

ENERGETICKÝ AUDIT

administratívnej budovy

Okresné riaditeľstvo Policajného Zboru

Janka Kráľa 1902/1

Rožňava



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND REGIONÁLNEHO ROZVOJA
INVESTÍCIA DO VAŠEJ BUDÚCNOSTI



OPERAČNÝ PROGRAM
KONKURENCIESCHOPNOSŤ
A HOSPODÁRSKY RAST



MINISTERSTVO
HOSPODÁRSTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



ENERGETICKÝ AUDIT ADMISTRATÍVNEJ BUDOVY

Okresné riaditeľstvo Policajného Zboru
Janka Kráľa 1902/1
Rožňava

Spracovateľ:

Slovenská inovačná a energetická agentúra



Energetický audítor:

Ing. Jozef Skonc

Spolupracovali:

Ing. Juraj Nistor

Dátum:

Máj 2014

OBSAH

1.	ÚVOD	5
2.	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE	6
2.1	Žiadateľ	6
2.2	Spracovateľ energetického auditu	6
3.	POPIS SÚČASNÉHO STAVU	7
3.1	Základné údaje o predmete energetického auditu	7
3.1.1	Identifikácia predmetu energetického auditu	7
3.1.2	Charakteristika budovy	7
3.1.3	Systém vykurovania a prípravy teplej vody	8
3.1.4	Osvetlenie	8
3.2	Základné údaje o energetických vstupoch a výstupoch	9
4.	TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ	10
4.1	Normy, smernice a vyhlášky	10
4.2	Miestne a normalizované klimatické podmienky	10
4.3	Zhodnotenie obalových konštrukcií objektu	11
4.3.1	Pevné stavebné konštrukcie	11
4.3.2	Otvorové konštrukcie	12
4.3.3	Celkové hodnotenie obalových konštrukcií objektu	14
4.4	Potreba tepla na vykurovanie	14
4.5	Hodnotenie budovy z hľadiska potreby tepla na vykurovanie	16
5.	NÁVRH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE SPOTREBY ENERGIE	17
5.1	Zateplenie obvodových stien	17
5.2	Zateplenie strechy	19
5.3	Zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom	20
5.4	Výmena otvorových konštrukcií	22
5.5	Rekonštrukcia zdroja tepla	24
5.6	Inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách a hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy	24
5.7	Inštalácia fotovoltaického systému na výrobu elektriny	25
5.8	Výmena svetelných zdrojov a svietidiel	25
5.9	Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení	26
6.	PROJEKT ZNÍŽENIA ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI OBJEKTU	28
6.1	Návrh projektu	28
6.2	Hodnotenie navrhovaného stavu z hľadiska potreby tepla na vykurovanie	29
7.	ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE	30
8.	ZÁVER	31
9.	REKAPITULAČNÝ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU	32
10.	PRÍLOHY	33
10.1	Príloha 1 Výpočet súčiniteľov prechodu tepla	33
10.2	Príloha 2 Výpočet solárnych ziskov	34
10.3	Príloha 3 Kontrola kotla, rozvodov a výpočet účinnosti kotla nepriamou metódou	35
10.4	Príloha 4 Fotodokumentácia objektu	37
10.5	Príloha 5 Termovízne posúdenie objektu	43

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Lokalizácia predmetu energetického auditu.....	7
Tabuľka 2: Technické a geometrické parametre budovy.....	8
Tabuľka 3: Prevádzkový režim budovy.....	8
Tabuľka 4: Sviestidlá.....	9
Tabuľka 5: Energetické vstupy a náklady na energiu.....	9
Tabuľka 6: Merný náklad na energiu.....	9
Tabuľka 7: Počty vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota.....	10
Tabuľka 8: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru.....	11
Tabuľka 9: Klimatické podmienky.....	11
Tabuľka 10: Zoznam pevných stavebných konštrukcií.....	12
Tabuľka 11: Zoznam typov otvorových konštrukcií.....	13
Tabuľka 12: Hodnotenie priemerného súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540-2.....	14
Tabuľka 13: Výpočet potreby tepla na vykurovanie.....	15
Tabuľka 14: Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2.....	16
Tabuľka 15: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie obvodových stien pre splnenie podmienok STN 730540-2.....	17
Tabuľka 16: Navrhovaná tepelná izolácia obvodových stien.....	17
Tabuľka 17: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie obvodových stien.....	18
Tabuľka 18: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie obvodových stien.....	18
Tabuľka 19: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie strechy pre splnenie podmienok STN 730540-2.....	19
Tabuľka 20: Navrhovaná tepelná izolácia strechy.....	19
Tabuľka 21: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie strechy.....	20
Tabuľka 22: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie strechy.....	20
Tabuľka 23: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie podlahy pre splnenie podmienok STN 730540-2.....	21
Tabuľka 24: Navrhovaná tepelná izolácia podlahy nad nevykurovaným priestorom.....	21
Tabuľka 25: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom.....	21
Tabuľka 26: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom.....	22
Tabuľka 27: Zoznam typov navrhovaných otvorových konštrukcií.....	22
Tabuľka 28: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – výmena otvorových konštrukcií.....	23
Tabuľka 29: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena otvorových konštrukcií.....	24
Tabuľka 30: Ekonomické hodnotenie opatrenia – rekonštrukcia zdroja tepla.....	24
Tabuľka 31: Investičné náklady na realizáciu inštalácie TRV a HV vykurovacej sústavy budovy.....	25
Tabuľka 32: Ekonomické hodnotenie opatrenia – inštalácia fotovoltaického systému.....	25
Tabuľka 33: Návrh výmeny svetelných zdrojov a svietidiel.....	26
Tabuľka 34: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena svetelných zdrojov a svietidiel.....	26
Tabuľka 35: Súhrn navrhovaných opatrení.....	28
Tabuľka 36: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – projekt zníženia energetickej náročnosti.....	28
Tabuľka 37: Ekonomické hodnotenie projektu - zníženie energetickej náročnosti objektu.....	29
Tabuľka 38: Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2.....	29
Tabuľka 39: Hodnotenie redukcie CO ₂	30

ZOZNAM GRAFOV A OBRÁZKOV

Obrázok 1: Situačná mapa budovy.....	7
Graf 2: Priebeh dennostupňov a porovnanie s priemerom.....	10
Graf 3: Podiel konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate.....	14
Graf 4: Porovnanie vypočítanej mernej potreby so skutočnou spotrebou tepla na UK.....	15
Graf 5: Porovnanie vnútorných teplôt v objekte počas vykurovacieho obdobia.....	16
Graf 6: Optimalizácia hrúbky tepelnej izolácie obvodovej steny v závislosti od jednoduchej návratnosti investície.....	18
Graf 7: Optimalizácia hrúbky tepelnej izolácie strechy v závislosti od jednoduchej návratnosti investície.....	19
Graf 8: Optimalizácia hrúbky tepelnej izolácie podlahy v závislosti od jednoduchej návratnosti investície.....	21
Graf 9: Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach.....	26
Graf 10: Porovnanie návratností investícií pri jednotlivých opatreniach.....	27
Graf 11: Redukcia CO ₂ vplyvom realizácie jednotlivých opatrení.....	30
Obrázok 12 Pohľad juhovýchodný – Hlavný pavilón.....	37
Obrázok 13 Pohľad juhozápadný – Hlavný pavilón.....	37
Obrázok 14 Pohľad severozápadný – Hlavný pavilón.....	38
Obrázok 15 Pohľad severný – Slobodáreň, Odbor kriminálnej polície, Vestibul a Hlavný pavilón.....	38
Obrázok 16 Pohľad severovýchodný – Odbor kriminálnej polície, Vestibul a Hlavný pavilón.....	39
Obrázok 17 Pohľad severný – Slobodáreň a Odbor kriminálnej polície.....	39
Obrázok 18 Pohľad východný – Slobodáreň a Odbor kriminálnej polície.....	40
Obrázok 19 Pohľad juhovýchodný – Odbor kriminálnej polície a Hlavný pavilón.....	40
Obrázok 20 Kotolňa.....	41
Obrázok 21 Vykurovacie telesá.....	41
Obrázok 22 Sviestidlá.....	42



1. ÚVOD

Slovenská inovačná a energetická agentúra vypracovala tento energetický audit v rámci projektu financovaného zo štrukturálnych fondov. Cieľom projektu je poskytnúť podporný nástroj na zavádzanie a optimalizáciu opatrení v oblasti energetickej efektívnosti vo verejných budovách a tým napomôcť splniť záväzky Slovenskej republiky voči Európskej únii v oblasti energetickej efektívnosti.

Projektom sa vytvoria predpoklady pre zvyšovanie účinnosti využitia energetických zdrojov a čiastočne aj zvýšenia podielu využívania obnoviteľných zdrojov energie pri prevádzke verejných budov. Návrhom opatrení na úsporu energie, najmä modernizáciou technických zariadení budov, sa identifikujú možnosti využívania energetických služieb pri prevádzke verejných budov, čo v nasledujúcom období môže prispieť k rozvoju trhu s energetickými službami.

Vypracovaný energetický audit napomáha zvýšiť predpoklady pre plánovanú realizáciu opatrení na úsporu energie na strane spotreby pre verejné subjekty na štátnej, regionálnej a miestnej úrovni poskytnutím energetických auditov pre administratívne budovy, školské budovy a budovy, v ktorých sa poskytuje zdravotná starostlivosť za účelom optimálneho využívania finančných prostriedkov Európskych štrukturálnych a investičných fondov (EŠIF) programového obdobia 2014-2020.

Energetický audit je duševným vlastníctvom spracovateľa - Slovenskej inovačnej a energetickej agentúry.

3. POPIS SÚČASNÉHO STAVU

3.1 Základné údaje o predmete energetického auditu

Na zistenie súčasného stavu predmetu energetického auditu boli použité:

- údaje o spotrebe a nákladoch na teplo pre vykurovanie za obdobie 2011, 2012, 2013,
- dostupná projektová dokumentácia,
- osobné konzultácie s prevádzkovateľom objektu,
- fotodokumentácia objektu a technických zariadení budov,
- obhliadka na mieste,
- kontrolné merania,
- termovízne snímkovanie objektu.

3.1.1 Identifikácia predmetu energetického auditu

Predmetom energetického auditu je administratívna budova Okresného riaditeľstva Policajného zboru v Rožňave.

Tabuľka 1: Lokalizácia predmetu energetického auditu

Ulica, číslo:	Janka Kráľa 1902/1
Obec:	Rožňava
Okres:	Rožňava

Cieľom EA je zhodnotenie súčasných tepelno-technických vlastností budovy, zistenie potenciálu úspor energie a návrh opatrení technického riešenia pre zníženie energetickej náročnosti budovy.

Obrázok 1: Situačná mapa budovy



3.1.2 Charakteristika budovy

Budova bola skolaudovaná v roku 1981. Denne ju využíva priemerne 100 osôb. Tvorí ju Hlavný pavilón, ktorý má suterén a päť nadzemných podlaží. V juhovýchodnej časti je spojený s podivničeným jednopodlažným Vstupným vestibulom, ktorý ho spája s ďalšou časťou budovy, ktorou je Odbor kriminálnej polície. Táto časť budovy má tri nadzemné podlažia a je spojená

s ďalšou časťou budovy, ktorou je Slobodáreň. Táto časť budovy má taktiež tri nadzemné podlažia. Budova je zastrešená rovnou strechou. Obvodové múry sú z pórobetónových obvodových panelov, z muriva CDM a pórobetónových tvárnic. Vonkajšie omietky sú vápennocementové. Otvorové konštrukcie sú riešené zdvojenými oknami s dreveným rámom. Medziokenné priestory sú vyplnené doskami s vonkajšou úpravou čiernym sklom. Okná a medziokenné priestory vykazujú značný stupeň opotrebovania a špárovej netesnosti. Tieto nedostatky spôsobujú nadmerné tepelné straty infiltráciou a to hlavne na náveterných stranách budovy. Vstupné dvere sú atypické, oceľové s jednoduchým sklom.

Tabuľka 2: Technické a geometrické parametre budovy

Celková zastavaná plocha [m ²]	A	2 113
Obvod zastavanej plochy [m]	P	365
Obostavaný vykurovaný objem [m ³]	V _b	13 819
Merná plocha [m ²]	A _b	4 685
Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²]	∑A _i	7 719
Faktor tvaru budovy [m ⁻¹]	∑A _i /V _b	0,56
Počet nadzemných podlaží		5
Priemerná konštrukčná výška podlažia [m]	h _{k,pr}	2,95

Tabuľka 3: Prevádzkový režim budovy

Počet pracovných dní v roku	D	251
Počet pracovných dní v týždni	d	5
Počet smien za deň	d ₁	1
Dĺžka pracovnej doby [h]	t ₁	8,0
Využitie objektu		verejná budova

3.1.3 Systém vykurovania a prípravy teplej vody

Dodávka tepla na vykurovanie je realizovaná z kotolne nachádzajúcej sa Hlavnom pavilóne. Sú v nej inštalované 3 kotly OW-25, každý s výkonom 0,29 MW. Celkový inštalovaný výkon kotolne je 0,87 MW. Normatívna účinnosť kotlov je 88%. Zariadenia na výrobu tepla a celá technológia kotolne sú pôvodné od kolaudácie budovy a vykazujú vysoký stupeň fyzickej a morálnej opotrebovanosti. Inštalovaná ekvitermická regulácia je nefunkčná a celá prevádzka kotolne je riadená ručne obsluhou kotolne.

Vykurovací systém je dvojrúrovňový z oceľových bezšvových rúr s teplotným spádom 80/60°C a núteným obehom. Vykurovacie telesá sú oceľové, článkové bez inštalovaných termostatických ventilov.

Teplá voda sa pripravuje v 6300 litrovom stojatom akumuláčnom ohrievači. Regulácia prípravy teplej vody a chod cirkulačného čerpadla sú riadené taktiež ručne obsluhou kotolne, nakoľko inštalované regulačné prvky sú nefunkčné.

3.1.4 Osvetlenie

Osvetlenie objektu je zabezpečené svietidlami, uvedenými v tabuľke 4. Nakoľko spotreba elektriny na osvetlenie nie je samostatne meraná, bola vypočítaná na základe odhadnutého ročného počtu prevádzkových hodín zdrojov osvetlenia (844 hodín), ktoré boli stanovené z rozdielu priemernej spotreby elektriny za predchádzajúce kalendárne roky a odhadnutej spotreby elektriny ostatnými elektrospotrebičmi. Náklady na elektrinu sú vyčíslené v cenách roku 2013.

Tabuľka 4: Svietidlá

Druh svetelného zdroja v svietidle	Príkonnosť svietidla [W]	Počet svietidiel [ks]	Celková príkonnosť [W]	Spotreba elektriny [kWh]	Náklad na elektrinu [EUR]
lineárna žiarivka T8 + klasický predradník	80	176	14 080	11 882	2 353
lineárna žiarivka T8 + klasický predradník	160	173	27 680	23 359	4 625
lineárna žiarivka T8 + klasický predradník	72	22	1 584	1 337	265
obyčajná žiarovka	60	108	6 480	5 468	1 083
obyčajná žiarovka	100	16	1 600	1 350	267
Spolu:	-	495	51 424	43 396	8 592

3.2 Základné údaje o energetických vstupoch a výstupoch

Prehľad o energetických vstupoch a nákladoch na energiu v posledných troch kalendárnych rokoch uvádza nasledujúca tabuľka. Táto je spracovaná na základe údajov o vyfakturovaných množstvách jednotlivých druhov energií od dodávateľov:

- zemný plyn: Slovenský plynárenský priemysel, a.s.
- elektrina: Východoslovenská energetika, a.s..

