

PRÍPADOVÁ PÍSMONÁ SPRÁVA Z ENERGETICKÉHO AUDITU

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



Stavba:

**ZNÍŽENIE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI PAVILÓNU 12
UVLaF V KOŠICIACH**

Miesto:

Komenského 73, areál UVLF, Košice

Vypracoval:

Ing. Pavol Fedorčák, PhD.

Dátum:

Jún 2018

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.....	7
3.2	Spotreba elektrickej energie:	7
3.3	Spotreba zemného plynu	8
4	TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE BUDOVY.....	9
4.1	Miestne a normalizované klimatické podmienky	10
4.2	Technické parametre budovy	11
4.3	Geometrická schéma budovy	11
4.4	Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií.....	13
4.5	Skladba a prehľad transparentných konštrukcií	17
5	ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – SÚČASNÝ STAV	18
5.1	Merná potreba tepla na vykurovanie – Súčasný stav	18
5.2	Výpočet dodanej energie podľa miesta spotreby – súčasný stav	20
5.2.1	Potreba energie na vykurovanie – súčasný stav	20
5.2.2	Potreba energie na prípravu teplej vody – súčasný stav.....	20
5.2.3	Potreba energie na osvetlenie – súčasný stav	21
5.2.4	Celková potreba energie – súčasný stav	21
5.2.5	Primárna energia – súčasný stav	21
5.3	Zhodnotenie súčasného stavu a identifikácia nedostatkov	22
5.3.1	Teplná ochrana	22
5.3.2	Vykurovanie a príprava teplej vody.....	22
5.3.3	Osvetlenie.....	22
5.4	Stanovenie východiskového stavu pre výpočet úspor	23
6	ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – NAVRHOVANÉ ÚPRAVY	23
6.1	Zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií	24
6.1.1	Technické parametre po zhotovení návrhových opatrení	24
6.1.2	Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií.....	24
6.1.3	Skladba a prehľad transparentných konštrukcií.....	28
6.1.4	Merná potreba tepla na vykurovanie – navrhovaný stav	29
6.1.5	Inštalácia núteného vetrania so spätným získaním tepla	30
6.2	Výpočet potreby energie podľa miesta spotreby – navrhovaný stav.....	31
6.2.1	Potreba energie na vykurovanie – navrhovaný stav	31
6.2.2	Potreba energie na ohrev TV – navrhovaný stav	33

6.2.3	Potreba energie na osvetlenie – navrhovaný stav	34
6.3	Meranie spotreby energie.....	35
7	REKAPITULÁCIA A POTENCIÁL ÚSPOR PO OPATRENIACH	35
7.1	Celková potreba energie – navrhovaný stav	36
7.2	Primárna energia – navrhovaný stav.....	36
8	EKONOMICKÉ HODNOTENIE	37
9	ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE.....	39
10	ZÁVER.....	40
11	SÚHRNÝ INFORMAČNÝ LIST	41
12	SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM	42
13	OSVEDČENIE O ODBORNEJ SPOSOBILOSTI.....	43
14	FOTODOKUMENTÁCIA	44

1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

Objednávateľ energetického auditu

Názov spoločnosti:	UVLF v Košiciach
Sídlo:	Komenského 73, 04181 Košice
Štatutárny orgán:	Prof. MvDr. Jana Mojžišová, PhD., rektorka
IČO:	00397474
DIČ:	2020486699
Kontaktná osoba	Ing. Darina Chriateľová, hlavný energetik
Telefón:	0905 907 437
e-mail	darina.chriatelova@uvlf.sk

Predmet energetického auditu

Budova:	UVLF – Pavilón č. 12
Adresa sídla:	Komenského 73, 04181 Košice
Kontaktná osoba:	Ing. Darina Chriateľová, hlavný energetik
Telefón:	0905 907 437
IČO:	00397474
DIČ:	2020486699

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. Andrea Štefanková, Ing. Norbert Horváth

2 PREDMET ENERGETICKÉHO AUDITU

2.1 Účel spracovania energetického auditu

Energetický audit je spracovaný za účelom plánovanej realizácie stavby: „**ZNÍŽENIE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI PAVILÓNU 12 UVLaF V KOŠICIACH**“, pričom sa plánuje financovanie obnovy z Operačného programu **Kvalita životného prostredia** (OP KŽP), Špecifický cieľ: 4.3.1: **Zníženie spotreby energie pri prevádzke verejných budov**, aktivita A: **Zníženie energetickej náročnosti verejných budov**

Predmetom EA je zhodnotenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií, posúdenie spotreby energie súčasných technických systémov budov, návrh opatrení na významnú alebo hlbkovú 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.

2.2 Podklady pre spracovanie prípadovej štúdie energetického auditu

- Údaje o spotrebe a nákladoch na teplo v rokoch 2014, 2015, 2016
- 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 pavilónu č. 12 sa nachádza v areály UVLF v meste Košice, v katastrálnom území Košice, okres Košice, Košický kraj.



3 OPIS SÚČASNÉHO STAVU

Využitie budovy.

Budova je využívaná ako budova školy a školských zariadení.

Tepelná obálka

Budova je trojpodlažná, bez podpiwničenia, so sedlovou strechou. Konštrukčný systém je stenový murovaný z CPP tehál.

Obvodové steny budovy univerzity OP1 sú murované z CPP tehál hr. 580 mm bez zateplenia.

Obvodové steny budovy univerzity OP2 sú murované z CPP tehál hr. 430 mm.

Stropná konštrukcia do nevykurovaného priestoru STROP1 je drevená trámová s uzavretou vzduchovou medzerou hr. 100 mm s uzavretým dreveným záklopom. Zateplenie je tepelnou izoláciou z minerálnej vlny hr. 150 mm.

Podlaha na teréne P1 pozostáva z cementového poteru hr. 80 mm a podkladného betónu hr. 150 mm.

Výplne okenných otvorov sú drevené s izolačným dvojsklom so súčiniteľom prechodu tepla rámu $U_w = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Výplne dverných otvorov sú oceľové so súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 3,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Podlaha nevykurovaného priestoru na teréne P2 je z cementového poteru hr. 50 mm a betónu hr. 100 mm.

Výplne okenných otvorov sú plastové s izolačným dvojsklom so súčiniteľom prechodu tepla rámu $U_f = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a skla $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a drevené súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Výplne dverných otvorov sú oceľové súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 3,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a plastové súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Technické zariadenia budov

Vykurovanie

Po obhliadke budovy boli zistené nasledovné skutočnosti. Pavilón č. 12 je napojený na centrálny zdroj tepla tvorený plynovou kotolňou cez sústavu teplovodov vedených v zemi v rámci areálu univerzity. Potrubie teplovodu od kotolne je vedené do budovy č. 8, kde je riešená ekvitermická

regulácia pre budovy 8, 9 a 12. Jej súčasťou sú trojcestné zmiešavacie armatúry so servopohonmi Siemens + regulovateľné obehové čerpadlá Grundfos MAGNA. Jednotlivé zmiešavacie uzly sú napojené na centrálnu reguláciu (dispečing), ktorá umožňuje prevádzkovateľovi regulovať teplotu v budove. Regulácia teploty v miestnostiach je korigovaná cez referenčnú miestnosť s výstupom na zmiešavací uzol. Odtiaľ z rozdeľovača je vedené potrubia do riešeného pavilónu č. 12, kde vstupuje na 1.NP v miestnosti č. 106 (podľa PD). Prevažná časť vykurovacích telies v budove nie je opatrená termostatickými ventilmi a termostatickými hlaviciami (nie je možné regulovať teplotu v jednotlivých miestnostiach podľa potreby) + rozvody sú pôvodné oceľové.

Systém prípravy teplej vody

Príprava TV je riešená lokálne prostredníctvom dvoch elektrických zásobníkov Ferroli. Stav systému prípravy teplej úžitkovej vody zodpovedá dobe prevádzkovania. Distribučná sieť od zásobníka je tvorená pravdepodobne z oceľových rúr. Cirkulácia teplej vody nie je

Systém osvetlenia

Osvetlenie priestorov je riešené prevažne žiarivkovými svietidlami s rôznymi predradníkmi prevažne tlmivka s kondenzátorom so žiarivkami T8. Ďalej sú použité žiarovkové svietidlá.

Osvetlenie je spínané spínačmi.

Na základe dodaných projektov skutkového stavu a vzhľadom na vek a stav svetelnej sústavy, namerané hodnoty priemernej intenzity osvetlenia by s najväčšou pravdepodobnosťou nevyhovovali normou predpísaným hodnotám, zvyšuje sa vypočítaná hodnota ročnej spotreby energie na osvetlenie o 200%.

