R_{se}) = 1,578$ W / (m².K)

Strecha

Materiál	Hrúbka d (m)	Objemová hmotnosť ρ (kg/m ³)	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/Km)	Faktor difúzneho odporu μ (-)	$R=d_i/\lambda_i$
Vnútoraná omietka vápennocem	0,01	2000	0,88	19	0,0114
Stropný panel-železobetónový	0,15	2300	1,43	23	0,1049
Škvárový násyp v spáde 0-200 mm	0,1	750	0,27	3	0,3704
Pôrobetónové panely	0,15	650	0,22	9	0,6818
Živičná krytina	0,005	1200	0,21	49250	0,0238
$R = \sum d_i/\lambda_i =$					1,1923

Odpor pri prest. tepla na vnút. strane konštr . $R_{si} = 0,1$ m².K/W

Odpor pri prest. tepla na vonk. strane konštr . $R_{se} = 0,04$ m².K/W

Súčiniteľ prechodu tepla $U = 1/(R_{si}+R+R_{se}) = 0,751$ W / (m².K)

2.1.2. Nový stav

Strecha+ zateplenie polystyrén EPS 150 S hr. 150 mm

Materiál	Hrúbka d (m)	Objemová hmotnosť ρ (kg/m ³)	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/Km)	Faktor difúzneho odporu μ (-)	$R=d_i/\lambda_i$
Vnútoraná omietka vápennocem	0,01	2000	0,88	19	0,0114
Stropný panel-železobetónový	0,15	2300	1,43	23	0,1049
Škvárový násyp v spáde 0-200 mm	0,1	750	0,27	3	0,3704
Pôrobetónové panely	0,15	650	0,22	9	0,6818
Živičná krytina	0,005	1200	0,21	49250	0,0238
Polystyrén EPS 150 S	0,15	25	0,035	70	4,2857
Hydroizolácia – FATRAFOL 810	0,0015	1313	0,35	12 200	0,0043
$R = \sum d_i/\lambda_i =$					5,4823

Odpor pri prest. tepla na vnút. strane konštr . $R_{si} = 0,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Odpor pri prest. tepla na vonk. strane konštr . $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Súčiniteľ prechodu tepla $U = 1/(R_{si}+R+R_{se}) = 0,178 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$

2.2. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla podlahy na teréne podľa STN 73 0540-4 :

Podlaha stredná časť budovy (neodpivničená časť):

Plocha podlahy $A = 665,417 \text{ m}^2$
 Obvod podlahy $P = 129,4 \text{ m}$
 Súč. tepelnej vodivosti zeminy $\lambda = 2 \text{ W / (m.K.)}$
 $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
 $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
 $w = 0,375 \text{ m}$

Podlaha schodiska

Materiál	Hrúbka d (m)	Objemová hmotnosť ρ (kg/m ³)	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/Km)	$R= d/\lambda$
Nášlapná vrs. Pvc + lepidlo	0,004	1400	0,19	0,021
Vyrovnávací poter	0,045	2000	1,02	0,045
Podkladný betón	0,15	2300	1,22	0,123

$R_f = 0,189$

Charakteristický rozmer podlahy $B' = A/0,5 \cdot P = 10,285$

Ekvivalentná hrúbka podlahy $d_t = w + \lambda(R_{si}+R_f+ R_{se}) = 1,173 \text{ m}$

Charakter podlahy : $d_t < B'$ neizolovaná podlaha a mierne izolovaná podlaha

Základná hodnota súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540 -4 2002:

$$U_0 = 0,415 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Na podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch súčiniteľ prechodu tepla $U = U_0 = 0,415 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Ustálená tepelná priepustnosť $L_s = A U_0 + P \cdot \Delta \Psi = 665,417 \cdot 0,415 + 129,4 \cdot 0 = 276,148 \text{ W/K}$

2.3. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla otvorových konštrukcií

Charakterist. okno O4, ktoré je v najväčšom počte na budove –

Skutkový stav :

Drevené zdvojené okno zasklené jednoduchým zasklením čírym sklom

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}, R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_s = 0,173 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} - \text{normová príloha C, STN EN ISO 10077-1}$$

$$U_f = 1,65 \text{ W/m}^2 \text{K} - \text{normová príloha D, STN EN ISO 10077-1}$$

Súčiniteľ prechodu tepla vonkajším (vnútorným) zasklením : $d = 0,004 \text{ m}$, $\lambda = 0,76 \text{ W/(m.K)}$

$$U_{g1,2} = \frac{1}{0,13 + \sum_j \frac{0,004}{0,76} + 0,04} = 5,7 \text{ W/m}^2 \text{K}$$

$$\text{Súčiniteľ prechodu tepla systémom zasklenia: } U_g = \frac{1}{1/5,7 - 0,13 + 0,173 - 0,04 + 1/5,7} = 2,78 \text{ W/m}^2 \text{K}$$

Súčiniteľ prechodu tepla pre okno: $A = 4,869 \text{ m}^2$, $A_f = 1,963 \text{ m}^2$, $A_g = 2,906 \text{ m}^2$

$$U_w = \frac{1,65 \times 1,963 + 2,78 \times 2,906}{1,963 + 2,906} = 2,32 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Nový stav:

Plastové okno päťkomorkový systém s $U_{Fmax} = 1,2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ zasklené izolačným dvojsklom s $U_{Gmax} = 1,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$, $\psi_g = 0,06 \text{ W/(m.K)}$.

Plastové okno: $A = 4,869 \text{ m}^2$, $A_f = 1,560 \text{ m}^2$, $A_g = 3,309 \text{ m}^2$, $l_g = 14,61 \text{ m}$

$$U_w = \frac{1,2 \times 1,56 + 1,1 \times 3,309 + 0,06 \times 14,61}{2,359 + 2,51} = 1,31 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Súčiniteľ prechodu tepla pre charakteristické okno O4:

- pre pôvodné drevené okná je $U_w = 2,32 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$,

- pre nové plastové je $U_w = 1,31 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

2.4.a. VÝPOČET POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE- skutkový stav

Tepelnotechnické vlastnosti obalových konštrukcií a redukčné faktory

KONŠTRUKCIA	b_x	U_i	A_i	$b_x \cdot (U_i \cdot A_i)$
Obvodová stena	1	1,369	835,56	1143,8816
Parapetné murivo	1	1,578	166,95	263,4471
Podlaha na teréne	1	0,415	665,417	276,1481
Strecha	1	0,751	665,417	499,7282
Drevené okná a dvere	1	2,32	400,89	930,0648
Kovové okná a dvere	1	5,65	46,05	260,1825
			2780,284	3373,4523

Merná tepelná strata prechodom tepla

$$H_T = \sum b_{x,i} \cdot U_i \cdot A_i + \Delta U \cdot \Sigma A_i$$

ΔU – zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov vo $W/(m^2 \cdot K)$

b_x – redukčný faktor

$$\Delta U = 0,1 \text{ W/(m}^2 \cdot K)$$

$$H_T = 3651,4807 \text{ W/K}$$

Merná tepelná strata vetraním

KONŠTRUKCIA	$n \times l \times i_v$
Okná a dvere	0,1693
	0,1693

i_v – súčiniteľ škárovej prievzdušnosti v $m^2/(s \cdot Pa^{2/3})$

l – dĺžka škáry v m

n' – počet okien daného druhu

PRÍEMERNÁ INTENZITA VÝMENY VZDUCHU CEZ ŠKÁRY BUDOVY DO VÝŠKY 25 m V 1/h

$$n = 25200 \cdot \frac{\sum (i_v \cdot l)}{V_b}$$

V_b – obostavaný objem budovy v m^3

$$V_b = 7452,67 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5725 \text{ 1/h}$$

$$n_{\min} = 0,5 \text{ 1/h}$$

$$n = 0,5725 \text{ 1/h}$$

MERNÁ TEPELNÁ STRATA VETRANÍM VO W/K

$$H_v = 0,264 \cdot n \cdot V_b$$

$$H_v = 1126,31904 \text{ W/K}$$

Merná tepelná strata

$$H = H_T + H_v$$

$$H = 4777,800 \text{ W/K}$$

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy

$$U_{e,m} = \frac{H_T}{\Sigma A_i} = 1,3133 \text{ W/(m}^2 \cdot K)$$

Faktor tvaru budovy

$$\Sigma A_i / V_b = 0,3731 \text{ 1/m}$$

Odporúčané hodnoty

Faktor tvaru budovy	$U_{e,m,max}$	$U_{e,m,N}$
0,3	0,69	0,58
0,4	0,64	0,53
0,3731	0,653	0,543

Posúdenie z hľadiska priemerneho súčiniteľa prechodu tepla budovy

$$1,31 > 0,653 \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

NEVYHOVUJE

ak je to funkčne, technicky a ekonomicky uskutočniteľné je potrebné

$$1,31 > 0,543 \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

NEVYHOVUJE

Celková tepelná strata na vykurovaciu sezónu

$$Q_L = H \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t$$

θ_i - požadovaná vnútorná teplota

θ_e - priemerná vonkajšia teplota počas výpočtového obdobia

t - dĺžka trvania výpočtového obdobia

$$Q_L = 392354,4404 \text{ kWh}$$

Tepló získané z vnútorných zdrojov tepla počas vykurovacej sezóny

(so zanedbaním tepelných ziskov z vnútorných zdrojov v nevykurovaných priestoroch)

$$Q_i = \Phi_i \cdot t = q_i \cdot A_b \cdot t$$

Φ_i - priemerný výkon od vnútorných tepelných ziskov vo W

t - dĺžka trvania výpočtového obdobia v hodinách (h), pre normalizované hodnotenie t = 212 dní x 24 h

q_i - priemerný tepelný výkon vnútorných zdrojov tepla vo W/m²

A_b - merná plocha budovy v m²

$$q_i = 6 \text{ W/m}^2$$

$$A_b = 1996,251$$

$$Q_i = 60941,55053 \text{ kWh}$$

Pasívny solárny zisk za zasklením budovy

(so zanedbaním solárnych ziskov cez nevykurované priestory)

$$Q_s = \sum_j I_{sj} \cdot \sum_n A_{snj}$$

I_{sj} - žiariva energia, napr. celková energia globálneho solárneho žiarenia dopadajúca na plochu 1 m² povrchu s orientáciou j počas výpočtového obdobia v J/m²

