

ENERGETICKÝ AUDIT
budovy
Základná škola Lietava,
Lietava 216, Lietava



Jún 2017

OBSAH

1.	ÚVOD	4
2.	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE	5
2.1	Žiadateľ	5
2.2	Spracovateľ energetického auditu	5
3.	POPIS SÚČASNÉHO STAVU	6
3.1	Základné údaje o predmete energetického auditu	6
3.1.1	Identifikácia predmetu energetického auditu	6
3.1.2	Charakteristika budovy	7
3.1.3	Systém vykurovania a prípravy teplej vody	8
3.1.4	Osvetlenie	9
3.2	Základné údaje o energetických vstupoch a výstupoch	10
4.	TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ	12
4.1	Normy, smernice a vyhlášky	12
4.2	Miestne a normalizované klimatické podmienky	12
4.3	Zhodnotenie obalových konštrukcií objektu	13
4.3.1	Pevné stavebné konštrukcie	13
4.3.2	Otvorové konštrukcie	14
4.3.3	Celkové hodnotenie obalových konštrukcií objektu	15
4.4	Potreba tepla na vykurovanie	15
4.5	Hodnotenie budovy z hľadiska potreby tepla na vykurovanie	17
5.	NÁVRH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE SPOTREBY ENERGIE	18
5.1	Zateplenie obvodových stien	18
5.2	Zateplenie strechy	19
5.3	Zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom	20
5.4	Výmena otvorových konštrukcií	21
5.5	Rekonštrukcia zdroja tepla	23
5.6	Meranie, riadenie a regulácia spotreby energie	23
5.7	Inštalácia slnečných kolektorov na prípravu teplej vody	24
5.8	Výmena svetelných zdrojov a sietí	25
5.9	Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení	26
6.	PROJEKT ZNÍŽENIA ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI OBJEKTU	27
6.1	Návrh projektu	27
6.2	Hodnotenie navrhovaného stavu z hľadiska potreby tepla na vykurovanie	28
7.	ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE	29
8.	ZÁVER	30
9.	REKAPITULAČNÝ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU	31
10.	PRÍLOHY	32
	Príloha 1 Výpočet súčiniteľov prechodu tepla	32
	Príloha 2 Výpočet solárnych ziskov	33
	Príloha 3 Kontrola kotlov, rozvodov a výpočet účinnosti kotla nepriamou metódou	34
	Príloha 4 Súhrnný informačný list	36

Príloha 5 Súbor údajov pre monitorovací systém.....	37
Príloha 6 Kópia dokladu o zapísaní do zoznamu energetických audítorov	38
Príloha 7 Kópia dokladu o poslednom absolvovaní aktualizáčnej odbornej prípravy energetických audítorov	39
Príloha 8 Kópia dokladu Osvedčenia o živnostenskom oprávnení.....	40

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Lokalizácia predmetu energetického auditu	6
Tabuľka 2: Technické a geometrické parametre budovy.....	8
Tabuľka 3: Prevádzkový režim budovy	8
Tabuľka 4: Svietidlá.....	10
Tabuľka 5: Energetické vstupy a náklady na energiu.....	11
Tabuľka 6: Merný náklad na energiu.....	11
Tabuľka 7: Počty vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota.....	12
Tabuľka 8: Vykurovacía teplota využitia vnútorného priestoru	13
Tabuľka 9: Klimatické podmienky	13
Tabuľka 10: Zoznam pevných stavebných konštrukcií.....	14
Tabuľka 11: Zoznam typov otvorových konštrukcií	14
Tabuľka 12: Hodnotenie priemerného súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540-2.....	15
Tabuľka 13: Výpočet potreby tepla na vykurovanie	16
Tabuľka 14: Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2	17
Tabuľka 15: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie obvodových stien pre splnenie podmienok STN 730540-2	18
Tabuľka 16: Navrhovaná tepelná izolácia obvodových stien.....	18
Tabuľka 17: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie obvodových stien.....	19
Tabuľka 18: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie obvodových stien	19
Tabuľka 19: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie strechy pre splnenie podmienok STN 730540-2.....	19
Tabuľka 20: Navrhovaná tepelná izolácia strechy.....	20
Tabuľka 21: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie strechy.....	20
Tabuľka 22: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie strechy	20
Tabuľka 23: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie podlahy pre splnenie podmienok STN 730540-2.....	21
Tabuľka 24: Navrhovaná tepelná izolácia podlahy nad nevykurovaným priestorom.....	21
Tabuľka 25: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom.....	21
Tabuľka 26: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom	21
Tabuľka 27: Zoznam typov navrhovaných otvorových konštrukcií	22
Tabuľka 28: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – výmena otvorových konštrukcií.....	22
Tabuľka 29: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena otvorových konštrukcií	22
Tabuľka 30: Ekonomické hodnotenie opatrenia – rekonštrukcia zdroja tepla	23
Tabuľka 31: Investičné náklady na realizáciu opatrení merania, riadenia a regulácie spotreby energie.....	24
Tabuľka 32: Ekonomické hodnotenie opatrenia – inštalácia slnečných kolektorov	25
Tabuľka 33: Návrh výmeny svetelných zdrojov a svietidiel	25
Tabuľka 34: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena svetelných zdrojov a svietidiel.....	25
Tabuľka 35: Súhrn navrhovaných opatrení	27
Tabuľka 36: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – projekt zníženia energetickej náročnosti.....	27
Tabuľka 37: Ekonomické hodnotenie projektu - zníženie energetickej náročnosti objektu.....	28
Tabuľka 38: Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2	28
Tabuľka 39: Predpoklad zaradenia do energetickej triedy	28
Tabuľka 40: Hodnotenie redukcie emisií.....	29

ZOZNAM GRAFOV A OBRÁZKOV

Obrázok 1: Situačná mapa budovy	6
Obrázok 2: Severovýchodný a severozápadný pohľad na budovu	7
Obrázok 3: Juhozápadný a juhovýchodný pohľad na budovu.....	8
Obrázok 4: Plynová kotolňa	9
Obrázok 5: Vykurovacie telesá	9
Obrázok 6: Svietidlá.....	10
Graf 7: Priebeh dennostupňov a porovnanie s priemerom.....	12
Graf 8: Podiel konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate.....	15
Graf 9: Porovnanie vypočítanej mernej potreby so skutočnou spotrebou tepla na UK	16
Graf 10: Porovnanie vnútorných teplôt v objekte počas vykurovacieho obdobia	17
Graf 11: Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach	26
Graf 12: Porovnanie návratností investícií pri jednotlivých opatreniach	26
Graf 13: Redukcia CO ₂ vplyvom realizácie jednotlivých opatrení.....	29

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

Pri návrhu opatrení na významnú, alebo hĺbkovú obnovu budovy a významnú obnovu technického zariadenia budovy pre zníženie jej energetickej náročnosti a zníženie emisií skleníkových plynov a znečisťujúcich látok do ovzdušia je potrebné postupovať tak, aby sa ich realizáciou dosiahla lepšia energetická hospodárnosť ako sú minimálne požiadavky ustanovené všeobecne záväznými právnymi predpismi. Opatreniami navrhovanými pre verejné budovy sa má dosiahnuť zníženie potreby energie na úroveň ultranízkoenergetických budov a budov s takmer nulovou potrebou energie.

Energetický audit je určený pre vlastníka budovy, pre potreby jeho rozhodovania o možnostiach implementácie navrhnutých opatrení a odporúčaní na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy a môže sa využiť ako podklad pre prípravu projektovej dokumentácie obnovy budovy.

2. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

2.1 Žiadateľ

Názov:	Obec Lietava
Právna forma:	Obec
Adresa:	Obecný úrad, Lietava 146, 013 18 Lietava
V zastúpení:	Ing. Pavol Gašpierik, starosta obce
Kontaktná osoba:	Ing. Pavol Gašpierik, starosta obce
Telefón:	+421 41 5971027
E-mail:	oulietava@mail.t-com.sk
IČO:	00321427
DIČ:	2020637069

2.2 Spracovateľ energetického auditu

Názov:	SVAGMED s.r.o.
Právna forma:	Spoločnosť s ručením obmedzeným
Adresa:	L. Svobodu 2369/10, 075 01, Trebišov
Štatutárny zástupca:	Ing. Marián Švagrovský
Kontaktná osoba:	Ing. Marián Švagrovský
Telefón:	+421 905 294 657
E-mail:	marian.svagrovsky@gmail.com
IČO:	47 989 939

Energetický audítor:	Ing. Marián Švagrovský
Podpis:	

3. POPIS SÚČASNÉHO STAVU

3.1 Základné údaje o predmete energetického auditu

Na zistenie súčasného stavu predmetu energetického auditu boli použité:

- údaje o spotrebách a nákladoch na energiu za obdobie 2014, 2015, 2016,
- dostupná projektová dokumentácia,
- osobné konzultácie s prevádzkovateľom objektu,
- fotodokumentácia objektu a technických zariadení budov,
- obhliadka na mieste,
- kontrolné merania.

3.1.1 Identifikácia predmetu energetického auditu

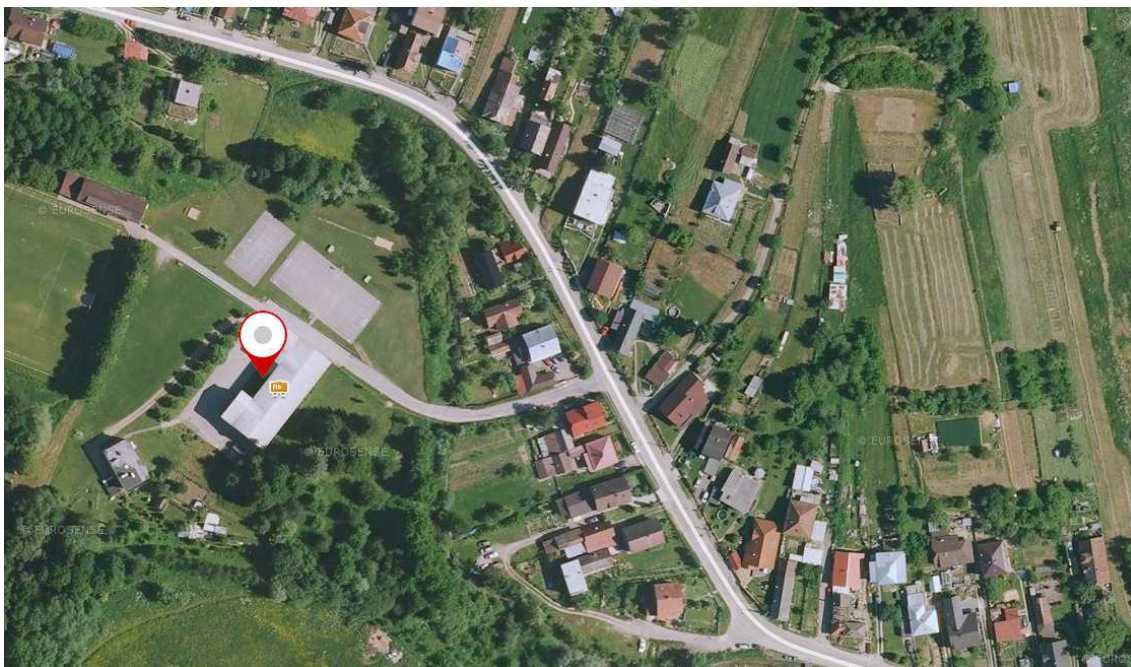
Predmetom energetického auditu je budova Základná škola v obci Lietava.