3.1 Energetické vstupy

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:

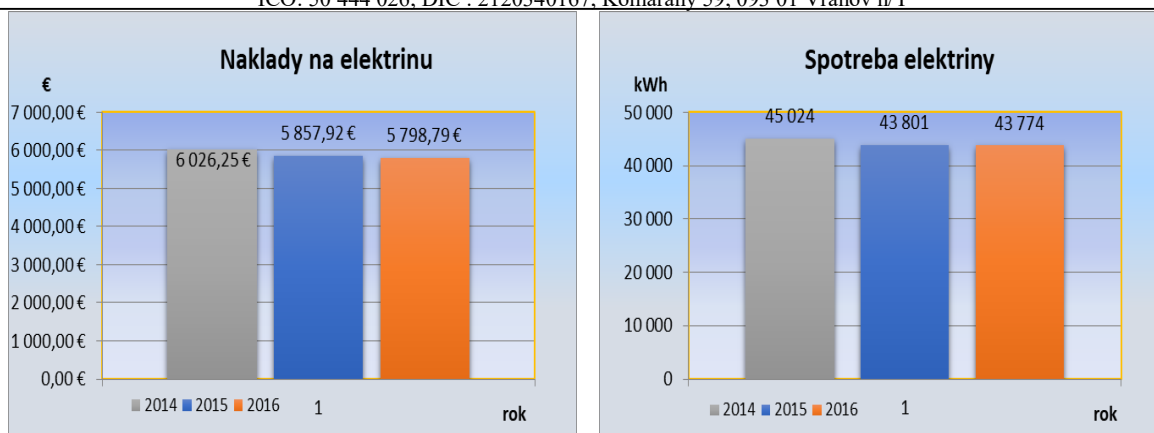
Cely areál ma jedno meranie. Spotreba bola prerozdelená výpočtovým odhadom podľa plôch jednotlivých budov a spotrebičov v daných budovách (po konzultáciách s hl. energetikom).

Prehľad spotreby a nákladov za elektrickú energiu v rozčlenení na jednotlivé položky za posledné tri roky sú v nasledujúcich tabuľkách..:

<i>Rok</i>	<i>Spotreba (kWh)</i>	<i>Náklady spolu (€)</i>	<i>Priemerná cena (€/kWh)</i>
2014	45 024	6 026,25 €	0,1338
2015	43 801	5 857,92 €	0,1337
2016	43 774	5 798,79 €	0,1325
Priemer	44 200	5 894	0,1334

Priemerná spotreba elektrickej energie dosiahla v ostatných troch rokoch hodnotu 44 200 MWh/rok, čo pri priemernej cene 0,1334 €/kWh predstavuje ročné náklady na elektrinu na úrovni 5894,- €.

Vývoj spotreby a nákladov za elektrinu za ostatné tri roky je znázornený v nasledujúcich grafoch.



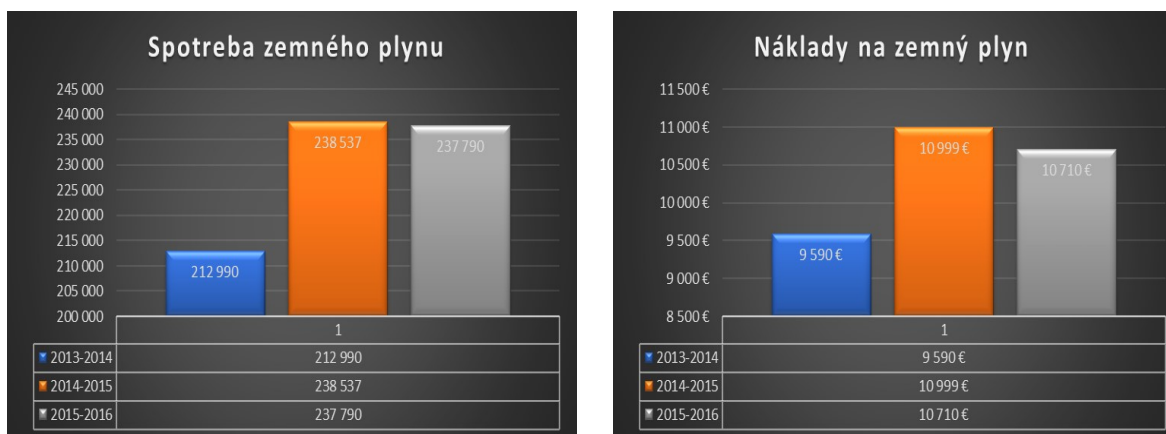
Grafy spotreby elektriny a nákladov za elektrinu v rokoch 2014 – 2016

3.3 Spotreba zemného plynu

Cely areál ma jedno meranie. Spotreba bola prerozdelená výpočtovým odhadom podľa plôch jednotlivých budov. (po konzultáciách s hl. energetikom).

Teplo pre budovu 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)
2013-2014	212 990	9 590 €	0,0450
2014-2015	238 537	10 999 €	0,0461
2015-2016	237 790	10 710 €	0,0450
Priemer	229 772	10 433 €	0,0454



Prehľad spotreby tepla a nákladov za teplo za roky 2014 – 2016

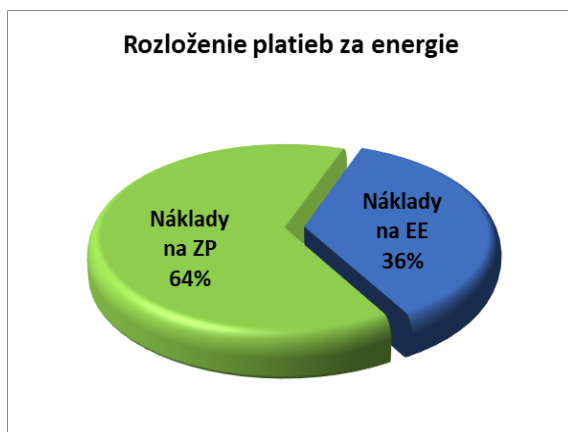
Priemerná spotreba tepla vo výkonových jednotkách za posledné tri roky je na úrovni **229,772 MWh/rok** za cenu **0,0454 €/kWh**.

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 tepla – na úrovni 84%, avšak z hľadiska platieb za energie už náklady na elektrinu predstavujú 36% 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	44,20		44,20	5 894,32
Nákup tepla	MWh				
Zemný plyn	MWh	229,77		229,77	10 433,33
Hnedé uhlie	t				
Čierne uhlie	t				
Koks	t				
Iné pevné fosilné 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				273,97	16 327,65
Zmena stavu zásob palív					
Celkom vstupy palív a energie				273,97	16 327,65



Grafické znázornenie rozloženia spotreby a platieb za energie

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	($^\circ\text{C}$)	-13
Veterná oblasť, rýchlosť vetra	v	(m/s)	od 2 do 5
Vnútorná výpočtová teplota	q_i	($^\circ\text{C}$)	18,4
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia	q_{ae}	($^\circ\text{C}$)	2,98
Priemerný počet vykurovacích dní	d		223
Priemerný počet dennostupňov	D		3703

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

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

NH - Normalizované hodnoty

			Hodnoty
Vonkajšia výpočtová teplota	q_e	($^\circ\text{C}$)	-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_{ae}	($^\circ\text{C}$)	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní	d		212
Priemerný počet dennostupňov	D		3083

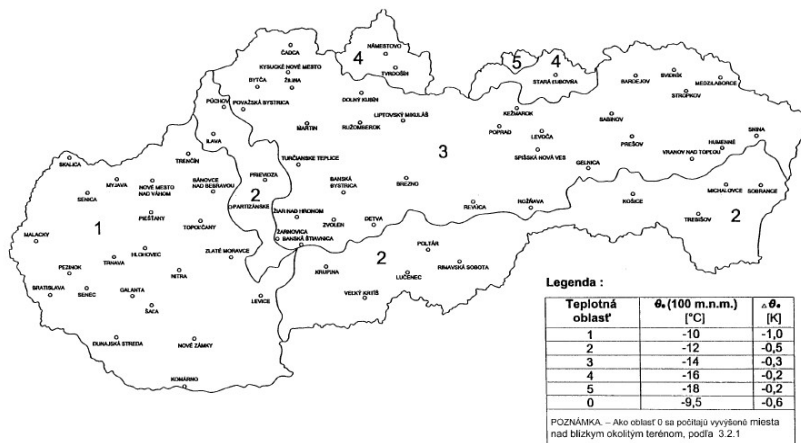
Výpočtové podmienky pre zimné obdobie:

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

$$\text{Košice } 208 \text{ m.n.m, v 2.T.O,}$$

$$(1 \times (-12)) + (1,08 \times (-0,5)) = -12 + (-0,54) = -12,54^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -13^\circ\text{C}$$