Všetky ceny energií a investičné náklady uvedené v audite sú bez DPH. Energetické vstupy sú podrobnejšie členené podľa účelu spotreby na:

- vykurovanie (UK),
- prípravu teplej vody (TV),
- osvetlenie,
- ostatné (zahŕňa aj straty pri transformácii energie).

Tabuľka 5: Energetické vstupy a náklady na energiu

Kalendárny rok		2011	2012	2013	Priemer	
elektrina	Množstvo [kWh]	177 992	127 154	128 814	144 653	
	Náklad [EUR]	35 420	25 176	25 505	28 701	
	z toho:	UK [kWh]	0	0	0	0
		TV [kWh]	0	0	0	0
		osvetlenie [kWh]	53 398	38 146	38 644	43 396
		ostatné [kWh]	124 594	89 008	90 170	101 257
zemný plyn	Množstvo [kWh]	817 799	814 070	785 295	805 721	
	Náklad [EUR]	40 816	44 676	42 384	42 625	
	z toho:	UK [kWh]	683 680	680 562	656 507	673 583
		TV [kWh]	35 983	35 819	34 553	35 452
		ostatné [kWh]	98 136	97 688	94 235	96 687

Merný náklad energie v členení podľa účelu spotreby je odvodený z celkových nákladov posledného kalendárneho roka tabuľky 5.

Tabuľka 6: Merný náklad na energiu

Merný náklad na UK [EUR/kWh]	0,054
Merný náklad na prípravu TV [EUR/kWh]	0,054
Merný náklad na osvetlenie [EUR/kWh]	0,198

4. TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ

4.1 Normy, smernice a vyhlášky

Pri posudzovaní energetickej náročnosti a kvantifikáciu možných úspor tepla boli použité platné tepelno-technické normy:

STN EN ISO 13790 : 2008 – *energetická hospodárnosť budov, výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie,*

STN EN ISO 13789 : 2008 – *tepelnotechnické vlastnosti budov, merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním,*

STN EN ISO 13370 : 2008 – *tepelnotechnické vlastnosti budov, šírenie tepla zeminou,*

STN EN ISO 10077-1 : 2007 – *tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc, výpočet súčiniteľa prechodu tepla*

STN EN ISO 6946 : 2008 – *stavebné konštrukcie, tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla,*

STN 73 0540-2 : 2013 – *tepelná ochrana budov, tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, časť 2 – funkčné požiadavky*

STN 73 0540-3 : 2013 – *tepelná ochrana budov, tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, časť 3 – Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov*

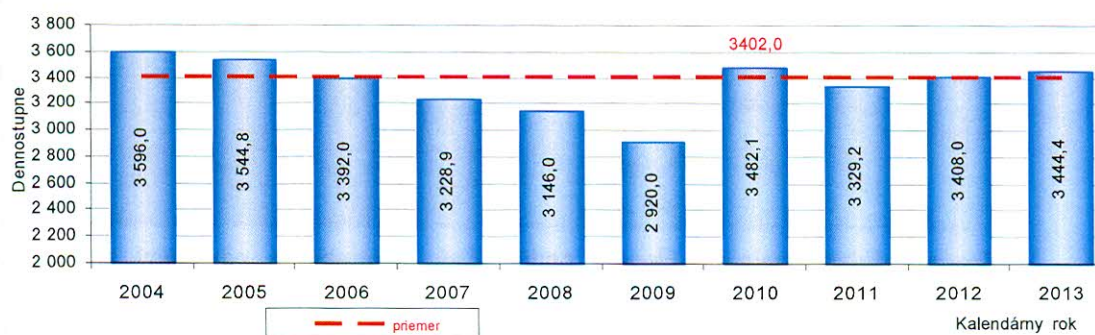
4.2 Miestne a normalizované klimatické podmienky

Pre výpočet potreby tepla na krytie strát prechodom a vetraním bola použitá dennostupňová metóda. Dennostupne sú vypočítané aritmetickým priemerom skutočných hodnôt vonkajších klimatických podmienok v okrese Rožňava za posledných desať kalendárnych rokov.

Tabuľka 7: Počty vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota

Kalendárny rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Počet vykurovacích dní	232	211	212	229	220	200	219	203	213	218
Priem. vonkajšia teplota [°C]	3,80	2,50	3,30	5,20	5,00	4,70	3,40	2,90	3,30	3,50
Počet dennostupňov	3 596,0	3 544,8	3 392,0	3 228,9	3 146,0	2 920,0	3 482,1	3 329,2	3 408,0	3 444,4

Graf 2: Priebeh dennostupňov a porovnanie s priemerom



Vykurovací režim budovy je premietnutý v počte dennostupňov, nakoľko vnútorná výpočtová teplota bola určená váženým priemerom na základe vykurovacej teploty využitia jednotlivých vnútorných priestorov, so zohľadnením vykurovacích útlmov, pričom váhou bola plocha príslušných priestorov.

Tabuľka 8: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru

Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m ²)	Priemerná vykurovacia teplota (°C)
administratívne budovy - kancelárie, zasadačky	2547	20,4
administratívne budovy - chodby, hlavné schodisko, WC	2138	17,9

Stanovené dennostupne boli použité na určenie optimálnej potreby energie na vykurovanie upraveným hodnotením.

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

Tabuľka 9: Klimatické podmienky

		Normalizované hodnotenie	Upravené hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota [°C]	q_e	-15	-15
Veterná oblasť, rýchlosť vetra [ms ⁻¹]	v	-	< 2,0
Vnútorná výpočtová teplota [°C]	q_i	18,5	19,3
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia [°C]	q_{ae}	3,86	3,8
Priemerný počet vykurovacích dní:	d	212	215,7
Priemerný počet dennostupňov:	D	3104	3402,0

4.3 Zhodnotenie obalových konštrukcií objektu

Pre zhodnotenie obalových konštrukcií bola použitá dostupná výkresová a technická dokumentácia, fotodokumentácia a vlastná obhliadka objektu. V nasledujúcich kapitolách sú popísané tepelno-technické vlastnosti jednotlivých stavebných konštrukcií. Podrobná skladba jednotlivých stavebných konštrukcií, výpočtová hodnota tepelného odporu a výpočet súčiniteľov prechodu tepla jednotlivých stavebných konštrukcií je uvedený v prílohe 1. Pri výpočte plôch obalových konštrukcií sú započítané len teplo výmenné plochy bez vystupujúcich konštrukcií.

4.3.1 Pevné stavebné konštrukcie

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 6 653 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,36 W.m⁻².K⁻¹ do 1,33 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 4 599,21 W.K⁻¹, čo predstavuje 52,5 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Tabuľka 10: Zoznam pevných stavebných konštrukcií

Stavebná konštrukcia	Plocha [m ²]	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Maximálna hodnota U podľa STN 730540-2 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota U podľa STN 730540-2 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Odporúčaná hodnota U podľa STN 730540-2 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	A	U	U _{max}	U _N	U _{r1}	
Zvislé steny nad terénom						
Obvodová stena z pórobetónových panelov	2051,3	0,72	0,46	0,32	0,22	nevyhovuje
Obvodová stena z pórobetónových tvárnic	473,4	0,89	0,46	0,32	0,22	nevyhovuje
Obvodová stena z tehál CDM	220,9	1,33	0,46	0,32	0,22	nevyhovuje
Medziokenné prefabrikáty	410,3	1,06	0,46	0,32	0,22	nevyhovuje
Podlaha nad nevykurovaným priestorom						
Strop nevykurovaného suterénu	976,7	1,13	1,60	0,95	0,75	nevyhovuje
Strecha plochá						
Strecha plochá	2112,7	0,60	0,30	0,20	0,10	nevyhovuje
Stavebná konštrukcia	Plocha [m ²]	Hodnota tepelného odporu (m ² KW ⁻¹)	Minimálna hodnota R podľa STN 730540-2 (m ² KW ⁻¹)	Normalizovaná hodnota R podľa STN 730540-2 (m ² KW ⁻¹)	Odporúčaná hodnota R podľa STN 730540-2 (m ² KW ⁻¹)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	A	R	R _{min}	R _N	R _{r1}	
Podlaha na teréne neizolovaná, alebo izolovaná po celej ploche						
Podlaha na teréne	408,0	0,49	1,5	2,3	2,5	nevyhovuje

4.3.2 Otvorové konštrukcie

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 1 066 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 1,29 W.m⁻².K⁻¹ do 5,90 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 3 391,77 W.K⁻¹, čo predstavuje 38,7 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Tabuľka 11: Zoznam typov otvorových konštrukcií

Otvorová konštrukcia	Celková plocha [m ²]	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ² .K ⁻¹]	Merná tepelná strata konštrukcie [W.K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota U podľa STN 730540-2 [W.m ² .K ⁻¹]	Odporúčané hodnoty U _o podľa STN 730540-2 [W.m ² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	A	U	A.U	U _{w,N}	U _{w,r1}	
dvere bez zádveria kovové bez preruš. tep. mosta, typ. 1	6,00	5,90	35,40	3,00	2,50	nevyhovuje
dvere bez zádveria kovové bez preruš. tep. mosta, typ. 2	2,00	5,90	11,80	3,00	2,50	nevyhovuje
dvere bez zádveria drevené, typ. 3	6,00	4,80	28,80	3,00	2,50	nevyhovuje
dvere bez zádveria kovové bez preruš. tep. mosta, typ. 4	3,20	5,90	18,88	3,00	2,50	nevyhovuje
dvere bez zádveria kovové bez preruš. tep. mosta, typ. 5	3,52	5,90	20,77	3,00	2,50	nevyhovuje
dvere bez zádveria drevené, sklo jednoduché, typ. 6	4,50	4,80	21,59	3,00	2,50	nevyhovuje
dvere bez zádveria kovové bez preruš. tep. mosta, typ. 7	12,00	5,90	70,80	3,00	2,50	nevyhovuje
dvere bez zádveria drevené, zdvojené, typ. 8	8,40	4,80	40,32	3,00	2,50	nevyhovuje
dvere so zádverím kovové bez preruš. tep. mosta, sklo jednoduché, typ. 9	27,81	5,81	161,58	4,00	3,00	nevyhovuje
dvere bez zádveria kovové bez preruš. tep. mosta, typ. 10	6,25	5,90	36,88	3,00	2,50	nevyhovuje
dvere bez zádveria kovové bez preruš. tep. mosta, typ. 11	1,40	5,90	8,26	3,00	2,50	nevyhovuje
dvere bez zádveria kovové bez preruš. tep. mosta, sklo jednoduché, typ. 12	5,28	5,83	30,76	3,00	2,50	nevyhovuje
okno drevené, zdvojené, typ. 13	511,76	2,78	1420,22	1,40	1,00	nevyhovuje
okno kovové bez preruš. tep. mosta, zdvojené, typ. 14	5,20	3,96	20,60	1,40	1,00	nevyhovuje
okno kovové bez preruš. tep. mosta, zdvojené, typ. 15	26,13	3,96	103,46	1,40	1,00	nevyhovuje
okno drevené, zdvojené, typ. 16	66,26	2,78	183,91	1,40	1,00	nevyhovuje
okno drevené, zdvojené, typ. 17	11,39	2,78	31,61	1,40	1,00	nevyhovuje
okno drevené, zdvojené, typ. 18	8,30	2,78	23,09	1,40	1,00	nevyhovuje
okno drevené, zdvojené, typ. 19	37,80	2,78	105,06	1,40	1,00	nevyhovuje
okno drevené, zdvojené, typ. 20	4,05	2,78	11,28	1,40	1,00	nevyhovuje
okno drevené, zdvojené, typ. 21	1,53	2,77	4,24	1,40	1,00	nevyhovuje
okno drevené, zdvojené, typ. 22	9,54	2,77	26,43	1,40	1,00	nevyhovuje
okno kovové bez preruš. tep. mosta, sklo jednoduché, typ. 23	21,60	5,81	125,54	1,40	1,00	nevyhovuje
okno kovové bez preruš. tep. mosta, sklo jednoduché, typ. 24	35,88	5,82	208,69	1,40	1,00	nevyhovuje
okno drevené, zdvojené, typ. 25	19,44	2,77	53,90	1,40	1,00	nevyhovuje
okno drevené, zdvojené, typ. 26	91,08	2,76	251,12	1,40	1,00	nevyhovuje
okno kovové bez preruš. tep. mosta, sklo jednoduché, typ. 27	23,20	5,81	134,78	1,40	1,00	nevyhovuje
okno kovové bez preruš. tep. mosta, sklo jednoduché, typ. 28	6,38	5,81	37,05	1,40	1,00	nevyhovuje
okno plastové, polykarbonát, typ. 29	21,60	1,90	41,04	1,40	1,00	nevyhovuje
okno kovové bez preruš. tep. mosta, sklo jednoduché, typ. 30	4,03	5,89	23,77	1,40	1,00	nevyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 31	6,21	1,46	9,04	1,40	1,00	nevyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 32	2,02	1,38	2,78	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 33	8,90	1,39	12,37	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 34	21,60	1,38	29,81	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izol. dvojsklo, typ. 35	35,88	1,29	46,16	1,40	1,00	vyhovuje

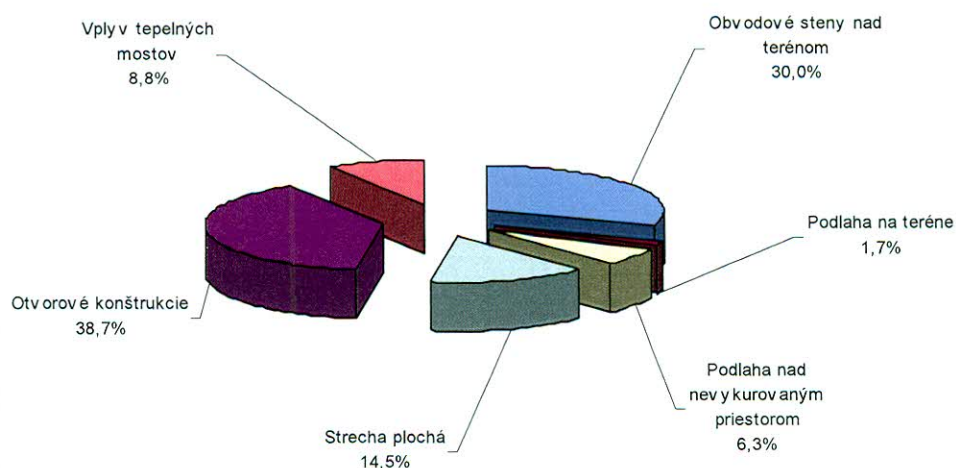
4.3.3 Celkové hodnotenie obalových konštrukcií objektu

Merná tepelná strata obalových konštrukcií vrátane mernej tepelnej straty vplyvom tepelných mostov je $8\,762,92\text{ W}\cdot\text{K}^{-1}$. Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov bola určená približne, a to na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vyjadreného vo $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$. Hodnota tohto súčiniteľa je $0,05\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ v prípade spojitých tepelnoizolačných vrstiev na vonkajšom povrchu konštrukcií a v ostatných prípadoch je $0,1\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$. Splnenie minimálnej požiadavky priemerného súčiniteľa prechodu tepla všetkých obalových konštrukcií budovy podľa STN 73 0540-2 je uvedené v tabuľke 12. Podiel jednotlivých konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate prechodom je uvedený v nasledujúcom grafe.

