

Energetický audit

Základná škola Hany Zelinovej, Čachovský rad 34, Vrútky
Posúdenie energetickej hospodárnosti budov a súhrn odporúčení na ich obnovu

Dátum vyhotovenia: november 2021

Výtlačok č.3

OBSAH

1. Identifikačné údaje	5
2. Úvod o budovách a popis činnosti v auditovaných budovách	6
3. Účel spracovania energetického auditu.....	6
4. Použité podklady pre vypracovanie energetického auditu.....	7
5. Identifikácia budov základnej školy	7
6. Údaje o energetických vstupoch a výstupoch (zdroje energie)	8
6.1. Elektrická energia a jej spotreba.....	10
6.2. Zemný plyn a spotreba energie obsiahnutej v zemnom plyne	10
6.3. Energia obsiahnutá v motorovej nafta a benzíne a ich spotreba	12
6.4. Štruktúra energetických vstupov a výstupov a náklady na nákup energie a palív	12
6.5. Definovanie počiatočného stavu.....	12
7. Opis hodnotiacich kritérií a druhov opatrení zlepšujúcich energetickú hospodárnosť budov a technologických zariadení.....	14
7.1. Metodika a kritériá hodnotenia, bilancie	14
7.2. Ekonomické hľadisko	14
7.3. Environmentálne hľadisko	14
7.4. Hľadisko technické.....	14
7.5. Prevádzkové hľadisko.....	15
7.6. Legislatívne hľadisko	15
7.7. Spoločenské hľadisko	15
7.8. Druhy opatrení	15
7.9. Ekonomické hodnotenie – metóda hodnotenia	15
8. Energetické požiadavky na budovy a tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií teplovýmenného obalov budov	16
8.1. Energetické požiadavky na budovy	16
8.2. Tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií teplovýmenného obalu budov – energetika stavieb.....	17
9. Tepelnotechnické hodnotenie stavu budov a návrh obnovy.....	19
9.1. Tepelnotechnické posúdenie konštrukcií teplovýmenného obalu budov vrátane výplňových stavebných konštrukcií – všeobecne	19
10. Objekt A – budova základnej školy II. stupeň (5 až 9 ročník)	20
10.1. Klimatické podmienky, geometrické parametre budovy	20
10.2. Opis súčasného stavu budovy - stavebná časť.....	21
10.3. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla stavebných konštrukcií budovy v súčasnom stave	22
10.4. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (súčasný stav).....	22
10.5. Popis opatrení na zníženie spotreby tepla na vykurovanie stavebnými úpravami budovy	25
10.6. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy pre realizáciu stavebnej obnovy.....	26

10.7. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (stav po realizácii stavebnej obnovy).....	26
10.8. Vyhodnotenie plnenia požadovaných kritérií stavebných konštrukcií po odporúčenej stavebnej obnove	28
11. Objekt B – budova prístavby školy I. stupeň (1 až 4 ročník)	29
11.1. Klimatické podmienky, geometrické parametre budovy	29
11.2. Opis súčasného stavu budovy - stavebná časť	29
11.3. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy v súčasnom stave	30
11.4. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (súčasný stav).....	31
11.5. Popis opatrení na zníženie spotreby tepla na vykurovanie stavebnými úpravami budovy	33
11.6. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy pre realizáciu stavebnej obnovy	34
11.7. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (stav po realizácii stavebnej obnovy).....	34
11.8. Vyhodnotenie plnenia kritérií po odporúčenej stavebnej obnove	36
12. Objekt C – budova školské dielne	37
12.1. Klimatické podmienky, geometrické parametre budovy	37
12.2. Opis súčasného stavu budovy – stavebná časť	37
12.3. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy v súčasnom stave	38
12.4. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (súčasný stav).....	38
12.5. Popis opatrení na zníženie spotreby tepla na vykurovanie stavebnými úpravami budovy	41
12.6. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy pre realizáciu stavebnej obnovy	41
12.7. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (stav po realizácii stavebnej obnovy).....	42
12.8. Vyhodnotenie plnenia kritérií tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií po odporúčenej stavebnej obnove	44
13. Objekt D - budova školská jedáleň a školský klub detí.....	45
13.1. Klimatické podmienky, geometrické parametre budovy	45
13.2. Opis súčasného stavu budovy - stavebná časť	45
13.3. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy v súčasnom stave	47
13.4. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (súčasný stav).....	47
13.5. Popis opatrení na zníženie spotreby tepla na vykurovanie stavebnými úpravami budovy	50
13.6. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy pre realizáciu stavebnej obnovy	51
13.7. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy pre realizáciu stavebnej obnovy	51
13.8. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (stav po realizácii stavebnej obnovy).....	51
13.9. Vyhodnotenie plnenia kritérií po odporúčenej stavebnej obnove	53
14. Technika prostredia budov a návrhy na ich obnovu (odporúčenia).....	54
14.1. Plynová kotolňa a ležaté rozvody (vonkajšie a pod podlahou prízemlia).....	54
14.2. Vykurovacie systavy	55
14.3. Príprava teplej pitnej vody	55
14.4. Osvetľovacie systavy	55

15. Návrh opatrení pre objekt A – budova základnej školy II. stupeň (5 až 9 ročník).....	56
15.1. Vykurovanie	56
15.2. Príprava teplej pitnej vody	56
15.3. Osvetľovacia sústava.....	57
16. Návrh opatrení objekt B – budova prístavby školy I. stupeň (1 až 4 ročník).....	57
16.1. Vykurovanie	57
16.2. Príprava teplej pitnej vody	58
16.3. Osvetľovacia sústava.....	58
17. Návrh opatrení objekt C – budova školské dielne	58
17.1. Vykurovanie	58
17.2. Príprava teplej pitnej vody	59
17.3. Osvetľovacia sústava.....	59
18. Návrh opatrení objekt D - budova školská jedáleň a školský klub detí.....	59
18.1. Vykurovanie	59
18.2. Príprava teplej pitnej vody	60
18.3. Osvetľovacia sústava.....	60
19. Súhrn odporúčaných opatrení (potenciál úspor).....	61
19.1. Nízko nákladové opatrenia – energetické manažerstvo.....	61
19.2. Viac nákladové opatrenia - zateplenie konštrukcií teplovýmenného obalu budov a výmena	62
výplní otvorových konštrukcií.....	62
20. Potenciál úspor objekt A – budova základnej školy II. stupeň (5 až 9 ročník).....	63
21. Potenciál úspor objekt B – budova prístavby školy I. stupeň (1 až 4 ročník).....	64
22. Potenciál úspor objekt C – budova školské dielne.....	65
23. Potenciál úspor objekt D - budova školská jedáleň a školský klub detí	66
23.1.1. Výsledný potenciál úspory energie – ekonomické hodnotenie.....	68
23.2. Prevádzkové opatrenia	69
23.2.1. Periodická kontrola stavu tepelných izolácií na rozvodnom potrubí a armatúrach	69
24. Environmentálne hodnotenie budovy	70
24.1. Odpady a nakladanie s nimi (ich likvidácia).....	70
25. Stanovisko energetického audítora.....	71
25.1. Odporúčenie vhodnosti financovania opatrení	72
Prílohy.....	73
Literatúra:	74



1. Identifikačné údaje

1.1. Objednávateľ energetického auditu a majiteľ objektu						
Názov / meno	Mesto Vrútky					
Adresa	Mestský úrad Vrútky, Námestie S.Zachara 6,038 61 Vrútky					
Štatutárny zástupca	Mgr. Branislav Zacharides - primátor					
Kontakt	telefón	434 241 812	mobil		e-mail	dusan.kramar@vrutky.sk
1.2. Prevádzkovateľ predmetu energetického auditu						
Názov / meno	Mesto Vrútky					
Adresa	Mestský úrad Vrútky, Námestie S.Zachara 6,038 61 Vrútky					
IČO		DIČ				
Kontaktná osoba	Mgr. Branislav Zacharides - primátor					
Kontakt	telefón		mobil		e-mail	dusan.kramar@vrutky.sk
1.3. Predkladateľ energetického auditu						
Názov / meno	EPI, s.r.o.					
Adresa	Rudlovská cesta 53, 974 01 Banská Bystrica					
IČO	36 805 165	DIČ	2022414031			
Štatutárny zástupca	Ing. Pavel Ilovič - konateľ					
Kontakt	telefón	048/4144282	mobil	0905 221 006	e-mail	episro@episro.sk
1.4. Spracovateľ energetického auditu						
Meno, priezvisko	Ing. Pavel Ilovič					
Adresa	Horná Mičiná 212, 974 01 Banská Bystrica					
Štatutárny zástupca	Ing. Pavel Ilovič					
Kontakt	telefón		mobil	0905 221 006	e-mail	episro@episro.sk
1.5. Vlastník predmetu energetického auditu						
Názov / meno	Mesto Vrútky					
Adresa	Mestský úrad Vrútky, Námestie S.Zachara 6,038 61 Vrútky					
IČO		DIČ				
Štatutárny zástupca	Mgr. Branislav Zacharides - primátor					
Kontakt	telefón	434241812	mobil		e-mail	dusan.kramar@vrutky.sk

2. Úvod o budovách a popis činnosti v auditovaných budovách

Mesto Vrútky ležia v severnej časti okresu Martin, na sútoku riek Váh a Turiec, v centre žilinského kraja, medzi mestami Žilina a Martin, obklopené zo severozápadu pohorím Malá Fatra a z východu pohorím Veľká Fatra, ktoré tak ohraničujú Turčiansku kotlinu.

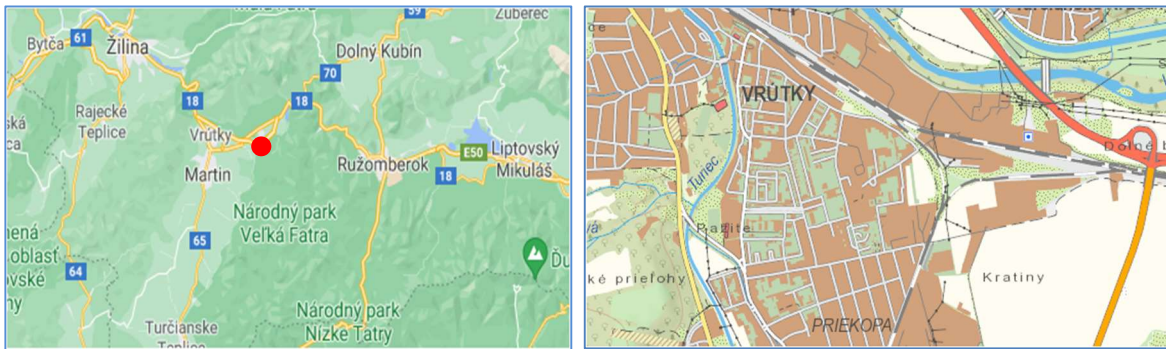
Auditované budovy majú vzdelávacie poslanie pre deti od 6 do 15 rokov veku. Sú to budovy:

- objekt **A** - budova základnej školy II. stupeň
- objekt **B** - budova prístavba školy
- objekt **C** - budova dielne
- objekt **D** - budova školská jedáleň a školský klub detí
- telocvičňa (nie je predmetom auditovania)

Uvedené budovy v minulosti neprešli zásadnými rekonštrukčnými ani modernizačnými úpravami zameranými na zvýšenie ich energetickej efektívnosti.

Projektová dokumentácia, ktorá slúžila ako východzí podklad k vypracovaniu správy z energetického auditu bola vypracovaná rôznymi projektovými zložkami v 60-tych rokoch minulého storočia. Iná dokumentácia alebo bližšie informácie z doby výstavby neboli poskytnuté.

Obr.1



3. Účel spracovania energetického auditu

Táto správa z energetického auditu je spracovaná v zmysle ustanovení Zákona č.321/2014 Z.z. a vykonávanej vyhlášky MH SR č. 179/2015 Z.z. ako **účelový energetický audit**.

Audit monitoruje súčasné spôsoby užívania energie v budovách. Vypovedá o účelnosti spotreby energie a efektívnosti jej využívania, o lokalizácii a veľkosti energetických strát. Energetický audit vyjadruje odborné hodnotenie doterajšieho stavu a vyjadruje stanovisko, či - a do akej miery je energetické hospodárstvo budov v poriadku, t.j. v súlade s kritériami požadovanými legislatívnymi predpismi a technickými normami.

Energetický audit má byť technickou pomocou pre objednávateľa pri rozhodovaní o realizácii stavebno-technických úprav s cieľom zníženia energetickej náročnosti stavebných konštrukcií budov a na prevádzkovanom zariadení techniky prostredia v budovách. Slúži ako podklad k posúdeniu súčasných tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií, technických systémov v budovách, návrhu opatrení na významnú alebo hĺbkovú obnovu budov, návrhu opatrení na rekonštrukciu a modernizáciu technických systémov v budovách, stanoveniu potenciálu úspor energie a k ich ekonomickému a environmentálnemu hodnoteniu. Audit budov je analýza skutkového stavu, odhaľovanie ich slabín. Cieľom auditu budov je navrhnúť opatrenia na dosiahnutie komfortu užívateľov pri nízkych alebo výrazne nižších prevádzkových nákladoch na energiu.

Energetický audit odporúča možnosti zníženia spotreby energie, nenahrádza však dokumentáciu s detailným technickým riešením potrebnú k realizácii odporúčaných opatrení. Pred realizáciou navrhovaného súboru opatrení alebo len pri postupnej realizácii jednotlivých opatrení je potrebné v prípravnej dokumentácii opätovne aktualizovať a stanoviť vstupné údaje, najlepšie už na základe tepelnotechnických výpočtov. Skutočné náklady na realizáciu navrhovaných opatrení bude možné vyčíslit až po vypracovaní stavebnej alebo inej dokumentácie, ktorá bude obsahovať výpočty a materiálno - technickú špecifikáciu.

Pre budovy škôl a školských zariadení sú v platnosti požiadavky zákona č. 555/2005 Z. z. a vykonávacích vyhlášok č. 364/2012 Z. z. a č. 35/2020 Z. z., ktorými zákon č.555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov v znení neskorších predpisov vykonáva. Podľa Vyhl. č. 364/2012 je uvažované so zaradením budov

do kategórie budov: **Budovy škôl a školských zariadení**. Budovy sú posudzovaná pri reálnej prevádzkovej teplote +20°C a upravenej priemernej interiérovej teplote +18,4 °C, za reálnych klimatických podmienok. Správa z účelového energetického auditu je vypracovaná ako povinná príloha na predkladanie žiadosti o poskytnutie NFP, kód výzvy OPKZP-PO4-SC441-2019-53 z operačného programu Kvalita životného prostredia (OP KŽP), prioritná os 4. Energeticky efektívne nízkouhlíkové hospodárstvo vo všetkých sektoroch, investičná priorita 4.4 Podpora nízkouhlíkových stratégií pre všetky typy území, najmä pre mestské oblasti, vrátane podpory udržateľnej multimodálnej mestskej mobility a adaptačných opatrení, ktorých cieľom je zmiernenie zmeny klímy, špecifický cieľ 4.4.1 Zvyšovanie počtu miestnych plánov a opatrení súvisiacich s nízkouhlíkovou stratégiou pre všetky typy území.

Energetický audit je duševným vlastníctvom spracovateľa.

4. Použité podklady pre vypracovanie energetického auditu

Pre vypracovanie energetického auditu budov ZŠ H. vo vlastníctve mesta Vrútky boli použité tieto podklady:

- 1) komplexná obhliadka budov
- 2) podklady o spotrebe energie za roky 2018 až 2020, ktoré poskytol Mestský podnik služieb Vrútky, s. r. o. Celkom nakúpená energia (z fakturačného meradla elektriny a zemného plynu) bola pomerovo rozpočítaná na jednotlivé budovy na základe vykurovanej podlahovej plochy budov
- 3) konzultácie, obrazové a tabuľkové podklady, dostupná pôvodná dokumentácia zo 60-tych rokov 20. storočia, údaje zo zistenia súčasného stavu
- 4) platné normy a súvisiace predpisy, vyhlášky (zoznam je uvedený v časti literatúra)
- 5) štítkové údaje zariadení techniky prostredia
- 6) údaje dostupné z elektronických médií
- 7) konzultácie s objednávateľom auditu

Pre potrebu vypracovania auditu bolo poskytnuté torzo dokumentácia z doby realizácie budov. Dokumentácia bola vypracovaná v 60-tych rokoch minulého storočia. Dokumentácia neobsahovala detailné skladby stavebných konštrukcií (podláh, striech, obvodových konštrukcií a výplňových obvodových konštrukcií). Preto opísané a vo výpočtoch používané skladby stavebných konštrukcií nemusia úplne korešpondovať so skutočným stavebným prevedením budov. Skladby konštrukcií sú predpokladané ako obvyklé v čase výstavby budov. Časť podkladov potrebných k tepelnotechnickým výpočtom bola získaná zameraním skutočného stavu (rozmery okien, svetlé výšky podlaží jednotlivých budov). Sondy do uvedených konštrukcií neboli realizované. Pri realizácii obnovy budov môžu byť odkryté skutočnosti, ktoré nebolo možné zistiť pri vizuálnej obhliadke objektov. Pri odkrytí skutočností, ktoré neboli v projekte zachytené, je potrebné na konzultáciu prizvať projektanta stavebnej časti obnovy budov.

Budovy v minulosti neprešli zásadnými rekonštrukčnými ani modernizačnými úpravami zameranými na zvýšenie ich energetickej efektívnosti.

Pre posúdenie zariadení techniky prostredia budov boli vizuálne zisťované počty a druhy vykurovacích telies, počty osvetľovacích telies, zariadenia na prípravu teplej vody.

5. Identifikácia budov základnej školy

Budovy sú osadené v mestskej zástavbe. Ide o budovy označené v katastrálnej mape (obrázok pod textom) nasledovne:

- objekt **A** - budova základnej školy II. stupeň (5. až 9. ročník), LV 5417, parc. č. 879/2
- objekt **B** - budova prístavba školy I. stupeň (1. až 4. ročník), LV 1876, parc. č. 877/2, 870/8
- objekt **C** - budova dielne, LV 5409, parc. č. 875
- objekt **D** - budova školská jedáleň a školský klub detí, LV 5081, parc. č. 866/2, 866/1

Všetky budovy a príslušné okolité pozemky sú využívané pre potreby základnej školy Hany Zelinovej. Predmetom auditu sú uvedené štyri budovy. Budova telocvičňa nie je predmetom tohto auditu.

Budovy sú situované v intraviláne mesta Vrútky. Dopravne sú prístupné z miestnej cestnej komunikácie Čachovský rad.

obr.2 Lokalizácia budov základnej školy



Budovy sú zásobované teplom z tepelného zdroja (teplovodná plynová kotolňa inštalovaná v objekte A), ktorá zabezpečuje potrebné teplo na vykurovanie štyroch auditovaných budov a telocvične. Popis technológie kotolne je v nasledujúcej časti správy z auditu „Údaje o energetických vstupoch a výstupoch (zdroje energie)“.

Príprava teplej pitnej vody v malých množstvách je pre každú budovu pripravovaná akumulárnym alebo prietokovým spôsobom v mieste spotreby z elektrickej energie. Budovy nie sú klimatizované ani nepoužívajú v letnom období miestne klimatizačné jednotky. Pri užívaní budov nie sú využívané žiadne obnoviteľné zdroje energie.

Elektrická energia a zemný plyn sú nakupované z verejnej siete.

Prevádzkový čas budov je: 7.00 až 16:30 hod. počas pondelka až piatka v učebnom roku (počas prázdnin sa využívanie budov riadi individuálnymi potrebami).

6. Údaje o energetických vstupoch a výstupoch (zdroje energie)

Vlastník budov nakupuje nasledovné energetické vstupy - nosiče:

- elektrickú energiu
- teplo vyrábané transformáciou zemného plynu v kotolni v budove s označením **A**

Zemný plyn nakupuje Mestský podnik služieb, ktorý zároveň aj prevádzkuje teplovodnú plynovú kotolňu v budove **A**.

Zariadenia na získavanie energie z obnoviteľných zdrojov neboli a ani v súčasnosti nie sú inštalované.

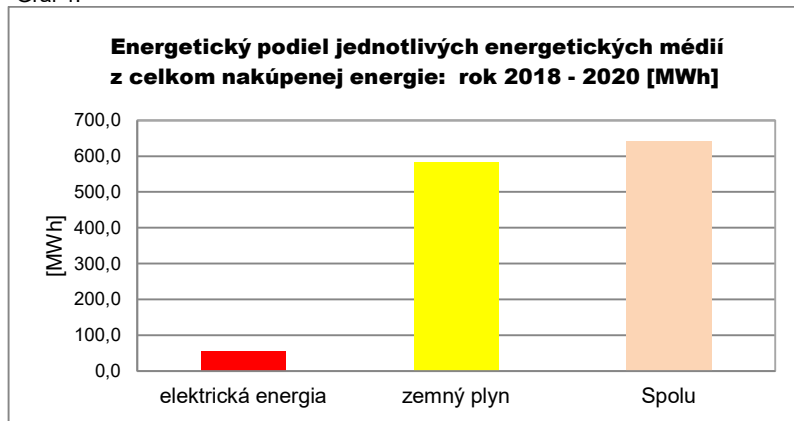
Nakúpené množstvá elektrickej energie, zemného plynu a tepla doložil a verifikoval objednávateľ auditu a Mestský podnik služieb Vrutky faktúrami dodávateľov energie. Množstvá a ceny pohonných hmôt neboli doložené. Preto je v ďalších častiach auditu uvažované len s elektrickou energiou a energiou obsiahnutou v zemnom plyne alebo transformovanou energiou na teplo.

Energie sú dokladované a verifikované súčasným vlastníkom. Poskytnuté spotreby energií sú zostavené do tabuliek, ktoré sú uvedené v textovej časti auditu.

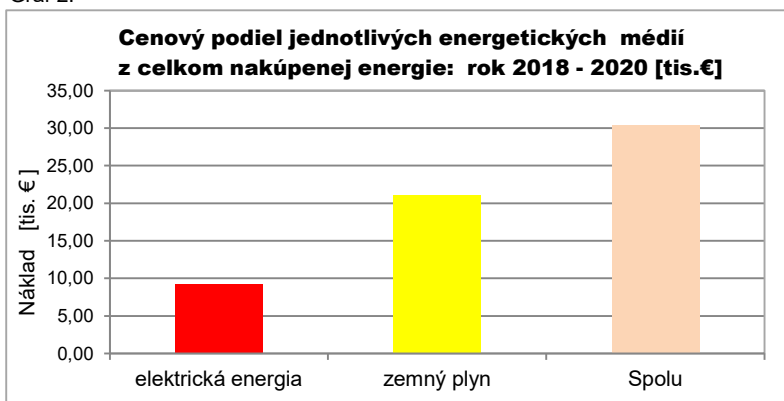
Tabuľkové údaje sú spracované do grafických výstupov. Východzie hodnoty dodanej energie (množstvo a cena) uvedené v prílohách k správe z auditu sú použité pri návrhoch opatrení jednotlivých budov s cieľom dosiahnuť energetickú hospodárnosť budov. Súhrn odporúčaných opatrení na dosiahnutie energetickej hospodárnosti každej auditovanej budovy je v správe z auditu stanovený tabuľkovou formou.

1.	<p>El. energia a fakturačné meradlo</p> 
2.	<p>Prívod zemného plynu a fakturačné meradlo</p> 

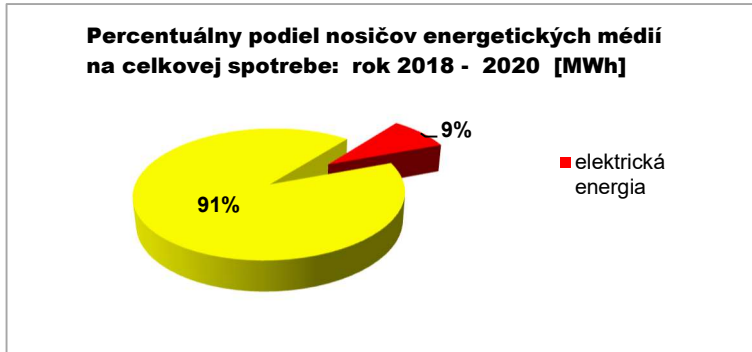
Graf 1:



Graf 2:



Graf 3:



6.1. Elektrická energia a jej spotreba

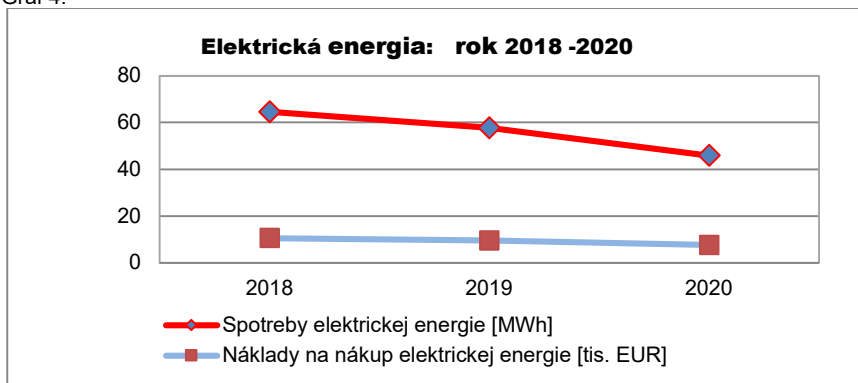
Elektrická energia je odoberaná z verejnej distribučnej elektrizačnej sústavy ZSE- Energia, a.s. Fakturačné meradlo odberu el. energie je inštalované v rozvádzači, ktorý je umiestnený na stĺpe mimo priestor školy. Spotrebu elektrickej energie tvoria odbery technológiou kotolne a osvetľovacou sústavou. Malú časť spotreby energie tvoria kancelárske spotrebiče. Elektrickú energiu spotrebúvajú aj rôzne iné elektrické a tepelné spotrebiče. Ich využitie je podľa konkrétnych požiadaviek a potrieb osôb v jednotlivých priestoroch. Zariadenia sú rôznych typov a výkonov. Ide najmä o PC, miestny ohrev elektrickými telesami, varné kanvice, chladničky a iné elektrické spotrebiče.

Rozvody električky k jednotlivým odborným miestam sú vedené v zasekaných drážkach na vnútorných stenách objektu, rozvody k strojnému zariadeniu v kotolni sú vedené na roštach na vnútorných stenách objektu.

Tab.1 Nákup a spotreby elektrickej energie

Spotreby, náklady, ceny	Rok						Priemer za 3 roky		
	2018		2019		2020		[MWh]	[€]	
	[MWh]	[€]	[MWh]	[€]	[MWh]	[€]			
Spolu:	64,612	10 601,67	57,738	9 500,00	45,953	7 662,50	56,101	9 254,72	
Priemer za 3 roky [€/MWh]								164,965	

Graf 4:



6.2. Zemný plyn a spotreba energie obsiahnutej v zemnom plyne

Tepelná energia potrebná na vykurovanie budov areálu základnej školy je dodávaná z plynovej teplovodnej kotolne inštalovanej v budove s označením A. Primárnou energiou na výrobu tepla je energia obsiahnutá v zemnom plyne. Dodávateľom zemného plynu je SPP – Distribúcia, a.s.

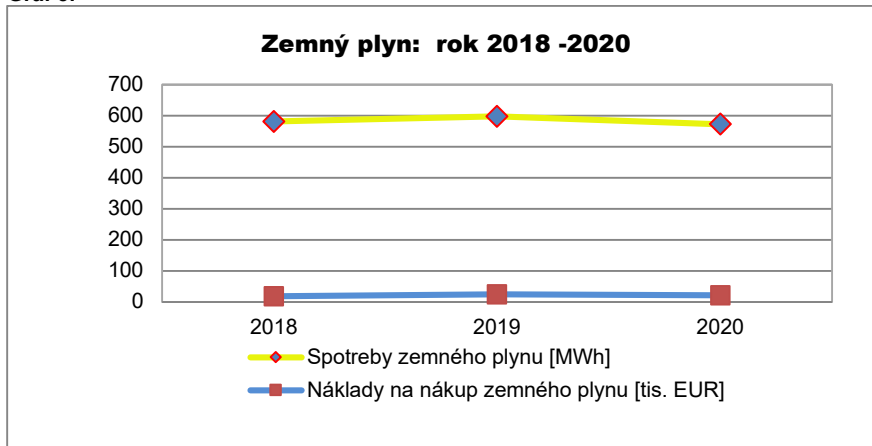
Zemný plyn z mestskej plynovej siete o tlaku 100 kPa je privedený do skrine s označením plynomerňa (obsahuje uzatváracie armatúry a fakturačné meradlo odberu zemného plynu pre kotolňu). Z plynomerne je zemný plyn privádzaný potrubím uloženým pod terénom do skrine HUP. V HUP je inštalovaný regulátor tlaku plynu, ktorý privádzaný plyn redukuje na tlak 2,0 kPa. Plyn po doregulovaní na hodnotu 2 kPa je oceľovým potrubím privedený do kotolne k spotrebičom (teplovodným plynovým kotlom).

Tab.2 Nákup a spotreby energie obsiahnutej v zemnom plyne

Spotreby, náklady, ceny	Rok						Priemer za 3 roky	
	2018		2019		2020		[MWh]	[€]
	[MWh]	[€]	[MWh]	[€]	[MWh]	[€]		
Spolu:	581,551	18 149,39	597,974	24 651,59	572,555	20 640,00	584,027	21 146,99
Množstvo (N)m ³ /a:	54 127,984		55 591,984		53 181,264		54 300,411	
Priemer za 3 roky [€/MWh]							36,209	
Priemer za 3 roky [€/m ³]							0,389	

Poznámka: Hodnota dodanej energie obsiahnutej v zemnom plyne je za každý rok dodávateľom tepla prepočítaná mesačným objemom plynu a mesačným spalným teplom

Graf 5:

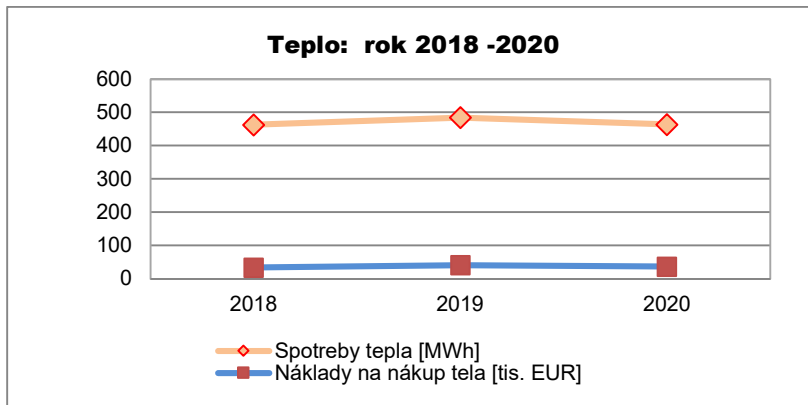


Teplu je dodávané z plynovej kotolne inštalovanej v technickej časti budovy **A** pre všetky objekty základnej školy. Spotreby a náklad na nákup tepla z obdobia rokov 2018 až 2020 sú vyjadrené v grafickej forme. Teplu vo forme vykurovacej vody s teplotným spádom 20°C (90/70°C) je do jednotlivých objektov privedené podzemným nepriehľadným kanálom cez školský dvor. Do vykurovaných priestorov je teplu odovzdávané oceľovými radiátormi. Množstvo tepla dodané do jednotlivých objektov je uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tab.3 Nákup a spotreby tepla

Spotreby, náklady, ceny	Rok						Priemer za 3 roky	
	2018		2019		2020		[MWh]	[€]
	[MWh]	[€]	[MWh]	[€]	[MWh]	[€]		
Spolu:	528,921	33 820,35	543,833	41 261,04	520,739	36 541,53	531,164	37 207,64
Priemer za 3 roky [€/MWh]							70,049	

Graf 6:



6.3. Energia obsiahnutá v motorovej nafta a benzíne a ich spotreba

Zákonom č.321/2014 Z.z. a vykonávacou vyhláškou č. 179/2015 Z.z. bola zavedená povinnosť monitorovať a v audite aj vyhodnocovať spotreby pohonných hmôt.

