

Energetický audit
Materská škola
Rajec

Vypracoval
Žilina 2017

Ing. Peter Branický. Ing. Ján Michalík, PhD

Príloha 1 Rekapitulačný list energetického auditu

Predmet EA	MŠ Rajec			
Adresa objektu:	0			
Stručná charakteristika objektu:	budova škôl a školských zariadení			
Návrh opatrení v rámci projektu				
Navrhované opatrenie	Úspora energie	investičný náklad		
	kWh	EUR		
zateplenie obvodového plášťa	27 526	11 700		
zateplenie strechy, alebo podlahy na nevykurovanej povale	5 563	14 600		
zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom	10 252	4 800		
inštalácia slnečných kolektorov na prípravu TV	4 680	6 300		
inštalácia fotovoltického systému	1 105	4 400		
Spolu:	49 126	41 800		
Energetické hodnotenie projektu				
	Počiatočný stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie
Merná tepelná strata prechodom cez: (WK ⁻¹)	721,5	237,6	483,9	67,1%
Merná tepelná strata vetraním (WK ⁻¹)	139,2	139,2	0,0	0,0%
Celkový tepelný zisk budovy (kWh)	16 547,0	16 547,0	0,0	0,0%
Potreba tepla na UK (kWh)	53 653,5	14 646,2	39 007,3	72,7%
Potreba primárnej energie na UK (kWh)	59 615,0	16 273,5	43 341,5	72,7%
Potreba energie na osvetlenie (kWh)	1 470,3	1 461,5	8,7	0,6%
Potreba energie na UK a osvetlenie (kWh)	61 085,3	17 735,1	43 350,2	71,0%
Environmentálne hodnotenie projektu				
Ročná produkcia emisií CO ₂ (ton)	1,0	0,5	0,5	49,5%
Ročná produkcia emisií TZL (ton)	0,001	0,001	0,000	0,0%
Ročná produkcia emisií SO ₂ (ton)	0,004	0,003	0,001	25,0%
Ročná produkcia emisií NO _x (ton)	0,005	0,004	0,001	20,0%
Ročná produkcia emisií CO (ton)	0,000	0,000	0,000	0,0%
Ekonomické hodnotenie projektu				
Investičný náklad na realizáciu opatrení (EUR)	41 800			
Ročná úspora nákladov na energie (EUR)	3 823			
Čistá súčasná hodnota (EUR)	34 007			
Doba hodnotenia (roky)	25			
Jednoduchá doba návratnosti investície (roky)	10,9			
Diskontovaná doba návratnosti investície (roky)	12,3			
Vnútorná miera výnosnosti (%)	7,9%			

OBSAH

Úvod	7
1 Identifikačné údaje	8
1.1 Žiadateľ	8
1.2 Spracovateľ energetického auditu	8
2 Popis súčasného stavu.....	9
2.1 Základné údaje o predmete energetického auditu.....	9
2.2 Identifikácia predmetu energetického auditu	9
2.2.1 Vykurovanie a ohrev TÚV	11
2.2.2 Osvetlenie	11
2.2.3 Základné údaje o energetických vstupoch a výstupoch	12
3 Tepelnotechnické posúdenie stavebných konštrukcií	12
3.1 Normy, smernice a vyhlášky	12
3.2 Miestne a normalizované klimatické podmienky.....	13
3.3 Zhodnotenie obalových konštrukcií objektu	14
3.3.1 Pevné stavebné konštrukcie	14
3.3.2 Otvorové konštrukcie	14
3.4 Potreba tepla na vykurovanie	16
3.5 Hodnotenie budovy z hľadiska potreby tepla na vykurovanie.....	17
4 NÁVRH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE SPOTREBY ENERGIE.....	18
4.1.1 Zateplenie obvodových stien.....	18
4.2 Zateplenie strechy	20
4.3 Zateplenie podlahy (povaly) nad nevykurovaným priestorom	22
4.4 Výmena otvorových konštrukcií	23
4.5 Inštalácia slnečných kolektorov na prípravu TÚV	24
4.6 Inštalácia fotovoltaického systému	24
4.7 Súhrn navrhovaných opatrení	25
4.8 Projekt zníženia energetickej náročnosti objektu.....	26
4.9 Hodnotenie navrhovaného stavu budovy z hľadiska potreby tepla na vykurovanie.....	27
4.10 Rekapitulačný list EA	28
5 Záver	29
Zoznam obrázkov	
Obrázok 1 Umiestnenie budovy.....	9
Obrázok 2 Tvar budovy	10
Obrázok 3 Auditovaný objekt.....	10
Obrázok 4 Kúrenie a ohrev TÚV	11
Obrázok 5 Osvetlenie	11
Obrázok 6 Otvorové konštrukcie	14
Obrázok 7 Hrúbka tepelnej izolácie stropu	20
Obrázok 8 Tepelná izolácia stropu nad nevykurovaným priestorom	22
Zoznam tabuliek	
Tabuľka 1 Prevádzkový režim objektu	10
Tabuľka 2 Technické a geometrické parametre objektu	10
Tabuľka 3 Energetické vstupy - simulácia s elektrinou	12
Tabuľka 4 Počty vykurovacích dní a vonkajšie teploty	13
Tabuľka 5 Klimatické podmienky	13
Tabuľka 6 Zoznam pevných stavebných konštrukcií.....	14
Tabuľka 7 Hodnotenie priemerného súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540-2	15
Tabuľka 8 Výpočet potreby tepla na vykurovanie	16
Tabuľka 9 Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2	17

Tabuľka 10 Minimálna hrúbka tepelnej izolácie obvodových stien pre splnenie podmienok STN 730540-2.....	18
Tabuľka 11 navrhovaná tepelná izolácia	18
Tabuľka 12 Výpočet potreby tepla na vykurovanie - zateplenie obvodových stien.....	19
Tabuľka 13 Ekonomické hodnotenie opatrenia - zateplenie obvodových stien	19
Tabuľka 14 Minimálna hrúbka tepelnej izolácie strechy pre splnenie podmienok STN 730540-2.....	20
Tabuľka 15 Navrhovaná tepelná izolácia strechy	20
Tabuľka 16 Výpočet potreby tepla na vykurovanie - zateplenie strechy.....	21
Tabuľka 17 Ekonomické hodnotenie opatrenia - zateplenie strechy	21
Tabuľka 18 Minimálna hrúbka tepelnej izolácie podlahy pre splnenie podmienok STN 730540-2.....	22
Tabuľka 19 Navrhovaná tepelná izolácia podlahy nad nevykurovaným priestorom	22
Tabuľka 20 Výpočet potreby tepla na vykurovanie - zateplenie podlahy nad nevykur. priest.	22
Tabuľka 21	23
Tabuľka 22 Výpočet potreby tepla na vykurovanie - otvorové konštrukcie.....	23
Tabuľka 23 Inštalácia slnečných kolektorov na prípravu TÚV.....	24
Tabuľka 24 Inštalácia FTV.....	24
Tabuľka 25 Súhrn navrhovaných opatrení.....	26
Tabuľka 26 Výpočet potreby tepla na vykurovanie - projekt.....	26
Tabuľka 27 Ekonomické hodnotenie projektu.....	26
Tabuľka 28 Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2	27
Tabuľka 29 Hodnotenie budovy – energetické triedy	27
Tabuľka 30 Rekapitulačná tabuľka	28

Zoznam grafov

Graf 1 Dennostupne	13
Graf 2 Hodnotenie obalových konštrukcií objektu	15
Graf 3 Výpočet potreby tepla na vykurovanie	16
Graf 4 Porovnanie potreby teploty	17
Graf 5 Hrúbka izolácie	18
Graf 6 Úspora energie a návratnosť investície	25

Zoznam príloh

Príloha 1 Rekapitulačný list energetického auditu.....	3
--	---

Úvod

Audit bol vypracovaný v zmysle platnej legislatívy Zákona č. 321/2014 o energetickej efektívnosti a vyhlášky 179/2015 platnej od 1 augusta 2015 na základe obhliadky objektu, preštudovaním podložených materiálov a údajov z určených a doplnkových meradiel.

