

PRÍPADOVÁ PÍ SOMNÁ SPRÁVA Z ENERGETICKÉHO AUDITU

vypracovaná podľa zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti



Stavba:

**ZNÍŽENIE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI ZŠ
OŠČADNICA NIŽNÝ KONIEC**

Miesto:

p.č.: 2171/1, k.ú. Oščadnica

Vypracoval:

TERA green s.r.o.

Dátum:

August 2021

Obsah

1	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE	4
2	PREDMET ENERGETICKÉHO AUDITU	5
2.1	Účel spracovania energetického auditu	5
2.2	Podklady pre spracovanie prípadovej štúdie energetického auditu	6
2.3	Použité vyhlášky a súvisiace normy	6
2.4	Umiestnenie posudzovanej budovy	6
3	OPIS SÚČASTNÉHO STAVU	7
3.1	Súčasný stav budovy	7
3.2	Energetické vstupy	8
3.3	Spotreba elektrickej energie:	9
3.4	Spotreba zemného plynu	9
4	TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE BUDOVY	11
4.1	Miestne a normalizované klimatické podmienky	12
4.2	Technické parametre budovy	13
4.3	Geometrická schéma budovy	13
4.4	Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií	15
4.5	Skladba a prehľad transparentných konštrukcií	19
5	ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOŠŤ BUDOVY – SÚČASNÝ STAV	20
5.1	Merná potreba tepla na vykurovanie – Súčasný stav	20
5.2	Výpočet dodanej energie podľa miesta spotreby – súčasný stav	21
5.2.1	Potreba energie na vykurovanie – súčasný stav	21
5.2.2	Potreba energie na prípravu teplej vody – súčasný stav	22
5.2.3	Potreba energie na osvetlenie – súčasný stav	22
5.2.4	Celková potreba energie – súčasný stav	22
5.2.5	Primárna energia – súčasný stav	23
5.3	Zhodnotenie súčasného stavu a identifikácia nedostatkov	23
5.3.1	Tepelná ochrana	23
5.3.2	Vykurovanie a príprava teplej vody	23
5.3.3	Osvetlenie	23
5.4	Stanovenie východiskového stavu pre výpočet úspor	24
5.4.1	Porovnanie aktuálnej spotreby energie a normalizovanej potreby energie budovy	24
6	ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOŠŤ BUDOVY – NAVRHOVANÉ ÚPRAVY	25
6.1	Zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií	26
6.1.1	Technické parametre po zhotovení návrhových opatrení	26
6.1.2	Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií	26
6.1.3	Skladba a prehľad transparentných konštrukcií	29
6.1.4	Merná potreba tepla na vykurovanie – navrhovaný stav	31
6.1.5	Inštalácia núteného vetrania so spätným získaním tepla	31
6.2	Výpočet potreby energie podľa miesta spotreby – navrhovaný stav	33

6.2.1	Potreba energie na vykurovanie – navrhovaný stav	33
6.2.2	Potreba energie na ohrev TV – navrhovaný stav.....	34
6.2.3	Potreba energie na osvetlenie – navrhovaný stav	35
6.2.1	Inštalácia fotovoltaických panelov	36
6.3	Meranie spotreby energie	36
7	REKAPITULÁCIA A POTENCIÁL ÚSPOR PO OPATRENIACH	37
7.1	Celková potreba energie – navrhovaný stav.....	37
7.2	Primárna energia – navrhovaný stav	38
8	EKONOMICKÉ HODNOTENIE	39
9	ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE	42
10	REALIZÁCIA PROJEKTU PROSTREDNÍCTVOM GARANTOVANEJ ENERGETICKEJ SLUŽBY	43
11	OPATRENIA MERANIA, RIADENIA A REGULÁCIE SPOTREBY TEPLA.....	48
12	ZÁVER	50
13	SÚHRNÝ INFORMAČNÝ LIST	51
14	SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM.....	52
15	OSVEDČENIE O ODBORNEJ SPOSOBILOSTI	53
16	FOTODOKUMENTÁCIA.....	54

1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

Objednávateľ energetického auditu

Názov spoločnosti:	Obec Oščadnica
Sídlo:	Nám. M. Bernáta 745, Oščadnica 023 01
Štatutárny orgán:	Ing. Marián Plevko, Starosta
IČO:	00314170
DIČ:	2020421513
Kontaktná osoba	Ing. Marián Plevko, Starosta
Telefón:	+421 41 707 94 60
e-mail	marian.plevko@oscadnica.sk

Predmet energetického auditu

Budova:	ZŠ Oščadnica Nižný Koniec
Adresa sídla:	Oščadnica 1374, 023 01 Oščadnica
Kontaktná osoba:	Ing. Marián Plevko, Starosta
Telefón:	+421 41 707 94 60
IČO:	00314170
DIČ:	2020421513

Spracovateľ energetického auditu

Názov spoločnosti:	TERA green s.r.o.
Sídlo:	Orechová 1701/23, Bardejov 085 01
Kancelária / poštová adresa:	Štefánikova 81, Bardejov 085 01
IČO:	46879544
DIČ:	202 369 5608
IČ DPH:	SK 202 369 5608
V zastúpení:	Ing. Pavol Fedorčák, PhD.
Telefón:	+421 949 803 607
E-mail:	fedorcak@enau.sk
Údaje z obchodného registra:	Spoločnosť zapísaná v Obchodnom registri Okresného súdu Prešov, oddiel: S.r.o., vložka č. 27378/P
Energetický audítor:	Ing. Pavol Fedorčák, PhD. - registračné číslo 321/2014-0050. Zapísaný v zozname Energetických audítorov podľa § 12 ods. 9. zákona č. 321/2014 Z.z.
Spolupracovali:	Ing. Andrea Štefanková, Ing. Norbert Horváth

2 PREDMET ENERGETICKÉHO AUDITU

2.1 Účel spracovania energetického auditu

Hlavným účelom energetického auditu je poskytnúť komplexné informácie o budove a jej energetických systémoch s dôrazom na návrh nízkouhlíkových opatrení a využitia energetických služieb s garantovanou úsporou energie.

Cieľom tejto správy z energetického auditu je aj odborná podpora pri monitorovaní a riadení spotreby energie vo verejných budovách a to zvyšovaním informovanosti hlavne zamestnancov verejného sektora, ktorí sa zaoberajú nízkouhlíkovými opatreniami a vyhodnocovaním spotreby energie. Z toho dôvodu je správa z energetického auditu prehľadne štrukturovaná vrátane farebne zvýraznených textových pasáží, ktorých účelom je vysvetliť predmetnú problematiku, prípadne popísať spôsob výpočtu. Číselné hodnoty sú vždy zobrazované tabuľkovou formou a navrhované nízkouhlíkové opatrenia sú z dôvodu prehľadnosti a porovnania zobrazené spolu s parametrami súčasného stavu budovy a jej systémov.

Energetický audit je spracovaný za účelom plánovanej realizácie stavby: „**Zníženie energetickej náročnosti ZŠ Oščadnica Nižný Koniec**“, pričom sa plánuje financovanie obnovy z Operačného programu **Kvalita životného prostredia** (OP KŽP), Špecifický cieľ: 4.3.1: **Zníženie spotreby energie pri prevádzke verejných budov**, aktivita A: **Zníženie energetickej náročnosti verejných budov**

Predmetom EA je zhodnotenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií, posúdenie spotreby energie súčasných technických systémov budov, návrh opatrení na významnú alebo hĺbkovú obnovu budov, opatrení na rekonštrukciu a modernizáciu technických systémov v budovách, stanovenie potenciálu úspor energie, ich ekonomické a environmentálne hodnotenie.

V rámci realizácie aktivít projektu bol vypracovaný energetický audit s navrhnutými opatreniami na zníženie spotreby energií splácaných z úspor. Realizáciou opatrení bude zabezpečené zvýšenie energetickej efektívnosti verejnej budovy, zníženie produkcie znečisťujúcich látok, čo bude mať vplyv na zlepšenie kvality životného prostredia. Realizovaním navrhnutých opatrení je plánovaná úspora energie 148,21 MWh/rok. Opatrenia a aktivity prijaté na podporu rovnosti mužov a žien: V rámci realizovaného projektu je dodržaný princíp rovnosti mužov a žien. Budovu ZŠ Oščadnica Nižný Koniec, pre ktorú je realizovaný energetický audit, môžu využívať všetci klienti bez rozdielu pohlavia. Opatrenia a aktivity prijaté na predchádzanie diskriminácie: V rámci realizovaného projektu je dodržaný princíp nediskriminácie. Budovu ZŠ Oščadnica Nižný Koniec, ktorá je predmetom projektu, môžu využívať všetci klienti bez rozdielu štátnej príslušnosti, náboženského vyznania, zdravotného stavu, atď. Konkrétne výsledky, ktoré boli dosiahnuté v oblasti podpory rovnosti mužov a žien a nediskriminácie: Projekt je v súlade s horizontálnymi princípmi rovnosť mužov a žien a nediskriminácia. Výstupy projektu budú prospešné pre všetkých bez rozdielu veku, pohlavia, štátnej príslušnosti, náboženského vyznania, alebo zdravotného stavu.

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

V rámci riešenia energetického auditu neboli identifikované potreby zadávateľa vrátane identifikácie neakceptovateľných opatrení.

2.2 Podklady pre spracovanie prípadovej štúdie energetického auditu

- Údaje o spotrebe a nákladoch na teplo v rokoch 2017, 2018, 2019
- Dostupná stavebná a výkresová dokumentácia
- Osobné konzultácie s prevádzkovateľom objektu
- Obhliadka objektu
- Fotodokumentácia

2.3 Použité vyhlášky a súvisiace normy

- Zákon č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len „zákon č. 321/2014 Z. z.“).
- Vyhláška 324/2016 Z. z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky z 2016, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.
- STN EN 73 0540 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov.
- STN EN ISO 13790: Tepelno-technické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie.
- STN EN ISO 13370: Tepelnotechnické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou.
- STN EN ISO 13789: Tepelnotechnické vlastnosti budov. Merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním.
- STN EN 128 31 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu.
- STN 73 0550 – Meranie spotreby energie na vykurovanie v prevádzkových podmienkach.
- STN EN ISO 13790/NA: Tepelno-technické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie. Národná príloha.

2.4 Umiestnenie posudzovanej budovy

Posudzovaná budova ZŠ sa nachádza v obci Oščadnica, v katastrálnom území Oščadnica, okres Čadca, Žilinský kraj.



Obrázok 1: Umiestnenie posudzovaného objektu

3 OPIS SÚČASTNÉHO STAVU

Využitie budovy.

Budova je využívaná ako budova školy a školských zariadení.

Budova nie je pamiatkovo chránená.

3.1 Súčasný stav budovy

Tepelná obálka

Budova je dvojpodlažná, prestrešená valbovou strechou. Konštrukčný systém je stenový murovaný z tehloblokov. Obvodová stena OP1 je murovaná z tehloblokov hr. 320 mm bez zateplenia.

Strop do nevykurovaného priestoru STR1 je zo železobetónových stropných panelov hr. 250 mm s cementovým poterom hr. 50 mm zateplený tepelnou izoláciou hr. 50 mm.

Podlaha na teréne P1 je železobetónový doska hr. 150 mm s cementovým poterom hr. 80 mm.

Výplne okenných otvorov sú plastové s izolačným dvojsklom so súčiniteľom prechodu tepla skla $U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ a so súčiniteľom prechodu tepla rámu $U_{gR} = 1,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ a výplne dverných otvorov sú plastové so súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ a $U_{wR} = 3,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Technické zariadenia budov

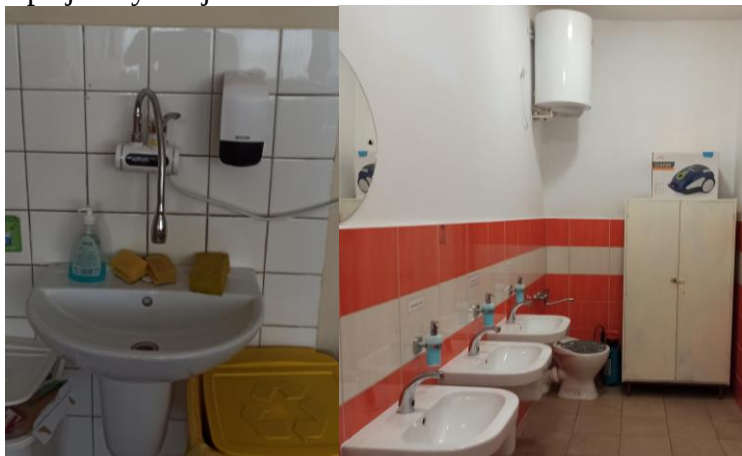
Vykurovanie

Po obhliadke budovy boli zistené nasledovné skutočnosti. V objekte ZŠ sa nachádza zdroj tepla, tvorený plynovou kotolňou, ktorý tvorí 2 x kondenzačný kotol Logano GE315(215,1 kW). Súčasťou je štvorcestná zmiešavacia armatúra so servopohonom. Regulácia teploty je ekvitermicky. Prevažná časť vykurovacích telies v budove je opatrená termostatickými ventilmi a termostatickými hlaviciami (je možné regulovať teplotu v jednotlivých miestnostiach podľa potreby), rozvody sú pôvodné oceľové.