Nakupované množstvá a náklad na nákup PHM neboli poskytnuté, teda nie sú ani započítavané do environmentálneho hodnotenia budov (audit je vypracovaný ako účelový).

6.4. Štruktúra energetických vstupov a výstupov a náklady na nákup energie a palív

Počiatočným stavom pre posudzovanie súčasnej energetickej náročnosti budov a návrhu opatrení na zníženie energetickej náročnosti auditovaných budov (stavebnej časti a techniky prostredia budov) sú priemerné ročné energetické vstupy a výstupy, ktoré boli údajovo poskytnuté objednávateľom auditu. Vyjadrené sú v technických jednotkách a ročných nákladoch na nákup jednotlivých nosičov. Hodnoty spotrieb a priemerných cien jednotlivých nosičov energie sú uvedené v nasledujúcej tabuľke a v grafickom vyjadrení. V grafoch sú vyjadrené podiely jednotlivých nosičov energie v nákladoch na nákup (EUR) a podiele množstva energie (MWh) z celkovej nakúpenej energie. Uvedené jednotkové ceny nákupu energie sú použité pre každú auditovanú budovu pri výpočtoch návratnosti odporúčaných opatrení samostatne.

Ceny uvádzané v správe z energetického auditu sú ceny bez DPH.

Tab.4 Štruktúra údajov o energetických vstupoch a výstupoch

Rok: priemer za roky 2018 + 2020					
Palivo /forma energie /energetické médium	Merná jednotka	Množstvo	Výhrevnosť	Obsah energie [MWh]	Ročné náklady [EUR]
Elektrina	MWh	56	1,0	56	9 255
Zemný plyn	tis.m ³	54 300	10,755	584	21 147
Čierne uhlie	t	0	7,430		
Koks	t	0	7,930		
Energetické hnedé uhlie	t	0	3,050	0	0
Palivové drevo	prm/rok	0	3,583	0	0
Biomasa	t	0	2,890	0	
Nafta motorová	l	0	11,663	0	0
Benzín motorový	l	8	12,222	0	0
Ľahký vykurovací olej	t				
Ťažký vykurovací olej	t				
Iné tuhé fosilné palivá	t				
Iné energeticky využiteľné plyny	tis.m ³				
Iná forma energie (napr. teplo z priemyselných procesov)	MWh				
Obnoviteľné zdroje v členení na solárne, veterné, geotermálne a iné	MWh				
Energetické vstupy celkom				640	30 402
Zmena stavu zásob				0	0
Celkom spotreba energie				640	30 402

6.5. Definovanie počiatočného stavu

Pre potreby vyčíslenia ekonomických prínosov po realizácii odporúčaných opatrení je stanovený počiatočný stav, ktorý je charakterizovaný množstvom a nákladmi na nákup energie a palív. Objednávateľ auditu poskytol údaje o nákupe energie, ktorý sú v texte tejto správy z energetického auditu. Údaje o nákupe a spotrebe palív neboli poskytnuté. Odporúčané opatrenia v audite sú stanovené predovšetkým z dôvodu nutnosti znížovania objemu nákupu energie, nakoľko ich ceny sa neustále zvyšujú a z dôvodu znížovania produkcie emisií do ovzdušia pri užívaní nakúpenej energie Výpočet návratnosti odporúčených opatrení je stanovený z priemerných cien za nakupovanú energiu a nákladov na realizáciu príslušného opatrenia. Priemerné ceny nakupovanej primárnej energie z obdobia rokov 2018 až 2020 sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tab.5 Energetické vstupy - počiatočný stav

Druh palív a energie	Priemerná cena [€]			Priemerné hodnoty	
	€/ MWh	€/m ³	€/l	Obsah energie [MWh]	Náklady [€]
Elektrická energia	164,965			56,101	9 254,72
Zemný plyn	36,209	0,389		584,027	21 146,99
Tepló	70,049			531,164	37 207,64
Nafta motorová	údaje neboli poskytnuté				
Benzín motorový	údaje neboli poskytnuté				

Tepló, ktoré je v tabuľke vyznačené červenou farbou, je transformované z energie obsiahnutej v zemnom plyne. Vypočítaná úspora množstva emisií v závere správy z energetického auditu (ako rozdiel produkcie emisií za súčasného stavu budov a stavu budov po realizácii odporučených opatrení) je vypočítaná z objemu spotrebovanej elektriny a zemného plynu pred realizáciou úsporných a po ich realizácii, ale **bez objektu telocvične**. Táto budova nebola predmetom posudzovania v audite. Ekonomická návratnosť odporučených opatrení je stanovená z ceny tepla a množstva spotrebovaného tepla pre každú budovu. Premena zemného plynu na tepló vyrobené v kotolni je s účinnosťou zdroja podľa nasledujúcej tabuľky.

tab.6 Účinnosť premeny energie zemného plynu na tepló

Energia	jednotka	Rok			priemer
		2018	2019	2020	
zemný plyn	[MWh]	581,551	597,974	572,555	584,0267
tepló	[MWh]	528,921	543,833	520,739	531,1642
účinnosť	%	90,950	90,946	90,950	90,9487

tab. 7 pomerové rozdelenie spotreby energie podľa údajov z faktúr

Budova	A _b [m ²] plocha	tepló	elektrina
		[MWh]	
A - II.stupeň	1 988,60	181,810	26,979
B - I.stupeň	1 224,72	134,185	7,010
C - dielne	344,78	50,069	5,059
D - jedáleň	740,81	84,176	13,801
telocvična	698,20	80,922	3,252
spolu	4 997,11	531,162	56,101
cena €/MWh		70,05	164,965

Strata energie vo vonkajších rozvodoch, ktoré sú uložené v nepriehľadných železobetónových kanáloch a strata vo vnútorných ležatých rozvodoch v budovách, ktoré sú taktiež uložené v nepriehľadných kanáloch pod podlahou prízemí budov, je zameraná sumárne s teplom na vykurovanie budov. Potrubie a jeho tepelná izolácia nebola od doby inštalácie kontrolovaná alebo rekonštruovaná (okrem budovy školskej družiny, kde boli inštalované nové ležaté rozvody a budovy dielní, kde bolo pôvodné ležaté potrubie už vedené pod stropom objektu). Spotreba elektriny pre celý areál základnej školy je meraná len fakturačným meradlom dodávateľa elektriny. Rozdelenie spotreby elektriny pre jednotlivé objekty bolo vykonané pomerne k inštalovaným výkonom spotrebičov v jednotlivých hodnotených objektoch.

Kvôli dlhodobej poruche a nedostupnosti merača tepla pre telocvičňu, bola spotreba tepla na vykurovanie telocvične stanovená prepočtom dodávateľa tepla (Mestský podnik služieb Vrútky).

7. Opis hodnotiacich kritérií a druhov opatrení zlepšujúcich energetickú hospodárnosť budov a technologických zariadení

7.1. Metodika a kritériá hodnotenia, bilancie

Po analýze súčasného stavu hodnotených budov a vykonaní energetických bilancií nasleduje stanovenie potenciálu možného zníženia spotreby energie a odporúčenie opatrení na zlepšenie súčasného stavu. Pri stanovení opatrení sú sledované viaceré hodnotiace kritériá (hľadiská), ktoré navzájom súvisia. Energetická hospodárnosť budov je z uvedených dôvodov posudzovaná z nasledovných hľadísk:

- ekonomické hľadisko
- environmentálne hľadisko
- technické hľadisko
- prevádzkové hľadisko
- legislatívne hľadisko
- spoločenské hľadisko

7.2. Ekonomické hľadisko

Toto hľadisko zohľadňuje najmä výšku obstarávacích nákladov do energeticky úsporného opatrenia.

Taktiež sú posudzované náklady na nákup energie a ich vývoj z časového hľadiska ako aj z hľadiska dopadu na jednotkovú cenu výrobu alebo služby.

Výsledkom posudzovania je napríklad sledovanie doby návratnosti investície vloženéj do opatrenia na úsporu energie a ďalšie ekonomické aspekty.

Ide o:

- optimalizáciu výrobných nákladov na teplo s dopadom na jednotkovú výrobnú cenu tepla tak, aby bola prijateľná vzhľadom k očakávaným prevádzkovým nákladom
- primeranú hospodárnosť výroby, prenosu a spotreby tepla
- návratnosť vložených investícií na modernizáciu energetických zariadení v prijateľnom čase
- výber vhodného paliva vzhľadom k jeho cene a očakávanému rastu cien palív, ako aj k jeho dlhodobej dostupnosti
- výšku poplatkov za znečisťovanie životného prostredia

7.3. Environmentálne hľadisko

Z ekologického hľadiska majú najväčší význam opatrenia znižujúce spotrebu palív, čo sa prejaví aj následným znížením emisií škodlivých látok. Pri posudzovaní ekologických podmienok sú hodnotené následky výroby, prenosu a spotreby na okolité životné prostredie. Berie sa tiež do úvahy aj produkcia emisií škodlivých látok priamo spojených s realizáciou energeticky úsporného opatrenia (tzv. zviazaná produkcia).

Ide o:

- vplyv na životné prostredie v lokalite, v ktorej je budova situovaná
- množstvo vypúšťaných škodlivín do ovzdušia a ich rozptyl v danej lokalite
- likvidácia odpadov vznikajúcich pri užívaní objektu
- voľba druhu paliva

7.4. Hľadisko technické

Pri posudzovaní energeticko-technických podmienok je dôraz kladený hlavne na zisťovanie účinnosti energetických premien prebiehajúcich v existujúcich energetických zariadeniach objektu a porovnanie s účinnosťou zariadení, ktoré sú na súčasnej úrovni techniky.

Ide o:

- prevádzkovú účinnosť a efektívnosť daného spôsobu výroby tepla
- straty pri distribúcii tepla
- kontrolu, riadenie a reguláciu daného spôsobu výroby tepla
- výber vhodného paliva z hľadiska výhrevnosti, jeho dostupnosti a vplyvu na opotrebovanie technického zariadenia. Toto hľadisko berie do úvahy napríklad aj životnosť jednotlivých opatrení.

7.5. Prevádzkové hľadisko

Týmto kritériom sa zohľadňuje náročnosť realizovaného opatrenia na údržbu a prevádzku, napr. potrubný rozvod je prevádzkovo menej náročný, naopak nová kotolňa alebo riadiaci systém sú už viac náročné na prevádzku aj údržbu.

7.6. Legislatívne hľadisko

Pri realizácii niektorých opatrení môžu nastať komplikácie už pred samotnou realizáciou, napr. požiadavka rozptylovej štúdie na vypúšťanie emisií do ovzdušia pri nových zdrojoch, kolízia s územným plánom alebo záväznými nariadeniami mesta. Toto hľadisko tiež zohľadňuje náročnosť uspokojenia požiadaviek úradu životného prostredia v predrealizačnej fáze a pod.

7.7. Spoločenské hľadisko

Toto hľadisko berie do úvahy záujmy spoločenstva, pre ktorú je služba poskytovaná. Z tohto pohľadu ide najmä o výrobu tepla a TPV za prijateľné ceny (aj pre vlastnú spotrebu), komfort výroby, spoľahlivosť dodávok, neznečisťovanie životného prostredia a pod. Pri posudzovaní spoločenských podmienok je hlavným aspektom budúcej exploatacie budovy z pohľadu ochrany životného prostredia. Pri posúdení možného potenciálu úspor tepelnej energie a nákladov na jej výrobu, je porovnávaný existujúci stav s možným stavom po modernizácii, ktorý vychádza zo súčasnej úrovne techniky. Optimalizácia posudzovaných sústav výroby a zásobovania energiou, teplom a prípadne chladom musí byť riešená komplexne, s prihliadnutím na dostupnosť finančných zdrojov a ich návratnosti. Je zrejmé, že ak sa pristúpi len k čiastkovým opatreniam, aj dosiahnuté výsledky sú len čiastkové. Ak sa napr. rieši samostatne len:

- a) zdroj tepla – nezníži sa spotreba tepla, ale iba paliva, zvýši sa hospodárnosť výroby tepla
- b) len rozvody tepla – znížia sa straty pri distribúcii tepla, je nižšia potreba tepla
- c) len objekty – zníži sa potreba tepla, ale zdroj tepla ostane predimenzovaný

Z uvedeného dôvodu pri komplexnom riešení je ideálne vykonať modernizáciu od nákupu energie, jej premien, cez rozvody až po jeho spotrebu, t.j. **modernizáciu celého reťazca**, čím sa dosiahne synergický efekt. Netreba pozabudnúť ani na úpravy stavebného charakteru.

7.8. Druhy opatrení

Pri komplexnom riešení je možné realizovať nasledovné druhy opatrení:

a) podľa rozsahu investície:

bez nákladové – to je opatrenie predovšetkým organizačného charakteru. Ide napr. o dodržiavanie prevádzkových predpisov a dosahovanie parametrov energie používanej v budove, teploty vzduchu v budove, teploty vykurovacej vody, teploty teplej pitnej vody, dodržiavanie vnútorných teplôt v jednotlivých priestoroch, realizácia útlmových programov (znižovanie teplôt v nočných hodinách alebo pri dlhodobej neprítomnosti osôb), energetický manažment (služiaci k neustálemu zlepšovaniu energetického hospodárstva) a pod.

nízko nákladové - tieto pri pomerne malých investičných nákladoch vyvolajú efekt úspory energie. Jedná sa napr. o pravidelnú údržbu a nastavenie horákov kotlov, čistenie teplovýmenných plôch tepelnotechnických zariadení, rekuperácia tepla, regulačné opatrenia, podružné merania odberov energie.

viac nákladové (investičné) - sú to opatrenia týkajúce sa komplexnej rekonštrukcie tepelnotechnických zariadení - napr. nové kotly s vyššou účinnosťou, potrubný systém s kvalitnejšou tepelnou izoláciou, opatrenia v osvetlení – modernizácia osvetľovacej sústavy, stavebné úpravy zahŕňajúce rekonštrukcie, prístavby, dostavby a pod. Tieto opatrenia sú zásadného významu – systémové.

b) podľa veľkosti úspor a ekonomickej návratnosti:

- **opatrenia s rýchlou návratnosťou** - také opatrenia, ktoré dosahujú vysokých úspor energie v pomere k vynaloženým nákladom. Pre takéto opatrenia musia byť ale vytvorené podmienky.
- **opatrenia nenávratné alebo s vysokou dobou ekonomickej návratnosti** - sú to opatrenia smerujúce všeobecne k znižovaniu energetickej náročnosti

7.9. Ekonomické hodnotenie – metóda hodnotenia

Na základe vypočítaných úspor energie a nákladov je stanovený ročný výnos alebo tok hotovosti „Cash-Flow“ počas doby hodnotenia (ďalej len CF). CF je v tomto prípade tvorený finančnou úsporou nákladov na energiu, úsporou iných nákladov (napríklad mzdových nákladov) a odpismi (amortizáciou) nového investičného majetku, po realizácii energeticky úsporných opatrení ktoré sú uvažované pri súčasnej cenovej úrovni, diskontnej sadzbe 2,0% a teoretickej realizácii v prvom roku.

Doba hodnotenia návratnosti z realizácie opatrení je 15 rokov.

Pre realizáciu energeticky úsporných opatrení odporučených v energetickom audite (ďalej len EA) sú stanovené tieto základné ukazovatele ekonomickej efektívnosti:

jednoduchá doba návratnosti investície (T_s)

$$T_s = IN / CF \quad \text{kde } IN = \text{investičné náklady}, \quad CF = \text{ročný výnos projektu}$$

reálna doba návratnosti (RN) - je stanovená výpočtom z diskontovaného CF projektu (discounted cash flow) čistá súčasná hodnota - NPV (net present value)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad \text{kde: } CF_t = \text{CF projektu v roku } t$$

r = diskont, t = hodnotené obdobie (1 až 15 rokov)

vnútorné výnosové percento - IRR (internal rate of return)

$$\text{Pre } I_0 - \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0 \quad \text{platí: } IRR = r$$

8. Energetické požiadavky na budovy a tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií teplovýmenného obalov budov

Energetický audit zahŕňa inšpekciu budov, analýzu a vyhodnotenie existujúceho stavu budov, návrh opatrení, ktorých realizácia sleduje zníženie spotreby energie, zlepšenie vnútornej klímy budov a zníženie zaťaženia ovzdušia emisiami pri ich prevádzkovaní.

Pri hodnotení budov je posudzovaná tepelnotechnická schopnosť stavebnej konštrukcie budov pri dodržaní hodnôt predpísaného tepelného stavu vnútorného prostredia (normalizované hodnotenie). Výpočtové hodnoty prechodu tepla konštrukciami sú posudzované voči hodnotám stanovenými normami alebo legislatívnu požiadavkou. Tieto hodnoty sú stanovené pre všetky tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií budov s trvalým pobytom osôb, ktorých pobyt vo vnútornom priestore trvá počas jedného dňa viac ako 4 hodiny a opakuje sa pri trvalom užívaní budov viac ako raz týždenne.

V auditovaných budovách v letnom období neprimerane stúpa interiérová teplota v dôsledku vysokého tepelného príspevku z exteriéru. V zimnom období je stav opačný. Teplo, ktoré je vyrábané v zdroji tepla v budove školy II. stupňa neželane nadmerne prestupuje cez stavebné konštrukcie do exteriéru. Príčinou nadmerného zvyšovania interiérovej teploty v lete a nadmerného ochladzovanie v zime (prípadne aj zrážanie vlhkosti v rohoch budov) sú nedostatočné tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií teplovýmenného obalu budov. Za týchto podmienok sa však zvyšujú nároky na nakupované množstvo tepla a pri jeho spotrebe sa zvyšuje aj produkcia emisií do ovzdušia, najmä CO₂. Budovy v súčasnom stave **nesplňajú kritériá** požadované normou STN 73 0540 – 2 + Z1 + Z2: 2019.

Detailný popis súčasných stavebných konštrukcií auditovaných budov a výpočet potreby tepla na vykurovanie (vrátane fotodokumentácie) a komplexný návrh stavebných opatrení je uvedený v nasledujúcich častiach tohto auditu.

8.1. Energetické požiadavky na budovy

Podľa požiadavky STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019 musí budova pri uvažovaní neprerušovaného vykurovania spĺňať základnú požiadavku na úsporu energie s ohľadom na jej životnosť a prevádzkové účely. Tieto požiadavky sú hodnotené pomocou normalizovanej hodnoty mernej potreby tepla $Q_{H, nd, N}$. Celková energetická požiadavka je hraničnou hodnotou globálneho ukazovateľa energetickej hospodárnosti $Q_{H, nd}$. Hodnoty sú vyjadrené v [kWh/(m³.a)], príp. [kWh/(m².a)] konštrukcií na systémovej hranici (obálke) budovy.

Merná potreba tepla $Q_{H, nd}$ musí byť nižšia než hodnota hraničná $Q_{H, nd, N}$ ($Q_{H, nd} < Q_{H, nd, N}$). Na základe referenčnej hodnoty sa energetická hospodárnosť danej budovy porovnáva s energetickou hospodárnosťou podobných budov.

Budova je podľa stupňa dosiahnutej referenčnej hodnoty a kategórie budovy zaradená v normovej škále energetických tried globálneho ukazovateľa – primárnej energie v [kWh/(m².a)] do triedy energetickej hospodárnosti budovy AO, A1 až G (podľa Vyhl. č.35/2020 Z.z., Vyhl. č.364/2012 Z.z.)

Táto požiadavka je aplikovaná predovšetkým pre budovy občianskej vybavenosti.

8.2. Tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií teplovýmenného obalu budov – energetika stavieb

Energetická náročnosť budov pri zabezpečení požadovaného vnútorného prostredia má zásadný vplyv na prevádzkové náklady budov. Primárnym dôvodom, prečo dosahovať najnižšiu energetickú potrebu budov, je minimalizácia negatívnych environmentálnych dopadov vznikajúcich pri spotrebe energie potrebnej pre prevádzku budov.

Zvyšujúce sa ceny energie a tlaky na znižovanie zaťaženia ovzdušia emisiami CO₂ nútia konečných spotrebiteľov zamýšľať sa nad znižovaním energetickej náročnosti budov, či už pri ich návrhu, rekonštrukcii alebo pri ich prevádzkovaní. Zníženie energetickej náročnosti nových budov alebo zníženie energetickej náročnosti obnovovaných budov sa dá dosiahnuť lepšími tepelnotechnickými vlastnosťami konštrukcií teplovýmenného obalu budovy, ako aj novými technickými a technologickými zariadeniami v oblasti vykurovania, prípravy teplej pitnej vody, vetrania – klimatizácie a elektroinštalácií.

Budovy sú hodnotené na základe množstva energie potrebnej na uspokojenie ich dopytu po energii súvisiaceho s normalizovaným používaním budovy, ktoré zahŕňa okrem energie použitej na vykurovanie (vrátane tepla na vykurovanie), vetranie, prípravu teplej pitnej vody, osvetlenia, prípadne aj energiu na chladenie. Stavebné konštrukcie budov musia zabezpečiť splnenie základných požiadaviek na stavby, najmä splnenie základnej požiadavky na úsporu celkovej potreby energie budovy, ochranu úniku tepla a zabezpečenie hygieny, ochrany zdravia a životného prostredia.

Komplexná významná stavebná obnova budov predstavuje:

- zlepšenie tepelnotechnických vlastností konštrukcií teplovýmenného obalu budovy, napr. výmenou drevených alebo oceľových výplňových konštrukcií za plastové, zateplenie obvodového plášťa, strechy a podlahy
- modernizácia zariadení techniky prostredia, napr. vykurovací systém, chladiaci systém, vetranie a osvetlenie

Pre budovy s rôznym prevádzkovým využívaním realizované v období v minulom storočí až po r. 2016 boli normové hodnoty súčiniteľa prechodu tepla vyššie, ako platné v súčasnosti. Z technických noriem, v ktorých sú stanovené súčasné hodnoty súčiniteľov je zrejmé, že takéto budovy bez úprav tepelnotechnických vlastností konštrukcií teplovýmenného obalu budovy (zateplenia tepelnoizolačnými materiálmi obvodových plášťov a striech, výmeny výplňových konštrukcií) a bez modernizácie techniky zariaďovania budov by nevyhovovali súčasným predpisom a boli by zaradené do skupiny neúsporná, veľmi neúsporná alebo dokonca do kategórie plytvajúca (skupiny „E“ až „G“).

Tab.8 Hodnoty tepelnotechnických vlastností konštrukcií teplovýmenného obalu budov z doby ich realizácie a súčasné požiadavky od r. 2021

Konštrukcia	Súčiniteľ prechodu tepla $U, \text{ W} / [\text{m}^2 \cdot \text{K}]$	Súčasná požiadavka STN 73 0540-2+Z1+Z2 : 2019
Vonkajšia stena	1,184 ÷ 1,379	0,22
Podlaha	0,5	0,50
Strecha	0,441 ÷ 0,527	0,15
Okná, dvere	2,9 ÷ 4,1	0,85

Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla väčšiny starších stavebných konštrukcií sú horšie, ako sú predpísané v súčasnosti platnými stavebnými normami.

Budovy sú potom zaradené do kategórie neúsporná a pre splnenie tepelnoizolačných hodnôt platných v súčasnom období si vyžadujú z dôvodu úspory energie významnú stavebnú obnovu. Tepelnoizolačné materiály, ich hrúbky a výber tepelnej izolácie treba navrhovať a robiť tak, aby izolácia a jej funkcia bola využívaná nielen v zimných mesiacoch, aby bolo zabránené únikom tepla a bola znížená energetická náročnosť budovy, ale i v lete, kedy izolácia dokáže zvýšiť komfort užívania budovy tým, že do seba uskladní značné množstvo tepla a neprepustí ho cez obvodovú konštrukciu ďalej do interiéru.

Ak to nie je funkčne a technicky uskutočniteľné, musia spĺňať všetky stavebné konštrukcie s trvalým pobytom osôb, na ktorých sa uskutočňuje významná obnova, aspoň minimálne požiadavky na energeticky úsporné budovy. Ďalšie rezervy v znížení spotreby energie budovy sú aj v energetickom manažovaní.

Vo všetkých priestoroch budov je potrebné vyrovnáť sa so zimnou aj s letnou prevádzkou (tepelnou záťažou) a viacerými ďalšími skutočnosťami, ako sú stavy určené existujúcou stavbou (napr. nedostatočné tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií teplovýmenného obalu budovy alebo nevyhovujúce zariadenie techniky vnútorného prostredia).

Vždy však treba garantovať, aby sa osoby v budove cítili komfortne. Technika prostredia budov dotvára vytvorenie komfortného prostredia.

Poznámka 1:

Pre výpočet potreby tepla a následné posúdenie energetickej efektívnosti budov základnej školy bolo poskytnuté len torzo stavebných výkresov. Preto skladby podlahových, strešných a obvodových konštrukcií boli do výpočtu stanovené len ako predpokladané a v čase výstavby budovy obvyklé, teda také, ktoré boli používané v dobe výstavby budov. Pri výpočtoch potreby tepla pre budovy boli použité hodnoty „ U “ súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií stanovené z predpokladaných skladieb stavebných konštrukcií. Pri realizácii obnovy každej budovy môžu byť odkryté skutočnosti, ktoré nebolo možné zistiť pri vizuálnej obhliadke objektu. Pri odkrytí skutočností, ktoré neboli v projekte zachytené, je potrebné prizvať projektanta stavebnej časti obnovy budovy.

Poznámka 2:

Pre zníženie nárokov na potrebu tepla budovy na vykurovanie, zlepšenie tepelnej pohody boli už realizované niektoré opatrenia (okná a dvere boli vymenené v r.2002), avšak podľa v súčasnosti platnej STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019 sú už nevyhovujúce.

Poznámka 3:

Návrh opatrení pre auditované budovy - všeobecne:

Pre zníženie celkovej potreby energie budov a splnenie normatívnych požiadaviek sa odporúča vykonať nasledovné úpravy konštrukcií teplovýmenného obalu budov a techniky zariaďovania budov:

1. eliminovať nedostatočný tepelný odpor obvodových, strešných a podlahových stavebných konštrukcií (doplniť fasády objektov kontaktným zatepľovacím systémom, zatepliť strešný plášť izoláciou z minerálnych vlákien s vhodnými tepelnotechnickými vlastnosťami, odstrániť netesnosti strešnej krytiny).
2. zatepliť prípadne aj podlahy na teréne (ak sa preukáže, že predpokladaná tepelná izolácia vo forme škvárového násypu v podlahovej konštrukcii chýba). Pri izolovaní podlahových konštrukcií budov na teréne sa zvýši finančný objem výdavkov na obnovu budovy. Preto rozhodnutie o realizácii tepelnej izolácie podlahy na teréne je v kompetencii objednávateľa auditu. Objedávateľ auditu musí po konzultácii s projektantom stavebnej časti rozhodnúť, či podlahy na teréne bude alebo nebude tepelne izolovaná a projektant musí toto rozhodnutie zapracovať do projektovej dokumentácie (riziko je v predĺženej dobe stavebnej rekonštrukcie objektu a nárastu investície na obnovu. Zvýšením hrúbky podlahy o izoláciu pribudne ďalší nárast investície (napr. vybúranie dverí a iné). **S ohľadom na obmedzenie prevádzky budov a s tým súvisiace komplikácie, alternatívu so zateplenou podlahou neodporúčame realizovať.**
3. eliminovať nedostatočný tepelný odpor vonkajších výplňových presklených konštrukcií v obvodovom plášti ich výmenou (plastové okná a dvere s izolačným dvojsklom) s hodnotami $U = 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ za nové s plastovým rámom s trojsklom s hodnotou $U = 0,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.
4. dodatočne zatepliť ostenia vymenených plastových okien, kontaktné škáry okolo okien utesniť
5. vypracovať technický a ekonomický návrh na odstránenie identifikovaných problémov (do projektovej a rozpočtovej dokumentácie zapracovať výsledky „POSÚDENIE TEPELNEJ OCHRANY PODĽA STN 73 0540 – 2 + Z1 + Z2: 2019“)

Odporúčané stavebné úpravy sledujú zabezpečiť primeranú tepelnú pohodu vnútorného pracovného prostredia pre všetky priestory budovy a zároveň sledujú zníženie spotreby energie budovy na vykurovanie.

Poznámka 4:

Pri hodnotení súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budov (ak sú nevyhovujúce) je odporúčané doplnenie skladby súčasného obvodového, strešného plášťa alebo podlahovej konštrukcie na teréne o výpočtom stanovené hrúbky zateplenia, aby boli dosiahnuté normou požadované vyhovujúce hodnoty súčiniteľa prechodu tepla. Súčinitele prechodu tepla konštrukcií sú vypočítané pre stavebné konštrukcie v súčasnom stave a následne pre konštrukcie upravené doplnením o tepelnú izoláciu príslušnej hrúbky. Výsledky hodnotenia sú uvedené tabuľkovou formou pre každú budovu.

9. Tepelnotechnické hodnotenie stavu budov a návrh obnovy

9.1. Tepelnotechnické posúdenie konštrukcií teplovýmenného obalu budov vrátane výplňových stavebných konštrukcií – všeobecne

Kvalita novej, ale aj obnovovanej budovy, je ovplyvňovaná už návrhom pri spracovaní projektovej dokumentácie. Návrhy na významnú obnovu budovy musia zabezpečiť splnenie minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budovy, ktoré sú určené technickými normami. Minimálne požiadavky na energetickú hospodárnosť nových budov musí spĺňať aj existujúca budova po uskutočnení jej významnej obnovy, **ak je to technicky, ekonomicky a funkčne uskutočniteľné.**

Primárnou požiadavkou na zaistenie energetickej hospodárnosti je minimalizácia tepelných únikov (realizácia úsporných opatrení na zníženie tepelných strát budovy), ktoré sa dosahujú kvalitnou tepelnou izoláciou. Zateplenie sa netýka len obvodových stien a podláh, ale aj strechy, okien, dverí a ďalších rizikových miest. Dôležité v tomto prípade je sledovať hodnoty tepelného odporu stavebnej konštrukcie (R) a hodnotu súčiniteľa prechodu tepla (U).

Tepelné straty budovy závisia od nasledujúcich faktorov:

- tepelnoizolačné vlastnosti jednotlivých stavebných konštrukcií
- plocha a vlastnosti transparentných konštrukcií budovy (okná, dvere, schodiskové zasklenie, ľahké obvodové plášte)
- vonkajšia teplota, rýchlosť a smer prúdenia vetra
- charakteristika vetrania (prirodzené/nútené, riadené/neriadené vetranie)
- tvar, výška a dispozičné riešenie budovy
- orientácia na svetové strany
- tienenie transparentných konštrukcií a celej budovy

K základným opatreniam v rámci významnej obnovy budovy patrí:

- výmena okien (obmedzí nekontrolovateľný prívian)
- zateplenie konštrukcií teplovýmenného obalu budovy (obvodové steny, strecha, podkrovia, vnútorné steny, prízemie, podlahy)
- vhodná voľba zdroja tepla a spôsobu vykurovania (možnosť využitia obnoviteľných zdrojov energie, systémov techniky vnútorného prostredia)
- zabezpečenie správnej regulácie vykurovania

Uvedené faktory vplyvajúce na veľkosť tepelných strát budov a vymenovanie základných opatrení na ich významnú obnovu, sú tu uvedené pre potrebu objednávateľa auditu, ak sa rozhodne pre zlepšovanie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií prevádzkovaných budov.

