

PRÍPADOVÁ PÍ SOMNÁ SPRÁVA Z ENERGETICKÉHO AUDITU

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



Stavba: **ZNÍŽENIE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI BUDOVY MŠ
SPIŠSKÝ HRUŠOV**

Miesto: p.č.: 80, k.ú.: Spišský Hrušov

Vypracoval: TERA green s.r.o.

Dátum: Júl 2022

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 SÚČASNÉHO STAVU	6
3.1	Energetické vstupy	8
3.2	Spotreba elektrickej energie:	8
3.3	Spotreba zemného plynu	9
4	TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE BUDOVY	11
4.1	Miestne a normalizované klimatické podmienky	11
4.2	Technické parametre budovy	13
4.3	Geometrická schéma budovy	13
4.4	Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií	15
4.5	Skladba a prehľad transparentných konštrukcií	24
5	ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – SÚČASNÝ STAV	26
5.1	Merná potreba tepla na vykurovanie – Súčasný stav	26
5.2	Výpočet dodanej energie podľa miesta spotreby – súčasný stav	27
5.2.1	Potreba energie na vykurovanie – súčasný stav	27
5.2.2	Potreba energie na prípravu teplej vody – súčasný stav	27
5.2.3	Potreba energie na osvetlenie – súčasný stav	27
5.2.4	Celková potreba energie – súčasný stav	28
5.2.5	Primárna energia – súčasný stav	28
5.3	Zhodnotenie súčasného stavu a identifikácia nedostatkov	29
5.3.1	Tepelná ochrana	29
5.3.2	Vykurovanie a príprava teplej vody	29
5.3.3	Osvetlenie	29
5.4	Stanovenie východiskového stavu pre výpočet úspor	30
6	ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – NAVRHOVANÉ ÚPRAVY	31
6.1	Zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií	31
6.1.1	Technické parametre budovy – navrhovaný stav	32
6.1.2	Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií	32
6.1.3	Skladba a prehľad transparentných konštrukcií	40
6.1.4	Merná potreba tepla na vykurovanie – navrhovaný stav	42
6.2	Potreba energie podľa miesta spotreby – navrhovaný stav	43
6.2.1	Potreba energie na vykurovanie – navrhovaný stav	43

6.2.2	Potreba energie na ohrev TV – navrhovaný stav	44
6.2.3	Potreba energie na osvetlenie – navrhovaný stav	44
6.2.4	Inštalácia fotovoltaických panelov	45
6.3	Meranie spotreby energie	45
7	REKAPITULÁCIA A POTENCIÁL ÚSPOR PO OPATRENIACH.....	46
7.1	Celková potreba energie – navrhovaný stav	46
7.2	Primárna energia – navrhovaný stav	47
8	EKONOMICKÉ HODNOTENIE	48
9	ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE	51
10	REALIZÁCIA PROJEKTU PROSTREDNÍCTVOM GARANTOVANEJ ENERGETICKEJ SLUŽBY	52
11	OPATRENIA MERANIA, RIADENIA A REGULÁCIE SPOTREBY TEPLA	57
12	ZÁVER	59
13	SÚHRNNÝ INFORMAČNÝ LIST	60
14	SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM.....	61
15	OSVEDČENIE O ODBORNEJ SPOSOBILOSTI.....	62
16	FOTODOKUMENTÁCIA	63

1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

Objednávateľ energetického auditu

Názov spoločnosti:	Obec Spišský Hrušov
Sídlo:	Spišský Hrušov 216, 053 63 Spišský Hrušov
Štatutárny orgán:	JUDr. Adriana Tkáčová, starostka obce
IČO:	00329606
DIČ:	2020717864
Kontaktná osoba	JUDr. Adriana Tkáčová
Telefón:	0911 592 122
e-mail	sphrusov@levonetmail.sk

Predmet energetického auditu

Budova:	MŠ - Spišský Hrušov
Adresa sídla:	Spišský Hrušov 217, 053 63 Spišský Hrušov
Kontaktná osoba:	JUDr. Adriana Tkáčová, starostka obce
Telefón:	0911 592 122
IČO:	00329606
DIČ:	2020717864

Spracovateľ energetického auditu

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

2 PREDMET ENERGETICKÉHO AUDITU

2.1 Účel spracovania energetického auditu

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

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

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 zadávateľa vrátane identifikácie neakceptovateľných opatrení.

2.2 Podklady pre spracovanie prípadovej štúdie energetického auditu

- Údaje o spotrebe a nákladoch na teplo v rokoch 2019, 2020, 2021
- 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 MŠ - Spišský Hrušov sa nachádza v obci Spišský Hrušov, v katastrálnom území Spišský Hrušov, okres Spišská Nová Ves, Košický kraj.



Obrázok 1: Umiestnenie posudzovaného objektu

3 OPIS SÚČASNÉHO STAVU

Využitie budovy.

Budova je využívaná ako budova školy a školských zariadení.

Budova nie je pamiatkovo chránená.

Tepelná obálka

Predmetom projektového hodnotenia je zníženie energetickej náročnosti budovy MŠ v obci Spišský Hrušov. Budova je dvojpodlažná s nevykurovaným suterénom a so sedlovou strechou. Konštrukčný systém je stenový murovaný z pórobetonových tvárnic. 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 $3,86^\circ\text{C}$.

Obvodová stena OP1 je murovaná z pórobetonových tvárnic hr. 400 mm zateplená tepelnou izoláciou z minerálnej vlny hr. 140 mm.

Strop pod nevykurovaným priestorom STR1 sa skladá zo stropných panelov PZD hr. 250 mm, perlíbetónu v spáde od 100 mm do 200 mm, heraklidu hr. 25 mm, polsid dosák hr. 50 mm, betonového poteru hr. 80 mm a tepelnej izolácie z minerálnej vlny v dvoch vrstvách v celkovej hr. 180 mm.

Strešná konštrukcia do exteriéru S1 je drevená s uzavretou vzduchovou medzerou s obojstranným dreveným záklopom zateplená tepelnou izoláciou z minerálnej vlny hr. 200 mm a tepelnou izoláciou XPS hr. 100 mm.

Podlaha na teréne P1 je z podkladného betónu hr. 100 mm s cementovým poterom hr. 80 mm a tepelnou izoláciou hr. 20 mm.

Strop nad nevykurovaným suterénom STR2 je zo železobetónu hr. 200 mm s cementovým poterom hr. 40 mm zateplená tepelnou izoláciou hr. 20 mm z jednej strany a tepelnou izoláciou z minerálnej vlny hr. 120 mm z druhej strany.

Obvodová stena do exteriéru OP2 je z pórobetonových tvárnic hr. 400 mm zateplená tepelnou izoláciou EPS Greywall hr. 80 mm.

Obvodová stena pod terénom OP3 je z tepelnou pórobetonových tvárnic hr. 400 mm zateplená tepelnou izoláciou EPS Greywall hr. 80 mm.

Podlaha nevykurovaného priestoru na teréne P2 je z podkladného betónu hr. 100 mm s cementovým poterom hr. 80 mm.

Výplne okenných otvorov sú plastové s izolačným trojsklom so súčiniteľom prechodu tepla skla $U_g = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a so súčiniteľom prechodu tepla rámu $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a dverných otvorov so súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Technické zariadenia budov

Vykurovanie

Po obhliadke budovy boli zistené nasledovné skutočnosti. Budova je dvojpodlažná s nevykurovaným suterénom. Vykurovací systém budovy je konvenčný 70/50. Distribučná sieť je tvorená ležatým rozvodom, od ktorého je napojené stúpacie a pripájacie potrubie k radiátorom vo vykurovaných priestoroch. Potrubia napájané jednotlivé vykurovacie spotrebiče sú z ocele. Vykurovacie telesá sú doskové s termostatickými hlavicami. Systém je hydraulicky vyregulovaný. Kotelňa je mimo tepelnej obálky budovy. Teplu je produkované z kaskády troch stacionárnych plynových kotlov Protherm Medved 50 KL0M.

Na vetranie sú inštalované rekuperačné jednotky 3x Atrea Duplex 800 Multi Eco 31, lokálne rekuperačné jednotky 6x Inverter IV 25. (účinnosť 70 percent, pokrytie v rámci budovy 68 percent).

Systém prípravy teplej vody

Príprava TV je riešená v nepriamo vyhrievanom zásobníku TV s objemom 200 L. Tepelná energia je do neho dotovaná z čerpadlovej skupiny od kaskády troch stacionárnych plynových kotlov Protherm Medved 50 KLOM. Distribučná sieť od zásobníka je tvorená z oceľových/ plastových rúr. Cirkulácia teplej vody je zabezpečená cirkulačným čerpadlom.

Systém osvetlenia

Jedná sa o samostatnú budovu materskej školy v obci Spišský Hrušov. Elektroinštalácia je kompletne rekonštruovaná v roku 2019.

V budove sú inštalované komplet LED svietidlá. Osvetlenie je ovládané spínačmi

3.1 Energetické vstupy

Prehľad o energetických vstupoch a nákladoch na energiu 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 energiu 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).

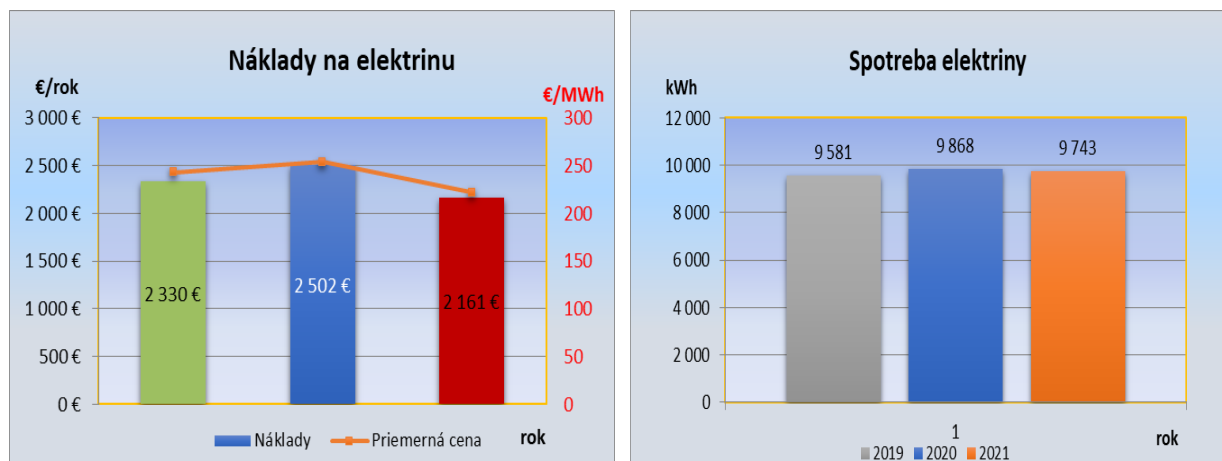
Budova je v súčasnosti napojená na elektrinu a zemný plyn. V predmete energetického auditu dochádza len k energetickým vstupom a k spotrebe energie, energetické výstupy sa nerealizujú.