Jedná o čiastočne zrekonštruované zariadenie. Spotreba bude analyzovaná v časovom reze počas roka a priestorovom reze s ohľadom na spôsob využívania jednotlivých častí budovy. Údaje ktoré neboli v čase auditu dodané spracovateľovi boli odhadnuté.

Vypracovaný energetický audit napomáha zvýšiť predpoklady pre plánovanú realizáciu opatrení na úsporu energie na strane spotreby pre verejné subjekty na štátnej, regionálnej a miestnej úrovni poskytnutím energetických auditov pre administratívne budovy, školské budovy a budovy, v ktorých sa poskytuje zdravotná starostlivosť za účelom optimálneho využívania finančných prostriedkov Európskych štrukturálnych a investičných fondov (EŠIF) programového obdobia 2014-2020.

Energetický audit je duševným vlastníctvom spracovateľa.

Energetický audit je určený pre vlastníka budovy pre potreby jeho rozhodovania o možnostiach realizácie navrhnutých opatrení a odporúčaní na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy a môže sa využiť ako podklad pre prípravu projektovej dokumentácie obnovy budovy. Nenahrádza energetické hodnotenie budovy podľa osobitných predpisov.

Cieľom spracovania energetického auditu verejnej budovy je posúdenie súčasných technických systémov v budove, tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií, návrh opatrení na obnovu budovy, opatrení na rekonštrukciu a modernizáciu technických systémov v budove, stanovenie potenciálu úspor energie, ich ekonomické a environmentálne hodnotenie.

1 Identifikačné údaje

1.1 Žiadateľ

Identifikačné údaje o zadávateľovi a prevádzkovateľovi predmetu auditu

Názov		Mateská škola Rajec			
Organizačno právna forma		MÚ			Rajec
Sídlo prevádzkovateľa	Kraj	Žilinský	Okres	Žilina	
	Mesto	Rajec		PSČ	015 22
	Ulica		Popisne číslo	26	
Osoba oprávnená konať v mene prevádzkovateľa	Meno a priezvisko	,		Titul	.
	Organizačné postavenie				
Osoba oprávnená konať v mene prevádzkovateľa	Meno a priezvisko			Titul	
	Organizačné postavenie				

Identifikačné údaje o predmete auditu

Názov		Mateská škola Rajec			
Umiestnenie predmetu auditu	Kraj	Žilinský	Okres	Žilina	
	Mesto	Žilina		PSČ	015 22
	Ulica		Popisne číslo		
Osoba poverená jednaním	Meno a priezvisko			Titul	
	Organizačné postavenie				

1.2 Spracovateľ energetického auditu

Identifikačné údaje o spracovateľovi auditu

Názov		MaM plus, s.r.o.			
Organizačno právna forma		PO - s. r. o.			
Sídlo spracovateľa auditu	Kraj	Žilina	Okres	Ilava	
	Mesto	Dubnica nad Váhom		PSČ	
	Ulica	SNP	Popisne číslo	1052/48	
Osoba oprávnená konať v mene spracovateľa auditu	Meno a priezvisko	Peter Branický		Titul	Ing., Mgr.
	Organizačné postavenie	Audítor			
	Meno a priezvisko	Ján Michalík		Titul	Ing., Ing., PhD.
	Organizačné postavenie	Audítor			
Komunikačná adresa (Osoby oprávnené konať v mene spracovateľa auditu)	ekoenergoaudit@gmail.com	Audítor	EkoEnergoAudit ©		
	Mesto	Žilina		PSČ	010 04
	Ulica	Riečna	Popisne číslo	17 A	

2 Popis súčasného stavu

2.1 Základné údaje o predmete energetického auditu

Na zistenie súčasného stavu predmetu energetického auditu boli použité:

- ☐ údaje o spotrebe elektrickej energie a plynu za roky 2013, 2014, 2015,
- ☐ dostupná projektová dokumentácia,
- ☐ osobné konzultácie s prevádzkovateľom objektu,
- ☐ fotodokumentácia objektu a technických zariadení budov,
- ☐ obhliadka na mieste,
- ☐ údaje z určených meradiel a fakturačné údaje,

2.2 Identifikácia predmetu energetického auditu

Názov stavby: Materská škola Rajec

Zníženie energetickej náročnosti objektov

Miesto stavby: Rajec

Kraj: Žilinský

Charakteristika stavby: Obnova a zateplenie

Investor: Obecný úrad

Rajec je mesto na Slovensku ležiace v Žilinskom kraji.

Je jedným z piatich brundtlandských miest v Európe.

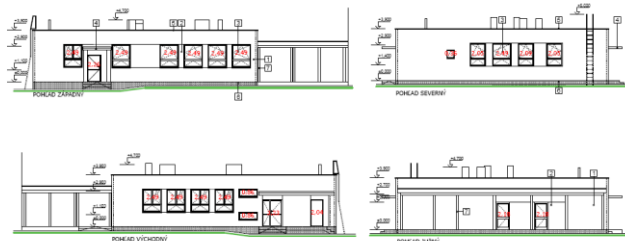
Nadmorská výška: 452 m

Rozloha: 31,46 km²



Obrázok 1 Umiestnenie budovy

Budova objektu materskej školy sa nachádza v katastrálnom území Rajec. Jedná sa o budovu so stenovým konštrukčným systémom. Stavba je jednopodlažná čiastočne podpivničená. Obvodový plášť je murovaný so škarobetónových tvárnic a z tehál, stropná konštrukcia je zo železobetónu.



Obrázok 2 Tvar budovy

Počet pracovných dní v roku	D	251
Počet pracovných dní v týždni	d	5
Počet zmien za deň	d₁	1
Dĺžka pracovnej doby (h)	t₁	8,0
Využitie objektu		verejná budova

Tabuľka 1 Prevádzkový režim objektu

Celková zastavaná plocha (m ²)	A	270
Obvod zastavanej plochy (m)	P	66
Obostavaný vykurovaný objem (m ³)	V_b	1 054
Celková podlahová plocha (m ²)	A_b	270
Ochladzovaná obalová konštrukcia (m ²)	ΣA_i	801
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹)	ΣA_i/V_b	0,76
Počet nadzemných podlaží		1
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m)	h_{k,pr}	3,90

Tabuľka 2 Technické a geometrické parametre objektu



Obrázok 3 Auditovaný objekt

2.2.1 Vykurovanie a ohrev TÚV

Vykurovanie je riešené horucovodom z centrálného zdroja s faktorom primárnej energie 0,409 . V čase obhliadky neboli k dispozícii relevantné podklady k jednotlivým spotrebám.



Obrázok 4 Kúrenie a ohrev TÚV

Energetický audit bol vypracovaný na normované teploty.

2.2.2 Osvetlenie

Osvetlenie objektu po rekonštrukcii. Nakoľko spotreba elektriny na osvetlenie nie je samostatne meraná, bola vypočítaná na základe odhadnutého ročného počtu prevádzkových hodín zdrojov osvetlenia, ktoré boli stanovené z rozdielu priemernej spotreby elektriny za predchádzajúce kalendárne roky a odhadnutej spotreby elektriny ostatnými elektrospotrebičmi. Náklady na elektrinu sú vyčíslené v cenách roku 2016.



Obrázok 5 Osvetlenie

2.2.3 Základné údaje o energetických vstupoch a výstupoch

Energetické vstupy boli nasimulované na celoročnú prevádzku budovy.

