

PRÍPADOVÁ PÍ SOMNÁ SPRÁVA Z ENERGETICKÉHO AUDITU

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



Stavba:

**ZNÍŽENIE ENRGETICKEJ NÁROČNOSTI ZŠ ŠKOLSKÁ 3 -
SPIŠSKÉ PODHRADIE**

Miesto:

p.č.: 702, , k.ú.: Spišské Podhradie

Vypracoval:

Ing. Pavol Fedorčák, PhD.

Dátum:

November 2021

100

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY

100



100

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

100

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	5
2.3	Použité vyhlášky a súvisiace normy	5
2.4	Umiestnenie posudzovanej budovy.....	6
3	OPIS SÚČASTNÉHO STAVU	6
3.1	Energetické vstupy	9
3.2	Spotreba elektrickej energie:.....	9
3.3	Spotreba zemného plynu	10
4	TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE BUDOVY	12
4.1	Miestne a normalizované klimatické podmienky.....	12
4.2	Technické parametre budovy	13
4.3	Geometrická schéma budovy	14
4.4	Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií	15
4.5	Skladba a prehľad transparentných konštrukcií	24
5	ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – SÚČASNÝ STAV.....	25
5.1	Merná potreba tepla na vykurovanie – Súčasný stav	25
5.2	Výpočet dodanej energie podľa miesta spotreby – súčasný stav	26
5.2.1	Potreba energie na vykurovanie – súčasný stav	26
5.2.2	Potreba energie na prípravu teplej vody – súčasný stav.....	26
5.2.3	Potreba energie na osvetlenie – súčasný stav	27
5.2.4	Celková potreba energie – súčasný stav	27
5.2.5	Primárna energia – súčasný stav	27
5.3	Zhodnotenie súčasného stavu a identifikácia nedostatkov.....	28
5.3.1	Tepelná ochrana	28
5.3.2	Vykurovanie a príprava teplej vody.....	28
5.3.3	Osvetlenie.....	28
5.4	Stanovenie východiskového stavu pre výpočet úspor.....	28
5.4.1	Podmienka oprávnenosti aktivít projektu	29
6	ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – NAVRHOVANÉ ÚPRAVY	30
6.1	Zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií	31
6.1.1	Technické parametre po zhotovení návrhových opatrení	31
6.1.2	Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií.....	31
6.1.3	Skladba a prehľad transparentných konštrukcií.....	39
6.1.4	Merná potreba tepla na vykurovanie – navrhovaný stav	40
6.2	Výpočet potreby energie podľa miesta spotreby – navrhovaný stav	41
6.2.1	Potreba energie na vykurovanie – navrhovaný stav	41
6.2.2	Potreba energie na ohrev TV – navrhovaný stav	42

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

1970

6.2.3	Potreba energie na osvetlenie – navrhovaný stav	43
6.3	Meranie spotreby energie	44
7	REKAPITULÁCIA A POTENCIÁL ÚSPOR PO OPATRENIACH.....	44
7.1	Celková potreba energie – navrhovaný stav	44
7.2	Primárna energia – navrhovaný stav	45
8	EKONOMICKÉ HODNOTENIE	46
9	ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE	49
10	REALIZÁCIA PROJEKTU PROSTREDNÍCTVOM GARANTOVANEJ ENERGETICKEJ SLUŽBY	50
11	OPATRENIA MERANIA, RIADENIA A REGULÁCIE SPOTREBY TEPLA	55
12	ZÁVER	57
13	SÚHRNÝ INFORMAČNÝ LIST.....	58
14	SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM.....	59
15	OSVEDČENIE O ODBORNEJ SPOSOBILOSTI.....	60
16	FOTODOKUMENTÁCIA	61

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE**Objednávateľ energetického auditu**

Názov spoločnosti:	Mesto Spišské Podhradie
Sídlo:	Mariánske námestie 37, 053 04 Spišské Podhradie
Štatutárny orgán:	MVDr. Michal Kapusta, primátor mesta
IČO:	00329622
DIČ:	2020717886
Kontaktná osoba:	MVDr. Michal Kapusta, primátor mesta
Telefón:	0918 822 172
e-mail:	primator@spisskepodhradie.sk

Predmet energetického auditu

Budova:	ZŠ ŠKOLSKA 3 - SPIŠSKÉ PODHRADIE
Adresa sídla:	Školská ulica 3, 053 04 Spišské Podhradie
Kontaktná osoba:	MVDr. Michal Kapusta, primátor mesta
Telefón:	0918822172
IČO:	00329622
DIČ:	2020717886

Spracovateľ energetického auditu

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:	pavol.fedorcak@yahoo.com
Údaje z obchodného registra:	Spoločnosť zapísaná v Obchodnom registri Okresného súdu Prešov, oddiel: S.r.o., vložka č. 33249/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. Norbert Horváth, Ing. Adrea Štefanková

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

2 PREDMET ENERGETICKÉHO AUDITU

2.1 Účel spracovania energetického auditu

Energetický audit je spracovaný za účelom plánovanej realizácie stavby: „Zníženie energetickej náročnosti budovy Základnej školy Školská 3 - Spišské Podhradie“ 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.

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 zadavateľa vrátane identifikácie neakceptovateľných opatrení.

2.2 Podklady pre spracovanie prípadovej štúdie energetického auditu

- Údaje o spotrebe a nákladoch na teplo v rokoch 2018, 2019, 2020
- Dostupná stavebná a výkresová dokumentácia
- Osobné konzultácie s prevádzkovateľom objektu
- Obhliadka objektu
- Fotodokumentácia

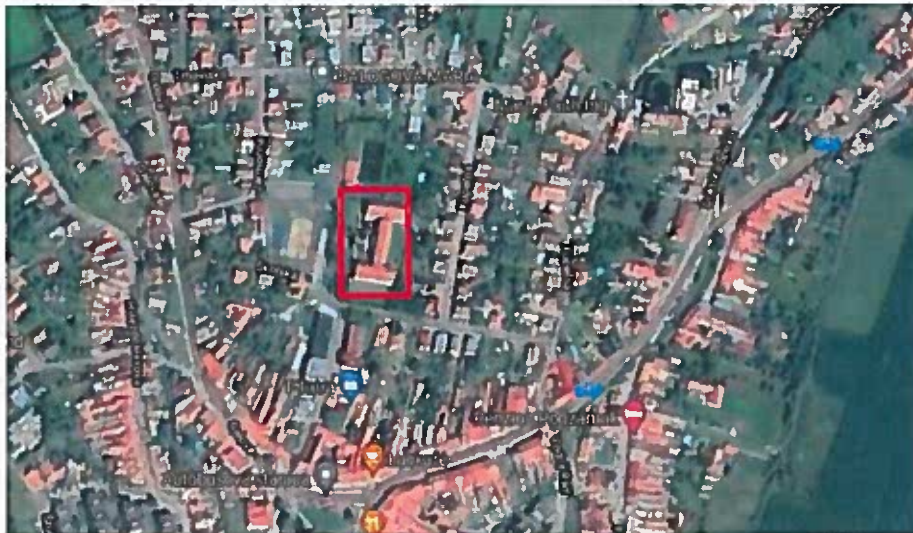
2.3 Použité vyhlášky a súvisiace normy

- 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 meste Spišské Podhradie, v katastrálnom území Spišské Podhradie, okres Levoča, Prešovský kraj.



3 OPIS SÚČASTNÉHO STAVU

Využitie budovy.

Budova je využívaná ako budova školy a školských zariadení.

Budova nie je pamiatkovo chránená. Súčasťou objektu je aj CO kryt, ktorý v rámci budovy je ako samostatný celok do ktorého sa nezasahuje.

Tepelná obálka

Predmetom projektového hodnotenia je významná obnova pre zníženie energetickej náročnosti budovy MŠ Školská ulica 3 v meste Spišské Podhradie. Budova je trojpodlažná s čiastočne využívaným pokrovým a vykurovaným suterénom, so sedlovou strechou. Konštrukčný systém je stenový murovaný z CPP tehál.

Na výpočet potreby tepla na vykurovanie budovy školy a školských zariadení bola použitá mesačná metóda, uvažuje sa s prerušovaným vykurovaním s počtom vykurovacích dní 212, normalizovaným počtom dennostupňov $D = 3\,083\text{K}\cdot\text{deň}$, porovnávacím rozdielom teploty vnútorného vzduchu $18,4^\circ\text{C}$ a priemernej teploty vonkajšieho vzduchu v zimnom období $3,86^\circ\text{C}$.

Obvodová stena OP1 je murovaná z CPP tehál hr. 600 mm bez zateplenia.

Stena OP2 je z pórobetónových tvárnic hr. 200 a z CPP tehál hr. 300 mm bez zateplenia.

Strešná koštrukcia do exteriéru S1 je zateplená tepelnou izoláciou z minerálnej vlny hr. 300 mm.

Strešná koštrukcia do exteriéru S2 je zo železobetónových stropných panelov hr. 150 mm a škvárobetónu v spáde hr. 100 mm.

Strop do nevykurovaného priestoru STR1 je zo železobetónových stropných panelov hr. 250, heraklitu hr. 50 mm a cementového poteru hr. 30 mm.

Strop do nevykurovaného priestoru STR2 sa skladá z betónovej škarpiny hr. 50 mm, heraklitu hr. 50 mm a cementového poteru hr. 30 mm.

Obvodová stena OP3 je z CPP tehál hr. 600 mm bez zateplenia.

Obvodová stena pod terénom OP4 je z CPP tehál hr. 600 mm s primurovkou z CPP tehál hr. 75 mm.

Podlaha vykurovaného priestoru na teréne P1 je z podkladného betónu hr. 150 mm s cementovým poterom hr. 80 mm.

