Energetický audit - Dopravný podnik Bratislava, a.s., prevádzka Hroboňova 1, Bratislava

December 2022

OPERAČNÝ PROGRAM KVALITA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA
EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
SIEA

Spracovateľ: **Slovenská inovačná a energetická agentúra**

Riešitelia: Ing. Vladimír Zubričaňák, energetický audítor
Ing. Miloš Ridéky, konzultant

Dátum: December 2022

Tento energetický audit bol vypracovaný v rámci národného projektu Odborne o energii, ktorý je financovaný z prostriedkov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a štátneho rozpočtu SR prostredníctvom Operačného programu Kvalita životného prostredia.

OBSAH

ÚVOD 7
IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE 8
PODKLADY A ZDROJE ÚDAJOV 9
1. Servisná hala 10
1.1 Lokalizácia 10
1.2 Charakteristika predmetu energetického auditu 10
1.3 Technické a geometrické parametre budovy 11
1.4 Energetické vstupy a výstupy 11
1.4.1 Zemný plyn 11
1.4.2 Elektrina 12
1.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania 13
1.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky 13
1.5.2 Pevné stavebné konštrukcie 15
1.5.3 Otvorové konštrukcie 22
1.5.4 Tepelné mosty 27
1.5.5 Tepelná strata vetraním 27
1.5.6 Tepelný zisk 29
1.5.7 Vykurovací systém 31
1.5.8 Energia na vykurovanie 36
1.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody 37
1.6.1 Systém prípravy teplej vody 37
1.6.2 Energia na prípravu teplej vody 39
1.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia 40
1.7.1 Systém osvetlenia 40
1.7.2 Energia na osvetlenie 59
1.8 Ekonomické hodnotenie 60
1.9 Environmentálne hodnotenie 63
1.10 Realizácia projektu prostredníctvom garantovanej energetickej služby 65
1.11 Návrh merania spotreby energie 70
2. Administratívna budova 73
2.1 Lokalizácia 73
2.2 Charakteristika predmetu energetického auditu 73
2.3 Technické a geometrické parametre budovy 74
2.4 Energetické vstupy a výstupy 74
2.4.1 Elektrina 74

2.4.2 Teplo CZT ... 75
2.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania ... 76
2.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky ... 76
2.5.2 Pevné stavebné konštrukcie ... 78
2.5.3 Otvorové konštrukcie ... 86
2.5.4 Tepelné mosty ... 90
2.5.5 Tepelná strata vetraním ... 90
2.5.6 Tepelný zisk ... 92
2.5.7 Vykurovací systém ... 94
2.5.8 Energia na vykurovanie ... 99
2.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody ... 100
2.6.1 Systém prípravy teplej vody ... 100
2.6.2 Energia na prípravu teplej vody ... 102
2.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia ... 103
2.7.1 Systém osvetlenia ... 103
2.7.2 Energia na osvetlenie ... 114
2.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy ... 114
2.8.1 Vykurovanie ... 115
2.8.2 Príprava teplej vody ... 116
2.8.3 Osvetlenie ... 116
2.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia ... 116
2.9 Ekonomické hodnotenie ... 117
2.10 Environmentálne hodnotenie ... 120
2.11 Realizácia projektu prostredníctvom garantovanej energetickej služby ... 122
2.12 Návrh merania spotreby energie ... 127
4. Vrátnica ... 130
4.1 Lokalizácia ... 130
4.2 Charakteristika predmetu energetického auditu ... 130
4.3 Technické a geometrické parametre budovy ... 131
4.4 Energetické vstupy a výstupy ... 131
4.4.1 Elektrina ... 131
4.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania ... 132
4.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky ... 132
4.5.2 Pevné stavebné konštrukcie ... 134
4.5.3 Otvorové konštrukcie ... 141
4.5.4 Tepelné mosty ... 146
4.5.5 Tepelná strata vetraním ... 146

4.5.6 Tepelný zisk ... 148
4.5.7 Vykurovací systém ... 150
4.5.8 Energia na vykurovanie ... 155
4.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody ... 156
4.6.1 Systém prípravy teplej vody ... 156
4.6.2 Energia na prípravu teplej vody ... 158
4.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia ... 159
4.7.1 Systém osvetlenia ... 159
4.7.2 Energia na osvetlenie ... 167
4.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy ... 167
4.8.1 Vykurovanie ... 168
4.8.2 Príprava teplej vody ... 169
4.8.3 Osvetlenie ... 169
4.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia ... 169
4.9 Ekonomické hodnotenie ... 170
4.10 Environmentálne hodnotenie ... 173
4.11 Realizácia projektu prostredníctvom garantovanej energetickej služby ... 175
4.12 Návrh merania spotreby energie ... 180
5. Meniareň ... 183
5.1 Lokalizácia ... 183
5.2 Charakteristika predmetu energetického auditu ... 183
5.3 Technické a geometrické parametre budovy ... 183
5.4 Energetické vstupy a výstupy ... 184
5.4.1 Elektrina ... 184
5.4.2 Teplo CZT ... 185
5.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania ... 186
5.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky ... 186
5.5.2 Pevné stavebné konštrukcie ... 188
5.5.3 Otvorové konštrukcie ... 192
5.5.4 Tepelné mosty ... 196
5.5.5 Tepelná strata vetraním ... 196
5.5.6 Tepelný zisk ... 198
5.5.7 Vykurovací systém ... 200
5.5.8 Energia na vykurovanie ... 205
5.6 Technicko energetické posúdenie osvetlenia ... 206
5.6.1 Systém osvetlenia ... 206
5.6.2 Energia na osvetlenie ... 212

5.7 Ekonomické hodnotenie 213
5.8 Environmentálne hodnotenie 216
5.9 Realizácia projektu prostredníctvom garantovanej energetickej služby 218
5.10 Návrh merania spotreby energie 223
ZÁVER 226

ÚVOD

Tento energetický audit je vypracovaný v rámci národného projektu Odborne o energii na základe požiadavky objednávateľa o technickú asistenciu pri príprave projektu garantovaných energetických služieb (GES) vo verejnom sektore.
Hlavným účelom energetického auditu je poskytnúť komplexné informácie o budove a jej energetických systémoch s dôrazom na návrh nízkouhlíkových opatrení a využitia energetických služieb s garantovanou úsporou energie.
Cieľom tejto správy z energetického auditu je aj odborná podpora pri monitorovaní a riadení spotreby energie vo verejných budovách a to zvyšovaním informovanosti hlavne pre zamestnancov verejného sektora, ktorí sa zaoberajú nízkouhlíkovými opatreniami a vyhodnocovaním spotreby energie. Z toho dôvodu je správa z energetického auditu prehľadne štrukturovaná vrátane farebne zvýraznených textových pasáží, ktorých účelom je vysvetliť predmetnú problematiku, prípadne popísať spôsob výpočtu. Číselné hodnoty sú vždy zobrazované tabuľkovou formou a navrhované nízkouhlíkové opatrenia sú z dôvodu prehľadnosti a porovnania zobrazené spolu s parametrami súčasného stavu budovy a jej systémov.
Pre ďalšie rozširovanie správy z energetického auditu je potrebný písomný súhlas spracovateľa.

IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

Objednávateľ	
Názov:	Dopravný podnik Bratislava, a.s.
Adresa:	Olejkárska 1, 814 52 Bratislava
Štatutárny zástupca:	Ing. Martin Rybanský
Kontaktná osoba:	Ing. Viktor Krázel
Telefón:	0903 229 007
E-mail:	krazel.viktor@dpb.sk
IČO:	00 492 736

Spracovateľ	
Názov:	Slovenská inovačná a energetická agentúra
Adresa:	Bajkalská 27, 827 99 Bratislava
Štatutárny zástupca:	Stanislav Jurikovič, generálny riaditeľ
Kontaktná osoba:	Ing. Peter Slezák
Telefón:	+421 2 58248111
E-mail:	office@siea.sk
IČO:	00002801

PODKLADY A ZDROJE ÚDAJOV

Na zistenie súčasného stavu predmetu energetického auditu boli použité:
• údaje o spotrebe energie a nákladoch na energiu za kalendárne roky 2019 - 2021,
• dostupná projektová dokumentácia,
• údaje získané na základe osobnej konzultácie s prevádzkovateľom objektu,
• fotodokumentácia objektu a technických zariadení budov,
• zistenia z obhliadky na mieste,
• kontrolné merania,
• termovízne snímkovanie objektu.

Pri posudzovaní energetickej náročnosti a kvantifikáciu možných úspor energie boli požité nasledovné dokumenty:
• STN EN ISO 52016-1 Energetická hospodárnosť budov Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie, vnútorné teploty a citeľné a latentné tepelné zaťaženie,
• STN EN ISO 12831 – Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu,
• STN EN ISO 13789 – Tepelnotechnické vlastnosti budov, Merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním,
• STN EN ISO 13370 – Tepelnotechnické vlastnosti budov, Šírenie tepla zeminou,
• STN EN 15316 – Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému,
• STN EN ISO 6946 – Stavebné konštrukcie, Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla,
• STN 73 0540-2 + Z1 + Z2 – Tepelná ochrana budov, Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, časť 2 – funkčné požiadavky,
• STN 73 0540-3 – Tepelná ochrana budov, Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, časť 3 – Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov,
• STN EN ISO 10077-1 – Tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc, výpočet súčiniteľa prechodu tepla,

1. Servisná hala

1.1 Lokalizácia

Tabuľka 1.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu	
Adresa (ulica, číslo):	Hroboňova 1
Obec:	BA-m.č. Staré Mesto
Okres:	Bratislava I
Nadmorská výška (m n.m.):	187

1.2 Charakteristika predmetu energetického auditu

V areáli vozovne na Hroboňovej ulici v Bratislave sa nachádzajú objekty: vrátnica, a budova servisnej haly spojená s administratívnou budovou a meniarňou. Areál sa nachádza v zastavanom území mesta. Okolitú zástavbu tvoria rodinné domy.
Vrátnica je samostatne stojaci objekt pri vstupe do areálu.
Servisná hala je rozdelená na vykurovanú a nevykurovanú časť. Vo vykurovanej časti je umyváreň trolejbusov, kotolňa, sklady, technické miestnosti, sociálne miestnosti, servisná dielňa a sušiareň podvozkov trolejbusov. V nevykurovanej časti je garáž (odstavná plocha) pre trolejbusy. Táto časť budovy - garáže - spája servisnú halu s administratívnou budovou z juhovýchodnej strany. Na nevykurovanú časť servisnej haly je vypracovaný energetický audit iba v časti osvetlenie.
Dopravné prostriedky a vonkajšie osvetlenie tiež nie sú zaradené do predmetu energetického auditu.

Servisná hala slúži na na vykonávanie opráv a servisov trolejbusov MHD. Budova je postavená na parc. č. 4747/1 v k. ú. Staré Mesto. Budova haly je jednopodlažná. Budova je orientovaná pozdĺžne zo severozápadu na juhovýchod.

Budova je z časti dvojpodlažná. Druhé podlažie tvoria vnútorné vstavky.

Pri získavaní informácií o budove sme nezistili žiadne obmedzenia, ktoré by bránili realizácií navrhovaných opatrení, ako napr. pamiatková ochrana alebo iné technické obmedzenia. Podľa stanoviska obce nie je táto budova pamiatkovo chránená.

Servisná hala je rozdelená na vykurovanú a nevykurovanú časť. Vo vykurovanej časti je umyváreň trolejbusov, kotolňa, sklady, technické miestnosti, sociálne miestnosti, servisná dielňa a sušiareň podvozkov trolejbusov. V nevykurovanej časti je garáž (odstavná plocha) pre trolejbusy. Táto časť budovy - garáže - spája servisnú halu s administratívnou budovou z juhovýchodnej strany. Na nevykurovanú časť servisnej haly je vypracovaný energetický audit iba v časti osvetlenie.
Servisná hala je prevádzkovaná nepretržite v režime nonstop.

Tabuľka 1.2: Prevádzkový režim		
Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Režim prevádzky	365	24

1.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 1.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m²):	A	2 272
Obvod zastavanej plochy (m):	P_F	197
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m³):	V_B	18 858
Počet nadzemných podlaží:	N	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L_B	6,39
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	ΣA_i	6 344
Faktor tvaru budovy (m⁻¹):	$\Sigma A_i/V_B$	0,34
Celková podlahová plocha budovy (m²):	A_B	2 874

Tabuľka 1.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m²)
ostatné budovy	2 874

1.4 Energetické vstupy a výstupy

Prehľad o energetických vstupoch a nákladoch na energie v predchádzajúcich kalendárnych rokoch je spracovaný na základe údajov o vyfakturovaných množstvách jednotlivých druhov energetických nosičov. Energetické vstupy sú podrobnejšie členené podľa účelu spotreby na:

- vykurovanie (UK),
- prípravu teplej vody (TV),
- vetranie (VET),
- osvetlenie (OSV),
- ostatné - zahŕňa inú spotrebu ako vyššie uvedené.

Spotreba energie uvedená v členení podľa účelu obsahuje aj pomernú časť prípadných strát z výroby a rozvodu energie, vzniknutých v objekte energetického auditu.
Uvedené náklady obsahujú len variabilnú zložku obstarávacej ceny energetických nosičov, t.j. obsahuje len zložky ceny súvisiace s množstvom dodanej energie. Takto okliešťená hodnota nákladu je z dôvodu objektívneho výpočtu ekonomickej návratnosti navrhovaných racionalizačných opatrení. Náklady na energie sú uvedené bez DPH.

1.4.1 Zemný plyn

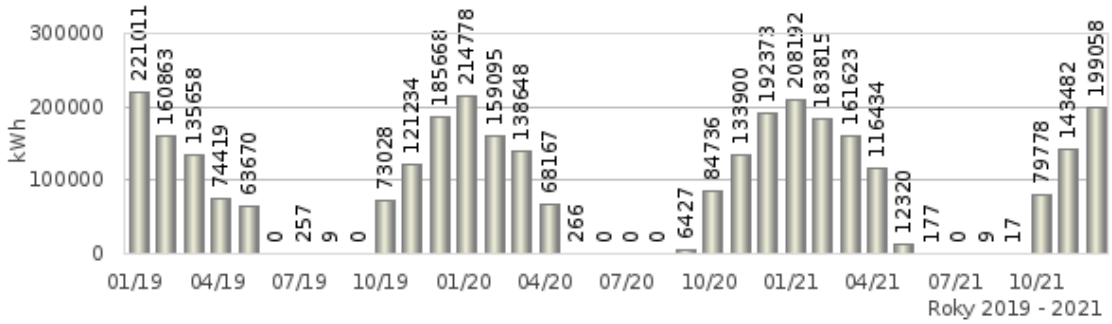
Zemný plyn je dodávaný do areálu vozovne cez 1 odberné miesto. Používa sa len na vykurovanie objektov okrem vrátnice a ohrev TÚV: Teplo do servisnej haly dodáva plynová kotolňa umiestnená v objekte servisnej haly.
Rozdelenie spotreby zemného plynu podľa objektov a podľa činností (účelov) je v prílohe č. 3.
Vzhľadom k prudkému rastu cien zemného plynu v r. 2022 uvádzame cenu zemného plynu pre vyhodnocovanie ekonomických opatrení (iba časť ceny, ktorú tvoria variabilné náklady), ktorá dosiahla 0,175€/kWh.

Tabuľka 1.5: Spotreba - zemný plyn				
Kalendárny rok	Množstvo na vstupe (m³)	Výhrevnosť (kWh/m³)	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2019	96 388	9,590	924 360	22 267,87
2020	92 736	9,590	889 338	21 406,37

2021	102 706	9,590	984 950	19 177,05
Priemer:	97 277		932 883	

Tabuľka 1.6: členenie podľa účelu spotreby					
Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2019	914 696	9 664	0	0	0
2020	880 040	9 298	0	0	0
2021	974 652	10 298	0	0	0
Priemer:	923 129	9 753	0	0	0

Mesačný priebeh podielu fakturovanej spotreby zemného plynu pre administratívnu budovu poukazuje na zmeny v zaťažení vykurovaním a podielom ohrevu teplej vody počas roka.



Graf 1.1: Priebeh spotreby zemného plynu za r. 2019 - 2021

1.4.2 Elektrina

Elektrická energia je dodávaná do areálu vozovne cez 1 odberné miesto. Používa sa len na napájanie trolejových sietí a podružným nefakturačným elektromerom je meraná spotreba elektriny v areáli vozovne. Táto elektrina sa využíva na osvetlenie objektov a vonkajšieho areálu, na prevádzku strojov a náradia v servisnej hale, prevádzku kancelárskej techniky, ohrev TÚV v lete, vykurovanie časti objektu meniarne, vykurovanie a ohrev TÚV v objekte vrátnice.
Rozdelenie spotreby el. energie podľa objektov a podľa činností (účelov) je v prílohe č. 2.
Vzhľadom k prudkému rastu cien el. energie v r. 2022 uvádzame cenu elektriny pre vyhodnocovanie ekonomických opatrení (iba časť ceny, ktorú tvoria variabilné náklady), ktorá dosiahla 0,126 €/kWh.

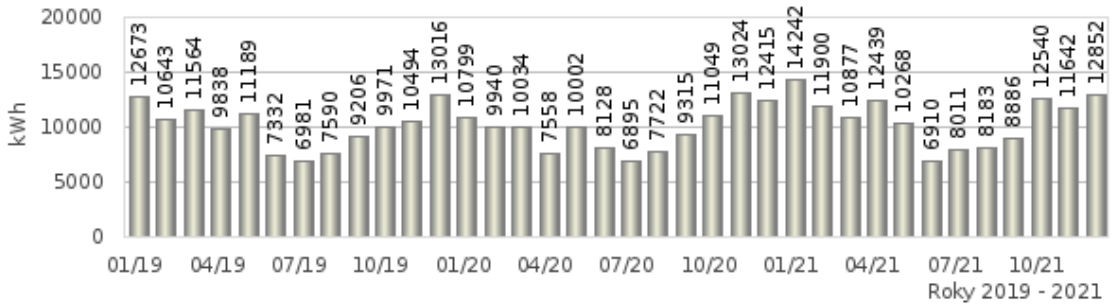
Vzhľadom k tomu, že cena el. energie veľmi kolíše a má rastúcu tendenciu, navrhujeme inštaláciu fotovoltického systému. 15 minútové profily spotreby elektriny nie sú k dispozícii, preto navrhujeme len ako model inštalovaný výkon fotovoltického systému na 50 kWp pre celý areál vozovne (podľa podobnej vozovne na Betliarskej ulici v Petržalke). Hlavným kritériom bolo aby vznikali minimálne prebytky výroby elektriny. Ekonomické hodnotenie zavedenia fotovoltického systému je v prílohe č. 4.

Tabuľka 1.7: Spotreba - elektrina		
Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2019	120 497	11 723,78
2020	116 882	11 188,37
2021	128 750	14 616,94

Priemer:	122 043	

Tabuľka 1.8: členenie podľa účelu spotreby					
Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2019	14 525	9 144	0	49 302	47 526
2020	14 089	8 870	0	47 822	46 101
2021	15 520	9 770	0	52 679	50 781
Priemer:	14 711	9 261	0	49 934	48 136

Mesačný priebeh spotreby elektrickej energie poukazuje na zmeny vo vyťaženosti objektu, zmeny v zaťažení vykurovaním a podielom slnečného svitu počas roka.



Graf 1.2: Priebeh spotreby el. energie v r. 2019 - 2021

1.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania

1.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky

Spotreba tepla na vykurovanie je ovplyvňovaná klimatickými podmienkami daného územia, pričom náročnosť vykurovacieho obdobia je charakterizovaná veličinou dennostupeň. Dennostupne (°D) vyjadrujú rozdiel medzi priemernou vonkajšou teplotou a vnútornou teplotou vzduchu počas vykurovania. Čím sú klimatické podmienky náročnejšie, t.z. čím je vonku chladnejšie, tým je počet dennostupňov vyšší. Zjednodušene sa dennostupne určujú ako súčin počtu vykurovacích dní a rozdielu medzi priemernou vonkajšou a vnútornou teplotou vzduchu počas výpočtového obdobia. Výpočtovým obdobím je jeden kalendárny rok.
Dennostupne sa vypočítajú podľa vzorca: $°D = d * (\theta_i - \theta_{ex})$, kde:
d - priemerný počet vykurovacích dní,
θ_i - vnútorná výpočtová teplota,
θ_{ex} - priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia.

Priemerný počet vykurovacích dní - pre prevádzkové hodnotenie je stanovený ako aritmetický priemer skutočného počtu vykurovacích dní v kalendárnom roku. Pre normalizované hodnotenie je hodnota stanovená na základe STN EN ISO 13790/NA v počte 212 vykurovacích dní.

Vnútorná výpočtová teplota - v prípade prevádzkového hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer vnútorných teplôt pričom váhou je plocha vykurovaného priestoru. V prípade prerušovaného vykurovania je tiež zohľadnená teplota počas útlmu a v čase prevádzky vykurovacieho systému, pričom váhou je počet hodín prevádzky vykurovacieho systému. Pri návrhu vykurovacieho systému

do výpočtu vstupuje normová hodnota vnútornej výpočtovej teploty, nakoľko vykurované priestory mohli byť v minulosti nedokurované alebo prekurované.
V prípade normalizovaného hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer normalizovaných vnútorných teplôt, pričom váhou je podlahová plocha jednotlivých kategórií budovy. Vnútorná výpočtová teplota je stanovená v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z.z., pričom zohľadňuje skutočné uplatňovanie prerušovaného vykurovania v budove.

Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia - pre prevádzkové hodnotenie je stanovená ako aritmetický priemer nameraných vonkajších teplôt. Pre normalizované hodnotenie je hodnota stanovená na základe STN EN ISO 13790/NA v počte 3,86°C.

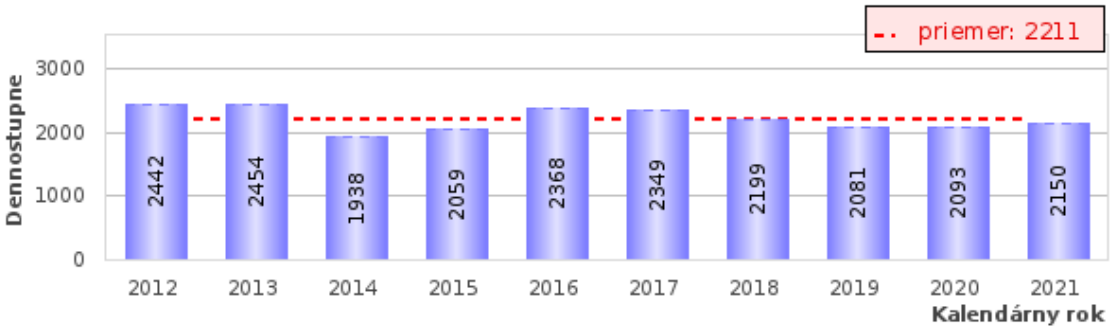
Vonkajšia výpočtová teplota (θ_e) – je určená v závislosti od zemepisnej polohy a v závislosti od nadmorskej výšky podľa vzorca: $\theta_e = \theta_{e100} + \Delta\theta_{e0} * (h - 100)/100$, kde:
θ_{e100} - základná návrhová vonkajšia teplota v príslušnej teplotnej oblasti pre nadmorskú výšku 100 m n.m. určená podľa STN 73 0540-3.
$\Delta\theta_{e0}$ - základný teplotný gradient pre danú teplotnú oblasť podľa tabuľky 2 STN 73 0540-3,
h – nadmorská výška lokality.
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

Veterná oblasť, rýchlosť vetra - určená pre oblasť na základe prílohy A STN 73 0540-3. Údaj je potrebný pre výpočet intenzity výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie.

Budova je umiestnená v zastavanom území mesta Bratislava v mestskej časti Staré Mesto. Okolitá zástavba sú rodinné domy. Budova nie je ničím tienená.

Tabuľka 1.9: Počet vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota

Kalendárny rok	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Počet vykurovacích dní	201	202	182	183	205	207	181	205	186	200
Priem. vonkajšia tep. (°C)	4.7	4.7	6.2	5.6	5.3	5.5	4.7	6.7	5.6	6.1
Počet dennostupňov	2 442	2 454	1 938	2 059	2 368	2 349	2 199	2 081	2 093	2 150



Graf 1.3: Priebeh dennostupňov a porovnanie s priemerom

Vnútorné prostredie budovy je veľmi ovplyvnené vysokou intenzitou výmeny vzduchu, z dôvodu často otvorených brán na dielňach a z dôvodu veľkých otvorov v bránach kvôli trakčnému vedeniu trolejbusov, ktoré je vedené aj cez dielne. Ďalším faktorom sú netesnosti na bránach, na niektorých častiach drevené alebo železné rámy okien a netesné plechové dvere. Z tohto dôvodu je budova intenzívne vykurovaná.
V nočných hodinách po skončení prevádzky trolejbusov sú na servisnej dielni vykonávané kontroly technického stavu trolejbusov. Ak má trolejbus znížený izolačný stav, je prevezený do sušiarne. Počas nočných kontrol je otvorená jedna vstupná a jedna výstupná brána nepretržite.

Tabuľka 1.10: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru		
Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m²)	Priemerná teplota (°C)
ostatné - priestory nevýrobné	172	10,0
ostatné - priestory nevýrobné	1 035	18,0
ostatné - kultúrne miestnosti - chodby, schodištia, WC	201	18,0
ostatné - priestory nevýrobné	489	15,0
ostatné - kultúrne miestnosti - šatne pre účinkujúcich	115	22,0
ostatné - kultúrne miestnosti - kancelárske miestnosti	144	22,0
ostatné - priestory výrobné	115	23,0
ostatné - priestory nevýrobné	259	10,0
ostatné - priestory nevýrobné	230	15,0
ostatné - priestory nevýrobné	115	24,0

Tabuľka 1.11: Klimatické podmienky		
	Prevádzkové hodnotenie	Normalizované hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	-11	-
Klimaticky exponované miesto:	nie	-
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (m/s):	od 2 do 5	-
Priemerná rýchlosť vetra 50m nad terénom (m/s):	4,2	-
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	5,51	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní:	195	212
Priemerný počet dennostupňov:	2 211	0

1.5.2 Pevné stavebné konštrukcie

Predmetom posúdenia sú len obalové pevné stavebné konštrukcie budovy, nakoľko práve tieto sa podieľajú na energetických stratách. Do tejto skupiny stavebných konštrukcií nepatria okenné konštrukcie, dvere a presklené plochy, pričom tieto budú posudzované v nasledujúcej kapitole.
Pre určenie tepelného toku stavebnými konštrukciami z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia je potrebné posúdiť teplotechnické vlastnosti stavebných materiálov, ktoré sú charakterizované týmito veličinami:
• hrúbka homogénnej vrstvy d (m);
• súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/(m.K));
• objemová hmotnosť ρ (kg/m³);
• merná tepelná kapacita c (J/(kg.K));
Tepelný odpor stavebnej konštrukcie R (m².K/W) je určený súčtom tepelných odporov jednotlivých homogénnych vrstiev. Tepelný odpor homogénnej vrstvy stavebnej konštrukcie sa určuje podľa vzorca:
R = d / λ
Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m².K)) predstavuje celkovú výmenu tepla medzi prostrediami oddelenými od seba stavebnou konštrukciou s tepelným odporom R. Určuje sa podľa vzťahu:
U = 1 / (Rsi + R + Rse) kde:
Rsi - odpor pri prechode tepla na vnútornej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;
Rse - odpor pri prechode tepla na vonkajšej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

Súčiniteľ prechodu tepla steny vykurovaného priestoru priľahlej k zemine sa určí podľa STN EN ISO

13370. Postup výpočtu zohľadňuje hĺbku podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu.
*U = (2*λ) / (π*z) *(1+0,5*dt/(dt+z)) * ln(z/dw+1) kde:*
λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy (λ=2 W/(m.K)),
π - ludolfovo číslo (π=3,14),
z - hĺbka z podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu,
dt - ekvivalentná hrúbka podlahy (dt = w + λ (Rsi + Rf + Rse)),
dw - ekvivalentná hrúbka stien suterénu pod úrovňou okolitého terénu (dw = λ (Rsi + Rw + Rse))

Súčiniteľ prechodu tepla podlahy vykurovaného suterénu sa určí podľa STN EN ISO 13370. Postup výpočtu používa charakteristický rozmer podlahy. V závislosti od tepelnej izolácie podlahy suterénu sa výpočet použije jeden z nasledovných vzťahov:
*ak dt+0.5*z < B, potom: U = (2*λ) / (π*B+dt+0,5*z) * ln(π*B/(dt+0,5*z)+1)*
*ináč: U = λ / (0,457*B+dt+0,5*z) , kde:*
λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy (λ=2 W/(m.K)),
π - ludolfovo číslo (π=3,14),
z - hĺbka z podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu,
dt - ekvivalentná hrúbka podlahy,
B - charakteristický rozmer podlahy.

Súčasťou technicko energetického posúdenia pevných stavebných konštrukcií je aj návrh opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie. Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny stav stavebných konštrukcií. Súbežne v časti Navrhovaný stav je uvedená skladba a tepelnotechnické vlastnosti týchto konštrukcií s navrhovaným opatrením. Návrh zmeny jednotlivých homogénnych vrstiev je farebne vyznačený.

Tabuľka 1.12: Zoznam pevných stavebných konštrukcií												
Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**											
Stručný popis konštrukcie:	Obvodový múr											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápenná	0,030	0,870	0,034	1 600	840	omietka - vápenná	0,030	0,870	0,034	1 600	840
murivo - CDM	0,375	0,720	0,521	1 450	960	murivo - CDM	0,375	0,720	0,521	1 450	960
omietka - vápennocementová	0,035	0,970	0,036	2 000	790	omietka - vápennocementová	0,035	0,970	0,036	2 000	790
						tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,150	0,038	3,947	25	1 270
						omietka - silikónová	0,003	0,700	0,004	1 800	1 250
U = 1.31 W/(m².K)						U = 0.21 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 1042.5 m²						Plocha konštrukcie: 1042.5 m²					
Nosnú konštrukciu budovy tvoria prefabrikované železobetónové stĺpy, na ktorých sú uložené prievlaky a priehradové väzníky, ktoré vytvárajú nosnú časť strešnej konštrukcie. Obvodový múr je murovaný z metrických CDM tehál. Celková hrúbka múru je 440mm.												

Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**											
Stručný popis konštrukcie:	Obvodový múr od garáží											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840	omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840
murivo - CDM	0,250	0,720	0,347	1 450	960	murivo - CDM	0,250	0,720	0,347	1 450	960
omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840	omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840
						tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,160	0,038	4,211	25	1 270
						omietka - silikónová	0,003	0,700	0,004	1 800	1 250
U = 1.74 W/(m².K)						U = 0.21 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 303.7 m²						Plocha konštrukcie: 303.7 m²					
Obvodový múr je murovaný z CDM tehál na hrúbku 250 mm a jeho celková hrúbka dosahuje 300 mm.												

Typ konštrukcie:	**stena vykurovaného priestoru priľahlá k zemine**										
Stručný popis konštrukcie:	Stena montážnych jám										
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
betón - železobetón	0,200	1,430	0,140	2 400	1 020	betón - železobetón	0,200	1,430	0,140	2 400	1 020
hydroizolácia - PVC	0,001	0,160	0,006	1 400	960	hydroizolácia - PVC	0,001	0,160	0,006	1 400	960
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470	hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
tep. izol. - polystyrén extrudovaný (XPS)	0,050	0,035	1,429	32	2 060	tep. izol. - polystyrén extrudovaný (XPS)	0,050	0,035	1,429	32	2 060
U = 0.37 W/(m².K)						U = 0.37 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 179.2 m²						Plocha konštrukcie: 179.2 m²					
Konštrukcia stien montážnych jám je nasledovná: železobetón hr. 200 mm, PVC separačná fólia, hydroizolácia, extrudovaný polystyrén hr. 50 mm.											

Typ konštrukcie:	**podlaha vykurovaného suterénu**										
Stručný popis konštrukcie:	Podlaha v montážnych jamách										
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
betón - železobetón	0,200	1,430	0,140	2 400	1 020	betón - železobetón	0,200	1,430	0,140	2 400	1 020
hydroizolácia - PVC	0,001	0,160	0,006	1 400	960	hydroizolácia - PVC	0,001	0,160	0,006	1 400	960
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470	hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020	betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020
U = 0.83 W/(m².K)						U = 0.83 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 69.4 m²						Plocha konštrukcie: 69.4 m²					
Podlaha v montážnych jamách má konštrukciu: železobetónová doska hr. 200 mm, PVC separačná fólia, hydroizolácia, podkladný betón hr. 100 mm.											

Typ konštrukcie:	**podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche**										
Stručný popis konštrukcie:	Betónová podlaha na teréne - okrem haly ľahkej údržby a umyvárne										
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
betón - železobetón	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020	betón - železobetón	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470	hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020	betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020
U = 0.21 W/(m².K)						U = 0.21 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 1379.5 m²						Plocha konštrukcie: 1379.5 m²					
Podlaha v objekte servisnej haly je betónovej konštrukcie. Tvorí ju podkladný betón hr. 10 cm, hydroizolácia a vrchná vrstva betónu so spevneným povrchom hr. 15 cm.											

Typ konštrukcie:	**podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche**										
Stručný popis konštrukcie:	Betónová podlaha na teréne - hala údržby a umyváreň										
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
betón - železobetón	0,200	1,430	0,140	2 400	1 020	betón - železobetón	0,200	1,430	0,140	2 400	1 020
hydroizolácia - PVC	0,001	0,160	0,006	1 400	960	hydroizolácia - PVC	0,001	0,160	0,006	1 400	960
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470	hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
sypký materiál - piesok	0,050	0,950	0,053	1 750	960	sypký materiál - piesok	0,050	0,950	0,053	1 750	960
sypký materiál - štrk	0,300	0,650	0,462	1 650	750	sypký materiál - štrk	0,300	0,650	0,462	1 650	750
U = 0.21 W/(m².K)						U = 0.21 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 823.4 m²						Plocha konštrukcie: 823.4 m²					
Podlaha v hale ľahkej údržby a v umyvárni bola rekonštruovaná, resp. nahradená novou podlahou. Podľa projektovej dokumentácie z r. 2015 má nasledovné konštrukčné zloženie: drátkobetónová doska hr. 200 mm, PVC separačná fólia, hydroizolácia, kamenivo fr. 0-40 mm o hr. 50 mm, betónový recyklát fr. 0-63 mm o hrúbke 300 mm.											

Typ konštrukcie:	**strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45**
Stručný popis konštrukcie:	Strecha

Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
stropné panely PZD	0,340	1,350	0,252	1 618	1 020	stropné panely PZD	0,340	1,350	0,252	1 618	1 020
betón - plynosilikátový	0,050	0,200	0,250	580	840	betón - plynosilikátový	0,050	0,200	0,250	580	840
hydroizolácia - PVC	0,002	0,160	0,013	1 400	960	hydroizolácia - PVC	0,002	0,160	0,013	1 400	960
						tep. izolácia - polystyrén podlahový (EPS)	0,250	0,038	6,579	25	1 270
U = 1.53 W/(m².K)						U = 0.14 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 1877.5 m²						Plocha konštrukcie: 1877.5 m²					

Nosnú konštrukciu budovy tvoria prefabrikované železobetónové stĺpy, na ktorých sú uložené prievlaky a priehradové väzníky, ktoré vytvárajú nosnú časť strešnej konštrukcie. Konštrukciu strechy tvoria panely hr. 340 mm, tepelná izolácia plynosilikátové dosky a hydroizolácia.

Tabuľka 1.13: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Súčasný stav		Navrhovaný stav	
		U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Obvodový múr	0,22	1,31	nevyhovuje	0,21	vyhovuje
Obvodový múr od garáží	0,22	1,74	nevyhovuje	0,21	vyhovuje
Strecha	0,15	1,53	nevyhovuje	0,14	vyhovuje

Tabuľka 1.14: Splnenie požiadavky na tepelný odpor podľa STN 730540-2					
Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota R (m^2K/W)	Súčasný stav		Navrhovaný stav	
		R (m^2K/W)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	R (m^2K/W)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Stena montážnych jám	2,00	1,60	nevyhovuje	1,60	nevyhovuje
Podlaha v montážnych jamách	2,00	0,24	nevyhovuje	0,24	nevyhovuje
Betónová podlaha na teréne - okrem haly ľahkej údržby a umyvárne	2,50	0,20	nevyhovuje	0,20	nevyhovuje
Betónová podlaha na teréne - hala údržby a umyváreň	2,50	0,69	nevyhovuje	0,69	nevyhovuje

1.5.3 Otvorové konštrukcie

Otvorové konštrukcie ako okná, dvere a presklené steny sa svojimi funkciami výraznou mierou podieľajú na tvorbe optimálneho vnútorného prostredia a rozhodujúcou mierou na energetických stratách objektov. Veličina ktorá charakterizuje tepelnoizolačné vlastnosti otvorových konštrukcií je súčiniteľ prechodu tepla. Určenie súčiniteľa prechodu tepla celej otvorovej konštrukcie (Uw) závisí od prechodu tepla a plochy rámu otvorovej konštrukcie a od prechodu tepla a plochy výplne. Výpočet upravuje STN EN ISO 10077-1. Hodnota Uw je určená podľa vzťahu:
Uw = (Uf . Af + Ug . Ag + Ψ . lg) / (Af + Ag)
Uf - súčiniteľ prechodu tepla rámu (W/(m².K));
Af - plocha rámu (m²);
Ug - súčiniteľ prechodu tepla výplne (W/(m².K));
Ag - plocha výplne (m²);
Ψ - lineárny stratový činiteľ (W/(m.K));
lg - obvod výplne (m);

Súčiniteľ prechodu tepla zasklenia Ug je použiteľný pre strednú časť zasklenia a nezahŕňa vplyv distančného profilu na okraji zasklenia. Lineárny stratový činiteľ Ψ zohľadňuje prídavný tepelný tok spôsobený interakciou rámu a okraja zasklenia aj s vplyvom dištančného profilu.
Výslednú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla otvorovej konštrukcie ovplyvňuje aj pomerná plocha zasklenia, rámovej konštrukcie, geometria okna, konštrukcia okna (jednokrídlové, dvojkrídlové), počet a dĺžka priečnikov. Pri menších rozmeroch okien je plocha rámovej konštrukcie väčšia ako plocha zasklenia, čo v prípade horšieho súčiniteľa prechodu tepla rámu ako je súčiniteľ prechodu tepla zasklenia zhoršuje hodnotu Uw natoľko, že nie je možné dosiahnuť požadovanú hodnotu U podľa STN 73 0540-2. Preto požadovaná hodnotu U platí pre vonkajšie okná s plochou aspoň 1,8 m², okná menšej plochy, ktoré nespĺňajú požadované hodnoty, musia byť zhotovené z rovnakých komponentov ako okná spĺňajúce požiadavky.

Súčasťou technicko energetického posúdenia otvorových konštrukcií je aj návrh opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie. Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny stav otvorových konštrukcií. Súbežne v časti Navrhovaný stav je farebne vyznačený návrh nových konštrukcií s lepšími tepelnoizolačnými vlastnosťami.

Tabuľka 1.15: Zoznam otvorových konštrukcií						
P. č.	Súčasný stav			Navrhovaný stav		
	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
1	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.45 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.00 W/(m².K), Ag = 0.54 m²	1.36	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.45 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.54 m²	0.88
2	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.45 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.00 W/(m².K), Ag = 0.54 m²	1.36	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.45 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.54 m²	0.88
3	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.62 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.00 W/(m².K), Ag = 0.96 m²	1.32	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.62 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.96 m²	0.85
4	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.62 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.00 W/(m².K), Ag = 0.96 m²	1.32	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.62 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.96 m²	0.85
5	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.54 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.00 W/(m².K), Ag = 0.45 m²	1.48	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.54 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.45 m²	0.97
6	okno v obvodovej stene (1.75m x 1.75m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.50 m² Výplň: zasklenie zdvojené, Ug=2.80 W/(m².K), Ag = 2.56 m²	3.32	okno v obvodovej stene (1.75m x 1.75m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.04 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 2.02 m²	0.84
7	dvere v obvodovej stene (3.40m x 4.57m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 1.22 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 24 mm, Ug=1.12 W/(m².K), Ag = 14.53 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug2=1.00 W/(m².K), Ag2 = 0.25 m²	1.50	dvere v obvodovej stene (3.40m x 4.57m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 1.22 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 24 mm, Ug=1.12 W/(m².K), Ag = 14.53 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug2=1.00 W/(m².K), Ag2 = 0.25 m²	1.50
8	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.53 m² Výplň: výplň plechová, Ug=5.90 W/(m².K), Ag = 2.67 m²	5.92	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.09 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 24 mm, Ug=1.12 W/(m².K), Ag = 2.11 m²	1.07

Tabuľka 1.15: Zoznam otvorových konštrukcií - pokračovanie						
P. č.	Súčasný stav			Navrhovaný stav		
	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
9	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	Rám: drevený netesnený, Uf=2.72 W/(m².K), Af = 0.36 m² Výplň: zasklenie zdvojené, Ug=2.80 W/(m².K), Ag = 0.63 m²	2.77	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.45 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.54 m²	0.88
10	dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.00m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.34 m² Výplň: výplň plechová, Ug=5.90 W/(m².K), Ag = 1.60 m²	5.92	dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.70 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 24 mm, Ug=1.12 W/(m².K), Ag = 1.24 m²	1.06
11	okno v šikmej strešnej konštrukcii (4.70m x 42.00m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, Uf=2.00 W/(m².K), Af = 8.37 m² Výplň: polykarbonát trojstenový, Ug=2.40 W/(m².K), Ag = 189.03 m²	2.38	okno v šikmej strešnej konštrukcii (4.70m x 42.00m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, Uf=2.00 W/(m².K), Af = 8.37 m² Výplň: polykarbonát trojstenový, Ug=2.40 W/(m².K), Ag = 189.03 m²	2.38

Tabuľka 1.16: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2								
P.č.	Súčasný stav				Navrhovaný stav			
	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
1	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	1.36	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	0.88	0.85	nevyhovuje
2	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	1.36	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	0.88	0.85	nevyhovuje
3	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	1.32	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	0.85	0.85	vyhovuje
4	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	1.32	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	0.85	0.85	vyhovuje
5	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	1.48	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	0.97	0.85	nevyhovuje
6	okno v obvodovej stene (1.75m x 1.75m)	3.32	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.75m x 1.75m)	0.84	0.85	vyhovuje
7	dvere v obvodovej stene (3.40m x 4.57m)	1.50	2.00	vyhovuje	dvere v obvodovej stene (3.40m x 4.57m)	1.50	2.00	vyhovuje

Tabuľka 1.16: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2								
P.č.	Súčasný stav				Navrhovaný stav			
	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
8	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)	5.92	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)	1.07	2.00	vyhovuje
9	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	2.77	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	0.88	0.85	nevyhovuje
10	dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.00m)	5.92	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.00m)	1.06	2.00	vyhovuje
11	okno v šikmej strešnej konštrukcii (4.70m x 42.00m)	2.38	1.20	nevyhovuje	okno v šikmej strešnej konštrukcii (4.70m x 42.00m)	2.38	1.20	nevyhovuje

Tabuľka 1.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie												
P.č.	Súčasný stav						Navrhovaný stav					
	Otvorová konštrukcia	SV	JZ	H	SZ	JV	Otvorová konštrukcia	SV	JZ	H	SZ	JV
1	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	8			12		okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	8			12	
2	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	2	8		12		okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	2	8		12	
3	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	6	8				okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	6	8			
4	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	4	6				okno v obvodovej stene (0.90m x 1.75m)	4	6			
5	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	4					okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)	4				
6	okno v obvodovej stene (1.75m x 1.75m)	2					okno v obvodovej stene (1.75m x 1.75m)	2				
7	dvere v obvodovej stene (3.40m x 4.57m)	5	5				dvere v obvodovej stene (3.40m x 4.57m)	5	5			
8	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)	3				1	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)	3				1

Tabuľka 1.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie - pokračovanie												
P.č.	Súčasný stav						Navrhovaný stav					
	Otvorová konštrukcia	SV	JZ	H	SZ	JV	Otvorová konštrukcia	SV	JZ	H	SZ	JV
9	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)		10				okno v obvodovej stene (0.90m x 1.10m)		10			
10	dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.00m)		1				dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.00m)		1			
11	okno v šikmej strešnej konštrukcii (4.70m x 42.00m)			2			okno v šikmej strešnej konštrukcii (4.70m x 42.00m)			2		

1.5.4 Tepelné mosty

Tepelný most je časť obvodovej konštrukcie budovy, odkiaľ uniká podstatne viac tepla ako na bežnom mieste a tým pádom sa výrazne mení vnútorná povrchová teplota. Je spôsobený prienikom stavebných materiálov s rôznou tepelnou vodivosťou alebo zmenou hrúbky stavebnej konštrukcie alebo rozdielnou veľkosťou vnútornej plochy, ktorá teplo prijíma a vonkajšej plochy, ktorá teplo odovzdáva (napríklad kúty stien, podláh a podobne). Ak vnútorná povrchová teplota klesne pod rosný bod zodpovedajúci vnútorným tepelno-vlhkostným podmienkam, dôjde k povrchovej kondenzácii vodnej pary a takéto miesto je náchylné na tvorbu plesní. Na odhaľovanie tepelných mostov sa používa termovízia. Čiastočne je možné tepelné mosty eliminovať vhodným zateplením fasády. Mernú tepelnú stratu spôsobenú tepelnými mostami je možné určiť viacerými metódami, napríklad zjednodušeným paušálnym výpočtom alebo na základe katalógu tepelných mostov.

Zjednodušený paušálny výpočet sa môže použiť, keď nie sú známe konštrukčné detaily. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 50%. Výpočet sa vykoná na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov. Hodnoty tohto súčiniteľa sú v STN 73 0540-2 uvedené paušálne. Napríklad, pre prípad murovaných konštrukcií je hodnota ΔU = 0,1 W/(m².K), resp. pre prípad spojitej tepelnej izolácie na vonkajšom povrchu konštrukcie je ΔU = 0,05 W/(m².K). Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:
*ΔH = ΔU * ΣAi (W/K)*
ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov (W/(m².K));
ΣAi - celková teplovýmenná plocha budovy (m²).

Výpočet na základe katalógu tepelných mostov sa môže použiť, ak sú rozmery a tepelnotechnické vlastnosti príkladu v katalógu podobné, ako pri posudzovanom detaile, alebo ak je príklad v katalógu tepelnotechnicky nevýhodnejší ako posudzovaný detail. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 20%. Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:
*ΔH = Ψe * l (W/K)*
Ψe - lineárny stratový súčiniteľ určený podľa katalógu (W/(m.K));
l - dĺžka lineárneho tepelného mosta (m).