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

Rok	Spotreba (kWh)	Náklady spolu (€)	Priemerná cena (€/kWh)
2019	9 581	2 330 €	0,2432
2020	9 868	2 502 €	0,2536
2021	9 743	2 161 €	0,2218
Priemer	9 731	2 331	0,2396

Tabuľka 1: Prehľad spotreby a nákladov na elektrinu v rokoch 2019 - 2021

Priemerná spotreba elektrickej energie dosiahla v ostatných troch rokoch hodnotu **9,731 MWh/rok**, čo pri priemernej cene **0,2396 €/kWh** predstavuje ročné náklady na elektrinu na úrovni **2331,- €**. Vývoj spotreby a nákladov za elektrinu za ostatné dva roky je znázornený v nasledujúcich grafoch.



Grafy spotreby elektriny a nákladov za elektrinu v rokoch 2019 - 2021

3.3 Spotreba zemného plynu

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

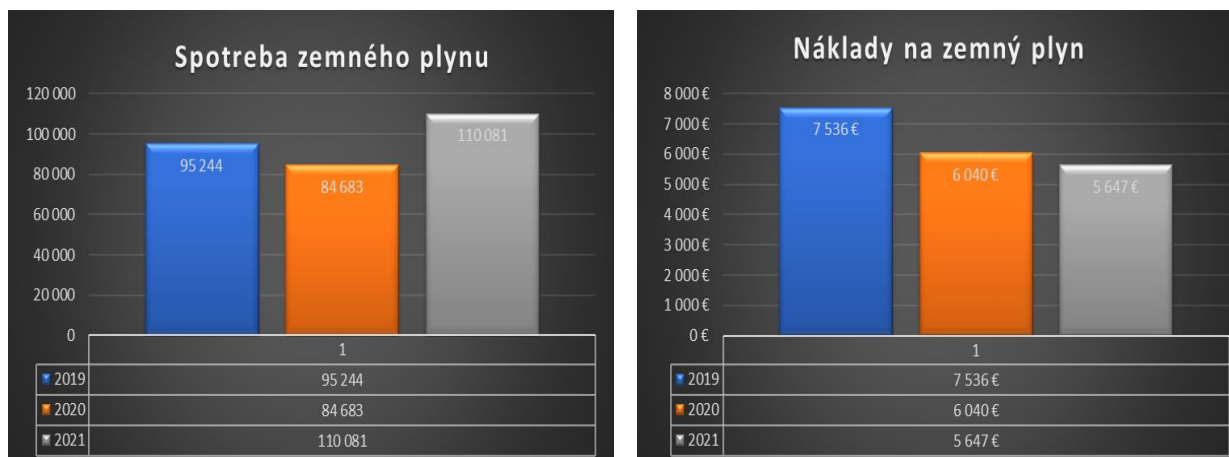
Teplota je v budove vyrábaná zo zemného plynu. Prehľad spotreby zemného plynu na vykurovanie vrátane čiastkových nákladov je uvedený v nasledujúcich tabuľkách.

rok	Spotreba (kWh)	Náklady spolu (€)	Priemerná cena (€/kWh)
2019	95 244	7 536 €	0,0791
2020	84 683	6 040 €	0,0713
2021	110 081	5 647 €	0,0513
Priemer	96 669	6 408 €	0,0663

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

Priemerná spotreba zemného plynu vo výkonových jednotkách za posledné tri roky je na úrovni **96,669 MWh/rok** za cenu **0,0663 €/kWh**.

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

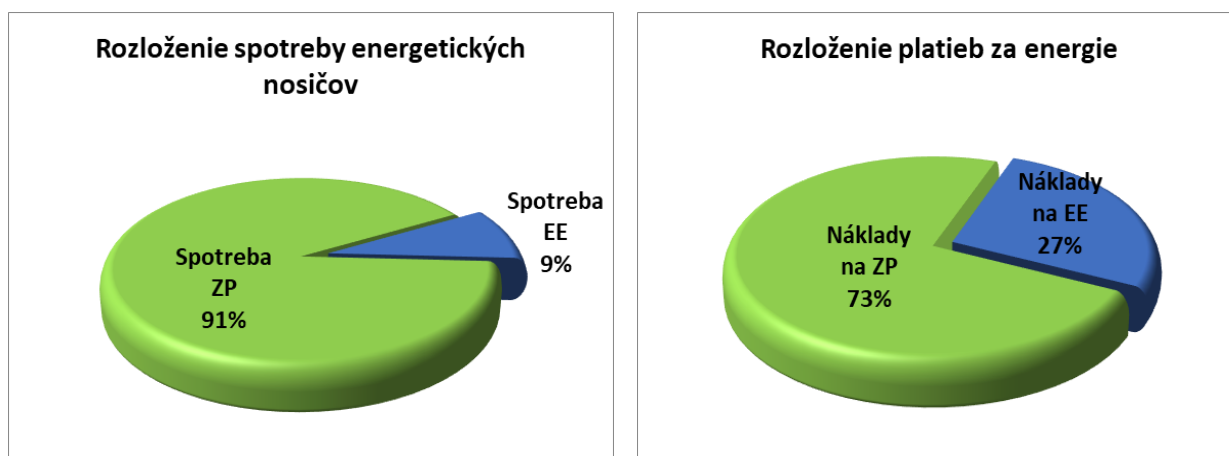


Obrázok 1: Prehľad spotreby a nákladov na zemný plyn v rokoch 2019-2021

Celková štruktúra odberu energetických nosičov podľa predložených faktúr je z hľadiska spotreby výrazne prevažovaná spotrebou zemného plynu – na úrovni 91 %, z hľadiska platieb za energiu náklady na zemný plyn predstavujú 73 % 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	9,73		9,73	2 331,10
Nákup tepla	MWh				
Zemný plyn	MWh	96,67		96,67	6 408,04
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 _N ³				
Druhotná energia	GJ				
Obnoviteľné zdroje energie	MWh				
Iné palivá	t				
Celkom vstupy palív a energie				106,40	8 739,14
Zmena stavu zásob palív					
Celkom vstupy palív a energie				106,40	8 739,14



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

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 ($^{\circ}C$)	-15
Veterná oblasť, rýchlosť vetra	v (m/s)	od 2 do 5
Vnútorná výpočtová teplota	q_i ($^{\circ}C$)	18,4

Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia	q_{ae}	(°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. Vykurovacía teplota vnútorných priestorov zodpovedá účelu využitia budovy.

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

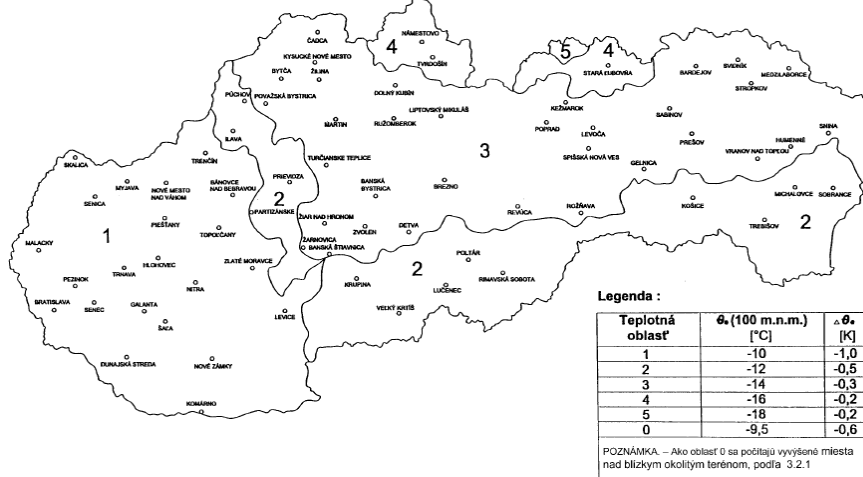
NH - Normalizované hodnoty

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

Výpočtové podmienky pre zimné obdobie:

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

Spišský Hrušov 424 m.n.m, v 3.T.O,
 $(1 \times (-14)) + (3,24 \times (-0,3)) = -14 + (-0,972) = -14,972 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $\theta_e = -11 \text{ } ^\circ\text{C}$



Obrázok A.1 – Mapa teplotných oblastí Slovenska v zimnom období

Výpočtová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu sa určuje pre teplotu vonkajšieho vzduchu

$$\varphi_e = 84 \%$$

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

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

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

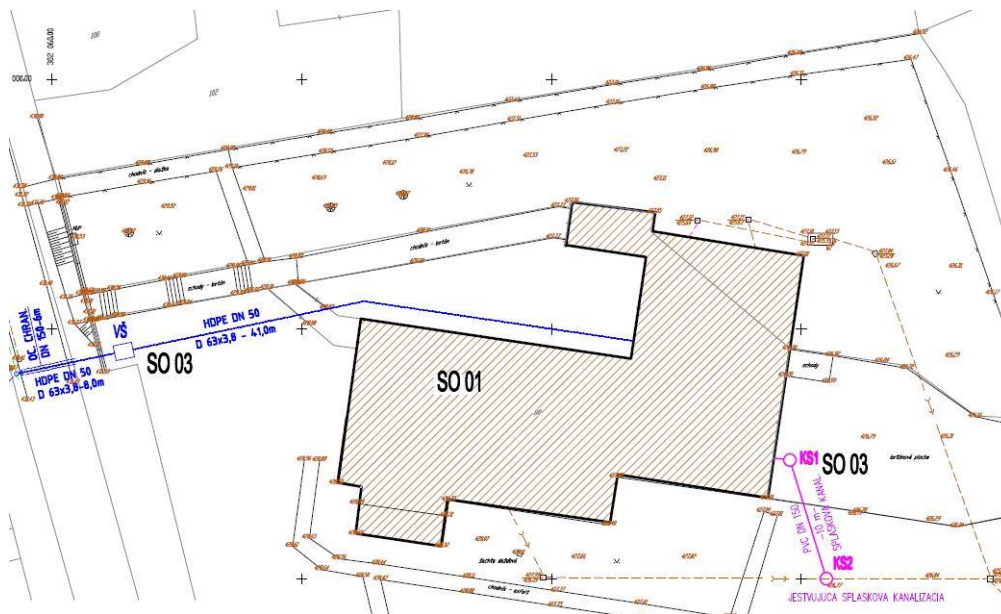
$$\varphi_i = 50 \%$$

4.2 Technické parametre budovy

Celková zastavaná plocha [m ²]	A	326,89
Obostavaný vykurovaný objem [m ³]	V _b	4132,61
Merná plocha [m ²]	A _b	1127,14
Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²]	ΣA_i	2094,73
Faktor tvaru budovy [1/m]	$\Sigma A_i/V_b$	0,507
Počet podlaží		2
Priemerná konštrukčná výška podlažia [m]	h _{k,pr}	3,67