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

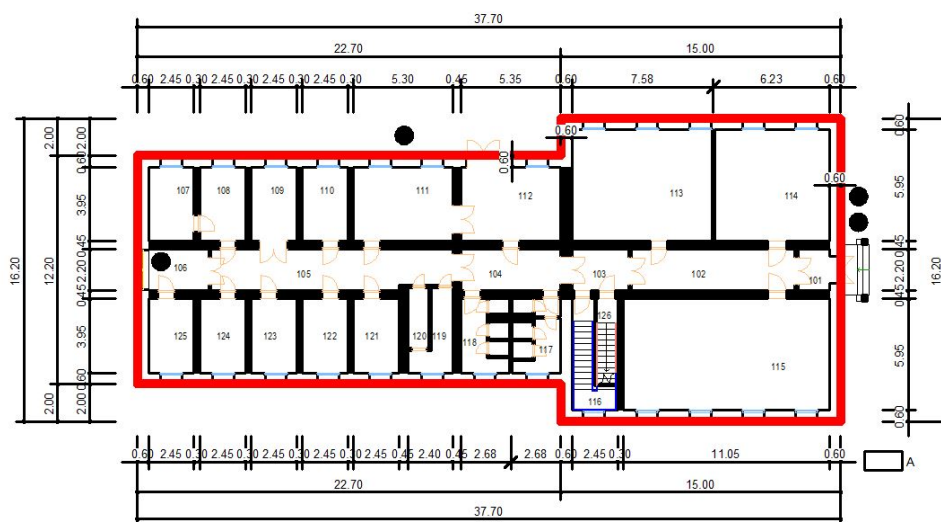
Celková zastavaná plocha [m ²]	A	519,94
Obostavaný vykurovaný objem [m ³]	V _b	6629,24
Merná plocha [m ²]	A _b	1559,82
Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²]	$\sum A_i$	2414,33
Faktor tvaru budovy [1/m]	$\sum A_i/V_b$	0,364
Počet podlaží		3
Priemerná konštrukčná výška podlažia [m]	h _{k,pr}	4,25

4.3 Geometrická schéma budovy

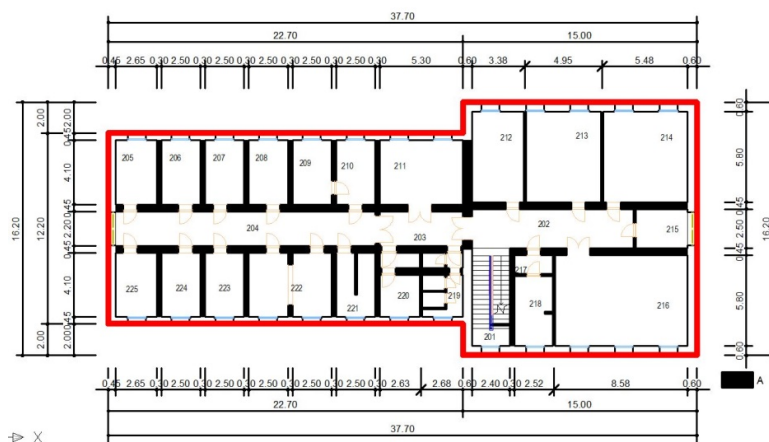
SITUÁCIA



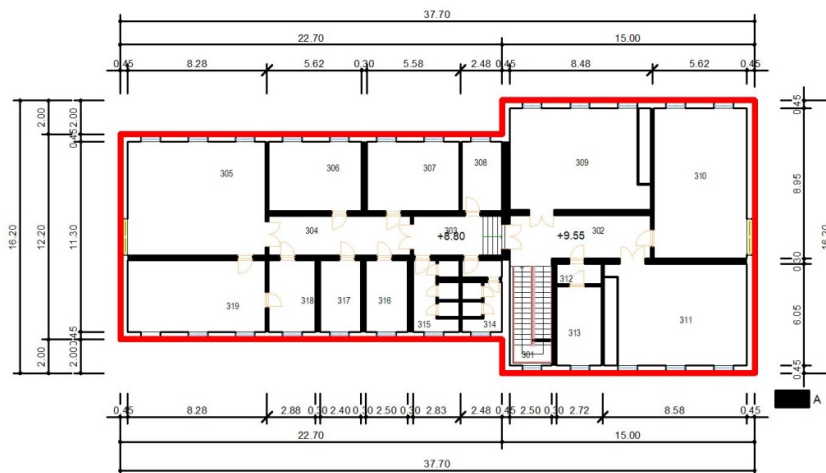
PÔDORYS I. NADZEMNÉ PODLAŽIE



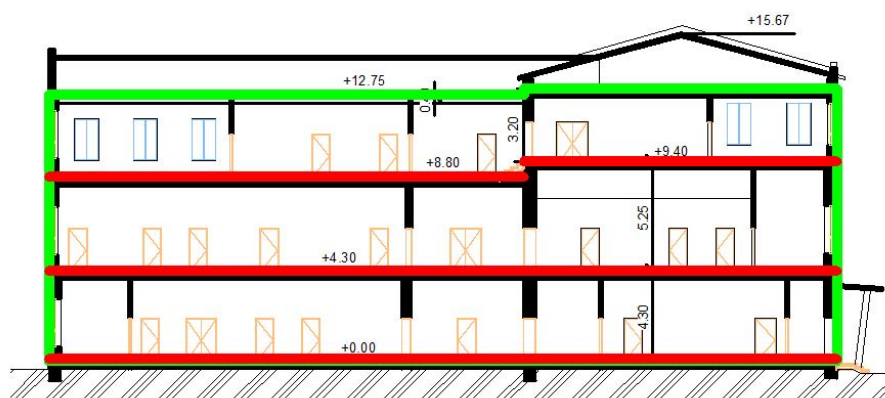
PÔDORYS II. NADZEMNÉ PODLAŽIE



PÔDORYS III. NADZEMNÉ PODLAŽIE



REZ A-A



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

$$U \leq U_N$$

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

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

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

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

Bezpečnostná prirážka zohľadňujúca spôsob vykurovania miestnosti a spôsob užívania.

Miestnosti s prerušovaným vykurovaním s poklesom teploty vnútorného vzduchu do 5K a so súčiniteľom prestupu tepla na vnútornom povrchu konštrukcie stien a stropov $\Delta\theta_{si} = 0,2^{\circ}\text{C}$ a podláh $\Delta\theta_{si} = 0,5^{\circ}\text{C}$.

OP1 - Obvodová stena 600 mm

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m ²)	C _m
1	Omietka vápennocementová	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600	BŠ	639,61
2	Tehla CPP	0,580	0,800	9,0	900	1700	887400		
3	Omietka vápennocementová	0,015	0,990	19,0	790	2000	23700		
4	Brizolit	0,010	0,900	25,0	800	2000	16000		

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]	0,77
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}	0,862
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62
Bezpečnostná prirážka	$\Delta\theta_{si}$ [°C]	0,5

HODNOTENIE

VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U [W/m ² .K]	1,06	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]	0,94	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]	15,44	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	13,12	vyhovuje

OP2 - Obvodová stena 450 mm

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m ²)	C _m
1	Omietka vápennocementová	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600	BŠ	529,76
2	Tehla CPP	0,430	0,800	9,0	900	1700	657900		
3	Omietka vápennocementová	0,015	0,990	19,0	790	2000	23700		
4	Brizolit	0,010	0,900	25,0	800	2000	16000		

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]	0,58
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	HODNOTENIE
Teplotný faktor na vnútornom povrchu	f_{Rsi}	0,828	
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62	
Bezpečnostná prirážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,5	
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U [W/m ² .K]	1,33	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m ² .K]	0,22	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	0,75	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	4,40	nevyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	14,31	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	13,12	vyhovuje

STROP1 - stropná konštrukcia do nevykurovaného priestoru

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

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μi	c (J/kg.K)	ρ (kg/m³)	χi	Plocha konštrukcie (m2)	Cm	
1	Sadrokartónová doska	0,013	0,220	9,0	1060	750	9938	BŠ	519,94	40962038
2	Uzavretá vzduchová medzera	0,100	0,625	1,0	1010	1,2	121			
3	Drevený záklop	0,025	0,180	157,0	2510	400	25100			
4	IPA	0,0053	0,210	11590,0	1470	940	7324			
5	Tepelná izolácia MW	0,150	0,090	1,0	880	275	36300			
Výpočtové okrajové podmienky					HODNOTENIE					
Vonkajšia výpočtová teplota		Θe [°C]	-13							
Priemerná teplota v interiéri		Θi [°C]	20							
Vlhkosť exteriéru		Ψe [%]	84							
Vlhkosť interiéru		Ψi [%]	50							
Odpor konštrukcie		R[m².K/W]	2,05							
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie		Rse[m².K/W]	0,04							
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie		Rsi[m².K/W]	0,10							
Teplotný faktor na vnútornom povrchu		fRsi	0,954							
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní		Θsi,80 [°C]	12,62							
Bezpečnostná prirážka		ΔΘsi [°C]	0,5							
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla			U [W/m².K]	0,46	U ≤ UN					
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla			UN [W/m².K]	0,20	nevyhovuje					
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie			R [m².K/W]	2,19	R ≥ RN					
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie			RN [m².K/W]	4,90	nevyhovuje					
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota			Θsi [°C]	18,49	Θsi ≥ Θsi,N					
Najnižšia vnútorná povrchová teplota			Θsi,N [°C]	13,12	vyhovuje					