Tabuľka 12: Hodnotenie priemerného súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540-2

Faktor tvaru budovy	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]	Normalizovaná hodnota [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]	Odporúčaná hodnota [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]	Cieľová odporúčaná hodnota [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
0,56	1,14	0,46	0,31	0,22	nevyhovuje

Graf 3: Podiel konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate



4.4 Potreba tepla na vykurovanie

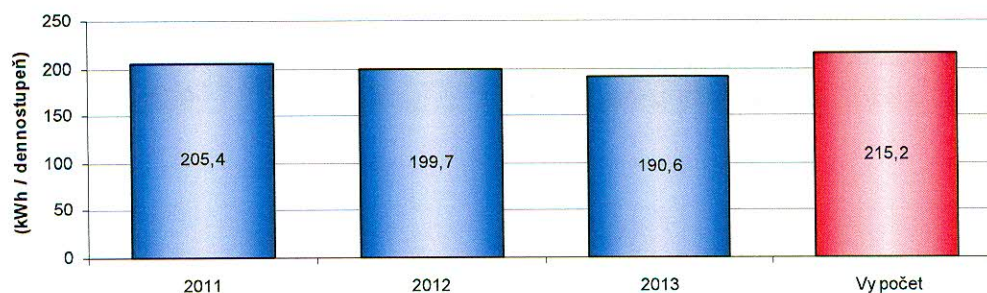
Výpočet potreby tepla na vykurovanie bol vykonaný na základe výpočtu tepelných strát prechodom tepla konštrukciami a tepelných strát vetraním, ktoré boli znížené o tepelné zisky. Celková potreba energie pre pokrytie tepelných strát prechodom a vetraním predstavuje $895\,729\text{ kWh}$. Na celkovej potrebe sa pokrytie tepelnej straty prechodom obalovými konštrukciami podieľa $78,7\%$, podiel vetrania je $21,3\%$. Celková spotreba energie je redukovaná tepelnými ziskami budovy vo výške $172\,090\text{ kWh}$ s mierou ich využitia na úrovni 95% . Výsledná potreba tepla na vykurovanie budovy so započítaním tepelných ziskov je $732\,244\text{ kWh}$.

Tabuľka 13: Výpočet potreby tepla na vykurovanie

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK ⁻¹]	ΔH_{TM}	771,94
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK ⁻¹]	H_U	7 990,98
Merná tepelná strata prechodom [WK⁻¹]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	8 762,92
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,65
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,55
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,65
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ h ⁻¹]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m ³ h ⁻¹]	V_v	8 982,66
Merná tepelná strata vetraním [WK⁻¹]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	2 371,42
Merná tepelná strata [WK⁻¹]	$H = H_T + H_v$	11 134,34
Vnútorný tepelný zisk [kWh]	Q_i	140 537,10
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	31 552,78
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	172 089,88
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	704 954,40
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	190 774,97
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	732 243,99

Potreba tepla na vykurovanie na vstupe do hodnoteného objektu prepočítaná cez účinnosť výroby tepla 88,0 % je 832 095 kWh, čo predstavuje 2995,5 GJ. Porovnanie vypočítanej mernej potreby tepla na dennostupeň so skutočnými mernými spotrebami tepla na vykurovanie za posledné 3 kalendárne roky je v nasledujúcom grafe.

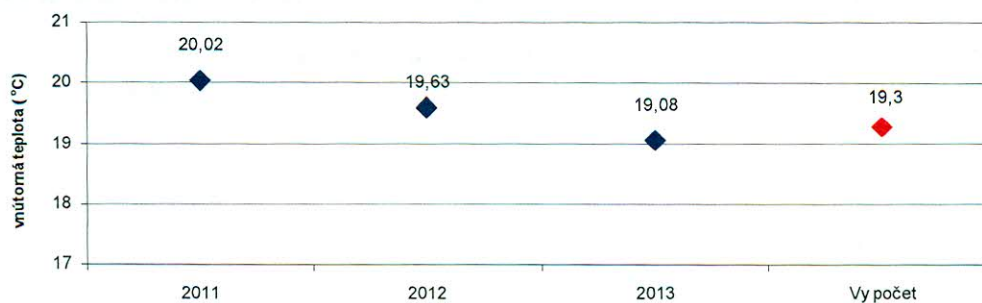
Graf 4: Porovnanie vypočítanej mernej potreby so skutočnou spotrebou tepla na UK



V nasledujúcom grafe sú nasimulované priemerné vnútorné teploty počas vykurovacieho obdobia za predchádzajúce 3 kalendárne roky. Tieto boli určené na základe skutočných spotrieb tepla na UK, klimatických podmienok pre príslušný kalendárny rok uvedených v kapitole 4.2 a vypočítanej potreby tepla na vykurovanie. Porovnaním uvedených teplôt s vnútornou výpočtovou teplotou 19,3 °C napovedá o miere využívania vykurovacích útlmov, prípadne nedokurovania objektu.



Graf 5: Porovnanie vnútorných teplôt v objekte počas vykurovacieho obdobia



4.5 Hodnotenie budovy z hľadiska potreby tepla na vykurovanie

Pre hodnotenie budovy z hľadiska splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy podľa STN 73 0540-2 boli použité klimatické údaje referenčnej vykurovacej sezóny a zohľadnený prevádzkový čas vykurovania so stanoveným vplyvom na pokles vnútornej teploty v kategórii budov - administratívna budova. Pre splnenie energetického kritéria, merná potreba tepla na vykurovanie má byť nižšia ako normalizovaná hodnota.

Hodnotená budova nespĺňa energetické kritérium a z pohľadu potreby energie na vykurovanie sa zaradí do energetickej triedy F.

Tabuľka 14: Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2

Faktor tvaru budovy [m^{-1}]	A/V_b	0,56
Potreba tepla na UK v referenčnej vykurovacej sezóne [kWh]	Q_h	665 978,28
Merná potreba tepla na vykurovanie [$kWhm^{-2}$]	Q_{EP}	142,16
Normalizovaná hodnota [$kWhm^{-2}$]	$Q_{N,EP}$	53,50
Odporúčaná hodnota [$kWhm^{-3}$]	$Q_{r1,EP}$	26,80
Cieľová odporúčaná hodnota [$kWhm^{-2}$]	$Q_{r2,EP}$	13,40
Posúdenie budovy podľa STN 73 0540-2	$Q_{EP} \leq Q_{N,EP}$	nevyhovuje

5. NÁVRH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE SPOTREBY ENERGIE

Na zníženie energetickej náročnosti objektov, zníženie nákladov na vykurovanie a osvetlenie, zlepšenie kvality obalových konštrukcií a vnútornej tepelnej pohody boli navrhnuté nižšie uvedené opatrenia. Každé opatrenie je ekonomicky vyhodnotené v cenách energií kalendárneho roku 2013 (teplo na UK: 0,05 EUR/kWh, elektrina: 0,20 EUR/kWh), ktoré boli upravené mierou priemerného ročného nárastu cien energií (0,2%). Reálna diskontná miera, so zohľadnením ročnej miery inflácie (1,4%), bola stanovená vo výške 2,1%. Výška investičných nákladov vychádza z obvyklých cien stavebných materiálov, strojov, zariadení, bez zohľadnenia vedľajších vynútených nákladov. Hrúbka navrhovaných tepelných izolácií v rámci návrhu opatrení bola stanovená s ohľadom na splnenie požadovaných súčiniteľov prechodu tepla konštrukcie so zohľadnením technickej realizovateľnosti a ekonomickej návratnosti.

5.1 Zateplenie obvodových stien

S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody a splnenie energetických požiadaviek budovy, navrhujeme medziokenné priestory domurovať pórobetónovými tvárniciami a následne obvodové steny zatepliť expandovaným polystyrénom. Minimálna hrúbka tejto tepelnej izolácie, zabezpečujúca splnenie energetických požiadaviek a návrh skladby a hrúbky zateplenia jednotlivých stavebných konštrukcií je uvedený v nasledovných tabuľkách. V grafe 6 je pre porovnanie zobrazená optimálna hrúbka tepelnej izolácie vzhľadom na ekonomickú návratnosť investície do zateplenia obvodových stien.

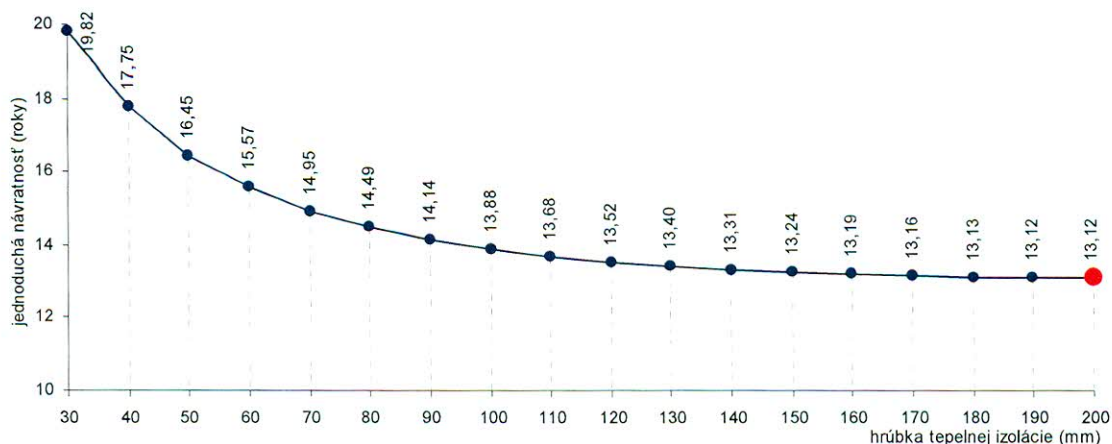
Tabuľka 15: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie obvodových stien pre splnenie podmienok STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Súčasný súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Splnenie normalizovanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla		Splnenie odporúčanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla	
		Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]
obvodová stena z pórobetónových panelov	0,72	70	0,31	130	0,21
obvodová stena z pórobetónových tvární	0,89	80	0,31	130	0,22
obvodová stena z tehál CDM	1,33	100	0,29	150	0,21
medziokenné prefabrikáty	1,06	90	0,30	140	0,22

Tabuľka 16: Navrhovaná tepelná izolácia obvodových stien

Stavebná konštrukcia	Skladba zateplenia	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]
obvodová stena z pórobetónových panelov	polystyrén expandovaný (EPS) v hrúbke 120 mm (R= 3,158 m ² .K.W-1), omietka silikátová v hrúbke 2 mm (R= 0,010 m ² .K.W-1),	0,22
obvodová stena z pórobetónových tvární	polystyrén expandovaný (EPS) v hrúbke 120 mm (R= 3,158 m ² .K.W-1), omietka silikátová v hrúbke 2 mm (R= 0,010 m ² .K.W-1),	0,23
obvodová stena z tehál CDM	polystyrén expandovaný (EPS) v hrúbke 120 mm (R= 3,158 m ² .K.W-1), omietka silikátová v hrúbke 2 mm (R= 0,010 m ² .K.W-1),	0,26
medziokenné prefabrikáty	polystyrén expandovaný (EPS) v hrúbke 120 mm (R= 3,158 m ² .K.W-1), omietka silikátová v hrúbke 2 mm (R= 0,010 m ² .K.W-1),	0,24

Graf 6: Optimalizácia hrúbky tepelnej izolácie obvodovej steny v závislosti od jednoduchéj návratnosti investície



Tabuľka 17: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie obvodových stien

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK ⁻¹]	ΔH_{TM}	385,969
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK ⁻¹]	H_U	6 078,960
Merná tepelná strata prechodom [WK⁻¹]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	6 464,929
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,65
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,55
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,65
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ h ⁻¹]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m ³ h ⁻¹]	V_v	8 982,66
Merná tepelná strata vetraním [WK⁻¹]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	2 371,423
Merná tepelná strata [WK⁻¹]	$H = H_T + H_v$	8 836,352
Vnútorý tepelný zisk [kWh]	Q_i	140 537,10
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	31 552,78
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	172 089,88
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	520 087,19
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	190 774,97
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	547 376,77

Tabuľka 18: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie obvodových stien

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	153 200
Ročná úspora energie [kWh]	210 076
Miera úspory energie [%]	25,2%
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	11 338
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	25
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	13,5
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	15,7
Čistá súčasná hodnota [EUR]	71 650
Vnútorná miera výnosnosti [%]	5,6%

5.2 Zateplenie strechy

S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody a splnenie energetických požiadaviek budovy, navrhujeme plochú strechu zatepliť extrudovaným polystyrénom. Minimálna hrúbka tepelnej izolácie na splnenie energetických požiadaviek a návrh skladby a hrúbky zateplenia jednotlivých stavebných konštrukcií je uvedený v nasledovných tabuľkách. V grafe 7 je pre porovnanie zobrazená optimálna hrúbka tepelnej izolácie vzhľadom na ekonomickú návratnosť investície do zateplenia strechy.

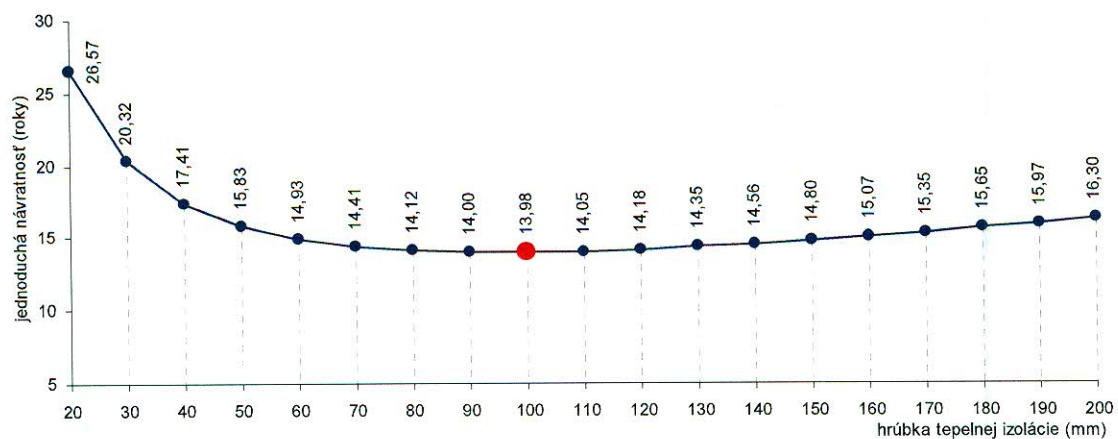
Tabuľka 19: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie strechy pre splnenie podmienok STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Súčasný súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Splnenie normalizovanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla		Splnenie odporúčanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla	
		Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]
strecha plochá	0,60	120	0,20	300	0,10

Tabuľka 20: Navrhovaná tepelná izolácia strechy

Stavebná konštrukcia	Skladba zateplenia	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]
strecha plochá	polystyrén extrudovaný (XPS) v hrúbke 150 mm (R= 4,286 m ² .K.W-1), hydroizolačná PVC fólia v hrúbke 2 mm (R= 0,010 m ² .K.W-1),	0,17

Graf 7: Optimalizácia hrúbky tepelnej izolácie strechy v závislosti od jednoduchej návratnosti investície



Tabuľka 21: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie strechy

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK^{-1}]	ΔH_{TM}	771,937
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK^{-1}]	H_U	7 076,531
Merná tepelná strata prechodom [WK^{-1}]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	7 848,468
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h^{-1}]	n_{min}	0,65
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h^{-1}]	n_{inf}	0,55
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h^{-1}]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,65
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m^3h^{-1}]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m^3h^{-1}]	V_v	8 982,66
Merná tepelná strata vetraním [WK^{-1}]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	2 371,423
Merná tepelná strata [WK^{-1}]	$H = H_T + H_v$	10 219,891
Vnútorňý tepelný zisk [kWh]	Q_i	140 537,10
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	31 552,78
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	172 089,88
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	631 389,44
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	190 774,97
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	658 679,02

Tabuľka 22: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie strechy

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	67 000
Ročná úspora energie [kWh]	83 597
Miera úspory energie [%]	10,0%
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	4 512
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	25
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	14,8
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	17,6
Čistá súčasná hodnota [EUR]	22 475
Vnútorňá miera výnosnosti [%]	4,7%

5.3 Zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom

S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody a splnenie energetických požiadaviek budovy, navrhujeme podlahu nad nevykurovaným priestorom zatepliť expandovaným polystyrénom. Z technického hľadiska by sa tepelná izolácia umiestnila na strop nevykurovaného priestoru. Minimálna hrúbka tepelnej izolácie na splnenie energetických požiadaviek a návrh skladby a hrúbky zateplenia jednotlivých stavebných konštrukcií je uvedený v nasledovných tabuľkách. V grafe 8 je pre porovnanie zobrazená optimálna hrúbka tepelnej izolácie vzhľadom na ekonomickú návratnosť investície do zateplenia tejto stavebnej konštrukcie.