Systém prípravy teplej vody

Príprava TV je riešená lokálne prostredníctvom: 1x Elektrický zásobník Ariston 80 (miesnosť 1.13), 1x prietokový ohrev. Stav systému prípravy teplej úžitkovej vody zodpovedá dobe prevádzkovania. Distribučná sieť od zásobníka je tvorená pravdepodobne z ocelových/ plastových rúr. Cirkulácia teplej vody nie je.



Systém osvetlenia

Elektroinštalácia a osvetlenie bolo vymenené v posledných rokoch. Elektroinštalácia je vymenená. Svietidlá sú LEDkové. Osvetlenie je ovládané spínačmi.



3.2 Energetické vstupy

Prehľad o energetických vstupoch a nákladoch na energie v predchádzajúcich kalendárnych rokoch je spracovaný na základe údajov o vyfakturovaných množstvách jednotlivých druhov energetických nosičov. Energetické vstupy sú podrobnejšie členené podľa účelu spotreby na:

- vykurovanie (UK),
- prípravu teplej vody (TV),
- vetranie (VET) - ak relevantné,
- osvetlenie (OSV),
- ostatné - zahŕňa inú spotrebu ako vyššie uvedené.

Spotreba energie uvedená v členení podľa účelu obsahuje aj pomernú časť prípadných strát z výroby a rozvodu energie, vzniknutých v objekte energetického auditu.

Uvedené náklady obsahujú len variabilnú zložku obstarávacej ceny energetických nosičov, t.j. obsahuje len zložky ceny súvisiace s množstvom dodanej energie. Takto oklieštená hodnota nákladu je uvádzaná z dôvodu objektívneho výpočtu ekonomickej návratnosti navrhovaných racionalizačných opatrení. Náklady na energie sú uvedené bez DPH.

V predmete energetického auditu dochádza len k energetickým vstupom a k spotrebe energie, energetické výstupy sa nerealizujú.

Objemy nakupovaných energonosičov boli za ostatné tri roky nasledovné:

3.3 Spotreba elektrickej energie:

Z obce boli dodané len ročné zúčtovacie faktúry (neboli dodané spotreby po mesiacoch).

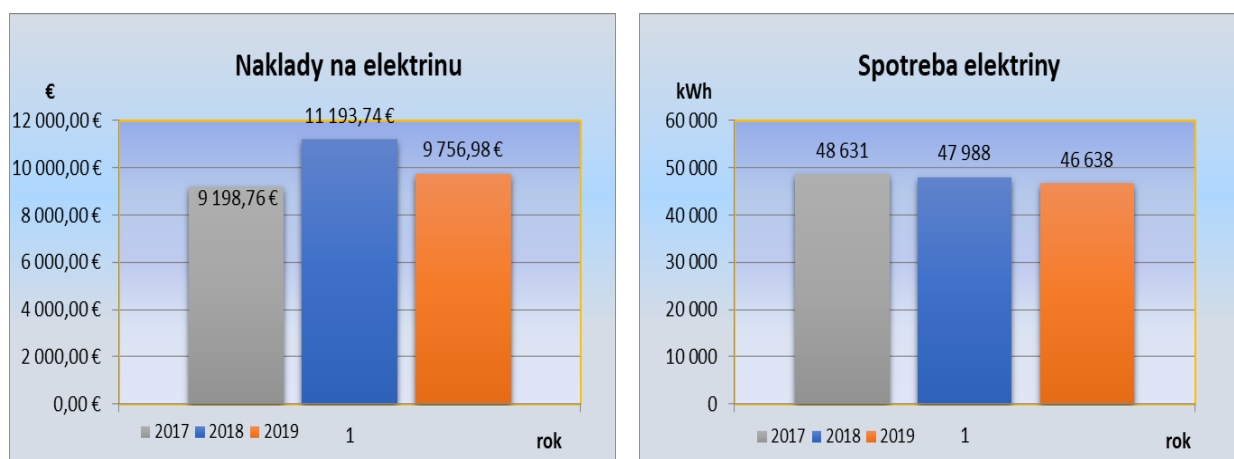
Budova je v súčasnosti napojená na elektrinu a zemný plyn. Cely areál ma jedno meranie. Spotreba bola prerozdelená výpočtovým odhadom podľa plôch jednotlivých budov a spotrebičov v daných budovách.

V predmete energetického auditu dochádza len k energetickým vstupom a k spotrebe energie, energetické výstupy sa nerealizujú.

Objemy nakupovaných energonosičov (dodané z obce) boli za ostatné tri roky (uvažovalo sa s rokmi 2019, 2020 a 2021) nasledovné:

<i>Rok</i>	<i>Spotreba (kWh)</i>	<i>Náklady spolu (€)</i>	<i>Priemerná cena (€/kWh)</i>
2017	48 631	9 198,76 €	0,1892
2018	47 988	11 193,74 €	0,2333
2019	46 638	9 756,98 €	0,2092
Priemer	47 752	10 050	0,2105

Priemerná spotreba elektrickej energie dosiahla v ostatných troch rokoch hodnotu **47,752 MWh/rok**, čo pri priemernej cene **0,2105 €/kWh** predstavuje ročné náklady na elektrinu na úrovni **10 050,- €**. Vývoj spotreby a nákladov za elektrinu za ostatné tri roky je znázornený v nasledujúcich grafoch.



Grafy spotreby elektriny a nákladov za elektrinu v rokoch 2017 – 2019

3.4 Spotreba zemného plynu

Z obce boli dodané len ročné zúčtovacie faktúry (neboli dodané spotreby po mesiacoch).

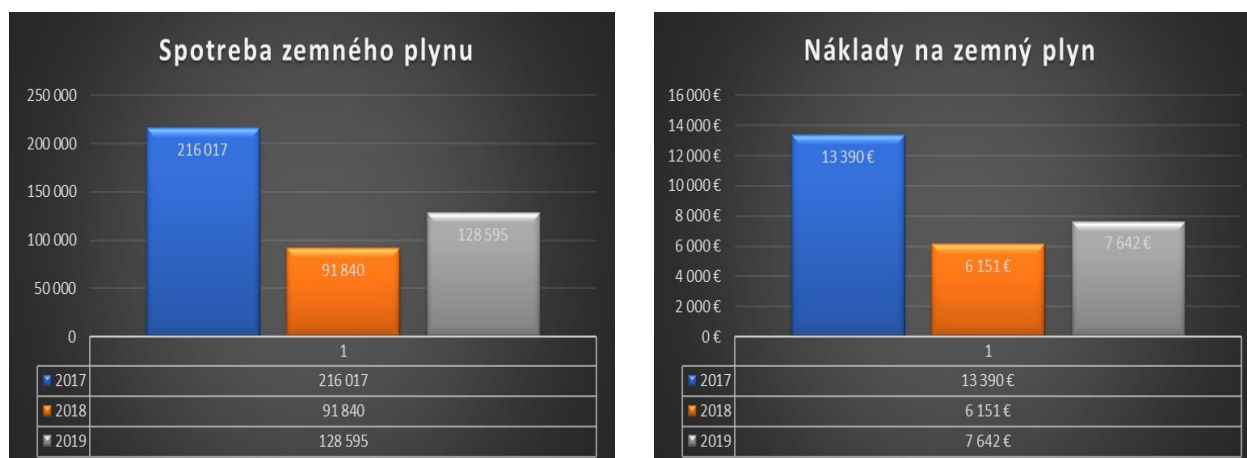
Teplota je v budove vyrábaná zo zemného plynu. Celý areál má jedno meranie. Spotreba bola prerozdelená výpočtovým odhadom podľa plôch jednotlivých budov. Prehľad spotreby zemného plynu na vykurovanie vrátane čiastkových nákladov je uvedený v nasledujúcich tabuľkách.

rok	Spotreba (kWh)	Náklady spolu (€)	Priemerná cena (€/kWh)
2017	216 017	13 390 €	0,0620
2018	91 840	6 151 €	0,0670
2019	128 595	7 642 €	0,0594
Priemer	145 484	9 061 €	0,0628

Tabuľka 1: Prehľad spotreby a nákladov na zemný plyn v rokoch 2019 – 2021

Priemerná spotreba tepla vo výkonových jednotkách za posledné tri roky je na úrovni **145,484 MWh/rok** za cenu **0,0628 €/kWh**.

V energetickej náročnosti výroby sú zahrnuté všetky technologické procesy vrátane prípravných a prídavných procesov.



Obrázok 2: Prehľad spotreby a nákladov na zemný plyn v rokoch 2019 – 2021

Celková štruktúra odberu energetických nosičov podľa predložených faktúr je z hľadiska spotreby výrazne prevažovaná spotrebou tepla – na úrovni 75 %, avšak z hľadiska platieb za energiu už náklady na elektrinu predstavujú 53% z celkových nákladov na energiu.

Súhrnná tabuľka energetických vstupov:

Vstupy palív a energie	Jednotka	Množstvo	Výhrevnosť MWh/jedn.	Obsah energie [MWh]	Ročné náklady [euro]
Nákup elektrickej energie	MWh	47,75		47,75	10 049,83
Nákup tepla	MWh				
Zemný plyn	MWh	145,48		145,48	9 061,31
Hnedé uhlie	t				
Čierne uhlie	t				

Koks	t				
Iné pevné fosílné palivá	t				
Ťažký vykurovací olej	t				
Biomasa	t				
Ľahký vykurovací olej	t				
Nafta	t				
Iné energeticky využiteľné plyny	tis. m ³				
Druhotná energia	GJ				
Obnoviteľné zdroje energie	MWh				
Iné palivá	t				
Celkom vstupy palív a energie				193,24	19 111,14
Zmena stavu zásob palív					
Celkom vstupy palív a energie				193,24	19 111,14



Obrázok 3: Grafické znázornenie rozloženia spotreby a platieb za energiu

4 TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE BUDOVY

Pre tepelnotechnické posúdenie budovy bola použitá projektová dokumentácia uvedená v úvode správy. Potrebné detaily boli doplnené pri obhliadke objektov a konzultáciami s investorom. V nasledovnom je uvedený podrobný výpočet tepelnotechnického posúdenia aktuálneho stavu budovy s popisom stavebných konštrukcií, otvorových výplní a pod. Pri čiastkových výpočtoch je uvedené, či daná položka vyhovuje aktuálne platným predpisom a kritériám energetickej hospodárnosti budov.

Na výpočet potreby tepla na vykurovanie Budovy škôl a školských zariadení bola použitá mesačná metóda, uvažuje sa s prerušovaným vykurovaním s počtom vykurovacích dní 212, normalizovaným počtom dennostupňov $D = 3083 \text{ K} \cdot \text{deň}$, porovnávacím rozdielom teploty vnútorného vzduchu $18,4^\circ\text{C}$ a priemernej teploty vonkajšieho vzduchu v zimnom období $3,86^\circ\text{C}$.

Podľa výzvy na predkladanie žiadosti : 4.3.1 Zníženie spotreby energie pri prevádzke verejných budov – jednotlivé budovy musia byť nízkoenergetické, ultranízkoenergetické a takmer s nulovou spotrebou energie. Výzva sa odvoláva na zákon 555/2004 a vyhlášku MDVRR 324/2016 Z.z, ktorá je nadradená nad STN 13 790. Vo vyhláške sú dané jednotlivé

energetické triedy pre jednotlivé miesta spotreby pre normalizované hodnotenie, preto sa pri výpočte potreby tepla na vykurovanie brali normalizované hodnoty podľa vyhlášky 324/2016. Následne normalizovaný výpočet súčasného stavu a normalizovaný výpočet návrhových opatrení bude premietnutý do skutočných hodnôt dennostupňovej metódy danou užívaním stavby v ekonomickom a environmentálnom hodnotení.

4.1 Miestne a normalizované klimatické podmienky

MH - Miestne hodnoty - STN 13 790 NA

			Hodnoty
Vonkajšia výpočtová teplota	q_e	(°C)	-16
Veterná oblasť, rýchlosť vetra	v	(m/s)	do 2
Vnútna výpočtová teplota	q_i	(°C)	18,4
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia	q_{ae}	(°C)	1,73
Priemerný počet vykurovacích dní	d		246
Priemerný počet dennostupňov	D		4329

Vykurovací režim budovy v reálnej prevádzke nezodpovedá počtu dennostupňov podľa lokality. Vykurovanie v budove je prispôsobené prevádzke, v miestnostiach sa vykuruje vždy podľa potreby a obsadenia miestností. Vykurovacía teplota vnútorných priestorov zodpovedá účelu využitia budovy.

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.