Kalendárny rok		2014	2015	2016	Priemer
elektrina	Množstvo [kWh]	5 000	5 001	5 002	5 001
	Náklad [EUR]	1 000	1 000	1 000	1 000
	z toho:	UK [kWh]	0	0	0
		TV [kWh]	0	0	0
		osvetlenie [kWh]	1 470	1 470	1 471
		ostatné [kWh]	3 530	3 531	3 531
teplo nakúpené	Množstvo [kWh]	40 000	40 000	40 000	40 000
	Náklad [EUR]	3 000	3 000	3 000	3 000
	z toho:	UK [kWh]	28 800	28 800	28 800
		TV [kWh]	7 200	7 200	7 200
		osvetlenie [kWh]	0	0	0
		ostatné [kWh]	4 000	4 000	4 000

Tabuľka 3 Energetické vstupy

3 Tepelnotechnické posúdenie stavebných konštrukcií

Spotreby energií vychádza zo spotreby roku 2013 až 2015

Elektrického zapojenia

Funkčného rozdelenia budovy

Časovej spotreby

Tarif elektrickej energie a dreva

3.1 Normy, smernice a vyhlášky

Pri posudzovaní energetickej náročnosti a kvantifikáciu možných úspor tepla boli použité platné tepelno-technické normy:

STN EN ISO 13790 : 2009 – energetická hospodárnosť budov, výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie,

STN EN ISO 13789 : 2008 – tepelnotechnické vlastnosti budov, merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním,

STN EN ISO 13370 : 2008 – tepelnotechnické vlastnosti budov, šírenie tepla zeminou,

STN EN ISO 10077-1 : 2007 – tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc, výpočet súčiniteľa prechodu tepla

STN EN ISO 6946 : 2008 – stavebné konštrukcie, tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla,

STN 73 0540-2 : 2012 – tepelná ochrana budov, tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, časť 2 – funkčné požiadavky

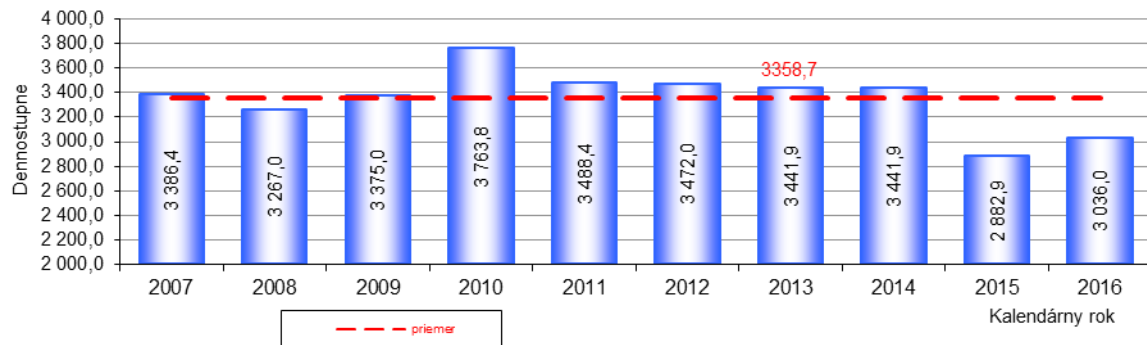
STN 73 0540-3 : 2012 – tepelná ochrana budov, tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, časť 3 – Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov

3.2 Miestne a normalizované klimatické podmienky

Pre výpočet potreby tepla na krytie strát prechodom a vetraním bola použitá dennostupňová metóda. Dennostupne sú vypočítané aritmetickým priemerom skutočných hodnôt vonkajších klimatických podmienok v okrese Žilina za posledných desať kalendárnych rokov.

Kalendárny rok	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Počet vykurovacích dní	249	242	225	246	228	217	231	231	227	230
Priemerná vonk. teplota (°C)	5,30	5,40	3,90	3,60	3,60	2,90	4,00	4,00	6,20	5,70
Počet dennostupňov	3 386,4	3 267,0	3 375,0	3 763,8	3 488,4	3 472,0	3 441,9	3 441,9	2 882,9	3 036,0

Tabuľka 4 Počty vykurovacích dní a vonkajšie teploty



Graf 1 Dennostupne

Stanovené dennostupne boli použité na určenie optimálnej potreby energie na vykurovanie upraveným hodnotením.

Pre výpočet potreby tepla na vykurovanie normalizovaným hodnotením boli použité normalizované vstupné údaje o vonkajších klimatických podmienkach a vnútornom prostredí budovy. Normalizované hodnotenie bolo použité len pri porovnaní merných potrieb tepla objektu podľa STN 73 0540-2.

		Normalizované hodnotenie	Upravené hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	θ_e	-15	-15
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (ms^{-1})	v	-	< 2,0
Vnútorná výpočtová teplota (°C):	θ_i	18,4	18,9
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	θ_{ae}	3,86	4,5
Priemerný počet vykurovacích dní:	d	212	232,6
Priemerný počet dennostupňov:	D	3083	3358,7

Tabuľka 5 Klimatické podmienky

3.3 Zhodnotenie obalových konštrukcií objektu

Pre zhodnotenie obalových konštrukcií bola použitá dostupná výkresová a technická dokumentácia, fotodokumentácia a vlastná obhliadka objektu. V nasledujúcich kapitolách sú popísané tepelno-technické vlastnosti jednotlivých stavebných konštrukcií. Pri výpočte plôch obalových konštrukcií sú započítané len teplo výmenné plochy bez vystupujúcich konštrukcií

3.3.1 Pevné stavebné konštrukcie

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 750 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,34 W.m-2.K-1 do 1,87 W.m-2.K-1. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 578,98 W.K-1, čo predstavuje 80,3 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Stavebná konštrukcia	Plocha (m ²)	Súčiniteľ prestupu tepla (Wm-2K-1)	Maximálna hodnota U podľa STN 730540-2 (Wm-2K-1)	Normalizovaná hodnota U podľa STN 730540-2 (Wm-2K-1)	Odporúčaná hodnota U podľa STN 730540-2 (Wm-2K-1)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Zvislé steny nad terénom						
Zvislé steny nad terénom	209,4	1,41	0,46	0,32	0,22	nevyhovuje
Zvislé steny nad terénom	0,0	1,41	0,46	0,32	0,22	nevyhovuje
Podlaha nad nevykurovaným priestorom						
Podlaha nad nevykurovaným priestorom	135,2	1,87	1,60	0,95	0,75	nevyhovuje
Strecha plochá						
Strecha plochá	270,3	0,34	0,30	0,20	0,10	nevyhovuje
Stavebná konštrukcia	Plocha (m ²)	Výpočtová hodnota tepelného odporu (m ² KW-1)	Minimálna hodnota R podľa STN 730540-2 (m ² KW-1)	Normalizovaná hodnota R podľa STN 730540-2 (m ² KW-1)	Odporúčaná hodnota R podľa STN 730540-2 (m ² KW-1)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Podlaha na teréne neizolovaná, alebo izolovaná po celej ploche						
Podlaha na teréne	135,2	0,35	1,5	2,3	2,5	nevyhovuje

Tabuľka 6 Zoznam pevných stavebných konštrukcií

3.3.2 Otvorové konštrukcie

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 51 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 1,19 W.m-2.K-1 do 1,23 W.m-2.K-1. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú po rekonštrukcii. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 62,36 W.K-1, čo predstavuje 8,6 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.



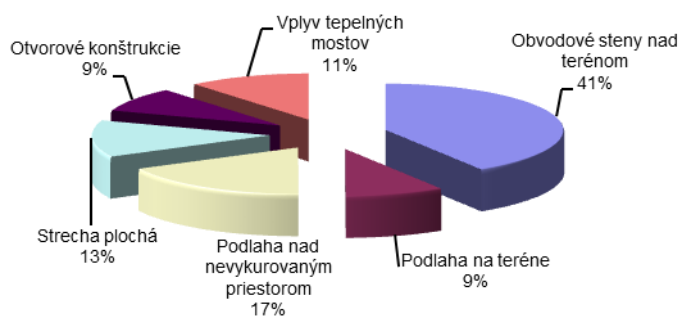
Obrázok 6 Otvorové konštrukcie

3.4 Celkové hodnotenie obalových konštrukcií objektu

Merná tepelná strata obalových konštrukcií vrátane mernej tepelnej straty vplyvom tepelných mostov je 2 078,68 W.K-1. Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov bola určená približne, a to na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vyjadreného vo W.m-2.K-1. Hodnota tohto súčiniteľa je 0,05 W.m-2.K-1 v prípade spojitkej tepelnoizolačnej vrstvy na vonkajšom povrchu konštrukcií a v ostatných prípadoch je 0,1 W.m-2.K-1. Splnenie minimálnej požiadavky priemerného súčiniteľa prechodu tepla všetkých obalových konštrukcií budovy podľa STN 73 0540-2 je uvedené v tabuľke. Podiel jednotlivých konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate prechodom je uvedený v nasledujúcom grafe.

