

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA
V BRATISLAVE**

STAVEBNÁ FAKULTA

Katedra technických zariadení budov
Radlinského 11, 810 05 Bratislava

ENERGETICKÝ AUDIT

budovy KR PZ Trnava, Kollárova 31

podľa zmluvy o spolupráci KGTU-2017/000678-001

Objednávateľ: Ministerstvo vnútra SR

Zhotoviteľ: STU v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra TZB
Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Zodpovedný riešiteľ: Prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.

Priami riešitelia: Doc. Ing. Michal Krajčík, PhD.
Doc. Ing. Otto Mierka, CSc.
Ing. Ingrida Skalíková

Riešitelia: Ing. Jana Bartošová Kmeťková
Doc. Ing. Michal Krajčík, PhD.
Bc. Veronika Cyprichová
Bc. Simona Mlynárová

Participujúci: Prof. Ing. Ľudovít Jelemenský, PhD.
Ing. Miroslav Varíny, PhD.
Ing. Igor Niko

Február 2018, Bratislava

OBSAH

0	ÚVOD	5
1	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE	6
1.1	Žiadateľ.....	6
1.2	Spracovateľ energetického auditu.....	6
2	PREDMET ENERGETICKÉHO AUDITU	7
2.1	Účel spracovania energetického auditu.....	7
2.2	Identifikácia predmetu energetického auditu.....	7
2.3	Informácie o použitých podkladových materiáloch.....	7
3	OPIS SÚČASNÉHO STAVU	8
3.1	Charakteristika budovy.....	8
3.2	Fotodokumentácia.....	9
3.3	Skutkový stav.....	10
3.4	Stavebné konštrukcie.....	10
3.4.1	Projektová dokumentácia.....	10
3.4.2	Obhliadka skutkového stavu.....	11
3.4.3	Skutkový stav.....	11
3.5	Vykurovanie.....	11
3.5.1	Projektová dokumentácia.....	11
3.5.2	Obhliadka skutkového stavu.....	12
3.5.3	Skutkový stav.....	12
3.6	Príprava teplej vody.....	13
3.6.1	Projektová dokumentácia.....	13
3.6.2	Obhliadka skutkového stavu.....	13
3.6.3	Skutkový stav.....	13
3.7	Vzduchotechnika.....	14
3.8	Osvetlenie.....	14
3.8.1	Projektová dokumentácia.....	14
3.8.2	Obhliadka skutkového stavu.....	14
3.8.3	Skutkový stav.....	14
3.9	Čiastkový záver.....	15
4	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O ENERGETICKÝCH VSTUPOCH A VÝSTUPOCH	16
5	TEPLOTECHNICKÉ POSÚDENIE OBALOVÝCH STAVEBNÝCH REKONŠTRUKCIÍ, ENERGETICKÉ HODNOTENIE	17
5.1	Normy, smernice, vyhlášky, odborné podklady.....	17
5.2	Miestne a normalizované podmienky.....	19
5.3	Vstupné údaje pre zhodnotenie obalových konštrukcií.....	20
5.4	Pevné stavebné konštrukcie.....	20
5.5	Otvorové konštrukcie.....	20
5.6	Celkové hodnotenie obalových konštrukcií objektu.....	21
5.7	Potreba tepla na vykurovanie.....	21
5.8	Hodnotenie budovy z hľadiska potreby tepla na vykurovanie.....	22
6	NÁVRH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE SPOTREBY ENERGIE OBNOVOU BUDOVY STAVEBNÝMI ÚPRAVAMI A ICH EKONOMICKÉ A ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE	23
6.1	Charakteristika opatrenia – zateplenie obvodových stien.....	23
6.2	Charakteristika opatrenia – zateplenie strechy.....	24
6.3	Charakteristika opatrenia – výmena otvorových konštrukcií.....	25
6.4	Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení.....	26

7	NÁVRH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE SPOTREBY ENERGIE TECHNICKÝCH ZARIADENÍ V BUDOVE.....	28
7.1	Súčasný stav vykurovania v objekte	28
7.2	Rekonštrukcia zdroja tepla – tepelné čerpadlo vzduch-voda	28
7.3	Meranie, riadenie a regulácia spotreby energie	29
7.4	Inštalácia solárnych panelov	29
7.5	Výmena svetelných zdrojov a svietidiel.....	30
7.6	Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení	31
8	DOPORUČENÝ NÁVRH OPATRENÍ NA USKUTOČNENIE VÝZNAMNEJ ALEBO HĽBKOVEJ OBNOVY BUDOVY A VÝZNAMNEJ OBNOVY TECHNICKÉHO ZARIADENIA BUDOVY.....	32
9	ENERGETICKÉ HODNOTENIE BUDOVY SO ZOHLADNENÍM PREDPOKLADANÉHO STAVU PO REALIZÁCIÍ STAVEBNÝCH ÚPRAV A NAVRHOVANEJ OBNOVY TECHNICKÝCH ZARIADENÍ V BUDOVE.....	34
9.1	Hodnotenie navrhovaného stavu z hľadiska potreby tepla na vykurovanie.....	34
10	ZÁVER, ZÁVEREČNÉ HODNOTENIE PREDMETU ENERGETICKÉHO AUDITU.....	35
	PRÍLOHY.....	36
	Príloha č.1 Sumarizačný list.....	36
	Príloha č.2 Situácia koordinačná.....	37
	Príloha č.3 Výpočet súčiniteľov prechodu tepla - pôvodný stav.....	38
	Príloha č.5 Termovízne posúdenie objektu.....	39
	Príloha č.6 Doklad o autorizácii	44

ZOZNAM TABULIEK

Tab.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu	7
Tab.2: Technické a geometrické parametre budovy	8
Tab.3: Prevádzkový režim budovy	8
Tab.4: Svietidlá	14
Tab.5: Spotreby a ceny energie na prevádzku objektu	16
Tab.6: Variabilný náklad na energiu	16
Tab.7: Priemerné počty vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota (Zdroj: SIEA)	19
Tab.8: Klimatické podmienky (STN 73 0540-2, STN EN ISO 13790/NA)	19
Tab.9: Zoznam pevných stavebných konštrukcií	20
Tab.10: Zoznam typických otvorových konštrukcií	20
Tab.11: Hodnotenie priemerného súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540-2	21
Tab.12: Výpočet potreby tepla na vykurovanie	21
Tab.13: Predpoklad splnenia energetickej hospodárnosti budovy podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016	22
Tab.14: Navrhovaná tepelná izolácia obvodových stien	23
Tab.15: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie obvodových stien	23
Tab.16: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie obvodových stien	24
Tab.17: Environmentálne hodnotenie – zateplenie obvodových stien	24
Tab.18: Navrhovaná tepelná izolácia strechy	24
Tab.19: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie strechy	24
Tab.20: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie strechy	25
Tab.21: Environmentálne hodnotenie – zateplenie strechy	25
Tab.22: Navrhovaná výmena okien a dverí	25
Tab.23: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – výmena otvorových konštrukcií	25
Tab.24: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena otvorových konštrukcií	26
Tab.25: Environmentálne hodnotenie – výmena okien	26
Tab.26: Ekonomické hodnotenie opatrenia – rekonštrukcia zdroja tepla tepelné čerpadlo	28
Tab.27: Environmentálne hodnotenie – rekonštrukcia zdroja tepla tepelné čerpadlo, inštalovaný tepelný výkon 190 kW	29
Tab.28: Investičné náklady na realizáciu opatrení merania, riadenia a regulácie spotreby energie	29
Tab.29: Ekonomické hodnotenie opatrenia – inštalácia solárnych panelov	30
Tab.30: Environmentálne hodnotenie – inštalácia solárnych panelov	30
Tab.31: Výmena svetelných zdrojov a svietidiel	30
Tab.32: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena svetelných zdrojov a svietidiel	30
Tab.33: Environmentálne hodnotenie – výmena svetelných zdrojov a svietidiel	31
Tab.34: Súbor navrhovaných opatrení	32
Tab.35: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – projekt zníženia energetickej náročnosti	32
Tab.36: Ekonomické hodnotenie opatrenia – projekt zníženia energetickej náročnosti	33
Tab.37: Environmentálne hodnotenie	33
Tab.38: Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016	34
Tab.39: Hodnotenie budovy podľa vyhlášky MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. a vyhlášky MDVRR SR č. 324/2016 Z. z.	34

ZOZNAM GRAFOV A OBRÁZKOV

Graf 1 Priebeh dennostupňov a porovnanie s priemerom za posledné tri kalendárne roky v lokalite Trnava	19
Graf 2 Podiel konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate	21
Graf 3 Porovnanie vypočítanej mernej potreby tepla na vykurovanie so skutočnou mernou spotrebou tepla na vykurovanie	22
Graf 4 Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach	26
Graf 5 Redukcia CO ₂ vplyvom realizácie jednotlivých opatrení – stavebné úpravy	27
Graf 6 Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach – technické zariadenia budovy	31
Graf 7 Redukcia CO ₂ vplyvom realizácie jednotlivých opatrení – technické zariadenia budovy	31
Graf 8 Redukcia CO ₂ vplyvom realizácie jednotlivých opatrení	33
Obr. 1 Situovanie predmetu energetického auditu (Zdroj: Google Maps)	7
Obr. 2 Pohľad severovýchodný (Zdroj: autori)	9
Obr. 3 Pohľad západný (Zdroj: autori)	9
Obr. 4 Pohľad južný (Zdroj: autori)	9
Obr. 5 Závady na fasáde (Zdroj: autori)	10
Obr. 6 Pôvodné okenné konštrukcie (Zdroj: autori)	10
Obr. 7 Pôdorys 3. nadzemného podlažia (Ing. arch. Noris, 1987)	10
Obr. 8 Technický pohľad (Ing. arch. Noris, 1987)	11
Obr. 9 Pôdorys výmenníkovej stanice (Ing. Bojnák, 1999)	12
Obr. 10 Armatúry a vedenie potrubí v OST (Zdroj: autori)	12
Obr. 11 Ovládací panel regulátora (Zdroj: autori)	12
Obr. 12 Vykurovacie teleso rúrkové (Zdroj: autori)	13
Obr. 13 Vykurovacie teleso s ventilom (Zdroj: autori)	13
Obr. 14 Vykurovacie teleso rebrové (Zdroj: autori)	13
Obr. 15 Termostatická hlavica na telese (Zdroj: autori)	13
Obr. 16 Potrubné rozvody teplej vody (Zdroj: autori)	14

<i>Obr. 17 Zásobnikové ohrievače teplej vody (Zdroj: autori).....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 18 Svetidlá umelého osvetlenia v priestoroch chodby (Zdroj: autori).....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 19 Svetidlá umelého osvetlenia v kanceláriách (Zdroj: autori).....</i>	<i>15</i>

0 ÚVOD

Zmluva o spolupráci č. KGTU-2017/000678-001 medzi MV SR a STU v Bratislave – energetický audit policajných staníc – sa uskutočnila na základe zmluvného vzťahu z 5.10.2017 v trvaní do konca apríla 2018.

Predmet zmluvy je obsahovo rozdelený do 10 častí:

1. Identifikačné údaje
2. Predmet energetického auditu
3. Opis súčasného stavu
4. Základné údaje o energetických vstupoch a výstupoch
5. Teplotnícké posúdenie obalových stavebných rekonštrukcií, energetické hodnotenie
6. Návrh opatrení na zníženie spotreby energie obnovou budovy stavebnými úpravami a ich ekonomické a environmentálne hodnotenie
7. Návrh opatrení na zníženie spotreby energie technických zariadení v budove
8. Doporučený návrh opatrení na uskutočnenie významnej alebo hĺbkovej obnovy budovy a významnej obnovy technického zariadenia budovy
9. Energetické hodnotenie budovy so zohľadnením predpokladaného stavu po realizácii stavebných úprav a navrhovanej obnovy technických zariadení v budove
10. Záver, záverečné hodnotenie predmetu energetického auditu

Vzhľadom na predmet zmluvy boli práce vykonané študentmi a doktorandmi za odborného vedenia pedagógov s cieľom získania praxe v oblasti energetického auditu vo verejnom záujme.

Riešiteľské pracovisko ďakuje Ing. I. Nikovi za poskytnutie Softwaru I+X6, ktorý uľahčil práce na EAB vykonané študentmi.

1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

1.1 Žiadateľ

Názov: Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky
Právna forma: Ústredný orgán štátnej správy
Adresa: Pribinova 2, 812 72 Bratislava
V zastúpení: Ing. Ondrej Varačka, generálny tajomník služobného úradu MV SR,
na základe plnomocenstva č.p.: KM-OPS4-2016/000623-108 zo dňa 18.07.2016
Kontaktná osoba: Ing. Margaréta Fleischerová
Telefón: +421 918 574 461
E-mail: margareta.fleischerova@minv.sk
IČO: 00151866
DIČ: 2020571520

1.2 Spracovateľ energetického auditu

Názov: SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE,
Stavebná fakulta
Právna forma: Verejná vysoká škola zriadená zákonom NR SR č. 131/2002
Z. z. o vysokých školách
Adresa: Radlinského 11, 810 05 Bratislava
Štatutárny zástupca: prof. Ing. Robert Redhammer, PhD., rektor
Kontaktné osoby: prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.,
doc. Ing. Michal Krajčík, PhD.,
Ing. Ingrida Skalíková
Telefón: +421 (2) 59 274 634
Fax: -
E-mail: dusan.petras@stuba.sk,
michal.krajcik@stuba.sk,
ingrida.skalikova@stuba.sk
IČO: 00397687
IČ DPH: 2020845255

3 OPIS SÚČASNÉHO STAVU

3.1 Charakteristika budovy

Budova krajského riaditeľstva Policajného zboru sa nachádza v centre mesta Trnava, okres Trnava, k.ú. Trnava, parcelné číslo 6449/1. Budova je napojená na miestnu komunikáciu a inžinierske siete.

Budova Krajského riaditeľstva PZ v obci Trnava je samostatne stojaci objekt, zložený z 3 blokov oddelených dilatáciami škárami, čiastočne podpivničený. Časť bloku A pozostáva z desiatich nadzemných podlaží. Zvyšok bloku A, blok B a blok C tvoria 2 nadzemné podlažia. Pôdorys objektu je obdĺžnikového tvaru, s prevládajúcimi vonkajšími rozmermi 68,1 m x 37,1 m. Pôdorysné rozmery výškovej časti sú 37,2 m x 16,4 m. Zastavaná plocha budovy je 2526,50 m². Zastrešenie je plochou jednoplášťovou strechou. Budova slúži na administratívne účely. Na nadzemných podlažiach sa nachádzajú prevažne priestory kancelárii, ďalej sú to ordinácia lekára, kuchyňa, komunikačné a sociálne priestory, šatne, garáže a celý predbežného zadržania. Hlavný vstup objektu je situovaný na severnej strane. V suteréne sa nachádza odovzdávacia stanica tepla, miestnosť pre meranie a reguláciu a chodba. Vstup do odovzdávacej stanice tepla je z priestoru chodby. Budova bola daná do užívania približne pred 30 rokmi, odkedy sa využíva na administratívne účely. Vzhľadom rôzne využitie priestorov v budove (napr. aj lekár, celý predbežného zadržania) sa uvažuje prevádzka budovy ako nepretržitá.