Tabuľka 1.18: Tepelné mosty (približný výpočet)

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov (W/(m².K)):	0,10	0,05
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	6 344	6 344
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	634,422	317,211

1.5.5 Tepelná strata vetraním

Vetranie má zásadný vplyv na kvalitu vnútorného prostredia budovy. Len dostatočným vetraním je možné zabezpečiť odvádzanie znehodnoteného vzduchu s vyšším objemom CO_2 alebo vlhkosťou. Pri nadmernom vetraní počas vykurovacieho obdobia dochádza k zbytočne vysokej tepelnej strate. Naopak nedostatočným vetraním síce ušetríme energiu, ale v priestore udržiavame zvýšenú vlhkosť vnútorného vzduchu, čo podporuje rast plesní. Dôležitým parametrom je intenzita výmeny vzduchu, ktorá určuje koľkokrát za hodinu sa vzduch v miestnosti nahradí čerstvým vzduchom. Pre splnenie hygienických požiadaviek jednotlivých priestorov budovy je pre každé využitie priestoru stanovená minimálna intenzita výmeny vzduchu. Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu celej budovy je určená váženým priemerom jednotlivých hodnôt, pričom váhou je podlahová plocha týchto priestorov. Vetrať je možné prirodzene alebo mechanicky.

Prirodzené vetranie sa dá ťažko regulovať, nakoľko závisí od rozdielu vonkajšej a vnútornej teploty a

od dynamických účinkov vetra. Taktiež k prevetrávaniu môže dochádzať aj pri zatvorených oknách, cez prípadné škáry v otvorových konštrukciách, nakoľko na náveternej strane vzniká pretlak a na záveterne strane zasa podtlak. Z toho dôvodu je potrebné posúdiť intenzitu výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie cez takéto škáry a určí sa na základe:
• súčiniteľa škárovej priedušnosti a dĺžky škár jednotlivých otvorových konštrukcií,
• veternej oblasti t.j. priemernej rýchlosti vetra,
• triedy ochrany budovy, t.j. ochrana budovy pred vetrami vzhľadom na umiestnenie budovy v krajine,
• tesnosti interiérových dverí.
Objemový tok vzduchu (m³/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu (1/h) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m³). Hodnota objemového toku vzduchu prirodzeným vetraním sa určí ako väčšia hodnota z minimálneho objemového toku vzduchu a objemového toku vzduchu infiltráciou.

Merná tepelná strata vetraním sa vypočítaná podľa vzorca:
Hv = Vi.ρa.ca
kde:
Hv - merná tepelná strata vetraním (W/K)
Vi - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h)
ρa.ca – efektívna tepelná kapacita vzduchu (0,333 W.h/(m³.K))

Súčasťou posúdenia tepelnej straty vetraním je aj výpočet týchto strát po zrealizovaní opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie.

Priestory haly ľahkej údržby, umyvárne a sušiarne sú vetrané hlavne cez otvory v bránach a otváraním brán. Otvor v bráne má celkovú plochu 0,5 m2.

Tabuľka 1.19: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu	
Trieda ochrany budovy:	priemerne chránené
Tesnosť interiérových dverí:	bez interiérových dverí
Objem vnútorného vzduchu (m³):	16 972

Tabuľka 1.20: Minimálna intenzita výmeny vzduchu	
Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h)
ostatné - priestory nevýrobné	2,00
ostatné - priestory nevýrobné	3,00
ostatné - kultúrne miestnosti - chodby, schodištia, WC	0,20
ostatné - priestory nevýrobné	0,20
ostatné - kultúrne miestnosti - šatne pre účinkujúcich	0,20
ostatné - kultúrne miestnosti - kancelárske miestnosti	0,20
ostatné - priestory výrobné	0,50
ostatné - priestory nevýrobné	0,20
ostatné - priestory nevýrobné	3,00
ostatné - priestory nevýrobné	0,50
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	1,56

Tabuľka 1.21: Prirodzené vetranie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Minimálny objemový tok vzduchu (m³/h):	26 476,32	26 476,32
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,137	0,099
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m³/h):	2 325,16	1 680,23
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m³/h):	26 476,32	26 476,32

Tabuľka 1.22: Merná tepelná strata vetraním		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h):	26 476,32	26 476,32
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	8 825,440	8 825,440

1.5.6 Tepelný zisk

Na tepelných ziskoch budovy sa podieľajú solárne tepelné zisky a vnútorné tepelné zisky, ako metabolické teplo používateľov budovy a tepelný zisk z prevádzky spotrebičov.

Solárne tepelné zisky sú výsledkom slnečného žiarenia v danom mieste. Množstvo slnečného žiarenia, ktoré dopadne na okno, závisí na orientácii okna a jeho zatienenia. Pri výpočte sa tiež zohľadňuje plocha rámu okna a solárna priepustnosť zasklenia. Významnú úlohu zohráva aj zatienenie záclonami a žalúziami. Súčiniteľ, ktorý zahŕňa tieto vlastnosti a plocha kolekčného povrchu sa nazýva účinnou kolekčnou plochou (Asol) a určuje sa nasledovne:
*Asol = Aw * gn * Fc*
Aw - plocha výplne otvorovej konštrukcie,
gn - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,
Fc - zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany.
Nie všetky solárne zisky je možné využiť pri vykurovaní. V prípade slnečných dní môžu byť slnečné zisky väčšie ako tepelná strata príslušnej miestnosti a dôjde k prehriatiu miestnosti, alebo sú tieto zisky odvetrané. Takýto stav nastáva hlavne pri ľahkých stavebných konštrukciách ako drevostavby alebo podkrovia, pri ktorých je stupeň využitia solárnych ziskov relatívne nízky.
Solárny tepelný zisk (Qsol) je vypočítaný podľa vzorca:
*Qsol = Isol * Asol * Fsol (kWh)*
kde:
Isol - celková energia slnečného žiarenia,
Asol - účinná kolekčná plocha,
Fsol - redukčný faktor tienenia zohľadňuje tienenie horizontu, tienenie presahujúcimi vodorovnými konštrukciami a presahujúcimi zvislými konštrukciami.

Metabolický zisk, t.j. tepelný výkon človeka závisí na aktivite, veku a postave človeka a podmienkach v ktorých sa daná osoba nachádza.
Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov je určený na základe spotreby elektriny vo vnútri budovy, ktorá sa nezohľadnila pri vykurovaní, chladení a príprave teplej vody.

Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny výpočet solárnych tepelných ziskov. Súbežne v časti Navrhovaný stav je vyčíslená hodnota solárnych tepelných ziskov po navrhovanej výmene otvorových konštrukcií.

Tabuľka 1.23: Solárny tepelný zisk										
	Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Orientácia otvorovej konštrukcie:	H	JV	JZ	SV	SZ	H	JV	JZ	SV	SZ
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m²):	340	260	260	130	130	340	260	260	130	130
Zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m²):	94,52	0,00	15,19	13,90	7,78	94,52	0,00	12,33	11,17	6,48
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	32 137	0	3 949	1 807	1 011	32 137	0	3 206	1 452	842
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	38 904					37 637				

Tabuľka 1.24: Metabolický tepelný zisk			
Osoby prítomné v budove:	muži	ženy	deti
Priemerný tepelný tok na osobu (W):	93	79	70
Priemerný denný počet osôb:	9	1	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	24	24	24
Metabolický tepelný zisk (kWh):	3 917	370	0

Tabuľka 1.25: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov	
Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	50
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	9 750

1.5.7 Vykurovací systém

Vykurovací systém zabezpečuje zásobovanie budovy teplom na vykurovanie. Tento systém sa môže skladať z viacerých podsystémov:
• podsystému odovzdávania tepla (zariadenie na emisiu tepla v budove, napr. vykurovacie telesá),
• podsystému distribúcie tepla (rozvody tepla),
• podsystému akumulácie tepla (akumulačné zásobníky teplej vody)
• podsystému výroby tepla (zdroj tepla).
V budove môže byť viac nezávislých vykurovacích systémov, napríklad teplovodné stenové vykurovanie kombinované s vykurovaním radiátormi, pričom výroba tepla je v spoločnom zdroji tepla. Zároveň časť budovy môže byť vykurovaná gamatkami na zemný plyn (2. vykurovací systém). Každý z týchto systémov je posudzovaný samostatne. Vzhľadom na potrebu podsystému distribúcie tepla, rozlišujeme dva druhy vykurovacích systémov:
• s podsystémom distribúcie tepla, keď miesto výroby tepla je odlišné od miesta odovzdávania tepla,
• bez podsystému distribúcie (t.j. bez rozvodov tepla), a to v prípade, že teplo sa vyrába priamo v zariadení na odovzdávanie tepla, napr. elektrický priamovýhrevný konvektor, gamatky na zemný plyn, alebo elektrické podlahové vykurovanie.
Výpočet tepelných strát vykurovacieho systému sa zakladá na analýze jednotlivých podsystémov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby tepla po zdroj energie, pričom vo výpočte sa zohľadňujú všetky časti vykurovacieho systému.

Podsystém odovzdávania tepla zabezpečuje aby sa teplo v správnej miere odovzdávalo príslušným priestorom. Okrem vykurovacích telies, ktoré odovzdávajú prevažnú časť tepelnej energie okolitému vzduchu konvekciou, funguje tento princíp aj pri plošnom kúrení ktoré môže byť inštalované v podlahe, v stene alebo na strope a prenáša tepelnú energiu vo forme žiarenia. Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (Qem,is) je spôsobená hlavne nerovnomerným rozdelením teploty vplyvom nerovnomerného rozloženia vykurovacích telies (napr. umiestnenie radiátorov pod oknami). Táto strata sa určí podľa vzorca:
*Qem,is = Qnd,inc - Qnd - 2 * Qw,hs,i (kWh)*
kde:
Qnd,inc - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty zvýšenej o priemernú priestorovú zmenu teploty,
Qnd - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty
Qw,hs,i - časť obnovenej tepelnej straty systému prípravy TV vo vykurovaných priestoroch. Jedná sa o tepelnú stratu systému distribúcie a akumulácie.
Pri posudzovaní vykurovacieho systému je nutné zohľadniť aj prídavnú energiu na pohon pomocných zariadení. Časť prídavnej energie sa pretransformuje na teplo a následne sa využije na vykurovanie. Nazýva sa obnovená prídavná energia. Prídavná energia zvyčajne elektrická energia, sa používa pri ventilátoroch, ktoré uľahčujú odovzdávanie tepla do priestoru, ventiloch a regulácii. Časť prídavnej energie sa môže obnoviť priamo v systéme odovzdávania tepla. Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla sa vypočíta podľa vzorca:
*Wem,aux = Σ P * Qnd * k / Ph / 1000 (kWh)*
kde:
P - elektrický príkon pomocných zariadení,
Qnd - potreba tepla na vykurovanie,
k - podiel odovzdávaného tepla príslušným podsystémom,
Ph - vykurovací výkon príslušného zariadenia.

Počas vykurovacieho obdobia pracuje vykurovací systém takmer nepretržite. Aj vykurovacím potrubím tečie ustavične teplá vykurovacia voda. Potrubia, ktoré musia byť uložené v nevykurovaných priestoroch, pôsobia predovšetkým ako vykurovacia plocha a odovzdávajú veľa tepelnej energie. Tepelná strata podsystému distribúcie tepla sa určuje len pre rozvody vykurovania v nevykurovaných priestoroch budovy, nakoľko tepelná strata rozvodov vykurovania vo vykurovaných priestoroch je spätne získateľná a prispieva k vykurovaniu budovy. Tepelná strata

podsystému distribúcie tepla Qdis,ls sa určí podľa vzorca:
*Qdis,ls = Σ Ψj * (Φm- Φi) * Lj * t / 1000 (kWh)*
kde:
Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia určený na základe tepelnej vodivosti a hrúbky tepelnej izolácie,
Φm - stredná teplota teplonosnej látky určená na základe teplotného spádu,
Φi - priemerná teplota nevykurovaného priestoru,
Lj - dĺžka potrubia,
t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému
Prídavná energia podsystému distribúcie tepla (kWh) sa určí na základe súčinu príkonov obehových čerpadiel a počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému.

Podsystém akumulácie tepla sa pri vykurovacích systémoch využíva z dôvodu preklenutia obdobia, keď odber tepla prevyšuje jeho dodávku, napríklad pri zníženom množstve slnečného žiarenia pri solárnych kolektoroch, alebo veľmi nízkej teplote vonkajšieho vzduchu pri tepelnom čerpadle vzduch/voda. Druhým dôvodom môže byť kombinácia vysokoteplotného zdroja tepla (kotol na tuhé palivo) a nízkoteplotného odovzdávacieho prvku (podlahové vykurovanie). V takomto prípade zásobník tepla vyrovnáva teplotný rozdiel medzi vysokou teplotou na zdroji tepla a nízkou teplotou odovzdávacieho prvku a zabraňuje častému spínaniu zdroja tepla, resp. tepelnej nepohode vplyvom horúcej podlahy. Tepelná strata podsystému akumulácie tepla sa určí podľa vzorca:
*Qs,ls = qz * (Φs - Φamb) * t / 1000*
kde:
Qs,ls - tepelná strata podsystému akumulácie tepla,
qz - merná tepelná strata akumulačného zásobníka určená na základe tepelnej vodivosti tepelnej izolácie a jej hrúbky,
Φs - priemerná teplota vody v akumulačnom zásobníku,
Φamb - priemerná teplota okolia,
t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Podsystém výroby tepla obsahuje zariadenia v ktorých prebieha proces premeny energie obsiahnutej v energetickom nosiči na energiu tepelnú. Základnou veličinou charakterizujúcou zariadenia na výrobu tepla je faktor transformácie energie (tj. účinnosť). Jedná sa o pomer medzi získanou tepelnou energiou a energiou dodanou do zariadenia na výrobu tepla. V prípade tepelných čerpadiel sa faktor transformácie energie udáva väčší ako 1, nakoľko ako vstup sa považuje len ušľachtilá energia (elektrická energia, ...) a ako získaná energia sa považuje celková výstupná energia dodaná tepelným čerpadlom. V takomto prípade tepelná strata podsystému výroby tepla je záporná, teda sa jedná o tepelný zisk.
Tepelná strata podsystému výroby tepla Qgen,ls sa určí podľa vzorca:
*Qgen, ls = Σ (Qentry * k) / η - Qentry * k*
kde:
Qentry - energia na vstupe nasledujúceho podsystému (akumulácie alebo distribúcie),
k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením,
η - faktor transformácie energie.

Vykurovanie objektu zabezpečuje NTL plynová kotolňa. Inštalované sú dva plynové kotle.
Kotol K1 je kondenzačný kotol WOLF, MGK-2-630 s menovitým výkonom 626,6 kW. Kotol zabezpečuje teplo do výmenníka VZT pre sušenie trolejbusov a pre montážne jamy. Kotol K2 je nízkoteplotný kotol Froling Eurotwin NT 600 s menovitým výkonom 600 kW. Kotol K2 zabezpečuje vykurovanie pre administratívnu budovu, meniareň, pre teplovzdušné jednotky (Sahary) v dielni ľahkej údržby, pre vykurovacie registre v ostatných dielňach a pre ostatné miestnosti v servisnej hale s radiátormi.

Navrhujeme vymeniť plynový kotol Froling za kondenzačný kotol, ktorý dosiahne vyššiu účinnosť výroby tepla.
Navrhujeme montáž termostatických ventilov na radiátory a registre.

Identifikácia neakceptovateľných opatrení:
Využitie iba fotovoltických panelov na výrobu elektrickej energie na následný ohrev vody ako vykurovacieho média na ÚK a ohrev TÚV naráža na nízku účinnosť počas roka a ak by sme z hľadiska emisií doplnili namiesto kotlov na plyn napr. tepelným čerpadlom, dostávame finančne náročnú a nenávratnú alternatívu.
Inteligentné snímače zmeny teploty namontované na oknách hlavne v priestoroch kancelárií, chodieb a v najčastejšie využívaných priestoroch by mali zastaviť prúdenie teplonosnej látky vo vykurovacích telesách. Takže by sa nekúrilo „von oknom“ počas vetrania. Zavedenie inteligentných snímačov predpokladá inštaláciu inteligentnej MaR regulácie rozvodov ÚK a teda zásadnú rekonštrukciu rozvodov ÚK v objekte spolu s inštaláciou ovládacích prvkov rozvodov ÚK. Inštalácia celého systému inteligentnej regulácie rozvodov ÚK je finančne náročná vzhľadom na nutnosť rekonštrukcie rozvodov ÚK v celom objekte. Súčasný technický stav rozvodov ÚK je vyhovujúci. Preto navrhujeme dodržiavať krátke a účinné vetranie priestorov mimo haly ľahkej údržby v dĺžke 2 – 3 minúty, aby nedochádzalo k prechladzovaniu obvodových múrov a následne k vlhnutiu a vzniku plesní.

Hlavne však navrhujeme zvážiť utesnenie brán na servisnej hale, a to od podlahy a zároveň inštalovať z nevodivých materiálov uzávery (kryty) otvorov, ktoré sú v bránach pre troleje. Došlo by k výraznému obmedzeniu výmeny vzduchu a tým potreby kúrenia.
Predpokladaná úspora sa nedá presne vypočítať. Modelové výpočty ukazujú úsporu až 100 000 kWh tepla za rok.
V tejto súvislosti navrhujeme aj zváženie montáže rýchlejšieho otvárania dverí v hale ľahkej údržby. Pri nočnej kontrole stavu trolejbusov sa z dôvodu pomalého otvárania a zatvárania brán necháva hala otvorená a je celý čas kontroly vetraná a zároveň vykurovaná.
Výmena hlavne drevených okien je nutná, nakoľko niektoré sa nedajú ani zatvoriť.
Výmena plechových dverí a okien na objekte servisnej haly je tiež veľmi potrebná, aby sa znížili úniky tepla. V sklade olejov je voľné vetranie a zároveň kúrenie bez regulácie. Navrhujeme plechové otvorové konštrukcie vymeniť a riadiť výmenu vzduchu elektricky.

Tabuľka 1.26: Vykurovací systém		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	s podsystémom distribúcie	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 100	3 100
Teplotný spád (°C):	80/60	80/60

Tabuľka 1.27: Podsystém odovzdávania tepla - zariadenia na odovzdávanie tepla					
Súčasný stav			Navrhovaný stav		
Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)
teplovzdušný ohrievač	0,2	3 500	teplovzdušný ohrievač	0,2	3 500
radiátor	0,2	0	radiátor	0,2	0

Tabuľka 1.28: Podsystém odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20	0,20
Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (kWh):	15 200	10 817
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	10 850	10 850
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	0,00	0,00

Tabuľka 1.29: Podsystém výroby - zariadenia na výrobu tepla									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
kotol kondenzačný	ZP	626,0	0,98	355	kotol kondenzačný	ZP	626,0	0,98	355
kotol nízkoteplotný	ZP	600,0	0,93	3 050	kotol kondenzačný	ZP	600,0	0,98	3 050

Tabuľka 1.30: Podsystém výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystému výroby tepla (kWh):	57 513	11 680
Prídavná energia podsystému výroby tepla (kWh):	3 817	2 649

1.5.8 Energia na vykurovanie

Potreba energie na vykurovanie je ovplyvňovaná tepelnou stratou stavebných konštrukcií, tepelnou stratou vetraním, tepelnými ziskami a tepelnou stratou vykurovacieho systému. Do potreby energie na vykurovanie sa započíta aj potreba pomocnej energie, spravidla sa jedná o elektrickú energiu, ktorá sa využíva na pohon obehových čerpadiel, ventilátorov alebo riadenia a regulácie, ktoré sú súčasťou vykurovacieho systému.
Potreba tepla na vykurovanie Qnd (kWh) sa určí podľa vzorca:
*Qnd = Qht - ηgn * Qgn*
kde:
Qht - celkový prenos tepla (kWh),
ηgn - faktor využitia tepelných ziskov je funkciou tepelnej bilancie pomeru tepelných ziskov Qgn, celkového prenosu tepla Qht a bezrozmerného číselného parametra závislého od vnútornej tepelnej kapacity vypočítanej pre maximálnu hrúbku 0,1 m vnútorných konštrukcií budovy.
Qgn - tepelný zisk (kWh) je určený súčtom solárnych ziskov a vnútorných ziskov.

Celkový prenos tepla Qht (kWh) sa určuje podľa vzorca:
*Qht = H * D * 24 / 1000*
kde:
H - celková tepelná strata (W/K) je určená súčtom mernej tepelnej straty obvodových konštrukcií, mernej tepelnej straty tepelných mostov a mernej tepelnej straty vetraním. Merná tepelná strata obvodových konštrukcií (W/K) sa stanoví zo súčiniteľov prechodu tepla Uj všetkých obalových konštrukcií budovy, ich plôch Aj určených z vonkajších rozmerov stavebných konštrukcií a zodpovedajúcich teplotných redukčných faktorov.
D - priemerný počet dennostupňov (K),
24 - počet hodín za deň (h).

Potreba energie na vykurovanie sa určí z potreby tepla na vykurovanie Qnd poníženej o spätne obnovenú tepelnú stratu systému prípravy teplej vody, so zohľadnením tepelných strát a tepelných ziskov vykurovacieho systému.

Tabuľka 1.31: Merná tepelná strata

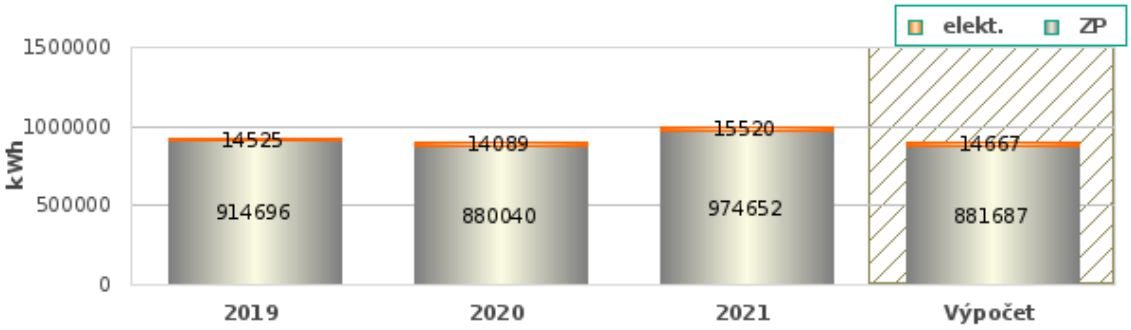
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	5 353,203	1 132,067
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	1 427,090	1 281,892
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	634,422	317,211
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	8 825,440	8 825,440

Tabuľka 1.32: Energia na vykurovanie

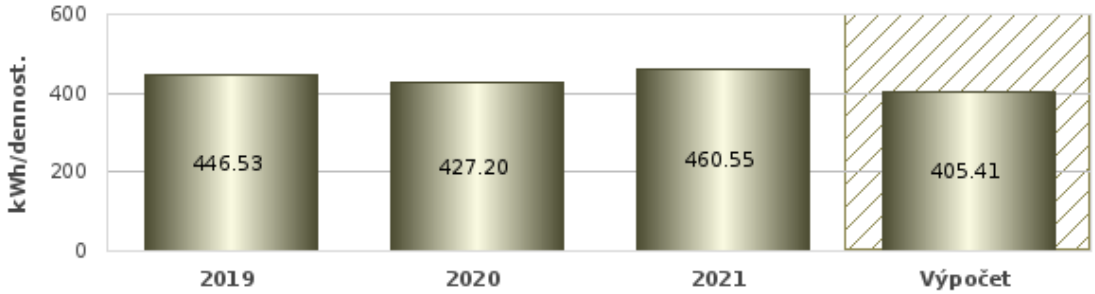
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	16 240,155	11 556,610
Celkový prenos tepla (kWh):	861 768	613 240
Tepelný zisk (kWh):	52 941	51 674
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,982	0,986
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	809 780	562 289
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	806	806
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	808 974	561 483

Tabuľka 1.32: Energia na vykurovanie - pokračovanie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Hlavná energia na vstupe podsystému odovzdávania tepla (kWh)	824 174	572 300
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby tepla (kWh):	881 687	583 980
Prídavná energia (kWh):	14 667	13 499
Energia na vykurovanie (kWh):	896 354	597 479

Tabuľka 1.33: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
zemný plyn (kWh):	881 687	583 980
elektrina (kWh):	14 667	13 499



Graf 1.4: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou



Graf 1.5: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie/dennostupeň s vypočítanou potrebou/dennostupeň

1.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody

1.6.1 Systém prípravy teplej vody

Prípravou teplej vody sa myslí ohrev pitnej vody pre potrebu ľudí, napríklad umývanie a nejedná sa o teplú vodu na vykurovanie, technologické účely alebo pre zvieratá. Tak ako vykurovací systém aj systém prípravy teplej vody sa môže skladať z viacerých podsystémov:
• podsystému distribúcie,
• podsystému akumulácie,
• podsystému výroby.
Podľa spôsobu distribúcie rozoznávame dva základné druhy systému teplej vody:
• centrálny ohrev, t.j. s podsystémom distribúcie,
• miestny ohrev v mieste výtoku teplej vody, t.j. bez podsystému distribúcie (napr. prietokový

ohrievač, boiler,...).
Výpočet tepelných strát systému teplej vody sa zakladá na analýze jednotlivých podsystémov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby energie v teplej vode na výtoku až po prípravu teplej vody v podsystéme výroby.
Tepelná strata podsystému distribúcie sa určí ako súčet tepelnej straty počas cirkulácie vody a tepelnej straty chladnutím vody v potrubí počas obdobia bez cirkulácie. Tepelná strata počas cirkulácie vody sa určí nasledovne:
*Qw,dis,on = Σ Ψj * (Φm - Φi) * Lj * t / 1000*
kde:
Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia,
Φm - priemerná teplota vody,
Φi - priemerná teplota priestoru v ktorom je uložené potrubie,
Lj - dĺžka potrubia (m),
t - počet prevádzkových hodín prípravy TV (h).

Lineárny stratový súčiniteľ potrubia sa určí podľa:
*Ψ = π / (1 / (2 * λ) * ln(da / di) + 1 / (ha * da))*
kde:
λ - tepelná vodivosť tepelnej izolácie,
da - vonkajší priemer potrubia s tepelnou izoláciou (m),
di - vonkajší priemer potrubia bez tepelnej izolácie (m),
ha - súčiniteľ prestupu tepla na vonkajšom povrchu (W/(m.K)).

Tepelná strata chladnutím vody v potrubí počas obdobia bez cirkulácie sa určí podľa vzorca:
*Qw,dis,off = Σ ((ρ * c)/1000 * V * (Φw - Φi) * n)/3,6*
kde:
ρ - objemová hmotnosť vody (kg/m³),
c - merná tepelná kapacita vody (kJ/(kg.K)),
V - objem vody obsiahnutej v úseku potrubia (m³),
Φw - priemerná teplota vody v potrubí (°C),
Φi - priemerná teplota okolitého prostredia (°C),
n - ročný počet cirkulačných cyklov

Tepelná strata podsystému akumulácie sa vypočíta podľa vzorca:
*Qw,acc,hs = qz * (Φs - Φamb) * t / 1000*
kde:
Qw,acc,hs - tepelná strata podsystému akumulácie vo vykurovaných priestoroch,
qz - merná tepelná strata akumulačného zásobníka,
Φs - priemerná teplota vody na výtoku (°C),
Φamb - priemerná teplota okolia (°C),
t - počet prevádzkových hodín systému (h).

Merná tepelná strata akumulačného zásobníka sa určí podľa vzorca:
*qz = (π / (1 / (2 * λ) * ln(d / (d - 2 * e)) + 0,13 / d) * v + 2 * (π / 4 * (d * d)) / (e / λ + 0,13)*
kde:
λ - tepelná vodivosť tepelnej izolácie,
d - priemer zásobníka vrátane tepelnej izolácie (m),
e - hrúbka tepelnej izolácie (m),
v - výška zásobníka vrátane tepelnej izolácie (m).

Tepelná strata podsystému výroby sa určí podľa vzorca:
*Qw,gen = Σ (Qentry * k) / η - Qentry * k*
kde:
Qentry - energia na vstupe predchádzajúceho podsystému (kWh)
k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením

η - faktor transformácie energie

Teplá voda (TÚV) je pripravovaná v 2 stojatých stacionárnych bojleroch umiestnených v plynovej kotolni. Ohrev TÚV má dva režimy: zimný a letný. V letnom režime zabezpečujú prípravu TÚV elektrické špirály s príkonom 10 kW v každom bojleri. V zimnom režime režime sú elektrické špirály vypnuté a ohrev TÚV zabezpečujú plynové kotle.
Výrobca bojlerov je Reflex Winkelmann GmbH. Každý bojler má objem 972 l.

Tabuľka 1.34: Prevádzkové parametre	
Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	380
Priemerná teplota vody na výtoku (°C):	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	12
Druh systému prípravy teplej vody:	bez podsystému distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	365
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	24

Tabuľka 1.35: Podsystém akumulácie - zariadenia			
Objem zásobníka (litre)	Tepelná izolácia	Priestor uloženia zásobníka	Počet zásobníkov
972	penový polyetylén	vykurovaný	2

Tabuľka 1.36: Podsystém akumulácie - tepelná strata	
Tepelná strata podsystému vo vykurovaných priestoroch (kWh):	1 509
Tepelná strata podsystému v nevykurovaných priestoroch (kWh):	0

Tabuľka 1.37: Podsystém výroby - zariadenia				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
kotol kondenzačný	ZP	626,0	0,98	300
el. špirála AC	elekt.	20,0	0,99	0

Tabuľka 1.38: Podsystém výroby - tepelná strata	
Tepelná strata podsystému výroby (kWh):	279
Prídavná energia podsystému výroby (kWh):	5

1.6.2 Energia na prípravu teplej vody

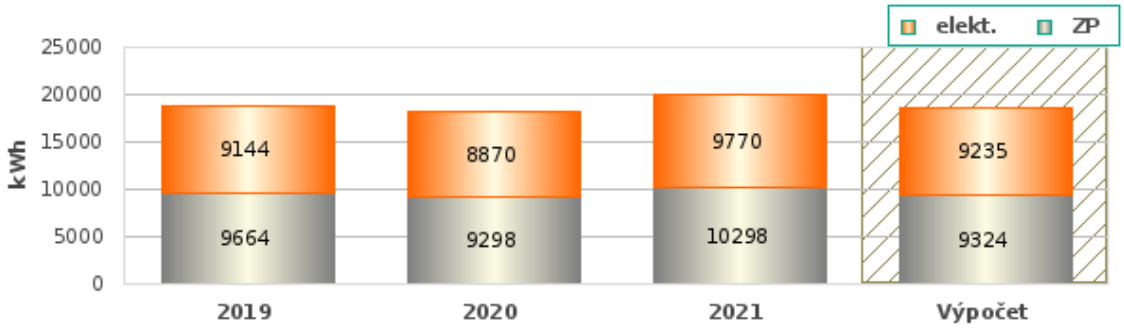
Potreba energie na prípravu teplej vody je súčtom potreby základnej energie na ohrev požadovaného objemu pitnej vody, strát energie v zdroji tepla, v zásobníkoch, v distribučnej sústave. Do potreby energie na prípravu teplej vody sa započítava aj prídavná energia ktorú spotrebúvajú pomocné elektrické zariadenia, napríklad cirkulačné čerpadlá, meracie a regulačné prístroje. Pri výpočte strát energie sa postupuje od potreby energie v teplej vode na výtoku cez straty v distribučnej sústave až po straty pri akumulácii a výrobe v zdroji. Potreba energie na prípravu teplej vody Q (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Q = Qw + Qw,dis + Qw,acc + Qw,gen + Waux$$

kde:
Qw - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
Qw,dis - tepelná strata podsystému distribúcie (kWh),
Qw,acc - tepelná strata podsystému akumulácie (kWh),
Qw,gen - tepelná strata podsystému výroby (kWh),
Waux - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 1.39: Energia na prípravu teplej vody	
Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	380
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	16 766
Hlavná energia na vstupe podsystému akumulácie (kWh):	18 275
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby (kWh):	18 554
Prídavná energia (kWh):	5
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	18 559

Tabuľka 1.40: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov	
zemný plyn (kWh):	9 324
elektrina (kWh):	9 235



Graf 1.6: Porovnanie spotreby energie na prípravu teplej vody s vypočítanou potrebou

1.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia

1.7.1 Systém osvetlenia

Elektrické osvetlenie v budovách je významným spotrebičom elektrickej energie. Jeho úlohou je zabezpečenie dobrých zrakových podmienok, hygieny zrakovej práce a vytvorenie príjemného a ergonomického svetelného prostredia.
Osvetľovacia sústava budovy bola rozdelená na priestorovo a funkčne menšie časti, aby bolo možné čo najobjektívnejšie:
• posúdiť parametre súčasného osvetlenia s požiadavkami uvedenými v STN EN 12464-1,
• určiť spotrebu energie na základe normalizovaných hodnôt uvedených v STN EN 15193,
• určiť priemerný ročný čas svietenia.
Z dôvodu overenia osvetlenosti a rovnomernosti osvetlenia je pre každý posudzovaný priestor potrebné vytvoriť sieť kontrolných bodov s približne štvorcovými bunkami. Rozstupy bodov kontrolnej siete sú navrhnuté v zmysle STN EN 12464-1. Pre jednoduchšie zobrazenie nameraných hodnôt osvetlenosti posudzovaného priestoru sú jednotlivé body kontrolnej siete pomenované alfabetickými znakmi v smere šírky posudzovaného priestoru a číselne v smere dĺžky tohto

priestoru. Namerané hodnoty osvetlenosti sú pre každý posudzovaný priestor zobrazené v číselnej a grafickej podobe.
Pre každý posudzovaný priestor je vypočítaná spotreba energie na základe normalizovaných hodnôt (STN EN 15193). Výsledky výpočtu spotreby energie sú vyčíslené pre súčasný stav osvetľovacej sústavy a pre stav po realizovaní navrhnutých opatrení modernizácie osvetľovacej sústavy. Následne sú uvedené predpoklady pre stanovenie činiteľov vstupujúcich do výpočtu spotreby energie.
Udržiavací činiteľ (Maintenance Factor) je vypočítaný na základe priemerného faktora zachovania osvetlenia (LLMF) uvedených svetelných zdrojov a nasledovných predpokladov udržiavania svietidla a miestnosti:
• stredne veľká miestnosť (K 2,5) s odrazivosťou 70/50/20 na strop, steny a podlahy v uvedenom poradí,
• čistiace intervaly svetelných zdrojov a svietidiel - 1x ročne,
• interval čistenia povrchov miestnosti - 1x za 6 rokov,
• nefunkčné svetelné zdroje sú ihneď nahradené.
Činiteľ využitia denného svetla (FD) je stanovený na základe činiteľa dostupnosti denného svetla (FD,S) ako funkcia stupňa presvetlenia priestoru denným svetlom a udržiavanej osvetlenosti pre zemepisnú šírku 48°.
V rámci návrhu modernizácie osvetľovacej sústavy sú všetky opatrenia navrhnuté tak, aby modernizované osvetlenie spĺňalo požiadavky uvedené v STN EN 12464-1.

Osvetlenie servisnej haly zabezpečujú v prevažnej väčšine lineárne žiarivky. Osvetľujú hlavne pracovné a komunikačné priestory. Žiarovky, kompaktné žiarivky a LED žiarovky sú v inštalovanú v technických miestnostiach, skladoch a sociálnych zariadeniach.

Osvetlenie garáží (vnútorné parkovanie trolejbusov) je zabezpečené sodíkovými výbojkami SHC s príkonom á 250 W. Priestory garáží nie sú vykurované. Sú využívané iba na parkovanie trolejbusov. Preto sme v energetickom audite spracovali iba oblasť osvetlenia priestoru garáží.

Vonkajšie osvetlenie nie je súčasťou tohto energetického auditu.

Navrhujeme vymeniť existujúce osvetlenie za LED svetelné zdroje.
V rámci nízko nákladových opatrení navrhujeme požadovať od zamestnancov vypínať osvetlenie v zónach, kde nevykonávajú prácu, alebo aj v montážnych jamách, pokiaľ to nie je kvôli práci potrebné.

Ak to nie je množné dosiahnuť, navrhujeme zvážiť inštalovanie automatizovaného zapínania a vypínania osvetlenia v jednotlivých pracovných zónach pomocou pohybových senzorov.

V časti garáži by výmenou sodíkových výbojok SHC za LED panely došlo k výraznému zníženiu príkonu svietidiel a celkovej spotreby el. energie.

Pri vonkajšom osvetlení navrhujeme tak isto zvážiť výmenu svietidiel za moderné LED osvetlenie. Úspora by mohla spotreby el. energie by mohla dosahovať okolo 40%.

Tabuľka 1.41: Osvetľovaný priestor č. 1	
Názov priestoru:	Sušiareň trolejbusov
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Skladištia a chladiarne
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Skladište a zásobárne
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	špinavé
Dostupnosť denného svetla:	nie
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	3.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	730
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.42: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 1									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	30	LED svetelná trubica T8	22	2	uzavreté IP 2X	20

Tabuľka 1.43: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 1	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	100
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	60
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 1.44: Osvetľovaný priestor č. 2	
Názov priestoru:	Hala ľahkej údržby s montážnymi jamami
Kategória priestoru:	Priemyselné činnosti a remeslá - Výroba a oprava automobilov
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Všeobecný servis vozidiel, oprava a testovanie
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	špinavé
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	4.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	2190
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.45: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 2									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	154	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	154

Tabuľka 1.46: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 2	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	300
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	22

Tabuľka 1.47: Osvetľovaný priestor č. 3	
Názov priestoru:	dielne v hale ľahkej údržby
Kategória priestoru:	Priemyselné činnosti a remeslá - Výroba a oprava automobilov
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Všeobecný servis vozidiel, oprava a testovanie
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	špinavé
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	3650
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.48: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 3									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	30	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	30

Tabuľka 1.49: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 3	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	300
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	22

Tabuľka 1.50: Osvetľovaný priestor č. 4	
Názov priestoru:	WC a sprchy
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Miestnosti na oddych, hygienu a prvú pomoc
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Šatne, umyvárne, kúpeľne, záchody
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	normálne
Dostupnosť denného svetla:	nie
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	730
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.51: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 4

Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	3	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	3
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	4	uzavreté IP 2X	4	LED svetelná trubica T8	16	4	uzavreté IP 2X	4
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	1	uzavreté IP 2X	6	LED svetelná trubica T8	16	1	uzavreté IP 2X	6
kompaktná žiarivka	12	1	uzavreté IP 2X	5	LED žiarovka	10	1	uzavreté IP 2X	5

Tabuľka 1.52: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 4	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 1.53: Osvetľovaný priestor č. 5	
Názov priestoru:	chodby
Kategória priestoru:	Komunikačné zóny v budovách
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Schody, eskalátory, pohyblivé chodníky
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	1095
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.54: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 5									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	2	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	2
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	1	uzavreté IP 2X	8	LED svetelná trubica T8	16	1	uzavreté IP 2X	8

Tabuľka 1.55: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 5	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	150
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	40
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 1.56: Osvetľovaný priestor č. 6	
Názov priestoru:	sklady
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Skladištia a chladiarne
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Skladište a zásobárne
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	špinavé
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.5
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	548
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.57: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 6									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
LED žiarovka	18	1	uzavreté IP 2X	31	LED žiarovka	18	1	uzavreté IP 2X	31
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	5	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	5
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	12	LED žiarovka	14	1	uzavreté IP 2X	12

Tabuľka 1.58: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 6	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	100
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	60
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 1.59: Osvetľovaný priestor č. 7	
Názov priestoru:	šatne
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Miestnosti na oddych, hygienu a prvú pomoc
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Šatne, umyvárne, kúpeľne, záchody
Systém spínania osvetlenia:	automaticky ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	730
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.60: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 7

Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	2	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	2
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	1	uzavreté IP 2X	10	LED svetelná trubica T8	16	1	uzavreté IP 2X	10

Tabuľka 1.61: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 7	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 1.62: Osvetľovaný priestor č. 8	
Názov priestoru:	kuchynka
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Miestnosti na oddych, hygienu a prvú pomoc
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Bufety, kuchynky
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	nie
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.5
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	730
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.63: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 8									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	4	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	4

Tabuľka 1.64: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 8	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	22

Tabuľka 1.65: Osvetľovaný priestor č. 9	
Názov priestoru:	kancelárie
Kategória priestoru:	Administratívne priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Písanie, písanie na stroji, čítanie, spracovanie údajov
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	3285
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.66: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 9									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	10	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	12
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	1	uzavreté IP 2X	1	LED svetelná trubica T8	26	1	uzavreté IP 2X	1

Tabuľka 1.67: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 9	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	500
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	19

Tabuľka 1.68: Osvetľovaný priestor č. 10	
Názov priestoru:	dielne
Kategória priestoru:	Priemyselné činnosti a remeslá - Výroba a oprava automobilov
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Všeobecný servis vozidiel, oprava a testovanie
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	špinavé
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	3650
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.69: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 10									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	15	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	22
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	3	len horná časť krytá	1			0		0

Tabuľka 1.70: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 10	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	300
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	22

Tabuľka 1.71: Osvetľovaný priestor č. 11	
Názov priestoru:	technické miestnosti
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Skladištia a chladiarne
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Skladište a zásobárne
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	špinavé
Dostupnosť denného svetla:	nie
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.5
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	37
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.72: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 11									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	10	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	10
kompaktná žiarivka	12	1	uzavreté IP 2X	2	LED žiarovka	12	1	uzavreté IP 2X	2
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	12	LED žiarovka	18	1	uzavreté IP 2X	12

Tabuľka 1.73: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 11	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	100
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	60
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 1.74: Osvetľovaný priestor č. 12	
Názov priestoru:	umyváreň trolejbusov
Kategória priestoru:	Priemyselné činnosti a remeslá - Výroba a oprava automobilov
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Všeobecný servis vozidiel, oprava a testovanie
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	nie
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	3.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	365
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.75: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 12									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	20	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	24

Tabuľka 1.76: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 12	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	300
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	22

Tabuľka 1.77: Osvetľovaný priestor č. 13	
Názov priestoru:	kotolňa
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Skladištia a chladiarne
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Skladište a zásobárne
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	normálne
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	3.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	73
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.78: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 13									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	10	LED svetelná trubica T8	22	2	uzavreté IP 2X	12

Tabuľka 1.79: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 13	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	100
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	60
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 1.80: Osvetľovaný priestor č. 14	
Názov priestoru:	Garáže - parkovanie trolejbusov
Kategória priestoru:	Miesta zhromažďovania na verejnosti - Verejné parkoviská (vnútorné)
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Parkovacie plochy
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	normálne
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	4.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	180
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.81: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 14									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
vysokotlaká ortuťová výbojka	250	1	uzavreté IP 2X	90	LED panel	150	1	uzavreté IP 2X	55

Tabuľka 1.82: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 14	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	75
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	40
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	0

1.7.2 Energia na osvetlenie

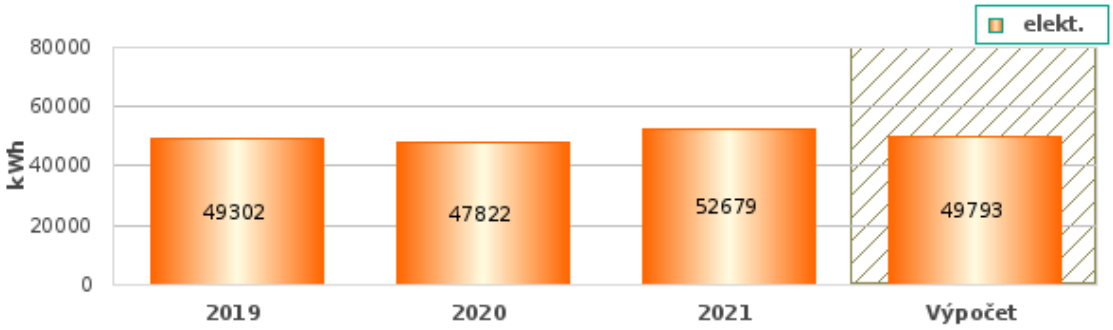
Potreba energie na osvetlenie závisí od celkového príkonu osvetľovacej sústavy (kW) a priemerného ročného času svietenia (hod.). Jednotlivé priestory v budove nemávajú rovnaký ročný čas svietenia, a to z dôvodu:
• rozdielneho využitia (napr. administratívne priestory, chodby, sklady, ...),
• rozdielnej dostupnosti denného svetla a stupňa presvetlenia denným svetlom,
• rozdielnej farby stien, ktorá ovplyvňuje odrazivosť svetla,
• rozdielneho systému spínania osvetlenia (automatické spínanie prostredníctvom senzorov, manuálne spínanie s rizikom nevypnutia osvetlenia pri odchode).
Potreba energie na osvetlenie Qlt (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Qlt = \Sigma (Pn * tn)$$

kde:
Pn - celkový príkon v n-tom priestore (kW). Pri výpočte potreby energie na osvetlenie súčasného stavu je celkový príkon v n-tom priestore korigovaný faktorom funkčnosti svetelných zdrojov.
tn - čas využitia osvetlenia v n-tom priestore (h).

Tabuľka 1.83: Energia na osvetlenie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	47 954	25 276
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	49 793	33 739



Graf 1.7: Porovnanie spotreby energie na osvetlenie s vypočítanou potrebou

1.8 Ekonomické hodnotenie

Na zníženie energetickej náročnosti objektov, zníženie nákladov na vykurovanie a osvetlenie, zlepšenie kvality obalových konštrukcií a vnútornej tepelnej pohody boli navrhnuté nižšie uvedené opatrenia. Každé opatrenie je ekonomicky vyhodnotené metódou Doba návratnosti. Táto metóda udáva počet rokov, za ktoré sa vložené finančné prostriedky do opatrení energetickej efektívnosti vrátia z dosahovaných úspor nákladov na energiu. Dobu návratnosti môžeme použiť ako:
• statickú metódu, ktorá nezohľadňuje faktor času, t.j. jednoduchú dobu návratnosti,
• dynamickú metódu, kedy zohľadníme faktor času tým, že doplníme dobu návratnosti o diskontovanie ročných finančných tokov (úspor nákladov na energiu), t.j. diskontovaná doba návratnosti.

Výpočet jednoduchej doby návratnosti sa vykoná podľa vzorca:
DN = IN / CF
kde:
DN – doba návratnosti (roky),
IN – investičné náklady,
CF - ročný finančný tok (úspora nákladov na energiu).

Diskontovaná doba návratnosti sa určí podobne ako jednoduchá doba návratnosti ale s rozdielom diskontovania ročného finančného toku podľa vzorca:
$DCF = CF / (1+i)^{n}$
kde:
DCF – diskontovaný ročný finančný tok,
CF - ročný finančný tok (úspora nákladov na energiu),
i - diskontná sadzba
n - rok ku ktorému sa DCF počíta.

Reálna diskontná sadzba je stanovená z nominálnej diskontnej sadzba so zohľadnením ročnej miery inflácie. Nominálna diskontná sadzba sa určí na základe nákladov na kapitál. V prípade financovania kombináciou vlastného a cudzieho kapitálu, je nominálna diskontná sadzba určená váženým priemerom nákladov na celkový kapitál (metóda WACC). Percentuálne vyjadrenie diskontnej sadzby je diskontná miera.