Priestory slúžiace ako kancelárske priestory, učebne, šatne, sprchy a priestory súvisiace s prípravou jedál sú priestory, v ktorých sa trvalo zdržujú ľudia. Preto je dôležité pri stavebnej úprave a oprave budovy sledovať nielen návratnosť investície, ale aj priaznivý vizuálny dojem a vytvorenie užívateľského komfortu pre všetkých užívateľov.

V tepelnotechnickom výpočte každej auditovanej budovy sú posudzované konštrukcie teplovýmenného obalu budovy: zvislé stavebné konštrukcie, vodorovné konštrukcie (strešný plášť a podlaha na teréne) a výplne obvodového plášťa (okná a dvere).

Normalizované (požadované) požiadavky musia splniť aj významne obnovované budovy. Ak to nie je funkčne a technicky uskutočniteľné, musia spĺňať všetky stavebné konštrukcie, na ktorých sa uskutočňuje významná obnova, aspoň minimálne požiadavky na energeticky úsporné budovy.

Výsledky tepelnotechnického posúdenia konštrukcií teplovýmenného obalu budov a ich hodnotenia porovnaním s hodnotami v zmysle STN 73 0540 – 2 + Z1 + Z2: 2019 sú uvedené tabuľkovou formou.

Poznámka 5:

Pri hodnotení konštrukcií teplovýmenného obalu budov sú výstupy a odporúčenia vzťahované na budovy, ktoré plnia vzdelávaciu funkciu. Podľa Vyhl. č. 364/2012 je uvažované so zaradením budov do kategórie budov: **Budovy škôl a školských zariadení.** Budovy sú posudzované pri reálnej prevádzkovej teplote +20°C a upravenej priemernej interiérovej teplote +18,4 °C, za reálnych klimatických podmienok.

Poznámka 6:

Pri projektovom návrhu na zlepšenie tepelnotechnických vlastností konštrukcií teplovýmenného obalu budov dodržať minimálne hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií odporúčaných v audite, aby budovy mohli byť hodnotené ako energeticky vyhovujúce. Pred aplikáciou tepelnoizolačných systémov je potrebné posúdenie statika. V statickom posudku stavby, ktorý je prikladaný k projektu na stavebné povolenie zateplenia by malo byť konštatované, že priťaženie od nových vrstiev zateplenia má len minimálny vplyv na únosnosť existujúceho obvodového plášťa, ako aj únosnosť základovej pôdy pod existujúcimi základmi. Zateplením budovy sa zároveň zníži zaťaženie obvodového plášťa od kolísania teplôt, podstatne sa zlepšia tepelnotechnické vlastnosti obvodového plášťa a vytvorí sa nová povrchová vrstva, ktorá preberie funkciu ochrany objektu proti dažďu.

Poznámka 7:

Stavebné objekty, ktoré sú hodnotené z pohľadu energetickej náročnosti, predstavujú významné spotrebiče tepla na vykurovanie. Klimatické podmienky a tepelnotechnické vlastnosti použitých stavebných materiálov výrazne ovplyvňujú spotrebu tepla na vykurovanie objektov.

Budovy školy v meste Vrútky sa nachádza v oblasti s klimatickými podmienkami uvedenými v nasledujúcej tabuľke:

tab.9 Lokalizácia budovy a klimatické podmienky

Lokalizácia budovy	Nadmorská výška (m.n.m)	Vonkajšia výpočtová teplota t_z (°C)	Vykurovacie obdobie n (dni)
Vrútky	381	-15	242
Priemerná teplota v období vykurovania t_{zp} (°C)	Priemerná vnútorná teplota		Normalizovaný počet dennostupňov
	výrobné priestory t_v (°C)	administratíva t_a (°C)	
3,64	-	20	3 464

10. Objekt A – budova základnej školy II. stupeň (5 až 9 ročník)

Budova patrí do komplexu základnej školy. Je určená pre vzdelávanie žiakov II. stupňa (5 – 9 ročník). Okrem priestorov na vzdelávanie (učební), hygienického zázemia a šatní (pre chlapcov a dievčatá) sú v budove vyčlenené priestory aj pre administratívne činnosti (riaditeľ, zástupca, hospodárka a iné). V západnej časti budovy v I.NP sú priestory pre údržbu a plynová kotolňa, ktorá zásobuje teplom celý areál školy.

10.1. Klimatické podmienky, geometrické parametre budovy

Tab.10 Klimatické podmienky a lokalizácia budovy

Vrútky	Označenie	Normalizované hodnotenie	Upravené hodnotenie
Nadmorská výška	(m.n.m)	381	381
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	θ_e	-15	-15
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (ms^{-1})	v	-	< 2,0
Vnútorná výpočtová teplota (°C)	θ_i	18,4	20,0
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (0°C)	θ_e	3,86	3,64
Priemerný počet vykurovacích dní	d	212	242
Priemerný počet dennostupňov	D	3422	3 464
Relatívna vlhkosť vzduchu vonkajšia	φ	80%	80%
Relatívna vlhkosť vzduchu vnútorná	φ	50%	50%
Bezpečnostná prírážka zohľadňujúca spôsob vykurovania (°C)	$\Delta\theta_{si}$	0,5	0,5
Kritická povrchová teplota na vznik plesní (°C)	$\theta_{si,80}$	13,12	17,43
Teplota rosného bodu (°C)	θ_e	9,26	9,3

Tab.11 Geometrické parametre objektu

Parameter	Označenie	Hodnota
Celková zastavaná plocha (m ²)	A	666,87
Obvod zastavanej plochy (m)	P	129,15
Obostavaný vykurovaný objem (m ³)	V _b	7 159,9
Celková podlahová plocha (m ²)	A _b	1 988,6
Ochladzovaná obalová konštrukcia (m ²)	ΣA _i	2 720,62
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹)	ΣA _i /V _b	0,38
Počet nadzemných podlaží	1	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m)	h _{k,pr}	3,60
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,96

10.2. Opis súčasného stavu budovy - stavebná časť

Projektová dokumentácia bola vypracovaná projektovou zložkou podniku Pozemné stavby, n. p. Žilina v r. 10/1962.

Stavba je situovaná v areáli školy na pozemku s parc. č. 879/1 a 879/2, LV 5417. Budova má tvar písmena **U**. Kratšie priečelie budovy s hlavným vstupom je situované zo strany východnej. Budova je riešená ako dvojtrakt s kombináciou pozdĺžnym a priečneho nosného systému, rozpon pre triedy s južnou orientáciou je 620 cm a rozpon chodbový (respírium) s hygienickým zázemím je 620 cm. Na dlhšej strane budovy na oboch koncoch z pozdĺžneho pôdorysu vystupujú dve schodišťové ramená. Budova je trojpodlažná bez suterénu.

Objekt je založený na pásoch z prostého betónu. Nosné konštrukcie tvoria stĺpy 45/60 cm a stredová nosná priečka hr. 60 cm. Na stĺpoch a stredovej priečke je uložený nosný systém prefabrikovaných nosných trámov so stropnými doskami PZD a monolitickými dobetónávkami. Výplňové obvodové murivo medzi nosnými stĺpmi je z dierovaných tehál CDm hr.37,5 cm. Priečky sú tehlové z dutých tehál. Schodišťa s označením A a B sú železobetónové, povrch opatrený liatym teracom hr. 2 cm.

Strešná konštrukcia je v skladbe: vnútorná vápenocementová omietka hr. 1,5 cm, stropné dosky PZD hr. 21,5, vyrovnávací škvárobetónová mazanina hr. 3,5 cm, parotesná zábrana, plynosilikátové dosky hr. 10 cm uložené do pieskového lôžka hr. 1,0 cm, popolčekový násyp v spáde 0 – 25 cm, perlitbetón hr. 3,0 cm, cementový poter hr. 2,0 cm a hydroizolačné živичné vrstvy (lepenka a Alfobit S 160, 2x jutové tkanivo, vrstvy IPA, Pebitus a PRD 500SH).90/70°C)

Podlahová konštrukcia na teréne je v skladbe: podkladný betón hr. 10 cm, izolácia proti zemnej vlhkosti, škvára v hr. 10 cm, betónová mazanina 5 cm, maltové lôžko 2 cm a nášľapná vrstva je z teracových dlaždíc hr. 2,5 cm. Podlahy na II. a III. NP v chodbách sú teracové, v hygienickom zázemí keramické a v kabinetoch a učebniach povlakové PVC.

3.	<p>Pohľady na budovu ZŠ II. stupeň</p> 
4.	<p>Výplňové konštrukcie obvodového plášťa budovy (v I.až III.NP okná vymenené v r.2002, I.NP okná s oceľovým rámom)</p> 

10.3. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla stavebných konštrukcií budovy v súčasnom stave

Tab.12 Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019

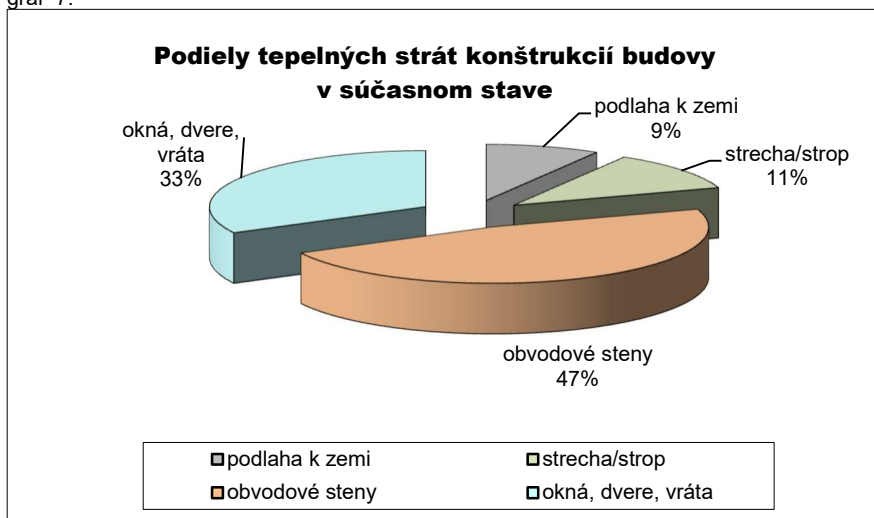
Typ konštrukcie	Hodnoty súčiniteľa prechodu tepla U_a [W/(m ² .K)]			Hodnotenie
	normalizované hodnoty od r.1946 – do r.1979	súčasnú platnú normalizované hodnoty od r.2021	vypočítané hodnoty pred obnovou budovy (r. 2021)	
Podlahová konštrukcia k zemi	1,5	0,452	0,333	vyhovuje
Obvodová stena	1, 2 ÷ 1,4	0,22	1,379	nevyhovuje
Strešná konštrukcia	1,0 ÷ 1,4	0,15	0,441	nevyhovuje
Výplňové konštrukcie	Okná	0,85	1,4 ÷ 3,7	nevyhovuje
	Svetlíky	1,2	-	-
	Dvere, vráta	≤ 2,0	1,7 ÷ 7,0	nevyhovuje

Z tepelnotechnického výpočtu potreby tepla na vykurovanie budovy za súčasného stavu konštrukcií teplovýmenného obalu budovy a porovnania s požiadavkami tepelnotechnických noriem je zrejmé, že hodnoty súčiniteľov prechodu tepla obvodovej steny, strechy a obvodových otvorových výplňových konštrukcií vypočítané na základe obliadky budovy a dostupných stavebných výkresov budovy už nevyhovujú súčasným požiadavkám platnej normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019 a legislatívnym predpisom. Ak má byť budova energeticky úsporná, musí byť vykonaná jej stavebná obnova. Podlahová konštrukcia za predpokladu, že nie je porušená vodorovná izolácia a nedochádza v konštrukcii ku vzliňaniu vlhkosti, je vyhovujúca (sondy na preukázanie pravdivosti úvahy však neboli realizované). Stavebné konštrukcie **nevyhovujú** kritériu minimálnych tepelnoizolačných vlastností.

10.4. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (súčasný stav)

V nasledujúcej tabuľke je vypočítaná potreba tepla na vykurovanie budovy v súčasnom stave (budova je čiastočne obnovená – pred 20-timi rokmi boli pôvodné drevené okná a vstupné dvere vymenené za plastové s izolačným dvojsklom $U_{ok} = 1,4$ [W/(m².K)]). Na ostatných konštrukciách boli realizované len udržiavacie stavebné práce (napr. oprava bitúmenových strešných vrstiev, klampiarske konštrukcie a pod.). Grafické vyjadrenie výpočtu ukazuje, že najväčšie tepelné straty sú cez obvodové steny a strešnú konštrukciu. Predstavujú stratu až 58% z celkovej energie na vykurovanie.

graf 7:



Energetické hodnotenie budovy v súčasnom stave:

Potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda: $Q_{h,nd} = 236\,451,00 \text{ kWh/a}$,

Merná potreba tepla: $E_1 = 33,0 > Q_{H,nd,r2,1} = 9,9 \text{ kWh/m}^3 \cdot \text{a}$

$E_2 = 118,9 > Q_{H,nd,r2,2} = 35,8 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

Stavebné konštrukcie budovy **nevyhovujú**.

Budova podľa vypočítanej mernej potreby tepla po čiastočnej realizácii stavebných opatrení **nevyhovuje** energetickému kritériu. Nevyhovujúce sú súčinitele konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019, čo sa prejavuje v zimnom období zvýšenou potrebou tepla na vykurovanie (budova nie je energeticky úsporná). Vypočítaná súčasná potreba tepla na vykurovanie budovy nespĺňa predpoklad energetickej hospodárnosti podľa kategórie budovy. Tepelné straty cez obvodové steny a okná predstavujú 80 % straty celej budovy. Budova je v triede energetickej hospodárnosti zaradená do skupiny „E“.

tab.13 Výpočet potreby tepla na vykurovanie +20°C - súčasný stav budovy A (reál pred opatreniami)

POSÚDENIE TEPELNEJ OCHRANY BUDOVY PODĽA STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2 : 2019				
budova :	ZŠ Vrútky - 2.stupeň	vlastník / nájomca :	mesto Vrútky	
Adresa :	Vrútky	poloha obce / miestnej časti :	Čachovský rad	
okres :	Martin	nadmorská výška :	381	
kraj :	Žilinský			
popis :	významná obnova			
vonkajšie klimatické podmienky	teplotná oblasť pre zimné obdobie :	3	podľa obr. A.1 STN 73 0540-3:2002	
	veterná oblasť :	1	podľa obr. A.2 STN 73 0540-3:2002	
	vonkajšia výpočtová teplota θ_e :	-15	°C	
	priemerná vonkajšia teplota cez vykurovacie obdobie θ_{em} :	3,64	°C	
	počet dní vykurovacieho obdobia d_n :	242	deň	
	dennostupne D :	3 464	K·deň	
vnútorné prostredie budovy	vnútorná teplota θ_i :	20	°C	
	relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu φ_i :	50	%	
parametre budovy	merná podlahová plocha A_b :	1 988,60	m ²	
	priemerná konštrukčná výška $h_{k,pr}$:	3,60	m	
	teplovýmenná plocha ΣA_i :	2 720,62	m ²	
	objem V_m :	5 727,2	m ³	
	obostavaný objem V_b :	7 158,9	m ³	
	faktor tvaru budovy $\Sigma A_i / V_b$:	0,38	1/m	
	priemerný súčiniteľ prechodu tepla U_m :	1,05	W / (m ² · K)	
	tepelná charakteristika budovy F_V :	0,52	W / (m ³ · K)	
Vypočítané hodnoty:				
Merná tepelná strata do nevykurovaných priestorov	$H_U =$	2 576,71	W/K	
Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov	$\Delta H_{TM} =$	272	W/K	
Merná tepelná strata prechodom	$H_{tr,adj} =$	2 849	W/K	236 821 kWh / a
Merná tepelná strata vetraním	$H_{ve,adj} =$	844,45	W/K	70 200 kWh / a
Celková merná tepelná strata	$H =$	3 693	W/K	307 022 kWh / a
Vnútorné tepelné zisky	$Q_{int} =$			40 472 kWh / a
Solárne tepelné zisky	$Q_{sol} =$			32 730 kWh / a
Celkové tepelné zisky	$Q_{h,gn} =$			73 202 kWh / a
Faktor využitia tepelných ziskov	$\eta =$			0,96
Potreba tepla na vykurovanie				
$Q_{h,nd} = Q_{tr} + Q_{ve} - \eta \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$	$Q_{h,nd} =$			236 451 kWh/a
Posúdenie energetického kritéria podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019				
	potreba tepla na vykurovanie $Q_{h,nd}$:	236 451	kWh/ a	
	merná potreba tepla na vykurovanie $E_1 = Q_{h,nd,1}$:	33,0	kWh/(m ³ · a)	
	merná potreba tepla na vykurovanie $E_2 = Q_{h,nd,2}$:	118,9	kWh/(m ² · a)	
Merná potreba tepla $Q_{H,nd,N}$ podľa tab.9 normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019	obnovovaných			
Normová hodnota $Q_{H,nd,r2,2}$ pre budovy obnovené	$Q_{H,nd,r2,2}$	9,95	kWh/(m ³ · a)	
Normová hodnota $Q_{H,nd,r2,1}$ pre budovy obnovené	$Q_{H,nd,r2,1}$	35,79	kWh/(m ² · a)	
Hodnotenie:	$E_1 = Q_{h,nd,1}$	33,0	>	$Q_{H,nd,r2,2}$
				9,9
				$E_2 = Q_{h,nd,2}$
				118,9
				>
				$Q_{H,nd,r2,1}$
				35,8
kritérium nie je splnené				
kritérium nie je splnené				

10.5. Popis opatrení na zníženie spotreby tepla na vykurovanie stavebnými úpravami budovy

V nasledujúcom texte sú popísané súčasné skladby stavebných konštrukcií a ich súčinitele prechodu tepla. Pri nevyhovujúcom súčiniteli prechodu tepla je odporúčané doplnenie skladby súčasného obvodového, strešného plášťa alebo podlahovej konštrukcie na teréne o výpočtom stanovené hrúbky zateplenia, aby boli dosiahnuté normou požadované vyhovujúce hodnoty súčiniteľa prechodu tepla. Taktiež sú odporúčané výmeny otvorových výplňových konštrukcií (okien, dverí).

1. Zvislé nosné konštrukcie

Obvodové konštrukcie budovy sú z tehál CDm hr. 350 mm v troch nadzemných podlažiach. Pôvodný obvodový plášť nebol za účelom zníženia tepelných strát doteraz doplňovaný o kontaktný zateplovací systém, ani neboli vykonané iné tepelnotechnické úpravy. Súčiniteľ prechodu tepla zvislých konštrukcií v súčasnom stave je: pre murivo I.NP až III. NP hr. 350 mm je $U = 1,379 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Táto hodnota nevyhovuje požiadavke normy. Podiel tepelných strát cez stavebné konštrukcie budovy je najvyšší práve cez obvodový plášť budovy (46%).

Návrh: Doplniť obvodový plášť budovy kontaktným zateplovacím systémom ETICS. Nová skladba obvodového plášťa bude tvorená pôvodným obvodovým plášťom z pálených tehál CDm hr. 350 mm a pridanou tepelnou izoláciou Nobasil FKD N Thermal hr. 150 mm s povrchovou úpravou fasádnou omietkou a farbou. Tepelná izolácia nadzemného muriva bude aplikovaná na všetkých priečeliach budovy od upraveného terénu až po strešnú konštrukciu v odporúčenej hrúbke 150 mm.

Hodnota súčiniteľa prechodu tepla obvodového plášťa po zateplení bude: $U = 0,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Navrhovaná úprava vyhovuje požiadavkám platnej normy pre r.2021 pre normalizovanú hodnotu aj pre odporúčanú hodnotu. Izolovať murivo tepelnou izoláciou väčšej hrúbky ako 150 mm je síce technicky realizovateľné, ale vzhľadom na dlhodobý potenciál úspory tepla nákladovo neprímerané. Odporúčame izoláciu hr. 150 mm.

2. Strešná konštrukcia

Hodnota súčiniteľa prechodu tepla strešnej konštrukcie vypočítaná na základe opísanej skladby strešného plášťa je $U = 0,441 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Hodnota tohoto súčiniteľa prechodu tepla nedosahuje normou predpísané hodnoty. Nie je aplikovaná v dostatočnej hrúbke tepelná izolácia. Dôsledkom tohto stavu je zvýšená spotreba zemného plynu v zimnom období a naopak nadmerné prehrievanie interiéru budovy v letnom období, čo je stav horší, ako v zime (priestor musí byť vychladzovaný priečnym prevetrávaním, čo spôsobuje vírenie prachu v interiéri budovy a nepriaznivo pôsobí na zdravotný stav osôb).

Návrh: Strešnú konštrukciu doplniť tepelnou izoláciou hr. 300 mm s hodnotou súčiniteľa prechodu tepla $U = 0,037 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (napr. kombináciou NOBASIL DDP-U, ktorý je určený na tepelnú, zvukovú a protipožiarnu izoláciu plochých jednoplášťových striech a NOBASIL DDP BITF, ktorý zabezpečí po o-sadení, že konštrukcia strechy je okamžite spôsobilá na krátkodobé užívanie). Úprava strešnej konštrukcie bude vyžadovať aj nastavenie atiky. Hodnota súčiniteľa prechodu tepla strešného plášťa po zateplení bude: $U = 0,096 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Navrhovaná úprava vyhovuje požiadavkám platnej normy pre r.2021 pre normalizovanú hodnotu aj pre odporúčanú hodnotu.

3. Podlahová konštrukcia

Podlaha na teréne je pôvodná a pri tepelnotechnických výpočtoch existujúceho stavu bola uvažovaná skladba len predpokladaná, tzn. aká mohla byť konštrukcia v dobe výstavby. Hodnota súčiniteľa prechodu tepla podlahovej konštrukcie (ak je splnený predpoklad zloženia vrstiev podlahy na teréne)

je $U = 0,323 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, čo je hodnota vyhovujúca, tepelná strata je 26 % zo straty celej budovy. Podlaha na teréne je podľa výpočtu klasifikovaná ako neizolovaná alebo mierne izolovaná.

Návrh: Pri rekonštrukcii budovy podlahovú konštrukciu odporúčame ponechať v súčasnom stave, bez stavebného zásahu (skladbu podlahových vrstiev však odporúčame pri realizácii projektovej dokumentácie preveriť).

4. Výplňové vonkajšie konštrukcie v obvodovom plášti budovy

Pôvodné nevyhovujúce drevené otvorové výplňové konštrukcie obvodového plášťa boli v r.2002 vymenené. Súčinitele prechodu tepla existujúcich výplňových obvodových konštrukcií majú hodnoty: plastové okná s dvojsklom $U = 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, vstupné dvere plastové s dvojsklom $U = 2,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Okná a vráta do kotolne v hospodárskej časti budovy sú s oceľovým rámom, okná s jednoduchým zasklením $U = 7,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, vráta avedľajšie dvere nezateplené $U = 7,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Tieto výplňové konštrukcie obvodového plášťa s uvedenými hodnotami sú podľa normy nevyhovujúce.

Návrh: Oceľové okná s jednoduchým zasklení vymeniť za okná s plastovým rámom a dvojsklom (pre hospodársku časť budovy je toto riešenie vyhovujúce), hodnota súčiniteľa prechodu tepla je: $U = 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Oceľové vráta nahradiť sekcionálnou bránou s dvojtennými oceľovými lamelami LPU s polyuretánovou výplňou, hrúbka lamely 42 mm. Vedľajšie dvere na rýchle vyťahnutie predmetov z kotolne (aby nebolo nutné otvárať bránu) budú vzhľadovo rovnaké ako sekcionálna brána. Hodnota súčiniteľa prechodu tepla dverí a brány je: $U = 0,62 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Ostatné okná v obvodovom plášti taktiež vymeniť za okná s plastovým rámom a trojsklom $U = 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

10.6. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy pre realizáciu stavebnej obnovy

Nové tepelnotechnické hodnoty konštrukcií teplovýmenného obalu budovy pre realizovanie odporúčanej stavebnej obnovy sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tab.14 Hodnoty súčiniteľov konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019 po odporúčanej stavebnej obnove

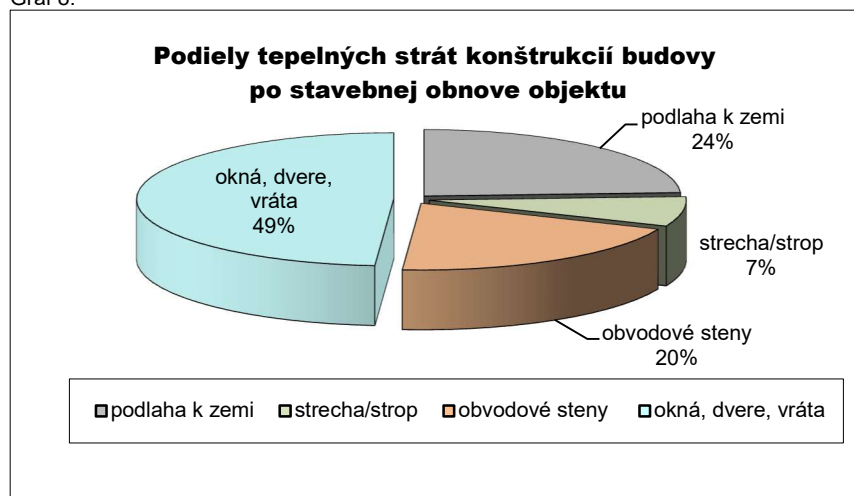
Typ konštrukcie	Hodnoty súčiniteľa prechodu tepla U_a [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$]			Hodnotenie
	normalizované hodnoty od r.1946 – do r.1979	súčasnú platnú normalizovanú hodnotu od r.2021	vypočítané hodnoty po realizácii stavebnej obnovy	
Podlahová konštrukcia k zemi	1,5	0,452	0,323	vyhovuje
Obvodová stena	1, 2 + 1,4	0,22	0,20	vyhovuje
Strešná konštrukcia	1,0 + 1,4	0,15	0,096	vyhovuje
Výplňové konštrukcie	Okná	0,85	0,8	vyhovuje
	Svetlíky	1,2	-	-
	Dvere, vráta	$\leq 2,0$	0,62 + 1,4	vyhovuje

Odporúčané hodnoty súčiniteľa prechodu tepla vyhovujú súčasným požiadavkám platnej normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019 a legislatívnym predpisom. Stavebné konštrukcie **vyhovujú** kritériu minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií.

10.7. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (stav po realizácii stavebnej obnovy)

Realizáciou odporúčených stavebných úprav (zateplenie konštrukcií teplovýmenného obalu budovy) je vypočítaná potreba tepla na vykurovanie stanovená mesačnou metódou nižšia, čo sa prejaví v úspore plynu na vykurovanie v zimnom období.

Graf 8:



Tab.15 Výpočet potreby tepla na vykurovanie +20°C - stav po realizácii odporúčenej stavebnej obnovy A (reál po opatreniach)

POSÚDENIE TEPELNEJ OCHRANY BUDOVY PODĽA STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2 : 2019											
budova :	ZŠ Vrútky - 2.stupeň	vlastník / nájomca :	mesto Vrútky								
Adresa :	Vrútky	poloha obce / miestnej časti :	Čachovský rad								
okres :	Martin	nadmorská výška :	381,0 m.n.m.								
kraj :	Žilinský										
popis:	významná obnova										
vonkajšie klimatické podmienky	teplotná oblasť pre zimné obdobie :	3	podľa obr. A.1 STN 73 0540-3:2002								
	veterná oblasť :	1	podľa obr. A.2 STN 73 0540-3:2002								
	vonkajšia výpočtová teplota θ_e :	-15	°C								
	priemerná vonkajšia teplota cez vykurovacie obdobie θ_{em} :	3,64	°C								
	počet dní vykurovacieho obdobia d_n :	242	deň								
	dennostupne D :	3 464	K·deň								
vnútorné prostredie budovy	vnútorná teplota θ_i :	20	°C								
	relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu ϕ_i :	50	%								
parametre budovy	merná podlahová plocha A_b :	2 022,67	m ²								
	priemerná konštrukčná výška $h_{k,pr}$:	3,60	m								
	teplovýmenná plocha ΣA_i :	2 753,73	m ²								
	objem V_m :	5 825,3	m ³								
	obostavaný objem V_b :	7 281,6	m ³								
	faktor tvaru budovy $\Sigma A_i / V_b$:	0,38	1/m								
	priemerný súčiniteľ prechodu tepla U_m :	0,38	W / (m ² · K)								
	tepelná charakteristika budovy FV :	0,25	W / (m ³ · K)								
Vypočítané hodnoty:											
Merná tepelná strata do nevykurovaných priestorov	$H_U =$	903,26	W/K								
Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov	$\Delta H_{TM} =$	136	W/K								
Merná tepelná strata prechodom	$H_{tr,adj} =$	1 039	W/K	86 397 kWh / a							
Merná tepelná strata vetraním	$H_{ve,adj} =$	812,85	W/K	67 573 kWh / a							
Celková merná tepelná strata	$H =$	1 852	W/K	153 970 kWh / a							
Vnútorné tepelné zisky	$Q_{int} =$			61 748 kWh / a							
Solárne tepelné zisky	$Q_{sol} =$			32 730 kWh / a							
Celkové tepelné zisky	$Q_{h,gn} =$			94 478 kWh / a							
Faktor využitia tepelných ziskov	$\eta =$			0,90							
Potreba tepla na vykurovanie											
$Q_{h,nd} = Q_{tr} + Q_{ve} - \eta \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$	$Q_{h,nd} =$			69 360 kWh/a							
Posúdenie energetického kritéria podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019											
	potreba tepla na vykurovanie $Q_{h,nd}$:	69 360	kWh/ a								
	merná potreba tepla na vykurovanie E_1 :	9,5	kWh/(m ³ · a)								
	merná potreba tepla na vykurovanie E_2 :	34,3	kWh/(m ² · a)								
Merná potreba tepla $Q_{H,nd,N}$ podľa tab.9 normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019	obnovovanú										
Normová hodnota E_{1N} pre budovy obnovované	$Q_{H,nd,r2,2}$	9,95	kWh/(m ³ · a)								
Normová hodnota E_{2N} pre budovy obnovované	$Q_{H,nd,r2,1}$	35,79	kWh/(m ² · a)								
Hodnotenie:	E_1	9,5	<	$Q_{H,nd,r2,2}$	9,9	<	E_2	34,3	<	$Q_{H,nd,r2,1}$	35,8
	kritérium je splnené			kritérium je splnené							

Energetické hodnotenie budovy po realizácii odporúčenej stavebnej obnovy:

Potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda: $Q_{h,nd} = 69\,360 \text{ kWh/a}$,

Merná potreba tepla: $E_1 = 9,5 < 9,9 \text{ kWh/m}^3 \cdot \text{a}$,
 $E_2 = 34,3 < 35,8 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

Budova podľa vypočítanej mernej potreby tepla spĺňa energetické kritérium. Po odporúčenej realizácii stavebných opatrení **vyhovuje** požiadavke mernej potreby tepla a podľa normy vyhovujú aj hodnoty súčiniteľov konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019.