Výplne okenných a dverných otvorov sú plastové s izolačným dvojsklom so súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Technické zariadenia budov

Vykurovanie

Po obhliadke budovy boli zistené nasledovné skutočnosti. Budova je štvorpodlažná. Vykurovací systém budovy je konvekčný 70/50 prostredníctvom radiátorov. Distribučná sieť je tvorená ležatým rozvodom od ktorého je napojené stúpacie a pripájacie potrubie k radiátorom vo vykurovacích priestoroch. Potrubia napájané jednotlivé vykurovacie spotrebiče sú pôvodné oceľové – vykazujú známky opotrebenia. Vykurovacie telesá sú doskové s termostatickými hlavicami. Systém je hydraulicky vyregulovaný. Teplo je produkované z kaskády 4 plynových kondenzačných kotlov Viessmann Vitodens 300, ktoré sú riadené ekvitermicky v súčinnosti s tromi čerpadlovými skupinami. Účinnosť zdroja tepla sa predpokladá okolo 90 percent. **Faktor primárnej energie je 1,1 a faktore emisií 0,22 kg/kWh.**



Systém prípravy teplej vody

Príprava teplej vody sa uskutočňuje v lokálnych elektrických zásobníkoch, resp. elektrickým prietokovým ohrevom (podľa PD – miesnosť 114 -2x elektrický zásobník Tatramat EOY 152, miesnosť 126 – kuchyňa -2x elektrický zásobník Tatramat EOY 152, miesnosť 124 – 1x zásobník, miesnosť 032 – 80 L zásobník, miesnosť 002 – 80 L zásobník). Hlavný domový rozvod a jednotlivé odbočky k stúpacím potrubiam sú vedené v stene vo vykurovanom priestore. Distribučná sieť od zásobníka je tvorená z PP – R/ oceľových rúr, ktoré nie sú tepelne izolované. Cirkulácia teplej vody nie je.



Systém osvetlenia

Jedná sa o budovu základnej školy obci Spišské Podhradie na ulici Školská 3. V budove sa okrem učební nachádza kuchyňa s jedálňou a telocvičňa.

Elektroinštalácia a osvetlenie je vymenené cca pred 15 rokmi s novou kabelážou. Osvetlenie je riešené žiarivkovými svietidlami s nízkostratovými predradníkmi. Ďalej sú použité žiarovkové svietidlá V niektorých žiarovkových svietidlách sú inštalované LED žiarovky

Typy svietidiel :



3.1 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:

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

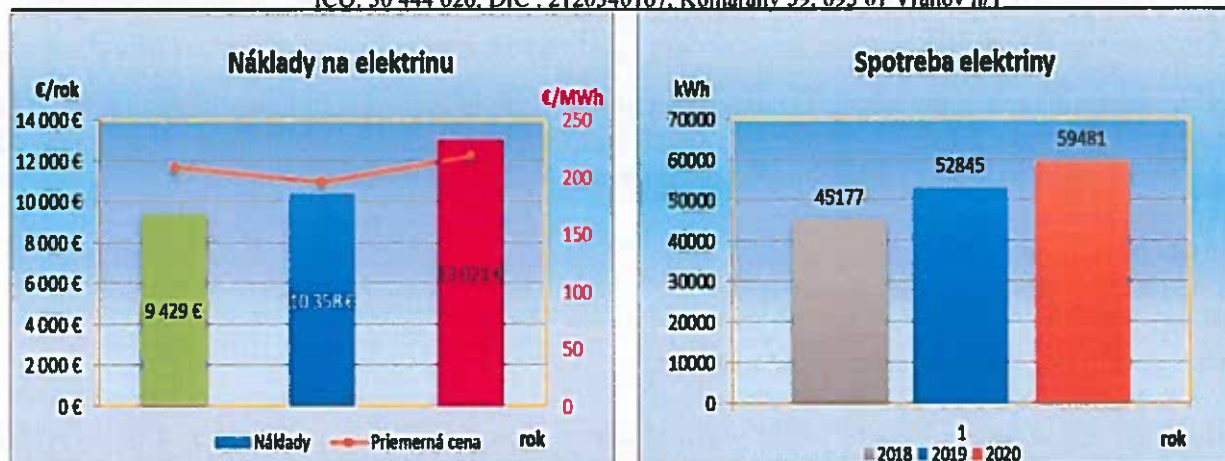
Objemy nakupovaných energonosičov (dodané z obce) boli za ostatné tri roky (uvažovalo sa s rokmi 2017, 2018, 2019, rok 2020 pandemicky) nasledovné:

<i>Rok</i>	<i>Spotreba (kWh)</i>	<i>Náklady spolu (€)</i>	<i>Priemerná cena (€/kWh)</i>
2017	45177	9 429 €	0,2087
2018	52845	10 358 €	0,1960
2019	59481	13 021 €	0,2189
Priemer	52 501	10 936	0,2083

Tabuľka 1: Prehľad spotreby a nákladov na elektrinu v rokoch 2017 - 2019

Priemerná spotreba elektrickej energie dosiahla v ostatných troch rokoch hodnotu 52,501 MWh/rok, čo pri priemernej cene 0,2083 €/kWh predstavuje ročné náklady na elektrinu na úrovni 10936,- €.

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

Zároveň sa na spotrebe elektrickej energie (okrem osvetlenia) podieľajú aj významné elektrické spotrebiče (napr. chladnička, výpočtová technika, tlačiareň, kávovar..)

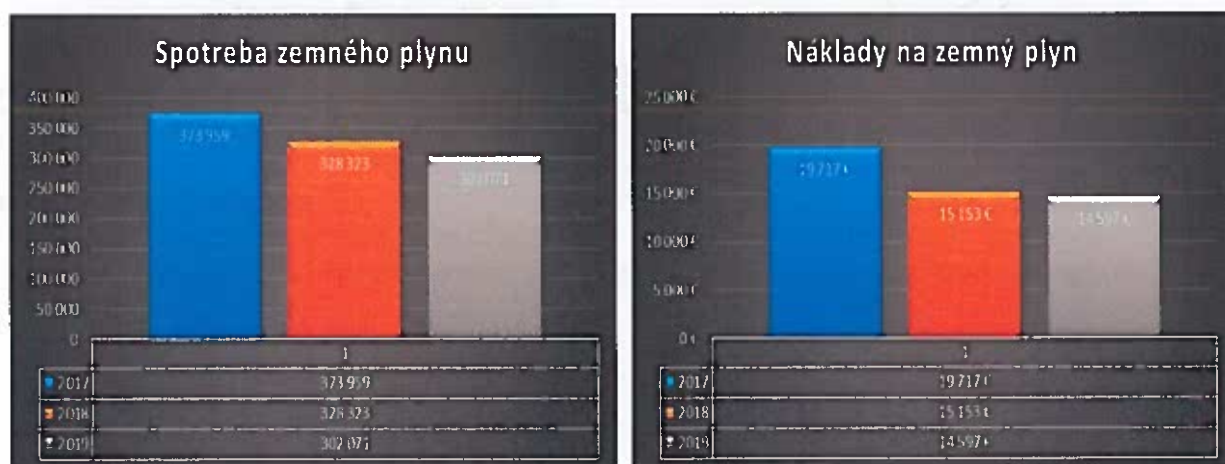
3.3 Spotreba zemného plynu

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

Teplo je v budove vyrábané zo zemného plynu. Prehľad spotreby zemného plynu na vykurovanie vrátane čiastkových nákladov je uvedený v nasledujúcich tabuľkách.

rok	Spotreba (kWh)	Náklady spolu (€)	Priemerná cena (€/kWh)
2017	373 959	19 717 €	0,0527
2018	328 323	15 153 €	0,0462
2019	302 071	14 597 €	0,0483
Priemer	334 784	16 489 €	0,0493

Tabuľka 1: Prehľad spotreby a nákladov na zemný plyn v rokoch 2017 - 2019



Obrázok 1: Prehľad spotreby a nákladov na zemný plyn v rokoch 2017 – 2019

Priemerná spotreba zemného plynu vo výkonových jednotkách za posledné tri roky je na úrovni 334,784 MWh/rok za cenu 0,0493 €/kWh.

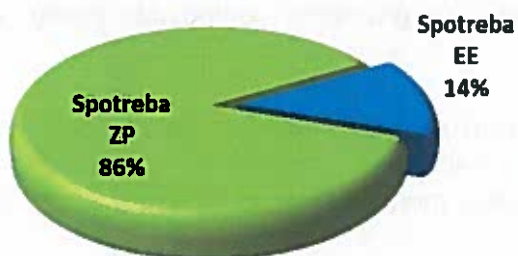
V energetickej náročnosti výroby sú zahrnuté všetky technologické procesy vrátane prípravných a prídavných procesov.

Celková štruktúra odberu energetických nosičov podľa predložených faktúr je z hľadiska spotreby výrazne prevažovaná spotrebou zemného plynu – na úrovni 86%, z hľadiska platieb za energiu náklady na zemný plyn predstavujú 60 % 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	52,50		52,50	10 935,91
Nákup tepla	MWh				
Zemný plyn	MWh	334,78		334,78	16 488,92
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				387,29	27 424,84
Zmena stavu zásob palív					
Celkom vstupy palív a energie				387,29	27 424,84

Rozloženie spotreby energetických nosičov



Rozloženie platieb za energiu



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	($^\circ\text{C}$)	-15
Veterná oblasť, rýchlosť vetra	v	(m/s)	od 2 do 5
Vnútorná výpočtová teplota	q_i	($^\circ\text{C}$)	18,4
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia	q_{ae}	($^\circ\text{C}$)	1,86
Priemerný počet vykurovacích dní	d		243
Priemerný počet dennostupňov	D		4247

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. Vykurovací 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

