

PRÍPADOVÁ PÍ SOMNÁ SPRÁVA Z ENERGETICKÉHO AUDITU

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



Stavba: **ZNÍŽENIE ENRGETICKEJ NÁROČNOSTI BUDOVY ZŠ
PALEŠOVO NÁMESTIE - SPIŠSKÉ PODHRADIE - SO 02**

Miesto: p.č.: 656/1, k.ú.: Spišské Podhradie

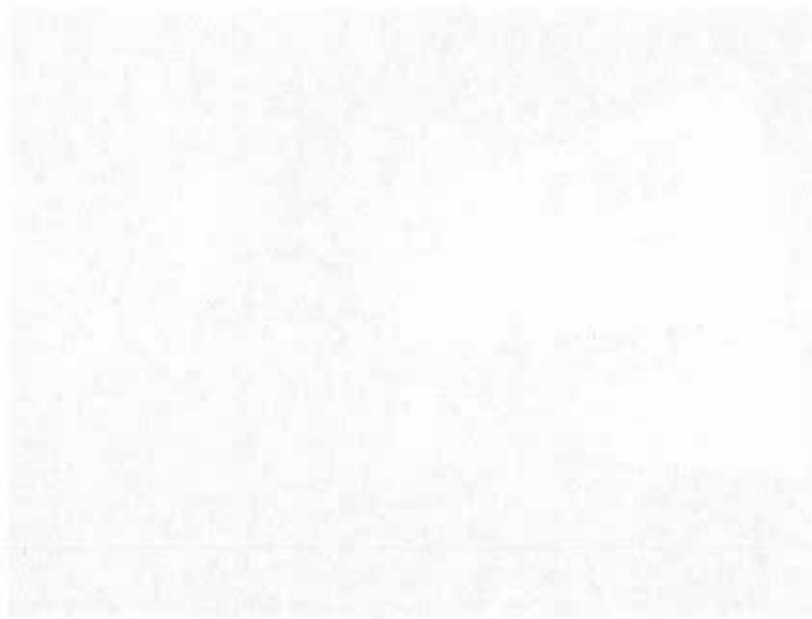
Vypracoval: Ing. Pavol Fedorčák, PhD.

Dátum: December 2021

PROBABILITY

LECTURE 11: BAYES' THEOREM

Today we will discuss conditional probability and Bayes' Theorem.



Let $P(A)$ be the probability of event A .
 Let $P(B)$ be the probability of event B .
 Let $P(A|B)$ be the probability of event A given event B .
 Let $P(B|A)$ be the probability of event B given event A .
 Let $P(A \cap B)$ be the probability of both events A and B occurring.
 Let $P(A \cup B)$ be the probability of either event A or event B occurring.

11

12

13

14

Obsah

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE..... | 4 |
| 2 | PREDMET ENERGETICKÉHO AUDITU..... | 5 |
| 2.1 | Účel spracovania energetického auditu..... | 5 |
| 2.2 | Podklady pre spracovanie prípadovej štúdie energetického auditu | 5 |
| 2.3 | Použité vyhlášky a súvisiace normy | 5 |
| 2.4 | Umiestnenie posudzovanej budovy..... | 6 |
| 3 | OPIS SÚČASTNÉHO STAVU..... | 6 |
| 3.1 | Energetické vstupy | 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 | 12 |
| 4.3 | Geometrická schéma budovy | 13 |
| 4.4 | Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií | 13 |
| 4.5 | Skladba a prehľad transparentných konštrukcií | 19 |
| 5 | ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – SÚČASNÝ STAV..... | 20 |
| 5.1 | Merná potreba tepla na vykurovanie – Súčasný stav | 20 |
| 5.2 | Výpočet dodanej energie podľa miesta spotreby – súčasný stav | 21 |
| 5.2.1 | Potreba energie na vykurovanie – súčasný stav | 21 |
| 5.2.2 | Potreba energie na prípravu teplej vody – súčasný stav..... | 21 |
| 5.2.3 | Potreba energie na osvetlenie – súčasný stav | 22 |
| 5.2.4 | Celková potreba energie – súčasný stav | 22 |
| 5.2.5 | Primárna energia – súčasný stav..... | 22 |
| 5.3 | Zhodnotenie súčasného stavu a identifikácia nedostatkov..... | 23 |
| 5.3.1 | Tepelná ochrana..... | 23 |
| 5.3.2 | Vykurovanie a príprava teplej vody..... | 23 |
| 5.3.3 | Osvetlenie..... | 23 |
| 5.4 | Stanovenie východiskového stavu pre výpočet úspor..... | 23 |
| 6 | ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – NAVRHOVANÉ ÚPRAVY | 25 |
| 6.1 | Zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií..... | 26 |
| 6.1.1 | Technické parametre po zhotovení návrhových opatrení | 26 |
| 6.1.2 | Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií..... | 26 |
| 6.1.3 | Skladba a prehľad transparentných konštrukcií..... | 31 |
| 6.1.4 | Merná potreba tepla na vykurovanie – navrhovaný stav | 32 |
| 6.1.5 | Inštalácia núteného vetrania so spätným získaním tepla | 33 |
| 6.2 | Výpočet potreby energie podľa miesta spotreby – navrhovaný stav | 34 |
| 6.2.1 | Potreba energie na vykurovanie – navrhovaný stav | 34 |
| 6.2.2 | Potreba energie na ohrev TV – navrhovaný stav | 35 |

| Item No. | Description | Quantity | Unit | Price | Total |
|----------|-------------|----------|------|-------|-------|
| 1 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 2 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 3 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 4 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 5 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 6 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 7 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 8 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 9 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 10 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 11 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 12 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 13 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 14 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 15 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 16 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 17 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 18 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 19 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 20 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 21 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 22 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 23 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 24 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 25 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 26 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 27 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 28 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 29 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 30 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 31 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 32 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 33 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 34 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 35 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 36 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 37 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 38 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 39 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 40 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 41 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 42 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 43 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 44 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 45 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 46 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 47 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 48 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 49 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 50 | ... | ... | ... | ... | ... |

| | | |
|-------|---|----|
| 6.2.3 | Potreba energie na osvetlenie – navrhovaný stav | 35 |
| 6.2.4 | Inštalácia fotovoltaických panelov | 36 |
| 6.3 | Meranie spotreby energie | 36 |
| 7 | REKAPITULÁCIA A POTENCIÁL ÚSPOR PO OPATRENIACH | 37 |
| 7.1 | Celková potreba energie – navrhovaný stav | 37 |
| 7.2 | Primárna energia – navrhovaný stav | 38 |
| 8 | EKONOMICKÉ HODNOTENIE | 39 |
| 9 | ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE | 42 |
| 10 | REALIZÁCIA PROJEKTU PROSTREDNÍCTVOM GARANTOVANEJ ENERGETICKEJ SLUŽBY | 43 |
| 11 | OPATRENIA MERANIA, RIADENIA A REGULÁCIE SPOTREBY TEPLA | 48 |
| 12 | ZÁVER | 50 |
| 13 | SÚHRNÝ INFORMAČNÝ LIST | 51 |
| 14 | SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM | 52 |
| 15 | OSVEDČENIE O ODBORNEJ SPOSOBILOSTI | 53 |
| 16 | FOTODOKUMENTÁCIA | 54 |

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE**Objednávateľ energetického auditu**

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

Predmet energetického auditu

| | |
|------------------|---|
| Budova: | ZŠ PALEŠOVO NÁMESTIE - SPIŠSKÉ PODHRADIE - SO 02 |
| Adresa sídla: | Palešovo námestie 9, 053 04 Spišské Podhradie |
| Kontaktná osoba: | MVDr. Michal Kapusta, primátor mesta |
| Telefón: | 0918822172 |
| IČO: | 00329622 |
| DIČ: | 2020717886 |

Spracovateľ energetického auditu

| | |
|------------------------------|--|
| Názov spoločnosti: | ENAU s.r.o. |
| Sídlo: | Komárany 59, 093 01 Vranov nad Topľou |
| Kancelária / poštová adresa: | Komárany 59, 093 01 Vranov nad Topľou |
| IČO: | 50444026 |
| DIČ: | 212 034 0167 |
| IČ DPH: | SK 212 034 0167 |
| V zastúpení: | Ing. Pavol Fedorčák, PhD. |
| Telefón: | +421 949 803 607 |
| E-mail: | pavol.fedorcak@yahoo.com |
| Údaje z obchodného registra: | Spoločnosť zapísaná v Obchodnom registri Okresného súdu Prešov, oddiel: S.r.o., vložka č. 33249/P |
| Energetický audítor: | Ing. Pavol Fedorčák, PhD. - registračné číslo 321/2014-0050. Zapísaný v zozname Energetických audítorov podľa § 12 ods. 9. zákona č. 321/2014 Z.z. |
| Spolupracovali: | Ing. Norbert Horváth, Ing. Adrea Štefanková |

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

| NAME | GRADE | SECTION | SCORE | DATE |
|----------------|--------|---------|-------|----------|
| ALAN ALLEN | PH 441 | 101 | 85 | 11/15/01 |
| ALAN BROWN | PH 441 | 101 | 78 | 11/15/01 |
| ALAN CHANG | PH 441 | 101 | 92 | 11/15/01 |
| ALAN COHEN | PH 441 | 101 | 88 | 11/15/01 |
| ALAN FINE | PH 441 | 101 | 75 | 11/15/01 |
| ALAN GARDNER | PH 441 | 101 | 82 | 11/15/01 |
| ALAN HARRIS | PH 441 | 101 | 79 | 11/15/01 |
| ALAN JONES | PH 441 | 101 | 86 | 11/15/01 |
| ALAN KIM | PH 441 | 101 | 81 | 11/15/01 |
| ALAN LEE | PH 441 | 101 | 84 | 11/15/01 |
| ALAN MITCHELL | PH 441 | 101 | 77 | 11/15/01 |
| ALAN NICHOLS | PH 441 | 101 | 83 | 11/15/01 |
| ALAN O'BRIEN | PH 441 | 101 | 80 | 11/15/01 |
| ALAN ROSS | PH 441 | 101 | 87 | 11/15/01 |
| ALAN SMITH | PH 441 | 101 | 76 | 11/15/01 |
| ALAN TAYLOR | PH 441 | 101 | 89 | 11/15/01 |
| ALAN WALKER | PH 441 | 101 | 82 | 11/15/01 |
| ALAN WHITE | PH 441 | 101 | 85 | 11/15/01 |
| ALAN YOUNG | PH 441 | 101 | 78 | 11/15/01 |
| ALAN ZIMMERMAN | PH 441 | 101 | 81 | 11/15/01 |

2 PREDMET ENERGETICKÉHO AUDITU

2.1 Účel spracovania energetického auditu

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

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

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

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

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

2.2 Podklady pre spracovanie prípadovej štúdie energetického auditu

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

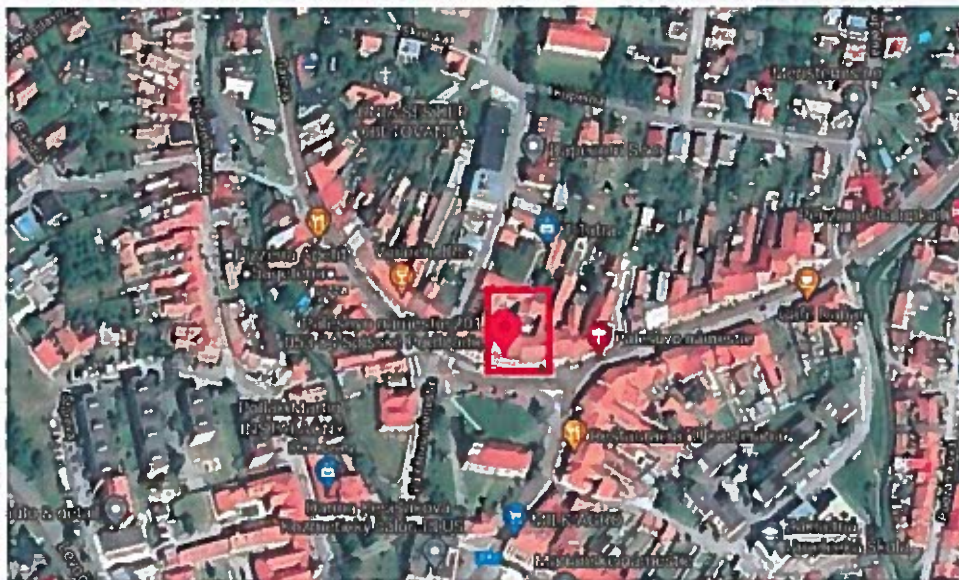
2.3 Použité vyhlášky a súvisiace normy

- Zákon č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len „zákon č. 321/2014 Z. z.“).
- Vyhláška 324/2016 Z. z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky z 2016, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.
- STN EN 73 0540 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov.
- STN EN ISO 13790: Tepelno-technické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie.