A_{snj} - solárna účinná kolekčná plocha povrchu n s orientáciou j

$$A_s = A \cdot F_s \cdot F_F \cdot g$$

A - celková plocha otvoru kolekčnej plochy zasklenej stavebnej konštrukcie

F_s - faktor tienenia

F_F - rámový faktor, ktorý je daný pomerom medzi plochou transparentnej časti s celkovou plochou zasklenej konštrukcie

g - celková priepustnosť slnečnej energie, ktorá zohľadňuje trvalo tieniace zariadenia, ak existujú $g = g_w \cdot F_c$ kde F_c - znižujúci faktor trvalých slnečných clon (môže sa zanedbať t.j. $F_c=1$) a $g_w = F_w \cdot g_{\perp}$

F_w - korekčný faktor - podľa STN EN ISO 13790 príloha H - $F_w = 0,9$

g_{\perp} - slnečné žiarenie dopadajúce kolmo na plochu - podľa STN EN ISO 13790 príloha H pre dvojsklo $g_{\perp} = 0,75$

ORIENTÁCIA	I_{sj}	A	$F_s \cdot F_F$	g	Q_{sj}
okná a dvere na J	320	131,463	0,5	0,675	14198,004
okná a dvere na V	200	83,526	0,5	0,675	5638,005
okná a dvere na S	100	143,105	0,5	0,675	4829,79375
okná a dvere na Z	200	88,3645	0,5	0,675	5964,60375
					30630,4065

Tepelné zisky

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

$$Q_g = 91571,95703 \text{ kWh}$$

Potreba tepla na vykurovanie na celú vykurovaciu sezónu

$$Q_h = Q_L - \eta \cdot Q_g$$

$$Q_h = 305361,0812 \text{ kWh}$$

Merná potreba tepla na vykurovanie na celú vykurovaciu sezónu

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{A_b} \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]}$$

$$Q_{H,nd} = 152,9673 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)}$$

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{V_b} \text{ [kWh/(m}^3 \cdot \text{a)]}$$

$$Q_{H,nd} = 40,9734 \text{ kWh/(m}^3 \cdot \text{a)}$$

$$\Sigma A_i / V_b = 0,3731 \text{ 1/m}$$

Normové hodnoty

Faktor tvaru budovy	$Q_{H,nd, N1}$ [kWh/(m ² ·a)]	$Q_{H,nd, N2}$ [kWh/(m ³ ·a)]
0,3	50	17,9
0,4	57,1	20,4
0,3731	55,19	19,73

Posúdenie z hľadiska potreby tepla na vykurovanie

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

$$152,97 > 55,19 \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]}$$

NEVYHOVUJE

$Q_{H,nd, N}$ - normalizovaná hodnota mernej potreby tepla je stanovená pre nebytové budovy s konštrukčnou výškou viac ako 2,8 m, ktoré nespĺňajú prvú (predošlú) požiadavku v kWh/(m³·K) - čl. 8.1.2 - STN 73 0540-2/O1 - Oprava 1

$$Q_{H,nd} \leq Q_{H,nd,N2}$$

$$40,97 > 19,73 \text{ [kWh/(m}^3 \cdot \text{a)]}$$

NEVYHOVUJE

Záver: Budova v pôvodnom stave **nesplňuje** energetické kritérium požadovanej potreby tepla na vykurovanie podľa čl. 8.1.2 STN 73 0540-2,2012 - pre splnenie kritéria je potrebné zatepliť aj obvodový plášť

2.4.b. VÝPOČET POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE- nový stav zateplenie strechy so strešným polysyrénom hr. 150 mm + výmena okien

Tepelnotechnické vlastnosti obalových konštrukcií a redukčné faktory

KONŠTRUKCIA	b_x	U_i	A_i	$b_x \cdot (U_i \cdot A_i)$
Obvodová stena	1	1,369	835,56	1143,8816
Parapetné muriwo	1	1,578	166,95	263,4471
Podlaha na teréne	1	0,415	665,417	276,1481
Strecha + zateplenie strešným polysyrénom hr. 100 mm	1	0,178	665,417	118,4442
Nové plastové okná a dvere	1	1,31	446,94	585,4914
			2780,284	2387,4124

Merná tepelná strata prechodom tepla

$$H_T = \sum b_{x,i} \cdot U_i \cdot A_i + \Delta U \cdot \Sigma A_i$$

ΔU – zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov vo $W/(m^2 \cdot K)$

b_x – redukčný faktor

$$\Delta U = 0,1 \text{ W/(m}^2 \cdot K)$$

$$H_T = 2665,4408 \text{ W/K}$$

Merná tepelná strata vetraním

KONŠTRUKCIA	$n \times l \times i_{lv}$
Okná a dvere	0,1211
	0,1211

i_{lv} – súčiniteľ škárovej prievzdušnosti v $m^2/(s \cdot Pa^{2/3})$

l – dĺžka škáry v m

n – počet okien daného druhu

PRÍEMERNÁ INTENZITA VÝMENY VZDUCHU CEZ ŠKÁRY BUDOVY DO VÝŠKY 25 m V 1/h

$$n = 25200 \cdot \frac{\sum (i_{lv} \cdot l)}{V_b}$$

V_b – obostavaný objem budovy v m^3

$$V_b = 7452,67 \text{ m}^3$$

$$n = 0,4095 \text{ 1/h}$$

$$n_{\min} = 0,5 \text{ 1/h}$$

$$n = 0,5000 \text{ 1/h}$$

MERNÁ TEPELNÁ STRATA VETRANÍM VO W/K

$$H_v = 0,264 \cdot n \cdot V_b$$

$$H_v = 983,75244 \text{ W/K}$$

Merná tepelná strata

$$H = H_T + H_v$$

$$H = 3649,193 \text{ W/K}$$

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy

$$U_{e,m} = \frac{H_T}{\Sigma A_i} = 0,9587 \text{ W/(m}^2 \cdot K)$$

Faktor tvaru budovy

$$\Sigma A_i / V_b = 0,3731 \text{ 1/m}$$

Odporúčané hodnoty

Faktor tvaru budovy	$U_{e,m,max}$	$U_{e,m,N}$
0,3	0,69	0,58
0,4	0,64	0,53
0,3731	0,653	0,543

Posúdenie z hľadiska priemerneho súčiniteľa prechodu tepla budovy

$$U_{e,m} \leq U_{e,m,max} \\ 0,96 > 0,653 \quad [W/(m^2 \cdot K)] \\ \text{NEVYHOVUJE}$$

ak je to funkčne, technicky a ekonomicky uskutočniteľné je potrebné

$$U_{e,m} \leq U_{e,m,N} \\ 0,96 > 0,543 \quad [W/(m^2 \cdot K)] \\ \text{NEVYHOVUJE}$$

Celková tepelná strata na vykurovaciu sezónu

$$Q_L = H \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t$$

θ_i - požadovaná vnútorná teplota

θ_e - priemerná vonkajšia teplota počas výpočtového obdobia

t - dĺžka trvania výpočtového obdobia

$Q_L = 299672,9183 \text{ kWh}$

Teplo získané z vnútorných zdrojov tepla počas vykurovacej sezóny

(so zanedbaním tepelných ziskov z vnútorných zdrojov v nevykurovaných priestoroch)

$$Q_i = \Phi_i \cdot t = q_i \cdot A_b \cdot t$$

Φ_i - priemerný výkon od vnútorných tepelných ziskov vo W

t - dĺžka trvania výpočtového obdobia v hodinách (h), pre normalizované hodnotenie t = 212 dní x 24 h

q_i - priemerný tepelný výkon vnútorných zdrojov tepla vo W/m²

A_b - merná plocha budovy v m²

$q_i = 6 \text{ W/m}^2$

$A_b = 1996,251$

$Q_i = 60941,55053 \text{ kWh}$

Pasívny solárny zisk za zasklením budovy

(so zanedbaním solárnych ziskov cez nevykurované priestory)

$$Q_s = \sum_j I_{sj} \cdot \sum_n A_{snj}$$

I_{sj} - žiariva energia, napr. celková energia globálneho solárneho žiarenia dopadajúca na plochu 1 m² povrchu s orientáciou j počas výpočtového obdobia v J/m²

A_{snj} - solárna účinná kolekčná plocha povrchu n s orientáciou j

$$A_s = A \cdot F_s \cdot F_F \cdot g$$

A - celková plocha otvoru kolekčnej plochy zasklenej stavebnej konštrukcie

F_s - faktor tienenia

F_F - rámový faktor, ktorý je daný pomerom medzi plochou transparentnej časti s celkovou plochou zasklenej konštrukcie

g - celková priepustnosť slnečnej energie, ktorá zohľadňuje trvalo tieniace zariadenia, ak existujú $g = g_w \cdot F_c$ kde F_c - znižujúci faktor trvalých slnečných clon (môže sa zanedbať t.j. $F_c=1$) a $g_w = F_w \cdot g_{\perp}$

F_w - korekčný faktor - podľa STN EN ISO 13790 príloha H - $F_w = 0,9$

g_{\perp} - slnečné žiarenie dopadajúce kolmo na plochu - podľa STN EN ISO 13790 príloha H pre dvojoklo $g_{\perp} = 0,75$

ORIENTÁCIA	I_{sj}	A	$F_s \cdot F_F$	g	Q_{sj}
okná a dvere na J	320	131,463	0,5	0,675	14198,004
okná a dvere na V	200	83,526	0,5	0,675	5638,005
okná a dvere na S	100	143,105	0,5	0,675	4829,79375
okná a dvere na Z	200	88,3645	0,5	0,675	5964,60375
					30630,4065

Tepelné zisky

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

$Q_g = 91571,95703 \text{ kWh}$

Potreba tepla na vykurovanie na celú vykurovaciu sezónu

$$Q_h = Q_L - \eta \cdot Q_g$$

$Q_h = 212679,5592 \text{ kWh}$

Merná potreba tepla na vykurovanie na celú vykurovaciu sezónu

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{A_b} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})]$$

$$Q_{H,nd} = 106,5395 \quad \text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{V_b} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})]$$

$$Q_{H,nd} = 28,5374 \quad \text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$$

$$\Sigma A_v / V_b = 0,3731 \text{ 1/m}$$

Normové hodnoty

Faktor tvaru budovy	$Q_{H,nd, N1}$ [kWh/(m ² ·a)]	$Q_{H,nd, N2}$ [kWh/(m ³ ·a)]
0,3	50	17,9
0,4	57,1	20,4
0,3731	55,19	19,73