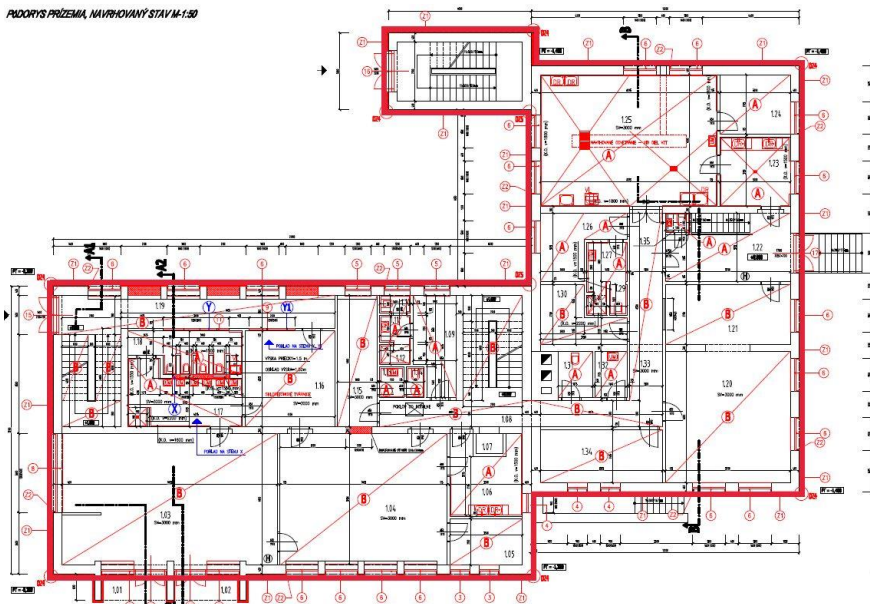
4.3 Geometrická schéma budovy

SITUÁCIA



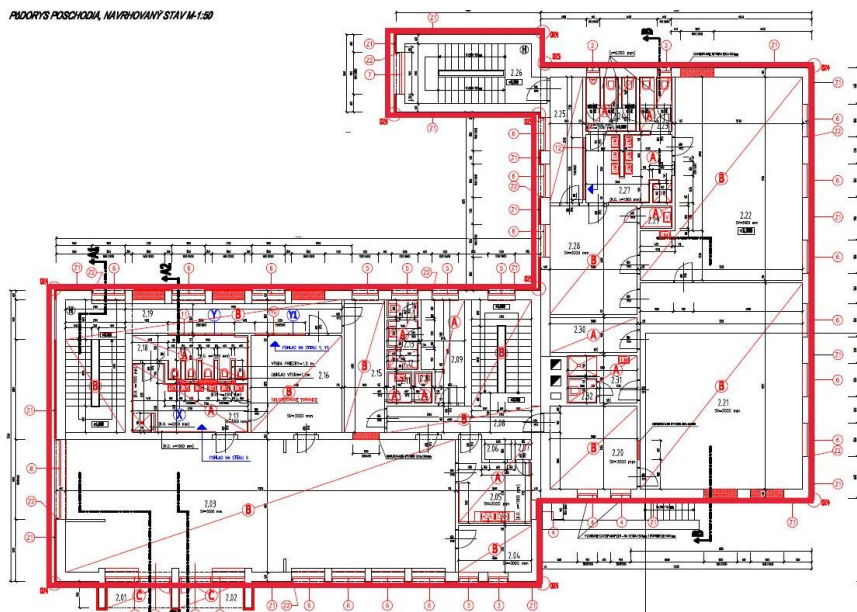
PÔDORYS I. NADZEMNÉ PODLAŽIE

PÔDORYS PRÍZEMIA, NAVRHOVANÝ STAV M:1:50

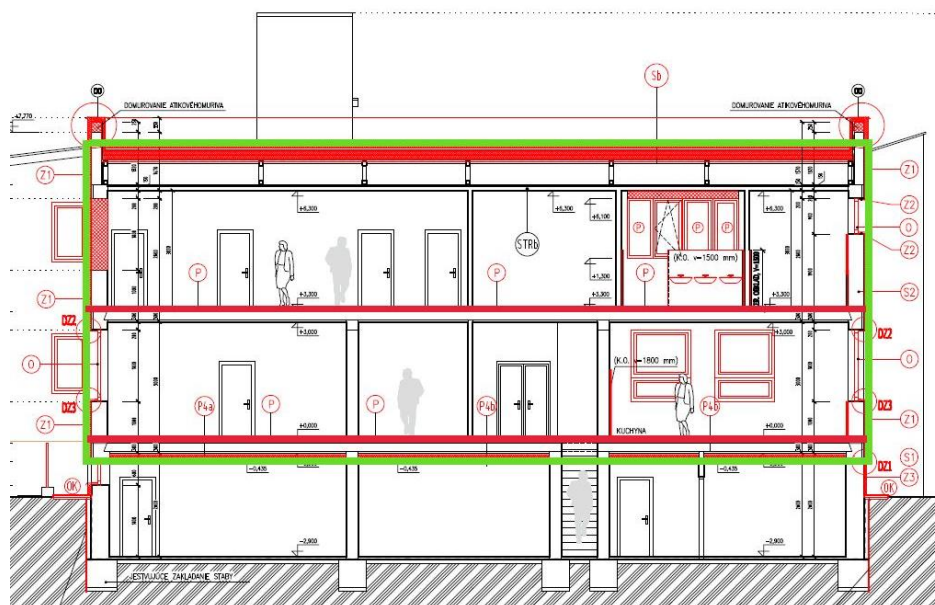


PÔDORYS II. NADZEMNÉ PODLAŽIE

PRÍDORIS POSCHODIA, NÁVRHOVÝ STAV 1:50



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 $\varphi \leq 80\%$ musia mať taký súčiniteľ prechodu tepla konštrukciou U alebo tepelný odpor konštrukcie R , aby bola splnená požiadavka

$$U \leq U_N$$

$$R \geq R_N$$

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}}$$

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

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

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

Bezpečnostná prirážka zohľadňujúca spôsob vykurovania miestnosti a spôsob užívania.

Miestnosti s prerušovaným vykurovaním s poklesom teploty vnútorného vzduchu do 5K a so súčiniteľom prestupu tepla na vnútornom povrchu konštrukcie stien a stropov $\Delta\theta_{si} = 0,2$ °C a podláh $\Delta\theta_{si} = 0,5$ °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	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600	BŠ	796,81	198270718
2	Pórobetónové tvárnice	0,400	0,180	6,0	840	460	154560			
3	Omietka vápennocementová	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600			
4	Lepiacia malta	0,005	0,840	18,0	920	1400	6440			
5	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,140	0,040	1,0	1020	100	14280			
6	Lepiacia armovacia vrstva	0,005	0,840	50,0	920	1800	8280			
7	Fasádna omietka	0,0015	0,740	37,0	920	1500	2070			
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]	5,78						
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}	0,978						
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/m ² .K]	0,17						
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla			U_N [W/m ² .K]	0,22	vyhovuje					



VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [$m^2 \cdot K/W$]	5,95	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [$m^2 \cdot K/W$]	4,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [$^{\circ}C$]	19,23	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [$^{\circ}C$]	12,82	vyhovuje

STR1 - Strop pod nevykurovaným priestorom

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	Omietka	0,015	0,990	19,0	790	2000	23700	BŠ	294,18	290867309
2	Stropný panel PZD	0,250	1,740	32,0	1020	2500	637500			
3	Perlitbetón v spáde (100-200 mm)	0,150	0,160	16,0	1150	600	103500			
4	Heraklid	0,025	0,075	13,0	1630	200	8150			
5	Polsid dosky	0,050	0,050	55,0	1270	50	3175			
6	Hydroizolácia	0,007	0,210	1400,0	1470	1235	12708			
7	Betónový poter	0,080	1,230	17,0	1020	2100	171360			
8	Parozábrana	0,0002	0,350	350000,0	1470	825	243			
9	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,100	0,039	1,0	940	17	1598			
10	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,080	0,039	1,0	940	17	1278			
11	Difúzna fólia	0,0002	0,350	9090,0	1470	1470	432			
12	Drevené debnenie	0,025	0,180	157,0	2510	400	25100			

Výpočtové okrajové podmienky

Vonkajšia výpočtová teplota	Θ_e [$^{\circ}C$]	-15
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [$^{\circ}C$]	20
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	84
Vlhkosť interiéru	Ψ_i [%]	50
Odpor konštrukcie	R [$m^2 \cdot K/W$]	7,28
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie	R_{se} [$m^2 \cdot K/W$]	0,04
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie	R_{si} [$m^2 \cdot K/W$]	0,10
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,987
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [$^{\circ}C$]	12,62
Bezpečnostná prirážka	$\Delta\Theta_{si}$ [$^{\circ}C$]	0,2

HODNOTENIE

VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U [$W/m^2 \cdot K$]	0,13	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [$W/m^2 \cdot K$]	0,20	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [$m^2 \cdot K/W$]	7,42	$R \geq R_N$



Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	4,90	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,53	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
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

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	Drevené debnenie	0,025	0,180	157,0	2510	400	25100	BŠ	269,39	18484509
2	Parozábrana	0,0002	0,210	260109,0	1470	140	41			
3	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,200	0,039	1,0	940	17	3196			
4	Difúzna fólia	0,0002	0,350	9090,0	1470	1470	432			
5	Uzavretá vzduchová medzera	0,040	0,043	1,0	1020	150	6120			
6	Drevené debnenie	0,025	0,180	157,0	2510	400	25100			
7	Tepelná izolácia z XPS	0,100	0,038	100,0	2060	33	6798			
8	Geotextília	0,0001	0,000	0,0	0	0	0			
9	Hydroizolácia	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 interiéru	Ψ_i [%]	50
Odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	8,98
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}	0,989
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/m ² .K]	0,11	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m ² .K]	0,15	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	9,12	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	6,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,62	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	12,82	vyhovuje



P1 - Podlaha na teréne

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

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m ²)		C _m
1	Keramická dlažba	0,010	0,950	200,0	840	1600	13440	BŠ	326,89	129567602
2	Cementový poter	0,080	1,160	19,0	840	2000	134400			
3	Tepelná izolácia	0,020	0,044	30,0	1270	13	330			
4	Lepenka A 500 H	0,005	0,210	8550,0	1470	1070	7865			
5	Hydroizolácia	0,0035	0,210	14480,0	1470	1114	5732			
6	Podkladný betón	0,100	1,360	23,0	1020	2300	234600			
Sokel	EPS Greywall	0,080	0,033	40,0						
	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 [%]	99						
Vlhkosť interiéru			Ψ_i [%]	50						
Odpor podlahovej konštrukcie			R_j [m ² .K/W]	0,57						
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie			R_{se} [m ² .K/W]	0						
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie			R_{si} [m ² .K/W]	0,17						
Teplotný faktor na vnútornom povrchu			f_{Rsi}	0,947						
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní			$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62						
Bezpečnostná prirážka			$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	1,0						
Podlahová plocha vykurovaného suterénu			A (m ²)	326,89						
Exponovaný obvod podlahy vykurovaného suterénu			P (m)	82,94						
Hrúbka steny			w (m)	0,59						
Charakteristický rozmer podlahy			B'(m)	7,88						
Ekvivalentná hrúbka podlahy			dt(m)	2,08						
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch			U_o [W/m ² .K]	0,38						
Odpor zvislej okrajovej izolácie			R_D [m ² .K/W]	2,42						
Prídavná efektívna hrúbka izolácie			d'(m)	4,77						
Hĺbka izolácie pod terénom			D(m)	1,00						
Korekčný stratový súčiniteľ			$\Delta\Psi$	-0,27						
Ustálená tepelná vodivosť			Ls	102,55	HODNOTENIE					
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch			U [W/m ² .K]	0,31	U ≤ U _N					
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla			U _N [W/m ² .K]	0,40	vyhovuje					
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie			R [m ² .K/W]	3,19	R ≥ R _N					



Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	RN [m ² .K/W]	2,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ _{si} [°C]	19,20	Θ _{si} ≥ Θ _{si,N}
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Θ _{si,N} [°C]	13,62	vyhovuje

Nevykurovaný suterén

Plocha nevykurovaného priestoru	A (m ²)	236,68
Exponovaný obvod nevykurovaného priestoru	P (m)	63,20
Intenzita výmeny vzduchu v nevykurovanom priestore	n (h-1)	0,30
Objem vzduchu nevykurovaného priestoru	V (m ³)	710,04
Hĺbka podlahy suterénu pod terénom	z (m)	1,50
Výška terénu od podlahy I.nadzemného podlažia	h (m)	1,50
Odpor nevykurovaného priestoru	R _U [m ² .K/W]	1,06
Teplota v nevykurovanom priestore	Θ _u [°C]	5
Tepelný odpor medzi vnútorným a vonkajším prostredím	R[m ² .K/W]	5,13
Súčiniteľ prechodu tepla medzi vnútorným a vonkajším prostredím	U [W/m ² .K]	0,19
Ustálená tepelná vodivosť	L _s (W/K)	46,15

H _{iu}	58,19
H _{eu}	223,01
Θ _u [°C]	5,48
b	0,8
R _u	1,06

STR2 - Strop nad nevykurovaným suterénom

Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nadol, 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	Cementový poter	0,040	1,160	19,0	840	2000	67200	BŠ	236,68	149540081
2	Tepelná izolácia	0,020	0,044	30,0	1270	13	330			
3	Lepenka A 500 H	0,005	0,210	8550,0	1470	1070	7865			
4	Železobetón	0,200	1,740	32,0	1020	2500	510000			
5	Vápennocementová omietka	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600			
6	Lepiacia malta	0,005	0,840	18,0	920	350	1610			
7	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,120	0,037	3,0	1020	108	13219			



Výpočtové okrajové podmienky			
Teplota v nevykurovanom priestore	Θ_u [°C]	5	
Priemerná teplota v interiéri	Θ_i [°C]	20	
Vlhkosť v nevykurovanom priestore	Ψ_u [%]	70	
Vlhkosť interiéru	Ψ_i [%]	50	
Odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	3,90	
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie	R_{se} [m ² .K/W]	0	
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie	R_{si} [m ² .K/W]	0,17	
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,958	
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	U [W/m ² .K]	0,25	HODNOTENIE $U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m ² .K]	0,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	4,07	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	1,70	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,39	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	13,62	vyhovuje

OP2 - Obvodová stena do exteriéru

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	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600	BŠ	94,80	26598605
2	Pórobetónové tvárnice	0,400	0,180	6,0	840	460	154560			
3	Omietka vápennocementová	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600			
4	Lepiaca malta	0,005	0,840	18,0	920	1400	6440			
5	Tepelná izolácia EPS Greywall	0,080	0,033	40,0	840	15	1008			
6	Lepiaca armovacia vrstva	0,003	0,840	50,0	920	1800	4968			
7	Keramický obklad	0,030	0,950	200,0	840	2000	50400			
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota		Θ_e [°C]	-15							
Teplota v nevykurovanom priestore		Θ_u [°C]	5							
Vlhkosť exteriéru		Ψ_e [%]	84							
Vlhkosť v nevykurovanom priestore		Ψ_u [%]	70							
Odpor konštrukcie		R [m ² .K/W]	4,73							



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}	0,638	
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80} [^{\circ}C]$	8,02	
Bezpečnostná prirážka	$\Delta\Theta_{si} [^{\circ}C]$	0,5	HODNOTENIE
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	$U_w [W/m^2.K]$	0,20	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	$U_N [W/m^2.K]$	0,22	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	$R_w [m^2.K/W]$	4,90	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	$R_N [m^2.K/W]$	4,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si} [^{\circ}C]$	-1,94	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N} [^{\circ}C]$	8,52	nevyhovuje

OP3 - Obvodová stena pod terénom

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, 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	Vápenocementová omietka	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	94,80	20189656
2	Pórobetónové tvárnice	0,400	0,180	6,0	840	460	154560			
3	Hydroizolácia	0,007	0,210	14480,0	1470	1114	11463			
4	Lepiacia malta	0,005	0,840	18,0	920	1400	6440			
5	Tepelná izolácia EPS Greywall	0,080	0,033	40,0	840	15	1008			
	Nopová fólia									
	Zemina		2,000	2,0						
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota			$\Theta_e [^{\circ}C]$	5						
Teplota v nevykurovanom priestore			$\Theta_u [^{\circ}C]$	5						
Vlhkosť exteriéru			$\Psi_e [%]$	99						
Vlhkosť v nevykurovanom priestore			$\Psi_u [%]$	70						
Odpor konštrukcie			$R [m^2.K/W]$	4,71						
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			$dw(m)$	9,68						
Teplotný faktor na vnútornom povrchu			f_{Rsi}	0,981						
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní			$\Theta_{si,80} [^{\circ}C]$	8,02						
Bezpečnostná prirážka			$\Delta\Theta_{si} [^{\circ}C]$	0,5	HODNOTENIE					



VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U_{bw} [W/m ² .K]	0,15	$U \leq U_N$
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]	6,74	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	2,00	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	5,47	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	8,52	nevyhovuje

P2 - Podlaha nevykurovaného priestoru na teréne
 Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nadol,
 do zemi

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	236,68	83863187
2	Hydroizolácia	0,0035	0,210	14480,0	1470	1114	5732			
3	Podkladný betón	0,100	1,230	17,0	1020	2100	214200			
	Zemina		2,000	2,0						

Výpočtové okrajové podmienky

Vonkajšia výpočtová teplota	Θ_e [°C]	5
Teplota v nevykurovanom priestore	Θ_u [°C]	5
Vlhkosť exteriéru	Ψ_e [%]	99
Vlhkosť v nevykurovanom priestore	Ψ_u [%]	50
Odpor podlahovej konštrukcie	R_j [m ² .K/W]	0,17
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	A (m ²)	236,68
Exponovaný obvod podlahy na teréne	P (m)	63,20
Hrúbka steny	w (m)	0,43
Charakteristický rozmer podlahy	B' (m)	7,49
Ekvivalentná hrúbka podlahy	dt (m)	1,11
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,914
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	8,02
Bezpečnostná prirážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	1,0
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch	U_o [W/m ² .K]	0,50
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	$\Delta\Psi$	0,000
Ustálená tepelná vodivosť	Ls	119,30

HODNOTENIE



VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch	U [W/m ² .K]	0,50	U ≤ UN
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	UN [W/m ² .K]	0,40	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	1,98	R ≥ RN
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	RN [m ² .K/W]	2,50	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ _{si} [°C]	5,44	Θ _{si} ≥ Θ _{si,N}
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Θ _{si,N} [°C]	9,02	nevyhovuje

Porovnanie netransparentných stavebných konštrukcií súčasný stav:

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 1923,9 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,11 W.m⁻².K⁻¹ do 0,31 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 326,9 W/K, čo predstavuje 61,8 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Stavebná konštrukcia	Plocha	U	U _N	Hodnotenie
	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Zvislé steny nad terénom				
OP1 - Obvodová stena	796,81	0,17	0,22	Vyhovuje
Stavebná konštrukcia	Plocha	U	U _{W,N}	Hodnotenie
	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Strešné konštrukcie				
STR1 - Strop pod nevykurovaným priestorom	294,18	0,13	0,20	Vyhovuje
S1 - Strešná konštrukcia do exteriéru	269,39	0,11	0,15	Vyhovuje
STR2 - Strop nad nevykurovaným suterénom	236,68	0,25	0,50	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	326,89	0,31	0,40	Vyhovuje

4.5 Skladba a prehľad transparentných konštrukcií

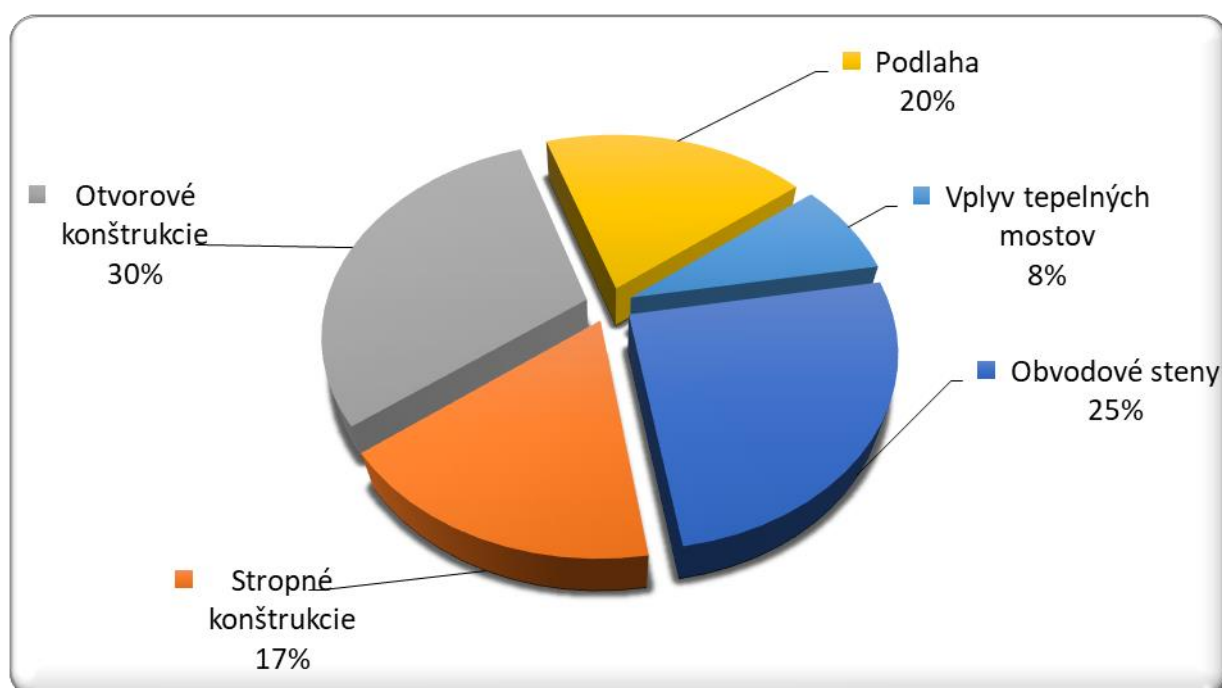
Porovnanie transparentných stavebných konštrukcií súčasný stav:

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 170,8 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,88 W.m⁻².K⁻¹ do 1,08 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 160,5 W.K⁻¹, čo predstavuje 30,3 % 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	39	1,50	1,80	105,30	0,92	96,61	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	6	0,90	1,50	8,10	1,00	8,13	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	4	0,90	1,20	4,32	1,00	4,30	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	2	3,60	1,20	8,64	0,88	7,62	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	1	1,90	1,80	3,42	0,94	3,20	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	2	0,60	0,90	1,08	1,08	1,17	0,85	Nevyhovuje
Plastové okno	7	1,20	1,20	10,08	0,95	9,60	0,85	Nevyhovuje
Plastové dvere	4	1,50	2,80	16,80	1,00	16,80	0,85	Nevyhovuje
Plastové dvere	2	1,70	2,80	9,52	1,00	9,52	0,85	Nevyhovuje
Plastové dvere	1	1,60	2,20	3,52	1,00	3,52	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	796,8	134,0	25,3
Stropné konštrukcie	800,2	90,3	17,1
Otvorové konštrukcie	170,8	160,5	30,3
Podlaha	326,9	102,6	19,4
Vplyv tepelných mostov	-	41,9	7,9
Suma	2094,7	529,3	100
Pevné konštr.	1923,9	326,9	61,8



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

Faktor tvaru budovy	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla	Normalizovaná hodnota	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	U_{Priem}	$U_{W,N}$	
	($W.m^{-2}.K^{-1}$)	($W.m^{-2}.K^{-1}$)	
0,507	0,253	0,32	Vyhovuje

5 ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOŠŤ BUDOVY – SÚČASNÝ STAV

5.1 Merná potreba tepla na vykurovanie – Súčasný stav

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

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

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

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

EXISTUJÚCI STAV		
Merná potreba tepla na vykurovanie	splnenie požiadavky	Normalizovaná merná potreba tepla na vykurovanie
$Q_{h,nd}$	\leq	$Q_{h,nd,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
20,7	$<$ vyhovuje	27,85
Energetická hospodárnosť budovy	splnenie požiadavky	Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy
Q_{EP}	\leq	$Q_{EP,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
16,5	$<$	27,6



vyhovuje

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

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

5.2 Výpočet dodanej energie podľa miesta spotreby – súčasný stav

5.2.1 Potreba energie na vykurovanie – súčasný stav

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED NA VYKUROVANIE - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZARIADENÍ

Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 28	29 - 56	57-84	85-112	113-140	141-168	> 168

Potreba energie na vykurovanie	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na vykurovanie
Q_{nd}	\leq	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
19,67	<	56
	A	

5.2.2 Potreba energie na prípravu teplej vody – súčasný stav

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY - BUDOVY ŠKÔL

Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 6	7.-12	13-18	19-24	25-30	31-36	> 36

Potreba energie na prípravu teplej vody	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na ohrev TV
Q_{nd}	\leq	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
11,84	<	12
	B	

5.2.3 Potreba energie na osvetlenie – súčasný stav



ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED NA OSVETLENIE - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZAR.

Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 9	10-18	19-23	24-27	28-34	35-41	> 41

Potreba energie na osvetlenie	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na osvetlenie
Q_{nd}	\leq	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
5,91	<	18
	A	

5.2.4 Celková potreba energie – súčasný stav

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED CELKOVÁ POTREBA ENERGIE - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZAR.

Energetická trieda	A	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 43	44-86	87-125	126-163	164-204	205-245	> 245

Celková potreba energie	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka celkovej potreby energie
Q_{nd}	\leq	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
37,4	<	86
	A	

5.2.5 Primárna energia – súčasný stav

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED PRIMÁRNA ENERGIA - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZAR.

Energetická trieda	A0	A1	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 34	35-68	69-136	137-204	205-272	273-340	341-408	> 408

Primárna energia	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka primárnej energie
Q_{nd}	\leq	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
65,8	>	34,0
	A1	

5.3 Zhodnotenie súčasného stavu a identifikácia nedostatkov

5.3.1 Tepelná ochrana

- obvodový plášť murovaný z pórobetónových tvárnic je zateplený. 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

- Vykurovanie – konvenčný systém 70/50
- Kaskáda troch stacionárnych plynových kotlov
- Vykurovacie telesá doskové s termostatickými hlaviciami
- Kotelňa v rámci obálky riešenej budovy

Príprava teplej vody

- v nepriamovýhrevnom zásobníku TV s objemom 200 L
- distribučná sieť z oceľových rúr, ktoré sú tepelne izolované
- cirkulácia teplej vody je zabezpečená cirkulačným čerpadlom

5.3.3 Osvetlenie

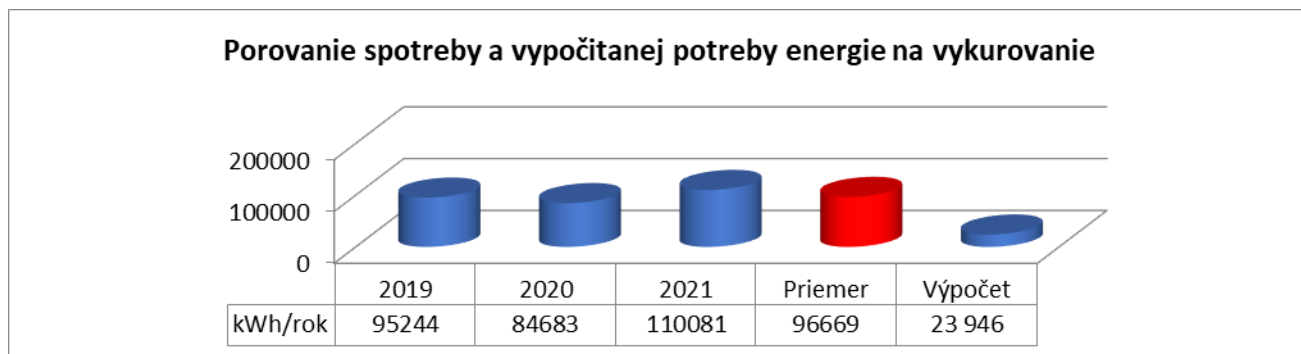
Elektroinštalácia je kompletne rekonštruovaná v roku 2019.

V budove sú inštalované komplet LED svietidlá. Osvetlenie je ovládané spínačmi.

- absencia regulácie osvetlenia
- absencia merania spotreby elektrickej energie na osvetlenie

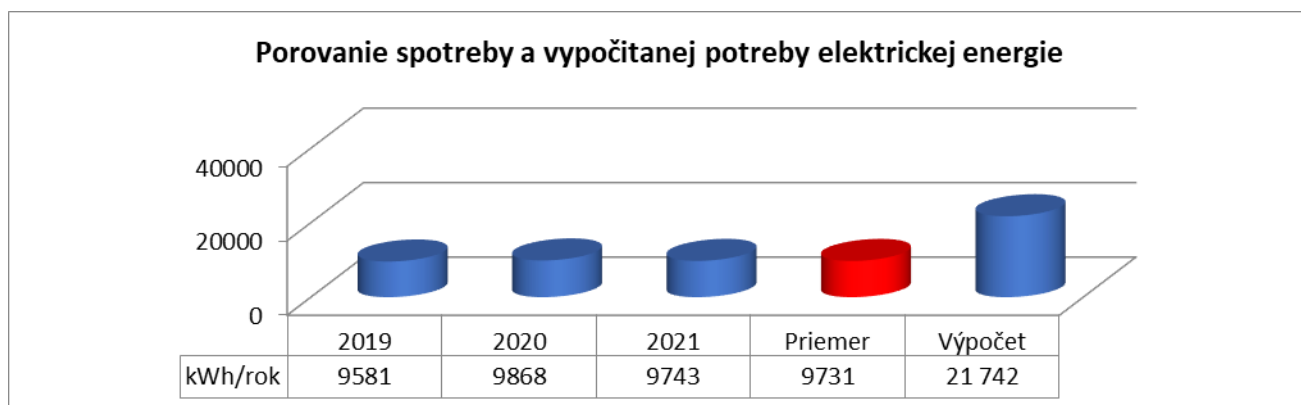
5.4 Stanovenie východiskového stavu pre výpočet úspor

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



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

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



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

6 ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ 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. FV

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 (tepnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií)
- dosiahnutie minimálnej hodnoty horná hranica energetickej triedy A0 pre **primárnu energiu A0 (budova s takmer nulovou spotrebou energie)**
- iné opatrenia súvisiace s úsporami energií
- 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 zníženie energetickej náročnosti budovy MŠ - Spišský Hrušov realizáciou resp.:

- výmenou výplní otvorou konštrukcií za nové platové s izolačným trojsklom

Výplne okenných otvorov sa vymenia za plastové s izolačným trojsklom so súčiniteľom prechodu tepla skla $U_g = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a so súčiniteľom prechodu tepla rámu $U_f = 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a výplne dverňových otvorov so súčiniteľom prechodu tepla skla $U_w = 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



6.1.1 Technické parametre budovy – navrhovaný stav

Celková zastavaná plocha [m ²]	A	326,89
Obostavaný vykurovaný objem [m ³]	V _b	4132,61
Merná plocha [m ²]	A _b	1127,14
Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²]	ΣA _i	2094,73
Faktor tvaru budovy [1/m]	ΣA _i /V _b	0,507
Počet podlaží		2
Priemerná konštrukčná výška podlažia [m]	h _{k,pr}	3,67

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	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600	BŠ	796,81	198270718
2	Pórobetónové tvárnice	0,400	0,180	6,0	840	460	154560			
3	Omietka vápennocementová	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600			
4	Lepiaca malta	0,005	0,840	18,0	920	1400	6440			
5	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,140	0,040	1,0	1020	100	14280			
6	Lepiaca armovacia vrstva	0,005	0,840	50,0	920	1800	8280			
7	Fasádna omietka	0,0015	0,740	37,0	920	1500	2070			
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]	5,78							
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}	0,978							
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní		Θ _{si,80} [°C]	12,62							
Bezpečnostná prirážka		ΔΘ _{si} [°C]	0,2							
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla			U [W/m ² .K]	0,17		U ≤ U_N				
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla			U _N [W/m ² .K]	0,22		vyhovuje				

HODNOTENIE



VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	5,95	R ≥ R _N
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R _N [m ² .K/W]	4,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ _{si} [°C]	19,23	Θ _{si} ≥ Θ _{si,N}
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Θ _{si,N} [°C]	12,82	vyhovuje

STR1 - Strop pod nevykurovaným priestorom

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	Omietka	0,015	0,990	19,0	790	2000	23700	BŠ	294,18	290867309
2	Stropný panel PZD	0,250	1,740	32,0	1020	2500	637500			
3	Perlitbetón v spáde (100-200 mm)	0,150	0,160	16,0	1150	600	103500			
4	Heraklid	0,025	0,075	13,0	1630	200	8150			
5	Polsid dosky	0,050	0,050	55,0	1270	50	3175			
6	Hydroizolácia	0,007	0,210	1400,0	1470	1235	12708			
7	Betónový poter	0,080	1,230	17,0	1020	2100	171360			
8	Parozábrana	0,0002	0,350	350000,0	1470	825	243			
9	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,100	0,039	1,0	940	17	1598			
10	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,080	0,039	1,0	940	17	1278			
11	Difúzna fólia	0,0002	0,350	9090,0	1470	1470	432			
12	Drevené debnenie	0,025	0,180	157,0	2510	400	25100			