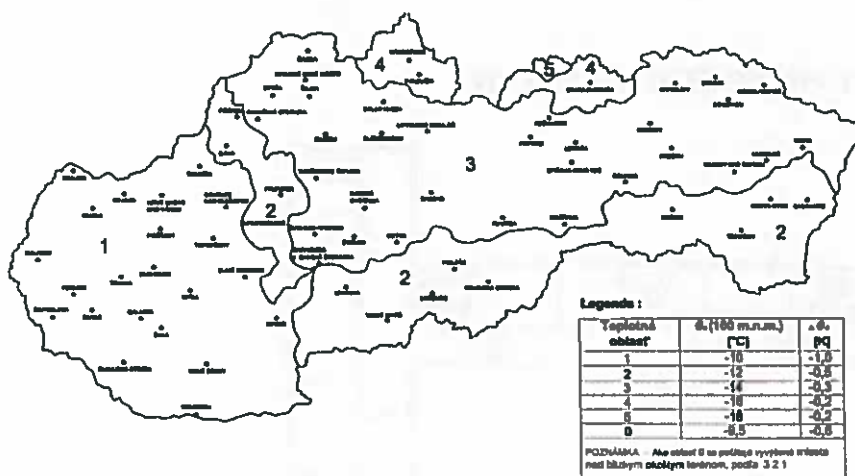
			Hodnoty
Vonkajšia výpočtová teplota	q_e	($^\circ\text{C}$)	-15
Veterná oblasť, rýchlosť vetra	v	(m/s)	-

Upravená vnútorná výpočtová teplota	q_i	(°C)	18,4
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia	q_{se}	(°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

Spišské Podhradie 430 m.n.m, v 3. T.O,
 $(1 \times (-14)) + (3,30 \times (-0,3)) = -14 + (-0,99) = -14,99^\circ\text{C}$
 $\theta_e = -13^\circ\text{C}$



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

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

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

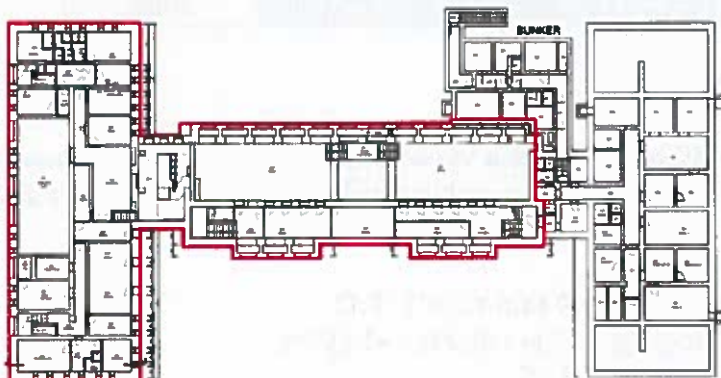
$$\varphi_i = 50 \%$$

4.2 Technické parametre budovy

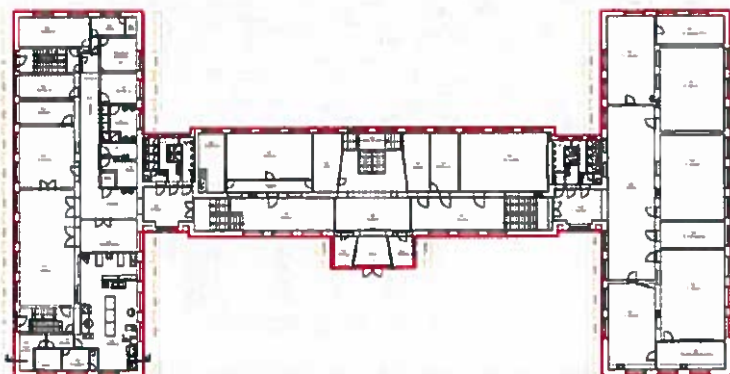
Celková zastavaná plocha [m ²]	A	1045,00
Obostavaný vykurovaný objem [m ³]	V _b	17730,24
Merná plocha [m ²]	A _b	5439,56
Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²]	ΣA_i	5631,03
Faktor tvaru budovy [1/m]	$\Sigma A_i/V_b$	0,318
Počet podlaží		3
Priemerná konštrukčná výška podlažia [m]	$h_{k,pr}$	3,26

4.3 Geometrická schéma budovy

PÔDORYS I. PODZEMNÉ PODLAŽIE

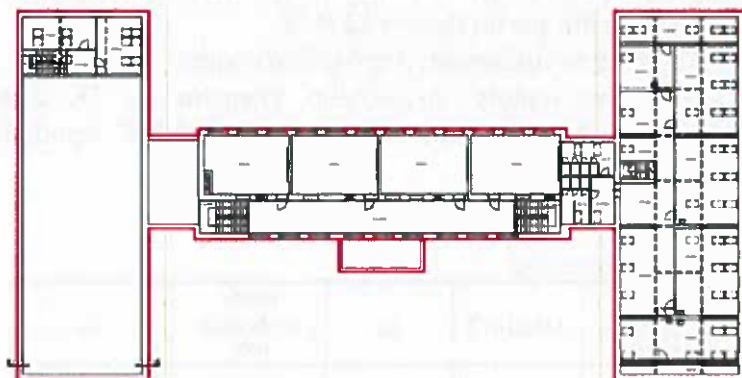


PÔDORYS I. NADZEMNÉ PODLAŽIE



PÔDORYS II. NADZEMNÉ PODLAŽIE



PÔDORYS III. NADZEMNÉ PODLAŽIE**REZ****4.4 Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií**

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 $\theta_{ai} = 20\text{ °C}$ a relatívnej vlhkosti vnútorného vzduchu $\phi_i = 50\%$ je kritická povrchová teplota na vznik plesní $\theta_{si,80} = 12,6\text{ °C}$.

Bezpečnostná prírážka 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 $\Delta\theta_{si} = 0,2\text{ °C}$ a podláh $\Delta\theta_{si} = 0,5\text{ °C}$.

OP1 - Obvodová stena

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	1755,35
2	Tehla CDM	0,600	0,550	9,0	900	1700	918000		
3	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500		

Výpočtové okrajové podmienky

Vonkajšia výpočtová teplota	θ_e [°C]	-15
Priemerná teplota v interiéri	θ_i [°C]	20
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	84
Vlhkosť interiéru	Ψ_i [%]	50
Odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	1,14
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
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,901
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]	0,76	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m ² .K]	0,22	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	1,31	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	4,40	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	θ_{si} [°C]	16,53	$\theta_{si} \geq \theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\theta_{si,N}$ [°C]	12,82	vyhovuje

OP2 - Obvodová stena

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	Pórobetónové tvárnice	0,200	0,137	5,0	1000	450	90000	BŠ	56,40

ICD: 50 444 026, DTC: 2120340167, Komárňanv 32, 093 01 Vráňov n/V

2	Tehla CDM	0,300	0,550	9,0	900	1700	459000			
3	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500			
Výpočtové okrajové podmienky					HODNOTENIE					
Vonkajšia výpočtová teplota		Θ_e [°C]	-15							
Priemerná teplota v interiéri		Θ_i [°C]	20							
Vlhkosť exteriéru		Ψ_e [%]	84							
Vlhkosť interiéru		Ψ_i [%]	50							
Odpor konštrukcie		R [m².K/W]	2,03							
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}	0,941							
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]	0,45	$U \leq U_N$						
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla		U_N [W/m².K]	0,22	nevyhovuje						
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie		R [m².K/W]	2,20	$R \geq R_N$						
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie		R_N [m².K/W]	4,40	nevyhovuje						
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota		Θ_{si} [°C]	17,93	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$						
Najnižšia vnútorná povrchová teplota		$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	vyhovuje						

S1 - Strešná konštrukcia do exteriéru

Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nahor, do exteriéru

Typ: Vodorovná konštrukcia – tepelný tok závisí na hĺbke, do exteriéru										
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	χ	Plocha konštrukcie (m2)		C _m
1	Sadrokartón	0,015	0,220	9,0	1060	750	11925	BŠ	690,71	57219807
2	Uzavretá vzduchová medzera	0,050	0,313	1,0	1010	1300	65650			
3	Parozábrana	0,0002	0,210	650109,0	1470	140	41			
4	Tepelná izoláci pod krokvy	0,120	0,042	1,0	940	17	1918			
5	Tepelná izolácia medzi krokvy	0,180	0,052	1,0	940	17	2876			
6	Difúzna fólia	0,0002	0,350	9090,0	1470	1470	432			
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota			Θ_e [°C]	-15						
Priemerná teplota v interiéri			Θ_i [°C]	20						
Vlhkosť exteriéru			Ψ_e [%]	84						
Vlhkosť interiéru			Ψ_i [%]	50						
Odpor konštrukcie			R[m ² .K/W]	6,55						

Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie	R_{se} [m ² .K/W]	0,04	HODNOTENIE
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie	R_{si} [m ² .K/W]	0,10	
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,985	
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/m ² .K]	0,15	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m ² .K]	0,15	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	6,69	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	6,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,48	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	vyhovuje

S2 - Strešná konštrukcia do exteriéru

Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nahor, do exteriéru

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	χ	Plocha konštrukcie (m ²)		C_m
1	Vápennocementová omietka	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	27,53	16684403
2	Železobetónový stropný panel	0,150	1,740	32,0	1020	2500	382500			
3	Škvárobeton v spáde	0,100	1,010	8,0	830	2000	166000			
4	Hydroizolácia - asfaltové pásy	0,010	0,210	14400,0	1470	1235	18155			
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota			Θ_e [°C]	-15						
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]	0,26						
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie			$R_{s,e}$ [m ² .K/W]	0,04						
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie			$R_{s,i}$ [m ² .K/W]	0,10						
Teplotný faktor na vnútornom povrchu			$f_{R,s,i}$	0,749						
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]	2,51	$U \leq U_N$					
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla			U_N [W/m ² .K]	0,15	nevyhovuje					
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie			R [m ² .K/W]	0,40	$R \geq R_N$					
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie			R_N [m ² .K/W]	6,50	nevyhovuje					

VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	11,21	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	nevyhovuje

Vykurovaný suterén

Plocha vykurovaného priestoru	A (m ²)	1045,00
Exponovaný obvod vykurovaného priestoru	P (m)	200,42
Intenzita výmeny vzduchu vo vykurovanom priestore	n (h ⁻¹)	0,50
Objem vzduchu vykurovaného priestoru	V (m ³)	2821,50
Hĺbka podlahy suterénu pod terénom	z (m)	1,10
Výška terénu od podlahy 1.nadzemného podlažia	h (m)	1,60
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [°C]	20
Tepelný odpor medzi vnútorným a vonkajším prostredím	R [m ² .K/W]	2,79
Súčiniteľ prechodu tepla medzi vnútorným a vonkajším prostredím	U [W/m ² .K]	0,36
Ustálená tepelná vodivosť	Ls (W/K)	642,52