Posúdenie z hľadiska potreby tepla na vykurovanie

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

$$106,54 > 55,19 \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})]$$

NEVYHOVUJE

$Q_{H,nd, N}$ - normalizovaná hodnota mernej potreby tepla je stanovená pre nebytové budovy s konštrukčnou výškou viac ako 2,8 m, ktoré nespĺňajú prvú (predošlú) požiadavku v kWh/(m³·K) - čl. 8.1.2 - STN 73 0540-2/O1 - Oprava 1

$$Q_{H,nd} \leq Q_{H,nd,N2}$$

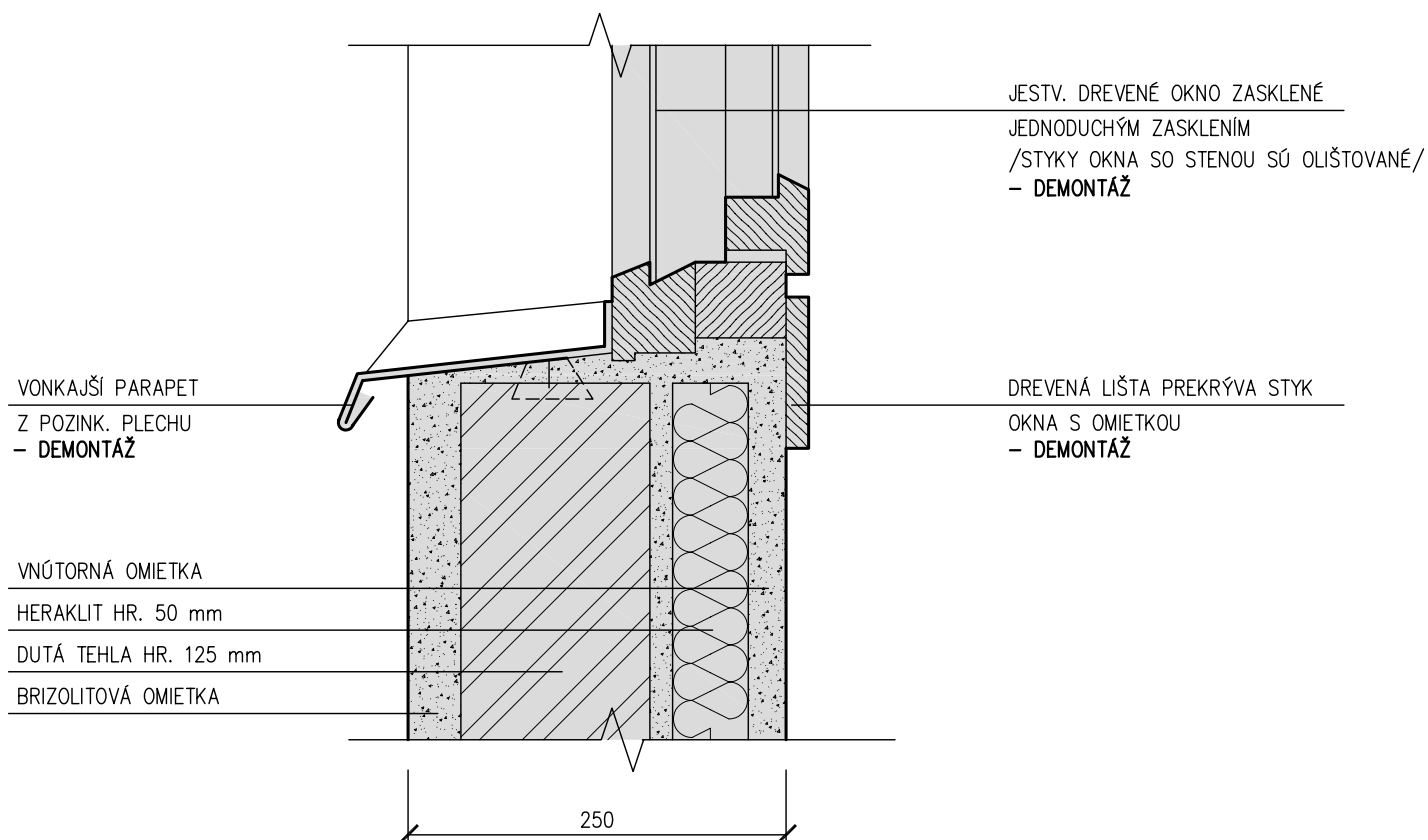
$$28,54 > 19,73 \quad [\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})]$$

NEVYHOVUJE

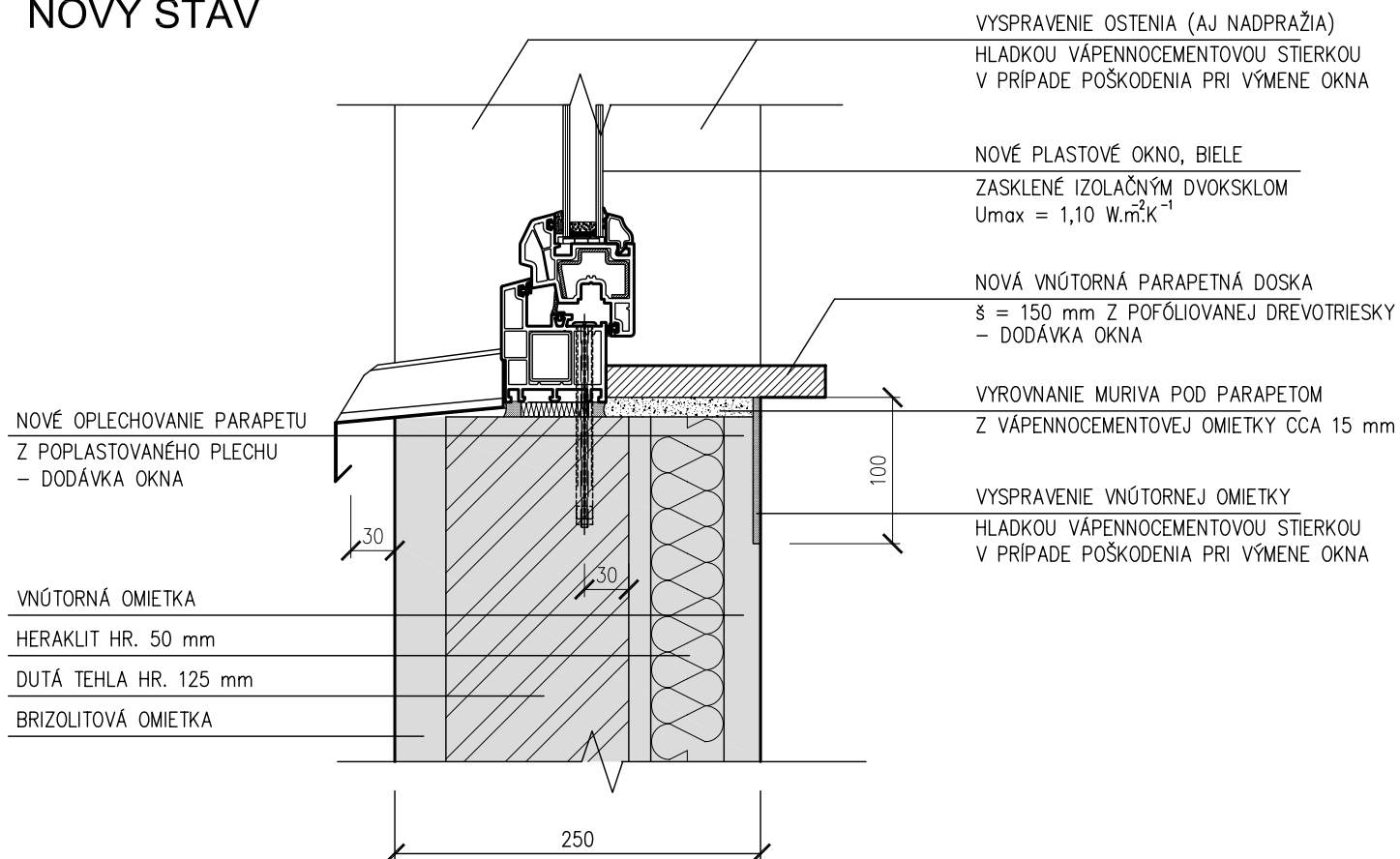
Záver: Budova po čiastočnej obnove **nesplňa** energetické kritérium požadovanej potreby tepla na vykurovanie podľa čl. 8.1.2 STN 73 0540-2,2012