Ekonomické prínosy sú kalkulované na základe bilančných cien energie uvedených v EA. Výška investičných nákladov a ekonomické hodnotenie jednotlivých variantov vychádza z obvyklých cien strojov, zariadení, stavebných materiálov a prác v dobe spracovania tohto energetického auditu. V ekonomickom hodnotení bola uvažovaná výška inflácie 10% a miera ročného nárastu cien energií 12%. Údaj o priemernej ročnej inflácii je zo ŠÚ SR za obdobie 01-07/2022.
Nárast cien energie je ťažko predikovateľný, pričom podľa prognózy NBS je predpokladaný nárast cien energie v roku 2022 na úrovni 17,2%, v roku 2023 až 42,3% a v roku 2024 by ceny energie mali klesnúť o 1,5%. Nakoľko investície do obnovy budov majú dlhodobú návratnosť (20 rokov a viac), priemerný ročný nárast cien energie v dlhodobom časovom horizonte je stanovený na 12%.

Tabuľka 1.84: Základné údaje pre ekonomické hodnotenie

Miera ročného nárastu cien energií (%):	12,0
Priemerná ročná miera inflácie (%):	10,0
Nominálna diskontná miera (%):	2,8
Reálna diskontná miera (%):	-6,5

Tabuľka 1.85: Cena energie v členení podľa energetických nosičov	
Energetický nosič	Cena bez DPH (EUR/kWh)
zemný plyn	0,175
elektrina	0,126

Tabuľka 1.86: Ekonomické hodnotenie navrhovaných opatrení energetickej efektívnosti							
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Potreba energie pôvodný stav (kWh)	Potreba energie navrhovaný stav (kWh)	Úspora energie (kWh) *	Úspora nákladov na energiu (€)	Investičný náklad (€)	Jednoduchá doba návratnosti (roky)	Diskontovaná doba návratnosti (roky)
stena zvislá nad terénom	964 706	852 755	111 951	19 567,81	178 100,00	9,10	5,08
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	964 706	813 182	151 524	26 484,75	162 500,00	6,14	3,87
otvorové konštrukcie	964 706	957 563	7 143	1 248,51	38 230,00	30,62	9,98
vykurovací systém	964 706	924 013	40 693	7 121,27	78 000,00	10,95	5,70
systém osvetlenia	964 706	948 652	16 054	2 022,80	75 469,00	37,31	10,90
všetky opatrenia spolu	964 706	649 777	314 929	54 268,70	532 299,00	9,81	5,32
* Kombináciou jednotlivých opatrení nie je možné dosiahnuť úspory rovnajúce sa jednoduchému aritmetickému súčtu úspor jednotlivých opatrení, nakoľko zmena parametrov jednej stavebnej konštrukcie alebo technického zariadenia určitou mierou výpočtovo ovplyvňuje aj ostatné časti predmetu energetického auditu, pričom táto miera ovplyvňovania závisí od druhu a komplexnosti navrhovaných opatrení.							

1.9 Environmentálne hodnotenie

Šetrenie energiou neprináša len finančnú úsporu ale zároveň sa znižujú emisie, ktoré vznikajú pri jej výrobe a to znížením spotreby prvotného energetického nosiča. Niektoré energetické nosiče (hlavne palivá) produkujú pri horení do ovzdušia znečisťujúce látky. K základným znečisťujúcim látkam patria: tuhé znečisťujúce látky (TZL), oxid siričitý (SO_2),oxidy dusíka (NOx) a oxid uhoľnatý (CO). Medzi sledované emisie patrí aj CO_2, nakoľko je hlavným prispievateľom skleníkovému efektu .
Hodnota produkovaných emisií sa stanoví výpočtom na základe emisných faktorov a energie obsiahnutej v spotrebovanom energetickom nosiči. Emisný faktor je hodnota emisie znečisťujúcej látky (kg) pre daný druh paliva, vztiahnutá na jednotku energie.

Tabuľka 1.87: Emisné faktory energetických nosičov

Energetický nosič	CO_2 (kg/kWh)	TZL (kg/MWh)	SO_2 (kg/MWh)	NOx (kg/MWh)	CO (kg/MWh)
zemný plyn	0,2200	0,008342	0,001001	0,176573	0,062913
elektrina	0,1670	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Tabuľka 1.88: Emisie CO_2

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	208 329	183 726	24 604
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	208 329	175 029	33 301
otvorové konštrukcie	208 329	206 760	1 570
vykurovací systém	208 329	199 377	8 952
systém osvetlenia	208 329	205 648	2 681
všetky opatrenia spolu	208 329	139 958	68 372

Tabuľka 1.89: Emisie TZL

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	7,4	6,5	0,9
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	7,4	6,2	1,3
otvorové konštrukcie	7,4	7,4	0,1
vykurovací systém	7,4	7,1	0,3
systém osvetlenia	7,4	7,4	0,0
všetky opatrenia spolu	7,4	4,9	2,5

Tabuľka 1.90: Emisie SO_2			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,9	0,8	0,1
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,9	0,7	0,2
otvorové konštrukcie	0,9	0,9	0,0
vykurovací systém	0,9	0,9	0,0
systém osvetlenia	0,9	0,9	0,0
všetky opatrenia spolu	0,9	0,6	0,3

Tabuľka 1.91: Emisie NOx			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	157,3	137,6	19,7
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	157,3	130,7	26,6
otvorové konštrukcie	157,3	156,1	1,3
vykurovací systém	157,3	150,1	7,2
systém osvetlenia	157,3	157,3	0,0
všetky opatrenia spolu	157,3	104,8	52,6

Tabuľka 1.92: Emisie CO			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	56,1	49,0	7,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	56,1	46,6	9,5
otvorové konštrukcie	56,1	55,6	0,4
vykurovací systém	56,1	53,5	2,6
systém osvetlenia	56,1	56,1	0,0
všetky opatrenia spolu	56,1	37,3	18,7

1.10 Realizácia projektu prostredníctvom garantovanej energetickej služby

Garantovaná energetická služba (ďalej aj „GES“) spočíva v tom, že finančné prostriedky potrebné na prípravu a realizáciou projektu zameraného na efektívnosť pri používaní energie zabezpečuje poskytovateľ GES. Spotrebiteľ energie (prijímateľ energetickej služby) ich potom spláca postupne z dosiahnutých úspor nákladov na energiu. V praxi to znamená, že prijímateľ GES nemusí na realizáciu projektu vynakladať žiadne ďalšie finančné prostriedky. Na nákup energie, splátky investície a odmenu za službu počas obdobia trvania zmluvného vzťahu mu postačuje rovnaký objem financií ako by vynakladal na nákup energie bez realizácie projektu a k dispozícii bude mať obnovenú budovu alebo technické zariadenie. Poskytovateľ GES znáša všetky riziká v prípade, že realizáciou projektu sa nedosiahnu plánované t. j. garantované úspory.
Navrhované opatrenia energetickej efektívnosti sú posúdené aj z pohľadu ich realizácie prostredníctvom GES projektu, pričom cieľom posúdenia je:
• modelovo vyčísliť príklad splácania projektu GES tak, aby pre subjekt verejnej správy bol podkladom pre rozhodovanie začať realizovať takýto projekt,
• príprava štandardnej dokumentácie pre prípravnú fázu projektu GES a realizáciu verejného obstarávania.

Vo verejnom obstarávaní GES subjekt verejnej správy obstaráva dosiahnutie energetických úspor ako takých, čiže obstaráva službu, nie konkrétne technické riešenie, ktorým sa má výsledok dosiahnuť.
Podkladom pre realizáciu verejného obstarávania je stanovenie východiskovej, čiže referenčnej hodnoty spotreby energie v budove vrátane uvedenia hodnôt vstupných parametrov (počasie, rozsah a spôsob využitia, atď.) a stanovenie minimálnej hodnoty úspory energie, ktorá sa má obnovou dosiahnuť.

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

Tabuľka 1.93: Referenčná hodnota spotreby energie

	Vykurovanie	Príprava teplej vody	Nútené vetranie	Osvetlenie
zemný plyn (kWh):	881 687	9 324	0	0
elektrina (kWh):	14 667	9 235	0	49 793

Referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pre 2211 dennostupňov, ktoré

sú určené na základe:
- priemernej vonkajšej teploty vykurovacieho obdobia: 5.51°C,
- počtu vykurovacích dní: 195,
- vnútornej výpočtovej teploty: 16.85°C.
Spotrebu energie na vykurovanie výrazne ovplyvňuje aj vetranie, pričom referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pri objemovom toku vzduchu: 26476.32 m³/h.
Referenčná hodnota spotreby energie na prípravu teplej vody je stanovená pre ročnú spotrebu teplej vody 380 m³.
Referenčná hodnota spotreby energie na osvetlenie je stanovená pre celkový príkon osvetľovacej sústavy 47954 W a priemerný ročný čas svietenia 1038 hodín.

Tabuľka 1.94: Minimálna ročná hodnota úspory energie a úspory nákladov na energiu

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Minimálna hodnota úspory energie (kWh) *	Minimálna hodnota úspory nákladov (EUR) **
stena zvislá nad terénom	89 560	15 650,00
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	121 210	21 180,00
otvorové konštrukcie	5 710	990,00
vykurovací systém	32 550	5 690,00
systém osvetlenia	12 840	1 610,00
všetky opatrenia spolu	251 940	43 410,00

* Určené vo výške 80% z vypočítanej úspory energie a zaokrúhlené na celé desiatky nadol.
** Určené na základe cien energie bez DPH uvedených v časti Ekonomické hodnotenie.

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

Úspora energie pri vykurovaní je medziročne ovplyvňovaná rutinnými zmenami spôsobenými hlavne zmenami počasia počas vykurovacej sezóny, zmenou vnútornej teploty vykurovaných priestorov alebo zmenou intenzity vetrania. Vplyv počasia a vnútornej teploty vykurovaných priestorov je možné kvantifikovať prostredníctvom dennostupňov a prepočet garantovaných úspor energie je možné realizovať zmluvne dohodnutým vzorcom. V prípade modelového príkladu pre všetky navrhnuté opatrenia je spôsob prepočtu garantovaných úspor energie na vykurovanie približne určený lineárnou interpoláciou nasledovne:
• ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku menší ako 2211, použije sa vzorec:
USP = (896354 - (472697 + (DST - 1768.8) * 282.185)) * 0.8,
• ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku väčší ako 2211, použije sa vzorec:
USP = (896354 - (597479 + (DST - 2211) * 1321.099)) * 0.8,
kde:
USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),
DST - počet dennostupňov v hodnotenom kalendárnom roku.
Nakoľko úspora energie v závislosti na zmene dennostupňov nemá lineárny priebeh, presnú hodnotu prepočítanej garantovanej úspory energie odporúčame stanoviť rovnakým výpočtom ako bola stanovená prvotná výška garantovanej úspory energie.
V prípade zmeny intenzity vetrania môže nastať problém, nakoľko výmena vzduchu pri prirodzenom vetraní závisí od správania používateľov budovy a objemový tok vzduchu sa v tomto prípade nedá merať. Riešením môže byť inštalácia mechanického vetracieho systému, ktorým sa bude regulovať výmena vzduchu v závislosti od nastavenia takéhoto systému.

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

$$USP = (49793 - (33739 + (HOD - 1038) * 32.5434)) * 0.8$$

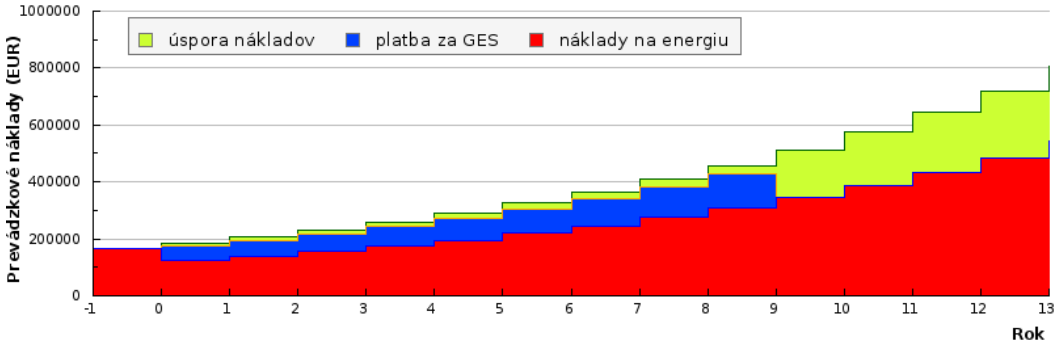
kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

HOD - priemerný počet prevádzkových hodín osvetlenia v hodnotenom roku.

Tabuľka 1.95: Modelový príklad využitia GES pri realizácii navrhovaných opatrení energetickej efektívnosti						
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Dĺžka trvania zmluvného vzťahu (roky)	Investícia financovaná poskytovateľom GES (€)	Celkové garantované úspory (€)	Kumulatívna hodnota platieb za GES (€)	Kumulatívna hodnota odmeny za služby (€)	Výška mesačnej platby za GES (€)
stena zvislá nad terénom	15,17	178 100,00	237 466,06	237 466,06	59 366,06	1 304,17
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	10,23	162 500,00	216 666,67	216 666,67	54 166,67	1 765,00
otvorové konštrukcie	51,49	38 230,00	50 977,45	50 977,45	12 747,45	82,50
vykurovací systém	18,28	78 000,00	103 999,27	103 999,27	25 999,27	474,17
systém osvetlenia	62,50	75 469,00	100 622,83	100 622,83	25 153,83	134,17
všetky opatrenia spolu	16,35	532 299,00	709 733,31	709 733,31	177 434,31	3 617,50

Východiskové predpoklady modelového príkladu:
Všetky opatrenia sú v plnej miere financované poskytovateľom GES.
Investičné výdavky a garantované úspory nákladov na energie sú vyčíslené bez DPH, tým pádom to má vplyv aj na výšku platieb za GES.
Celkové garantované úspory sú vyčíslené v stálych cenách základného obdobia, teda nie je zohľadnená inflácia.
Odmena za služby je stanovená vo výške 25% z platby za GES.
Úspory energie sú dosahované presne vo výške minimálnej hodnoty úspory energie.
Predpokladaná hodnota zákazky je zhodná s kumulatívnou hodnotou platieb za GES.



Graf 1.8: Časové znázornenie projektu GES pre realizáciu všetkých navrhovaných opatrení, za predpokladu ročného nárastu cien energie o 12.0% (zmluvný vzťah 9 rokov)

Medziročný nárast cien energie skracuje dĺžku trvania zmluvného vzťahu. Je to evidentné z predchádzajúceho grafu, kde pri náraste cien energie o 12.0%, sa skráti doba splácania približne o 7 rokov. V čase prípravy projektu financovaného prostredníctvom GES je problematické predikovať infláciu cien energie na dlhšie obdobie ako 2 roky, z toho dôvodu bol modelový príklad kalkulovaný v stálych cenách energetických nosičov.

Pre vyššie uvedený modelový príklad sa predpokladá 100% financovanie so zdrojov poskytovateľa GES a celkové garantované úspory sa rovnajú kumulatívnej hodnote platieb za GES. V takomto prípade projekt spĺňa obidve podmienky a nezapočítava sa do verejného dlhu.

Vzhľadom na dlhý čas trvania zmluvného vzťahu vyššie uvedeného modelového príkladu sa predpokladá nízky záujem o financovanie projektu zo strany poskytovateľov GES. Z tohto dôvodu je navrhnuté financovanie projektu z viacerých zdrojov, čím sa predpokladá skrátenie času trvania zmluvného vzťahu. Miera financovania projektu je navrhnutá nasledovne:
- zdroje poskytovateľa GES: 54,82 %
- granty EÚ: 45,18 %

Tabuľka 1.96: Návrh financovania modelového príkladu projektu GES z viacerých zdrojov

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Investičný náklad (€)	Zdroj financovania
stena zvislá nad terénom	178 100,00	zdroje poskytovateľa GES
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	162 500,00	grant EÚ
otvorové konštrukcie	38 230,00	zdroje poskytovateľa GES
vykurovací systém	78 000,00	grant EÚ
systém osvetlenia	75 469,00	zdroje poskytovateľa GES

Tabuľka 1.97: Modelový príklad projektu GES pri financovaní z viacerých zdrojov

Priemerné ročné náklady na energiu pred realizáciu projektu GES (€)	165 212,50	Zdroje poskytovateľa GES (€)	291 799,00
Garantované ročné úspory (€)	43 410,00	Verejné národné zdroje (€)	0,00
Ročné platby za GES (€)	43 410,00	Grant EÚ (€)	240 500,00
Trvanie zmluvy (roky)	8,96	Vlastné neverejné zdroje (€)	0,00
Garantované úspory (%)	26,28	Kapitálové výdavky (€)	532 299,00
Testy Eurostatu pre nezapočítanie záväzkov GES do verejného dlhu			
1. Financovanie z verejných zdrojov <50%			splnené (0%)
2. Σ garantované úspory ≥ Σ platby za GES + financovanie z verejných národných zdrojov			splnené (389066 >= 389066)
Splnenie obidvoch podmienok testu znamená, že GES nemá dôsledok na výšku dlhu verejnej správy.			

Efektívny projekt pre financovanie prostredníctvom GES by mal zahŕňať len opatrenia, ktorých realizácia ovplyvní energetickú efektívnosť predmetu projektu. Iné opatrenia, ktoré nemajú vplyv na energetickú efektívnosť, zvyšujú investičnú náročnosť projektu bez vplyvu na úsporu nákladov na energiu, a tým pádom predlžujú trvanie zmluvného vzťahu projektu GES. Z toho dôvodu je v nasledovnej tabuľke uvedené vyjadrenie k realizovateľnosti jednotlivých navrhovaných opatrení formou GES.
Ako vhodné môžu byť vyhodnotené aj opatrenia s dobou ekonomickej návratnosti kratšou ako 8 rokov alebo s veľmi dlhou dobou návratnosti, nakoľko dôležité je posúdenie návratnosti celého projektu, t.j. súboru všetkých navrhovaných opatrení.

Tabuľka 1.98: Realizovateľnosť navrhovaných opatrení formou GES	
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Realizovateľnosť formou GES
stena zvislá nad terénom	áno
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	áno
otvorové konštrukcie	áno
vykurovací systém	áno
systém osvetlenia	áno

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

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

Tieto uvedené faktory spolu so zvoleným zdrojom financovania projektu výrazne vplývajú na dĺžku trvania zmluvného vzťahu a výšku platieb za GES. Z toho dôvodu je objektívne vykonanie testov Eurostatu pre nezapočítanie záväzkov GES do verejného dlhu možné až na základe reálneho projektu.
Vo všeobecnosti je možné konštatovať, že vhodný projekt na financovanie prostredníctvom GES má dĺžku trvania zmluvného vzťahu maximálne 15 rokov.

Navrhované opatrenia na zvýšenie energetickej efektívnosti boli zhodnotené z hľadiska splnenia podmienok na realizáciu formou GES. Z hľadiska časovej dĺžky poskytovania GES je zrejmé, že realizácia navrhovaných opatrení formou GES je reálna pri všetkých objektoch: servisná hala (8,96 roka), vrátnica (9,52 roka) a meniareň (10,53 roka) a pri administratívnej budove (13,45 rokov). Minimálna doba trvania zmluvy o poskytovaní GES je 8 rokov a z hľadiska návratnosti finančných zdrojov by nemala presiahnuť 15 rokov. Pri súčasnom zdražovaní stavebných materiálov a prudkých pohyboch cien energií je možné predĺženie, ale aj skrátenie doby trvania zmluvy.

1.11 Návrh merania spotreby energie

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

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

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

Inštalácia inteligentných meracích systémov
Inteligentný merací systém je súbor zariadení zložený z určeného meradla a ďalších technických prostriedkov, ktorý umožňuje zber, spracovanie a prenos nameraných údajov o výrobe alebo spotrebe

energie, alebo energetického média. Ide o elektronický systém, ktorý je schopný merať spotrebu energie a pridávať k tomu viac informácií ako konvenčné meradlo, a ktorý je schopný vysielať a prijímať dáta s využitím niektorej formy elektronickej komunikácie.

Pre transparentné monitorovanie spotreby energie navrhujeme, aby poskytovateľ GES prostredníctvom nainštalovaných meračov priebežne a na vlastné náklady monitoroval spotrebu energie v budove a v jednotlivých technických systémoch, aby v súčinnosti s prijímateľom GES mohli priebežne vyhodnocovať dosahované úspory najmenej jedenkrát ročne.
V prípade neprimerane vysokých nákladov na podružné merania vzhľadom na výšku úspory je možné pristúpiť aj k vyhodnoteniu paušálnych úspor, ktoré musia byť hodnoverným spôsobom podložené zo strany poskytovateľa GES pred uzatvorením zmluvy o GES (napr. elektrická energia – čerpadlá, ventilátory, osvetlenie a pod.).

Na vyhodnotenie úspor energie v zmysle metodiky vyhodnotenia úspor, popri štandardnom meraní spotreby energie odporúčame nainštalovať nasledovné podružné meradlá:

Vzhľadom k tomu, že všetky činnosti v objekte sú závislé na elektrickej energii, ktorej spotreba je meraná jedným podružným elektromerom , odporúčame rozčleniť a merať spotrebu elektrickej energie na jednotlivé činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu elektrickej energie podľa objektov (logických celkov), a to:
1. vrátnica
2. servisná hala
3. administratívna budova
4. meniareň
5. vonkajšia osvetlenie areálu

V rámci objektu vrátnica odporúčame merať spotrebu elektrickej energie zvlášť na vykurovanie, prípravu teplej vody a osvetlenie.
V objekte servisná hala odporúčame merať spotrebu el. energie zvlášť pre kotolňu, pre ohrev TÚV, osvetlenie a ostatné technické zariadenia.
V administratívnej budove odporúčame merať spotrebu elektrina zvlášť na osvetlenie a ostanú spotrebu (prípadne ešte na chladenie, ak by bola inštalovaná väčšia klimatizačná jednotka).
V meniarni odporúčame merať spotrebu elektrickej energie zvlášť na vykurovanie, osvetlenie a ostatnú spotrebu technických zariadení.
Spotrebu elektriny na vonkajšie osvetlenie areálu netreba zvlášť podrobnejšie merať.

Spotreby vody v areáli je meraná jedným fakturačným vodomerom. Odporúčame rozčleniť a merať spotrebu vody na jednotlivé činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu vody podľa objektov (logických celkov), a to:
1. vrátnica
2. servisná hala
3. administratívna budova
4. meniareň

V rámci objektu vrátnica a odporúčame zvlášť merať spotrebu vody (suroviny) na prípravu teplej vody.
V servisnej hale odporúčame zvlášť merať spotrebu vody (suroviny) na prípravu teplej vody, prípadne spotrebu vody na upratovanie trolejbusov, spotrebu vody na umývanie trolejbusov a spotrebu teplej vody v servisnej hale, spotrebu studenej vody na osobnú hygienu.
V administratívnej budove odporúčame merať zvlášť spotrebu teplej a zvlášť studenej vody.
Pre objekt meniarne tiež odporúčame merať spotrebu studenej a teplej vody osobitne.

Výroba a spotreba tepla vyrobeného v centrálnej plynovej kotolni nie je vôbec meraná. Odporúčame rozčleniť a merať spotrebu tepla na jednotlivé objekty činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu vody podľa objektov (logických celkov), a to:
1. servisná hala

2. administratívna budova
3. meniareň

V servisnej hale odporúčame inštalovať merače tepla na registráciu spotreby tepla zvlášť v umyvárni trolejbusov, zvlášť v servisnej hale, zvlášť v sušiarni trolejbusov a zvlášť na ohrev
TÚV.
V administratívnej budove odporúčame inštalovať merač tepla na vstupe rozvodov ÚK do budovy.
V budove meniarne odporúčame inštalovať merač tepla na vstupe rozvodov ÚK do budovy.

2. Administratívna budova

2.1 Lokalizácia

Tabuľka 2.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu	
Adresa (ulica, číslo):	Hroboňova 1
Obec:	BA-m.č. Staré Mesto
Okres:	Bratislava I
Nadmorská výška (m n.m.):	187

2.2 Charakteristika predmetu energetického auditu

V areáli vozovne na Hroboňovej ulici v Bratislave sa nachádzajú objekty: vrátnica, a budova servisnej haly spojená s administratívnou budovou a meniarňou. Areál sa nachádza v zastavanom území mesta. Okolitú zástavbu tvoria rodinné domy.
Vrátnica je samostatne stojaci objekt pri vstupe do areálu.
Servisná hala je rozdelená na vykurovanú a nevykurovanú časť. Nevykurovaná časť - garáže - spája servisnú halu s administratívnou budovou z juhovýchodnej strany. Na nevykurovanú časť haly je vypracovaný energetický audit iba v časti osvetlenie.
Dopravné prostriedky a vonkajšie osvetlenie tiež nie sú zaradené do predmetu energetického auditu.

Administratívna budova je postavená na parc. č. 4747/1 v k. ú. Staré Mesto. Budova haly je jednopodlažná. Budova je orientovaná pozdĺžne zo juhozápadu na severovýchod. Zo severozápadnej strany je spojená so servisnou halou a z juhozápadnej strany je spojená s meniarňou.

Budova je trojpodlažná, poskytuje priestory zázemia pre vodičov a priestory pre administratívnych zamestnancov.

Pri získavaní informácií o budove sme nezistili žiadne obmedzenia, ktoré by bránili realizácií navrhovaných opatrení, ako napr. pamiatková ochrana alebo iné technické obmedzenia. Podľa stanoviska obce nie je táto budova pamiatkovo chránená.

Budova je rozdelená na 2 časti. Asi polovicu I. NP využívajú vodiči MHD v režime nonstop. Zvyšok budovy používa administratívny personál v režime 8 hod x 5 pracovných dní. Z toho vychádza priemerný čas využitia 18hod.
Podľa údajov zadávateľa energetického auditu sme vypočítali aj priemerný počet osôb v budove, sú to 3 muži a 1 žena.

Tabuľka 2.2: Prevádzkový režim		
Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Prevádzkový režim celého objektu	365	18

2.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 2.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m²):	A	408
Obvod zastavanej plochy (m):	P_F	109
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m³):	V_B	4 026
Počet nadzemných podlaží:	N	3
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L_B	3,30
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	ΣA_i	1 886
Faktor tvaru budovy (m⁻¹):	$\Sigma A_i/V_B$	0,47
Celková podlahová plocha budovy (m²):	A_B	1 177

Tabuľka 2.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m²)
administratívna budova	1 177

2.4 Energetické vstupy a výstupy

Prehľad o energetických vstupoch a nákladoch na energie v predchádzajúcich kalendárnych rokoch je spracovaný na základe údajov o vyfakturovaných množstvách jednotlivých druhov energetických nosičov. Energetické vstupy sú podrobnejšie členené podľa účelu spotreby na:

- vykurovanie (UK),
- prípravu teplej vody (TV),
- vetranie (VET),
- osvetlenie (OSV),
- ostatné - zahŕňa inú spotrebu ako vyššie uvedené.

Spotreba energie uvedená v členení podľa účelu obsahuje aj pomernú časť prípadných strát z výroby a rozvodu energie, vzniknutých v objekte energetického auditu.
Uvedené náklady obsahujú len variabilnú zložku obstarávacej ceny energetických nosičov, t.j. obsahuje len zložky ceny súvisiace s množstvom dodanej energie. Takto okliešťená hodnota nákladu je z dôvodu objektívneho výpočtu ekonomickej návratnosti navrhovaných racionalizačných opatrení. Náklady na energie sú uvedené bez DPH.

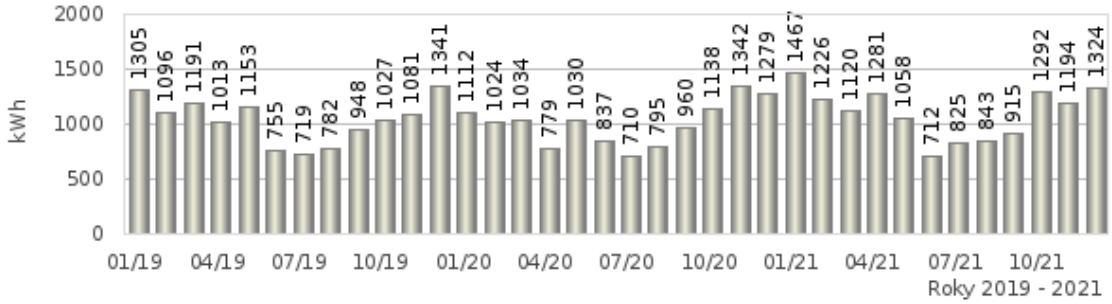
2.4.1 Elektrina

Elektrická energia je dodávaná do areálu vozovne cez 1 odberné miesto. Používa sa len na napájanie trolejových sietí a podružným nefakturačným elektromerom je meraná spotreba elektriny v areáli vozovne. Táto elektrina sa využíva na osvetlenie objektov a vonkajšieho areálu, na prevádzku strojov a náradia v servisnej hale, prevádzku kancelárskej techniky, ohrev TÚV v lete, vykurovanie časti objektu meniarne, vykurovanie a ohrev TÚV v objekte vrátnice.
Rozdelenie spotreby el. energie podľa objektov a podľa činností (účelov) je v prílohe č. 2.
Vzhľadom k prudkému rastu cien el. energie v r. 2022 uvádzame cenu elektriny pre vyhodnocovanie ekonomických opatrení (iba časť ceny, ktorú tvoria variabilné náklady), ktorá dosiahla 0,126 €/kWh.
Vzhľadom k tomu, že cena el. energie veľmi kolíše a má rastúcu tendenciu, navrhujeme inštaláciu fotovoltického systému. 15 minútové profily spotreby elektriny nie sú k dispozícii, preto navrhujeme len ako model inštalovaný výkon fotovoltického systému na 50 kWp pre celý areál vozovne (podľa podobnej vozovne na Betliarskej ulici v Petržalke). Hlavným kritériom bolo aby vznikali minimálne prebytky výroby elektriny. Ekonomické hodnotenie zavedenia fotovoltického systému je v prílohe č. 4.

Tabuľka 2.5: Spotreba - elektrina		
Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2019	12 412	1 207,66
2020	12 040	1 152,50
2021	13 262	1 505,68
Priemer:	12 571	

Tabuľka 2.6: členenie podľa účelu spotreby					
Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2019	0	0	248	8 402	3 762
2020	0	0	240	8 150	3 650
2021	0	0	264	8 978	4 020
Priemer:	0	0	251	8 510	3 811

Mesačný priebeh spotreby elektrickej energie poukazuje na zmeny vo vyťaženosti objektu, zmeny v zaťažení vykurovaním a podielom slnečného svitu počas roka.



Graf 2.1: Priebeh spotreby el. energie v r. 2019 - 2021

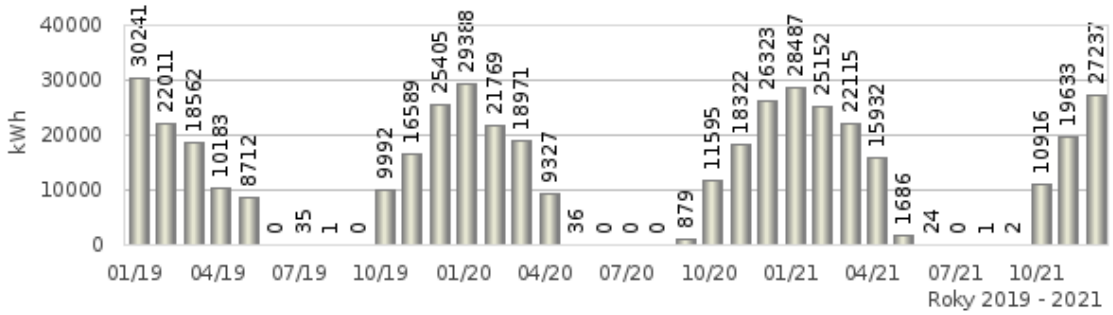
2.4.2 Teplo CZT

Administratívna budova je vykurovaná teplom z plynovej kotolne umiestnenej objekte servisnej haly. Zemný plyn je dodávaný do areálu vozovne cez 1 odberné miesto. Používa sa len na vykurovanie objektov okrem vrátnice a ohrev TÚV:
Rozdelenie spotreby zemného plynu podľa objektov a podľa činností (účelov) je v prílohe č. 3.
Vzhľadom k prudkému rastu cien zemného plynu v r. 2022 uvádzame cenu zemného plynu pre vyhodnocovanie ekonomických opatrení (iba časť ceny, ktorú tvoria variabilné náklady), ktorá dosiahla 0,175€/kWh.

Tabuľka 2.7: Spotreba - teplo CZT		
Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2019	141 732	3 414,32
2020	136 611	3 288,22
2021	151 185	2 943,57
Priemer:	143 176	

Tabuľka 2.8: členenie podľa účelu spotreby					
Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2019	134 045	7 687	0	0	0
2020	129 202	7 409	0	0	0
2021	142 986	8 199	0	0	0
Priemer:	135 411	7 765	0	0	0

Mesačný priebeh podielu fakturovanej spotreby zemného plynu pre administratívnu budovu poukazuje na zmeny v zaťažení vykurovaním a podielom ohrevu teplej vody počas roka.



Graf 2.2: Priebeh spotreby plynu v r. 2019 - 2021

2.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania

2.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky

Spotreba tepla na vykurovanie je ovplyvňovaná klimatickými podmienkami daného územia, pričom náročnosť vykurovacieho obdobia je charakterizovaná veličinou dennostupeň. Dennostupne (°D) vyjadrujú rozdiel medzi priemernou vonkajšou teplotou a vnútornou teplotou vzduchu počas vykurovania. Čím sú klimatické podmienky náročnejšie, t.z. čím je vonku chladnejšie, tým je počet dennostupňov vyšší. Zjednodušene sa dennostupne určujú ako súčin počtu vykurovacích dní a rozdielu medzi priemernou vonkajšou a vnútornou teplotou vzduchu počas výpočtového obdobia. Výpočtovým obdobím je jeden kalendárny rok.
Dennostupne sa vypočítajú podľa vzorca: $°D = d * (\theta_i - \theta_{ex})$, kde:
d - priemerný počet vykurovacích dní,
θ_i - vnútorná výpočtová teplota,
θ_{ex} - priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia.

Priemerný počet vykurovacích dní - pre prevádzkové hodnotenie je stanovený ako aritmetický priemer skutočného počtu vykurovacích dní v kalendárnom roku. Pre normalizované hodnotenie je hodnota stanovená na základe STN EN ISO 13790/NA v počte 212 vykurovacích dní.

Vnútorná výpočtová teplota - v prípade prevádzkového hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer vnútorných teplôt pričom váhou je plocha vykurovaného priestoru. V prípade prerušovaného vykurovania je tiež zohľadnená teplota počas útlmu a v čase prevádzky vykurovacieho systému, pričom váhou je počet hodín prevádzky vykurovacieho systému. Pri návrhu vykurovacieho systému do výpočtu vstupuje normová hodnota vnútornej výpočtovej teploty, nakoľko vykurované priestory mohli byť v minulosti nedokurované alebo prekurované.
V prípade normalizovaného hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer normalizovaných vnútorných

teplôt, pričom váhou je podlahová plocha jednotlivých kategórií budovy. Vnútorná výpočtová teplota je stanovená v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z.z., pričom zohľadňuje skutočné uplatňovanie prerušovaného vykurovania v budove.

Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia - pre prevádzkové hodnotenie je stanovená ako aritmetický priemer nameraných vonkajších teplôt. Pre normalizované hodnotenie je hodnota stanovená na základe STN EN ISO 13790/NA v počte 3,86°C.

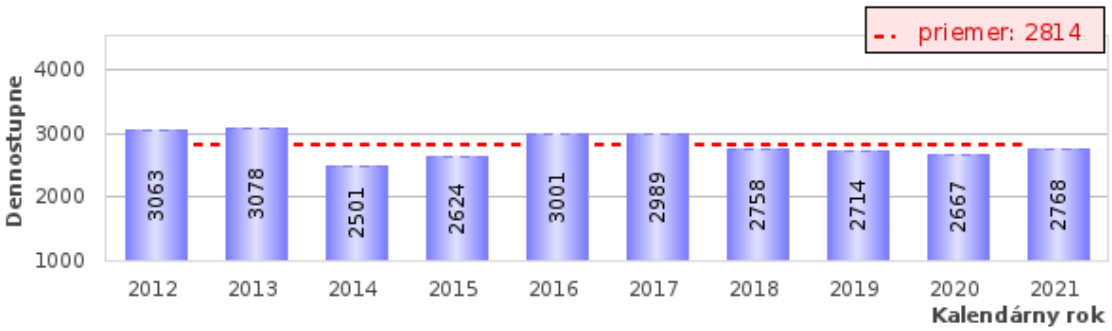
Vonkajšia výpočtová teplota (θ_e) – je určená v závislosti od zemepisnej polohy a v závislosti od nadmorskej výšky podľa vzorca: $\theta_e = \theta_{e100} + \Delta\theta_{e0} * (h - 100)/100$, kde:
θ_{e100} - základná návrhová vonkajšia teplota v príslušnej teplotnej oblasti pre nadmorskú výšku 100 m n.m. určená podľa STN 73 0540-3.
$\Delta\theta_{e0}$ - základný teplotný gradient pre danú teplotnú oblasť podľa tabuľky 2 STN 73 0540-3,
h – nadmorská výška lokality.
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

Veterná oblasť, rýchlosť vetra - určená pre oblasť na základe prílohy A STN 73 0540-3. Údaj je potrebný pre výpočet intenzity výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie.

Budova je umiestnená v zastavanom území mesta Bratislava v mestskej časti Staré Mesto. Okolitá zástavba sú rodinné domy. Budova nie je ničím tienená.

Tabuľka 2.9: Počet vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota

Kalendárny rok	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Počet vykurovacích dní	201	202	182	183	205	207	181	205	186	200
Priem. vonkajšia tep. (°C)	4.7	4.7	6.2	5.6	5.3	5.5	4.7	6.7	5.6	6.1
Počet dennostupňov	3 063	3 078	2 501	2 624	3 001	2 989	2 758	2 714	2 667	2 768



Graf 2.3: Priebeh dennostupňov a porovnanie s priemerom

Administratívna budova má časť prízemia využívanú nonstop - zázemie pre vodičov MHD. Zvyšok sú administratívne priestory pre zamestnancov Dopravného podniku Bratislava, a.s. Interiér je z časti rekonštruovaný. Využitie objektu je čisto na administratívne účely.

Tabuľka 2.10: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru		
Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m²)	Priemerná teplota (°C)
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	59	21,8
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	447	17,8
admin. budova - ostatné priestory (sklady, dieľne,...)	24	17,8
admin. budova - ostatné priestory (sklady, dieľne,...)	35	21,8
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	483	21,8
admin. budova - ostatné priestory (sklady, dieľne,...)	129	19,8

Tabuľka 2.11: Klimatické podmienky		
	Prevádzkové hodnotenie	Normalizované hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	-11	-
Klimaticky exponované miesto:	nie	-
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (m/s):	od 2 do 5	-
Priemerná rýchlosť vetra 50m nad terénom (m/s):	4,2	-
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	5,51	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní:	195	212
Priemerný počet dennostupňov:	2 814	3 104

2.5.2 Pevné stavebné konštrukcie

Predmetom posúdenia sú len obalové pevné stavebné konštrukcie budovy, nakoľko práve tieto sa podieľajú na energetických stratách. Do tejto skupiny stavebných konštrukcií nepatria okenné konštrukcie, dvere a presklené plochy, pričom tieto budú posudzované v nasledujúcej kapitole.
Pre určenie tepelného toku stavebnými konštrukciami z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia je potrebné posúdiť teplotechnické vlastnosti stavebných materiálov, ktoré sú charakterizované týmito veličinami:
• hrúbka homogénnej vrstvy d (m);
• súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/(m.K));
• objemová hmotnosť ρ (kg/m³);
• merná tepelná kapacita c (J/(kg.K));
Tepelný odpor stavebnej konštrukcie R (m².K/W) je určený súčtom tepelných odporov jednotlivých homogénnych vrstiev. Tepelný odpor homogénnej vrstvy stavebnej konštrukcie sa určuje podľa vzorca:
$R = d / \lambda$
Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m².K)) predstavuje celkovú výmenu tepla medzi prostrediami oddelenými od seba stavebnou konštrukciou s tepelným odporom R. Určuje sa podľa vzťahu:
$U = 1 / (Rsi + R + Rse)$ kde:
Rsi - odpor pri prechode tepla na vnútornej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;
Rse - odpor pri prechode tepla na vonkajšej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

Súčiniteľ prechodu tepla steny vykurovaného priestoru priľahlej k zemine sa určí podľa STN EN ISO 13370. Postup výpočtu zohľadňuje hĺbku podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu.
$U = (2*\lambda) / (\pi*z) *(1+0,5*dt/(dt+z)) * ln(z/dw+1)$ kde:
λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy (λ=2 W/(m.K)),
π - ludolfovo číslo (π=3,14),
z - hĺbka z podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu,

dt - ekvivalentná hrúbka podlahy (dt = w + λ (Rsi + Rf + Rse)),
dw - ekvivalentná hrúbka stien suterénu pod úrovňou okolitého terénu (dw = λ (Rsi + Rw + Rse))

Súčiniteľ prechodu tepla podlahy vykurovaného suterénu sa určí podľa STN EN ISO 13370. Postup výpočtu používa charakteristický rozmer podlahy. V závislosti od tepelnej izolácie podlahy suterénu sa výpočet použije jeden z nasledovných vzťahov:
*ak dt+0.5*z < B, potom: U = (2*λ) / (π*B+dt+0,5*z) * ln(π*B/(dt+0,5*z)+1)*
*ináč: U = λ / (0,457*B+dt+0,5*z) , kde:*
λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy (λ=2 W/(m.K)),
π - ludolfovo číslo (π=3,14),
z - hĺbka z podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu,
dt - ekvivalentná hrúbka podlahy,
B - charakteristický rozmer podlahy.

Súčasťou technicko energetického posúdenia pevných stavebných konštrukcií je aj návrh opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie. Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny stav stavebných konštrukcií. Súbežne v časti Navrhovaný stav je uvedená skladba a tepelnotechnické vlastnosti týchto konštrukcií s navrhovaným opatrením. Návrh zmeny jednotlivých homogénnych vrstiev je farebne vyznačený.

Tabuľka 2.12: Zoznam pevných stavebných konštrukcií												
Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**											
Stručný popis konštrukcie:	Obvodový múr - CDM 375 mm											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840	omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840
murivo - CDM	0,375	0,720	0,521	1 450	960	murivo - CDM	0,375	0,720	0,521	1 450	960
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790	omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
						tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,150	0,038	3,947	25	1 270
						omietka - silikónová	0,003	0,700	0,004	1 800	1 250
U = 1.33 W/(m².K)						U = 0.21 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 514.5 m²						Plocha konštrukcie: 514.5 m²					
Obvodový múr od garáži a meniarne je vymurovaný z tehál CDM na šírku 375 mm.											

Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**											
Stručný popis konštrukcie:	Obvodový múr - parapetné murivo											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840	omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840
murivo - CDM	0,125	0,720	0,174	1 450	960	murivo - CDM	0,125	0,720	0,174	1 450	960
nevetraná vzduchová medzera >15 mm	0,050		0,160	1	1	nevetraná vzduchová medzera >15 mm	0,050		0,160	1	1
murivo - CDM	0,125	0,720	0,174	1 450	960	murivo - CDM	0,125	0,720	0,174	1 450	960
						tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,150	0,038	3,947	25	1 270
						omietka - silikónová	0,003	0,700	0,004	1 800	1 250
U = 1.41 W/(m².K)						U = 0.21 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 203.0 m²						Plocha konštrukcie: 203.0 m²					
Parapetné múry sú vymurované z tehál CDM, a to na šírku 2 x 125 mm so vzduchovou medzerou 50 mm.											

Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**
Stručný popis konštrukcie:	Obvodový múr - s vnútornou izoláciou

Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
doska - sádrokarton	0,012	0,220	0,055	750	1 060	doska - sádrokarton	0,012	0,220	0,055	750	1 060
tep. izolácia - minerálna vlna	0,050	0,037	1,351	33	940	tep. izolácia - minerálna vlna	0,050	0,037	1,351	33	940
omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840	omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840
murivo - CDM	0,375	0,720	0,521	1 450	960	murivo - CDM	0,375	0,720	0,521	1 450	960
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790	omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
						tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,150	0,038	3,947	25	1 270
						omietka - silikónová	0,001	0,700	0,001	1 800	1 250
U = 0.46 W/(m².K)						U = 0.16 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 22.4 m²						Plocha konštrukcie: 22.4 m²					

Obvodový múr s vnútornou tepelnou izoláciou je na prízemí - severovýchodný roh budovy.

Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**
Stručný popis konštrukcie:	Obvodový múr - Porotherm 44

Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápenná	0,015	0,870	0,017	1 600	840	omietka - vápenná	0,015	0,870	0,017	1 600	840
murivo - POROTHERM	0,440	0,174	2,529	800	960	murivo - POROTHERM	0,440	0,174	2,529	800	960
omietka - vápennocementová	0,015	0,970	0,015	2 000	790	omietka - vápennocementová	0,015	0,970	0,015	2 000	790
						tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,150	0,038	3,947	25	1 270
						omietka - silikónová	0,003	0,700	0,004	1 800	1 250
U = 0.37 W/(m².K)						U = 0.15 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 53.4 m²						Plocha konštrukcie: 53.4 m²					

Obvodový múr vymurovaný s tehloblokov Porotherm 44P sa nachádza na prízemí - juhovýchodný roh budovy. Z tehloblokov ja postavená aj prístavba vchodu.

Typ konštrukcie:	**podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche**
Stručný popis konštrukcie:	Betónová podlaha na teréne - povrch dlažba

Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,015	1,010	0,015	2 000	840	nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,015	1,010	0,015	2 000	840
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,080	1,000	0,080	2 000	840	vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,080	1,000	0,080	2 000	840
hydroizolácia - PVC	0,005	0,160	0,031	1 400	960	hydroizolácia - PVC	0,005	0,160	0,031	1 400	960
betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020	betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020
sypký materiál - štrk	0,200	0,650	0,308	1 650	750	sypký materiál - štrk	0,200	0,650	0,308	1 650	750
U = 0.43 W/(m².K)						U = 0.43 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 263.7 m²						Plocha konštrukcie: 263.7 m²					

Podlaha budovy je položená na vrstve štrku. Podkladový betón je hr. 100 mm. Na ňom je hydroizolačná vrstva a cementový vyrovnávací poter. Nášľapná vrstva je keramická dlažba.

Typ konštrukcie:	**podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche**										
Stručný popis konštrukcie:	Betónová podlaha na teréne - povrch linoleum										
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - linoleum	0,003	0,190	0,016	1 200	1 880	nášlapná vrstva - linoleum	0,003	0,190	0,016	1 200	1 880
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,092	1,000	0,092	2 000	840	vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,092	1,000	0,092	2 000	840
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470	hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020	betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020
sypký materiál - štrk	0,200	0,650	0,308	1 650	750	sypký materiál - štrk	0,200	0,650	0,308	1 650	750
U = 0.38 W/(m².K)						U = 0.38 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 144.2 m²						Plocha konštrukcie: 144.2 m²					
.Podlaha budovy je položená na vrstve štrku. Podkladový betón je hr. 100 mm. Na ňom je hydroizolačná vrstva a cementový vyrovnávací poter. Nášľapná vrstva je linoleum.											