Tab.2: Technické a geometrické parametre budovy

Celková zastavaná plocha [m ²]	A	2 526,50
Merná plocha [m ²]	A _b	12 560,19
Obvod zastavanej plochy [m]	P	210,40
Obstavaný objem – celkový [m ³]	V	38 878,00
Obstavaný objem – vykurované priestory [m ³]	V _b	31 825,10
Ochladzovaná obalová konštrukcia [m ²]	$\sum A_i$	8 993,41
Faktor tvaru budovy [m ⁻¹]	$\sum A_i/V_b$	0,28
Počet nadzemných podlaží	n	10
Priemerná konštrukčná výška [m]	h _{k,pr}	2,53

Pozn.: Stanovenie konštrukčnej výšky, zastavanej plochy, mernej plochy a obstavaného priestoru vychádza z vyhlášky MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. a z STN EN ISO 13790/NA. Podrobnosti stanovenia rozmerov budovy na účely energetického auditu a výpočtu energetickej hospodárnosti budovy sú uvedené v STN EN ISO 13790/NA.

Tab.3: Prevádzkový režim budovy

Počet pracovných dní v roku	D	365
Počet pracovných dní v týždni	d	7
Počet smien za deň	d _t	3
Dĺžka pracovnej doby [h]	t _i	8
Využitie objektu		Verejná budova

3.2 Fotodokumentácia



Obr. 2 Pohľad severovýchodný (Zdroj: autori)



Obr. 3 Pohľad západný (Zdroj: autori)



Obr. 4 Pohľad južný (Zdroj: autori)



Obr. 5 Závady na fasáde (Zdroj: autori)



Obr. 6 Pôvodné okenné konštrukcie (Zdroj: autori)

3.3 Skutkový stav

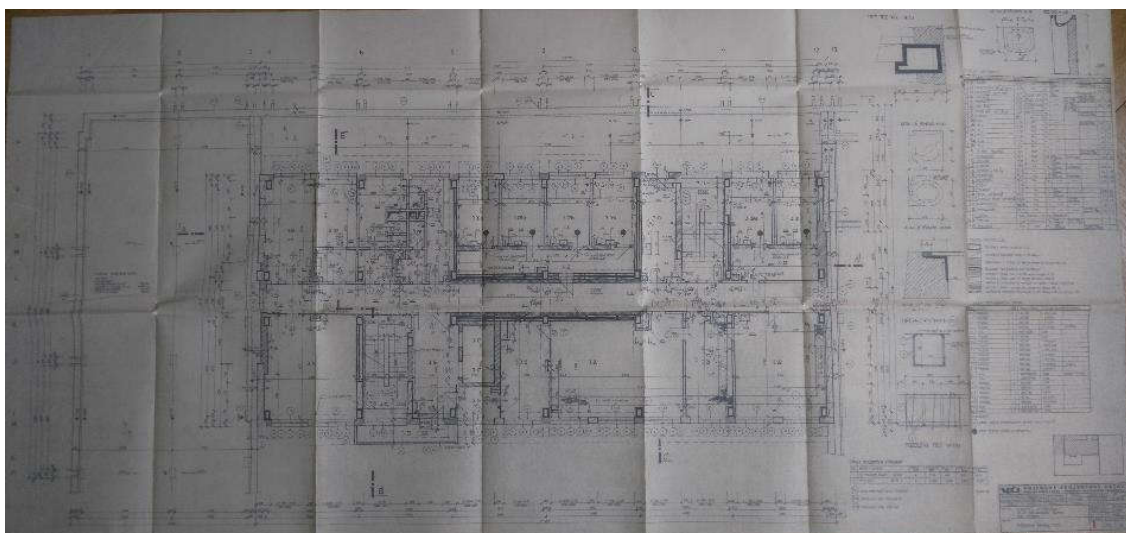
Pre účely spracovania energetického auditu budovy Krajského riaditeľstva Policajného zboru v obci Trnava bola riešiteľskému tímu zástupcom Ing. Petrom Maliarikom poskytnutá projektová dokumentácia. Taktiež boli dodané faktúry za spotrebovanú elektrickú energiu a zemný plyn za roky 2014, 2015 a 2016.

Fyzická obhliadka skutkového stavu objektu bola vykonaná zástupcami Stavebnej fakulty a Fakulty chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave. Oprávneným zástupcom bol Ing. Ivan Durkot. **Obhliadka sa uskutočnila dňa 11.01.2018.**

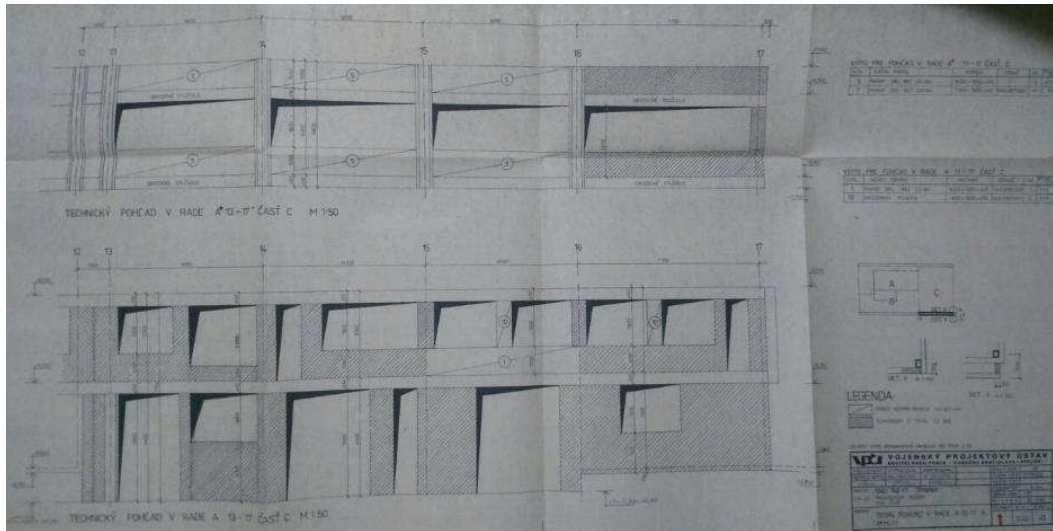
3.4 Stavebné konštrukcie

K časti architektúra bola dodaná čiastočná projektová dokumentácia.

3.4.1 Projektová dokumentácia



Obr. 7 Pôdorys 3. nadzemného podlažia (Ing. arch. Noris, 1987)



Obr. 8 Technický pohľad (Ing. arch. Noris, 1987)

3.4.2 Obhliadka skutkového stavu

Počas osobnej obhliadky sa zisťovalo skutočné využívanie priestorov a technický stav konštrukcií. Následne sa kontroloval súlad poskytnutej projektovej dokumentácie so skutočným stavom objektu.

3.4.3 Skutkový stav

Budova je realizovaná ako montovaný prefabrikovaný skelet. Od začiatku užívania je budova v pôvodnom stave, až na výmenu časti okenných otvorových konštrukcií, ktorá prebiehala po etapách, naposledy koncom rokov 2015 a 2016. Časť pôvodných otvorových konštrukcií je v zlom technickom stave, rovnako časti povrchovej úpravy fasády. Závažné statické poruchy pri obhliadke neboli zistené.

- Obvodový plášť

Obvodový plášť budovy je na základe projektovej dokumentácie uvažovaný ako montovaný z keramických panelov hr. 400 mm, ďalej panelov Spiroll a murovanej časti z tehál CD 365 CD IVA-A 300. Vnútorňa povrchová úprava je vápenná omietka štuková a hladká, resp. keramický obklad. Vonkajšia povrchová úprava na 1. a 2. nadzemnom podlaží je keramický obklad, ktorý je na niektorých miestach porušený a opadáva. Vonkajšia úprava vyšších nadzemných podlaží sa uvažuje vápenno-cementovou omietkou.

- Otvorové konštrukcie

Otvorové konštrukcie sú prevažne pôvodné, s kovovým rámom a jednoduchým zasklením. Menej ako polovica okenných otvorov je menená za plastové, zasklené izolačným dvojsklom výrobcu GERI door, avšak bez bližšej špecifikácie. Niektoré okná v kancelárskych priestoroch sú pôvodné drevené, s dvojitých zasklením.

- Podlahové konštrukcie

Podlaha prvého vykurovaného podlažia sa na základe projektovej dokumentácie uvažuje ako tepelne izolovaná. Hrúbka tepelnej izolácie je 50 mm, materiál je polystyrén alebo stlačený Fibrex hr. 20 mm. Ďalšie vrstvy nad tepelnou izoláciou sú betónová mazanina, cementový poter, nášľapná vrstva je podľa dokumentácie PVC, keramická dlažba, prípadne cementový poter či šatovská dlažba.

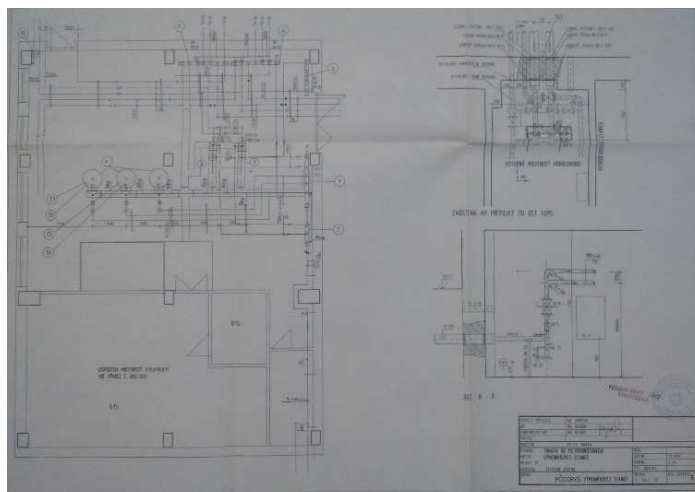
- Strešná konštrukcia

Strešná konštrukcia je vyhotovená ako plochá. Jej skladba z projektovej dokumentácie nie je známa. Predpokladá sa, že je zložená zo železobetónového stropného panelu a tepelnej izolácie.

3.5 Vykurovanie

3.5.1 Projektová dokumentácia

Pre potreby energetického auditu bola dodaná projektová dokumentácia rekonštrukcie výmenníkovej stanice na úrovni projektu skutočného vyhotovenia. K zvyšnej časti vykurovacej sústavy nebola k dispozícii žiadna projektová dokumentácia.



Obr. 9 Pôdorys výmenníkovej stanice (Ing. Bojnák, 1999)

3.5.2 Obhliadka skutkového stavu

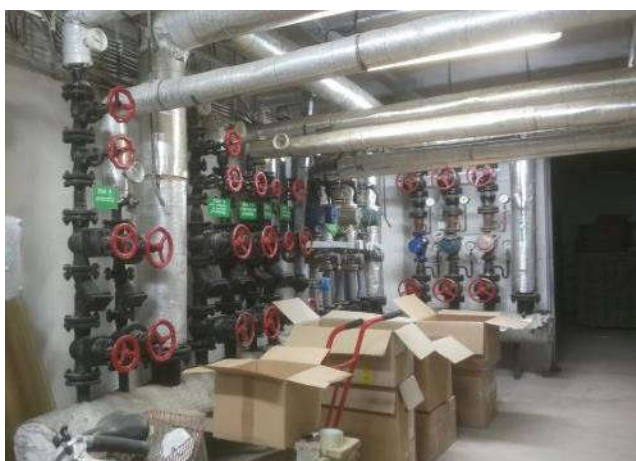
Pri fyzickej obhliadke objektu sa kontroloval skutočný stav vykurovacieho systému a jeho vyhotovenie.

3.5.3 Skutkový stav

Vykurovací systém objektu je zrejme v pôvodnom stave. Odovzdávacia stanica tepla (OST) je v súlade s poskytnutou projektovou dokumentáciou.

- **Zdroj tepla**

Ako zdroj tepla slúži horúcovodná výmenníková stanica tepla (OST) výrobcu TLAKON Žilina s dvojrádovými protiprúdovými výmenníkmi tepla VV 2 UH DN200. Projektovaný teplotný spád na primárnej strane je 130/70°C. OST je umiestnená v samostatnej miestnosti v bloku B na úrovni -3,600 m. Regulácia je plne automatická pomocou regulátora DX 9100-8454 s rozširujúcimi modulmi spoločnosti Johnson Controls, ktorý je umiestnený v miestnosti pre obsluhu. V rámci regulácie sú riadené okruhy: regulácia na konštantnú teplotu 90 °C vo výmenníkoch voda/voda; meranie teploty a tlaku; regulácia tlakovej diferencie; dopĺňanie vody do systému; havarijné stavy; 4x ekvitermická regulácia; meranie spotreby; ovládanie cirkulačných čerpadiel.



Obr. 10 Armatúry a vedenie potrubí v OST (Zdroj: autori)



Obr. 11 Ovládací panel regulátora (Zdroj: autori)

- **Vykurovacia sústava**

Vykurovacia sústava je dvojrúrková, hlavné rozvodné potrubie je vedené na závesoch pod stropom suterénu. V ostatných miestnostiach je potrubie vedené voľne pred stenou. Obeh vykurovacej vody v systéme zabezpečujú obehové čerpadlá Sigma 65-NTR-97-12 umiestnené na výstupe z rozdeľovača v miestnosti OST. Vykurovacia sústava je rozdelená na 4 časti podľa orientácie na severnú, južnú, východnú a západnú vetvu. Regulácia je pomocou regulačných ventilov s pohonom Johnson Controls VA-7152-1001 na výstupe z rozdeľovača. Potrubie je z ocelových rúr závitových, zváraných s bielym náterom. Potrubné rozvody vo výmenníkovej stanici a hlavný rozvod pod stropom suterénu je izolovaný minerálnou vlnou s hliníkovou vrstvou. Malé úseky medzi armatúrami

na rozdeľovači sú izolované polystyrénovou tepelnou izoláciou. Vo zvyšku budovy sú potrubia neizolované. Odvzdušňovanie rozvodov je podľa Miestneho prevádzkového poriadku cez odvzdušňovaciu nádobu a odvzdušňovacie ventily na potrubíach a vykurovacích telesách.

- **Vykurovacie telesá**

Vykurovacie telesá sú oceľové rúrkové rôznych rozmerov. V priestoroch garáží sú použité rebrové rúrové telesá tvaru U. Na telesách sú umiestnené regulačné ventily a termostatické hlavice, pri obhliadke boli zistené 2 typy ventilov. Na niektorých ventiloch chýba hlavica, takže individuálna regulácia tepelného výkonu nie je možná vo všetkých priestoroch.



Obr. 12 Vykurovacie teleso rúrkové (Zdroj: autori)



Obr. 13 Vykurovacie teleso s ventilom (Zdroj: autori)



Obr. 14 Vykurovacie teleso rebrové (Zdroj: autori)



Obr. 15 Termostatická hlavica na telese (Zdroj: autori)

3.6 Príprava teplej vody

3.6.1 Projektová dokumentácia

Pre potreby energetického auditu bola dodaná čiastočná projektová dokumentácia zdravotnotechnických inštalácií. Prípravu teplej vody rieši prevažne dokumentácia rekonštrukcie výmenníkovej stanice.