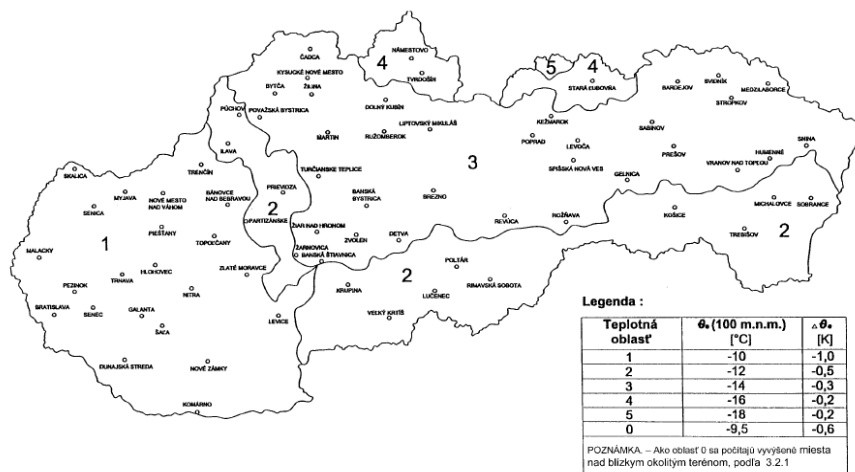
NH - Normalizované hodnoty

			Hodnoty
Vonkajšia výpočtová teplota	q_e	(°C)	-15
Veterná oblasť, rýchlosť vetra	v	(m/s)	-
Upravená vnútna výpočtová teplota	q_i	(°C)	18,4
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia	q_{ae}	(°C)	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní	d		212
Priemerný počet dennostupňov	D		3083

Výpočtové podmienky pre zimné obdobie:

Podľa bodu 5.1. a tabuľky 2 STN 73 0540 – 3:2012 vonkajšia výpočtová teplota vzduchu v zimnom období sa určí pre miesto budovy v závislosti od zemepisnej polohy podľa mapy teplotných oblastí a v závislosti na nadmorskej výške

$$\begin{aligned}
 &\text{Ošľadnica 563 m.n.m, v 3.T.O,} \\
 &(1x(-14)) + (4,63x(-0,3)) = -14 + (-1,389) = -15,389^\circ\text{C} \\
 &\theta_e = -16^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



Výpočtová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu sa určuje pre teplotu vonkajšieho vzduchu

$$\varphi_e = 84 \%$$

Výpočtová teplota vnútorného vzduchu pre budovy škôl (prerušované vykurovanie) v bode 8.2. z tabuľky 14 STN 73 05 40 – 2

$$\theta_i = 18,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu v bode 4.1. z tabuľky 1 STN 73 05 40 – 3

$$\varphi_i = 50 \%$$

4.2 Technické parametre budovy

Celková zastavaná plocha [m ²]	A	696,68
Obostavaný vykurovaný objem [m ³]	V _b	5085,74
Merná plocha [m ²]	A _b	1393,35
Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²]	$\sum A_i$	2365,13
Faktor tvaru budovy [1/m]	$\sum A_i/V_b$	0,465
Počet podlaží		2
Priemerná konštrukčná výška podlažia [m]	h _{k,pr}	3,65

4.3 Geometrická schéma budovy

SITUÁCIA



15

Podľa článku 4.1 STN 73 0540:2012 steny, stropy, strechy a podlahy vykurovaných alebo klimatizovaných bytových a nebytových budov v priestoroch s relatívnou vlhkosťou $\varphi_i \leq 80\%$ musia mať taký súčiniteľ prechodu tepla konštrukciou U alebo tepelný odpor konštrukcie R , aby bola splnená požiadavka

$$U \leq U_N$$

$$U = \frac{R \geq R_N}{R_{si} + R + R_{se}}$$

Podľa článku 4.3 STN 73 0540:2012 steny, stropy, strechy a podlahy vykurovaných alebo klimatizovaných bytových a nebytových budov v priestoroch s relatívnou vlhkosťou $\varphi_i \leq 80\%$ musia mať na každom mieste vnútorného povrchu teplotu θ_{si} , vyjadrenú v °C, ktorá je bezpečne nad teplotou rosného bodu a vylučuje riziko vzniku plesní. Vnútorná povrchová teplota sa vypočíta podľa vzťahu:

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si}$$

Podľa STN 73 0540-3 pri teplote vnútorného vzduchu $\theta_{ai} = 20$ °C a relatívnej vlhkosti vnútorného vzduchu $\varphi_i = 50\%$ je kritická povrchová teplota na vznik plesní $\theta_{si,80} = 12,6$ °C.

Bezpečnostná prirážka zohľadňujúca spôsob vykurovania miestnosti a spôsob užívania.

Miestnosti s prerušovaným vykurovaním s poklesom teploty vnútorného vzduchu do 5K a so súčiniteľom prestupu tepla na vnútornom povrchu konštrukcie stien a stropov $\Delta\theta_{si} = 0,5$ °C a podláh $\Delta\theta_{si} = 1,0$ °C.

OP1 - Obvodová stena 320 mm

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m2)		C_m
1	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	604,65	343804445
2	Tehlobloky	0,320	0,800	9,0	900	1700	489600			
3	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500			
Výpočtové okrajové podmienky					HODNOTENIE					
Vonkajšia výpočtová teplota		Θ_e [°C]	-16							
Priemerná teplota v interiéri		Θ_i [°C]	20							
Vlhkosť exteriéru		Ψ_e [%]	84							
Vlhkosť interiériu		Ψ_i [%]	50							
Odpor konštrukcie		R [m ² .K/W]	0,45							
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie		R_{se} [m ² .K/W]	0,04							
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie		R_{si} [m ² .K/W]	0,13							
Tepelný faktor na vnútornom povrchu		f_{Rsi}	0,790							
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní		$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62							
Bezpečnostná prirážka		$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,2							
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla			U [W/m ² .K]	1,61	$U \leq U_N$					
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla			U_N [W/m ² .K]	0,22	nevyhovuje					
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie			R [m ² .K/W]	0,62	$R \geq R_N$					
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie			R_N [m ² .K/W]	4,40	nevyhovuje					

VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	12,46	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	nevyhovuje

STR1 - Strop do nevykurovaného priestoru

Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nahor, do nevykurovaného priestoru

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m²)	C _m
1	Vápennocementová omietka	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	696,68
2	Železobetónový stropný panel	0,250	1,740	32,0	1020	2500	637500		
3	Tepelná izolácia	0,050	0,070	1,0	880	60	2640		
4	Cementový poter	0,050	1,160	19,0	840	2000	84000		

Výpočtové okrajové podmienky			HODNOTENIE
Vonkajšia výpočtová teplota	Θ_e [°C]	-16	
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [°C]	20	
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	84	
Vlhkosť interiéru	Ψ_i [%]	50	
Odpor konštrukcie	R [m².K/W]	0,93	
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie	R_{se} [m².K/W]	0,04	
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie	R_{si} [m².K/W]	0,10	
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,906	
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62	
Bezpečnostná prírážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,2	
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U [W/m².K]	0,94	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m².K]	0,20	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m².K/W]	1,07	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m².K/W]	4,90	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	16,62	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	vyhovuje

P1 - Podlaha na teréne

Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nadol, do zeminy

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m²)	C _m
1	PVC	0,002	0,950	200,0	840	1600	2688	BŠ	696,68
2	Cementový poter	0,080	1,160	19,0	840	2000	134400		
3	Hydroizolácia	0,007	0,210	14480,0	1470	1125	11576		
4	Železobetónová doska	0,150	1,740	32,0	1020	2500	382500		
	Zemina		2,000	2,0					
Výpočtové okrajové podmienky									
Vonkajšia výpočtová teplota		Θ_e [°C]	5						
Priemerná teplota v interiéri		Θ_i [°C]	20						

Vlhkosť exteriéru	$\Psi_e[\%]$	99	
Vlhkosť interiéru	$\Psi_i[\%]$	50	
Odpor podlahovej konštrukcie	$R_f[m^2.K/W]$	0,10	
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie	$R_{se}[m^2.K/W]$	0	
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie	$R_{si}[m^2.K/W]$	0,17	
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,927	
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80} [^{\circ}C]$	12,62	
Bezpečnostná prírážka	$\Delta\Theta_{si} [^{\circ}C]$	0,5	
Podlahová plocha	A (m ²)	696,68	
Exponovaný obvod podlahy	P (m)	133,12	
Hrúbka steny	w (m)	0,37	
Charakteristický rozmer podlahy	B'(m)	10,47	
Ekvivalentná hrúbka podlahy	dt(m)	0,92	
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch	U_o [W/m ² .K]	0,43	
Odpor zvislej okrajovej izolácie	$R_d[m^2.K/W]$	0,00	
Prídavná efektívna hrúbka izolácie	d'(m)	0,00	
Hĺbka izolácie pod terénom	D(m)	0,00	
Korekčný stratový súčiniteľ	$\Delta\Psi$	0,00	
Ustálená tepelná vodivosť	Ls	0,00	
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch	U [W/m ² .K]	0,43	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m ² .K]	0,40	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	2,34	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	2,50	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si} [^{\circ}C]$	18,91	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N} [^{\circ}C]$	13,12	vyhovuje

HODNOTENIE

Porovnanie netransparentných stavených konštrukcií súčasný stav:

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 1998,0 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,43 W.m⁻².K⁻¹ do 1,61 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 1794,5 W/K, čo predstavuje 68,8 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Stavebná konštrukcia	Plocha	U	U _N	Hodnotenie
	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Zvislé steny nad terénom				
OP1 - Obvodová stena 320 mm	604,65	1,61	0,22	Nevyhovuje
Strešné konštrukcie				
STR1 - Strop do nevykurovaného priestoru	696,68	0,94	0,15	Nevyhovuje

Podlaha				
P1 - Podlaha na teréne	696,68	0,43	0,40	Nevyhovuje

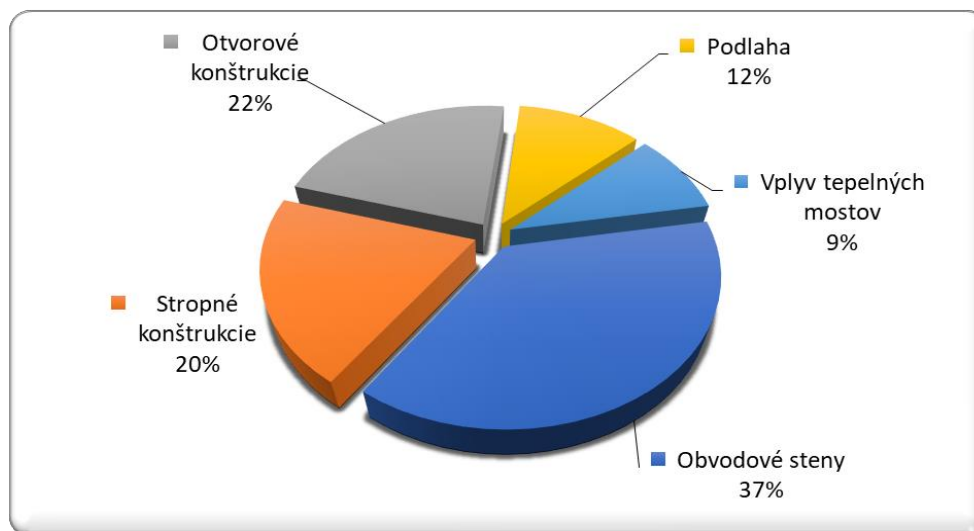
4.5 Skladba a prehľad transparentných konštrukcií

Porovnanie transparentných stavených konštrukcií súčasný stav:

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 367,1 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 1,33 W.m⁻².K⁻¹ do 3,5 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 577,5 W.K⁻¹, čo predstavuje 22,1 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Otvorová konštrukcia	Počet			Plocha	U	Merná tep. strata	U _{W,N}	Hodnotenie
	n	a	b	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Plastové okno	47	2,68	2,40	302,30	1,38	416,73	1	Nevyhovuje
Plastové okno	3	2,68	1,12	9,00	1,38	12,40	1	Nevyhovuje
Plastové okno	2	2,40	1,03	4,94	1,35	6,69	1	Nevyhovuje
Plastové okno	4	2,40	1,30	12,48	1,33	16,60	1	Nevyhovuje
Vstupné plastové dvere	1	0,90	2,10	1,89	1,40	2,65	1	Nevyhovuje
Vstupné plastové dvere	1	1,20	2,10	2,52	1,40	3,53	1	Nevyhovuje
Vstupné plechové dvere	4	2,68	3,17	33,98	3,50	118,94	1	Nevyhovuje

Podiel jednotlivých konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate prechodom je uvedený v nasledujúcom grafe.



Položka	Plocha	H	Podiel
	(m ²)	(W/K)	(%)
Obvodové steny	604,7	974,4	37,4
Stropné konštrukcie	696,7	522,7	20,0
Otvorové konštrukcie	367,1	577,5	22,1
Podlaha	696,7	297,3	11,4
Vplyv tepelných mostov	-	236,5	9,1

Suma	2365,1	2608,5	100
Pevné konštr.	1998,0	1794,5	68,8

V nasledujúcej tabuľke je uvedený priemerný súčiniteľ prechodu tepla obvodovými konštrukciami :

Faktor tvaru budovy	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla	Normalizovaná hodnota	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	U_{Priem}	$U_{W,N}$	
	($W.m^{-2}.K^{-1}$)	($W.m^{-2}.K^{-1}$)	
0,465	1,103	0,34	Nevyhovuje

5 ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – SÚČASNÝ STAV

5.1 Merná potreba tepla na vykurovanie – Súčasný stav

Potreba tepla na vykurovanie je určená výpočtom na základe tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií a budovy. Nezahŕňa vlastnosti zdroja tepla a vykurovacej sústavy.

Na výpočet energetickej hospodárnosti budovy v zmysle vyhlášky č.324/2016 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov, sa použije projektové hodnotenie určenia potreby energie v budove vyrátaním s použitím návrhových vstupných údajov o vonkajšom a vnútornom prostredí budovy a stavebných konštrukcií.

Vo výpočte energetickej hospodárnosti budovy sa uvažuje objekt ako budova škôl a školských zariadení.