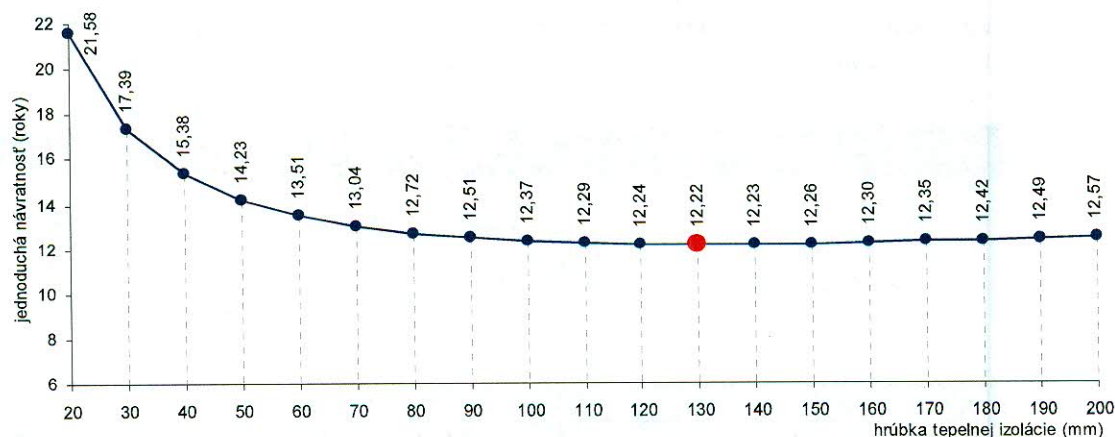
Tabuľka 23: Minimálna hrúbka tepelnej izolácie podlahy pre splnenie podmienok STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Súčasný súčiniteľ prechodu tepla [W.m ² .K ⁻¹]	Splnenie normalizovanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla		Splnenie odporúčanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla	
		Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ² .K ⁻¹]	Minimálna hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Dosiahnutý súčiniteľ prechodu tepla [W.m ² .K ⁻¹]
strop nevykurovaného suterénu	1,13	10	0,87	20	0,71

Tabuľka 24: Navrhovaná tepelná izolácia podlahy nad nevykurovaným priestorom

Stavebná konštrukcia	Skladba zateplenia	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ² .K ⁻¹]
strop nevykurovaného suterénu	polystyrén expandovaný (EPS) v hrúbke 50 mm (R= 1,316 m ² .K.W-1), omietka silikátová v hrúbke 2 mm (R= 0,010 m ² .K.W-1),	0,45

Graf 8: Optimalizácia hrúbky tepelnej izolácie podlahy v závislosti od jednoduchéj návratnosti investície



Tabuľka 25: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK ⁻¹]	ΔH_{TM}	771,937
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK ⁻¹]	H_U	7 658,107
Merná tepelná strata prechodom [WK⁻¹]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	8 430,045
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,65
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,55
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,65
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ h ⁻¹]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m ³ h ⁻¹]	V_v	8 982,66
Merná tepelná strata vetraním [WK⁻¹]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	2 371,423
Merná tepelná strata [WK⁻¹]	$H = H_T + H_v$	10 801,467
Vnútorný tepelný zisk [kWh]	Q_i	140 537,10
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	31 552,78
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	172 089,88
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	678 175,78
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	190 774,97
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	705 465,36

Tabuľka 26: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	23 300
Ročná úspora energie [kWh]	30 430
Miera úspory energie [%]	3,7%
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	1 642
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	25
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	14,2
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	16,6
Čistá súčasná hodnota [EUR]	9 270
Vnútna miera výnosnosti [%]	5,1%

5.4 Výmena otvorových konštrukcií

Návrh tohto opatrenia vyplynul z analýzy súčasného stavu tepelnoizolačných vlastností vonkajších otvorových konštrukcií budovy, na základe ktorej sa okná a dvere podieľajú až 38,7% na potrebe tepla na krytie tepelných strát prechodom. Navrhujeme vymeniť 93% plochy otvorových konštrukcií za plastové so súčiniteľom prechodu tepla rámu $U_f = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, so zasklením izolačným trojsklom so súčiniteľom prechodu tepla $U_g = 0,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Podrobný zoznam navrhovaných otvorových konštrukcií je uvedený v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 27: Zoznam typov navrhovaných otvorových konštrukcií

Otvorová konštrukcia	Celková plocha [m ²]	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ² .K ⁻¹]	Merná tepelná strata konštrukcie [W.K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota U podľa STN 730540-2 [W.m ² .K ⁻¹]	Odporúčané hodnoty U _o podľa STN 730540-2 [W.m ² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	A	U	A.U	U _n	U _o	
dvere bez zádveria plastové, typ. 1	6,0	1,60	9,60	3,00	2,50	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, typ. 2	2,0	1,60	3,20	3,00	2,50	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, typ. 3	6,0	1,60	9,60	3,00	2,50	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, typ. 4	3,2	1,60	5,12	3,00	2,50	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, typ. 5	3,5	1,60	5,63	3,00	2,50	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, izolačné trojsklo, typ. 6	4,5	1,08	4,88	3,00	2,50	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, typ. 7	12,0	1,60	19,20	3,00	2,50	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, izolačné trojsklo, typ. 8	8,4	1,11	9,33	3,00	2,50	vyhovuje
dvere so zádverím plastové, izolačné trojsklo, typ. 9	27,8	0,83	23,09	4,00	3,00	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, typ. 10	6,3	1,60	10,00	3,00	2,50	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, typ. 11	1,4	1,60	2,24	3,00	2,50	vyhovuje
dvere bez zádveria plastové, izolačné trojsklo, typ. 12	5,3	0,96	5,06	3,00	2,50	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 13	511,8	1,06	544,33	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 14	5,2	1,28	6,65	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 15	26,1	0,39	10,22	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 16	66,3	1,12	74,10	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 17	11,4	1,12	12,74	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 18	8,3	1,01	8,38	1,40	1,00	vyhovuje

Tabuľka 27 (pokračovanie): Zoznam typov navrhovaných otvorových konštrukcií

Otvorová konštrukcia	Celková plocha [m ²]	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Merná tepelná strata konštrukcie [W.K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota U podľa STN 730540-2 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Odporúčané hodnoty U _o podľa STN 730540-2 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
	A	U	A.U	U _n	U _o	
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 19	37,8	1,00	37,78	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 20	4,1	1,05	4,27	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 21	1,5	1,18	1,81	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 22	9,5	1,20	11,45	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 23	21,6	0,87	18,89	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 24	35,9	0,85	30,32	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 25	19,4	1,17	22,71	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 26	91,1	1,26	114,33	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 27	23,2	0,87	20,07	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 28	6,4	0,85	5,45	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 29	21,6	0,67	14,39	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné trojsklo, typ. 30	4,0	1,21	4,87	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 31 (pôvodná otvorová výplň)	6,2	1,39	8,63	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 32 (pôvodná otvorová výplň)	2,0	1,39	2,80	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 33 (pôvodná otvorová výplň)	8,9	1,38	12,28	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 34 (pôvodná otvorová výplň)	21,6	1,38	29,81	1,40	1,00	vyhovuje
okno plastové, izolačné dvojsklo, typ. 35 (pôvodná otvorová výplň)	35,9	1,29	46,16	1,40	1,00	vyhovuje

Tabuľka 28: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – výmena otvorových konštrukcií

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK ⁻¹]	ΔH_{TM}	771,937
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK ⁻¹]	H_U	5 748,600
Merná tepelná strata prechodom [WK⁻¹]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	6 520,538
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,65
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,02
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,65
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ h ⁻¹]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m ³ h ⁻¹]	V_v	8 982,66
Merná tepelná strata vetraním [WK⁻¹]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	2 371,423
Merná tepelná strata [WK⁻¹]	$H = H_T + H_v$	8 891,961
Vnútorý tepelný zisk [kWh]	Q_i	140 537,10
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	27 673,53
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	168 210,63
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	524 560,79
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	190 774,97
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_n	555 535,66

Tabuľka 29: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena otvorových konštrukcií

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	164 600
Ročná úspora energie [kWh]	200 805
Miera úspory energie [%]	24,1%
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	10 838
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	25
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	15,2
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	18,0
Čistá súčasná hodnota [EUR]	50 326
Vnútoraná miera výnosnosti [%]	4,5%

5.5 Rekonštrukcia zdroja tepla

Návrh tohto opatrenia vyplynul z analýzy súčasného stavu zdroja tepla, ktorý je technicky zastaraný a vykazuje vysoký stupeň amortizácie. Normatívna účinnosť výroby tepla tohto zdroja je 88,0%. Tepelná strata súčasného stavu objektu je 381,9 kW. V prípade nerealizovania iných opatrení za účelom zníženia tepelnej straty objektu, navrhujeme osadiť tri kotly s celkovým výkonom 480 kW a normatívnou účinnosťou 98,0%. V prípade realizácie vyššie uvedených opatrení by tepelná strata objektu bola 183,4 kW a postačoval by celkový inštalovaný výkon 285 kW. Pri výpočte inštalovaného výkonu tepelného zdroja bol zohľadnený dodatočný výkon potrebný na zakúrenie po skončení vykurovacieho útlmu.

Tabuľka 30: Ekonomické hodnotenie opatrenia – rekonštrukcia zdroja tepla

	Inštalovaný výkon 480 kW	Inštalovaný výkon 285 kW
Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	25 000	15 000
Ročná úspora energie [kWh]	84 908	31 346
Miera úspory energie [%]	10,2%	10,2%
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	4 583	1 692
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	20	20
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	5,5	8,9
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	5,8	9,8
Čistá súčasná hodnota [EUR]	50 901,4	13 020,8
Vnútoraná miera výnosnosti [%]	17,9%	9,6%

5.6 Inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách a hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy

Pre zabezpečenie správnej funkcie vykurovacej sústavy v budove v rôznych prevádzkových stavoch počas vykurovacieho obdobia je nevyhnutné, aby vykurovacia sústava bola hydraulicky stabilná a energeticky efektívna. Realizáciou navrhovaných opatrení v energetickom audite dôjde k zásadnému zásahu do tepelnej ochrany budovy. Vlastník budovy je povinný podľa § 8 zákona č.300/2012 Z.z. po vykonanej obnove budovy zabezpečiť hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy. Nevyhnutnou podmienkou pre zabezpečenie tejto povinnosti je vybavenie sústavy tepelných zariadení slúžiacich na vykurovanie automatickou reguláciou parametrov teploty látky na každom tepelnom spotrebiči v závislosti od teploty vzduchu vo vykurovaných miestnostiach s trvalým pobytom osôb a ďalších regulačných prvkov inštalovaných na vykurovacej sústave budovy (napr. regulátory diferenčného tlaku, regulačné armatúry).

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

V energetickom audite nekvantifikujeme energetické úspory, ktoré sa dosiahnu realizáciou tohto opatrenia lebo sú závislé od potreby tepla, ktorá sa dosiahne po realizácii rozsahu nahrnutých opatrení na obnovu budovy.

Investičné náklady na realizáciu tohto opatrenia boli stanovené na základe merných cien odvodených od reálnych investičných nákladov realizovaných projektov hydraulického vyváženia.

Tabuľka 31: Investičné náklady na realizáciu inštalácie TRV a HV vykurovacej sústavy budovy

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	9 194
---	-------

5.7 Inštalácia fotovoltaického systému na výrobu elektriny

Cieľom tohto opatrenia je výroba elektriny pre vlastnú spotrebu. Východiskovým kritériom pre návrh inštalovaného výkonu fotovoltaických panelov je ročná spotreba elektriny pre iné účely ako osvetlenie (101 257 kWh). Dôvodom výluky spotreby na osvetlenie je prevažne nízka intenzita slnečného svitu v čase využitia vnútorného osvetlenia. Ďalším dôležitým kritériom pri stanovení výkonu zariadenia je ročný počet hodín využitia ostatných elektrospotrebičov v budove počas trvania slnečného svitu (2006 hodín). Tieto boli vypočítané z údajov o prevádzkovom režime budovy (tabuľka 3).

Na základe týchto kritérií je navrhovaný celkový inštalovaný výkon 50,5 kWp, čo zodpovedá ploche fotovoltaických panelov 353,5 m². Ročná výroba elektriny na takomto zariadení v našich zemepisných šírkach predstavuje 50 500 kWh, pričom pre vlastnú spotrebu elektriny prípadne približne 45 %, t.j. 22 725 kWh.