H _{iu}	1108,0
H _{eu}	7
Θ_u [°C]	-0,81
b	1,0
R _u	0,94

OP3 - Obvodová stena

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)	
1	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	260,869
2	Tehla CDM	0,600	0,550	9,0	900	1700	91800		0
3	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500		

Výpočtové okrajové podmienky

Vonkajšia výpočtová teplota	Θ_e [°C]	-15
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [°C]	20
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	84
Vlhkosť interiéru	Ψ_i [%]	50
Odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	1,14
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
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f _{Rsi}	0,901
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62
Bezpečnostná prirážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,5

HODNOTENIE

VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U [W/m ² .K]	0,76	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U _N [W/m ² .K]	0,22	nevyhovuje

VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]	1,31	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]	4,40	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [$^{\circ}\text{C}$]	16,53	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [$^{\circ}\text{C}$]	13,12	vyhovuje

OP4 - Obvodová stena pod terénom

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do zeminy

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μi	c (J/kg.K)	ρ (kg/m³)	χi	Plocha konštrukcie (m2)	
1	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	194,44
2	Tehla CDM	0,600	0,550	9,0	900	1700	91800 0		
3	Hydroizolácia	0,007	0,210	14480,0	1470	1114	11463		
4	Prímurovka CPP	0,075	0,800	9,0	900	1700	11475 0		
	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		Ψ _e [%]	84						
Vlhkosť interiéru		Ψ _i [%]	50						
Odpor konštrukcie		R[m².K/W]	1,24						
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie		R _{se} [m².K/W]	0						
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie		R _{si} [m².K/W]	0,13						
Ekvivalentná hrúbka steny		dw(m)	2,75						
Teplotný faktor na vnútornom povrchu		f _{Rsi}	0,935						
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní		Θ _{si,30} [°C]	12,62						
Bezpečnostná prírážka		ΔΘ _{si} [°C]	0,5						
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla			U _{bw} [W/m².K]	0,50	U ≤ U _N				
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla			U _N [W/m².K]	0,50	vyhovuje				
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie			R _{bw} [m².K/W]	2,00	R ≥ R _N				
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie			R _N [m².K/W]	2,00	vyhovuje				
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota			Θ _{si} [°C]	19,03	Θ _{si} ≥ Θ _{si,N}				
Najnižšia vnútorná povrchová teplota			Θ _{si,N} [°C]	13,12	vyhovuje				

P1 - Podlaha vykurovaného priestoru 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/m ³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m ²)
----	------------------------------	-------	-------------------	---------	------------	-----------------------------	----------	--------------------------------------

1	Cementový poter	0,080	1,160	19,0	840	2000	13440 0	BŠ	1045,00
2	Hydrobit	0,0035	0,210	14480,0	1470	1114	5732		
3	Betón	0,150	1,230	17,0	1020	2100	32130 0		
	Zemina		2,000	2,0					

Výpočtové okrajové podmienky			
Vonkajšia výpočtová teplota	Θ_e [°C]	5	
Teplota vo vykurovanom priestore	Θ_u [°C]	20	
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	99	
Vlhkosť vykurovaného priestoru	Ψ_u [%]	50	
Odpor podlahovej konštrukcie	R_f [m².K/W]	0,21	
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie	R_{se} [m².K/W]	0	
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie	R_{si} [m².K/W]	0,17	
Plocha podlahy na teréne	A (m²)	1045,00	
Exponovaný obvod podlahy na teréne	P (m)	200,42	
Hrúbka steny	w (m)	0,65	
Charakteristický rozmer podlahy	B' (m)	10,43	
Ekvivalentná hrúbka podlahy	dt (m)	1,41	
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f _{Rsi}	0,582	
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62	
Bezpečnostná prirážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	1,0	
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch	U_{br} [W/m².K]	0,33	
Odpor zvislej okrajovej izolácie	R_{0i} [m².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	

HODNOTENIE

VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch	U_{br} [W/m².K]	0,33	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m².K]	0,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R_{br} [m².K/W]	3,02	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m².K/W]	2,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	13,73	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	13,62	vyhovuje

STR1 - Strop do nevykurovaného priestoru

yp: 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	457,06	339915522
2	Železobetónový stropný panel	0,250	1,740	32,0	1020	2500	63750			
3	Heraklit	0,050	0,075	13,0	1630	200	16300			
4	Cementový poter	0,030	1,160	19,0	840	2000	50400			

Výpočtové okrajové podmienky

Vonkajšia výpočtová teplota	Θ_e [°C]	-15
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [°C]	20
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	84
Vlhkosť interiéru	Ψ_i [%]	50
Odpor konštrukcie	R [m².K/W]	0,86
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}	0,900
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62
Bezpečnostná prirážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,2

HODNOTENIE

VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U [W/m².K]	1,00	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m².K]	0,20	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m².K/W]	1,00	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m².K/W]	4,90	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	16,51	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	vyhovuje

STR2 - Strop do nevykurovaného priestoru

Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nahor, 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/m ³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m ²)		C _m
1	Drevený pohľad	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	403,43	300027916
2	Betónová škrupina	0,050	1,740	32,0	1020	2500	127500			
3	Heraklit	0,050	0,075	13,0	1630	200	16300			
4	Cementový poter	0,030	1,160	19,0	840	2000	50400			
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota			Θ_e [°C]	-15						
Priemerná teplota v interiéri			Θ_i [°C]	20						
Vlhkosť exteriéru			Ψ_e [%]	84						
Vlhkosť interiéru			Ψ_i [%]	50						
Odpor konštrukcie			R[m ² .K/W]	0,75						

Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie	$R_{se} [m^2 \cdot K/W]$	0,04	HODNOTENIE
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie	$R_{si} [m^2 \cdot K/W]$	0,10	
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,887	
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80} [^{\circ}C]$	12,62	
Bezpečnostná prírážka	$\Delta\Theta_{si} [^{\circ}C]$	0,2	
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	$U [W/m^2 \cdot K]$	1,13	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	$U_N [W/m^2 \cdot K]$	0,20	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	$R [m^2 \cdot K/W]$	0,89	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	$R_N [m^2 \cdot K/W]$	4,90	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si} [^{\circ}C]$	16,05	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N} [^{\circ}C]$	12,82	vyhovuje

Porovnanie netransparentných stavených konštrukcií súčasný stav:

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 4890,8 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,15 W.m⁻².K⁻¹ do 2,51 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 3476,5 W/K, čo predstavuje 65,6 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Stavebná konštrukcia	Plocha (m ²)	U (W.m ⁻² .K ⁻¹)	U _N (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Hodnotenie
Zvislé steny nad terénom				
OP1 - Obvodová stena	1755,35	0,76	0,22	Nevyhovuje
OP2 - Obvodová stena	56,40	0,45	0,22	Nevyhovuje
OP3 - Obvodová stena	260,87	0,76	0,22	Nevyhovuje
OP4 - Obvodová stena do zemi	194,44	0,50	0,50	Vyhovuje
Stavebná konštrukcia	Plocha (m ²)	U (W.m ⁻² .K ⁻¹)	U _{W,N} (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Hodnotenie
Strešné konštrukcie				
S1 - Strešná konštrukcia do exteriéru	690,71	0,15	0,15	Vyhovuje
S2 - Strešná konštrukcia do exteriéru	27,53	2,51	0,15	Nevyhovuje
STR1 - Strop do nevykurovaného priestoru	457,06	1,00	0,20	Nevyhovuje
STR2 - Strop do nevykurovaného priestoru	403,43	1,13	0,20	Nevyhovuje
Stavebná konštrukcia	Plocha (m ²)	U (W.m ⁻² .K ⁻¹)	U _{W,N} (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Hodnotenie
Podlaha				
P1 - Podlaha na teréne	1045,00	0,33	0,40	Vyhovuje

4.5 Skladba a prehľad transparentných konštrukcií

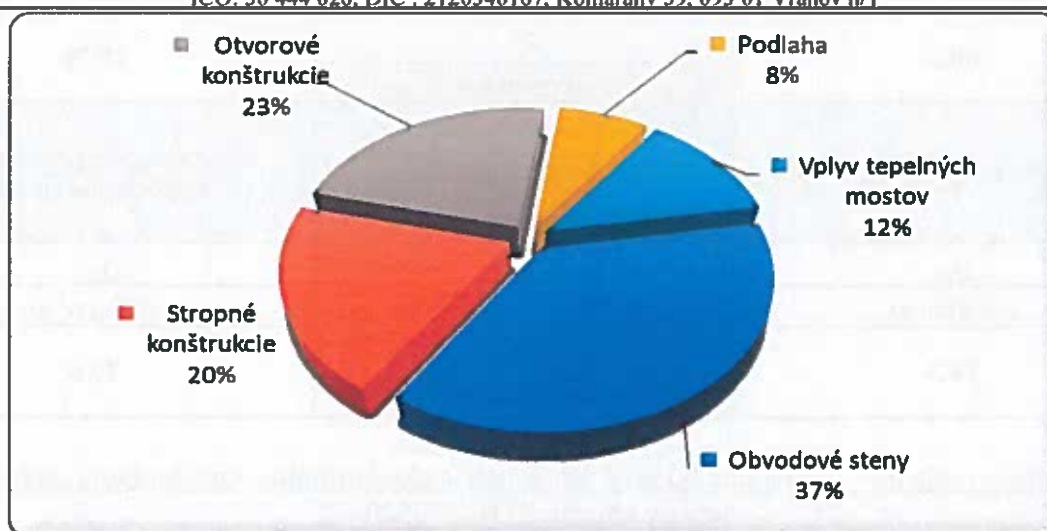
Porovnanie transparentných stavených konštrukcií súčasný stav:

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 740,3 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 1,7 W.m⁻².K⁻¹ do 1,7 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 1821,5 W.K⁻¹, čo predstavuje 34,4 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Otvorová konštrukcia	Počet			Plocha (m ²)	U (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Merná tep. strata (W.K ⁻¹)	U _{w,N} (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Hodnotenie
	n	a	b					
Plastové okno	151	2,10	2,05	650,06	1,40	910,08	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	12	0,90	2,05	22,14	1,40	31,00	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	2	2,10	0,95	3,99	1,40	5,59	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	4	1,50	1,80	10,80	1,40	15,12	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	2	1,50	1,90	5,70	1,40	7,98	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	1	3,80	1,80	6,84	1,40	9,58	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	30	0,55	0,55	9,08	1,40	12,71	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	3	0,90	0,55	1,49	1,40	2,08	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	4	2,20	0,65	5,72	1,40	8,01	0,85	Nevyhovuje
Vstupné plastové dvere	1	3,80	2,10	7,98	1,40	11,17	0,85	Nevyhovuje
Vstupné plastové dvere	3	0,90	2,10	5,67	1,40	7,94	0,85	Nevyhovuje
Vstupné plastové dvere	2	2,00	2,70	10,80	1,40	15,12	0,85	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	2267,1	1660,2	36,8
Stropné konštrukcie	1578,7	901,6	20,0
Otvorové konštrukcie	740,3	1036,4	23,0
Podlaha	1045,0	346,5	7,7
Vplyv tepelných mostov	-	563,1	12,5
Suma	5631,0	4507,7	100
Pevné konštr.	4890,8	2908,3	64,5



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}	$U_{w,N}$	
	($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)	($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)	
0,318	0,941	0,32	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 $D = 3083 \text{ K} \cdot \text{deň}$, porovnávacím rozdielom teploty vnútorného vzduchu $18,4^{\circ}\text{C}$ a priemernej teploty vonkajšieho vzduchu v zimnom období $3,86^{\circ}\text{C}$.

EXISTUJÚCI STAV		
Merná potreba tepla na vykurovanie	splnenie požiadavky	Normalizovaná merná potreba tepla na vykurovanie
$Q_{h,nd}$	$\leq$	$Q_{h,nd,N}$
$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$		$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

66,6	>	25,70
	nevyhovuje	
Energetická hospodárnosť budovy	splnenie požiadavky	Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy
Q_{EP}		$Q_{EP,N}$
kWh/(m ² .a)	≤	kWh/(m ² .a)
56,3	>	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.

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 ŠKOL 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}		Q_N
kWh/(m ² .a)	≤	kWh/(m ² .a)
61,43	>	56
	C	

5.2.2 Potreba energie na prípravu teplej vody – súčasný stav

ŠKÁLA ENER. TRIED NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY - BUDOVY ŠKOL 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}		Q_N
kWh/(m ² .a)	≤	kWh/(m ² .a)

10,41	<	12
	B	

5.2.3 Potreba energie na osvetlenie – súčasný stav

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED NA OSVETLENIE - BUDOVY ŠKOL 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)
6,56	<	18
	B	

5.2.4 Celková potreba energie – súčasný stav

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED CELKOVÁ POTREBA ENERGIE - BUDOVY ŠKOL 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)
78,41	>	86
	B	

5.2.5 Primárna energia – súčasný stav

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED PRIMÁRNA ENERGIA - BUDOVY ŠKOL 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)
112,4	>	34,0

5.3 Zhodnotenie súčasného stavu a identifikácia nedostatkov

5.3.1 Tepelná ochrana

- obvodový plášť murovaný z CDM 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 – vykazujú známky opotrebia
- odovzdávanie tepla do vykurovaných priestorov je pomocou doskových radiátorov
- vykurovací systém je hydraulicky vyregulovaný
- existujúce plynové kondenzačné kotle – vykazujú známky opotrebenia

Príprava teplej vody

- rozvody teplej vody v budove z oceľových/plastových rúr
- elektrické zásobníky

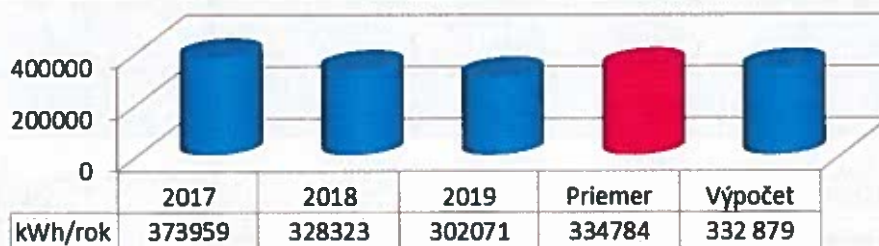
5.3.3 Osvetlenie

- 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

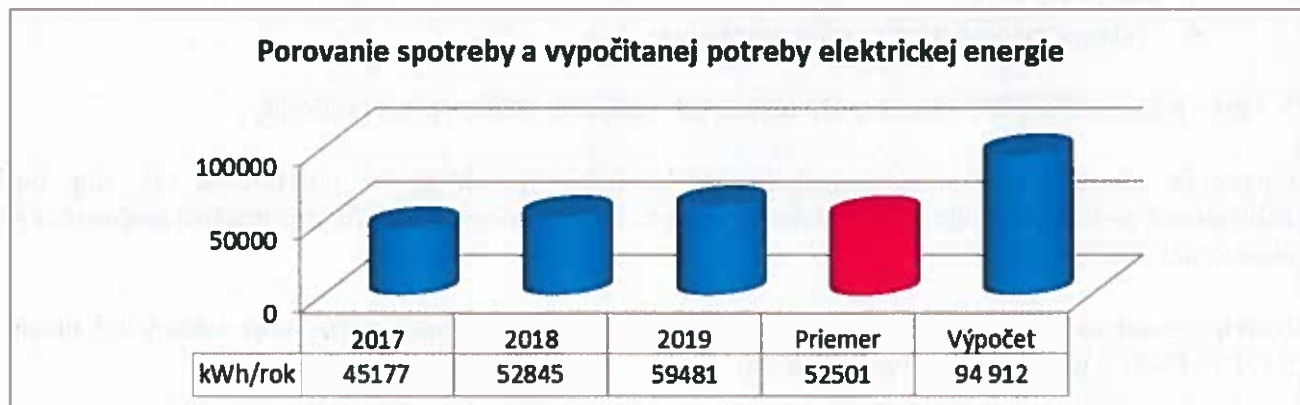
Porovnanie spotreby energie na vykurovanie [kWh/rok] v jednotlivých rokoch prepočítané na dlhodobý priemer s výpočtovou hodnotou potreby energie na vykurovanie.

Porovnanie spotreby a vypočítanej 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. Vykurovací teplo 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.

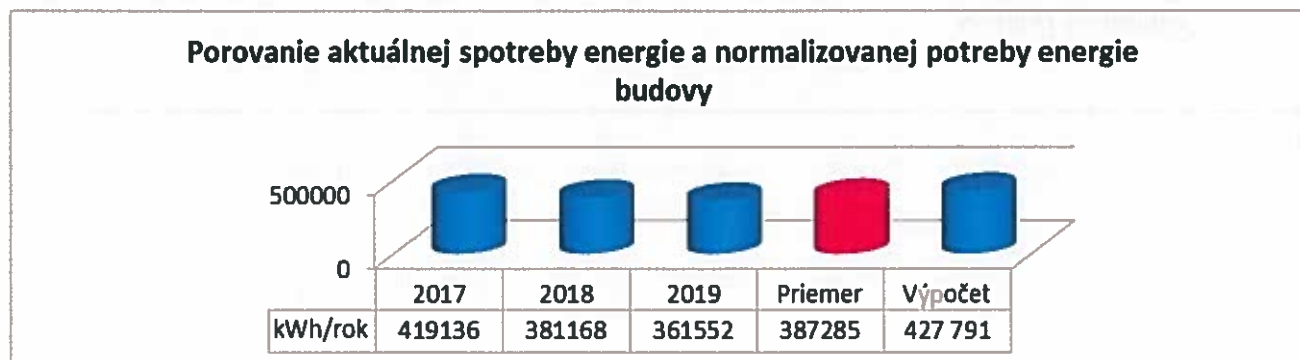
5.4.1 Podmienka oprávnenosti aktivít projektu

Využitie budovy min. 75 %, využitie budovy = priemer spotreby energie za min. 3 roky / celková potreba energie pred realizáciou projektu.

Priemer za posledné tri roky : 387285

Normalizovaný výpočet starý stav : 427 791

Percentuálny podiel : $387285/427791 * 100 = 90,53$ percenta



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. meranie, riadenie a regulácia spotreby energie na vykurovanie
3. ohrev TV
4. rekonštrukcia interiérového osvetlenia

V rámci zákona 555/2005 sa odporúča inštalovať nabíjacia stanica pre automobily.

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

Predmetom riešenia tejto projektovej dokumentácie je významná obnova pre zníženie energetickej náročnosti budovy ZŠ Školská 3 v meste Spišské Podhradie realizáciou resp.:

- zateplením obvodového plášťa tepelnou izoláciou z minerálnej vlny
- zateplením obvodovej steny pod terénom sa natrie aerogélovým náterom
- zateplením strešnej konštrukcie do exteriéru tepelnou izoláciou EPS a XPS
- zateplením stropu do nevykurovaného priestoru tepelnou izoláciou z minerálnej vlny
- výmena výplní otvorových konštrukcií

Obvodové steny OP1, OP2 a OP3 sa zateplia tepelnou izoláciou z minerálnej vlny hr. 160 mm.

Obvodová stena pod terénom OP4 sa natrie aerogélovým náterom

Strešná konštrukcia do exteriéru S2 sa zateplí tepelnou izoláciou z EPS hr. 150 mm a XPS hr. 100 mm.

Stropy do nevykurovaného priestoru STR1 a STR2 sa zateplia tepelnou izoláciou z minerálnej vlny hr. 300 mm.