Budova po realizácii odporúčenej stavebnej obnovy bude vykazovať hodnoty potrebné na splnenie normalizovanej (požadovanej) hodnoty na energetickú hospodárnosť budovy v kWh/m².

Vypočítaná potreba tepla na vykurovanie budovy po stavebnej obnove spĺňa predpoklad energetickej hospodárnosti budovy podľa kategórie budovy. Budova bude v triede energetickej hospodárnosti zaradená do skupiny „B“.

Tab.16 Škála energetických tried pre potrebu tepla na vykurovanie v kWh/(m².a)

Miesto spotreby	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
Vykurovanie	rodinné domy	≤42	43-86	87-129	130-172	173-215	216-258	>258
	bytové domy	≤27	28-35	54-80	81-106	107-133	134-159	>159
	administratívne budovy	≤28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	>168
	budovy škôl a školských zariadení	≤28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	>168
	budovy nemocníc	≤35	36-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	budovy hotelov a reštaurácií	≤36	37-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤33	34-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤33	34-65	66-98	99-130	131-163	164-195	>195

symbol označujúci nový stav
vyhovujúci



symbol označujúci pôvodný stav
nevyhovujúci



10.8. Vyhodnotenie plnenia požadovaných kritérií stavebných konštrukcií po odporúčenej stavebnej obnove

- Kritérium **minimálnych tepelnoizolačných vlastností** stavebnej konštrukcie uvedené v predchádzajúcich častiach prílohy auditu (hodnoty súčiniteľa prechodu konštrukcie U - tab1. tab.2 normy) sú **splnené**.
- Kritérium **minimálnej teploty vnútorného povrchu** (hygienické kritérium)
 $\Delta\theta_{si} \geq \Delta\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,5 + 0,5 = 13,1 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\Delta\theta_{si} = 17,43 \geq 13,1 \text{ }^\circ\text{C}$
Kritérium minimálnej teploty vnútorného povrchu konštrukcie je **splnené**.
- Kritérium **minimálnej priemernej výmeny vzduchu** v budove (kritérium výmeny vzduchu)
 $n \geq n_N [1/h]$ $n = 0,553 \geq n_N = 0,5 [1/h]$
Kritérium minimálnej priemernej výmeny vzduchu v budove je **splnené**.
- Energetické kritérium
 $Q_{h,nd} \leq Q_{H,nd,N}$ $Q_{h,nd} = 33,0 \leq 35,8 \text{ [kWh/m}^2 \cdot \text{a]}$
Energetické kritérium je **splnené**.
- Predpoklad splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov
 $Q_{r3,EP} = 34,96 \leq Q_{H,nd,N} = 35,8 \text{ [kWh/m}^2 \cdot \text{a]}$
Kritérium je **splnené**.

Tab. 17 Vyhodnotenie kritérií podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019

Kritérium	Normalizovaná hodnota	Hodnota		Vyhodnotenie
		súčasný stav	stav po obnove	
Súčiniteľ prechodu tepla ($U_{r,2}$)	viď príloha č. 6			vyhovuje
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy ($U_{e,m}$)	0,33	1,254	0,253	vyhovuje
Najnižšia povrchová teplota konštrukcie (θ_{si})	13,12		17,43	vyhovuje
Priemerná výmena vzduchu (n)	0,5	0,553	0,532	vyhovuje
Merná potreba tepla ($Q_{H,nd,r,2,1}$)	35,8	118,9	34,3	vyhovuje

11. Objekt B – budova prístavby školy I. stupeň (1 až 4 ročník)

Budova patrí do komplexu základnej školy. Je určená pre vzdelávanie žiakov I. stupňa (1 – 4 ročník). Okrem priestorov na vzdelávanie (učební), hygienického zázemia a šatní (pre chlapcov a dievčatá) sú v budove vyčlenené priestory aj pre administratívne činnosti (hospodárka a iné). Na východnú časť objektu je po úroveň II.NP dilatálnou tepelne izolovanou medzerou prístavený objekt dielni.

11.1. Klimatické podmienky, geometrické parametre budovy

Tab.18 Klimatické podmienky a lokalizácia budovy

Vrútky	Označenie	Normalizované hodnotenie	Upravené hodnotenie
Nadmorská výška	(m.n.m)	381	381
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	θ_e	-15	-15
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (ms^{-1})	v	-	< 2,0
Vnútorňá výpočtová teplota (°C)	θ_i	18,4	20
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (0°C)	θ_e	3,86	3,64
Priemerný počet vykurovacích dní	d	212	242
Priemerný počet dennostupňov	D	3 082	3 959
Relatívna vlhkosť vzduchu vonkajšia	φ	80%	80%
Relatívna vlhkosť vzduchu vnútorňá	φ	50%	50%
Bezpečnostná prírážka zohľadňujúca spôsob vykurovania (°C)	$\Delta\theta_{si}$	0,5	0,5
Kritická povrchová teplota na vznik plesní (°C)	$\theta_{si,80}$	13,12	17,43
Teplota rosného bodu (°C)	θ_e	9,26	9,3

Tab.19 Geometrické parametre objektu

Parameter	Označenie	Hodnota
Celková zastavaná plocha (m^2)	A	408,24
Obvod zastavanej plochy (m)	P	91,50
Obostavaný vykurovaný objem (m^3)	V_b	4 653,9
Celková podlahová plocha (m^2)	A_b	1 224,72
Ochladzovaná obalová konštrukcia (m^2)	ΣA_i	1859,58
Faktor tvaru budovy (m^{-1})	$\Sigma A_i/V_b$	0,40
Počet nadzemných podlaží	1	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m)	$h_{k,pr}$	3,80
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,96

11.2. Opis súčasného stavu budovy - stavebná časť

Projektová dokumentácia bola vypracovaná Okresným stavebným podnikom Martin v r. 12/1976. Stavba je situovaná v areáli školy na pozemku s parc. č. 870/8 a 877/2, LV 1876. Budova je obdĺžnikového pôdorysu. Hlavné priečelie budovy s hlavným vstupom je situované zo strany južnej. Budova je riešená ako dvojtrakt s pozdĺžnym nosným systémom, rozpon pre triedy je 660 cm a rozpon chodbový s hygienickým zázemím je 450 cm. Budova je trojpodlažná bez suterénu.

Objekt je založený na pásoch z prostého betónu. Nosné konštrukcie tvoria stĺpy 45/60 cm a výplň je z tehloblokov. Priečky sú tehlové z dutých tehál. Obvodový plášť je montovaný z keramických paneloblokov hr.32 cm. Budova bola realizovaná ako prístavba dielni a od budovy dielni je dilatovaná dilatálnou škárou vyplnenou rohožou zo sklenenej vaty hr. 2,5 cm.

Stropy sú prefabrikované z PZD panelov a doplnené monolitickými železobetónovými dobetonávkami v miestach s inštaláciami otvorov. Schodišťa sú železobetónové, povrch opatrený liatym teracom hr. 2 cm. Pôvodné drevené okná a dvere v obvodovom plášti objektu sú plastové, menené v roku 2002.

Dvojplášťová, odvetrávaná strešná konštrukcia je v skladbe: vnútorná vápenocementová omietka hr. 1,5 cm, stropné dosky PZD hr. 21,5, vyrovnávacia škvárobotónová mazanina hr. 3,5 cm, parotesná zábrana, plynosilikátové dosky hr. 10 cm uložené do pieskového lôžka hr. 1,0 cm, popolčekový násyp v spáde 0 – 25 cm, perlitbetón hr. 3,0 cm, cementový poter hr. 2,0 cm a hydroizolačné živичné vrstvy (lepenka a Alfobit S 160, vrstvy IPA, Pebitus a PRD 500SH).

Podlahová konštrukcia na teréne je v skladbe: podkladný betón hr. 10 cm, izolácia proti zemnej vlhkosti, škvárový násyp hr. 8 cm, betónová mazanina 10 cm, maltové lôžko 2 cm a nášlapná vrstva je z teracových dlaždíc hr. 2,5 cm. Podlahy na II. a III. NP v chodbách sú teracové, v hygienickom zázemí keramické a v kabinetoch a učebniach podlahové PVC.



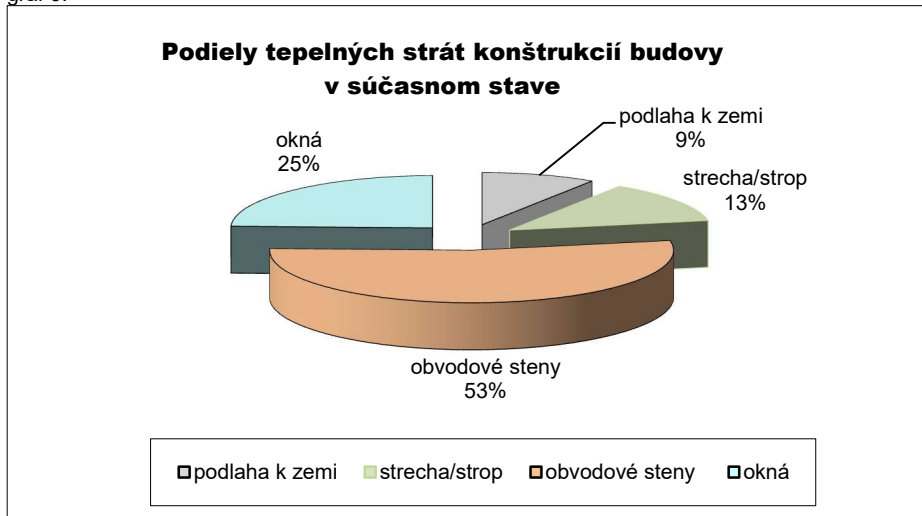
11.3. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy v súčasnom stave

Tab. 20 Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019

Typ konštrukcie	Hodnoty súčiniteľa prechodu tepla U_a [W/(m ² .K)]			Hodnotenie
	normalizované hodnoty od r.1946 – do r.1979	súčasnú platnú normalizované hodnoty od r.2021	vypočítané hodnoty pred obnovou budovy (r. 2021)	
Podlahová konštrukcia k zemi	1,5	0,452	0,376	vyhovuje
Obvodová stena	1, 2 ÷ 1,4	0,22	1,184	nevyhovuje
Strešná konštrukcia	1,0 ÷ 1,4	0,15	0,527	nevyhovuje
Výplňové konštrukcie	Okná	0,85	1,4 ÷ 3,7	nevyhovuje
	Svetlíky	1,2	-	-
	Dvere, vráta	≤ 2,0	1,7 ÷ 7,0	nevyhovuje

Z tabuľky je zrejmé, že hodnoty súčiniteľov prechodu tepla obvodovej steny, strechy a obvodových otvorových výplňových konštrukcií vypočítané na základe obliadky budovy a dostupných stavebných výkresov budovy už nevyhovujú súčasným požiadavkám platnej normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019 a legislatívnym predpisom. Ak má byť budova energeticky úsporná, musí byť vykonaná jej stavebná obnova. Stavebné konštrukcie **nevyhovujú** kritériu minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií.

graf 9:



Tepelné straty cez obvodové steny a strešnú konštrukciu predstavujú 66% z celkovej energie na vykurovanie.

11.4. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (súčasný stav)

V nasledujúcej tabuľke je vypočítaná potreba tepla na vykurovanie budovy v súčasnom stave (budova je čiastočne obnovená – pred 20-timi rokmi boli pôvodné drevené okná a vstupné dvere vymenené za plastové s izolačným dvojsklom $U_{ok} = 1,4$ [W/(m².K)]). Na ostatných konštrukciách boli realizované len udržiavacie stavebné práce (napr. oprava bitúmenových strešných vrstiev, klampiarske konštrukcie a pod.)

Energetické hodnotenie budovy v súčasnom stave:

Potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda: $Q_{h,nd} = 148\,522,00$ kWh/a,

Merná potreba tepla: $E_1 = 31,9 > Q_{H,nd,r2,1} = 13,8$ kWh/m³.a

$E_2 = 121,3 > Q_{H,nd,r2,2} = 38,7$ kWh/m².a

Stavebné konštrukcie budovy **nevyhovujú**.

Budova podľa vypočítanej mernej potreby tepla po čiastočnej realizácii stavebných opatrení (ktoré sú uvedené vyššie) **nevyhovuje** energetickému kritériu. Vypočítaná súčasná potreba tepla na vykurovanie budovy nespĺňa predpoklad energetickej hospodárnosti podľa kategórie budovy. Tepelné straty cez obvodové steny a okná predstavujú 78 % straty celej budovy. Budova je v triede energetickej hospodárnosti zaradená do skupiny „E“.

tab.21 Výpočet potreby tepla na vykurovanie +20°C - súčasný stav budovy B (reál pred opatreniami)

POSÚDENIE TEPELNEJ OCHRANY BUDOVY PODĽA STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2 : 2019				
budova :	ZŠ Vrútky - 1.stupeň	vlastník / nájomca :	mesto Vrútky	
Adresa :	Vrútky	poloha obce / miestnej časti :	Čachovský rad	
okres :	Martin	nadmorská výška :	381,0 m.n.m.	
kraj :	Žilinský			
popis :	významná obnova			
vonkajšie klimatické podmienky	teplotná oblasť pre zimné obdobie :	3	podľa obr. A.1 STN 73 0540-3:2002	
	veterná oblasť :	1	podľa obr. A.2 STN 73 0540-3:2002	
	vonkajšia výpočtová teplota θ_e :	-15	°C	
	priemerná vonkajšia teplota cez vykurovacie obdobie θ_{em} :	3,64	°C	
	počet dní vykurovacieho obdobia d_n :	242 dní	deň	
	dennošupne D :	3 959	K·deň	
vnútorné prostredie budovy	vnútorná teplota θ_i :	20	°C	
	relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu ϕ_i :	50	%	
parametre budovy	merná podlahová plocha A_b :	1 224,72	m ²	
	priemerná konštrukčná výška $h_{k,pr}$:	3,80	m	
	teplovýmenná plocha ΣA_i :	1 859,58	m ²	
	objem V_m :	3 723,1	m ³	
	obostavaný objem V_b :	4 653,9	m ³	
	faktor tvaru budovy $\Sigma A_i / V_b$:	0,40	1/m	
	priemerný súčiniteľ prechodu tepla U_m :	1,00	W / (m ² · K)	
	tepelná charakteristika budovy F_V :	0,51	W / (m ³ · K)	
Vypočítané hodnoty:				
Merná tepelná strata do nevýkurovaných priestorov	$H_U =$	1 671,22	W/K	
Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov	$\Delta H_{TM} =$	186	W/K	
Merná tepelná strata prechodom	$H_{tr,adj} =$	1 857	W/K	154 389 kWh / a
Merná tepelná strata vetraním	$H_{ve,adj} =$	496,37	W/K	41 264 kWh / a
Celková merná tepelná strata	$H =$	2 354	W/K	195 653 kWh / a
Vnútorné tepelné zisky	$Q_{int} =$			24 926 kWh / a
Solárne tepelné zisky	$Q_{sol} =$			24 210 kWh / a
Celkové tepelné zisky	$Q_{h,gn} =$			49 135 kWh / a
Faktor využitia tepelných ziskov	$\eta =$			0,96
Potreba tepla na vykurovanie				
$Q_{h,nd} = Q_{tr} + Q_{ve} - \eta \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$	$Q_{h,nd} =$			148 522 kWh/a
Posúdenie energetického kritéria podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019				
	potreba tepla na vykurovanie $Q_{h,nd}$:	148 522	kWh / a	
	merná potreba tepla na vykurovanie E_1 :	31,9	kWh/(m ³ · a)	
	merná potreba tepla na vykurovanie E_2 :	121,3	kWh/(m ² · a)	
Merná potreba tepla $Q_{H,nd,N}$ podľa tab.9 normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019			obnovovaný	
Normová hodnota E_{1N} pre budovy nové	$Q_{H,nd,r2,2}$	13,8	kWh/(m ³ · a)	
Normová hodnota E_{2N} pre budovy nové	$Q_{H,nd,r2,1}$	38,7	kWh/(m ² · a)	
Hodnotenie:	E_1	$Q_{H,nd,r2,2}$	E_2	$Q_{H,nd,r2,1}$
	31,9	13,8	121,3	38,7
	>		>	
	kritérium nie je splnené		kritérium nie je splnené	

11.5. Popis opatrení na zníženie spotreby tepla na vykurovanie stavebnými úpravami budovy

Pre zníženie nárokov na potrebu tepla budovy na vykurovanie, zlepšenie tepelnej pohody boli už realizované niektoré stavebné opatrenia (okná a dvere boli vymenené v r.2002), avšak podľa v súčasnosti platnej STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019 sú opatrenia už nevyhovujúce. Za tohoto stavu sa však zvyšujú nároky najmä na objem nakupovaného zemného plynu a pri jeho transformácii na teplo sa zvyšuje aj produkcia emisií do ovzdušia, najviac produkcia CO₂.

Pre splnenie normatívnych požiadaviek stanovených normou sa odporúča pri celej rekonštrukcii

1. Zvislé nosné konštrukcie

Obvodové konštrukcie budovy sú montované z keramických paneloblokov hr. 320 mm v troch nadzemných podlažiach. Pôvodný obvodový plášť nebol za účelom zníženia tepelných strát doteraz doplnovaný o kontaktný zateplovací systém, ani neboli vykonané iné tepelnotechnické úpravy. Súčiniteľ prechodu tepla zvislých konštrukcií v súčasnom stave je: pre murivo I.NP až III. NP hr. 350 mm je $U = 1,184 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Táto hodnota nevyhovuje požiadavke normy. Podiel tepelných strát cez stavebné konštrukcie budovy je najvyšší práve cez obvodový plášť budovy (53%).

Návrh: Doplniť obvodový plášť budovy kontaktným zateplovacím systémom ETICS. Nová skladba obvodového plášťa bude tvorená pôvodným obvodovým plášťom z keramických paneloblokov hr. 320 mm a pridanou tepelnou izoláciou Nobasil FKD N Thermal hr.150 mm s povrchovou úpravou fasádnou omietkou a farbou.

Tepelná izolácia nadzemného muriva bude aplikovaná na všetkých priečeliach budovy od upraveného terénu až po strešnú konštrukciu v odporúčenej hrúbke 150 mm.

Hodnota súčiniteľa prechodu tepla obvodového plášťa po zateplení bude: $U = 0,195 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Navrhovaná úprava vyhovuje požiadavkám platnej normy pre r.2021 pre normalizovanú hodnotu aj pre odporúčanú hodnotu. Izolovať murivo tepelnou izoláciou väčšej hrúbky ako 150 mm je síce technicky realizovateľné, ale vzhľadom na dlhodobý potenciál úspory tepla nákladovo neprímerané. Odporúčame izoláciu hr. 150 mm.

2. Strešná konštrukcia

Hodnota súčiniteľa prechodu tepla strešnej konštrukcie vypočítaná na základe opísanej skladby strešného plášťa je $U = 0,527 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Hodnota tohoto súčiniteľa prechodu tepla nedosahuje normou predpísané hodnoty. Nie je aplikovaná v dostatočnej hrúbke tepelná izolácia. Dôsledkom tohto stavu je zvýšená spotreba zemného plynu v zimnom období a naopak nadmerné prehrievanie interiéru budovy v letnom období, čo je stav horší, ako v zime (priestor musí byť vychladzovaný priečnym prevetrávaním, čo spôsobuje vírenie prachu v interiéri budovy a nepriaznivo pôsobí na zdravotný stav osôb v tomto priestore).

Návrh: Strešnú konštrukciu doplniť tepelnou izoláciou hr. 200 mm s hodnotou súčiniteľa prechodu tepla $U = 0,037 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (napr. kombináciou NOBASIL DDP-U, ktorý je určený na tepelnú, zvukovú a protipožiarnu izoláciu plochých jednoplášťových striech a NOBASIL DDP BITF, ktorý zabezpečí po o-sadení, že konštrukcia strechy je okamžite spôsobilá na krátkodobé užívanie). Úprava strešnej konštrukcie bude vyžadovať aj nastavenie atiky. Hodnota súčiniteľa prechodu tepla strešného plášťa po zateplení bude: $U = 0,137 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Navrhovaná úprava vyhovuje požiadavkám platnej normy pre r.2021 pre normalizovanú hodnotu aj pre odporúčanú hodnotu.

3. Podlahová konštrukcia

Podlaha na teréne je pôvodná a pri tepelnotechnických výpočtoch existujúceho stavu bola uvažovaná skladba len predpokladaná, tzn. aká mohla byť konštrukcia v dobe výstavby. Hodnota súčiniteľa prechodu tepla podlahovej konštrukcie (ak je splnený predpoklad zloženia vrstiev podlahy na teréne) je $U = 0,359 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, čo je hodnota vyhovujúca, tepelná strata je 27 % zo straty celej budovy. Podlaha na teréne je podľa výpočtu klasifikovaná ako neizolovaná alebo mierne izolovaná.

Návrh: Pri rekonštrukcii budovy podlahovú konštrukciu ponechať v súčasnom stave, bez stavebného zásahu (skladbu podlahových vrstiev však odporúčame pri realizácii projektovej dokumentácie preveriť).

4. Výplňové vonkajšie konštrukcie v obvodovom plášti budovy

Pôvodné nevyhovujúce drevené otvorové výplňové konštrukcie obvodového plášťa boli v r.2002 vymenené. Súčinitele prechodu tepla existujúcich výplňových obvodových konštrukcií majú hodnoty: plastové okná s dvojsklom $U = 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, vstupné dvere plastové s dvojsklom $U = 2,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Tieto výplňové konštrukcie obvodového plášťa s uvedenými hodnotami sú podľa normy nevyhovujúce.

Návrh: Hodnota súčiniteľa prechodu tepla dverí je: $U = 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Okná v obvodovom plášti taktiež vymeniť za okná s plastovým rámom a trojsklom $U = 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

11.6. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy pre realizáciu stavebnej obnovy

Nové tepelnotechnické hodnoty konštrukcií teplovýmenného obalu budovy pre realizovanie odporúčanej stavebnej obnovy sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tab.22 Hodnoty súčiniteľov konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019

po odporúčanej stavebnej obnove

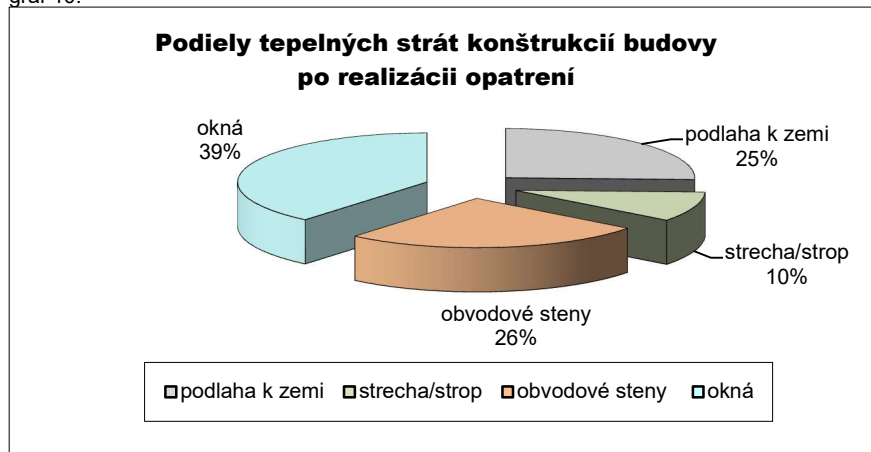
Typ konštrukcie	Hodnoty súčiniteľa prechodu tepla U_a [W/(m ² .K)]			Hodnotenie
	normalizované hodnoty od r.1946 – do r.1979	súčasnú platnú normalizovanú hodnotu od r.2021	vypočítané hodnoty po realizácii stavebnej obnovy	
Podlahová konštrukcia k zemi	1,5	0,452	0,359	vyhovuje
Obvodová stena	1, 2 + 1,4	0,22	0,195	vyhovuje
Strešná konštrukcia	1,0 ÷ 1,4	0,15	0,137	vyhovuje
Výplňové konštrukcie	Okná	0,85	0,7	vyhovuje
	Svetlíky	1,2	-	-
	Dvere, vráta	≤ 2,0	0,8	vyhovuje

Odporúčané hodnoty súčiniteľa prechodu tepla vyhovujú súčasným požiadavkám platnej normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019 a legislatívnym predpisom. Stavebné konštrukcie **vyhovujú** kritériu minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií.

11.7. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (stav po realizácii stavebnej obnovy)

Realizáciou odporúčaných stavebných úprav (zateplenie konštrukcií teplovýmenného obalu budovy) je vypočítaná potreba tepla na vykurovanie stanovená mesačnou metódou nižšia, čo sa prejaví v úspore plynu na vykurovanie v zimnom období. Opatrenia na zníženie spotreby tepla na vykurovanie stavebnými úpravami budovy sú popísané v predchádzajúcich častiach správy z energetického auditu.

graf 10:



Energetické hodnotenie budovy po realizácii odporúčanej stavebnej obnovy:

Potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda: $Q_h = 42\,633 \text{ kWh/a}$,

Merná potreba tepla: $E_1 = 8,8 < 13,8 \text{ kWh/m}^3 \cdot \text{a}$, $E_2 = 33,6 < 38,7 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

Tab.23 Výpočet potreby tepla na vykurovanie +20°C - stav po realizácii odporúčenej stavebnej obnovy B (reál po opatreniach)

POSÚDENIE TEPELNEJ OCHRANY BUDOVY PODĽA STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2 : 2019											
budova :	ZŠ Vrútky - 1.stupeň	vlastník / nájomca :	mesto Vrútky								
Adresa :	Vrútky	poloha obce / miestnej časti :	Čachovský rad								
okres :	Martin	nadmorská výška :	381,0 m.n.m.								
kraj :	Žilinský										
popis :	významná obnova										
vonkajšie klimatické podmienky	teplotná oblasť pre zimné obdobie :	3	podľa obr. A.1 STN 73 0540-3:2002								
	veterná oblasť :	1	podľa obr. A.2 STN 73 0540-3:2002								
	vonkajšia výpočtová teplota θ_e :	-15	°C								
	priemerná vonkajšia teplota cez vykurovacie obdobie θ_{em} :	4,81	°C								
	počet dní vykurovacieho obdobia d_n :	242 dní	deň								
	dennostupne D :	3 959	K·deň								
vnútorné prostredie budovy	vnútorná teplota θ_i :	20	°C								
	relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu φ_i :	50	%								
parametre budovy	merná podlahová plocha A_b :	1 268,95	m ²								
	priemerná konštrukčná výška $h_{k,pr}$:	3,80	m								
	teplovýmenná plocha ΣA_i :	1 917,34	m ²								
	objem V_m :	3 857,6	m ³								
	obostavaný objem V_b :	4 822,0	m ³								
	faktor tvaru budovy $\Sigma A_i / V_b$:	0,40	1/m								
	priemerný súčiniteľ prechodu tepla U_m :	0,36	W / (m ² · K)								
	tepelná charakteristika budovy F_V :	0,25	W / (m ³ · K)								
Vypočítané hodnoty:											
Merná tepelná strata do nevykurovaných priestorov	$H_U =$	593,33	W/K								
Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov	$\Delta H_{TM} =$	93	W/K								
Merná tepelná strata prechodom	$H_{tr,adj} =$	686	W/K	57 053 kWh / a							
Merná tepelná strata vetraním	$H_{ve,adj} =$	496,37	W/K	41 264 kWh / a							
Celková merná tepelná strata	$H =$	1 183	W/K	98 317 kWh / a							
Vnútorné tepelné zisky	$O_{int} =$			38 738 kWh / a							
Solárne tepelné zisky	$Q_{sol} =$			24 210 kWh / a							
Celkové tepelné zisky	$Q_{h,gn} =$			62 948 kWh / a							
Faktor využitia tepelných ziskov	$\eta =$			0,88							
Potreba tepla na vykurovanie											
$Q_{h,nd} = Q_{tr} + Q_{ve} - \eta \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$	$Q_{h,nd} =$			42 633 kWh/a							
Posúdenie energetického kritéria podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019											
	potreba tepla na vykurovanie $Q_{h,nd}$:	42 633	kWh/ a								
	merná potreba tepla na vykurovanie E_1 :	8,8	kWh/(m ³ · a)								
	merná potreba tepla na vykurovanie E_2 :	33,6	kWh/(m ² · a)								
Merná potreba tepla $Q_{H,nd,N}$ podľa tab.9 normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019				obnovovaný							
Normová hodnota E_{1N} pre budovy nové	$Q_{H,nd,r2,2}$	13,8	kWh/(m ³ · a)								
Normová hodnota E_{2N} pre budovy nové	$Q_{H,nd,r2,1}$	38,7	kWh/(m ² · a)								
Hodnotenie:	E_1	8,8	<	$Q_{H,nd,r2,2}$	13,8	<	E_2	33,6	<	$Q_{H,nd,r2,1}$	38,7
kritérium je splnené					kritérium je splnené						

Budova podľa vypočítanej mernej potreby tepla spĺňa energetické kritérium. Po odporúčenej realizácii stavebných opatrení **vyhovuje** požiadavke mernej potreby tepla a podľa normy vyhovujú aj hodnoty súčiniteľov konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 + Z1 + Z2: 2019. Budova po realizácii odporúčenej stavebnej obnovy bude vykazovať hodnoty potrebné na splnenie normalizovanej (požadovanej) hodnoty na energetickú hospodárnosť budovy v kWh/m².

Vypočítaná súčasná potreba tepla na vykurovanie budovy spĺňa predpoklad energetickej hospodárnosti budovy podľa kategórie budovy. Budova bude v triede energetickej hospodárnosti zaradená do skupiny „**B**“.

Tab.24 Škála energetických tried pre potrebu tepla na vykurovanie v kWh/(m².a)

Miesto spotreby	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
Vykurovanie	rodinné domy	≤42	43-86	87-129	130-172	173-215	216-258	>258
	bytové domy	≤27	28-35	54-80	81-106	107-133	134-159	>159
	administratívne budovy	≤28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	>168
	budovy škôl a školských zariadení	≤28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	>168
	budovy nemocníc	≤35	36-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	budovy hotelov a reštaurácií	≤36	37-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤33	34-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤33	34-65	66-98	99-130	131-163	164-195	>195

11.8. Vyhodnotenie plnenia kritérií po odporúčenej stavebnej obnove

- Kritérium **minimálnych tepelnoizolačných vlastností** stavebnej konštrukcie uvedené v predchádzajúcich častiach prílohy auditu (hodnoty súčiniteľa prechodu konštrukcie U) sú **splnené**.
- Kritérium **minimálnej teploty vnútorného povrchu** (hygienické kritérium)
 $\Delta\theta_{si} \geq \Delta\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,5 + 0,5 = 13,1 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $\Delta\theta_{si} = 17,43 \geq 13,1 \text{ } ^\circ\text{C}$
 Kritérium minimálnej teploty vnútorného povrchu konštrukcie je **splnené**.
- Kritérium **minimálnej priemernej výmeny vzduchu** v budove (kritérium výmeny vzduchu)
 $n \geq n_N [1/h]$ $n = 0,316 \leq n_N = 0,5 [1/h]$
 Kritérium minimálnej priemernej výmeny vzduchu v budove **nie je splnené**.
 Plastové okná s izolačným trojsklom vybaviť mikroventiláciou. Typ mikroventilácie stanoví projektant stavebnej časti.
- Energetické kritérium
 $Q_{h,nd} \leq Q_{H,nd,N}$ $Q_{h,nd} = 33,4 \leq 38,7 \text{ [kWh/m}^2\text{.a]}$
 Energetické kritérium je **splnené**.
- Predpoklad splnenia **minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov**
 $Q_{r3,EP} = 38,7 > Q_{H,nd,N} = 36,8 \text{ [kWh/m}^2\text{.a]}$
 Kritérium **nie je splnené**.