Tabuľka 1: Lokalizácia predmetu energetického auditu

Ulica, číslo:	Lietava 216
Obec:	Lietava
Okres:	Žilina

Cieľom EA je zhodnotenie súčasných tepelno-technických vlastností budovy, zistenie potenciálu úspor energie a návrh opatrení technického riešenia pre zníženie energetickej náročnosti budovy.

Obrázok 1: Situačná mapa budovy



3.1.2 Charakteristika budovy

Budova pôdorysného tvaru písmena „U“ bola uvedená do prevádzky v roku 1960. Je majetkom obce Lietava a v súčasnosti v nej sídli základná škola, ktorej zriaďovateľom je obec. Na prvom nadzemnom podlaží sú situované učebne, riaditeľňa, kabinety, miestnosť školníka, chodba, sklady, sociálne zariadenia a kotolňa, ktorej priestor tvorí jedinú nevykurovanú časť budovy. Na druhom nadzemnom podlaží sú učebne, kabinety a sklady.

Obvodové múry budovy sú murované z dierovanej pálenej tehly hrúbky 370mm. Vnútorne omietky sú vápennocementové, vonkajšie omietky sú brizolitové. Ich hrúbka je 15mm až 25mm. Sokel budovy má povrchovú úpravu z vyhladenej zmesi kameniny a cementovej malty.. Konštrukčná výška 1. nadzemného podlažia je 3 640mm, 2. nadzemné podlažie má priemernú konštrukčnú výšku 3 600mm. Strop nad 1. nadzemným podlažím je železobetónový hrúbky 240mm. Strop nad 2. nadzemným podlažím je riešený stropnými doskami, vrstvou škvarbetónu na ktorej je aplikovaná vrstva penobetónu, vrchnú vrstvu tvorí cementový poter. Celková hrúbka stropu je 310mm. Schodiská na vedúce na 2. nadzemné podlažie sú železobetónové monolitické. Pôvodná jednoplášťová plochá strecha architektonického tvaru písmena „V“ so spádom 8,3° do vnútorných strešných zvodov bola v roku 2001 prekrytá sedlovou strechou s dreveným väzníkovým krovom. Strešná krytina je tvorená plastovými fóliami SIKAPLAN tmavosivej farby s podkladovou textilnou vrstvou TATRATEx PP330. Obvodový aj strešný plášť budovy sú v pôvodnom stave bez dodatočného zateplenia.

V tomto energetickom audite sa uvažuje s kompletným zateplením podlahy nevykurovaného podstrešného priestoru, zateplením plochej strechy prístavby a obvodového plášťa budovy vrátane soklov. Realizáciou navrhovaných opatrení v tomto energetickom audite sa nezasahuje do vnútornej dispozície budovy, taktiež sa nezasahuje do statických konštrukcií budovy a nemení sa ani účel využívania jednotlivých miestností v budove.

Pôvodné otvorové konštrukcie drevené okná a dvere boli v roku 2008 nahradené novými plastovými otvorovými konštrukciami s izolačným dvojsklom. Vzhľadom na to, že od tejto rekonštrukcie uplynulo už 9 rokov a s ohľadom na súčasný stupeň netesností jestvujúcich otvorových konštrukcií, opotrebovania kovaní a tesnení rámov je ich výmena nevyhnutná. V tomto energetickom audite uvažuje s ich výmenou za plastové okná a dvere s presklením izolačným trojsklom.

Obrázok 2: Severovýchodný a severozápadný pohľad na budovu



Obrázok 3: Juhozápadný a juhovýchodný pohľad na budovu



Tabuľka 2: Technické a geometrické parametre budovy

Celková zastavaná plocha [m ²]	A	687
Obvod zastavanej plochy [m]	P	121
Obostavaný vykurovaný objem [m ³]	V_b	4 836
Celková podlahová plocha [m ²]	A_b	1 338
Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²]	∑A_i	2 498
Faktor tvaru budovy [m ⁻¹]	∑A_i/V_b	0,52
Počet nadzemných podlaží		2
Priemerná konštrukčná výška podlažia [m]	h_{k,pr}	3,62

Tabuľka 3: Prevádzkový režim 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

3.1.3 Systém vykurovania a prípravy teplej vody

Dodávka tepla na vykurovanie je realizovaná z plynovej kotolne nachádzajúcej v suterénnych priestoroch budovy. Inštalované sú v nej 3 teplovodné konvenčné kotly Protherm 50 PLO výrobcu Protherm Skalica s výkonom 42 kW a garantovanou účinnosťou 91%. Celkový inštalovaný výkon kotolne je 126 kW. Na základe posúdenia technického stavu kotlov, režimu prevádzky a kontrolného stanovenia účinnosti nepriamou metódou (viď Príloha 3) predpokladaná ročná prevádzková účinnosť výroby tepla je cca 88%.

V zdroji tepla je inštalovaný riadiaci systém MIKROTHERM 2000, ktorý je dlhodobo nefunkčný a preto regulácia vykurovania je zabezpečovaná pomocou kotlových termostatov.

Technický stav kotlov je vyhovujúci, avšak kotly sú technicky zastarané a vykazuje vysoký stupeň amortizácie.

Teplá voda sa v zdroji tepla pripravuje v 160 litrovom akumuláčnom ohrievači. Využíva sa pre potreby IX. triedy a pre potrebu upratovania školy. V sociálnych zariadeniach a v zborovni sú inštalované 4 ks prietokových elektrických ohrievačov vody Hakl MK 135 s príkonom 3,5 kW a jeden elektrický akumuláčny ohrievač vody (sociálna miestnosť dievčat), Tatramat EO 944 s objemom 10 l a príkonom 2 kW. Všetky ohrievače TÚV sú umiestnené priamo v miestach spotreby.

Obrázok 4: Plynová kotolňa



Vykurovacia sústava je dvojrúrová z ocelových bezšvových rúr s teplotným spádom 80/60°C a núteným obehom. Vykurovacie telesá sú liatinové článkové radiátory, na ktorých sú inštalované regulačné ventily osadené termostatickými hlavicami.

Celkový technický stav pôvodnej vykurovacej sústavy vrátane vykurovacích telies odpovedá dobe jej inštalácie. Nakoľko jej možná rekonštrukcia nie je predmetom energetického auditu, pri príprave projektu významnej obnovy budovy však odporúčame po preverení technického stavu vykurovacej sústavy zväžiť možnosť jej komplexnej rekonštrukcie.

Obrázok 5: Vykurovacie telesá



3.1.4 Osvetlenie

Osvetlenie objektu je zabezpečené svetidlami, uvedenými v tabuľke 4. 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.

Tabuľka 4: Svietidlá

Druh svetelného zdroja v svietidle	Príkion svietidla [W]	Počet svietidiel [ks]	Celkový príkon [W]	Spotreba elektriny [kWh]	Náklad na elektrinu [EUR]
staré svietidlo - klasická žiarovka	60	43	2 580	1 259	217
svietidlo - G 23 žiarivka	11	66	726	354	61
lineárna žiarivka T8 + klasický predradník	84	10	840	410	71
lineárna žiarivka T8 + elektronický predradník	75	100	7 500	3 660	630
Spolu:	-	219	11 646	5 683	978

Obrázok 6: Svietidlá



Osvetľovaciu sústavu budovy tvoria pôvodné svietidlá a svietidlá nové, ktoré boli postupne za posledných 5 rokov vymenené. Elektrické rozvody sú pôvodné, ale všetky rozvádzače v objekte boli vymenené za nové. Nakoľko možná rekonštrukcia elektrických rozvodov nie je predmetom energetického auditu, pri príprave projektu významnej obnovy budovy však odporúčame po preverení technického stavu elektrických rozvodov zvážiť možnosť jej komplexnej rekonštrukcie.

3.2 Základné údaje o energetických vstupoch a výstupoch

Prehľad o energetických vstupoch a nákladoch na energie v posledných troch kalendárnych rokoch uvádza nasledujúca tabuľka. Táto je spracovaná na základe údajov o vyfakturovaných množstvách jednotlivých druhov energií od dodávateľov:

- zemný plyn: Slovenský plynárenský priemysel, a.s.,
- elektrina: Stredoslovenská energetika, a.s..

Všetky ceny energií a investičné náklady uvedené v audite sú bez DPH. Energetické vstupy sú podrobnejšie členené podľa účelu spotreby na:

- vykurovanie (UK),
- prípravu teplej vody (TV),
- osvetlenie,
- ostatné (zahŕňa aj straty pri transformácii energie).

<i>Tabuľka 5: Energetické vstupy a náklady na energiu</i>						
Kalendárny rok		2014	2015	2016	Priemer	
elektrina	Množstvo [kWh]	14 619	14 516	14 577	14 571	
	Náklad [EUR]	2 591	2 504	2 508	2 535	
	z toho:	UK [kWh]	0	0	0	0
		TV [kWh]	365	363	364	364
		osvetlenie [kWh]	5 701	5 661	5 685	5 683
		ostatné [kWh]	8 552	8 492	8 528	8 524
zemný plyn	Množstvo [kWh]	142 957	169 115	186 181	166 085	
	Náklad [EUR]	8 025	9 538	9 930	9 164	
	z toho:	UK [kWh]	120 770	142 869	157 286	140 308
		TV [kWh]	5 032	5 953	6 554	5 846
		ostatné [kWh]	17 155	20 294	22 342	19 930

Merný náklad energie v členení podľa účelu spotreby je odvodený z celkových nákladov posledného kalendárneho roka tabuľky 5.