- STN EN ISO 13370: Tepelnotechnické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou.
- STN EN ISO 13789: Tepelnotechnické vlastnosti budov. Merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním.
- STN EN 128 31 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu.
- STN 73 0550 – Meranie spotreby energie na vykurovanie v prevádzkových podmienkach.
- STN EN ISO 13790/NA: Tepelno-technické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie. Národná príloha.

2.4 Umiestnenie posudzovanej budovy

Posudzovaná budova ZŠ sa nachádza v meste Spišské Podhradie, v katastrálnom území Spišské Podhradie, okres Levoča, Prešovský kraj.



3 OPIS SÚČASŤNÉHO STAVU

Využitie budovy.

Budova je využívaná ako budova školy a školských zariadení.

Základná škola nie je pamiatkovo chránená budova.

Tepelná obálka

Predmetom projektového hodnotenia je zníženie energetickej náročnosti budovy ZŠ Palešovo námestie Spišské Podhradie – SO 02. Budova je dvojpodlažná so sedlovou a plochou strechou. Konštrukčný systém je stenový murovaný z CDm tehál. Na výpočet potreby tepla na vykurovanie administratívna časť bola použitá mesačná metóda, uvažuje sa s prerušovaným vykurovaním s počtom vykurovacích dní 212, normalizovaným počtom dennostupňov $D = 3104K \cdot \text{deň}$, porovnávacím rozdielom teploty vnútorného vzduchu $18,5^{\circ}\text{C}$ a priemernej teploty vonkajšieho vzduchu v zimnom období $3,86^{\circ}\text{C}$.

Obvodová stena OP1 je z CDm tehál hr. 375 zateplená tepelnou izoláciou EPS v dvoch vrstvách v celkovej hr. 180 mm.

Obvodová stena OP2 je z tehál P+D hr. 440 mm zateplená tepelnou izoláciou EPS hr. 100 mm.

Strešná konštrukcia do exteriéru S1 je zo železobetónu hr. 150 mm zateplená tepelnou izoláciou z minerálnej vlny v dvoch vrstvách v celkovej hr. 250 mm.

Strop pod nevykurovaným priestorom ST1 je zateplený tepelnou izoláciou z minerálnej vlny v dvoch vrstvách v celkovej hr. 400 mm.

Podlaha na teréne P1 je z podkladného betónu hr. 150 mm s cementovým poterom hr. 80 mm bez zateplenia. Sokel je zateplen tepelnou izoláciou XPS hr. 50 mm zvislo nadol pod terén do hĺbky 0,30 metra.

Výplne okenných a dverných otvorov sú plastové s izolačným dvojsklom so súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 1,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Technické zariadenia budov

Vykurovanie

Dodávka tepla pre vykurovanie je zabezpečovaná pomocou kotolne na zemný plyn, ktorá je situovaná v technickej miestnosti posudzovanej budovy na 1.NP. Teplo sa dodáva vo forme teplej vody s parametrami 70/55 °C z plynovej kotolne. Zdrojom tepla je 1x kondenzačný plynový kotol Protherm KKZ 30 . Vykurovanie celej budovy je teplovodnou dvojrúrovou vykurovacou sústavou. Teplo do priestoru odovzdávajú radiátory umiestnené pod oknami. Všetky vykurovacie telesá v posudzovanej budove sú vybavené termostatickými ventilmi s termoregulačnými hlaviciami. Vykurovacía sústava je hydraulicky vyregulovaná.

Podľa vyhlášky 364/2012 a doplnenej vyhlášky 324/2016 sa uvažuje ako zdroj – plynový kondenzačný kotol.

Faktor primárnej energie je 1,1

Faktore emisií 0,22 kg/kwh.

Účinnosť kotlov sa predpokladá okolo 100 %.



Systém prípravy teplej vody

Príprava TV je riešená v integrovanom zásobníku TV s objemom 95 L. Tepelná energia je do neho dotovaná z plynového kotla Protherm 30 KKZ. Distribučná sieť od zásobníka je tvorená plastových rúr, ktoré sú tepelne izolované na báze penovej izolácie. Cirkulácia teplej vody nie je.

Systém osvetlenia

Jedná sa o budovu základnej školy v meste Spišské Podhradie na ulici Palešovo nam. 9. Objekt sa skladá z dvoch budov. Historická budova (SO01) a samostatná budova prvého stupňa (SO02). Samostatná budova a niektoré priestory historickej budovy boli rekonštruované v roku 2011.

V rekonštruovaných priestoroch sú inštalované žiarivkové svietidlá s elektronickými predradníkmi. V nerekonštruovaných priestoroch sú pôvodné žiarivkové svietidlá a žiarovkové svietidlá. V rekonštruovanej časti sú inštalované aj núdzové svietidlá s vlastným akumulátorom. Osvetlenie je ovládané spínačmi, na toaletách sú inštalované pohybové snímače.

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

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).

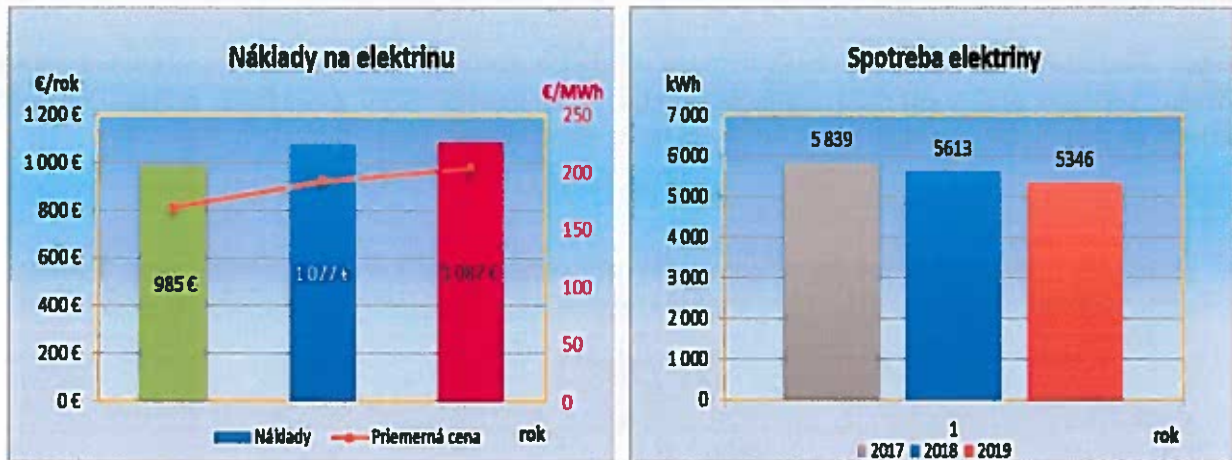
Budova je v súčasnosti napojená na elektrinu a zemný plyn. V predmete energetického auditu dochádza len k energetickým vstupom a k spotrebe energie, energetické výstupy sa nerealizujú.

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

| Rok | Spotreba (kWh) | Náklady spolu (€) | Priemerná cena (€/kWh) |
|----------------|----------------|-------------------|------------------------|
| 2017 | 5 839 | 985 € | 0,1687 |
| 2018 | 5613 | 1 077 € | 0,1919 |
| 2019 | 5346 | 1 087 € | 0,2034 |
| Priemer | 5 599 | 1 050 | 0,1875 |

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

Priemerná spotreba elektrickej energie dosiahla v ostatných troch rokoch hodnotu 5,599 MWh/rok, čo pri priemernej cene 0,1875 €/kWh predstavuje ročné náklady na elektrinu na úrovni 1050,- €. Vývoj spotreby a nákladov za elektrinu za ostatné tri roky je znázornený v nasledujúcich grafoch.



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

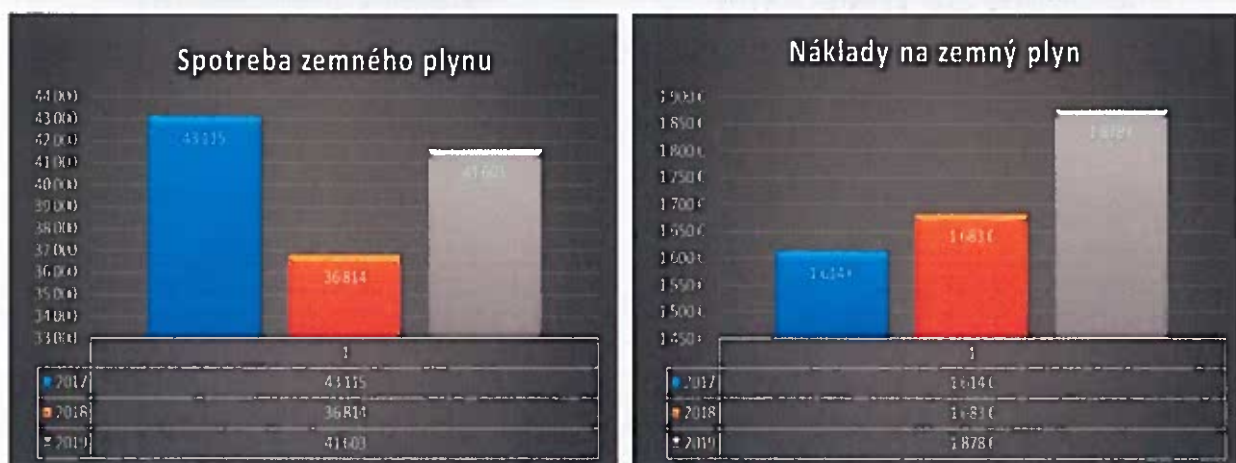
Zároveň sa na spotrebe elektrickej energie (okrem osvetlenia) podieľajú aj významné elektrické spotrebiče (napr. chladnička, výpočtová technika, tlačiareň, kávovar..)

3.3 Spotreba zemného plynu

Z obce boli dodané len ročné zúčtovacie faktúry (neboli dodané spotreby po mesiacoch). Teplo je v budove vyrábané zo zemného plynu. Prehľad spotreby zemného plynu na vykurovanie vrátane čiastkových nákladov je uvedený v nasledujúcich tabuľkách.

| rok | Spotreba (kWh) | Náklady spolu (€) | Priemerná cena (€/kWh) |
|----------------|----------------|-------------------|------------------------|
| 2017 | 43 115 | 1 614 € | 0,0374 |
| 2018 | 36 814 | 1 683 € | 0,0457 |
| 2019 | 41 603 | 1 878 € | 0,0451 |
| Priemer | 40 511 | 1 725 € | 0,0426 |

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



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

Priemerná spotreba zemného plynu vo výkonových jednotkách za posledné tri roky je na úrovni **40,511 MWh/rok** za cenu **0,0426 €/kWh**.