Faktor tvaru budovy	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla [W.m-2.K-1]	Normalizovaná hodnota [W.m-2.K-1]	Odporúčaná hodnota [W.m-2.K-1]	Cieľová odporúčaná hodnota [W.m-2.K-1]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
0,76	0,90	0,42	0,29	0,21	nevyhovuje

Tabuľka 7 Hodnotenie priemerného súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540-2



Graf 2 Hodnotenie obalových konštrukcií objektu

3.5 Potreba tepla na vykurovanie

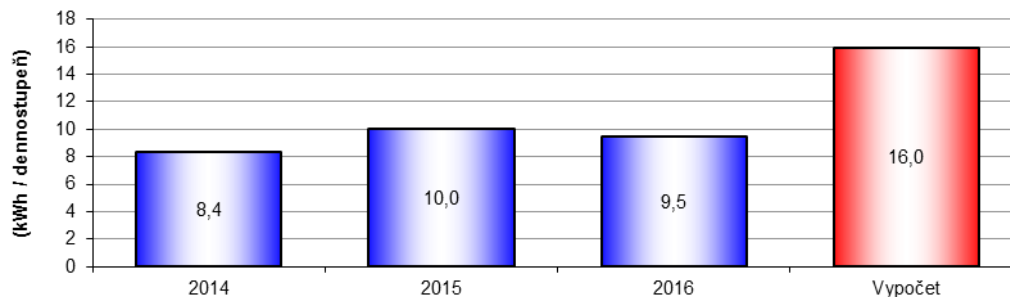
Výpočet potreby tepla na vykurovanie bol vykonaný na základe výpočtu tepelných strát prechodom tepla konštrukciami a tepelných strát vetraním, ktoré boli znížené o tepelné zisky.

Celková potreba energie pre krytie tepelných strát prechodom a vetraním predstavuje 69 373 kWh. Na celkovej potrebe sa pokrytie tepelnej straty prechodom obalovými konštrukciami podieľa 83,8 %, podiel vetrania je 16,2 %. Celková spotreba energie je redukovaná tepelnými ziskami budovy vo výške 16 547 kWh s mierou ich využitia na úrovni 95 %. Výsledná potreba tepla na vykurovanie budovy so započítaním tepelných ziskov je 53 654 kWh.

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/m²)	ΔH_{TM}	80,11
Tepelná strata medzi vykúr. priestorom a exter. (W)	H_U	641,35
Merná tepelná strata prechodom (WK⁻¹)	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	721,45
Minimálna intenzita výmeny vzduchu (h ⁻¹)	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (h ⁻¹)	n_{inf}	0,01
Priemerná intenzita výmeny vzduchu (h ⁻¹)	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechan. vetracieho systé	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu (m³h ⁻¹)	V_v	527,09
Merná tepelná strata vetraním (WK⁻¹)	$H_V = 0,264 \cdot V_v$	139,15
Merná tepelná strata (WK⁻¹)	$H = H_T + H_V$	860,60
Vnútorný tepelný zisk (kWh)	Q_i	9 710,00
Pasívny solárny zisk (kWh)	Q_s	6 837,04
Celkový tepelný zisk budovy (kWh)	$Q_g = Q_i + Q_s$	16 547,04
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom	Q_T	58 156,29
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním (k	Q_v	11 216,90
Potreba tepla na vykurovanie (kWh)	Q_h	53 653,50

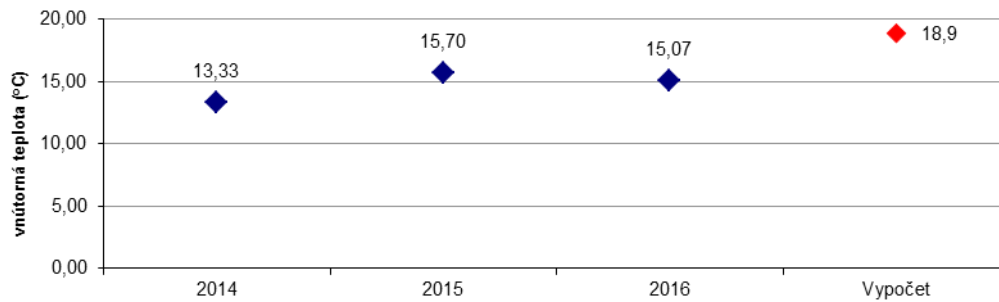
Tabuľka 8 Výpočet potreby tepla na vykurovanie

Porovnanie vypočítanej mernej potreby tepla na dennostupeň s nasimulovanými mernými spotrebami tepla na vykurovanie za posledné 3 kalendárne roky je v nasledujúcom grafe.



Graf 3 Výpočet potreby tepla na vykurovanie

V nasledujúcom grafe sú nasimulované priemerné vnútorné teploty počas vykurovacieho obdobia za predchádzajúce 3 kalendárne roky. Tieto boli určené na základe odhadnutých spotrieb tepla na UK, klimatických podmienok pre príslušný kalendárny rok a vypočítanej potreby tepla na vykurovanie. Porovnaním uvedených teplôt s vnútornou výpočtovou teplotou napovedá o miere využívania vykurovacích útlmov, prípadne nedokurovania objektu.



Graf 4 Porovnanie potreby teploty

3.6 Hodnotenie budovy z hľadiska potreby tepla na vykurovanie

Pre hodnotenie budovy z hľadiska splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy podľa STN 73 0540-2 boli použité klimatické údaje referenčnej vykurovacej sezóny a zohľadnený prevádzkový čas vykurovania so stanoveným vplyvom na pokles vnútornej teploty v kategórii budov - administratívna budova. Pre splnenie energetickej hospodárnosti budovy, merná potreba tepla na vykurovanie má byť nižšia ako normalizovaná hodnota. Hodnotená budova nespĺňa energetické kritérium a z pohľadu potreby energie na vykurovanie je predpoklad zaradenia do energetickej triedy G.

Faktor tvaru budovy (m^{-1})	A/V_b	0,76
Potreba tepla na UK referenčnej vykurovacej sezóny	Q_h	47 958,15
Merná potreba tepla na vykurovanie ($kWhm^{-2}$)	Q_{EP}	177,43
Normalizovaná hodnota ($kWhm^{-2}$)	$Q_{N,EP}$	53,20
Odporúčaná hodnota ($kWhm^{-2}$)	$Q_{r1,EP}$	27,60
Cieľová odporúčaná hodnota ($kWhm^{-2}$)	$Q_{r2,EP}$	13,80
Posúdenie budovy podľa STN 73 0540-2	$Q_{EP} \leq Q_{N,EP}$	nevyhovuje

Tabuľka 9 Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2

4 NÁVRH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE SPOTREBY ENERGIE

Na zníženie energetickej náročnosti objektov, zníženie nákladov na vykurovanie a osvetlenie, zlepšenie kvality obalových konštrukcií a vnútornej tepelnej pohody boli navrhnuté nižšie uvedené opatrenia. Každé opatrenie je ekonomicky vyhodnotené v cenách energií kalendárneho roku 2016 (teplo na UK: 0,08 EUR/kWh, elektrina: 0,20 EUR/kWh), ktoré boli upravené mierou priemerného ročného nárastu cien energií (0,2%). Reálna diskontná miera, so zohľadnením ročnej miery inflácie (1,4%), bola stanovená vo výške 2,1%. Výška investičných nákladov vychádza z obvyklých cien stavebných materiálov, strojov, zariadení, bez zohľadnenia vedľajších vynútených nákladov. Hrúbka navrhovaných tepelných izolácií v rámci návrhu opatrení bola stanovená s ohľadom na splnenie požadovaných súčiniteľov prechodu tepla konštrukcie so zohľadnením technickej realizovateľnosti a ekonomickej návratnosti.