3.6.2 Obhliadka skutkového stavu

V budove sa zisťoval spôsob ohrevu teplej vody.

3.6.3 Skutkový stav

Objekt je napojený na verejný vodovod. Potrubie vodovodu je vedené v drážkach v murive. Materiál potrubia z projektovej dokumentácie nie je známy, pravdepodobne boli použité oceľové závitové pozinkované rúry. Potrubie vedené pod stropom podzemného podlažia z výmenníkovej stanice je izolované plstenými pásmi alebo minerálnou vlnou s hliníkovou vrstvou s drôteným pletivom. Izolácia zvyšnej časti potrubných rozvodov nie je známa. Prípravu teplej vody zabezpečujú 3 stojaté zásobníkové ohrievače vody typu OVS 21 s objemom 1000 l výrobcu Oceľové

konštrukcie Žilina, umiestnené vo výmenníkovej stanici. Zásobníky sú izolované rovnako ako potrubia minerálnou vlnou s vrstvou hliníkovej fólie neznámej hrúbky. Ohrev teplej vody je rozdelený na 3 bloky.



Obr. 16 Potrubné rozvody teplej vody (Zdroj: autori)



Obr. 17 Zásobníkové ohrievače teplej vody (Zdroj: autori)

3.7 Vzduchotechnika

V riešenom objekte sa nachádza systém vzduchotechniky, ktorý je mimo prevádzky, z toho dôvodu sa energetická náročnosť vzduchotechniky nehodnotí.

3.8 Osvetlenie

Osvetlenie objektu je zabezpečené svietidlami, uvedenými v Tab.4. Nakoľko spotreba elektriny na osvetlenie nie je samostatne meraná, bola vypočítaná na základe odhadnutého ročného počtu prevádzkových hodín zdrojov osvetlenia za rok (1 743 hodín). Náklady na elektrinu sú vyčíslené v priemerných cenách za rok 2016.

Tab.4: Svietidlá

Druh svetelného zdroja v svietidle	Príkon svietidla [W]	Počet svietidiel [ks]	Celkový príkon [W]	Spotreba elektriny [kWh]	Náklady na elektrinu [EUR]
Lineárna žiarivka 2 x 36	2 x 36	31	795,00	57 240,00	99 769,32
Klasická žiarovka 80	1 x 80	36	124,00	9 920,00	17 290,56
Spolu			67 160,00	117 059,88	11 705,99

3.8.1 Projektová dokumentácia

K časti osvetlenie nebola dodaná žiadna projektová dokumentácia.

3.8.2 Obhliadka skutkového stavu

Počas osobnej obhliadky sa zisťoval typ osvetlenia a jeho technický stav.

3.8.3 Skutkový stav

Osvetlenie vnútorných priestorov objektu je tvorené svietidlami žiarivkovými a žiarovkovými, umiestnenými priamo na strope alebo na stenách. Ovládanie osvetlenia je vypínačmi pri vstupoch do jednotlivých miestností.



Obr. 18 Svietidlá umelého osvetlenia v priestoroch chodby
(Zdroj: autori)



Obr. 19 Svietidlá umelého osvetlenia v kanceláriách
(Zdroj: autori)

3.9 Čiastkový záver

Z fyzickej obhliadky objektu, ktorý bol daný do užívania policajnému zboru pred približne 30 rokmi, ako i z dostupnej projektovej dokumentácie vyplýva, že stavebné konštrukcie a technické systémy už nevyhovujú súčasným požiadavkám na zabezpečenie energeticky efektívnej a hospodárnej prevádzky budovy. Stavebné konštrukcie nevyhovujú požiadavkám na tepelnú ochranu budov a sú buď celkovo, alebo miestami v zlom fyzickom stave, čo môže viesť k problémom ako sú zatekanie, tvorba plesní, či tepelná nepohoda vplyvom chladného sárania, lokálne zníženej operatívnej teploty a prípadne prievanu cez netesnosti. Technické systémy sú schopné prevádzky, no ich efektívnosť či fyzický stav sú nevyhovujúce a nespĺňajú požiadavky na technické systémy tak, aby sa zabezpečila vysoká energetická hospodárnosť budovy. Konštatujeme, že existuje významný potenciál na zlepšenie fyzického stavu budovy, najmä jej stavebných konštrukcií a technických systémov, a preto navrhujeme jej významnú obnovu.

4 ZÁKLADNÉ ÚDAJE O ENERGETICKÝCH VSTUPOCH A VÝSTUPOCH

Objekt je napojený na horúcovodné potrubie z teplárne, verejnú vodovodnú sieť a elektrickú sieť. Teplo je získavané vo výmenníkovej stanici tepla s protiprúdovými výmenníkmi VV 2 UH DN200 v počte 2 ks s celkovou kapacitou 860 kW. Odovzdávacia stanica tepla je umiestnená v samostatnej miestnosti na prvom podzemnom podlaží. Hodnoty spotreby energie pre kalendárne roky 2014, 2015 a 2016 sú uvedené v *Tab.5* a vychádzajú z podkladov dodaných Bc. Beátou Kalivodovou z oddelenia nehnuteľností – Centrum podpory Trnava.

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 transformácií energie).

Tab.5: Spotreby a ceny energie na prevádzku objektu

Kalendárny rok		2014	2015	2016	Priemer	
	Množstvo [kWh]	327 470,00	330 712,00	349 530,00	335 904,00	
	Náklad [EUR]	29 567,17	29 792,46	34 023,06	31 127,56	
Elektrina	z toho:	UK [kWh]	-	-	-	-
		TV [kWh]	-	-	-	-
		Osvetlenie [kWh]	114 287,03	115 418,49	121 985,97	117 230,49
		Ostatné [kWh]	213 183,00	215 293,50	227 544,00	218 673,50
	Množstvo [kWh]	963 244,08	1 087 465,50	1 190 054,60	1 080 258,06	
	Náklad [EUR]	51 422,60	53 860,71	55 003,92	53 429,08	
Teplo	z toho:	UK [kWh]	866 919,70	978 719,00	1 071 058,00	972 232,30
		TV [kWh]	96 324,00	108 746,55	119 006,46	108 025,81
		Ostatné [kWh]	-	-	-	-

Pozn. 1: Údaje poskytnuté objednávateľom v podobe dotazníka a faktúr boli upravené v zmysle požiadaviek na energetický audit budov.

Pozn. 2: Merný náklad energie v členení podľa účelu spotreby je odvodený z celkových variabilných nákladov.

Tab.6: Variabilný náklad na energiu

Merný náklad na UK - teplo [EUR/kWh]	0,05
Merný náklad na prípravu TV - teplo [EUR/kWh]	0,05
Merný náklad na osvetlenie - elektrina [EUR/kWh]	0,10

5 TEPLOTECHNICKÉ POSÚDENIE OBALOVÝCH STAVEBNÝCH REKONŠTRUKCIÍ, ENERGETICKÉ HODNOTENIE

5.1 Normy, smernice, vyhlášky, odborné podklady

Pri posudzovaní energetickej náročnosti a kvantifikácii možných úspor tepla boli použité platné tepelnotechnické normy, zákony, vyhlášky a odborná literatúra:

KNIHY

- KRAJČÍK, Michal - PETRÁŠ, Dušan. *Energetické hodnotenie budov*. 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2015. 231 s. Edícia skript. ISBN 978-80-227-4462-1.
- DAHLSVEEN, Trond - PETRÁŠ, Dušan - CHMÚRNY, Ivan - SMOLA, Alfonz - LULKOVIČOVÁ, Otilia - FÜRI, Belo - KONKOL, Rastislav. *Energetický audit a certifikácia budov*. Bratislava : Jaga Group, 2008. 163 s. ISBN 978-80-8076-063-2.
- PETRÁŠ, Dušan - LULKOVIČOVÁ, Otilia - TAKÁCS, Ján - FÜRI, Belo. *Obnoviteľné zdroje energie pre nízkotepelné systémy*. Bratislava : Jaga Group, 2009. 223 s. ISBN 978-80-8076-075-5
- STERNOVÁ, Zuzana a kol. *Energetická hospodárnosť a energetická certifikácia budov*. Bratislava: Jaga Group, 2010. 350 s. ISBN 978-80-8076-060-1.

ZÁKONY

- Zákon č. 555/2005 Z. z. z 8. novembra 2005 o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- Zákon č. 476/2008 Z. z. o efektívnosti pri používaní energie (zákon o energetickej efektívnosti) a o zmene a doplnení zákona č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 17/2007 Z. z., v znení neskorších predpisov.
- Zákon č. 250/2012 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach.
- 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.

VYHLÁŠKY

- Vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o výpočte energetickej hospodárnosti budov a obsah energetického certifikátu.
- Vyhláška MDVRR SR č. 324/2016 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.
- Vyhláška MH SR č. 14/2016 Z. z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na tepelnú izoláciu rozvodov tepla a teplej vody.
- Vyhláška MH SR č. 358/2013 Z. z., ktorou sa ustanovuje postup a podmienky v oblasti zavádzania a prevádzky inteligentných meracích systémov v elektroenergetike.
- Vyhláška MH SR č. 337/2012 Z. z., ktorou sa ustanovuje energetická účinnosť premeny energie pri prevádzke, rekonštrukcii a budovaní zariadenia na výrobu elektriny a zariadenia na výrobu tepla.
- Vyhláška MH SR č. 222/2013 Z. z., ktorou sa ustanovuje cenová regulácia v tepelnej energetike.
- Vyhláška MŽP SR č. 410/2012 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o ovzduší.

NORMY

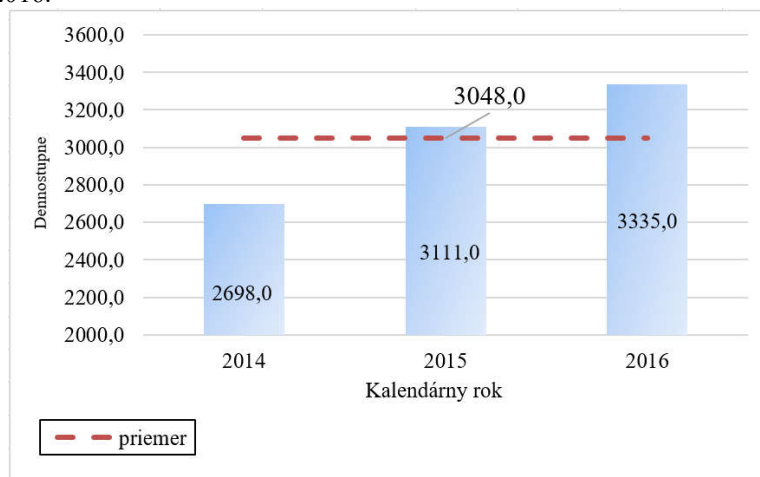
- STN 73 0540-2 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana. Funkčné požiadavky.
- STN 73 0540-2/Z1 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov.
- STN 73 0540-3 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana. Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov.
- STN EN ISO 7345 Tepelná izolácia. Fyzikálne veličiny a definície.
- STN EN ISO 9288 Tepelná izolácia. Šírenie tepla sálaním. Fyzikálne veličiny a definície.
- STN EN ISO 9251 Tepelná izolácia. Podmienky šírenia tepla a vlastnosti materiálov. Slovník.
- STN EN 15217 Energetická hospodárnosť budov. Metódy vyjadrenia energetickej hospodárnosti a energetickej certifikácie budov.
- WI 29 Požiadavky na údaje pre štandardné postupy normalizovaného ekonomického vyhodnotenia, vrátane obnoviteľných zdrojov energie.

- STN EN 15459: 2008 Vykurovacie systémy v budovách. Postupy ekonomického hodnotenia energetických systémov v budovách (STN 06 0004).
- STN EN ISO 15927-1 Tepelnovlhkostné vlastnosti budov. Výpočet a uvádzanie klimatických údajov. Časť 1: Mesačné priemery jednotlivých meteorologických prvkov.
- STN EN ISO 15927-2 Tepelnovlhkostné vlastnosti budov. Výpočet a uvádzanie klimatických údajov. Časť 2: Hodinové údaje pre navrhovanie tepelnej záťaže.
- STN EN ISO 15927-3 Tepelno-vlhkostné vlastnosti budov. Výpočet a uvádzanie klimatických údajov. Časť 3: Výpočet indexu hnaného dažďa pre zvislé povrchy z hodinových údajov vetra a dažďa.
- STN EN ISO 15927-4 Tepelnovlhkostné vlastnosti budov. Výpočet a uvádzanie klimatických údajov. Časť 4: Hodinové údaje na posúdenie ročnej potreby energie na vykurovanie a chladenie.
- STN EN ISO 15927-5 Tepelnovlhkostné vlastnosti budov. Výpočet a uvádzanie klimatických údajov. Časť 5: Údaje na výpočet tepelných strát pri vykurovaní budov.
- STN EN ISO 15927-6 Tepelnovlhkostné vlastnosti budov. Výpočet a uvádzanie klimatických údajov. Časť 6: Akumulované rozdiely teplôt (dennostupne).
- STN EN ISO 6946 Stavebné konštrukcie. Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla. Výpočtová metóda.
- STN EN ISO 10456 Stavebné materiály a výrobky. Metódy stanovenia deklarovateľných a návrhových hodnôt tepelnotechnických veličín.
- STN EN ISO 10211-1 Tepelné mosty v budovách pozemných stavieb. Tepelné toky a povrchové teploty. Časť 1: Všeobecné výpočtové metódy.
- STN EN ISO 10211-2 Tepelné mosty v budovách pozemných stavieb. Tepelné toky a povrchové teploty. Časť 2: Podrobné výpočty.
- STN EN ISO 14683 Tepelné mosty v stavebných konštrukciách. Lineárny stratový súčiniteľ. Zjednodušené metódy a orientačné hodnoty.
- EN ISO 13786 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií. Tepelno-dynamické charakteristiky. Výpočtové metódy.
- STN EN 13363-1 Zariadenia slnečnej ochrany kombinované so zasklením. Výpočet solárnej a svetelnej priepustnosti. Časť 1: Zjednodušená metóda.
- STN EN 13363-2 Zariadenia slnečnej ochrany kombinované so zasklením. Výpočet solárnej a svetelnej priepustnosti. Časť 2: Podrobná výpočtová metóda.
- STN EN 673 Sklo v stavebníctve. Stanovenie súčiniteľa prechodu tepla. Výpočtová metóda.
- STN EN 410 Sklo v stavebníctve. Stanovenie svetelných a solárnych vlastností zasklenia.
- STN EN ISO 13788 Tepelnovlhkostné vlastnosti stavebných dielcov a konštrukcií. Vnútorňá povrchová teplota na vylúčenie kritickej povrchovej vlhkosti a kondenzácie vnútri konštrukcie. Výpočtová metóda
- STN EN ISO 13789 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním. Výpočtová metóda.
- STN EN ISO 13790 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie.
- STN EN ISO 13790/NA Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie. Národná príloha.
- STN EN ISO 13370 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou. Výpočtové metódy.
- STN EN ISO 10077-1 Tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla. Časť 1: Všeobecne.
- STN EN ISO 10077-2 Tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla. Časť 2: Numerická metóda pre rámy.
- STN EN 15316 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému.
- STN EN 15316-1 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 1: Všeobecne.
- STN EN 15316-2-1 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 2-1: Systémy odovzdávania tepla do vykurovaného priestoru.
- STN EN 15316-2-3 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 2-3: Systémy rozvodu tepla.
- STN EN 15316-3-2 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 3-2: Systémy prípravy teplej vody, distribúcia.
- STN EN 15316-3-3 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 3-3: Systémy prípravy teplej vody, výroba.
- STN EN 15316-4-1 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-1: Systémy výroby tepla, systémy so spaľovacími zariadeniami.
- STN EN 15316-4-2 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-2: Systémy výroby tepla, tepelné čerpadlá.