P1 - podlaha na teréne

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

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m2)	C _m	
1	PVC	0,002	0,140	17000,0	1100	1200	2640	BŠ	519,94	261007317
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	0,1500	1,360	23,0	1020	2300	351900			
	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_f [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}	0,934
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62
Bezpečnostná prírážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	1,0
Podlahová plocha vykurovaného suterénu	A (m ²)	519,94
Exponovaný obvod podlahy vykurovaného suterénu	P (m)	107,80
Hrúbka steny	w (m)	0,63
Charakteristický rozmer podlahy	B'(m)	9,65
Ekvivalentná hrúbka podlahy	dt(m)	1,44
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch	U _o [W/m ² .K]	0,39
Odpor zvislej okrajovej izolácie	R_D [m ² .K/W]	0,00
Prídavná efektívna hrúbka izolácie	d'(m)	0,00
Hĺbka izolácie pod terénom	D(m)	0,00
Korekčný stratový súčiniteľ	$\Delta\Psi$	0,00
Ustálená tepelná vodivosť	Ls	0,00

HODNOTENIE

VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch	U [W/m ² .K]	0,39	U ≤ U _N
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U _N [W/m ² .K]	0,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	2,56	R ≥ R _N
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R _N [m ² .K/W]	2,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,00	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$

Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	13,62	vyhovuje
--------------------------------------	----------------------	-------	----------

Porovnanie netransparentných stavebných konštrukcií súčasný stav:

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 2209,3 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,46 W.m⁻².K⁻¹ do 1,33 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 1775,1 W/K, čo predstavuje 69 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

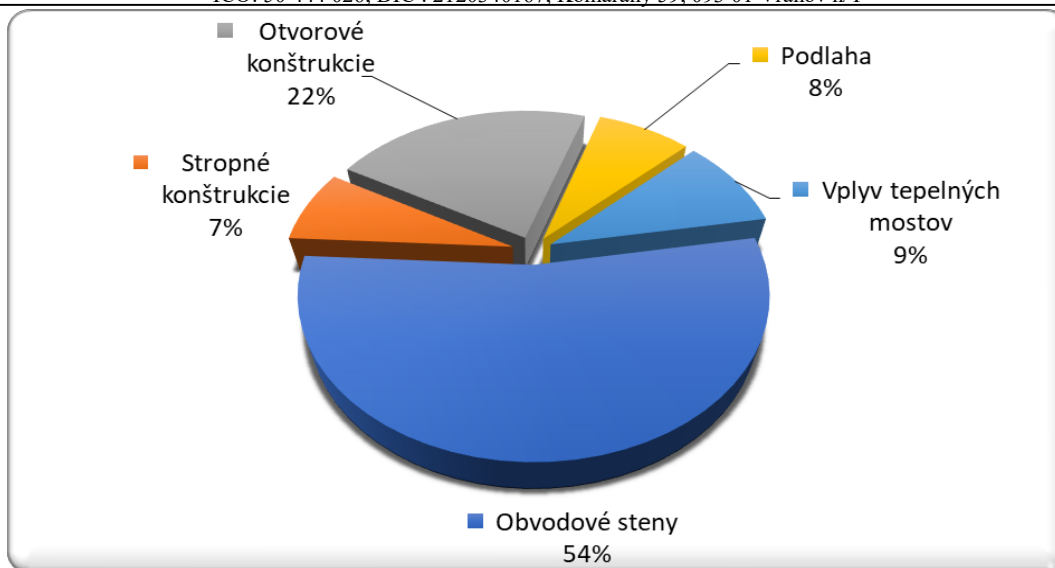
Stavebná konštrukcia	Plocha	U	U _N	Hodnotenie
	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Zvislé steny nad terénom				
OP1 - Obvodová stena 600 mm	639,61	1,06	0,22	Nevyhovuje
OP2 - Obvodová stena 450 mm	529,76	1,33	0,22	Nevyhovuje
Strešné konštrukcie				
STROP 1 - stropná konštrukcia do nevyk.priestoru	519,94	0,46	0,20	Nevyhovuje
Podlaha				
P1 - podlaha na teréne	519,94	0,39	0,40	Vyhovuje

4.5 Skladba a prehľad transparentných konštrukcií**Porovnanie transparentných stavebných konštrukcií súčasný stav:**

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 205,1 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 2,7 W.m⁻².K⁻¹ do 3,3 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 557,9 W.K⁻¹, čo predstavuje 21,7 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Otvorová konštrukcia	Počet			Plocha	U	Merná tep. strata	U _{W,N}	Hodnotenie
	n	a	b	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Okno drevené	51	1,15	2,00	117,30	2,70	316,71	1	Nevyhovuje
Okno drevené	26	1,15	2,00	59,80	2,70	161,46	1	Nevyhovuje
Okno drevené	5	2,10	2,00	21,00	2,70	56,70	1	Nevyhovuje
Vchodové dvere oceľové	1	1,80	2,05	3,69	3,30	12,18	1	Nevyhovuje
Vchodové dvere oceľové	1	1,53	2,15	3,29	3,30	10,86	1	Nevyhovuje

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



Položka	Plocha	H	Podiel
	(m ²)	(W/K)	(%)
Obvodové steny	1169,4	1382,0	53,7
Stropné konštrukcie	519,9	190,1	7,4
Otvorové konštrukcie	205,1	557,9	21,7
Podlaha	519,9	202,9	7,9
Vplyv tepelných mostov	-	241,4	9,4
Suma	2414,3	2574,4	100
Pevné konštr.	2209,3	1775,1	69,0

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

Faktor tvaru budovy	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla	Normalizovaná hodnota	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	U _{Priem}	U _{W,N}	
	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
0,364	1,066	0,36	Nevyhovuje

5 ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – SÚČASNÝ STAV

5.1 Merná potreba tepla na vykurovanie – Súčasný stav

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

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

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

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

EXISTUJÚCI STAV		
Merná potreba tepla na vykurovanie	splnenie požiadavky	Normalizovaná merná potreba tepla na vykurovanie
$Q_{h,nd}$	$\leq$	$Q_{h,nd,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
142,2	>	27,27
	nevyhovuje	
Energetická hospodárnosť budovy	splnenie požiadavky	Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy
Q_{EP}	$\leq$	$Q_{EP,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
124,5	>	27,6
	nevyhovuje	

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

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

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené jednotlivé výsledky výpočtov :

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov	(W/K)	ΔH_{TM}	241,43
Merná tepelná strata prechodom	(W/K)	$H_T = H_u + \Delta H_{TM}$	2 574,40
Minimálna intenzita výmeny vzduchu	(l/h)	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie	(l/h)	n_{inf}	0,49
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému	(m ³ /h)	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu	(m ³ /h)	V_v	6 629,24
Merná tepelná strata vetraním	(W/K)	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	875,06
Merná tepelná strata	(W/K)	$H = H_T + H_v$	3 449,46
Vnútorný tepelný zisk	(kWh)	Q_i	47 618,18
Pasívny solárny zisk	(kWh)	Q_s	13 442,91
Celkový tepelný zisk budovy	(kWh)	$Q_g = Q_i + Q_s$	61 061,09
Faktor využitia tepelných ziskov		η	1,00
Merná tepelná strata prechodom a vetraním	(kWh)	Q_v	255 174,37
Potreba tepla na vykurovanie	(kWh)	Q_h	194 135,36
Merná potreba tepla na vykurovanie	(kWh)/m ²	$Q_{h,m}$	124,46

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	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka potreby energie na vykurovanie
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
135,88	>	56
	nevyhovuje	
	E	

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	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka potreby energie na prípravu teplej vody
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
10,87	<	12

	vyhovuje	
	B	

5.2.3 Potreba energie na osvetlenie – súčasný stav

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

Potreba energie na osvetlenie	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka potreby energie na osvetlenie
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
49,89	>	18
	nevyhovuje	
	G	

5.2.4 Celková potreba energie – súčasný stav

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	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka celkovej potreby energie
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
196,65	>	86
	nevyhovuje	
	E	

5.2.5 Primárna energia – súčasný stav

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

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

312,9	>	68
	nevyhovuje	
	E	

5.3 Zhodnotenie súčasného stavu a identifikácia nedostatkov

5.3.1 Tepelná ochrana

- obvodový plášť murovaný z CPP tehál bez riešenia eliminácie tepelných mostov. Stavebné konštrukcie nevyhovujú súčasným požiadavkám normy STN 73 0540
- strešné konštrukcie budov nedostatočne zateplené. Stavebné konštrukcie nevyhovujú súčasným požiadavkám normy STN 73 0540
- Okná nespĺňajú požiadavky normy STN 73 0540
- podlahy na teréne nie sú tepelne izolované. Tepelný odpor podláh na teréne nespĺňa požiadavky normy STN 73 0540.