4.1.1 Zateplenie obvodových stien

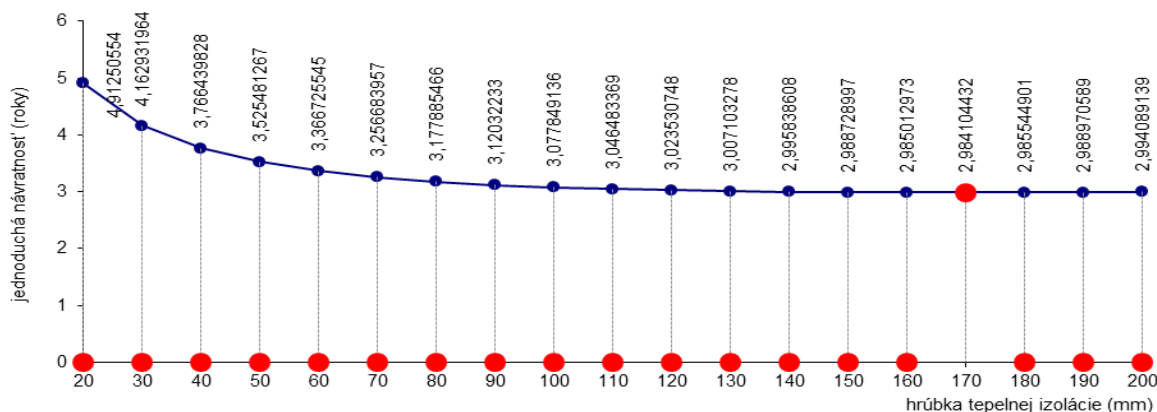
S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody a splnenie energetických požiadaviek budovy, navrhujeme obvodové steny zatepliť expandovaným polystyrénom. Minimálna hrúbka tejto tepelnej izolácie, zabezpečujúca splnenie energetických požiadaviek a návrh skladby a hrúbky zateplenia jednotlivých stavebných konštrukcií je uvedený v nasledovných tabuľkách. V grafe je pre porovnanie zobrazená optimálna hrúbka tepelnej izolácie vzhľadom na ekonomickú návratnosť investície do zateplenia obvodových stien.

Stavebná konštrukcia	Súčasný súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]	Splnenie normalizovanej hodnoty súčiniteľa prestupu tepla		Splnenie odporúčanej hodnoty súčiniteľa prestupu tepla	
		Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]	Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]
Zvislé steny nad terénom	1,41	100	0,30	150	0,21

Tabuľka 10 Minimálna hrúbka tepelnej izolácie obvodových stien pre splnenie podmienok STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Skladba zateplenia	Súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]
Zvislé steny nad terénom	polystyrén expandovaný (EPS) v hrúbke 250 mm (R= 6,579 m ² .K.W-1),	0,14

Tabuľka 11 navrhovaná tepelná izolácia



Graf 5 Hrúbka izolácie

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (WK ⁻¹)	ΔH_{TM}	77,746
---	-----------------	--------

Tepelná vodivosť medzi vykur. priestorom a exter. (WK^{-1})	H_U	40,054
Merná tepelná strata prechodom (WK^{-1})	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	374,074
Minimálna intenzita výmeny vzduchu (h^{-1})	n_{min}	414,128
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (h^{-1})	n_{inf}	0,50
Priemerná intenzita výmeny vzduchu (h^{-1})	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,01
Objemový tok vzduchu mechan. vetracieho systému (m^3h^{-1})	V_f	0,50
Objemový tok vzduchu (m^3h^{-1})	V_v	527,09
Merná tepelná strata vetraním (WK^{-1})	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	139,150
Merná tepelná strata (WK^{-1})	$H = H_T + H_v$	553,279
Vnútorný tepelný zisk (kWh)	Q_i	9 710,00
Pasívny solárny zisk (kWh)	Q_s	6 837,04
Celkový tepelný zisk budovy (kWh)	$Q_g = Q_i + Q_s$	16 547,04
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom (kWh)	Q_T	33 382,81
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním (kWh)	Q_v	11 216,90
Potreba tepla na vykurovanie (kWh)	Q_h	28 880,02

Tabuľka 12 Výpočet potreby tepla na vykurovanie - zateplenie obvodových stien

Investičný náklad na realizáciu opatrenia (EUR)	11 700
Ročná úspora energie (kWh)	27 526
Miera úspory energie (%)	46,2%
Ročná úspora nákladov na energiu (EUR)	2 064
Dĺžka technickej životnosti opatrenia (roky)	25
Jednoduchá doba návratnosti investície (roky)	5,7
Diskontovaná doba návratnosti investície (roky)	6,0
Čistá súčasná hodnota (EUR)	29 240
Vnútorná miera výnosnosti (%)	17,6%

Tabuľka 13 Ekonomické hodnotenie opatrenia - zateplenie obvodových stien

4.2 Zateplenie strechy

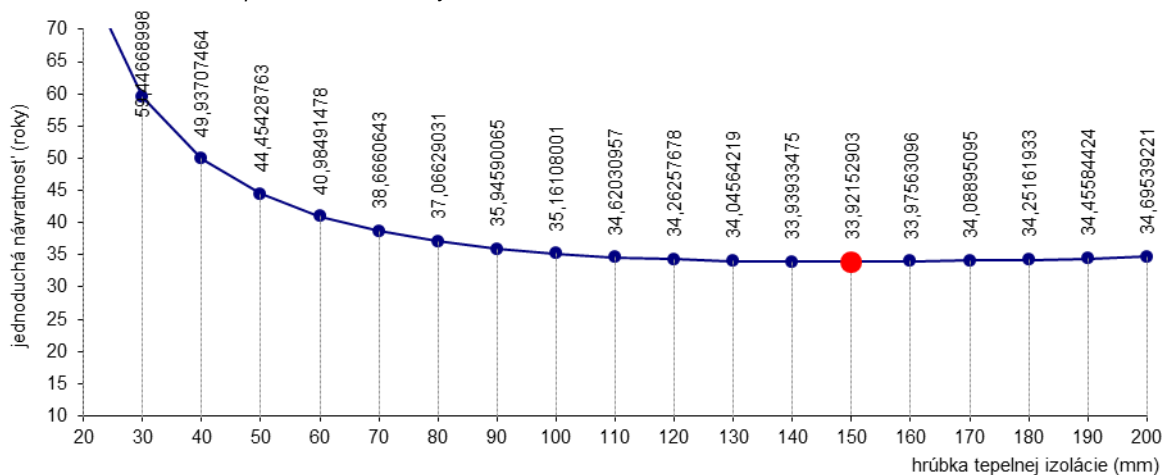
S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody a splnenie energetických požiadaviek budovy, navrhujeme sedlovú strechu zatepliť a podlahovým expandovaným polystyrénom. Minimálna hrúbka tepelnej izolácie na splnenie energetických požiadaviek a návrh skladby a hrúbky zateplenia jednotlivých stavebných konštrukcií je uvedený v nasledovných tabuľkách.