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]	7,28
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}	0,987
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]	0,13	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]	7,42	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]	19,53	Θ _{si} ≥ Θ _{si,N}
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Θ _{si,N} [°C]	12,82	vyhovuje

S1 - 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 (m ²)		C _m
1	Drevené debnenie	0,025	0,180	157,0	2510	400	25100	BŠ	269,39	18484509
2	Parozábrana	0,0002	0,210	260109,0	1470	140	41			
3	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,200	0,039	1,0	940	17	3196			
4	Difúzna fólia	0,0002	0,350	9090,0	1470	1470	432			
5	Uzavretá vzduchová medzera	0,040	0,043	1,0	1020	150	6120			
6	Drevené debnenie	0,025	0,180	157,0	2510	400	25100			
7	Tepelná izolácia z XPS	0,100	0,038	100,0	2060	33	6798			
8	Geotextília	0,0001	0,000	0,0	0	0	0			
9	Hydroizolácia	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 interiéru	Ψ _i [%]	50
Odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	8,98
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}	0,989
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]	0,11	U ≤ 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]	9,12	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]	19,62	Θ _{si} ≥ Θ _{si,N}
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Θ _{si,N} [°C]	12,82	vyhovuje



P1 - Podlaha na teréne

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

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m ²)		C _m
1	Kermaická dlažba	0,010	0,950	200,0	840	1600	13440	BŠ	326,89	129567602
2	Cementový poter	0,080	1,160	19,0	840	2000	134400			
3	Tepelná izolácia	0,020	0,044	30,0	1270	13	330			
4	Lepenka A 500 H	0,005	0,210	8550,0	1470	1070	7865			
5	Hydroizolácia	0,0035	0,210	14480,0	1470	1114	5732			
6	Podkladný betón	0,100	1,360	23,0	1020	2300	234600			
Sokel	EPS Greywall	0,080	0,033	40,0						
	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 [%]	99						
Vlhkosť interiéru			Ψ_i [%]	50						
Odpor podlahovej konštrukcie			R_j [m ² .K/W]	0,57						
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie			R_{se} [m ² .K/W]	0						
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie			R_{si} [m ² .K/W]	0,17						
Teplotný faktor na vnútornom povrchu			f_{Rsi}	0,947						
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní			$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62						
Bezpečnostná prírážka			$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	1,0						
Podlahová plocha vykurovaného suterénu			A (m ²)	326,89						
Exponovaný obvod podlahy vykurovaného suterénu			P (m)	82,94						
Hrúbka steny			w (m)	0,59						
Charakteristický rozmer podlahy			B'(m)	7,88						
Ekvivalentná hrúbka podlahy			dt(m)	2,08						
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch			U_o [W/m ² .K]	0,38						
Odpor zvislej okrajovej izolácie			R_D [m ² .K/W]	2,42						
Prídavná efektívna hrúbka izolácie			d'(m)	4,77						
Hĺbka izolácie pod terénom			D(m)	1,00						
Korekčný stratový súčiniteľ			$\Delta\Psi$	-0,27						
Ustálená tepelná vodivosť			Ls	102,55						
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch			U [W/m ² .K]	0,31	U ≤ UN					
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla			UN [W/m ² .K]	0,40	vyhovuje					

HODNOTENIE



VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	3,19	R ≥ RN
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	RN [m ² .K/W]	2,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ _{si} [°C]	19,20	Θ _{si} ≥ Θ _{si,N}
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Θ _{si,N} [°C]	13,62	vyhovuje

Nevykurovaný suterén

Plocha nevykurovaného priestoru	A (m ²)	236,68
Exponovaný obvod nevykurovaného priestoru	P (m)	63,20
Intenzita výmeny vzduchu v nevykurovanom priestore	n (h ⁻¹)	0,30
Objem vzduchu nevykurovaného priestoru	V (m ³)	710,04
Hĺbka podlahy suterénu pod terénom	z (m)	1,50
Výška terénu od podlahy I.nadzemného podlažia	h (m)	1,50
Odpor nevykurovaného priestoru	R _U [m ² .K/W]	1,06
Teplota v nevykurovanom priestore	Θ _u [°C]	5
Tepelný odpor medzi vnútorným a vonkajším prostredím	R [m ² .K/W]	5,13
Súčiniteľ prechodu tepla medzi vnútorným a vonkajším prostredím	U [W/m ² .K]	0,19
Ustálená tepelná vodivosť	L _s (W/K)	46,15

H _{iu}	58,19
H _{eu}	222,92
Θ _u [°C]	5,48
b	0,8
R _u	1,06

STR2 - Strop nad nevykurovaným suterénom

Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nadol, 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	Cementový poter	0,040	1,160	19,0	840	2000	67200	BŠ	236,68	149540081
2	Tepelná izolácia	0,020	0,044	30,0	1270	13	330			
3	Lepenka A 500 H	0,005	0,210	8550,0	1470	1070	7865			
4	Železobetón	0,200	1,740	32,0	1020	2500	510000			
5	Vápennocementová omietka	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600			
6	Lepiaca malta	0,005	0,840	18,0	920	350	1610			



7	Tepelná izolácia z minerálnej vlny	0,120	0,037	3,0	1020	108	13219			
Výpočtové okrajové podmienky										
Teplota v nevykurovanom priestore		Θ_u [°C]		5						
Priemerná teplota v interiéri		Θ_i [°C]		20						
Vlhkosť v nevykurovanom priestore		Ψ_u [%]		70						
Vlhkosť interiéru		Ψ_i [%]		50						
Odpor konštrukcie		R [m ² .K/W]		3,90						
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie		R_{se} [m ² .K/W]		0						
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie		R_{si} [m ² .K/W]		0,17						
Teplotný faktor na vnútornom povrchu		f_{Rsi}		0,958						
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní		$\Theta_{si,80}$ [°C]		12,62						
Bezpečnostná prirážka		$\Delta\Theta_{si}$ [°C]		1,0	HODNOTENIE					
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla		U [W/m ² .K]		0,25	$U \leq U_N$					
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla		U_N [W/m ² .K]		0,50	vyhovuje					
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie		R [m ² .K/W]		4,07	$R \geq R_N$					
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie		R_N [m ² .K/W]		1,70	vyhovuje					
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota		Θ_{si} [°C]		19,39	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$					
Najnižšia vnútorná povrchová teplota		$\Theta_{si,N}$ [°C]		13,62	vyhovuje					

OP2 - Obvodová stena do exteriéru

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	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600	BŠ	94,80	26598605
2	Pórobetónové tvárnice	0,400	0,180	6,0	840	460	154560			
3	Omietka vápennocementová	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600			
4	Lepiaca malta	0,005	0,840	18,0	920	1400	6440			
5	Tepelná izolácia EPS Greywall	0,080	0,033	40,0	840	15	1008			
6	Lepiaca armovacia vrstva	0,003	0,840	50,0	920	1800	4968			
7	Keramický obklad	0,030	0,950	200,0	840	2000	50400			
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota		Θ_e [°C]		-16						
Teplota v nevykurovanom priestore		Θ_u [°C]		5						
Vlhkosť exteriéru		Ψ_e [%]		84						
Vlhkosť v nevykurovanom priestore		Ψ_u [%]		70						



Odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	4,73	
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}	0,638	
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	8,02	
Bezpečnostná prirážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,5	HODNOTENIE
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U_w [W/m ² .K]	0,20	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m ² .K]	0,22	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R_w [m ² .K/W]	4,90	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	4,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	-2,30	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	8,52	nevyhovuje

OP3 - Obvodová stena pod terénom

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do zemi

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	Vápenocementová omietka	0,025	0,990	19,0	790	2000	39500	BŠ	94,80	20094098
2	Pórobetónové tvárnice	0,400	0,180	6,0	840	460	154560			
3	Hydroizolácia	0,007	0,210	14480,0	1470	1114	11463			
4	Lepiaca malta	0,005	0,840	18,0	920	1400	6440			
5	Tepelná izolácia EPS Greywall	0,080	0,033	40,0	840	15	1008			
	Nopová fólia									
	Zemina		2,000	2,0						
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota			Θ_e [°C]	5						
Teplota v nevykurovanom priestore			Θ_u [°C]	5						
Vlhkosť exteriéru			Ψ_e [%]	99						
Vlhkosť v nevykurovanom priestore			Ψ_u [%]	70						
Odpor konštrukcie			R [m ² .K/W]	4,68						
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			dw (m)	9,62						
Teplotný faktor na vnútornom povrchu			f_{Rsi}	0,981						
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní			$\Theta_{si,80}$ [°C]	8,02						



Bezpečnostná prírážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,5	HODNOTENIE
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U_{bw} [W/m ² .K]	0,15	$U \leq U_N$
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]	6,70	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	2,00	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	5,47	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	8,52	nevyhovuje

P2 - Podlaha nevykurovaného 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	236,68	83863187
2	Hydroizolácia	0,0035	0,210	14480,0	1470	1114	5732			
3	Podkladný betón	0,100	1,230	17,0	1020	2100	214200			
	Zemina		2,000	2,0						
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota		Θ_e [°C]	5							
Teplota v nevykurovanom priestore		Θ_u [°C]	5							
Vlhkosť exteriéru		Ψ_e [%]	99							
Vlhkosť v nevykurovanom priestore		Ψ_u [%]	50							
Odpor podlahovej konštrukcie		R_j [m ² .K/W]	0,17							
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		A (m ²)	236,68							
Exponovaný obvod podlahy na teréne		P (m)	63,20							
Hrúbka steny		w (m)	0,44							
Charakteristický rozmer podlahy		B'(m)	7,49							
Ekvivalentná hrúbka podlahy		dt(m)	1,11							
Teplotný faktor na vnútornom povrchu		f_{Rsi}	0,914							
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní		$\Theta_{si,80}$ [°C]	8,02							
Bezpečnostná prírážka		$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	1,0							
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch		U_o [W/m ² .K]	0,50							
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		$\Delta\Psi$	0,000							



Ustálená tepelná vodivosť	Ls	119,11	HODNOTENIE
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch	U [W/m ² .K]	0,50	U ≤ UN
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	UN [W/m ² .K]	0,40	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	1,99	R ≥ RN
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	RN [m ² .K/W]	2,50	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ _{si} [°C]	5,44	Θ _{si} ≥ Θ _{si,N}
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Θ _{si,N} [°C]	9,02	nevyhovuje

Porovnanie netransparentných stavebných konštrukcií navrhovaný stav:

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 1923,9 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,11 W.m⁻².K⁻¹ do 0,31 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 326,9 W/K, čo predstavuje 65,2 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Stavebná konštrukcia	Plocha	U	U _N	Hodnotenie
	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Zvislé steny nad terénom				
OP1 - Obvodová stena	796,81	0,17	0,22	Vyhovuje
Stavebná konštrukcia	Plocha	U	U _{W,N}	Hodnotenie
	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Strešné konštrukcie				
STR1 - Strop pod nevykurovaným priestorom	294,18	0,13	0,20	Vyhovuje
S1 - Strešná konštrukcia do exteriéru	269,39	0,11	0,15	Vyhovuje
STR2 - Strop nad nevykurovaným suterénom	236,68	0,25	0,50	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	326,89	0,31	0,40	Vyhovuje

6.1.3 Skladba a prehľad transparentných konštrukcií

Porovnanie transparentných stavebných konštrukcií navrhovaný stav:

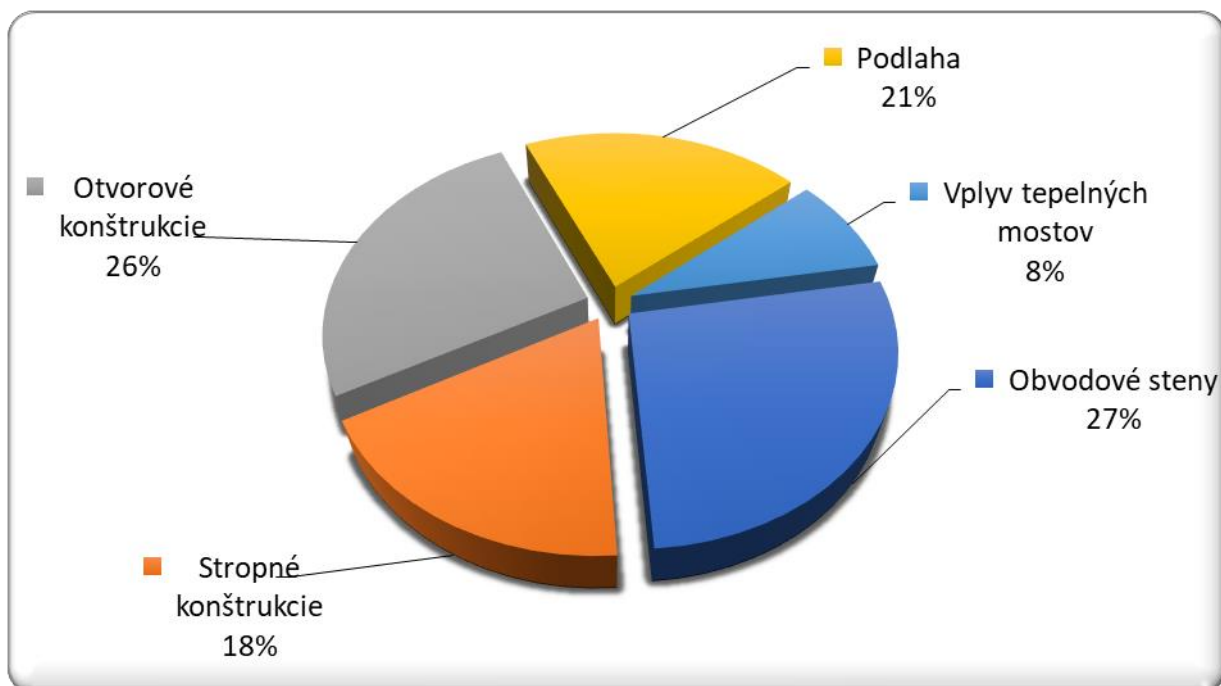
Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 170,78 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,75 W.m⁻².K⁻¹ do 0,85 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 132,6 W.K⁻¹, čo predstavuje 26,4 % 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	39	1,50	1,80	105,30	0,75	79,02	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	6	0,90	1,50	8,10	0,85	6,86	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	4	0,90	1,20	4,32	0,83	3,60	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	2	3,60	1,20	8,64	0,72	6,18	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	1	1,90	1,80	3,42	0,79	2,70	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	2	0,60	0,90	1,08	0,85	0,92	0,85	Vyhovuje
Plastové okno	7	1,20	1,20	10,08	0,79	7,93	0,85	Vyhovuje
Plastové dvere	4	1,50	2,80	16,80	0,85	14,28	0,85	Vyhovuje
Plastové dvere	2	1,70	2,80	9,52	0,85	8,09	0,85	Vyhovuje
Plastové dvere	1	1,60	2,20	3,52	0,85	2,99	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	796,8	134,0	26,7
Stropné konštrukcie	800,2	90,3	18,0
Otvorové konštrukcie	170,8	132,6	26,4
Podlaha	326,9	102,6	20,5
Vplyv tepelných mostov	-	41,9	8,4

Suma	2094,7	501,3	100
Pevné konštr.	1923,9	326,9	65,2



Faktor tvaru budovy	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla	Normalizovaná hodnota	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	U_{Priem}	$U_{W,N}$	
	($W.m^{-2}.K^{-1}$)	($W.m^{-2}.K^{-1}$)	
0,507	0,239	0,32	Vyhovuje

Po návrhových opatreniach priemerný súčiniteľ prechodu tepla nevyhovuje odporúčanej hodnote.

6.1.4 Merná potreba tepla na vykurovanie – navrhovaný stav

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

NAVRHOVANÝ STAV		
Merná potreba tepla na vykurovanie	splnenie požiadavky	Normalizovaná merná potreba tepla na vykurovanie
$Q_{h,nd}$	\leq	$Q_{h,nd,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
19,0	< vyhovuje	31,46
Energetická hospodárnosť budovy	splnenie požiadavky	Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy
Q_{EP}	\leq	$Q_{EP,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
15,0	< vyhovuje	27,6

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 Potreba 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 nahradiť plynovými kondenzačnými kotlami s ekvitermickou reguláciou.

Výmena radiátorov

Po realizácii úsporných opatrení stavebného charakteru je sústavu potrebné vyregulovať.

Hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy

Pre zabezpečenie správnej funkcie vykurovacej sústavy v budove v rôznych prevádzkových stavoch počas vykurovacieho obdobia je nevyhnutné, aby vykurovacia sústava bola hydraulicky vyvážená. Realizáciou návrhových opatrení v tepelnej ochrane dôjde k zásadnému zásahu, ktorý má veľký vplyv na vykurovaciu sústavu. Vlastník podľa § 8 zákona 300/2012, po vykonanej obnove musí zabezpečiť hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy. Nevyhnutnou podmienkou pre zabezpečenie plynulej regulácie vykurovacej sústavy je inštalácia automatickej regulácie parametrov teplonosného média (napr. regulátor diferenčného tlaku, regulačné ventily na pätách stúpačiek) a zároveň aj termostatických regulačných ventilov na každom radiátore.

Zavedenie zónovej regulácie

Základom je rozdelenie budovy do vykurovacích zón, pričom každá zóna je vykurovaná samostatnou vetvou – existujúce – ponechať.

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.

Inštalácia termostatických hlavíc na radiátoroch

Inštaláciou termostatických ventilov na vykurovacie telesa sa zabezpečí automatická regulácia teploty v miestnosti a zabránuje zbytočnému prekurovaniu. Ventil s termostatickou hlavnicou automaticky obmedzí prietok vykurovacej vody v dobe slnečného žiarenia do miestnosti, resp. pri pôsobení iných zdrojov tepla.

Potreba energie na vykurovanie po navrhovaných úpravách ukazuje nasledujúca tabuľka :

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

Potreba energie na vykurovanie	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na vykurovanie
Q_{nd}	\leq	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
18,04	$<$	B – 56 A - 28
	A	

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

6.2.2 Potreba energie na ohrev TV – navrhovaný stav

V rámci obnovy vymeniť existujúci zásobník za tepelné čerpadlo napr. Ariston nuos 250 (COP – 3,4).

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

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

Potreba energie na prípravu teplej vody	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na prípravu teplej vody
Q_{nd}	\leq	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
3,59	$<$	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

Bez úprav.

Potrebu tepla na osvetlenie po navrhovaných úpravách ukazuje nasledujúca tabuľka :

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

Potreba energie na osvetlenie	Energetická trieda	Odporúčaná požiadavka potreby energie na osvetlenie
Q_{nd}	\leq	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
5,91	<	B – 18 A - 9
	A	

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

6.2.4 Inštalácia fotovoltaických panelov

V rámci budovy budú inštalované FV panely – 22 ks s výkonom jedného 450 Wp.
 Celkový výkon panelov – 9,9 kWp.

Inštalovaný výkon fotovoltaických panelov : 9,9 kWp

Predpokladaná hodnota vyrobenej elektrickej energie : 10992 kWh / rok

Predpokladaná hodnota spotrebovanej elektrickej energie : 5496 kWh / rok – 4,87 kWh/m²

6.3 Meranie spotreby energie

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

- meranie spotreby elektrickej energie na osvetlenie
- 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	16,50	15,01	1,48	8,98
Potreba energie :					
8	na vykurovanie	19,67	18,04	1,62	8,26
9	na prípravu teplej vody	11,84	3,59	8,25	69,70
10	na chladenie / vetranie				
11	na osvetlenie	5,91	5,91	0,00	0,00
12	Celková potreba energie kWh/(m ² .a)	37,4	27,54	9,88	26,40
13	Primárna energia kWh/(m².a):	65,8	31,6	34,2	52,02
Odpočítateľná tepelná a elektrická energia:					
15	Solárna tepelná				
16	Solárna fotovoltaická	0,00	4,88		
17	Kogenerácia				
18	Tepelná energia z iného obnoviteľného zdroja	0,00	8,36		

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}	≤	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
27,54	<	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 ENERGETICKÝCH TRIED PRIMÁRNA ENERGIA - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZAR.								
Energetická trieda	A0	A1	B	C	D	E	F	G
Referenčné hodnoty	< 34	35-68	69-136	137-204	205-272	273-340	341-408	> 408

Primárna energia	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka
Q_{nd}	\leq	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
31,6	<	34
	vyhovuje	
	A0	

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

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

8 EKONOMICKÉ HODNOTENIE

Ekonomické vyhodnotenie opatrení

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

V nasledujúcich tabuľkách sú zobrazené skutočné bilancie podľa využívania budovy :

Ukazovateľ	Súčasnosť	Po opatreniach	Úspora
na palivo MWh/r	96,67	76,72	19,95
na elektrinu MWh/r	9,73	5,72	4,01
spolu MWh/r	106,40	82,44	23,96

Ukazovateľ	Súčasnosť	Po opatreniach	Úspora
Náklady na palivo €/r	6408,04	5085,67	1322,36
Náklady na elektrinu €/r	2331,10	1370,13	960,97
Náklady na energie €/r	8739,14	6455,80	2283,34

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

Ukazovateľ	Súčasnosť	Po opatreniach	Úspora
na palivo MWh/r	23,95	18,74	5,202
na elektrinu MWh/r	21,74	6,80	14,9384
spolu MWh/r	45,69	25,55	20,14

Ukazovateľ	Súčasnosť	Po opatreniach	Úspora
Náklady na palivo €/r	1587,32	1242,52	344,80
Náklady na elektrinu €/r	5208,61	1629,95	3578,67
Náklady na energie €/r	6795,94	2872,47	3923,47