Tab. 25 Vyhodnotenie kritérií podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019

Kritérium	Normalizovaná hodnota	Hodnota		Vyhodnotenie
		súčasný stav	stav po obnove	
Súčiniteľ prechodu tepla ($U_{r,2}$)	viď text správy z auditu			vyhovuje
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy ($U_{e,m}$)	0,36	1,254	0,36	vyhovuje
Najnižšia povrchová teplota konštrukcie (θ_{si})	13,12		17,43	vyhovuje
Priemerná výmena vzduchu (n)	0,5	0,382	0,316	nevyhovuje
Merná potreba tepla ($Q_{H,nd,r2,1}$)	38,7	121,3	33,6	vyhovuje
Min. požiadavka na en. hospodárnosť budov	36,8		38,7	nevyhovuje

12. Objekt C – budova školské dielne

Budova patrí do komplexu základnej školy. Je určená pre vzdelávanie žiakov I. a II. stupňa (1 až 9 ročník). Okrem priestorov na vzdelávanie (učebňa pre IT, dielenská časť), hygienického zázemia a šatní (pre chlapcov a dievčatá) sú v budove vyčlenené priestory aj pre administratívne činnosti. Na západnú časť objektu je po úroveň II.NP dilatálnou tepelne izolovanou medzerou pristavený objekt školy pre žiakov I. stupňa.

12.1. Klimatické podmienky, geometrické parametre budovy

Tab.26 Klimatické podmienky a lokalizácia budovy

Vrútky	Označenie	Normalizované hodnotenie	Upravené hodnotenie
Nadmorská výška	(m.n.m)	381	381
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	θ_e	-15	-13
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (ms^{-1})	v	-	< 2,0
Vnútorňá výpočtová teplota (°C)	θ_i	18,4	20
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (0°C)	θ_e	3,86	3,64
Priemerný počet vykurovacích dní	d	212	242
Priemerný počet dennostupňov	D	3 082	3 959
Relatívna vlhkosť vzduchu vonkajšia	φ	80%	80%
Relatívna vlhkosť vzduchu vnútorná	φ	50%	50%
Bezpečnostná prírážka zohľadňujúca spôsob vykurovania (°C)	$\Delta\theta_{si}$	0,5	0,5
Kritická povrchová teplota na vznik plesní (°C)	$\theta_{si,80}$	13,12	17,43
Teplota rosného bodu (°C)	θ_e	9,26	9,3

Tab.27 Geometrické parametre objektu

Parameter	Označenie	Hodnota
Celková zastavaná plocha (m^2)	A	344,78
Obvod zastavanej plochy (m)	P	80,46
Obostavaný vykurovaný objem (m^3)	V_b	4 468,4
Celková podlahová plocha (m^2)	A_b	344,78
Ochladzovaná obalová konštrukcia (m^2)	ΣA_i	979,22
Faktor tvaru budovy (m^{-1})	$\Sigma A_i/V_b$	0,22
Počet nadzemných podlaží	1	1
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m)	$h_{k,pr}$	3,60
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,96

12.2. Opis súčasného stavu budovy – stavebná časť

Projektová dokumentácia bola vypracovaná Okresným stavebným podnikom Martin v r. 11/1974. Budova je obdĺžnikového pôdorysu. Hlavné priečelie budovy s hlavným vstupom je situované zo strany južnej. Budova je riešená ako dvojtrakt s pozdĺžnym nosným systémom, rozpon pre triedy je 630 cm a rozpon chodbový s kabinetmi a hygienickým zázemím je 500 cm. Budova je prízemná, bez suterénu.

Objekt je založený na pásoch z prostého betónu. Nosné konštrukcie tvoria pozdĺžne vonkajšie a stredové murivo hr. 37,5 cm, na ktorom sú uložené železobetónové prievlaky. Obvodové murivo je stužené železobetónovým obvodovým vencom. Priečky sú tehlové z dutých tehál. Obvodový plášť je murovaný z dierovaných tehál CDm hr. 37,5 cm. K budove dielní bola realizovaná trojpodlažná prístavba – učebňa pre I. stupeň. Prístavba je od budovy dielní dilatovaná dilatálnou škárou vyplnenou rohožou zo sklenenej vaty hr. 2,5 cm. Stropy sú prefabrikované z PZD panelov a doplnené monolitickými železobetónovými dobetónávkami. Pôvodné drevené okná v obvodovom plášti objektu sú plastové, menené v roku 2002. Vstupné dvere sú pôvodné, drevené.

Odvetrávaná strešná konštrukcia je v skladbe: vnútorná vápenocementová omietka hr. 1,5 cm, stropné dosky PZD hr. 21,5, škvárobetónový násyp v spáde 0-25 cm, parotesná zábrana, pórobetónové dosky hr. 7,5 cm, 2 x lepenka A 500H+ 1 x sklená tkanina, 6 x asfaltový náter a kremielkový posyp

Podlahová konštrukcia na teréne je v skladbe: podkladný betón hr. 10 cm, izolácia proti zemnej vlhkosti, betónová mazanina 9,5 cm, (pieskové lôžko 2 cm a drevené špalíky 8 cm boli odstránené) nášlapná vrstva je z teracových dlaždíc hr. 2,5 cm.



12.3. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy v súčasnom stave

Tab. 28 Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019

Typ konštrukcie	Hodnoty súčiniteľa prechodu tepla U_a [W/(m ² .K)]			Hodnotenie
	normalizované hodnoty od r.1946 – do r.1979	súčasnú platnú normalizované hodnoty od r.2021	vypočítané hodnoty pred obnovou budovy (r. 2021)	
Podlahová konštrukcia k zemi	1,5	0,452	0,508	nevyhovuje
Obvodová stena	1, 2 ÷ 1,4	0,22	1,379	nevyhovuje
Strešná konštrukcia	1,0 ÷ 1,4	0,15	0,461	nevyhovuje
Výplňové konštrukcie	Okná	0,85	1,4	nevyhovuje
	Svetlíky	1,2	-	-
	Dvere, vráta	≤ 2,0	4,1	nevyhovuje

Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla obvodovej steny, strechy, podlahovej konštrukcie a obvodových otvorových výplňových konštrukcií vypočítané na základe obliadky budovy a dostupných stavebných výkresov budovy už nevyhovujú súčasným požiadavkám platnej normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019 a legislatívnym predpisom. Ak má byť budova energeticky úsporná, musí byť vykonaná jej stavebná obnova. Podlahová konštrukcia po dávnejšom odstránení nášlapnej vrstvy z drevených kociek a jej nahradení plastovým povlakom vyžaduje dodatočné zateplenie. Izolovanie podlahovej konštrukcie predlžuje dobu rekonštrukcie budovy. Po zateplení podlahovej konštrukcie odporúčame aj výmenu vodorovnej izolácie na zabránenie vzliňaniu zemnej vlhkosti.

Nie je známe, v akom stave sa nachádza vodorovná izolácia (sondy na preukázanie pravdivosti úvahy o nutnosti výmeny vodorovnej izolácie však neboli realizované).

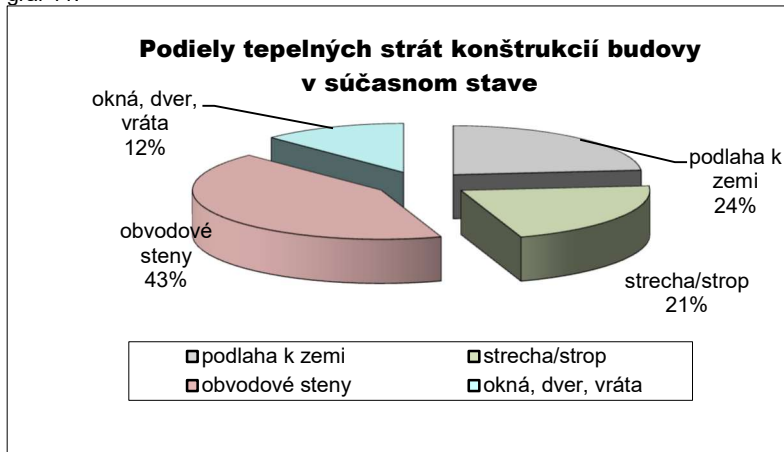
Stavebné konštrukcie **nevyhovujú** kritériu minimálnych tepelnoizolačných vlastností.

12.4. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (súčasný stav)

V nasledujúcej tabuľke je vypočítaná potreba tepla na vykurovanie budovy v súčasnom stave (budova je čiastočne obnovená – pred 20-timi rokmi boli pôvodné drevené okná vymenené za plastové s izolačným dvojsklom $U_{ok} = 1,4$ [W/(m².K)]). Vstupné dvere ostali pôvodné – drevené. Na ostatných konštrukciách boli realizované len udržiavacie stavebné práce (napr. oprava bitúmenových strešných vrstiev, klampiarske konštrukcie a pod.)

Tepelné straty cez obvodové steny a strešnú konštrukciu predstavujú 64% z celkovej energie na vykurovanie. Nezanedbateľná je aj strata cez podlahu. Jej nedostatočný tepelný odpor pri prestupe tepla (podlaha ochladzuje nohy) spôsobuje diskomfort žiakov a pedagógov počas vyučovacieho procesu.

graf 11:



Energetické hodnotenie budovy v súčasnom stave:

Potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda: $Q_{h,nd} = 64\,148,00 \text{ kWh/a}$,

Merná potreba tepla: $E_1 = 51,7 > Q_{H,nd,r2,1} = 19,7 \text{ kWh/m}^3 \cdot \text{a}$

$E_2 = 186,1 > Q_{H,nd,r2,2} = 55,1 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

Stavebné konštrukcie budovy **nevyhovujú**.

Budova podľa vypočítanej mernej potreby tepla po čiastočnej realizácii stavebných opatrení **nevyhovuje** energetickému kritériu. Nevyhovujúce sú súčinitele konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019, čo sa prejavuje v zimnom období zvýšenou potrebou tepla na vykurovanie (budova nie je energeticky úsporná). Vypočítaná súčasná potreba tepla na vykurovanie budovy nespĺňa predpoklad energetickej hospodárnosti podľa kategórie budovy. Tepelné straty cez obvodové steny a okná predstavujú 80 % straty celej budovy. Budova je v triede energetickej hospodárnosti zaradená do skupiny „G“.

Na základe tepelnotechnického výpočtu potreby tepla na vykurovanie budovy za súčasného stavu konštrukcií teplovýmenného obalu budovy a za stavu po obnove (podľa požiadaviek tepelno-technických noriem) sú odporúčané opatrenia na dosiahnutie zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy zlepšením tepelnotechnických vlastností jej stavebných konštrukcií.

Tab.29 Výpočet potreby tepla na vykurovanie +20°C - súčasný stav budovy C (reál pred opatreniami)

POSÚDENIE TEPELNEJ OCHRANY BUDOVY PODĽA STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2 : 2019											
budova :	ZŠ Vrútky - dielne	vlastník / nájomca :	mesto Vrútky								
Adresa :	Vrútky	poloha obce / miestnej časti :	Čachovský rad								
okres :	Martin	nadmorská výška :	381,0 m.n.m.								
kraj :	Žilinský										
popis :	významná obnova										
vonkajšie klimatické podmienky	teplotná oblasť pre zimné obdobie :	3	podľa obr. A.1 STN 73 0540-3:2002								
	veterná oblasť :	1	podľa obr. A.2 STN 73 0540-3:2002								
	vonkajšia výpočtová teplota θ_e :	-15	°C								
	priemerná vonkajšia teplota cez vykurovacie obdobie θ_{em} :	3,64	°C								
	počet dní vykurovacieho obdobia d_n :	242	deň								
	dennostupne D :	3 959	K·deň								
vnútorné prostredie budovy	vnútorná upravená teplota θ_i :	20	°C								
	relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu φ_i :	50	%								
parametre budovy	merná podlahová plocha A_b :	344,78	m ²								
	priemerná konštrukčná výška $h_{k,pr}$:	3,60	m								
	teplovýmenná plocha ΣA_i :	979,22	m ²								
	objem V_m :	993,0	m ³								
	obostavaný objem V_b :	1 241,2	m ³								
	faktor tvaru budovy $\Sigma A_i / V_b$:	0,79	1/m								
	priemerný súčiniteľ prechodu tepla U_m :	0,86	W / (m ² · K)								
	tepelná charakteristika budovy F_v :	0,71	W / (m ³ · K)								
Vypočítané hodnoty:											
Merná tepelná strata do nevykurovaných priestorov	$H_U =$	744,83	W/K								
Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov	$\Delta H_{TM} =$	98	W/K								
Merná tepelná strata prechodom	$H_{tr,adj} =$	843	W/K	70 059 kWh / a							
Merná tepelná strata vetraním	$H_{ve,adj} =$	44,22	W/K	3 676 kWh / a							
Celková merná tepelná strata	$H =$	887	W/K	73 735 kWh / a							
Vnútorné tepelné zisky	$Q_{int} =$			7 017 kWh / a							
Solárne tepelné zisky	$Q_{sol} =$			2 754 kWh / a							
Celkové tepelné zisky	$Q_{h,gn} =$			9 771 kWh / a							
Faktor využitia tepelných ziskov	$\eta =$			0,98							
Potreba tepla na vykurovanie											
$Q_{h,nd} = Q_{tr} + Q_{ve} - \eta \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$	$Q_{h,nd} =$			64 148 kWh/a							
Posúdenie energetického kritéria podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019											
	potreba tepla na vykurovanie $Q_{h,nd}$:	64 148	kWh / a								
	merná potreba tepla na vykurovanie E_1 :	51,7	kWh/(m ³ · a)								
	merná potreba tepla na vykurovanie E_2 :	186,1	kWh/(m ² · a)								
Merná potreba tepla $Q_{H,nd,N}$ podľa tab.9 normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019				obnovovaný							
Normová hodnota E_{1N} pre budovy obnovované	$Q_{H,nd,r2,2}$	19,7	kWh/(m ³ · a)								
Normová hodnota E_{2N} pre budovy obnovované	$Q_{H,nd,r2,1}$	55,1	kWh/(m ² · a)								
Hodnotenie:	E₁	51,7	>	E_{1N}	19,7	>	E₂	186,1	>	E_{2N}	55,1
	kritérium nie je splnené					kritérium nie je splnené					

12.5. Popis opatrení na zníženie spotreby tepla na vykurovanie stavebnými úpravami budovy

Pre zníženie nárokov na potrebu tepla budovy na vykurovanie, zlepšenie tepelnej pohody boli už realizované niektoré opatrenia (okná a dvere boli vymenené v r.2002), avšak podľa v súčasnosti platnej STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019 sú už nevyhovujúce.

1. Zvislé nosné konštrukcie

Obvodové konštrukcie budovy sú realizované klasickou murovacou technikou z tehá CDm hr. 375 mm. Z interiérovej strana je obvodové murivo opatrené vnútornou vápennocementovou omietkou hr.1,5 cm. Exteriérová strana má omietku zo škrabaného brizolitu hr.1,5cm. Pôvodný obvodový plášť nebol za účelom zníženia tepelných strát doteraz doplnovaný o kontaktný zateplovací systém, ani neboli vykonané iné tepelnotechnické úpravy. Súčiniteľ prechodu tepla zvislých konštrukcií v súčasnom stave je: $U = 1,379 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Táto hodnota nevyhovuje požiadavke normy. Podiel tepelných strát cez stavebné konštrukcie budovy je najvyšší práve cez obvodový plášť budovy (43%).

Návrh: Doplniť obvodový plášť budovy kontaktným zateplovacím systémom ETICS. Nová skladba obvodového plášťa bude tvorená pôvodným obvodovým plášťom z CDm tehál hr. 375 mm a pridanou tepelnou fasádnou izoláciou Nobasil FKD N Thermal hr.150 mm s povrchovou úpravou fasádnou omietkou a farbou. Tepelná izolácia nadzemného muriva bude aplikovaná na všetkých priečeliach budovy od upraveného terénu až po strešnú konštrukciu v odporúčenej hrúbke 180 mm.

Hodnota súčiniteľa prechodu tepla obvodového plášťa po zateplení bude: $U = 0,200 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Navrhovaná úprava vyhovuje požiadavkám platnej normy pre r.2021 pre normalizovanú hodnotu aj pre odporúčanú hodnotu.

2. Strešná konštrukcia

Hodnota súčiniteľa prechodu tepla strešnej konštrukcie vypočítaná na základe opísanej skladby strešného plášťa je $U = 0,461 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Hodnota tohoto súčiniteľa prechodu tepla nedosahuje normou predpísané hodnoty. Nie je aplikovaná v dostatočnej hrúbke tepelná izolácia. Dôsledkom tohto stavu je zvýšená spotreba tepla v zimnom období a naopak nadmerné prehrievanie interiéru budovy v letnom období, čo je stav horší, ako v zime (priestor musí byť vychladzovaný priechnym prevetrávaním, čo spôsobuje vírenie prachu v interiéri budovy a nepriaznivo pôsobí na zdravotný stav osôb v tomto priestore).

Návrh: Strešnú konštrukciu doplniť tepelnou izoláciou hr. 300 mm s hodnotou súčiniteľa prechodu tepla $U = 0,085 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (napr. minerálna vlna Nobasil na strechu). Úprava strešnej konštrukcie bude vyžadovať aj nastavenie atiky. Hodnota súčiniteľa prechodu tepla strešného plášťa po zateplení bude: $U = 0,096 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Navrhovaná úprava vyhovuje požiadavkám platnej normy pre r.2021 pre normalizovanú hodnotu aj pre odporúčanú hodnotu.

3. Podlahová konštrukcia

Podlaha na teréne je pôvodná a pri tepelnotechnických výpočtoch existujúceho stavu bola uvažovaná skladba len predpokladaná, tzn. aká mohla byť konštrukcia v dobe výstavby. Hodnota súčiniteľa prechodu tepla podlahovej konštrukcie (ak je splnený predpoklad zloženia vrstiev podlahy na teréne) je $U = 0,508 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, čo je hodnota nevyhovujúca, tepelná strata je 24 % zo straty celej budovy. Podlaha na teréne je podľa výpočtu klasifikovaná ako neizolovaná.

Návrh: Pri rekonštrukcii budovy podlahovú konštrukciu doplniť o tepelnú izoláciu Styrodur hr. 8 cm. (skladbu podlahových vrstiev však odporúčame pri realizácii projektovej dokumentácie preveriť stavebnou sondou).

4. Výplňové vonkajšie konštrukcie v obvodovom plášti budovy

Pôvodné nevyhovujúce drevené otvorové výplňové konštrukcie obvodového plášťa boli v r.2002 vymenené. Súčinitele prechodu tepla existujúcich výplňových obvodových konštrukcií majú hodnoty: plastové okná s dvojsklom $U = 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, vstupné dvere drevené s jednoduchým zasklením $U = 4,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Tieto výplňové konštrukcie obvodového plášťa s uvedenými hodnotami sú podľa normy nevyhovujúce.

Návrh: Vstupná drevené dvere vymeniť za plastové s hodnotou súčiniteľa prechodu tepla dverí je: $U = 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Okná v obvodovom plášti taktiež vymeniť za okná s plastovým rámom a trojsklom $U = 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

12.6. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy pre realizáciu stavebnej obnovy

Nové tepelnotechnické hodnoty konštrukcií teplovýmenného obalu budovy pre realizovanie odporúčanej stavebnej obnovy sú uvedené v texte a v nasledujúcich tabuľkách.

Tab.30 Hodnoty súčiniteľov konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019
po odporúčenej stavebnej obnove

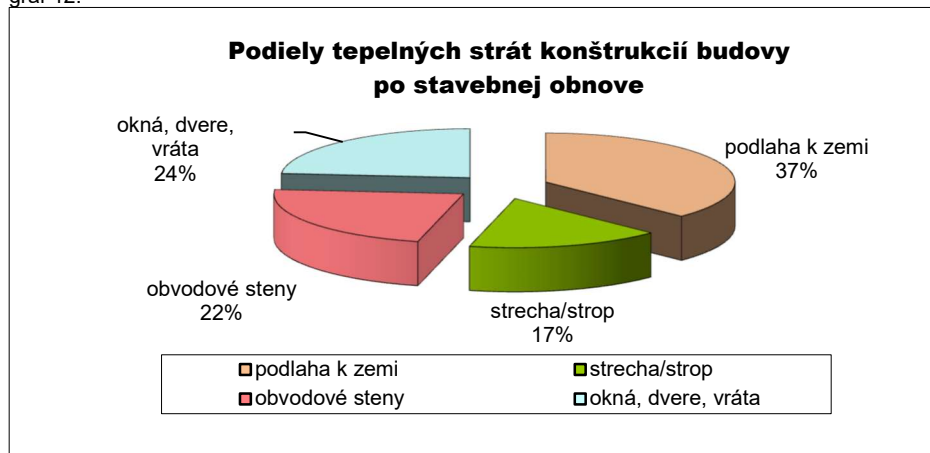
Typ konštrukcie	Hodnoty súčiniteľa prechodu tepla U_a [W/(m ² .K)]			Hodnotenie
	normalizované hodnoty od r.1946 – do r.1979	súčasnú platnú normalizovanú hodnotu od r.2021	vypočítané hodnoty po realizácii stavebnej obnovy	
Podlahová konštrukcia k zemi	1,5	0,452	0,217	vyhovuje
Obvodová stena	1, 2 ÷ 1,4	0,22	0,200	vyhovuje
Strešná konštrukcia	1,0 ÷ 1,4	0,15	0,096	vyhovuje
Výplňové konštrukcie	Okná	0,85	0,8	vyhovuje
	Svetlíky	1,2	-	-
	Dvere, vráta	≤ 2,0	0,8	vyhovuje

Odporúčané hodnoty súčiniteľa prechodu tepla vyhovujú súčasným požiadavkám platnej normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019 a legislatívnym predpisom. Stavebné konštrukcie **vyhovujú** kritériu minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií.

12.7. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (stav po realizácii stavebnej obnovy)

Realizáciou odporúčených stavebných úprav (zateplenie konštrukcií teplovýmenného obalu budovy) je vypočítaná potreba tepla na vykurovanie stanovená mesačnou metódou nižšia, čo sa prejaví v úspore tepla (spotrebe plynu) na vykurovanie v zimnom období.

graf 12:



Tab.31 Výpočet potreby tepla na vykurovanie +20°C - stav po realizácii odporúčenej stavebnej obnovy C (reál po opatreniach)

POSÚDENIE TEPELNEJ OCHRANY BUDOVY PODĽA STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2 : 2019				
budova :	ZŠ Vrútky - dielne	vlastník / nájomca :	mesto Vrútky	
Adresa :	Vrútky	poloha obce / miestnej časti :	Čachovský rad	
okres :	Martin	nadmorská výška :	381,0 m.n.m.	
kraj :	Žilinský			
popis :	významná obnova			
vonkajšie klimatické podmienky	teplotná oblasť pre zimné obdobie :	3	podľa obr. A.1 STN 73 0540-3:2002	
	veterná oblasť :	1	podľa obr. A.2 STN 73 0540-3:2002	
	vonkajšia výpočtová teplota θ_e :	-15	°C	
	priemerná vonkajšia teplota cez vykurovacie obdobie θ_{em} :	3,64	°C	
	počet dní vykurovacieho obdobia d_n :	242	deň	
	dennošupne D :	3 959	K·deň	
vnútorné prostredie budovy	vnútorná upravená teplota θ_i :	20	°C	
	relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu φ_i :	50	%	
parametre budovy	merná podlahová plocha A_b :	357,76	m ²	
	priemerná konštrukčná výška $h_{k,pr}$:	3,60	m	
	teplovýmenná plocha ΣA_i :	1 009,78	m ²	
	objem V_m :	1 030,3	m ³	
	obostavaný objem V_b :	1 287,9	m ³	
	faktor tvaru budovy $\Sigma A_i / V_b$:	0,78	1/m	
	priemerný súčiniteľ prechodu tepla U_m :	0,25	W / (m ² · K)	
	tepelná charakteristika budovy F_V :	0,23	W / (m ³ · K)	
Vypočítané hodnoty:				
Merná tepelná strata do nevykurovaných priestorov	$H_U =$	208,52	W/K	
Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov	$\Delta H_{TM} =$	49	W/K	
Merná tepelná strata prechodom	$H_{tr,adj} =$	257	W/K	21 405 kWh / a
Merná tepelná strata vetraním	$H_{ve,adj} =$	44,22	W/K	3 676 kWh / a
Celková merná tepelná strata	$H =$	302	W/K	25 081 kWh / a
Vnútorné tepelné zisky	$Q_{int} =$			10 922 kWh / a
Solárne tepelné zisky	$Q_{sol} =$			2 754 kWh / a
Celkové tepelné zisky	$Q_{h,gn} =$			13 676 kWh / a
Faktor využitia tepelných ziskov	$\eta =$			0,93
Potreba tepla na vykurovanie				
$Q_{h,nd} = Q_{tr} + Q_{ve} - \eta \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$	$Q_{h,nd} =$			12 336 kWh/rok
Posúdenie energetického kritéria podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019				
	potreba tepla na vykurovanie $Q_{h,nd}$:	12 336	kWh/ a	
	merná potreba tepla na vykurovanie E_1 :	9,6	kWh/(m ³ · a)	
	merná potreba tepla na vykurovanie E_2 :	34,5	kWh/(m ² · a)	
Merná potreba tepla $Q_{H,nd,N}$ podľa tab.9 normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019		obnovovanú		
Normová hodnota E_{1N} pre budovy obnovované	$Q_{H,nd,r2,2}$	19,7	kWh/(m ³ · a)	
Normová hodnota E_{2N} pre budovy obnovované	$Q_{H,nd,r2,1}$	55,1	kWh/(m ² · a)	
Hodnotenie:	E₁	E_{1N}	E₂	E_{2N}
	9,6	19,7	34,5	55,1
	<		<	
	kritérium je splnené		kritérium je splnené	

Energetické hodnotenie budovy po realizácii odporúčenej stavebnej obnovy:

Potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda: $Q_h = 12\,336 \text{ kWh/a}$,

Merná potreba tepla: $E_1 = 9,6 < 19,7 \text{ kWh/m}^3 \cdot \text{a}$

$E_2 = 34,5 < 55,1 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

Budova podľa vypočítanej mernej potreby tepla spĺňa energetické kritérium. Po odporúčenej realizácii stavebných opatrení **vyhovuje** požiadavke mernej potreby tepla a podľa normy vyhovujú aj hodnoty súčiniteľov konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019.

Budova po realizácii odporúčenej stavebnej obnovy bude vykazovať hodnoty potrebné na splnenie normalizovanej (požadovanej) hodnoty na energetickú hospodárnosť budovy v kWh/m². Odporúčané stavebné úpravy sledujú zabezpečiť primeranú tepelnú pohodu vnútorného pracovného prostredia pre všetky priestory budovy a zároveň sledujú zníženie spotreby energie budovy na vykurovanie.

Vypočítaná súčasná potreba tepla na vykurovanie budovy spĺňa predpoklad energetickej hospodárnosti budovy podľa kategórie budovy. Budova bude v triede energetickej hospodárnosti zaradená do skupiny „B“.

Tab.32 Škála energetických tried pre potrebu tepla na vykurovanie v kWh/(m².a)

Miesto spotreby	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
Vykurovanie	rodinné domy	≤42	43-86	87-129	130-172	173-215	216-258	>258
	bytové domy	≤27	28-35	54-80	81-106	107-133	134-159	>159
	administratívne budovy	≤28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	>168
	budovy škôl a školských zariadení	≤28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	>168
	budovy nemocníc	≤35	36-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	budovy hotelov a reštaurácií	≤36	37-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤33	34-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤33	34-65	66-98	99-130	131-163	164-195	>195

12.8. Vyhodnotenie plnenia kritérií tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií po odporúčenej stavebnej obnove

- Kritérium **minimálnych tepelnoizolačných vlastností** stavebnej konštrukcie uvedené v predchádzajúcich častiach prílohy auditu (hodnoty súčiniteľa prechodu konštrukcie U) sú **splnené**.

- Kritérium **minimálnej teploty vnútorného povrchu** (hygienické kritérium)

$$\Delta\theta_{si} \geq \Delta\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,5 + 0,5 = 13,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_{si} = 16,83 \geq 13,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Kritérium minimálnej teploty vnútorného povrchu konštrukcie je **splnené**.

- Kritérium **minimálnej priemernej výmeny vzduchu** v budove (kritérium výmeny vzduchu)

$$n \geq n_N \text{ [1/h]} \quad n = 0,161 \leq n_N = 0,5 \text{ [1/h]}$$

Kritérium minimálnej priemernej výmeny vzduchu v budove **nie je splnené**.

Plastové okná s izolačným trojsklom vybaviť mikroventiláciou. Typ mikroventilácie stanoví projektant stavebnej časti.

- Energetické kritérium

$$Q_{h,nd} \leq Q_{H,nd,N} \quad Q_{h,nd} = 34,5 \leq 55,1 \text{ [kWh/m}^2 \cdot \text{a]}$$

Energetické kritérium je **splnené**.

- Predpoklad splnenia **minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov**

$$Q_{r3,EP} = 20,24 \leq Q_{H,nd,N} = 48,2 \text{ [kWh/m}^2 \cdot \text{a]}$$

Kritérium je **splnené**.

Tab.33 Vyhodnotenie kritérií podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019

Kritérium	Normalizovaná hodnota	Hodnota		Vyhodnotenie
		súčasný stav	stav po obnove	
Súčiniteľ prechodu tepla ($U_{r,2}$)	viď text správy z auditu			vyhovuje
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy ($U_{e,m}$)	0,33	1,254	0,25	vyhovuje
Najnižšia povrchová teplota konštrukcie (θ_{si})	13,12		16,83	vyhovuje
Priemerná výmena vzduchu (n)	0,5	0,195	0,161	nevyhovuje
Merná potreba tepla ($Q_{H,nd,r2,1}$)	55,1	186,1	34,5	vyhovuje
Min. požiadavka na en. hospodárnosť budov	48,2		20,24	vyhovuje

13. Objekt D - budova školská jedáleň a školský klub detí

Budova patrí do komplexu základnej školy. Zabezpečuje stravovanie žiakov a poskytuje priestory pre mimoškolské aktivity (rôzne krúžky). Jedlá sú pripravované v kuchyni, ktorá je komplexne vybavená na prípravu jedál a aj ich podávanie v jedálni.