5.3.2 Vykurovanie a príprava teplej vody

Vykurovanie

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

Príprava teplej vody

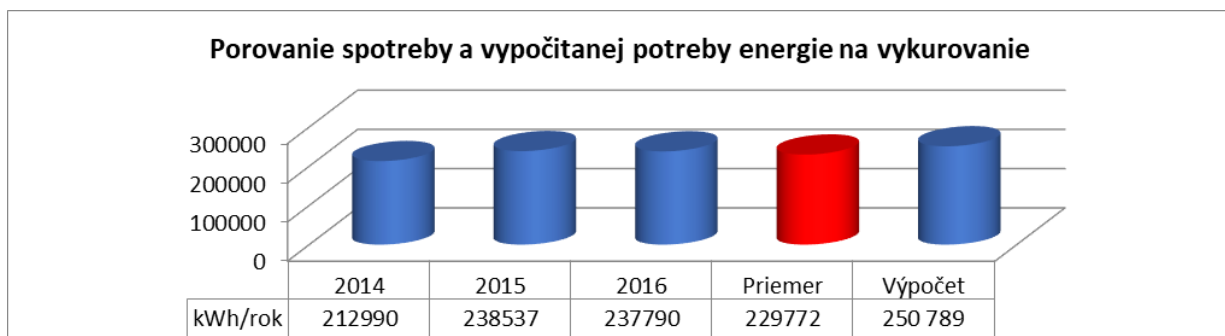
- rozvody teplej vody v budove z oceľových rúr
- zásobník – bez výrazného nedostatku

5.3.3 Osvetlenie

- na osvetlenie priestorov sú 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 tepla na vykurovanie [kWh/rok] v jednotlivých rokoch prepočítané na dlhodobý priemer s výpočtovou hodnotou potreby energie na vykurovanie.



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

6 ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY – NAVRHOVANÉ ÚPRAVY

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

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

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 2015 (tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií)
- dosiahnutie minimálnej hodnoty horná hranica energetickej triedy B pre všetky ukazovatele určujúcich **ultranízkoenergetickú úroveň výstavby, primárna energia A1**

- iné opatrenia súvisiace s úsporami energií
- zohľadnenie „Operačného programu **Kvalita životného prostredia** (OP KŽP), Špecifický cieľ: **4.3.1: Zníženie spotreby energie pri prevádzke verejných budov**, aktivita A: **Zníženie energetickej náročnosti verejných budov**
- dosahované úspory energie pre jednotlivé navrhované opatrenia sú vyčísľované zo skutočnej spotreby energií, t.j. priemernej spotreby energií za posledné 3 roky prepočítanej na dlhodobý priemer

6.1 Zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií

- zateplením obvodového plášťa, vrátane zateplenia ostiení a nadpraží výplní otvorov,
- zateplením strechy do nevykurovaného priestoru,
- výmenou výplní otvorov,
- zateplenie základov obvodových stien pod terénom do hĺbky základových konštrukcií.

Zateplenie navrhované na obvodových stenách OP1 a OP2 murovaných z CPP tehál je tepelnou izoláciou MW hr. 160 mm.

Stropná konštrukcia do nevykurovaného priestoru STROP1 sa zateplí tepelnou izoláciou z minerálnej vlny v celkovej hrúbke 400 mm.

Podlaha na teréne P1 ostáva pôvodná. Zateplí sa základ obvodových stien polystyrénom XPS Styrodur 3035CS hr.100 mm do hĺbky 1,0 m pod terén.

Pôvodné výplne okenných a dverných otvorov sa vymenia za plastové s izolačným trojsklom so súčiniteľom prechodu tepla rámu $U_f = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ a skla $U_g = 0,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Všetky výplne otvorov je potrebné osadiť na vonkajšiu hranu muriva.

6.1.1 Technické parametre po zhotovení návrhových opatrení

Celková zastavaná plocha [m ²]	A	537,29
Obostavaný vykurovaný objem [m ³]	V _b	7002,90
Merná plocha [m ²]	A _b	1594,52
Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²]	$\sum A_i$	2504,37
Faktor tvaru budovy [1/m]	$\sum A_i/V_b$	0,358
Počet podlaží		3
Priemerná konštrukčná výška podlažia [m]	h _{k,pr}	4,39

6.1.2 Skladba a prehľad netransparentných konštrukcií

OP1 - Obvodová stena 600 mm

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m2)		C _m
1	Omietka vápennocementová	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600	BŠ	651,83	630462802
2	Tehla CPP	0,580	0,800	9,0	900	1700	887400			
3	Omietka vápennocementová	0,015	0,990	19,0	790	2000	23700			
4	Brizolit	0,010	0,900	25,0	800	2000	16000			
5	Lepiaca malta	0,005	0,840	1,2	920	350	1610			
6	Tepelná izolácia MW	0,160	0,039	1,0	1020	15	2448			

7	Lepiacia armovacia vrstva	0,005	0,840	50,0	180	350	315			
8	Omiетка silikátová	0,003	0,740	37,0	920	1500	4140			
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 [m².K/W]	4,89							
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie		R_{se} [m².K/W]	0,04							
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie		R_{si} [m².K/W]	0,13							
Teplotný faktor na vnútornom povrchu		f_{Rsi}	0,974							
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní		$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62							
Bezpečnostná prírážka		$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,5							
VÝSLEDOK VÝPOČTU					HODNOTENIE					
súčiniteľ prechodu tepla		U [W/m².K]	0,20		$U \leq U_N$					
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla		U_N [W/m².K]	0,22		vyhovuje					
VÝSLEDOK VÝPOČTU		R [m².K/W]	5,06		$R \geq R_N$					
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie		R_N [m².K/W]	4,40		vyhovuje					
VÝSLEDOK VÝPOČTU		Θ_{si} [°C]	19,15		$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$					
vnútorná povrchová teplota		$\Theta_{si,N}$ [°C]	13,12		vyhovuje					
Najnižšia vnútorná povrchová teplota		$\Theta_{si,N}$ [°C]	13,12		vyhovuje					

OP2 - Obvodová stena 375 mm

Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μi	c (J/kg.K)	ρ (kg/m³)	χi	Plocha konštrukcie (m2)		Cm
1	Omiетка vápennocementová	0,020	0,990	19,0	790	2000	31600	BŠ	572,88	422621023
2	Tehla CPP	0,430	0,800	9,0	900	1700	657900			
3	Omiетка vápennocementová	0,015	0,990	19,0	790	2000	23700			
4	Brizolit	0,010	0,900	25,0	800	2000	16000			
3	Lepiacia malta	0,005	0,840	1,2	920	350	1610			
4	Tepelná izolácia MW	0,160	0,039	1,0	1020	15	2448			
4	Lepiacia armovacia vrstva	0,005	0,840	50,0	180	350	315			
5	Omiетка silikátová	0,003	0,740	37,0	920	1500	4140			
Výpočtové okrajové podmienky										
Vonkajšia výpočtová teplota			Θe [°C]	-13						
Priemerná teplota v interiéri			Θi [°C]	20						
Vlhkosť exteriéru			Ψe [%]	84						
Vlhkosť interiéru			Ψi [%]	50						
Odpor konštrukcie			R[m².K/W]	4,70						
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie			Rse[m².K/W]	0,04						
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie			Rsi[m².K/W]	0,13						
Teplotný faktor na vnútornom povrchu			fRsi	0,973						
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní			Θsi,80 [°C]	12,62						
Bezpečnostná prírážka			ΔΘsi [°C]	0,5						
HODNOTENIE										
VÝSLEDOK VÝPOČTU										
súčiniteľ prechodu tepla			U [W/m².K]	0,21		U ≤ UN				

Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m ² .K]	0,22	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	4,87	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	4,40	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,10	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	13,12	vyhovuje

STROP1 - stropná konštrukcia do nevykurovaného priestoru

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

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m2)	Cm	
1	Sadrokartónová doska	0,013	0,220	9,0	1060	750	9938	BŠ	537,29	22393457
2	Uzavretá vzduchová medzera	0,180	0,625	1,0	1010	1,2	218			
3	Parozábrana	0,0002	0,210	160109,0	1470	140	31			
4	Drevený záklop	0,025	0,180	157,0	2510	400	25100			
5	Tepelná izolácia MW	0,40000	0,039	1,0	940	17	6392			

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]	10,74
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}	0,991
Kritická povrchová teplota pre vznik plesní	$\Theta_{si,80}$ [°C]	12,62
Bezpečnostná prirážka	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]	0,5

HODNOTENIE

VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla	U [W/m ² .K]	0,09	$U \leq U_N$
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla	U_N [W/m ² .K]	0,15	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie	R [m ² .K/W]	10,88	$R \geq R_N$
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie	R_N [m ² .K/W]	6,50	vyhovuje
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota	Θ_{si} [°C]	19,70	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$
Najnižšia vnútorná povrchová teplota	$\Theta_{si,N}$ [°C]	13,12	vyhovuje