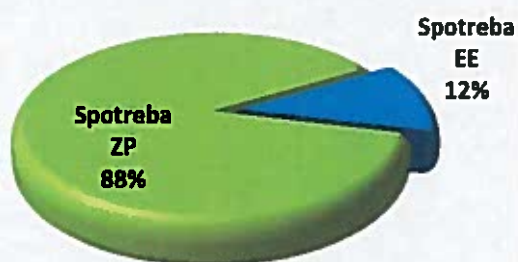
V energetickej náročnosti výroby sú zahrnuté všetky technologické procesy vrátane prípravných a prídavných procesov.

Celková štruktúra odberu energetických nosičov podľa predložených faktúr je z hľadiska spotreby výrazne prevažovaná spotrebou zemného plynu – na úrovni 92%, z hľadiska platieb za energiu náklady na zemný plyn predstavujú 74 % 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 | 5,60 | | 5,60 | 1 049,71 |
| Nákup tepla | MWh | | | | |
| Zemný plyn | MWh | 40,51 | | 40,51 | 1 724,67 |
| Hnedé uhlie | t | | | | |
| Čierne uhlie | t | | | | |
| Koks | t | | | | |
| Iné pevné fosílné palivá | t | | | | |
| Ťažký vykurovací olej | t | | | | |
| Biomasa | t | | | | |
| Ľahký vykurovací olej | t | | | | |
| Nafta | t | | | | |
| Iné energeticky využiteľné plyny | tis. m ³ | | | | |
| Druhotná energia | GJ | | | | |
| Obnoviteľné zdroje energie | MWh | | | | |
| Iné palivá | t | | | | |
| Celkom vstupy palív a energie | | | | 46,11 | 2 774,38 |
| Zmena stavu zásob palív | | | | | |
| Celkom vstupy palív a energie | | | | 46,11 | 2 774,38 |

Rozloženie spotreby energetických nosičov



Rozloženie platieb za energiu



Grafické znázornenie rozloženia spotreby a platieb za energiu

4 TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE BUDOVY

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

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

Podľa výzvy na predkladanie žiadosti : 4.3.1 Zníženie spotreby energie pri prevádzke verejných budov – jednotlivé budovy musia byť nízkoenergetické, ultranízkoenergetické a takmer s nulovou spotrebou energie. Výzva sa odvoláva na zákon 555/2004 a vyhlášku MDVRR 324/2016 Z.z, ktorá je nadradená nad STN 13 790. Vo vyhláške sú dané jednotlivé energetické triedy pre jednotlivé miesta spotreby pre normalizované hodnotenie, preto sa pri výpočte potreby tepla na vykurovanie brali normalizované hodnoty podľa vyhlášky 324/2016. Následne normalizovaný výpočet súčasného stavu a normalizovaný výpočet návrhových opatrení bude premietnutý do skutočných hodnôt dennostupňovej metódy danou užívaním stavby v ekonomickom a environmentálnom hodnotení.

4.1 Miestne a normalizované klimatické podmienky

MH - Miestne hodnoty - STN 13 790 NA

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

Vykurovací režim budovy v reálnej prevádzke nezodpovedá počtu dennostupňov podľa lokality. Vykurovanie v budove je prispôbené prevádzke, v miestnostiach sa vykuruje vždy podľa potreby a obsadenia miestnosti. 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 memných potrieb tepla objektu podľa STN 73 0540-2.

NH - Normalizované hodnoty

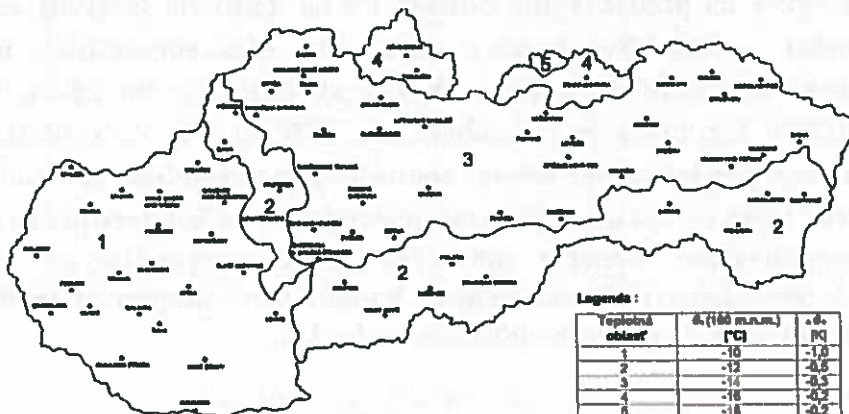
| | | | Hodnoty |
|-------------------------------------|-------|------------------------|---------|
| Vonkajšia výpočtová teplota | q_e | ($^{\circ}\text{C}$) | -15 |
| Veterná oblasť, rýchlosť vetra | v | (m/s) | - |
| Upravená vnútorná výpočtová teplota | q_i | ($^{\circ}\text{C}$) | 18,4 |

| | | |
|---|---------------|------|
| Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia | q_{ac} (°C) | 3,86 |
| Priemerný počet vykurovacích dní | d | 212 |
| Priemerný počet dennostupňov | D | 3083 |

Výpočtové podmienky pre zimné obdobie:

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

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



Výpočtová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu sa určuje pre teplotu vonkajšieho vzduchu

$\varphi_e = 84 \%$

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

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

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

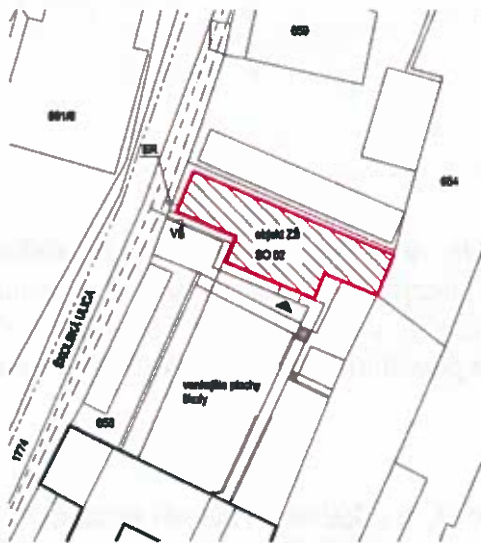
$\varphi_i = 50 \%$

4.2 Technické parametre budovy

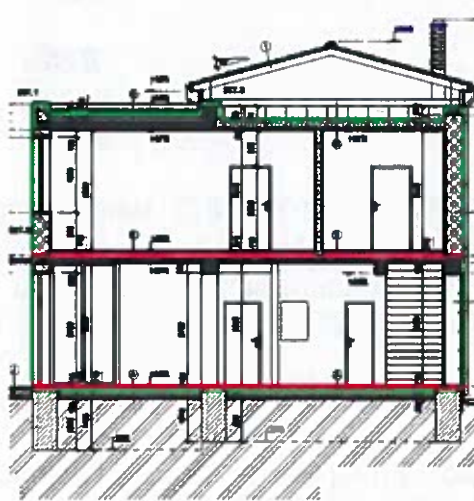
| | | |
|--|---------------------------------|---------|
| Celková zastavaná plocha [m ²] | A | 267,04 |
| Obostavaný vykurovaný objem [m ³] | V _b | 1636,97 |
| Merná plocha [m ²] | A _b | 534,08 |
| Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²] | ΣA _i | 1059,70 |
| Faktor tvaru budovy [1/m] | ΣA _i /V _b | 0,647 |
| Počet podlaží | | 2 |
| Priemerná konštrukčná výška podlažia [m] | h _{k,pr} | 3,07 |

4.3 Geometrická schéma budovy

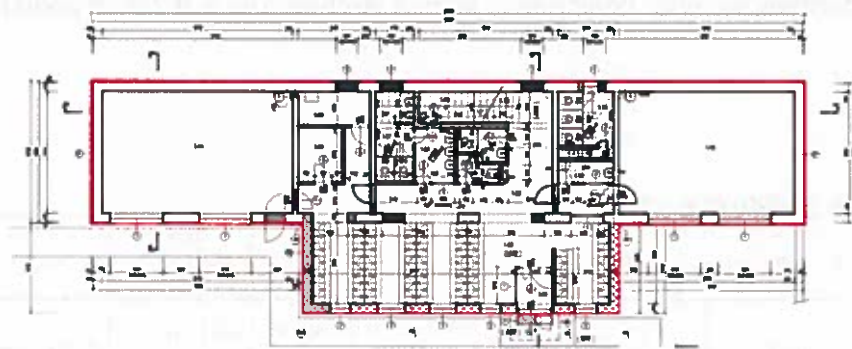
SITUÁCIA



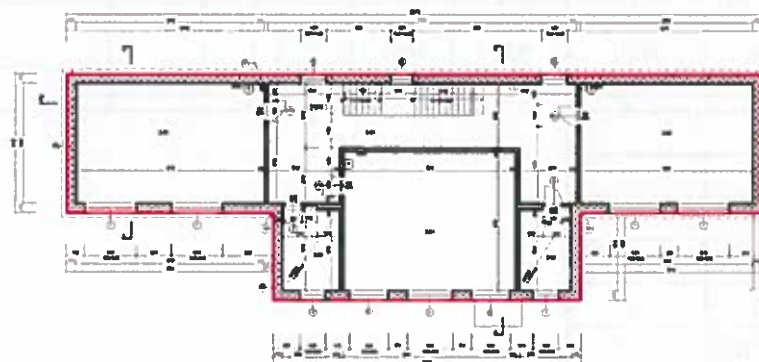
REZ



PÔDORYS I. NADZEMNÉ PODLAŽIE



PÔDORYS II. NADZEMNÉ PODLAŽIE



4.4 Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií

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

$$U \leq U_N$$

$$U = \frac{R \geq R_N}{R_{s1} + R + R_{s0}}$$

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 | 0,025 | 0,990 | 19,0 | 790 | 2000 | 39500 | BŠ | 168,21 | 45872569 |
| 2 | Tehla CDm | 0,375 | 0,230 | 10,0 | 840 | 680 | 214200 | | | |
| 3 | Lepiacia malta | 0,005 | 0,840 | 50,0 | 920 | 1400 | 6440 | | | |
| 4 | Tepelná izolácia EPS | 0,080 | 0,040 | 40,0 | 1270 | 15 | 1524 | | | |
| 5 | Lepiacia armovacia vrstva | 0,005 | 0,840 | 50,0 | 920 | 1800 | 8280 | | | |
| 6 | Fasádna omietka | 0,002 | 0,740 | 37,0 | 920 | 1500 | 2760 | | | |
| Výpočtové okrajové podmienky | | | | | | | | | | |
| Vonkajšia výpočtová teplota | | | θ_e [°C] | -13 | | | | | | |
| 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] | 3,67 | | | | | | |
| 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} | 0,966 | | | | | | |
| 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] | 0,26 | U ≤ U _N |
| Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla | U _N [W/m ² .K] | 0,22 | nevyhovuje |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie | R [m ² .K/W] | 3,84 | R ≥ R _N |
| Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie | R _N [m ² .K/W] | 4,40 | nevyhovuje |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota | Θ _{si} [°C] | 18,88 | Θ _{si} ≥ Θ _{si,N} |
| Najnižšia vnútorná povrchová teplota | Θ _{si,N} [°C] | 12,82 | vyhovuje |