Typ konštrukcie:	**strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45**										
Stručný popis konštrukcie:	Strop budovy										
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápenná	0,015	0,870	0,017	1 600	840	omietka - vápenná	0,015	0,870	0,017	1 600	840
stropné panely PZD	0,250	1,350	0,185	1 618	1 020	stropné panely PZD	0,250	1,350	0,185	1 618	1 020
sypký materiál - bitumén perlit	0,220	0,070	3,143	150	1 090	sypký materiál - bitumén perlit	0,220	0,070	3,143	150	1 090
betón - plynosilikátový	0,150	0,200	0,750	580	840	betón - plynosilikátový	0,150	0,200	0,750	580	840
hydroizolácia - fólia PVC	0,001	0,200	0,005	1 400	960	hydroizolácia - fólia PVC	0,001	0,200	0,005	1 400	960
						tep. izolácia - polystyrén podlahový (EPS)	0,120	0,038	3,158	25	1 270
						hydroizolácia - fólia PVC	0,001	0,200	0,005	1 400	960
U = 0.24 W/(m².K)						U = 0.14 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 378.7 m²						Plocha konštrukcie: 378.7 m²					

Strecha budovy je konštrukčne zložená z PZD panelov, na ktorých je drvený pórobetón, plynosilikátové dosky a hydroizolácia.

Typ konštrukcie:	**strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45**											
Stručný popis konštrukcie:	Strop prístavby vchodu											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
betón - železobetón	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020	betón - železobetón	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020
betón - perlitový	0,090	0,140	0,643	450	1 150	betón - perlitový	0,090	0,140	0,643	450	1 150
fólia podstrešná, parozábrana	0,001	0,200	0,005	1 500	1 400	fólia podstrešná, parozábrana	0,001	0,200	0,005	1 500	1 400
tep. izolácia - minerálna vlna	0,080	0,037	2,162	33	940	tep. izolácia - minerálna vlna	0,080	0,037	2,162	33	940
hydroizolácia - bitagit	0,004	0,200	0,020	1 245	1 470	hydroizolácia - bitagit	0,004	0,200	0,020	1 245	1 470
						tep. izolácia - polystyrén podlahový (EPS)	0,150	0,038	3,947	25	1 270
U = 0.33 W/(m².K)						U = 0.14 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 17.6 m²						Plocha konštrukcie: 17.6 m²					
Strecha prístavby vchodu má konštrukčné zloženie: železobetónová doska, perlitbetónová mazanina, parozábrana, nobasil a hydroizolácia.											

Tabuľka 2.13: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2					
Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Súčasný stav		Navrhovaný stav	
		U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Obvodový múr - CDM 375 mm	0,22	1,33	nevyhovuje	0,21	vyhovuje
Obvodový múr - parapetné murivo	0,22	1,41	nevyhovuje	0,21	vyhovuje
Obvodový múr - s vnútornou izoláciou	0,22	0,46	nevyhovuje	0,16	vyhovuje
Obvodový múr - Porotherm 44	0,22	0,37	nevyhovuje	0,15	vyhovuje
Strop budovy	0,15	0,24	nevyhovuje	0,14	vyhovuje
Strop prístavby vchodu	0,15	0,33	nevyhovuje	0,14	vyhovuje

Tabuľka 2.14: Splnenie požiadavky na tepelný odpor podľa STN 730540-2					
Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota R (m²K/W)	Súčasný stav		Navrhovaný stav	
		R (m²K/W)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	R (m²K/W)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Betónová podlaha na teréne - povrch dlažba	2,50	0,50	nevyhovuje	0,50	nevyhovuje
Betónová podlaha na teréne - povrch linoleum	2,50	0,51	nevyhovuje	0,51	nevyhovuje

2.5.3 Otvorové konštrukcie

Otvorové konštrukcie ako okná, dvere a presklené steny sa svojimi funkciami výraznou mierou podieľajú na tvorbe optimálneho vnútorného prostredia a rozhodujúcou mierou na energetických stratách objektov. Veličina ktorá charakterizuje tepelnoizolačné vlastnosti otvorových konštrukcií je súčiniteľ prechodu tepla. Určenie súčiniteľa prechodu tepla celej otvorovej konštrukcie (Uw) závisí od prechodu tepla a plochy rámu otvorovej konštrukcie a od prechodu tepla a plochy výplne. Výpočet upravuje STN EN ISO 10077-1. Hodnota Uw je určená podľa vzťahu:
Uw = (Uf . Af + Ug . Ag + Ψ . lg) / (Af + Ag)
Uf - súčiniteľ prechodu tepla rámu (W/(m².K));
Af - plocha rámu (m²);
Ug - súčiniteľ prechodu tepla výplne (W/(m².K));
Ag - plocha výplne (m²);
Ψ - lineárny stratový činiteľ (W/(m.K));
lg - obvod výplne (m);

Súčiniteľ prechodu tepla zasklenia Ug je použiteľný pre strednú časť zasklenia a nezahŕňa vplyv distančného profilu na okraji zasklenia. Lineárny stratový činiteľ Ψ zohľadňuje prídavný tepelný tok spôsobený interakciou rámu a okraja zasklenia aj s vplyvom dištančného profilu.
Výslednú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla otvorovej konštrukcie ovplyvňuje aj pomerná plocha zasklenia, rámovej konštrukcie, geometria okna, konštrukcia okna (jednokrídlové, dvojkrídlové), počet a dĺžka priečnikov. Pri menších rozmeroch okien je plocha rámovej konštrukcie väčšia ako plocha zasklenia, čo v prípade horšieho súčiniteľa prechodu tepla rámu ako je súčiniteľ prechodu tepla zasklenia zhoršuje hodnotu Uw natoľko, že nie je možné dosiahnuť požadovanú hodnotu U podľa STN 73 0540-2. Preto požadovaná hodnotu U platí pre vonkajšie okná s plochou aspoň 1,8 m², okná menšej plochy, ktoré nespĺňajú požadované hodnoty, musia byť zhotovené z rovnakých komponentov ako okná spĺňajúce požiadavky.

Súčasťou technicko energetického posúdenia otvorových konštrukcií je aj návrh opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie. Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny stav otvorových konštrukcií. Súbežne v časti Navrhovaný stav je farebne vyznačený návrh nových konštrukcií s lepšími tepelnoizolačnými vlastnosťami.

Tabuľka 2.15: Zoznam otvorových konštrukcií						
P. č.	Súčasný stav			Navrhovaný stav		
	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
1	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.91 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.61 m²	1.39	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.91 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.61 m²	0.85
2	dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.74m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 1.31 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 3.62 m²	1.32	dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.74m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.31 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 3.62 m²	0.79
3	dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.16m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.84 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.00 W/(m².K), Ag = 0.62 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 24 mm, Ug2=1.12 W/(m².K), Ag2 = 0.64 m²	1.27	dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.16m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.84 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.00 W/(m².K), Ag = 0.62 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 24 mm, Ug2=1.12 W/(m².K), Ag2 = 0.64 m²	1.27
4	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.82 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.28 m²	1.41	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.82 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.28 m²	0.87
5	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.53 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 0.79 m²	1.38	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.53 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.79 m²	0.85
6	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.45m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 1.13 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.81 m²	1.41	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.45m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.13 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.81 m²	0.87
7	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.70 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.40 m²	1.34	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.70 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.40 m²	0.81
8	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.70 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.00 W/(m².K), Ag = 1.40 m²	1.27	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.70 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.40 m²	0.81

Tabuľka 2.15: Zoznam otvorových konštrukcií - pokračovanie

P. č.	Súčasný stav			Navrhovaný stav		
	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
9	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.00m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.33 m² Výplň: výplň drevená hr. 40 mm, Ug=2.60 W/(m².K), Ag = 1.47 m²	3.22	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.69 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 36 mm, Ug=0.73 W/(m².K), Ag = 1.11 m²	0.82

Tabuľka 2.16: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

P.č.	Súčasný stav				Navrhovaný stav			
	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
1	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)	1.39	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)	0.85	0.85	vyhovuje
2	dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.74m)	1.32	2.00	vyhovuje	dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.74m)	0.79	2.00	vyhovuje
3	dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.16m)	1.27	2.00	vyhovuje	dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.16m)	1.27	2.00	vyhovuje
4	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	1.41	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	0.87	0.85	nevyhovuje
5	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.10m)	1.38	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.10m)	0.85	0.85	vyhovuje
6	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.45m)	1.41	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.45m)	0.87	0.85	nevyhovuje
7	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	1.34	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	0.81	0.85	vyhovuje
8	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	1.27	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)	0.81	0.85	vyhovuje
9	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.00m)	3.22	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.00m)	0.82	2.00	vyhovuje

Tabuľka 2.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie								
P.č.	Súčasný stav				Navrhovaný stav			
	Otvorová konštrukcia	SV	JV	SZ	Otvorová konštrukcia	SV	JV	SZ
1	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)	4	7		okno v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)	4	7	
2	dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.74m)	1			dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.74m)	1		
3	dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.16m)	1			dvere v obvodovej stene (0.97m x 2.16m)	1		
4	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)			16	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)			16
5	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.10m)			12	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.10m)			12
6	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.45m)			4	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.45m)			4
7	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)		75		okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)		75	
8	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)		16		okno v obvodovej stene (1.20m x 1.75m)		16	
9	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.00m)		1		dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.00m)		1	

2.5.4 Tepelné mosty

Tepelný most je časť obvodovej konštrukcie budovy, odkiaľ uniká podstatne viac tepla ako na bežnom mieste a tým pádom sa výrazne mení vnútorná povrchová teplota. Je spôsobený prienikom stavebných materiálov s rôznou tepelnou vodivosťou alebo zmenou hrúbky stavebnej konštrukcie alebo rozdielnou veľkosťou vnútornej plochy, ktorá teplo prijíma a vonkajšej plochy, ktorá teplo odovzdáva (napríklad kúty stien, podláh a podobne). Ak vnútorná povrchová teplota klesne pod rosný bod zodpovedajúci vnútorným tepelno-vlhkostným podmienkam, dôjde k povrchovej kondenzácii vodnej pary a takéto miesto je náchylné na tvorbu plesní. Na odhaľovanie tepelných mostov sa používa termovízia. Čiastočne je možné tepelné mosty eliminovať vhodným zateplením fasády. Mernú tepelnú stratu spôsobenú tepelnými mostami je možné určiť viacerými metódami, napríklad zjednodušeným paušálnym výpočtom alebo na základe katalógu tepelných mostov.

Zjednodušený paušálny výpočet sa môže použiť, keď nie sú známe konštrukčné detaily. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 50%. Výpočet sa vykoná na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov. Hodnoty tohto súčiniteľa sú v STN 73 0540-2 uvedené paušálne. Napríklad, pre prípad murovaných konštrukcií je hodnota ΔU = 0,1 W/(m².K), resp. pre prípad spojitej tepelnej izolácie na vonkajšom povrchu konštrukcie je ΔU = 0,05 W/(m².K). Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:
*ΔH = ΔU * ΣAi (W/K)*
ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov (W/(m².K));
ΣAi - celková teplovýmenná plocha budovy (m²).

Výpočet na základe katalógu tepelných mostov sa môže použiť, ak sú rozmery a tepelnotechnické vlastnosti príkladu v katalógu podobné, ako pri posudzovanom detaile, alebo ak je príklad v katalógu tepelnotechnicky nevýhodnejší ako posudzovaný detail. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 20%. Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:
*ΔH = Ψe * l (W/K)*
Ψe - lineárny stratový súčiniteľ určený podľa katalógu (W/(m.K));
l - dĺžka lineárneho tepelného mosta (m).

Tabuľka 2.18: Tepelné mosty (približný výpočet)

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov (W/(m².K)):	0,10	0,05
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	1 886	1 886
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	188,635	94,318

2.5.5 Tepelná strata vetraním

Vetranie má zásadný vplyv na kvalitu vnútorného prostredia budovy. Len dostatočným vetraním je možné zabezpečiť odvádzanie znehodnoteného vzduchu s vyšším objemom CO_2 alebo vlhkosťou. Pri nadmernom vetraní počas vykurovacieho obdobia dochádza k zbytočne vysokej tepelnej strate. Naopak nedostatočným vetraním síce ušetríme energiu, ale v priestore udržiavame zvýšenú vlhkosť vnútorného vzduchu, čo podporuje rast plesní. Dôležitým parametrom je intenzita výmeny vzduchu, ktorá určuje koľkokrát za hodinu sa vzduch v miestnosti nahradí čerstvým vzduchom. Pre splnenie hygienických požiadaviek jednotlivých priestorov budovy je pre každé využitie priestoru stanovená minimálna intenzita výmeny vzduchu. Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu celej budovy je určená váženým priemerom jednotlivých hodnôt, pričom váhou je podlahová plocha týchto priestorov. Vetrať je možné prirodzene alebo mechanicky.

Prirodzené vetranie sa dá ťažko regulovať, nakoľko závisí od rozdielu vonkajšej a vnútornej teploty a

od dynamických účinkov vetra. Taktiež k prevetrávaniu môže dochádzať aj pri zatvorených oknách, cez prípadné škáry v otvorových konštrukciách, nakoľko na náveternej strane vzniká pretlak a na záveterne strane zasa podtlak. Z toho dôvodu je potrebné posúdiť intenzitu výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie cez takéto škáry a určí sa na základe:
• súčiniteľa škárovej priedušnosti a dĺžky škár jednotlivých otvorových konštrukcií,
• veternej oblasti t.j. priemernej rýchlosti vetra,
• triedy ochrany budovy, t.j. ochrana budovy pred vetrami vzhľadom na umiestnenie budovy v krajine,
• tesnosti interiérových dverí.
Objemový tok vzduchu (m³/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu (1/h) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m³). Hodnota objemového toku vzduchu prirodzeným vetraním sa určí ako väčšia hodnota z minimálneho objemového toku vzduchu a objemového toku vzduchu infiltráciou.

Merná tepelná strata vetraním sa vypočítaná podľa vzorca:
Hv = Vi.ρa.ca
kde:
Hv - merná tepelná strata vetraním (W/K)
Vi - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h)
ρa.ca – efektívna tepelná kapacita vzduchu (0,333 W.h/(m³.K))

Súčasťou posúdenia tepelnej straty vetraním je aj výpočet týchto strát po zrealizovaní opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie.

Budova je postavená v zastavanom území, okolité stavby sú hlavne rodinné domy a nízkopodlažné budovy. Vetranie budovy je vykonávané iba ručne otvorením okien alebo dverí.

Tabuľka 2.19: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu	
Trieda ochrany budovy:	priemerne chránené
Tesnosť interiérových dverí:	tesné (s prahom)
Objem vnútorného vzduchu (m³):	3 020

Tabuľka 2.20: Minimálna intenzita výmeny vzduchu	
Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h)
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	0,30
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	0,30
admin. budova - ostatné priestory (sklady, dieľne,...)	0,10
admin. budova - ostatné priestory (sklady, dieľne,...)	0,20
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	0,25
admin. budova - ostatné priestory (sklady, dieľne,...)	0,10
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	0,25

Tabuľka 2.21: Prirodzené vetranie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Minimálny objemový tok vzduchu (m³/h):	755,00	755,00
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,045	0,035
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m³/h):	135,90	105,70
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m³/h):	755,00	755,00

Tabuľka 2.22: Merná tepelná strata vetraním		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h):	755,00	755,00
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	251,667	251,667

2.5.6 Tepelný zisk

Na tepelných ziskoch budovy sa podieľajú solárne tepelné zisky a vnútorné tepelné zisky, ako metabolické teplo používateľov budovy a tepelný zisk z prevádzky spotrebičov.

Solárne tepelné zisky sú výsledkom slnečného žiarenia v danom mieste. Množstvo slnečného žiarenia, ktoré dopadne na okno, závisí na orientácii okna a jeho zatienenia. Pri výpočte sa tiež zohľadňuje plocha rámu okna a solárna priepustnosť zasklenia. Významnú úlohu zohráva aj zatienenie záclonami a žalúziami. Súčiniteľ, ktorý zahŕňa tieto vlastnosti a plocha kolekčného povrchu sa nazýva účinnou kolekčnou plochou (Asol) a určuje sa nasledovne:
*Asol = Aw * gn * Fc*
Aw - plocha výplne otvorovej konštrukcie,
gn - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,
Fc - zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany.
Nie všetky solárne zisky je možné využiť pri vykurovaní. V prípade slnečných dní môžu byť slnečné zisky väčšie ako tepelná strata príslušnej miestnosti a dôjde k prehriatiu miestnosti, alebo sú tieto zisky odvetrané. Takýto stav nastáva hlavne pri ľahkých stavebných konštrukciách ako drevostavby alebo podkrovia, pri ktorých je stupeň využitia solárnych ziskov relatívne nízky.
Solárny tepelný zisk (Qsol) je vypočítaný podľa vzorca:
*Qsol = Isol * Asol * Fsol (kWh)*
kde:
Isol - celková energia slnečného žiarenia,
Asol - účinná kolekčná plocha,
Fsol - redukčný faktor tienenia zohľadňuje tienenie horizontu, tienenie presahujúcimi vodorovnými konštrukciami a presahujúcimi zvislými konštrukciami.

Metabolický zisk, t.j. tepelný výkon človeka závisí na aktivite, veku a postave človeka a podmienkach v ktorých sa daná osoba nachádza.
Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov je určený na základe spotreby elektriny vo vnútri budovy, ktorá sa nezohľadnila pri vykurovaní, chladení a príprave teplej vody.

Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny výpočet solárnych tepelných ziskov. Súbežne v časti Navrhovaný stav je vyčíslená hodnota solárnych tepelných ziskov po navrhovanej výmene otvorových konštrukcií.

Tabuľka 2.23: Solárny tepelný zisk						
	Súčasný stav			Navrhovaný stav		
Orientácia otvorovej konštrukcie:	JV	SV	SZ	JV	SV	SZ
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m²):	260	130	130	260	130	130
Zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m²):	83,20	6,41	22,32	69,34	5,40	18,60
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	21 632	833	2 902	18 028	702	2 418
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	25 367			21 148		

Tabuľka 2.24: Metabolický tepelný zisk			
Osoby prítomné v budove:	muži	ženy	deti
Priemerný tepelný tok na osobu (W):	93	79	70
Priemerný denný počet osôb:	3	1	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	8	8	8
Metabolický tepelný zisk (kWh):	435	123	0

Tabuľka 2.25: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov	
Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	20
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	3 900

2.5.7 Vykurovací systém

Vykurovací systém zabezpečuje zásobovanie budovy teplom na vykurovanie. Tento systém sa môže skladať z viacerých podsystémov:
• podsystému odovzdávania tepla (zariadenie na emisiu tepla v budove, napr. vykurovacie telesá),
• podsystému distribúcie tepla (rozvody tepla),
• podsystému akumulácie tepla (akumulačné zásobníky teplej vody)
• podsystému výroby tepla (zdroj tepla).
V budove môže byť viac nezávislých vykurovacích systémov, napríklad teplovodné stenové vykurovanie kombinované s vykurovaním radiátormi, pričom výroba tepla je v spoločnom zdroji tepla. Zároveň časť budovy môže byť vykurovaná gamatkami na zemný plyn (2. vykurovací systém). Každý z týchto systémov je posudzovaný samostatne. Vzhľadom na potrebu podsystému distribúcie tepla, rozlišujeme dva druhy vykurovacích systémov:
• s podsystémom distribúcie tepla, keď miesto výroby tepla je odlišné od miesta odovzdávania tepla,
• bez podsystému distribúcie (t.j. bez rozvodov tepla), a to v prípade, že teplo sa vyrába priamo v zariadení na odovzdávanie tepla, napr. elektrický priamovýhrevný konvektor, gamatky na zemný plyn, alebo elektrické podlahové vykurovanie.
Výpočet tepelných strát vykurovacieho systému sa zakladá na analýze jednotlivých podsystémov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby tepla po zdroj energie, pričom vo výpočte sa zohľadňujú všetky časti vykurovacieho systému.

Podsystém odovzdávania tepla zabezpečuje aby sa teplo v správnej miere odovzdávalo príslušným priestorom. Okrem vykurovacích telies, ktoré odovzdávajú prevažnú časť tepelnej energie okolitému vzduchu konvekciou, funguje tento princíp aj pri plošnom kúrení ktoré môže byť inštalované v podlahe, v stene alebo na strope a prenáša tepelnú energiu vo forme žiarenia. Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (Qem,is) je spôsobená hlavne nerovnomerným rozdelením teploty vplyvom nerovnomerného rozloženia vykurovacích telies (napr. umiestnenie radiátorov pod oknami). Táto strata sa určí podľa vzorca:
*Qem,is = Qnd,inc - Qnd - 2 * Qw,hs,i (kWh)*
kde:
Qnd,inc - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty zvýšenej o priemernú priestorovú zmenu teploty,
Qnd - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty
Qw,hs,i - časť obnovenej tepelnej straty systému prípravy TV vo vykurovaných priestoroch. Jedná sa o tepelnú stratu systému distribúcie a akumulácie.
Pri posudzovaní vykurovacieho systému je nutné zohľadniť aj prídavnú energiu na pohon pomocných zariadení. Časť prídavnej energie sa pretransformuje na teplo a následne sa využije na vykurovanie. Nazýva sa obnovená prídavná energia. Prídavná energia zvyčajne elektrická energia, sa používa pri ventilátoroch, ktoré uľahčujú odovzdávanie tepla do priestoru, ventiloch a regulácii. Časť prídavnej energie sa môže obnoviť priamo v systéme odovzdávania tepla. Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla sa vypočíta podľa vzorca:
*Wem,aux = Σ P * Qnd * k / Ph / 1000 (kWh)*
kde:
P - elektrický príkon pomocných zariadení,
Qnd - potreba tepla na vykurovanie,
k - podiel odovzdávaného tepla príslušným podsystémom,
Ph - vykurovací výkon príslušného zariadenia.

Počas vykurovacieho obdobia pracuje vykurovací systém takmer nepretržite. Aj vykurovacím potrubím tečie ustavične teplá vykurovacia voda. Potrubia, ktoré musia byť uložené v nevykurovaných priestoroch, pôsobia predovšetkým ako vykurovacia plocha a odovzdávajú veľa tepelnej energie. Tepelná strata podsystému distribúcie tepla sa určuje len pre rozvody vykurovania v nevykurovaných priestoroch budovy, nakoľko tepelná strata rozvodov vykurovania vo vykurovaných priestoroch je spätne získateľná a prispieva k vykurovaniu budovy. Tepelná strata

podsystému distribúcie tepla Qdis,ls sa určí podľa vzorca:
*Qdis,ls = Σ Ψj * (Φm- Φi) * Lj * t / 1000 (kWh)*
kde:
Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia určený na základe tepelnej vodivosti a hrúbky tepelnej izolácie,
Φm - stredná teplota teplonosnej látky určená na základe teplotného spádu,
Φi - priemerná teplota nevykurovaného priestoru,
Lj - dĺžka potrubia,
t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému
Prídavná energia podsystému distribúcie tepla (kWh) sa určí na základe súčinu príkonov obehových čerpadiel a počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému.

Podsystém akumulácie tepla sa pri vykurovacích systémoch využíva z dôvodu preklenutia obdobia, keď odber tepla prevyšuje jeho dodávku, napríklad pri zníženom množstve slnečného žiarenia pri solárnych kolektoroch, alebo veľmi nízkej teplote vonkajšieho vzduchu pri tepelnom čerpadle vzduch/voda. Druhým dôvodom môže byť kombinácia vysokoteplotného zdroja tepla (kotol na tuhé palivo) a nízkoteplotného odovzdávacieho prvku (podlahové vykurovanie). V takomto prípade zásobník tepla vyrovnáva teplotný rozdiel medzi vysokou teplotou na zdroji tepla a nízkou teplotou odovzdávacieho prvku a zabraňuje častému spínaniu zdroja tepla, resp. tepelnej nepohode vplyvom horúcej podlahy. Tepelná strata podsystému akumulácie tepla sa určí podľa vzorca:
*Qs,ls = qz * (Φs - Φamb) * t / 1000*
kde:
Qs,ls - tepelná strata podsystému akumulácie tepla,
qz - merná tepelná strata akumulačného zásobníka určená na základe tepelnej vodivosti tepelnej izolácie a jej hrúbky,
Φs - priemerná teplota vody v akumulačnom zásobníku,
Φamb - priemerná teplota okolia,
t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Podsystém výroby tepla obsahuje zariadenia v ktorých prebieha proces premeny energie obsiahnutej v energetickom nosiči na energiu tepelnú. Základnou veličinou charakterizujúcou zariadenia na výrobu tepla je faktor transformácie energie (tj. účinnosť). Jedná sa o pomer medzi získanou tepelnou energiou a energiou dodanou do zariadenia na výrobu tepla. V prípade tepelných čerpadiel sa faktor transformácie energie udáva väčší ako 1, nakoľko ako vstup sa považuje len ušľachtilá energia (elektrická energia, ...) a ako získaná energia sa považuje celková výstupná energia dodaná tepelným čerpadlom. V takomto prípade tepelná strata podsystému výroby tepla je záporná, teda sa jedná o tepelný zisk.
Tepelná strata podsystému výroby tepla Qgen,ls sa určí podľa vzorca:
*Qgen, ls = Σ (Qentry * k) / η - Qentry * k*
kde:
Qentry - energia na vstupe nasledujúceho podsystému (akumulácie alebo distribúcie),
k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením,
η - faktor transformácie energie.

Administratívna budova je vykurovaná jednou vetvou z CZT - plynovej kotolne umiestnenej v servisnej hale. Budova je vykurovaná prakticky neustále, s útlmom iba cez víkend. Termoregulačné hlavice v miestnostiach sú namontované, na chodbách niekde chýbajú.

Nenavrhujeme zmenu typu vykurovania.

Navrhujeme inštalovať merač tepla na vstupe vykurovacej vetvy do budovy.

Identifikácia iných potrebných opatrení (okrem opatrení na zvýšenie energetickej efektívnosti):
-Kontrolovať funkčnosť termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách aspoň raz ročne pred

začiatkom vykurovacej sezóny
-Po skončení vykurovacej sezóny nastaviť termoregulačné ventily na maximálnu teplotu, aby sa nepoškodili.
-Kontrolovať nastavenie tesnosti okien aspoň raz ročne na začiatku vykurovacej sezóny pri poklese teploty pod 5 °C.

Tabuľka 2.26: Vykurovací systém		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	s podsystémom distribúcie	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 100	3 100
Teplotný spád (°C):	80/60	80/60

Tabuľka 2.27: Podsystém odovzdávania tepla - zariadenia na odovzdávanie tepla					
Súčasný stav			Navrhovaný stav		
Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)
radiátor	0,2	0	radiátor	0,2	0

Tabuľka 2.28: Podsystém odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20	0,20
Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (kWh):	1 964	909
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	0,00	0,00

Tabuľka 2.29: Podsystém výroby - zariadenia na výrobu tepla									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
diaľkové vykurovanie	teplo	0,0	0,00	0	diaľkové vykurovanie	teplo	0,0	0,00	0

Tabuľka 2.30: Podsystém výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystému výroby tepla (kWh):	0	0
Prídavná energia podsystému výroby tepla (kWh):	0	0

2.5.8 Energia na vykurovanie

Potreba energie na vykurovanie je ovplyvňovaná tepelnou stratou stavebných konštrukcií, tepelnou stratou vetraním, tepelnými ziskami a tepelnou stratou vykurovacieho systému. Do potreby energie na vykurovanie sa započíta aj potreba pomocnej energie, spravidla sa jedná o elektrickú energiu, ktorá sa využíva na pohon obehových čerpadiel, ventilátorov alebo riadenia a regulácie, ktoré sú súčasťou vykurovacieho systému.
Potreba tepla na vykurovanie Qnd (kWh) sa určí podľa vzorca:
*Qnd = Qht - ηgn * Qgn*
kde:
Qht - celkový prenos tepla (kWh),
ηgn - faktor využitia tepelných ziskov je funkciou tepelnej bilancie pomeru tepelných ziskov Qgn, celkového prenosu tepla Qht a bezrozmerného číselného parametra závislého od vnútornej tepelnej kapacity vypočítanej pre maximálnu hrúbku 0,1 m vnútorných konštrukcií budovy.
Qgn - tepelný zisk (kWh) je určený súčtom solárnych ziskov a vnútorných ziskov.

Celkový prenos tepla Qht (kWh) sa určuje podľa vzorca:
*Qht = H * D * 24 / 1000*
kde:
H - celková tepelná strata (W/K) je určená súčtom mernej tepelnej straty obvodových konštrukcií, mernej tepelnej straty tepelných mostov a mernej tepelnej straty vetraním. Merná tepelná strata obvodových konštrukcií (W/K) sa stanoví zo súčiniteľov prechodu tepla Uj všetkých obalových konštrukcií budovy, ich plôch Aj určených z vonkajších rozmerov stavebných konštrukcií a zodpovedajúcich teplotných redukčných faktorov.
D - priemerný počet dennostupňov (K),
24 - počet hodín za deň (h).

Potreba energie na vykurovanie sa určí z potreby tepla na vykurovanie Qnd poníženej o spätne obnovenú tepelnú stratu systému prípravy teplej vody, so zohľadnením tepelných strát a tepelných ziskov vykurovacieho systému.

Tabuľka 2.31: Merná tepelná strata

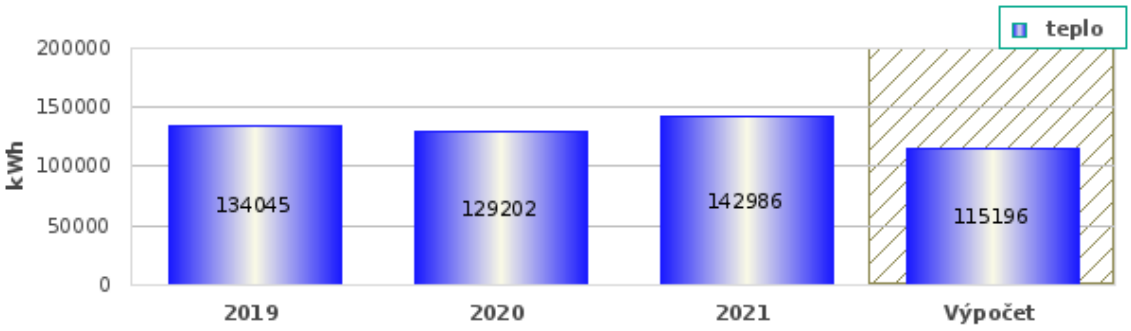
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	1 265,460	385,938
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	393,041	239,318
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	188,635	94,318
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	251,667	251,667

Tabuľka 2.32: Energia na vykurovanie

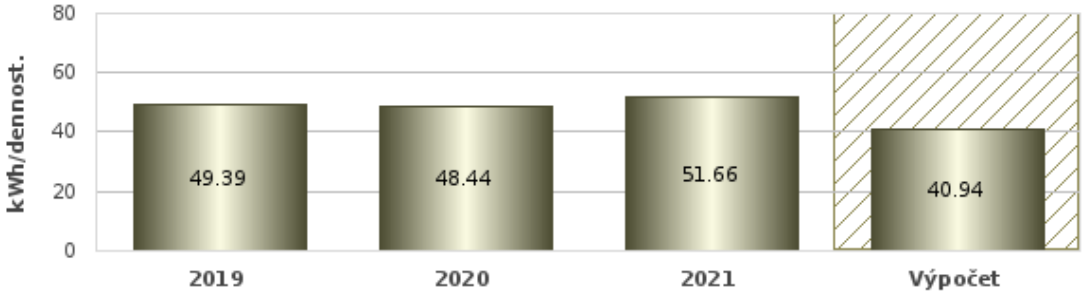
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	2 098,803	971,241
Celkový prenos tepla (kWh):	141 745	65 594
Tepelný zisk (kWh):	29 825	25 606
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,956	0,965
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	113 232	40 884
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	113 232	40 884

Tabuľka 2.32: Energia na vykurovanie - pokračovanie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Hlavná energia na vstupe podsystému odovzdávania tepla (kWh)	115 196	41 793
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	115 196	41 793

Tabuľka 2.33: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	115 196	41 793



Graf 2.4: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou



Graf 2.5: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie/dennostupeň s vypočítanou potrebou/dennostupeň

2.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody

2.6.1 Systém prípravy teplej vody

Prípravou teplej vody sa myslí ohrev pitnej vody pre potrebu ľudí, napríklad umývanie a nejedná sa o teplú vodu na vykurovanie, technologické účely alebo pre zvieratá. Tak ako vykurovací systém aj systém prípravy teplej vody sa môže skladať z viacerých podsystémov:
• podsystému distribúcie,
• podsystému akumulácie,
• podsystému výroby.
Podľa spôsobu distribúcie rozoznávame dva základné druhy systému teplej vody:
• centrálny ohrev, t.j. s podsystémom distribúcie,
• miestny ohrev v mieste výtoku teplej vody, t.j. bez podsystému distribúcie (napr. prietokový ohrievač, boiler,...).
Výpočet tepelných strát systému teplej vody sa zakladá na analýze jednotlivých podsystémov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby energie v teplej vode na výtoku až po prípravu teplej

vody v podsystéme výroby.
Tepelná strata podsystému distribúcie sa určí ako súčet tepelnej straty počas cirkulácie vody a tepelnej straty chladnutím vody v potrubí počas obdobia bez cirkulácie. Tepelná strata počas cirkulácie vody sa určí nasledovne:
$Qw,dis,on = \Sigma \Psi j * (\Phi m - \Phi i) * Lj * t / 1000$
kde:
Ψ *- lineárny stratový súčiniteľ potrubia,*
Φm *- priemerná teplota vody,*
Φi *- priemerná teplota priestoru v ktorom je uložené potrubie,*
Lj - dĺžka potrubia (m),
t - počet prevádzkových hodín prípravy TV (h).

Lineárny stratový súčiniteľ potrubia sa určí podľa:
$\Psi = \pi / (1 / (2 * \lambda) * \ln(da / di) + 1 / (ha * da))$
kde:
λ *- tepelná vodivosť tepelnej izolácie,*
da - vonkajší priemer potrubia s tepelnou izoláciou (m),
di - vonkajší priemer potrubia bez tepelnej izolácie (m),
ha - súčiniteľ prestupu tepla na vonkajšom povrchu (W/(m.K)).

Tepelná strata chladnutím vody v potrubí počas obdobia bez cirkulácie sa určí podľa vzorca:
$Qw,dis,off = \Sigma ((\rho * c)/1000 * V * (\Phi w - \Phi i) * n)/3,6$
kde:
ρ *- objemová hmotnosť vody (kg/m³),*
c - merná tepelná kapacita vody (kJ/(kg.K)),
V - objem vody obsiahnutej v úseku potrubia (m³),
Φw *- priemerná teplota vody v potrubí (°C),*
Φi *- priemerná teplota okolitého prostredia (°C),*
n - ročný počet cirkulačných cyklov

Tepelná strata podsystému akumulácie sa vypočíta podľa vzorca:
$Qw,acc,hs = qz * (\Phi s - \Phi amb) * t / 1000$
kde:
Qw,acc,hs - tepelná strata podsystému akumulácie vo vykurovaných priestoroch,
qz - merná tepelná strata akumulačného zásobníka,
Φs *- priemerná teplota vody na výtoku (°C),*
Φamb *- priemerná teplota okolia (°C),*
t - počet prevádzkových hodín systému (h).

Merná tepelná strata akumulačného zásobníka sa určí podľa vzorca:
$qz = (\pi / (1 / (2 * \lambda) * \ln(d / (d - 2 * e)) + 0,13 / d) * v + 2 * (\pi / 4 * (d * d)) / (e / \lambda + 0,13)$
kde:
λ *- tepelná vodivosť tepelnej izolácie,*
d - priemer zásobníka vrátane tepelnej izolácie (m),
e - hrúbka tepelnej izolácie (m),
v - výška zásobníka vrátane tepelnej izolácie (m).

Tepelná strata podsystému výroby sa určí podľa vzorca:
$Qw,gen = \Sigma (Qentry * k) / \eta - Qentry * k$
kde:
Qentry - energia na vstupe predchádzajúceho podsystému (kWh)
k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením
η *- faktor transformácie energie*

Vývody teplej vody sú iba v priestoroch WC a umyvární. Dodávaná je z bojlerov umiestnených v kotolni v servisnej hale. Systém využíva cirkuláciu.

Tabuľka 2.34: Prevádzkové parametre	
Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	150
Priemerná teplota vody na výtoku (°C):	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	12
Druh systému prípravy teplej vody:	bez podsystému distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	365
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	24

Tabuľka 2.35: Podsystém výroby - zariadenia				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
diaľkové vykurovanie	teplo	0,0	0,00	0

Tabuľka 2.36: Podsystém výroby - tepelná strata	
Tepelná strata podsystému výroby (kWh):	0
Prídavná energia podsystému výroby (kWh):	0

2.6.2 Energia na prípravu teplej vody

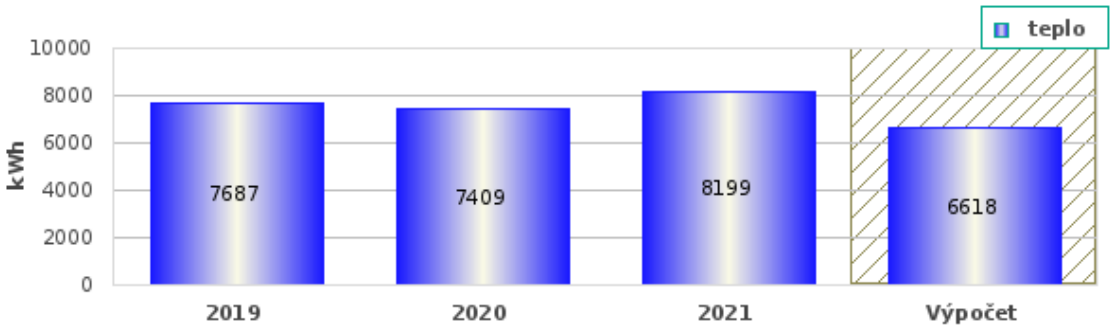
Potreba energie na prípravu teplej vody je súčtom potreby základnej energie na ohrev požadovaného objemu pitnej vody, strát energie v zdroji tepla, v zásobníkoch, v distribučnej sústave. Do potreby energie na prípravu teplej vody sa započítava aj prídavná energia ktorú spotrebúvajú pomocné elektrické zariadenia, napríklad cirkulačné čerpadlá, meracie a regulačné prístroje. Pri výpočte strát energie sa postupuje od potreby energie v teplej vode na výtoku cez straty v distribučnej sústave až po straty pri akumulácii a výrobe v zdroji. Potreba energie na prípravu teplej vody Q (kWh) sa určí podľa vzorca:

$Q = Qw + Qw,dis + Qw,acc + Qw,gen + Waux$

kde:
Qw - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
Qw,dis - tepelná strata podsystému distribúcie (kWh),
Qw,acc - tepelná strata podsystému akumulácie (kWh),
Qw,gen - tepelná strata podsystému výroby (kWh),
Waux - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 2.37: Energia na prípravu teplej vody	
Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	150
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	6 618
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby (kWh):	6 618
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	6 618

Tabuľka 2.38: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov	
teplo CZT (kWh):	6 618



Graf 2.6: Porovnanie spotreby energie na prípravu teplej vody s vypočítanou potrebou

2.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia

2.7.1 Systém osvetlenia

Elektrické osvetlenie v budovách je významným spotrebičom elektrickej energie. Jeho úlohou je zabezpečenie dobrých zrakových podmienok, hygieny zrakovej práce a vytvorenie príjemného a ergonomického svetelného prostredia.
Osvetľovacia sústava budovy bola rozdelená na priestorovo a funkčne menšie časti, aby bolo možné čo najobjektívnejšie:
• posúdiť parametre súčasného osvetlenia s požiadavkami uvedenými v STN EN 12464-1,
• určiť spotrebu energie na základe normalizovaných hodnôt uvedených v STN EN 15193,
• určiť priemerný ročný čas svietenia.
Z dôvodu overenia osvetlenosti a rovnomernosti osvetlenia je pre každý posudzovaný priestor potrebné vytvoriť sieť kontrolných bodov s približne štvorcovými bunkami. Rozstupy bodov kontrolnej siete sú navrhnuté v zmysle STN EN 12464-1. Pre jednoduchšie zobrazenie nameraných hodnôt osvetlenosti posudzovaného priestoru sú jednotlivé body kontrolnej siete pomenované alfabetickými znakmi v smere šírky posudzovaného priestoru a číselne v smere dĺžky tohto priestoru. Namerané hodnoty osvetlenosti sú pre každý posudzovaný priestor zobrazené v číselnej a grafickej podobe.
Pre každý posudzovaný priestor je vypočítaná spotreba energie na základe normalizovaných hodnôt (STN EN 15193). Výsledky výpočtu spotreby energie sú vyčíslené pre súčasný stav osvetľovacej sústavy a pre stav po realizovaní navrhnutých opatrení modernizácie osvetľovacej sústavy. Následne sú uvedené predpoklady pre stanovenie činiteľov vstupujúcich do výpočtu spotreby energie.
Udržiavací činiteľ (Maintenance Factor) je vypočítaný na základe priemerného faktora zachovania osvetlenia (LLMF) uvedených svetelných zdrojov a nasledovných predpokladov udržiavania svietidla a miestnosti:
• stredne veľká miestnosť (K 2,5) s odrazivosťou 70/50/20 na strop, steny a podlahy v uvedenom

poradí,
• čistiace intervaly svetelných zdrojov a svietidiel - 1x ročne,
• interval čistenia povrchov miestnosti - 1x za 6 rokov,
• nefunkčné svetelné zdroje sú ihneď nahradené.
Činiteľ využitia denného svetla (FD) je stanovený na základe činiteľa dostupnosti denného svetla (FD,S) ako funkcia stupňa presvetlenia priestoru denným svetlom a udržiavanej osvetlenosti pre zemepisnú šírku 48°.
V rámci návrhu modernizácie osvetľovacej sústavy sú všetky opatrenia navrhnuté tak, aby modernizované osvetlenie spĺňalo požiadavky uvedené v STN EN 12464-1.

Osvetlenie budovy je v kancelárskych a komunikačných priestoroch zabezpečené lineárnymi žiarivkami. V sociálnych zariadeniach osvetľujú priestor hlavne kompaktné žiarivky a klasické žiarovky.

Navrhujeme postupnú výmenu svietidiel za LED svietidlá, ktoré majú dlhšiu životnosť aj čo sa týka počtu zapnutí, aj čo sa týka prevádzkových hodín. Na chodbách bez okien a na prízemí, kde je nonstop prevádzka odporúčame inštalovať pohybové senzory na zapínanie a vypínanie osvetlenia.

Tabuľka 2.39: Osvetľovaný priestor č. 1	
Názov priestoru:	miestnosť pre vodičov
Kategória priestoru:	Administratívne priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Konferenčné a zasadacie miestnosti
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	vysoký
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.5
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	1460
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.40: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 1									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	3	len horná časť krytá	12	LED svetelná trubica T8	18	3	len horná časť krytá	12

Tabuľka 2.41: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 1	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	500
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	19

Tabuľka 2.42: Osvetľovaný priestor č. 2	
Názov priestoru:	WC
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Miestnosti na oddych, hygienu a prvú pomoc
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Šatne, umyvárne, kúpeľne, záchody
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.5
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	548
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.43: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 2

Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
kompaktná žiarivka	18	1	uzavreté IP 2X	8	LED žiarovka	10	1	uzavreté IP 2X	8
kompaktná žiarivka	12	1	uzavreté IP 2X	9	LED žiarovka	10	1	uzavreté IP 2X	9
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	7	LED žiarovka	10	1	uzavreté IP 2X	7

Tabuľka 2.44: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 2	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 2.45: Osvetľovaný priestor č. 3	
Názov priestoru:	Chodby
Kategória priestoru:	Komunikačné zóny v budovách
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Komunikačné priestory a chodby
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.5
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	1095
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.46: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 3									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	3	len horná časť krytá	12	LED svetelná trubica T8	16	3	len horná časť krytá	12
kompaktná žiarivka	12	1	uzavreté IP 2X	2	LED žiarovka	10	1	uzavreté IP 2X	2
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	1	uzavreté IP 2X	5	LED svetelná trubica T8	18	1	uzavreté IP 2X	5
kompaktná žiarivka	18	1	uzavreté IP 2X	8	LED žiarovka	10	1	uzavreté IP 2X	8
LED panel	12	1	uzavreté IP 2X	4	LED panel	12	1	uzavreté IP 2X	4
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	1	uzavreté IP 2X	2	LED svetelná trubica T8	18	1	uzavreté IP 2X	2
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	len horná časť krytá	9	LED svetelná trubica T8	14	2	len horná časť krytá	9

Tabuľka 2.47: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 3	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	100
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	40
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	28

Tabuľka 2.48: Osvetľovaný priestor č. 4	
Názov priestoru:	sklady
Kategória priestoru:	Administratívne priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Archívy
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	nie
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.5
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	36
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.49: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 4

Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
kompaktná žiarivka	12	1	uzavreté IP 2X	7	LED žiarovka	10	1	uzavreté IP 2X	7

Tabuľka 2.50: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 4

	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 2.51: Osvetľovaný priestor č. 5	
Názov priestoru:	šatne a umyvárne
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Miestnosti na oddych, hygienu a prvú pomoc
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Šatne, umyvárne, kúpeľne, záchody
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.5
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	548
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.52: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 5									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	4	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	4

Tabuľka 2.53: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 5	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 2.54: Osvetľovaný priestor č. 6	
Názov priestoru:	kancelárie
Kategória priestoru:	Administratívne priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Písanie, písanie na stroji, čítanie, spracovanie údajov
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	vysoký
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.5
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	1095
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.55: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 6

Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	3	uzavreté IP 2X	10	LED svetelná trubica T8	16	3	uzavreté IP 2X	10
kompaktná žiarivka	12	1	uzavreté IP 2X	12	LED žiarovka	10	1	uzavreté IP 2X	12
LED žiarovka	10	3	len horná časť krytá	9	LED žiarovka	10	3	len horná časť krytá	9
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	len horná časť krytá	39	LED svetelná trubica T8	18	3	len horná časť krytá	39
kompaktná žiarivka	32	1	len horná časť krytá	12	LED žiarovka	30	1	len horná časť krytá	12

Tabuľka 2.56: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 6	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	500
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	19

Tabuľka 2.57: Osvetľovaný priestor č. 7	
Názov priestoru:	sklady prízemie
Kategória priestoru:	Administratívne priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Archívy
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.5
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	73
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.58: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 7									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	len horná časť krytá	3	LED svetelná trubica T8	16	2	len horná časť krytá	3
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	3	len horná časť krytá	17	LED svetelná trubica T8	14	3	len horná časť krytá	17
kompaktná žiarivka	12	1	uzavreté IP 2X	4	kompaktná žiarivka	8	1	uzavreté IP 2X	4

Tabuľka 2.59: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 7	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

2.7.2 Energia na osvetlenie

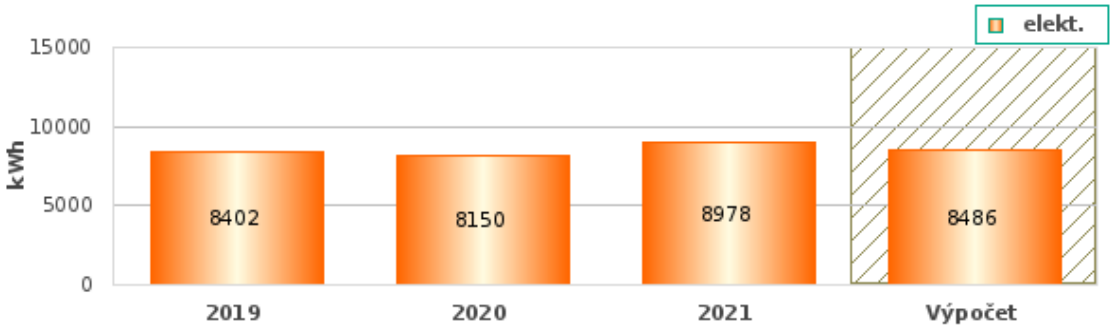
Potreba energie na osvetlenie závisí od celkového príkonu osvetľovacej sústavy (kW) a priemerného ročného času svietenia (hod.). Jednotlivé priestory v budove nemávajú rovnaký ročný čas svietenia, a to z dôvodu:
• rozdielneho využitia (napr. administratívne priestory, chodby, sklady, ...),
• rozdielnej dostupnosti denného svetla a stupňa presvetlenia denným svetlom,
• rozdielnej farby stien, ktorá ovplyvňuje odrazivosť svetla,
• rozdielneho systému spínania osvetlenia (automatické spínanie prostredníctvom senzorov, manuálne spínanie s rizikom nevypnutia osvetlenia pri odchode).
Potreba energie na osvetlenie Qlt (kWh) sa určí podľa vzorca:

*Qlt = Σ (Pn * tn)*

kde:
Pn - celkový príkon v n-tom priestore (kW). Pri výpočte potreby energie na osvetlenie súčasného stavu je celkový príkon v n-tom priestore korigovaný faktorom funkčnosti svetelných zdrojov.
tn - čas využitia osvetlenia v n-tom priestore (h).