- STN EN 15316-4-3 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 4-3: Systémy výroby tepla, tepelné solárne systémy.
- STN EN 15316-4-4 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 4-4: Systémy výroby tepla, výkon a kvalita kombinovanej výroby elektriny a tepla.
- STN EN 15316-4-5 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 4-5: Systémy výroby tepla, výkon a kvalita centralizovaného zásobovania teplom a veľkoobjemových systémov.
- STN EN 15316-4-6 Vykurovacie systémy v budovách. Metódy výpočtu energetických požiadaviek a účinností systému. Časť 4-6: Systémy výroby tepla, vlastnosti ostatných obnoviteľných zdrojov tepla a elektriny.
- STN EN 15265 Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie. Všeobecné kritériá a postupy hodnotenia.
- STN EN 12464-1 Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie pracovných miest. Časť 1: Vnútorne pracovné prostredie.
- STN EN ISO 12241 Tepelná izolácia technických zariadení budov a priemyselných prevádzok. Výpočtové pravidlá.

5.2 Miestne a normalizované podmienky

Na výpočet potreby tepla na krytie tepelných strát prechodom a vetraním bola použitá mesačná metóda podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016.



Graf 1 Priebek dennostupňov a porovnanie s priemerom za posledné tri kalendárne roky v lokalite Trnava

Pozn.: Priemerné mesačné teploty a počty dní vykurovania po mesiacoch neboli dodané. Ďalší výpočet potreby tepla a potreby energie vychádza z klimatických údajov uvedených v STN EN ISO 13790/NA.

Tab.7: Priemerné počty vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota (Zdroj: SIEA)

Kalendárny rok	2014	2015	2016
Počet vykurovacích dní	196	197	224
Priemerná vonkajšia teplota [°C]	6,20	5,10	5,10
Počet dennostupňov	2 698	3 111	3 335

Tab.8: Klimatické podmienky (STN 73 0540-2, STN EN ISO 13790/NA)

		Normalizované hodnotenie	Upravené hodnotenie
Návrhová vonkajšia výpočtová teplota [°C]	q_s	-15	-11
Veterná oblasť, rýchlosť vetra [$m.s^{-1}$]	v	-	1,00
Vnútorná výpočtová teplota [°C]	q_i	20,00	20,00
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia [°C]	q_{se}	3,86	4,91
Priemerný počet vykurovacích dní	d	212	227,40
Priemerný počet dennostupňov	D	3 422	3 432

5.3 Vstupné údaje pre zhodnotenie obalových konštrukcií

Pre zhodnotenie obalových konštrukcií bola použitá dostupná výkresová a technická dokumentácia:

- Rekonštrukcia výmennikovej stanice (rok vyhotovenia 1999, projektant Ing. Bojnák)
- Vykonávací projekt stavebnej časti (rok vyhotovenia 1987, projektant Ing. Arch. Noris)

Pozn.: Podrobná skladba jednotlivých stavebných konštrukcií, výpočtová hodnota tepelného odporu a výpočet súčiniteľov prechodu tepla jednotlivých stavebných konštrukcií sú uvedené v Prilohe č.3.

5.4 Pevné stavebné konštrukcie

Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií predstavuje 7 700,40 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,590 W.m⁻².K⁻¹ do 2,174 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v Tab.9. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií je 7 449,20 W.K⁻¹, čo predstavuje 64,38 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Tab.9: Zoznam pevných stavebných konštrukcií

Stavebná konštrukcia	Plocha [m ²]	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Maximálna hodnota U podľa STN 730540-2:2012/Z1: 2016 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota U podľa STN 730540-2:2012/Z1: 2016 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Odporúčaná hodnota U podľa STN 730540-2:2012/Z1: 2016 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 730540-2:2012/Z1: 2016
	A	U	U _{max}	U _N	U _{ri}	
Zvislé steny nad terénom						
Obvodové murivo	2 647,40	1,271	0,46	0,32	0,22	nevyhovuje
Strecha plochá						
Strecha plochá pôvodná	2 526,50	0,590	0,30	0,20	0,15	nevyhovuje
Podlaha nad nevykurovaným priestorom						
Podlaha pôvodná	2 526,50	2,174	0,95	0,60	0,35	nevyhovuje

5.5 Otvorové konštrukcie

Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 1 293,00 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 2,56 W.m⁻².K⁻¹ do 2,59 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v Tab.10. Merná tepelná strata prechodom všetkých otvorových konštrukcií je 3 222,40 W.K⁻¹, čo predstavuje 27,85 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Tab.10: Zoznam typických otvorových konštrukcií

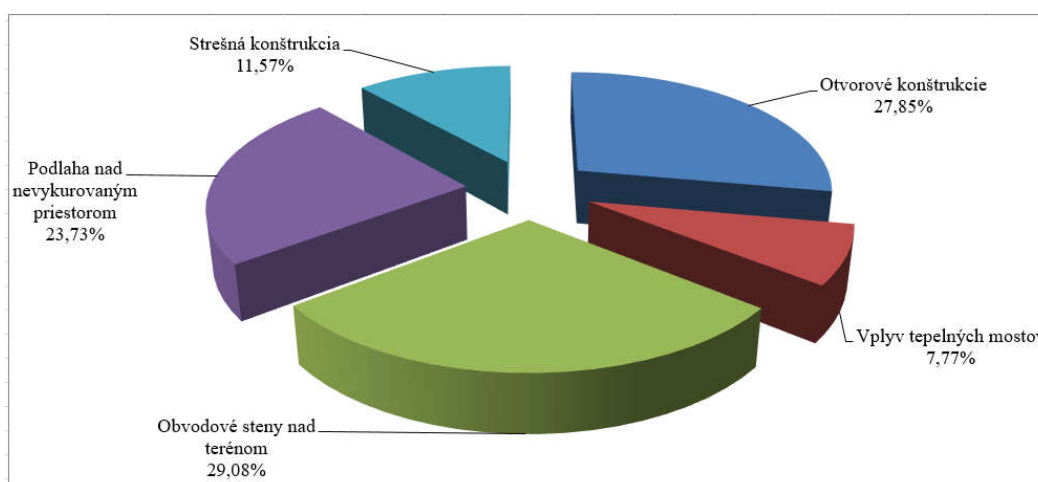
Otvorové konštrukcie	Celková plocha [m ²]	Súčiniteľ prechodu tepla U _w [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Merná tepelná strata konštrukcie [W.K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota U podľa STN 730540-2:2012/Z1: 2016 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Odporúčaná hodnota U podľa STN 730540-2:2012/Z1: 2016 [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 730540-2:2012/Z1: 2016
Okno drevené, dvojsklo 1,5 x 1,5 m	59,32	2,56	3 108,82	1,40	1,00	nevyhovuje
Dvere drevené dvojsklo 1,5 x 2,2 m	19,80	2,59	113,58	1,40	1,00	nevyhovuje

5.6 Celkové hodnotenie obalových konštrukcií objektu

Merná tepelná strata obalových konštrukcií vrátane mernej tepelnej straty vplyvom tepelných mostov je 11 570,90 W.K⁻¹. Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov bola určená paušálne, a to na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vyjadreného vo W.m⁻².K⁻¹. Hodnota tohto súčiniteľa je 0,02 W.m⁻².K⁻¹ v prípade spojitely tepelnoizolačnej vrstvy na vonkajšom povrchu konštrukcie a použitia nových systémov murovaných konštrukcií spĺňajúcich požiadavky normalizované od roku 2016. V prípade spojitely tepelnoizolačnej vrstvy na vonkajšom povrchu konštrukcie a použitia nových systémov murovaných konštrukcií najmä po roku 2002 sa zvýši súčiniteľ prechodu tepla o 0,05 W.m⁻².K⁻¹. Pri murovaných, panelových vrstvených betónových a keramických konštrukciách pred ich obnovou sa zvýši súčiniteľ prechodu tepla o 0,10 W.m⁻².K⁻¹. Splnenie minimálnej požiadavky priemerného súčiniteľa prechodu tepla všetkých obalových konštrukcií budovy podľa STN 73 0540-2 je uvedené v Tab.11.

Tab.11: Hodnotenie priemerného súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540-2

Faktor tvaru budovy	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Odporúčaná hodnota [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Cieľová odporúčaná hodnota [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 730540-2:2012/Z1:2016
0,28	1,29	0,58	0,38	0,25	nevyhovuje



Graf 2 Podiel konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate

5.7 Potreba tepla na vykurovanie

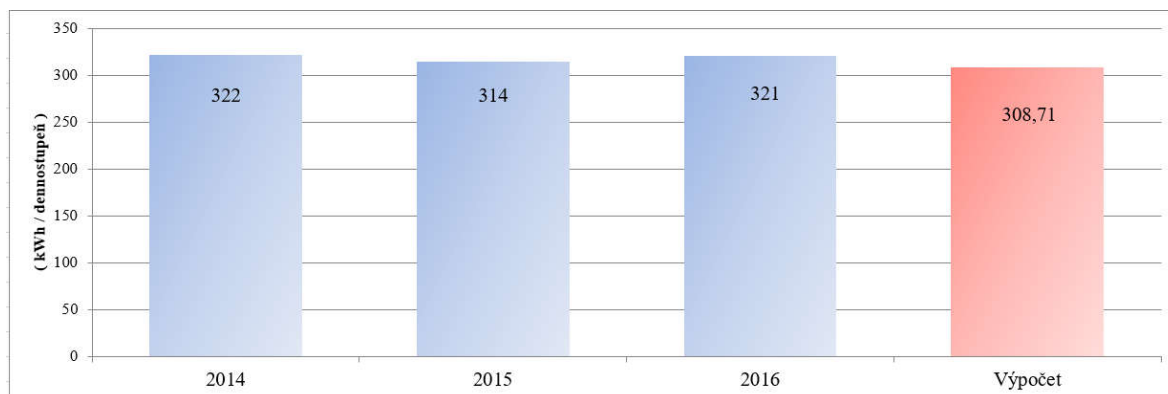
Výpočet potreby tepla na vykurovanie bol vykonaný na základe výpočtu tepelných strát prechodom tepla konštrukciami a tepelných strát vetraním, ktoré boli znížené o tepelné zisky. Celková potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom a vetraním predstavuje 1 423 814,00 kWh. Na celkovej potrebe sa pokrytie tepelnej straty prechodom obalovými konštrukciami podieľa 71,96 %, podiel vetrania je 28,04 %. Celková potreba tepla je redukovaná tepelnými ziskami budovy vo výške 478 367,50 kWh, s mierou ich využitia na úrovni 85 %. Výsledná potreba tepla na vykurovanie budovy so započítaním tepelných ziskov je 945 783,06 kWh.

Tab.12: Výpočet potreby tepla na vykurovanie

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [W.K ⁻¹]	H_{TM}	899,34
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [W.K ⁻¹]	H_U	10 671,68
Merná tepelná strata prechodom [W.K⁻¹]	$H_T = H_U + H_{TM}$	11 571,02
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,48
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ .h ⁻¹]	V_f	0,00

Vnútorný objem priestoru budovy [m ³]	V_m	27 051,33
Merná tepelná strata vetraním [W.K ⁻¹]	H_v	4 508,10
Merná tepelná strata [W.K ⁻¹]	$H = H_r + H_v$	16 079,13
Vnútorný tepelný zisk [kWh]	Q_i	285 874,37
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	192 493,09
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	478 367,46
Faktor využitia tepelných ziskov [-]	η	0,85
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	1 024 619,00
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	399 194,50
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	945 783,06

Potreba tepla na vykurovanie na vstupe do hodnoteného objektu prepočítaná cez účinnosť výroby tepla 100 % je 1 059 452,87 kWh, čo predstavuje 3 825 GJ. Porovnanie vypočítanej mernej potreby tepla na dennostupeň so skutočnými mernými spotrebami tepla na vykurovanie za posledné 3 kalendárne roky je v nasledujúcom grafe, pričom rozdiel medzi vypočítanými a skutočne nameranými hodnotami zodpovedá požiadavkám technickej praxe.



Graf 3 Porovnanie vypočítanej mernej potreby tepla na vykurovanie so skutočnou mernou spotrebou tepla na vykurovanie

5.8 Hodnotenie budovy z hľadiska potreby tepla na vykurovanie

Pre hodnotenie budovy z hľadiska splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016 boli použité klimatické údaje referenčnej vykurovacej sezóny a zohľadnený prevádzkový čas vykurovania so stanoveným vplyvom na pokles vnútornej teploty v kategórii budovy – administratívna budova. Pre splnenie energetickej hospodárnosti budovy, merná potreba tepla na vykurovanie má byť nižšia ako odporúčaná hodnota. V závislosti od kategórie budovy a potreby tepla na vykurovanie táto budova nespĺňa predpoklad energetickej hospodárnosti ako je uvedené v Tab. 13.

Budovy splňajú energetické kritérium, ak majú v závislosti od faktoru tvaru budovy mernú potrebu tepla na vykurovanie nižšiu ako odporúčaná hodnota. Hodnotená budova podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016 nespĺňa energetické kritérium.

Tab.13: Predpoklad splnenia energetickej hospodárnosti budovy podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016

Faktor tvaru budovy [m ⁻¹]	A/V_b	0,28
Potreba tepla na UK v referenčnej vykurovacej sezóne [kWh]	Q_h	970 903,46
Merná potreba tepla na vykurovanie [kWh.m ⁻²]	Q_{EP}	77,30
Normalizovaná hodnota [kWh.m ⁻²]	$Q_{N,EP}$	53,50
Odporúčaná hodnota [kWh.m ⁻²]	$Q_{r1,EP}$	26,80
Cieľová odporúčaná hodnota [kWh.m ⁻²]	$Q_{r2,EP}$	13,40
Posúdenie budovy podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016	$Q_{EP} \leq Q_{N,EP}$	Nevyhovuje

6 NÁVRH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE SPOTREBY ENERGIE OBNOVOU BUDOVY STAVEBNÝMI ÚPRAVAMI A ICH EKONOMICKÉ A ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE

Na zníženie energetickej náročnosti objektu, zníženie nákladov na vykurovanie a zlepšenie kvality obalových konštrukcií a vnútornej tepelnej pohody boli navrhnuté nižšie uvedené opatrenia. Každé opatrenie je ekonomicky vyhodnotené v cenách energie za rok 2016 (teplo na UK a TV: 0,05 EUR/kWh, elektrina: 0,10 EUR/kWh), ktoré boli upravené mierou priemerného ročného nárastu cien energií (0,1 %). Reálna diskontná miera, so zohľadnením ročnej miery inflácie (1,5 %), bola stanovená vo výške 2,0 %. 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 cieľových súčiniteľov prechodu tepla konštrukciou podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016.