P1 - podlaha na teréne

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

č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d (m)	λ (W/m.K)	μ_i	c (J/kg.K)	ρ (kg/m³)	χ_i	Plocha konštrukcie (m2)		C _m
1	PVC	0,002	0,140	17000,0	1100	1200	2640	BŠ	537,29	269716931
2	Cementový poter	0,080	1,160	19,0	840	2000	134400			
4	IPA 500 SH	0.0053	0.210	11590.0	1470	940	7324			

6	Hydroizolácia	0,0035	0,210	14480,0	1470	1114	5732			
7	Podkladný betón	0,1500	1,360	23,0	1020	2300	351900			
Sokel	XPS Styrodur 3035									
	CS	0,100	0,038	100,0	2060	33				
	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_f [m².K/W]	0,24							
Odpor na vonkajšej strane stavebnej konštrukcie		R_{se} [m².K/W]	0							
Odpor na vnútornej strane stavebnej konštrukcie		R_{si} [m².K/W]	0,17							
Teplotný faktor na vnútornom povrchu		f_{Rsi}	0,598							
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 (m²)	537,29							
Exponovaný obvod podlahy vykurovaného suterénu		P (m)	109,08							
Hrúbka steny		w (m)	0,80							
Charakteristický rozmer podlahy		B' (m)	9,85							
Ekvivalentná hrúbka podlahy		dt(m)	1,61							
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy bez tepelnej izolácie po okrajoch		U_o [W/m².K]	0,37							
Odpor zvislej okrajovej izolácie		R_{D} [m².K/W]	2,67							
Prídavná efektívna hrúbka izolácie		d' (m)	5,23							
Hĺbka izolácie pod terénom		D(m)	1,00							
Korekčný stratový súčiniteľ		$\Delta\Psi$	-0,22							
Ustálená tepelná vodivosť		Ls	174,48							
VÝSLEDOK VÝPOČTU súčiniteľ prechodu tepla podlahy s tepelnou izoláciou po okrajoch		U [W/m².K]	0,32	U ≤ UN						
Normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla		U_N [W/m².K]	0,40	vyhovuje						
VÝSLEDOK VÝPOČTU tepelný odpor konštrukcie		R [m².K/W]	3,08	R ≥ RN						
Normalizovaná hodnota tepelného odporu konštrukcie		R_N [m².K/W]	2,50	vyhovuje						
VÝSLEDOK VÝPOČTU vnútorná povrchová teplota		Θ_{si} [°C]	13,97	$\Theta_{si} \geq \Theta_{si,N}$						
Najnižšia vnútorná povrchová teplota		$\Theta_{si,N}$ [°C]	13,62	vyhovuje						

HODNOTENIE

Porovnanie netransparentných stavebných konštrukcií navrhovaný stav:

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 2299,3 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,09 W.m².K⁻¹ do 0,32 W.m².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých

pevných stavebných konštrukcií je 463,1 W/K, čo predstavuje 67,5 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

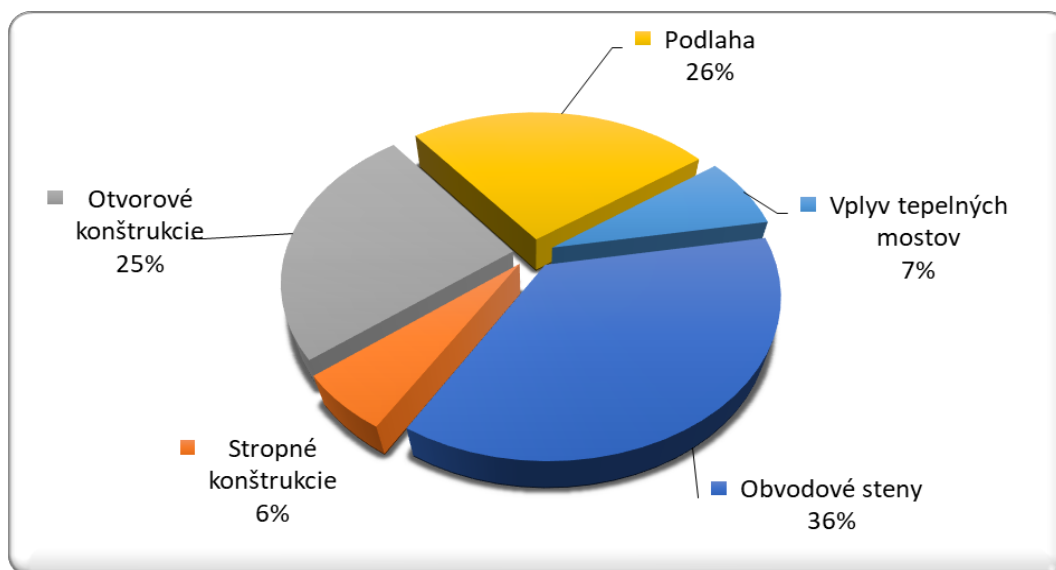
Stavebná konštrukcia	Plocha	U	U _N	Hodnotenie
	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Zvislé steny nad terénom				
OP1 - Obvodová stena 600 mm	651,83	0,20	0,22	Vyhovuje
OP2 - Obvodová stena 450 mm	572,88	0,21	0,22	Vyhovuje
Strešné konštrukcie				
STROP 1 - stropná konštrukcia do nevyk.priestoru	537,29	0,09	0,20	Vyhovuje
Podlaha				
P1 - podlaha na teréne	537,29	0,32	0,40	Vyhovuje

6.1.3 Skladba a prehľad transparentných konštrukcií

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 205,1 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,78 W.m⁻².K⁻¹ do 0,86 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 172,7 W.K⁻¹, čo predstavuje 25,2 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Otvorová konštrukcia	Počet			Plocha	U	Merná tep. strata	U _{w,N}	Hodnotenie
	n	a	b	(m ²)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
Okno plastové	51	1,15	2	117,30	0,86	100,36	1	Vyhovuje
Okno plastové	26	1,15	2	59,80	0,84	50,20	2	Vyhovuje
Okno plastové	5	2,1	2	21,00	0,79	16,62	3	Vyhovuje
Vchodové dvere plastové	1	1,8	2,05	3,69	0,78	2,87	4	Vyhovuje
Vchodové dvere plastové	1	1,53	2,15	3,29	0,80	2,62	5	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	1224,7	249,1	36,3
Stropné konštrukcie	537,3	39,5	5,8
Otvorové konštrukcie	205,1	172,7	25,2
Podlaha	537,3	174,5	25,4
Vplyv tepelných mostov	-	50,1	7,3
Suma	2504,4	685,9	100
Pevné konštr.	2299,3	463,1	67,5

Faktor tvaru budovy	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla	Normalizovaná hodnota	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	U _{Priem}	U _{w,N}	
	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	(W.m ⁻² .K ⁻¹)	
0,358	0,274	0,363	Vyhovuje

Po návrhových opatreniach priemerný súčiniteľ prechodu tepla vyhovuje odporúčanej hodnote.

6.1.4 Merná potreba tepla na vykurovanie – navrhovaný stav

Na výpočet potreby tepla na vykurovanie Budovy škôl a školských zariadení bola použitá mesačná metóda, uvažuje sa s prerušovaným vykurovaním s počtom vykurovacích dní 212, normalizovaným počtom dennostupňov D = 3083K.deň, porovnávacím rozdielom teploty vnútorného vzduchu 18,4°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)
44,6	>	27,06
	nevyhovuje	
Energetická hospodárnosť budovy	splnenie požiadavky	Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy
Q _{EP}	≤	Q _{EP,N}
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
36,9	>	27,6
	nevyhovuje	

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

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

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

6.1.5 Inštalácia núteného vetrania so spätným získaním tepla

Pre splnenie energetického kritéria nie je potrebná inštalácia rekuperácie tepla.

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

Pre zlepšenie parametrov vnútorného prostredia a pre dosiahnutie úspor energie spojených s vetraním.

Pre splnenie energetického kritéria a zároveň aj podľa súčasného využívania budovy návrh núteného vetrania so spätným získavaním tepla je potrebné inštalovať minimálne na 44 percent z celkového objemu budovy (3081 m³ z celkového objemu 7002,94 – objem je počítaný z vonkajších rozmerov budovy).

To sú napr. miestnosti : 113, 114, 115, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 222, 223, 224, 225, 305, 306, 307, 310, 311, 316, 317, 318, 319

V prípade požiadavky vetrania ďalších priestorov zväži projektant s investorom.