Tabuľka 2.60: Energia na osvetlenie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	9 288	6 446
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	8 486	6 116



Graf 2.7: Porovnanie spotreby energie na osvetlenie s vypočítanou potrebou

2.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy

Budovy sú z hľadiska svojej energetickej hospodárnosti zatrieďované do energetických tried, čo umožňuje ich vzájomné porovnanie v rámci územia Slovenska. Postupy hodnotenia a zatrieďovania budov do energetických tried ustanovuje zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov. Výpočet energetickej hospodárnosti budovy je založený na metodike systému európskych noriem. Výpočtový postup vychádza z potreby tepla na vykurovanie, prípravu teplej vody, vetranie a osvetlenie. Aby bolo možné porovnávať energetickú hospodárnosť jednotlivých budov, vo výpočte nie je zohľadnená skutočná spotreba energie v konkrétnych podmienkach, ale výpočet je vykonávaný v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z.z. s použitím normalizovaných veličín charakterizujúcich prevádzku budovy ako:
• klimatické podmienky,
• vnútorná výpočtová teplota,
• objemový tok vzduchu pri vetraní,

• solárne a vnútorné tepelné zisky,
• potreba tepla v dodanej teplej vode,
• prevádzkové časy využívania budovy, ...
Primárna energia sa odvodí od vypočítanej potreby energie pri použití faktorov primárnej energie, pričom energia z obnoviteľných zdrojov sa odpočíta.
Pri určení energetickej triedy sa vypočítaná potreba energie porovná s hornou hranicou energetických tried uvedených vo vyhláške č. 364/2012 Z.z.. V prípade budov so zmiešaným účelom užívania sú horné hranice súčtom hraničných hodnôt pre jednotlivé kategórie budov určené váženým priemerom podľa celkovej podlahovej plochy jednotlivých častí budovy.

2.8.1 Vykurovanie

Tabuľka 2.61: Merná tepelná strata

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	1 265,460	385,938
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	393,041	239,318
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	188,635	94,318
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	274,633	274,633

Tabuľka 2.62: Potreba energie na vykurovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	2 121,769	994,207
Celkový prenos tepla (kWh):	158 063	74 064
Tepelný zisk (kWh):	52 542	48 323
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,908	0,883
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	110 355	31 395
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	110 355	31 395
Hlavná energia na vstupe podsystému odovzdávania tepla (kWh)	112 494	32 398
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	112 494	32 398
Merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m².a)):	95,6	27,5

Tabuľka 2.63: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	112 494	32 398

Tabuľka 2.64: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie	D	A

2.8.2 Príprava teplej vody

Tabuľka 2.65: Potreba energie na prípravu teplej vody	
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	7 062
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby (kWh):	7 062
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	7 062
Merná potreba energie na prípravu teplej vody (kWh/(m².a)):	6,0

Tabuľka 2.66: Potreba energie na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov	
teplo CZT (kWh):	7 062

Tabuľka 2.67: Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	
Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	B

2.8.3 Osvetlenie

Tabuľka 2.68: Potreba energie na osvetlenie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	15 108	9 857
Merná potreba energie na osvetlenie (kWh/(m².a)):	12,8	8,4

Tabuľka 2.69: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	A	A

2.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabuľka 2.70: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	119 556	39 460
elektrina (kWh):	15 108	9 857

Tabuľka 2.71: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	80 103	26 438
elektrina (kWh):	33 238	21 685
Spolu (kWh):	113 340	48 124
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m².a)):	96,3	40,9

Tabuľka 2.72: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia	B	A0

2.9 Ekonomické hodnotenie

Na zníženie energetickej náročnosti objektov, zníženie nákladov na vykurovanie a osvetlenie, zlepšenie kvality obalových konštrukcií a vnútornej tepelnej pohody boli navrhnuté nižšie uvedené opatrenia. Každé opatrenie je ekonomicky vyhodnotené metódou Doba návratnosti. Táto metóda udáva počet rokov, za ktoré sa vložené finančné prostriedky do opatrení energetickej efektívnosti vrátia z dosahovaných úspor nákladov na energiu. Dobu návratnosti môžeme použiť ako:
• statickú metódu, ktorá nezohľadňuje faktor času, t.j. jednoduchú dobu návratnosti,
• dynamickú metódu, kedy zohľadníme faktor času tým, že doplníme dobu návratnosti o diskontovanie ročných finančných tokov (úspor nákladov na energiu), t.j. diskontovaná doba návratnosti.

Výpočet jednoduchej doby návratnosti sa vykoná podľa vzorca:
DN = IN / CF
kde:
DN – doba návratnosti (roky),
IN – investičné náklady,
CF - ročný finančný tok (úspora nákladov na energiu).

Diskontovaná doba návratnosti sa určí podobne ako jednoduchá doba návratnosti ale s rozdielom diskontovania ročného finančného toku podľa vzorca:
$DCF = CF / (1+i)^{n}$
kde:
DCF – diskontovaný ročný finančný tok,
CF - ročný finančný tok (úspora nákladov na energiu),
i - diskontná sadzba
n - rok ku ktorému sa DCF počíta.

Reálna diskontná sadzba je stanovená z nominálnej diskontnej sadzba so zohľadnením ročnej miery inflácie. Nominálna diskontná sadzba sa určí na základe nákladov na kapitál. V prípade financovania kombináciou vlastného a cudzieho kapitálu, je nominálna diskontná sadzba určená váženým priemerom nákladov na celkový kapitál (metóda WACC). Percentuálne vyjadrenie diskontnej sadzby je diskontná miera.

Ekonomické prínosy sú kalkulované na základe bilančných cien energie uvedených v EA. Výška investičných nákladov a ekonomické hodnotenie jednotlivých variantov vychádza z obvyklých cien strojov, zariadení, stavebných materiálov a prác v dobe spracovania tohto energetického auditu. V ekonomickom hodnotení bola uvažovaná výška inflácie 10% a miera ročného nárastu cien energií 12%. Údaj o priemernej ročnej inflácii je zo ŠÚ SR za obdobie 01-07/2022.
Nárast cien energie je ťažko predikovateľný, pričom podľa prognózy NBS je predpokladaný nárast cien energie v roku 2022 na úrovni 17,2%, v roku 2023 až 42,3% a v roku 2024 by ceny energie mali klesnúť o 1,5%. Nakoľko investície do obnovy budov majú dlhodobú návratnosť (20 rokov a viac), priemerný ročný nárast cien energie v dlhodobom časovom horizonte je stanovený na 12%.

Tabuľka 2.73: Základné údaje pre ekonomické hodnotenie	
Miera ročného nárastu cien energií (%):	12,0
Priemerná ročná miera inflácie (%):	10,0
Nominálna diskontná miera (%):	2,8
Reálna diskontná miera (%):	-6,5

Tabuľka 2.74: Cena energie v členení podľa energetických nosičov	
Energetický nosič	Cena bez DPH (EUR/kWh)
teplo CZT	0,175
elektrina	0,126

Tabuľka 2.75: Ekonomické hodnotenie navrhovaných opatrení energetickej efektívnosti							
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Potreba energie pôvodný stav (kWh)	Potreba energie navrhovaný stav (kWh)	Úspora energie (kWh) *	Úspora nákladov na energiu (€)	Investičný náklad (€)	Jednoduchá doba návratnosti (roky)	Diskontovaná doba návratnosti (roky)
stena zvislá nad terénom	130 300	66 532	63 768	11 159,40	106 000,00	9,50	5,21
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	130 300	127 478	2 822	493,85	32 800,00	66,42	13,73
otvorové konštrukcie	130 300	123 553	6 747	1 180,73	78 650,00	66,61	13,75
systém osvetlenia	130 300	127 930	2 370	298,62	10 371,00	34,73	10,54
všetky opatrenia spolu	130 300	54 527	75 773	13 144,15	227 821,00	17,33	7,46
* Kombináciou jednotlivých opatrení nie je možné dosiahnuť úspory rovnajúce sa jednoduchému aritmetickému súčtu úspor jednotlivých opatrení, nakoľko zmena parametrov jednej stavebnej konštrukcie alebo technického zariadenia určitou mierou výpočtovo ovplyvňuje aj ostatné časti predmetu energetického auditu, pričom táto miera ovplyvňovania závisí od druhu a komplexnosti navrhovaných opatrení.							

2.10 Environmentálne hodnotenie

Šetrenie energiou neprináša len finančnú úsporu ale zároveň sa znižujú emisie, ktoré vznikajú pri jej výrobe a to znížením spotreby prvotného energetického nosiča. Niektoré energetické nosiče (hlavne palivá) produkujú pri horení do ovzdušia znečisťujúce látky. K základným znečisťujúcim látkam patria: tuhé znečisťujúce látky (TZL), oxid siričitý (SO_2),oxidy dusíka (NOx) a oxid uhoľnatý (CO). Medzi sledované emisie patrí aj CO_2, nakoľko je hlavným prispievateľom skleníkovému efektu .
Hodnota produkovaných emisií sa stanoví výpočtom na základe emisných faktorov a energie obsiahnutej v spotrebovanom energetickom nosiči. Emisný faktor je hodnota emisie znečisťujúcej látky (kg) pre daný druh paliva, vztiahnutá na jednotku energie.

Tabuľka 2.76: Emisné faktory energetických nosičov

Energetický nosič	CO_2 (kg/kWh)	TZL (kg/MWh)	SO_2 (kg/MWh)	NOx (kg/MWh)	CO (kg/MWh)
teplo CZT	0,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
elektrina	0,1670	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Tabuľka 2.77: Emisie CO_2

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	1 417	1 417	0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	1 417	1 417	0
otvorové konštrukcie	1 417	1 417	0
systém osvetlenia	1 417	1 021	396
všetky opatrenia spolu	1 417	1 021	396

Tabuľka 2.78: Emisie TZL

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 2.79: Emisie SO_2			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 2.80: Emisie NOx			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 2.81: Emisie CO			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

2.11 Realizácia projektu prostredníctvom garantovanej energetickej služby

Garantovaná energetická služba (ďalej aj „GES“) spočíva v tom, že finančné prostriedky potrebné na prípravu a realizáciou projektu zameraného na efektívnosť pri používaní energie zabezpečuje poskytovateľ GES. Spotrebiteľ energie (prijímateľ energetickej služby) ich potom spláca postupne z dosiahnutých úspor nákladov na energiu. V praxi to znamená, že prijímateľ GES nemusí na realizáciu projektu vynakladať žiadne ďalšie finančné prostriedky. Na nákup energie, splátky investície a odmenu za službu počas obdobia trvania zmluvného vzťahu mu postačuje rovnaký objem financií ako by vynakladal na nákup energie bez realizácie projektu a k dispozícii bude mať obnovenú budovu alebo technické zariadenie. Poskytovateľ GES znáša všetky riziká v prípade, že realizáciou projektu sa nedosiahnu plánované t. j. garantované úspory.
Navrhované opatrenia energetickej efektívnosti sú posúdené aj z pohľadu ich realizácie prostredníctvom GES projektu, pričom cieľom posúdenia je:
• modelovo vyčísliť príklad splácania projektu GES tak, aby pre subjekt verejnej správy bol podkladom pre rozhodovanie začať realizovať takýto projekt,
• príprava štandardnej dokumentácie pre prípravnú fázu projektu GES a realizáciu verejného obstarávania.

Vo verejnom obstarávaní GES subjekt verejnej správy obstaráva dosiahnutie energetických úspor ako takých, čiže obstaráva službu, nie konkrétne technické riešenie, ktorým sa má výsledok dosiahnuť.
Podkladom pre realizáciu verejného obstarávania je stanovenie východiskovej, čiže referenčnej hodnoty spotreby energie v budove vrátane uvedenia hodnôt vstupných parametrov (počasie, rozsah a spôsob využitia, atď.) a stanovenie minimálnej hodnoty úspory energie, ktorá sa má obnovou dosiahnuť.

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

Tabuľka 2.82: Referenčná hodnota spotreby energie

	Vykurovanie	Príprava teplej vody	Nútené vetranie	Osvetlenie
teplo CZT (kWh):	115 196	6 618	0	0
elektrina (kWh):	0	0	0	8 486

Referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pre 2814 dennostupňov, ktoré

sú určené na základe:
- priemernej vonkajšej teploty vykurovacieho obdobia: 5.51°C,
- počtu vykurovacích dní: 195,
- vnútornej výpočtovej teploty: 19.94°C.
Spotrebu energie na vykurovanie výrazne ovplyvňuje aj vetranie, pričom referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pri objemovom toku vzduchu: 755 m³/h.
Referenčná hodnota spotreby energie na prípravu teplej vody je stanovená pre ročnú spotrebu teplej vody 150 m³.
Referenčná hodnota spotreby energie na osvetlenie je stanovená pre celkový príkon osvetľovacej sústavy 9288 W a priemerný ročný čas svietenia 914 hodín.

Tabuľka 2.83: Minimálna ročná hodnota úspory energie a úspory nákladov na energiu

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Minimálna hodnota úspory energie (kWh) *	Minimálna hodnota úspory nákladov (EUR) **
stena zvislá nad terénom	51 010	8 920,00
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	2 250	390,00
otvorové konštrukcie	5 390	940,00
systém osvetlenia	1 890	230,00
všetky opatrenia spolu	60 610	10 510,00

* Určené vo výške 80% z vypočítanej úspory energie a zaokrúhlené na celé desiatky nadol.
** Určené na základe cien energie bez DPH uvedených v časti Ekonomické hodnotenie.

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

Úspora energie pri vykurovaní je medziročne ovplyvňovaná rutinnými zmenami spôsobenými hlavne zmenami počasia počas vykurovacej sezóny, zmenou vnútornej teploty vykurovaných priestorov alebo zmenou intenzity vetrania. Vplyv počasia a vnútornej teploty vykurovaných priestorov je možné kvantifikovať prostredníctvom dennostupňov a prepočet garantovaných úspor energie je možné realizovať zmluvne dohodnutým vzorcom. V prípade modelového príkladu pre všetky navrhnuté opatrenia je spôsob prepočtu garantovaných úspor energie na vykurovanie približne určený lineárnou interpoláciou nasledovne:
• ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku menší ako 2814, použije sa vzorec:
USP = (115196 - (29314 + (DST - 2251.2) * 22.173)) * 0.8,
• ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku väčší ako 2814, použije sa vzorec:
USP = (115196 - (41793 + (DST - 2814) * 74.805)) * 0.8,
kde:
USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),
DST - počet dennostupňov v hodnotenom kalendárnom roku.
Nakoľko úspora energie v závislosti na zmene dennostupňov nemá lineárny priebeh, presnú hodnotu prepočítanej garantovanej úspory energie odporúčame stanoviť rovnakým výpočtom ako bola stanovená prvotná výška garantovanej úspory energie.
V prípade zmeny intenzity vetrania môže nastať problém, nakoľko výmena vzduchu pri prirodzenom vetraní závisí od správania používateľov budovy a objemový tok vzduchu sa v tomto prípade nedá merať. Riešením môže byť inštalácia mechanického vetracieho systému, ktorým sa bude regulovať výmena vzduchu v závislosti od nastavenia takéhoto systému.

Úsporu energie pri realizácii opatrení energetickej efektívnosti na systéme osvetlenia medziročne ovplyvňuje inštalovaný príkon osvetľovacej sústavy a čas používania osvetlenia. Predpokladá sa, že

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

$$USP = (8486 - (6116 + (HOD - 914) * 166.7664)) * 0.8$$

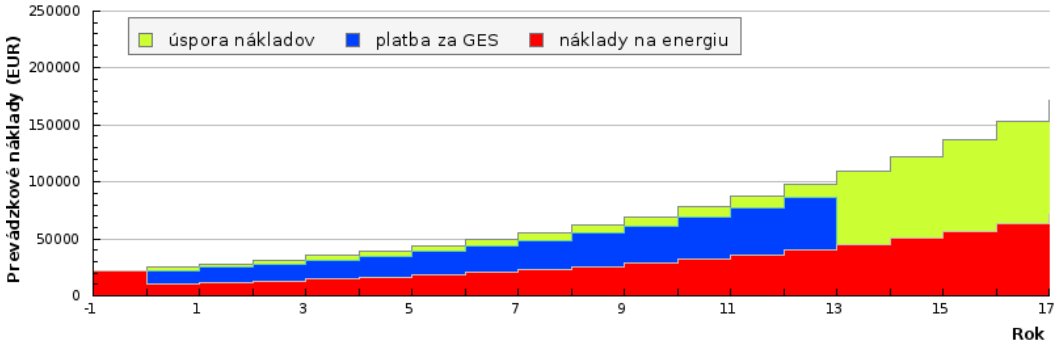
kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

HOD - priemerný počet prevádzkových hodín osvetlenia v hodnotenom roku.

Tabuľka 2.84: Modelový príklad využitia GES pri realizácii navrhovaných opatrení energetickej efektívnosti						
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Dĺžka trvania zmluvného vzťahu (roky)	Investícia financovaná poskytovateľom GES (€)	Celkové garantované úspory (€)	Kumulatívna hodnota platieb za GES (€)	Kumulatívna hodnota odmeny za služby (€)	Výška mesačnej platby za GES (€)
stena zvislá nad terénom	15,84	106 000,00	141 332,70	141 332,70	35 332,70	743,33
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	112,16	32 800,00	43 742,31	43 742,31	10 942,31	32,50
otvorové konštrukcie	111,56	78 650,00	104 862,20	104 862,20	26 212,20	78,33
systém osvetlenia	60,10	10 371,00	13 825,60	13 825,60	3 454,60	19,17
všetky opatrenia spolu	28,90	227 821,00	303 762,49	303 762,49	75 941,49	875,83

Východiskové predpoklady modelového príkladu:
Všetky opatrenia sú v plnej miere financované poskytovateľom GES.
Investičné výdavky a garantované úspory nákladov na energie sú vyčíslené bez DPH, tým pádom to má vplyv aj na výšku platieb za GES.
Celkové garantované úspory sú vyčíslené v stálych cenách základného obdobia, teda nie je zohľadnená inflácia.
Odmena za služby je stanovená vo výške 25% z platby za GES.
Úspory energie sú dosahované presne vo výške minimálnej hodnoty úspory energie.
Predpokladaná hodnota zákazky je zhodná s kumulatívnou hodnotou platieb za GES.



Graf 2.8: Časové znázornenie projektu GES pre realizáciu všetkých navrhovaných opatrení, za predpokladu ročného nárastu cien energie o 12.0% (zmluvný vzťah 13 rokov)

Medziročný nárast cien energie skracuje dĺžku trvania zmluvného vzťahu. Je to evidentné z predchádzajúceho grafu, kde pri náraste cien energie o 12.0%, sa skráti doba splácania približne o 15 rokov. V čase prípravy projektu financovaného prostredníctvom GES je problematické predikovať infláciu cien energie na dlhšie obdobie ako 2 roky, z toho dôvodu bol modelový príklad kalkulovaný v stálych cenách energetických nosičov.

Pre vyššie uvedený modelový príklad sa predpokladá 100% financovanie so zdrojov poskytovateľa GES a celkové garantované úspory sa rovnajú kumulatívnej hodnote platieb za GES. V takomto prípade projekt spĺňa obidve podmienky a nezapočítava sa do verejného dlhu.

Vzhľadom na dlhý čas trvania zmluvného vzťahu vyššie uvedeného modelového príkladu sa predpokladá nízky záujem o financovanie projektu zo strany poskytovateľov GES. Z tohto dôvodu je navrhnuté financovanie projektu z viacerých zdrojov, čím sa predpokladá skrátenie času trvania zmluvného vzťahu. Miera financovania projektu je navrhnutá nasledovne:
- zdroje poskytovateľa GES: 46,53 %
- granty EÚ: 53,47 %

Tabuľka 2.85: Návrh financovania modelového príkladu projektu GES z viacerých zdrojov

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Investičný náklad (€)	Zdroj financovania
stena zvislá nad terénom	106 000,00	zdroje poskytovateľa GES
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	32 800,00	grant EÚ
otvorové konštrukcie	78 650,00	grant EÚ
systém osvetlenia	10 371,00	grant EÚ

Tabuľka 2.86: Modelový príklad projektu GES pri financovaní z viacerých zdrojov

Priemerné ročné náklady na energiu pred realizáciu projektu GES (€)	22 386,69	Zdroje poskytovateľa GES (€)	106 000,00
Garantované ročné úspory (€)	10 510,00	Verejné národné zdroje (€)	0,00
Ročné platby za GES (€)	10 509,96	Grant EÚ (€)	121 821,00
Trvanie zmluvy (roky)	13,45	Vlastné neverejné zdroje (€)	0,00
Garantované úspory (%)	46,95	Kapitálové výdavky (€)	227 821,00
Testy Eurostatu pre nezapočítanie záväzkov GES do verejného dlhu			
1. Financovanie z verejných zdrojov <50%			splnené (0%)
2. Σ garantované úspory ≥ Σ platby za GES + financovanie z verejných národných zdrojov			splnené (141334 >= 141334)
Splnenie obidvoch podmienok testu znamená, že GES nemá dôsledok na výšku dlhu verejnej správy.			

Efektívny projekt pre financovanie prostredníctvom GES by mal zahŕňať len opatrenia, ktorých realizácia ovplyvní energetickú efektívnosť predmetu projektu. Iné opatrenia, ktoré nemajú vplyv na energetickú efektívnosť, zvyšujú investičnú náročnosť projektu bez vplyvu na úsporu nákladov na energiu, a tým pádom predlžujú trvanie zmluvného vzťahu projektu GES. Z toho dôvodu je v nasledovnej tabuľke uvedené vyjadrenie k realizovateľnosti jednotlivých navrhovaných opatrení formou GES.
Ako vhodné môžu byť vyhodnotené aj opatrenia s dobou ekonomickej návratnosti kratšou ako 8 rokov alebo s veľmi dlhou dobou návratnosti, nakoľko dôležité je posúdenie návratnosti celého projektu, t.j. súboru všetkých navrhovaných opatrení.

Tabuľka 2.87: Realizovateľnosť navrhovaných opatrení formou GES	
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Realizovateľnosť formou GES
stena zvislá nad terénom	áno
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	áno
otvorové konštrukcie	áno
systém osvetlenia	áno

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

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

Tieto uvedené faktory spolu so zvoleným zdrojom financovania projektu výrazne vplývajú na dĺžku trvania zmluvného vzťahu a výšku platieb za GES. Z toho dôvodu je objektívne vykonanie testov Eurostatu pre nezapočítanie záväzkov GES do verejného dlhu možné až na základe reálneho projektu.
Vo všeobecnosti je možné konštatovať, že vhodný projekt na financovanie prostredníctvom GES má dĺžku trvania zmluvného vzťahu maximálne 15 rokov.

Navrhované opatrenia na zvýšenie energetickej efektívnosti boli zhodnotené z hľadiska splnenia podmienok na realizáciu formou GES. Z hľadiska časovej dĺžky poskytovania GES je zrejmé, že realizácia navrhovaných opatrení formou GES je reálna pri všetkých objektoch: servisná hala (8,96 roka), vrátnica (9,52 roka) a meniareň (10,53 roka) a pri administratívnej budove (13,45 rokov). Minimálna doba trvania zmluvy o poskytovaní GES je 8 rokov a z hľadiska návratnosti finančných zdrojov by nemala presiahnuť 15 rokov. Pri súčasnom zdražovaní stavebných materiálov a prudkých pohyboch cien energií je možné predĺženie, ale aj skrátenie doby trvania zmluvy.

2.12 Návrh merania spotreby energie

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

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

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

Inštalácia inteligentných meracích systémov
Inteligentný merací systém je súbor zariadení zložený z určeného meradla a ďalších technických prostriedkov, ktorý umožňuje zber, spracovanie a prenos nameraných údajov o výrobe alebo spotrebe energie, alebo energetického média. Ide o elektronický systém, ktorý je schopný merať spotrebu energie a pridávať k tomu viac informácií ako konvenčné meradlo, a ktorý je schopný vysielať a

prijímať dáta s využitím niektorej formy elektronickej komunikácie.

Pre transparentné monitorovanie spotreby energie navrhujeme, aby poskytovateľ GES prostredníctvom nainštalovaných meračov priebežne a na vlastné náklady monitoroval spotrebu energie v budove a v jednotlivých technických systémoch, aby v súčinnosti s prijímateľom GES mohli priebežne vyhodnocovať dosahované úspory najmenej jedenkrát ročne.
V prípade neprimerane vysokých nákladov na podružné merania vzhľadom na výšku úspory je možné pristúpiť aj k vyhodnoteniu paušálnych úspor, ktoré musia byť hodnoverným spôsobom podložené zo strany poskytovateľa GES pred uzatvorením zmluvy o GES (napr. elektrická energia – čerpadlá, ventilátory, osvetlenie a pod.).

Na vyhodnotenie úspor energie v zmysle metodiky vyhodnotenia úspor, popri štandardnom meraní spotreby energie odporúčame nainštalovať nasledovné podružné meradlá:

Vzhľadom k tomu, že všetky činnosti v objekte sú závislé na elektrickej energii, ktorej spotreba je meraná jedným podružným elektromerom , odporúčame rozčleniť a merať spotrebu elektrickej energie na jednotlivé činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu elektrickej energie podľa objektov (logických celkov), a to:
1. vrátnica
2. servisná hala
3. administratívna budova
4. meniareň
5. vonkajšia osvetlenie areálu

V rámci objektu vrátnica odporúčame merať spotrebu elektrickej energie zvlášť na vykurovanie, prípravu teplej vody a osvetlenie.
V objekte servisná hala odporúčame merať spotrebu el. energie zvlášť pre kotolňu, pre ohrev TÚV, osvetlenie a ostatné technické zariadenia.
V administratívnej budove odporúčame merať spotrebu elektrina zvlášť na osvetlenie a ostanú spotrebu (prípadne ešte na chladenie, ak by bola inštalovaná väčšia klimatizačná jednotka).
V meniarni odporúčame merať spotrebu elektrickej energie zvlášť na vykurovanie, osvetlenie a ostatnú spotrebu technických zariadení.
Spotrebu elektriny na vonkajšie osvetlenie areálu netreba zvlášť podrobnejšie merať.

Spotreby vody v areáli je meraná jedným fakturačným vodomerom. Odporúčame rozčleniť a merať spotrebu vody na jednotlivé činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu vody podľa objektov (logických celkov), a to:
1. vrátnica
2. servisná hala
3. administratívna budova
4. meniareň

V rámci objektu vrátnica a odporúčame zvlášť merať spotrebu vody (suroviny) na prípravu teplej vody.
V servisnej hale odporúčame zvlášť merať spotrebu vody (suroviny) na prípravu teplej vody, prípadne spotrebu vody na upratovanie trolejbusov, spotrebu vody na umývanie trolejbusov a spotrebu teplej vody v servisnej hale, spotrebu studenej vody na osobnú hygienu.
V administratívnej budove odporúčame merať zvlášť spotrebu teplej a zvlášť studenej vody.
Pre objekt meniarne tiež odporúčame merať spotrebu studenej a teplej vody osobitne.

Výroba a spotreba tepla vyrobeného v centrálnej plynovej kotolni nie je vôbec meraná. Odporúčame rozčleniť a merať spotrebu tepla na jednotlivé objekty činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu vody podľa objektov (logických celkov), a to:
1. servisná hala
2. administratívna budova
3. meniareň

V servisnej hale odporúčame inštalovať merače tepla na registráciu spotreby tepla zvlášť v umyvárni trolejbusov, zvlášť v servisnej hale, zvlášť v sušiarni trolejbusov a zvlášť na ohrev
TÚV.
V administratívnej budove odporúčame inštalovať merač tepla na vstupe rozvodov ÚK do budovy.
V budove meniarne odporúčame inštalovať merač tepla na vstupe rozvodov ÚK do budovy.

4. Vrátnica

4.1 Lokalizácia

Tabuľka 4.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu	
Adresa (ulica, číslo):	Hroboňova 1
Obec:	BA-m.č. Staré Mesto
Okres:	Bratislava I
Nadmorská výška (m n.m.):	187

4.2 Charakteristika predmetu energetického auditu

V areáli vozovne na Hroboňovej ulici v Bratislave sa nachádzajú objekty: vrátnica, a budova servisnej haly spojená s administratívnou budovou a meniarňou. Areál sa nachádza v zastavanom území mesta. Okolitú zástavbu tvoria rodinné domy.
Vrátnica je samostatne stojaci objekt pri vstupe do areálu.
Servisná hala je rozdelená na vykurovanú a nevykurovanú časť. V nevykurovanej časti je garáž (odstavná plocha) pre trolejbusy. Táto časť budovy - garáže - spája servisnú halu s administratívnou budovou z juhovýchodnej strany. Na nevykurovanú časť haly je vypracovaný energetický audit iba v časti osvetlenie.
Dopravné prostriedky a vonkajšie osvetlenie tiež nie sú zaradené do predmetu energetického auditu.

Vrátnica je objekt pre zamestnancov, ktorí vykonávajú kontrolu vstupov a výstupov z areálu vozovne trolejbusov MHD. Budova je postavená na parc. č. 4747/3 v k. ú. Staré Mesto. a je z časti dvojpodlažná. Budova je orientovaná pozdĺžne zo severozápadu na juhovýchod.

Pri získavaní informácií o budove sme nezistili žiadne obmedzenia, ktoré by bránili realizácií navrhovaných opatrení, ako napr. pamiatková ochrana alebo iné technické obmedzenia. Podľa stanoviska obce nie je táto budova pamiatkovo chránená.

Budova vrátnice slúži ako stanovisko strážnej služby, ktorá kontroluje vstupy a výstupy z areálu vozovne trolejbusov na Hroboňovej ulici. Momentálne je prevádzkovaná len asi polovica prízemia na účely vrátnice. Ostatné priestory sú využité ako sklady.

Tabuľka 4.2: Prevádzkový režim		
Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Prevádzkový režim celého objektu	365	24

4.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 4.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m²):	A	72
Obvod zastavanej plochy (m):	P_F	53
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m³):	V_B	325
Počet nadzemných podlaží:	N	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L_B	2,88
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	ΣA_i	396
Faktor tvaru budovy (m⁻¹):	$\Sigma A_i/V_B$	1,22
Celková podlahová plocha budovy (m²):	A_B	107

Tabuľka 4.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m²)
administratívna budova	107

4.4 Energetické vstupy a výstupy

Prehľad o energetických vstupoch a nákladoch na energie v predchádzajúcich kalendárnych rokoch je spracovaný na základe údajov o vyfakturovaných množstvách jednotlivých druhov energetických nosičov. Energetické vstupy sú podrobnejšie členené podľa účelu spotreby na:

- vykurovanie (UK),
- prípravu teplej vody (TV),
- vetranie (VET),
- osvetlenie (OSV),
- ostatné - zahŕňa inú spotrebu ako vyššie uvedené.

Spotreba energie uvedená v členení podľa účelu obsahuje aj pomernú časť prípadných strát z výroby a rozvodu energie, vzniknutých v objekte energetického auditu.
Uvedené náklady obsahujú len variabilnú zložku obstarávacej ceny energetických nosičov, t.j. obsahuje len zložky ceny súvisiace s množstvom dodanej energie. Takto okliešťená hodnota nákladu je z dôvodu objektívneho výpočtu ekonomickej návratnosti navrhovaných racionalizačných opatrení. Náklady na energie sú uvedené bez DPH.

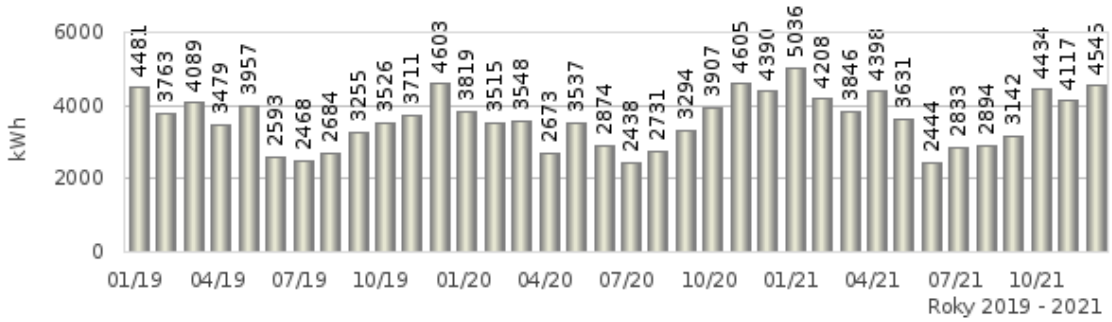
4.4.1 Elektrina

Elektrická energia je dodávaná do areálu vozovne cez 1 odberné miesto. Používa sa len na napájanie trolejových sietí a podružným nefakturačným elektromerom je meraná spotreba elektriny v areáli vozovne. Táto elektrina sa využíva na osvetlenie objektov a vonkajšieho areálu, na prevádzku strojov a náradia v servisnej hale, prevádzku kancelárskej techniky, ohrev TÚV v lete, vykurovanie časti objektu meniarne, vykurovanie a ohrev TÚV v objekte vrátnice.
Rozdelenie spotreby el. energie podľa objektov a podľa činností (účelov) je v prílohe č. 2.
Vzhľadom k prudkému rastu cien el. energie v r. 2022 uvádzame cenu elektriny pre vyhodnocovanie ekonomických opatrení (iba časť ceny, ktorú tvoria variabilné náklady), ktorá dosiahla 0,126 €/kWh.
Vzhľadom k tomu, že cena el. energie veľmi kolíše a má rastúcu tendenciu, navrhujeme inštaláciu fotovoltického systému. 15 minútové profily spotreby elektriny nie sú k dispozícii, preto navrhujeme len ako model inštalovaný výkon fotovoltického systému na 50 kWp pre celý areál vozovne (podľa podobnej vozovne na Betliarskej ulici v Petržalke). Hlavným kritériom bolo aby vznikali minimálne prebytky výroby elektriny. Ekonomické hodnotenie zavedenia fotovoltického systému je v prílohe č. 4.

Tabuľka 4.5: Spotreba - elektrina		
Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2019	42 608	4 145,58
2020	41 330	3 956,26
2021	45 527	5 168,62
Priemer:	43 155	

Tabuľka 4.6: členenie podľa účelu spotreby					
Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2019	41 139	309	0	368	792
2020	39 905	300	0	357	768
2021	43 957	330	0	394	846
Priemer:	41 667	313	0	373	802

Mesačný priebeh podielu fakturovanej spotreby el. energie pre objekt vrátnice poukazuje na zmeny v zaťažení vykurovaním, ohrevom teplej vody a podielom slnečného svitu počas roka.



Graf 4.1: Priebeh spotreby el. energie v r. 2019 - 2021

4.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania

4.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky

Spotreba tepla na vykurovanie je ovplyvňovaná klimatickými podmienkami daného územia, pričom náročnosť vykurovacieho obdobia je charakterizovaná veličinou dennostupeň. Dennostupne (°D) vyjadrujú rozdiel medzi priemernou vonkajšou teplotou a vnútornou teplotou vzduchu počas vykurovania. Čím sú klimatické podmienky náročnejšie, t.z. čím je vonku chladnejšie, tým je počet dennostupňov vyšší. Zjednodušene sa dennostupne určujú ako súčin počtu vykurovacích dní a rozdielu medzi priemernou vonkajšou a vnútornou teplotou vzduchu počas výpočtového obdobia. Výpočtovým obdobím je jeden kalendárny rok.
Dennostupne sa vypočítajú podľa vzorca: $°D = d * (\theta_i - \theta_{ex})$, kde:
d - priemerný počet vykurovacích dní,
θ_i - vnútorná výpočtová teplota,
θ_{ex} - priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia.

Priemerný počet vykurovacích dní - pre prevádzkové hodnotenie je stanovený ako aritmetický

priemer skutočného počtu vykurovacích dní v kalendárnom roku. Pre normalizované hodnotenie je hodnota stanovená na základe STN EN ISO 13790/NA v počte 212 vykurovacích dní.

Vnútorná výpočtová teplota - v prípade prevádzkového hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer vnútorných teplôt pričom váhou je plocha vykurovaného priestoru. V prípade prerušovaného vykurovania je tiež zohľadnená teplota počas útlmu a v čase prevádzky vykurovacieho systému, pričom váhou je počet hodín prevádzky vykurovacieho systému. Pri návrhu vykurovacieho systému do výpočtu vstupuje normová hodnota vnútornej výpočtovej teploty, nakoľko vykurované priestory mohli byť v minulosti nedokurované alebo prekurované.
V prípade normalizovaného hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer normalizovaných vnútorných teplôt, pričom váhou je podlahová plocha jednotlivých kategórií budovy. Vnútorná výpočtová teplota je stanovená v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z.z., pričom zohľadňuje skutočné uplatňovanie prerušovaného vykurovania v budove.

Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia - pre prevádzkové hodnotenie je stanovená ako aritmetický priemer nameraných vonkajších teplôt. Pre normalizované hodnotenie je hodnota stanovená na základe STN EN ISO 13790/NA v počte 3,86°C.

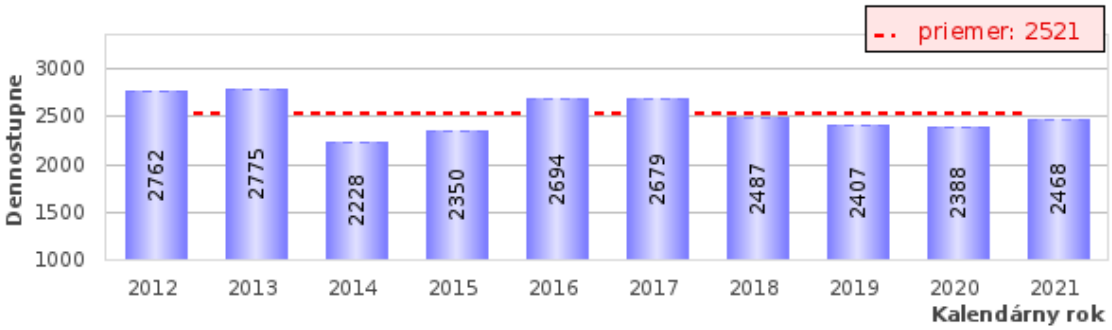
Vonkajšia výpočtová teplota (θ_e) – je určená v závislosti od zemepisnej polohy a v závislosti od nadmorskej výšky podľa vzorca: $\theta_e = \theta_{e100} + \Delta\theta_{e0} * (h - 100)/100$, kde:
θ_{e100} - základná návrhová vonkajšia teplota v príslušnej teplotnej oblasti pre nadmorskú výšku 100 m n.m. určená podľa STN 73 0540-3.
$\Delta\theta_{e0}$ - základný teplotný gradient pre danú teplotnú oblasť podľa tabuľky 2 STN 73 0540-3,
h – nadmorská výška lokality.
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

Veterná oblasť, rýchlosť vetra - určená pre oblasť na základe prílohy A STN 73 0540-3. Údaj je potrebný pre výpočet intenzity výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie.

Budova je umiestnená v zastavanom území mesta Bratislava v mestskej časti Staré Mesto. Okolitá zástavba sú rodinné domy. Budova nie je ničím tienená.

Tabuľka 4.7: Počet vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota

Kalendárny rok	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Počet vykurovacích dní	201	202	182	183	205	207	181	205	186	200
Priem. vonkajšia tep. (°C)	4.7	4.7	6.2	5.6	5.3	5.5	4.7	6.7	5.6	6.1
Počet dennostupňov	2 762	2 775	2 228	2 350	2 694	2 679	2 487	2 407	2 388	2 468



Graf 4.2: Priebeh dennostupňov a porovnanie s priemerom

Budova je v zanedbanom stave. Staré hliníkové okná a dvere sú veľmi netesné. Niektoré okná na 2. NP

sa ani nedajú zatvoriť, sú len zapreté. Vykurujú sa naplno aj nevyužívané priestory.

Tabuľka 4.8: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru		
Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m²)	Priemerná teplota (°C)
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	12	20,0
admin. budova - ostatné priestory (sklady, dieľne,...)	83	18,0
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	4	20,0
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	7	20,0

Tabuľka 4.9: Klimatické podmienky		
	Prevádzkové hodnotenie	Normalizované hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	-11	-
Klimaticky exponované miesto:	nie	-
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (m/s):	od 2 do 5	-
Priemerná rýchlosť vetra 50m nad terénom (m/s):	4,2	-
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	5,51	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní:	195	212
Priemerný počet dennostupňov:	2 521	3 422

4.5.2 Pevné stavebné konštrukcie

Predmetom posúdenia sú len obalové pevné stavebné konštrukcie budovy, nakoľko práve tieto sa podieľajú na energetických stratách. Do tejto skupiny stavebných konštrukcií nepatria okenné konštrukcie, dvere a presklené plochy, pričom tieto budú posudzované v nasledujúcej kapitole.
Pre určenie tepelného toku stavebnými konštrukciami z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia je potrebné posúdiť teplotechnické vlastnosti stavebných materiálov, ktoré sú charakterizované týmito veličinami:
• hrúbka homogénnej vrstvy d (m);
• súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/(m.K));
• objemová hmotnosť ρ (kg/m³);
• merná tepelná kapacita c (J/(kg.K));
Tepelný odpor stavebnej konštrukcie R (m².K/W) je určený súčtom tepelných odporov jednotlivých homogénnych vrstiev. Tepelný odpor homogénnej vrstvy stavebnej konštrukcie sa určuje podľa vzorca:
R = d / λ
Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m².K)) predstavuje celkovú výmenu tepla medzi prostrediami oddelenými od seba stavebnou konštrukciou s tepelným odporom R. Určuje sa podľa vzťahu:
U = 1 / (Rsi + R + Rse) kde:
Rsi - odpor pri prechode tepla na vnútornej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;
Rse - odpor pri prechode tepla na vonkajšej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

Súčiniteľ prechodu tepla steny vykurovaného priestoru priľahlej k zemine sa určí podľa STN EN ISO 13370. Postup výpočtu zohľadňuje hĺbku podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu.
*U = (2*λ) / (π*z) *(1+0,5*dt/(dt+z)) * ln(z/dw+1) kde:*
λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy (λ=2 W/(m.K)),
π - ludolfovo číslo (π=3,14),
z - hĺbka z podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu,
dt - ekvivalentná hrúbka podlahy (dt = w + λ (Rsi + Rf + Rse)),

dw - ekvivalentná hrúbka stien suterénu pod úrovňou okolitého terénu (dw = λ (Rsi + Rw + Rse))

Súčiniteľ prechodu tepla podlahy vykurovaného suterénu sa určí podľa STN EN ISO 13370. Postup výpočtu používa charakteristický rozmer podlahy. V závislosti od tepelnej izolácie podlahy suterénu sa výpočet použije jeden z nasledovných vzťahov:
*ak dt+0.5*z < B, potom: U = (2*λ) / (π*B+dt+0,5*z) * ln(π*B/(dt+0,5*z)+1)*
*ináč: U = λ / (0,457*B+dt+0,5*z) , kde:*
λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy (λ=2 W/(m.K)),
π - ludolfovo číslo (π=3,14),
z - hĺbka z podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu,
dt - ekvivalentná hrúbka podlahy,
B - charakteristický rozmer podlahy.

Súčasťou technicko energetického posúdenia pevných stavebných konštrukcií je aj návrh opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie. Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny stav stavebných konštrukcií. Súbežne v časti Navrhovaný stav je uvedená skladba a tepelnotechnické vlastnosti týchto konštrukcií s navrhovaným opatrením. Návrh zmeny jednotlivých homogénnych vrstiev je farebne vyznačený.

Tabuľka 4.10: Zoznam pevných stavebných konštrukcií												
Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**											
Stručný popis konštrukcie:	Obvodový múr											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840	omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840
murivo - YTONG	0,300	0,150	2,000	550	1 000	murivo - YTONG	0,300	0,150	2,000	550	1 000
omietka - vápennocementová	0,017	0,970	0,018	2 000	790	omietka - vápennocementová	0,017	0,970	0,018	2 000	790
obklad - keramika	0,008	0,970	0,008	2 200	900	obklad - keramika	0,008	0,970	0,008	2 200	900
						tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,120	0,038	3,158	25	1 270
						omietka - silikónová	0,003	0,700	0,004	1 800	1 250
U = 0.45 W/(m².K)						U = 0.19 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 182.6 m²						Plocha konštrukcie: 182.6 m²					
Obvodový múr je vymurovaný zo siporexových tvaroviek na hr. 300 mm.											

Typ konštrukcie:	**podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche**										
Stručný popis konštrukcie:	Betónová podlaha na teréne										
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,008	1,010	0,008	2 000	840	nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,008	1,010	0,008	2 000	840
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,100	1,000	0,100	2 000	840	vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,100	1,000	0,100	2 000	840
hydroizolácia - asfaltová lepenka	0,002	0,200	0,010	1 400	1 470	hydroizolácia - asfaltová lepenka	0,002	0,200	0,010	1 400	1 470
tep. izolácia - čadičová rohož	0,030	0,035	0,857	260	880	tep. izolácia - čadičová rohož	0,030	0,035	0,857	260	880
hydroizolácia - sklobit	0,010	0,200	0,050	1 100	1 470	hydroizolácia - sklobit	0,010	0,200	0,050	1 100	1 470
betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020	betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020
sypký materiál - štrk	0,100	0,650	0,154	1 650	750	sypký materiál - štrk	0,100	0,650	0,154	1 650	750
U = 0.44 W/(m².K)						U = 0.44 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 72.3 m²						Plocha konštrukcie: 72.3 m²					
Podlaha objektu má podľa projektovej dokumentácie nasledovné zloženie: štrkové lôžko, podkladný betón, hydroizolácia, tepelná izolácia - izomin, lepenka, cementový poter a keramická dlažba.											