2.5. DETAIL KOTVENIA OKIEN

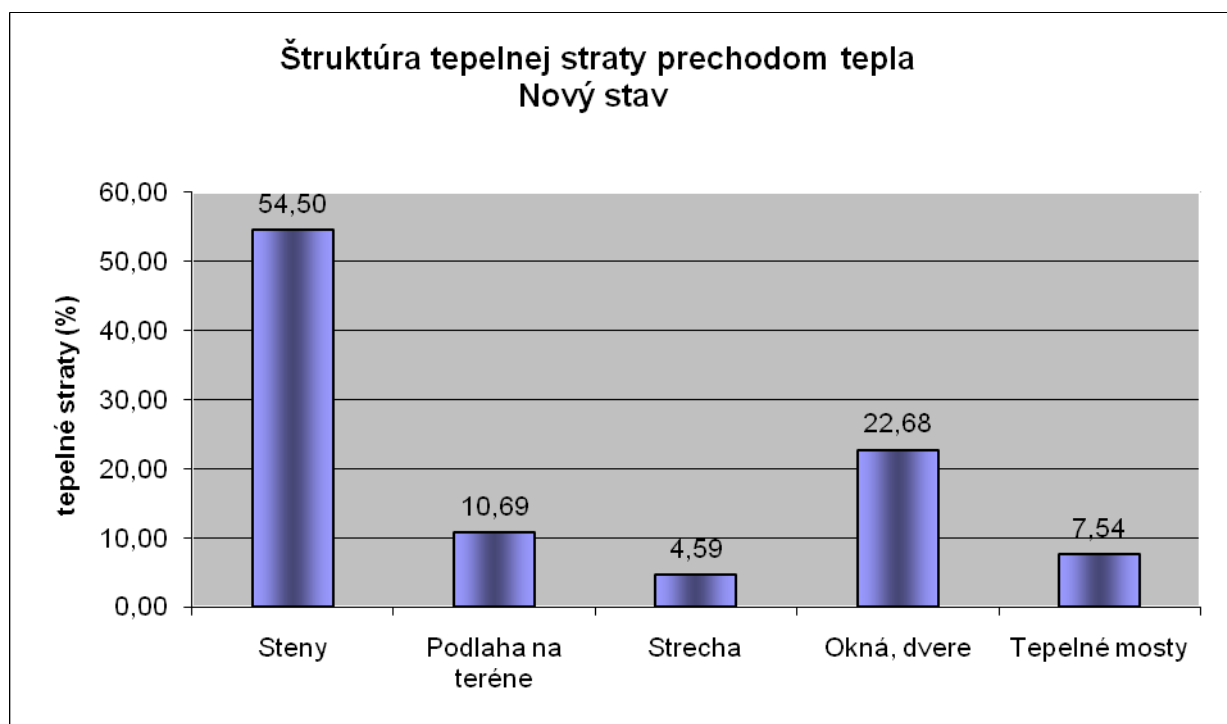
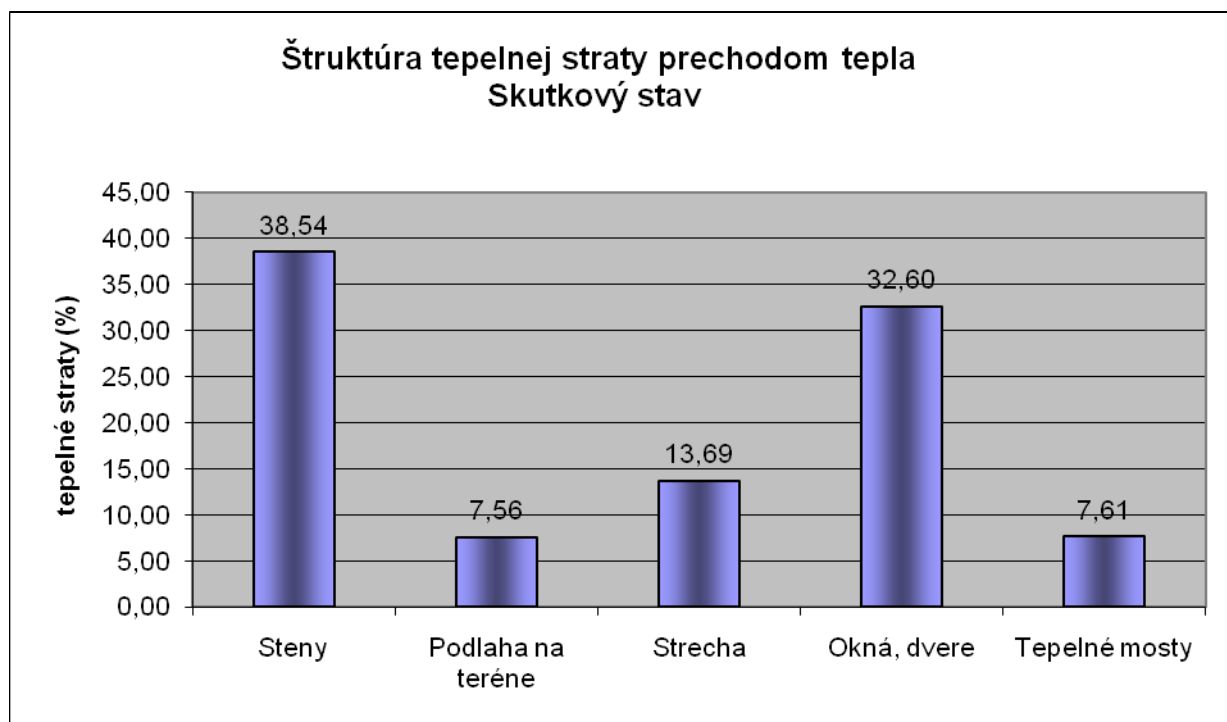
SKUTKOVÝ STAV



NOVÝ STAV



2.6. – Grafické znázornenie štruktúry tepelnej straty prechodom tepla



Projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy - Budova „B“

1. Technická správa

1.1. Identifikačné údaje

Hodnotený objekt: ZŠ s VJM - ul. Mládežnícka č.7., Filákov
Objednávateľ: MESTO FILÁKOVO
Spracovateľ: Ing. arch. Katarína Križová

1.2. Základné údaje o stavebných konštrukciách a budove

Zastavaná plocha typického podlažia : 665,417 m²
Merná plocha budovy: 1996,251 m²
Obostavaný objem budovy: 7452,67 m³

Predmetom hodnotenia je budova „B“, ktorá sa nachádza v areáli ZŠ vo Filákovke na ul. Mládežníckej č.7, podľa polohy krajiny sa nachádza v II. teplotnej oblasti. Budova je trojpodlažná pôdorysného tvaru U, zastrešená jednoplášťovou plochou strechou., Nosný systém budovy kombinovaný a tvoria obvodové múry a medziokenné piliere murované z tehál CDm b= 365 mm, s výplňovým parapetným murivom z dutinových tehál s Heraklitovým obkladom. Stropnú konštrukciu tvoria ŽB dosky hr. 150 mm. Výplňové konštrukcie sú drevené zdvojené, zasklené jednoduchým čírym sklom, zasklené steny v schodisku a dvere na kotolni sú kovové. Vykurovanie objektu je ústredné, zdrojom tepla je plynový kotol, ktorý sa nachádza v kotolni.

1.3. Požiadavky a kritéria na obalové konštrukcie budovy

Predmetom hodnotenia je zistenie predpokladanej energetickej úspory po realizácii výmeny výplňových konštrukcií a rekonštrukcií strechy so zateplením, a preukázanie, že navrhovaná obnova budovy spĺňa normatívne požadované kritériá podľa STN 73 0540 – 2 – 2012. Energetická úspora sa vyjadrí v znížení potreby tepla na vykurovanie v budove (vyjadrený percentuálne).

Normalizované a maximálne hodnoty tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií obnovovaných budov, ako aj základné kritériá požadované pre obnovované budovy, vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov, výpočtové metódy stanovuje revidovaná norma STN 73 0540 (2012) v častiach 2-3. Pri návrhu obnovy stavebných konštrukcií a priestorov vymedzených určitým stavom prostredia bytových budov sa požaduje splnenie kritérií:

- ✚ minimálne tepelnoizolačné vlastnosti stavebných konštrukcií,
- ✚ minimálna teplota vnútorného povrchu,
- ✚ minimálna priemerná výmena vzduchu v miestnosti,
- ✚ maximálna merná potreba tepla na vykurovanie,

1.4. Posúdenie vlastností stavebných konštrukcií

1.4.1. Posúdenie nepriesvitných obalových konštrukcií

Skutkový stav:

Tepelnoizolačné vlastnosti obvodového plášťa a parapetného muriva v pôvodnom stave **nesplňajú** požiadavku uvedenú v čl. 4.1 STN 73 0540-2 (2012) $U < U_N$ vo W/(m².K) pre vonkajšie steny budov:

Obvodový plášť: $U = 1,369 > U_N = 0,32$ - NEVYHOVUJE
Parapetné murivo. $U = 1,578 > U_N = 0,32$ - NEVYHOVUJE

Tepelnoizolačné vlastnosti strešného plášt'a v pôvodnom stave **nesplňajú** požiadavku uvedenú v čl. 4.1 STN 73 0540-2 (2012) $U < U_N$ vo $W/(m^2.K)$ pre plochú strechu budov:

$$U = 0,751 > U_N = 0,20 - \text{NEVYHOVUJE}$$

Obnovovaný stav:

Tepelnoizolačné vlastnosti po zateplení strešného plášt'a **spĺňajú** požiadavku na minimálnu tepelnoizolačnú schopnosť stanovenú pre plochú strechu budov:

$$U = 0,178 < U_N = 0,20 - \text{VYHOVUJE}$$

1.4.2. Posúdenie otvorových konštrukcií

Súčiniteľ tepla jednoduchých okien a dverí alebo dverí sa podľa čl. 5.1.1 STN EN ISO 10077-1 určí podľa vzťahu:

$$U_w = \frac{U_F \times A_F + U_G \times A_G + \psi_g \times l_g}{A_F + A_G} \quad (1)$$

kde

U_w – súčiniteľ prechodu tepla okna $[W/m^2.K]$

U_F – súčiniteľ prechodu tepla rámu a krídla $[W/m^2.K]$

U_G – súčiniteľ prechodu tepla zasklenia $[W/m^2.K]$

A_F – plocha rámu a krídla okna $[m^2]$

A_G – čistá plocha zasklenia $[m^2]$

ψ_g – lineárny stratový súčiniteľ $[W/m.K]$

l_g – obvod zasklenia v krídle $[m]$

i_{iv} – súčiniteľ škárovej prievzdušnosti $[m^3/m \cdot s \cdot Pa^{0,67}]$

l – dĺžka škár $[m]$

Súčiniteľ tepla zdvojených okien sa podľa čl. 5.1.3 STN EN ISO 10077-1. Súčiniteľ prestupu tepla U_w systému skladajúceho sa z jedného rámu a dvoch oddelených krídel sa vypočíta zo vzťahu (1) čl. 5.1.1. STN EN ISO 10077-1. Ku stanoveniu súčiniteľa prestupu tepla U_g kombinovaného zasklenia sa použije vzťah:

$$U_g = \frac{1}{1/U_{g1} - R_{si} + R_s - R_{se} + 1/U_{g2}} \quad (2)$$

kde

U_{g1}, U_{g2} – súčinitele prechodu tepla vonkajšieho a vnútorného zasklenia $[W/m^2.K]$

R_{si} – odpor pri tepla na vnútornej strane vonkajšieho zasklenia v prípade jeho samostatného použitia $[m^2.K/W]$

R_{se} – odpor pri tepla na vonkajšej strane vnútorného zasklenia v prípade jeho samostatného použitia $[m^2.K/W]$

R_s – tepelný odpor vrstvy medzi zasklením dvoch okien $[m^2.K/W]$

súčinitele prechodu tepla vonkajšieho a vnútorného zasklenia

$$U_{gi} = \frac{1}{R_{se} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{si}}$$

Skutkový stav:

Drevené zdvojené okno zasklené jednoduchým zasklením čírym sklom, s hodnotou súčiniteľa prechodu tepla cez zasklenie vonkajšie (vnútorné) $U_{g1,(2)} = 5,7 W/m^2.K$, a súčiniteľom prechodu tepla cez rám $U_F = 1,65 W/m^2.K$. Vo výpočte sa uvažuje s hodnotou súčiniteľa prechodu tepla otvorových konštrukcií $U_{OK} = 2,32 W/(m^2.K)$, $i_{iv} = 1,4 \cdot 10^{-4} m^3/m.s.Pa^{0,67}$ – hodnota pre charakteristické okno - vid'. výpočet – príloha 2.3.