Na výpočet potreby tepla na vykurovanie Budovy škôl a školských zariadení bola použitá mesačná metóda, uvažuje sa s prerušovaným vykurovaním s počtom vykurovacích dní 212, normalizovaným počtom dennostupňov $D = 3083$ K.deň, porovnávacím rozdielom teploty vnútorného vzduchu $18,4^{\circ}C$ a priemernej teploty vonkajšieho vzduchu v zimnom období $3,86^{\circ}C$.

EXISTUJÚCI STAV		
Merná potreba tepla na vykurovanie	splnenie požiadavky	Normalizovaná merná potreba tepla na vykurovanie
$Q_{h,nd}$	$\leq$	$Q_{h,nd,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
240,47	$>$	44,36
	nevyhovuje	
Energetická hospodárnosť budovy	splnenie požiadavky	Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy
Q_{EP}	$\leq$	$Q_{EP,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
131,1	$>$	27,6

nevyhovuje

Merná potreba tepla na vykurovanie budovy **nie je** nižšia ako normalizovaná hodnota mernej potreby tepla v zmysle STN 73 0540 - 2.

Energetické kritérium maximálnej potreby tepla na vykurovanie budovy **nie je** splnené pre obidve, budova **nesplňa** kritérium energetickej hospodárnosti budovy v zmysle STN 73 0540 -2, STN EN ISO 1370 a zákona č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené jednotlivé výsledky výpočtov :

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov	(W/K)	ΔH_{TM}	236,51
Merná tepelná strata prechodom	(W/K)	$H_T = H_u + \Delta H_{TM}$	3 367,37
Minimálna intenzita výmeny vzduchu	(l/h)	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie	(l/h)	n_{inf}	0,57
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému	(m ³ /h)	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu	(m ³ /h)	V_v	5 085,74
Merná tepelná strata vetraním	(W/K)	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	758,86
Merná tepelná strata	(W/K)	$H = H_T + H_v$	4 126,23
Vnútorný tepelný zisk	(kWh)	Q_i	42 536,30
Pasívny solárny zisk	(kWh)	Q_s	23 981,93
Celkový tepelný zisk budovy	(kWh)	$Q_g = Q_i + Q_s$	66 518,23
Faktor využitia tepelných ziskov		η	1,00
Merná tepelná strata prechodom a vetraním	(kWh)	Q_v	249 101,66
Potreba tepla na vykurovanie	(kWh)	Q_h	182 670,77
Merná potreba tepla na vykurovanie	(kWh)/m ²	Q_h	131,10

5.2 Výpočet dodanej energie podľa miesta spotreby – súčasný stav

5.2.1 Potreba energie na vykurovanie – súčasný stav

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED NA VYKUROVANIE - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZARIADENÍ							
Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 28	29 - 56	57-84	85-112	113-140	141-168	> 168

Potreba energie na vykurovanie	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na vykurovanie
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)	$>$	kWh/(m ² .a)
143,49	F	56

5.2.2 Potreba energie na prípravu teplej vody – súčasný stav

ŠKÁLA ENER. TRIED NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZARIADENÍ							
Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	> 36

Potreba energie na prípravu teplej vody	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na ohrev TV
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
10,36	<	12
	B	

5.2.3 Potreba energie na osvetlenie – súčasný stav

ŠKÁLA ENER. TRIED NA OSVETLENIE - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZAR.							
Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 9	10-18	19-23	24-27	28-34	35-41	> 41

Potreba energie na osvetlenie	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na osvetlenie
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
7,57	<	18
	A	

5.2.4 Celková potreba energie – súčasný stav

ŠKÁLA ENER. TRIED CELKOVÁ POTREBA ENERGIE - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZAR.							
Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 43	44-86	87-125	126-163	164-204	205-245	> 245

Celková potreba energie	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka celkovej potreby energie
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
161,42	>	86
	D	

5.2.5 Primárna energia – súčasný stav

ŠKÁLA ENERGETICkej TRIEDY PRIMÁRNA ENERGIA - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZAR.								
Energetická trieda	A0	A1	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 34	35-68	69-136	137-204	205-272	273-340	341-408	> 408

Primárna energia	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka primárnej energie
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
199,2	>	34,0
	C	

5.3 Zhodnotenie súčasného stavu a identifikácia nedostatkov

5.3.1 Tepelná ochrana

- obvodový plášť murovaný z tehloblokov bez riešenia eliminácie tepelných mostov. Stavebné konštrukcie nevyhovujú súčasným požiadavkám normy STN 73 0540
- strešné konštrukcie budov nedostatočne zateplené. Stavebné konštrukcie nevyhovujú súčasným požiadavkám normy STN 73 0540
- okná nespĺňajú požiadavky normy STN 73 0540
- podlahy na teréne nie sú tepelne izolované.

5.3.2 Vykurovanie a príprava teplej vody

Vykurovanie

- rozvody vykurovacej vody v budove – pôvodné oceľové
- odovzdávanie tepla do vykurovaných priestorov je pomocou článkových/doskových radiátorov, na väčšine vykurovacích telesách sú osadené termostatické ventily
- vykurovací systém je hydraulicky vyregulovaný

Príprava teplej vody

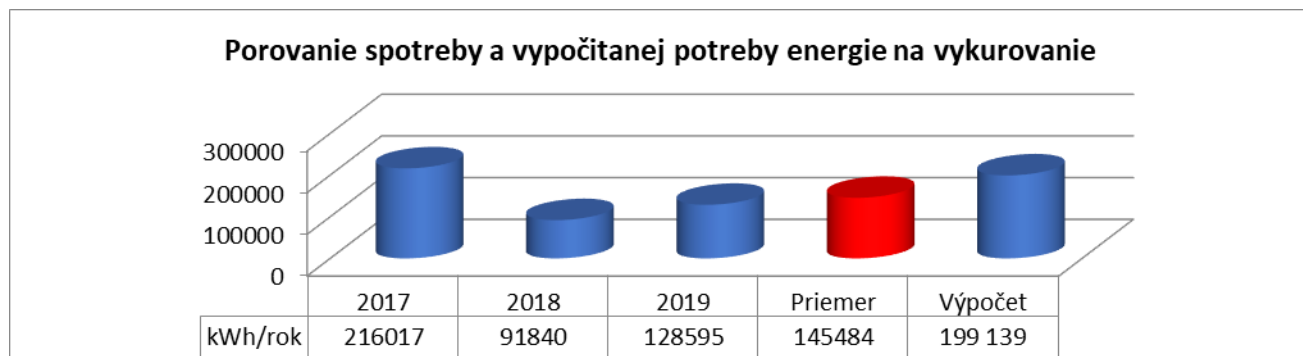
- rozvody teplej vody v budove z oceľových/plastových rúr
- zásobník – bez výrazného nedostatku

5.3.3 Osvetlenie

- na osvetlenie priestorov sú väčšinou využívané žiarivky, resp. žiarovky - vyšší pasívny príkon v porovnaní s modernými typmi svietidiel (LED)
- absencia regulácie osvetlenia
- absencia merania spotreby elektrickej energie na osvetlenie

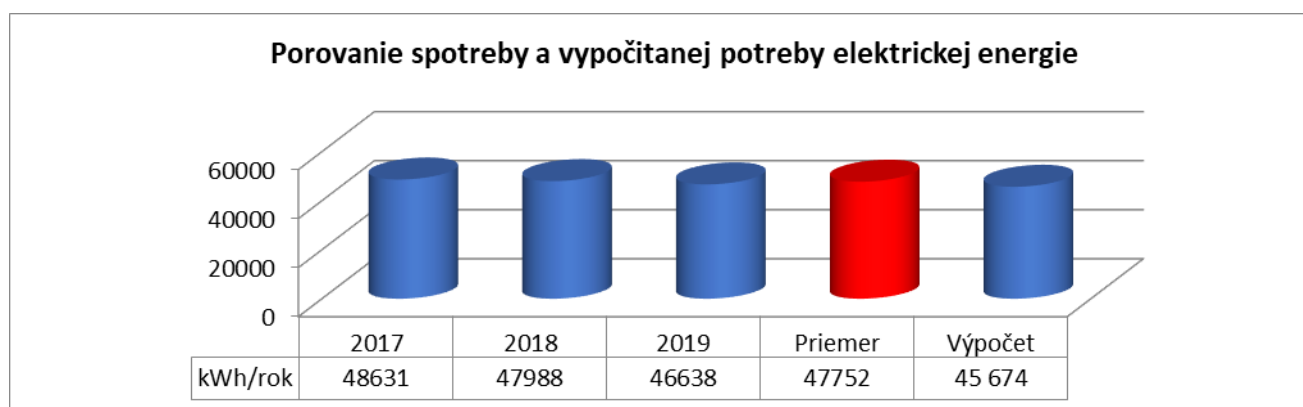
5.4 Stanovenie východiskového stavu pre výpočet úspor

Porovnanie spotreby energie na vykurovanie [kWh/rok] v jednotlivých rokoch prepočítané na dlhodobý priemer s výpočtovou hodnotou potreby energie na vykurovanie.



Vo vyššie uvedenom grafe vidno rozdiel skutočnej spotreby a vypočítanej potreby energie. Vykurovací režim budovy v reálnej prevádzke nezodpovedá počtu dennostupňov podľa lokality. Vykurovanie v budove je prispôbené prevádzke, v miestnostiach sa vykuruje vždy podľa potreby a obsadenia miestnosti. Vykurovacia teplota vnútorných priestorov zodpovedá účelu využitia budovy.

Porovnanie spotreby elektrickej energie [kWh/rok] v jednotlivých rokoch prepočítané na dlhodobý priemer s výpočtovou hodnotou potreby elektrickej energie.



Vo vyššie uvedenom grafe vidno rozdiel skutočnej spotreby a vypočítanej potreby elektrickej energie. Spotreba elektrickej energie v reálnej prevádzke nezodpovedá vypočítanej potrebe. Spotreba elektrickej energie v budove je prispôbené prevádzke, v miestnostiach sa využíva vždy podľa potreby a obsadenia miestnosti.

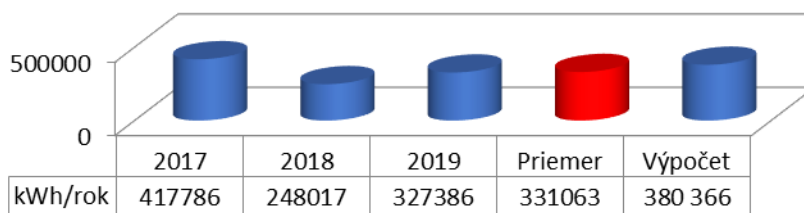
5.4.1 Porovnanie aktuálnej spotreby energie a normalizovanej potreby energie budovy

Priemer za posledné tri roky : 193 236

Normalizovaný výpočet starý stav : 244 813

Percentuálny podiel : $193\,236 / 244\,813 \cdot 100 = 78,9$ percenta

Porovnanie aktuálnej spotreby energie a normalizovanej potreby energie budovy



6 ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOŠŤ BUDOVY – NAVRHOVANÉ ÚPRAVY

Pre dosiahnutie úspor energií v hodnotenej budove sa spracovatelia energetického auditu zamerali na úsporné opatrenia v oblasti:

1. zníženie energetickej náročnosti budov opatreniami stavebného charakteru
2. nútené vetranie so spätným získavaním tepla
3. meranie, riadenie a regulácia spotreby energie na vykurovanie
4. ohrev TV
5. rekonštrukcia interiérového osvetlenia
6. Inštalácia fotovoltaiických panelov

Opatrenia na zníženie spotreby energií a zefektívnenie prevádzky sú navrhované tak, aby boli zohľadnené požiadavky platných legislatívnych predpisov a noriem s ohľadom realizovateľnosť a na ekonomickú návratnosť.

Návrh riešení na úsporu energií je tvorený tak, aby boli dosiahnuté požiadavky technickej normy STN 73 0540-2 pre normalizovanú hodnotu.

Pri návrhu riešení na dosiahnutie úspor energií sa vychádza z týchto požiadaviek a predpokladov:

- dosiahnutie požiadaviek technickej normy STN 73 0540-2 pre normalizovanú hodnotu pre po 31. decembri 2020 (tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií)
- dosiahnutie minimálnej hodnoty horná hranica energetickej triedy A0 pre **primárna energiu A0 (budova s takmer nulovou spotrebou energie)**
- iné opatrenia súvisiace s úsporami energií
- zohľadnenie „Operačného programu **Kvalita životného prostredia (OP KŽP)**, Špecifický cieľ: 4.3.1: **Zníženie spotreby energie pri prevádzke verejných budov**, aktivita A: **Zníženie energetickej náročnosti verejných budov**

- dosahované úspory energie pre jednotlivé navrhované opatrenia sú vyčísľované zo skutočnej spotreby energií, t.j. priemernej spotreby energií za posledné 3 roky prepočítanej na dlhodobý priemer

6.1 Zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií

- zateplením obvodového plášťa tepelnou izoláciou z minerálnej vlny
- zateplenie stropu do nevykurovaného priestoru
- zateplenie základov obvodových stien pod terénom do hĺbky 1,10 metra
- výmena výplní otvorových konštrukcií

Obvodové steny OP1 sa zateplia tepelnou izoláciou z minerálnej vlny hr. 200 mm.

V strope do nevykurovaného priestoru STR1 sa odstráni cementový poter a pôvodná tepelná izolácia a následne sa zateplí tepelnou izoláciou hr. 300 mm.