6.1 Charakteristika opatrenia – zateplenie obvodových stien

S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody a splnenie energetických požiadaviek budovy, navrhujeme obvodové steny zateplíť tepelnou izoláciou na báze minerálnej vlny. Minimálne hrúbky tepelnej izolácie, zabezpečujúce splnenie energetických požiadaviek a návrh skladby a hrúbky zateplenia jednotlivých stavebných konštrukcií, sú uvedené v *Tab.14* a *Tab.15*.

Tab.14: Navrhovaná tepelná izolácia obvodových stien

Stavebná konštrukcia	Skladba zateplenia	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Odporúčaná hodnota U _{r1} normalizovaná (požadovaná od 1.1.2016)	Posúdenie	Cieľová odporúčaná hodnota U _{r2} normalizovaná (požadovaná od 1.1.2019)	Posúdenie
Obvodové murivo	Minerálna vlna v hrúbke 200 mm	0,15	0,22	vyhovuje	0,15	vyhovuje

Tab.15: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie obvodových stien

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [W.K ⁻¹]	H _{TM}	449,67
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [W.K ⁻¹]	H _U	7 704,67
Merná tepelná strata prechodom [W.K⁻¹]	H_T = H_U + H_{TM}	8 154,34
Mínimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n _{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n _{inf}	0,48
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n = max(n _{min} , n _{inf})	0,50
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ .h ⁻¹]	V _f	0,00
Vnútny objem priestoru budovy [m ³]	V _m	27 051,33
Merná tepelná strata vetraním [W.K⁻¹]	H_V	4 508,10
Merná tepelná strata [W.K⁻¹]	H = H_T + H_V	12 662,44
Vnútny tepelný zisk [kWh]	Q _i	274 246,41
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q _s	179 528,29
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	Q_g = Q_i + Q_s	455 774,70
Faktor využitia tepelných ziskov [-]	η	0,88
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q _T	772 070,00
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q _V	399 194,50
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	665 690,60

Tab.16: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie obvodových stien

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	225 029,00
Ročná úspora energie [kWh]	308 101,71
Miera úspory energie [%]	32,58
Ročná úspora nákladov na energie [EUR]	15 405,09
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	25
Jednoduchá doba návratnosti [roky]	14,60
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	17,30
Čistá súčasná hodnota [EUR]	79 361,00
Vnútoraná miera výnosnosti [%]	4,80

Tab.17: Environmentálne hodnotenie – zateplenie obvodových stien

	Počiatočný stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie [%]
Ročná produkcia emisií CO ₂ [ton/rok]	240,65	182,84	57,81	24,02
Ročná produkcia emisií TZL [ton/rok]	11,32	8,95	2,37	20,91
Ročná produkcia emisií SO ₂ [ton/rok]	126,60	126,31	0,29	0,23
Ročná produkcia emisií NO _x [ton/rok]	193,59	147,20	46,39	23,96
Ročná produkcia emisií CO [ton/rok]	85,81	67,06	18,75	21,85
Ročná produkcia emisií PM ₁₀ [ton/rok]	10,75	8,50	2,25	20,91

6.2 Charakteristika opatrenia – zateplenie strechy

Tab.18: Navrhovaná tepelná izolácia strechy

Stavebná konštrukcia	Skladba zateplenia	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Odporúčaná hodnota U _{r1} normalizovaná (požadovaná od 1.1.2016)	Posúdenie	Cieľová odporúčaná hodnota U _{r2} normalizovaná (požadovaná od 1.1.2019)	Posúdenie
Strecha	Mínérálna vlna v hrúbke 400 mm	0,09	0,15	vyhovuje	0,10	vyhovuje

Tab.19: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – zateplenie strechy

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [W.K ⁻¹]	H _{TM}	899,34
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [W.K ⁻¹]	H _U	9 575,18
Merná tepelná strata prechodom [W.K⁻¹]	H_T	10 474,52
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n _{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n _{inf}	0,48
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n = max(n _{min} , n _{inf})	0,50
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ .h ⁻¹]	V _f	0,00
Vnútorý objem priestoru budovy [m ³]	V _m	27 051,33
Merná tepelná strata vetraním [W.K⁻¹]	H_V	4 508,10
Merná tepelná strata [W.K⁻¹]	H = H_T+H_V	14 982,63
Vnútorý tepelný zisk [kWh]	Q _i	283 156,66
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q _s	188 758,44
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	Q_g = Q_i+Q_s	471 915,00
Faktor využitia tepelných ziskov [-]	η	0,84
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q _T	927 523,00

Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	399 194,50
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	855 349,62

Tab.20: Ekonomické hodnotenie opatrenia – zateplenie strechy

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	176 855,00
Ročná úspora energie [kWh]	111 771,67
Miera úspory energie [%]	11,82
Ročná úspora nákladov na energie [EUR]	4 973,84
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	25
Jednoduchá doba návratnosti [roky]	>25 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	>25 rokov
Čistá súčasná hodnota [EUR]	-78 577,00
Vnútoraná miera výnosnosti [%]	-

Tab.21: Environmentálne hodnotenie – zateplenie strechy

	Počiatočný stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie [%]
Ročná produkcia emisií CO ₂ [ton/rok]	240,65	221,99	18,66	7,76
Ročná produkcia emisií TZL [ton/rok]	11,32	10,56	0,76	6,75
Ročná produkcia emisií SO ₂ [ton/rok]	126,60	126,51	0,09	0,07
Ročná produkcia emisií NO _x [ton/rok]	193,59	178,61	14,98	7,74
Ročná produkcia emisií CO [ton/rok]	85,81	79,76	6,05	7,05
Ročná produkcia emisií PM ₁₀ [ton/rok]	10,75	10,03	0,73	6,75

6.3 Charakteristika opatrenia – výmena otvorových konštrukcií

Návrh tohto opatrenia vyplynul z vyhodnotenia súčasného stavu tepelnoizolačných vlastností vonkajších otvorových konštrukcií budovy, na základe ktorého sa okná podieľajú na potrebe tepla na vykurovanie až 27,85 %. Navrhujeme výmenu 100 % plochy otvorových konštrukcií za plastové trojsklo so súčiniteľom prechodu tepla rámu $U_f = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, so zasklením izolačným trojsklom so súčiniteľom prechodu tepla $U_g = 0,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. V tabuľke je uvedená typická otvorová konštrukcia.

Tab.22: Navrhovaná výmena okien a dverí

Otvorová konštrukcia	Typ zasklenia	Súčiniteľ prechodu tepla [W.m ² .K ⁻¹]	Odporúčaná hodnota U_{r1} normalizovaná (požadovaná od 1.1.2016)	Posúdenie	Cieľová odporúčaná hodnota U_{r2} normalizovaná (požadovaná od 1.1.2019)	Posúdenie
Okná a dvere	Izolačné trojsklo	0,85	1,00	vyhovuje	0,60	nevyhovuje

Tab.23: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – výmena otvorových konštrukcií

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [W.K ⁻¹]	H_{TM}	899,34
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [W.K ⁻¹]	H_U	8 535,01
Merná tepelná strata prechodom [W.K ⁻¹]	$H_T = H_U + H_{TM}$	9 434,36
Minimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,38
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ .h ⁻¹]	V_f	0,00

Vnútorný objem priestoru budovy [m ³]	V_m	27 051,33
Merná tepelná strata vetraním [W.K ⁻¹]	H_v	4 508,10
Merná tepelná strata [W.K ⁻¹]	$H = H_r + H_v$	13 942,46
Vnútorný tepelný zisk [kWh]	Q_i	282 278,49
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	176 000,16
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	458 278,65
Faktor využitia tepelných ziskov [-]	η	0,89
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_r	835 416,00
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	399 194,50
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	776 220,36

Tab.24: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena otvorových konštrukcií

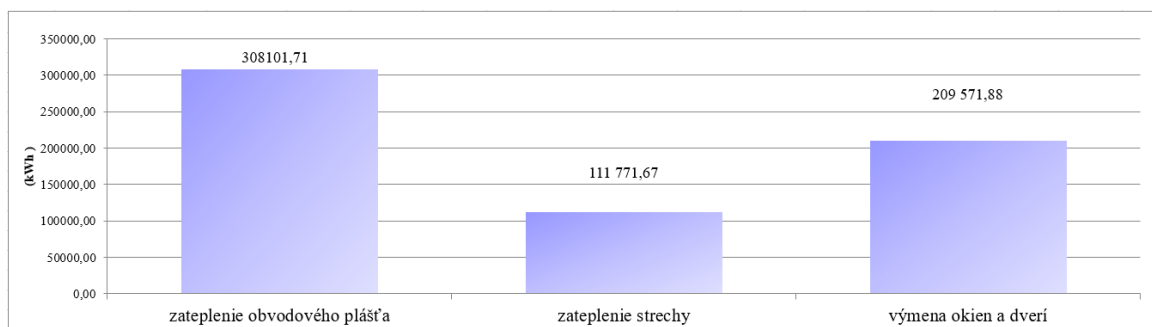
Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	452 550,00
Ročná úspora energie [kWh]	209 571,88
Miera úspory energie [%]	22,16
Ročná úspora nákladov na energie [EUR]	9 325,95
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	25
Jednoduchá doba návratnosti [roky]	>25 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	>25 rokov
Čistá súčasná hodnota [EUR]	-268 278,00
Vnútoraná miera výnosnosti [%]	-

Tab.25: Environmentálne hodnotenie – výmena okien

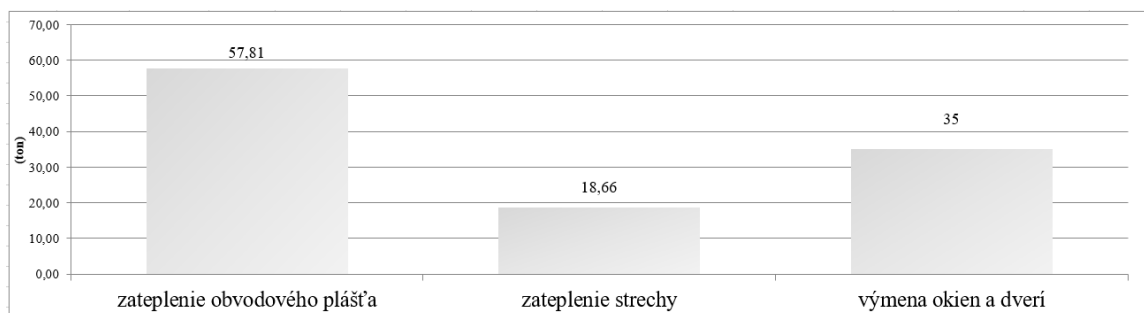
	Počiatkový stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie [%]
Ročná produkcia emisií CO ₂ [ton/rok]	240,65	205,65	35,00	14,54
Ročná produkcia emisií TZL [ton/rok]	11,32	9,89	1,43	12,66
Ročná produkcia emisií SO ₂ [ton/rok]	126,60	126,43	0,17	0,14
Ročná produkcia emisií NO _x [ton/rok]	193,59	165,50	28,08	14,51
Ročná produkcia emisií CO [ton/rok]	85,81	74,46	11,35	13,23
Ročná produkcia emisií PM ₁₀ [ton/rok]	10,75	9,39	1,36	12,66

6.4 Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení

Realizáciou jednotlivých opatrení je možné dosiahnuť rôznu úsporu energie a tiež rôznu mieru zníženia emisií znečisťujúcich látok do ovzdušia. Porovnanie týchto hodnôt je uvedené v nasledujúcich grafoch č. 4 a 5.



Graf 4 Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach



Graf 5 Redukcia CO₂ vplyvom realizácie jednotlivých opatrení – stavebné úpravy

7 NÁVRH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE SPOTREBY ENERGIE TECHNICKÝCH ZARIADENÍ V BUDOVE

Na zníženie energetickej náročnosti objektu, zníženie nákladov na vykurovanie, prípravu teplej vody a osvetlenie boli navrhnuté nižšie uvedené opatrenia. Každé opatrenie je ekonomicky vyhodnotené v cenách energie z roku 2016 (teplá na UK a TV: 0,05 EUR/kWh, elektrina: 0,10 EUR/kWh), ktoré boli upravené mierou priemerného ročného nárastu cien energií (0,1 %). Reálna diskontná miera, so zohľadnením ročnej miery inflácie (1,5 %), bola stanovená vo výške 2,0 %. Výška investičných nákladov vychádza z obvyklých cien stavebných materiálov, strojov, zariadení, bez zohľadnenia vedľajších vynútených nákladov.

7.1 Súčasný stav vykurovania v objekte

V súčasnosti je distribúcia tepla na vykurovanie realizovaná z centrálnej výmenníkovej stanice umiestnenej v suteréne budovy. Maximálna predpokladaná prevádzková účinnosť výmeny tepla bola stanovená na 100 %. Vykurovací režim je riadený pomocou regulačných ventilov vzhľadom na požadovanú teplotu v miestnosti. Vykurovací systém je dvojúrovňový z oceľových bezšvových rúr s núteným obehom. Vykurovacie telesá sú liatinové článkové bez inštalovaných termostatických ventilov. Z tejto stručnej analýzy vychádzajú návrhy opatrení v ostatných podkapitolách.

7.2 Rekonštrukcia zdroja tepla – tepelné čerpadlo vzduch-voda

Alternatívou k centrálnemu zásobovaniu teplom môže byť inštalácia tepelného čerpadla, ktoré šetrí náklady spojené s výrobou tepla vďaka tomu, že časť energie je získavaná z prostredia. Náklady na prevádzku tepelného čerpadla predstavuje iba spotreba elektrickej energie na pohon kompresora a obehových čerpadiel. Pri tepelných čerpadlách zem-voda respektíve voda-voda je potrebný zásah do terénu pri budove a preto aj investičné náklady sú vyššie. Naproti tomu, pri v súčasnosti najpoužívanejšom systéme tepelného čerpadla vzduch-voda, nie sú potrebné žiadne zásahy do terénu, ale tento systém dosahuje v porovnaní s ostatnými pri nízkych vonkajších teplotách nižší koeficient COP. Pri súčasnom stave je potrebný inštalovaný výkon tepelného čerpadla 280 kW. V prípade realizácie opatrení spojených s inštaláciou izolácií, výmenou okien a dverí a rekonštrukciou rozvodov tepla, postačuje inštalovaný výkon tepelného čerpadla vzduch-voda 190 kW. Výkon čerpadla v súlade s pravidlami dimenzovania tepelných čerpadiel, nepokryje celú potrebu tepla počas veľmi chladných dní. Súčasťou systému teda je aj elektro-špirála dodávajúca chýbajúce teplo. Ak je to možné, navrhujeme zachovanie existujúceho zdroja tepla ako záložného zdroja na dodávku tepla v najchladnejších dňoch a v prípade výpadku tepelného čerpadla. V tom prípade elektro-špirála bude až tretí disponibilný zdroj tepla po tepelnom čerpadle a plynovej kotli. Investičné náklady na inštaláciu tepelného čerpadla, boli vyhodnotené podľa katalógu firmy Vaillant. V rámci ekonomického hodnotenia tohto opatrenia bolo uvažované s morálnou životnosťou 25 rokov.