Zasklené steny na schodiskách sú kovové bez prerušenia tepelného mostu zasklené jednoduchým zasklením z číreho skla so súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 5,65 W/m^2.K$. Súčinitele prechodu tepla kovových otvorových konštrukcií sú orientačné na tabuľky 19 z normy STN 73 0540-3 (2012).

Obnovovaný stav:

Plastové okno päťkomorkový systém rámu s $U_{Fmax} = 1,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ zasklené izolačným dvojsklom s $U_{Gmax} = 1,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, $\psi_g = 0,06 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, $U_{OK} = 1,31 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, $i_{lv} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}^{0,67}$ – hodnota pre charakteristické okno - vid'. výpočet – príloha 2.3

Tepelnoizolačné vlastnosti otvorových konštrukcií v skutkovom stave **nesplňajú** požiadavku podľa čl. 4.1.4 STN 73 0540-2 (2012) $U_w > U_{w,N} = 1,4 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Po výmene okien a dverí vymenené okná a dvere **spĺňajú** požiadavku podľa čl. 4.1.4 STN 73 0540-2 $U_w < U_{w,N} = 1,4 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

1.4.3. Posúdenie kritéria na minimálnu priemernú výmenu vzduchu v miestnostiach

Pri výpočte potreby tepla na vykurovanie pre pôvodný stav (príloha.2.4.a) sa pre stávajúce drevené zdvojené okná uvažovalo s hodnotou súčiniteľa škárovej prievzdušnosti $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}^{0,67}$, a pre kovové dvere a zasklené steny $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}^{0,67}$. Z výpočtu vychádza intenzita výmeny vzduchu $n = 0,59 \text{ 1/h}$, ktorá spĺňa kritérium na minimálnu výmenu vzduchu $n \geq n_N = 0,5$.

Výmenou okien za plastové okná, ktoré sú z hľadiska škárovej prievzdušnosti tesnejšie, sa vo výpočtoch uvažovalo s hodnotou $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}^{0,67}$ a z výpočtov vychádza intenzita výmeny vzduchu $n = 0,423 \text{ 1/h}$, ktorá nespĺňa kritérium na minimálnu výmenu vzduchu $n \geq n_N = 0,5 (1/h)$

Predpokladá sa, že výmena vzduchu na požadovanú úroveň sa uskutoční iným spôsobom (mikroventilácia).

1.4.4. Posúdenie energetického kritéria

Výpočet mernej potreby tepla na vykurovanie je obsahom tabuľky v prílohe 2.4. Podľa článku 8.1. STN 73 0540-2 (2012): Budovy spĺňajú energetické kritérium, ak majú v závislosti od faktora tvaru budovy mernú potrebu tepla

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

Skutkový stav budovy:

Charakteristické vlastnosti budovy sú:

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy:	1,3218	W/(m ² .K)
Faktor tvaru:	0,3731	1/m
Priemerná intenzita výmeny vzduchu:	0,5928	1/h
Merná potreba tepla na vykurovanie skutkového stavu:	$Q_{H,nd} = 155,1787$	(kWh/(m ² . a))
	$Q_{H,nd} = 41,5657$	(kWh/(m ³ . a))

Normalizovaná hodnota mernej potreba na vykurovanie :	$Q_{H,nd,N1} = 55,19$	(kWh/(m ² .a))
	$Q_{H,nd,N2} = 19,73$	(kWh/(m ³ .a))

$$Q_{H,nd} = 155,18 > Q_{H,nd,N1} = 55,19 \text{ (kWh/(m}^2\cdot\text{rok))} - \text{NEVYHOVUJE}$$

$$Q_{H,nd} = 41,57 > Q_{H,nd,N2} = 19,73 \text{ (kWh/(m}^3\cdot\text{rok))} - \text{NEVYHOVUJE}$$

Budova v pôvodnom stave **nesplňa energetické kritérium** podľa čl. 8.1. STN 73 0540-2 (2012)

Obnovovaný stav budovy - Výmena výplňových konštrukcií a rekonštrukcia strechy so zateplením :

Charakteristické vlastnosti budovy sú:

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy:	0,9614	W/(m ² .K)
Faktor tvaru:	0,3731	1/m
Priemerná intenzita výmeny vzduchu:	0,4230	1/h
Výpočtová hodnota výmeny vzduchu:	0,5	1/h
Merná potreba tepla na vykurovanie nového stavu:	$Q_{H,nd} = 106,4456$	(kWh/(m ² . a))
	$Q_{H,nd} = 28,5122$	(kWh/(m ³ . a))

Normalizovaná hodnota mernej potreba na vykurovanie :	$Q_{H,nd,N1} = 55,19$	(kWh/(m ² .a))
	$Q_{H,nd,N2} = 19,73$	(kWh/(m ³ .a))

$$Q_{H,nd} = 106,45 > Q_{H,nd,N1} = 55,19 \text{ (kWh/(m}^2\text{.rok))} - \text{NEVYHOVUJE}$$

$$Q_{H,nd} = 28,51 > Q_{H,nd,N2} = 19,73 \text{ (kWh/(m}^2\text{.rok))} - \text{NEVYHOVUJE}$$

Budova po čiastočnej obnove **nesplňa** energetické kritérium požadovanej potreby tepla na vykurovanie podľa čl. 8.1.2 STN 73 0540-2,2012

1.4.5. . Porovnanie ročných nákladov na vykurovanie pred a po realizovaní navrhovaných úprav

Obostavaný objem budovy	:	7452,67	m ³
Podlahová plocha vykurovaných podlaží	:	1696,6	m ²
Druh paliva	:	zemný plyn	
Výhrevnosť	:	33,5	MJ.m ⁻³
Pôvodný stav			
Potreba tepla na vykurovanie	=	309775,60	kWh.r ⁻¹
	=	1115,19	GJ.r ⁻¹
Množstvo paliva	=	33289,32	m ³ .r ⁻¹
Druh tarify odberu plynu		D 4	
Fixná mesačná sadzba		29,94	EUR.mesiace ⁻¹
Sadzba za odobraté množstvo paliva		0,048	EUR/kWh
Celkové ročné náklady za spotrebované palivo (bez DPH)		15073,62	EUR.rok ⁻¹
Nový stav			
Potreba tepla na vykurovanie	=	212492,16	kWh.r ⁻¹
	=	764,97	GJ.r ⁻¹
Množstvo paliva	=	22834,98	m ³ .r ⁻¹
Druh tarify odberu plynu		D 4	
Fixná mesačná sadzba		29,94	EUR.mesiace ⁻¹
Sadzba za odobraté množstvo paliva		0,048	EUR/kWh
Celkové ročné náklady za spotrebované palivo (bez DPH)		10452,66	EUR.rok ⁻¹
Ročná úspora tepelnej energie	=	97283,444	kWh.r ⁻¹
	=	350,220	GJ.r ⁻¹
Ročná úspora nákladov na palivo (bez DPH)		=	4621,0 EUR.rok ⁻¹
- celková			
Ročná úspora nákladov na palivo (bez DPH)		=	2,72 EUR/(m ² .rok ¹)
- na jednotku podlahovej plochy			
Zníženie energetickej náročnosti budovy			
Pôvodný stav	309775,60	kWh.r ⁻¹	100,0 %
Stav po obnove	212492,16	kWh.r ⁻¹	68,6 %
Energetická náročnosť celej budovy sa zníži o	97283,44	kWh.r⁻¹	31,4 %
Zníženie energetickej náročnosti na jednotku podlahovej plochy			
Pôvodný stav	182,59	kWh/(m ² .r)	100,0 %
Stav po obnove	125,25	kWh/(m ² .r)	68,6 %
Energetická náročnosť na jednotku podlahovej plochy sa zníži o	57,34	kWh/(m².r)	31,4 %
Zníženie mernej potreby tepla na vykurovanie budovy			
Pôvodný stav		155,2	kWh/m ² .rok
Stav po obnove		106,4	kWh/m ² .rok
Merná potreba tepla na vykurovanie na m² sa zníži o		48,7	kWh/m².rok

1.5. Záver

Záverom možno konštatovať, že budova ako celok nevyhovuje požiadavkám STN 73 0540-2 2012, nakoľko finančné možnosti investora dovoľia len čiastočnú obnovu budovy, t.j., výmenu výplňových konštrukcií a rekonštrukciu strechy so zateplením. Budova „B“ po čiastočnej obnove vykazuje 31,40 % - nú energetickú úsporu, ktorá pri súčasných cenách plynu predstavuje ročnú úsporu na palive 4 621,0 Eur (bez DPH), za podmienky, že objekt má realizované hydraulické vyregulovanie sústavy UK, čím sa realizujú podmienky výpočtu ohľadne rovnomerného rozloženia teplôt v interiéri objektu.