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

- inštalácia regulačného systému pre vetracie jednotky

- zabezpečenie vzduchotesnosti objektu vhodnými technickými opatreniami (potreba riešenia v projekte ASR a VZT)

- minimálna účinnosť núteného vetrania so spätným získavaním tepla na úrovni 70 %

- kontrola vzduchotesnosti objektu tzv. „Blower door testom“

NAVRHOVANÝ STAV		
Merná potreba tepla na vykurovanie	splnenie požiadavky	Normalizovaná merná potreba tepla na vykurovanie
$Q_{h,nd}$	$\leq$	$Q_{h,nd,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
30,5	$>$	27,06
	nevyhovuje	

Energetická hospodárnosť budovy	splnenie požiadavky	Normalizovaná energetická hospodárnosť budovy
Q_{EP}	$\leq$	$Q_{EP,N}$
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
25	$<$	27,6
	vyhovuje	

Vzhľadom nato, že požiadavka energetického kritéria v kWh/m² nie je splnená, budova sa hodnotí podľa kritéria v kWh/m³.

$$Q_{H,nd} < Q_{H,nd,N}$$

$$6,9 \text{ kWh}/(\text{m}^3.\text{a}) < 8,89 \text{ kWh}/(\text{m}^3.\text{a})$$

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 **splňa** kritérium energetickej hospodárnosti budovy v zmysle STN 73 0540 -2, STN EN ISO 1370 a zákona č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené jednotlivé výsledky výpočtov :

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov	(W/K)	ΔH_{TM}	50,09
Merná tepelná strata prechodom	(W/K)	$H_T = H_u + \Delta H_{TM}$	685,87
Minimálna intenzita výmeny vzduchu	(l/h)	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie	(l/h)	n_{inf}	0,23
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému	(m ³ /h)	V_f	3 081,28
Objemový tok vzduchu	(m ³ /h)	V_v	3 921,63
Merná tepelná strata vetraním	(W/K)	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	639,67
Merná tepelná strata	(W/K)	$H = H_T + H_v$	1 325,54
Vnútorný tepelný zisk	(kWh)	Q_i	48 677,51
Pasívny solárny zisk	(kWh)	Q_s	12 546,71
Celkový tepelný zisk budovy	(kWh)	$Q_g = Q_i + Q_s$	61 224,22
Faktor využitia tepelných ziskov		η	0,96
Merná tepelná strata prechodom a vetraním	(kWh)	Q_v	98 057,33
Potreba tepla na vykurovanie	(kWh)	Q_h	39 807,19
Merná potreba tepla na vykurovanie	(kWh)/m ²	Q_h	24,96

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

Nemení sa – ostáva centrálny pre celý areál.

Rozvody a radiátory

V rámci obnovy budovy sa odstránia pôvodné rozvody a radiátory, ktoré sa nahradia novými. Po realizácii úsporných opatrení stavebného charakteru je sústavu potrebné vyregulovať, osadiť termostatické ventily s pásmom proporcionality 2 K, a termostatické hlavice na každé vykurovacie teleso. Potrubné rozvody navrhnuť z PE-X/ resp. uhlíková oceľ, ktoré budú izolované tepelno-izolačnými trubicami podľa vyhlášky 282/2012 Z.z.

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

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

Hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy

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

Zónová regulácia

Základom je rozdelenie budovy do vykurovacích zón, pričom každá zóna je vykurovaná samostatnou vetvou. Pavilón 12 je ekvitermicky regulovaný z pavilónu č. 8.

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

Inštalácia termostatických hlavíc na radiátoroch

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

Potreba energie na vykurovanie po navrhovaných úpravách ukazuje nasledujúca tabuľka :

ŠKÁLA ENERGETICKÝCH TRIED NA VYKUROVANIE - BUDOVY ŠKÔL							
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	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka potreby energie na vykurovanie
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
27,6	$<$	B – 56 A - 28
	vyhovuje	
	A	

Bezpodmienečne záväzné je splnenie podmienok v zmysle OP KŽP a to, okrem zlepšenia energetickej hospodárnosti budov, aj zníženie výpočtovej potreby energie (energetická hospodárnosť budovy) nad rámce platných minimálnych požiadaviek t. j. nad rámec hornej hranice energetickej triedy B pre všetky ukazovatele. Od roku 2016 musia mať budovy globálny ukazovateľ lepší ako je horná hranica energetickej triedy A1 a ostatné ukazovatele pre jednotlivé miesta spotreby aspoň v energetickej triede B.

V našom prípade budova po obnove z hľadiska potreby energie na vykurovanie bude patriť do energetickej triedy A s bezpečným odstupom nad rámec minimálnych požiadaviek v zmysle OP KŽP.

6.2.2 Potreba energie na ohrev TV – navrhovaný stav

V rámci obnovy budovy odporúčam vymeniť existujúce elektrické zásobníky, za externý závesný zásobník (Tepelné čerpadlo Eliz Euro 150 TCA++), do ktorého bude dotovaná energia z vonkajšej jednotky tepelného čerpadla.

Výmenu potrubných rozvodov prehodnotí projektant v závislosti od skutkového stavu – v prípade havarijného stavu - potrubné rozvody navrhnuť z PP-r/ PE-X, ktoré budú izolované tepelno-izolačnými trubicami na báze penového polyetylénu podľa vyhlášky 282/2012 Z.z.

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

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

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

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	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka potreby energie na prípravu teplej vody
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
10,54	$<$	B – 12 A - 6
	vyhovuje	
	B	

Bezpodmienečne záväzné je splnenie podmienok v zmysle OP KŽP a to, okrem zlepšenia energetickej hospodárnosti budov, aj zníženie výpočtovej potreby energie (energetická hospodárnosť budovy) nad rámce platných minimálnych požiadaviek t. j. nad rámec hornej hranice energetickej triedy B pre všetky ukazovatele. Od roku 2016 musia mať budovy globálny ukazovateľ lepší ako je horná hranica energetickej triedy A1 a ostatné ukazovatele pre jednotlivé miesta spotreby aspoň v energetickej triede B.

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

6.2.3 Potreba energie na osvetlenie – navrhovaný stav

Návrh rekonštrukcie osvetlenia

Návrh na rekonštrukciu osvetľovacej sústavy pre všetky vnútorné priestory pozostáva:

1. Zníženie príkonu osvetľovacej sústavy:

Osvetlenie sa komplet zrekonštruuje použitím LED svietidiel
V pavilóne bude inštalované núdzové osvetlenie.

2. regulácia úrovne osvetlenia na konštantnú úroveň

- požadovaná úroveň intenzity osvetlenia podľa pracovnej doby
- regulácia osvetlenia na základe prítomnosti osôb (hygienické zariadenia, sklady a pod.)
- chodby a schodiská s prístupom denného svetla - intenzita osvetlenia podľa intenzity denného svetla
- chodby bez prístupu denného svetla – pevne nastavená úroveň osvetlenia

Potrebu tepla na osvetlenie po navrhovaných úpravách ukazuje nasledujúca tabuľka :

Potreba energie na osvetlenie	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka potreby energie na osvetlenie
Q_{nd}	$\leq$	Q_N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
6,93	$<$	B – 18 A - 9
	vyhovuje	
	A	

Bezpodmienečne záväzné je splnenie podmienok v zmysle OP KŽP a to, okrem zlepšenia energetickej hospodárnosti budov, aj zníženie výpočtovej potreby energie (energetická hospodárnosť budovy) nad rámce platných minimálnych požiadaviek t. j. nad rámec hornej hranice energetickej triedy B pre všetky ukazovatele. Od roku 2016 musia mať budovy globálny ukazovateľ lepší ako je horná hranica energetickej triedy A1 a ostatné ukazovatele pre jednotlivé miesta spotreby aspoň v energetickej triede B.

V našom prípade budova po obnove z hľadiska potreby energie na osvetlenie bude patriť do energetickej triedy A s bezpečným odstupom nad rámec minimálnych požiadaviek v zmysle OP KŽP.

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 energie pre pavilón 12
- meranie spotreby tepla

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	124,46	24,96	99,50	79,94
	Potreba energie :				
8	na vykurovanie	135,88	27,60	108,28	79,69
9	na prípravu teplej vody	10,87	10,54	0,33	3,03
10	na chladenie / vetranie				
11	na osvetlenie	49,89	6,93	42,96	86,11
12	Celková potreba energie kWh/(m ² .a)	196,65	45,07	151,58	77,08
13	Primárna energia kWh/(m².a):	312,9	60,0	253,0	80,84
	Odpočítateľná tepelná a elektrická energia:				
15	Solárna tepelná				
16	Solárna fotovoltaická				
17	Kogenerácia				
18	Tepelná energia z iného obnoviteľného zdroja		6,91		

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	splnenie požiadavky			Minimálna požiadavka			
Q _{nd}	≤			Q _N			
kWh/(m ² .a)				kWh/(m ² .a)			
45,07	<			B – 86 A - 43			
	vyhovuje						
	B						

V našom prípade budova po obnove z hľadiska celkovej potreby bude patriť do energetickej triedy B v rámci minimálnych požiadaviek v zmysle OP KŽP.