Tabuľka 32: Ekonomické hodnotenie opatrenia – inštalácia fotovoltaického systému

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	87 400
Ročná úspora energie [kWh]	22 725
Miera úspory energie [%]	22,4%
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	4500
Dĺžka morálnej životnosti opatrenia [roky]	25,0
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	19,4
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	24
Čistá súčasná hodnota [EUR]	1 831
Vnútna miera výnosnosti [%]	2,25%

5.8 Výmena svetelných zdrojov a svietidiel

Pri tomto opatrení navrhujeme nahradiť svietidlá, v ktorých sú svetelné zdroje s nižšou účinnosťou za hospodárnejšie. Účinnosť svetelného zdroja je vyjadrená merným svetelným tokom lm/W. Celkový inštalovaný príkon v pôvodných svietidlách je 51 424 W, čím sa dosahuje svetelný tok 2 705 680 lm. Pre dosiahnutie tejto hodnoty svetelného toku v objekte navrhnutými svetelnými zdrojmi bude postačovať celkový príkon 35 005 W, čím dôjde k zníženiu inštalovaného príkonu o 31,9%. Priemerná dĺžka technickej životnosti je 20 rokov, pričom táto bola vypočítaná ako priemer životností navrhovaných typov svetelných zdrojov (lineárna žiarivka T8 - 15 000 hodín, LED žiarovka - 50 000 hodín,) pri priemernom počte 844 hodín ročného svietenia. V rámci ekonomického hodnotenia tohto opatrenia bolo uvažované s morálnou životnosťou 20 rokov. Návrh výmeny svetelných zdrojov a svietidiel je uvedený v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 33: Návrh výmeny svetelných zdrojov a svietidiel

Druh svetelného zdroja v svietidle	Merný svetelný tok [lmW-1]	Celkový príkon [W]	Spotreba elektriny [kWh]	Náklad na elektrinu [EUR]	Úspora elektriny [kWh]	Úspora nákladov na el. [EUR]
lineárna žiarivka T8 + elektronický predradník + nové svietidlo	80	11 264	9 506	1 882	2 376	471
lineárna žiarivka T8 + elektronický predradník + nové svietidlo	80	20 760	17 519	3 469	5 840	1 156
lineárna žiarivka T8 + elektronický predradník + nové svietidlo	80	1 408	1 188	235	149	29
LED žiarovka + nové svietidlo	75	1 296	1 094	217	4 375	866
LED žiarovka + nové svietidlo	75	277	234	46	1 116	221
Spolu:	-	35 005	29 541	5 849	13 855	2 743

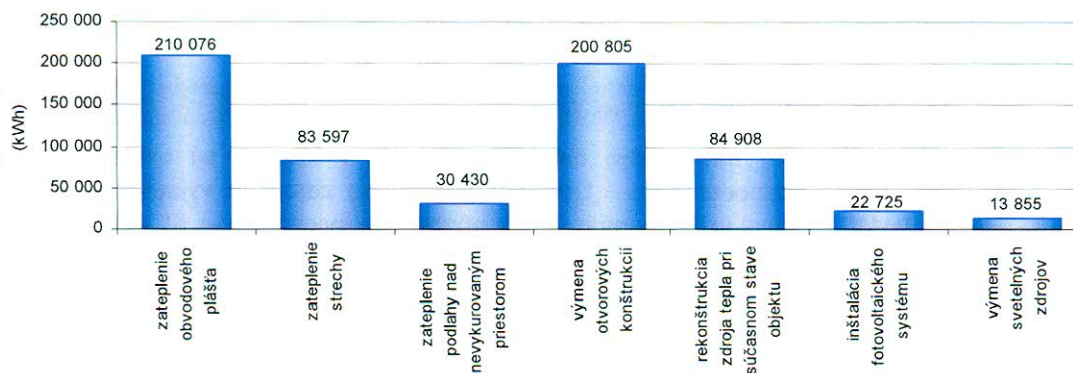
Tabuľka 34: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena svetelných zdrojov a svietidiel

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	27 000
Ročná úspora energie [kWh]	13 855
Miera úspory energie [%]	31,9%
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	2 743
Dĺžka morálnej životnosti opatrenia [roky]	20
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	9,8
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	11,0
Čistá súčasná hodnota [EUR]	18 438,2
Vnútoraná miera výnosnosti [%]	8,2%

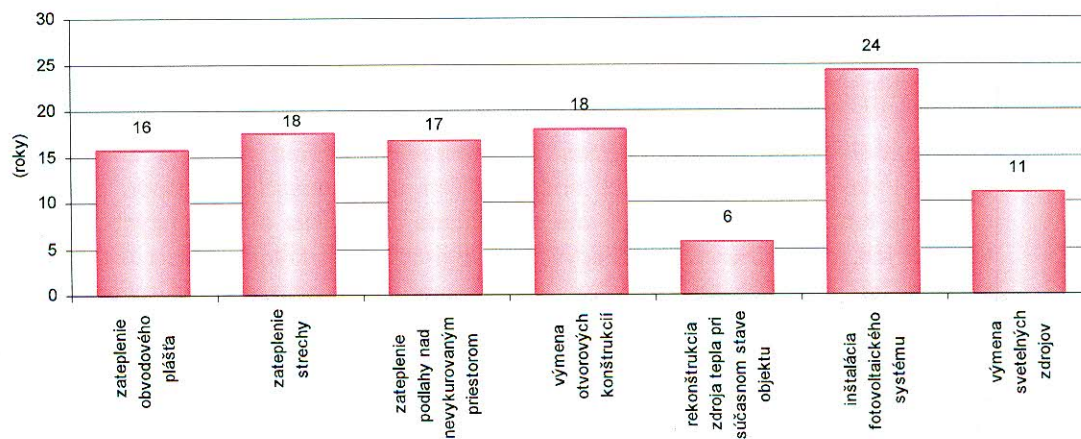
5.9 Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení

Realizáciou jednotlivých opatrení je možné dosiahnuť rozdielnu úsporu energie a tiež rozdielnu návratnosť vložených finančných prostriedkov. Z uvedených opatrení najvyššie úspory energie vykazuje zateplenie obvodového plášťa (210 076 kWh) a najkratšiu návratnosť investície rekonštrukcia zdroja tepla pri súčasnom stave objektu. Porovnanie týchto hodnôt je uvedené v nasledujúcich grafoch.

Graf 9: Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach



Graf 10: Porovnanie návratností investícií pri jednotlivých opatreniach





6. PROJEKT ZNÍŽENIA ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI OBJEKTU

6.1 Návrh projektu

Z jednotlivých navrhnutých opatrení bol zostavený projekt zníženia energetickej náročnosti objektu, ktorý obsahuje výpočet energetických a ekonomických úspor. Opatrenia, ktoré sú súčasťou tohto projektu, boli vybrané na základe posúdenia ekonomických, environmentálnych, technických, prevádzkových, úžitkových a legislatívnych kritérií. Súhrn navrhovaných opatrení vrátane ich investičných nákladov, úspor energie a nákladov na energiu sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Kombináciou jednotlivých opatrení nie je možné dosiahnuť úspory rovnajúce sa jednoduchému aritmetickému súčtu úspor jednotlivých opatrení, nakoľko úspory energie dosiahnuté práve rekonštrukciou zdroja tepla predstavujú 10% z potreby tepla na vykurovanie budovy.

Tabuľka 35: Súhrn navrhovaných opatrení

Opatrenie	Úspora energie [kWh]	Úspora nákladov na energiu [EUR]	Náklady na realizáciu [EUR]
zateplenie obvodového plášťa	210 076	11 338	153 200
zateplenie strechy, alebo podlahy na nevykurovanej povale	83 597	4 512	67 000
zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom	30 430	1 642	23 300
výmena otvorových konštrukcií	200 805	10 838	164 600
rekonštrukcia zdroja tepla	31 346	1 692	15 000
inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách a hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy	-	-	9 194
inštalácia fotovoltaiiky na prevádzku elektrospotrebičov	22 725	4 500	87 400
výmena svetelných zdrojov	13 855	2 743	27 000
Spolu:	592 834	37 265	546 694

Tabuľka 36: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – projekt zníženia energetickej náročnosti

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [WK ⁻¹]	ΔH_{TM}	385,969
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [WK ⁻¹]	H_U	2 589,264
Merná tepelná strata prechodom [WK⁻¹]	$H_T = H_U + \Delta H_{TM}$	2 975,233
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,65
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,02
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,65
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ h ⁻¹]	V_f	0,00
Objemový tok vzduchu [m ³ h ⁻¹]	V_v	8 982,66
Merná tepelná strata vetraním [WK⁻¹]	$H_v = 0,264 \cdot V_v$	2 371,423
Merná tepelná strata [WK⁻¹]	$H = H_T + H_v$	5 346,656
Vnútorý tepelný zisk [kWh]	Q_i	140 537,10
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	27 673,53
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	168 210,63
Faktor využitia tepelných ziskov	η	0,95
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	239 349,98
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	190 774,97
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	270 324,85

Tabuľka 37: Ekonomické hodnotenie projektu - zníženie energetickej náročnosti objektu

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	546 694
Ročná úspora energie [kWh]	592 834
Miera úspory energie [%]	60,7%
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	37 265
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	25
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	14,4
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	17,0
Čistá súčasná hodnota [EUR]	201 507,7
Vnútrotná miera výnosnosti [%]	5,0%

6.2 Hodnotenie navrhovaného stavu z hľadiska potreby tepla na vykurovanie

Pre hodnotenie budovy z hľadiska splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy podľa STN 73 0540-2 boli použité klimatické údaje referenčnej vykurovacej sezóny a zohľadnený prevádzkový čas vykurovania so stanoveným vplyvom na pokles vnútornej teploty v kategórii budov - administratívna budova. Pre splnenie energetického kritéria, merná potreba tepla na vykurovanie má byť nižšia ako normalizovaná hodnota, čím sa takáto budova z pohľadu potreby energie na vykurovanie zaradí do energetickej triedy B. Hodnotená budova spĺňa energetické kritérium.

Tabuľka 38: Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2

Faktor tvaru budovy [m^{-1}]	A/V_b	0,56
Potreba tepla na UK v referenčnej vykurovacej sezóne [kWh]	Q_h	238 504,38
Merná potreba tepla na vykurovanie [$kWhm^{-2}$]	Q_{EP}	50,91
Normalizovaná hodnota [$kWhm^{-2}$]	$Q_{N,EP}$	53,50
Odporúčaná hodnota [$kWhm^{-3}$]	$Q_{r1,EP}$	26,80
Cieľová odporúčaná hodnota [$kWhm^{-2}$]	$Q_{r2,EP}$	13,40
Posúdenie budovy podľa STN 73 0540-2	$Q_{EP} \leq Q_{N,EP}$	vyhovuje

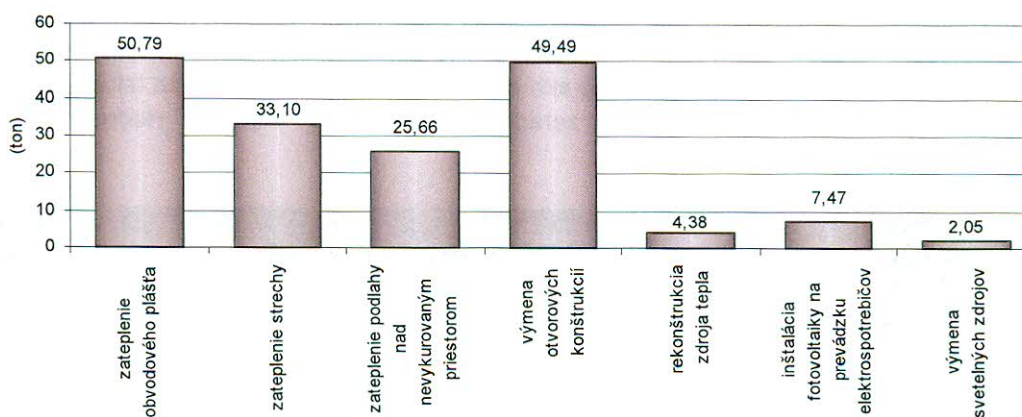
7. ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE

Realizáciou navrhovaných opatrení stavebných úprav objektu dôjde k zníženiu spotreby prvotného paliva z čoho vyplýva zníženie zaťaženia životného prostredia znečisťujúcimi látkami (SO₂, NO_x, CO, tuhé znečisťujúce látky). Nakoľko sa jedná o spaľovanie fosílného paliva najväčšie množstvo pripadá na skleníkový plyn CO₂, ktorého možná redukcia je uvedená v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 39: Hodnotenie redukcie CO₂

Ročná produkcia CO ₂ pred realizáciou projektu [ton]	272,87
Ročná produkcia CO ₂ po realizácii projektu [ton]	99,94
Ročná redukcia emisií CO ₂ [ton]	172,94
Ročná miera redukcie emisií CO ₂ [%]	63,38%

Graf 11: Redukcia CO₂ vplyvom realizácie jednotlivých opatrení



8. ZÁVER

Energetický audit preukázal, že v auditovanej budove sú značné možnosti úspor predovšetkým v spotrebe tepla, a to hlavne v znižovaní tepelných strát budovy.

Vysoká miera úspor energie je zárukou prijateľnej ekonomickej návratnosti investície a tiež pozitívneho dopadu na životné prostredie pri redukcii emisií produkovaných pri výrobe tepla. Vyčíslenie potenciálu možných úspor energie uľahčuje strategické rozhodovanie o zdrojoch financovania obnovy budovy, alebo možnosti využitia energetických služieb.

Všetky výpočty, závery a odporúčenia tohto energetického auditu vychádzajú z posúdenia spotreby energie v roku 2011 až 2013 . Výška investičných nákladov a ekonomické hodnotenie vychádza z obvyklých cien stavebných materiálov, strojov, zariadení a z cien energie a jednotlivých médií v dobe spracovania tohto energetického auditu.

V rámci projektovej prípravy odporúčame vypracovať statické posúdenie vplyvu navrhovaných opatrení na stavebné konštrukcie a tepelnotechnický posudok a prípadné zistené technické rozdiely oproti návrhu v EA zohľadniť v ďalšom stupni prípravy projektu. Realizáciou navrhovaných opatrení v energetickom audite dojde k zásadnému zásahu do tepelnej ochrany budovy. Vlastník budovy je povinný podľa § 8 zákona č.300/2012 Z.z. po vykonanej obnove budovy zabezpečiť hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy.

9. REKAPITULAČNÝ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

Predmet EA	Administratívna budova OR PZ v Rožňave, Janka Kráľa 1902/1			
Stručná charakteristika objektu:	Budova bola skolaudovaná v roku 1981. Tvorí ju Hlavný pavilón, ktorý má suterén a päť nadzemných podlaží. V juhovýchodnej časti je spojený s podpivničeným jednopodlažným Vstupným vestibulom, ktorý ho spája s ďalšou časťou budovy, ktorou je Odbor kriminálnej polície. Táto časť budovy má tri nadzemné podlažia a je spojená s ďalšou časťou budovy, ktorou je Slobodáreň. Táto časť budovy má taktiež tri nadzemné podlažia. Budova je zastrešená rovnou strechou. Obvodové múry sú z pórobetónových obvodových panelov, z muriva CDM a pórobetónových tvární. Vonkajšie omietky sú vápennocementové. Otvorové konštrukcie sú riešené zdvojitými oknami s dreveným rámom. Medziokenné priestory sú vyplnené doskami s vonkajšou úpravou čiernym sklom. Okná a medziokenné priestory vykazujú značný stupeň opotrebovania a špárovej netesnosti. Tieto nedostatky spôsobujú nadmerné tepelné straty infiltráciou a to hlavne na náveterných stranách budovy. Vstupné dvere sú atypické, oceľové s jednoduchým sklom.			
Návrh opatrení				
Navrhované opatrenia	Úspora energie	Investičný náklad		
	[kWh]	[EUR]		
zateplenie obvodového plášťa	210 076	153 200		
zateplenie strechy, alebo podlahy na nevykurovanej povale	83 597	67 000		
zateplenie podlahy nad nevykurovaným priestorom	30 430	23 300		
výmena otvorových konštrukcií	200 805	164 600		
rekonštrukcia zdroja tepla	31 346	15 000		
inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách a hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy	-	9 194		
inštalácia fotovoltaiky na prevádzku elektrospotrebičov	22 725	87 400		
výmena svetelných zdrojov	13 855	27 000		
Spolu:	592 834	546 694		
Energetické hodnotenie projektu				
	Počiatkový stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie
Merná tepelná strata prechodom cez: (WK ⁻¹)	8 762,9	2 975,2	5 787,7	66,0%
Merná tepelná strata vetraním (WK ⁻¹)	2 371,4	2 371,4	0,0	0,0%
Celkový tepelný zisk budovy (kWh)	172 089,9	168 210,6	3 879,2	2,3%
Potreba tepla na UK (kWh)	732 244,0	270 324,8	461 919,1	63,1%
Potreba primárnej energie na UK (kWh)	832 095,4	275 841,7	556 253,8	66,8%
Potreba energie na osvetlenie (kWh)	43 396,0	29 540,5	13 855,5	31,9%
Potreba energie na UK a osvetlenie (kWh)	875 491,4	305 382,2	570 109,2	65,1%
Environmentálne hodnotenie projektu				
	Počiatkový stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie
Ročná produkcia emisií CO ₂ [ton]	272,9	99,9	172,9	63,4%
Ekonomické hodnotenie projektu				
Investičný náklad na realizáciu opatrení	546 694			
Ročná úspora nákladov na energie	37 265			
Čistá súčasná hodnota	201 508			
Doba hodnotenia [roky]	25			
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	14,4			
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	17,0			
Vnútoraná miera výnosnosti [%]	5,0%			