Stavebná konštrukcia	Súčasný súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]	Splnenie normalizovanej hodnoty súčiniteľa prestupu tepla		Splnenie odporúčanej hodnoty súčiniteľa prestupu tepla	
		Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]	Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]
strecha	0,34	80	0,19	250	0,10

Tabuľka 14 Minimálna hrúbka tepelnej izolácie strechy pre splnenie podmienok STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Skladba zateplenia	Súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]
Strecha plochá	polystyrén extrudovaný (XPS) v hrúbke 210 mm (R= 6,000 m ² .K.W-1),	0,11

Tabuľka 15 Navrhovaná tepelná izolácia strechy



Obrázok 7 Hrúbka tepelnej izolácie stropu

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K)	ΔH_{TM}	80,108
Tepelná vodivosť medzi vykúr. priestorom a exteriérom (W/K)	H_U	579,237
Merná tepelná strata prechodom (WK^{-1})	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	659,345
Minimálna intenzita výmeny vzduchu (h^{-1})	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (h^{-1})	n_{inf}	0,01
Priemerná intenzita výmeny vzduchu (h^{-1})	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechan. vetracieho systému (m^3/h)	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu (m^3/h)	V_v	527,09
Merná tepelná strata vetraním (WK^{-1})	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	139,150
Merná tepelná strata (WK^{-1})	$H = H_T + H_v$	798,495
Vnútorný tepelný zisk (kWh)	Q_i	9 710,00
Pasívny solárny zisk (kWh)	Q_s	6 837,04
Celkový tepelný zisk budovy (kWh)	$Q_g = Q_i + Q_s$	16 547,04
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom (kWh)	Q_T	53 149,69
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním (kWh)	Q_v	11 216,90
Potreba tepla na vykurovanie (kWh)	Q_h	48 646,89

Tabuľka 16 Výpočet potreby tepla na vykurovanie - zateplenie strechy

Investičný náklad na realizáciu opatrenia (EUR)	14 600
Ročná úspora energie (kWh)	5 563
Miera úspory energie (%)	9,3%
Ročná úspora nákladov na energiu (EUR)	417
Dĺžka technickej životnosti opatrenia (roky)	25
Jednoduchá doba návratnosti investície (roky)	35,0
Diskontovaná doba návratnosti investície (roky)	57,3
Čistá súčasná hodnota (EUR)	-6 326
Vnútorná miera výnosnosti (%)	-

Tabuľka 17 Ekonomické hodnotenie opatrenia - zateplenie strechy

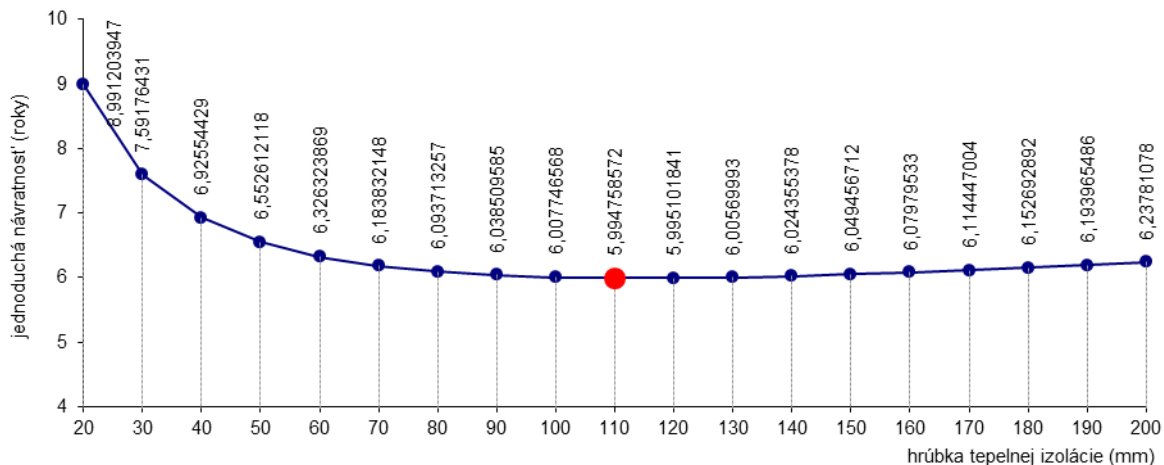
4.3 Zateplenie podlahy (povaly) nad nevykurovaným priestorom

Stavebná konštrukcia	Súčasný súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]	Splnenie normalizovanej hodnoty súčiniteľa prestupu tepla		Splnenie odporúčanej hodnoty súčiniteľa prestupu tepla	
		Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]	Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]
Podlaha nad nevykurovaným priestorom	1,87	20	0,94	40	0,63

Tabuľka 18 Minimálna hrúbka tepelnej izolácie podlahy pre splnenie podmienok STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Skladba zateplenia	Súčiniteľ prestupu tepla [W.m-2.K-1]
Podlaha nad nevykurovaným priestorom	polystyrén expandovaný (EPS) v hrúbke 200 mm (R= 5,263 m ² .K.W-1),	0,17

Tabuľka 19 Navrhovaná tepelná izolácia podlahy nad nevykurovaným priestorom



Obrázok 8 Tepelná izolácia stropu nad nevykurovaným priestorom

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/m ²)	ΔH_{TM}	80,108
Tepelná vodivosť medzi vykur. priestorom a exter (W/m ²)	H_U	526,878
Merná tepelná strata prechodom (WK⁻¹)	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	606,986
Minimálna intenzita výmeny vzduchu (h ⁻¹)	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (h ⁻¹)	n_{inf}	0,01
Priemerná intenzita výmeny vzduchu (h ⁻¹)	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechan. vetracieho systé (m ³ /h)	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu (m ³ /h)	V_v	527,09
Merná tepelná strata vetraním (WK⁻¹)	$H_V = 0,264 \cdot V_v$	139,150
Merná tepelná strata (WK⁻¹)	$H = H_T + H_V$	746,137
Vnútorný tepelný zisk (kWh)	Q_i	9 710,00
Pasívny solárny zisk (kWh)	Q_s	6 837,04
Celkový tepelný zisk budovy (kWh)	$Q_g = Q_i + Q_s$	16 547,04
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom	Q_T	48 929,07
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním (kWh)	Q_v	11 216,90
Potreba tepla na vykurovanie (kWh)	Q_h	44 426,28

Tabuľka 20 Výpočet potreby tepla na vykurovanie - zateplenie podlahy nad nevykur. priest

Investičný náklad na realizáciu opatrenia (EUR)	4 800
Ročná úspora energie (kWh)	10 252
Miera úspory energie (%)	17,2%
Ročná úspora nákladov na energiu (EUR)	769
Dĺžka technickej životnosti opatrenia (roky)	25
Jednoduchá doba návratnosti investície (roky)	6,2
Diskontovaná doba návratnosti investície (roky)	6,7
Čistá súčasná hodnota (EUR)	10 449
Vnútorná miera výnosnosti (%)	15,8%

Tabuľka 21

Ekonomické hodnotenie opatrenia - zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom

4.4 Výmena otvorových konštrukcií

Otvorové konštrukcie sú po rekonštrukcií.

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/m^2)	ΔH_{TM}	80,108
Tepelná vodivosť medzi vykur. priestorom a exter (W/m^2)	H_U	641,346
Merná tepelná strata prechodom (W/m^2)	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	721,454
Minimálna intenzita výmeny vzduchu (h^{-1})	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (h^{-1})	n_{inf}	0,01
Priemerná intenzita výmeny vzduchu (h^{-1})	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechan. vetracieho systé (m^3/h)	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu (m^3/h)	V_v	527,09
Merná tepelná strata vetraním (W/m^2)	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	139,150
Merná tepelná strata (W/m^2)	$H = H_T + H_v$	860,604
Vnútorný tepelný zisk (kWh)	Q_i	9 710,00
Pasívny solárny zisk (kWh)	Q_s	6 837,04
Celkový tepelný zisk budovy (kWh)	$Q_g = Q_i + Q_s$	16 547,04
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom	Q_T	58 156,29
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním (kWh)	Q_v	11 216,90
Potreba tepla na vykurovanie (kWh)	Q_h	53 653,50

Tabuľka 22 Výpočet potreby tepla na vykurovanie - otvorové konštrukcie

4.5 Inštalácia slnečných kolektorov na prípravu TÚV

Návrh inštalovať slnečné kolektory na streche budovy vyplynul z možnosti usporiť približne 55 % nakupovanej primárnej energie na prípravu TV. Pri návrhu bolo počítané s priemernou ročnou spotrebou energie na prípravu TV 8000 kWh. V rámci technického riešenia je uvažované s inštaláciou 5 kusov slnečných kolektorov s celkovou apertúrnou plochou 9 m² a akumuláčného zásobníka na teplú vodu. Energetické a ekonomické vyhodnotenie tohto opatrenia je uvedené v nasledovnej tabuľke.