7.2 Primárna energia – navrhovaný stav

V nasledujúcej tabuľke je zobrazená celková potreba primárnej energie:

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

Primárna energia	splnenie požiadavky	Minimálna požiadavka
Q _{nd}	≤	Q _N
kWh/(m ² .a)		kWh/(m ² .a)
60,0	<	A1 – 68 A0 - 34
	vyhovuje	
	A1	

Bezpodmienečne záväzné je splnenie podmienok v zmysle OP KŽP a to, okrem zlepšenia energetickej hospodárnosti budov, aj zníženie výpočtovej potreby energie (energetická hospodárnosť budovy) nad rámce platných minimálnych požiadaviek t. j. nad rámec hornej hranice energetickej triedy B pre všetky ukazovatele. Od roku 2016 musia mať budovy globálny ukazovateľ lepší ako je horná hranica energetickej triedy A1 a ostatné ukazovatele pre jednotlivé miesta spotreby aspoň v energetickej triede B.

V našom prípade budova po obnove z hľadiska primárnej energie bude patriť do energetickej triedy A1 v rámci minimálnych požiadaviek v zmysle OP KŽP.

Budova po zhotovení návrhových úprav po zatriedení do jednotlivých tried bude patriť na úroveň **ULTRANÍZKOENERGETICKÁ – TRIEDA A1.**

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	Súčasnoscť	Po opatreniach	Úspora
na palivo MWh/r	229,77	46,61	183,16
na elektrinu MWh/r	44,200	31,62	12,58
spolu MWh/r	273,97	78,23	195,74

Ukazovateľ	Súčasnoscť	Po opatreniach	Úspora
Náklady na palivo €/r	10433,33	2116,49	8316,84
Náklady na elektrinu €/r	5894,32	4216,84	1677,48
Náklady na energie €/r	16327,65	6333,33	9994,32

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

Ukazovateľ	Súčasnoscť	Po opatreniach	Úspora
na palivo MWh/r	250,79	50,87	199,91
na elektrinu MWh/r	96,48	18,03	78,45
spolu MWh/r	347,27	68,90	278,36

Ukazovateľ	Súčasnoscť	Po opatreniach	Úspora
Náklady na palivo €/r	11384,17	2309,37	9074,80
Náklady na elektrinu €/r	12865,81	2404,37	10461,44
Náklady na energie €/r	24249,98	4713,74	19536,24

Metodika výpočtov

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

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

1. Jednoduchá doba návratnosti

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

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

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

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

3. Čistá súčasná hodnota NPV odpovedá vzorcu

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

4. Vnútorne výnosové percento IRR bolo vypočítané z podmienky:

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

Výsledky ekonomického hodnotenia

(odhadované náklady vychádzali z týchto referenčných hodnôt : fasáda – 75 €/m², okná – 350 €/m², stropné konštrukcie – 60 €/m²)

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

Ukazovateľ	Jednotka	Hodnota
Náklady na realizáciu súboru opatrení	€	386129,46
Ročná úspora energie	kWh	195739,87
Miera úspory energie	%	71,45
Ročná úspora nákladov na energiu	€	9994,32
Dĺžka morálnej životnosti opatrenia	r	30
Diskontný faktor	-	0,02
Jednoduchá doba návratnosti T_s	r	38,6
Reálna doba návratnosti T_{sd}	r	74
Čistá súčasná hodnota NPV	€	-162292,1
Vnútorne výnosové percento IRR	%	-2%

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

Ukazovateľ	Jednotka	Hodnota
Náklady na realizáciu súboru opatrení	€	386129,46
Ročná úspora energie	kWh	278364,31
Miera úspory energie	%	80,16
Ročná úspora nákladov na energiu	€	19536,24
Dĺžka morálnej životnosti opatrenia	r	30
Diskontný faktor	-	0,02
Jednoduchá doba návratnosti T_s	r	19,8
Reálna doba návratnosti T_{sd}	r	25,25

Čistá súčasná hodnota NPV	€	51413,1
Vnútorne výnosové percento IRR	%	3%

9 ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE

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 :

skutočný stav využívania budovy

Ukazovateľ	Súčasnosc'			Po opatreniach			Zmena %
	z paliva	z elektriny	spolu	z paliva	z elektriny	spolu	
CO ₂ t/r	50,550	7,381	57,931	10,254	5,281	15,535	-73,2
TZL kg/r	1,930	7,868	9,798	0,392	5,628	6,020	-38,6
SO ₂ kg/r	0,232	39,338	39,569	0,047	28,142	28,189	-28,8
CO kg/r	15,202	19,890	35,092	3,084	14,229	17,313	-50,7
NO _x kg/r	37,644	43,227	80,871	7,636	30,925	38,561	-52,3

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

normalizovaný stav využívania budovy

Ukazovateľ	Súčasnosc'			Po opatreniach			Zmena %
	z paliva	z elektriny	spolu	z paliva	z elektriny	spolu	
CO ₂ t/r	55,174	16,112	71,286	11,192	3,011	14,203	-80,1
TZL kg/r	2,107	17,173	19,280	0,427	3,209	3,637	-81,1
SO ₂ kg/r	0,253	85,867	86,120	0,051	16,047	16,098	-81,3
CO kg/r	16,593	43,416	60,009	3,366	8,114	11,480	-80,9
NO _x kg/r	41,087	94,357	135,444	8,335	17,634	25,968	-80,8

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

10 ZÁVER

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

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

Navrhované opatrenia boli zvolené s ohľadom na predbežné požiadavky pre Operačný program **Kvalita životného prostredia** (OP KŽP), Špecifický cieľ: 4.3.1: **Zníženie spotreby energie pri prevádzke verejných budov**, aktivita A: **Zníženie energetickej náročnosti verejných budov** prostredia (dostupné v čase vypracovania energetického auditu) a na energetickú hospodárnosť budov pre zabezpečenie financovania cez fondy EU v programovacom období 2015 - 2020.

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 **ULTRANÍZKOENERGETICKÁ – TRIEDA A1.**

Všetky výpočty, závery a odporúčania vychádzajú z posúdenia spotreby energií v rokoch 2014 – 2016. Výška investičných nákladov a ekonomické hodnotenie boli stanovené na základe cenníkových cien a kvalifikovaných finančných odhadov.

11 SÚHRNÝ INFORMAČNÝ LIST

Názov subjektu alebo obchodné meno, identifikačné číslo a sídlo:	
Názov spoločnosti: UVLF v Košiciach Sídlo: Komenského 73, 04181 Košice Štatutárny orgán: Prof. MvDr. Jana Mojžišová, PhD., rektorka IČO: 00397474 DIČ: 2020486699 Kontaktná osoba Ing. Darina Chriastelová, hlavný energetik Telefón: 0905 907 437 e-mail darina.chriastelova@uvlf.sk Budova: UVLF – Pavilón č. 12 Adresa sídla: Komenského 73, 04181 Košice	
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: SK 212 034 0167 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. ohrev TV 5. rekonštrukcia osvetlenia	
Predpokladané úspory energie dosiahnuté opatreniami:	
Predpokladaná úspora paliva kWh/rok	183161,1
Predpokladaná úspora elektrickej energie kWh/rok	12578,8
Celková úspora kWh/rok	195739,9
Predpokladané finančné náklady na realizáciu opatrení: eur	386129,46
Iné údaje:	

12 SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM

Identifikačné údaje : Zníženie energetickej náročnosti Pavilónu č. 12, Komenského 73, 04181 Košice				
Zatriedenie podľa SK NACE (podľa hlavnej činnosti objednávateľa energetického auditu)			84110	
Celkový potenciál úspor energie (MWh)			195,74	
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. ohrev TV 5. rekonštrukcia osvetlenia			
Náklady na technológie pre premenu a distribúciu energie (v tisícoch eur)			131500,00	
Náklady na výrobné technológie (v tisícoch eur)			0,00	
Náklady na znižovanie energetickej náročnosti budov (v tisícoch eur)			254629,46	
Iné náklady (v tisícoch eur)				
Celkové náklady na realizáciu súboru odporúčaných opatrení (v tisícoch eur)			386129,46	
Sumárne bilančné údaje				
		Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Spotreba energie (MWh/r)		273,97	78,23	-195,74
Náklady na energiu v aktuálnych cenách (v tisícoch eur)		16327,65	6333,33	-9994,32
Prínosy z hľadiska ochrany životného prostredia				
Znečisťujúca látka/skleníkový plyn		Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Tuhé znečisťujúce látky (t/r)		9,798	6,020	-3,778
SO ₂ (t/r)		39,569	28,189	-11,380
NO _x (t/r)		80,871	38,561	-42,309
CO (t/r)		35,092	17,313	-17,779
CO ₂ (t/r)		57,931	15,535	-42,396
Ekonomické vyhodnotenie				
Cash - Flow projektu (v tisícoch eur/r)		9994,32	Doba hodnotenia (roky)	30
Jednoduchá doba návratnosti (roky)		38,6	Diskontná sadzba (%)	0,02
Reálna doba návratnosti (roky)		74	NPV (v tisícoch eur)	-162292,13
			IRR (%)	-2%
Energetický audítor		Ing. Pavol Fedorčák, PhD., osvedčenie číslo : 321/2014-0050		
Podpis			Dátum	

13 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
BRATISLAVA

V Banskej Bystrici, 11.12.2015

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

14 FOTODOKUMENTÁCIA