<i>Tabuľka 6: Merný náklad na energiu</i>	
Merný náklad na UK [EUR/kWh]	0,053
Merný náklad na prípravu TV [EUR/kWh]	0,059
Merný náklad na osvetlenie [EUR/kWh]	0,172

4. TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ

4.1 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.*

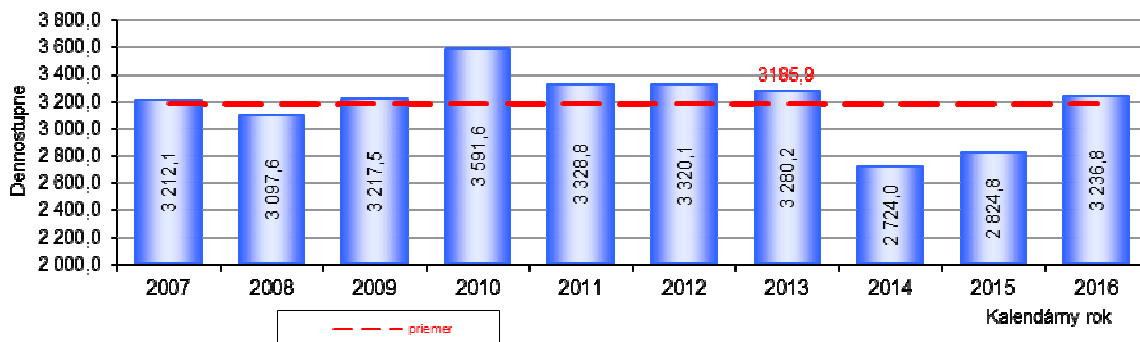
4.2 Miestne a normalizované klimatické podmienky

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.

Tabuľka 7: Počty vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota

Kalendárny rok	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Počet vykurovacích dní	249	242	225	246	228	217	231	227	214	238
Priem. vonkajšia teplota [°C]	5,30	5,40	3,90	3,60	3,60	2,90	4,00	6,20	5,00	4,60
Počet dennostupňov	3 212,1	3 097,6	3 217,5	3 591,6	3 328,8	3 320,1	3 280,2	2 724,0	2 824,8	3 236,8

Graf 7: Priebeh dennostupňov a porovnanie s priemerom



Vykurovací režim budovy je premietnutý v počte dennostupňov, nakoľko vnútorná výpočtová teplota bola určená váženým priemerom na základe vykurovacej teploty využitia jednotlivých vnútorných priestorov, so zohľadnením vykurovacích útlmov, pričom váhou bola plocha príslušných priestorov.

Tabuľka 8: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru

Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m ²)	Priemerná vykurovacia teplota (°C)
školy - učebne, kabinety	945	18,9
školy - chodby, schodiská, sklady, WC	393	16,4

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.

Tabuľka 9: Klimatické podmienky

		Normalizované hodnotenie	Upravené hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota [°C]	q_e	-15	-15
Veterná oblasť, rýchlosť vetra [ms ⁻¹]	v	-	< 2,0
Vnútorná výpočtová teplota [°C]	q_i	18,4	18,2
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia [°C]	q_{ae}	3,86	4,5
Priemerný počet vykurovacích dní:	d	212	231,7
Priemerný počet dennostupňov:	D	3083	3185,9

4.3 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. Podrobná skladba jednotlivých stavebných konštrukcií, výpočtová hodnota tepelného odporu a výpočet súčiniteľov prechodu tepla jednotlivých stavebných konštrukcií je uvedený v prílohe 1. Pri výpočte plôch obalových konštrukcií sú započítané len teplo výmenné plochy bez vystupujúcich konštrukcií.

4.3.1 Pevné stavebné konštrukcie

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 2 213 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 1,38 W.m⁻².K⁻¹ do 2,42 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 2 209,81 W.K⁻¹, čo predstavuje 76,7 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Tabuľka 10: Zoznam pevných stavebných konštrukcií				
Stavebná konštrukcia	Plocha [m ²]	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota U podľa STN 730540-2 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	A	U	U _N	
Zvislé steny nad terénom				
Stena obvodová murovaná z dierovanej pálenej tehly hrúbky	706,2	1,47	0,22	nevyhovuje
Podlaha nad nevykurovaným priestorom				
strop nevykurovanej kotelne	36,5	2,42	0,60	nevyhovuje
Podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru (povaly)				
Podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru	783,6	1,52	0,20	nevyhovuje
Stavebná konštrukcia	Plocha [m ²]	Hodnota tepelného odporu (m ² KW ⁻¹)	Normalizovaná hodnota R podľa STN 730540-2 (m ² KW ⁻¹)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	A	R	R _N	
Podlaha na teréne neizolovaná, alebo izolovaná po celej ploche				
Podlaha na teréne	687,0	1,38	2,5	nevyhovuje

4.3.2 Otvorové konštrukcie

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 285 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 1,39 W.m⁻².K⁻¹ do 5,90 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 422,00 W.K⁻¹, čo predstavuje 14,6 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Tabuľka 11: Zoznam typov otvorových konštrukcií					
Otvorová konštrukcia	Celková plocha [m ²]	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Merná tepelná strata konštrukcie [W.K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota U podľa STN 730540-2 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	A	U	A.U	U _{w,N}	
dvere so zádverím plastové, izolačné dvojsklo, typ. 1	10,56	1,40	14,78	1,00	nevyhovuje
dvere so zádverím plastové, izolačné dvojsklo, typ. 2	6,67	1,40	9,34	1,00	nevyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 3	177,84	1,40	248,98	1,00	nevyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 4	23,04	1,39	31,97	1,00	nevyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 5	21,60	1,40	30,24	1,00	nevyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 6	3,42	1,40	4,79	1,00	nevyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 7	11,76	1,40	16,46	1,00	nevyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 8	13,44	1,40	18,82	1,00	nevyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 9	5,10	1,40	7,14	1,00	nevyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 10	3,23	1,40	4,52	1,00	nevyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 11	3,06	1,40	4,28	1,00	nevyhovuje
dvere bez zádveria kovové bez preruš. tep. mosta, , typ. 12	2	5,90	11,80	1,00	nevyhovuje
dvere bez zádveria kovové bez preruš. tep. mosta, , typ. 13	3,2	5,90	18,88	1,00	nevyhovuje

4.3.3 Celkové hodnotenie obalových konštrukcií objektu

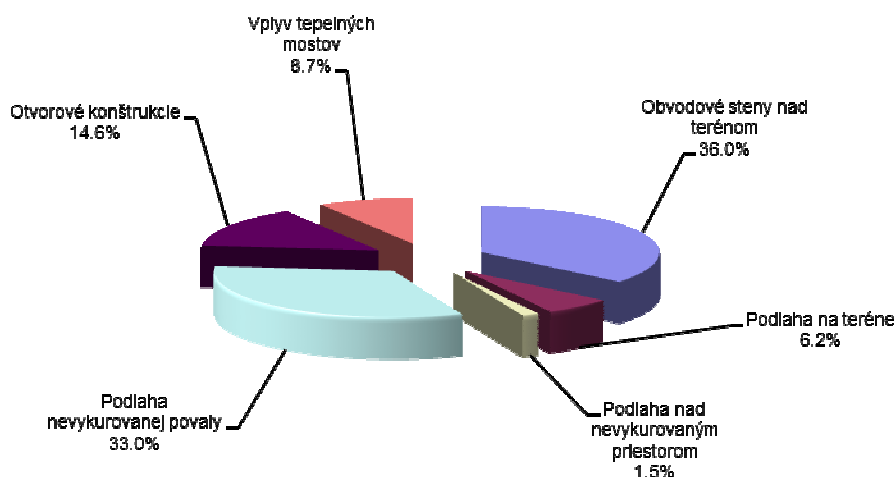
Merná tepelná strata obalových konštrukcií vrátane mernej tepelnej straty vplyvom tepelných mostov je $2\,881,63\text{ W}\cdot\text{K}^{-1}$. Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov bola určená približne, a to na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vyjadreného vo $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$. Hodnota tohto súčiniteľa je $0,05\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ v prípade spojitaj tepelnoizolačnej vrstvy na vonkajšom povrchu konštrukcií a v ostatných prípadoch je $0,1\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Splnenie minimálnej požiadavky priemerného súčiniteľa prechodu tepla všetkých obalových konštrukcií budovy podľa STN 73 0540-2 je uvedené v tabuľke 12. Podiel jednotlivých konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate prechodom je uvedený v nasledujúcom grafe.

Tabuľka 12: Hodnotenie priemerného súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540-2

Faktor tvaru budovy	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]	Normalizovaná hodnota [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]	Odporúčaná hodnota [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]	Cieľová odporúčaná hodnota [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
0,52	1,15	0,46	0,31	0,22	nevyhovuje

Graf 8: Podiel konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate



4.4 Potreba tepla na vykurovanie

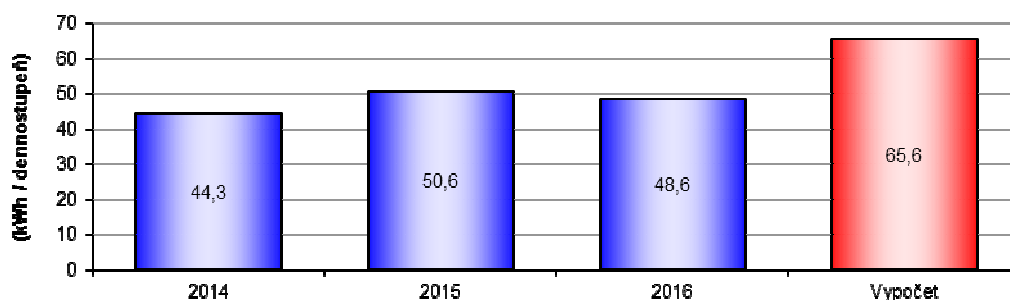
Výpočet potreby tepla na vykurovanie bol vykonaný na základe výpočtu tepelných strát prechodom tepla konštrukciami a tepelných strát vetraním, ktoré boli znížené o tepelné zisky.