Tab.26: Ekonomické hodnotenie opatrenia – rekonštrukcia zdroja tepla tepelné čerpadlo

	Inštalovaný výkon 280 kW	Inštalovaný výkon 190 kW
Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	356 850	237 900
Ročná úspora energie v zemnom plyne [kWh]*	893 702	329 316**
Miera úspory energie zemného plynu [%]	85	85
Ročné zvýšenie spotreby elektrickej energie [kWh]*	203 114	83 808
Miera zvýšenia spotreby elektrickej energie [%]	60,47	24,95
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	39 607,25	16 342,50
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	25	25
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	9,0	21,8
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	10,0	>25
Čistá súčasná hodnota [EUR]	416 602,00	-37 713,00
Vnútoraná miera výnosnosti [%]	10,2	-

*- pre najchladnejšie dni sa predpokladá chod existujúceho zdroja tepla (centrálneho zásobovania teplom); ** - stav po realizácii opatrení v kapitole 6

Tab.27: Environmentálne hodnotenie – rekonštrukcia zdroja tepla tepelné čerpadlo, inštalovaný tepelný výkon 190 kW

	Počiatkový stav*	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie [%]
Ročná produkcia emisií CO ₂ [ton/rok]	128,48	68,87	59,61	46,40
Ročná produkcia emisií TZL [kg/rok]	6,73	4,65	2,08	30,87
Ročná produkcia emisií SO ₂ [kg/rok]	126,04	157,03	-30,99	-24,59
Ročná produkcia emisií NO _x [kg/rok]	103,58	55,86	47,72	46,07
Ročná produkcia emisií CO [kg/rok]	49,43	32,04	17,39	35,19
Ročná produkcia emisií PM ₁₀ [kg/rok]	6,39	4,42	1,97	30,87

*- počiatkový stav v tomto prípade je stav, kedy sa už zrealizovali opatrenia z kapitoly 6

7.3 Meranie, riadenie a regulácia spotreby energie

Množstvo tepla potrebného na vykurovanie a prípravu teplej vody závisí nielen od tepelno-technických parametrov budov, ale aj od správania sa užívateľov. Najmenej finančne náročné opatrenia - beznákladové - organizačné, sú opatrenia spočívajúce v zmene ich správania sa. Realizácia týchto opatrení je však potrebná pre to, aby ostatné navrhované opatrenia dlhodobo prinášali nami vypočítané úspory energie.

Na zníženie spotreby tepla odporúčame nasledovné organizačné bez nákladové opatrenia:

- zamedzenie únikov tepla zatváraním dverí medzi vykurovanými a nevykurovanými priestormi, alebo medzi ochladzovanými a ostatnými priestormi,
- neprekurovanie priestorov nad odporúčanú teplotu,
- útlm vykurovania v čase nevyužívania priestorov.

Za nízkonákladové považujeme opatrenia merania, riadenia a regulácie spotreby tepla, pričom v rámci budov môžeme identifikovať nasledovné opatrenia:

- ekvitermické riadenie vykurovania,
- zavedenie zónovej regulácie,
- inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách,
- inštalácia inteligentných meracích systémov.

V energetickom audite nekvantifikujeme energetické úspory, ktoré sa dosiahnu realizáciou tohto opatrenia lebo sú závislé od potreby tepla, ktorá sa dosiahne po realizácii rozsahu navrhnutých opatrení na obnovu budovy. Investičné náklady na realizáciu tohto opatrenia boli stanovené na základe merných cien odvodených od reálnych investičných nákladov na realizovaných projektoch hydraulického vyváženia.

Tab.28: Investičné náklady na realizáciu opatrení merania, riadenia a regulácie spotreby energie

Investičný náklad na hydraulické vyváženie sústavy [EUR]	8 041
Investičný náklad na inštaláciu termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách [EUR]	22 920
Spolu:	30 961

Distribučné spoločnosti majú podľa vyhlášky MH SR č. 358/2013 Z. z. nainštalovať inteligentné meracie systémy pre koncových odberateľov elektriny podľa § 3 ods. 2 až 5 v počte zodpovedajúcom najmenej 80 % odberných miest koncových odberateľov elektriny najneskôr do 31. decembra 2020. Vzhľadom na to v rámci tohto auditu neposudzujeme inštaláciu dodatočných inteligentných meracích zariadení.

7.4 Inštalácia solárnych panelov

Teplá voda sa pripravuje pomocou tepla dodávaného z centrálnej výmenníkovej stanice. pre tri zásobníky s objemom 3x1000l. Na ohrev teplej vody navrhujeme inštaláciu plochých solárnych kolektorov. Systém sa dimenzuje pre maximálny počet osôb v budove, pričom jeden kolektor postačuje pre 4 ľudí. Na účely ekonomického opatrenia uvažujeme so zostavou 24 x panel + 1x2000 l a 1x1000 l zásobník podľa ponuky katalógu firmy Vaillant. Menší zásobník by mal slúžiť na potrebu teplej vody v kuchyni a väčší na sanitáciu a potrebu teplej vody vo zvyšku budovy tak, ako je to dizajnové v súčasnosti.

³ Vyhláška MH SR č. 358/2013 Z. z.

Tab.29: Ekonomické hodnotenie opatrenia – inštalácia solárnych panelov

	Objem TV 3000 l
Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	44 356
Ročná úspora energie v zemnom plyne [kWh]	36 728
Miera úspory energie [%]	3,84
Ročná úspora nákladov na energie [EUR]	2 020
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	15
Jednoduchá doba návratnosti investície [roky]	>15
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	>15
Čistá súčasná hodnota [EUR]	-4 909,00
Vnútoraná miera výnosnosti [%]	

Pozn.: Pri osadení určitých typov kolektorov, ak sa teplo zo systému neodoberá, zmes sa ohrieva a voda sa z nej môže odpariť, čo vedie k znehodnoteniu systému. Firma Vaillant ponúka ich patentovaný a spoľahlivý systém plochých kolektorov - „drain back“, pri ktorom sa kolektory zavzdušnia a zmes stečie do zásobníka a nedochádza k jej prehrievaniu. Tento systém sa pri trubicových kolektoroch vzhľadom na ich konštrukciu nedá aplikovať.

Tab.30: Environmentálne hodnotenie – inštalácia solárnych panelov

	Počiatočný stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie [%]
Ročná produkcia emisií CO ₂ [ton/rok]	240,65	233,15	7,50	3,12
Ročná produkcia emisií TZL [kg/rok]	11,32	11,01	0,31	2,71
Ročná produkcia emisií SO ₂ [kg/rok]	126,60	126,56	0,04	0,03
Ročná produkcia emisií NO _x [kg/rok]	193,59	187,57	6,02	3,11
Ročná produkcia emisií CO [kg/rok]	85,81	83,38	2,43	2,83
Ročná produkcia emisií PM ₁₀ [kg/rok]	10,75	10,46	0,29	2,71

7.5 Výmena svetelných zdrojov a svietidiel

Navrhujeme nahradit' svietidlá s nižšou účinnosťou za hospodárnejšie. Účinnosť svetelného zdroja je vyjadrená merným svetelným tokom $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$. Celkový inštalovaný príkon v pôvodných svietidlách je 67 160,00 W, čím sa dosahuje svetelný tok 2 350 600,00 lm. Pre dosiahnutie tejto hodnoty svetelného toku v objekte navrhnutými svetelnými zdrojmi bude postačovať celkový príkon 23 985,71 W, čím dôjde k zníženiu inštalovaného príkonu o 64,29 %.

Priemerná dĺžka technickej životnosti je 20 rokov, pričom táto bola vypočítaná na základe životnosti navrhovaného svetelného zdroja (LED žiarovka – 50 000 hodín životnosť) pri priemernom počte 1 743 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 tabuľke.

Tab.31: Výmena svetelných zdrojov a svietidiel

Druh svetelného zdroja v svietidle	Merný svetelný tok [$\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$]	Celkový príkon [W]	Spotreba elektriny [kWh]	Náklady na elektrinu [EUR]	Úspora elektriny [kWh]	Úspora nákladov na el. [EUR]
LED žiarovka	98	23 985,71	41 807,10	4 180,71	75 252,78	7 525,28
Spolu	-	23 985,71	41 807,10	4 180,71	75 252,78	7 525,28

Tab.32: Ekonomické hodnotenie opatrenia – výmena svetelných zdrojov a svietidiel

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	35 978,57
Ročná úspora energie [kWh]	75 252,78
Miera úspory energie [%]	64,29
Ročná úspora nákladov na energie [EUR]	7 525,28
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	20
Jednoduchá doba návratnosti [roky]	4,78
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	5,06

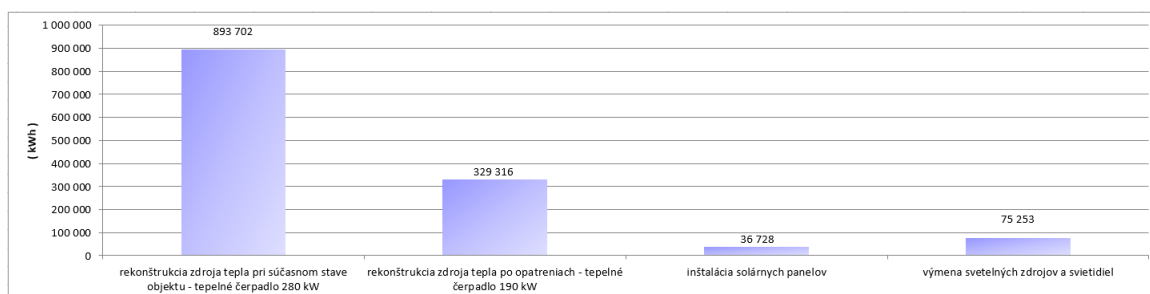
Čistá súčasná hodnota [EUR]	88 289,13
Vnútrotná miera výnosnosti [%]	20,53

Tab.33: Environmentálne hodnotenie – výmena svetelných zdrojov a svietidiel

	Počiatočný stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie [%]
Ročná produkcia emisií CO ₂ [ton/rok]	240,65	230,47	10,18	4,23
Ročná produkcia emisií TZL [kg/rok]	11,32	10,57	0,75	6,59
Ročná produkcia emisií SO ₂ [kg/rok]	126,6	98,46	28,14	22,23
Ročná produkcia emisií NO _x [kg/rok]	193,59	185,31	8,28	4,28
Ročná produkcia emisií CO [kg/rok]	85,81	80,77	5,04	5,88
Ročná produkcia emisií PM ₁₀ [kg/rok]	10,75	10,05	0,70	6,55

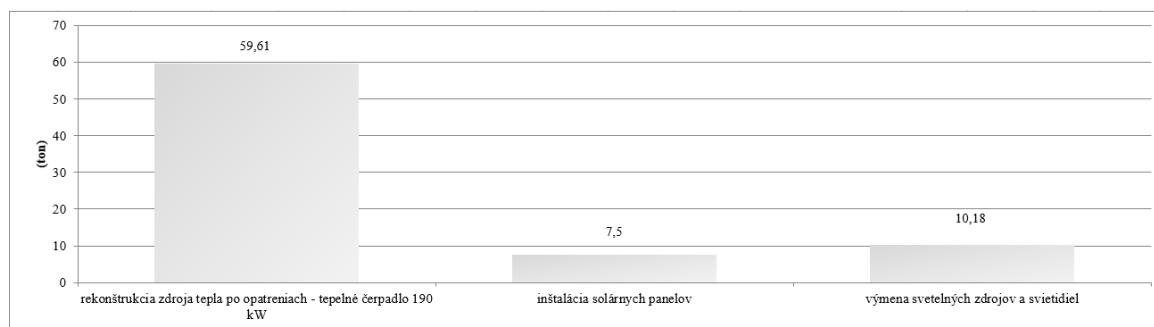
7.6 Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení

Realizáciou jednotlivých opatrení je možné dosiahnuť rôznu úsporu energie a tiež rôznu mieru zníženia emisií znečisťujúcich látok do ovzdušia. Porovnanie týchto hodnôt je uvedené v nasledujúcich grafoch.



Graf 6 Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach – technické zariadenia budovy

Redukciu CO₂ vplyvom realizácie opatrení sme vyhodnotili iba pre opatrenia, ktoré sme určili ako výhodnejšie.

Graf 7 Redukcia CO₂ vplyvom realizácie jednotlivých opatrení – technické zariadenia budovy

8 DOPORUČENÝ NÁVRH OPATRENÍ NA USKUTOČNENIE VÝZNAMNEJ ALEBO HĽBKOVEJ OBNOVY BUDOVY A VÝZNAMNEJ OBNOVY TECHNICKÉHO ZARIADENIA BUDOVY

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.

Tab.34: Súbor navrhovaných opatrení

Opatrenie	Úspora energie [kWh]	Úspora nákladov na energiu [EUR]	Náklady na realizáciu [EUR]
zateplenie obvodových stien	308 101,71	15 405,09	225 029,00
zateplenie strechy	111 771,67	4 973,84	176 855,00
výmena otvorových konštrukcií	209 571,88	9 325,95	452 550,00
hydraulické vyváženie sústavy, inštalácia termoregulačných ventilov	-	-	30 961,00
inštalácia solárnych panelov	36 728,00	2 020,00	44 356,00
výmena svetelných zdrojov a svetidiel	75 252,78	7 525,28	35 978,57
Spolu	741 426,03	39 250,15	965 729,57

Tab.35: Výpočet potreby tepla na vykurovanie – projekt zníženia energetickej náročnosti

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov [W.K ⁻¹]	H_{TM}	179,87
Merná tep. strata medzi vyk. priestorom a exteriérom bez tep. mostov [W.K ⁻¹]	H_U	4 471,50
Merná tepelná strata prechodom [W.K⁻¹]	$H_T = H_U + H_{TM}$	4 651,37
Mínimálna intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	n_{min}	0,50
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie [h ⁻¹]	n_{inf}	0,38
Priemerná intenzita výmeny vzduchu [h ⁻¹]	$n = \max(n_{min}, n_{inf})$	0,50
Objemový tok vzduchu mechanického vetracieho systému [m ³ .h ⁻¹]	V_f	0,00
Vnútorný objem priestoru budovy [m ³]	V_m	27 051,33
Merná tepelná strata vetraním [W.K⁻¹]	H_v	4 508,10
Merná tepelná strata [W.K⁻¹]	$H = H_T + H_v$	9 159,47
Vnútorný tepelný zisk [kWh]	Q_i	263 073,13
Pasívny solárny zisk [kWh]	Q_s	153 119,65
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	$Q_g = Q_i + Q_s$	416 192,78
Faktor využitia tepelných ziskov [-]	η	0,91
Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom [kWh]	Q_T	411 881,00
Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním [kWh]	Q_v	399 194,50
Potreba tepla na vykurovanie [kWh]	Q_h	394 390,28

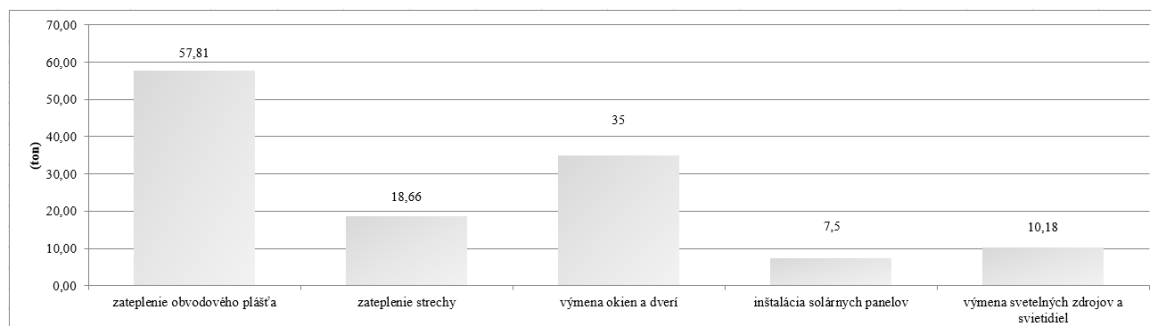
Tab.36: Ekonomické hodnotenie opatrenia – projekt zníženia energetickej náročnosti

Investičný náklad na realizáciu opatrenia [EUR]	965 729,57
Ročná úspora energie [kWh]	741 426,03
Miera úspory energie [%]	59,41
Ročná úspora nákladov na energiu [EUR]	39 250,15
Dĺžka technickej životnosti opatrenia [roky]	10-25
Jednoduchá doba návratnosti [roky]	24,60
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	>25
Čistá súčasná hodnota [EUR]	-199 251,0
Vnútoraná miera výnosnosti [%]	-

Realizáciou navrhovaných opatrení stavebných úprav objektu dôjde k zníženiu spotreby energie, z čoho vyplýva zníženie zaťaženia životného prostredia znečisťujúcimi látkami: tuhé znečisťujúce látky (TZL), SO₂, NO_x, CO a PM₁₀. Nakoľko sa jedná o spaľovanie fosílného paliva, najväčšie množstvo pripadá na skleníkový plyn CO₂, ktorého možná redukcia je tiež uvedená v Grafe 8.