Investičný náklad na realizáciu opatrenia (EUR)	6 300
Ročná úspora energie (kWh)	4 680
Miera úspory energie (%)	58,5%
Ročná úspora nákladov na energiu (EUR)	351
Dĺžka technickej životnosti opatrenia (roky)	25,0
Jednoduchá doba návratnosti investície (roky)	17,9
Diskontovaná doba návratnosti investície (roky)	22
Čistá súčasná hodnota (EUR)	661
Vnútrotná miera výnosnosti (%)	2,9%

Tabuľka 23 Inštalácia slnečných kolektorov na prípravu TÚV

4.6 Inštalácia fotovoltaiického systému

Cieľom tohto opatrenia je výroba elektriny pre vlastnú spotrebu. Východiskovým kritériom pre návrh inštalovaného výkonu fotovoltaiických panelov je ročná spotreba elektriny pre iné účely ako osvetlenie (3431 kWh). Dôvodom výluky spotreby na osvetlenie je prevažne nízka intenzita slnečného svitu v čase využitia vnútorného osvetlenia. Ďalším dôležitým kritériom pri stanovení výkonu zariadenia je ročný počet hodín využitia ostatných elektrospotrebičov v budove počas trvania slnečného svitu (2006 hodín). Tieto boli vypočítané z údajov o prevádzkovom režime budovy (tabuľka 3).

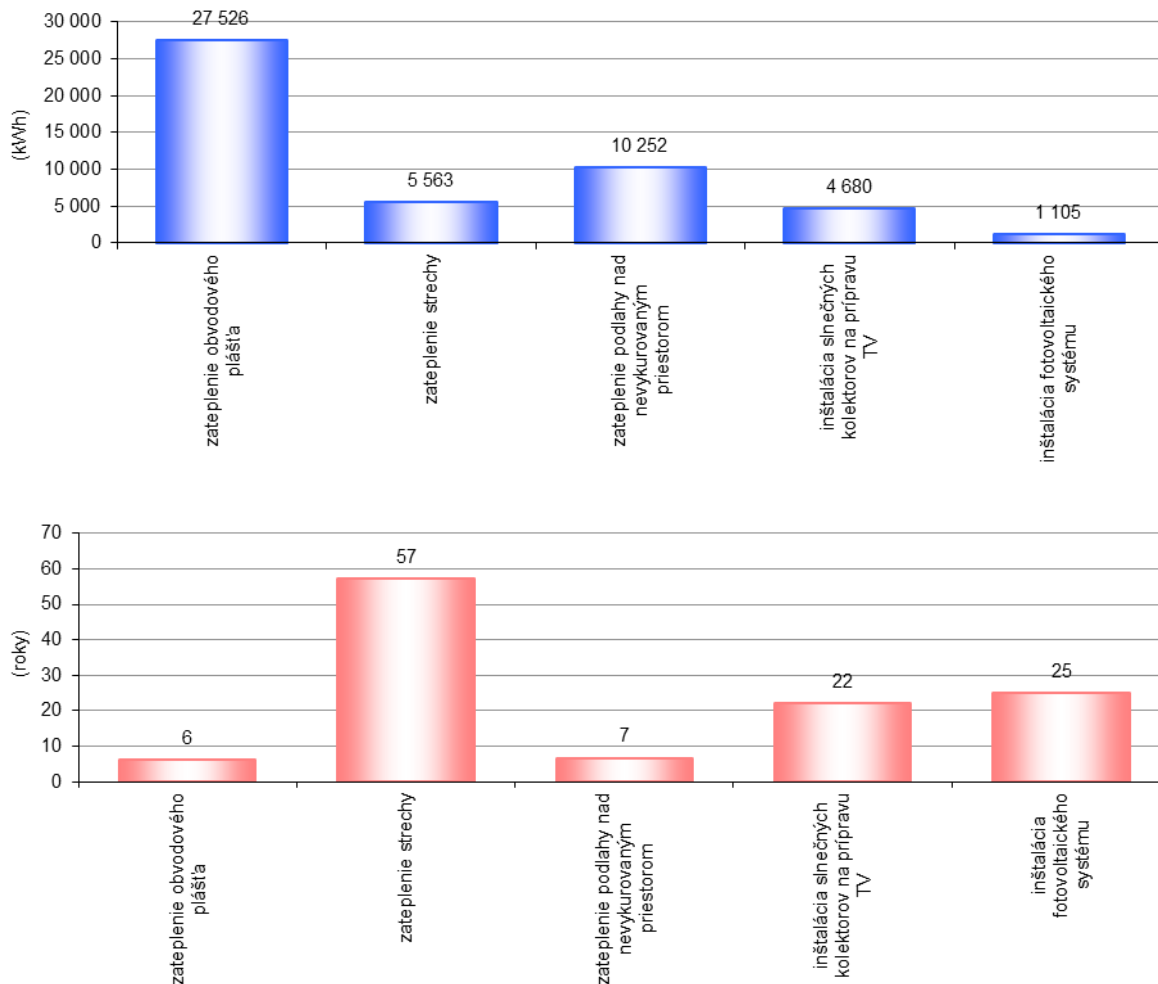
Na základe týchto kritérií je navrhovaný celkový inštalovaný výkon 1,7 kWp, čo zodpovedá ploche fotovoltaiických panelov 11,9 m². Ročná výroba elektriny na takomto zariadení v našich zemepisných šírkach predstavuje 1700 kWh, pričom pre vlastnú spotrebu elektriny pripadne približne 65 %, t.j. 1105 kWh.

Investičný náklad na realizáciu opatrenia (EUR)	4 400
Ročná úspora energie (kWh)	1 105
Miera úspory energie (%)	32,2%
Ročná úspora nákladov na energiu (EUR)	221
Dĺžka technickej životnosti opatrenia (roky)	25,0
Jednoduchá doba návratnosti investície (roky)	19,9
Diskontovaná doba návratnosti investície (roky)	25
Čistá súčasná hodnota (EUR)	-17
Vnútrotná miera výnosnosti (%)	-

Tabuľka 24 Inštalácia FTV

4.7 Súhrn navrhovaných opatrení

Realizáciou jednotlivých opatrení je možné dosiahnuť rozdielnu úsporu energie a tiež rozdielnu návratnosť vložených finančných prostriedkov. Porovnanie týchto hodnôt je uvedené v nasledujúcich grafoch.



Graf 6 Úspora energie a návratnosť investície

4.8 Projekt zníženia energetickej náročnosti objektu

Z jednotlivých navrhnutých opatrení bol zostavený projekt zníženia energetickej náročnosti objektu, ktorý obsahuje výpočet energetických a ekonomických úspor. Opatrenia, ktoré sú súčasťou tohto projektu, boli vybrané na základe posúdenia ekonomických, environmentálnych, technických, prevádzkových, úžitkových a legislatívnych kritérií. Súhrn navrhovaných opatrení vrátane ich investičných nákladov, úspor energie a nákladov na energiu sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. V rámci ďalšieho zvyšovania energetickej efektívnosti je možné doinštalovať rekuperačnú jednotku na odsávacie zariadenie. Týmto opatrením posunieme budovu z pohľadu mernej potreby energie na vykurovanie do energetickej triedy A.