Celková potreba energie pre krytie tepelných strát prechodom a vetraním predstavuje $269\,137\text{ kWh}$. Na celkovej potrebe sa pokrytie tepelnej straty prechodom obalovými konštrukciami podieľa $81,9\%$, podiel vetrania je $18,1\%$. Celková spotreba energie je redukovaná tepelnými ziskami budovy vo výške $63\,378\text{ kWh}$ s mierou ich využitia na úrovni 95% . Výsledná potreba tepla na vykurovanie budovy so započítaním tepelných ziskov je $208\,928\text{ kWh}$.

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK ⁻¹]	ΔH_{TM}	249,83
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK ⁻¹]	H_U	2 631,81
Merná tepelná strata prechodom [WK⁻¹]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	2 881,63
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,03
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ h ⁻¹]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m ³ h ⁻¹]	V_v	2 417,77
Merná tepelná strata vetraním [WK⁻¹]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	638,29
Merná tepelná strata [WK⁻¹]	$H = H_T + H_v$	3 519,92
Vnútorový tepelný zisk [kWh]	Q_i	40 128,00
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	23 250,33
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	63 378,33
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	220 332,47
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	48 804,45
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	208 927,51

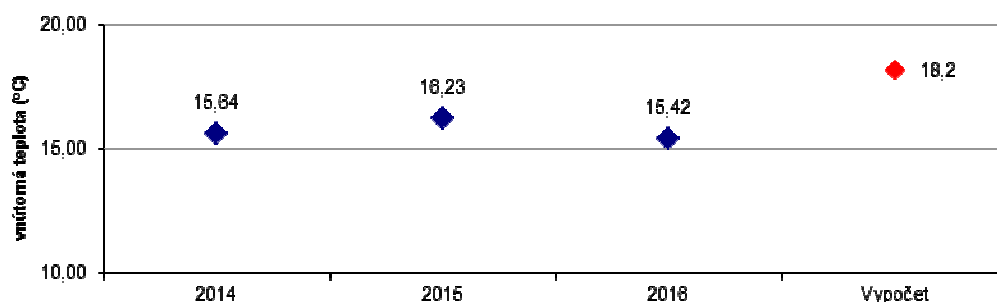
Potreba tepla na vykurovanie na vstupe do hodnoteného objektu prepočítaná cez účinnosť výroby tepla 88,0 % je 237 418 kWh, čo predstavuje 854,7 GJ. Porovnanie vypočítanej mernej potreby tepla na dennostupeň so skutočnými mernými spotrebami tepla na vykurovanie za posledné 3 kalendárne roky je v nasledujúcom grafe.

Graf 9: Porovnanie vypočítanej mernej potreby so skutočnou spotrebou tepla na UK



V nasledujúcom grafe sú nasimulované priemerné vnútorné teploty počas vykurovacieho obdobia za predchádzajúce 3 kalendárne roky. Tieto boli určené na základe skutočných spotrieb tepla na UK, klimatických podmienok pre príslušný kalendárny rok uvedených v kapitole 4.2 a vypočítanej potreby tepla na vykurovanie. Porovnaním uvedených teplôt s vnútornou výpočtovou teplotou 18,2 °C napovedá o miere využívania vykurovacích útlmov, prípadne nedokurovania objektu.

Graf 10: Porovnanie vnútorných teplôt v objekte počas vykurovacieho obdobia



4.5 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 - budova škôl a školských zariadení. 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 F.

Faktor tvaru budovy [m ⁻¹]	A/V_b	0,52
Potreba tepla na UK v referenčnej vykurovacej sezóne [kWh]	Q_h	200 236,81
Merná potreba tepla na vykurovanie [kWhm ⁻²]	Q_{EP}	149,70
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

5. 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: 0,05 EUR/kWh, elektrina: 0,17 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.

5.1 Zateplenie obvodových stien

S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody a splnenie energetických požiadaviek budovy, navrhujeme obvodové steny zatepliť minerálnou vlnou. Minimálna hrúbka tejto tepelnej izolácie, zabezpečujúca splnenie energetických požiadaviek a návrh skladby a hrúbky zateplenia jednotlivých stavebných konštrukcií je uvedený v nasledovných tabuľkách.

Tabuľka 15: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie obvodových stien pre splnenie podmienok STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Súčasný súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Splnenie normalizovanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla		Splnenie odporúčanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla	
		Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Stena obvodová murovaná z dierovanej pálenej tehly hrúbky	1,47	140	0,21	200	0,15

Tabuľka 16: Navrhovaná tepelná izolácia obvodových stien

Stavebná konštrukcia	Skladba zateplenia	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Stena obvodová murovaná z dierovanej pálenej tehly hrúbky	minerálna vlna v hrúbke 200 mm (R= 5,882 m ² .K.W ⁻¹), omietka silikátová v hrúbke 2 mm (R= 0,010 m ² .K.W ⁻¹),	0,15

Pre dosiahnutie požadovaných tepelnoizolačných parametrov obvodového plášťa navrhujeme kontaktný zateplovací systém. Jedná sa o jednoplášťový kontaktný zateplovací systém s tepelnoizolačnou látkou z minerálnej vlny hrúbky minimálne 200mm, v soklovej časti extrudovaným polystyrénom hrúbky minimálne 80mm do hĺbky minimálne 500mm pod úroveň terénu s povrchovou úpravou z dekoratívnou omietkou z prírodných mramorových zŕn nad úrovňou terénu. Pre skvalitnenie styku v osadení okien odporúčame vyplniť styky nových okien s parapetom, nadpražím a ostením PUR penou. Ostenia budú zateplené izolačným systémom s hrúbkou tepelnej izolácie minimálne 30mm a nadpražia budú zateplené izolantom hrúbky minimálne 40mm.

Tabuľka 17: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie obvodových stien		
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK ⁻¹]	ΔH_{TM}	124,914
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK ⁻¹]	H_U	1 701,315
Merná tepelná strata prechodom [WK⁻¹]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	1 826,229
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,03
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ h ⁻¹]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m ³ h ⁻¹]	V_v	2 417,77
Merná tepelná strata vetraním [WK⁻¹]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	638,292
Merná tepelná strata [WK⁻¹]	$H = H_T + H_v$	2 464,521
Vnútorý tepelný zisk [kWh]	Q_i	40 128,00
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	23 250,33
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	63 378,33
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	139 635,28
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	48 804,45
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	128 230,32

Tabuľka 18: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie obvodových stien	
Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	63 240
Ročná úspora energie [kWh]	91 701
Miera úspory energie [%]	38,6%
Ročná úspora nákladov na energie [EUR]	4 860
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	30

5.2 Zateplenie strechy

S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody a splnenie energetických požiadaviek budovy, navrhujeme podlahu podstrešného priestoru pod nízkym sedlovým krovom zatepliť striekanou PUR izoláciou.

Minimálna hrúbka tepelnej izolácie na splnenie energetických požiadaviek a návrh skladby a hrúbky zateplenia jednotlivých stavebných konštrukcií je uvedený v nasledovných tabuľkách.

Tabuľka 19: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie strechy pre splnenie podmienok STN 730540-2					
Stavebná konštrukcia	Súčasný súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Splnenie normalizovanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla		Splnenie odporúčanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla	
		Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru	1,52	100	0,20	140	0,15

Tabuľka 20: Navrhovaná tepelná izolácia strechy

Stavebná konštrukcia	Skladba zateplenia	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ² .K ⁻¹]
Podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru	striekaná PUR izolácia v hrúbke 200 mm (R= 8,696 m ² .K.W-1),	0,11

Tabuľka 21: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie strechy

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK ⁻¹]	ΔH_{TM}	249,827
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK ⁻¹]	H_U	1 748,424
Merná tepelná strata prechodom [WK⁻¹]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	1 998,251
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,03
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ h ⁻¹]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m ³ h ⁻¹]	V_v	2 417,77
Merná tepelná strata vetraním [WK⁻¹]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	638,292
Merná tepelná strata [WK⁻¹]	$H = H_T + H_v$	2 636,543
Vnútorň tepelný zisk [kWh]	Q_i	40 128,00
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	23 250,33
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	63 378,33
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	152 788,25
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	48 804,45
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	141 383,29

Tabuľka 22: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie strechy

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	25 090
Ročná úspora energie [kWh]	76 755
Miera úspory energie [%]	32,3%
Ročná úspora nákladov na energie [EUR]	4 068
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	30

5.3 Zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom

S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody a splnenie energetických požiadaviek budovy, navrhujeme podlahu nad nevykurovaným priestorom zatepliť extrudovaným polystyrénom. Z technického hľadiska by sa tepelná izolácia umiestnila na strop nevykurovaného priestoru. Minimálna hrúbka tepelnej izolácie na splnenie energetických požiadaviek a návrh skladby a hrúbky zateplenia jednotlivých stavebných konštrukcií je uvedený v nasledovných tabuľkách.

Tabuľka 23: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie podlahy pre splnenie podmienok STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Súčasný súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Splnenie normalizovanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla		Splnenie odporúčanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla	
		Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]
strop nevykurovanej kotelne	2,42	40	0,57	80	0,32

Tabuľka 24: Navrhovaná tepelná izolácia podlahy nad nevykurovaným priestorom

Stavebná konštrukcia	Skladba zateplenia	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]
strop nevykurovanej kotelne	polystyrén extrudovaný (XPS) v hrúbke 100 mm (R= 3,333 m ² .K.W-1), omietka silikátová v hrúbke 2 mm (R= 0,010 m ² .K.W-1),	0,27

Tabuľka 25: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK ⁻¹]	ΔH_{TM}	249,827
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK ⁻¹]	H_U	2 592,454
Merná tepelná strata prechodom [WK⁻¹]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	2 842,281
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,03
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ h ⁻¹]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m ³ h ⁻¹]	V_v	2 417,77
Merná tepelná strata vetraním [WK⁻¹]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	638,292
Merná tepelná strata [WK⁻¹]	$H = H_T + H_v$	3 480,573
Vnútorň tepelný zisk [kWh]	Q_i	40 128,00
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	23 250,33
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	63 378,33
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	217 323,67
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	48 804,45
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	205 918,71

Tabuľka 26: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	1 700
Ročná úspora energie [kWh]	3 419
Miera úspory energie [%]	1,4%
Ročná úspora nákladov na energie [EUR]	181
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	30