Tab.37: Environmentálne hodnotenie

	Počiatkový stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie [%]
Ročná produkcia emisií CO ₂ [ton/rok]	240,65	107,40	133,25	55,37
Ročná produkcia emisií TZL [kg/rok]	11,32	5,37	5,95	52,52
Ročná produkcia emisií SO ₂ [kg/rok]	126,60	84,13	42,47	33,55
Ročná produkcia emisií NO _x [kg/rok]	193,59	86,50	107,09	55,32
Ročná produkcia emisií CO [kg/rok]	85,81	40,01	45,80	53,38
Ročná produkcia emisií PM ₁₀ [kg/rok]	10,75	5,11	5,65	52,52

Graf 8 Redukcia CO₂ vplyvom realizácie jednotlivých opatrení

9 ENERGETICKÉ HODNOTENIE BUDOVY SO ZOHLADNENÍM PREDPOKLADANÉHO STAVU PO REALIZÁCIÍ STAVEBNÝCH ÚPRAV A NAVRHOVANEJ OBNOVY TECHNICKÝCH ZARIADENÍ V BUDOVE

9.1 Hodnotenie navrhovaného stavu z hľadiska potreby tepla na vykurovanie

Pre hodnotenie budovy z hľadiska predpokladu splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016 boli použité klimatické údaje referenčnej vykurovacej sezóny a zohľadnený prevádzkový čas vykurovania so stanoveným vplyvom na pokles vnútornej teploty počas tlmenej prevádzky v kategórii budov - administratívna budova. Pre splnenie energetickej hospodárnosti budovy, merná potreba tepla na vykurovanie má byť nižšia ako odporúčaná hodnota. V závislosti od kategórie budovy a potreby tepla na vykurovanie táto budova nespĺňa predpoklad energetickej hospodárnosti ako je uvedené v *Tab.40*. Realizáciou navrhnutých opatrení na obnovu budovy pri hodnotení budovy z pohľadu globálneho ukazovateľa - primárnej energie, je predpoklad zaradenia budovy do energetickej triedy A0 (*Tab.41*).

Z jednotlivých opatrení bol navrhnutý projekt zníženia energetickej náročnosti objektu, a to opatreniami v časti tepelnej ochrany budovy (zateplenie obvodového plášťa, zateplenie strešnej konštrukcie a výmena otvorových konštrukcií). Po realizácii týchto opatrení sa navrhla inštalácia plochých solárnych kolektorov na ohrev teplej vody a odporúča sa aj realizácia opatrení merania, riadenia a regulácie spotreby energie. Popri realizácii súboru týchto opatrení sa navrhla aj výmena pôvodných svietidiel za nové hospodárnejšie s vyššou účinnosťou.

Tab.38: Hodnotenie budovy podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016

Faktor tvaru budovy [m^{-1}]	A/V_b	0,28
Potreba tepla na UK v referenčnej vykurovacej sezóne [kWh]	Q_h	405 694,46
Merná potreba tepla na vykurovanie [$kWh.m^{-2}$]	Q_{EP}	32,30
Normalizovaná hodnota [$kWh.m^{-2}$]	$Q_{N,EP}$	53,50
Odporúčaná hodnota [$kWh.m^{-2}$]	$Q_{r1,EP}$	26,80
Cieľová odporúčaná hodnota [$kWh.m^{-2}$]	$Q_{r2,EP}$	13,40
Posúdenie budovy podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016	$Q_{EP} \leq Q_{N,EP}$	vyhovuje
Posúdenie budovy podľa STN 73 0540-2:2012/Z1:2016	$Q_{EP} \leq Q_{r1,EP}$	nevyhovuje

Tab.39: Hodnotenie budovy podľa vyhlášky MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. a vyhlášky MDVRR SR č. 324/2016 Z. z.

Miesto spotreby	kWh/($m^2.a$)	Energetická trieda
Vykurovanie	35,02	B
Príprava teplej vody	7,10	B
Osvetlenie	4,05	A
Celková potreba energie	46,17	A
Primárna energia	41,26	A0

10 ZÁVER, ZÁVEREČNÉ HODNOTENIE PREDMETU ENERGETICKÉHO AUDITU

Energetický audit preukázal, že v auditovanej budove sú značné možnosti úspor predovšetkým znížením tepelných strát budovy.

Všetky výpočty, závery a odporúčania tohto energetického auditu vychádzajú z posúdenia spotreby a cien energie v rokoch 2014 až 2016, ako aj z klimatických podmienok špecifických pre danú lokalitu, ako sa uvádza v STN EN ISO 13790/NA. 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 energetickom audite zohľadniť v ďalšom stupni prípravy projektu. 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. Dávame do pozornosti aj povinnosti vlastníka budovy s podlahovou plochou väčšou ako 1000 m² vyplývajúcej z § 11 Zákona o energetickej efektívnosti č. 321/2014 Z. z.

Potenciál energetických úspor budovy Krajského riaditeľstva policajného zboru v obci Trnava pri implementácii uvedených energeticky efektívnych opatrení je 59,42 %, pričom je predpoklad, že obnovená budova bude zatriedená do energetickej triedy A0, čo je dokumentované vysokým stupňom tepelnej ochrany budovy, ako i účinnosti jej technických systémov.

PRÍLOHY

Príloha č.1 Sumarizačný list

Predmet EA	Budova policajnej stanice KR PZ Trnava			
Stručná charakteristika objektu:	<p>Budova krajského riaditeľstva Policajného zboru sa nachádza v centre mesta Trnava, okres Trnava, k.ú. Trnava, parcelné číslo 6449/1. Budova je napojená na miestnu komunikáciu a inžinierske siete.</p> <p>Budova Krajského riaditeľstva PZ v obci Trnava je samostatne stojaci objekt, zložený z 3 blokov oddelených dilatáciami škárami, čiastočne podpivničený. Časť bloku A pozostáva z desiatich nadzemných podlaží. Zvyšok bloku A, blok B a blok C tvoria 2 nadzemné podlažia. Pôdorys objektu je obdĺžnikového tvaru, s prevládajúcimi vonkajšími rozmermi 68,1 m x 37,1 m. Pôdorysné rozmery výškovej časti sú 37,2 m x 16,4 m. Zastavaná plocha budovy je 2526,50 m². Zastrešenie je plochou jednoplášťovou strechou. Budova slúži na administratívne účely. Na nadzemných podlažiach sa nachádzajú prevažne priestory kancelárií, ďalej sú to ordinácia lekára, kuchyňa, komunikačné a sociálne priestory, šatne, garáže a celý predbežného zadržania. Hlavný vstup objektu je situovaný na severnej strane. V suteréne sa nachádza odovzdávacia stanica tepla, miestnosť pre meranie a reguláciu a chodba. Vstup do odovzdávacej stanice tepla je z priestoru chodby. Budova bola daná do užívania približne pred 30 rokmi, odkedy sa využíva na administratívne účely. Vzhľadom rôzne využitie priestorov v budove (napr. aj lekár, celý predbežného zadržania) sa uvažuje prevádzka budovy ako nepretržitá.</p>			
Návrh opatrení				
Navrhované opatrenia	Úspora energie [kWh]		Investičný náklad [EUR]	
Zateplenie obvodového plášťa	308 101,71		225 029,00	
Zateplenie strešného plášťa	111 771,67		176 855,00	
Výmena otvorových konštrukcií	209 571,88		452 550,00	
Meranie, riadenie a regulácia spotreby energie	-		30 961,00	
Inštalácia solárnych panelov na prípravu TV	36 728,00		44 356,00	
Výmena svetelných zdrojov	75 252,78		35 978,57	
Spolu	741 426,03		965 729,57	
Energetické hodnotenie projektu				
	Počiatočný stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie
Merná tepelná strata prechodom [W.K ⁻¹]	11 571,02	4 651,37	6 919,65	59,80 %
Merná tepelná strata vetraním [W.K ⁻¹]	4 508,10	4 508,10	0,00	0,00 %
Celkový tepelný zisk budovy [kWh]	478 367,46	416 192,78	62 174,68	13,00 %
Potreba tepla na UK [kWh]	945 783,06	394 390,28	551 392,78	58,30 %
Potreba primárnej energie na UK [kWh]	1 059 452,87	429 935,65	629 517,224	59,42 %
Potreba energie na osvetlenie [kWh]	117 059,88	41 807,10	75 252,78	64,29 %
Potreba energie na UK a osvetlenie [kWh]	1 176 512,75	471 742,75	704 770,004	59,90 %
Environmentálne hodnotenie projektu				
	Počiatočný stav	Navrhovaný stav	Redukcia	Miera redukcie
Ročná produkcia emisií CO ₂ [ton/rok]	240,65	107,40	133,25	55,37 %
Ročná produkcia emisií TZL [kg/rok]	11,32	5,37	5,95	52,52 %
Ročná produkcia emisií SO ₂ [kg/rok]	126,60	84,13	42,47	33,55 %
Ročná produkcia emisií NO _x [kg/rok]	193,59	86,50	107,09	55,32 %
Ročná produkcia emisií CO [kg/rok]	85,81	40,01	45,80	53,38 %
Ročná produkcia emisií PM ₁₀ [kg/rok]	10,75	5,11	5,65	52,52 %
Ekonomické hodnotenie projektu				
Investičný náklad na realizáciu opatrení [€]	965 729,57			
Ročná úspora nákladov na energie [€]	39 250,15			
Čistá súčasná hodnota [€]	-199 251,00			
Doba hodnotenia [roky]	25			
Jednoduchá doba návratnosti [roky]	24,60			
Diskontovaná doba návratnosti investície [roky]	>25			
Vnútorňá miera výnosnosti [%]	-			

Príloha č.3 Výpočet súčiniteľov prechodu tepla - pôvodný stav

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
Pôvodné murivo	Keramický obklad	0,006	-	-	1,27
	Lepidlo	0,005	0,990	0,01	
	Murivo CD365	0,375	0,630	0,59	
	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,02	
Podlaha nad nevykurovaným priestorom	Železobetón	0,200	1,580	0,13	2,17
	Tepelná izolácia	0,020	0,530	0,03	
	Betónová mazanina	0,056	1,230	0,05	
	Cementový poter	0,020	1,160	0,02	
	PVC	0,002	0,200	0,01	
Strešná konštrukcia - šikmá	Asfaltové pásy	0,050	0,210	0,24	0,59
	Tepelná izolácia	0,050	0,044	1,14	
	Železobetón	0,240	1,580	0,15	
	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,02	

Príloha č.5 Termovízne posúdenie objektu

Termovízne meranie slúži ako nástroj na podporu detekcie tepelných mostov a nedostatkov v tepelnej ochrane budovy. Termovízna kamera sníma energetické toky vyžarované povrchom stavebnej konštrukcie vo forme infračerveného žiarenia. Výsledkom merania sú termogramy - grafické záznamy povrchu snímaného objektu. Účelom tohto merania je identifikovať tepelnotechnické nedostatky obvodového plášťa, t.j. miesta so zníženou tepelnoizolačnou schopnosťou.

Identifikačné údaje o termovíznej kamere

Termovízna kamera:	Testo 870-1
Typ objektívu:	34 ° x 26 °
Výrobné číslo:	0560 8701

Poveternostné podmienky počas termovízneho merania

Teplota vonkajšieho vzduchu: min. max.

24 hod. pred meraním	4 °C	7 °C
Počas merania	3 °C	5 °C

Slnčné žiarenie:

12 hod. pred meraním	nie
Počas merania	nie

Zrážky: nie

Rýchlosť vetra: do 2 m/s

Smer vetra: S

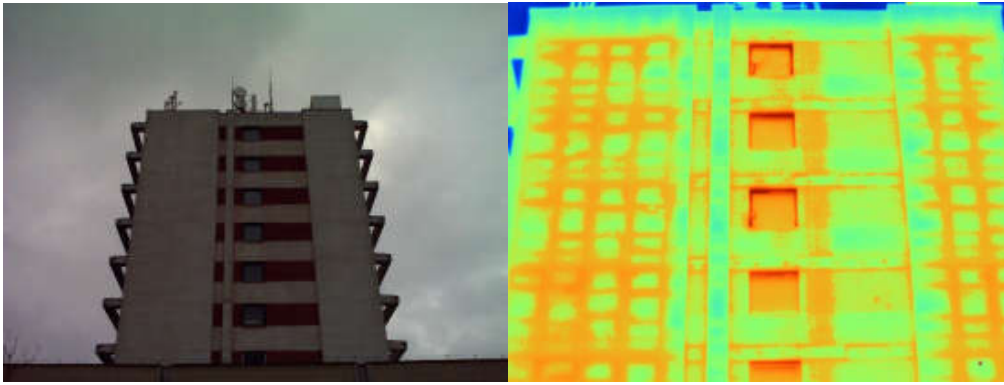
Teplota vnútorného vzduchu: 18-22 °C

Ďalšie faktory oblačno

Vyhodnotenie

Vyhodnotenie je spracované vo forme termogramov - grafických záznamov povrchu snímaného objektu. Snímaný objekt je zobrazený v škále farieb, pričom každej farbe zodpovedá určitý rozsah teploty. Na pravej strane termogramu je zobrazená farebná škála s teplotnou stupnicou, ktorá informuje o teplotnom rozsahu zaznamenanom na termograme. Úroveň homogenity teplotných polí je charakterizovaná výskytom a rozsahom plôch s rozdielnou povrchovou teplotou. Účelom termovízneho merania je na základe rozdielu povrchovej teploty stavebných konštrukcií zistiť možné úniky tepla či technické nedostatky stavebných konštrukcií. Úniky tepla či technické nedostatky možno zistiť na základe relatívneho rozdielu v teplote rôznych povrchov vystavených rovnakej vonkajšej a vnútornej teplote vzduchu. Účelom tohto termovízneho merania nebolo stanoviť presnú teplotu povrchov stavebných konštrukcií, pretože na zistenie tepelných únikov či technických nedostatkov nie je potrebné poznať presnú teplotu povrchov, ale rozdiel ich teploty. Na nameranú povrchovú teplotu majú vplyv rôzne faktory okolia, ktoré častokrát nemožno presne stanoviť, resp. ich nemožno ovplyvniť. Okrem toho, kvalitu zasklenia okien a dverí na základe termovízneho merania možno hodnotiť len opatrne, pretože sklo má nižšiu a pomerne zložito merateľnú emisivitu.