10. PRÍLOHY

10.1 Príloha 1 Výpočet súčiniteľov prechodu tepla

Stručný popis konštrukcie	Homogénna vrstva	Hrúbka [m]	Súčiniteľ tepelnej vodivosti materiálu [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	Výpočtová hodnota tepelného odporu [m ² .K.W ⁻¹]	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]
		d	λ	R	U
obvodová stena z pórobetónových panelov	pórobetónové veľkorozmerové panely	0,25	0,32	1,1810	0,72
	omietka vápennocementová	0,03	0,90	0,0333	
obvodová stena z pórobetónových tvárnic	pórobetónové tvárnice	0,25	0,27	0,9259	0,89
	omietka vápennocementová	0,03	0,90	0,0333	
obvodová stena z tehál CDM	murivo z CDM	0,25	0,72	0,5472	1,33
	omietka vápennocementová	0,03	0,90	0,0333	
medziokenné prefabrikáty	drevotrieskové dosky	0,10	0,11	0,6091	1,06
	dosky z čierneho skla	0,01	0,06	0,1667	
podlaha na teréne	betón obyčajný hutný	0,30	1,30	0,2308	0,36
	cementový poter	0,05	1,00	0,0500	
	dlažba keramická	0,008	1,01	0,0079	
strop nevykurovaného suterénu	cementový poter	0,03	1,00	0,0300	1,13
	stropné panely PZD	0,3	1,35	0,6222	
	omietka vápennocementová	0,01	0,90	0,0111	
strecha plochá	strešné plynosilikátové dosky	0,25	0,20	0,7500	0,60
	POLSID dosky	0,05	0,04	0,7500	
	živičná krytina	0,005	0,20	0,0250	

10.2 Príloha 2 Výpočet solárnych ziskov

Výpočet pasívnych solárnych ziskov - pôvodný stav							
Orientácia otvorovej konštrukcie		H	JV	SV	SZ	JZ	Spolu
Celková energia globálneho žiarenia [kWhm ⁻²]	I _s	340	320	200	100	200	
Plocha otvoru kolektornej plochy [m ²]	A	0,0	369,8	180,2	105,5	410,7	
Čiastkový faktor tienenia horizontu	F _h	1,0	0,4	0,6	0,9	0,6	
Čiastkový faktor tienenia presahmi zhora	F _o	1,0	0,8	0,6	0,7	0,6	
Čiastkový faktor tienenia bočnými presahmi	F _r	1,0	0,8	0,8	1,0	0,8	
Faktor tienenia	F _s	1,0	0,3	0,3	0,6	0,3	
Zmenšujúci faktor protisľnečných clôn	F _c	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	
Faktor rámov	F _F	0,0	0,8	0,6	0,7	0,6	
Celková priepustnosť slnečnej energie	g	0,0	0,7	0,5	0,7	0,7	
Účinná kolektorná plocha [m ²]	A _s	0,0	57,8	7,1	14,2	51,2	
Solárny tepelný zisk [kWh]	Q_s	0	18 483	1 418	1 418	10 233	31 5538

Výpočet pasívnych solárnych ziskov - navrhovaný stav							
Orientácia otvorovej konštrukcie		H	JV	SV	SZ	JZ	Spolu
Celková energia globálneho žiarenia [kWhm ⁻²]	I _s	340	320	200	100	200	
Plocha otvoru kolektornej plochy [m ²]	A	0,0	369,8	180,2	105,5	410,7	
Čiastkový faktor tienenia horizontu	F _h	1,0	0,4	0,6	0,9	0,6	
Čiastkový faktor tienenia presahmi zhora	F _o	1,0	0,8	0,6	0,7	0,6	
Čiastkový faktor tienenia bočnými presahmi	F _r	1,0	0,8	0,8	1,0	0,8	
Faktor tienenia	F _s	1,0	0,3	0,3	0,6	0,3	
Zmenšujúci faktor protisľnečných clôn	F _c	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	
Faktor rámov	F _F	0,0	0,8	0,6	0,7	0,6	
Celková priepustnosť slnečnej energie	g	0,0	0,6	0,6	0,6	0,6	
Účinná kolektorná plocha [m ²]	A _s	0,0	50,0	8,5	12,7	43,7	
Solárny tepelný zisk [kWh]	Q_s	0	15 987	1 690	1 266	8 730	27 674

10.3 Príloha 3 Kontrola kotla, rozvodov a výpočet účinnosti kotla nepriamou metódou

Vizuálna kontrola kotla	
Únik paliva	Palivová sústava je plynotesná - kontrola vykonaná indikátorom úniku zemného plynu.
Únik teplotosnej látky	Nebol zistený únik teplotosnej látky.
Vonkajší stav kotla	Vonkajší stav kotlov je vykazuje fyzické aj morálne opotrebovanie, čo zodpovedá veku kotlov.
Znečistenie spaľovacej komory a teplovýmenných plôch	Zo strany spalín nebolo zistené znečistenie plamencovej spaľovacej komory (kontrola cez sklenený priezor). Ťahové rúrky druhého ťahu a obratová komora sú pravidelne čistené a kontrolované v rámci preventívnej údržby.
Funkčnosť armatúr a stav ostatných častí, vyžadujúcich pravidelnú kontrolu	Funkčnosť ovládacích, uzatváracích a bezpečnostných armatúr je dobrá.
Kvalita teplotosnej látky, čistota obehovej vody	Vizuálnou kontrolou obehovej vody (odber vzorky z rozdeľovača vykurovacej vody) nebolo zistené jej zakalenie ani mechanické znečistenie. Doplnková voda do vykurovacieho systému je zmäkčovaná katexovým filtrom.
Funkčnosť meracích prístrojov	Teplomery a tlakomery sú funkčné
Systém riadenia kotla podľa návodu výrobcu	Systém riadenia kotlov zodpovedá použitému systému regulácie. Vykurovací sekundárny okruh je od kotlového okruhu oddelený kotlovým okruhom. Výkon kotla je odvodený od nastavenia horáka s dvojstupňovou reguláciou - minimálny a maximálny výkon..
Kontrola vnútorných rozvodov teplota a teplej vody	
Typ vykurovacej sústavy	Budovy sú vykurované teplotou vodou s núteným obehom 2 vykurovacími vetvami so spodným rozvodom, ktoré sú vedené v nepriehľadných vykurovacích kanáloch pod budovami. Vetvou V-1 je dodávané teplo do budovy 01 - Hlavný pavilón a vetvou V-2 do budovy 02 - Odbor kriminálnej polície, budovy 03 - Vstupný vestibul a do budovy 04 - Slobodáreň. Z hlavného horizontálneho rozvodu sú vedené odbočky k jednotlivým stúpačkám a vykurovacím telesám.
Otvorený / uzavretý okruh	Uzavretý okruh vybavený expanznou nádržou a 2 kompresormi.
Zoznam vykurovacích zón	Nie sú žiadne vykurovacie zóny. Vykurovací systém neumožňuje samostatné regulovanie vykurovania jednotlivých budov (vykurovacích zón) v závislosti od aktuálnych požiadaviek ich prevádzky.
Technický stav rozvodov teplota a tepelnej izolácie	Horizontálne vykurovacie rozvody sú vedené v nepriehľadných kanáloch pod vykurovanými budovami. Technický stav rozvodov teplota aj tepelnej izolácie zodpovedá veku ich výstavby .
Vek rozvodov teplota	33 rokov
Meranie množstva teplota vstupujúceho do rozvodov	Nie je meranie vyrobeného teplota ani teplota vstupujúceho do rozvodov. Taktiež nie je merané množstvo studenej vody na prípravu teplej vody.
Obeh teplotosnej látky	Obeh teplotosnej látky je zabezpečený obehovými čerpadlami.
Typ a výkon obehového čerpadla	2 ks 50 NTR-80-10-LM 00, Sigma Lučín, 0,36kW
Príznaky hydraulického nevyváženého	Neboli zistené
Druh centrálnej regulácie vykurovacej sústavy a jej prevádzka	Ekvitemická regulácia KOMEXTHERM RVT-H je nefunkčná preto je chod kotolne riadený ručne. Vykurovací krivka a útlmy vykurovania vykonáva obsluha kotolne na základe prevádzkových skúseností.
Druh zónovej regulácie a jej prevádzka	Vykurovací systém neumožňuje reguláciu vykurovania jednotlivých budov v závislosti od charakteru ich využívania.
Druh časového ovládania a jeho prev.	Útlmy vykurovania zabezpečuje ručne obsluha kotolne.
Ovládače dostupné pre užívateľa	Len vlastné skúsenosti obsluhy.
Návod na prevádzku vykurovacej sústavy a jeho využívanie	Nie je spracovaný žiadny návod na prevádzku vykurovacej sústavy.
Druh vykurovacích telies	Oceľové článkové
Hydraulické pripojenie vykúr. telies	Dvojrukový systém, všetky radiátory v paralelnom zapojení.
Druh individuálnej regulácie vykurovacích telies	Klasické uzatváracie – regulačné armatúry v mnohých prípadoch nefunkčné.



Výpočet účinnosti kotla nepriamou metódou

Identifikácia kotla

	K1	K2	K3
Miestne označenie kotla			
Rok výroby kotla	1981	1981	1980
Druh paliva	zemný plyn	zemný plyn	zemný plyn
Spôsob dávkovania paliva	automatický	automatický	automatický
Výrobca kotla	ČKD Dukla	ČKD Dukla	ČKD Dukla
Typ kotla	OW 25	OW 25	OW 25
Výrobné číslo kotla	4562	4564	3564
Garantovaná účinnosť kotla (%)	88	88	88
Menovitý výkon kotla (MW)	0,29	0,29	0,29
Spôsob prívodu vzduchu	pretlakový	pretlakový	pretlakový
Regulácia výkonu	dvojstupňová	dvojstupňová	dvojstupňová
Teplonosné médium	teplá voda	teplá voda	teplá voda
Spôsob využitia kotla	vykurovanie a príprava teplej vody	vykurovanie a príprava teplej vody	vykurovanie a príprava teplej vody
Straty sálaním pri Pn (%)	2,0	2,0	2,0

Palivo

Výhrevnosť zemného plynu	MJ/m ³	34,21	34,21	34,21
--------------------------	-------------------	-------	-------	-------

Namerané hodnoty

Výkon kotla pri meraní	MW	0,29	0,29	0,29
Zaťaženie kotla	%	100,0	100,0	100,0
Teplota spaľovacieho vzduchu	°C	21,7	21,7	21,7
Teplota spalín	°C	175,4	178,6	172,5
Obsah O ₂ v spalínach	%	3,6	3,5	3,6
Obsah CO v spalínach	%	0	0	0
Obsah CO ₂ v spalínach	%	9,8	9,9	9,8

Vypočítané hodnoty

Prebytok vzduchu	-	1,21	1,20	1,21
Strata kotla sálaním	%	2,00	2,00	2,00
Strata horľavinou v tuhých zbytkoch	%	0,00	0,00	0,00
Strata horľavinou v spalínach	%	0,00	0,00	0,00
Strata teplom v tuhých zbytkoch	%	0,00	0,00	0,00
Strata citeľným teplom spalín	%	7,53	7,61	7,39
Účinnosť kotla	%	90,47	90,39	90,61

10.4 Príloha 4 Fotodokumentácia objektu

Obrázok 12 Pohľad juhovýchodný – Hlavný pavilón



Obrázok 13 Pohľad juhozápadný – Hlavný pavilón



Obrázok 14 Pohľad severozápadný – Hlavný pavilón



Obrázok 15 Pohľad severný – Slobodáreň, Odbor kriminálnej polície, Vestibul a Hlavný pavilón



Obrázok 16 Pohľad severovýchodný – Odbor kriminálnej polície, Vestibul a Hlavný pavilón



Obrázok 17 Pohľad severný – Slobodáreň a Odbor kriminálnej polície



Obrázok 18 Pohľad východný – Slobodáreň a Odbor kriminálnej polície



Obrázok 19 Pohľad juhovýchodný – Odbor kriminálnej polície a Hlavný pavilón



Obrázok 20 Kotelňa



Obrázok 21 Vykurovacie telesá



Obrázok 22 Svietidlá



10.5 Príloha 5 Termovízne posúdenie objektu

Termovízne merania objektov nám pomáhajú pri zisťovaní tepelnoizolačných chýb, ako aj pri zisťovaní rozloženia povrchového tepla na obvodových plášťoch objektov. Toto meranie neslúži na presné určenie množstva vyžarovanej energie, ale na vytypovanie najkritickejších miest na obvodovom plášti. Termovízna kamera zaregistruje a zosníma energetické toky vyžarované povrchom stavebnej konštrukcie vo forme infračerveného žiarenia. Výsledkom merania sú termogramy - grafické záznamy povrchu snímaného objektu. Snímaný objekt je zobrazený v škále farieb, pričom každej farbe zodpovedá určitý rozsah teplôt. Na pravej strane termogramu je zobrazená farebná škála s teplotnou stupnicou, ktorá informuje o teplotnom rozsahu zaznamenanom na termograme.

Účelom nášho merania je identifikovať tepelnotechnické závady obvodového plášťa, t.j. miesta so zníženou tepelnoizolačnou schopnosťou. Úroveň homogenity teplotných polí je charakterizovaná výskytom a rozsahom plôch s rozdielnymi povrchovými teplotami.

V prípade merania fasády v chladnom období, kedy je tepelný tok z interiéru do exteriéru, je za dobrý stav považovaná teplota fasády blížiac sa teplote okolitého vzduchu (tmavšie odtiene na termograme). V mieste tepelných mostov je vonkajšia povrchová teplota vyššia (svetlejšie odtiene na termograme).

Z termogramov nie je možné hodnotiť kvalitu zasklenia okien a dverí, pretože sklo má veľmi nízku a pomerne zložito merateľnú emisivitu.