5.4 Výmena otvorových konštrukcií

Návrh tohto opatrenia vyplynul z analýzy súčasného stavu tepelnoizolačných vlastností vonkajších otvorových konštrukcií budovy, na základe ktorej sa okná a dvere podieľajú až 14,6% na potrebe tepla na krytie tepelných strát prechodom. Navrhujeme vymeniť 100% plochy

otvorových konštrukcií za plastové so súčiniteľom prechodu tepla rámu $U_f = 1,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, so zasklením izolačným trojsklom so súčiniteľom prechodu tepla $U_g = 0,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Podrobný zoznam navrhovaných otvorových konštrukcií je uvedený v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 27: Zoznam typov navrhovaných otvorových konštrukcií

Otvorová konštrukcia	Celková plocha [m ²]	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Merná tepelná strata konštrukcie [W.K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota U podľa STN 730540-2 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	A	U	A.U	U_n	
dvere so zádverím plastové, izolačné trojsklo, typ. 1	10,6	0,60	6,36	1,00	vyhovuje
dvere so zádverím plastové, izolačné trojsklo, typ. 2	6,7	0,60	4,00	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 3	177,8	0,60	106,70	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 4	23,0	0,60	13,82	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 5	21,6	0,60	12,96	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 6	3,4	0,60	2,05	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 7	11,8	0,60	7,06	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 8	13,4	0,60	8,06	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 9	5,1	0,60	3,06	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 10	3,2	0,60	1,94	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 11	3,1	0,60	1,84	1,00	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, , typ. 12	2,0	1,00	2,00	1,00	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, , typ. 13	3,2	1,00	3,20	1,00	vyhovuje

Tabuľka 28: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – výmena otvorových konštrukcií

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK ⁻¹]	ΔH_{TM}	249,827
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK ⁻¹]	H_U	2 382,859
Merná tepelná strata prechodom [WK⁻¹]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	2 632,686
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 mechanického vetracieho systému [m ³ h ⁻¹]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m ³ h ⁻¹]	V_v	2 417,77
Merná tepelná strata vetraním [WK⁻¹]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	638,292
Merná tepelná strata [WK⁻¹]	$H = H_T + H_v$	3 270,978
Vnútorň tepelný zisk [kWh]	Q_i	40 128,00
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	19 313,27
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	59 441,27
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	201 297,78
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	48 804,45
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	193 633,02

Tabuľka 29: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena otvorových konštrukcií

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	47 100
Ročná úspora energie [kWh]	17 380
Miera úspory energie [%]	7,3%
Ročná úspora nákladov na energie [EUR]	921
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	30

5.5 Rekonštrukcia zdroja tepla

Návrh tohto opatrenia vyplynul z analýzy súčasného stavu zdroja tepla, ktorý je technicky zastaraný a vykazuje vysoký stupeň amortizácie. Na základe posúdenia technického stavu kotlov, režimu prevádzky a kontrolného stanovenia účinnosti nepriamou metódou predpokladaná ročná prevádzková účinnosť existujúcich zariadení na výrobu tepla je cca 88,0%. Tepelná strata súčasného stavu objektu je 116,9 kW. V prípade nerealizovania iných opatrení za účelom zníženia tepelnej straty objektu, navrhujeme osadiť tri kotly s celkovým výkonom 140 kW a s predpokladanou účinnosťou 98,0%. V prípade realizácie vyššie uvedených opatrení by tepelná strata objektu bola 42,9 kW a postačoval by celkový inštalovaný výkon 70 kW.

Tabuľka 30: Ekonomické hodnotenie opatrenia – rekonštrukcia zdroja tepla

	Inštalovaný výkon 140 kW	Inštalovaný výkon 70 kW
Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	18 200	18 200
Ročná úspora energie [kWh]	24 226	4 915
Miera úspory energie [%]	10,2%	10,2%
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	1 284	260
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	30	30

5.6 Meranie, riadenie a regulácia spotreby energie

Opatrenia merania, riadenia a regulácie spotreby tepla považujeme za nízkonákladové a rýchlejšie návratné, pričom v rámci budov identifikujeme nasledovné opatrenia:

- hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy,
- zavedenie zónovej regulácie,
- inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách,
- inštalácia inteligentných meracích systémov.

Hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy

Pre zabezpečenie správnej funkcie vykurovacej sústavy v budove v rôznych prevádzkových stavoch počas vykurovacieho obdobia je nevyhnutné, aby vykurovacia sústava bola hydraulicky stabilná a energeticky efektívna. Realizáciou navrhovaných opatrení v energetickom audite dôjde k zásadnému zásahu do tepelnej ochrany budovy. Vlastník budovy je povinný podľa § 8 zákona č.300/2012 Z.z. po vykonanej obnove budovy zabezpečiť hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy. Nevyhnutnou podmienkou pre zabezpečenie tejto povinnosti je vybavenie sústavy tepelných zariadení slúžiacich na vykurovanie automatickou reguláciou parametrov teploty nosnej látky na každom tepelnom spotrebiči v závislosti od teploty vzduchu vo vykurovaných miestnostiach s trvalým pobytom osôb a ďalších regulačných prvkov inštalovaných na vykurovacej sústave budovy (napr. regulátory diferenčného tlaku, regulačné armatúry).

Zabezpečenie splnenia tohto opatrenia (povinnosti) si vyžaduje spracovanie samostatného projektu hydraulického vyváženia, ktorý zohľadní zmenené parametre teploty nosnej látky zariadenia na výrobu tepla resp. dodávky tepla, režim vykurovania a tepelné straty budovy vyvolané obnovou budovy.

Zavedenie zónovej regulácie

Základom je rozdelenie budovy do vykurovacích zón, pričom každá zóna je vykurovaná samostatnou vetvou. Toto opatrenie umožňuje kontrolovať a nastavovať časovo-tepelné režimy v každej jednej vykurovacej zóne individuálne, na základe skutočných potrieb jej užívateľov. Každá regulovaná zóna je vybavená vlastným snímačom teploty a aktívnym regulačným prvkom. Cieľom tohto opatrenia je zabezpečiť trvale tepelnú pohodu vo všetkých vykurovaných priestoroch za súčasného zníženia spotreby tepla na ich vykurovanie využívajúc individuálne útlmové režimy v jednotlivých zónach a solárne tepelné zisky.

Inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách

Termoregulačné ventily nainštalované na vykurovacích telesách umožňujú automatickú reguláciu teploty v miestnosti a zabraňujú zbytočnému prekurvaniu. Ventil s termostatickou hlavicou automaticky obmedzí prietok vykurovacej vody v dobe slnečného žiarenia do miestnosti s oknami, alebo pri pôsobení iných zdrojov tepla.

V budove základnej školy sú vykurovacie telesá osadené termostatickými ventilmi s termoregulačnou hlavicou a v energetickom audite pôvodné termostatické ventily navrhujeme ponechať.

Inštalácia inteligentných meracích systémov

Inteligentný merací systém je súbor zariadení zložený z určeného meradla a ďalších technických prostriedkov, ktorý umožňuje zber, spracovanie a prenos nameraných údajov o výrobe alebo spotrebe energie, alebo energetického média. Ide o elektronický systém, ktorý je schopný merať spotrebu energie a pridávať k tomu viac informácií ako konvenčné meradlo, a ktorý je schopný vysielat' a prijímať dáta s využitím niektorej formy elektronickej komunikácie.

V energetickom audite nie sú kvantifikované energetické úspory, ktoré sa dosiahnu realizáciou týchto opatrení. Nie každé z uvedených opatrení je vhodné realizovať v auditovanej budove, preto relevantné opatrenia sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Investičné náklady na realizáciu týchto opatrení boli stanovené na základe merných cien odvodených od reálnych investičných nákladov realizovaných projektov jednotlivých opatrení.

Investičný náklad na hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy [EUR]	1 106
Investičný náklad na zavedenie zónovej regulácie [EUR]	4 000
Investičný náklad na inštaláciu termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách [EUR]	0
Investičný náklad na inštaláciu inteligentných meracích systémov [EUR]	3 100
Spolu:	8 206

5.7

Inštalácia slnečných kolektorov na prípravu teplej vody

Návrh inštalovať slnečné kolektory na streche budovy vyplynul z možnosti usporiť časť primárnej energie na prípravu TV. Pri návrhu bolo počítané s priemernou ročnou spotrebou energie na prípravu TV 7 008 kWh. V rámci technického riešenia je uvažované s inštaláciou 2 kusov slnečných kolektorov s celkovou apertúrnou plochou 3,6 m² a akumuláčného zásobníka na teplú vodu. Energetické a ekonomické vyhodnotenie tohto opatrenia je uvedené v nasledovnej tabuľke.

<i>Tabuľka 32: Ekonomické hodnotenie opatrenia – inštalácia slnečných kolektorov</i>	
Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	2 600
Ročná úspora energie [kWh]	1 872
Miera úspory energie [%]	26,7%
Ročná úspora nákladov na energie [EUR]	110
Dĺžka morálnej životnosti opatrenia [roky]	30,0

5.8 Výmena svetelných zdrojov a svietidiel

Pri tomto opatrení navrhujeme nahradiť svietidlá, v ktorých sú svetelné zdroje s nižšou účinnosťou za hospodárnejšie. Účinnosť svetelného zdroja je vyjadrená merným svetelným tokom lm/W. Celkový inštalovaný príkon v pôvodných svietidlách je 11 646 W, čím sa dosahuje svetelný tok 720 240 lm. Pre dosiahnutie tejto hodnoty svetelného toku v objekte navrhnutými svetelnými zdrojmi bude postačovať celkový príkon 4 941 W, čím dôjde k zníženiu inštalovaného príkonu o 57,6%.

V rámci ekonomického hodnotenia tohto opatrenia bolo uvažované s morálnou životnosťou 30 rokov. Návrh výmeny svetelných zdrojov a svietidiel je uvedený v nasledujúcej tabuľke.