OP2 - Obvodová stena

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru

| č. | Vrstva stavebnej konštrukcie | d (m) | λ (W/m.K) | μ _i | c (J/kg.K) | ρ (kg/m ³) | χ _i | Plocha konštrukcie (m ²) | | C _m |
|--|------------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------------------------------|------------|------------------------|----------------|--------------------------------------|--------|----------------|
| 1 | Omiетка vápennocementová | 0,025 | 0,990 | 19,0 | 790 | 2000 | 39500 | BŠ | 286,70 | 78184203 |
| 2 | Tehla P+D | 0,440 | 0,164 | 10,0 | 1000 | 750 | 330000 | | | |
| 3 | Fasádna omietka | 0,002 | 0,740 | 37,0 | 920 | 1500 | 2760 | | | |
| Výpočtové okrajové podmienky | | | | | | | | | | |
| Vonkajšia výpočtová teplota | | Θ _e [°C] | -13 | | | | | | | |
| 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] | 2,71 | | | | | | | |
| 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} | 0,955 | | | | | | | |
| 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] | 0,35 | U ≤ U _N | | | | | | |
| Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla | | U _N [W/m ² .K] | 0,22 | nevyhovuje | | | | | | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie | | R [m ² .K/W] | 2,88 | R ≥ R _N | | | | | | |
| Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie | | R _N [m ² .K/W] | 4,40 | nevyhovuje | | | | | | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota | | Θ _{si} [°C] | 18,51 | 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 | Sadrokartón | 0,015 | 0,220 | 9,0 | 1060 | 750 | 11925 | BŠ | 57,99 | 28339087 |
| 2 | Uzavretá vzduchová medzera | 0,045 | 0,313 | 1,0 | 1010 | 1300 | 59085 | | | |
| 3 | Železobetón | 0,150 | 1,740 | 32,0 | 1020 | 2500 | 382500 | | | |
| 4 | Parozábrana | 0,0002 | 0,350 | 350000,0 | 1470 | 825 | 243 | | | |
| 5 | Tepelná izolácia z minerálnej vlny | 0,200 | 0,040 | 1,0 | 1020 | 130 | 26520 | | | |
| 6 | Tepelná izolácia z minerálnej vlny (30-70 mm) | 0,050 | 0,040 | 1,0 | 1020 | 130 | 6630 | | | |
| 7 | Hydroizolácia | 0,0015 | 0,210 | 21000,0 | 960 | 1270 | 1829 | | | |

Výpočtové okrajové podmienky

| | | |
|---|---------------------------------------|-------|
| Vonkajšia výpočtová teplota | Θ_e [°C] | -13 |
| Priemerná teplota v interiéri | Θ_i [°C] | 20 |
| Vlhkosť exteriéru | Ψ_e [%] | 84 |
| Vlhkosť interiéru | Ψ_i [%] | 50 |
| Odpor konštrukcie | R [m ² .K/W] | 6,56 |
| 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} | 0,985 |
| Kritická povrchová teplota pre vznik plesní | $\Theta_{si,80}$ [°C] | 12,62 |
| Bezpečnostná prírážka | $\Delta\Theta_{si}$ [°C] | 0,2 |

HODNOTENIE

| | | | |
|--|--------------------------------------|-------|----------------------------------|
| VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla | U [W/m ² .K] | 0,15 | 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] | 6,70 | 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] | 19,51 | $\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$ |
| Najnižšia vnútorná povrchová teplota | $\Theta_{si,N}$ [°C] | 12,82 | vyhovuje |

ST1 - 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 | Sadrokartón | 0,015 | 0,220 | 9,0 | 1060 | 750 | 11925 | BŠ | 209,06 | 15482586 |
| 2 | Uzavretá vzduchová medzera | 0,045 | 0,313 | 1,0 | 1010 | 1300 | 59085 | | | |
| 3 | Parozábrana | 0,0002 | 0,210 | 160109,0 | 1470 | 140 | 41 | | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|------------------|--------------------------------|-------|----------------------------------|-------------------|----|------|--|--|--|
| 4 | Tepelná izolácia | 0,200 | 0,040 | 1,0 | 940 | 16 | 3008 | | | |
| Výpočtové okrajové podmienky | | | | | | | | | | |
| Vonkajšia výpočtová teplota | | Θ_e [°C] | -13 | | | | | | | |
| 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] | 5,21 | | | | | | | |
| 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} | 0,981 | | | | | | | |
| Kritická povrchová teplota pre vznik plesní | | $\Theta_{si,30}$ [°C] | 12,62 | | | | | | | |
| Bezpečnostná prírážka | | $\Delta\Theta_{si}$ [°C] | 0,2 | | | | | | | |
| | | | | | HODNOTENIE | | | | | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla | | U [W/m ² .K] | 0,19 | $U \leq U_N$ | | | | | | |
| Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla | | U_N [W/m ² .K] | 0,20 | vyhovuje | | | | | | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie | | R [m ² .K/W] | 5,35 | $R \geq R_N$ | | | | | | |
| Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie | | R_N [m ² .K/W] | 4,90 | vyhovuje | | | | | | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota | | Θ_{si} [°C] | 19,38 | $\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$ | | | | | | |
| Najnižšia vnútorná povrchová teplota | | $\Theta_{si,N}$ [°C] | 12,82 | vyhovuje | | | | | | |

P1 - Podlažia na teréne

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

| 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 | PVC | 0,002 | 0,140 | 17000,0 | 1100 | 1200 | 2640 | BŠ | 267,04 | 134053767 |
| 2 | Cementový poter | 0,080 | 1,160 | 19,0 | 840 | 2000 | 134400 | | | |
| 3 | IPA 500 SH | 0,0053 | 0,210 | 11590,0 | 1470 | 940 | 7324 | | | |
| 4 | Hydroizolácia | 0,0035 | 0,210 | 14480,0 | 1470 | 1114 | 5732 | | | |
| 5 | Podkladný betón | 0,150 | 1,360 | 23,0 | 1020 | 2300 | 351900 | | | |
| Sokel | Tepelná izolácia XPS | 0,050 | 0,034 | 100,0 | | | | | | |
| | 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] | 0,24 | | | | | | | |
| 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} | 0,931 | | | | | | | |

| | | | |
|---|--------------------------------|--------|----------------------------------|
| Kritická povrchová teplota pre vznik plesní | $\Theta_{si,30}$ [°C] | 12,62 | |
| Bezpečnostná prirážka | $\Delta\Theta_{si}$ [°C] | 1,0 | |
| Podlahová plocha vykurovaného suterénu | A (m ²) | 267,04 | |
| Exponovaný obvod podlahy vykurovaného suterénu | P (m) | 63,42 | |
| Hrúbka steny | w (m) | 0,49 | |
| Charakteristický rozmer podlahy | B' (m) | 8,42 | |
| Ekvivalentná hrúbka podlahy | dt(m) | 1,30 | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch | U_o [W/m ² .K] | 0,44 | |
| Odpor zvislej okrajovej izolácie | R_D [m ² .K/W] | 1,47 | |
| Prídavná efektívna hrúbka izolácie | d' (m) | 2,89 | |
| Hĺbka izolácie pod terénom | D(m) | 0,30 | |
| Korekčný stratový súčiniteľ | $\Delta\Psi$ | -0,16 | |
| Ustálená tepelná vodivosť | Ls | 199,42 | HODNOTENIE |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch | U [W/m ² .K] | 0,40 | $U \leq U_N$ |
| Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla | U_N [W/m ² .K] | 0,40 | nevyhovuje |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie | R [m ² .K/W] | 2,48 | $R \geq R_N$ |
| Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie | R_N [m ² .K/W] | 2,50 | nevyhovuje |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota | Θ_{si} [°C] | 18,97 | $\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$ |
| Najnižšia vnútorná povrchová teplota | $\Theta_{si,N}$ [°C] | 13,62 | vyhovuje |

Porovnanie netransparentných stavených konštrukcií súčasný stav:

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 989,0 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,15 W.m⁻².K⁻¹ do 0,40 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 291,1 W/K, čo predstavuje 56,3 % 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 | 168,21 | 0,26 | 0,22 | Nevyhovuje |
| OP2 - Obvodová stena | 286,70 | 0,35 | 0,22 | Nevyhovuje |
| Stavebná konštrukcia | Plocha | U | $U_{w,N}$ | Hodnotenie |
| | (m ²) | (W.m ⁻² .K ⁻¹) | (W.m ⁻² .K ⁻¹) | |
| Strešné konštrukcie | | | | |
| SI - Strešná konštrukcia do exteriéru | 57,99 | 0,15 | 0,15 | Vyhovuje |
| ST1 - Strop pod nevykurovaným priestorom | 209,06 | 0,19 | 0,20 | Vyhovuje |

| Stavebná konštrukcia | Plocha | U | $U_{w,s}$ | Hodnotenie |
|------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|
| | (m^2) | ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) | ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) | |
| Podlaha | | | | |
| P1 - Podlaha na teréne | 267,04 | 0,40 | 0,40 | Vyhovuje |

4.5 Skladba a prehľad transparentných konštrukcií

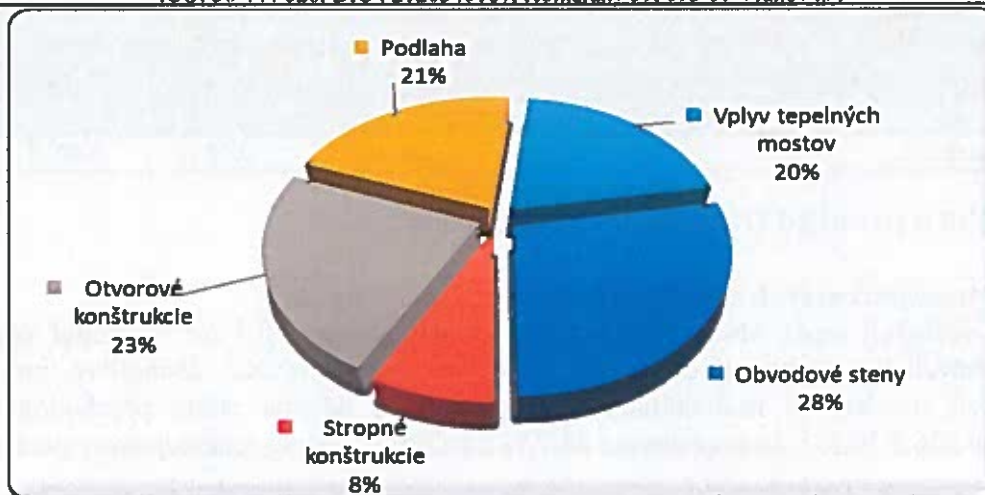
Porovnanie transparentných stavených konštrukcií súčasný stav:

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 70,7 m^2 . Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 1,7 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ do 1,7 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 226,2 $W \cdot K^{-1}$, čo predstavuje 43,7 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

| Otvorová konštrukcia | Počet | | | Plocha (m^2) | U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) | Merná tep. strata ($W \cdot K^{-1}$) | $U_{w,s}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) | Hodnotenie |
|----------------------|-------|------|------|---------------------|--|--|--|------------|
| | n | a | b | | | | | |
| Plastové okno | 3 | 1,00 | 0,80 | 2,40 | 1,70 | 4,08 | 0,85 | Newhovuje |
| Plastové okno | 1 | 1,00 | 1,40 | 1,40 | 1,70 | 2,38 | 0,85 | Newhovuje |
| Plastové okno | 2 | 1,20 | 1,20 | 2,88 | 1,70 | 4,90 | 0,85 | Newhovuje |
| Plastové okno | 1 | 1,00 | 1,20 | 1,20 | 1,70 | 2,04 | 0,85 | Newhovuje |
| Plastové okno | 8 | 2,40 | 1,80 | 34,56 | 1,70 | 58,75 | 0,85 | Newhovuje |
| Plastové okno | 2 | 0,90 | 1,80 | 3,24 | 1,70 | 5,51 | 0,85 | Newhovuje |
| Plastové okno | 4 | 1,20 | 1,80 | 8,64 | 1,70 | 14,69 | 0,85 | Newhovuje |
| Plastové okno | 1 | 1,00 | 1,80 | 1,80 | 1,70 | 3,06 | 0,85 | Newhovuje |
| Plastové okno | 2 | 1,80 | 1,80 | 6,48 | 1,70 | 11,02 | 0,85 | Newhovuje |
| Plastové okno | 1 | 2,10 | 1,80 | 3,78 | 1,70 | 6,43 | 0,85 | Newhovuje |
| Vchodové dvere | 1 | 1,60 | 2,70 | 4,32 | 1,70 | 7,34 | 0,85 | Newhovuje |