Metodika výpočtov

Na zníženie energetickej náročnosti objektov, zníženie nákladov na vykurovanie a osvetlenie, zlepšenie kvality obalových konštrukcií a vnútornej tepelnej pohody boli navrhnuté nižšie uvedené opatrenia. Každé opatrenie je ekonomicky vyhodnotené metódou Doba návratnosti. Táto metóda

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

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

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

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

1. Jednoduchá doba návratnosti

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

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

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

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

3. Čistá súčasná hodnota NPV odpovedá vzorcu

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_2} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN$$

4. Vnútorne výnosové percento IRR bolo vypočítané z podmienky:

$$\sum_{t=1}^{T_2} CF_t \cdot (1+IRR)^{-t} - IN = 0$$

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	€	466579,91
Ročná úspora energie	kWh	23960,06
Miera úspory energie	%	22,52
Ročná úspora nákladov na energiu	€	2283,34
Dĺžka morálnej živostnosti opatrenia	r	30
Diskontný faktor	-	0,02
Jednoduchá doba návratnosti T_s	r	204,3
Reálna doba návratnosti T_{sd}	r	-
Čistá súčasná hodnota NPV	€	-415441,3

Vnútorne výnosové percento IRR	%	-10%
--------------------------------	---	------

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

Ukazovateľ	Jednotka	Hodnota
Náklady na realizáciu súboru opatrení	€	466579,91
Ročná úspora energie	kWh	20139,89
Miera úspory energie	%	44,08
Ročná úspora nákladov na energie	€	3923,47
Dĺžka morálnej živostnosti opatrenia	r	30
Diskontný faktor	-	0,02
Jednoduchá doba návratnosti T_S	r	118,9
Reálna doba návratnosti T_{sd}	r	-
Čistá súčasná hodnota NPV	€	-378708,1
Vnútorne výnosové percento IRR	%	-7%

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	21,267	1,625	22,892	16,879	0,955	17,834	-22,1
TZL	kg/r	0,812	1,732	2,544	0,644	1,018	1,662	-34,7
SO ₂	kg/r	0,097	8,660	8,758	0,077	5,090	5,168	-41,0
CO	kg/r	6,396	4,379	10,775	5,076	2,574	7,650	-29,0
NO _x	kg/r	15,837	9,517	25,354	12,569	5,593	18,163	-28,4

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	5,27	3,63	8,90	4,124	1,136	5,260	-40,9
TZL	kg/r	0,20	3,87	4,07	0,157	1,211	1,369	-66,4
SO ₂	kg/r	0,02	19,35	19,37	0,019	6,055	6,074	-68,6
CO	kg/r	1,58	9,78	11,37	1,240	3,062	4,302	-62,2
NO _x	kg/r	3,92	21,26	25,19	3,071	6,654	9,725	-61,4

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 príjmateľ 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

	<i>vykurovanie</i>	<i>Tepla voda</i>	<i>VZT</i>	<i>Osvetlenie</i>
teplo (kWh)	23 946	0	0	0
elektrina (kWh)	1 613	13468	0	6661

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

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

Ekonomické hodnotenie

Konštrukcia / systém	Potreba energie pôvodný stav (kWh/rok)	Potreba energie navrhovaný stav (kWh/rok)	Úspora energie (kWh/rok)	Úspora nákladov na energiu (€/rok)	Investícia (€)	Jednoduchá doba návratnosti (roky)	Diskontovaná doba návratnosti (roky)
Komplexná obnova (Obvodový plášť, strecha, okná, podlaha) + rekuperácia	106 400	87 220	19 180	1 893	421 580	222,74	-
Systém UK a TV	106 400	102 040	4 360	290	20 000	69,05	-
FV	106 400	105 980	420	101	25 000	247,5	-
Spolu	106 400	82 440	23 960	2 283	466 580	204,34	-

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

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

Návrhové opatrenia 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) + rekuperácia	15 344	1 514
Systém UK a TV	3 488	232
FV	336	81

* 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



Konštrukcia	Dĺžka zmluvného vzťahu	Investícia (€)	Celkové úspory	Kumulatívna hodnota		Mesačná platba za GES
				Platieb za GES	Odmeny za	
Komplexná obnova (Obvodový plášť, strecha, okná, podlaha) + rekuperácia	371,23	421 579,91	562 106,54	562 106,54	140 526,64	126,18
Systém UK a TV	115,09	20 000,00	26 666,67	26 666,67	6 666,67	19,31
FV	412,58	25 000,00	33 333,33	33 333,33	8 333,33	6,73
Spolu	340,57	466 579,91	622 106,54	622 106,54	155 526,64	152,22

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 [€]:	466 580	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 [€]:	41 473,77	Ročné platby za GES [€]:	51 843
Suma splátok za rok [€]:	41 473,77		
Celkovo splatené [€]:	622 107		

Posúdenie dôsledkov na výšku dlhu verejnej správy

Hodnoty na vyplnenie:

		Spôsob financovania:	
Priemerné ročné náklady na energiu	8 739	Investičné náklady poskytovateľa GES [€]	466 580



pred realizáciou projektu GES [€]		Grant (verejné národné zdroje) [€]	
Garantované ročné úspory [€]	2 283	Grant (EÚ) [€]	
Trvanie zmluvy [rokov]	15	FN (verejné národné zdroje) [€]	0
Ročné platby za GES [€]	51 843	FN (EÚ) [€]	0
Výpočítané hodnoty:			
Garantované úspory [%]	26%	Kapitálové výdavky [€]	466 580
Testy Eurostatu:			
1. Financovanie z verejných zdrojov [%]		→ 0,0%	
(s miernym dôrazom na štatistické posúdenie dôsledkov na výšku dlhu verejnej správy)			
2. Σ garantované úspory \geq Σ platby za GES + nenávratné financovanie z verejných národných zdrojov (grant)		→ nie	

Test č.1 je splnený:

nebolo preukázané financovanie z verejných zdrojov

Test č.2 nie je splnený:

garantované úspory (2283eur za 15 rokov) sú nižšie ako súčet platieb za GES (466580eur za 15 rokov) a nenávratná pôžička z verejných zdrojov (0 eur). Nesplnenie podmienky testu č. 2 znamená, že GES má dôsledok na výšku dlhu verejnej správy.

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

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

Tieto uvedené faktory spolu so zvoleným zdrojom financovania projektu výrazne 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 roko

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 teploty nosnej látky na každom tepelnom spotrebiči v závislosti od teploty vzduchu vo vykurovaných miestnostiach s trvalým pobytom osôb a ďalších regulačných prvkov inštalovaných na vykurovacej sústave budovy (napr. regulátory diferenčného tlaku, regulačné armatúry).

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

Zavedenie zónovej regulácie

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

Inštalácia inteligentných meracích systémov

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

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

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

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

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

12 ZÁVER

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

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

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 **BUDOVA S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE – TRIEDA A0.**

Všetky výpočty, závery a odporúčania vychádzajú z posúdenia spotreby energií v rokoch 2019-2021. Výška investičných nákladov a ekonomické hodnotenie boli stanovené na základe cenníkových cien a kvalifikovaných finančných odhadov.

13 SÚHRNNÝ INFORMAČNÝ LIST

<p>Názov spoločnosti: Obec Spišský Hrušov Sídlo: Spišský Hrušov 216, 053 63 Spišský Hrušov Štatutárny orgán: JUDr. Adriana Tkáčová, starostka obce IČO: 00329606 DIČ: 2020717864 Kontaktná osoba: JUDr. Adriana Tkáčová, starostka obce Telefón: 0911 592 122 e-mail: sphrusov@levonetmail.sk Budova: MŠ - Spišský Hrušov Adresa sídla: Spišský Hrušov 217, 053 63 Spišský Hrušov</p>	
<p>Meno, priezvisko a adresa trvalého pobytu alebo obdobného pobytu energetického auditóra: Názov spoločnosti: ENAU s.r.o. Sídlo: Komárany 59, 093 01 Vranov nad Topľou Kancelária / poštová adresa: Komárany 59, 093 01 Vranov nad Topľou IČO: 50444026 DIČ: 212 034 0167 IČ DPH: neplatca DPH V zastúpení: Ing. Pavol Fedorčák, PhD. Telefón: +421 949 803 607 E-mail: fedorcak@enau.sk</p>	
<p>Zoznam opatrení na zlepšenie energetickej efektívnosti: 1. zníženie energetickej náročnosti budov opatreniami stavebného charakteru 2. meranie, riadenie a regulácia spotreby energie na vykurovanie 3. Ohrev TV 4. FV</p>	
<p>Predpokladané úspory energie dosiahnuté opatreniami:</p>	
Predpokladaná úspora paliva kWh/rok	19948,7
Predpokladaná úspora kWh/rok	
Predpokladaná úspora elektrickej energie kWh/rok	4011,4
Celkova úspora kWh/rok	23960,1
Predpokladané finančné náklady na realizáciu opatrení: eur	466579,9073
Iné údaje:	

14 SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM

Identifikačné údaje : MŠ SPIŠSKÝ HRUŠOV			
Zatriedenie podľa SK NACE (podľa hlavnej činnosti objednávateľa energetického auditu)			84110
Celkový potenciál úspor energie (MWh)			20,14
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. Ohrev TV 4. FV		
Náklady na technológie pre premenu a distribúciu energie (v tisícoch eur)			45,00
Náklady na výrobné technológie (v tisícoch eur)			0,00
Náklady na znižovanie energetickej náročnosti budov (v tisícoch eur)			421,58
Iné náklady (v tisícoch eur)			
Celkové náklady na realizáciu súboru odporúčaných opatrení (v tisícoch eur)			466,58
Sumárne bilančné údaje			
	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Spotreba energie (MWh/r)	106,40	82,44	-23,96
Náklady na energiu v aktuálnych cenách (v tisícoch eur)	8,74	6,46	-2,28
Prínosy z hľadiska ochrany životného prostredia			
Znečisťujúca látka/skleníkový plyn	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Tuhé znečisťujúce látky (t/r)	2,544	1,662	-0,882
SO ₂ (t/r)	8,758	5,168	-3,590
NO _x (t/r)	25,354	5,593	-19,760
CO (t/r)	10,775	7,650	-3,125
CO ₂ (t/r)	22,892	17,834	-5,059
Ekonomické vyhodnotenie			
Cash - Flow projektu (v tisícoch eur/r)	2,28	Doba hodnotenia (roky)	30
Jednoduchá doba návratnosti (roky)	204,3	Diskontná sadzba (%)	0,02
Reálna doba návratnosti (roky)	-	NPV (v tisícoch eur)	-415,44
		IRR (%)	-10%
Energetický audítor	Ing. Pavol Fedorčák, PhD.		
Podpis		Dátum	

15 OSVEDČENIE O ODBORNEJ SPOSOBILOSTI

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 INOVAČNA
A ENERGETICKÁ AGENTÚRA
Kvetoslavova

V Banskej Bystrici, 11.12.2015

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



16 FOTODOKUMENTÁCIA





TERA green s.r.o.