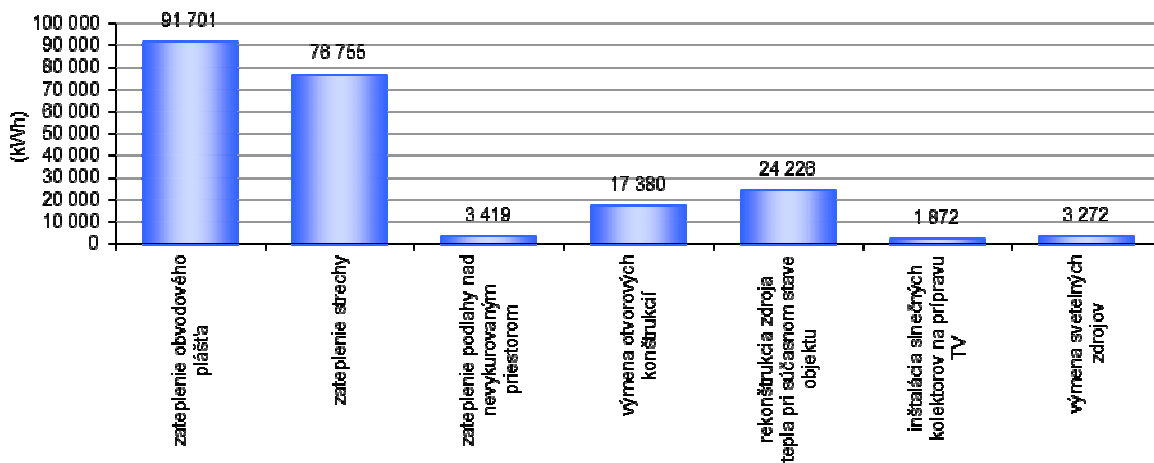
<i>Tabuľka 33: Návrh výmeny svetelných zdrojov a svietidiel</i>						
Druh svetelného zdroja v svietidle	Merný svetelný tok [lmW ⁻¹]	Celkový príkon [W]	Spotreba elektriny [kWh]	Náklad na elektrinu [EUR]	Úspora elektriny [kWh]	Úspora nákladov na el. [EUR]
nové svietidlo - LED svetelný zdroj	95	387	189	32	1 070	184
nové svietidlo - kryt tvrdý plast - LED svetelný zdroj	95	594	290	50	64	11
nové svietidlo - LED svetelná trubica	95	360	176	30	234	40
nové svietidlo - LED svetelná trubica	95	3 600	1 757	302	1 903	327
Spolu:	-	4 941	2 411	415	3 272	563

<i>Tabuľka 34: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena svetelných zdrojov a svietidiel</i>	
Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	24 100
Ročná úspora energie [kWh]	3 272
Miera úspory energie [%]	57,6%
Ročná úspora nákladov na energie [EUR]	563
Dĺžka morálnej životnosti opatrenia [roky]	30

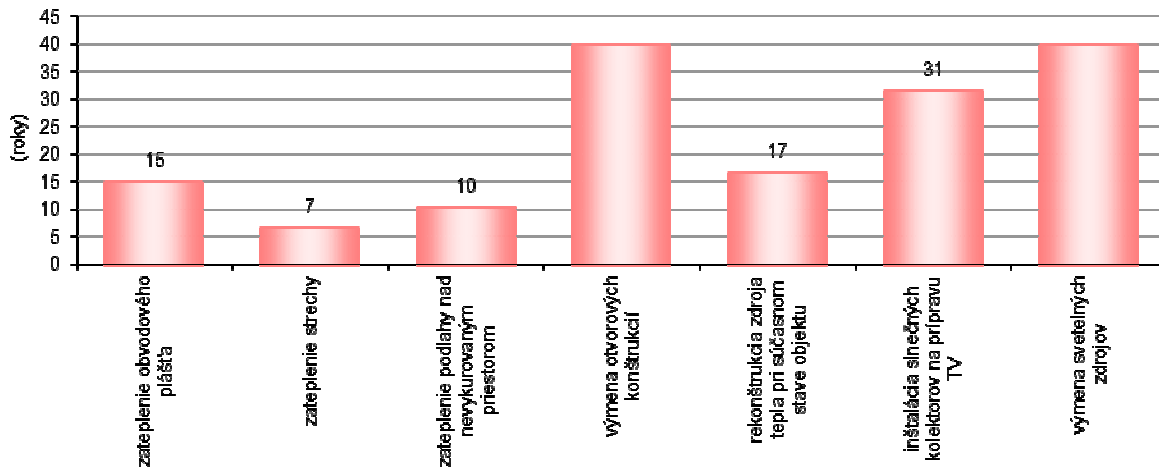
5.9 Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení

Realizáciou jednotlivých opatrení je možné dosiahnuť rozdielnu úsporu energie a tiež rozdielnu návratnosť vložených finančných prostriedkov. Z uvedených opatrení najvyššie úspory energie vykazuje zateplenie obvodového plášťa (91 701 kWh) a najkratšiu návratnosť investície zateplenie strechy. Porovnanie týchto hodnôt je uvedené v nasledujúcich grafoch.

Graf 11: Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach



Graf 12: Porovnanie návratností investícií pri jednotlivých opatreniach



6. PROJEKT ZNÍŽENIA ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI OBJEKTU

6.1 Návrh projektu

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. Kombináciou jednotlivých opatrení nie je možné dosiahnuť úspory rovnajúce sa jednoduchému aritmetickému súčtu úspor jednotlivých opatrení, nakoľko úspory energie dosiahnuté práve rekonštrukciou zdroja tepla predstavujú 10% z potreby tepla na vykurovanie budovy.

Tabuľka 35: Súhrn navrhovaných opatrení

Opatrenie	Úspora energie [kWh]	Úspora nákladov na energiu [EUR]	Náklady na realizáciu [EUR]
zateplenie obvodového plášťa	91 701	4 860	63 240
zateplenie strechy, alebo podlahy na nevykurovanej povale	76 755	4 068	25 090
zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom	3 419	181	1 700
výmena otvorových konštrukcií	17 380	921	47 100
rekonštrukcia zdroja tepla	4 915	260	18 200
inštalácia slnečných kolektorov na prípravu TV	1 872	110	2 600
výmena svetelných zdrojov	3 272	563	24 100
meranie, riadenie a regulácia spotreby energie			8 206
Spolu:	199 313	10 964	190 236

Tabuľka 36: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – projekt zníženia energetickej náročnosti

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK ⁻¹]	ΔH_{TM}	124,914
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK ⁻¹]	H_U	529,637
Merná tepelná strata prechodom [WK⁻¹]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	654,551
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]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ h ⁻¹]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m ³ h ⁻¹]	V_v	2 417,77
Merná tepelná strata vetraním [WK⁻¹]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	638,292
Merná tepelná strata [WK⁻¹]	$H = H_T + H_v$	1 292,843
Vnútorý tepelný zisk [kWh]	Q_i	40 128,00
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	19 313,27
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	59 441,27
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	50 047,59
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	48 804,45
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	42 382,83

<i>Tabuľka 37: Ekonomické hodnotenie projektu - zníženie energetickej náročnosti objektu</i>	
Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	190 236
Ročná úspora energie [kWh]	199 313
Miera úspory energie [%]	79,7%
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	10 964
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	30
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	17,4
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	21,2
Čistá súčasná hodnota [EUR]	59 858,5
Vnútoraná miera výnosnosti [%]	4,2%

6.2 Hodnotenie navrhovaného stavu 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 A1.

<i>Tabuľka 38: Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2</i>		
Faktor tvaru budovy [m^{-1}]	A/V_b	0,52
Potreba tepla na UK v referenčnej vykurovacej sezóne [kWh]	Q_h	39 190,80
Merná potreba tepla na vykurovanie [$kWhm^{-2}$]	Q_{EP}	29,30
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	$Q_{EP} \leq Q_{N,EP}$	vyhovuje

<i>Tabuľka 39: Predpoklad zaradenia do energetickej triedy</i>	
Vykurovanie	B
Príprava teplej vody	B
Vetranie a chladenie	nehodnotí sa
Osvetlenie	A
Globálny ukazovateľ – primárna energia	A1

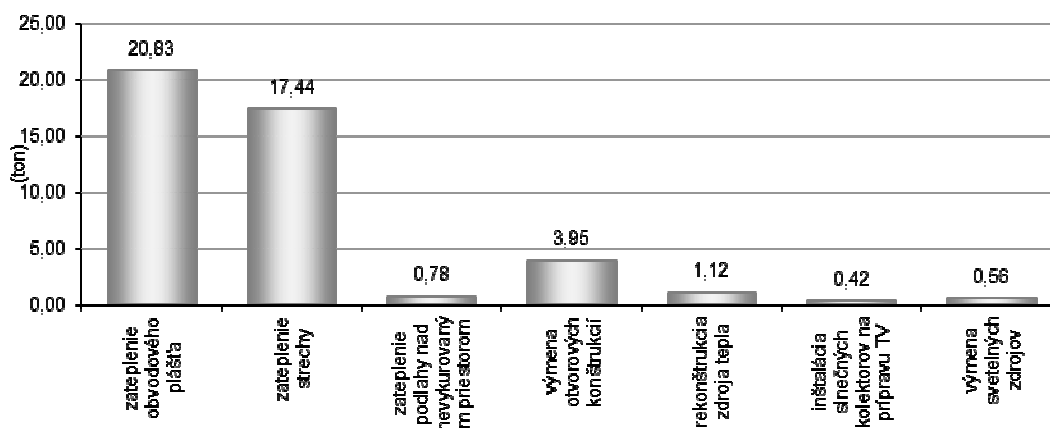
7. ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE

Realizáciou navrhovaných opatrení stavebných úprav objektu dôjde k zníženiu spotreby prvotného paliva z čoho vyplýva zníženie zaťaženia životného prostredia znečisťujúcimi látkami: tuhé znečisťujúce látky (TZL), SO₂, NO_x, CO. Nakoľko sa jedná o spaľovanie fosílného paliva najväčšie množstvo pripadá na skleníkový plyn CO₂, ktorého možná redukcia je tiež uvedená v nasledujúcom grafe.

Tabuľka 40: Hodnotenie redukcie emisií

	CO ₂	TZL	SO ₂	NO _x	CO
Produkcia emisií pred realizáciou projektu [ton]	56,13	0,003	0,013	0,072	0,016
Produkcia emisií po realizácii projektu [ton]	11,03	0,002	0,010	0,022	0,003
Redukcia emisií [ton]	45,09	0,001	0,003	0,050	0,013
Miera redukcie emisií [%]	80,34%	33,33%	23,08%	69,44%	81,25%

Graf 13: Redukcia CO₂ vplyvom realizácie jednotlivých opatrení



8. ZÁVER

Energetický audit preukázal, že v budove Základná škola v Lietave sú značné možnosti úspor predovšetkým v spotrebe tepla, a to hlavne v znižovaní tepelných strát budovy.

Vysoká miera úspor energie je zárukou prijateľnej ekonomickej návratnosti investície a tiež pozitívneho dopadu na životné prostredie pri redukcii emisií produkovaných pri výrobe tepla. Vyčíslenie potenciálu možných úspor energie uľahčuje strategické rozhodovanie o zdrojoch financovania obnovy budovy, alebo možnosti využitia energetických služieb.