Pri meraní bola použitá termovízna kamera s nasledovnými parametrami:

Termovízna kamera:	Testo 882
Typ Objektívu:	Štandardný 32°
Výrobné číslo:	2710102

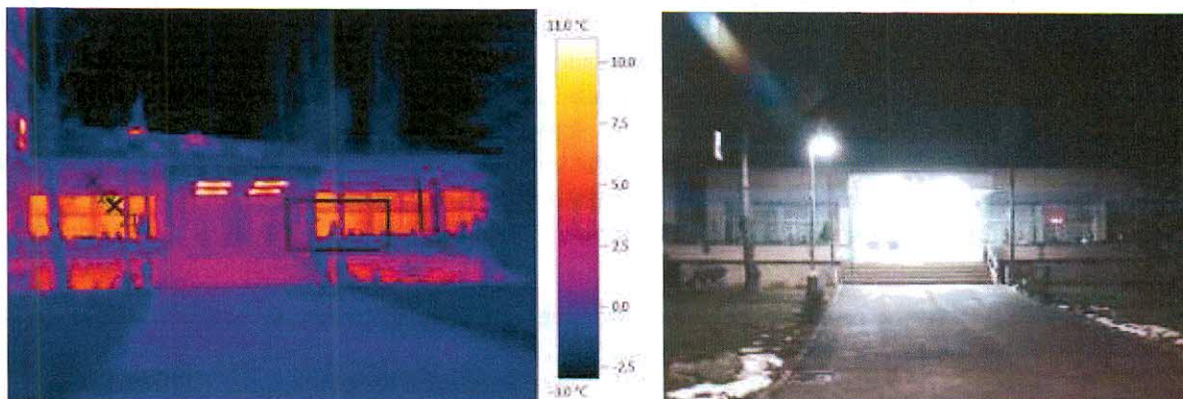
Poveternostné podmienky počas termovízneho merania:

Teplota vonkajšieho vzduchu:	min.	max.
24 hod. pred meraním	-4°C	2°C
Počas merania	0°C	1°C
Slnečné žiarenie:		
12 hod. pred meraním	nie	
Počas merania	nie	
Zrážky	nie	
Rýchlosť vetra	do 2m/s	
Smer vetra	J-S	
Teplota vnútorného vzduchu	17-22 °C	
Rozdiel tlaku na záteternej a náveternej strane	nie	
Ďalšie faktory	zamračené	

Južná strana budovy
Termogram 1.bmt

Dátum:
6. 2. 2014

Čas:
5:39:23



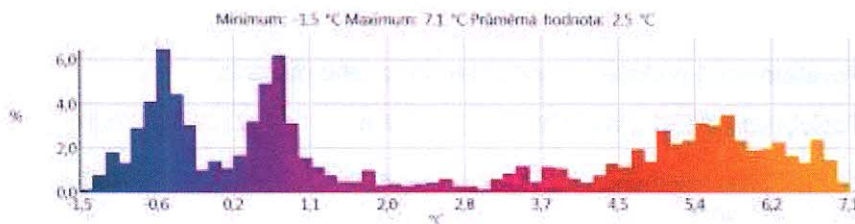
Parametre obrázku:

Stupeň emisivity: 0,93
Odraž. teplota [°C]: -1,0

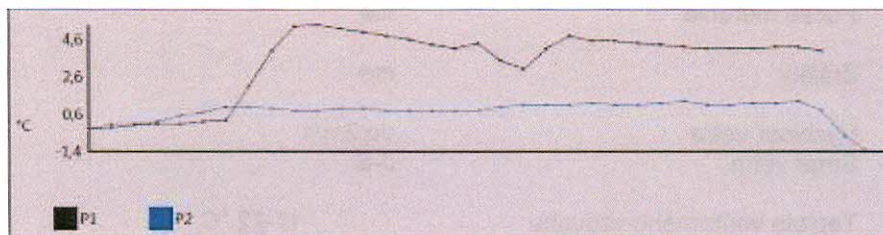
Značenie obrázku:

Meraný objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod merania 1	7,4	0,93	-1,0	Teplota sklenenej výplne okna
Bod merania 2	0,3	0,93	-1,0	Teplota steny
Bod merania 3	-3,6	0,93	-1,0	Teplota oblohy

Histogram:



Línie profilu:



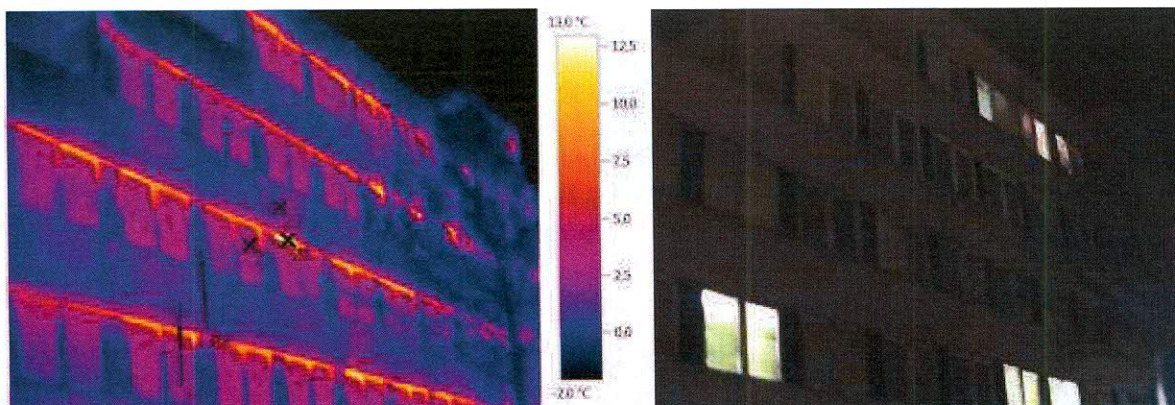
Poznámky:

Reflektujúca teplota okolia bola zistená meraním na -1 °C. Teplota okolia počas merania bola od 0 do 1°C. Počas merania bolo zamračené.

Východná strana budovy
Termogram 2.bmt

Dátum:
6. 2. 2014

Čas:
5:38:50



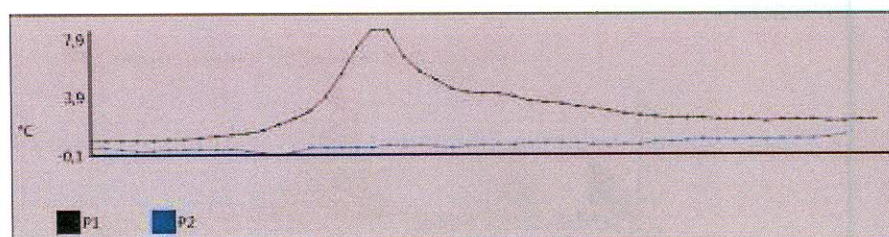
Parametre obrázku:

Stupeň emisivity: 0,93
Odraž. teplota [°C]: -1,0

Značenie obrázku:

Meraný objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod merania 1	11,6	0,93	-1,0	Prestupy tepla cez netesnosti rámov
Bod merania 2	2,6	0,93	-1,0	Teplota sklenenej výplne okna
Bod merania 3	1,3	0,93	-1,0	Teplota steny

Línie profilu:



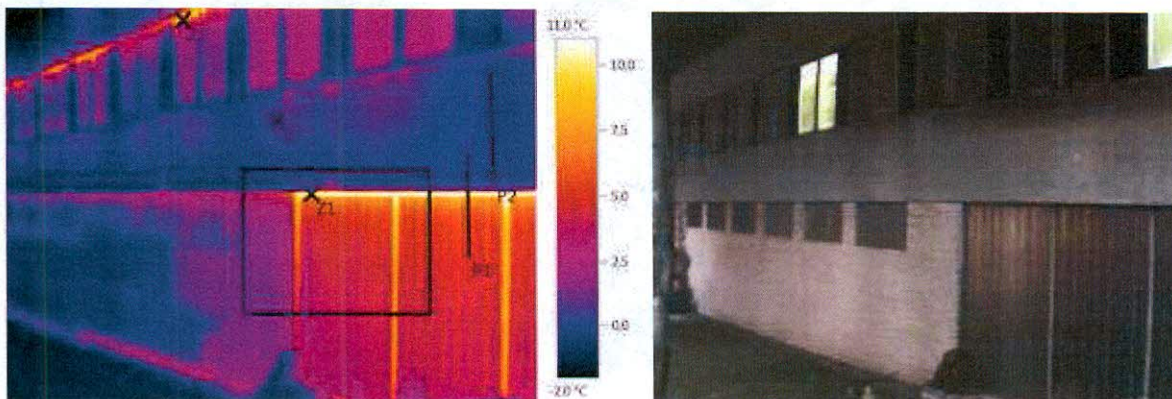
Poznámky:

Na termograme jasne vidieť, že rámy okien sú najvýraznejším tepelným mostom.

Východná strana budovy
Termogram 3.bmt

Dátum:
6. 2. 2014

Čas:
5:41:00



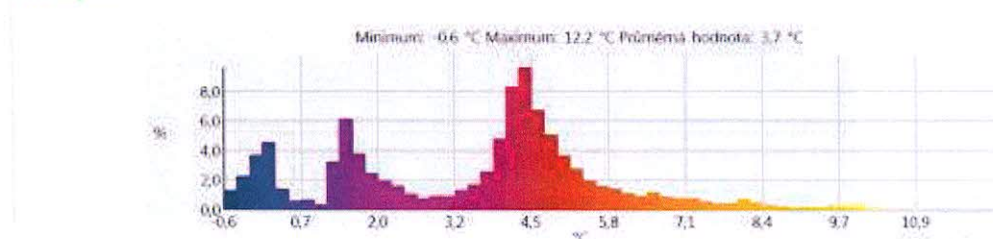
Parametre obrázku:

Stupeň emisivity: 0,93
Odraž. teplota [°C]: -1,0

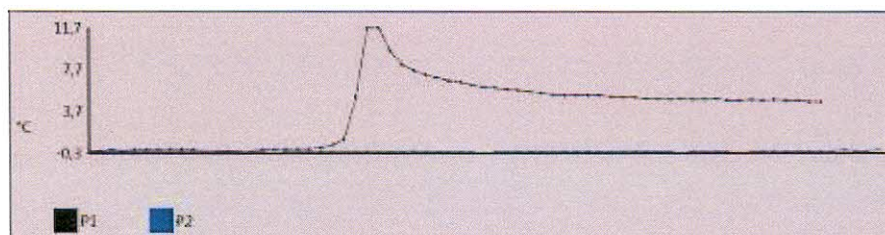
Značenie obrázku:

Meraný objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod merania 1	11,3	0,93	-1,0	Prestupy tepla cez netesnosti rámov
Bod merania 2	7,3	0,93	-1,0	Prestupy tepla cez netesnosti rámov
Bod merania 3	0,5	0,93	-1,0	Teplota steny

Histogram:



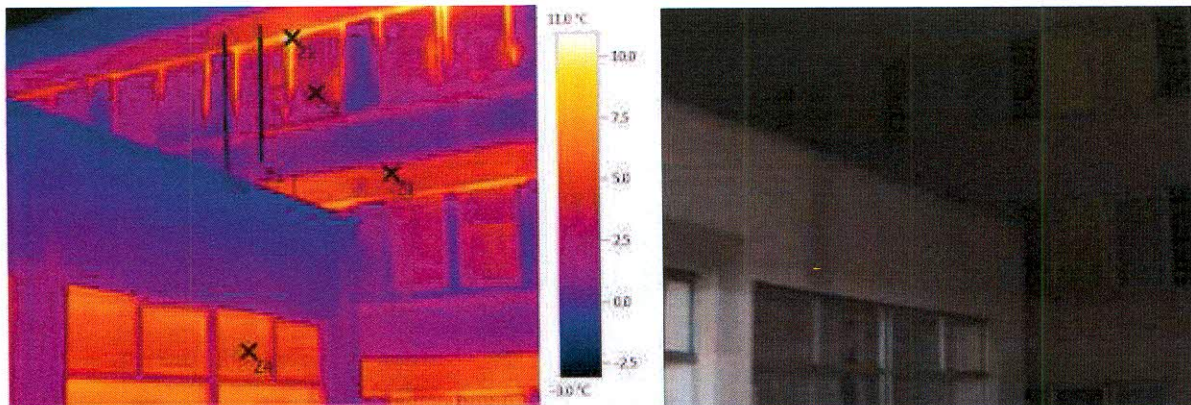
Línie profilu:



Južná a západná strana budovy
Termogram 4.bmt

Dátum:
6. 2. 2014

Čas:
5:41:51



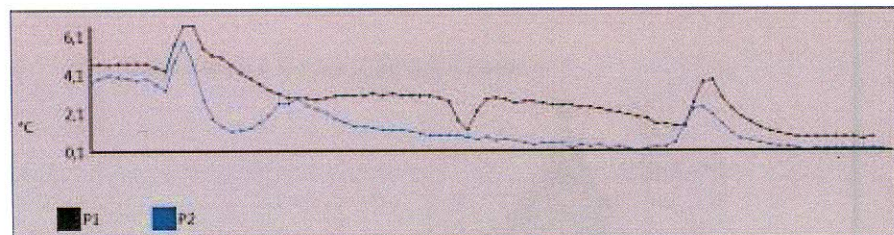
Parametre obrázku:

Stupeň emisivity: 0,93
Odraž. teplota [°C]: -1,0

Značenie obrázku:

Meraný objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod merania 1	4,2	0,93	-1,0	Tepelný most v mieste stužujúceho venca
Bod merania 2	8,3	0,93	-1,0	Prestupy tepla cez netesnosti rámov
Bod merania 3	3,3	0,93	-1,0	Teplota sklenenej výplne okna
Bod merania 4	5,2	0,93	-1,0	Teplota sklenenej výplne okna

Línie profilu:



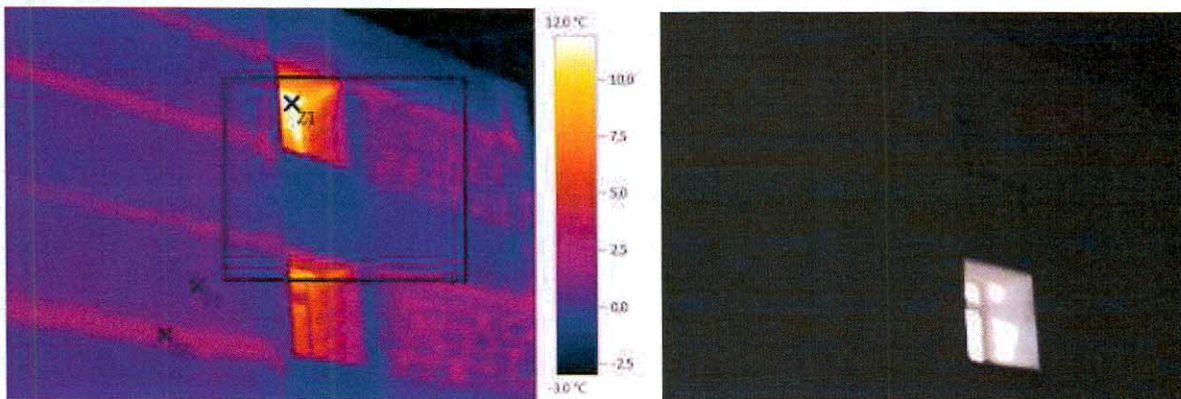
Poznámky:

Vidíme, že rámy okien sú miestom najvýraznejších tepelných mostov. Samozrejme z pohľadu celkových tepelných strát sú z dôvodu veľkosti plochy dôležitejšie samotné zasklenia.