Podlaha na teréne ostáva pôvodná, zateplí sa základ obvodových stien pod terén do hĺbky 1,0 meter tepelnou izoláciou XPS Styrodur 2800 C hr. 160 mm.

Výplne okenných a dverných otvorov sa vymenia za plastové s izolačným trojsklom so súčiniteľom prechodu tepla rámu $U_f = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ a skla $U_g = 0,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

6.1.1 Technické parametre po zhotovení návrhových opatrení

Celková zastavaná plocha [m ²]	A	723,46
Obostavaný vykurovaný objem [m ³]	V _b	5498,30
Merná plocha [m ²]	A _b	1446,92
Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²]	$\sum A_i$	2470,79
Faktor tvaru budovy [1/m]	$\sum A_i/V_b$	0,449
Počet podlaží		2
Priemerná konštrukčná výška podlažia [m]	h _{k,pr}	3,80

6.1.2 Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií

OP1 - Obvodová stena 320 mm

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m ²)		C _m
1	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	656,75	398894871
2	Tehlobloky	0,320	0,800	9,0	900	1700	489600			
3	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500			
4	Lepiaca malta	0,005	0,840	50,0	920	1400	6440			
5	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,200	0,035	3,0	830	120	19920			
6	Lepiaca armovacia vrstva	0,005	0,840	50,0	920	1800	8280			
7	Silikátová omietka	0,003	0,740	37,0	920	1500	4140			
Výpočtové okrajové podmienky										

Vonkajšia výpočtová teplota	Θ_e [°C]	-16	
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [°C]	20	
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	84	
Vlhkosť interiéru	Ψ_i [%]	50	
Odpor konštrukcie	R [m².K/W]	6,18	
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie	R_{se} [m².K/W]	0,04	
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie	R_{si} [m².K/W]	0,13	
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,980	
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62	
Bezpečnostná prírážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,2	HODNOTENIE
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U [W/m².K]	0,16	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m².K]	0,22	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m².K/W]	6,35	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m².K/W]	4,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,26	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	vyhovuje

STR1 - Strop do nevykurovaného priestoru

Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nahor, do nevykurovaného priestoru

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m²)	C_m
1	Vápennocementová omietka	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	723,46
2	Železobetónový stropný panel	0,250	1,740	32,0	1020	2500	637500		
3	Parozábrana - PE fólia	0,0001	0,350	144000,0	1470	1100	162		
4	Tepelná izolácia	0,300	0,039	1,0	940	17	4794		

Výpočtové okrajové podmienky

Vonkajšia výpočtová teplota	Θ_e [°C]	-16
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [°C]	20
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	84
Vlhkosť interiéru	Ψ_i [%]	50
Odpor konštrukcie	R [m².K/W]	7,86
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie	R_{se} [m².K/W]	0,04
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie	R_{si} [m².K/W]	0,10
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,988
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62

Bezpečnostná prírážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,2	HODNOTENIE
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U [W/m ² .K]	0,12	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m ² .K]	0,15	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	8,00	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	6,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,55	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	vyhovuje

P1 - Podlaha na teréne

Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo
nadol, do zemeiny

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μi	c (J/kg.K)	ρ (kg/m³)	χi	Plocha konštrukcie (m2)		Cm
1	PVC	0,002	0,950	200,0	840	1600	2688	BŠ	723,46	384276513
2	Cementový poter	0,080	1,160	19,0	840	2000	134400			
3	Hydroizolácia	0,007	0,210	14480,0	1470	1125	11576			
4	Železobetónová doska	0,150	1,740	32,0	1020	2500	382500			
Sokel	XPS Styrodur 2800 C	0,160	0,038	100,0						
	Zemina		2,000	2,0						
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota			Θe [°C]	5						
Priemerná teplota v interiéri			Θi [°C]	20						
Vlhkosť exteriéru			Ψe[%]	99						
Vlhkosť interiéru			Ψi[%]	50						
Odpor podlahovej konštrukcie			Rj[m².K/W]	0,10						
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie			Rse[m².K/W]	0						
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie			Rsi[m².K/W]	0,17						
Teplotný faktor na vnútornom povrchu			fRsi	0,950						
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní			Θsi,80 [°C]	12,62						
Bezpečnostná prírážka			ΔΘsi [°C]	0,5						
Podlahová plocha			A (m2)	723,46						
Exponovaný obvod podlahy			P (m)	134,72						
Hrúbka steny			w (m)	0,58						
Charakteristický rozmer podlahy			B'(m)	10,74						
Ekvivalentná hrúbka podlahy			dt(m)	1,13						
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch			Uo [W/m².K]	0,39						
Odpor zvislej okrajovej izolácie			Rd[m².K/W]	4,21						
Prídavná efektívna hrúbka izolácie			d'(m)	8,26						

Hĺbka izolácie pod terénom	D(m)	1,00	HODNOTENIE
Korekčný stratový súčiniteľ	$\Delta\Psi$	-0,53	
Ustálená tepelná vodivosť	Ls	1582,91	
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch	U [W/m².K]	0,30	U ≤ U_N
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m².K]	0,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m².K/W]	3,38	R ≥ R_N
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m².K/W]	2,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,25	Θ_{si} ≥ Θ_{si,N}
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Θ_{si,N} [°C]	13,12	vyhovuje

Porovnanie netransparentných stavebných konštrukcií navrhovaný stav:

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 2103,7 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,12 W.m⁻².K⁻¹ do 0,4 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 389,5 W/K, čo predstavuje 51,9 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Stavebná konštrukcia	Plocha	U	U _N	Hodnotenie
	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Zvislé steny nad terénom				
OP1 - Obvodová stena 320 mm	656,75	0,16	0,22	Vyhovuje
Strešné konštrukcie				
STR1 - Strop do nevykurovaného priestoru	723,46	0,12	0,15	Vyhovuje
Podlaha				
P1 - Podlaha na teréne	723.46	0.30	0.40	Vyhovuje

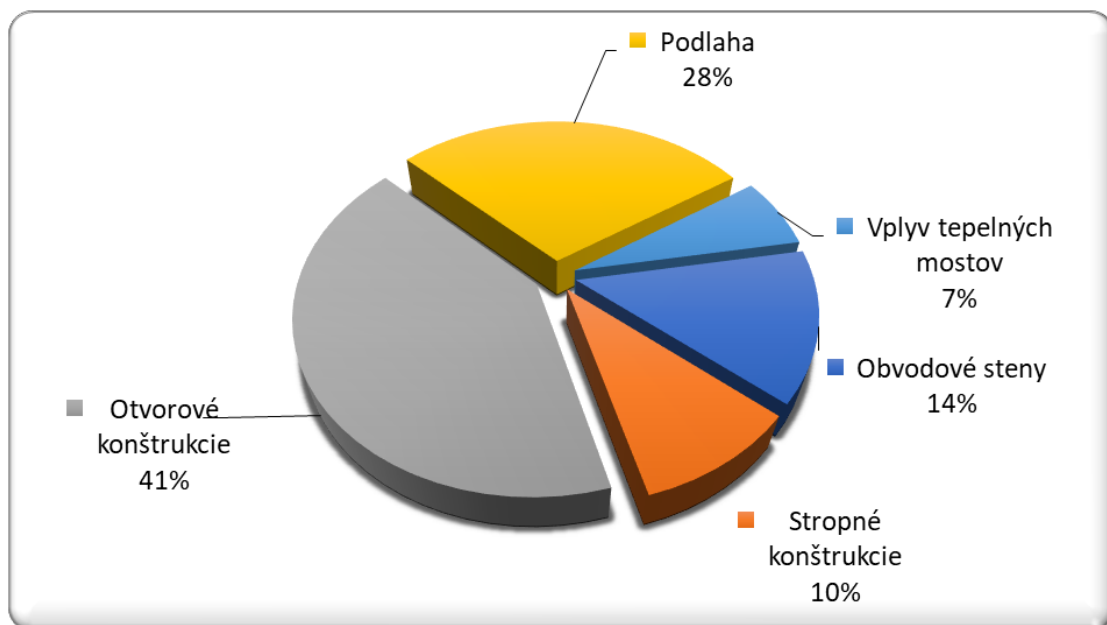
6.1.3 Skladba a prehľad transparentných konštrukcií

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 367,1 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,8 W.m⁻².K⁻¹ do 0,85 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 311,3 W.K⁻¹, čo predstavuje 41,5 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Otvorová konštrukcia	Počet			Plocha	U	Merná tep. strata	U _{W,N}	Hodnotenie
	n	a	b	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Plastové okno	47	2,68	2,40	302,30	0,85	256,96	1	Vyhovuje
Plastové okno	3	2,68	1,12	9,00	0,85	7,65	1	Vyhovuje
Plastové okno	2	2,40	1,03	4,94	0,83	4,10	1	Vyhovuje
Plastové okno	4	2,40	1,30	12,48	0,80	9,96	1	Vyhovuje
Vstupné plastové dvere	1	0,90	2,10	1,89	0,85	1,61	1	Vyhovuje
Vstupné plastové dvere	1	1,20	2,10	2,52	0,85	2,14	1	Vyhovuje

Vstupné plechové dvere	4	2,68	3,17	33,98	0,85	28,89	1	Vyhovuje
------------------------	---	------	------	-------	------	-------	---	----------

Podiel jednotlivých konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate prechodom po navrhovaných úpravách je uvedený v nasledujúcom grafe.



Položka	Plocha	H	Podiel
	(m ²)	(W/K)	(%)
Obvodové steny	656,7	103,4	13,8
Stropné konštrukcie	723,5	72,3	9,6
Otvorové konštrukcie	367,1	311,3	41,5
Podlaha	723,5	213,8	28,5
Vplyv tepelných mostov	-	49,4	6,6
Suma	2470,8	750,2	100
Pevné konštr.	2103,7	389,5	51,9

Faktor tvaru budovy	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla	Normalizovaná hodnota	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	U _{Priem}	U _{W,N}	
	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
0,449	0,304	0,34	Vyhovuje

Po návrhových opatreniach priemerný súčiniteľ prechodu tepla vyhovuje odporúčanej hodnote.

6.1.4 Merná potreba tepla na vykurovanie – navrhovaný stav

Na výpočet potreby tepla na vykurovanie Budovy škôl a školských zariadení bola použitá mesačná metóda, uvažuje sa s prerušovaným vykurovaním s počtom vykurovacích dní 212, normalizovaným počtom dennostupňov $D = 3083K.deň$, porovnávacím rozdielom teploty vnútorného vzduchu $18,4^{\circ}C$ a priemernej teploty vonkajšieho vzduchu v zimnom období $3,86^{\circ}C$.

NAVRHOVANÝ STAV		
Merná potreba tepla na vykurovanie	splnenie požiadavky	Normalizovaná merná potreba tepla na vykurovanie
$Q_{h,nd}$	$\leq$	$Q_{h,nd,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
38,0	$>$	30,35
	nevyhovuje	
Energetická hospodárnosť budovy	splnenie požiadavky	Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy
Q_{EP}	$\leq$	$Q_{EP,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
31,4	$>$	27,6
	nevyhovuje	

Merná potreba tepla na vykurovanie budovy **nie je** nižšia ako normalizovaná hodnota mernej potreby tepla v zmysle STN 73 0540 - 2.

Energetické kritérium maximálnej potreby tepla na vykurovanie budovy **nie je** splnené, budova **nesplňa** kritérium energetickej hospodárnosti budovy v zmysle STN 73 0540 –2, STN EN ISO 1370 a zákona č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Ďalšie zníženie straty prechodom tepla z ekonomického hľadiska by bolo neefektívne, preto je potrebné potrebu tepla na vykurovanie znížiť stratami vetraním a to inštaláciou rekuperácie tepla

6.1.5 Inštalácia núteného vetrania so spätným získaním tepla

Pre zlepšenie parametrov vnútorného prostredia a pre ďalšie dosiahnutie úspor energie spojených s vetraním priestorov sa odporúča inštalácia núteného vetrania s rekuperáciou.

Pre splnenie energetického kritéria a zároveň aj podľa súčasného využívania budovy návrh núteného vetrania so spätným získavaním tepla je potrebné inštalovať **na 80 percent z celkového objemu budovy s účinnosťou 85 percent**.

V prípade požiadavky vetrania ďalších priestorov zväži projektant s investorom.

- inštalácia centrálnej rekuperačnej jednotky / resp. lokálnych jednotiek (vyrieši projektant VZT)

- inštalácia regulačného systému pre vetracie jednotky
- zabezpečenie vzduchotesnosti objektu vhodnými technickými opatreniami (potreba riešenia v projekte ASR a VZT)
- minimálna účinnosť núteného vetrania so spätným získavaním tepla na úrovni 85 %
- kontrola vzduchotesnosti objektu tzv. „Blower door testom“

NAVRHOVANÝ STAV		
Merná potreba tepla na vykurovanie	splnenie požiadavky	Normalizovaná merná potreba tepla na vykurovanie
$Q_{h,nd}$	$\leq$	$Q_{h,nd,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
14,5	$<$	30,35
	vyhovuje	
Energetická hospodárnosť budovy	splnenie požiadavky	Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy
Q_{EP}	$\leq$	$Q_{EP,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
11,2	$<$	27,6
	vyhovuje	

Merná potreba tepla na vykurovanie budovy je nižšia ako normalizovaná hodnota mernej potreby tepla v zmysle STN 73 0540 - 2.