Ing. Tóth Tibor, Biskupická 32/66, 986 01 Fil'akovo
mobil: 0907 131 975, e-mail: ingtothtibor@gmail.com

- 2.1.) Skladba stavebných konštr. a výpočet súčin. prechodu tepla**
- 2.2.) Výpočet súčiniteľa prechodu tepla podlahy na teréne**
- 2.3.) Výpočet súčiniteľa prechodu tepla otvorových konštrukcií**
- 2.4.) Výpočet potreby tepla na vykurovanie: a.) skutkový stav
b.) nový stav**
- 2.5.) Detail kotvenia okien (Skutkový stav – Nový stav)**
- 2.6.) Grafické znázornenie štruktúry tepelnej straty prechodom tepla**

2. PRÍLOHY – BUDOVA B

- projekt pre realizáciu stavby

Názov stavby: **Efektivita, progresívnosť a budúcnosť pod jednou strechou - v škole 21. storočia: ZŠ s VJM - ul. Mládežnícka č.7., Fil'akovo**

Investor: **MESTO FIL'AKOVO**

Zodp. projektant: **Ing. arch. Katarína Križová**

Vypracoval: **Ing. arch. Katarína Križová**

Dátum: **september 2014**

2. Prílohy

2.1 Skladba stavebných konštrukcií a výpočet súčiniteľa prechodu tepla

2.1.a. Skutkový stav

Obvodový plášť

Materiál	Hrúbka d (m)	Objemová hmotnosť ρ (kg/m ³)	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/Km)	Faktor difúzneho odporu μ (-)	$R=d_i/\lambda_i$ (m ² .K/W)
Vnútoraná omietka vápennocem	0,01	2000	0,88	19	0,0114
Murivo z tehál CDm b=365 mm	0,365	1450	0,69	7	0,5290
Vonkajšia omietka - Brizolit	0,02	2000	0,99	19	0,0202
$R = \sum d_i/\lambda_i =$					0,5606

Odpor pri prest. tepla na vnút. strane konštr. $R_{si} = 0,13$ m².K/W

Odpor pri prest. tepla na vonk. strane konštr. $R_{se} = 0,04$ m².K/W

Súčiniteľ prechodu tepla $U = 1/(R_{si}+R+R_{se}) = 1,369$ W / (m².K)

Parapetné murivo

Materiál	Hrúbka d (m)	Objemová hmotnosť ρ (kg/m ³)	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/Km)	Faktor difúzneho odporu μ (-)	$R=d_i/\lambda_i$
Vnútoraná omietka vápennocem.	0,01	2000	0,88	19	0,0114
Heraklit	0,05	600	0,19	6,5	0,2632
Dutinová tehla hr. 125 mm	0,125	1400	0,74	7	0,1689
Vonkajšia omietka- náter Porakryl	0,02	2000	0,99	19	0,0202
$R = \sum d_i/\lambda_i =$					0,4636

Odpor pri prest. tepla na vnút. strane konštr. $R_{si} = 0,13$ m².K/W

Odpor pri prest. tepla na vonk. strane konštr. $R_{se} = 0,04$ m².K/W

Súčiniteľ prechodu tepla $U = 1/(R_{si}+R+R_{se}) = 1,578$ W / (m².K)

Strecha

Materiál	Hrúbka d (m)	Objemová hmotnosť ρ (kg/m ³)	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/Km)	Faktor difúzneho odporu μ (-)	$R=d_i/\lambda_i$
Vnútoraná omietka vápennocem	0,01	2000	0,88	19	0,0114
Stropný panel-železobetónový	0,15	2300	1,43	23	0,1049
Škvárový násyp v spáde 0-200 mm	0,1	750	0,27	3	0,3704
Pôrobetónové panely	0,15	650	0,22	9	0,6818
Živičná krytina	0,005	1200	0,21	49250	0,0238
$R = \sum d_i/\lambda_i =$					1,1923

Odpor pri prest. tepla na vnút. strane konštr. $R_{si} = 0,1$ m².K/W

Odpor pri prest. tepla na vonk. strane konštr. $R_{se} = 0,04$ m².K/W

Súčiniteľ prechodu tepla $U = 1/(R_{si}+R+R_{se}) = 0,751$ W / (m².K)

2.1.2. Nový stav

Strecha+ zateplenie polystyrén EPS 150 S hr. 150 mm

Materiál	Hrúbka d (m)	Objemová hmotnosť ρ (kg/m ³)	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/Km)	Faktor difúzneho odporu μ (-)	$R=d_i/\lambda_i$
Vnútna omietka vápennocem	0,01	2000	0,88	19	0,0114
Stropný panel-železobetónový	0,15	2300	1,43	23	0,1049
Škvárový násyp v spáde 0-200 mm	0,1	750	0,27	3	0,3704
Pôrobetónové panely	0,15	650	0,22	9	0,6818
Živičná krytina	0,005	1200	0,21	49250	0,0238
Polystyrén EPS 150 S	0,15	25	0,035	70	4,2857
Hydroizolácia – FATRAFOL 810	0,0015	1313	0,35	12 200	0,0043
$R = \sum d_i/\lambda_i =$					5,4823

Odpor pri prest. tepla na vnút. strane konštr . $R_{si} = 0,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Odpor pri prest. tepla na vonk. strane konštr . $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Súčiniteľ prechodu tepla $U = 1/(R_{si}+R+R_{se}) = 0,178 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$

2.2. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla podlahy na teréne podľa STN 73 0540-4 :

Podlaha stredná časť budovy (neodpivničená časť):

Plocha podlahy $A = 665,417 \text{ m}^2$
 Obvod podlahy $P = 129,4 \text{ m}$
 Súč. tepelnej vodivosti zeminy $\lambda = 2 \text{ W / (m.K.)}$
 $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
 $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
 $w = 0,375 \text{ m}$

Podlaha schodiska

Materiál	Hrúbka d (m)	Objemová hmotnosť ρ (kg/m ³)	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/Km)	$R= d/\lambda$
Nášlapná vrs. Pvc + lepidlo	0,004	1400	0,19	0,021
Vyrovnávací poter	0,045	2000	1,02	0,045
Podkladný betón	0,15	2300	1,22	0,123

$R_f = 0,189$

Charakteristický rozmer podlahy $B' = A/0,5 \cdot P = 10,285$

Ekvivalentná hrúbka podlahy $d_t = w + \lambda(R_{si}+R_f+ R_{se}) = 1,173 \text{ m}$

Charakter podlahy : $d_t < B'$ neizolovaná podlaha a mierne izolovaná podlaha

Základná hodnota súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540 -4 2002:

$$U_0 = 0,415 \text{ W/m}^2 \text{K}$$

Na podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch súčiniteľ prechodu tepla $U = U_0 = 0,415 \text{ W/m}^2 \text{K}$

Ustálená tepelná priepustnosť $L_s = A U_0 + P \cdot \Delta \Psi = 665,417 \cdot 0,415 + 129,4 \cdot 0 = 276,148 \text{ W/K}$

2.3. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla otvorových konštrukcií

Charakterist. okno O4, ktoré je v najväčšom počte na budove –

Skutkový stav :

Drevené zdvojené okno zasklené jednoduchým zasklením čírym sklom

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}, R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_s = 0,173 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} - \text{normová príloha C, STN EN ISO 10077-1}$$

$$U_f = 1,65 \text{ W/m}^2 \text{K} - \text{normová príloha D, STN EN ISO 10077-1}$$

Súčiniteľ prechodu tepla vonkajším (vnútorným) zasklením : $d = 0,004 \text{ m}$, $\lambda = 0,76 \text{ W/(m.K)}$

$$U_{g1,2} = \frac{1}{0,13 + \sum_j \frac{0,004}{0,76} + 0,04} = 5,7 \text{ W/m}^2 \text{K}$$

$$\text{Súčiniteľ prechodu tepla systémom zasklenia: } U_g = \frac{1}{1/5,7 - 0,13 + 0,173 - 0,04 + 1/5,7} = 2,78 \text{ W/m}^2 \text{K}$$

Súčiniteľ prechodu tepla pre okno: $A = 4,869 \text{ m}^2$, $A_f = 1,963 \text{ m}^2$, $A_g = 2,906 \text{ m}^2$

$$U_w = \frac{1,65 \times 1,963 + 2,78 \times 2,906}{1,963 + 2,906} = 2,32 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Nový stav:

Plastové okno päťkomorkový systém s $U_{Fmax} = 1,2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ zasklené izolačným dvojsklom s $U_{Gmax} = 1,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$, $\psi_g = 0,06 \text{ W/(m.K)}$.

Plastové okno: $A = 4,869 \text{ m}^2$, $A_f = 1,560 \text{ m}^2$, $A_g = 3,309 \text{ m}^2$, $l_g = 14,61 \text{ m}$

$$U_w = \frac{1,2 \times 1,56 + 1,1 \times 3,309 + 0,06 \times 14,61}{2,359 + 2,51} = 1,31 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Súčiniteľ prechodu tepla pre charakteristické okno O4:

- pre pôvodné drevené okná je $U_w = 2,32 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$,

- pre nové plastové je $U_w = 1,31 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

2.4.a. VÝPOČET POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE- skutkový stav

Tepelnotechnické vlastnosti obalových konštrukcií a redukčné faktory

KONŠTRUKCIA	b_x	U_i	A_i	$b_x \cdot (U_i \cdot A_i)$
Obvodová stena	1	1,369	810,956	1110,1988
Parapetné murivo	1	1,578	166,95	263,4471
Podlaha na teréne	1	0,415	665,417	276,1481
Strecha	1	0,751	665,417	499,7282
Drevené okná a dvere	1	2,32	425,49	987,1368
Kovové dvere	1	5,65	46,05	260,1825
			2780,28	3396,8414

Merná tepelná strata prechodom tepla

$$H_T = \sum b_{x,i} \cdot U_i \cdot A_i + \Delta U \cdot \Sigma A_i$$

ΔU – zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov vo $W/(m^2 \cdot K)$

b_x – redukčný faktor

$$\Delta U = 0,1 \text{ W/(m}^2 \cdot K)$$

$$H_T = 3674,8694 \text{ W/K}$$

Merná tepelná strata vetraním

KONŠTRUKCIA	$n \times l \times i_v$
Okná a dvere	0,1753
	0,1753

i_v – súčiniteľ škárovej prievzdušnosti v $m^2/(s \cdot Pa^{2/3})$

l – dĺžka škáry v m

n – počet okien daného druhu

PRÍEMERNÁ INTENZITA VÝMENY VZDUCHU CEZ ŠKÁRY BUDOVY DO VÝŠKY 25 m v 1/h

$$n = 25200 \cdot \frac{\sum (i_v \cdot l)}{V_b}$$

V_b – obostavaný objem budovy v m^3

$$V_b = 7452,67 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5928 \text{ 1/h}$$

$$n_{\min} = 0,5 \text{ 1/h}$$

$$n = 0,5928 \text{ 1/h}$$

MERNÁ TEPELNÁ STRATA VETRANÍM VO W/K

$$H_v = 0,264 \cdot n \cdot V_b$$

$$H_v = 1166,408813 \text{ W/K}$$

Merná tepelná strata

$$H = H_T + H_v$$

$$H = 4841,278 \text{ W/K}$$

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy

$$U_{e,m} = \frac{H_T}{\Sigma A_i} = 1,3218 \text{ W/(m}^2 \cdot K)$$

Faktor tvaru budovy

$$\Sigma A_i / V_b = 0,3731 \text{ 1/m}$$

Odporúčané hodnoty

Faktor tvaru budovy	$U_{e,m,max}$	$U_{e,m,N}$
0,3	0,69	0,58
0,4	0,64	0,53
0,3731	0,653	0,543