Výplne okenných a dverných otvorov sa vymenia za plastové s izolačným trojsklom so súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 0,85 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

6.1.1 Technické parametre po zhotovení návrhových opatrení

Celková zastavaná plocha [m ²]	A	1073,33
Obostavaný vykurovaný objem [m ³]	V _b	18703,26
Merná plocha [m ²]	A _b	5601,70
Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²]	ΣA _i	5905,27
Faktor tvaru budovy [1/m]	ΣA _i /V _b	0,316
Počet podlaží		3
Priemerná konštrukčná výška podlažia [m]	h _{k,pr}	3,34

6.1.2 Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií

OP1 - Obvodová stena

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	1960,98
2	Tehla CDM	0,600	0,550	9,0	900	1700	918000		
3	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500		
4	Lepiacia malta	0,005	0,840	50,0	920	1400	6440		
5	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,160	0,035	3,0	830	120	15936		
6	Lepiacia armovacia vrstva	0,005	0,840	50,0	920	1800	8280		
7	Fasádna omietka	0,002	0,740	37,0	920	1500	2760		
Výpočtové okrajové podmienky									

Vonkajšia výpočtová teplota	Θ_e [°C]	-15	
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [°C]	20	
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	84	
Vlhkosť interiéru	Ψ_i [%]	50	
Odpor konštrukcie	R [m².K/W]	5,73	
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}	0,978	
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]	0,17	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m².K]	0,22	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m².K/W]	5,90	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m².K/W]	4,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,23	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	vyhovuje

OP2 - Obvodová stena

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru

Typ: Zvislá stavebná 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	Plocha konštrukcie (m ²)		C _m
1	Pórobetónové tvárnice	0,200	0,137	5,0	1000	450	90000	BŠ	56,40	35076062
2	Tehla CDM	0,300	0,550	9,0	900	1700	459000			
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	0,160	0,035	3,0	830	120	15936			
6	Lepiaca armovacia vrstva	0,005	0,840	50,0	920	1800	8280			
7	Fasádna omietka	0,002	0,740	37,0	920	1500	2760			
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota		Θ_e [°C]		-15						
Priemerná teplota v interiéri		Θ_i [°C]		20						
Vlhkosť exteriéru		Ψ_e [%]		84						
Vlhkosť interiéru		Ψ_i [%]		50						
Odpor konštrukcie		R [m ² .K/W]		6,62						
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						
Teplotný faktor na vnútornom		f_{Rsi}		0,981						

povrchu			
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]	0,15	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m².K]	0,22	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m².K/W]	6,79	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m².K/W]	4,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,33	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	vyhovuje

S2 - Strešná konštrukcia do exteriéru

Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nahor, 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	Vápennocementová omietka	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	29,98	18620746
2	Železobetónový stropný panel	0,150	1,740	32,0	1020	2500	382500			
3	Škvárbetón v spáde	0,100	1,010	8,0	830	2000	166000			
4	Hydroizolácia - asfaltové pásy	0,010	0,210	14400,0	1470	1235	18155			
5	Parozábrana	0,0002	0,350	144000,0	1470	9200	2705			
6	Tepelná izolácia EPS	0,150	0,038	70,0	1270	19	3620			
7	Tepelná izolácia XPS	0,100	0,038	100,0	2060	33	6798			
8	Geotextília	0,0001	0,000	0,0	0	0	0			
9	Fatrafol 810	0,0015	0,160	21000,0	960	1270	1829			

Výpočtové okrajové podmienky

Vonkajšia výpočtová teplota	Θ_e [°C]	-15
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [°C]	20
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	84
Vlhkosť interiériu	Ψ_i [%]	50
Odpor konštrukcie	R [m².K/W]	6,85
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}	0,986
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]	0,14	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m².K]	0,15	vyhovuje

VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	6,99	R ≥ R _N
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R _N [m ² .K/W]	6,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ _{si} [°C]	19,50	Θ _{si} ≥ Θ _{si,N}
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Θ _{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)	μi	c (J/kg.K)	ρ (kg/m³)	χi	Plocha konštrukcie (m2)		Cm
1	Vápennocementová omietka	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	472,76	354012412
2	Železobetónový stropný panel	0,250	1,740	32,0	1020	2500	637500			
3	Heraklit	0,050	0,075	13,0	1630	200	16300			
4	Cementový poter	0,030	1,160	19,0	840	2000	50400			
5	PE fólia	0,0002	0,350	144000,0	1470	1100	323			
6	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,300	0,039	1,0	940	17	4794			

Výpočtové okrajové podmienky

Vonkajšia výpočtová teplota	Θ _e [°C]	-15
Priemerná teplota v interiéri	Θ _i [°C]	20
Vlhkosť exteriéru	Ψ _e [%]	84
Vlhkosť interiéru	Ψ _i [%]	50
Odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	8,55
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]	0,10
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f _{Rsi}	0,988
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	Θ _{si,80} [°C]	12,62
Bezpečnostná prirážka	ΔΘ _{si} [°C]	0,2

HODNOTENIE

VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U [W/m ² .K]	0,12	U ≤ U _N
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U _N [W/m ² .K]	0,20	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	8,69	R ≥ R _N
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R _N [m ² .K/W]	4,90	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ _{si} [°C]	19,60	Θ _{si} ≥ Θ _{si,N}
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Θ _{si,N} [°C]	12,82	vyhovuje

STR2 - 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/m ³)	χ	Plocha konštrukcie (m ²)	C _m	
1	Drevený pohľad	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	415,37	99196628
2	Betónová škrupina	0,050	1,740	32,0	1020	2500	127500			
3	Heraklit	0,050	0,075	13,0	1630	200	16300			
4	Cementový poter	0,030	1,160	19,0	840	2000	50400			
5	PE fólia	0,0002	0,350	144000,0	1470	1100	323			
6	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,300	0,039	1,0	940	17	4794			

Výpočtové okrajové podmienky

Vonkajšia výpočtová teplota	Θ_e [°C]	-15
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [°C]	20
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	84
Vlhkosť interiéru	Ψ_i [%]	50
Odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	8,44
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]	0,10
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 ≤ U _N
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U _N [W/m ² .K]	0,20	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	8,58	R ≥ R _N
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R _N [m ² .K/W]	4,90	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,59	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	vyhovuje

Vykurovaný suterén

Plocha vykurovaného priestoru	A (m ²)	1073,33
Exponovaný obvod vykurovaného priestoru	P (m)	201,38
Intenzita výmeny vzduchu vo vykurovanom priestore	n (h ⁻¹)	0,50
Objem vzduchu vykurovaného priestoru	V (m ³)	2897,99
Hĺbka podlahy suterénu pod terénom	z (m)	1,10
Výška terénu od podlahy I.nadzemného podlažia	h (m)	1,60
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [°C]	20
Tepelný odpor medzi vnútorným a vonkajším prostredím	R [m ² .K/W]	3,34

H_{iu}
 H_{eu} 917,76
 Θ_{u} 1,05
 $[\text{°C}]$
 b 1,0
 R_u 1,17

Súčiniteľ prechodu tepla medzi vnútorným a vonkajším prostredím	U [W/m ² .K]	0,30
Ustálená tepelná vodivosť	Ls (W/K)	439,59

OP3 - Obvodová stena

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μi	c (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	χi	Plocha konštrukcie (m ²)	Cm
1	Aerogélový náter	0,001	0,020	3,0	790	2000	1580	BŠ 262,40 52	3103151 41
2	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500		
3	Tehla CDM	0,600	0,550	9,0	900	1700	91800 0		
4	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500		
5	Travertínový obklad	0,080	2,900	30,0	920	2500	18400 0		

Výpočtové okrajové podmienky

Vonkajšia výpočtová teplota	Θ _e [°C]	-15
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]	1,22
Odpor aerogélového náteru	R _a [m ² .K/W]	3,0
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
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f _{Rsi}	0,970
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	Θ _{si,80} [°C]	12,62
Bezpečnostná prírážka	ΔΘ _{si} [°C]	0,5

HODNOTENIE

VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U [W/m ² .K]	0,23	U ≤ 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]	4,39	R ≥ R _N
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R _N [m ² .K/W]	4,40	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ _{si} [°C]	18,96	Θ _{si} ≥ Θ _{si,N}
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Θ _{si,N} [°C]	13,12	vyhovuje

OP4 - Obvodová stena pod terénom

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do zemin

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μi	c (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	χi	Plocha konštrukcie (m ²)	Cm
1	Aerogélový náter	0,001	0,020	3,0	790	2000	1580	BŠ 195,49	2121684

										99
2	Omietka vápennocementová	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500			
3	Tehla CDM	0,600	0,550	9,0	900	1700	91800			
4	Hydroizolácia	0,007	0,210	14480,0	1470	1114	11463			
5	Prímurovka CPP	0,075	0,800	9,0	900	1700	11475			
	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	Ψ_e [%]	84
Vlhkosť interiéru	Ψ_i [%]	50
Odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	1,29
Odpor aerogélového náteru	R_a [m ² .K/W]	3,0
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]	0,13
Ekvivalentná hrúbka steny	d_w (m)	8,85
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,977
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62
Bezpečnostná prírážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,5

HODNOTENIE

VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U_{bw} [W/m ² .K]	0,17	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m ² .K]	0,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R_{bw} [m ² .K/W]	5,72	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	2,00	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,66	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	13,12	vyhovuje

P1 - Podlaha vykurovaného priestoru 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/m ³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m ²)		C _m
1	Cementový poter	0,080	1,160	19,0	840	2000	134400	BŠ	1073,3	495268304
2	Hydrobit	0,0035	0,210	14480,0	1470	1114	5732			
3	Betón	0,150	1,230	17,0	1020	2100	321300			
	Zemina		2,000	2,0						
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota		Θ_e [°C]	5							
Teplota vo vykurovanom priestore		Θ_u [°C]	20							