Všetky výpočty, závery a odporúčenia tohto energetického auditu vychádzajú z posúdenia spotreby energie v rokoch 2014, 2015 a 2016. Výška investičných nákladov a ekonomické hodnotenie vychádza z obvyklých cien stavebných materiálov, zariadení a z cien energie a jednotlivých médií v dobe spracovania tohto energetického auditu.

V rámci projektovej prípravy odporúčame vypracovať statické posúdenie vplyvu navrhovaných opatrení na stavebné konštrukcie a tepelnotechnický posudok a prípadné zistené technické rozdiely oproti návrhu v energetickom audite zohľadniť v ďalšom stupni prípravy projektu. Realizáciou navrhovaných opatrení v energetickom audite dôjde k zásadnému zásahu do tepelnej ochrany budov. Vlastník budovy je povinný podľa § 8 zákona č.300/2012 Z.z. po vykonanej obnove budovy zabezpečiť hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy.

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

9. REKAPITULAČNÝ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

Predmet EA	Základná škola, Lietava 216, Lietava			
Stručná charakteristika objektu:	Budova bola uvedená do prevádzky v roku 1960. Obvodové múry budovy sú murované z dierovanej pálenej tehly hrúbky 370mm. Vnútorne omietky sú vápenocementové, vonkajšie omietky sú brizolitové. Pôvodná jednoplášťová plochá strecha bola v roku 2001 prekrytá sedlovou strechou s dreveným väzníkovým krovom. Pôvodné otvorové konštrukcie drevené okná a dvere boli v roku 2008 nahradené novými plastovými otvorovými konštrukciami s izolačným dvojsklom.			
Návrh opatrení				
Navrhované opatrenia	Úspora energie		Investičný náklad	
	[kWh]		[EUR]	
zateplenie obvodového plášťa	91 701		63 240	
zateplenie strechy, alebo podlahy na nevykurovanej povale	76 755		25 090	
zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom	3 419		1 700	
výmena otvorových konštrukcií	17 380		47 100	
rekonštrukcia zdroja tepla	4 915		18 200	
meranie, riadenie a regulácia spotreby energie	0		8 206	
inštalácia slnečných kolektorov na prípravu TV	1 872		2 600	
výmena svetelných zdrojov	3 272		24 100	
Spolu:	199 313		190 236	
Energetické hodnotenie projektu				
	Počiatkový stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie
Merná tepelná strata prechodom cez: (WK⁻¹)	2 881,6	654,6	2 227,1	77,3%
Merná tepelná strata vetraním (WK⁻¹)	638,3	638,3	0,0	0,0%
Celkový tepelný zisk budovy (kWh)	63 378,3	59 441,3	3 937,1	6,2%
Potreba tepla na UK (kWh)	208 927,5	42 382,8	166 544,7	79,7%
Potreba primárnej energie na UK (kWh)	237 417,6	43 247,8	194 169,8	81,8%
Potreba energie na osvetlenie (kWh)	5 682,6	2 410,9	3 271,6	57,6%
Potreba energie na UK a osvetlenie (kWh)	243 100,2	45 658,7	197 441,5	81,2%
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla (Wm⁻²K⁻¹)	2 881,6	654,6	2 227,1	77,3%
Environmentálne hodnotenie projektu				
	Počiatkový stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie
Ročná produkcia emisií CO ₂ [ton]	56,1	11,0	45,1	80,3%
Ročná produkcia emisií TZL [ton]	0,003	0,002	0,001	33,3%
Ročná produkcia emisií SO ₂ [ton]	0,013	0,010	0,003	23,1%
Ročná produkcia emisií NO _x [ton]	0,072	0,022	0,050	69,4%
Ročná produkcia emisií CO [ton]	0,016	0,003	0,013	81,3%
Ročná produkcia plyných org. zlúčenín [ton]	0,000	0,000	0,000	0,0%
Ročná produkcia PM 2,5 [ton]	0,003	0,002	0,001	33,3%
Ročná produkcia PM 10 [ton]	0,003	0,002	0,001	33,3%
Ekonomické hodnotenie projektu				
Investičný náklad na realizáciu opatrení	190 236			
Ročná úspora nákladov na energie	10 964			
Čistá súčasná hodnota	59 858			
Doba hodnotenia [roky]	30			
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	17,4			
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	21,2			
Vnútorňá miera výnosnosti [%]	4,2%			

10. PRÍLOHY

Príloha 1 Výpočet súčiniteľov prechodu tepla

Stručný popis konštrukcie	Homogénna vrstva	Hrúbka [m]	Súčiniteľ tepelnej vodivosti materiálu [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	Výpočtová hodnota tepelného odporu [m ² .K.W ⁻¹]	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]
		d	λ	R	U
Stena obvodová murovaná z dierovanej pálenej tehly hrúbky	omietka vápennocementová	0,015	0,9	0,0167	1,47
	murivo z dierovaných pálených tehál	0,37	0,8	0,4625	
	omietka brizolitová	0,025	0,8	0,0313	
Podlaha na teréne	dlažba keramická	0,008	1,01	0,0079	0,26
	cementový poter	0,05	1	0,0500	
	škvara	0,3	0,27	1,1111	
strop nevykurovanej kotolne	linoleum	0,003	0,19	0,0158	2,42
	cementový poter	0,022	1	0,0220	
	stropné dosky	0,2	1,35	0,1481	
	omietka vápennocementová	0,015	0,9	0,0167	
Podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru	omietka vápennocementová	0,01	0,9	0,0111	1,52
	stropné dosky	0,15	1,35	0,1111	
	škarobetón	0,06	0,7	0,0857	
	penobetón	0,07	0,24	0,2917	
	cementový poter	0,02	1	0,0200	

Príloha 2 Výpočet solárnych ziskov

Výpočet pasívnych solárnych ziskov - pôvodný stav							
Orientácia otvorovej konštrukcie		H	JV	SV	SZ	JZ	Spolu
Celková energia globálneho žiarenia [kWhm ⁻²]	I _s	340	260	130	130	260	
Plocha otvoru kolektnej plochy [m ²]	A	0,0	118,3	35,1	94,1	37,4	
Čiastkový faktor tienenia horizontu	F _h	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Čiastkový faktor tienenia presahmi zhora	F ₀	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Čiastkový faktor tienenia bočnými presahmi	F _f	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Faktor tienenia	F _s	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Zmenšujúci faktor protislnečných clôn	F _c	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Faktor rámov	F _F	0,0	0,6	0,6	0,6	0,5	
Celková priepustnosť slnečnej energie	g	0,0	0,7	0,7	0,7	0,7	
Účinná kolektčná plocha [m ²]	A _s	0,0	51,0	14,1	36,2	13,2	
Solárny tepelný zisk [kWh]	Q_s	0	13 268	1 836	4 704	3 442	23 250

Výpočet pasívnych solárnych ziskov - navrhovaný stav							
Orientácia otvorovej konštrukcie		H	JV	SV	SZ	JZ	Spolu
Celková energia globálneho žiarenia [kWhm ⁻²]	I _s	340	260	130	130	260	
Plocha otvoru kolektnej plochy [m ²]	A	0,0	118,3	35,1	94,1	37,4	
Čiastkový faktor tienenia horizontu	F _h	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Čiastkový faktor tienenia presahmi zhora	F ₀	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Čiastkový faktor tienenia bočnými presahmi	F _f	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Faktor tienenia	F _s	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Zmenšujúci faktor protislnečných clôn	F _c	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Faktor rámov	F _F	0,0	0,6	0,5	0,5	0,5	
Celková priepustnosť slnečnej energie	g	0,0	0,6	0,6	0,6	0,6	
Účinná kolektčná plocha [m ²]	A _s	0,0	42,4	11,7	30,1	11,0	
Solárny tepelný zisk [kWh]	Q_s	0	11 021	1 525	3 908	2 859	19 313

Príloha 3 Kontrola kotlov, rozvodov a výpočet účinnosti kotla nepriamou metódou

Vizuálna kontrola kotlov	
Únik paliva	Palivová sústava je plynotesná - kontrola vykonaná indikátorom úniku zemného plynu.
Únik teplotosnej látky	Nebol zistený únik teplotosnej látky.
Vonkajší stav kotla	Technický stav kotlov je vyhovujúci.
Znečistenie spaľovacej komory a teplovýmenných plôch	Na základe vizuálnej kontroly spaľovacej komory a teplovýmenných plôch kotlov bolo zistené, že stav zariadenia je vyhovujúci a kotle sú pravidelne čistené a kontrolované v rámci preventívnej údržby.
Funkčnosť armatúr a stav ostatných častí, vyžadujúcich pravidelnú kontrolu	Funkčnosť ovládacích, uzatváracích a bezpečnostných armatúr je vyhovujúca.
Kvalita teplotosnej látky, čistota obehovej vody	Vizuálnou kontrolou obehovej vody (odber vzorky vykurovacej vody) nebolo zistené jej zakalenie ani mechanické znečistenie. Doplnková voda do vykurovacieho systému nie je upravovaná. Dopĺňovanie systému je ručné správcom objektu.
Funkčnosť meracích prístrojov	Teplomery a tlakomery sú funkčné.
Systém riadenia kotla podľa návodu výrobcu	Chod kotlov je riadený na základe nastavenia jednotlivých kotlových termostatov ovládaných poverenou obsluhou.