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

| Položka | Plocha | II | Podiel |
|------------------------|-----------|-----------|--------|
| | (m^2) | (W/K) | (%) |
| Obvodové steny | 454,9 | 143,3 | 27,7 |
| Stropné konštrukcie | 267,0 | 39,9 | 7,7 |
| Otvorové konštrukcie | 70,7 | 120,2 | 23,2 |
| Podlaha | 267,0 | 107,8 | 20,8 |
| Vplyv tepelných mostov | - | 106,0 | 20,5 |
| Suma | 1059,7 | 517,2 | 100 |
| Pevné konštr. | 989,0 | 291,1 | 56,3 |



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

| Faktor tvaru budovy | Priemerný súčiniteľ prechodu tepla | Normalizovaná hodnota | Hodnotenie podľa STN 73 0540-2 |
|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | U_{priem} | $U_{w,N}$ | |
| | ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) | ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) | |
| 0,647 | 0,488 | 0,32 | Nevyhovuje |

5 ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – SÚČASNÝ STAV

5.1 Merná potreba tepla na vykurovanie – Súčasný stav

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

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

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

Na výpočet potreby tepla na vykurovanie Budovy škôl a školských zariadení bola použitá mesačná metóda, uvažuje sa s prerušovaným vykurovaním s počtom vykurovacích dní 212, normalizovaným počtom dennostupňov $D = 3083$ 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) |
| 75,7 | > | 27,50 |
| | nevyhovuje | |
| Energetická hospodárnosť budovy | splnenie požiadavky | Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy |
| Q _{EP} | | Q _{EP,N} |
| kWh/(m ² .a) | ≤ | kWh/(m ² .a) |
| 64,4 | > | 27,6 |
| | nevyhovuje | |

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

Energetické kritérium maximálnej potreby tepla na vykurovanie budovy nie je splnené pre obidve, budova nespĺňa 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} | | Q _N |
| kWh/(m ² .a) | ≤ | kWh/(m ² .a) |
| 69,96 | > | 56 |
| | C | |

5.2.2 Potreba energie na prípravu teplej vody – súčasný stav

ŠKÁLA ENER. TRIED NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY - BUDOVY ŠKÔL a ŠKOLSKÝCH ZARIADENÍ

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

| | | |
|---|--------------------|---|
| Potreba energie na prípravu teplej vody | Energetická trieda | Odporúčaná požiadavka potreby energie na ohrev TV |
| Q _{nd} | | Q _N |
| | ≤ | |

| | | |
|-------------------------|---|-------------------------|
| kWh/(m ² .a) | | kWh/(m ² .a) |
| 11,01 | < | 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) |
| 19,57 | < C | 18 |

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) |
| 100,54 | > C | 86 |

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 energii |
|-------------------------|---------------------|--|
| Q_{nd} | \leq | Q_N |
| kWh/(m ² .a) | | kWh/(m ² .a) |

| | | |
|-------|---|------|
| 133,2 | > | 34,0 |
| | | |
| | B | |

5.3 Zhodnotenie súčasného stavu a identifikácia nedostatkov

5.3.1 Tepelná ochrana

- obvodový plášť murovaný z CDM + tepelná izolácia hr. 80 mm. Stavebné konštrukcie nevyhovujú súčasným požiadavkám normy STN 73 0540
- nie všetky strešné konštrukcie budov sú dostatočne zateplené. Stavebné konštrukcie nevyhovujú súčasným požiadavkám normy STN 73 0540
- okná nespĺňajú požiadavky normy STN 73 0540
- podlahy na teréne nie sú tepelne izolované.

5.3.2 Vykurovanie a príprava teplej vody

Vykurovanie

- rozvody vykurovacej vody v budove – nové
- odovzdávanie tepla do vykurovaných priestorov je pomocou doskových radiátorov
- vykurovací systém je hydraulicky vyregulovaný
- plynový kondenzačný kotol

Príprava teplej vody

- rozvody teplej vody v budove z oceľových/plastových rúr
- integrovaný zásobník v kotly

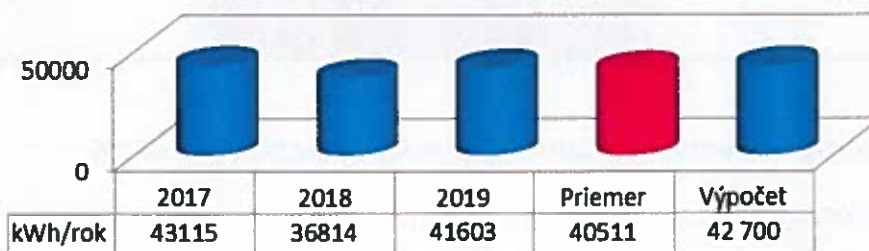
5.3.3 Osvetlenie

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

5.4 Stanovenie východiskového stavu pre výpočet úspor

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

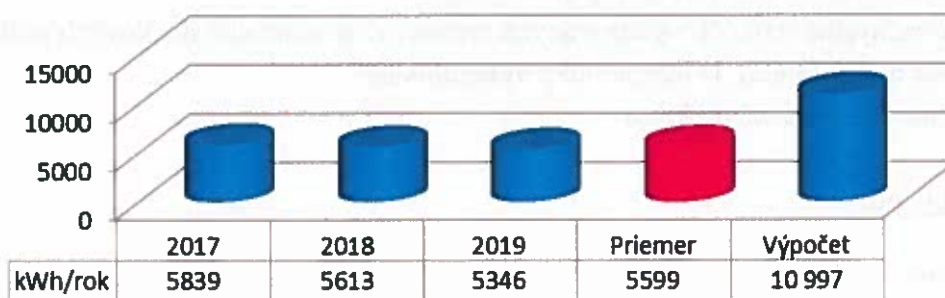
Porovnanie spotreby a vypočítanej potreby energie na vykurovanie



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

Porovnanie spotreby a vypočítanej 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

Budova nie je pamiatkovo chránená. Preto z hľadiska jednotlivých úprav nie sme obmedzený, jedine opatrenie 6 – fotovoltaika – panely osadiť na stranu strechy tak aby ich nebolo vidno zo strany Spišského hradu.

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

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

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

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

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

- dosiahnutie požiadaviek technickej normy STN 73 0540-2 pre normalizovanú hodnotu pre po 31. decembri 2020 (tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií)
- dosiahnutie minimálnej hodnoty horná hranica energetickej triedy A0 pre **primárna energiu A0 (budova s takmer nulovou spotrebou energie)**
- iné opatrenia súvisiace s úsporami energií
- 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 ZŠ Palešovo námestie – Spišské Podhradie – SO 02 realizáciou resp.:

- zateplením obvodových tepelnou izoláciou EPS
- zateplením stropu pod nevykurovaným priestorom tepelnou izoláciou z minerálnej vlny
- výmenou výplní otvorov konštrukcií

Obvodová stena OP1 sa doteplí tepelnou izoláciou EPS hr. 100 mm.

Obvodová stena OP2 sa zateplí tepelnou izoláciou EPS hr. 100 mm.

Strešná konštrukcia do exteriéru S1 sa odizoluje novou hydroizoláciou.

Strop pod nevykurovaným priestorom ST1 sa dodatočne zateplí tepelnou izoláciou z minerálnej vlny hr. 200 mm.

Podlaha na teréne ostáva pôvodná.

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

6.1.1 Technické parametre po zhotovení návrhových opatrení

| | | |
|---|------------------|---------|
| Celková zastavaná plocha [m^2] | A | 275,66 |
| Obostavaný vykurovaný objem [m^3] | V_b | 1744,93 |
| Merná plocha [m^2] | A_b | 551,32 |
| Ochladzovaná obalová konštrukcia [m^2] | ΣA_i | 1099,23 |
| Faktor tvaru budovy [1/m] | $\Sigma A_i/V_b$ | 0,630 |
| Počet podlaží | | 2 |
| Priemerná konštrukčná výška podlažia [m] | $h_{k,pr}$ | 3,17 |

6.1.2 Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií

OP1 - Obvodová stena

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru

| č. | Vrstva stavebnej konštrukcie | d (m) | λ (W/m.K) | μ_i | c (J/kg.K) | ρ (kg/m^3) | χ_i | Plocha konštrukcie (m^2) | | C_m |
|-------------------------------------|------------------------------|-------|-----------------------------------|---------|------------|-----------------------------------|----------|-------------------------------------|--------|----------|
| 1 | Omietka vápennocementová | 0,025 | 0,990 | 19,0 | 790 | 2000 | 39500 | BŠ | 170,08 | 46705334 |
| 2 | Tehla CDm | 0,375 | 0,230 | 10,0 | 840 | 680 | 214200 | | | |
| 3 | Lepiaca malta | 0,005 | 0,840 | 50,0 | 920 | 1400 | 6440 | | | |
| 4 | Tepelná izolácia EPS | 0,080 | 0,040 | 40,0 | 1270 | 15 | 1524 | | | |
| 5 | Tepelná izolácia EPS | 0,100 | 0,040 | 40,0 | 1270 | 15 | 1905 | | | |
| 6 | Lepiaca armovacia vrstva | 0,005 | 0,840 | 50,0 | 920 | 1800 | 8280 | | | |
| 7 | Fasádna omietka | 0,002 | 0,740 | 37,0 | 920 | 1500 | 2760 | | | |
| Výpočtové okrajové podmienky | | | | | | | | | | |
| Vonkajšia výpočtová teplota | | | Θ_e [$^{\circ}\text{C}$] | -13 | | | | | | |
| Priemerná teplota v interiéri | | | Θ_i [$^{\circ}\text{C}$] | 20 | | | | | | |

| | | | | |
|--|--------------------------------|-------|----------------------------------|--------------|
| Vlhkosť exteriéru | Ψ_e [%] | 84 | HODNOTENIE | |
| Vlhkosť interiéru | Ψ_i [%] | 50 | | |
| Odpor konštrukcie | R [m ² .K/W] | 6,17 | | |
| 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} | 0,979 | | |
| Kritická povrchová teplota pre vznik plesní | $\Theta_{si,80}$ [°C] | 12,62 | | |
| Bezpečnostná prirážka | $\Delta\Theta_{si}$ [°C] | 0,2 | | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla | U [W/m ² .K] | 0,16 | | $U \leq U_N$ |
| Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla | U_N [W/m ² .K] | 0,22 | | vyhovuje |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie | R [m ² .K/W] | 6,34 | $R \geq R_N$ | |
| Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie | R_N [m ² .K/W] | 4,40 | vyhovuje | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota | Θ_{si} [°C] | 19,32 | $\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$ | |
| Najnižšia vnútorná povrchová teplota | $\Theta_{si,N}$ [°C] | 12,82 | vyhovuje | |