Vlhkosť exteriéru	$\Psi_e[\%]$	99	HODNOTENIE
Vlhkosť vykurovaného priestoru	$\Psi_u[\%]$	50	
Odpor podlahovej konštrukcie	$R_{fj}[m^2.K/W]$	0,21	
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	
Plocha podlahy na teréne	A (m ²)	1073,33	
Exponovaný obvod podlahy na teréne	P (m)	201,38	
Hrúbka steny	w (m)	0,73	
Charakteristický rozmer podlahy	B' (m)	10,66	
Ekvivalentná hrúbka podlahy	dt (m)	1,49	
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f _{Rsi}	0,582	
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80} [^{\circ}C]$	12,62	
Bezpečnostná prírážka	$\Delta\Theta_{si} [^{\circ}C]$	1,0	
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch	$U_{br} [W/m^2.K]$	0,32	
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	$U_{br} [W/m^2.K]$	0,32	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	$U_N [W/m^2.K]$	0,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	$R_{br} [m^2.K/W]$	3,11	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	$R_N [m^2.K/W]$	2,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si} [^{\circ}C]$	13,73	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N} [^{\circ}C]$	13,62	vyhovuje

Porovnanie netransparentných stavebných konštrukcií navrhovaný stav:

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 5165,0 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,12 W.m⁻².K⁻¹ do 0,32 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 971,4 W/K, čo predstavuje 56,5 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

ICO: 36 444 026, DIČ: 2120346167, Komárňany 32, 093 01 Vrňany IV

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	1960,98	0,17	0,22	Vyhovuje
OP2 - Obvodová stena	56,40	0,15	0,22	Vyhovuje
OP3 - Obvodová stena	262,41	0,23	0,22	Nevyhovuje
OP4 - Obvodová stena do zemiary	195,49	0,17	0,50	Vyhovuje
Stavebná konštrukcia	Plocha	U	U _{W,N}	Hodnotenie
	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Strešné konštrukcie				
S1 - Strešná konštrukcia do exteriéru	698,30	0,15	0,15	Vyhovuje
S2 - Strešná konštrukcia do exteriéru	29,98	0,14	0,15	Vyhovuje
STR1 - Strop do nevykurovaného priestoru	472,76	0,12	0,20	Vyhovuje
STR2 - Strop do nevykurovaného priestoru	415,37	0,12	0,20	Vyhovuje
Stavebná konštrukcia	Plocha	U	U _{W,N}	Hodnotenie
	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Podlaha				
P1 - Podlaha na teréne	1073,33	0,32	0,40	Vyhovuje

6.1.3 Skladba a prehľad transparentných konštrukcií

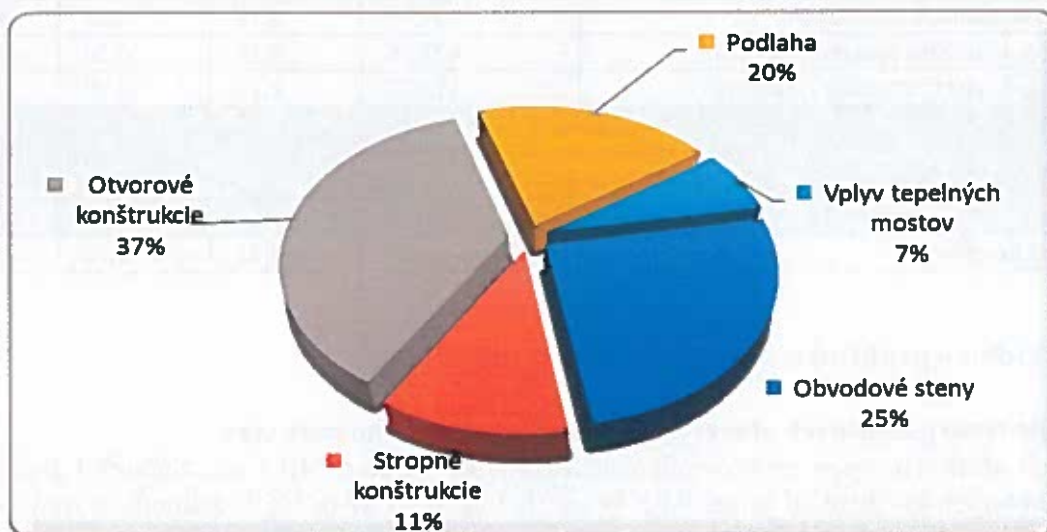
Porovnanie transparentných stavebných konštrukcií navrhovaný stav:

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 740,3 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,85 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 629,2 W.K⁻¹, čo predstavuje 36,6 % 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	151	2,10	2,05	650,06	0,85	552,55	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	12	0,90	2,05	22,14	0,85	18,82	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	2	2,10	0,95	3,99	0,85	3,39	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	4	1,50	1,80	10,80	0,85	9,18	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	2	1,50	1,90	5,70	0,85	4,85	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	1	3,80	1,80	6,84	0,85	5,81	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	30	0,55	0,55	9,08	0,85	7,71	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	3	0,90	0,55	1,49	0,85	1,26	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	4	2,20	0,65	5,72	0,85	4,86	0,85	Vyhovuje
Vstupné plastové dvere	1	3,80	2,10	7,98	0,85	6,78	0,85	Vyhovuje
Vstupné plastové dvere	3	0,90	2,10	5,67	0,85	4,82	0,85	Vyhovuje
Vstupné plastové dvere	2	2,00	2,70	10,80	0,85	9,18	0,85	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	2475,3	434,8	25,3
Stropné konštrukcie	1616,4	190,9	11,1
Otvorové konštrukcie	740,3	629,2	36,6
Podlaha	1073,3	345,7	20,1
Vplyv tepelných mostov	-	118,1	6,9
Suma	5905,3	1718,7	100
Pevné konštr.	5165,0	971,4	56,5



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)	
0,316	0,296	0,325	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 $D = 3083\text{K.deň}$, porovnávacím rozdielom teploty vnútorného vzduchu $18,4^{\circ}\text{C}$ a priemernej teploty vonkajšieho vzduchu v zimnom období $3,86^{\circ}\text{C}$.

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)
24,0	<	25,70
	vyhovuje	
Energetická hospodárnosť budovy	splnenie požiadavky	Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy
Q _{EP}		Q _{EP,N}
kWh/(m ² .a)	≤	kWh/(m ² .a)
19,4	<	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, 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

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

Zdroj tepla

Existujúce kotle vymeniť za hybridnú kotolňu (2x tepelné čerpadlo v kaskáde – COP od výrobcu 3,06 a 3x kondenzačný kotol). Osadiť nové čerpadlové okruhy riadené ekvitermicky.

Rozvody a radiátory

V rámci obnovy budovy sa odporúča vymeniť distribučnú sieť a osadiť nové radiátory. Po realizácii úsporných opatrení stavebného charakteru je sústavu potrebné vyregulovať, osadiť termostatické ventily s pásmom proporcionality 2 K a termostatické hlavice na každé vykurovacie teleso. Potrubné rozvody navrhnuť z PE-X resp. z uhlíkovej oceli, ktoré budú izolované tepelno-izolačnými trubicami na báze penového polyetylénu podľa vyhlášky 282/2012 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.	Vnútorňý 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 vnútorňý priemer potrubia
4.	nad 100	100

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.

Zónová regulácia

Základom je rozdelenie budovy do vykurovacích zón, pričom každá zóna je vykurovaná samostatnou vetvou. Rozdelenie vykurovacích okruhov – viď projekt UK.

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 ŠKOL 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)
12,61	<	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

Existujúce zásobníky vymeniť za tepelné čerpadlá (napr. Ariston Nuos EVO – COP od výrobcu 3,4). V prípade potreby rozvody vymeniť. (projektant ZTI).

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

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY - BUDOVY ŠKOL							
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)
3,05	$<$	B – 12 A – 6
	A	

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

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:

Kabeláž k svietidlám bola vymenená (okrem 1.PP a 2 kancelárií na 1.NP). Svietidlá sú staré viac ako 10 rokov. Osvetlenie je energeticky náročné. Údržba svietidiel sa nevykonáva (len výmena nefunkčných žiaroviek resp. žiaroviek).

V rámci rekonštrukcie je potrebné vymeniť komplet osvetlenie. Inštalovať LED svietidlá na existujúcu kabeláž. Pripraviť svetlotechnické výpočty a prípadne v niektorých miestnostiach doplniť svietidlá.

Navrhované svietidlá :

LED panely - max 40W

Žiarovkové svietidlá s LED žiarovkou 10W vo WC, skladoch a pod.

V chodbách, zádverí, predsieni WC a pod – led panel malý 25W

V kuchyni, vo väčších skladoch, v garáži led prachotes 30W

Potrebu tepla na osvetlenie po navrhovaných úpravách ukazuje nasledujúca tabuľka :

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)
3,99	$<$	B – 18 A – 9
	A	

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

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
- 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	56,27	19,42	36,85	65,49
	Potreba energie :				
8	na vykurovanie	61,43	12,61	48,82	79,48
9	na prípravu teplej vody	10,41	3,05	7,37	70,73
10	na chladenie / vetranie				
11	na osvetlenie	6,57	3,99	2,59	39,33
12	Celková potreba energie kWh/(m ² .a)	78,42	19,65	58,78	74,95
13	Primárna energia kWh/(m ² .a):	112,5	34,0	78,5	69,77
Odpočítateľná tepelná a elektrická energia:					
15	Solárna tepelná				
16	Solárna fotovoltaická		0,00		
17	Kogenerácia				
18	Tepelná energia z iného obnoviteľného zdroja		15,78		

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

V nasledujúcej tabuľke je zobrazená celková potreba energie:

ŠKÁLA ENERG. 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}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
19,65	<	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 ŠKOL 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)
34,0	<	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	334,78	57,54	277,25
na elektrinu MWh/r	52,50	34,28	18,22
spolu MWh/r	387,29	91,82	295,47

Ukazovateľ	Súčasnosc'	Po opatreniach	Úspora
Náklady na palivo €/r	16488,92	2833,76	13655,17
Náklady na elektrinu €/r	10935,91	7141,30	2883,91
Náklady na energie €/r	27424,84	9975,05	16539,08

V nasledujúcich tabuľkách sú zobrazené normalizované bilancie podľa využívania budovy (bez zarátania spotrebičov) :

Ukazovateľ	Súčasnosc'	Po opatreniach	Úspora
na palivo MWh/r	366,17	46,97	319,198
na elektrinu MWh/r	94,98	40,05	54,9293
spolu MWh/r	461,15	87,02	374,13

Ukazovateľ	Súčasnosc'	Po opatreniach	Úspora
Náklady na palivo €/r	18034,60	2313,33	15721,27
Náklady na elektrinu €/r	19784,73	8343,00	11441,73
Náklady na energie €/r	37819,33	10656,33	27163,01

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 priemerného čistého CF za dobu hodnotenia.