Kontrola vnútorných rozvodov teplotosnej látky a teplotosnej vody	
Typ vykurovacej sústavy	Budova ZŠ Lietava je vykurovaná teplotosnou vodou s núteným obehom jednou vykurovacou vetvou s ležatým rozvodom. Z hlavného rozvodu sú vedené odbočky k jednotlivým stúpačkám a vykurovacím telesám.
Otvorený / uzavretý okruh	Uzavretý okruh vybavený tromi 110 l expanznými nádržami.
Zoznam vykurovacích zón	V objekte sa nenachádza zónová regulácia.
Technický stav rozvodov teplotosnej látky a tepelnej izolácie	Technický stav rozvodov teplotosnej látky aj tepelnej izolácie zodpovedá veku ich výstavby.
Vek rozvodov teplotosnej látky	30 rokov.
Meranie množstva teplotosnej látky vstupujúceho do rozvodov	Vyrobené teplotosné teplo nie je merané.
Obeh teplotosnej látky	Obeh vykurovacej vody zabezpečujú tri čerpadlá s manuálnou zmenou otáčok.
Typ a výkon obehového čerpadla	1 x Willo TOP-S40/10 príkon 585 - 465 - 365 W 2 x Willo TOP-SD40/10 príkon 550 - 430 - 345 W
Príznaky hydraulického nevyváženosti	Príznaky hydraulického nevyváženosti neboli zistené.
Druh centrálnej regulácie vykurovacej sústavy a jej prevádzka	Regulácia vykurovania je zabezpečovaná len pomocou kotlových termostatov.
Druh zónovej regulácie a jej prevádzka	Objekt je bez zónovej regulácie.
Druh časového ovládania a jeho prev.	Bez možnosti časového ovládania regulácie.
Ovládače dostupné pre užívateľa	Centrálna regulácia nefunkčná, ovládanie pomocou kotlových termostatov.
Návod na prevádzku vykurovacej sústavy a jeho využívanie	Je spracovaný návod na prevádzku vykurovacej sústavy.
Druh vykurovacích telies	Liatinové článkové radiátory.
Hydraulické pripojenie vykúr. telies	Dvojúrovňový systém, všetky radiátory v paralelnom zapojení.
Druh individuálnej regulácie vykurovacích telies	Na vykurovacích telesách sú inštalované regulačné ventily osadené termostatickými hlavami.

Identifikácia kotlov				
Miestne označenie kotla		K1	K2	K3
Rok výroby kotla		2001	2001	2001
Druh paliva		zemný plyn	zemný plyn	zemný plyn
Spôsob dávkovania paliva		automatický	automatický	automatický
Výrobca kotla		Protherm	Protherm	Protherm
Typ kotla		50 PLO	50 PLO	50 PLO
Výrobné číslo kotla		01111140119850PLO14	01111140119750PLO14	01121401250PLO14
Garantovaná účinnosť kotla (%)		91	91	91
Menovitý výkon kotla (MW)		0,042	0,042	0,042
Spôsob prívodu vzduchu		atmosférický	atmosférický	atmosférický
Regulácia výkonu		dvojstupňová	dvojstupňová	dvojstupňová
Teplonosné médium		teplá voda	teplá voda	teplá voda
Spôsob využitia kotla		vykurovanie a príprava teplej vody	vykurovanie a príprava teplej vody	vykurovanie a príprava teplej vody
Straty sálaním pri Pn (%)		3,0	3,0	3,0
Meranie účinnosti kotla				
Palivo	Jednotka			
Výhrevnosť zemného plynu	MJ/m ³	34,688	34,688	34,688
Namerané hodnoty				
Výkon kotla pri meraní	MW	0,042	0,042	0,042
Zaťaženie kotla	%	100,0	100,0	100,0
Teplota spaľovacieho vzduchu	°C	17,5	17,5	17,5
Teplota spalín	°C	136	138	142
Obsah O ₂ v spalínach	%	5,9	5,3	4,3
Obsah CO v spalínach	%	0	0	0
Obsah CO ₂ v spalínach	%	8,5	8,9	9,5
Prebytok vzduchu	-	1,39	1,34	1,26
Strata kotla sálaním	%	3,00	3,00	3,00
Strata citeľným teplom spalín	%	6,69	6,50	6,29
Účinnosť kotla	%	90,31	90,50	90,71

Príloha 4 Súhrnný informačný list

SÚHRNNÝ INFORMAČNÝ LIST

Názov subjektu, alebo obchodné meno, identifikačné číslo a sídlo:

Názov: SVAGMED s.r.o.

Právna forma: Spoločnosť s ručením obmedzeným

Adresa: L. Svobodu 2369/10, 075 01, Trebišov

V zastúpení: Ing. Marián Švagrovský

IČO: 47 989 939

Meno, priezvisko a adresa trvalého pobytu, alebo obdobného pobytu energetického audítora:

Ing. Marián Švagrovský, L. Svobodu 2369/10, 075 01, Trebišov

Zoznam opatrení na zlepšenie energetickej efektívnosti:

- zateplenie obvodového plášťa
- zateplenie strechy, alebo podlahy na nevykurovanej povale
- zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom
- výmena otvorových konštrukcií
- rekonštrukcia zdroja tepla
- meranie, riadenie a regulácia spotreby energie
- inštalácia slnečných kolektorov na prípravu TV
- výmena svetelných zdrojov

Predpokladané úspory energie dosiahnuté opatreniami:

199,313 MWh

Predpokladané finančné náklady na realizáciu opatrení:

190,236 tis.€

Iné údaje:

Príloha 5 Súbor údajov pre monitorovací systém

SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM

Identifikačné údaje (názov alebo obchodné meno a sídlo, identifikačné číslo, daňové identifikačné číslo) Názov: SVAGMED s.r.o. Právna forma: Spoločnosť s ručením obmedzeným Adresa: L. Svobodu 2369/10, 075 01, Trebišov V zastúpení: Ing. Marián Švagrovský IČO: 47 989 939			
Zariadenie podľa SK NACE (podľa hlavnej činnosti objednávateľa energetického auditu)	84.11.0		
Celkový potenciál úspor energie (MWh)	199,313		
Súbor odporúčaných opatrení na zníženie spotreby energie			
Stručný popis súboru odporúčaných opatrení	zateplenie obvodového plášťa zateplenie strechy, alebo podlahy na nevykurovanej povale zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom výmena otvorových konštrukcií rekonštrukcia zdroja tepla meranie, riadenie a regulácia spotreby energie inštalácia slnečných kolektorov na prípravu TV výmena svetelných zdrojov		
Náklady na technológie pre premenu a distribúciu energie (v tisícoch eur)			
Náklady na výrobné technológie (v tisícoch eur)			
Náklady na znižovanie energetickej náročnosti budov (v tisícoch eur)	190,236		
Iné náklady (v tisícoch eur)			
Celkové náklady na realizáciu súboru odporúčaných opatrení (v tisícoch eur)	190,236		
Sumárne bilančné údaje			
	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Spotreba energie (MWh/r)	200,758	72,106	128,652
Náklady na energiu v aktuálnych cenách (v tisícoch eur)	12,438	5,229	7,208
Prínosy z hľadiska ochrany životného prostredia			
Znečisťujúca látka/sklenkový plyn	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Tuhé znečisťujúce látky (t/r)	0,003	0,002	0,001
SO ₂ (t/r)	0,013	0,010	0,003
NO _x (t/r)	0,072	0,022	0,050
CO(t/r)	0,016	0,003	0,013
CO ₂ (t/r)	56,129	11,034	45,094
Ekonomické vyhodnotenie			
Cash-Flow projektu (v tisícoch eur/r)	190,236	Doba hodnotenia (roky)	30,0
Jednod. doba návratnosti (roky)	17,4	Diskontná sadzba (%)	2,1%
Reálna doba návratnosti (roky)	21,2	NPV (v tisícoch eur)	59,858
		IRR (%)	4,2%
Energetický audítor	Ing. Marián Švagrovský		
Podpis		Dátum	7.6.2017

MINISTERSTVO HOSPODÁRSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY
MIEROVÁ 19, 827 15 BRATISLAVA

Sekcia energetiky

Číslo: 2071/2009-3400

Rozhodnutie

Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky podľa § 9 zákona č. 476/2008 Z. z. o efektívnosti pri používaní energie (zákon o energetickej efektívnosti) a o zmene a doplnení zákona č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 17/2007 Z. z., ďalej len „zákon č. 476/2008 Z. z.“ v spojitosti s § 46 a § 47 zákona č. 71/1967 Zb. o správnom konaní (Správny poriadok) v znení neskorších predpisov, ďalej len „Správny poriadok“ o žiadosti o zápis do zoznamu energetických audítorov podľa zákona č. 476/2008 Z. z. vydáva rozhodnutie, ktorým

zapisuje

podľa § 9 zákona č. 476/2008 Z. z. **Ing. Mariána Švagrovského**, bytom L. Svobodu 10, 075 01 Trebišov, do zoznamu energetických audítorov.

Odôvodnenie:

Dňa 17.4. 2009 bola Ministerstvu hospodárstva SR doručená Vaša žiadosť podľa § 9 zákona č. 476/2008 Z. z. Po preskúmaní bola žiadosť vyhodnotená ako úplná na zapísanie do zoznamu energetických audítorov.

Vzhľadom na vyššie uvedené skutočnosti Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky rozhodlo tak, ako je uvedené vo výroku tohto rozhodnutia.

Poučenie:

Protí tomuto rozhodnutiu možno podať v lehote 15 dní od jeho doručenia rozklad v zmysle § 61 Správneho poriadku na Ministerstvo hospodárstva SR.

V Bratislave, 13.5. 2009



Ing. Ján Petrovič
generálny riaditeľ sekcie energetiky

SLOVENSKÁ REPUBLIKA
Slovenská inovačná a energetická agentúra

POTVRDENIE

o účasti na aktualizačnej odbornej príprave pre energetických audítorov

podľa § 12 ods. 10 zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti
a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Švagrovský Marián
11.10.1957

Vysoké Tatry, 10.11.2015


Dr. Ing. Kvetoslava Šoltésová, CSc.
riaditeľka odboru legislatívy, metodológie a vzdelávania

OKRESNÝ ÚRAD TREBIŠOV
Odbor živnostenského podnikania
M.R.Štefánika 1161/184, 075 26 Trebišov

OU-TV-OZP-2015/012009-3
č. živnostenského registra 870-16417

V Trebišove 25. 11. 2015



OSVEDČENIE
o živnostenskom oprávnení

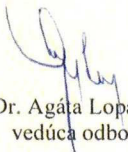
Obchodné meno: **SVAGMED s.r.o.**
Právna forma: **Spoločnosť s ručením obmedzeným**
Sídlo: **L. Svobodu 2369/10, 075 01 Trebišov**
Pridelené IČO: **47 989 939**

na vykonávanie živnosti

- 1. Výkon činnosti energetického audítora**
Vznik živnostenského oprávnenia: 23. 11. 2015

Osvedčenie o živnostenskom oprávnení vydané na základe § 66b ods. 1 a podľa § 47 ods. 1 v spojení s § 47 ods. 4 v súlade s § 10 ods. 1 zákona č. 455/1991 Zb. o živnostenskom podnikaní (živnostenský zákon) v znení neskorších predpisov.




MVDr. Agáta Lopatníková
vedúca odboru