Typ konštrukcie:	**podlaha nad vonkajším priestorom**
Stručný popis konštrukcie:	Podlaha nad vonkajším priestorom - 2.NP

Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,008	1,010	0,008	2 000	840	nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,008	1,010	0,008	2 000	840
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,070	1,000	0,070	2 000	840	vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,070	1,000	0,070	2 000	840
hydroizolácia - asfaltová lepenka	0,002	0,200	0,010	1 400	1 470	hydroizolácia - asfaltová lepenka	0,002	0,200	0,010	1 400	1 470
tep. izolácia - minerálna vlna	0,015	0,030	0,500	33	940	tep. izolácia - minerálna vlna	0,015	0,030	0,500	33	940
betón - železobetón	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020	betón - železobetón	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020
						tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,250	0,038	6,579	25	1 270
						omietka - silikónová	0,003	0,700	0,004	1 800	1 250
U = 1.11 W/(m².K)						U = 0.13 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 9.4 m²						Plocha konštrukcie: 9.4 m²					

Podlaha sa nachádza na na 2. NP, ktoré je vysunuté a vytvára prekrytie vchodu.

Typ konštrukcie:	**strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45**											
Stručný popis konštrukcie:	Strecha budovy											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápenná	0,020	0,870	0,023	1 600	840	omietka - vápenná	0,020	0,870	0,023	1 600	840
betón - železobetón	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020	betón - železobetón	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020
sypký materiál - bitumén perlit	0,080	0,070	1,143	150	1 090	sypký materiál - bitumén perlit	0,080	0,070	1,143	150	1 090
hydroizolácia - fólia PVC	0,001	0,200	0,005	1 400	960	hydroizolácia - fólia PVC	0,001	0,200	0,005	1 400	960
						tep. izolácia - polystyrén podlahový (EPS)	0,220	0,038	5,789	25	1 270
						hydroizolácia - fólia PVC	0,001	0,200	0,005	1 400	960
U = 0.71 W/(m².K)						U = 0.14 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 81.6 m²						Plocha konštrukcie: 81.6 m²					
Budova vrátnice má plochú strechu. Zloženie strešnej konštrukcie je podľa projektovej dokumentácie nasledovné: železobetónová stropná doska, lepenka, roraflex (perlitový vankúš), odvetraná vzduchová vrstva 70 - 170 mm, drevený záklop, sklobit 2x.												

Tabuľka 4.11: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Súčasný stav		Navrhovaný stav	
		U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Obvodový múr	0,22	0,45	nevyhovuje	0,19	vyhovuje
Podlaha nad vonkajším priestorom - 2.NP	0,15	1,11	nevyhovuje	0,13	vyhovuje
Strecha budovy	0,15	0,71	nevyhovuje	0,14	vyhovuje

Tabuľka 4.12: Splnenie požiadavky na tepelný odpor podľa STN 730540-2					
Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota R (m^2K/W)	Súčasný stav		Navrhovaný stav	
		R (m^2K/W)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	R (m^2K/W)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Betónová podlaha na teréne	2,50	1,25	nevyhovuje	1,25	nevyhovuje

4.5.3 Otvorové konštrukcie

Otvorové konštrukcie ako okná, dvere a presklené steny sa svojimi funkciami výraznou mierou podieľajú na tvorbe optimálneho vnútorného prostredia a rozhodujúcou mierou na energetických stratách objektov. Veličina ktorá charakterizuje tepelnoizolačné vlastnosti otvorových konštrukcií je súčiniteľ prechodu tepla. Určenie súčiniteľa prechodu tepla celej otvorovej konštrukcie (Uw) závisí od prechodu tepla a plochy rámu otvorovej konštrukcie a od prechodu tepla a plochy výplne. Výpočet upravuje STN EN ISO 10077-1. Hodnota Uw je určená podľa vzťahu:
Uw = (Uf . Af + Ug . Ag + Ψ . lg) / (Af + Ag)
Uf - súčiniteľ prechodu tepla rámu (W/(m².K));
Af - plocha rámu (m²);
Ug - súčiniteľ prechodu tepla výplne (W/(m².K));
Ag - plocha výplne (m²);
Ψ - lineárny stratový činiteľ (W/(m.K));
lg - obvod výplne (m);

Súčiniteľ prechodu tepla zasklenia Ug je použiteľný pre strednú časť zasklenia a nezahŕňa vplyv distančného profilu na okraji zasklenia. Lineárny stratový činiteľ Ψ zohľadňuje prídavný tepelný tok spôsobený interakciou rámu a okraja zasklenia aj s vplyvom dištančného profilu.
Výslednú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla otvorovej konštrukcie ovplyvňuje aj pomerná plocha zasklenia, rámovej konštrukcie, geometria okna, konštrukcia okna (jednokrídlové, dvojkrídlové), počet a dĺžka priečnikov. Pri menších rozmeroch okien je plocha rámovej konštrukcie väčšia ako plocha zasklenia, čo v prípade horšieho súčiniteľa prechodu tepla rámu ako je súčiniteľ prechodu tepla zasklenia zhoršuje hodnotu Uw natoľko, že nie je možné dosiahnuť požadovanú hodnotu U podľa STN 73 0540-2. Preto požadovaná hodnotu U platí pre vonkajšie okná s plochou aspoň 1,8 m², okná menšej plochy, ktoré nespĺňajú požadované hodnoty, musia byť zhotovené z rovnakých komponentov ako okná spĺňajúce požiadavky.

Súčasťou technicko energetického posúdenia otvorových konštrukcií je aj návrh opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie. Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny stav otvorových konštrukcií. Súbežne v časti Navrhovaný stav je farebne vyznačený návrh nových konštrukcií s lepšími tepelnoizolačnými vlastnosťami.

Tabuľka 4.13: Zoznam otvorových konštrukcií						
P. č.	Súčasný stav			Navrhovaný stav		
	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
1	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.60m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.13 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 0.23 m²	3.19	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.60m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.24 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.12 m²	0.99
2	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.80m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.36 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.26 m²	2.43	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.72 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.90 m²	0.90
3	dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.44 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.92 m²	2.17	dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.89 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.47 m²	0.83
4	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.25m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.41 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.62 m²	2.26	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.25m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.84 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.19 m²	0.85
5	okno v obvodovej stene (0.48m x 1.40m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.21 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 0.46 m²	2.93	okno v obvodovej stene (0.48m x 1.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.42 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.25 m²	0.99
6	okno v obvodovej stene (0.98m x 0.60m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.34 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 0.25 m²	1.49	okno v obvodovej stene (0.98m x 0.60m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.34 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.25 m²	0.95
7	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.70m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.51 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.92 m²	2.37	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.70m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.03 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.40 m²	0.89
8	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.37 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 2.15 m²	1.96	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.76 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.76 m²	0.79

Tabuľka 4.13: Zoznam otvorových konštrukcií - pokračovanie

P. č.	Súčasný stav			Navrhovaný stav		
	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
9	okno v obvodovej stene (3.04m x 2.25m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 1.10 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 5.74 m²	2.11	okno v obvodovej stene (3.04m x 2.25m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.83 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 5.01 m²	0.80
10	okno v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.44 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.92 m²	2.22	okno v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.79 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.57 m²	0.81
11	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.52 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 2.00 m²	2.37	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.91 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.61 m²	0.85
12	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.40m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.48 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.68 m²	2.44	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.96 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.20 m²	0.90
13	dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.05m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.41 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.74 m²	2.19	dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.05m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.84 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.31 m²	0.84

Tabuľka 4.14: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

P.č.	Súčasný stav				Navrhovaný stav			
	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
1	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.60m)	3.19	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.60m)	0.99	0.85	nevyhovuje
2	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.80m)	2.43	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.80m)	0.90	0.85	nevyhovuje
3	dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)	2.17	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)	0.83	2.00	vyhovuje

Tabuľka 4.14: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

P.č.	Súčasný stav				Navrhovaný stav			
	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
4	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.25m)	2.26	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.25m)	0.85	2.00	vyhovuje
5	okno v obvodovej stene (0.48m x 1.40m)	2.93	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (0.48m x 1.40m)	0.99	0.85	nevyhovuje
6	okno v obvodovej stene (0.98m x 0.60m)	1.49	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (0.98m x 0.60m)	0.95	0.85	nevyhovuje
7	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.70m)	2.37	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.70m)	0.89	2.00	vyhovuje
8	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)	1.96	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)	0.79	0.85	vyhovuje
9	okno v obvodovej stene (3.04m x 2.25m)	2.11	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (3.04m x 2.25m)	0.80	0.85	vyhovuje
10	okno v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)	2.22	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)	0.81	0.85	vyhovuje
11	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)	2.37	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)	0.85	0.85	vyhovuje
12	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.40m)	2.44	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.40m)	0.90	2.00	vyhovuje
13	dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.05m)	2.19	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.05m)	0.84	2.00	vyhovuje

Tabuľka 4.15: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Súčasný stav							Navrhovaný stav						
	Otvorová konštrukcia	SV	JZ	J	JV	SZ	Z	Otvorová konštrukcia	SV	JZ	J	JV	SZ	Z
1	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.60m)	4	16					okno v obvodovej stene (0.60m x 0.60m)	4	16				
2	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.80m)	1						okno v obvodovej stene (0.90m x 1.80m)	1					

Tabuľka 4.15: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie - pokračovanie														
P.č.	Súčasný stav							Navrhovaný stav						
	Otvorová konštrukcia	SV	JZ	J	JV	SZ	Z	Otvorová konštrukcia	SV	JZ	J	JV	SZ	Z
3	dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)	1						dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)	1					
4	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.25m)	2						dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.25m)	2					
5	okno v obvodovej stene (0.48m x 1.40m)				1	1		okno v obvodovej stene (0.48m x 1.40m)				1	1	
6	okno v obvodovej stene (0.98m x 0.60m)				1			okno v obvodovej stene (0.98m x 0.60m)				1		
7	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.70m)			1			1	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.70m)			1			1
8	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)			1			1	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)			1			1
9	okno v obvodovej stene (3.04m x 2.25m)		2					okno v obvodovej stene (3.04m x 2.25m)		2				
10	okno v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)		1					okno v obvodovej stene (1.05m x 2.25m)		1				
11	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)		1					okno v obvodovej stene (1.80m x 1.40m)		1				
12	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.40m)		1					dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.40m)		1				
13	dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.05m)		1					dvere v obvodovej stene (1.05m x 2.05m)		1				

4.5.4 Tepelné mosty

Tepelný most je časť obvodovej konštrukcie budovy, odkiaľ uniká podstatne viac tepla ako na bežnom mieste a tým pádom sa výrazne mení vnútorná povrchová teplota. Je spôsobený prienikom stavebných materiálov s rôznou tepelnou vodivosťou alebo zmenou hrúbky stavebnej konštrukcie alebo rozdielnou veľkosťou vnútornej plochy, ktorá teplo prijíma a vonkajšej plochy, ktorá teplo odovzdáva (napríklad kúty stien, podláh a podobne). Ak vnútorná povrchová teplota klesne pod rosný bod zodpovedajúci vnútorným tepelno-vlhkostným podmienkam, dôjde k povrchovej kondenzácii vodnej pary a takéto miesto je náchylné na tvorbu plesní. Na odhaľovanie tepelných mostov sa používa termovízia. Čiastočne je možné tepelné mosty eliminovať vhodným zateplením fasády. Mernú tepelnú stratu spôsobenú tepelnými mostami je možné určiť viacerými metódami, napríklad zjednodušeným paušálnym výpočtom alebo na základe katalógu tepelných mostov.

Zjednodušený paušálny výpočet sa môže použiť, keď nie sú známe konštrukčné detaily. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 50%. Výpočet sa vykoná na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov. Hodnoty tohto súčiniteľa sú v STN 73 0540-2 uvedené paušálne. Napríklad, pre prípad murovaných konštrukcií je hodnota ΔU = 0,1 W/(m².K), resp. pre prípad spojitej tepelnej izolácie na vonkajšom povrchu konštrukcie je ΔU = 0,05 W/(m².K). Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:
*ΔH = ΔU * ΣAi (W/K)*
ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov (W/(m².K));
ΣAi - celková teplovýmenná plocha budovy (m²).

Výpočet na základe katalógu tepelných mostov sa môže použiť, ak sú rozmery a tepelnotechnické vlastnosti príkladu v katalógu podobné, ako pri posudzovanom detaile, alebo ak je príklad v katalógu tepelnotechnicky nevýhodnejší ako posudzovaný detail. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 20%. Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:
*ΔH = Ψe * l (W/K)*
Ψe - lineárny stratový súčiniteľ určený podľa katalógu (W/(m.K));
l - dĺžka lineárneho tepelného mosta (m).

Tabuľka 4.16: Tepelné mosty (približný výpočet)

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov (W/(m².K)):	0,10	0,05
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	396	396
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	39,584	19,792

4.5.5 Tepelná strata vetraním

Vetranie má zásadný vplyv na kvalitu vnútorného prostredia budovy. Len dostatočným vetraním je možné zabezpečiť odvádzanie znehodnoteného vzduchu s vyšším objemom CO_2 alebo vlhkosťou. Pri nadmernom vetraní počas vykurovacieho obdobia dochádza k zbytočne vysokej tepelnej strate. Naopak nedostatočným vetraním síce ušetríme energiu, ale v priestore udržiavame zvýšenú vlhkosť vnútorného vzduchu, čo podporuje rast plesní. Dôležitým parametrom je intenzita výmeny vzduchu, ktorá určuje koľkokrát za hodinu sa vzduch v miestnosti nahradí čerstvým vzduchom. Pre splnenie hygienických požiadaviek jednotlivých priestorov budovy je pre každé využitie priestoru stanovená minimálna intenzita výmeny vzduchu. Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu celej budovy je určená váženým priemerom jednotlivých hodnôt, pričom váhou je podlahová plocha týchto priestorov. Vetrať je možné prirodzene alebo mechanicky.

Prirodzené vetranie sa dá ťažko regulovať, nakoľko závisí od rozdielu vonkajšej a vnútornej teploty a

od dynamických účinkov vetra. Taktiež k prevetrávaniu môže dochádzať aj pri zatvorených oknách, cez prípadné škáry v otvorových konštrukciách, nakoľko na náveternej strane vzniká pretlak a na záveterne strane zasa podtlak. Z toho dôvodu je potrebné posúdiť intenzitu výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie cez takéto škáry a určí sa na základe:
• súčiniteľa škárovej priedušnosti a dĺžky škár jednotlivých otvorových konštrukcií,
• veternej oblasti t.j. priemernej rýchlosti vetra,
• triedy ochrany budovy, t.j. ochrana budovy pred vetrami vzhľadom na umiestnenie budovy v krajine,
• tesnosti interiérových dverí.
Objemový tok vzduchu (m³/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu (1/h) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m³). Hodnota objemového toku vzduchu prirodzeným vetraním sa určí ako väčšia hodnota z minimálneho objemového toku vzduchu a objemového toku vzduchu infiltráciou.

Merná tepelná strata vetraním sa vypočítaná podľa vzorca:
Hv = Vi.ρa.ca
kde:
Hv - merná tepelná strata vetraním (W/K)
Vi - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h)
ρa.ca – efektívna tepelná kapacita vzduchu (0,333 W.h/(m³.K))

Súčasťou posúdenia tepelnej straty vetraním je aj výpočet týchto strát po zrealizovaní opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie.

Budova je postavená v zastavanom území, okolité stavby sú hlavne rodinné domy a nízkopodlažné budovy. Vetranie budovy je vykonávané iba ručne otvorením okien alebo dverí. Okná na budove sú kovové, netesné a niektoré na 2. NP sú len zapreté, inak sa nedajú zatvoriť.

Tabuľka 4.17: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu

Trieda ochrany budovy:	priemerne chránené
Tesnosť interiérových dverí:	bez interiérových dverí
Objem vnútorného vzduchu (m³):	228

Tabuľka 4.18: Minimálna intenzita výmeny vzduchu

Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h)
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	0,20
admin. budova - ostatné priestory (sklady, dieľne,...)	0,20
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	0,20
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	0,30
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	0,21

Tabuľka 4.19: Prirodzené vetranie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Minimálny objemový tok vzduchu (m³/h):	47,88	47,88
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	5,637	0,146
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m³/h):	1 285,24	33,29
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m³/h):	1 285,24	47,88

Tabuľka 4.20: Merná tepelná strata vetraním		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h):	1 285,24	47,88
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	428,413	15,960

4.5.6 Tepelný zisk

Na tepelných ziskoch budovy sa podieľajú solárne tepelné zisky a vnútorné tepelné zisky, ako metabolické teplo používateľov budovy a tepelný zisk z prevádzky spotrebičov.

Solárne tepelné zisky sú výsledkom slnečného žiarenia v danom mieste. Množstvo slnečného žiarenia, ktoré dopadne na okno, závisí na orientácii okna a jeho zatienenia. Pri výpočte sa tiež zohľadňuje plocha rámu okna a solárna priepustnosť zasklenia. Významnú úlohu zohráva aj zatienenie záclonami a žalúziami. Súčiniteľ, ktorý zahŕňa tieto vlastnosti a plocha kolekčného povrchu sa nazýva účinnou kolekčnou plochou (Asol) a určuje sa nasledovne:
*Asol = Aw * gn * Fc*
Aw - plocha výplne otvorovej konštrukcie,
gn - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,
Fc - zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany.
Nie všetky solárne zisky je možné využiť pri vykurovaní. V prípade slnečných dní môžu byť slnečné zisky väčšie ako tepelná strata príslušnej miestnosti a dôjde k prehriatiu miestnosti, alebo sú tieto zisky odvetrané. Takýto stav nastáva hlavne pri ľahkých stavebných konštrukciách ako drevostavby alebo podkrovia, pri ktorých je stupeň využitia solárnych ziskov relatívne nízky.
Solárny tepelný zisk (Qsol) je vypočítaný podľa vzorca:
*Qsol = Isol * Asol * Fsol (kWh)*
kde:
Isol - celková energia slnečného žiarenia,
Asol - účinná kolekčná plocha,
Fsol - redukčný faktor tienenia zohľadňuje tienenie horizontu, tienenie presahujúcimi vodorovnými konštrukciami a presahujúcimi zvislými konštrukciami.

Metabolický zisk, t.j. tepelný výkon človeka závisí na aktivite, veku a postave človeka a podmienkach v ktorých sa daná osoba nachádza.
Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov je určený na základe spotreby elektriny vo vnútri budovy, ktorá sa nezohľadnila pri vykurovaní, chladení a príprave teplej vody.

Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny výpočet solárnych tepelných ziskov. Súbežne v časti Navrhovaný stav je vyčíslená hodnota solárnych tepelných ziskov po navrhovanej výmene otvorových konštrukcií.

Tabuľka 4.21: Solárny tepelný zisk												
	Súčasný stav						Navrhovaný stav					
Orientácia otvorovej konštrukcie:	J	JV	JZ	SV	SZ	Z	J	JV	JZ	SV	SZ	Z
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m²):	320	260	260	130	130	200	320	260	260	130	130	200
Zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m²):	2,44	0,43	13,50	4,40	0,28	2,44	1,58	0,25	8,82	2,62	0,13	1,58
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	781	112	3 510	572	36	488	506	65	2 293	341	17	316
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	5 499						3 538					

Tabuľka 4.22: Metabolický tepelný zisk			
Osoby prítomné v budove:	muži	ženy	deti
Priemerný tepelný tok na osobu (W):	93	79	70
Priemerný denný počet osôb:	2	0	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	24	24	24
Metabolický tepelný zisk (kWh):	870	0	0

Tabuľka 4.23: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov	
Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	1
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	195

4.5.7 Vykurovací systém

Vykurovací systém zabezpečuje zásobovanie budovy teplom na vykurovanie. Tento systém sa môže skladať z viacerých podsystémov:
• podsystému odovzdávania tepla (zariadenie na emisiu tepla v budove, napr. vykurovacie telesá),
• podsystému distribúcie tepla (rozvody tepla),
• podsystému akumulácie tepla (akumulačné zásobníky teplej vody)
• podsystému výroby tepla (zdroj tepla).
V budove môže byť viac nezávislých vykurovacích systémov, napríklad teplovodné stenové vykurovanie kombinované s vykurovaním radiátormi, pričom výroba tepla je v spoločnom zdroji tepla. Zároveň časť budovy môže byť vykurovaná gamatkami na zemný plyn (2. vykurovací systém). Každý z týchto systémov je posudzovaný samostatne. Vzhľadom na potrebu podsystému distribúcie tepla, rozlišujeme dva druhy vykurovacích systémov:
• s podsystémom distribúcie tepla, keď miesto výroby tepla je odlišné od miesta odovzdávania tepla,
• bez podsystému distribúcie (t.j. bez rozvodov tepla), a to v prípade, že teplo sa vyrába priamo v zariadení na odovzdávanie tepla, napr. elektrický priamovýhrevný konvektor, gamatky na zemný plyn, alebo elektrické podlahové vykurovanie.
Výpočet tepelných strát vykurovacieho systému sa zakladá na analýze jednotlivých podsystémov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby tepla po zdroj energie, pričom vo výpočte sa zohľadňujú všetky časti vykurovacieho systému.

Podsystém odovzdávania tepla zabezpečuje aby sa teplo v správnej miere odovzdávalo príslušným priestorom. Okrem vykurovacích telies, ktoré odovzdávajú prevažnú časť tepelnej energie okolitému vzduchu konvekciou, funguje tento princíp aj pri plošnom kúrení ktoré môže byť inštalované v podlahe, v stene alebo na strope a prenáša tepelnú energiu vo forme žiarenia. Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (Qem,is) je spôsobená hlavne nerovnomerným rozdelením teploty vplyvom nerovnomerného rozloženia vykurovacích telies (napr. umiestnenie radiátorov pod oknami). Táto strata sa určí podľa vzorca:
*Qem,is = Qnd,inc - Qnd - 2 * Qw,hs,i (kWh)*
kde:
Qnd,inc - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty zvýšenej o priemernú priestorovú zmenu teploty,
Qnd - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty
Qw,hs,i - časť obnovenej tepelnej straty systému prípravy TV vo vykurovaných priestoroch. Jedná sa o tepelnú stratu systému distribúcie a akumulácie.
Pri posudzovaní vykurovacieho systému je nutné zohľadniť aj prídavnú energiu na pohon pomocných zariadení. Časť prídavnej energie sa pretransformuje na teplo a následne sa využije na vykurovanie. Nazýva sa obnovená prídavná energia. Prídavná energia zvyčajne elektrická energia, sa používa pri ventilátoroch, ktoré uľahčujú odovzdávanie tepla do priestoru, ventiloch a regulácii. Časť prídavnej energie sa môže obnoviť priamo v systéme odovzdávania tepla. Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla sa vypočíta podľa vzorca:
*Wem,aux = Σ P * Qnd * k / Ph / 1000 (kWh)*
kde:
P - elektrický príkon pomocných zariadení,
Qnd - potreba tepla na vykurovanie,
k - podiel odovzdávaného tepla príslušným podsystémom,
Ph - vykurovací výkon príslušného zariadenia.

Počas vykurovacieho obdobia pracuje vykurovací systém takmer nepretržite. Aj vykurovacím potrubím tečie ustavične teplá vykurovacia voda. Potrubia, ktoré musia byť uložené v nevykurovaných priestoroch, pôsobia predovšetkým ako vykurovacia plocha a odovzdávajú veľa tepelnej energie. Tepelná strata podsystému distribúcie tepla sa určuje len pre rozvody vykurovania v nevykurovaných priestoroch budovy, nakoľko tepelná strata rozvodov vykurovania vo vykurovaných priestoroch je spätne získateľná a prispieva k vykurovaniu budovy. Tepelná strata

podsystému distribúcie tepla Qdis,ls sa určí podľa vzorca:
*Qdis,ls = Σ Ψj * (Φm- Φi) * Lj * t / 1000 (kWh)*
kde:
Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia určený na základe tepelnej vodivosti a hrúbky tepelnej izolácie,
Φm - stredná teplota teplonosnej látky určená na základe teplotného spádu,
Φi - priemerná teplota nevykurovaného priestoru,
Lj - dĺžka potrubia,
t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému
Prídavná energia podsystému distribúcie tepla (kWh) sa určí na základe súčinu príkonov obehových čerpadiel a počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému.

Podsystém akumulácie tepla sa pri vykurovacích systémoch využíva z dôvodu preklenutia obdobia, keď odber tepla prevyšuje jeho dodávku, napríklad pri zníženom množstve slnečného žiarenia pri solárnych kolektoroch, alebo veľmi nízkej teplote vonkajšieho vzduchu pri tepelnom čerpadle vzduch/voda. Druhým dôvodom môže byť kombinácia vysokoteplotného zdroja tepla (kotol na tuhé palivo) a nízkoteplotného odovzdávacieho prvku (podlahové vykurovanie). V takomto prípade zásobník tepla vyrovnáva teplotný rozdiel medzi vysokou teplotou na zdroji tepla a nízkou teplotou odovzdávacieho prvku a zabraňuje častému spínaniu zdroja tepla, resp. tepelnej nepohode vplyvom horúcej podlahy. Tepelná strata podsystému akumulácie tepla sa určí podľa vzorca:
*Qs,ls = qz * (Φs - Φamb) * t / 1000*
kde:
Qs,ls - tepelná strata podsystému akumulácie tepla,
qz - merná tepelná strata akumulačného zásobníka určená na základe tepelnej vodivosti tepelnej izolácie a jej hrúbky,
Φs - priemerná teplota vody v akumulačnom zásobníku,
Φamb - priemerná teplota okolia,
t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Podsystém výroby tepla obsahuje zariadenia v ktorých prebieha proces premeny energie obsiahnutej v energetickom nosiči na energiu tepelnú. Základnou veličinou charakterizujúcou zariadenia na výrobu tepla je faktor transformácie energie (tj. účinnosť). Jedná sa o pomer medzi získanou tepelnou energiou a energiou dodanou do zariadenia na výrobu tepla. V prípade tepelných čerpadiel sa faktor transformácie energie udáva väčší ako 1, nakoľko ako vstup sa považuje len ušľachtilá energia (elektrická energia, ...) a ako získaná energia sa považuje celková výstupná energia dodaná tepelným čerpadlom. V takomto prípade tepelná strata podsystému výroby tepla je záporná, teda sa jedná o tepelný zisk.
Tepelná strata podsystému výroby tepla Qgen,ls sa určí podľa vzorca:
*Qgen, ls = Σ (Qentry * k) / η - Qentry * k*
kde:
Qentry - energia na vstupe nasledujúceho podsystému (akumulácie alebo distribúcie),
k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením,
η - faktor transformácie energie.

Vykurovanie budovy zabezpečuje teplovodný elektrokotol Protherm Raja 18 k s menovitým výkonom 18 kW. Kotol je umiestnený na 2. NP. Odovzdávanie tepla zabezpečujú radiátory. Na radiátoroch chýbajú termoregulačné ventily. Preto je vykurovaná celá budova dosť rovnomerne.

Navrhujeme montáž termostatických ventilov na radiátory. aby sa dali nastaviť teplotné zóny v budove.

Ak by cena el. energie mala mať dlhodobo násobne vyššiu úroveň ako cena plynu, čo pravdepodobne nastane, navrhujeme zvážiť výmenu elektrokotla za plynový kondenzačný kotol. Možno využiť existujúce rozvody ústredného kúrenia a využiť tak nižšie náklady na 1 kWh tepla vyrobeného zo

zemného plynu.

Identifikácia neakceptovateľných opatrení:
Využitie iba fotovoltických panelov na výrobu elektrickej energie na následný ohrev vody ako vykurovacieho média na ÚK a ohrev TÚV naráža na nízku účinnosť počas roka a ak by sme z hľadiska emisií doplnili namiesto kotla na elektrinu napr. tepelným čerpadlom, dostávame finančne náročnú a nenávratnú alternatívu.
Inteligentné snímače zmeny teploty namontované na oknách hlavne v priestoroch kancelárií, chodieb a v najčastejšie využívaných priestoroch by mali zastaviť prúdenie teplonosnej látky vo vykurovacích telesách. Takže by sa nekúrilo „von oknom“ počas vetrania. Zavedenie inteligentných snímačov predpokladá inštaláciu inteligentnej MaR regulácie rozvodov ÚK a teda zásadnú rekonštrukciu rozvodov ÚK v objekte spolu s inštaláciou ovládacích prvkov rozvodov ÚK. Inštalácia celého systému inteligentnej regulácie rozvodov ÚK je finančne náročná vzhľadom na nutnosť rekonštrukcie rozvodov ÚK v celom objekte.

Súčasný technický stav rozvodov ÚK je vyhovujúci. Preto navrhujeme dodržiavať krátke a účinné vetranie priestorov mimo haly ľahkej údržby v dĺžke 2 – 3 minúty, aby nedochádzalo k prechladzovaniu obvodových múrov a následne k vlhnutiu a vzniku plesní.

Identifikácia iných potrebných opatrení (okrem opatrení na zvýšenie energetickej efektívnosti):
-Kontrolovať funkčnosť termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách aspoň raz ročne pred začiatkom vykurovacej sezóny
-Po skončení vykurovacej sezóny nastaviť termoregulačné ventily na maximálnu teplotu, aby sa nepoškodili.
-Kontrolovať nastavenie tesnosti okien aspoň raz ročne na začiatku vykurovacej sezóny pri poklese teploty pod 5 °C.

Tabuľka 4.24: Vykurovací systém		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	s podsystémom distribúcie	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 100	3 100
Teplotný spád (°C):	60/40	60/40

Tabuľka 4.25: Podsystém odovzdávania tepla - zariadenia na odovzdávanie tepla					
Súčasný stav			Navrhovaný stav		
Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)
radiátor	0,2	0	radiátor	0,2	0

Tabuľka 4.26: Podsystém odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20	0,20
Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (kWh):	719	148
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	0,00	0,00

Tabuľka 4.27: Podsystém výroby - zariadenia na výrobu tepla									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
kotol nízkoteplotný	elekt.	18,0	0,99	38	kotol nízkoteplotný	elekt.	18,0	0,99	38

Tabuľka 4.28: Podsystém výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystému výroby tepla (kWh):	414	53
Prídavná energia podsystému výroby tepla (kWh):	118	118

4.5.8 Energia na vykurovanie

Potreba energie na vykurovanie je ovplyvňovaná tepelnou stratou stavebných konštrukcií, tepelnou stratou vetraním, tepelnými ziskami a tepelnou stratou vykurovacieho systému. Do potreby energie na vykurovanie sa započíta aj potreba pomocnej energie, spravidla sa jedná o elektrickú energiu, ktorá sa využíva na pohon obehových čerpadiel, ventilátorov alebo riadenia a regulácie, ktoré sú súčasťou vykurovacieho systému.
Potreba tepla na vykurovanie Qnd (kWh) sa určí podľa vzorca:
*Qnd = Qht - ηgn * Qgn*
kde:
Qht - celkový prenos tepla (kWh),
ηgn - faktor využitia tepelných ziskov je funkciou tepelnej bilancie pomeru tepelných ziskov Qgn, celkového prenosu tepla Qht a bezrozmerného číselného parametra závislého od vnútornej tepelnej kapacity vypočítanej pre maximálnu hrúbku 0,1 m vnútorných konštrukcií budovy.
Qgn - tepelný zisk (kWh) je určený súčtom solárnych ziskov a vnútorných ziskov.

Celkový prenos tepla Qht (kWh) sa určuje podľa vzorca:
*Qht = H * D * 24 / 1000*
kde:
H - celková tepelná strata (W/K) je určená súčtom mernej tepelnej straty obvodových konštrukcií, mernej tepelnej straty tepelných mostov a mernej tepelnej straty vetraním. Merná tepelná strata obvodových konštrukcií (W/K) sa stanoví zo súčiniteľov prechodu tepla Uj všetkých obalových konštrukcií budovy, ich plôch Aj určených z vonkajších rozmerov stavebných konštrukcií a zodpovedajúcich teplotných redukčných faktorov.
D - priemerný počet dennostupňov (K),
24 - počet hodín za deň (h).

Potreba energie na vykurovanie sa určí z potreby tepla na vykurovanie Qnd poníženej o spätne obnovenú tepelnú stratu systému prípravy teplej vody, so zohľadnením tepelných strát a tepelných ziskov vykurovacieho systému.

Tabuľka 4.29: Merná tepelná strata

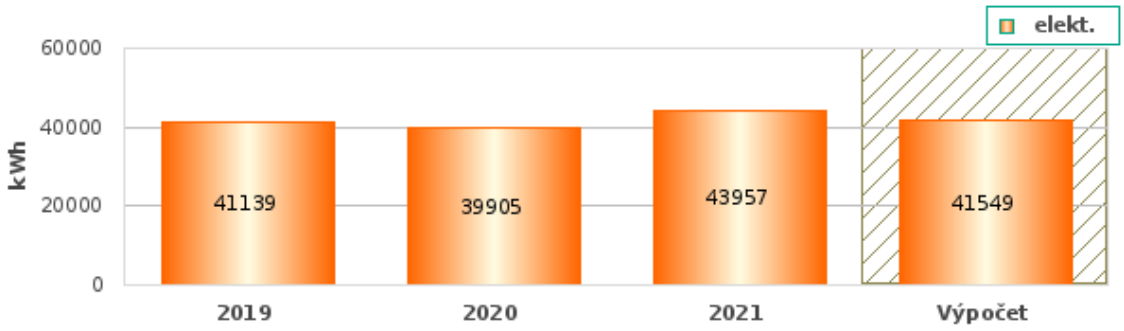
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	182,352	79,152
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	117,458	42,939
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	39,584	19,792
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	428,413	15,960

Tabuľka 4.30: Energia na vykurovanie

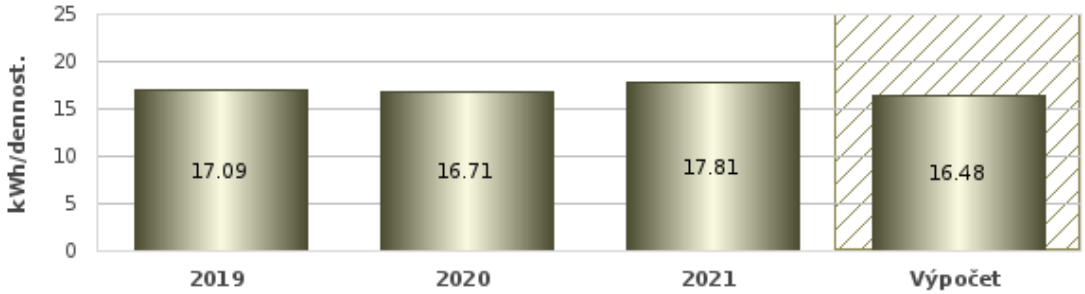
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	767,807	157,843
Celkový prenos tepla (kWh):	46 455	9 550
Tepelný zisk (kWh):	6 564	4 603
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,938	0,957
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	40 298	5 145
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	40 298	5 145

Tabuľka 4.30: Energia na vykurovanie - pokračovanie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Hlavná energia na vstupe podsystému odovzdávania tepla (kWh)	41 017	5 293
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby tepla (kWh):	41 431	5 346
Prídavná energia (kWh):	118	118
Energia na vykurovanie (kWh):	41 549	5 464

Tabuľka 4.31: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	41 549	5 464



Graf 4.3: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou



Graf 4.4: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie/dennostupeň s vypočítanou potrebou/dennostupeň

4.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody

4.6.1 Systém prípravy teplej vody

Prípravou teplej vody sa myslí ohrev pitnej vody pre potrebu ľudí, napríklad umývanie a nejedná sa o teplú vodu na vykurovanie, technologické účely alebo pre zvieratá. Tak ako vykurovací systém aj systém prípravy teplej vody sa môže skladať z viacerých podsystémov:
• podsystému distribúcie,
• podsystému akumulácie,
• podsystému výroby.
Podľa spôsobu distribúcie rozoznávame dva základné druhy systému teplej vody:
• centrálny ohrev, t.j. s podsystémom distribúcie,
• miestny ohrev v mieste výtoku teplej vody, t.j. bez podsystému distribúcie (napr. prietokový ohrievač, boiler,...).

Výpočet tepelných strát systému teplej vody sa zakladá na analýze jednotlivých podsystémov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby energie v teplej vode na výtoku až po prípravu teplej vody v podsystéme výroby.
Tepelná strata podsystému distribúcie sa určí ako súčet tepelnej straty počas cirkulácie vody a tepelnej straty chladnutím vody v potrubí počas obdobia bez cirkulácie. Tepelná strata počas cirkulácie vody sa určí nasledovne:
$Qw,dis,on = \Sigma \Psi j * (\Phi m - \Phi i) * Lj * t / 1000$
kde:
Ψ *- lineárny stratový súčiniteľ potrubia,*
Φm *- priemerná teplota vody,*
Φi *- priemerná teplota priestoru v ktorom je uložené potrubie,*
Lj - dĺžka potrubia (m),
t - počet prevádzkových hodín prípravy TV (h).

Lineárny stratový súčiniteľ potrubia sa určí podľa:
$\Psi = \pi / (1 / (2 * \lambda) * ln(da / di) + 1 / (ha * da))$
kde:
λ *- tepelná vodivosť tepelnej izolácie,*
da - vonkajší priemer potrubia s tepelnou izoláciou (m),
di - vonkajší priemer potrubia bez tepelnej izolácie (m),
ha - súčiniteľ prestupu tepla na vonkajšom povrchu (W/(m.K)).

Tepelná strata chladnutím vody v potrubí počas obdobia bez cirkulácie sa určí podľa vzorca:
$Qw,dis,off = \Sigma ((\rho * c)/1000 * V * (\Phi w - \Phi i) * n)/3,6$
kde:
ρ *- objemová hmotnosť vody (kg/m³),*
c - merná tepelná kapacita vody (kJ/(kg.K)),
V - objem vody obsiahnutej v úseku potrubia (m³),
Φw *- priemerná teplota vody v potrubí (°C),*
Φi *- priemerná teplota okolitého prostredia (°C),*
n - ročný počet cirkulačných cyklov

Tepelná strata podsystému akumulácie sa vypočíta podľa vzorca:
$Qw,acc,hs = qz * (\Phi s - \Phi amb) * t / 1000$
kde:
Qw,acc,hs - tepelná strata podsystému akumulácie vo vykurovaných priestoroch,
qz - merná tepelná strata akumulačného zásobníka,
Φs *- priemerná teplota vody na výtoku (°C),*
Φamb *- priemerná teplota okolia (°C),*
t - počet prevádzkových hodín systému (h).

Merná tepelná strata akumulačného zásobníka sa určí podľa vzorca:
$qz = (\pi / (1 / (2 * \lambda) * ln(d / (d - 2 * e)) + 0,13 / d) * v + 2 * (\pi / 4 * (d * d)) / (e / \lambda + 0,13)$
kde:
λ *- tepelná vodivosť tepelnej izolácie,*
d - priemer zásobníka vrátane tepelnej izolácie (m),
e - hrúbka tepelnej izolácie (m),
v - výška zásobníka vrátane tepelnej izolácie (m).

Tepelná strata podsystému výroby sa určí podľa vzorca:
$Qw,gen = \Sigma (Qentry * k) / \eta - Qentry * k$
kde:
Qentry - energia na vstupe predchádzajúceho podsystému (kWh)
k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením
η *- faktor transformácie energie*

Teplá voda je pripravovaná prietokovým ohrievačom Elíz s príkonom 2 kW.

Tabuľka 4.32: Prevádzkové parametre	
Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	7
Priemerná teplota vody na výtoku (°C):	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	12
Druh systému prípravy teplej vody:	bez podsystému distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	365
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	24

Tabuľka 4.33: Podsystém výroby - zariadenia				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
prietokový ohrievač	elekt.	2,0	0,99	0

Tabuľka 4.34: Podsystém výroby - tepelná strata	
Tepelná strata podsystému výroby (kWh):	3
Prídavná energia podsystému výroby (kWh):	0

4.6.2 Energia na prípravu teplej vody

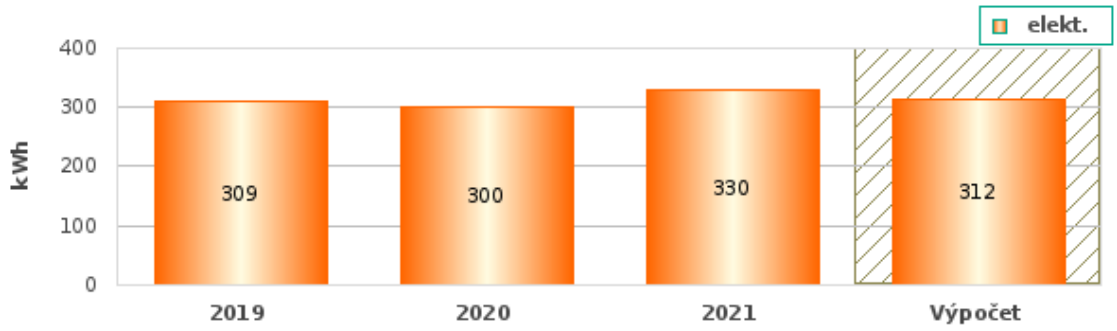
Potreba energie na prípravu teplej vody je súčtom potreby základnej energie na ohrev požadovaného objemu pitnej vody, strát energie v zdroji tepla, v zásobníkoch, v distribučnej sústave. Do potreby energie na prípravu teplej vody sa započítava aj prídavná energia ktorú spotrebúvajú pomocné elektrické zariadenia, napríklad cirkulačné čerpadlá, meracie a regulačné prístroje. Pri výpočte strát energie sa postupuje od potreby energie v teplej vode na výtoku cez straty v distribučnej sústave až po straty pri akumulácii a výrobe v zdroji. Potreba energie na prípravu teplej vody Q (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Q = Qw + Qw,dis + Qw,acc + Qw,gen + Waux$$

kde:
Qw - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
Qw,dis - tepelná strata podsystému distribúcie (kWh),
Qw,acc - tepelná strata podsystému akumulácie (kWh),
Qw,gen - tepelná strata podsystému výroby (kWh),
Waux - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 4.35: Energia na prípravu teplej vody	
Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	7
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	309
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby (kWh):	312
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	312

Tabuľka 4.36: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov	
elektrina (kWh):	312



Graf 4.5: Porovnanie spotreby energie na prípravu teplej vody s vypočítanou potrebou

4.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia

4.7.1 Systém osvetlenia

Elektrické osvetlenie v budovách je významným spotrebičom elektrickej energie. Jeho úlohou je zabezpečenie dobrých zrakových podmienok, hygieny zrakovej práce a vytvorenie príjemného a ergonomického svetelného prostredia.
Osvetľovacia sústava budovy bola rozdelená na priestorovo a funkčne menšie časti, aby bolo možné čo najobjektívnejšie:
• posúdiť parametre súčasného osvetlenia s požiadavkami uvedenými v STN EN 12464-1,
• určiť spotrebu energie na základe normalizovaných hodnôt uvedených v STN EN 15193,
• určiť priemerný ročný čas svietenia.
Z dôvodu overenia osvetlenosti a rovnomernosti osvetlenia je pre každý posudzovaný priestor potrebné vytvoriť sieť kontrolných bodov s približne štvorcovými bunkami. Rozstupy bodov kontrolnej siete sú navrhnuté v zmysle STN EN 12464-1. Pre jednoduchšie zobrazenie nameraných hodnôt osvetlenosti posudzovaného priestoru sú jednotlivé body kontrolnej siete pomenované alfabetickými znakmi v smere šírky posudzovaného priestoru a číselne v smere dĺžky tohto priestoru. Namerané hodnoty osvetlenosti sú pre každý posudzovaný priestor zobrazené v číselnej a grafickej podobe.
Pre každý posudzovaný priestor je vypočítaná spotreba energie na základe normalizovaných hodnôt (STN EN 15193). Výsledky výpočtu spotreby energie sú vyčíslené pre súčasný stav osvetľovacej sústavy a pre stav po realizovaní navrhnutých opatrení modernizácie osvetľovacej sústavy. Následne sú uvedené predpoklady pre stanovenie činiteľov vstupujúcich do výpočtu spotreby energie.
Udržiavací činiteľ (Maintenance Factor) je vypočítaný na základe priemerného faktora zachovania osvetlenia (LLMF) uvedených svetelných zdrojov a nasledovných predpokladov udržiavania svietidla a miestnosti:
• stredne veľká miestnosť (K 2,5) s odrazivosťou 70/50/20 na strop, steny a podlahy v uvedenom

poradí,
• čistiace intervaly svetelných zdrojov a svietidiel - 1x ročne,
• interval čistenia povrchov miestnosti - 1x za 6 rokov,
• nefunkčné svetelné zdroje sú ihneď nahradené.
Činiteľ využitia denného svetla (FD) je stanovený na základe činiteľa dostupnosti denného svetla (FD,S) ako funkcia stupňa presvetlenia priestoru denným svetlom a udržiavanej osvetlenosti pre zemepisnú šírku 48°.
V rámci návrhu modernizácie osvetľovacej sústavy sú všetky opatrenia navrhnuté tak, aby modernizované osvetlenie spĺňalo požiadavky uvedené v STN EN 12464-1.

Priestory v budove sú osvetlené lineárnymi žiarivkami, LED panelmi, kompaktnými žiarivkami a klasickými žiarovkami. Podľa prevádzkovateľa je osvetlenie len v časti kancelárie vrátnikov a v ich zázemí. V časti bývalého bufetu (dnes sklady) je osvetlenie využívané len príležitostne.

Navrhujeme výmenu klasických žiaroviek, kompaktných žiariviek a lineárnych žiariviek za LED svetelné zdroje. Hlavne vo využívanej časti budovy.