Energetické kritérium maximálnej potreby tepla na vykurovanie budovy je splnené pre obidve, budova **spĺňa** kritérium energetickej hospodárnosti budovy v zmysle STN 73 0540 –2, STN EN ISO 1370 a zákona č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené jednotlivé výsledky výpočtov :

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov	(W/K)	ΔH_{TM}	49,42
Merná tepelná strata prechodom	(W/K)	$H_T = H_u + \Delta H_{TM}$	982,50
Minimálna intenzita výmeny vzduchu	(l/h)	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie	(l/h)	n_{inf}	0,37
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému	(m ³ /h)	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu	(m ³ /h)	V_v	5 498,30
Merná tepelná strata vetraním	(W/K)	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	232,25
Merná tepelná strata	(W/K)	$H = H_T + H_v$	1 214,74
Vnútorný tepelný zisk	(kWh)	Q_i	44 171,62
Pasívny solárny zisk	(kWh)	Q_s	23 981,93
Celkový tepelný zisk budovy	(kWh)	$Q_g = Q_i + Q_s$	68 153,55
Faktor využitia tepelných ziskov		η	0,85
Merná tepelná strata prechodom a vetraním	(kWh)	Q_v	72 680,38
Potreba tepla na vykurovanie	(kWh)	Q_h	16 178,07
Merná potreba tepla na vykurovanie	(kWh)/m ²	Q_h	11,18

6.2 Výpočet potreby energie podľa miesta spotreby – navrhovaný stav

6.2.1 Potreba energie na vykurovanie – navrhovaný stav

Meranie, riadenie a regulácia spotreby energie na vykurovanie

Výmena zdroja tepla

Ostáva bez zmeny.

Rozvody UK a radiátorov

Výmenu potrubných rozvodov prehodnotí projektant v závislosti od skutkového stavu – v prípade havarijného stavu - potrubné rozvody navrhnuť PE-X, ktoré budú izolované tepelno-izolačnými trubicami na báze penového polyetylénu podľa vyhlášky 14/2016 Z.z.

Vyhláška stanovuje minimálnu hrúbku tepelnej izolácie rozvodov tepla a teplej vody v budovách pre izolačný materiál s tepelnou vodivosťou 0,035 W/(m.K) pri teplote 0 °C podľa tab. 1.

Tab. 1 Minimálna hrúbka tepelnej izolácie rozvodov tepla a teplej vody v budovách pre izolácie s tepelnou vodivosťou $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$ pri teplote 0 °C [10]		
Č.	Vnútorný priemer potrubia alebo armatúry [mm]	Minimálna hrúbka izolácie $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$ [mm]
1.	do 22	20
2.	od 23 do 35	30
3.	od 36 do 100	rovnaká hrúbka ako vnútorný priemer potrubia
4.	nad 100	100

Po realizácii úsporných opatrení stavebného charakteru je sústavu potrebné vyregulovať.

Hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy

Pre zabezpečenie správnej funkcie vykurovacej sústavy v budove v rôznych prevádzkových stavoch počas vykurovacieho obdobia je nevyhnutné, aby vykurovacia sústava bola hydraulicky vyvážená.

Realizáciou návrhových opatrení v tepelnej ochrane dôjde k zásadnému zásahu, ktorý má veľký vplyv na vykurovaciu sústavu. Vlastník podľa § 8 zákona 300/2012 po vykonanej obnove musí zabezpečiť hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy. Nevyhnutnou podmienkou pre zabezpečenie plynulej regulácie vykurovacej sústavy je inštalácia automatickej regulácie parametrov teplotného média (napr. regulátor diferenčného tlaku, regulačné ventily na pätách stúpačiek) a zároveň aj termostatických regulačných ventilov na každom radiátore.

Zavedenie zónovej regulácie

Základom je rozdelenie budovy do vykurovacích zón. Ostáva pôvodná. **Vymeniť povodné čerpadlové skupiny za nové čerpadlá podľa nových parametrov vykurovacej sústavy - prietoku a výkonu.**

Toto opatrenie umožňuje kontrolovať a nastavovať časovo – tepelné režimy v každej vykurovacej zóne individuálne, na základe skutočných potrieb jej užívateľov. Cieľom tohto opatrenia je zabezpečiť trvale tepelnú pohodu vo všetkých vykurovacích priestoroch za súčasného zníženia spotreby tepla na ich vykurovanie využívajúc útlmové režimy v jednotlivých zónach.

Potreba energie na vykurovanie po navrhovaných úpravách ukazuje nasledujúca tabuľka :

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED NA VYKUROVANIE - BUDOVY ŠKÔL							
Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 28	29 - 56	57-84	85-112	113-140	141-168	> 168

Potreba energie na vykurovanie	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na vykurovanie
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
15,68	<	B – 56 A – 28
	A	

V našom prípade budova po obnove z hľadiska potreby energie na vykurovanie bude patriť do energetickej triedy A.

6.2.2 Potreba energie na ohrev TV – navrhovaný stav

V rámci obnovy budovy odporúčam vymeniť existujúce elektrické zásobníky/ prietokový ohrev, za lokálne tepelné čerpadlá (napr. Ariston Nuos EVO 110).

COP (od výrobcu) -3,4.

Potrebu energie na ohrev TV po navrhovaných úpravách ukazuje nasledujúca tabuľka :

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY - BUDOVY ŠKÔL							
Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 6	7.-12	13-18	19-24	25-30	31-36	> 36

Potreba energie na prípravu teplej vody	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na prípravu teplej vody
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
3,1	<	B – 12 A – 6
	A	

V našom prípade budova po obnove z hľadiska potreby energie na ohrev TV bude patriť do energetickej triedy A.

V rámci potreby energie je zohľadnená energia z obnoviteľného zdroja TČ.

6.2.3 Potreba energie na osvetlenie – navrhovaný stav

Návrh rekonštrukcie osvetlenia

Návrh na rekonštrukciu osvetľovacej sústavy pre všetky vnútorné priestory pozostáva:

1. Zníženie príkonu osvetľovacej sústavy:

V rámci rekonštrukcie je nutné inštalovať nové svietidlá s technológiou LED. V rámci projektu je potrebné spracovať svetlo-technický projekt aby sa dosiahla v jednotlivých miestnostiach normou predpísaná hodnota intenzity osvetlenia. Projektant zvaží aj novú elektroinštaláciu.

Potrebu tepla na osvetlenie po navrhovaných úpravách ukazuje nasledujúca tabuľka :

ŠKÁLA ENERG. TRIED NA OSVETLENIE - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZAR.							
Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 9	10-18	19-23	24-27	28-34	35-41	> 41

Potreba energie na osvetlenie	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na osvetlenie
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
2,41	<	B – 18 A – 9
	A	

V našom prípade budova po obnove z hľadiska potreby energie na osvetlenie bude patriť do energetickej triedy A.

V rámci potreby energie je zohľadnená energia z obnoviteľného zdroja z FV.

6.2.1 Inštalácia fotovoltických panelov

Inštalácia fotovoltických panelov na streche (návrh – projektant ELI).

Osadenie batérií na uskladnenie elektrickej energie. (návrh – projektant ELI).

Predpokladaný inštalovaný výkon fotovoltických panelov : 10 kWp

Predpokladaná hodnota vyrobenej elektrickej energie : 9846kWh / rok

Predpokladaná hodnota spotrebovanej elektrickej energie : 5415 kWh / rok = 3,74 kWh/m²

6.3 Meranie spotreby energie

V súvislosti s navrhovanými opatreniami sa odporúča prehodnotiť možnosť inštalácie meračov energií v rozsahu:

- meranie spotreby elektrickej energie na osvetlenie, vetranie
- meranie spotreby elektrickej energie na UK

7 REKAPITULÁCIA A POTENCIÁL ÚSPOR PO OPATRENIACH

Potenciál úspor energie po vykonaní navrhovaných úprav					
	Veličina	Potreba tepla / energie - aktuálny stav v kWh/(m ² .a)	Potreba tepla / energie - po realizácii navrhovaných úprav v kWh/(m ² .a)	Úspora tepla / energie v kWh/(m ² .a)	Potenciál úspor v %
7	Potreba tepla na vykurovanie	131,10	11,18	119,92	91,47
Potreba energie :					
8	na vykurovanie	143,49	15,68	127,81	89,07
9	na prípravu teplej vody	10,36	3,10	7,26	70,10
10	na chladenie / vetranie				
11	na osvetlenie	7,57	2,41	5,16	68,19
12	Celková potreba energie kWh/(m ² .a)	161,42	21,19	140,23	86,88
13	Primárna energia kWh/(m².a):	199,2	33,6	165,6	83,13
Odpočítateľná tepelná a elektrická energia:					
15	Solárna tepelná				
16	Solárna fotovoltaická		3,74		
17	Kogenerácia				
18	Tepelná energia z iného obnoviteľného zdroja		7,43		

Podľa vyhlášky 324/2016, ktorou sa vykonáva zákon 555/2005, § 4, odsek (15) - Ak sa nehodnotí v budove potreba energie na vetranie a na chladenie, **hraničné hodnoty sa nezahrnú do súčtu** na určenie horných hraničných hodnôt rozpätia jednotlivých energetických tried ukazovateľa celkovej potreby energie v budove. Preto jednotlivé rozmedzia tried boli upravené (ponížené o vetranie a chladenie) nasledovne v tabuľkách :

7.1 Celková potreba energie - navrhovaný stav

ŠKÁLA ENER. TRIED CELKOVÁ POTREBA ENERGIE - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZAR.							
Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 43	44-86	87-125	126-163	164-204	205-245	> 245

Celková potreba energie	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka
Q _{nd} kWh/(m ² .a)	≤	Q _N kWh/(m ² .a)
21,19	<	B – 84 A - 43
	A	

V našom prípade budova po obnove z hľadiska celkovej potreby bude patriť do energetickej triedy A.

7.2 Primárna energia – navrhovaný stav

ŠKÁLA ENERG. TRIED PRIMÁRNA ENERGIA - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZAR.								
Energetická trieda	A0	A1	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 34	35-68	69-136	137-204	205-272	273-340	341-408	> 408

Primárna energia	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
33,6	<	34
	vyhovuje	
	A0	

V našom prípade budova po obnove z hľadiska primárnej energie bude patriť do energetickej triedy A0.

Budova po zhotovení návrhových úprav po zatriedení do jednotlivých tried bude patriť na úroveň **BUDOVA S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE – TRIEDA A0.**

8 EKONOMICKÉ HODNOTENIE

Ekonomické vyhodnotenie opatrení

Vstupy pre ekonomické hodnotenia boli dodané priamo od prevádzkovateľa budovy z relevantných náležitostí faktúr a faktúr za energie. Ekonomické hodnotenie bolo upravené na základe priemerných hodnôt skutočnej spotreby energie za tri predchádzajúce roky. Základom ekonomického posúdenia boli hodnoty vypočítané pre budovu podľa normalizovaného hodnotenia, ktoré bolo následne premietnuté do skutočných spotrieb energie.

V nasledujúcich tabuľkách sú zobrazené skutočné bilancie podľa využívania budovy :

Ukazovateľ	Súčasnosc'	Po opatreniach	Úspora
na palivo MWh/r	145,48	12,50	132,98
na elektrinu MWh/r	47,752	32,53	15,23
spolu MWh/r	193,24	45,03	148,21

Ukazovateľ	Súčasnosc'	Po opatreniach	Úspora
Náklady na palivo €/r	9061,31	778,83	8282,48
Náklady na elektrinu €/r	10049,83	6845,20	3204,63
Náklady na energie €/r	19111,14	7624,03	11487,11

V nasledujúcich tabuľkách sú zobrazené normalizované bilancie podľa využívania budovy:

Ukazovateľ	Súčasnosc'	Po opatreniach	Úspora
na palivo MWh/r	199,14	17,12	182,02
na elektrinu MWh/r	26,57	13,54	13,04
spolu MWh/r	225,71	30,65	195,06

Ukazovateľ	Súčasnosc'	Po opatreniach	Úspora
Náklady na palivo €/r	12505,68	1074,87	11430,81
Náklady na elektrinu €/r	5594,79	2850,12	2744,66
Náklady na energie €/r	18100,47	3925,00	14175,47

Metodika výpočtov

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 metódou Doba návratnosti. Táto metóda udáva počet rokov, za ktoré sa vložené finančné prostriedky do opatrení energetickej efektívnosti vrátia z dosahovaných úspor nákladov na energiu. Dobu návratnosti môžeme použiť ako:

- statickú metódu, ktorá nezohľadňuje faktor času, t.j. jednoduchú dobu návratnosti,

- dynamickú metódu, kedy zohľadníme faktor času tým, že doplníme dobu návratnosti o diskontovanie ročných finančných tokov (úspor nákladov na energiu), t.j. diskontovaná doba návratnosti.

Vstupy do výpočtov sú vykonané klasickou bilančnou ekonomickou podnikovo hospodárskou metodikou.

Pre finančné hodnotenie ekonomickej efektívnosti investície boli použité tieto parametre a metódy :

1. Jednoduchá doba návratnosti

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

bola v menovateli kvantifikovaná hodnotou priemerneho čistého CF za dobu hodnotenia.