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

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

3. Čistá súčasná hodnota NPV odpovedá vzorcu

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

4. Vnútorne výnosové percento IRR bolo vypočítané z podmienky:

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

Výsledky ekonomického hodnotenia

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

Ukazovateľ	Jednotka	Hodnota
Náklady na realizáciu súboru opatrení	€	1448742,32
Ročná úspora energie	kWh	295466,07
Miera úspory energie	%	76,29
Ročná úspora nákladov na energiu	€	16539,08
Dĺžka morálnej živostnosti opatrenia	r	30
Diskontný faktor	-	0,02
Jednoduchá doba návratnosti T_s	r	87,6
Reálna doba návratnosti T_{sd}	r	-
Čistá súčasná hodnota NPV	€	-1078325,6
Vnútorne výnosové percento IRR	%	-6%

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

Ukazovateľ	Jednotka	Hodnota
Náklady na realizáciu súboru opatrení	€	1448742,32

Ročná úspora energie	kWh	374127,63
Miera úspory energie	%	81,13
Ročná úspora nákladov na energiu	€	27163,01
Dĺžka morálnej životnosti opatrenia	r	30
Diskontný faktor	-	0,02
Jednoduchá doba návratnosti T_s	r	53,3
Reálna doba návratnosti T_{sd}	r	-
Čistá súčasná hodnota NPV	€	-840387,3
Vnútorné výnosové percento IRR	%	-3%

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 52,7 roka.

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

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 :

Ukazovateľ	Súčasnosť			Po opatreniach			Zmena %
	z paliva	z elektriny	spolu	z paliva	z elektriny	spolu	
CO ₂ t/r	73,653	8,768	82,420	12,658	5,725	18,383	-77,7
TZL kg/r	2,812	9,345	12,157	0,483	6,103	6,586	-45,8
SO ₂ kg/r	0,337	46,726	47,063	0,058	30,513	30,571	-35,0
CO kg/r	22,150	23,625	45,776	3,807	15,428	19,234	-58,0
NO _x kg/r	54,848	51,346	106,194	9,426	33,530	42,956	-59,5

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

Ukazovateľ	Súčasnosť			Po opatreniach			Zmena %
	z paliva	z elektriny	spolu	z paliva	z elektriny	spolu	
CO ₂ t/r	80,56	15,86	96,42	10,333	6,689	17,022	-82,3
TZL kg/r	3,08	16,91	19,98	0,395	7,129	7,524	-62,3
SO ₂ kg/r	0,37	84,53	84,90	0,047	35,647	35,694	-58,0
CO kg/r	24,23	42,74	66,97	3,108	18,024	21,131	-68,4
NO _x kg/r	59,99	92,89	152,88	7,695	39,172	46,867	-69,3

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 vyčíslit' 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)	332 879	0	0	0
elektrina (kWh)	1 287	56645	0	35694

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

Konstrukcia / systém	Potreba energie pôvodný stav (kWh/rok)	Potreba energie navrhovaný stav (kWh/rok)	Uspora energie (kWh/rok)	Uspora nákladov na energiu (€/rok)	Investícia (€)	Jednoduchá doba návratnosti (roky)	Diskontovaná doba návratnosti (roky)
Komplexná obnova (Obvodový plášť, strecha, okná, podlaha) +rekuperacia	387 285	140 099	247 186	9 935	921 178	92,72	-
Systém UK a TV	387 285	365 335	21 950	2 662	175 000	65,74	-
Osvetlenie	387 285	372 359	14 926	3 291	307 564	93,46	-
FV	-	-	-	-	-	-	-
Spolu	387 285	63 524	91 819	16 539	1 448 742	87,60	-

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

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

Návrhové pratrečia nie sú vhodné 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 medziročne 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 medziročne 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 medziročne 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) +rekuperacia	197 749	7 948
Systém UK a TV	17 560	2 130
Osvetlenie	11 941	2 633
FV	-	-

* 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) +rekuperacia	154,53	921 178,00	1 228 237,33	1 228 237,33	307 059,33	662,33
Systém UK a TV	109,57	175 000,00	233 333,33	233 333,33	58 333,33	177,47
Osvetlenie	155,76	307 564,00	410 085,33	410 085,33	102 521,33	219,40
FV	-	-	-	-	-	-
Spolu	145,99	1 448 742,32	1 931 656,43	1 931 656,43	482 914,11	1 102,61

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.

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

Východiskové predpoklady:

Výška úveru [€]:	1 448 742	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 [€]:	128 777,10	Ročné platby za GES [€]:	160 972
Suma splátok za rok [€]:	128 777,10		
Celkovo splatené [€]:	1 931 657		

Posúdenie dôsledkov na výšku dlhu verejnej správy

Hodnoty na vyplnenie:

Priemerné ročné náklady na energiu		Spôsob financovania:	
	27 425	Investičné náklady poskytovateľa GES [€]	1 448 742

pred realizáciou projektu GES [€]		Grant (verejné národné zdroje) [€]	72 437
Garantované ročné úspory [€]	16 539	Grant (EÚ) [€]	1 376 305
Trvanie zmluvy [rokov]	15	FN (verejné národné zdroje) [€]	0
Ročné platby za GES [€]	8 049	FN (EÚ) [€]	0
Výpočítané hodnoty:			
Garantované úspory [%]	60%	Kapitálové výdavky [€]	2 897 485
Testy Eurostatu: 1. Financovanie z verejných zdrojov [%] → 4,8% (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) → áno			

Test č.1 je splnený:

nebolo preukázané financovanie z verejných zdrojov

Test č.2 nie je splnený:

garantované úspory (16539eur za 15 rokov) sú nižšie ako súčet platieb za GES (1376305 eur za 15 rokov) a nenávratná pôžička z verejných zdrojov (0 eur). Nespĺnenie 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 vplyvajú 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 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 teplonosnej 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 teplonosnej 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 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 vysílať 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: Mesto Spišské Podhradie
 Sídlo: Mariánske námestie 37, 053 04 Spišské Podhradie
 Štatutárny orgán: MVDr. Michal Kapusta, primátor mesta
 IČO: 00329622
 DIČ: 2020717886
 Kontaktná osoba: MVDr. Michal Kapusta, primátor mesta
 Telefón: 0918 822 172
 e-mail : primator@spisskepohradie.sk
 Budova: ZŠ ŠKOLSKA 3 - SPIŠSKÉ PODHRADIE
 Adresa sídla: Školská ulica 3, 053 04 Spišské Podhradie

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

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: neplatca DPH
 V zastúpení: Ing. Pavol Fedorčák, PhD.
 Telefón: +421 949 803 607
 E-mail: pavol.fedorcak@yahoo.com

Zoznam opatrení na zlepšenie energetickej efektívnosti:

1. zníženie energetickej náročnosti budov opatreniami stavebného charakteru
2. meranie, riadenie a regulácia spotreby energie na vykurovanie
3. Výmena zásobníka TV za lokálne tepelné čerpadlá na ohrev TV
4. rekonštrukcia interiérového osvetlenia

Predpokladané úspory energie dosiahnuté opatreniami:

Predpokladaná úspora paliva kWh/rok	277248,9
Predpokladaná úspora kWh/rok	
Predpokladaná úspora elektrickej energie kWh/rok	18217,2
Celková úspora kWh/rok	295466,1
Predpokladané finančné náklady na realizáciu opatrení: eur	1448742,322
Iné údaje:	

14 SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM

Identifikačné údaje : ZNÍŽENIE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI ZŠ ŠKOLSKÁ 3 - SPIŠSKÉ PODHRADIE			
Zatriedenie podľa SK NACE (podľa hlavnej činnosti objednávateľa energetického auditu)			84110
Celkový potenciál úspor energie (MWh)			374,13
Súbor odporúčaných opatrení na zníženie spotreby energie			
Stručný popis súboru odporúčaných opatrení	1. zníženie energetickej náročnosti budov opatreniami stavebného charakteru 2. meranie, riadenie a regulácia spotreby energie na vykurovanie 3. Výmena zásobníka TV za lokálne tepelné čerpadlá na ohrev TV 4. rekonštrukcia interiérového osvetlenia		
Náklady na technológie pre premenu a distribúciu energie (v tisícoch eur)			607563,94
Náklady na výrobné technológie (v tisícoch eur)			0,00
Náklady na znižovanie energetickej náročnosti budov (v tisícoch eur)			841178,38
Iné náklady (v tisícoch eur)			
Celkové náklady na realizáciu súboru odporúčaných opatrení (v tisícoch eur)			1448742,32
Sumárne bilančné údaje			
	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Spotreba energie (MWh/r)	387,29	91,82	-295,47
Náklady na energiu v aktuálnych cenách (v tisícoch eur)	27424,84	9975,05	-17449,78
Prínosy z hľadiska ochrany životného prostredia			
Znečisťujúca látka/skleníkový plyn	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Tuhé znečisťujúce látky (t/r)	12,157	6,586	-5,572
SO ₂ (t/r)	47,063	30,571	-16,493
NO _x (t/r)	106,194	33,530	-72,664
CO (t/r)	45,776	19,234	-26,541
CO ₂ (t/r)	82,420	18,383	-64,037
Ekonomické vyhodnotenie			
Cash - Flow projektu (v tisícoch eur/r)	16539,08	Doba hodnotenia (roky)	30
Jednoduchá doba návratnosti (roky)	87,6	Diskontná sadzba (%)	0,02
Reálna doba návratnosti (roky)	-	NPV (v tisícoch eur)	-1078325,63
		IRR (%)	-6%
Energetický audítor	Ing. Pavol Fedorčák, PhD.		
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

V Banskej Bystrici, 11.12.2015

J. W. W.
Dr. Ing. Kvetoslava Šoltésová, CSc.
predseda skúšobnej komisie

16 FOTODOKUMENTÁCIA