Tabuľka 4.37: Osvetľovaný priestor č. 1	
Názov priestoru:	WC
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Miestnosti na oddych, hygienu a prvú pomoc
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Šatne, umyvárne, kúpeľne, záchody
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	1.8
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	365
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 4.38: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 1									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
LED panel	18	1	uzavreté IP 2X	1	LED panel	18	1	uzavreté IP 2X	1

Tabuľka 4.39: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 1	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 4.40: Osvetľovaný priestor č. 2	
Názov priestoru:	chodby
Kategória priestoru:	Komunikačné zóny v budovách
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Komunikačné priestory a chodby
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	1.8
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	2920
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 4.41: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 2

Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
LED panel	18	1	uzavreté IP 2X	1	LED panel	18	1	uzavreté IP 2X	1
kompaktná žiarivka	12	1	uzavreté IP 2X	1	LED žiarovka	9	1	uzavreté IP 2X	1
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	1	uzavreté IP 2X	1	LED svetelná trubica T8	8	1	uzavreté IP 2X	1

Tabuľka 4.42: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 2	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	100
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	40
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	28

Tabuľka 4.43: Osvetľovaný priestor č. 3	
Názov priestoru:	sklady
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Skladištia a chladiarne
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Skladište a zásobárne
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	normálne
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	1.8
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	12
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 4.44: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 3									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	1	uzavreté IP 2X	7	LED svetelná trubica T8	8	1	uzavreté IP 2X	7
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	2	uzavreté IP 2X	10	LED svetelná trubica T8	8	2	uzavreté IP 2X	10
LED žiarovka	9	1	uzavreté IP 2X	1	LED žiarovka	9	1	uzavreté IP 2X	1
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	2	LED žiarovka	9	1	uzavreté IP 2X	2
kompaktná žiarivka	12	1	uzavreté IP 2X	3	LED žiarovka	9	1	uzavreté IP 2X	3

Tabuľka 4.45: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 3	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	100
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	60
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 4.46: Osvetľovaný priestor č. 4	
Názov priestoru:	šatne
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Miestnosti na oddych, hygienu a prvú pomoc
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Šatne, umyvárne, kúpeľne, záchody
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	1.8
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	2920
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 4.47: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 4									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
LED panel	18	1	uzavreté IP 2X	1	LED panel	18	1	uzavreté IP 2X	1

Tabuľka 4.48: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 4	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 4.49: Osvetľovaný priestor č. 5	
Názov priestoru:	kancelária
Kategória priestoru:	Administratívne priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Písanie, písanie na stroji, čítanie, spracovanie údajov
Systém spínania osvetlenia:	manuálne ZAP / automaticky VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	1.8
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	4380
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 4.50: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 5									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
LED panel	18	1	uzavreté IP 2X	2	LED panel	18	1	uzavreté IP 2X	2

Tabuľka 4.51: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 5	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	500
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	19

4.7.2 Energia na osvetlenie

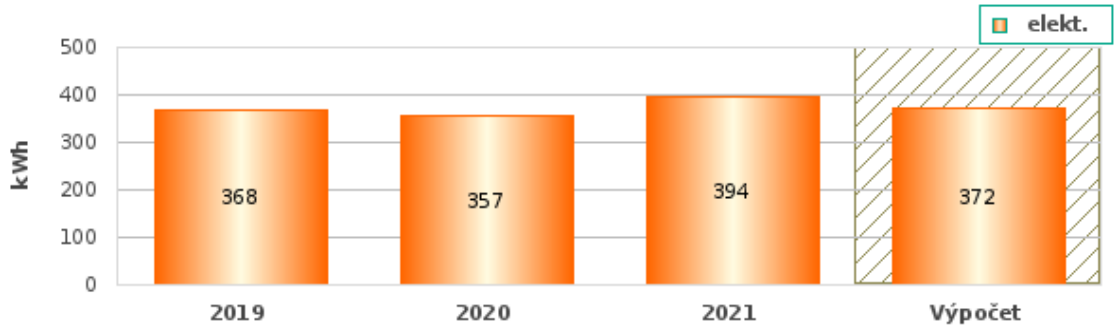
Potreba energie na osvetlenie závisí od celkového príkonu osvetľovacej sústavy (kW) a priemerného ročného času svietenia (hod.). Jednotlivé priestory v budove nemávajú rovnaký ročný čas svietenia, a to z dôvodu:
• rozdielneho využitia (napr. administratívne priestory, chodby, sklady, ...),
• rozdielnej dostupnosti denného svetla a stupňa presvetlenia denným svetlom,
• rozdielnej farby stien, ktorá ovplyvňuje odrazivosť svetla,
• rozdielneho systému spínania osvetlenia (automatické spínanie prostredníctvom senzorov, manuálne spínanie s rizikom nevypnutia osvetlenia pri odchode).
Potreba energie na osvetlenie Qlt (kWh) sa určí podľa vzorca:

*Qlt = Σ (Pn * tn)*

kde:
Pn - celkový príkon v n-tom priestore (kW). Pri výpočte potreby energie na osvetlenie súčasného stavu je celkový príkon v n-tom priestore korigovaný faktorom funkčnosti svetelných zdrojov.
tn - čas využitia osvetlenia v n-tom priestore (h).

Tabuľka 4.52: Energia na osvetlenie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	827	377
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	372	323



Graf 4.6: Porovnanie spotreby energie na osvetlenie s vypočítanou potrebou

4.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy

Budovy sú z hľadiska svojej energetickej hospodárnosti zatrieďované do energetických tried, čo umožňuje ich vzájomné porovnanie v rámci územia Slovenska. Postupy hodnotenia a zatrieďovania budov do energetických tried ustanovuje zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov. Výpočet energetickej hospodárnosti budovy je založený na metodike systému európskych noriem. Výpočtový postup vychádza z potreby tepla na vykurovanie, prípravu teplej vody, vetranie a osvetlenie. Aby bolo možné porovnávať energetickú hospodárnosť jednotlivých budov, vo výpočte nie je zohľadnená skutočná spotreba energie v konkrétnych podmienkach, ale výpočet je vykonávaný v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z.z. s použitím normalizovaných veličín charakterizujúcich prevádzku budovy ako:
• klimatické podmienky,
• vnútorná výpočtová teplota,
• objemový tok vzduchu pri vetraní,

• solárne a vnútorné tepelné zisky,
• potreba tepla v dodanej teplej vode,
• prevádzkové časy využívania budovy, ...
Primárna energia sa odvodí od vypočítanej potreby energie pri použití faktorov primárnej energie, pričom energia z obnoviteľných zdrojov sa odpočíta.
Pri určení energetickej triedy sa vypočítaná potreba energie porovná s hornou hranicou energetických tried uvedených vo vyhláške č. 364/2012 Z.z.. V prípade budov so zmiešaným účelom užívania sú horné hranice súčtom hraničných hodnôt pre jednotlivé kategórie budov určené váženým priemerom podľa celkovej podlahovej plochy jednotlivých častí budovy.

4.8.1 Vykurovanie

Tabuľka 4.53: Merná tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	182,352	79,152
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	117,458	42,939
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	39,584	19,792
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	24,967	24,967

Tabuľka 4.54: Potreba energie na vykurovanie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	364,361	166,850
Celkový prenos tepla (kWh):	29 924	13 703
Tepelný zisk (kWh):	7 969	6 008
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,944	0,962
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	22 401	7 923
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	22 401	7 923
Hlavná energia na vstupe podsystému odovzdávania tepla (kWh)	22 769	8 091
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby tepla (kWh):	22 999	8 173
Prídavná energia (kWh):	118	118
Energia na vykurovanie (kWh):	23 117	8 291
Merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m².a)):	216,0	77,5

Tabuľka 4.55: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	23 117	8 291

Tabuľka 4.56: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie	G	C

4.8.2 Príprava teplej vody

Tabuľka 4.57: Potreba energie na prípravu teplej vody	
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	642
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby (kWh):	648
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	648
Merná potreba energie na prípravu teplej vody (kWh/(m².a)):	6,1

Tabuľka 4.58: Potreba energie na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov	
elektrina (kWh):	648

Tabuľka 4.59: Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	
Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	B

4.8.3 Osvetlenie

Tabuľka 4.60: Potreba energie na osvetlenie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	615	288
Merná potreba energie na osvetlenie (kWh/(m².a)):	5,7	2,7

Tabuľka 4.61: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	A	A

4.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabuľka 4.62: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	24 380	9 227

Tabuľka 4.63: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	53 636	20 299
Spolu (kWh):	53 636	20 299
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m².a)):	501,3	189,7

Tabuľka 4.64: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia	F	C

4.9 Ekonomické hodnotenie

Na zníženie energetickej náročnosti objektov, zníženie nákladov na vykurovanie a osvetlenie, zlepšenie kvality obalových konštrukcií a vnútornej tepelnej pohody boli navrhnuté nižšie uvedené opatrenia. Každé opatrenie je ekonomicky vyhodnotené metódou Doba návratnosti. Táto metóda udáva počet rokov, za ktoré sa vložené finančné prostriedky do opatrení energetickej efektívnosti vrátia z dosahovaných úspor nákladov na energiu. Dobu návratnosti môžeme použiť ako:
• statickú metódu, ktorá nezohľadňuje faktor času, t.j. jednoduchú dobu návratnosti,
• dynamickú metódu, kedy zohľadníme faktor času tým, že doplníme dobu návratnosti o diskontovanie ročných finančných tokov (úspor nákladov na energiu), t.j. diskontovaná doba návratnosti.

Výpočet jednoduchej doby návratnosti sa vykoná podľa vzorca:
DN = IN / CF
kde:
DN – doba návratnosti (roky),
IN – investičné náklady,
CF - ročný finančný tok (úspora nákladov na energiu).

Diskontovaná doba návratnosti sa určí podobne ako jednoduchá doba návratnosti ale s rozdielom diskontovania ročného finančného toku podľa vzorca:
$DCF = CF / (1+i)^{n}$
kde:
DCF – diskontovaný ročný finančný tok,
CF - ročný finančný tok (úspora nákladov na energiu),
i - diskontná sadzba
n - rok ku ktorému sa DCF počíta.

Reálna diskontná sadzba je stanovená z nominálnej diskontnej sadzba so zohľadnením ročnej miery inflácie. Nominálna diskontná sadzba sa určí na základe nákladov na kapitál. V prípade financovania kombináciou vlastného a cudzieho kapitálu, je nominálna diskontná sadzba určená váženým priemerom nákladov na celkový kapitál (metóda WACC). Percentuálne vyjadrenie diskontnej sadzby je diskontná miera.

Ekonomické prínosy sú kalkulované na základe bilančných cien energie uvedených v EA. Výška investičných nákladov a ekonomické hodnotenie jednotlivých variantov vychádza z obvyklých cien strojov, zariadení, stavebných materiálov a prác v dobe spracovania tohto energetického auditu. V ekonomickom hodnotení bola uvažovaná výška inflácie 10% a miera ročného nárastu cien energií 12%. Údaj o priemernej ročnej inflácii je zo ŠÚ SR za obdobie 01-07/2022.
Nárast cien energie je ťažko predikovateľný, pričom podľa prognózy NBS je predpokladaný nárast cien energie v roku 2022 na úrovni 17,2%, v roku 2023 až 42,3% a v roku 2024 by ceny energie mali klesnúť o 1,5%. Nakoľko investície do obnovy budov majú dlhodobú návratnosť (20 rokov a viac), priemerný ročný nárast cien energie v dlhodobom časovom horizonte je stanovený na 12%.

Tabuľka 4.65: Základné údaje pre ekonomické hodnotenie	
Miera ročného nárastu cien energií (%):	12,0
Priemerná ročná miera inflácie (%):	10,0
Nominálna diskontná miera (%):	2,8
Reálna diskontná miera (%):	-6,5

Tabuľka 4.66: Cena energie v členení podľa energetických nosičov	
Energetický nosič	Cena bez DPH (EUR/kWh)
elektrina	0,126

Tabuľka 4.67: Ekonomické hodnotenie navrhovaných opatrení energetickej efektívnosti							
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Potreba energie pôvodný stav (kWh)	Potreba energie navrhovaný stav (kWh)	Úspora energie (kWh) *	Úspora nákladov na energiu (€)	Investičný náklad (€)	Jednoduchá doba návratnosti (roky)	Diskontovaná doba návratnosti (roky)
stena zvislá nad terénom	42 233	38 066	4 167	525,04	23 400,00	44,57	11,75
podlaha nad vonkajším priestorom	42 233	41 662	571	71,95	1 400,00	19,46	7,96
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	42 233	39 346	2 887	363,76	7 700,00	21,17	8,31
otvorové konštrukcie	42 233	39 365	2 868	361,37	18 970,00	52,49	12,55
systém osvetlenia	42 233	42 184	49	6,17	1 195,00	193,55	19,34
všetky opatrenia spolu	42 233	6 099	36 134	4 552,88	52 665,00	11,57	5,91
* Kombináciou jednotlivých opatrení nie je možné dosiahnuť úspory rovnajúce sa jednoduchému aritmetickému súčtu úspor jednotlivých opatrení, nakoľko zmena parametrov jednej stavebnej konštrukcie alebo technického zariadenia určitou mierou výpočtovo ovplyvňuje aj ostatné časti predmetu energetického auditu, pričom táto miera ovplyvňovania závisí od druhu a komplexnosti navrhovaných opatrení.							

4.10 Environmentálne hodnotenie

Šetrenie energiou neprináša len finančnú úsporu ale zároveň sa znižujú emisie, ktoré vznikajú pri jej výrobe a to znížením spotreby prvotného energetického nosiča. Niektoré energetické nosiče (hlavne palivá) produkujú pri horení do ovzdušia znečisťujúce látky. K základným znečisťujúcim látkam patria: tuhé znečisťujúce látky (TZL), oxid siričitý (SO_2),oxidy dusíka (NOx) a oxid uhoľnatý (CO). Medzi sledované emisie patrí aj CO_2, nakoľko je hlavným prispievateľom skleníkovému efektu .
Hodnota produkovaných emisií sa stanoví výpočtom na základe emisných faktorov a energie obsiahnutej v spotrebovanom energetickom nosiči. Emisný faktor je hodnota emisie znečisťujúcej látky (kg) pre daný druh paliva, vztiahnutá na jednotku energie.

Tabuľka 4.68: Emisné faktory energetických nosičov

Energetický nosič	CO_2 (kg/kWh)	TZL (kg/MWh)	SO_2 (kg/MWh)	NOx (kg/MWh)	CO (kg/MWh)
elektrina	0,1670	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Tabuľka 4.69: Emisie CO_2

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	7 053	6 357	696
podlaha nad vonkajším priestorom	7 053	6 958	95
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	7 053	6 571	482
otvorové konštrukcie	7 053	6 574	479
systém osvetlenia	7 053	7 045	8
všetky opatrenia spolu	7 053	1 019	6 034

Tabuľka 4.70: Emisie TZL

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
podlaha nad vonkajším priestorom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 4.71: Emisie SO_2			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
podlaha nad vonkajším priestorom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 4.72: Emisie NOx			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
podlaha nad vonkajším priestorom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 4.73: Emisie CO			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
podlaha nad vonkajším priestorom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

4.11 Realizácia projektu prostredníctvom garantovanej energetickej služby

Garantovaná energetická služba (ďalej aj „GES“) spočíva v tom, že finančné prostriedky potrebné na prípravu a realizáciou projektu zameraného na efektívnosť pri používaní energie zabezpečuje poskytovateľ GES. Spotrebiteľ energie (prijímateľ energetickej služby) ich potom spláca postupne z dosiahnutých úspor nákladov na energiu. V praxi to znamená, že prijímateľ GES nemusí na realizáciu projektu vynakladať žiadne ďalšie finančné prostriedky. Na nákup energie, splátky investície a odmenu za službu počas obdobia trvania zmluvného vzťahu mu postačuje rovnaký objem financií ako by vynakladal na nákup energie bez realizácie projektu a k dispozícii bude mať obnovenú budovu alebo technické zariadenie. Poskytovateľ GES znáša všetky riziká v prípade, že realizáciou projektu sa nedosiahnu plánované t. j. garantované úspory.
Navrhované opatrenia energetickej efektívnosti sú posúdené aj z pohľadu ich realizácie prostredníctvom GES projektu, pričom cieľom posúdenia je:
• modelovo vyčísliť príklad splácania projektu GES tak, aby pre subjekt verejnej správy bol podkladom pre rozhodovanie začať realizovať takýto projekt,
• príprava štandardnej dokumentácie pre prípravnú fázu projektu GES a realizáciu verejného obstarávania.

Vo verejnom obstarávaní GES subjekt verejnej správy obstaráva dosiahnutie energetických úspor ako takých, čiže obstaráva službu, nie konkrétne technické riešenie, ktorým sa má výsledok dosiahnuť.
Podkladom pre realizáciu verejného obstarávania je stanovenie východiskovej, čiže referenčnej hodnoty spotreby energie v budove vrátane uvedenia hodnôt vstupných parametrov (počasie, rozsah a spôsob využitia, atď.) a stanovenie minimálnej hodnoty úspory energie, ktorá sa má obnovou dosiahnuť.

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

Tabuľka 4.74: Referenčná hodnota spotreby energie

	Vykurovanie	Príprava teplej vody	Nútené vetranie	Osvetlenie
elektrina (kWh):	41 549	312	0	372

Referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pre 2521 dennostupňov, ktoré sú určené na základe:
- priemernej vonkajšej teploty vykurovacieho obdobia: 5.51°C,

- počtu vykurovacích dní: 195,
- vnútornej výpočtovej teploty: 18.44°C.
Spotrebu energie na vykurovanie výrazne ovplyvňuje aj vetranie, pričom referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pri objemovom toku vzduchu: 1285.24 m³/h.
Referenčná hodnota spotreby energie na prípravu teplej vody je stanovená pre ročnú spotrebu teplej vody 7 m³.
Referenčná hodnota spotreby energie na osvetlenie je stanovená pre celkový príkon osvetľovacej sústavy 827 W a priemerný ročný čas svietenia 449 hodín.

Tabuľka 4.75: Minimálna ročná hodnota úspory energie a úspory nákladov na energiu

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Minimálna hodnota úspory energie (kWh) *	Minimálna hodnota úspory nákladov (EUR) **
stena zvislá nad terénom	3 330	420,00
podlaha nad vonkajším priestorom	450	50,00
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	2 300	290,00
otvorové konštrukcie	2 290	280,00
systém osvetlenia	30	0,00
všetky opatrenia spolu	28 900	3 640,00

* Určené vo výške 80% z vypočítanej úspory energie a zaokrúhlené na celé desiatky nadol.
** Určené na základe cien energie bez DPH uvedených v časti Ekonomické hodnotenie.

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

Úspora energie pri vykurovaní je medziročne ovplyvňovaná rutinnými zmenami spôsobenými hlavne zmenami počasia počas vykurovacej sezóny, zmenou vnútornej teploty vykurovaných priestorov alebo zmenou intenzity vetrania. Vplyv počasia a vnútornej teploty vykurovaných priestorov je možné kvantifikovať prostredníctvom dennostupňov a prepočet garantovaných úspor energie je možné realizovať zmluvne dohodnutým vzorcom. V prípade modelového príkladu pre všetky navrhnuté opatrenia je spôsob prepočtu garantovaných úspor energie na vykurovanie približne určený lineárnou interpoláciou nasledovne:
• ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku menší ako 2521, použije sa vzorec:
USP = (41549 - (3693 + (DST - 2016.8) * 3.512)) * 0.8,
• ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku väčší ako 2521, použije sa vzorec:
USP = (41549 - (5464 + (DST - 2521) * 10.762)) * 0.8,
kde:
USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),
DST - počet dennostupňov v hodnotenom kalendárnom roku.
Nakoľko úspora energie v závislosti na zmene dennostupňov nemá lineárny priebeh, presnú hodnotu prepočítanej garantovanej úspory energie odporúčame stanoviť rovnakým výpočtom ako bola stanovená prvotná výška garantovanej úspory energie.
V prípade zmeny intenzity vetrania môže nastať problém, nakoľko výmena vzduchu pri prirodzenom vetraní závisí od správania používateľov budovy a objemový tok vzduchu sa v tomto prípade nedá merať. Riešením môže byť inštalácia mechanického vetracieho systému, ktorým sa bude regulovať výmena vzduchu v závislosti od nastavenia takéhoto systému.

Úsporu energie pri realizácii opatrení energetickej efektívnosti na systéme osvetlenia medziročne ovplyvňuje inštalovaný príkon osvetľovacej sústavy a čas používania osvetlenia. Predpokladá sa, že

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

$$USP = (372 - (323 + (HOD - 449) * 384.4889)) * 0.8$$

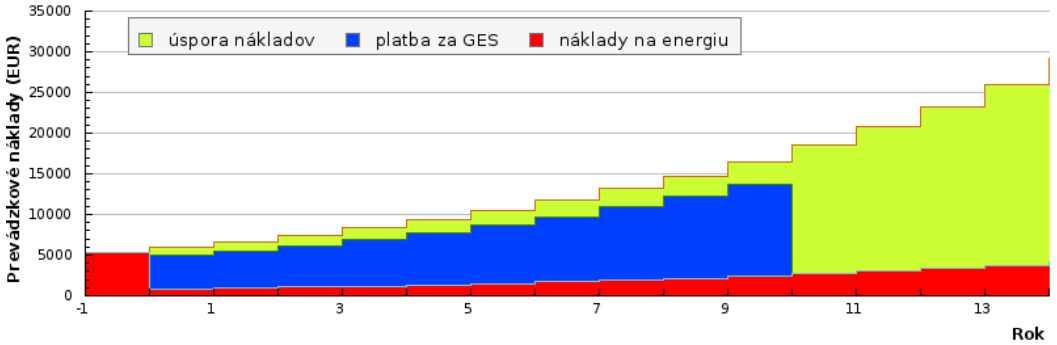
kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

HOD - priemerný počet prevádzkových hodín osvetlenia v hodnotenom roku.

Tabuľka 4.76: Modelový príklad využitia GES pri realizácii navrhovaných opatrení energetickej efektívnosti						
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Dĺžka trvania zmluvného vzťahu (roky)	Investícia financovaná poskytovateľom GES (€)	Celkové garantované úspory (€)	Kumulatívna hodnota platieb za GES (€)	Kumulatívna hodnota odmeny za služby (€)	Výška mesačnej platby za GES (€)
stena zvislá nad terénom	74,29	23 400,00	31 200,00	31 200,00	7 800,00	35,00
podlaha nad vonkajším priestorom	37,27	1 400,00	1 865,18	1 865,18	465,18	4,17
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	35,39	7 700,00	10 265,25	10 265,25	2 565,25	24,17
otvorové konštrukcie	90,33	18 970,00	25 289,72	25 289,72	6 319,72	23,33
systém osvetlenia	0,00	1 195,00	0,00	0,00	0,00	0,00
všetky opatrenia spolu	19,29	52 665,00	70 219,23	70 219,23	17 554,23	303,33

Východiskové predpoklady modelového príkladu:
Všetky opatrenia sú v plnej miere financované poskytovateľom GES.
Investičné výdavky a garantované úspory nákladov na energie sú vyčíslené bez DPH, tým pádom to má vplyv aj na výšku platieb za GES.
Celkové garantované úspory sú vyčíslené v stálych cenách základného obdobia, teda nie je zohľadnená inflácia.
Odmena za služby je stanovená vo výške 25% z platby za GES.
Úspory energie sú dosahované presne vo výške minimálnej hodnoty úspory energie.
Predpokladaná hodnota zákazky je zhodná s kumulatívnou hodnotou platieb za GES.



Graf 4.7: Časové znázornenie projektu GES pre realizáciu všetkých navrhovaných opatrení, za predpokladu ročného nárastu cien energie o 12.0% (zmluvný vzťah 10 rokov)

Medziročný nárast cien energie skracuje dĺžku trvania zmluvného vzťahu. Je to evidentné z predchádzajúceho grafu, kde pri náraste cien energie o 12.0%, sa skráti doba splácania približne o 9 rokov. V čase prípravy projektu financovaného prostredníctvom GES je problematické predikovať infláciu cien energie na dlhšie obdobie ako 2 roky, z toho dôvodu bol modelový príklad kalkulovaný v stálych cenách energetických nosičov.

Pre vyššie uvedený modelový príklad sa predpokladá 100% financovanie so zdrojov poskytovateľa GES a celkové garantované úspory sa rovnajú kumulatívnej hodnote platieb za GES. V takomto prípade projekt spĺňa obidve podmienky a nezapočítava sa do verejného dlhu.

Vzhľadom na dlhý čas trvania zmluvného vzťahu vyššie uvedeného modelového príkladu sa predpokladá nízky záujem o financovanie projektu zo strany poskytovateľov GES. Z tohto dôvodu je navrhnuté financovanie projektu z viacerých zdrojov, čím sa predpokladá skrátenie času trvania zmluvného vzťahu. Miera financovania projektu je navrhnutá nasledovne:
- zdroje poskytovateľa GES: 49,36 %
- granty EÚ: 50,64 %

Tabuľka 4.77: Návrh financovania modelového príkladu projektu GES z viacerých zdrojov

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Investičný náklad (€)	Zdroj financovania
stena zvislá nad terénom	23 400,00	zdroje poskytovateľa GES
podlaha nad vonkajším priestorom	1 400,00	zdroje poskytovateľa GES
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	7 700,00	grant EÚ
otvorové konštrukcie	18 970,00	grant EÚ
systém osvetlenia	1 195,00	zdroje poskytovateľa GES

Tabuľka 4.78: Modelový príklad projektu GES pri financovaní z viacerých zdrojov

Priemerné ročné náklady na energiu pred realizáciu projektu GES (€)	5 321,36	Zdroje poskytovateľa GES (€)	25 995,00
Garantované ročné úspory (€)	3 640,00	Verejné národné zdroje (€)	0,00
Ročné platby za GES (€)	3 639,96	Grant EÚ (€)	26 670,00
Trvanie zmluvy (roky)	9,52	Vlastné neverejné zdroje (€)	0,00
Garantované úspory (%)	68,40	Kapitálové výdavky (€)	52 665,00
Testy Eurostatu pre nezapočítanie záväzkov GES do verejného dlhu			
1. Financovanie z verejných zdrojov <50%		splnené (0%)	
2. Σ garantované úspory ≥ Σ platby za GES + financovanie z verejných národných zdrojov		splnené (34660 >= 34660)	
Splnenie obidvoch podmienok testu znamená, že GES nemá dôsledok na výšku dlhu verejnej správy.			

Efektívny projekt pre financovanie prostredníctvom GES by mal zahŕňať len opatrenia, ktorých realizácia ovplyvní energetickú efektívnosť predmetu projektu. Iné opatrenia, ktoré nemajú vplyv na energetickú efektívnosť, zvyšujú investičnú náročnosť projektu bez vplyvu na úsporu nákladov na energiu, a tým pádom predlžujú trvanie zmluvného vzťahu projektu GES. Z toho dôvodu je v nasledovnej tabuľke uvedené vyjadrenie k realizovateľnosti jednotlivých navrhovaných opatrení formou GES.
Ako vhodné môžu byť vyhodnotené aj opatrenia s dobou ekonomickej návratnosti kratšou ako 8 rokov alebo s veľmi dlhou dobou návratnosti, nakoľko dôležité je posúdenie návratnosti celého projektu, t.j. súboru všetkých navrhovaných opatrení.

Tabuľka 4.79: Realizovateľnosť navrhovaných opatrení formou GES	
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Realizovateľnosť formou GES
stena zvislá nad terénom	áno
podlaha nad vonkajším priestorom	áno
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	áno
otvorové konštrukcie	áno
systém osvetlenia	áno

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

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

Tieto uvedené faktory spolu so zvoleným zdrojom financovania projektu výrazne vplývajú na dĺžku trvania zmluvného vzťahu a výšku platieb za GES. Z toho dôvodu je objektívne vykonanie testov Eurostatu pre nezapočítanie záväzkov GES do verejného dlhu možné až na základe reálneho projektu.
Vo všeobecnosti je možné konštatovať, že vhodný projekt na financovanie prostredníctvom GES má dĺžku trvania zmluvného vzťahu maximálne 15 rokov.

Navrhované opatrenia na zvýšenie energetickej efektívnosti boli zhodnotené z hľadiska splnenia podmienok na realizáciu formou GES. Z hľadiska časovej dĺžky poskytovania GES je zrejmé, že realizácia navrhovaných opatrení formou GES je reálna pri všetkých objektoch: servisná hala (8,96 roka), vrátnica (9,52 roka) a meniareň (10,53 roka) a pri administratívnej budove (13,45 rokov). Minimálna doba trvania zmluvy o poskytovaní GES je 8 rokov a z hľadiska návratnosti finančných zdrojov by nemala presiahnuť 15 rokov. Pri súčasnom zdražovaní stavebných materiálov a prudkých pohyboch cien energií je možné predĺženie, ale aj skrátenie doby trvania zmluvy.

4.12 Návrh merania spotreby energie

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

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

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

Inštalácia inteligentných meracích systémov
Inteligentný merací systém je súbor zariadení zložený z určeného meradla a ďalších technických prostriedkov, ktorý umožňuje zber, spracovanie a prenos nameraných údajov o výrobe alebo spotrebe

energie, alebo energetického média. Ide o elektronický systém, ktorý je schopný merať spotrebu energie a pridávať k tomu viac informácií ako konvenčné meradlo, a ktorý je schopný vysielať a prijímať dáta s využitím niektorej formy elektronickej komunikácie.

Pre transparentné monitorovanie spotreby energie navrhujeme, aby poskytovateľ GES prostredníctvom nainštalovaných meračov priebežne a na vlastné náklady monitoroval spotrebu energie v budove a v jednotlivých technických systémoch, aby v súčinnosti s prijímateľom GES mohli priebežne vyhodnocovať dosahované úspory najmenej jedenkrát ročne.
V prípade neprimerane vysokých nákladov na podružné merania vzhľadom na výšku úspory je možné pristúpiť aj k vyhodnoteniu paušálnych úspor, ktoré musia byť hodnoverným spôsobom podložené zo strany poskytovateľa GES pred uzatvorením zmluvy o GES (napr. elektrická energia – čerpadlá, ventilátory, osvetlenie a pod.).

Na vyhodnotenie úspor energie v zmysle metodiky vyhodnotenia úspor, popri štandardnom meraní spotreby energie odporúčame nainštalovať nasledovné podružné meradlá:

Vzhľadom k tomu, že všetky činnosti v objekte sú závislé na elektrickej energii, ktorej spotreba je meraná jedným podružným elektromerom , odporúčame rozčleniť a merať spotrebu elektrickej energie na jednotlivé činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu elektrickej energie podľa objektov (logických celkov), a to:
1. vrátnica
2. servisná hala
3. administratívna budova
4. meniareň
5. vonkajšia osvetlenie areálu

V rámci objektu vrátnica odporúčame merať spotrebu elektrickej energie zvlášť na vykurovanie, prípravu teplej vody a osvetlenie.
V objekte servisná hala odporúčame merať spotrebu el. energie zvlášť pre kotolňu, pre ohrev TÚV, osvetlenie a ostatné technické zariadenia.
V administratívnej budove odporúčame merať spotrebu elektrina zvlášť na osvetlenie a ostanú spotrebu (prípadne ešte na chladenie, ak by bola inštalovaná väčšia klimatizačná jednotka).
V meniarni odporúčame merať spotrebu elektrickej energie zvlášť na vykurovanie, osvetlenie a ostatnú spotrebu technických zariadení.
Spotrebu elektriny na vonkajšie osvetlenie areálu netreba zvlášť podrobnejšie merať.

Spotreby vody v areáli je meraná jedným fakturačným vodomerom. Odporúčame rozčleniť a merať spotrebu vody na jednotlivé činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu vody podľa objektov (logických celkov), a to:
1. vrátnica
2. servisná hala
3. administratívna budova
4. meniareň

V rámci objektu vrátnica a odporúčame zvlášť merať spotrebu vody (suroviny) na prípravu teplej vody.
V servisnej hale odporúčame zvlášť merať spotrebu vody (suroviny) na prípravu teplej vody, prípadne spotrebu vody na upratovanie trolejbusov, spotrebu vody na umývanie trolejbusov a spotrebu teplej vody v servisnej hale, spotrebu studenej vody na osobnú hygienu.
V administratívnej budove odporúčame merať zvlášť spotrebu teplej a zvlášť studenej vody.
Pre objekt meniarne tiež odporúčame merať spotrebu studenej a teplej vody osobitne.

Výroba a spotreba tepla vyrobeného v centrálnej plynovej kotolni nie je vôbec meraná. Odporúčame rozčleniť a merať spotrebu tepla na jednotlivé objekty činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu vody podľa objektov (logických celkov), a to:
1. servisná hala

2. administratívna budova
3. meniareň

V servisnej hale odporúčame inštalovať merače tepla na registráciu spotreby tepla zvlášť v umyvárni trolejbusov, zvlášť v servisnej hale, zvlášť v sušiarni trolejbusov a zvlášť na ohrev
TÚV.
V administratívnej budove odporúčame inštalovať merač tepla na vstupe rozvodov ÚK do budovy.
V budove meniarne odporúčame inštalovať merač tepla na vstupe rozvodov ÚK do budovy.

5. Meniareň

5.1 Lokalizácia

Tabuľka 5.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu	
Adresa (ulica, číslo):	Hroboňova 1
Obec:	BA-m.č. Staré Mesto
Okres:	Bratislava I
Nadmorská výška (m n.m.):	187

5.2 Charakteristika predmetu energetického auditu

Budova meniarne slúži na transformáciu a usmernenie napätia pre trakčnú sieť trolejbusov. Severovýchodnou stenou je meniareň spojená s administratívnou budovou. Objekt je orientovaný v pozdĺžnom smere z juhozápadu na severovýchod.
Pri získavaní informácií o budove sme nezistili žiadne obmedzenia, ktoré by bránili realizácií navrhovaných opatrení, ako napr. pamiatková ochrana alebo iné technické obmedzenia. Podľa stanoviska obce nie je táto budova pamiatkovo chránená.

Budova meniarne je v prevádzke nepretržite. Vo vnútri je teplota min. 15°C, kvôli zabezpečeniu správnej činnosti technických zariadení meniarne.

Tabuľka 5.2: Prevádzkový režim		
Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Režim prevádzky	365	24

5.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 5.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m²):	A	407
Obvod zastavanej plochy (m):	P_F	89
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m³):	V_B	4 030
Počet nadzemných podlaží:	N	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L_B	4,65
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	ΣA_i	1 673
Faktor tvaru budovy (m⁻¹):	$\Sigma A_i/V_B$	0,42
Celková podlahová plocha budovy (m²):	A_B	814

Tabuľka 5.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m²)
ostatné budovy	814

5.4 Energetické vstupy a výstupy

Prehľad o energetických vstupoch a nákladoch na energie v predchádzajúcich kalendárnych rokoch je spracovaný na základe údajov o vyfakturovaných množstvách jednotlivých druhov energetických nosičov. Energetické vstupy sú podrobnejšie členené podľa účelu spotreby na:

- vykurovanie (UK),
- prípravu teplej vody (TV),
- vetranie (VET),
- osvetlenie (OSV),
- ostatné - zahŕňa inú spotrebu ako vyššie uvedené.

Spotreba energie uvedená v členení podľa účelu obsahuje aj pomernú časť prípadných strát z výroby a rozvodu energie, vzniknutých v objekte energetického auditu.
Uvedené náklady obsahujú len variabilnú zložku obstarávacej ceny energetických nosičov, t.j. obsahuje len zložky ceny súvisiace s množstvom dodanej energie. Takto okliešťená hodnota nákladu je z dôvodu objektívneho výpočtu ekonomickej návratnosti navrhovaných racionalizačných opatrení. Náklady na energie sú uvedené bez DPH.

5.4.1 Elektrina

Elektrická energia je dodávaná do areálu vozovne cez 1 odberné miesto. Používa sa len na napájanie trolejových sietí a podružným nefakturačným elektromerom je meraná spotreba elektriny v areáli vozovne. Táto elektrina sa využíva na osvetlenie objektov a vonkajšieho areálu, na prevádzku strojov a náradia v servisnej hale, prevádzku kancelárskej techniky, ohrev TÚV v lete, vykurovanie časti objektu meniarne, vykurovanie a ohrev TÚV v objekte vrátnice.
Rozdelenie spotreby el. energie podľa objektov a podľa činností (účelov) je v prílohe č. 2.
Vzhľadom k prudkému rastu cien el. energie v r. 2022 uvádzame cenu elektriny pre vyhodnocovanie ekonomických opatrení (iba časť ceny, ktorú tvoria variabilné náklady), ktorá dosiahla 0,126 €/kWh.
Vzhľadom k tomu, že cena el. energie veľmi kolíše a má rastúcu tendenciu, navrhujeme inštaláciu fotovoltického systému. 15 minútové profily spotreby elektriny nie sú k dispozícii, preto navrhujeme len ako model inštalovaný výkon fotovoltického systému na 50 kWp pre celý areál vozovne (podľa podobnej vozovne na Betliarskej ulici v Petržalke). Hlavným kritériom bolo aby vznikali minimálne prebytky výroby elektriny. Ekonomické hodnotenie zavedenia fotovoltického systému je v prílohe č. 4.

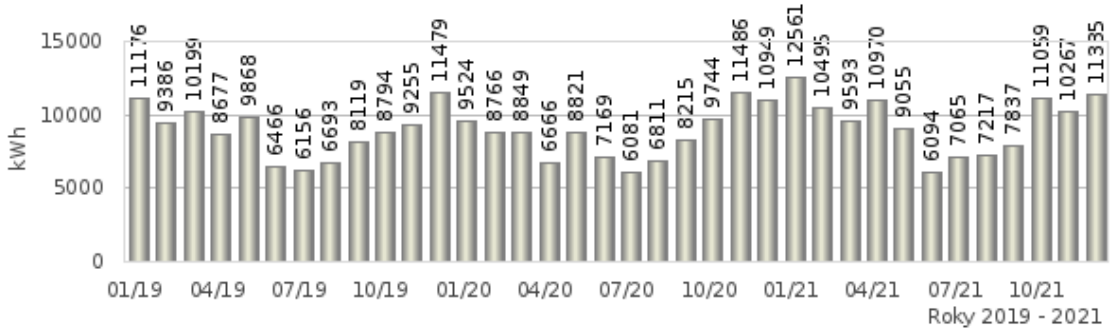
Tabuľka 5.5: Spotreba - elektrina

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2019	106 269	10 339,44
2020	103 081	9 867,26
2021	113 548	12 890,98
Priemer:	107 633	

Tabuľka 5.6: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2019	105 906	0	0	363	0
2020	102 729	0	0	352	0
2021	113 160	0	0	388	0
Priemer:	107 265	0	0	368	0

Mesačný priebeh podielu fakturovanej spotreby el. energie pre objekt vrátnice poukazuje na zmeny v zaťažení vykurovaním a podielom slnečného svitu počas roka. Priebeh spotreby el. energie v meniarni je odrazom celkového priebehu spotreby v areáli vozovne, keďže celá spotreba vozovne je meraná jedným elektromerom.



Graf 5.1: Priebeh spotreby el. energie v r. 2019 - 2021

5.4.2 Teplo CZT

Budove meniarne je vykurovaná teplom z plynovej kotolne umiestnenej objekte servisnej haly.
Zemný plyn je dodávaný do areálu vozovne cez 1 odberné miesto. Používa sa len na vykurovanie objektov okrem vrátnice a ohrev TÚV:
Rozdelenie spotreby zemného plynu podľa objektov a podľa činností (účelov) je v prílohe č. 3.
Vzhľadom k prudkému rastu cien zemného plynu v r. 2022 uvádzame cenu zemného plynu pre vyhodnocovanie ekonomických opatrení (iba časť ceny, ktorú tvoria variabilné náklady), ktorá dosiahla 0,175€/kWh.

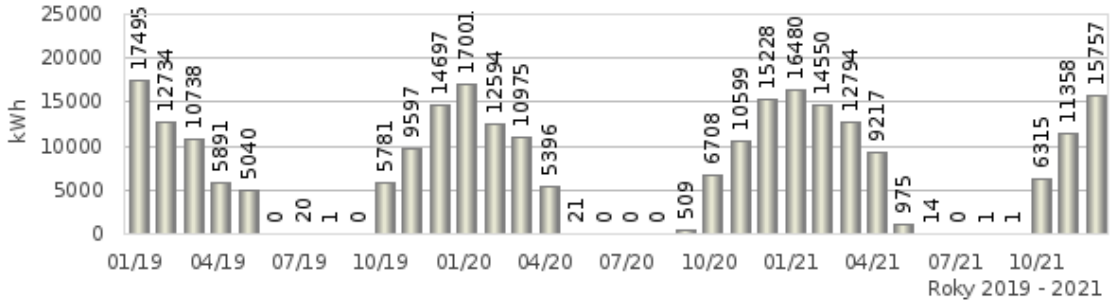
Tabuľka 5.7: Spotreba - teplo CZT

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2019	81 993	1 975,22
2020	79 031	1 902,27
2021	87 462	1 702,89
Priemer:	82 829	

Tabuľka 5.8: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2019	81 993	0	0	0	0
2020	79 031	0	0	0	0
2021	87 462	0	0	0	0
Priemer:	82 829	0	0	0	0

Mesačný priebeh podielu fakturovanej spotreby zemného plynu pre budovu meniarne poukazuje na zmeny v zaťažení vykurovaním počas roka.



Graf 5.2: Priebeh spotreby zemného plynu v r. 2019 - 2021

5.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania

5.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky

Spotreba tepla na vykurovanie je ovplyvňovaná klimatickými podmienkami daného územia, pričom náročnosť vykurovacieho obdobia je charakterizovaná veličinou dennostupeň. Dennostupne (°D) vyjadrujú rozdiel medzi priemernou vonkajšou teplotou a vnútornou teplotou vzduchu počas vykurovania. Čím sú klimatické podmienky náročnejšie, t.z. čím je vonku chladnejšie, tým je počet dennostupňov vyšší. Zjednodušene sa dennostupne určujú ako súčin počtu vykurovacích dní a rozdielu medzi priemernou vonkajšou a vnútornou teplotou vzduchu počas výpočtového obdobia. Výpočtovým obdobím je jeden kalendárny rok.
Dennostupne sa vypočítajú podľa vzorca: $°D = d * (\theta_i - \theta_{ex})$, kde:
d - priemerný počet vykurovacích dní,
θ_i - vnútorná výpočtová teplota,
θ_{ex} - priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia.

Priemerný počet vykurovacích dní - pre prevádzkové hodnotenie je stanovený ako aritmetický priemer skutočného počtu vykurovacích dní v kalendárnom roku. Pre normalizované hodnotenie je hodnota stanovená na základe STN EN ISO 13790/NA v počte 212 vykurovacích dní.

Vnútorná výpočtová teplota - v prípade prevádzkového hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer vnútorných teplôt pričom váhou je plocha vykurovaného priestoru. V prípade prerušovaného vykurovania je tiež zohľadnená teplota počas útlmu a v čase prevádzky vykurovacieho systému, pričom váhou je počet hodín prevádzky vykurovacieho systému. Pri návrhu vykurovacieho systému do výpočtu vstupuje normová hodnota vnútornej výpočtovej teploty, nakoľko vykurované priestory mohli byť v minulosti nedokurované alebo prekurované.
V prípade normalizovaného hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer normalizovaných vnútorných teplôt, pričom váhou je podlahová plocha jednotlivých kategórií budovy. Vnútorná výpočtová teplota je stanovená v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z.z., pričom zohľadňuje skutočné uplatňovanie prerušovaného vykurovania v budove.

Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia - pre prevádzkové hodnotenie je stanovená ako aritmetický priemer nameraných vonkajších teplôt. Pre normalizované hodnotenie je hodnota stanovená na základe STN EN ISO 13790/NA v počte 3,86°C.

Vonkajšia výpočtová teplota (θ_e) – je určená v závislosti od zemepisnej polohy a v závislosti od nadmorskej výšky podľa vzorca: $\theta_e = \theta_{e100} + \Delta\theta_{e0} * (h - 100)/100$, kde:
θ_{e100} - základná návrhová vonkajšia teplota v príslušnej teplotnej oblasti pre nadmorskú výšku 100 m n.m. určená podľa STN 73 0540-3.
$\Delta\theta_{e0}$ - základný teplotný gradient pre danú teplotnú oblasť podľa tabuľky 2 STN 73 0540-3,
h – nadmorská výška lokality.

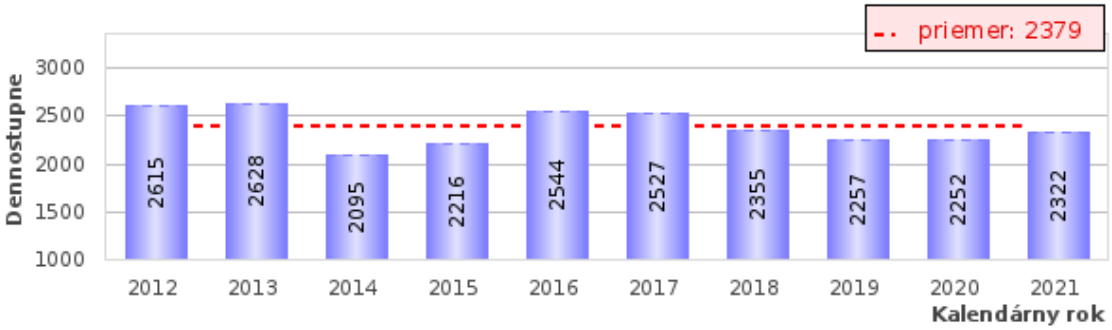
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

Veterná oblasť, rýchlosť vetra - určená pre oblasť na základe prílohy A STN 73 0540-3. Údaj je potrebný pre výpočet intenzity výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie.

Budova je umiestnená v zastavanom území mesta Bratislava v mestskej časti Staré Mesto. Okolitá zástavba sú rodinné domy. Budova nie je ničím tienená.

Tabuľka 5.9: Počet vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota

Kalendárny rok	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Počet vykurovacích dní	201	202	182	183	205	207	181	205	186	200
Priem. vonkajšia tep. (°C)	4.7	4.7	6.2	5.6	5.3	5.5	4.7	6.7	5.6	6.1
Počet dennostupňov	2 615	2 628	2 095	2 216	2 544	2 527	2 355	2 257	2 252	2 322



Graf 5.3: Priebeh dennostupňov a porovnanie s priemerom

Technické zariadenie meniarne vyžaduje udržiavať min. teplotu 15°C. Priestory klubovní na poschodí nie sú vyžívané. Meniareň je bez stálej obsluhy. Vykonáva sa len pochôdzková činnosť a pravidelné údržby. Staré drevené okná a plechové dvere so veľmi netesné.