Posúdenie z hľadiska priemerneho súčiniteľa prechodu tepla budovy

$$U_{e,m} \leq U_{e,m,max}$$

$$1,32 > 0,653 \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

NEVYHOVUJE

ak je to funkčne, technicky a ekonomicky uskutočniteľné je potrebné

$$U_{e,m} \leq U_{e,m,N}$$

$$1,32 > 0,543 \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

NEVYHOVUJE

Celková tepelná strata na vykurovaciu sezónu

$$Q_L = H \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t$$

θ_i - požadovaná vnútorná teplota

θ_e - priemerná vonkajšia teplota počas výpočtového obdobia

t - dĺžka trvania výpočtového obdobia

$$Q_L = 397567,3149 \text{ kWh}$$

Tepló získané z vnútorných zdrojov tepla počas vykurovacej sezóny

(so zanedbaním tepelných ziskov z vnútorných zdrojov v nevykurovaných priestoroch)

$$Q_i = \Phi_i \cdot t = q_i \cdot A_b \cdot t$$

Φ_i - priemerný výkon od vnútorných tepelných ziskov vo W

t - dĺžka trvania výpočtového obdobia v hodinách (h), pre normalizované hodnotenie t = 212 dní x 24 h

q_i - priemerný tepelný výkon vnútorných zdrojov tepla vo W/m²

A_b - merná plocha budovy v m²

$$q_i = 6 \text{ W/m}^2$$

$$A_b = 1996,251$$

$$Q_i = 60941,55053 \text{ kWh}$$

Pasívny solárny zisk za zasklením budovy

(so zanedbaním solárnych ziskov cez nevykurované priestory)

$$Q_s = \sum_j I_{sj} \cdot \sum_n A_{snj}$$

I_{sj} - žiariva energia, napr. celková energia globálneho solárneho žiarenia dopadajúca na plochu 1 m² povrchu s orientáciou j počas výpočtového obdobia v J/m²

A_{snj} - solárna účinná kolekčná plocha povrchu n s orientáciou j

$$A_s = A \cdot F_s \cdot F_F \cdot g$$

A - celková plocha otvoru kolekčnej plochy zasklenej stavebnej konštrukcie

F_s - faktor tienenia

F_F - rámový faktor, ktorý je daný pomerom medzi plochou transparentnej časti s celkovou plochou zasklenej konštrukcie

g - celková priepustnosť slnečnej energie, ktorá zohľadňuje trvalo tieniace zariadenia, ak existujú $g = g_w \cdot F_c$ kde F_c - znižujúci faktor trvalých slnečných clon (môže sa zanedbať t.j. $F_c=1$) a $g_w = F_w \cdot g_{\perp}$

F_w - korekčný faktor - podľa STN EN ISO 13790 príloha H - $F_w = 0,9$

g_{\perp} - slnečné žiarenie dopadajúce kolmo na plochu - podľa STN EN ISO 13790 príloha H pre dvojsklo $g_{\perp} = 0,75$

ORIENTÁCIA	I_{sj}	A	$F_s \cdot F_F$	g	Q_{sj}
okná a dvere na J	320	131,463	0,5	0,675	14198,004
okná a dvere na V	200	83,526	0,5	0,675	5638,005
okná a dvere na S	100	168,005	0,5	0,675	5670,16875
okná a dvere na Z	200	88,3645	0,5	0,675	5964,60375
					31470,7815

Tepelné zisky

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

$$Q_g = 92412,33203 \text{ kWh}$$

Potreba tepla na vykurovanie na celú vykurovaciu sezónu

$$Q_h = Q_L - \eta \cdot Q_g$$

$$Q_h = 309775,5995 \text{ kWh}$$

Merná potreba tepla na vykurovanie na celú vykurovaciu sezónu

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{A_b} \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]}$$

$$Q_{H,nd} = 155,1787 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)}$$

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{V_b} \text{ [kWh/(m}^3 \cdot \text{a)]}$$

$$Q_{H,nd} = 41,5657 \text{ kWh/(m}^3 \cdot \text{a)}$$

$$\Sigma A_i / V_b = 0,3731 \text{ 1/m}$$

Normové hodnoty

Faktor tvaru budovy	$Q_{H,nd, N1}$ [kWh/(m ² ·a)]	$Q_{H,nd, N2}$ [kWh/(m ³ ·a)]
0,3	50	17,9
0,4	57,1	20,4
0,3731	55,19	19,73

Posúdenie z hľadiska potreby tepla na vykurovanie

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

$$155,18 > 55,19 \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]}$$

NEVYHOVUJE

$Q_{H,nd, N}$ - normalizovaná hodnota mernej potreby tepla je stanovená pre nebytové budovy s konštrukčnou výškou viac ako 2,8 m, ktoré nespĺňajú prvú (predošlú) požiadavku v kWh/(m³·K) - čl. 8.1.2 - STN 73 0540-2/O1 - Oprava 1

$$Q_{H,nd} \leq Q_{H,nd,N2}$$

$$41,57 > 19,73 \text{ [kWh/(m}^3 \cdot \text{a)]}$$

NEVYHOVUJE

Záver: Budova v pôvodnom stave **nesplňuje** energetické kritérium požadovanej potreby tepla na vykurovanie podľa čl. 8.1.2 STN 73 0540-2,2012 - pre splnenie kritéria je potrebné zatepliť aj obvodový plášť

2.4.b. VÝPOČET POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE- nový stav zateplenie strechy so strešným polysytrenom hr. 150 mm + výmena okien

Tepelnotechnické vlastnosti obalových konštrukcií a redukčné faktory

KONŠTRUKCIA	b_x	U_i	A_i	$b_x \cdot (U_i \cdot A_i)$
Obvodová stena	1	1,369	810,956	1110,1988
Parapetné murivo	1	1,578	166,95	263,4471
Podlaha na teréne	1	0,415	665,417	276,1481
Strecha + zateplenie strešným polysytrenom hr. 100 mm	1	0,178	665,417	118,4442
Nové plastové okná a dvere	1	1,31	469,49	615,0319
Stávajúce kovové dvere	1	5,65	2,05	11,5825
			2780,28	2394,8525

Merná tepelná strata prechodom tepla

$$H_T = \sum b_{x,i} \cdot U_i \cdot A_i + \Delta U \cdot \Sigma A_i$$

ΔU – zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov vo $W/(m^2 \cdot K)$

b_x – redukčný faktor

$$\Delta U = 0,1 \text{ W/(m}^2 \cdot K)$$

$$H_T = 2672,8805 \text{ W/K}$$

Merná tepelná strata vetraním

KONŠTRUKCIA	$n \times l \times i_v$
Okná a dvere	0,1251
	0,1251

i_v – súčiniteľ škárovej prievzdušnosti v $m^2/(s \cdot Pa^{2/3})$

l – dĺžka škáry v m

n – počet okien daného druhu

PRÍEMERNÁ INTENZITA VÝMENY VZDUCHU CEZ ŠKÁRY BUDOVY DO VÝŠKY 25 m V 1/h

$$n = 25200 \cdot \frac{\sum (i_v \cdot l)}{V_b}$$

V_b – obostavaný objem budovy v m^3

$$V_b = 7452,67 \text{ m}^3$$

$$n = 0,4230 \text{ 1/h}$$

$$n_{\min} = 0,5 \text{ 1/h}$$

$$n = 0,5000 \text{ 1/h}$$

MERNÁ TEPELNÁ STRATA VETRANÍM VO W/K

$$H_v = 0,264 \cdot n \cdot V_b$$

$$H_v = 983,75244 \text{ W/K}$$

Merná tepelná strata

$$H = H_T + H_v$$

$$H = 3656,633 \text{ W/K}$$

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy

$$U_{e,m} = \frac{H_T}{\Sigma A_i} = 0,9614 \text{ W/(m}^2 \cdot K)$$

Faktor tvaru budovy

$$\Sigma A_i / V_b = 0,3731 \text{ 1/m}$$

Odporúčané hodnoty

Faktor tvaru budovy	$U_{e,m,max}$	$U_{e,m,N}$
0,3	0,69	0,58
0,4	0,64	0,53
0,3731	0,653	0,543

Posúdenie z hľadiska priemerneho súčiniteľa prechodu tepla budovy

$$0,96 \leq U_{e,m} \leq U_{e,m,max} = 0,653 \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

NEVYHOVUJE

ak je to funkčne, technicky a ekonomicky uskutočniteľné je potrebné

$$0,96 \leq U_{e,m} \leq U_{e,m,N} = 0,543 \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

NEVYHOVUJE

Celková tepelná strata na vykurovaciu sezónu

$$Q_L = H \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t$$

θ_i – požadovaná vnútorná teplota

θ_e - priemerná vonkajšia teplota počas výpočtového obdobia

t - dĺžka trvania výpočtového obdobia

$Q_L = 300283,8709 \text{ kWh}$

Teplo získané z vnútorných zdrojov tepla počas vykurovacej sezóny

(so zanedbaním tepelných ziskov z vnútorných zdrojov v nevykurovaných priestoroch)

$$Q_i = \Phi_i \cdot t = q_i \cdot A_b \cdot t$$

Φ_i - priemerný výkon od vnútorných tepelných ziskov vo W

t - dĺžka trvania výpočtového obdobia v hodinách (h), pre normalizované hodnotenie $t = 212 \text{ dní} \times 24 \text{ h}$

q_i - priemerný tepelný výkon vnútorných zdrojov tepla vo W/m^2

A_b - merná plocha budovy v m^2

$q_i = 6 \text{ W/m}^2$

$A_b = 1996,251$

$Q_i = 60941,55053 \text{ kWh}$

Pasívny solárny zisk za zasklením budovy

(so zanedbaním solárnych ziskov cez nevykurované priestory)

$$Q_s = \sum_j I_{sj} \cdot \sum_n A_{snj}$$

I_{sj} - žiariva energia, napr. celková energia globálneho solárneho žiarenia dopadajúca na plochu 1 m^2 povrchu s orientáciou j počas výpočtového obdobia v J/m^2

A_{snj} - solárna účinná kolekčná plocha povrchu n s orientáciou j

$$A_s = A \cdot F_s \cdot F_F \cdot g$$

A - celková plocha otvoru kolekčnej plochy zasklenej stavebnej konštrukcie

F_s - faktor tienenia

F_F - rámový faktor, ktorý je daný pomerom medzi plochou transparentnej časti s celkovou plochou zasklenej konštrukcie

g - celková priepustnosť slnečnej energie, ktorá zohľadňuje trvalo tieniace zariadenia, ak existujú $g = g_w \cdot F_c$ kde F_c - znižujúci faktor trvalých slnečných clon (môže sa zanedbať t.j. $F_c=1$) a $g_w = F_w \cdot g_\perp$