Severná strana budovy
Termogram 5.bmt

Dátum:
6. 2. 2014

Čas:
5:43:11



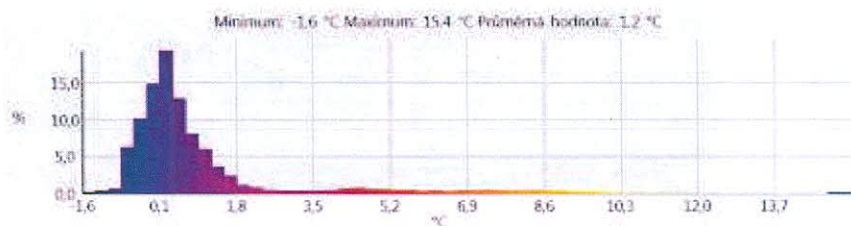
Parametre obrázku:

Stupeň emisivity: 0,93
Odraž. teplota [°C]: -10

Značenie obrázku:

Meraný objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod merania 1	15,2	0,93	-1,0	Otvorené okno - vetrenia
Bod merania 2	2,1	0,93	-1,0	Tepelný most v mieste stužujúceho венca
Bod merania 3	0,4	0,93	-1,0	Teplota steny

Histogram:



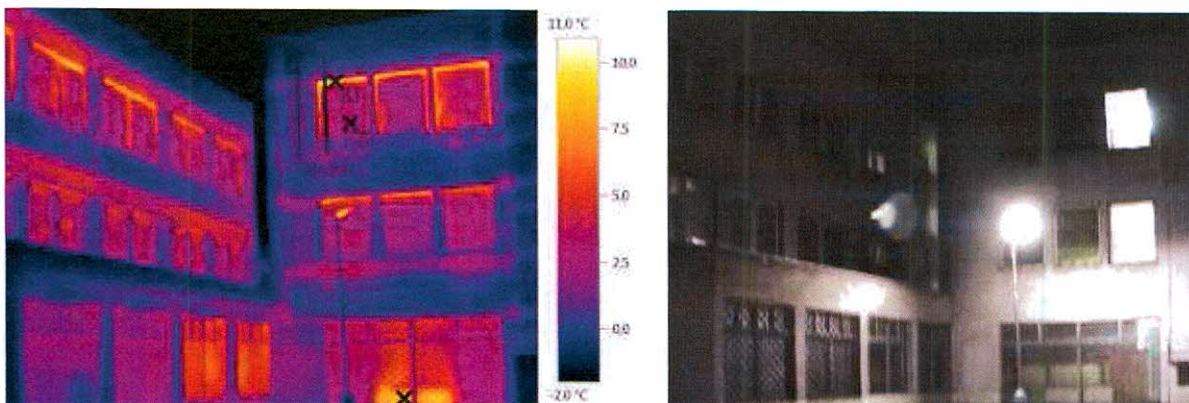
Poznámky:

Na termograme jasne vidieť tepelné most v stužujúcich vencoch a vidíme aj vykreslenie murovaného materiálu.

Severná a západná strana budovy
Termogram 6.bmt

Dátum:
6. 2. 2014

Čas:
5:48:51



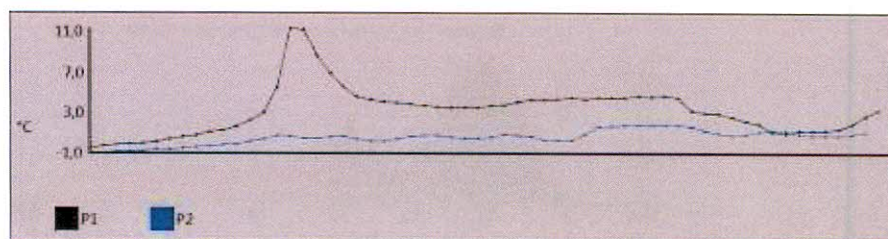
Parametre obrázku:

Stupeň emisivity: 0,93
Odraž. teplota [°C]: -1,0

Značenie obrázku:

Meraný objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod merania 1	8,5	0,93	-1,0	Vykreslenie vykurovacieho telesa
Bod merania 2	9,4	0,93	-1,0	Prestupy tepla cez netesnosti rámov
Bod merania 3	2,9	0,93	-1,0	Teplota sklenenej výplne okna

Línie profilu:



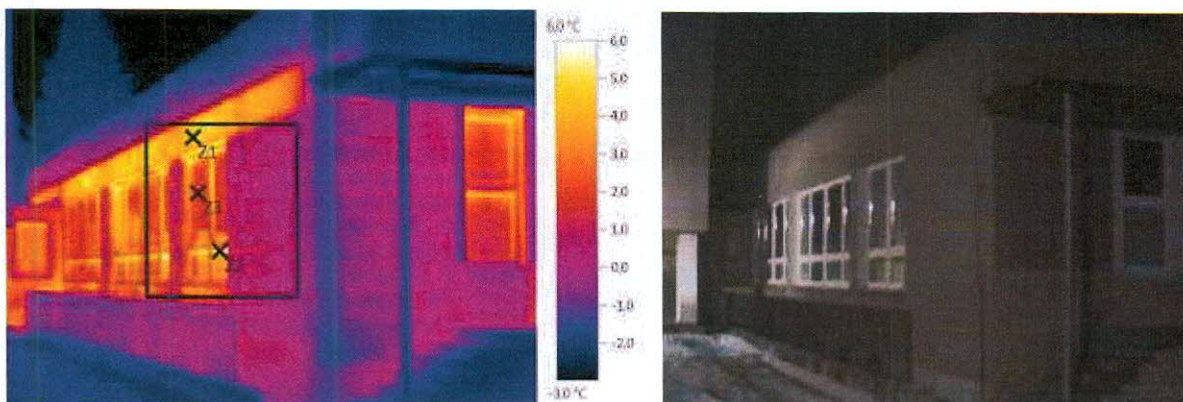
Poznámky:

Na termograme v reze č. 1 vidíme, že rámy okien sú najvýraznejším lokálnym tepelným mostom. Vidíme aj vykreslenie murovaný materiál.

Severná a východná strana budovy
Termogram 7.bmt

Dátum:
6. 2. 2014

Čas:
5:49:02



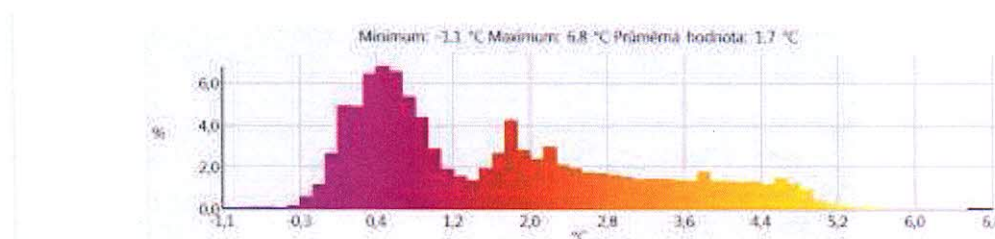
Parametre obrázku:

Stupeň emisivity: 0,93
Odraž. teplota [°C]: -1,0

Značenie obrázku:

Meraný objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod merania 1	4,7	0,93	-1,0	Tepelný most v mieste stužujúceho vencia
Bod merania 2	6,1	0,93	-1,0	Prestupy tepla cez netesnosti rámov
Bod merania 3	1,8	0,93	-1,0	Teplota sklenenej výplne okna

Histogram:



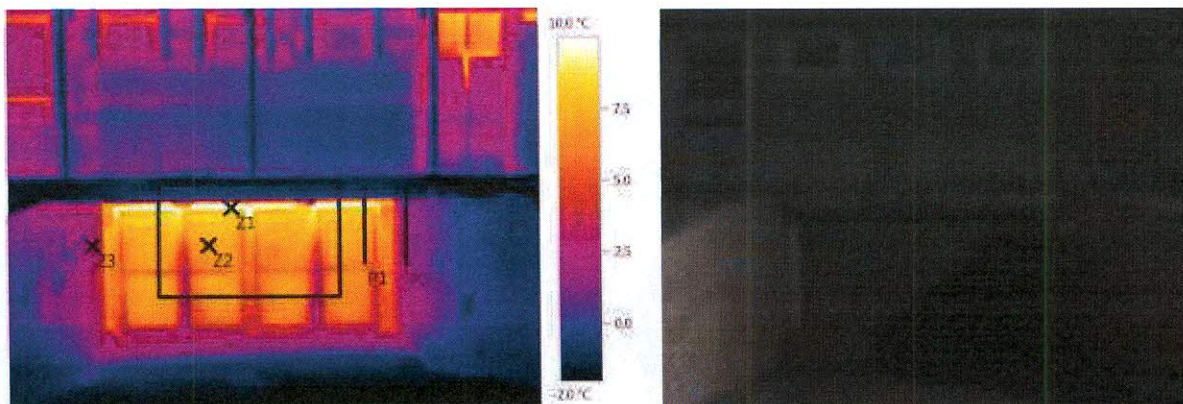
Poznámky:

Na termograme jasne vidieť tepelné mosty na ráme okien, v stužujúcom venci a vidíme aj vykreslenie murovaného materiálu.

Severná strana budovy
Termogram 8.bmt

Dátum:
6. 2. 2014

Čas:
5:49:38



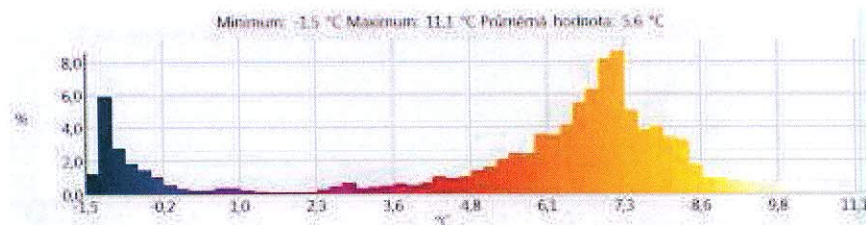
Parametre obrázku:

Stupeň emisivity: 0,93
Odraž. teplota [°C]: -1,0

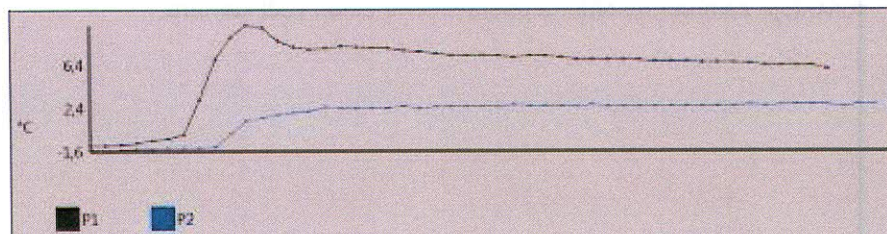
Značenie obrázku:

Meraný objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod merania 1	12,3	0,93	-1,0	Prestupy tepla cez netesnosti rámov brány
Bod merania 2	14,0	0,93	-1,0	Teplota brány
Bod merania 3	12,3	0,93	-1,0	Teplota steny

Histogram:



Línie profilu:



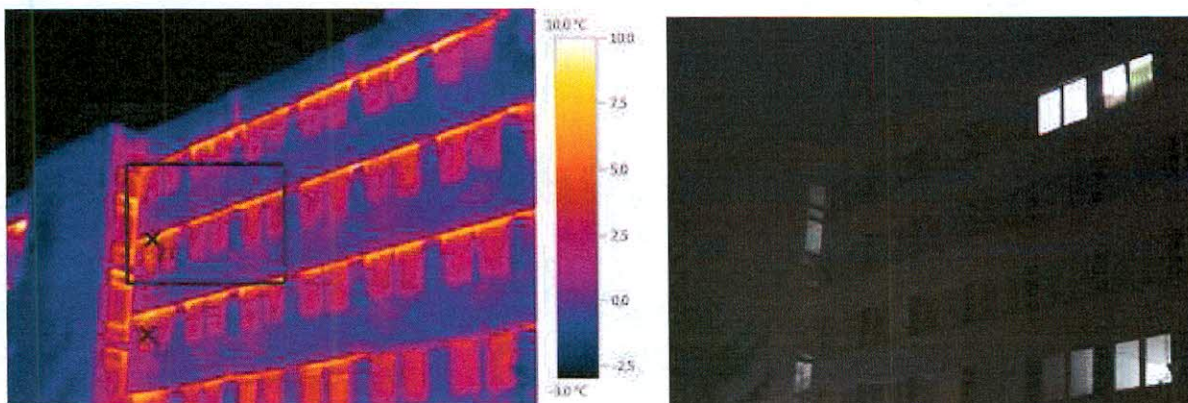
Poznámky:

Na termograme vidíme tepelný výrazné tepelné mosty, ktorými sú rámy garážových brán a samotné garážové brány.

Západná strana budovy
Termogram 9.bmt

Dátum:
6. 2. 2014

Čas:
5:53:41



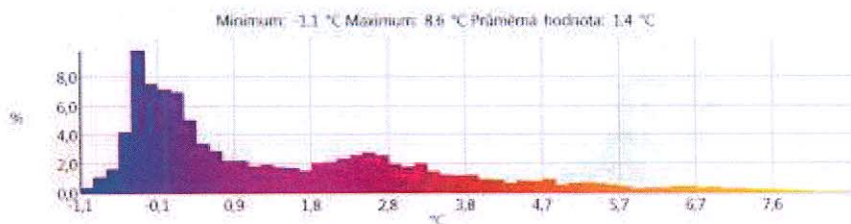
Parametre obrázku:

Stupeň emisivity: 0,93
Odraž. teplota [°C]: -1,0

Značenie obrázku:

Meraný objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod merania 1	7,8	0,93	-1,0	Prestupy tepla cez netesnosti rámov
Bod merania 2	4,0	0,93	-1,0	Teplota sklenenej výplne okna

Histogram:



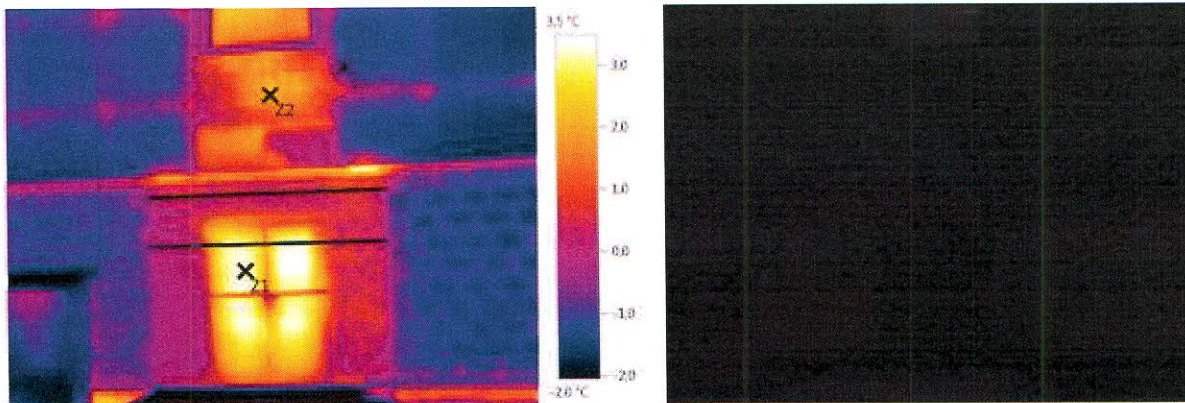
Poznámky:

Niektoré okná sa javia na termograme chladnejšie a iné teplejšie, je to z dôvodu, lebo sa v nich reflektuje zamračená obloha podľa sklonu okien voči kamere.

Západná strana budovy
Termogram 10.bmt

Dátum:
6. 2. 2014

Čas:
5:51:54



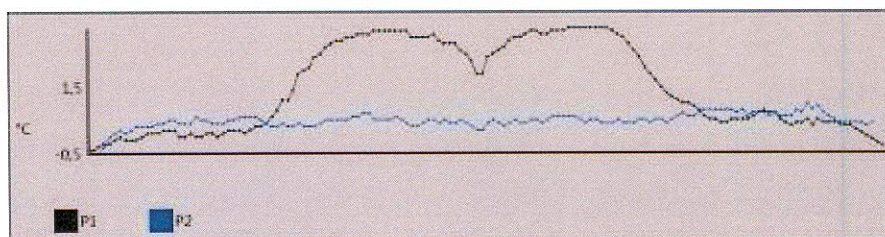
Parametre obrázku:

Stupeň emisivity: 0,93
Odraž. teplota [°C]: -1,0

Značenie obrázku:

Meraný objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod merania 1	3,3	0,93	-1,0	Teplota plechových dverí
Bod merania 2	1,9	0,93	-1,0	Umiestnené vykurovacie teleso
Bod merania 3	-1,0	0,93	-1,0	Teplota steny

Línie profilu:



Poznámky:

Na termograme vidíme prestupy tepla cez plechové dvere a tiež cez obvodovú stenu, kde je umiestnené vykurovacie teleso.