2. Reálna doba návratnosti T_{sd} sa vypočítala z podmienky

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN_i = 0$$

3. Čistá súčasná hodnota NPV odpovedá vzorcu

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_s} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN$$

4. Vnútorne výnosové percento IRR bolo vypočítané z podmienky:

$$\sum_{t=1}^{T_s} CF_t \cdot (1+IRR)^{-t} - IN = 0$$

Výsledky ekonomického hodnotenia

(odhadované náklady vychádzali z týchto referenčných hodnôt : fasáda – 100 €/m², okná – 400 €/m², stropné konštrukcie – 80 €/m²)

V nasledujúcich tabuľkách sú zobrazené výsledky ekonomického hodnotenia – efektívnosť opatrení budovy podľa doterajšieho využívania budovy:

Ukazovateľ	Jednotka	Hodnota
Náklady na realizáciu súboru opatrení	€	728239,22
Ročná úspora energie	kWh	148206,44
Miera úspory energie	%	76,70
Ročná úspora nákladov na energiu	€	11487,11
Dĺžka morálnej živostnosti opatrenia	r	30
Diskontný faktor	-	0,02
Jednoduchá doba návratnosti T_s	r	63,4
Reálna doba návratnosti T_{sd}	r	-
Čistá súčasná hodnota NPV	€	-470968,7
Vnútorne výnosové percento IRR	%	-4%

V nasledujúcich tabuľkách sú zobrazené výsledky ekonomického hodnotenia – efektívnosť opatrení budovy podľa normalizovaného využívania budovy :

Ukazovateľ	Jednotka	Hodnota
Náklady na realizáciu súboru opatrení	€	728239,22
Ročná úspora energie	kWh	195059,16
Miera úspory energie	%	86,42
Ročná úspora nákladov na energiu	€	14175,47
Dĺžka morálnej živostnosti opatrenia	r	30
Diskontný faktor	-	0,02
Jednoduchá doba návratnosti T_s	r	51,4
Reálna doba návratnosti T_{sd}	r	-
Čistá súčasná hodnota NPV	€	-410759,0
Vnútné výnosové percento IRR	%	-3%

Diskontná doba návratnosti v rámci životného cyklu budovy je vyššia ako životnosť budovy po obnove, preto nie je vyčíslená.

Terajšie využívanie budovy bolo podmienené aj jej havarijným stavom z hľadiska spotrieb energií. Z tohto dôvodu nebola až tak využívaná, čo sa premietlo najmä v nákladovej efektívnosti podľa skutočnej spotreby. Tým že sa vyššie spomínané opatrenia zrealizujú, sa predpokladá lepšie využívanie budovy a tým aj nákladová efektívnosť, ktorá je premietnutá v dobe návratnosti **51,4** roka.

9 ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE

Environmentálne ukazovatele boli stanovené na globálnej úrovni!!!

Pri environmentálnom hodnotení boli použité emisné faktory:

Ukazovateľ	CO ₂	TZL	SO ₂	Nox	CO
	kg/MWh	kg/MWh	kg/MWh	kg/MWh	kg/MWh
zemný plyn	220	0,0084	0,001008	0,16383	0,066163
elektrina	167	0,178	0,89	0,978	0,45

Emisie škodlivín

V nasledujúcich tabuľkách sú zobrazené výsledky environmentálneho hodnotenia podľa doterajšieho využívania budovy :

skutočný stav využívania budovy

Ukazovateľ	Súčasnosc'			Po opatreniach			Zmena %
	z paliva	z elektriny	spolu	z paliva	z elektriny	spolu	
CO ₂ t/r	32,006	7,975	39,981	2,751	5,432	8,183	-79,5
TZL kg/r	1,222	8,500	9,722	0,105	5,790	5,895	-39,4
SO ₂ kg/r	0,147	42,500	42,646	0,013	28,948	28,960	-32,1
CO kg/r	9,626	21,489	31,114	0,827	14,636	15,464	-50,3
NO _x kg/r	23,835	46,702	70,536	2,049	31,810	33,858	-52,0

V nasledujúcich tabuľkách sú zobrazené výsledky environmentálneho hodnotenia podľa normalizovaného využívania budovy :

normalizovaný stav využívania budovy

Ukazovateľ	Súčasnosc'			Po opatreniach			Zmena %
	z paliva	z elektriny	spolu	z paliva	z elektriny	spolu	
CO ₂ t/r	43,811	4,438	48,248	3,766	2,261	6,026	-87,5
TZL kg/r	1,673	4,730	6,403	0,144	2,410	2,553	-60,1
SO ₂ kg/r	0,201	23,650	23,851	0,017	12,048	12,065	-49,4
CO kg/r	13,176	11,958	25,134	1,132	6,092	7,224	-71,3
NO _x kg/r	32,625	25,989	58,614	2,804	13,239	16,043	-72,6

Všetky sledované emisie škodlivín do ovzdušia sú po opatreniach výrazne nižšie po navrhovaných opatreniach.

10 REALIZÁCIA PROJEKTU PROSTREDNÍCTVOM GARANTOVANEJ ENERGETICKEJ SLUŽBY

Garantovaná energetická služba (GES) spočíva v tom, že finančné prostriedky potrebné na prípravu a realizáciu projektu zameraného na efektívnosť pri používaní energie zabezpečuje poskytovateľ GES. Spotrebiteľ energie ich potom spláca postupne z dosiahnutých úspor nákladov na energiu. V praxi to znamená, že príjemca GES nemusí na realizáciu projektu vynakladať žiadne ďalšie finančné prostriedky. Na nákup energie, splátky investície a odmenu za služby počas obdobia trvania zmluvného vzťahu mu postačuje rovnaký objem financií ako by vynakladal na nákup energie bez realizácie projektu a k dispozícii bude mať obnovenú budovu, alebo technické zariadenia. Poskytovateľ GES znáša všetky riziká v prípade, že realizáciou projektu sa nedosiahnu plánované, t.j. garantované úspory.

Navrhované opatrenia energetickej efektívnosti sú posúdené aj z pohľadu ich realizácie prostredníctvom GES projektu, pričom cieľom posúdenia je:

- modelovo vyčíslíť príklad splácania projektu GES tak, aby pre subjekt verejnej správy bol podkladom pre rozhodovanie začať realizovať takýto projekt,
- príprava štandardnej dokumentácie pre prípravnú fázu projektu GES a realizáciu verejného obstarávania.

Vo verejnom obstarávaní GES subjekt verejnej správy obstaráva dosiahnutie energetických úspor ako takých, čiže obstaráva službu, nie konkrétne technické riešenie, ktorým sa má výsledok dosiahnuť.

Podkladom pre realizáciu verejného obstarávania je stanovenie východiskovej, čiže referenčnej hodnoty spotreby energie v budove vrátane uvedenia hodnôt vstupných parametrov (počasie, rozsah a spôsob využitia, atď.) a stanovenie minimálnej hodnoty úspory energie, ktorá sa má obnovou dosiahnuť.

V rámci modelového príkladu využitia GES je pre každé navrhované opatrenie energetickej efektívnosti vyčíslené:

- Dĺžka trvania zmluvného vzťahu – počet rokov počas ktorých bude subjekt verejnej správy platiť poskytovateľovi GES za poskytnutú službu.
- Investícia financovaná poskytovateľom GES – odhadnutá výška investície na realizáciu opatrení energetickej efektívnosti bez DPH.
- Celkové garantované úspory – hodnota uvedená vo finančnom vyjadrení bez DPH za celú dĺžku trvania zmluvného vzťahu.
- Kumulatívna hodnota platieb za GES – celková výška platieb za GES počas obdobia trvania zmluvného vzťahu.
- Kumulatívna hodnota odmeny za služby – platba za GES sa skladá z dvoch častí, splátky investície a odmeny za služby, pričom kumulatívna hodnota odmeny za služby predstavuje súčet všetkých platieb počas dĺžky trvania zmluvného vzťahu.
- Výška mesačnej platby za GES – pomerne určená na základe kumulatívnej hodnoty platieb za GES a dĺžky trvania zmluvného vzťahu.
- Príklad prepočtu garantovaných úspor energie v prípade zmeny vstupných parametrov, na základe ktorých bola určená referenčná spotreba energie a pôvodná zmluvne dohodnutá výška garantovaných úspor energie

Referenčná spotreba energie

	vykurovanie	Tepla voda	VZT	Osvetlenie
teplo (kWh)	76 982	7513	0	0
elektrina (kWh)	374	0	0	10547

Referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pre 3058 dennostupňov, ktoré sú určené na základe:

- priemernej vonkajšej teploty vykurovacieho obdobia: 3.84°C,
- počtu vykurovacích dní: 227,
- vnútornej výpočtovej teploty: 18,4°C.

Ekonomické hodnotenie

Konštrukcia / systém	Potreba energie pôvodný stav (kWh/rok)	Potreba energie navrhovaný stav (kWh/rok)	Úspora energie (kWh/rok)	Úspora nákladov na energiu (€/rok)	Investícia (€)	Jednoduchá doba návratnosti (roky)
Komplexná obnova (Obvodový plášť, strecha, okná, podlaha) + rekuperácia	193 236	66 240	126 996	7 081	471 522	66,59
Systém UK a TV	193 236	168 750	24 486	2 463	40 000	16,24
Osvetlenie	193 236	183 360	9 876	-25	191 717	-7 668,68
FV	193 236	178 950	14 286	900	25 000	27,8
Spolu	193 236	45 030	148 206	11 487	728 239	63,40

Diskontná doba návratnosti v rámci životného cyklu budovy je vyššia ako životnosť budovy po obnove.

Konštrukcia / systém	Vhodné realizovať prostredníctvom GES
Komplexná obnova (Obvodový plášť, strecha, okná, podlaha) +rekuperacia	nie
Systém UK a TV	nie
Osvetlenie	nie
FV	nie

Návrhové opatrenia nie sú vhodne realizované prostredníctvom GES, keďže vhodný projekt na financovanie prostredníctvom GES má dĺžku trvania zmluvného vzťahu maximálne 15 rokov.

V prípade zmeny vstupných parametrov, na základe ktorých bola určená referenčná spotreba energie a pôvodná zmluvne dohodnutá výška garantovaných úspor energie, je potrebné prepočítať garantované úspory. Takéto zmeny vstupných parametrov sa nazývajú rutinnými zmenami a mali by byť spolu s metodikou prepočtu upravené v Zmluve o energetickej efektívnosti s garantovanou úsporou energie.

Úspora energie pri vykurovaní je medzročne ovplyvňovaná rutinnými zmenami spôsobenými hlavne zmenami počasia počas vykurovacej sezóny, zmenou vnútornej teploty vykurovaných priestorov alebo zmenou intenzity vetrania. Vplyv počasia a vnútornej teploty vykurovaných priestorov je možné kvantifikovať prostredníctvom dennostupňov a prepočet garantovaných úspor energie je možné realizovať zmluvne dohodnutým vzorcom. V prípade modelového príkladu pre všetky navrhnuté opatrenia je spôsob prepočtu garantovaných úspor energie na vykurovanie približne určený lineárnou interpoláciou nasledovne:

- ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku menší ako 3058, použije sa vzorec:

$$USP = (556893 - (162766 + (DST - 2446.4) * 91.655)) * 0.8,$$

- ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku väčší ako 3058, použije sa vzorec:

$$USP = (556893 - (218822 + (DST - 3058) * 348.594)) * 0.8,$$

kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

DST - počet dennostupňov v hodnotenom kalendárnom roku.

Nakoľko úspora energie v závislosti na zmene dennostupňov nemá lineárny priebeh, presnú hodnotu prepočítanej garantovanej úspory energie odporúčame stanoviť rovnakým výpočtom ako bola stanovená prvotná výška garantovanej úspory energie. V prípade zmeny intenzity vetrania môže nastať problém, nakoľko výmena vzduchu pri prirodzenom vetraní závisí od správania používateľov budovy a objemový tok vzduchu sa v tomto prípade nedá merať. Riešením môže byť inštalácia mechanického vetracieho systému, ktorým sa bude regulovať výmena vzduchu v závislosti od nastavenia takéhoto systému.

Úsporu energie pri príprave teplej vody medzioročne ovplyvňuje objem skutočne spotrebovanej teplej vody, pričom prepočet garantovaných úspor energie je možné realizovať zmluvne dohodnutým vzorcom. V prípade modelového príkladu pre opatrenia energetickej efektívnosti realizované na systéme prípravy teplej vody je spôsob prepočtu garantovaných úspor energie určený lineárnou interpoláciou, pričom nasledovný vzorec sa použije v prípade, ak spotreba teplej vody v hodnotenom roku sa nerovná 150 m³.

$$USP = (11062 - (10031 + (SPTV - 150) * 44.244)) * 0.8,$$

kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

SPTV - spotreba teplej vody v hodnotenom kalendárnom roku (m³).

Pre objektívne stanovenie úspor energie pri príprave teplej vody, je potrebné merať spotrebu teplej vody.

Úsporu energie pri realizácii opatrení energetickej efektívnosti na systéme osvetlenia medzioročne ovplyvňuje inštalovaný príkon osvetľovacej sústavy a čas používania osvetlenia. Predpokladá sa, že príkon osvetľovacej sústavy bude zhodný s projektom, na základe ktorého sa určovala garantovaná úspora energie pri prevádzke osvetlenia. V tomto prípade jedinou rutinnou zmenou je čas užívania osvetlenia, pričom táto veličina je bežnými technickými prostriedkami ťažko merateľná a závisí od správania používateľov budovy. Priemerný čas využívania osvetlenia je možné určiť podielom nameranej spotreby elektriny na osvetlenie a príkonu osvetľovacej sústavy. V prípade modelového príkladu pre opatrenia energetickej efektívnosti realizované na systéme osvetlenia je spôsob prepočtu garantovaných úspor energie určený lineárnou interpoláciou podľa nasledovného vzorca:

$$USP = (9743 - (7790 + (HOD - 1290) * 6.0362)) * 0.8$$

kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

HOD - priemerný počet prevádzkových hodín osvetlenia v hodnotenom roku.