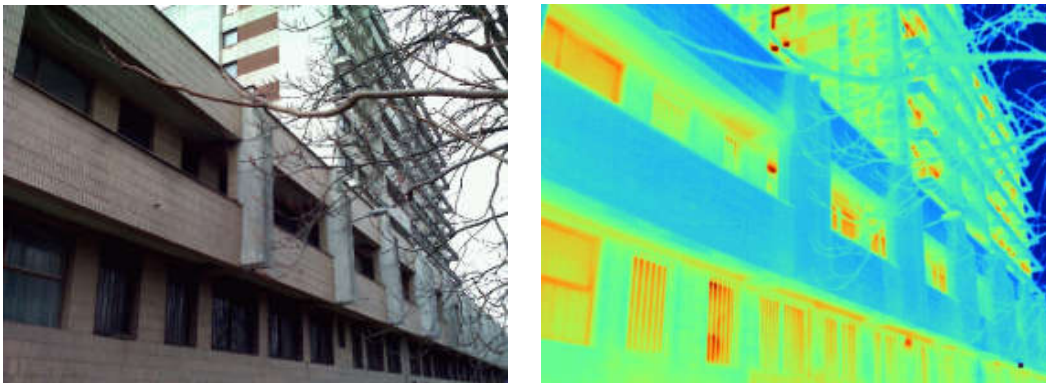
Severný pohľad



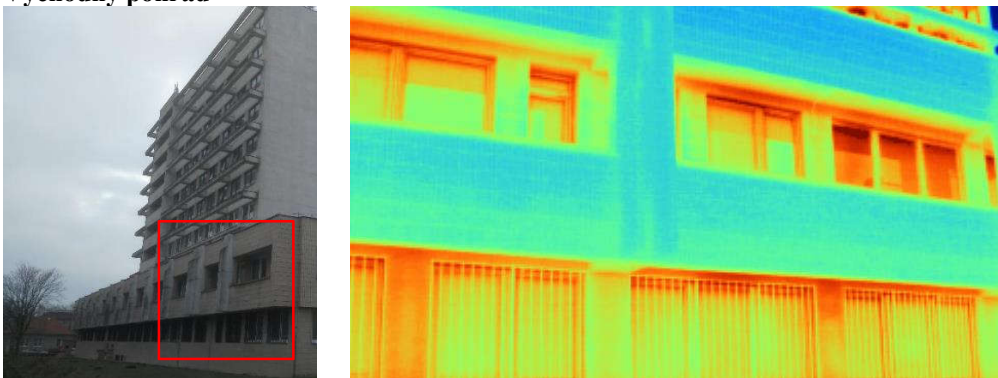
Južný pohľad



Západný pohľad



Východný pohľad

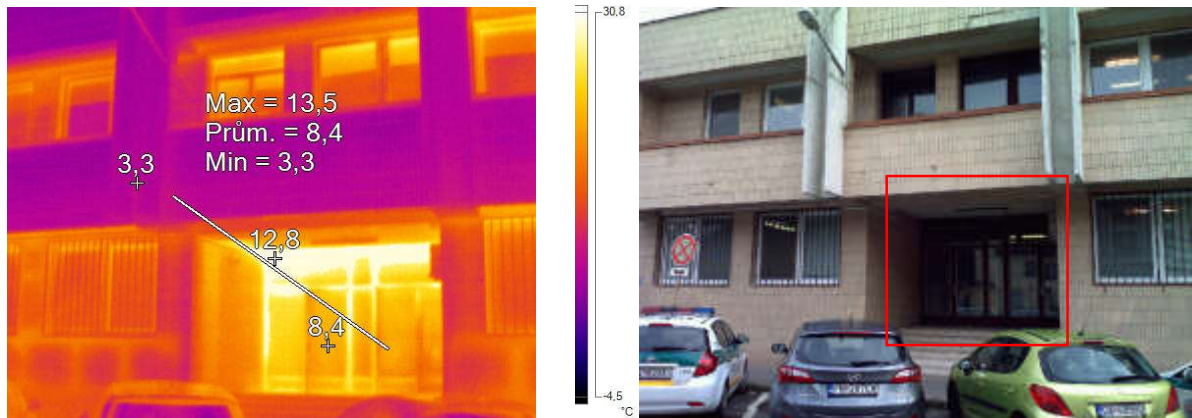


Západná strana budovy
Termogram 001

Dátum:
11. 01. 2018

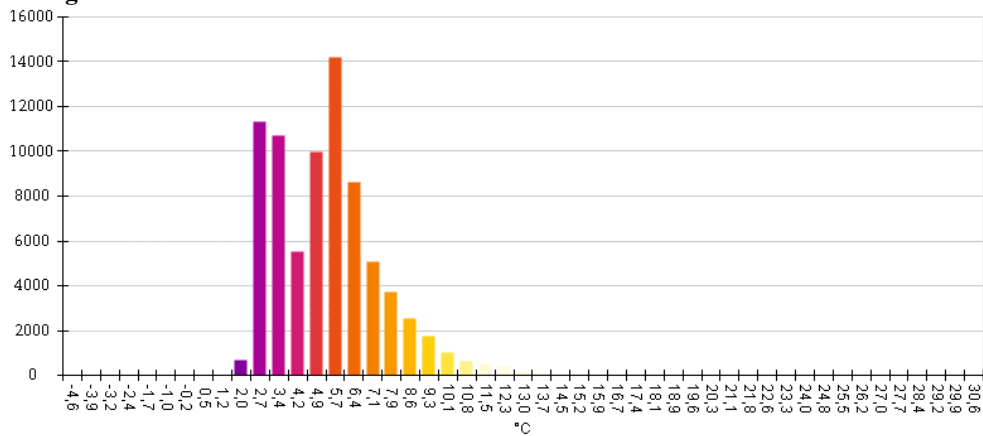
Čas:
09:29

Značenie obrázku:

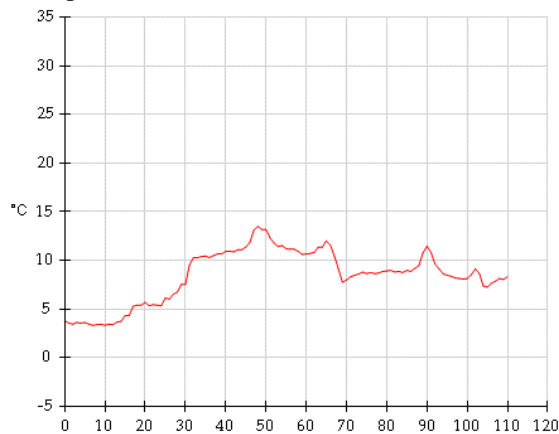


Meraný objekt	Teplota (°C)	Emisivita	Poznámky
Bod merania 1	12,8	0,95	Tepelný most pri rohu
Bod merania 2	3,3	0,95	Teplota prekladu nad dverami
Bod merania 3	8,4	0,95	Teplota sklenej výplne dverí

Histogram:



Línie profilu:



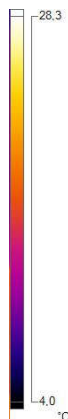
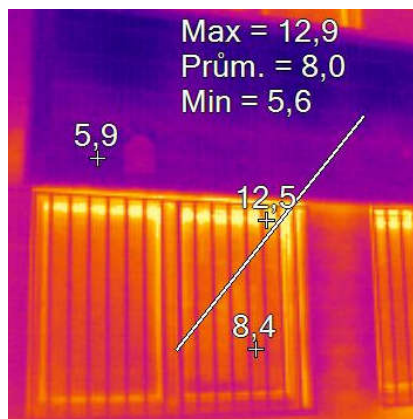
Poznámky:

Západná strana budovy
Termogram 002

Dátum:
11. 01. 2018

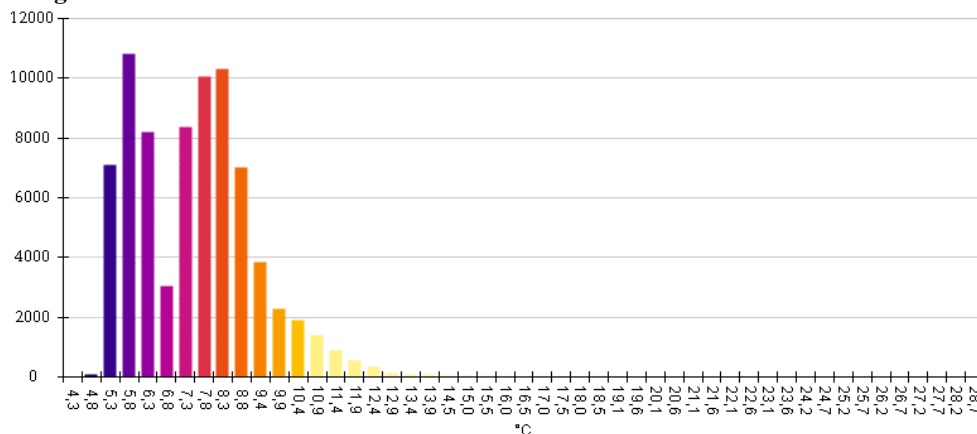
Čas:
09:35

Značenie obrázku:

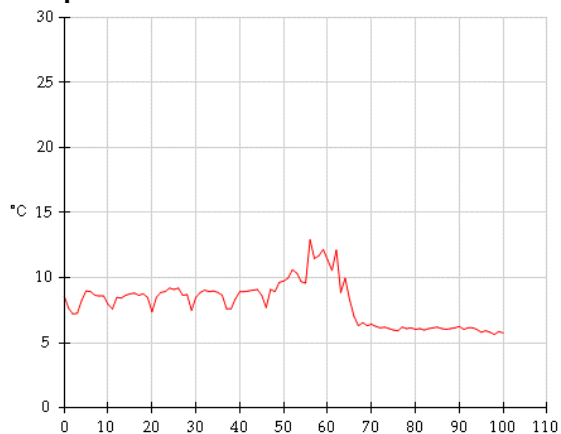


Meraný objekt	Teplota (°C)	Emisivita	Poznámky
Bod merania 1	12,5	0,95	Tepelný most pri rohu
Bod merania 2	5,9	0,95	Teplota prekladu nad oknom
Bod merania 3	8,4	0,95	Teplota sklenej výplne okna

Histogram:



Línie profilu:



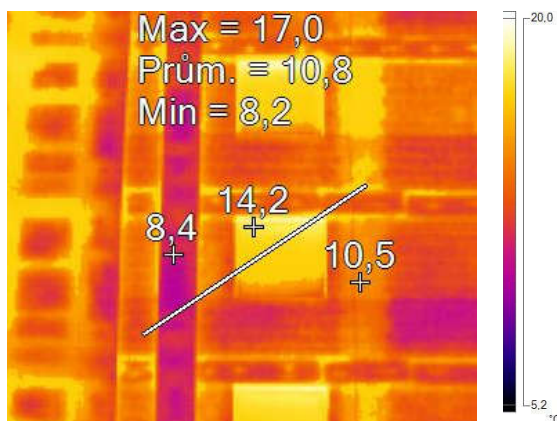
Poznámky:

Severná strana budovy
Termogram 003

Dátum:
11. 01. 2018

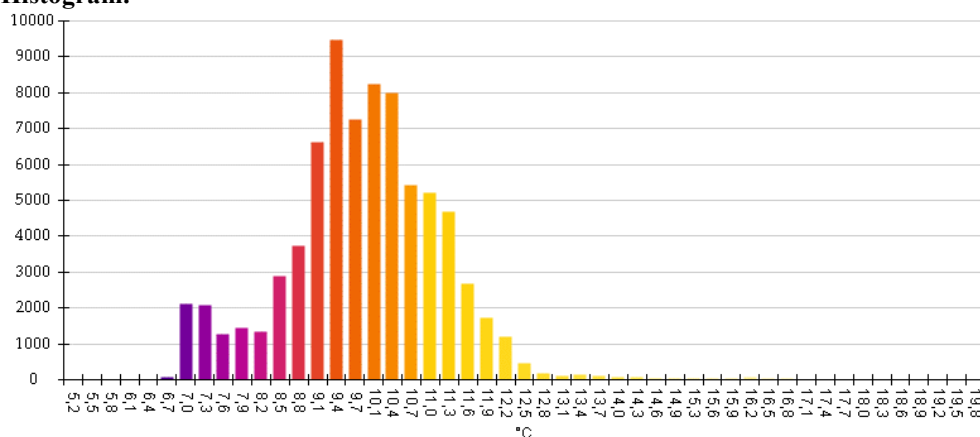
Čas:
10:10

Značenie obrázku:

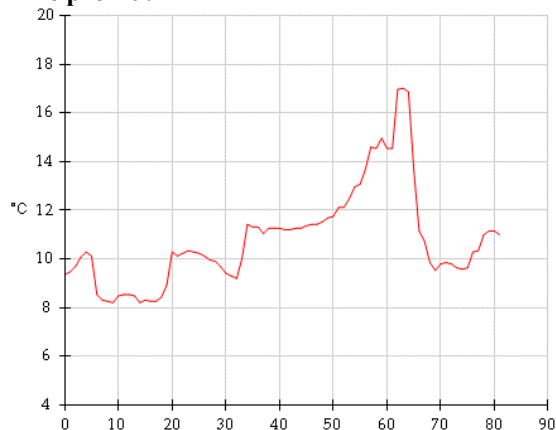


Meraný objekt	Teplota (°C)	Emisivita	Poznámky
Bod merania 1	14,2	0,95	Tepelný most okna pri rohu
Bod merania 2	10,5	0,95	Tepelný most panelu pri okne
Bod merania 3	8,4	0,95	Tepelný most montovaného skeletu

Histogram:



Línie profilu:



Poznámky:

SLOVENSKÁ REPUBLIKA
Slovenská inovačná a energetická agentúra

OSVEDČENIE

číslo: 321/2014 - 0095

o odbornej spôsobilosti na výkon činnosti energetického audítora

podľa § 12 ods. 8 zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov

NIKOVÁ Ingrida

3.4.1992

SLOVENSKÁ INOVAČNÁ
A ENERGETICKÁ AGENTÚRA
BRATISLAVA
1460

V Banskej Bystrici, 15.12.2016

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