OP2 - Obvodová stena

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru

| č. | Vrstva stavebnej konštrukcie | d (m) | λ (W/m.K) | μ_i | c (J/kg.K) | ρ (kg/m ³) | χ | Plocha konštrukcie (m ²) | C_m |
|----|------------------------------|-------|-------------------|---------|--------------|-----------------------------|--------|--------------------------------------|-----------|
| 1 | Omietka vápennocementová | 0,025 | 0,990 | 19,0 | 790 | 2000 | 39500 | BŠ 307,13 | 173600573 |
| 2 | Tehla P+D | 0,440 | 0,164 | 10,0 | 1000 | 750 | 330000 | | |
| 3 | Lepiaca malta | 0,005 | 0,840 | 50,0 | 920 | 1500 | 6900 | | |
| 4 | Tepelná izolácia EPS | 0,100 | 0,040 | 40,0 | 1270 | 1400 | 177800 | | |
| 5 | Lepiaca armovacia vrstva | 0,005 | 0,840 | 50,0 | 920 | 1800 | 8280 | | |
| 6 | Fasádna omietka | 0,002 | 0,740 | 37,0 | 920 | 1500 | 2760 | | |

| | | |
|---|--------------------------------|-------|
| Výpočtové okrajové podmienky | | |
| Vonkajšia výpočtová teplota | Θ_e [°C] | -13 |
| 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] | 5,22 |
| 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} | 0,976 |
| 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] | 0,19 | U ≤ U _N |
| Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla | U _N [W/m ² .K] | 0,22 | vyhovuje |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie | R [m ² .K/W] | 5,39 | 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] | 19,20 | 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 | Sadrokartón | 0,015 | 0,220 | 9,0 | 1060 | 750 | 11925 | BŠ | 60,25 | 29554287 |
| 2 | Uzavretá vzduchová medzera | 0,045 | 0,313 | 1,0 | 1010 | 1300 | 59085 | | | |
| 3 | Železobetón | 0,150 | 1,740 | 32,0 | 1020 | 2500 | 382500 | | | |
| 4 | Parozábrana | 0,0002 | 0,350 | 350000,0 | 1470 | 825 | 243 | | | |
| 5 | Tepelná izolácia z minerálnej vlny | 0,200 | 0,040 | 1,0 | 1020 | 130 | 26520 | | | |
| 6 | Tepelná izolácia z minerálnej vlny (30-70 mm) | 0,050 | 0,040 | 1,0 | 1020 | 130 | 6630 | | | |
| 7 | Hydroizolácia | 0,0015 | 0,210 | 21000,0 | 960 | 1270 | 1829 | | | |
| 8 | Geotextília | 0,0001 | 0,000 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 9 | Fatrafol 810 | 0,0015 | 0,160 | 21000,0 | 960 | 1270 | 1829 | | | |

Výpočtové okrajové podmienky

| | | |
|---|---------------------------------------|-------|
| Vonkajšia výpočtová teplota | Θ _e [°C] | -13 |
| 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] | 6,56 |
| 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} | 0,985 |
| Kritická povrchová teplota pre vznik plesní | Θ _{si,80} [°C] | 12,62 |
| Bezpečnostná prírážka | ΔΘ _{si} [°C] | 0,2 |

HODNOTENIE

| | | | |
|--|--------------------------------------|------|--------------------|
| VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla | U [W/m ² .K] | 0,15 | 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] | 6,70 | 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] | 19,51 | $\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$ |
| Najnižšia vnútorná povrchová teplota | $\Theta_{si,N}$ [°C] | 12,82 | vyhovuje |

ST1 - 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 | Sadrokartón | 0,015 | 0,220 | 9,0 | 1060 | 750 | 11925 | BŠ | 215,41 | 16641843 |
| 2 | Uzavretá vzduchová medzera | 0,045 | 0,313 | 1,0 | 1010 | 1300 | 59085 | | | |
| 3 | Parozábrana | 0,0002 | 0,210 | 160109,0 | 1470 | 140 | 41 | | | |
| 4 | Tepelná izolácia | 0,200 | 0,040 | 1,0 | 940 | 16 | 3008 | | | |
| 5 | Tepelná izolácia z minerálnej vlny | 0,200 | 0,039 | 1,0 | 940 | 17 | 3196 | | | |

Výpočtové okrajové podmienky

| | | |
|---|--------------------------------|-------|
| Vonkajšia výpočtová teplota | Θ_e [°C] | -13 |
| 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] | 10,34 |
| 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} | 0,990 |
| Kritická povrchová teplota pre vznik plesní | $\Theta_{si,80}$ [°C] | 12,62 |
| Bezpečnostná prírážka | $\Delta\Theta_{si}$ [°C] | 0,2 |

HODNOTENIE

| | | | |
|--|-----------------------------|-------|----------------------------------|
| VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla | U [W/m ² .K] | 0,10 | $U \leq U_N$ |
| Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla | U_N [W/m ² .K] | 0,20 | vyhovuje |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie | R [m ² .K/W] | 10,48 | $R \geq R_N$ |
| Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie | R_N [m ² .K/W] | 4,90 | vyhovuje |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota | Θ_{si} [°C] | 19,69 | $\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$ |
| Najnižšia vnútorná povrchová teplota | $\Theta_{si,N}$ [°C] | 12,82 | vyhovuje |

P1 - Podlaha na teréne

Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nadol, do 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 | PVC | 0,002 | 0,140 | 17000,0 | 1100 | 1200 | 2640 | BŠ | 275,66 | 727742 |
| 2 | Cementový poter | 0,080 | 1,160 | 19,0 | 840 | 2000 | 134400 | | | |
| 3 | IPA 500 SH | 0,0053 | 0,210 | 11590,0 | 1470 | 940 | 7324 | | | |
| 4 | Hydroizolácia | 0,0035 | 0,210 | 14480,0 | 1470 | 1114 | 5732 | | | |
| 5 | Podkladný betón | 0,150 | 1,360 | 23,0 | 1020 | 2300 | 351900 | | | |
| Sokel | Tepelná izolácia XPS | 0,050 | 0,034 | 100,0 | | | | | | |
| | 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] | | 0,24 | | | | | | |
| Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie | | R_{e} [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} | | 0,934 | | | | | | |
| 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) | | 275,66 | | | | | | |
| Exponovaný obvod podlahy vykurovaného suterénu | | P (m) | | 64,04 | | | | | | |
| Hrúbka steny | | w (m) | | 0,59 | | | | | | |
| Charakteristický rozmer podlahy | | B' (m) | | 8,61 | | | | | | |
| Ekvivalentná hrúbka podlahy | | dt(m) | | 1,40 | | | | | | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch | | U_o [W/m ² .K] | | 0,42 | | | | | | |
| Odpor zvislej okrajovej izolácie | | R_o [m ² .K/W] | | 1,47 | | | | | | |
| Pridavná efektívna hrúbka izolácie | | d' (m) | | 2,89 | | | | | | |
| Hĺbka izolácie pod terénom | | D(m) | | 0,30 | | | | | | |
| Korekčný stratový súčiniteľ | | $\Delta\Psi$ | | -0,14 | | | | | | |
| Ustálená tepelná vodivosť | | Ls | | 204,90 | | | | | | |
| HODNOTENIE | | | | | | | | | | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch | | U [W/m ² .K] | | 0,39 | | | U ≤ UN | | | |
| Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla | | UN [W/m ² .K] | | 0,40 | | | vyhovuje | | | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie | | R [m ² .K/W] | | 2,56 | | | R ≥ RN | | | |
| Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie | | RN [m ² .K/W] | | 2,50 | | | vyhovuje | | | |
| VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota | | Θ_{si} [°C] | | 19,01 | | | $\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$ | | | |
| Najnižšia vnútorná povrchová teplota | | $\Theta_{si,N}$ [°C] | | 13,62 | | | vyhovuje | | | |

Porovnanie netransparentných stavebných konštrukcií navrhovaný stav:

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 1028,5m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,10 W.m⁻².K⁻¹ do 0,39 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 216,7 W/K, čo predstavuje 72,5 % 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 | 170,08 | 0,16 | 0,22 | Vyhovuje |
| OP2 - Obvodová stena | 307,13 | 0,19 | 0,22 | Vyhovuje |
| Stavebná konštrukcia | Plocha | U | U _{w,s} | Hodnotenie |
| | (m ²) | (W.m ⁻² .K ⁻¹) | (W.m ⁻² .K ⁻¹) | |
| Strešné konštrukcie | | | | |
| S1 - Strešná konštrukcia do exteriéru | 60,25 | 0,15 | 0,15 | Vyhovuje |
| ST1 - Strop pod nevykurovaným priestorom | 215,41 | 0,10 | 0,20 | Vyhovuje |
| Stavebná konštrukcia | Plocha | U | U _{w,s} | Hodnotenie |
| | (m ²) | (W.m ⁻² .K ⁻¹) | (W.m ⁻² .K ⁻¹) | |
| Podlaha | | | | |
| P1 - Podlaha na teréne | 275,66 | 0,39 | 0,40 | Vyhovuje |

6.1.3 Skladba a prehľad transparentných konštrukcií

Porovnanie transparentných stavebných konštrukcií navrhovaný stav:

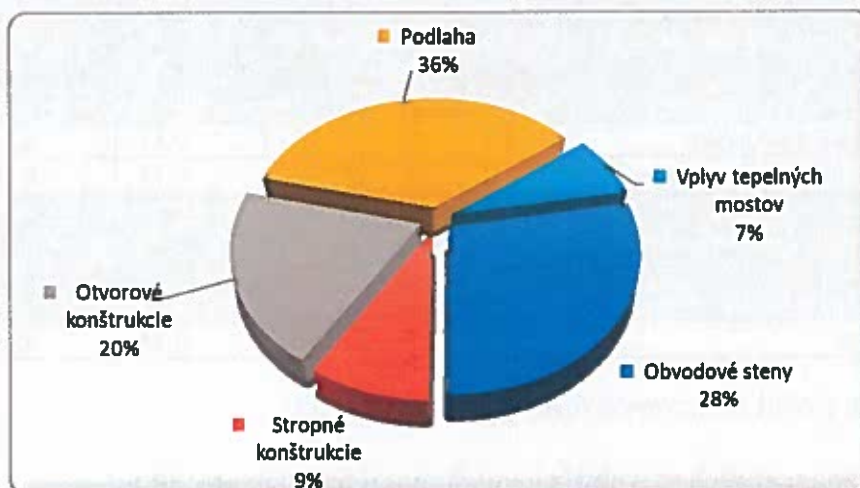
Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 70,7 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,85 W.m⁻².K⁻¹ do 0,85 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 82,1 W.K⁻¹, čo predstavuje 27,5 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

| Otvorová konštrukcia | Počet | | | Plocha (m ²) | U (W.m ⁻² .K ⁻¹) | Merná tep. strata (W.K ⁻¹) | U _{w,s} (W.m ⁻² .K ⁻¹) | Hodnotenie |
|----------------------|-------|------|------|-----------------------------|--|--|---|------------|
| | n | a | b | | | | | |
| Plastové okno | 3 | 1,00 | 0,80 | 2,40 | 0,85 | 2,04 | 0,85 | Vyhovuje |
| Plastové okno | 1 | 1,00 | 1,40 | 1,40 | 0,85 | 1,19 | 0,85 | Vyhovuje |
| Plastové okno | 2 | 1,20 | 1,20 | 2,88 | 0,85 | 2,45 | 0,85 | Vyhovuje |
| Plastové okno | 1 | 1,00 | 1,20 | 1,20 | 0,85 | 1,02 | 0,85 | Vyhovuje |
| Plastové okno | 8 | 2,40 | 1,80 | 34,56 | 0,85 | 29,38 | 0,85 | Vyhovuje |
| Plastové okno | 2 | 0,90 | 1,80 | 3,24 | 0,85 | 2,75 | 0,85 | Vyhovuje |
| Plastové okno | 4 | 1,20 | 1,80 | 8,64 | 0,85 | 7,34 | 0,85 | Vyhovuje |
| Plastové okno | 1 | 1,00 | 1,80 | 1,80 | 0,85 | 1,53 | 0,85 | Vyhovuje |
| Plastové okno | 2 | 1,80 | 1,80 | 6,48 | 0,85 | 5,51 | 0,85 | Vyhovuje |
| Plastové okno | 1 | 2,10 | 1,80 | 3,78 | 0,85 | 3,21 | 0,85 | Vyhovuje |
| Vchodové dvere | 1 | 1,60 | 2,70 | 4,32 | 0,85 | 3,67 | 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 | 477,2 | 83,8 | 28,0 |
| Stropné konštrukcie | 275,7 | 25,4 | 8,5 |
| Otvorové konštrukcie | 70,7 | 60,1 | 20,1 |
| Podlaha | 275,7 | 107,5 | 36,0 |
| Vplyv tepelných mostov | - | 22,0 | 7,4 |
| Suma | 1099,2 | 298,8 | 100 |
| Pevné konštr. | 1028,5 | 216,7 | 72,5 |



Po návrhových opatreniach priemerný súčiniteľ prechodu tepla vyhovuje odporúčanej hodnote

| 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) | |
| 0,630 | 0,272 | 0,325 | Vyhovuje |

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°C a priemernej teploty vonkajšieho vzduchu v zimnom období 3,86°C.

| NAVRHOVANÝ STAV | | |
|------------------------------------|---------------------|--|
| Merná potreba tepla na vykurovanie | splnenie požiadavky | Normalizovaná merná potreba tepla na vykurovanie |
| $Q_{h,nd}$ | ≤ | $Q_{h,nd,N}$ |
| kWh/(m ² .a) | | kWh/(m ² .a) |

| | | |
|---------------------------------|---------------------|---|
| 39,1 | > | 36,8 |
| | nevyhovuje | |
| Energetická hospodárnosť budovy | splnenie požiadavky | Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy |
| Q_{EP} | \leq | $Q_{EP,N}$ |
| kWh/(m ² .a) | | kWh/(m ² .a) |
| 32,2 | > | 27,6 |
| | nevyhovuje | |

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

Energetické kritérium maximálnej potreby tepla na vykurovanie budovy nie je splnené, budova nespĺňa 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

6.1.5 Inštalácia núteného vetrania so spätným získaním tepla

Pre zlepšenie parametrov vnútorného prostredia a pre ďalšie dosiahnutie úspor energie spojených s vetraním priestorov sa odporúča inštalácia núteného vetrania s rekuperáciou. (účinnosť – 80 %, pokrytie v rámci budovy min 50%)

V prípade požiadavky vetrania ďalších priestorov zväži projektant s investorom.