13.1. Klimatické podmienky, geometrické parametre budovy

Tab.34 Klimatické podmienky a lokalizácia budovy

Vrútky	Označenie	Normalizované hodnotenie	Upravené hodnotenie
Nadmorská výška	(m.n.m)	381	381
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	θ_e	-15	-15
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (ms^{-1})	v	-	< 2,0
Vnútoraná výpočtová teplota (°C)	θ_i	18,4	20
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (0°C)	θ_e	3,86	3,64
Priemerný počet vykurovacích dní	d	212	242
Priemerný počet dennostupňov	D	3 082	3 959
Relatívna vlhkosť vzduchu vonkajšia	φ	80%	80%
Relatívna vlhkosť vzduchu vnútorná	φ	50%	50%
Bezpečnostná prírážka zohľadňujúca spôsob vykurovania (°C)	$\Delta\theta_{si}$	0,5	0,5
Kritická povrchová teplota na vznik plesní (°C)	$\theta_{si,80}$	13,12	17,26
Teplota rosného bodu (°C)	θ_e	9,26	9,3

Tab.35 Geometrické parametre objektu

Parameter	Označenie	Hodnota
Celková zastavaná plocha (m^2)	A	370,406
Obvod zastavanej plochy (m)	P	82,30
Obostavaný vykurovaný objem (m^3)	V_b	2 296,5
Celková podlahová plocha (m^2)	A_b	740,81
Ochladzovaná obalová konštrukcia (m^2)	ΣA_i	1 251,07
Faktor tvaru budovy (m^{-1})	$\Sigma A_i/V_b$	0,54
Počet nadzemných podlaží	1	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m)	$h_{k,pr}$	3,10
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95

13.2. Opis súčasného stavu budovy - stavebná časť

Projektová dokumentácia bola vypracovaná projektovou zložkou Pozemné stavby, n.p. Žilina v r. 04/1963. Budova je situovaná v areáli školy na pozemku s parc. č. 866/1 a č. 866/2, LV 5081. Budova je obdĺžnikového pôdorysu. Hlavné priečelie budovy s hlavným vstupom je situované zo strany južnej. Budova je v prízemí riešená ako trojtrakt s pozdĺžnym nosným systémom, rozpon pri obvodovom plášti je 5 m,

chodbový trakt je šírky 2 m. I.NP je v celej šírke budovy otvorené, nosnou konštrukciou sú stĺpy s prievlakmi. Budova je dvojpodlažná bez suterénu.

Objekt je založený na pásoch z prostého betónu. Nosné konštrukcie v prízemí tvoria nosné murované steny hr.37,5 cm, na ktorých je krížom armovaná železobetónová doska. V poschodí je nosný systém tvorený kombináciou nosných murovaných stien a stĺpov, ktoré sú prepojené železobetónovými prievlakmi.. Priečky sú tehlové z dutých tehál. Obvodový plášť je murovaný z tehál CDm hr. 37,5 cm

Stropy sú prefabrikované z PZD panelov a doplnené monolitickými železobetónovými dobetonávkami v miestach s inštačnými otvormi. Schodišťa sú železobetónové, povrch opatrený liatym teracom hr. 2 cm. Pôvodné drevené okná a dvere v obvodovom plášti objektu sú plastové, menené v roku 2002.

Strešná konštrukcia je jednopáštová v skladbe: vnútorná vápenocementová omietka hr. 1,5 cm, stropné dosky PZD hr. 25 cm, škvárový násyp v spáde hr.13 cm, pórobetónové dosky 7,5 cm, vyrovnávací cementový poter hr. 8 cm, parotesná zábrana a hydroizolačné živичné vrstvy (lepenka a Alfobit S 160, vrstvy IPA , Pebitus a PRD 500SH).

Podlahová konštrukcia na teréne je v skladbe: podkladný betón hr. 20 cm, izolácia proti zemnej vlhkosti, škvárový násyp hr. 15 cm, betónová mazanina 7cm, maltové lôžko 2 cm a nášlapná vrstva je z dlaždíc hr. 1,2 cm. Podlaha na II. NP v chodbáča v jedálni sú PVC, v hygienickom zázemí a v kuchyni keramické a v kabinetoch povlakové PVC. V skladoch zeleniny, ovocia a pod. je betónový poter.

9.	<p>Pohľady na budovu ŠJ + ŠKD</p> 
10.	<p>Výplňové konštrukcie obvodového plášťa budovy (v I.až II.NP okná vymenené v r.2002)</p> 
11.	<p>Stavebné defekty</p> 
12.	<p>Jedáleň a zariadenie kuchyne</p> 

13.3. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy v súčasnom stave

Tab. 36 Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019

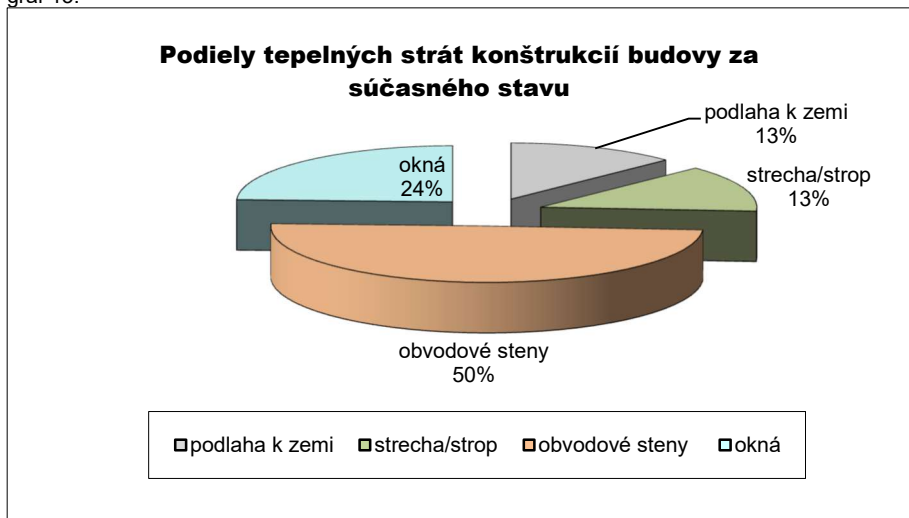
Typ konštrukcie	Hodnoty súčiniteľa prechodu tepla U_a [W/(m ² .K)]			Hodnotenie
	normalizované hodnoty od r.1946 – do r.1979	súčasnú platnú normalizovanú hodnotu od r.2021	vypočítané hodnoty pred obnovou budovy (r. 2021)	
Podlahová konštrukcia k zemi	1,5	0,452	0,377	vyhovuje
Obvodová stena	1, 2 ÷ 1,4	0,22	1,379	nevyhovuje
Strešná konštrukcia	1,0 ÷ 1,4	0,15	0,443	nevyhovuje
Výplňové konštrukcie	Okná	0,85	1,4 ÷ 3,0	nevyhovuje
	Svetlíky	1,2	-	-
	Dvere, vráta	≤ 2,0	1,4 ÷ 1,7	nevyhovuje

Z tabuľky je zrejmé, že hodnoty súčiniteľov prechodu tepla obvodovej steny, strechy a obvodových otvorových výplňových konštrukcií vypočítané na základe obliadky budovy a dostupných stavebných výkresov budovy už nevyhovujú súčasným požiadavkám platnej normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019 a legislatívnym predpisom. Ak má byť budova energeticky úsporná, musí byť vykonaná jej stavebná obnova. Stavebné konštrukcie **nevyhovujú** kritériu minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií.

13.4. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (súčasný stav)

V nasledujúcej tabuľke je vypočítaná potreba tepla na vykurovanie budovy v súčasnom stave (budova je čiastočne obnovená – pred 20-timi rokmi boli pôvodné drevené okná a vstupné dvere vymenené za plastové s izolačným dvojsklom $U_{ok} = 1,4$ [W/(m².K)]). Sklobetónová konštrukcia nebola demontovaná. Na ostatných konštrukciách boli realizované len udržiavacie stavebné práce (napr. oprava bitúmenových strešných vrstiev, klampiarske konštrukcie a pod.)

graf 13:



Tepelné straty cez obvodové steny a strešnú konštrukciu predstavujú 63% z celkovej energie na vykurovanie.

Energetické hodnotenie budovy v súčasnom stave:

Potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda: $Q_{h,nd} = 108\,220$ kWh/a,

Merná potreba tepla: $E_1 = 47,1 > Q_{H,nd,r2,1} = 13,3$ kWh/m².a

$E_2 = 146,1 > Q_{H,nd,r2,2} = 37,2$ kWh/m².a

Stavebné konštrukcie budovy **nevyhovujú**.



Budova podľa vypočítanej mernej potreby tepla po čiastočnej realizácii stavebných opatrení **nevyhovuje** energetickému kritériu. Nevyhovujúce sú súčinitele konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019, čo sa prejavuje v zimnom období zvýšenou potrebou tepla na vykurovanie (budova nie je energeticky úsporná). Vypočítaná súčasná potreba tepla na vykurovanie budovy nespĺňa predpoklad energetickej hospodárnosti podľa kategórie budovy. Tepelné straty cez obvodové steny a okná predstavujú 78 % straty celej budovy. Budova je v triede energetickej hospodárnosti zaradená do skupiny **„F“**.

tab.37 Výpočet potreby tepla na vykurovanie +20°C - súčasný stav budovy D (reál pred opatreniami)

POSÚDENIE TEPELNEJ OCHRANY BUDOVY PODĽA STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2 : 2019			
budova :	ZŠ Vrútky - ŠJ+ŠKD	vlastník / nájomca :	mesto Vrútky
Adresa :	Vrútky	poloha obce / miestnej časti :	Čachovský rad
okres :	Martin	nadmorská výška :	381,0 m.n.m.
kraj :	Žilinský		
popis:	významná obnova		
vonkajšie klimatické podmienky	teplotná oblasť pre zimné obdobie :	3	podľa obr. A.1 STN 73 0540-3:2002
	veterná oblasť :	1	podľa obr. A.2 STN 73 0540-3:2002
	vonkajšia výpočtová teplota θ_e :	-15	°C
	priemerná vonkajšia teplota cez vykurovacie obdobie θ_{em} :	3,64	°C
	počet dní vykurovacieho obdobia d_h :	242	deň
	dennostupne D :	3 959	K· deň
vnútorné prostredie budovy	vnútorná upravená teplota θ_i :	20	°C
	relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu ϕ_i :	50	%
parametre budovy	merná podlahová plocha A_b :	740,81	m ²
	priemerná konštrukčná výška $h_{k,pr}$:	3,10	m
	teplovýmenná plocha ΣA_i :	1 251,07	m ²
	obostavaný objem V_m :	1 837,2	m ³
	objem V_b :	2 296,5	m ³
	faktor tvaru budovy $\Sigma A_i / V_b$:	0,54	1/m
	priemerný súčiniteľ prechodu tepla U_m :	0,87	W / (m ² · K)
	tepelná charakteristika budovy F_v :	0,66	W / (m ³ · K)
Vypočítané hodnoty:			
Merná tepelná strata do nevýkurovaných priestorov	$H_U =$	981,67	W/K
Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov	$\Delta H_{TM} =$	101	W/K
Merná tepelná strata prechodom	$H_{tr,adj} =$	1 083	W/K
			90 002 kWh / a
Merná tepelná strata vetraním	$H_{ve,adj} =$	425,59	W/K
			35 380 kWh / a
Celková merná tepelná strata	$H =$	1 508	W/K
			125 382 kWh / a
Vnútorné tepelné zisky	$Q_{int} =$		7 281 kWh / a
Solárne tepelné zisky	$Q_{sol} =$		10 754 kWh / a
Celkové tepelné zisky	$Q_{h,gn} =$		18 035 kWh / a
Faktor využitia tepelných ziskov	$\eta =$		0,95
Potreba tepla na vykurovanie			
$Q_{h,nd} = Q_{tr} + Q_{ve} - \eta \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$	$Q_{h,nd} =$		108 220 kWh/a
Posúdenie energetického kritéria podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019			
	potreba tepla na vykurovanie $Q_{h,nd}$:	108 220	kWh/ a
	merná potreba tepla na vykurovanie E_1 :	47,1	kWh/(m ³ · a)
	merná potreba tepla na vykurovanie E_2 :	146,1	kWh/(m ² · a)
Merná potreba tepla $Q_{H,nd,N}$ podľa tab.9 normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019	obnovovaný		
Normová hodnota E_{1N} pre budovy obnovené	$Q_{H,nd,r2,2}$	13,3	kWh/(m ³ · a)
Normová hodnota E_{2N} pre budovy obnovené	$Q_{H,nd,r2,1}$	37,2	kWh/(m ² · a)
Hodnotenie:	E₁	>	Q_{H,nd,r2,2}
	47,1		13,3
			E₂
			146,1
			>
			Q_{H,nd,r2,1}
			37,2
			kritérium nie je splnené
			kritérium nie je splnené

13.5. Popis opatrení na zníženie spotreby tepla na vykurovanie stavebnými úpravami budovy

Pre zníženie nárokov na potrebu tepla budovy na vykurovanie, zlepšenie tepelnej pohody boli už realizované niektoré opatrenia (okná a dvere boli vymenené v r.2002), avšak podľa v súčasnosti platnej STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019 sú už nevyhovujúce.

Pre splnenie normatívnych požiadaviek stanovených normou sa odporúča pri rekonštrukcii budovy vykonať úpravy konštrukcií teplovýmenného obalu budovy.

1. Zvislé nosné konštrukcie

Obvodové konštrukcie budovy sú z tehál CDm hr. 37,5 cm, murované klasickou murovacou tehnikou v dvoch nadzemných podlažiach. Pôvodný obvodový plášť nebol za účelom zníženia tepelných strát doteraz dopĺňovaný o kontaktný zateplovací systém, ani neboli vykonané iné tepelnotechnické úpravy.

Škrabaná brizolitová omietka je na mnohých miestach značne poškodená. Súčiniteľ prechodu tepla zvislých konštrukcií v súčasnom stave je: pre murivo I.NP až II. NP hr. 375 mm je $U = 1,379 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Táto hodnota nevyhovuje požiadavke normy. Podiel tepelných strát cez stavebné konštrukcie budovy je najvyšší práve cez obvodový plášť budovy (až 50%).

Návrh: Doplniť obvodový plášť budovy kontaktným zateplovacím systémom ETICS. Nová skladba obvodového plášťa bude tvorená pôvodným obvodovým plášťom z tehál CDm 37,5 cm a pridanou tepelnou izoláciou Nobasil FKD s Thermal hr.180 mm s povrchovou úpravou fasádnou omietkou a farbou.

Tepelná izolácia nadzemného muriva bude aplikovaná na všetkých priečeliach budovy od upraveného terénu až po strešnú konštrukciu v odporúčenej hrúbke 180 mm.

Hodnota súčiniteľa prechodu tepla obvodového plášťa po zateplení bude: $U = 0,166 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Navrhovaná úprava vyhovuje požiadavkám platnej normy pre r.2021 pre normalizovanú hodnotu aj pre odporúčanú hodnotu. Izolovať murivo tepelnou izoláciou väčšej hrúbky ako 160 mm je síce technicky realizovateľné, ale vzhľadom na dlhodobý potenciál úspory tepla nákladovo neprímerané. Odporúčame izoláciu hr. 160 mm.

2. Strešná konštrukcia

Hodnota súčiniteľa prechodu tepla strešnej konštrukcie vypočítaná na základe opísanej skladby strešného plášťa je $U = 0,443 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Hodnota tohoto súčiniteľa prechodu tepla nedosahuje normou predpísané hodnoty. Nie je aplikovaná v dostatočnej hrúbke tepelná izolácia. Dôsledkom tohto stavu je zvýšená spotreba zemného plynu v zimnom období a naopak nadmerné prehrievanie interiéru budovy v letnom období, čo je stav horší, ako v zime (priestor musí byť vychladzovaný priečnym prevetrávaním, čo spôsobuje vírenie prachu v interiéri budovy a nepriaznivo pôsobí na zdravotný stav osôb v tomto priestore). Pri obhliadke budovy v letnom období bola interiérová teplota vyššia ako +30°C.

Návrh: Strešnú konštrukciu doplniť tepelnou izoláciou hr. 350 mm s hodnotou súčiniteľa prechodu tepla $U = 0,035 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (napr. NOBASIL SMARTroof Base ktorý je určený na tepelnú, zvukovú a protipožiarnu izoláciu plochých jedноплаштьových striech). Úprava strešnej konštrukcie bude vyžadovať aj nastavenie atiky. Hodnota súčiniteľa prechodu tepla strešného plášťa po zateplení bude: $U = 0,082 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Navrhovaná úprava vyhovuje požiadavkám platnej normy pre r.2021 pre normalizovanú hodnotu aj pre odporúčanú hodnotu.

3. Podlahová konštrukcia

Podlaha na teréne je pôvodná a pri tepelnotechnických výpočtoch existujúceho stavu bola uvažovaná skladba len predpokladaná, tzn. aká mohla byť konštrukcia v dobe výstavby. Hodnota súčiniteľa prechodu tepla podlahovej konštrukcie (ak je splnený predpoklad zloženia vrstiev podlahy na teréne) je $U = 0,337 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, čo je hodnota vyhovujúca, tepelná strata je 13 % zo straty celej budovy. Podlaha na teréne je podľa výpočtu klasifikovaná ako neizolovaná alebo mierne izolovaná.

Návrh: Pri rekonštrukcii budovy podlahovú konštrukciu ponechať v súčasnom stave, bez stavebného zásahu (skladbu podlahových vrstiev však odporúčame pri realizácii projektovej dokumentácie preveriť).

4. Výplňové vonkajšie konštrukcie v obvodovom plášti budovy

Pôvodné nevyhovujúce drevené otvorové výplňové konštrukcie obvodového plášťa boli v r.2002 vymenené. Presvetľovací pás schodišťa zo sklobetónu je pôvodný z doby výstavby, značne poškodený (niektoré časti skla sú rozbité). Súčinitele prechodu tepla existujúcich výplňových obvodových konštrukcií majú hodnoty: plastové okná s dvojsklom $U = 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, vstupné dvere plastové s dvojsklom $U = 2,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, sklobetón $U = 3,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Tieto výplňové konštrukcie obvodového plášťa s uvedenými hodnotami sú podľa normy nevyhovujúce.

Návrh: Hodnota súčiniteľa prechodu tepla dverí je: $U = 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Okná v obvodovom plášti a sklobetónové presvetlenie taktiež vymeniť za okná s plastovým rámom a trojsklom $U = 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

13.6. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy pre realizáciu stavebnej obnovy

V nasledujúcom texte a v tabuľkách sú popísané súčasné skladby stavebných konštrukcií a ich súčinitele prechodu tepla. Pri nevyhovujúcom súčiniteli prechodu tepla je odporúčané doplnenie skladby súčasného obvodového, strešného plášťa alebo podlahovej konštrukcie na teréne o výpočtom stanovené hrúbky zateplenia, aby boli dosiahnuté normou požadované vyhovujúce hodnoty súčiniteľa prechodu tepla (text červenou farbou). Taktiež sú odporúčané výmeny otvorových výplňových konštrukcií (okien, dverí). Nové tepelnotechnické hodnoty konštrukcií teplovýmenného obalu budovy pre realizovanie odporúčanej stavebnej obnovy sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách.

13.7. Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukcií budovy pre realizáciu stavebnej obnovy

Nové tepelnotechnické hodnoty konštrukcií teplovýmenného obalu budovy pre realizovanie odporúčanej stavebnej obnovy sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tab.38 Hodnoty súčiniteľov konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019 po odporúčanej stavebnej obnove

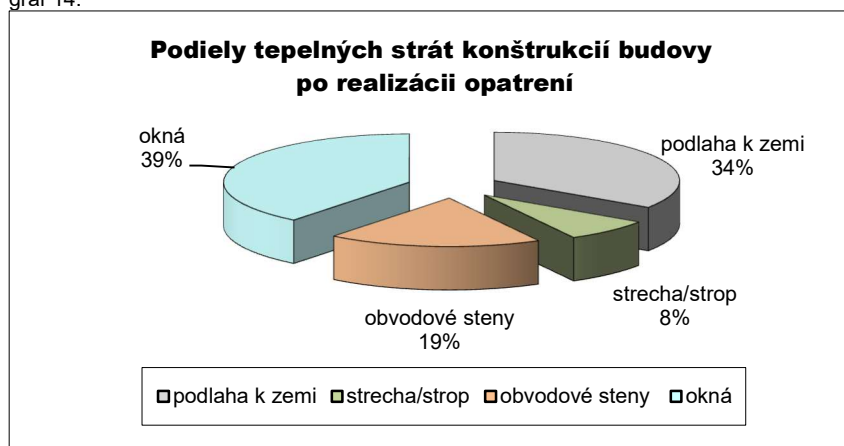
Typ konštrukcie	Hodnoty súčiniteľa prechodu tepla U_a [W/(m ² .K)]			Hodnotenie
	normalizované hodnoty od r.1946 – do r.1979	súčasnú platnú normalizovanú hodnotu od r.2021	vypočítané hodnoty po realizácii stavebnej obnovy	
Podlahová konštrukcia k zemi	1,5	0,452	0,295	vyhovuje
Obvodová stena	1, 2 ÷ 1,4	0,22	0,166	vyhovuje
Strešná konštrukcia	1,0 ÷ 1,4	0,15	0,082	vyhovuje
Výplňové konštrukcie	Okná	0,85	0,8	vyhovuje
	Svetlíky	1,2	-	-
	Dvere, vráta	≤ 2,0	0,8	vyhovuje

Odporúčané hodnoty súčiniteľa prechodu tepla vyhovujú súčasným požiadavkám platnej normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019 a legislatívnym predpisom. Stavebné konštrukcie **vyhovujú** kritériu minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií.

13.8. Výsledky tepelnotechnického výpočtu (stav po realizácii stavebnej obnovy)

Realizáciou odporúčených stavebných úprav (zateplenie konštrukcií teplovýmenného obalu budovy) je vypočítaná potreba tepla na vykurovanie stanovená mesačnou metódou nižšia, čo sa prejaví v úspore plynu na vykurovanie v zimnom období.

graf 14:



Tab.39 Výpočet potreby tepla na vykurovanie +20°C - stav po realizácii odporúčenej stavebnej obnovy D (reál po opatreniach)

POSÚDENIE TEPELNEJ OCHRANY BUDOVY PODĽA STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2 : 2019						
budova :	ZŠ Vrútky - ŠJ+ŠKD	vlastník / nájomca :	mesto Vrútky			
Adresa :	Vrútky	poloha obce / miestnej časti :	Čachovský rad			
okres :	Martin	nadmorská výška :	381,0 m.n.m.			
kraj :	Žilinský					
popis :	významná obnova					
vonkajšie klimatické podmienky	teplotná oblasť pre zimné obdobie :	3	podľa obr. A.1 STN 73 0540-3:2002			
	veterná oblasť :	1	podľa obr. A.2 STN 73 0540-3:2002			
	vonkajšia výpočtová teplota θ_e :	-15	°C			
	priemerná vonkajšia teplota cez vykurovacie obdobie θ_{em} :	3,64	°C			
	počet dní vykurovacieho obdobia d_n :	242	deň			
	dennotupne D :	3 959	K · deň			
vnútorné prostredie budovy	vnútorná upravená teplota θ_i :	20	°C			
	relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu ϕ_i :	50	%			
parametre budovy	merná podlahová plocha A_b :	765,68	m ²			
	priemerná konštrukčná výška $h_{k,pr}$:	3,10	m			
	teplovýmenná plocha ΣA_i :	1 266,49	m ²			
	obostavaný objem V_m :	1 898,9	m ³			
	objem V_b :	2 373,6	m ³			
	faktor tvaru budovy $\Sigma A_i / V_b$:	0,53	1/m			
	priemerný súčiniteľ prechodu tepla U_m :	0,33	W / (m ² · K)			
	tepelná charakteristika budovy F_V :	0,26	W / (m ³ · K)			
Vypočítané hodnoty:						
Merná tepelná strata do nevýkurovaných priestorov	$H_U =$	320,76	W/K			
Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov	$\Delta H_{TM} =$	101	W/K			
Merná tepelná strata prechodom	$H_{tr,adj} =$	422	W/K	35 059 kWh / a		
Merná tepelná strata vetraním	$H_{ve,adj} =$	188,76	W/K	15 692 kWh / a		
Celková merná tepelná strata	$H =$	610	W/K	50 751 kWh / a		
Vnútorné tepelné zisky	$O_{int} =$			23 375 kWh / a		
Solárne tepelné zisky	$Q_{sol} =$			10 754 kWh / a		
Celkové tepelné zisky	$Q_{h,gn} =$			34 128 kWh / a		
Faktor využitia tepelných ziskov	$\eta =$			0,81		
Potreba tepla na vykurovanie	$Q_{h,nd} = Q_{tr} + Q_{ve} - \eta \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$	$Q_{h,nd} =$		22 954 kWh/rok		
Posúdenie energetického kritéria podľa STN 73 0540-2 : 2002						
	potreba tepla na vykurovanie $Q_{h,nd}$:	22 954	kWh / a			
	merná potreba tepla na vykurovanie E_1 :	9,7	kWh/(m ³ · a)			
	merná potreba tepla na vykurovanie E_2 :	30,0	kWh/(m ² · a)			
Merná potreba tepla $Q_{H,nd,N}$ podľa tab.9 normy STN 73 0540 - 2 +Z1 + Z2: 2019				obnovovanú		
Normová hodnota E_{1N} pre budovy obnovované	$Q_{H,nd,r2,2}$	13,1	kWh/(m ³ · a)			
Normová hodnota E_{2N} pre budovy obnovované	$Q_{H,nd,r2,1}$	36,8	kWh/(m ² · a)			
Hodnotenie:	E_1	<	$Q_{H,nd,r2,2}$	E_2	<	$Q_{H,nd,r2,1}$
	9,7		13,1	30,0		36,8
	kritérium je splnené			kritérium je splnené		

Energetické hodnotenie budovy po realizácii odporúčenej stavebnej obnovy:

Potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda: $Q_h = 22\,954 \text{ kWh/a}$,

Merná potreba tepla: $E_1 = 9,7 < 13,1 \text{ kWh/m}^3 \cdot \text{a}$,

$E_2 = 30,0 < 36,8 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

Budova podľa vypočítanej mernej potreby tepla spĺňa energetické kritérium. Po odporúčenej realizácii stavebných opatrení **vyhovuje** požiadavke mernej potreby tepla a podľa normy vyhovujú aj hodnoty súčiniteľov konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019.

Budova po realizácii odporúčenej stavebnej obnovy bude vykazovať hodnoty potrebné na splnenie normalizovanej (požadovanej) hodnoty na energetickú hospodárnosť budovy v kWh/m².

Vypočítaná súčasná potreba tepla na vykurovanie budovy spĺňa predpoklad energetickej hospodárnosti budovy podľa kategórie budovy. Budova bude v triede energetickej hospodárnosti zaradená do skupiny „B“.

Tab.40 Škála energetických tried pre potrebu tepla na vykurovanie v kWh/(m².a)

Miesto spotreby	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
Vykurovanie	rodinné domy	≤42	43-86	87-129	130-172	173-215	216-258	>258
	bytové domy	≤27	28-35	54-80	81-106	107-133	134-159	>159
	administratívne budovy	≤28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	>168
	budovy škôl a školských zariadení	≤28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	>168
	budovy nemocníc	≤35	36-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	budovy hotelov a reštaurácií	≤36	37-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤33	34-66	67-99	100-132	133-165	166-198	>198
	budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤33	34-65	66-98	99-130	131-163	164-195	>195

13.9. Vyhodnotenie plnenia kritérií po odporúčenej stavebnej obnove

- Kritérium **minimálnych tepelnoizolačných vlastností** stavebnej konštrukcie uvedené v predchádzajúcich častiach prílohy auditu (hodnoty súčiniteľa prechodu konštrukcie U) sú **splnené**.
- Kritérium **minimálnej teploty vnútorného povrchu** (hygienické kritérium)
 $\Delta\theta_{si} \geq \Delta\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,5 + 0,5 = 13,1 \text{ °C}$
 $\Delta\theta_{si} = 17,26 \geq 13,1 \text{ °C}$
Kritérium minimálnej teploty vnútorného povrchu konštrukcie je **splnené**.
- Kritérium **minimálnej priemernej výmeny vzduchu** v budove (kritérium výmeny vzduchu)
 $n \geq n_N [1/h]$ $n = 0,298 \leq n_N = 0,5 [1/h]$
Kritérium minimálnej priemernej výmeny vzduchu v budove **nie je splnené**.
Plastové okná s izolačným trojsklom vybaví mikroventiláciou. Typ mikroventilácie stanoví projektant stavebnej časti.
- Energetické kritérium
 $Q_{h,nd} \leq Q_{H,nd,N}$ $Q_{h,nd} = 30,0 \leq 36,8 \text{ [kWh/m}^2 \cdot \text{a]}$
Energetické kritérium je **splnené**.
- Predpoklad splnenia **minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov**
 $Q_{r3,EP} = 48,76 > Q_{H,nd,N} = 30,55 \text{ [kWh/m}^2 \cdot \text{a]}$
Kritérium **nie je splnené**.

Tab.41 Vyhodnotenie kritérií podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019

Kritérium	Normalizovaná hodnota	Hodnota		Vyhodnotenie
		súčasný stav	stav po obnove	
Súčiniteľ prechodu tepla ($U_{r,2}$)		viď text správy z auditu		vyhovuje
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla budovy ($U_{e,m}$)	0,36	1,254	0,87	vyhovuje
Najnižšia povrchová teplota konštrukcie (θ_{si})	13,12		17,26	vyhovuje
Priemerná výmena vzduchu (n)	0,5	0,382	0,298	nevyhovuje
Merná potreba tepla ($Q_{H,nd,r,2,1}$)	38,7	146,1	30,0	vyhovuje
Min. požiadavka na en. hospodárnosť budov	30,55		48,76	nevyhovuje

14. Technika prostredia budov a návrhy na ich obnovu (odporúčenia)

14.1. Plynová kotolňa a ležaté rozvody (vonkajšie a pod podlahou prízemnia)

Vykurovanie budov je zabezpečované teplovodnou nízkotlakovou kotolňou na spaľovanie zemného plynu. Obeh vykurovacej vody je nútený, obehové čerpadlá sú modernej výroby. Potrubie v kotolni je z oceľových závitových rúr, izolované izoláciou Mirelon. Rozvodné potrubie vykurovacej sústavy nie je hydraulicky vyregulované.

Teplovodnú plynovú kotolňu prevádzkuje Mestský podnik služieb Vrútky, s.r.o., ktorý nakupuje zemný plyn (fakturačné meradlo dodaného plynu je inštalované na obvodovom plote základnej školy). Vyrobené teplo následne predáva škole. Každá budova má na vstupe teplovodného potrubia do objektu inštalovaný merač tepla. Namerané hodnoty však nie sú vyhodnocované. Mestský podnik služieb Vrútky, s.r.o., vystaví faktúru a škola realizuje platbu bez akejkoľvek kontroly správnosti fakturovanej čiastky.

V kotolni sú inštalované 2 kotle:

- plynový kondenzačný kotol K1, výrobca Viessmann, typ Vitocrossal 200 CM2C, menovitý výkon 232 kW, rok výroby 2018
- plynový kondenzačný kotol K2, výrobca Viessmann, typ Vitocrossal 200 CM2, menovitý výkon 246 kW, rok výroby 2008

Riadiaci systém je Siemens, kaskáda dvoch kotlov.