F_w - korekčný faktor - podľa STN EN ISO 13790 príloha H - $F_w = 0,9$

g_\perp - slnečné žiarenie dopadajúce kolmo na plochu - podľa STN EN ISO 13790 príloha H pre dvojisko $g_\perp = 0,75$

ORIENTÁCIA	I_{sj}	A	$F_s \cdot F_F$	g	Q_{sj}
okná a dvere na J	320	131,463	0,5	0,675	14198,004
okná a dvere na V	200	83,526	0,5	0,675	5638,005
okná a dvere na S	100	168,005	0,5	0,675	5670,16875
okná a dvere na Z	200	88,3645	0,5	0,675	5964,60375
					31470,7815

Tepelné zisky

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

$Q_g = 92412,33203 \text{ kWh}$

Potreba tepla na vykurovanie na celú vykurovaciu sezónu

$$Q_h = Q_L - \eta \cdot Q_g$$

$Q_h = 212492,1554 \text{ kWh}$

Merná potreba tepla na vykurovanie na celú vykurovaciu sezónu

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{A_b} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})]$$

$Q_{H,nd} = 106,4456 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{V_b} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})]$$

$Q_{H,nd} = 28,5122 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$

$\Sigma A_v/V_b = 0,3731 \text{ 1/m}$

Normové hodnoty

Faktor tvaru budovy	$Q_{H,nd, N1}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$]	$Q_{H,nd, N2}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$]
0,3	50	17,9
0,4	57,1	20,4
0,3731	55,19	19,73

Posúdenie z hľadiska potreby tepla na vykurovanie

$$106,45 \leq Q_{H,nd,N} > 55,19 \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})]$$

NEVYHOVUJE

$Q_{H,nd, N}$ - normalizovaná hodnota mernej potreby tepla je stanovená pre nebytové budovy s konštrukčnou výškou viac ako 2,8 m, ktoré nespĺňajú prvú (predošlú) požiadavku v $\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ - čl. 8.1.2 - STN 73 0540-2/O1 - Oprava 1

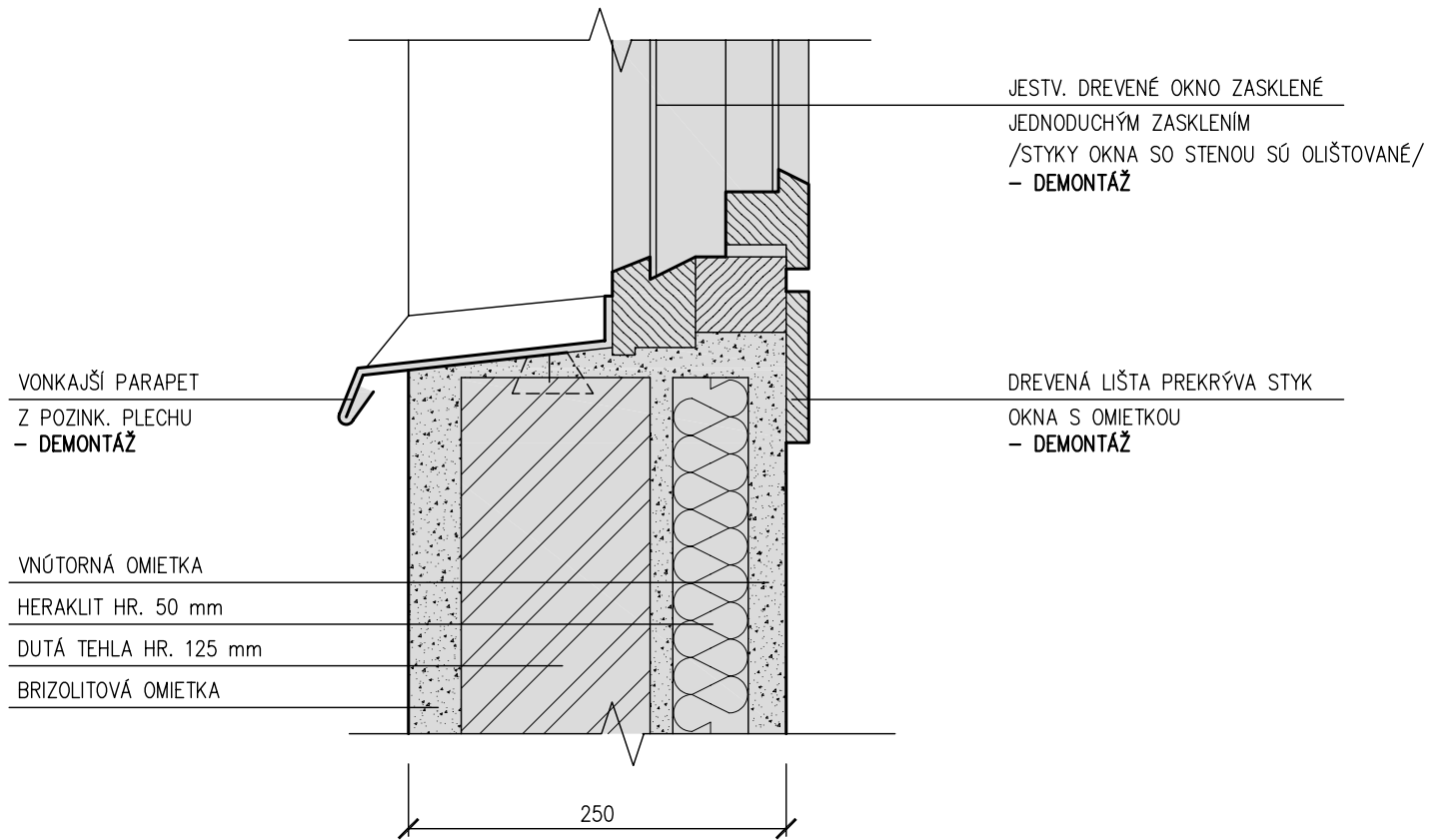
$$28,51 \leq Q_{H,nd,N2} > 19,73 \quad [\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})]$$

NEVYHOVUJE

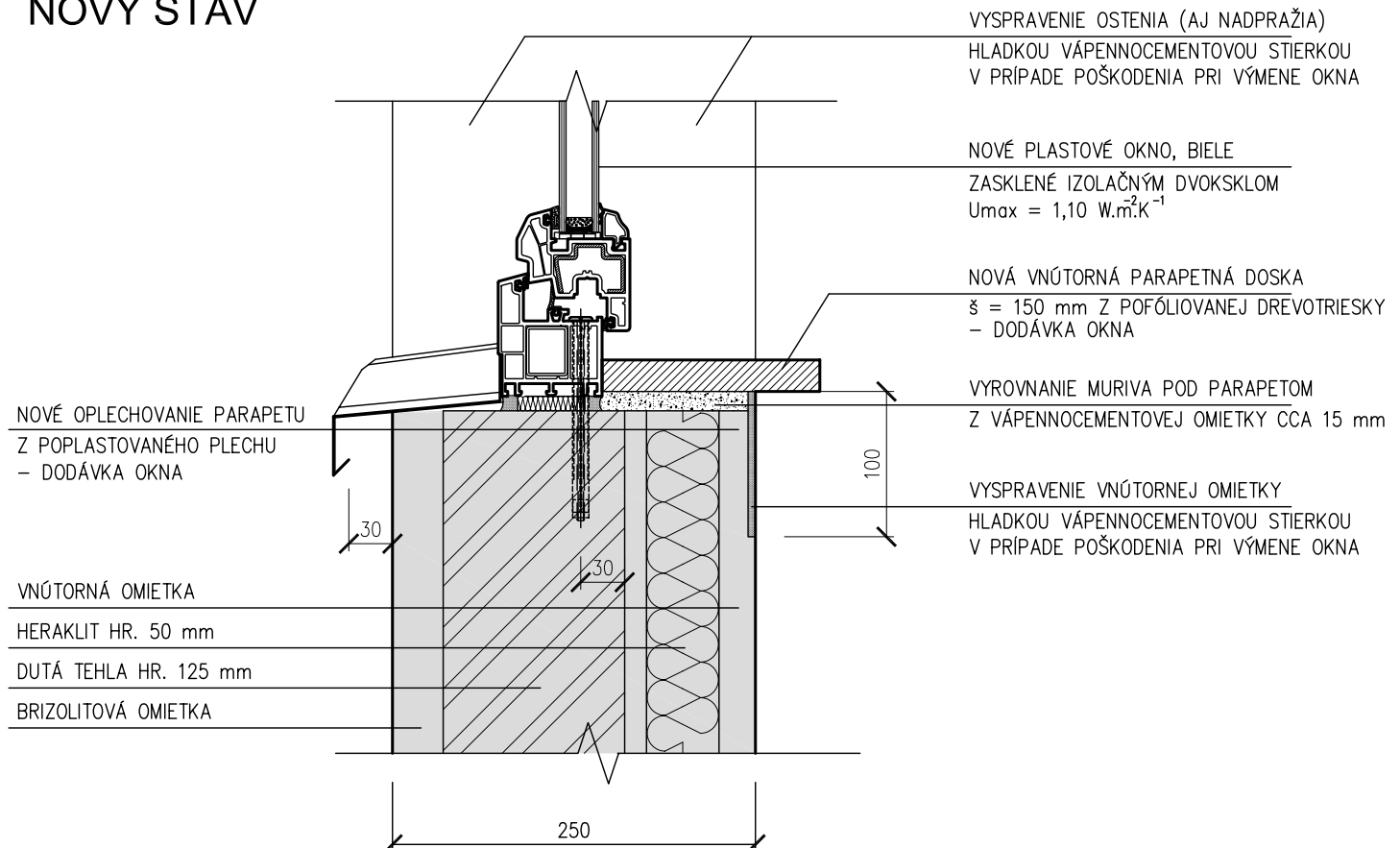
Záver: Budova po čiastočnej obnove **nesplňa** energetické kritérium požadovanej potreby tepla na vykurovanie podľa čl. 8.1.2 STN 73 0540-2,2012

2.5. DETAIL KOTVENIA OKIEN

SKUTKOVÝ STAV



NOVÝ STAV



2.6. – Grafické znázornenie štruktúry tepelnej straty prechodom tepla