- inštalácia lokálnych/centrálnych jednotiek (vyrieši projektant VZT)
- inštalácia regulačného systému pre vetracie jednotky
- zabezpečenie vzduchotesnosti objektu vhodnými technickými opatreniami (potreba riešenia v projekte ASR a VZT)
- minimálna účinnosť núteného vetrania so spätným získavaním tepla na úrovni 80 %

| 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) |
| 26,3 | < | 36,8 |
| | vyhovuje | |
| Energetická hospodárnosť budovy | splnenie požiadavky | Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy |
| Q_{EP} | \leq | $Q_{EP,N}$ |

| | | |
|-------------------------|----------|-------------------------|
| kWh/(m ² .a) | | kWh/(m ² .a) |
| 21,4 | < | 27,6 |
| | vyhovuje | |

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

Energetické kritérium maximálnej potreby tepla na vykurovanie budovy je splnené 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.

6.2 Výpočet potreby energie podľa miesta spotreby - navrhovaný stav

6.2.1 Potreba energie na vykurovanie - navrhovaný stav

Meranie, riadenie a regulácia spotreby energie na vykurovanie

Zdroj tepla

Zdroj tepla -nemení sa.

Rozvody a vykurovací systém

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.

Zónová regulácia

Základom je rozdelenie budovy do vykurovacích zón, pričom každá zóna je vykurovaná samostatnou vetvou. Rozdelenie ostáva pôvodné.

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

Potreba energie na vykurovanie po navrhovaných úpravách ukazuje nasledujúca tabuľka :

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

| Potreba energie na vykurovanie | Energetická trieda | Odporúčaná požiadavka potreby energie na vykurovanie |
|--------------------------------|--------------------|--|
| Q_{nd} | ≤ | Q_N |
| kWh/(m ² .a) | | kWh/(m ² .a) |
| 12,73 | < | B – 56 A - 28 |

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

6.2.2 Potreba energie na ohrev TV – navrhovaný stav

V rámci obnovy budovy odporúčam vymeniť v kotolniach zásobníky za tepelné čerpadlá s výmenníkom na pripojenie od plynových kotlov (napr. Ariston Nuos EVO 250)

COP pre TČ uvádza výrobca pri teplota 20 °C – COP – 3,4.

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

| ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY- BUDOVY ŠK6L | | | | | | | |
|--|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|
| 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} | ≤ | Q_N |
| kWh/(m ² .a) | | kWh/(m ² .a) |
| 3,33 | < | B – 12 A - 6 |

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

V rekonštruovaných priestoroch (SO 02 – prvý stupeň) a (SO 01 – 3NP) postačuje vymeniť existujúce svietidlá za LED. V istatných priestoroch je inštalácia nevyhovujúca a je potrebné rekonštruovať komplet elektroinštaláciu vrátane zásuvkových rozvodov.

Navrhované svietidlá :

LED panely - max 36W

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

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

Potrebu tepla na osvetlenie po navrhovaných úpravách ukazuje nasledujúca tabuľka :

| Potreba energie na osvetlenie | Energetická trieda | Odporúčaná požiadavka potreby energie na osvetlenie |
|-------------------------------|--------------------|---|
| Q_{nd} | \leq | Q_N |
| kWh/(m ² .a) | | kWh/(m ² .a) |
| 8,81 | < | 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

Panely osadiť na stranu strechy tak, aby ich nebolo vidno zo strany Spišského hradu.

Inštalácia fotovoltaických panelov na streche

Osadenie batérií na uskladnenie elektrickej energie.

Inštalovaný výkon fotovoltaických panelov : 10,0 kWp (29 panelov, výkon jedného 345 Wp)

Predpokladaná hodnota vyrobenej elektrickej energie : 10661 kWh / rok

Predpokladaná hodnota spotrebovanej elektrickej energie : 5330 kWh / rok = 9,66 kWh /m².

6.3 Meranie spotreby energie

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

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

7 REKAPITULÁCIA A POTENCIÁL ÚSPOR PO OPATRENIACH

| Potenciál úspor energie po vykonaní navrhovaných úprav | | | | | |
|--|---|---|--|--|---------------------|
| | Veličina | Potreba tepla / energie - aktuálny stav v kWh/(m ² .a) | Potreba tepla / energie - po realizácii navrhovaných úprav v kWh/(m ² .a) | Úspora tepla / energie v kWh/(m ² .a) | Potenciál úspor v % |
| 7 | Potreba tepla na vykurovanie | 64,36 | 21,36 | 43,01 | 66,82 |
| Potreba energie : | | | | | |
| 8 | na vykurovanie | 69,96 | 23,98 | 45,98 | 65,73 |
| 9 | na prípravu teplej vody | 11,01 | 3,33 | 7,68 | 69,78 |
| 10 | na chladenie / vetranie | | | | |
| 11 | na osvetlenie | 19,57 | 8,81 | 10,76 | 54,99 |
| 12 | Celková potreba energie kWh/(m ² .a) | 100,54 | 36,11 | 64,43 | 64,08 |
| 13 | Primárna energia kWh/(m ² .a): | 133,2 | 33,8 | 99,4 | 74,61 |
| Odpočítateľná tepelná a elektrická energia: | | | | | |
| 15 | Solárna tepelná | | | | |
| 16 | Solárna fotovoltaická | | 9,67 | | |
| 17 | Kogenerácia | | | | |
| 18 | Tepelná energia z iného obnoviteľného zdroja | | 7,99 | | |

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} kWh/(m ² .a) | ≤ | Q_N kWh/(m ² .a) |
| 36,11 | < | B - 84 A - 43 |

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

7.2 Primárna energia - navrhovaný stav

ŠKÁLA ENERG. TRIED PRIMÁRNA ENERGIA - BUDOVY ŠKŔL 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} | ≤ | Q_N |
| kWh/(m ² .a) | | kWh/(m ² .a) |
| 33,8 | < vyhovuje | 34 |

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 | 40,51 | 13,03 | 27,49 |
| na elektrinu MWh/r | 5,60 | 2,97 | 2,63 |
| spolu MWh/r | 46,11 | 15,99 | 30,12 |

| Ukazovateľ | Súčasnosť | Po opatreniach | Úspora |
|--------------------------|-----------|----------------|---------|
| Náklady na palivo €/r | 1724,67 | 554,54 | 1170,13 |
| Náklady na elektrinu €/r | 1049,71 | 555,89 | 375,30 |
| Náklady na energie €/r | 2774,38 | 1110,43 | 1545,43 |

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

| Ukazovateľ | Súčasnosť | Po opatreniach | Úspora |
|--------------------|-----------|----------------|--------|
| na palivo MWh/r | 42,70 | 12,20 | 30,495 |
| na elektrinu MWh/r | 11,00 | 2,37 | 8,6224 |
| spolu MWh/r | 53,70 | 14,58 | 39,12 |

| Ukazovateľ | Súčasnosť | Po opatreniach | Úspora |
|--------------------------|-----------|----------------|---------|
| Náklady na palivo €/r | 1817,87 | 519,59 | 1298,28 |
| Náklady na elektrinu €/r | 2061,63 | 445,19 | 1616,44 |
| Náklady na energie €/r | 3879,50 | 964,79 | 2914,71 |

Metodika výpočtov

Na zníženie energetickej náročnosti objektov, zníženie nákladov na vykurovanie a osvetlenie, zlepšenie kvality obalových konštrukcií a vnútornej tepelnej pohody boli navrhnuté nižšie uvedené opatrenia. Každé opatrenie je ekonomicky vyhodnotené metódou Doba návratnosti. Táto metóda udáva počet rokov, za ktoré sa vložené finančné prostriedky do opatrení energetickej efektívnosti vrátia z dosahovaných úspor nákladov na energiu. Dobu návratnosti môžeme použiť ako:

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

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

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

1. Jednoduchá doba návratnosti

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

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

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

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

3. Čistá súčasná hodnota NPV odpovedá vzorcu

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

4. Vnútorne výnosové percento IRR bolo vypočítané z podmienky:

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

Výsledky ekonomického hodnotenia

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

| Ukazovateľ | Jednotka | Hodnota |
|---------------------------------------|----------|-----------|
| Náklady na realizáciu súboru opatrení | € | 250270,68 |
| Ročná úspora energie | kWh | 30119,36 |
| Miera úspory energie | % | 65,32 |
| Ročná úspora nákladov na energiu | € | 1545,43 |
| Dĺžka morálnej živostnosti opatrenia | r | 30 |
| Diskontný faktor | - | 0,02 |
| Jednoduchá doba návratnosti T_s | r | 161,9 |
| Reálna doba návratnosti T_{sd} | r | - |
| Čistá súčasná hodnota NPV | € | -215658,4 |
| Vnútorne výnosové percento IRR | % | -9% |

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

| Ukazovateľ | Jednotka | Hodnota |
|---------------------------------------|----------|-----------|
| Náklady na realizáciu súboru opatrení | € | 250270,68 |

| | | |
|--------------------------------------|-----|-----------|
| Ročná úspora energie | kWh | 39117,61 |
| Miera úspory energie | % | 72,85 |
| Ročná úspora nákladov na energiu | € | 2914,71 |
| Dĺžka morálnej živostnosti opatrenia | r | 30 |
| Diskontný faktor | - | 0,02 |
| Jednoduchá doba návratnosti T_s | r | 85,9 |
| Reálna doba návratnosti T_{sd} | r | - |
| Čistá súčasná hodnota NPV | € | -184991,4 |
| Vnútorne výnosové percento IRR | % | -6% |

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

9 ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE

Environmentálne ukazovatele boli stanovené na globálnej úrovni.!!!