Z rozdeľovača a zberača vykurovacia voda cez vetvy s trojcestným regulátorom zásobuje objekty školy nasledovne:

- II. stupeň (vetva 1)
- gymnázium (vetva 2 – zrušené)
- telocvičňa, školská jedáleň (vetva 3)
- I. stupeň, dielne (vetva 4)



Vonkajšie rozvody tepla v celkovej dĺžke 92,63 m sú inštalované v podzemných nepriehľadných kanáloch, potrubia sú pôvodné od doby výstavby budov, je predpoklad, že tepelná izolácia je po rokoch prevádzkovania nevyhovujúca. Taktiež treba konštatovať, že tepelná izolácia je podľa súčasných požiadaviek už nevyhovujúca, malá hrúbka. Mestský podnik služieb Vrútky, s.r.o. vonkajšie rozvody neprevádzkuje. Vonkajšie rozvody sú zakreslené na obr.1. Dĺžky rozvodov a dimenzie potrubia sú v nasledovnom popise:

- vetva z budovy A do budovy B: $l = 13,50$ m, potrubie uložené v kanále, dimenzia potrubia 6/4", merač inštalovaný v šachte pri vstupe potrubia do objektu, ležaté potrubie v budove je vedené pod podlahou prízemnia v kanáloch
- vetva z budovy A do budovy C: $l = 10,48$ m, uložené v kanále, dimenzia potrubia 6/4", merač inštalovaný pod stropom objektu pri vstupe potrubia do objektu, ležaté potrubie je v budove vedené pod stropom

- vetva z budovy A do telocvične: $l = 19,75$ m, potrubie uložené v kanále, dimenzia potrubia nezistená, merač tepla nezistený
- vetva z telocvične do budovy D: $l = 48,9$ m, potrubie uložené v kanále, pri vstupe potrubia do budovy dimenzie 6/4" je inštalovaný merač tepla, ležaté potrubie je v budove nad podlahou alebo pod stropom

Všetky vetvy vykurovania sú vybavené meračmi tepla, odporúčame pravidelnú kontrolu funkčnosti podružných meradiel a ich odpisovanie v zimnom období 1 krát za mesiac. Pravidelným odpisovaním spotreby budov v súčasnom stave sa vytvoria objektívne podmienky pre východiskový stav pred realizáciou opatrení na úsporu energie na vykurovanie hodnotených budov. Sledovanie spotreby tepla bude zvlášť dôležité pre vyhodnocovanie opatrení po realizácii navrhovaných opatrení na významnú obnovu budov.

14.2. Vykurovacie sústavy

Zdrojom tepla je teplovodná plynová kotolňa inštalovaná v technickej časti budovy s označením **A**. Teplo na vykurovanie transformované z energie zemného plynu (spaľovaním zemného plynu) je centrálné merané podružným meračom inštalovaným v kotolni.

Vykurovacie sústavy v budovách sú teplovodné, teplotný spád 20°C ($90^{\circ}/70^{\circ}$). Obeh vody je nútený. Odovzdávanie tepla do vykurovaného priestoru je prostredníctvom ocelových radiátorov rôzneho typu, stavebnej výšky a dĺžky. Vykurovacie telesá sú vybavené uzatváracími ventilmi rôznych typov, časť radiátorov vykurovacej sústavy má inštalované regulačné šroubenia.

Vykurovací systém je dvojrúrový z ocelových rúrok. Potrubie stúpačiek je voľne vedené pred stenami objektu a v rohoch miestností. Ležatý rozvod je vedený pod podlahou prízemnia v neprielezných kanáloch. Vykurovacia sústava nie je hydraulicky vyregulovaná a nie je vybavená termostatickými ventilmi s termoregulačnými hlaviciami. Interiérová teplota miestností je regulovaná len otváraním okien alebo manuálnym uzatváraním radiátorov pri nadmernej vnútornej teplote. Po zateplení objektu **nevyhnutne** musí nasledovať hydraulická regulácia a termostatizácia.

Dosiahnutie možného potenciálu úspory spotreby paliva na vykurovanie je synergia zateplenia konštrukcií teplovýmenného obalu budov, výmena otvorových obvodových konštrukcií a modernizácia vykurovacieho systému – hydraulické vyregulovanie a termostatizácia.

Vo všetkých vykurovacích sústavách pôvodné článkové ocelové radiátory vymeniť za doskové typu Korad. Všetky vykurovacie telesá vybaviť termostatickými ventilmi s termoregulačnými hlaviciami a regulovateľným šroubením na spiatočkách. Na základe vypracovaného projektu realizovať hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy.

14.3. Príprava teplej pitnej vody

Teplá pitná voda (v ďalšom texte TPV, predtým označovaná TÚV) je pre bežné umytie rúk počas pracovnej zmeny (vyučovacej doby) dodávaná z elektrických prietokových ohrievačov alebo z akumuláčnych zásobníkov z elektrickou vyhrievacou vložkou. Zdrojom energie na prípravu TPV je celoročne elektrická energia.

Sanitárna keramika (sprcha, umývadlá, pisoár, WC misa) sú moderné, výtokové armatúry sú úsporné, pákové typy.

Množstvo pripravovanej teplej vody v budovách A, B a C je malé, preto súčasný stav je vyhovujúci. Opatrenie na prípravu teplej vody bude realizované len v budove školskej jedálne a školského klubu detí – solárny ohrev vody pre kuchyňu.

14.4. Osvetľovacie sústavy

Osvetlenie priestorov budov je kombinácia prirodzeného denného osvetlenia a umelého osvetlenia. Denné osvetlenie je prostredníctvom okien v obvodových stenách budov.

Elektrické rozvody neumožňujú využívať odstupňované osvetlenie (aby nebol zbytočne osvetľovaný rovnakou intenzitou celý priestor, ale len práve potrebná časť).

Ovládanie svietidiel je manuálne vypínačmi na stenách podľa okamžitých potrieb osvetlenia priestorov. Ovládanie svietidiel je manuálne podľa okamžitých potrieb osvetlenia jednotlivých priestorov. Spotreba elektrickej energie nie je samostatne meraná.

Súčasná osvetľovacia sústava sú zastarané, vyznačujú sa rôznym typom osvetľovacích telies, nedosahujú intenzitu osvetlenia, ktorá je požadovaná technickými normami.

Osvetľovaciu sústavu tvoria svietidlá rôzneho typu a rôzneho príkonu, v prevažnej miere pôvodné so žiarivkovými a žiarovkovými svietidlami. Časť pôvodných svietidiel bola menená. Interiérové svietidlá nemajú inštalované žiadne prvky zabezpečujúce úspornosť osvetlenia (napr. pohybové a stmievacie

senzory, ktoré ovládajú zapínanie a vypínanie osvetľovacej sústavy automaticky, vypnutie svietenia pri dostatočnej intenzite prirodzeného osvetlenia).

Rekonštrukcia a modernizácia osvetlenia priestorov budov spočíva v nájdení takých riešení, ktoré majú priaznivý vplyv nielen na zabezpečenie technických a bezpečnostných predpisov, ale aj na maximálnu úspornosť osvetľovania a vytvorenie takého prostredia, ktoré bude priaznivo vplývať na užívateľov v pracovných priestoroch (napr. učebne, kabinety), ale aj v ostatných (v priestoroch komunikačných, v hygienických priestoroch).

Relatívne nízka spotreba elektriny na interiérové osvetlenie budov v súčasnom stave bola dosahovaná z dôvodu, že osvetľovacie sústavy boli poddimenzované, zabezpečenie požadovanej úrovne osvetlenia bolo len v úrovni menej ako 50% oproti požiadavke technickej normy STN EN 12464-1.

Odporúčame rekonštrukciu a modernizáciu celej osvetľovacej sústavy v budovách, vrátane elektroinštalácie v nevyhnutnom rozsahu. Pri rekonštrukcii osvetľovacích sústav odporúčame inštalovať svietidlá s úspornými svetelnými zdrojmi, pri dodržaní požadovanej úrovne osvetlenia v jednotlivých miestnostiach, podľa účelu ich využívania, dodržať podmienky STN EN 12 464 - 1.

Rekonštrukciou sa nedosiahne zníženie nákladov na dodávku elektrickej energie a zníženie emisií CO₂, avšak **rekonštrukcia osvetľovacej sústavy je potrebná z funkčných a hygienických dôvodov (stanovené v norme).**

Po rekonštrukcii osvetľovacej sústavy meraním skontrolovať úroveň osvetlenia.

15. Návrh opatrení pre objekt A – budova základnej školy II. stupeň (5 až 9 ročník)

15.1. Vykurovanie

Prevažná časť vykurovacích telies (v počte 52 ks) sú telesá oceľové, doskové typu Korad, rôznej stavebnej výšky a dĺžky. Inštalované boli v r. 2020. Časť telies (v počte 19 ks) sú pôvodné radiátory oceľové článkové stavebnej šírky 150 alebo 200 mm, rôzny počet článkov. V hygienických priestoroch (WC) sú inštalované stojaté registre z hladkých rúr, dvojradové, výšky 200 cm (v počte 4 ks).

Vykurovacie telesá sú vybavené uzatváracími ventilmi rôznych typov, časť radiátorov má inštalované regulačné šroubenia.

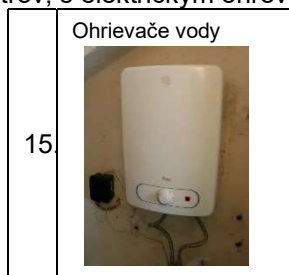


Návrh opatrenia:

Pôvodné článkové oceľové radiátory vymeniť za doskové typu Korad. Všetky vykurovacie telesá vybaviť termostatickými ventilmi s termoregulačnými hlavicami a regulovateľným šroubením na spiatočkách. Na základe vypracovaného projektu realizovať hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy.

15.2. Príprava teplej pitnej vody

Príprava teplej vody pre potreby upratovania je realizovaná v závesnom zásobníkovom ohrievači objemu 60 litrov, s elektrickým ohrevom, príkon 2 kW. V dvoch kabinetoch sú inštalované prietokové priamovýhrevné



Návrh opatrenia:

Súčasný stav je vyhovujúci, bez návrhu opatrení.

15.3. Osvetľovacia sústava

Osvetľovacia sústava je 3 x N~ 50 Hz 380 V/220V, vodiče sú hliníkové. Inštalované sú svietidlá rôznych typov. Časť svetelných bodov bola vymenená za LED. Intenzita osvetlenia nevyhovuje požiadavkám platnej normy. Elektrická inštalácia je realizovaná vodičom AYKYL 2 x3 x 2,5 mm² pod vnútornými omietkami.



Návrh opatrenia:

Realizáciou opatrenia sa sleduje zníženie nákladov na dodávku elektrickej energie a zníženie emisií CO₂. Rekonštrukcia a modernizácia celej osvetľovacej sústavy v budove, vrátane elektroinštalácie v nevyhnutnom rozsahu..

V projektovej dokumentácii navrhnuť inštaláciu nových svietidiel s úspornými LED svetelnými zdrojmi a aj výmenu elektrických rozvodov v potrebnom rozsahu.

Pri rekonštrukcii osvetľovacej sústavy dodržať požadovanú úroveň osvetlenia v jednotlivých miestnostiach, podľa účelu ich využívania, dodržať podmienky STN EN 12 464 - 1.

Po rekonštrukcii osvetľovacej sústavy meraním skontrolovať úroveň osvetlenia.

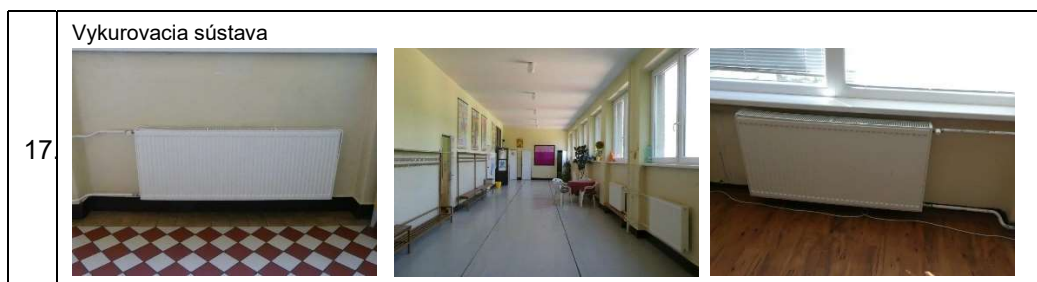
16. Návrh opatrení objekt B – budova prístavby školy I. stupeň (1 až 4 ročník)

16.1. Vykurovanie

Prívodná teplovodná prípojka je uložené v podzemnom neprieleznom kanále, do objektu vstupuje v ľavom rohu budovy pri pohľade na hlavný vstup. V kanále je inštalovaný aj merač spotreby tepla.

Vykurovacie telesá (v počte 45 ks) sú telesá oceľové, doskové typu Korad, rôznej stavebnej výšky a dĺžky. Inštalované boli v r. 2020. V hygienických priestoroch (WC) sú inštalované stojaté registre z hladkých rúr, dvojradové, výšky 200 cm (v počte 4 ks).

Vykurovacie telesá sú vybavené uzatváracími ventilmi rôznych typov, časť radiátorov má inštalované regulačné šroubenia. Vykurovacia sústava nie je hydraulicky vyregulovaná a nie je vybavená termostatickými ventilmi s termoregulačnými hlavicami. Interiérová teplota miestností je regulovaná len otváraním okien alebo manuálnym uzatváraním radiátorov pri nadmernej vnútornej teplote.



Návrh opatrení:

Všetky vykurovacie telesá vybaviť termostatickými ventilmi s termoregulačnými hlavicami a regulovateľným šroubením na spiatočkách. Na základe vypracovaného projektu realizovať hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy. Potenciál úspory spotreby paliva na vykurovanie sa dosiahne synergiou zateplenie konštrukcií teplovýmenného obalu budovy, výmenou otvorových obvodových konštrukcií a modernizáciou vykurovacieho systému.

16.2. Príprava teplej pitnej vody

Teplá voda je pripravovaná pre potreby upratovania v závesnom zásobníkovom ohrievači objemu 60 l, s elektrickým ohrevom, príkon 2 kW. V niektorých kabinetoch sú inštalované prietokové ohrievače typ Elíz, príkon 3,5 kW (v počte 2 ks).



Návrh opatrení:

Súčasný stav je vyhovujúci, bez návrhu opatrení.

16.3. Osvetľovacia sústava

Osvetľovaciu sústavu tvoria svietidlá rôzneho typu a rôzneho príkonu, v prevažnej miere pôvodné so žiarivkovými a žiarovkovými svietidlami. Časť pôvodných svietidiel bola menená. Interiérové svietidlá nemajú inštalované žiadne prvky zabezpečujúce úspornosť osvetlenia (napr. pohybové a stmievacie senzory, ktoré ovládajú zapínanie a vypínanie osvetľovacej sústavy automaticky, vypnutie svietenia pri dostatočnej intenzite prirodzeného osvetlenia).

Ovládanie svietidiel je manuálne podľa okamžitých potrieb osvetlenia jednotlivých priestorov.

Osvetľovacia sústava je 3 x N~ 50 Hz 380 V/220V, vodiče sú hliníkové. Inštalované sú svietidlá rôznych typov. Časť svetelných bodov bola vymenená za LED. Intenzita osvetlenia nevyhovuje požiadavkám platnej normy. Elektrická inštalácia je realizovaná vodičom AYKYL 2 x 3 x 2,5 mm² pod vnútornými omietkami.



Návrh opatrenia:

Rekonštrukcia a modernizácia celej osvetľovacej sústavy v budove, vrátane elektroinštalácie v nevyhnutnom rozsahu. Pri rekonštrukcii osvetľovacej sústavy odporúčame inštalovať svietidlá s úspornými svetelnými zdrojmi, pri dodržaní požadovanej úrovne osvetlenosti v jednotlivých miestnostiach, podľa účelu ich využívania, dodržať podmienky STN EN 12 464 - 1. Na rekonštrukciu existujúcej osvetľovacej sústavy vypracovať príslušnú projektovú dokumentáciu.

17. Návrh opatrení objekt C – budova školské dielne

17.1. Vykurovanie

Prívodná teplovodná prípojka je uložené v podzemnom nepriehľadnom kanále, do objektu dielní vstupuje pod hlavným vstupom.

Vykurovacie telesá (v počte 17 ks) sú telesá oceľové, článkové alebo doskové typu Korad, rôznej stavebnej výšky a dĺžky. Doskové radiátory boli inštalované v r. 2020. V hygienických priestoroch (WC) sú inštalované stojaté registre z hladkých rúr, dvojradové, výšky 200 cm (v počte 4 ks).

Vykurovacie telesá sú vybavené uzatváracími ventilmi rôznych typov, časť radiátorov má inštalované regulačné šroubenia. Vykurovacia sústava nie je hydraulicky vyregulovaná a nie je vybavená termostatickými ventilmi s termoregulačnými hlaviciami. Spotreba tepla na vykurovanie budovy je meraná podružným meračom inštalovaným na vzdušne vedenom rozvodnom potrubí.



Návrh opatrení:

Oceľové článkové radiátory nahradiť doskovými typu Korad. Všetky vykurovacie telesá vybaviť termostatickými ventilmi s termoregulačnými hlaviciami a regulovateľným šroubením na spiatočkách. Na základe vypracovaného projektu realizovať hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy.

17.2. Príprava teplej pitnej vody

Teplá voda je pripravovaná pre potreby upratovania v závesnom zásobníkovom ohrievači objemu 60 l, s elektrickým ohrevom, príkon 2 kW. V niektorých kabinetoch sú inštalované prietokové ohrievače typ Elíz, príkon 3,5 kW (v počte 2 ks).

Návrh opatrení:

Súčasný stav je vyhovujúci, bez návrhu opatrení.

17.3. Osvetľovacia sústava

Elektroinštalácia, osvetľovacie telesá a spôsob ovládania svietidiel je spínačmi pri vstupe do jednotlivých miestností.



Návrh opatrenia:

Rekonštrukcia a modernizácia celej osvetľovacej sústavy v budove, vrátane elektroinštalácie v nevyhnutnom rozsahu. Pri rekonštrukcii osvetľovacej sústavy odporúčame inštalovať svietidlá s úspornými svetelnými zdrojmi, pri dodržaní požadovanej úrovne osvetlenia v jednotlivých miestnostiach, podľa účelu ich využívania, dodržať podmienky STN EN 12 464 - 1.

18. Návrh opatrení objekt D - budova školská jedáleň a školský klub detí

18.1. Vykurovanie

Vykurovacie telesá (v počte 35 ks) sú telesá oceľové, doskové typu Korad, rôznej stavebnej výšky a dĺžky. Inštalované boli v r. 2020. Vybavené sú ventilmi bez termostatickej hlavice. Vykurovací systém nie je hydraulicky vyregulovaný. Stúpacie alebo klesacie potrubia a prípojky k vykurovacím telesám sú v interiéri vedené voľne pred stenou (prevažne v rohoch miestností).

V hygienických priestoroch (WC) sú inštalované stojaté registre z hladkých rúr.

22	<p>Vykurovacía sústava</p> 
23	<p>Rozvodné potrubie a merač tepla</p> 

Návrh opatrení:

Všetky vykurovacie telesá vybaviť termostatickými ventilmi s termoregulačnými hlaviciami a regulovateľným šroubením na spiatočkách. Na základe vypracovaného projektu realizovať hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy.

18.2. Príprava teplej pitnej vody

Príprava teplej vody pre sprchy je realizovaná v závesnom zásobníkovom ohrievači objemu 60 litrov, s elektrickým ohrevom, príkon 2 kW. Teplá voda pre kuchyňu je pripravovaná v zásobníkovom ohrievači objemu 500 l, el. vykurovacía vložka 15 kW. Poloha a stavebná konštrukcia budovy je priaznivá aj pre inštaláciu solárnych kolektorov a využívanie energie slnka na prípravu teplej vody. Zo slnečnej energie je možné pripravovať až 65% potreby teplej vody.

24	<p>Príprava teplej vody – sprchy a kuchyňa</p> 
----	--

Návrh opatrení:

Odporúčame využívať obnoviteľný zdroj energie (slnečnú energiu) a zvyšovať tak energetickú efektívnosť inštalovaním 4 ks solárnych kolektorov na ohrev teplej vody, pre akumuláciu teplej vody navrhujeme inštaláciu nového trivalentného, stacionárneho zásobníkového ohrievača vody objemu 500 l, ktorý bude poskytovať teplú vodu pre kuchyňu (solárny ohrev a ohrev vykurovaciu vodou z kotolne). Náklad na rekonštrukciu teplej vody (uvedený v tabuľke) obsahuje aj náklad na rekonštrukciu súčasného rozvodu teplej vody v kuchyni.

18.3. Osvetľovacia sústava

Osvetľovacia sústava je 3 x N~ 50 Hz 380 V/220V. Inštalované sú svietidlá rôznych typov. Intenzita osvetlenia: triedy a jedáleň 200 lx, hygienické zariadenia a šatne 80 lx. Elektrická inštalácia je realizovaná vodičom AYKYL 2 x3 x 2,5 mm² pod vnútornými omietkami alebo na oceľových roštach upevnených na stenách objektu (kuchyňa). V budove sú dve rozvodnice. Osvetľovaciu sústavu tvoria svietidlá rôzneho typu a rôzneho príkonu, v prevažnej miere pôvodné so žiarivkovými a žiarovkovými svietidlami. Časť pôvodných svietidiel bola menená. Interiérové svietidlá nemajú inštalované žiadne prvky zabezpečujúce úspornosť

osvetlenia (napr. pohybové a stmievacie senzory, ktoré ovládajú zapínanie a vypínanie osvetľovacej sústavy automaticky, vypnutie svietenia pri dostatočnej intenzite prirodzeného osvetlenia). Ovládanie svietidiel je manuálne podľa okamžitých potrieb osvetlenia jednotlivých priestorov.



Návrh opatrení:

Rekonštrukcia a modernizácia celej osvetľovacej sústavy v budove, vrátane elektroinštalácie v nevyhnutnom rozsahu. Pri rekonštrukcii osvetľovacej sústavy odporúčame inštalovať svietidlá s úspornými svetelnými zdrojmi, pri dodržaní požadovanej úrovne osvetlenosti v jednotlivých miestnostiach, podľa účelu ich využívania, dodržať podmienky STN EN 12 464 - 1.

19. Súhrn odporúčaných opatrení (potenciál úspor)

Tento energetický audit pre budovy základnej školy vo Vrútkach je komplexný (viacdielny) dokument obsahujúci hodnotenie súčasného stavu spotreby energie s odporúčanými opatreniami. Odporúčané opatrenia na zníženie spotreby energie a zníženie zaťaženia ovzdušia exhalátmi spôsobené užívaním energie v budovách sú zamerané najmä na:

- stavebná obnova
 - zateplenie fasády
 - zateplenie strešného plášťa prípadne podlahy na teréne
 - rekonštrukcia okien, dverí a vrát
- obnova techniky prostredia budovy
 - modernizácia zdroja tepla, distribúcie tepla a regulačného systému
 - rekonštrukcia a modernizácia vykurovacej sústavy
 - rekonštrukcia prípravy teplej pitnej vody (TPV)
 - rekonštrukcia osvetľovacej sústavy
- iná obnova (odstránenie stavebných defektov)
 - odstránenie vzliňania zemnej vlhkosti
 - odstránenie nerovnomerného sadania základov (praskliny na obvodovom plášti)
 - nadmurovanie atiky strechy (nadmurovanie v dôsledku uloženia novej tepelnej izolácie)

19.1. Nízko nákladové opatrenia – energetické manažérstvo

Cieľom nízkonákladových opatrení je monitorovať a optimalizovať prevádzky technických zariadení a tým znižovať spotrebu energie. Energetický manažment sú neustále analýzy a znižovanie vplyvu ľudského faktora na efektívnu prevádzku techniky (vyžaduje to prácu s ľuďmi).

Monitorovanie je potrebné nielen pre techniku, ale potrebné je monitorovať aj správanie sa užívateľov.

a) Výchova k energeticky uvedomelému chovaniu a dodržiavaniu technologických a prevádzkových predpisov

Opatrenie patrí do oblasti energetického manažérstva, ktorý je riadiacim nástrojom na trvalé udržiavanie spotreby energie na efektívnej úrovni.

Návrh výchovy k energeticky uvedomelému chovaniu je súčasťou energetického manažmentu a patrí k tzv. „**beznákladovým alebo nízkonákladovým**“ opatreniam a predpokladá vykonávanie osvetly v oblasti úspor energie s uvedením všeobecných pravidiel pre energeticky uvedomelé chovanie, ktoré by mohli vykonávať všetci užívatelia budov. Je potrebné z úrovne vlastníka alebo prevádzkovateľa objektu spracovať v grafickej forme krátku informáciu o spotrebe energie a dať ju k dispozícii všetkým užívateľom objektu (formou leafletu).

b) Poučenie o správnom prístupe k hospodáreniu s energiou

Opatrením sa sleduje zlepšenie prístupu všetkých užívateľov k hospodáreniu so všetkými formami energie. Poučenie by malo obsahovať hlavne :

- upozornenie na miesta s najvyššou spotrebou energie
- spôsoby znižovania strát
- možnosti, metódy a vlastné riešenie získavania úspor energie
- konkrétne riešenia možných situácií v budove
- obojstranné zvyšovanie informovanosti ako o problémoch v budove, tak aj o možnostiach riešenia; prenose informácií, podnetoch, sťažnostiach, námetoch z vonku; rozširovaniu informácií o možnostiach nových technológií, trendov atď.

Monitorovanie uvedomelého chovania všetkých užívateľov budovy vrátane dodržiavania technologických predpisov zabezpečuje tzv. energetický tím, ktorý menuje vlastníka alebo prevádzkovateľa budovy.

c) Pravidelnosť preventívnych prehliadok stavu technologických spotrebičov, armatúr, opravy zistených poškodení

Opatrením sa sleduje udržanie energetických spotrieb na prijateľnej úrovni, ktorá by sa mohla v dôsledku poškodenia niektorých častí technologických zariadení budovy zhoršiť. Opatrenie zahŕňa aj kontrolu tesnosti a funkčnosti armatúr. V opatrení je potrebné stanoviť početnosť a hĺbku predmetných preventívnych prehliadok jednotlivých druhov technologického zariadenia. **Predpis vlastníka budov (resp. správcu budov) stanovujúci kto, čo, kedy a ako bude kontrolovať.**

Náklad opatrenia energetické manažérstvo:

Ostáva na rozhodnutí vlastníka budovy, či a do akej miery bude toto opatrenie realizované. Preto v audite nie je pre toto opatrenie vyčísľovaná investičná náročnosť a doba návratnosti vložené investície. Ak by toto opatrenie bolo realizované, možné zníženie spotreby energie a zníženie nákladov na nákup energie je 3 až 5 % úspor z nakupovanej energie.

19.2. Viac nákladové opatrenia - zateplenie konštrukcií teplovýmenného obalu budov a výmena výplní otvorových konštrukcií

Na budovách na základe ich skutočného stavu je odporúčané realizovať zateplenie konštrukcií teplovýmenného obalu budov, výmenu existujúcich okien za okná lepších tepelnotechnických vlastností (plastové rámy s izolačným trojsklom), výmenu existujúcich dverí. Nezanedbateľným cieľom stavebnej rekonštrukcie budov (významnej obnovy) a jej modernizácie je aj zvýšenie estetického vzhľadu budov, ktoré bude dosiahnuté zjednotením upravovanej fasády po zateplení a aj zníženie energetickej náročnosti budov s vytvorením plnohodnotného zabezpečenia pracovných a študijných podmienok súčasným aj budúcim užívateľom. Farebným riešením bude dosiahnutý moderný a estetický vzhľad budov, čo pozitívne ovplyvní aj okolie ostatných budov.

Realizáciou opatrení na zníženie energetickej náročnosti budov na vykurovanie sa dosiahne nižšia spotreba používaného vykurovacieho média (zemný plyn), znížia sa emisie skleníkových plynov a emisie tuhých znečisťujúcich látok do ovzdušia. Zlepšenie tepelnotechnických vlastností budov je navrhované s ohľadom na úsporu paliva, ale len, ak sú opatrenia technicky realizovateľné a ekonomicky primerané. V opačnom prípade nenavrhneme žiadne opatrenia.

Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla stavebných konštrukcií budov z doby výstavby (pred r. 2016) boli benevoletnejšie, ako sú súčasné normami stanovené hodnoty.

Tepelnotechnické úpravy podlahových konštrukcií sú v niektorých hodnoteniach aj odporúčané, ale obvykle nie sú realizované, pokiaľ je zabránené vzliňaniu zemnej vlhkosti. Akékoľvek zmeny a zásahy do podlahy a skladby takýchto konštrukcií vždy totiž vyvolávajú neprimerane vysoké investičné náklady, predĺženie času rekonštrukcie budovy, čo má negatívny dosah na užívateľský efekt vlastníka budovy. Stanovisko o realizácii zateplenia podlahovej konštrukcie ponechávame na rozhodnutí projektanta stavebnej časti a na rozhodnutí vlastníka budovy.