Minimálne garantované úspory

Konštrukcia / systém	Minimálna hodnota úspory	
	Energie (kWh/rok) *	Nákladov (€/rok) *
Komplexná obnova (Obvodový plášť, strecha, okná, podlaha) + rekuperácia	101 597	5 665
Systém UK a TV	19 589	1 970
Osvetlenie	7 901	-20
FV	11 429	720
Spolu	118 565	9 190

* Určené vo výške 80 % z vypočítaných úspor energie a zaokrúhlené na celé desiatky nadol

** Určené na základe cien energie bez DPH ostatného bilancovaného kalendárneho roka v audite

Výpočet GES

Konštrukcia	Dĺžka zmluvného vzťahu	Investícia (€)	Celkové úspory	Kumulatívna hodnota		Mesačná platba za GES
				Platieb za GES	Odmeny za	
Komplexná obnova (Obvodový plášť, strecha, okná, podlaha) + rekuperácia	110,98	471 522,00	628 696,00	628 696,00	157 174,00	472,07
Systém UK a TV	27,07	40 000,00	53 333,33	53 333,33	13 333,33	164,20
Osvetlenie	-12 781,13	191 717,00	255 622,67	255 622,67	63 905,67	-1,67
FV	46,30	25 000,00	33 333,33	33 333,33	8 333,33	60,00
Spolu	105,66	728 239,20	970 985,60	970 985,60	242 746,40	765,81

Investičné výdavky a garantované úspory na energie sú vyčíslené bez DPH.
Celkové garantované úspory sú vyčíslené v stálych cenách základného obdobia, teda nie je zohľadnená inflácia.

Odmena za služby je stanovená vo výške 25% z platby GES.

Úspory energie sú dosahované presne vo výške minimálnej hodnoty úspor energie.

Predpokladaná hodnota zákazky je zhodná s kumulatívnou hodnotou platieb za GES.

Pre vyššie uvedený modelový príklad sa predpokladá 100% financovanie so zdrojov poskytovateľa GES a celkové garantované úspory sa rovnajú kumulatívnej hodnote platieb za GES.

Výpočet ročnej platby za GES v prípade úplného financovania poskytovateľom GES prostredníctvom komerčného úveru

Východiskové predpoklady:

Výška úveru [€]:	728 239	Odmena za služby pre poskytovateľa GES (percento z ročnej platby za GES):	25%
Úroková miera:	3,83%		
Trvanie zmluvy - obdobie garantovaných úspor[roky]:	15		
Počet platieb za rok:	1		

Vypočítané hodnoty:

Ročná splátka [€]:	64 732,36	Ročné platby za GES [€]:	80 916
Suma splátok za rok [€]:	64 732,36		
Celkovo splatené [€]:	970 986		

Posúdenie dôsledkov na výšku dlhu verejnej správy

Hodnoty na vyplnenie:

		Spôsob financovania:	
Priemerné ročné náklady na energiu	19 111	Investičné náklady poskytovateľa GES [€]	728 239

pred realizáciou projektu GES [€]		Grant (verejné národné zdroje) [€]	
Garantované ročné úspory [€]	11 487	Grant (EÚ) [€]	
Trvanie zmluvy [rokov]	15	FN (verejné národné zdroje) [€]	0
Ročné platby za GES [€]	80 916	FN (EÚ) [€]	0
Výpočítané hodnoty:			
Garantované úspory [%]	60%	Kapitálové výdavky [€]	728 239
Testy Eurostatu: 1. Financovanie z verejných zdrojov [%] → 0,0% (s miernym dôrazom na štatistické posúdenie dôsledkov na výšku dlhu verejnej správy) 2. Σ garantované úspory $\geq \Sigma$ platby za GES + nenávratné financovanie z verejných národných zdrojov (grant) → nie			

Test č.1 je splnený: nebolo preukázané financovanie z verejných zdrojov
Test č.2 nie je splnený: garantované úspory (11487eur za 15 rokov) sú nižšie ako súčet platieb za GES (728239eur za 15 rokov) a nenávratná pôžička z verejných zdrojov (0 eur). Nesplnenie podmienky testu č. 2 znamená, že GES má dôsledok na výšku dlhu verejnej správy.

Tento modelový príklad realizácie projektu GES bol spracovaný na základe investičných nákladov stanovených energetickým audítorom a na základe vyššie uvedených východiskových predpokladov. Víťazná ponuka tendra na realizáciu projektu prostredníctvom GES sa môže od modelového príkladu líšiť, vzhľadom na odlišnosť:

- technického riešenia a s tým súvisiacich investičných nákladov,
- hodnoty garantovanej úspory energie,
- výšky odmeny za služby.

Tieto uvedené faktory spolu so zvoleným zdrojom financovania projektu výrazne vplývajú na dĺžku trvania zmluvného vzťahu a výšku platieb za GES. **Z toho dôvodu je objektívne vykonanie testov Eurostatu pre nezapočítanie záväzkov GES do verejného dlhu možné až na základe reálneho projektu.**

Vo všeobecnosti je možné konštatovať, že vhodný projekt na financovanie prostredníctvom GES má dĺžku trvania zmluvného vzťahu maximálne 15 rokov.

11 OPATRENIA MERANIA, RIADENIA A REGULÁCIE SPOTREBY TEPLA

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 vykurovací systém bol hydraulicky stabilný a energeticky efektívny. 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-teplné 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 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.

Pre transparentné monitorovanie spotreby energie navrhujeme, aby poskytovateľ GES prostredníctvom nainštalovaných meračov priebežne a na vlastné náklady monitoroval spotrebu energie v budove a v jednotlivých technických systémoch, aby v súčinnosti s prijímateľom GES mohli priebežne vyhodnocovať dosahované úspory najmenej jedenkrát ročne.

V prípade neprimerane vysokých nákladov na podružné merania vzhľadom na výšku úspory je možné pristúpiť aj k vyhodnoteniu paušálnych úspor, ktoré musia byť hodnoverným spôsobom podložené zo strany poskytovateľa GES pred uzatvorením zmluvy o GES (napr. elektrická energia – čerpadlá, ventilátory, osvetlenie a pod.).

Na vyhodnotenie úspor energie v zmysle metodiky vyhodnotenia úspor, popri štandardnom meraní spotreby energie odporúčame nainštalovať nasledovné podružné meradlá:

- a) meradlo spotreby elektriny vnútornej osvetľovacej sústavy budovy,
- b) meradlo spotreby elektriny na pohon obehových čerpadiel UK,
- c) meradlo spotreby vody v systéme prípravy teplej vody.

12 ZÁVER

Cieľom energetického auditu je poukázať na potenciál energetických úspor v posudzovaných budovách so zohľadnením lokálnych, technických a ekonomických faktorov.

Po zhodnotení výsledkov energetického auditu je možné konštatovať, že navrhované opatrenia prinesú očakávané zmeny, ktoré sa prejavia nielen v úspore energie, ale aj v zlepšení vnútorných hygienických podmienok.

Navrhované opatrenia boli zvolené s ohľadom na predbežné požiadavky pre Operačný program **Kvalita životného prostredia** (OP KŽP), Špecifický cieľ: 4.3.1: **Zníženie spotreby energie pri prevádzke verejných budov**, aktivita A: **Zníženie energetickej náročnosti verejných budov**

Realizáciou spomínaných navrhovaných opatrení na hodnotených budovách sa pri ich spoločnom hodnotení dosiahne splnenie požiadaviek technickej normy STN 73 0540, ako aj požiadavky na energetickú hospodárnosť budov podľa vyhlášky 324/2016.

Budova po zhotovení návrhových úprav po zatriedení do jednotlivých tried bude patriť na úroveň VÝSTAVBA BUDOV S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE – TRIEDA A0.

Všetky výpočty, závery a odporúčania vychádzajú z posúdenia spotreby energií v rokoch 2017 – 2019. Výška investičných nákladov a ekonomické hodnotenie boli stanovené na základe cenníkových cien a kvalifikovaných finančných odhadov.

13 SÚHRNÝ INFORMAČNÝ LIST

Názov subjektu alebo obchodné meno, identifikačné číslo a sídlo: Názov spoločnosti: Obec Oščadnica Sídlo: Nám. M. Bernáta 745, Oščadnica 023 01 Štatutárny orgán: Ing. Marián Plevko, Starosta IČO: 00314170 DIČ: 2020421513 Kontaktná osoba: Ing. Marián Plevko, Starosta Telefón: +421 41 707 94 60 e-mail: marian.plevko@oscadnica.sk Budova: ZŠ Oščadnica Nižný Koniec Adresa sídla: Oščadnica 1374, Oščadnica 023 01	
Meno, priezvisko a adresa trvalého pobytu alebo obdobného pobytu energetického auditóra: Názov spoločnosti: ENAU s.r.o. Sídlo: Komárany 59, 093 01 Vranov nad Topľou Kancelária / poštová adresa: Komárany 59, 093 01 Vranov nad Topľou IČO: 50444026 DIČ: 212 034 0167 IČ DPH: SK 212 034 0167 V zastúpení: Ing. Pavol Fedorčák, PhD. Telefón: +421 949 803 607 E-mail: fedorcak@enau.sk	
Zoznam opatrení na zlepšenie energetickej efektívnosti: 1. zníženie energetickej náročnosti budov opatreniami stavebného charakteru 2. nútené vetranie so spätným získavaním tepla 3. meranie, riadenie a regulácia spotreby energie na vykurovanie 4. ohrev TV 5. rekonštrukcia interiérového osvetlenia 6. Inštalácia fotovoltických panelov	
Predpokladané úspory energie dosiahnuté opatreniami:	
Predpokladaná úspora paliva kWh/rok	132979,5
Predpokladaná úspora elektrickej energie kWh/rok	15227,0
Celková úspora kWh/rok	148206,4
Predpokladané finančné náklady na realizáciu opatrení: eur	728239,22
Iné údaje:	

14 SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM

Identifikačné údaje : ZNÍŽENIE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI ZŠ OŠČADNICA NIŽNÝ KONIEC, Oščadnica 1374, 023 01 Oščadnica			
Zatriedenie podľa SK NACE (podľa hlavnej činnosti objednávateľa energetického auditu)			84110
Celkový potenciál úspor energie (MWh)			148,21
Súbor odporúčaných opatrení na zníženie spotreby energie			
Stručný popis súboru odporúčaných opatrení	1.zníženie energetickej náročnosti budov opatreniami stavebného charakteru 2. nútené vetranie so spätným získavaním tepla 3. meranie, riadenie a regulácia spotreby energie na vykurovanie 4. ohrev TV 5. rekonštrukcia interiérového osvetlenia 6. Inštalácia fotovoltických panelov		
Náklady na technológie pre premenu a distribúciu energie (v tisícoch eur)			376,717
Náklady na výrobné technológie (v tisícoch eur)			0,00
Náklady na znižovanie energetickej náročnosti budov (v tisícoch eur)			351,522
Iné náklady (v tisícoch eur)			
Celkové náklady na realizáciu súboru odporúčaných opatrení (v tisícoch eur)			728,239
Sumárne bilančné údaje			
	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Spotreba energie (MWh/r)	193,24	45,03	-148,21
Náklady na energiu v aktuálnych cenách (v tisícoch eur)	19,111	7,624	-11,487
Prínosy z hľadiska ochrany životného prostredia			
Znečisťujúca látka/skleníkový plyn	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Tuhé znečisťujúce látky (t/r)	9,722	5,895	-3,827
SO ₂ (t/r)	42,646	28,960	-13,686
NO _x (t/r)	70,536	33,858	-36,678
CO (t/r)	31,114	15,464	-15,650
CO ₂ (t/r)	39,981	8,183	-31,798
Ekonomické vyhodnotenie			
Cash - Flow projektu (v tisícoch eur/r)	11,487	Doba hodnotenia (roky)	30
Jednoduchá doba návratnosti (roky)	63,4	Diskontná sadzba (%)	0,02
Reálna doba návratnsoti (roky)	-	NPV (v tisícoch eur)	-470,968
		IRR (%)	-4%
Energetický audítor	Ing. Pavol Fedorčák, PhD., osvedčenie číslo : 321/2014-0050		
Podpis		Dátum	

15 OSVEDČENIE O ODBORNEJ SPOSIBILOSTI

SLOVENSKÁ REPUBLIKA
Slovenská inovačná a energetická agentúra

OSVEDČENIE

číslo: 321/2014 - 0050

o odbornej spôsobilosti na výkon činnosti energetického audítora

podľa § 12 ods. 8 zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov

FEDORČÁK Pavol Ing., PhD.

25.4.1985

SLOVENSKÁ INOVAČNÁ
A ENERGETICKÁ AGENTÚRA
ZŠ ŠTÚROVÁ

V Banskej Bystrici, 11.12.2015

Stefanova
Dr. Ing. Kvetoslava Šoltésová, CSc.
predseda skúšobnej komisie

16 FOTODOKUMENTÁCIA