Pri environmentálnom hodnotení boli použité emisné faktory:

| Ukazovateľ | CO2 | TZL | SO2 | 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 | 8,912 | 0,935 | 9,847 | 2,866 | 0,495 | 3,361 | -65,9 |
| TZL kg/r | 0,340 | 0,997 | 1,337 | 0,109 | 0,528 | 0,637 | -52,3 |
| SO ₂ kg/r | 0,041 | 4,983 | 5,024 | 0,013 | 2,639 | 2,652 | -47,2 |
| CO kg/r | 2,680 | 2,520 | 5,200 | 0,862 | 1,334 | 2,196 | -57,8 |
| NO _x kg/r | 6,637 | 5,476 | 12,113 | 2,134 | 2,900 | 5,034 | -58,4 |

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 | 9,39 | 1,84 | 11,23 | 2,685 | 0,397 | 3,082 | -72,6 |
| TZL kg/r | 0,36 | 1,96 | 2,32 | 0,103 | 0,423 | 0,525 | -77,3 |
| SO ₂ kg/r | 0,04 | 9,79 | 9,83 | 0,012 | 2,114 | 2,126 | -78,4 |
| CO kg/r | 2,83 | 4,95 | 7,77 | 0,808 | 1,069 | 1,876 | -75,9 |
| NO _x kg/r | 7,00 | 10,76 | 17,75 | 2,000 | 2,322 | 4,322 | -75,7 |

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

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

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

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

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

Referenčná spotreba energie

| | vykurovanie | Teplá voda | VZT | Osvetlenie |
|------------------|-------------|------------|-----|------------|
| teplo (kWh) | 36 819 | 5881 | 0 | 0 |
| elektrina (kWh) | 546 | 0 | 0 | 10451 |

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) | Uspora energie (kWh/rok) | Uspora nákladov na energiu (€/rok) | Investícia (€) | Je jednoduchá doba návratnosti (roky) | Diskontovaná doba návratnosti (roky) |
|---|--|---|--------------------------|------------------------------------|----------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Komplexná obnova (Obvodový plášť, strecha, okná, podlaha) +rekuperácia | 46 110 | 21 020 | 25 090 | 863 | 142 566 | 165,20 | - |
| Systém UK a TV | 46 110 | 44 420 | 1 690 | 226 | 8 000 | 35,40 | 62,05 |
| Osvetlenie | 46 110 | 40 515 | 5 595 | 1 049 | 74 704 | 71,21 | - |
| FV | 46 110 | 44 480 | 1 630 | 232 | 25 000 | 107,8 | - |
| Spolu | 46 110 | 15 991 | 30 119 | 1 545 | 250 271 | 161,94 | - |

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 |
| Osvetlenie | nie |
| FV | nie |

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

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

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

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

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

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

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

kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

DST - počet dennostupňov v hodnotenom kalendárnom roku.

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

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

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

kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

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

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

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

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

kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

HOD - priemerný počet prevádzkových hodín osvetlenia v hodnotenom roku.

Minimálne garantované úspory

| Konštrukcia / systém | Minimálna hodnota úspory | |
|--|--------------------------|--------------------|
| | Energie (kWh/rok) * | Nákladov (€/rok) * |
| Komplexná obnova (Obvodový plášť, strecha, okná, podlaha) + rekuperácia | 20 072 | 690 |
| Systém UK a TV | 1 352 | 181 |
| Osvetlenie | 4 476 | 839 |
| FV | 1 304 | 186 |

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

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

Výpočet GES

Energetické audity

IČO: 50 444 026, DIČ: 2120340167, Komárny 59, 093 01 Vranov n/T

| 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 | 275,33 | 142 566,00 | 190 088,00 | 190 088,00 | 47 522,00 | 57,53 |
| Systém UK a TV | 59,00 | 8 000,00 | 10 666,67 | 10 666,67 | 2 666,67 | 15,07 |
| Osvetlenie | 118,69 | 74 704,00 | 99 605,33 | 99 605,33 | 24 901,33 | 69,93 |
| FV | 179,60 | 25 000,00 | 33 333,33 | 33 333,33 | 8 333,33 | 15,47 |
| Spolu | 269,90 | 250 270,68 | 333 694,25 | 333 694,25 | 83 423,56 | 103,03 |

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

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

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

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

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

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

Východiskové predpoklady:

| | | | |
|---|---------|---|-----|
| Výška úveru [€]: | 250 271 | 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 [€]: | 22 246,28 | Ročné platby za GES [€]: | 27 808 |
| Suma splátok za rok [€]: | 22 246,28 | | |
| Celkovo splatené [€]: | 333 695 | | |

Posúdenie dôsledkov na výšku dlhu verejnej správy

Hodnoty na vyplnenie:

| | | | |
|------------------------------------|-------|--|---------|
| | | Spôsob financovania: | |
| Priemerné ročné náklady na energiu | 2 774 | Investičné náklady poskytovateľa GES [€] | 250 271 |

| | | | |
|--|--------|---|---------|
| pred realizáciou projektu GES [€] | | Grant (verejné národné zdroje) [€] | |
| Garantované ročné úspory [€] | 1 545 | Grant (EÚ) [€] | |
| Trvanie zmluvy [rokov] | 15 | FN (verejné národné zdroje) [€] | 0 |
| Ročné platby za GES [€] | 27 808 | FN (EÚ) [€] | 0 |
| <i>Výpočítané hodnoty:</i> | | | |
| Garantované úspory [%] | 56% | Kapitálové výdavky [€] | 250 271 |
| 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 (1545eur za 15 rokov) sú nižšie ako súčet
 platieb za GES (250271 eur za 15 rokov) a nenávratná pôžička z
 verejných zdrojov (0 eur). Nesplnenie podmienky testu č. 2
 znamená, že GES má dôsledok na výšku dlhu verejnej správy.

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

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

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

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

11 OPATRENIA MERANIA, RIADENIA A REGULÁCIE SPOTREBY TEPLA

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

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

Hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy

Pre zabezpečenie správnej funkcie vykurovacej sústavy v budove v rôznych prevádzkových stavoch počas vykurovacieho obdobia je nevyhnutné, aby vykurovacia sústava bola hydraulicky stabilná a energeticky efektívna. Realizáciou navrhovaných opatrení v energetickom audite dôjde k zásadnému zásahu do tepelnej ochrany budovy. Vlastník budovy je povinný podľa § 8 zákona č.300/2012 Z.z. po vykonanej obnove budovy zabezpečiť hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy.

Nevyhnutnou podmienkou pre zabezpečenie tejto povinnosti je vybavenie sústavy tepelných zariadení slúžiacich na vykurovanie automatickou reguláciou parametrov teplonosnej látky na každom tepelnom spotrebiči v závislosti od teploty vzduchu vo vykurovaných miestnostiach s trvalým pobytom osôb a ďalších regulačných prvkov inštalovaných na vykurovacej sústave budovy (napr. regulátory diferenčného tlaku, regulačné armatúry).

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

Zavedenie zónovej regulácie

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

Inštalácia inteligentných meracích systémov

Inteligentný merací systém je súbor zariadení zložený z určeného meradla a ďalších technických prostriedkov, ktorý umožňuje zber, spracovanie a prenos nameraných údajov o výrobe alebo spotrebe energie, alebo energetického média. Ide o elektronický systém, ktorý je schopný merať spotrebu energie a pridávať k tomu viac informácií ako konvenčné meradlo, a ktorý je schopný 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 **VÝSTAVBA BUDOV S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE – TRIEDA A0.**

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

13 SÚHRNÝ INFORMAČNÝ LIST

Názov subjektu alebo obchodné meno, identifikačné číslo a sídlo:

Názov spoločnosti: Mesto Spišské Podhradie
 Sídlo: Mariánske námestie 37, 053 04 Spišské Podhradie
 Štatutárny orgán: MVDr. Michal Kapusta, primátor mesta
 IČO: 00329622
 DIČ: 2020717886
 Kontaktná osoba: MVDr. Michal Kapusta, primátor mesta
 Telefón: 0918 822 172
 e-mail : primator@spisskepohradie.sk
 Budova: ZŠ PALEŠOVO NÁMESTIE - SPIŠSKE PODHRADIE - SO 02
 Adresa sídla: Palešovo námestie 9, 053 04 Spišské Podhradie

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

Názov spoločnosti: ENAU s.r.o.
 Sídlo: Komárany 59, 093 01 Vranov nad Topľou
 Kancelária / poštová adresa: Komárany 59, 093 01 Vranov nad Topľou
 IČO: 50444026
 DIČ: 212 034 0167
 IČ DPH: neplatca DPH
 V zastúpení: Ing. Pavol Fedorčák, PhD.
 Telefón: +421 949 803 607
 E-mail: pavol.fedorcak@yahoo.com

Zoznam opatrení na zlepšenie energetickej efektívnosti:

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

Predpokladané úspory energie dosiahnuté opatreniami:

| | |
|--|-----------|
| Predpokladaná úspora paliva kWh/rok | 27485,2 |
| Predpokladaná úspora kWh/rok | |
| Predpokladaná úspora elektrickej energie kWh/rok | 2634,1 |
| Celkova úspora kWh/rok | 30119,4 |
| Predpokladané finančné náklady na realizáciu opatrení: eur | 250270,68 |
| Iné údaje: | |

14 SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM

| | | | |
|--|---|-------------------------------|------------|
| Identifikačné údaje : ZŠ PALEŠOVO NÁMESTIE - SPIŠSKE PODHRADIE - SO 02 | | | |
| Zatriedenie podľa SK NACE (podľa hlavnej činnosti objednávateľa energetického auditu) | | 84110 | |
| Celkový potenciál úspor energie (MWh) | | 39,12 | |
| Súbor odporúčaných opatrení na zníženie spotreby energie | | | |
| Stručný popis súboru odporúčaných opatrení | 1. zníženie energetickej náročnosti budov opatreniami stavebného charakteru 2. zníženie spotreby energie - nútené vetranie so spätným získavaním tepla 3. meranie, riadenie a regulácia spotreby energie na vykurovanie 4. Výmena zásobníka TV za lokálne tepelné čerpadlá na ohrev TV 5. rekonštrukcia interiérového osvetlenia 6. Inštalácia fotovoltaických panelov | | |
| Náklady na technológie pre premenu a distribúciu energie (v tisícoch eur) | | 127703,86 | |
| Náklady na výrobné technológie (v tisícoch eur) | | 0,00 | |
| Náklady na znižovanie energetickej náročnosti budov (v tisícoch eur) | | 122566,82 | |
| Iné náklady (v tisícoch eur) | | | |
| Celkové náklady na realizáciu súboru odporúčaných opatrení (v tisícoch eur) | | 250270,68 | |
| Sumárne bilančné údaje | | | |
| | Pred realizáciou súboru opatrení | Po realizácii súboru opatrení | Rozdiel |
| Spotreba energie (MWh/r) | 46,11 | 15,99 | -30,12 |
| Náklady na energiu v aktuálnych cenách (v tisícoch eur) | 2774,38 | 1110,43 | -1663,95 |
| Prínosy z hľadiska ochrany životného prostredia | | | |
| | Pred realizáciou súboru opatrení | Po realizácii súboru opatrení | Rozdiel |
| Znečisťujúca látka/skleníkový plyn | | | |
| Tuhé znečisťujúce látky (t/r) | 1,337 | 0,637 | -0,700 |
| SO ₂ (t/r) | 5,024 | 2,652 | -2,372 |
| NO _x (t/r) | 12,113 | 2,900 | -9,213 |
| CO (t/r) | 5,200 | 2,196 | -3,004 |
| CO ₂ (t/r) | 9,847 | 3,361 | -6,487 |
| Ekonomické vyhodnotenie | | | |
| Cash - Flow projektu (v tisícoch eur/r) | 1545,43 | Doba hodnotenia (roky) | 30 |
| Jednoduchá doba návratnosti (roky) | 161,9 | Diskontná sadzba (%) | 0,02 |
| Reálna doba návratnosti (roky) | - | NPV (v tisícoch eur) | -215658,44 |
| | | IRR (%) | -9% |
| Energetický audítor | Ing. Pavol Fedorčák, PhD. | | |
| Podpis | | Dátum | |

15 OSVEDČENIE O ODBORNEJ SPOSOBILOSTI

SLOVENSKÁ REPUBLIKA
Slovenská inovačná a energetická agentúra

OSVEDČENIE

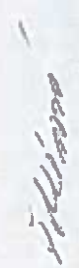
číslo: 321/2014 - 0050

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 INOVAČNÁ
A ENERGETICKÁ AGENTÚRA
Bystrici s.r.o.



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

V Banskej Bystrici, 11.12.2015

16 FOTODOKUMENTÁCIA