20. Potenciál úspor objekt A – budova základnej školy II. stupeň (5 až 9 ročník)

Stavebná obnova – nie je realizovateľná formou GES

Tab.42 Predpokladaný výdavok na zlepšenie tepelnotechnických vlastností konštrukcií teplovýmenného obalu budovy

Stavebná konštrukcia (úprava)	Výmera [m ²]	Orientačný náklad [EUR/m ²]	Cena celkom bez DPH - výdavok [EUR]
Zateplenie obvodového plášťa	896,36	100	89 636,00
Zateplenie strešnej konštrukcie	674,22	80	53 937,60
Zateplenie podlahovej konštrukcie	0,00	50	0,00
Výmena vonkajších (obvodových) otvorových konštrukcií			
Okná	450,48	400	180 192,00
Dvere	48,75	400	19 500,00
Spolu:	2 069,81		343 265,60
Celkom			343 265,60

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.43 zateplenie obvodového plášťa budovy

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na vykurovanie pred	181,81	12 735,79		
Potreba energie na vykurovanie po	101,29		80,52	5 641
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	343 266	Spolu:	80,52	5 641
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	60,86			

Modernizácia vykurovacej sústavy – realizovateľná formou GES

Tab.44 Predpokladaný výdavok na rekonštrukciu a modernizáciu vykurovacej sústavy

Rekonštrukcia a modernizácia vykurovacej sústavy	Doskové radiátory	Článkové radiátory	registre z hladkých rúr	spolu
počet radiátorov [ks]	52	19	4	75
výmena radiátora [550,00 €/ks]	0,00	10 450,00	2 200,00	12 650,00
výdavok na hydraulické vyregulovanie [150,00 €/ks]	7 800,00	2 850,00	600,00	11 250,00
Celkom				23 900,00

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.45 hydraulické vyregulovanie a termostatická ÚK

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na vykurovanie pred	101,29	7 095,12		
Potreba energie na vykurovanie po	74,45		26,84	1 880
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	23 900	Spolu:	26,84	1 880
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	12,71			

Modernizácia osvetľovacej sústavy – nie je realizovateľná formou GES

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.46 modernizácia osvetlenia

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na osvetlenie pred	7,37	0,00		
Potreba energie na osvetlenie po	5,43		1,94	319
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	7 980	Spolu:	1,94	319
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	24,99			

21. Potenciál úspor objekt B – budova prístavby školy I. stupeň (1 až 4 ročník)

Stavebná obnova – nie je realizovateľná formou GES

Tab.47 Predpokladaný výdavok na zlepšenie tepelnotechnických vlastností konštrukcií teplovýmenného obalu budovy

Stavebná konštrukcia (úprava)	Výmera [m ²]	Orientačný náklad [EUR/m ²]	Cena celkom bez DPH - výdavok [EUR]
Zateplenie obvodového plášťa	782,79	100	78 279,00
Zateplenie strešnej konštrukcie	422,98	80	33 838,40
Zateplenie podlahovej konštrukcie	0,00	50	0,00
Výmena vonkajších (obvodových) otvorových konštrukcií			
Okná	280,08	400	112 032,00
Dvere	8,51	400	3 404,00
Spolu:	1 494,36		227 553,40
Celkom			227 553,40

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.48 zateplenie obvodového plášťa budovy

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na vykurovanie pred	134,19	9 399,66		
Potreba energie na vykurovanie po	73,02		61,16	4 285
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	227 553	Spolu:	61,16	4 285
	53,11			

Modernizácia vykurovacej sústavy – realizovateľná formou GES

Tab.49 Predpokladaný výdavok na rekonštrukciu a modernizáciu vykurov. sústavy

Rekonštrukcia a modernizácia vykurovacej sústavy	Doskové radiátory	Článkové radiátory	registre z hladkých rúr	spolu
počet radiátorov [ks]	45	0	2	47
výmena radiátora [550,00 €/ks]	0,00	0,00	1 100,00	1 100,00
výdavok na hydraulické vyregulovanie [150,00 €/ks]	6 750,00	0,00	220,00	6 970,00
Celkom				8 070,00

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.50 hydraulické vyregulovanie a termostatická ÚK

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na vykurovanie pred	73,02	5 115,14		
Potreba energie na vykurovanie po	52,63		20,39	1 428
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	8 070	Spolu:	20,39	1 428
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	5,65			

Modernizácia osvetľovacej sústavy – nie je realizovateľná formou GES

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.51 modernizácia osvetlenia

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na osvetlenie pred	7,01	0,00		
Potreba energie na osvetlenie po	5,59		1,42	234
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	6 200	Spolu:	1,42	234
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	26,52			

22. Potenciál úspor objekt C – budova školské dielne

Stavebná obnova – nie je realizovateľná formou GES

Tab.52 Predpokladaný výdavok na zlepšenie tepelnotechnických vlastností konštrukcií teplovýmenného obalu budovy

Stavebná konštrukcia (úprava)	Výmera [m ²]	Orientačný náklad [EUR/m ²]	Cena celkom bez DPH - výdavok [EUR]
Zateplenie obvodového plášťa	235,50	100	23 550,00
Zateplenie strešnej konštrukcie	357,76	80	28 620,80
Zateplenie podlahovej konštrukcie	357,76	50	17 888,00
Výmena vonkajších (obvodových) otvorových konštrukcií			
Okná	55,08	400	22 032,00
Dvere	3,68	400	1 472,00
Spolu:	1 009,78		93 562,80
Celkom			93 562,80

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.53 zateplenie obvodového plášťa budovy

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na vykurovanie pred	50,07	3 507,33		
Potreba energie na vykurovanie po	23,94		26,13	1 830
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	93 563	Spolu:	26,13	1 830
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	51,12			

Modernizácia vykurovacej sústavy – realizovateľná formou GES

Tab.54 Predpokladaný výdavok na rekonštrukciu a modernizáciu vykurovacej sústavy

Rekonštrukcia a modernizácia vykurovacej sústavy	Doskové radiátory	Článkové radiátory	registre z hladkých rúr	spolu
počet radiátorov [ks]	7	10	2	19
výmena radiátora [550,00 €/ks]	0,00	5 500,00	1 100,00	6 600,00
výdavok na hydraulické vyregulovanie [150,00 €/ks]	1 050,00	1 500,00	300,00	2 850,00
Celkom				9 450,00

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.55 hydraulické vyregulovanie a termostatická ÚK

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na vykurovanie pred	23,94	1 676,96		
Potreba energie na vykurovanie po	15,23		8,71	610
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	9 450	Spolu:	8,71	610
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	15,49			

Modernizácia osvetľovacej sústavy – nie je realizovateľná formou GES

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.56 modernizácia osvetlenia

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na osvetlenie pred	2,25	0,00		
Potreba energie na osvetlenie po	1,93		0,32	53
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	1 550	Spolu:	0,32	53
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	29,18			

23. Potenciál úspor objekt D - budova školská jedáleň a školský klub detí

Stavebná obnova – nie je realizovateľná formou GES

Tab.57 Predpokladaný výdavok na zlepšenie tepelnotechnických vlastností konštrukcií teplovýmenného obalu budovy

Stavebná konštrukcia (úprava)	Výmera [m ²]	Orientačný náklad [EUR/m ²]	Cena celkom bez DPH - výdavok [EUR]
Zateplenie obvodového plášťa	359,93	100	35 993,00
Zateplenie strešnej konštrukcie	374,40	80	29 952,00
Zateplenie podlahovej konštrukcie	0,00	50	0,00
Výmena vonkajších (obvodových) otvorových konštrukcií			
Okná	149,02	400	59 608,00
Dvere	8,75	400	3 500,00
Spolu:	892,10		129 053,00
Celkom			129 053,00

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.58 zateplenie obvodového plášťa budovy

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na vykurovanie pred	84,18	5 896,53	41,88	2 934
Potreba energie na vykurovanie po	42,30			
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	129 053	Spolu:	41,88	2 934
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	43,99			

Modernizácia vykurovacej sústavy – realizovateľná formou GES

Tab.59 Predpokladaný výdavok na rekonštrukciu a modernizáciu vykurovacej sústavy

Rekonštrukcia a modernizácia vykurovacej sústavy	Doskové radiátory	Článkové radiátory	registre z hladkých rúr	spolu
počet radiátorov [ks]	33	1	0	34
výmena radiátora [550,00 €/ks]	0,00	550,00	0,00	550,00
výdavok na hydraulické vyregulovanie [150,00 €/ks]	4 950,00	150,00	0,00	5 100,00
Celkom				5 650,00

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.60 hydraulické vyregulovanie a termostatická ÚK

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na vykurovanie pred	42,30	2 962,95	13,96	978
Potreba energie na vykurovanie po	28,34			
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	5 650	Spolu:	13,96	978
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	5,78			

Modernizácia prípravy teplej vody – realizovateľná formou GES

Tab.61 Predpokladaný výdavok na rekonštrukciu a modernizáciu teplej vody v jedálni

Názov	Počet [ks]	Orientačný náklad [EUR/ks]	Cena celkom bez DPH - výdavok [EUR]
stacionárny trivalentný zásobník 500 l solárna zostava (4 kolektorov) regulačný systém	1	5 800	5 800,00
Celkom			5 800,00

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

Tab. 62 Solárny ohrev TUV

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na prípravu TUV pred	12,35	569,88		
Potreba energie na prípravu TUV po	8,10			
Energia zo slnečných kolektorov	4,25		4,252	701
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	5 800			
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	8,27			

Modernizácia osvetľovacej sústavy – realizovateľná formou GES

Návrh opatrenia, očakávané úspory nákladov, návratnosť investície:

tab.63 modernizácia osvetlenia

Popis	[MWh]	[€]	úspora	
			[MWh]	[€]
Potreba energie na osvetlenie pred	3,51	0,00		
Potreba energie na osvetlenie po	2,49		1,02	169
Predpokladaný náklad na zavedenie opatrenia [€]	3 240	Spolu:	1,02	169
Jednoduchá návratnosť investície [roky]	19,18			

23.1.1. Výsledný potenciál úspory energie – ekonomické hodnotenie

Výpočet potreby tepla na vykurovanie budov bol vykonaný pre pôvodný stav budov bez zateplenia s čiastočnou stavebnou obnovou – výmena okien a dverí v obvodových konštrukciách. Budovy podľa vypočítanej mernej potreby tepla po čiastočnej realizácii stavebných opatrení **nevyhovujú** energetickému kritériu. Nevyhovujúce sú súčinitele konštrukcií teplovýmenného obalu budov v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019, čo sa prejavuje v zimnom období zvýšenou potrebou tepla na vykurovanie (budova nie je energeticky úsporná).

Tab. 64 sumár nákladov a úspor z navrhovaných opatrení

	investícia na realiz. opatrení €	úspora energie [MWh]	
		teplo	elektrina
náklad na zateplenie	793 434,80	209,70	
náklad na termostatizáciu	47 070,00	69,90	
náklad na osvetlenie	18 970,00		4,699
náklad na TUV	5 800,00		4,25
solár			
spolu	865 274,80	279,59	8,951
pôvodný stav pred opatreniami		450,240	52,849
úspora		279,59	8,951
koncový stav po opatreniach		170,647	43,898

Budovy podľa vypočítanej mernej potreby tepla energetickému kritériu po odporúčenej realizácii stavebných opatrení **vyhovujú** a podľa normy vyhovujú aj hodnoty súčiniteľov konštrukcií teplovýmenného obalu budovy v zmysle STN 73 0540 – 2 +Z1 + Z2: 2019.

Vypočítaná súčasná potreba tepla na vykurovanie budov spĺňa predpoklad energetickej hospodárnosti. Budovy sú v triede energetickej hospodárnosti zaradená do skupiny „B“.

Realizáciou odporučených stavebných úprav (zateplenie konštrukcií teplovýmenného obalu budov) je potreba tepla na vykurovanie stanovená mesačnou metódou nižšia, čo sa prejaví v úspore plynu na vykurovanie v zimnom období.

Predpokladané výdavky (investície) na realizáciu opatrení boli vypočítané z reálnych plôch budov a jednotkových smerných hodnôt stavebných materiálov aktuálnych v dobe vypracovania správy z energetického auditu. príloha. Skutočné náklady budú vyčíslené v stavebnom rozpočte, ktorý vyplynie z projektovej dokumentácie.

Tab. 65 Výsledky ekonomického vyhodnotenia - kumulatívne za všetky opatrenia

Ukazovateľ	Jednotka	Hodnota
Náklady na realizáciu súboru opatrení	EUR	865 275
Zmena nákladov na zabezpečenie energie (- zníženie/ + zvýšenie)	EUR	-13 080
Zmena osobných nákladov -napr. mzdy, poisťné...(-/+)	EUR	
Zmena ostatných prevádzkových nákladov - napr. opravy a údržba, služby, réžia, poisťenie majetku, ... (-/+)	EUR	
Zmena iných samostatne uvádzaných nákladov - napr. emisie, odpady a iné (-/+)	EUR	
Zmena tržieb - napr. za teplo, elektrinu, využitie odpady (-/+)	EUR	
Prínosy z realizácie súboru opatrení	EUR	13 080
Doba hodnotenia	rok	15
Diskontný faktor	%	2
Jednoduchá doba návratnosti (T_s)	rok	66,15
Reálna doba návratnosti (T_{sd})	rok	80,25
Čistá súčasná hodnota (NPV)	EUR	-697 205
Vnútorne výnosové percento (IRR)	%	-14,6
Daň z príjmov	EUR	0
Iné údaje		

Tab. 66 Bilančné údaje

	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel - úspora
Konečná spotreba palív a energie (MWh/rok)	584,011	299,719	284,292
Náklady na energiu v aktuálnych cenách (tis.€)	45,93	25,57	20,36

Po realizácii všetkých navrhovaných opatrení je možné dosiahnuť úsporu 284,292 MWh energie na vykurovanie, ohrev teplej vody a osvetlenie hodnotenej budovy. V prepočte podľa aktuálnych cien energie (elektriny a nakupovaného tepla) v čase spracovania tohto auditu je možné dosiahnuť ročnú úsporu nákladov na energiu 20,36 tis. EUR.

23.2. Prevádzkové opatrenia

Na budove intenzívnej zdravotnej starostlivosti je vlastníkom vykonávaná bežná stavebná údržba (vykonávané sú opravy na klampiarskych konštrukciách, opravy a revízie vykurovacích a osvetľovacích sústav). Odpovedá tomu súčasný vonkajší aj vnútorný vzhľad budov.

23.2.1. Periodická kontrola stavu tepelných izolácií na rozvodnom potrubí a armatúrach

Toto opatrenie sa vzťahuje predovšetkým na teplovodné rozvody v kotolni. Nekvalitne izolované potrubné rozvody, ktorými prechádzajú teplotonosné látky, prispievajú k zvýšenej energetickej náročnosti. Správne nadimenzovaná tepelná izolácia a jej bezchybný stav dokáže ušetriť až 6 % energie dopravovanej príslušným potrubím. Vyhláška ustanovuje technické požiadavky na tepelnú izoláciu rozvodov tepla a teplej vody a predpisuje minimálne hrúbky tepelnej izolácie pre izolačný materiál s tepelnou vodivosťou 0,035 W/m.K pri teplote 0°C. To isté platí aj pre armatúry.

Tepelné straty neizolovaných armatúr alebo neizolovaných rúr prechádzajúcich interiérovými priestormi budov sú využívané na vykurovanie.

Vyhláška č. 14/2016 Z. z. ustanovuje technické požiadavky na tepelnú izoláciu rozvodov tepla a teplej vody a predpisuje minimálne hrúbky tepelnej izolácie.

V praxi sú bežné prípady, keď tepelná izolácia je v malom rozsahu poškodená alebo keď chýba úplne. Preto v prevádzkových opatreniach pod opravou tepelnej izolácie sa rozumie oprava malých poškodení izolácie, napr. ak chýba časť izolácie po predošlej oprave na potrubí, pri výmene ventilu a iné. V prípade, ak izolácia chýba, treba ju okamžite doplniť.

Tab.67 Minimálne hrúbky tepelnej izolácie rozvodov tepla a teplej vody v budovách

	Vnútorý priemer potrubia alebo armatúry	Minimálna hrúbka izolácie
1	do 22 mm	20 mm
2	od 23 mm do 35 mm	30 mm
3	od 36 mm do 100 mm	rovnaká ako vnútorný priemer potrubia
4	nad 100 mm	100 mm

Poznámka 7:

Voľba hrúbky izolačného materiálu závisí od druhu izolačného materiálu, teploty ochladzovania alebo otepľovania povrchu, priemeru potrubia, ceny izolačného materiálu, ceny tepla, počtu hodín ročnej prevádzky a od ďalších, menej dôležitých faktorov. Hrúbka, ktorá zodpovedá všetkým týmto požiadavkám, sa nazýva hospodárna hrúbka izolácie. Zosilnením izolácie klesá strata tepla, čím sa znižujú náklady na tepelnú energiu. Súčasne sa však zvyšujú náklady na zhotovenie izolácie.

Návrh opatrenia:

Podľa odporúčaní prevádzkovej údržby.

24. Environmentálne hodnotenie budovy

Výpočet produkcie CO₂ v pôvodnom stave a pre nový stav v zmysle Zákona č.321/2014 Z.z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov je vykonaný sumárne pre všetky štyri auditované budovy. Výpočet produkcie CO₂ bol vykonaný na základe úspor energie na vykurovanie, ohrev teplej vody a osvetlenie budovy po realizácii odporučených opatrení. Do výpočtu nie je započítaná produkcia emisií z budovy telocvične, ktorá nebola predmetom auditu.

Tab.68 Prínosy z hľadiska ochrany životného prostredia - potenciál zníženia produkcie emisií

Znečisťujúca látka	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizáciou súboru opatrení	Rozdiel (t/rok)
TZL	0,0229	0,0140	0,0089
SO ₂	0,0201	0,0183	0,0018
NO _x	0,0958	0,0574	0,0384
CO	0,0541	0,0314	0,0227
CO ₂	126,9218	64,4359	62,4859

Realizáciou všetkých navrhovaných opatrení dôjde k **zníženiu produkcie CO₂** za celý školský areál (mimo telocvične) v množstve **62,4859 t/rok**.

24.1. Odpady a nakladanie s nimi (ich likvidácia)

Základná škola v priebehu užívania budov zhromažďuje a likviduje rôzne druhy odpadov. Odpady sú zbierané separovane do nádob na separovaný zber odpadov. Nebezpečný odpad je zbieraný len do nádob určených na zber nebezpečných odpadov. Nebezpečné odpady sú sústreďované na zbernom mieste na vyhradenom mieste. Nebezpečné odpady sú oddelene zhromažďované podľa jednotlivých druhov do doby zabezpečenia ich zneškodnenia v povolených zariadeniach. Následne sú odovzdávané organizácii oprávnenej na ďalšie nakladanie s nimi.

25. Stanovisko energetického audítora

Výsledkom energetického auditu je odhalenie potenciálu možných úspor energie a návrh odporúčaných opatrení so zreteľom na dosahovanie energetickej hospodárnosti prevádzky budov a ekonomickej efektivity vlozenej investície.

Zníženie energetickej náročnosti vedie k znižovaniu nákladov na nákup energie. Neustále zlepšovanie energetickej účinnosti šetrí peniaze v krátkodobom horizonte. V dlhodobom výhľade takéto úsilie zlepšuje aj kredit školy v oblasti environmentálnej ochrany a trvalej udržateľnosti životného prostredia. Inými slovami, investície do zlepšenia energetickej účinnosti sú rozhodujúce nielen pre zvýšenie užívateľského komfortu, ale tiež pre dlhodobé priaznivé finančné výsledky.

Taktiež globálne otepľovanie vedie k tlaku na zníženie spotreby energie.

Odporúčania v správe z energetického auditu s hodnotami súčiniteľov prechodu tepla konštrukciami sú v energetickom audite stanovené ako minimálne, ak má byť splnené kritérium energetickej hospodárnosti budov v zmysle legislatívnych a normatívnych požiadaviek.

Súčinitele prechodu tepla sú vypočítané so všetkými predpokladanými pôvodnými vrstvami, ku ktorým je pridaná tepelná izolácia v hrúbke, ktorá zabezpečuje dodržanie kritéria **minimálnych tepelnoizolačných vlastností** stavebnej konštrukcie. Ostáva na rozhodnutí projektanta, či pôvodné vrstvy ponechá a doplní na ne len izolácie v odporúčenej hrúbke, alebo niektoré pôvodné vrstvy odstráni a nahradí novými, iného zloženia, prípadne hrúbky. V projektovom návrhu však **musia** byť tieto minimálne hodnoty súčiniteľov prechodu tepla konštrukciami, uvedené v správe z energetického auditu dodržané, prípadne môžu byť použité materiály s hodnotami lepšími (napr. zateplenie s lepšími tepelnotechnickými vlastnosťami), ako boli uvažované v energetickom audite.

Najvýznamnejšími navrhovanými opatreniami z hľadiska prevádzky budov sú:

- zlepšenie tepelnotechnických vlastností konštrukcií teplovýmenného obalu budov (obvodové steny, podlaha na teréne, strešná konštrukcia a otvorové výplňové konštrukcie budov)
- hydraulické vyregulovanie rozvodu tepla v kotolni
- kompletná úprava vykurovacej sústavy v budovách (modernizácia výmenou vykurovacích telies, termostatická a hydraulická vyregulovanie vykurovacích sústav)
- komplexná rekonštrukcia prípravy teplej vody s využitím obnoviteľného zdroja (solárne termické kolektory v budove školskej jedálne)
- rekonštrukcia a modernizácia osvetľovacích sústav (súčasnú osvetľovaciu sústavu nahradiť úspornými svetelnými zdrojmi, dosiahnuť zvýšenie intenzity osvetlenia v súlade s požiadavkami technickej normy)

Všetky výpočty potreby primárnych energetických zdrojov a následnej produkcie CO₂ po realizácii odporúčaných úsporných opatrení na obnovách budov vychádzajú z hodnotenia zateplených stavebných konštrukcií a z hodnotení úprav zariadení techniky prostredia.

Reálne zníženie prevádzkových nákladov je možné dosiahnuť jedine znížením energetickej náročnosti vykurovaných budov.

Opatrenia odporúčané v energetickom audite vytvárajú predpoklad pre zníženie energetickej náročnosti hodnotenej budovy. Energetický audit je východiskovým dokumentom pre vypracovanie projektovej dokumentácie pre stavebné povolenie, prípadne realizačný projekt. Neoddeliteľnou súčasťou projektovej dokumentácie je **energetické projektové hodnotenie**, ktoré vychádza už z konkrétnych návrhov technického riešenia zvýšenia energetickej hospodárnosti budovy a musí reálne preukázať splnenie minimálnych požiadaviek stavebnej obnovy alebo obnovy techniky zariadenia budovy s cieľom dosiahnutia energetickej hospodárnosti významne obnovovaných budov v zmysle príslušných legislatívnych a technických predpisov.

Aktivity projektu (odporúčené opatrenia z energetického auditu) musia byť **priebežne sledované a spotreba energie meraná** za každú aktivitu samostatne a vyhodnocovaná v monitorovacej správe projektu. Výstupy projektu (aktivity) sú plne pod kontrolou prijímateľa NFP, ktorý zodpovedá za ich časovú realizáciu a za dosiahnutie predpokladaných výstupných hodnôt rámcovo určených v správe z energetického auditu.

Výstupné hodnoty vo fyzikálnych jednotkách odporúčame monitorovať prostredníctvom podružných meradiel (napr. spotreba resp. výroba tepla, spotreba resp. výroba elektrickej energie). Zvlášť pripomínáme nevyhnutnosť merania výroby energie z obnoviteľných zdrojov energie, ak sú zariadenia na získavanie energie z obnoviteľných zdrojov inštalované (výroba tepla a elektriny z OZE). Taktiež spotrebu elektriny. Meradlá pre meranie fyzikálnych hodnôt k vyhodnocovaniu merateľných ukazovateľov je nevyhnutné **navrhnuť už v projektovej dokumentácii**.

Záverom možno konštatovať, že z pohľadu ekonomickej efektívnosti pri úrovni inštalovanej techniky tu nie je iný potenciál úspor energie, ako realizáciou opatrení, ktoré už boli v texte správy z auditu odporúčané.

Celkový efekt úspory prevádzkových nákladov budov sa prejaví až po realizácii odporúčaných opatrení na zníženie energetickej náročnosti budov (zateplenie obvodového plášťa, výmena okien a vonkajších dverí).

Tiež realizáciou opatrení na tepelnom zariadení budov (hydraulické vyregulovanie vykurovacích sústav) a rekonštrukciou osvetľovacích sústav.

Investičné náklady na realizáciu jednotlivých odporučených opatrení vyplynú z rozpočtu po vypracovaní príslušnej projektovej dokumentácie.

Využitie obnoviteľných zdrojov energie je navrhnuté v technicky aj ekonomicky primeranej miere. Predpokladaná produkcia tepelnej energie na ohrev teplej vody z obnoviteľného zdroja je 4,25 kWh/m².rok. Pri výpočte výroby energie z OZE bola zohľadnená poloha strechy, na ktorej budú inštalované kolektory.

Údaje a hodnoty pred realizáciou súboru opatrení a po realizácii súboru opatrení v súhrnom informačnom liste (príloha č.4 k vyhláške č.179/2015 Z. z.) a v súbore údajov pre monitorovací systém (príloha č.5 k vyhláške č.179/2015 Z. z.) sú vypočítané zo spotrebovanej energie dokladovanej faktúrami dodávateľov energie (zemného plynu a el. energie).

25.1. Odporúčenie vhodnosti financovania opatrení

Spôsob financovania realizácie navrhovaných opatrení je závislý predovšetkým od predpokladanej doby návratnosti. Opatrenia na významnú stavebnú obnovu hodnotených budov základnej školy (zateplenie obvodového plášťa, výmena vonkajších dverí a okien), sú investične náročné s dlhou dobou návratnosti. Preto sa ich realizácia nezaobíde bez spolufinancovania prostredníctvom nenávratných finančných príspevkov v rámci aktuálnych výziev. Opatrenia z kratšími dobami návratnosti (menej ako 15 rokov) je možné financovať aj prostredníctvom garantovanej energetickej služby (GES). Pri všetkých navrhovaných opatreniach je uvedená vhodnosť pre financovanie prostredníctvom GES.

Banská Bystrica, 11/2021

Energetický audítor :

Ing. Pavel Ilovič

Číslo rozhodnutia o zápise do zoznamu energetických audítorov: 1890/2009-3400



Prílohy

- Príloha č.1 Kópia rozhodnutia Ministerstva hospodárstva SR o zápise do zoznamu energetických audítorov
- Príloha č.2 Kópia dokladu o poslednom absolvovaní aktualizáčnej odbornej prípravy pre energetických audítorov
- Príloha č.3 Záznam o odovzdaní a prevzatí písomnej správy z energetického auditu
- Príloha č.4 Súhrnný informačný list (príloha č.4 k vyhláške č.179/2015 Z. z.)
- Príloha č.5 Súbor údajov pre monitorovací systém (príloha č.5 k vyhláške č.179/2015 Z. z.)

Literatúra:

- 1) Zákon č.321/2014 Z.z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- 2) Vyhl. č.179/2015 Z.z. o energetickom audite
- 3) Zákon č.251/2012 Z.z. o energetike a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- 4) Zákon č.657/2004 Z.z. o tepelnej energetike
- 5) Zákon č. 658 / 2004 Z.z. , ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 276 / 2001 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- 6) Zákon č.17/2006 Z.z. o pravidelnej kontrole kotlov, vykurovacích sústav a klimatizačných systémov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- 7) Zákon č. 314/2012 Z.z o pravidelnej kontrole vykurovacích systémov a klimatizačných systémov a o zmene zákona č.455/1991 Zb. o živnostenskom podnikaní (živnostenský zákon) v znení neskorších predpisov
- 8) Vyhláška č. 308/ 2016, ktorou sa ustanovuje postup pri výpočte faktory primárnej energie systému centralizovaného zásobovania teplom
- 9) Zákon č.309/2009 Z.z. o podpore obnoviteľných zdrojov a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- 10) Zákon č.250/2012 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach v znení neskorších predpisov.
- 11) Zákon č.25/2006 Z. z. o verejnom obstarávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- 12) Zákon č.137/2010 Z. z. o ovzduší.
- 13) Zákon č.401/1998 Z.z. o poplatkoch za znečisťovanie ovzdušia v znení zákona č.161/2001 Z.z., zákona č.553/2004 Z.z, zákona č.571/2005 Z.z., zákona č. 203/2007 Z.z., zákona č. 529/2007 Z.z., zákona č.515/2008 Z.z. a zákona č. 286/2009 Z.z.
- 14) Zákon č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- 15) Vyhl. č.327/2015 Z.z. o výpočte a plnení cieľov energetickej efektívnosti
- 16) Vyhl. č.328 Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, ktorou sa určuje spôsob overovania hospodárnosti prevádzky sústavy tepelných zariadení, ukazovatele energetickej účinnosti zariadení na výrobu tepla a distribúciu tepla, normatívne ukazovatele spotreby tepla, rozsah ekonomicky oprávnených nákladov na overenie hospodárnosti prevádzky sústavy tepelných zariadení a spôsob úhrady týchto nákladov
- 17) Vyhl. č.364/2012 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- 18) Zákon č.300/2012 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení a dopĺňa zákon č.50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov
- 19) Vyhl.č.324/2016Z.z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 364/2012 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- 20) Vyhl. č.14/2016 Z.z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na tepelnú izoláciu rozvodov tepla a teplej vody
- 21) STN EN ISO 50001 Systém energetickeho manažérstva. Požiadavky s návodom na používanie (ISO 50001: 2011) (38 0005).
- 22) STN 73 0540 1 - 4:2012 a STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019
- 23) Komentár a návrh výpočtu energetickej certifikácie budov, kol. autorov, SKSI 2007, ISBN 978-80-89113-44-6
- 24) Sternová, Z. a kol.: Energetická hospodárnosť a energetická certifikácia budov, Jaga 2010
- 25) Ivan Chmúrny: Stavebná fyzika, STU Bratislava 2006
- 26) Dahlsveen, T., Petráš, D.: Energetický audit a certifikácia budov. Jaga 2008
- 27) Ing. Miroslav Kotrbatý: Vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů (III)
- 28) Firemná literatúra
- 29) T.Hill-J.Geyer. Telesá ústredného vykurovania, Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry 1965
- 30) Kolektív autorov: Energetika a životné prostredie, Technická univerzita vo Zvolene 2000
- 31) K. Ražnjevič: Tepelné tabuľky a diagramy, Alfa Bratislava 1969
- 32) Recknagel, Sprenger, Schramek: Taschenbuch für Heizung+Klimatechnik, Munchen 1999
- 33) Energetický audit vypracovaný v máji 2013
- 34) Energetické audity Časť 1: Všeobecné požiadavky
- 35) Energetické audity Časť 2: Budovy
- 36) Energetické audity Časť 3: Procesy
- 37) Energetické audity Časť 4: Doprava
- 38) Vyhl. č.35/2020 Z.z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 364/2012 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov v znení vyhlášky č.324/2016 Z.z.



Súhrnný informačný list

Príloha č.4 k vyhláške
č.179/2015 Z. z.

Názov subjektu alebo obchodné meno, identifikačné číslo a sídlo:		
Názov:	Mesto Vrútky	Základná škola Hany Zelinovej , Vrútky
IČO:	0	
sídlo:	Mestský úrad Vrútky, Námestie S.Zachara 6,038 61 Vrútky	
Meno, priezvisko a adresa trvalého pobytu alebo obdobného pobytu energetického audítora:		
Pavel Ilovič, Ing. Horná Mičina 212, 974 01 Banská Bystrica		
Zoznam opatrení na zlepšenie energetickej efektívnosti:		
Energetické manažerstvo (podľa ISO 50001)		
Stavebná obnova - zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií (zateplenie)		
Modernizácia vykurovacej sústavy - hydraulické vyregulovanie, termostaticizácia		
Solárny ohrev teplej vody		
Modernizácia osvetľovacej sústavy		
Predpokladané úspory energie dosiahnuté opatreniami (v MWh):		
Energetické manažerstvo (podľa ISO 50001)		0,00
Stavebná obnova - zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií (zateplenie)		209,70
Modernizácia vykurovacej sústavy - hydraulické vyregulovanie, termostaticizácia		69,90
Solárny ohrev teplej vody		4,25
Modernizácia osvetľovacej sústavy		4,70
Predpokladané finančné náklady na realizáciu opatrení (v tisícoch EUR):		
Energetické manažerstvo (podľa ISO 50001)		0,00
Stavebná obnova - zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií (zateplenie)		793,43
Modernizácia vykurovacej sústavy - hydraulické vyregulovanie, termostaticizácia		47,07
Solárny ohrev teplej vody		5,80
Modernizácia osvetľovacej sústavy		18,97
Iné údaje:		

Súbor údajov pre monitorovací systém

Príloha č.5 k vyhláške č.179/2015 Z. z.

Identifikačné údaje			
Názov, obchodné meno, sídlo	Základná škola Hany Zelinovej , Vrútky		IČO
Mesto Vrútky	Mestský úrad Vrútky, Námestie S.Zachara 6,038 61 Vrútky		0
Zatriedenie spotrebiteľa energie podľa SK NACE			0,00
Celkový potenciál úspor energie [MWh]			289
Súbor odporúčaných opatrení na zníženie spotreby energie			
Stručný popis súboru odporúčaných opatrení	Energetické manažérstvo (podľa ISO 50001) Stavebná obnova - zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií (zateplenie) Modernizácia vykurovacej sústavy - hydraulické vyregulovanie, termostatická Solárny ohrev teplej vody Modernizácia osvetľovacej sústavy		
Náklady na technológie pre premenu a distribúciu energie (v tisícoch EUR)			18,970
Náklady na výrobné technológie v (tisícoch EUR)			0,00
Náklady na znižovanie energetickej náročnosti budov (v tisícoch EUR)			846,305
Iné náklady (v tisícoch EUR)			0,000
Celkové náklady na realizáciu súboru odporúčaných opatrení (v tisícoch EUR)			865,275
Sumárne bilančné údaje			
	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Konečná spotreba palív a energie (MWh/r)	584	300	284
Náklady na energiu v aktuálnych cenách (v tisícoch EUR)	46	26	20
Prínosy z hľadiska ochrany životného prostredia			
Znečisťujúce látky/skleníkový plyn	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Tuhé znečisťujúce látky (t/r)	0,0229	0,0140	0,0089
SO ₂ (t/r)	0,0201	0,0183	0,0018
NO _x (t/r)	0,0958	0,0574	0,0384
CO (t/r)	0,0541	0,0314	0,0227
CO ₂ (t/r)	126,9218	64,4359	62,4859
Ekonomické vyhodnotenie			
Cash-Flow projektu (v tisícoch EUR/r)	12	Doba hodnotenia (roky)	15
Jednoduchá doba návratnosti (roky)	74,59	Diskontná sadzba (%)	2
Reálna doba návratnosti (roky)	93,20	NPV (tisícoch EUR)	-716
		IRR (%)	-15,5
Energetický audítor	Ing. Pavel Iľovič		
Podpis		Dátum	11.11.2021