Opatrenie	Úspora energie (kWh)	Úspora nákladov na energiu (EUR)	Náklady na realizáciu (EUR)
zateplenie obvodového plášťa	27 526	2 064	11 700
zateplenie strechy, alebo podlahy na nevykurovaní	5 563	417	14 600
zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom	10 252	769	4 800
inštalácia slnečných kolektorov na prípravu TV	4 680	351	6 300
inštalácia fotovoltaičného systému	1 105	221	4 400
Spolu:	49 126	3 823	41 800

Tabuľka 25 Súhrn navrhovaných opatrení

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K)	ΔH_{TM}	40,054
Tepelná vodivosť medzi vykur. priestorom a exteriérom (W/K)	H_U	197,497
Merná tepelná strata prechodom (WK^{-1})	$H_T = H_U + \Delta H_{\text{TM}}$	237,551
Minimálna intenzita výmeny vzduchu (h^{-1})	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (h^{-1})	n_{inf}	0,01
Priemerná intenzita výmeny vzduchu (h^{-1})	$n = \max(n_{\text{min}}, n_{\text{inf}})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechan. vetracieho systému (m^3/h)	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu (m^3/h)	V_v	527,09
Merná tepelná strata vetraním (WK^{-1})	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	139,150
Merná tepelná strata (WK^{-1})	$H = H_T + H_v$	376,702
Vnútorný tepelný zisk (kWh)	Q_i	9 710,00
Pasívny solárny zisk (kWh)	Q_s	6 837,04
Celkový tepelný zisk budovy (kWh)	$Q_g = Q_i + Q_s$	16 547,04
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom (kWh)	Q_T	19 148,98
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním (kWh)	Q_v	11 216,90
Potreba tepla na vykurovanie (kWh)	Q_h	14 646,19

Tabuľka 26 Výpočet potreby tepla na vykurovanie - projekt

Investičný náklad na realizáciu opatrenia (EUR)	41 800
Ročná úspora energie (kWh)	49 126
Miera úspory energie (%)	69,1%
Ročná úspora nákladov na energiu (EUR)	3 823
Priemerná dĺžka technickej životnosti opatrení (roky)	25
Jednoduchá doba návratnosti investície (roky)	10,9
Diskontovaná doba návratnosti investície (roky)	12,3
Čistá súčasná hodnota (EUR)	34 006,6
Vnútorná miera výnosnosti (%)	7,9%

Tabuľka 27 Ekonomické hodnotenie projektu

4.9 Hodnotenie navrhovaného stavu budovy z hľadiska potreby tepla na vykurovanie

Pre hodnotenie budovy z hľadiska predpokladu splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy podľa STN 73 0540-2 boli použité klimatické údaje referenčnej vykurovacej sezóny a zohľadnený prevádzkový čas vykurovania so stanoveným vplyvom na pokles vnútornej teploty počas tlmenej prevádzky v kategórii budov - budova škôl a školských zariadení. Pre preukázanie predpokladu dosiahnutia energetickej hospodárnosti budovy, merná potreba tepla na vykurovanie má byť nižšia ako normalizovaná hodnota. **Hodnotená budova spĺňa predpoklady minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy a z pohľadu mernej potreby energie na vykurovanie je predpoklad zaradenia do energetickej triedy B. Realizáciou navrhnutých opatrení na obnovu budovy pri hodnotení budovy z pohľadu globálneho ukazovateľa - primárna energia, je predpoklad zaradenia budovy do energetickej triedy A0.**

Faktor tvaru budovy (m^{-1})	A/V_b	0,76
Potreba tepla na UK referenčnej vykurovacej sezóny	Q_h	12 153,23
Merná potreba tepla na vykurovanie (kWh/m^2)	Q_{EP}	44,96
Normalizovaná hodnota (kWh/m^2)	$Q_{N,EP}$	53,20
Odporúčaná hodnota (kWh/m^2)	$Q_{r1,EP}$	27,60
Cieľová odporúčaná hodnota (kWh/m^2)	$Q_{r2,EP}$	13,80
Posúdenie budovy podľa STN 73 0540-2	$Q_{EP} \leq Q_{N,EP}$	vyhovuje

Tabuľka 28 Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2

	ENERGETICKÁ TRIEDA
Potreba tepla na TUV ($kWh/m^2.a$)	B
Potreba energie na UK ($kWh/m^2.a$)	B
Potreba energie na osvetlenie ($kWh/m^2.a$)	B

Tabuľka 29 Hodnotenie budovy – energetické triedy

4.10 Rekapitulačný list EA

Predmet EA	MŠ Rajec			
Adresa objektu:	0			
Stručná charakteristika objektu:	budova škôl a školských zariadení			
Návrh opatrení v rámci projektu				
Navrhované opatrenie	Úspora energie	investičný náklad		
	kWh	EUR		
zateplenie obvodového plášťa	27 526	11 700		
zateplenie strechy, alebo podlahy na nevykurovanej povale	5 563	14 600		
zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom	10 252	4 800		
inštalácia slnečných kolektorov na prípravu TV	4 680	6 300		
inštalácia fotovoltického systému	1 105	4 400		
Spolu:	49 126	41 800		
Energetické hodnotenie projektu				
	Počiatočný stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie
Merná tepelná strata prechodom cez: (WK ⁻¹)	721,5	237,6	483,9	67,1%
Merná tepelná strata vetraním (WK ⁻¹)	139,2	139,2	0,0	0,0%
Celkový tepelný zisk budovy (kWh)	16 547,0	16 547,0	0,0	0,0%
Potreba tepla na UK (kWh)	53 653,5	14 646,2	39 007,3	72,7%
Potreba primárnej energie na UK (kWh)	59 615,0	16 273,5	43 341,5	72,7%
Potreba energie na osvetlenie (kWh)	1 470,3	1 461,5	8,7	0,6%
Potreba energie na UK a osvetlenie (kWh)	61 085,3	17 735,1	43 350,2	71,0%
Environmentálne hodnotenie projektu				
Ročná produkcia emisií CO ₂ (ton)	1,0	0,5	0,5	49,5%
Ročná produkcia emisií TZL (ton)	0,001	0,001	0,000	0,0%
Ročná produkcia emisií SO ₂ (ton)	0,004	0,003	0,001	25,0%
Ročná produkcia emisií NO _x (ton)	0,005	0,004	0,001	20,0%
Ročná produkcia emisií CO (ton)	0,000	0,000	0,000	0,0%
Ekonomické hodnotenie projektu				
Investičný náklad na realizáciu opatrení (EUR)	41 800			
Ročná úspora nákladov na energie (EUR)	3 823			
Čistá súčasná hodnota (EUR)	34 007			
Doba hodnotenia (roky)	25			
Jednoduchá doba návratnosti investície (roky)	10,9			
Diskontovaná doba návratnosti investície (roky)	12,3			
Vnútoraná miera výnosnosti (%)	7,9%			

Tabuľka 30 Rekapitulačná tabuľka

5 Záver

Energetický audit má odporúčací charakter pre rozhodovací proces vlastníka/prevádzkovateľa budovy. Nepredstavuje obmedzujúci rámec pre realizačný projekt opatrení na zvýšenie energetickej hospodárnosti budov, resp. na zníženie energetickej náročnosti budov. Podrobný rozsah realizačného projektu sa spravidla určuje zmluvným vzťahom medzi objednávatelom projektovej dokumentácie a projektantom.

Realizačný projekt je nevyhnutné vykonať v súlade so všeobecne záväznými právnymi predpismi a inými zmluvne dohodnutými požiadavkami. Odporúčania na spracovanie energetického auditu verejnej budovy SIEA pripravila v súvislosti so špecifickým cieľom 4.3.1 Zníženie spotreby energie pri prevádzke verejných budov.

V odporúčaníach je zdôraznené, že opatreniami navrhovanými pre verejné budovy sa má dosiahnuť zníženie potreby energie na úroveň nízkoenergetických budov, ultranízkoenergetických budov a budov s takmer nulovou potrebou energie. Toto musia audítori a následne aj projektanti zohľadniť pri návrhu opatrení na zníženie energetickej náročnosti budov a zníženie emisií skleníkových plynov, ako aj znečisťujúcich látok do ovzdušia

Cieľom spracovania energetického auditu verejnej budovy, je posúdenie súčasných technických systémov v budove, tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií, návrh opatrení na obnovu budovy, opatrení na rekonštrukciu a modernizáciu technických systémov v budove, stanovenie potenciálu úspor energie, ich ekonomické a environmentálne hodnotenie.

Energetický audit je určený pre vlastníka budovy pre potreby jeho rozhodovania o možnostiach realizácie navrhnutých opatrení a odporúčaní na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy a môže sa využiť ako podklad pre prípravu projektovej dokumentácie obnovy budovy. Nenahrádza energetické hodnotenie budovy podľa osobitných predpisov.