Tabuľka 5.10: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru

Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m²)	Priemerná teplota (°C)
ostatné - kultúrne miestnosti - kancelárske miestnosti	16	17,7
ostatné - kultúrne miestnosti - chodby, schodištia, WC	65	17,7
ostatné - priestory nevýrobné	260	17,7
ostatné - priestory nevýrobné	472	17,7

Tabuľka 5.11: Klimatické podmienky		
	Prevádzkové hodnotenie	Normalizované hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	-11	-
Klimaticky exponované miesto:	nie	-
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (m/s):	od 2 do 5	-
Priemerná rýchlosť vetra 50m nad terénom (m/s):	4,2	-
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	5,51	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní:	195	212
Priemerný počet dennostupňov:	2 379	0

5.5.2 Pevné stavebné konštrukcie

Predmetom posúdenia sú len obalové pevné stavebné konštrukcie budovy, nakoľko práve tieto sa podieľajú na energetických stratách. Do tejto skupiny stavebných konštrukcií nepatria okenné konštrukcie, dvere a presklené plochy, pričom tieto budú posudzované v nasledujúcej kapitole.
Pre určenie tepelného toku stavebnými konštrukciami z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia je potrebné posúdiť teplotechnické vlastnosti stavebných materiálov, ktoré sú charakterizované týmito veličinami:
• hrúbka homogénnej vrstvy d (m);
• súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/(m.K));
• objemová hmotnosť ρ (kg/m³);
• merná tepelná kapacita c (J/(kg.K));
Tepelný odpor stavebnej konštrukcie R (m².K/W) je určený súčtom tepelných odporov jednotlivých homogénnych vrstiev. Tepelný odpor homogénnej vrstvy stavebnej konštrukcie sa určuje podľa vzorca:
R = d / λ
Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m².K)) predstavuje celkovú výmenu tepla medzi prostrediami oddelenými od seba stavebnou konštrukciou s tepelným odporom R. Určuje sa podľa vzťahu:
U = 1 / (Rsi + R + Rse) kde:
Rsi - odpor pri prechode tepla na vnútornej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;
Rse - odpor pri prechode tepla na vonkajšej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

Súčiniteľ prechodu tepla steny vykurovaného priestoru priľahlej k zemine sa určí podľa STN EN ISO 13370. Postup výpočtu zohľadňuje hĺbku podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu.
*U = (2*λ) / (π*z) *(1+0,5*dt/(dt+z)) * ln(z/dw+1) kde:*
λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy (λ=2 W/(m.K)),
π - ludolfovo číslo (π=3,14),
z - hĺbka z podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu,
dt - ekvivalentná hrúbka podlahy (dt = w + λ (Rsi + Rf + Rse)),
dw - ekvivalentná hrúbka stien suterénu pod úrovňou okolitého terénu (dw = λ (Rsi + Rw + Rse))

Súčiniteľ prechodu tepla podlahy vykurovaného suterénu sa určí podľa STN EN ISO 13370. Postup výpočtu používa charakteristický rozmer podlahy. V závislosti od tepelnej izolácie podlahy suterénu sa výpočet použije jeden z nasledovných vzťahov:
*ak dt+0.5*z < B, potom: U = (2*λ) / (π*B+dt+0,5*z) * ln(π*B/(dt+0,5*z)+1)*
*ináč: U = λ / (0,457*B+dt+0,5*z) , kde:*
λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy (λ=2 W/(m.K)),
π - ludolfovo číslo (π=3,14),
z - hĺbka z podlahy suterénu pod úrovňou okolitého terénu,
dt - ekvivalentná hrúbka podlahy,
B - charakteristický rozmer podlahy.

Súčasťou technicko energetického posúdenia pevných stavebných konštrukcií je aj návrh opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie. Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny stav stavebných konštrukcií. Súbežne v časti Navrhovaný stav je uvedená skladba a tepelnotechnické vlastnosti týchto konštrukcií s navrhovaným opatrením. Návrh zmeny jednotlivých homogénnych vrstiev je farebne vyznačený.

Tabuľka 5.12: Zoznam pevných stavebných konštrukcií												
Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**											
Stručný popis konštrukcie:	Obvodový múr											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840	omietka - vápenná	0,025	0,870	0,029	1 600	840
murivo - CDM	0,375	0,720	0,521	1 450	960	murivo - CDM	0,375	0,720	0,521	1 450	960
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790	omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
						tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,150	0,038	3,947	25	1 270
						omietka - silikónová	0,003	0,700	0,004	1 800	1 250
U = 1.33 W/(m².K)						U = 0.21 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 714.7 m²						Plocha konštrukcie: 714.7 m²					
Obvodový múr celej budovy je vymurovaný z tehál CDM na šírku 375 mm.											

Typ konštrukcie:	**podlaha nad nevykurovaným priestorom**											
Stručný popis konštrukcie:	Podlaha prízemia											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
hydroizolácia - fólia na báze gumy	0,010	0,190	0,053	1 200	1 470	hydroizolácia - fólia na báze gumy	0,010	0,190	0,053	1 200	1 470
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,020	1,000	0,020	2 000	840	vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,020	1,000	0,020	2 000	840
betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020	betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020
U = 2.83 W/(m².K)						U = 2.83 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 407.1 m²						Plocha konštrukcie: 407.1 m²					
Konštrukcia podlahy podľa projektovej dokumentácie pozostáva z železobetónovej dosky, cementového poteru a gumy.											

Typ konštrukcie:	**strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45**
Stručný popis konštrukcie:	Strecha budovy

Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020	betón - železobetón	0,100	1,430	0,070	2 400	1 020
betón - škvarový	0,200	0,700	0,286	1 500	830	betón - škvarový	0,200	0,700	0,286	1 500	830
betón - plynosilikátový	0,100	0,200	0,500	580	840	betón - plynosilikátový	0,100	0,200	0,500	580	840
hydroizolácia - fólia PVC	0,001	0,200	0,005	1 400	960	hydroizolácia - fólia PVC	0,001	0,200	0,005	1 400	960
						tep. izolácia - polystyrén podlahový (EPS)	0,240	0,038	6,316	25	1 270
						hydroizolácia - fólia PVC	0,001	0,200	0,005	1 400	960
U = 1.00 W/(m².K)						U = 0.14 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 407.1 m²						Plocha konštrukcie: 407.1 m²					
Strecha budovy je plochá. Konštrukčné vrstvy strechy: železobetónová doska, škvarobetón, plynosilikátové dosky a izolačná vrstva.											

Tabuľka 5.13: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Súčasný stav		Navrhovaný stav	
		U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Obvodový múr	0,22	1,33	nevyhovuje	0,21	vyhovuje
Podlaha prízemia	0,60	2,83	nevyhovuje	2,83	nevyhovuje
Strecha budovy	0,15	1,00	nevyhovuje	0,14	vyhovuje

5.5.3 Otvorové konštrukcie

Otvorové konštrukcie ako okná, dvere a presklené steny sa svojimi funkciami výraznou mierou podieľajú na tvorbe optimálneho vnútorného prostredia a rozhodujúcou mierou na energetických stratách objektov. Veličina ktorá charakterizuje tepelnoizolačné vlastnosti otvorových konštrukcií je súčiniteľ prechodu tepla. Určenie súčiniteľa prechodu tepla celej otvorovej konštrukcie (Uw) závisí od prechodu tepla a plochy rámu otvorovej konštrukcie a od prechodu tepla a plochy výplne. Výpočet upravuje STN EN ISO 10077-1. Hodnota Uw je určená podľa vzťahu:
Uw = (Uf . Af + Ug . Ag + Ψ . lg) / (Af + Ag)
Uf - súčiniteľ prechodu tepla rámu (W/(m².K));
Af - plocha rámu (m²);
Ug - súčiniteľ prechodu tepla výplne (W/(m².K));
Ag - plocha výplne (m²);
Ψ - lineárny stratový činiteľ (W/(m.K));
lg - obvod výplne (m);

Súčiniteľ prechodu tepla zasklenia Ug je použiteľný pre strednú časť zasklenia a nezahŕňa vplyv distančného profilu na okraji zasklenia. Lineárny stratový činiteľ Ψ zohľadňuje prídavný tepelný tok spôsobený interakciou rámu a okraja zasklenia aj s vplyvom dištančného profilu.
Výslednú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla otvorovej konštrukcie ovplyvňuje aj pomerná plocha zasklenia, rámovej konštrukcie, geometria okna, konštrukcia okna (jednokrídlové, dvojkrídlové), počet a dĺžka priečnikov. Pri menších rozmeroch okien je plocha rámovej konštrukcie väčšia ako plocha zasklenia, čo v prípade horšieho súčiniteľa prechodu tepla rámu ako je súčiniteľ prechodu tepla zasklenia zhoršuje hodnotu Uw natoľko, že nie je možné dosiahnuť požadovanú hodnotu U podľa STN 73 0540-2. Preto požadovaná hodnotu U platí pre vonkajšie okná s plochou aspoň 1,8 m², okná menšej plochy, ktoré nespĺňajú požadované hodnoty, musia byť zhotovené z rovnakých komponentov ako okná spĺňajúce požiadavky.

Súčasťou technicko energetického posúdenia otvorových konštrukcií je aj návrh opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie. Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny stav otvorových konštrukcií. Súbežne v časti Navrhovaný stav je farebne vyznačený návrh nových konštrukcií s lepšími tepelnoizolačnými vlastnosťami.

Tabuľka 5.14: Zoznam otvorových konštrukcií						
P. č.	Súčasný stav			Navrhovaný stav		
	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
1	okno v obvodovej stene (1.40m x 1.80m)	Rám: drevený netesnený, Uf=2.72 W/(m².K), Af = 0.60 m² Výplň: zasklenie zdvojené, Ug=2.80 W/(m².K), Ag = 1.92 m²	2.78	okno v obvodovej stene (1.40m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.76 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.76 m²	0.79
2	sklobetón (2.00m x 2.40m)		3.00	okno v obvodovej stene (2.00m x 2.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.53 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 3.27 m²	0.83
3	dvere v obvodovej stene (2.70m x 2.70m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.79 m² Výplň: výplň plechová, Ug=5.90 W/(m².K), Ag = 6.50 m²	5.91	dvere v obvodovej stene (2.70m x 2.70m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.65 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 36 mm, Ug=0.65 W/(m².K), Ag = 5.64 m²	0.72
4	dvere v obvodovej stene (3.60m x 3.60m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 1.06 m² Výplň: výplň plechová, Ug=5.90 W/(m².K), Ag = 11.90 m²	5.91	dvere v obvodovej stene (3.60m x 3.60m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 2.24 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 36 mm, Ug=0.73 W/(m².K), Ag = 10.72 m²	0.77
5	sklobetón (1.40m x 1.80m)		3.00	okno v obvodovej stene (1.40m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.76 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.76 m²	0.79
6	sklobetón (1.40m x 2.80m)		3.00	okno v obvodovej stene (1.40m x 2.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.17 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 2.75 m²	0.81
7	sklobetón (1.40m x 3.20m)		3.00	okno v obvodovej stene (1.40m x 3.20m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.28 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 3.20 m²	0.80
8	dvere v obvodovej stene (0.80m x 2.00m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.32 m² Výplň: výplň plechová, Ug=5.90 W/(m².K), Ag = 1.28 m²	5.92	dvere v obvodovej stene (0.80m x 2.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.66 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 36 mm, Ug=0.73 W/(m².K), Ag = 0.94 m²	0.82

Tabuľka 5.14: Zoznam otvorových konštrukcií - pokračovanie						
P. č.	Súčasný stav			Navrhovaný stav		
	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
9	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.53 m² Výplň: výplň plechová, Ug=5.90 W/(m².K), Ag = 2.67 m²	5.92	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.09 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 36 mm, Ug=0.73 W/(m².K), Ag = 2.11 m²	0.81

Tabuľka 5.15: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2								
P.č.	Súčasný stav				Navrhovaný stav			
	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m².K))	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
1	okno v obvodovej stene (1.40m x 1.80m)	2.78	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.40m x 1.80m)	0.79	0.85	vyhovuje
2	sklobetón (2.00m x 2.40m)	3.00	1.00	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (2.00m x 2.40m)	0.83	0.85	vyhovuje
3	dvere v obvodovej stene (2.70m x 2.70m)	5.91	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (2.70m x 2.70m)	0.72	2.00	vyhovuje
4	dvere v obvodovej stene (3.60m x 3.60m)	5.91	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (3.60m x 3.60m)	0.77	2.00	vyhovuje
5	sklobetón (1.40m x 1.80m)	3.00	1.00	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.40m x 1.80m)	0.79	0.85	vyhovuje
6	sklobetón (1.40m x 2.80m)	3.00	1.00	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.40m x 2.80m)	0.81	0.85	vyhovuje
7	sklobetón (1.40m x 3.20m)	3.00	1.00	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.40m x 3.20m)	0.80	0.85	vyhovuje
8	dvere v obvodovej stene (0.80m x 2.00m)	5.92	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (0.80m x 2.00m)	0.82	2.00	vyhovuje
9	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)	5.92	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)	0.81	2.00	vyhovuje

Tabuľka 5.16: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie										
P.č.	Súčasný stav					Navrhovaný stav				
	Otvorová konštrukcia	SV	JZ	JV	SZ	Otvorová konštrukcia	SV	JZ	JV	SZ
1	okno v obvodovej stene (1.40m x 1.80m)	2		11		okno v obvodovej stene (1.40m x 1.80m)	2		11	
2	sklobetón (2.00m x 2.40m)				7	okno v obvodovej stene (2.00m x 2.40m)				7
3	dvere v obvodovej stene (2.70m x 2.70m)				2	dvere v obvodovej stene (2.70m x 2.70m)				2
4	dvere v obvodovej stene (3.60m x 3.60m)				3	dvere v obvodovej stene (3.60m x 3.60m)				3
5	sklobetón (1.40m x 1.80m)			1		okno v obvodovej stene (1.40m x 1.80m)			1	
6	sklobetón (1.40m x 2.80m)		2			okno v obvodovej stene (1.40m x 2.80m)		2		
7	sklobetón (1.40m x 3.20m)		2			okno v obvodovej stene (1.40m x 3.20m)		2		
8	dvere v obvodovej stene (0.80m x 2.00m)		1			dvere v obvodovej stene (0.80m x 2.00m)		1		
9	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)		1			dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.00m)		1		

5.5.4 Tepelné mosty

Tepelný most je časť obvodovej konštrukcie budovy, odkiaľ uniká podstatne viac tepla ako na bežnom mieste a tým pádom sa výrazne mení vnútorná povrchová teplota. Je spôsobený prienikom stavebných materiálov s rôznou tepelnou vodivosťou alebo zmenou hrúbky stavebnej konštrukcie alebo rozdielnou veľkosťou vnútornej plochy, ktorá teplo prijíma a vonkajšej plochy, ktorá teplo odovzdáva (napríklad kúty stien, podláh a podobne). Ak vnútorná povrchová teplota klesne pod rosný bod zodpovedajúci vnútorným tepelno-vlhkostným podmienkam, dôjde k povrchovej kondenzácii vodnej pary a takéto miesto je náchylné na tvorbu plesní. Na odhaľovanie tepelných mostov sa používa termovízia. Čiastočne je možné tepelné mosty eliminovať vhodným zateplením fasády. Mernú tepelnú stratu spôsobenú tepelnými mostami je možné určiť viacerými metódami, napríklad zjednodušeným paušálnym výpočtom alebo na základe katalógu tepelných mostov.

Zjednodušený paušálny výpočet sa môže použiť, keď nie sú známe konštrukčné detaily. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 50%. Výpočet sa vykoná na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov. Hodnoty tohto súčiniteľa sú v STN 73 0540-2 uvedené paušálne. Napríklad, pre prípad murovaných konštrukcií je hodnota ΔU = 0,1 W/(m².K), resp. pre prípad spojitej tepelnej izolácie na vonkajšom povrchu konštrukcie je ΔU = 0,05 W/(m².K). Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:
*ΔH = ΔU * ΣAi (W/K)*
ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov (W/(m².K));
ΣAi - celková teplovýmenná plocha budovy (m²).

Výpočet na základe katalógu tepelných mostov sa môže použiť, ak sú rozmery a tepelnotechnické vlastnosti príkladu v katalógu podobné, ako pri posudzovanom detaile, alebo ak je príklad v katalógu tepelnotechnicky nevýhodnejší ako posudzovaný detail. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 20%. Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:
*ΔH = Ψe * l (W/K)*
Ψe - lineárny stratový súčiniteľ určený podľa katalógu (W/(m.K));
l - dĺžka lineárneho tepelného mosta (m).

Tabuľka 5.17: Tepelné mosty (približný výpočet)

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov (W/(m².K)):	0,10	0,05
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	1 673	1 673
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	167,284	83,642

5.5.5 Tepelná strata vetraním

Vetranie má zásadný vplyv na kvalitu vnútorného prostredia budovy. Len dostatočným vetraním je možné zabezpečiť odvádzanie znehodnoteného vzduchu s vyšším objemom CO_2 alebo vlhkosťou. Pri nadmernom vetraní počas vykurovacieho obdobia dochádza k zbytočne vysokej tepelnej strate. Naopak nedostatočným vetraním síce ušetríme energiu, ale v priestore udržiavame zvýšenú vlhkosť vnútorného vzduchu, čo podporuje rast plesní. Dôležitým parametrom je intenzita výmeny vzduchu, ktorá určuje koľkokrát za hodinu sa vzduch v miestnosti nahradí čerstvým vzduchom. Pre splnenie hygienických požiadaviek jednotlivých priestorov budovy je pre každé využitie priestoru stanovená minimálna intenzita výmeny vzduchu. Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu celej budovy je určená váženým priemerom jednotlivých hodnôt, pričom váhou je podlahová plocha týchto priestorov. Vetrať je možné prirodzene alebo mechanicky.

Prirodzené vetranie sa dá ťažko regulovať, nakoľko závisí od rozdielu vonkajšej a vnútornej teploty a

od dynamických účinkov vetra. Taktiež k prevetrávaniu môže dochádzať aj pri zatvorených oknách, cez prípadné škáry v otvorových konštrukciách, nakoľko na náveternej strane vzniká pretlak a na záveterne strane zasa podtlak. Z toho dôvodu je potrebné posúdiť intenzitu výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie cez takéto škáry a určí sa na základe:
• súčiniteľa škárovej priedušnosti a dĺžky škár jednotlivých otvorových konštrukcií,
• veternej oblasti t.j. priemernej rýchlosti vetra,
• triedy ochrany budovy, t.j. ochrana budovy pred vetrami vzhľadom na umiestnenie budovy v krajine,
• tesnosti interiérových dverí.
Objemový tok vzduchu (m³/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu (1/h) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m³). Hodnota objemového toku vzduchu prirodzeným vetraním sa určí ako väčšia hodnota z minimálneho objemového toku vzduchu a objemového toku vzduchu infiltráciou.

Merná tepelná strata vetraním sa vypočítaná podľa vzorca:
Hv = Vi.ρa.ca
kde:
Hv - merná tepelná strata vetraním (W/K)
Vi - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h)
ρa.ca – efektívna tepelná kapacita vzduchu (0,333 W.h/(m³.K))

Súčasťou posúdenia tepelnej straty vetraním je aj výpočet týchto strát po zrealizovaní opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu a zníženie nákladov na vykurovanie.

Budova je postavená v zastavanom území, okolité stavby sú hlavne rodinné domy a nízkopodlažné budovy. Vetranie budovy je vykonávané iba ručne otvorením okien alebo dverí. Staré drevené okná a plechové dvere so veľmi netesné.

Tabuľka 5.18: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu	
Trieda ochrany budovy:	priemerne chránené
Tesnosť interiérových dverí:	bez interiérových dverí
Objem vnútorného vzduchu (m³):	3 426

Tabuľka 5.19: Minimálna intenzita výmeny vzduchu	
Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h)
ostatné - kultúrne miestnosti - kancelárske miestnosti	0,30
ostatné - kultúrne miestnosti - chodby, schodištia, WC	0,30
ostatné - priestory nevýrobné	0,30
ostatné - priestory nevýrobné	0,40
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	0,36

Tabuľka 5.20: Prirodzené vetranie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Minimálny objemový tok vzduchu (m³/h):	1 233,36	1 233,36
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,351	0,016
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m³/h):	1 202,53	54,82
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m³/h):	1 233,36	1 233,36

Tabuľka 5.21: Merná tepelná strata vetraním		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h):	1 233,36	1 233,36
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	411,120	411,120

5.5.6 Tepelný zisk

Na tepelných ziskoch budovy sa podieľajú solárne tepelné zisky a vnútorné tepelné zisky, ako metabolické teplo používateľov budovy a tepelný zisk z prevádzky spotrebičov.

Solárne tepelné zisky sú výsledkom slnečného žiarenia v danom mieste. Množstvo slnečného žiarenia, ktoré dopadne na okno, závisí na orientácii okna a jeho zatienenia. Pri výpočte sa tiež zohľadňuje plocha rámu okna a solárna priepustnosť zasklenia. Významnú úlohu zohráva aj zatienenie záclonami a žalúziami. Súčiniteľ, ktorý zahŕňa tieto vlastnosti a plocha kolekčného povrchu sa nazýva účinnou kolekčnou plochou (Asol) a určuje sa nasledovne:
*Asol = Aw * gn * Fc*
Aw - plocha výplne otvorovej konštrukcie,
gn - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,
Fc - zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany.
Nie všetky solárne zisky je možné využiť pri vykurovaní. V prípade slnečných dní môžu byť slnečné zisky väčšie ako tepelná strata príslušnej miestnosti a dôjde k prehriatiu miestnosti, alebo sú tieto zisky odvetrané. Takýto stav nastáva hlavne pri ľahkých stavebných konštrukciách ako drevostavby alebo podkrovia, pri ktorých je stupeň využitia solárnych ziskov relatívne nízky.
Solárny tepelný zisk (Qsol) je vypočítaný podľa vzorca:
*Qsol = Isol * Asol * Fsol (kWh)*
kde:
Isol - celková energia slnečného žiarenia,
Asol - účinná kolekčná plocha,
Fsol - redukčný faktor tienenia zohľadňuje tienenie horizontu, tienenie presahujúcimi vodorovnými konštrukciami a presahujúcimi zvislými konštrukciami.

Metabolický zisk, t.j. tepelný výkon človeka závisí na aktivite, veku a postave človeka a podmienkach v ktorých sa daná osoba nachádza.
Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov je určený na základe spotreby elektriny vo vnútri budovy, ktorá sa nezohľadnila pri vykurovaní, chladení a príprave teplej vody.

Nasledujúce tabuľky v časti Súčasný stav zobrazujú aktuálny výpočet solárnych tepelných ziskov. Súbežne v časti Navrhovaný stav je vyčíslená hodnota solárnych tepelných ziskov po navrhovanej výmene otvorových konštrukcií.

Tabuľka 5.22: Solárny tepelný zisk								
	Súčasný stav				Navrhovaný stav			
Orientácia otvorovej konštrukcie:	JV	JZ	SV	SZ	JV	JZ	SV	SZ
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m²):	260	260	130	130	260	260	130	130
Zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m²):	12,67	0,00	2,30	0,00	10,56	5,95	1,76	11,45
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	3 294	0	299	0	2 746	1 547	229	1 489
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	3 593				6 011			

Tabuľka 5.23: Metabolický tepelný zisk			
Osoby prítomné v budove:	muži	ženy	deti
Priemerný tepelný tok na osobu (W):	93	79	70
Priemerný denný počet osôb:	0	0	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	0	0	0
Metabolický tepelný zisk (kWh):	0	0	0

Tabuľka 5.24: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov	
Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	1
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	195

5.5.7 Vykurovací systém

Vykurovací systém zabezpečuje zásobovanie budovy teplom na vykurovanie. Tento systém sa môže skladať z viacerých podsystémov:
• podsystému odovzdávania tepla (zariadenie na emisiu tepla v budove, napr. vykurovacie telesá),
• podsystému distribúcie tepla (rozvody tepla),
• podsystému akumulácie tepla (akumulačné zásobníky teplej vody)
• podsystému výroby tepla (zdroj tepla).
V budove môže byť viac nezávislých vykurovacích systémov, napríklad teplovodné stenové vykurovanie kombinované s vykurovaním radiátormi, pričom výroba tepla je v spoločnom zdroji tepla. Zároveň časť budovy môže byť vykurovaná gamatkami na zemný plyn (2. vykurovací systém). Každý z týchto systémov je posudzovaný samostatne. Vzhľadom na potrebu podsystému distribúcie tepla, rozlišujeme dva druhy vykurovacích systémov:
• s podsystémom distribúcie tepla, keď miesto výroby tepla je odlišné od miesta odovzdávania tepla,
• bez podsystému distribúcie (t.j. bez rozvodov tepla), a to v prípade, že teplo sa vyrába priamo v zariadení na odovzdávanie tepla, napr. elektrický priamovýhrevný konvektor, gamatky na zemný plyn, alebo elektrické podlahové vykurovanie.
Výpočet tepelných strát vykurovacieho systému sa zakladá na analýze jednotlivých podsystémov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby tepla po zdroj energie, pričom vo výpočte sa zohľadňujú všetky časti vykurovacieho systému.

Podsystém odovzdávania tepla zabezpečuje aby sa teplo v správnej miere odovzdávalo príslušným priestorom. Okrem vykurovacích telies, ktoré odovzdávajú prevažnú časť tepelnej energie okolitému vzduchu konvekciou, funguje tento princíp aj pri plošnom kúrení ktoré môže byť inštalované v podlahe, v stene alebo na strope a prenáša tepelnú energiu vo forme žiarenia. Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (Qem,is) je spôsobená hlavne nerovnomerným rozdelením teploty vplyvom nerovnomerného rozloženia vykurovacích telies (napr. umiestnenie radiátorov pod oknami). Táto strata sa určí podľa vzorca:
*Qem,is = Qnd,inc - Qnd - 2 * Qw,hs,i (kWh)*
kde:
Qnd,inc - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty zvýšenej o priemernú priestorovú zmenu teploty,
Qnd - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty
Qw,hs,i - časť obnovenej tepelnej straty systému prípravy TV vo vykurovaných priestoroch. Jedná sa o tepelnú stratu systému distribúcie a akumulácie.
Pri posudzovaní vykurovacieho systému je nutné zohľadniť aj prídavnú energiu na pohon pomocných zariadení. Časť prídavnej energie sa pretransformuje na teplo a následne sa využije na vykurovanie. Nazýva sa obnovená prídavná energia. Prídavná energia zvyčajne elektrická energia, sa používa pri ventilátoroch, ktoré uľahčujú odovzdávanie tepla do priestoru, ventiloch a regulácii. Časť prídavnej energie sa môže obnoviť priamo v systéme odovzdávania tepla. Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla sa vypočíta podľa vzorca:
*Wem,aux = Σ P * Qnd * k / Ph / 1000 (kWh)*
kde:
P - elektrický príkon pomocných zariadení,
Qnd - potreba tepla na vykurovanie,
k - podiel odovzdávaného tepla príslušným podsystémom,
Ph - vykurovací výkon príslušného zariadenia.

Počas vykurovacieho obdobia pracuje vykurovací systém takmer nepretržite. Aj vykurovacím potrubím tečie ustavične teplá vykurovacia voda. Potrubia, ktoré musia byť uložené v nevykurovaných priestoroch, pôsobia predovšetkým ako vykurovacia plocha a odovzdávajú veľa tepelnej energie. Tepelná strata podsystému distribúcie tepla sa určuje len pre rozvody vykurovania v nevykurovaných priestoroch budovy, nakoľko tepelná strata rozvodov vykurovania vo vykurovaných priestoroch je spätne získateľná a prispieva k vykurovaniu budovy. Tepelná strata

podsystému distribúcie tepla Qdis,ls sa určí podľa vzorca:
*Qdis,ls = Σ Ψj * (Φm- Φi) * Lj * t / 1000 (kWh)*
kde:
Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia určený na základe tepelnej vodivosti a hrúbky tepelnej izolácie,
Φm - stredná teplota teplonosnej látky určená na základe teplotného spádu,
Φi - priemerná teplota nevykurovaného priestoru,
Lj - dĺžka potrubia,
t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému
Prídavná energia podsystému distribúcie tepla (kWh) sa určí na základe súčinu príkonov obehových čerpadiel a počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému.

Podsystém akumulácie tepla sa pri vykurovacích systémoch využíva z dôvodu preklenutia obdobia, keď odber tepla prevyšuje jeho dodávku, napríklad pri zníženom množstve slnečného žiarenia pri solárnych kolektoroch, alebo veľmi nízkej teplote vonkajšieho vzduchu pri tepelnom čerpadle vzduch/voda. Druhým dôvodom môže byť kombinácia vysokoteplotného zdroja tepla (kotol na tuhé palivo) a nízkoteplotného odovzdávacieho prvku (podlahové vykurovanie). V takomto prípade zásobník tepla vyrovnáva teplotný rozdiel medzi vysokou teplotou na zdroji tepla a nízkou teplotou odovzdávacieho prvku a zabraňuje častému spínaniu zdroja tepla, resp. tepelnej nepohode vplyvom horúcej podlahy. Tepelná strata podsystému akumulácie tepla sa určí podľa vzorca:
*Qs,ls = qz * (Φs - Φamb) * t / 1000*
kde:
Qs,ls - tepelná strata podsystému akumulácie tepla,
qz - merná tepelná strata akumulačného zásobníka určená na základe tepelnej vodivosti tepelnej izolácie a jej hrúbky,
Φs - priemerná teplota vody v akumulačnom zásobníku,
Φamb - priemerná teplota okolia,
t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Podsystém výroby tepla obsahuje zariadenia v ktorých prebieha proces premeny energie obsiahnutej v energetickom nosiči na energiu tepelnú. Základnou veličinou charakterizujúcou zariadenia na výrobu tepla je faktor transformácie energie (tj. účinnosť). Jedná sa o pomer medzi získanou tepelnou energiou a energiou dodanou do zariadenia na výrobu tepla. V prípade tepelných čerpadiel sa faktor transformácie energie udáva väčší ako 1, nakoľko ako vstup sa považuje len ušľachtilá energia (elektrická energia, ...) a ako získaná energia sa považuje celková výstupná energia dodaná tepelným čerpadlom. V takomto prípade tepelná strata podsystému výroby tepla je záporná, teda sa jedná o tepelný zisk.
Tepelná strata podsystému výroby tepla Qgen,ls sa určí podľa vzorca:
*Qgen, ls = Σ (Qentry * k) / η - Qentry * k*
kde:
Qentry - energia na vstupe nasledujúceho podsystému (akumulácie alebo distribúcie),
k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením,
η - faktor transformácie energie.

Budova Meniareň je vykurovaná jednou vetvou z CZT - plynovej kotolne umiestnenej v servisnej hale a zároveň aj elektrickými gamatmi. Budova z kotolne je vykurovaná prakticky neustále, s útlmom iba cez víkend. Termoregulačné hlavice v miestnostiach niekde chýbajú.
Elektrické kúrenie je nepretržité, aby sa zabezpečila technologická teplota min. 15°C.

Navrhujeme inštalovať merač tepla na vstupe vykurovacej vetvy do budovy.

Identifikácia iných potrebných opatrení (okrem opatrení na zvýšenie energetickej efektívnosti):
-Kontrolovať funkčnosť termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách aspoň raz ročne pred začiatkom vykurovacej sezóny

-Po skončení vykurovacej sezóny nastaviť termoregulačné ventily na maximálnu teplotu, aby sa nepoškodili.
-Kontrolovať nastavenie tesnosti okien aspoň raz ročne na začiatku vykurovacej sezóny pri poklese teploty pod 5 °C.

Ak by cena el. energie mala mať dlhodobo násobne vyššiu úroveň ako cena plynu, čo pravdepodobne nastane, navrhujeme zvážiť vybavenie celej budovy rozvodmi ústredného kúrenia a využiť tak nižšie náklady na 1 kWh tepla vyrobeného zo zemného plynu z centrálnej plynovej kotolne.

Tabuľka 5.25: Vykurovací systém - 1. časť		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	s podsystémom distribúcie	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 100	3 100
Teplotný spád (°C):	80/60	80/60

Tabuľka 5.26: Podsystém odovzdávania tepla - zariadenia na odovzdávanie tepla					
Súčasný stav			Navrhovaný stav		
Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)
radiátor	0,2	0	radiátor	0,2	0

Tabuľka 5.27: Podsystém odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20	0,20
Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (kWh):	1 163	521
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	0,00	0,00

Tabuľka 5.28: Podsystém výroby - zariadenia na výrobu tepla									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
diaľkové vykurovanie	teplo	0,0	0,00	0	diaľkové vykurovanie	teplo	0,0	0,00	0

Tabuľka 5.29: Podsystém výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystému výroby tepla (kWh):	0	0
Prídavná energia podsystému výroby tepla (kWh):	0	0

Tabuľka 5.30: Vykurovací systém - 2. časť		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	bez podsystému distribúcie	bez podsystému distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 100	3 100

Tabuľka 5.31: Podsystém odovzdávania tepla - zariadenia na odovzdávanie tepla

Súčasný stav						Navrhovaný stav					
Zariadenie na odovzdávanie tepla	Energ. nosič	Priestor. zmena teploty (°C)	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na odovzdávanie tepla	Energ. nosič	Priestor. zmena teploty (°C)	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
akumulačné kachle	elekt.	0,2	40,00	0,99	0	akumulačné kachle	elekt.	0,2	40,00	0,99	0

Tabuľka 5.32: Podsystém odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20	0,20
Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (kWh):	2 815	1 234
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	0,00	0,00

5.5.8 Energia na vykurovanie

Potreba energie na vykurovanie je ovplyvňovaná tepelnou stratou stavebných konštrukcií, tepelnou stratou vetraním, tepelnými ziskami a tepelnou stratou vykurovacieho systému. Do potreby energie na vykurovanie sa započíta aj potreba pomocnej energie, spravidla sa jedná o elektrickú energiu, ktorá sa využíva na pohon obehových čerpadiel, ventilátorov alebo riadenia a regulácie, ktoré sú súčasťou vykurovacieho systému.
Potreba tepla na vykurovanie Qnd (kWh) sa určí podľa vzorca:
*Qnd = Qht - ηgn * Qgn*
kde:
Qht - celkový prenos tepla (kWh),
ηgn - faktor využitia tepelných ziskov je funkciou tepelnej bilancie pomeru tepelných ziskov Qgn, celkového prenosu tepla Qht a bezrozmerného číselného parametra závislého od vnútornej tepelnej kapacity vypočítanej pre maximálnu hrúbku 0,1 m vnútorných konštrukcií budovy.
Qgn - tepelný zisk (kWh) je určený súčtom solárnych ziskov a vnútorných ziskov.

Celkový prenos tepla Qht (kWh) sa určuje podľa vzorca:
*Qht = H * D * 24 / 1000*
kde:
H - celková tepelná strata (W/K) je určená súčtom mernej tepelnej straty obvodových konštrukcií, mernej tepelnej straty tepelných mostov a mernej tepelnej straty vetraním. Merná tepelná strata obvodových konštrukcií (W/K) sa stanoví zo súčiniteľov prechodu tepla Uj všetkých obalových konštrukcií budovy, ich plôch Aj určených z vonkajších rozmerov stavebných konštrukcií a zodpovedajúcich teplotných redukčných faktorov.
D - priemerný počet dennostupňov (K),
24 - počet hodín za deň (h).

Potreba energie na vykurovanie sa určí z potreby tepla na vykurovanie Qnd poníženej o spätne obnovenú tepelnú stratu systému prípravy teplej vody, so zohľadnením tepelných strát a tepelných ziskov vykurovacieho systému.

Tabuľka 5.33: Merná tepelná strata

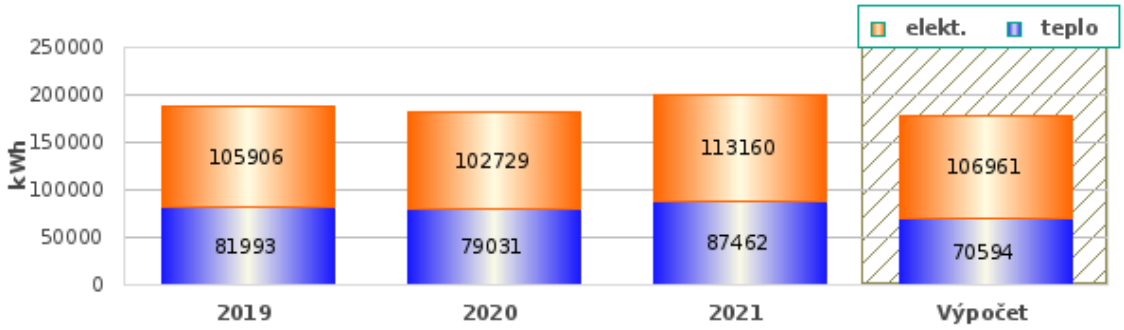
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	1 933,698	783,128
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	594,198	113,617
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	167,284	83,642
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	411,120	411,120

Tabuľka 5.34: Energia na vykurovanie

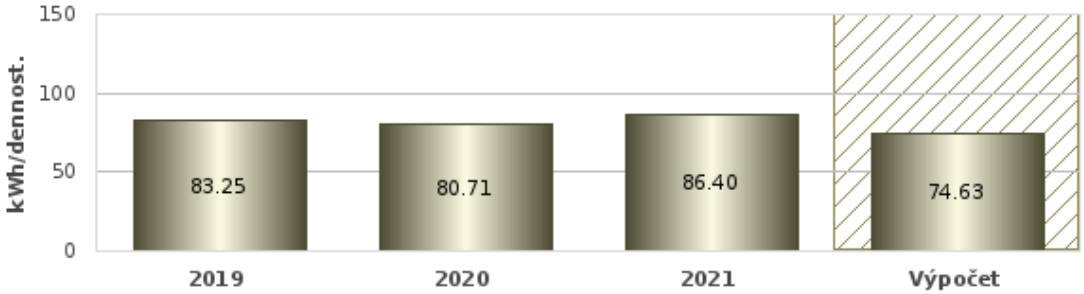
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	3 106,300	1 391,507
Celkový prenos tepla (kWh):	177 357	79 449
Tepelný zisk (kWh):	3 788	6 206
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,998	0,999
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	173 577	73 249
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	173 577	73 249

Tabuľka 5.34: Energia na vykurovanie - pokračovanie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Hlavná energia na vstupe podsystému odovzdávania tepla (kWh)	177 555	75 004
Hlavná energia na vstupe podsystému distribúcie tepla (kWh):	70 594	29 821
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	70 594	29 821

Tabuľka 5.35: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	70 594	29 821
elektrina (kWh):	106 961	45 183



Graf 5.4: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou



Graf 5.5: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie/dennostupeň s vypočítanou potrebou/dennostupeň

5.6 Technicko energetické posúdenie osvetlenia

5.6.1 Systém osvetlenia

Elektrické osvetlenie v budovách je významným spotrebičom elektrickej energie. Jeho úlohou je zabezpečenie dobrých zrakových podmienok, hygieny zrakovej práce a vytvorenie príjemného a ergonomického svetelného prostredia.
Osvetľovacia sústava budovy bola rozdelená na priestorovo a funkčne menšie časti, aby bolo možné čo najobjektívnejšie:
• posúdiť parametre súčasného osvetlenia s požiadavkami uvedenými v STN EN 12464-1,
• určiť spotrebu energie na základe normalizovaných hodnôt uvedených v STN EN 15193,
• určiť priemerný ročný čas svietenia.
Z dôvodu overenia osvetlenosti a rovnomernosti osvetlenia je pre každý posudzovaný priestor

potrebné vytvoriť sieť kontrolných bodov s približne štvorcovými bunkami. Rozstupy bodov kontrolnej siete sú navrhnuté v zmysle STN EN 12464-1. Pre jednoduchšie zobrazenie nameraných hodnôt osvetlenosti posudzovaného priestoru sú jednotlivé body kontrolnej siete pomenované alfabetickými znakmi v smere šírky posudzovaného priestoru a číselne v smere dĺžky tohto priestoru. Namerané hodnoty osvetlenosti sú pre každý posudzovaný priestor zobrazené v číselnej a grafickej podobe.
Pre každý posudzovaný priestor je vypočítaná spotreba energie na základe normalizovaných hodnôt (STN EN 15193). Výsledky výpočtu spotreby energie sú vyčíslené pre súčasný stav osvetľovacej sústavy a pre stav po realizovaní navrhnutých opatrení modernizácie osvetľovacej sústavy. Následne sú uvedené predpoklady pre stanovenie činiteľov vstupujúcich do výpočtu spotreby energie.
Udržiavací činiteľ (Maintenance Factor) je vypočítaný na základe priemerného faktora zachovania osvetlenia (LLMF) uvedených svetelných zdrojov a nasledovných predpokladov udržiavania svietidla a miestnosti:
• stredne veľká miestnosť (K 2,5) s odrazivosťou 70/50/20 na strop, steny a podlahy v uvedenom poradí,
• čistiace intervaly svetelných zdrojov a svietidiel - 1x ročne,
• interval čistenia povrchov miestnosti - 1x za 6 rokov,
• nefunkčné svetelné zdroje sú ihneď nahradené.
Činiteľ využitia denného svetla (FD) je stanovený na základe činiteľa dostupnosti denného svetla (FD,S) ako funkcia stupňa presvetlenia priestoru denným svetlom a udržiavanej osvetlenosti pre zemepisnú šírku 48°.
V rámci návrhu modernizácie osvetľovacej sústavy sú všetky opatrenia navrhnuté tak, aby modernizované osvetlenie spĺňalo požiadavky uvedené v STN EN 12464-1.

Priestory v budove sú osvetlené linenárnymi žiarivkami a klasickými žiarovkami. Podľa prevádzkovateľa je osvetlenie využívané asi 1 deň v mesiaci, počas kontrol a vykonávania údržby.

Tabuľka 5.36: Osvetľovaný priestor č. 1	
Názov priestoru:	dozorňa
Kategória priestoru:	Administratívne priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Písanie, písanie na stroji, čítanie, spracovanie údajov
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	vysoký
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	3.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	96
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 5.37: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 1									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	4	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	4

Tabuľka 5.38: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 1	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	500
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	19

Tabuľka 5.39: Osvetľovaný priestor č. 2	
Názov priestoru:	priestory trafostanice 1.NP
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Dozorne
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Prevádzkové miestnosti, vnútorné rozvodne
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	3.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	96
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 5.40: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 2									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	21	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	21
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	7	LED žiarovka	30	1	uzavreté IP 2X	7

Tabuľka 5.41: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 2	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	60
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 5.42: Osvetľovaný priestor č. 3	
Názov priestoru:	priestory trafostanice 2.NP
Kategória priestoru:	Všeobecné priestory v budovách - Dozorne
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Prevádzkové miestnosti, vnútorné rozvodne
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	3.5
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	96
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 5.43: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 3									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
klasická žiarovka	150	1	uzavreté IP 2X	8	LED žiarovka	30	2	uzavreté IP 2X	8

Tabuľka 5.44: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 3	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	60
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 5.45: Osvetľovaný priestor č. 4	
Názov priestoru:	chodby a schodisko
Kategória priestoru:	Komunikačné zóny v budovách
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Komunikačné priestory a chodby
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	nie
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	3.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	96
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 5.46: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore č. 4									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel	Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	5	LED žiarovka	18	1	uzavreté IP 2X	5

Tabuľka 5.47: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 4	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	100
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	40
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	28

5.6.2 Energia na osvetlenie

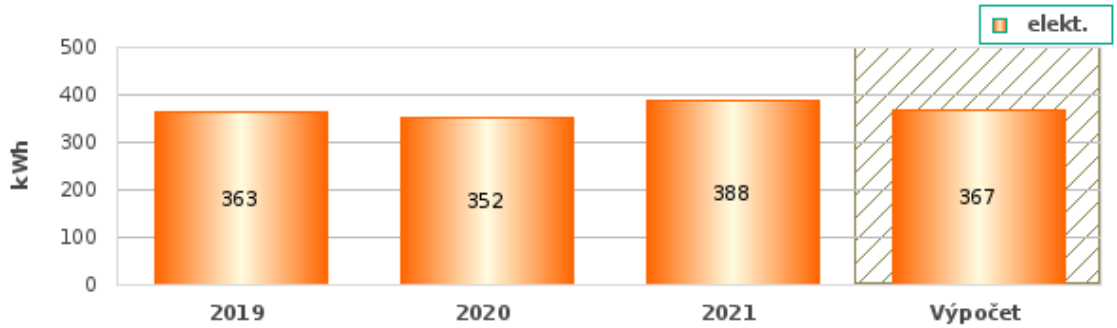
Potreba energie na osvetlenie závisí od celkového príkonu osvetľovacej sústavy (kW) a priemerného ročného času svietenia (hod.). Jednotlivé priestory v budove nemávajú rovnaký ročný čas svietenia, a to z dôvodu:
• rozdielneho využitia (napr. administratívne priestory, chodby, sklady, ...),
• rozdielnej dostupnosti denného svetla a stupňa presvetlenia denným svetlom,
• rozdielnej farby stien, ktorá ovplyvňuje odrazivosť svetla,
• rozdielneho systému spínania osvetlenia (automatické spínanie prostredníctvom senzorov, manuálne spínanie s rizikom nevypnutia osvetlenia pri odchode).
Potreba energie na osvetlenie Qlt (kWh) sa určí podľa vzorca:

*Qlt = Σ (Pn * tn)*

kde:
Pn - celkový príkon v n-tom priestore (kW). Pri výpočte potreby energie na osvetlenie súčasného stavu je celkový príkon v n-tom priestore korigovaný faktorom funkčnosti svetelných zdrojov.
tn - čas využitia osvetlenia v n-tom priestore (h).

Tabuľka 5.48: Energia na osvetlenie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	3 820	2 080
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	367	200



Graf 5.6: Porovnanie spotreby energie na osvetlenie s vypočítanou potrebou

5.7 Ekonomické hodnotenie

Na zníženie energetickej náročnosti objektov, zníženie nákladov na vykurovanie a osvetlenie, zlepšenie kvality obalových konštrukcií a vnútornej tepelnej pohody boli navrhnuté nižšie uvedené opatrenia. Každé opatrenie je ekonomicky vyhodnotené metódou Doba návratnosti. Táto metóda udáva počet rokov, za ktoré sa vložené finančné prostriedky do opatrení energetickej efektívnosti vrátia z dosahovaných úspor nákladov na energiu. Dobu návratnosti môžeme použiť ako:
• statickú metódu, ktorá nezohľadňuje faktor času, t.j. jednoduchú dobu návratnosti,
• dynamickú metódu, kedy zohľadníme faktor času tým, že doplníme dobu návratnosti o diskontovanie ročných finančných tokov (úspor nákladov na energiu), t.j. diskontovaná doba návratnosti.

Výpočet jednoduchej doby návratnosti sa vykoná podľa vzorca:
DN = IN / CF
kde:
DN – doba návratnosti (roky),
IN – investičné náklady,
CF - ročný finančný tok (úspora nákladov na energiu).

Diskontovaná doba návratnosti sa určí podobne ako jednoduchá doba návratnosti ale s rozdielom diskontovania ročného finančného toku podľa vzorca:
$DCF = CF / (1+i)^{n}$
kde:
DCF – diskontovaný ročný finančný tok,
CF - ročný finančný tok (úspora nákladov na energiu),
i - diskontná sadzba
n - rok ku ktorému sa DCF počíta.

Reálna diskontná sadzba je stanovená z nominálnej diskontnej sadzba so zohľadnením ročnej miery inflácie. Nominálna diskontná sadzba sa určí na základe nákladov na kapitál. V prípade financovania kombináciou vlastného a cudzieho kapitálu, je nominálna diskontná sadzba určená váženým priemerom nákladov na celkový kapitál (metóda WACC). Percentuálne vyjadrenie diskontnej sadzby je diskontná miera.

Ekonomické prínosy sú kalkulované na základe bilančných cien energie uvedených v EA. Výška investičných nákladov a ekonomické hodnotenie jednotlivých variantov vychádza z obvyklých cien strojov, zariadení, stavebných materiálov a prác v dobe spracovania tohto energetického auditu. V ekonomickom hodnotení bola uvažovaná výška inflácie 10% a miera ročného nárastu cien energií 12%. Údaj o priemernej ročnej inflácii je zo ŠÚ SR za obdobie 01-07/2022.
Nárast cien energie je ťažko predikovateľný, pričom podľa prognózy NBS je predpokladaný nárast cien energie v roku 2022 na úrovni 17,2%, v roku 2023 až 42,3% a v roku 2024 by ceny energie mali klesnúť o 1,5%. Nakoľko investície do obnovy budov majú dlhodobú návratnosť (20 rokov a viac), priemerný ročný nárast cien energie v dlhodobom časovom horizonte je stanovený na 12%.

Tabuľka 5.49: Základné údaje pre ekonomické hodnotenie

Miera ročného nárastu cien energií (%):	12,0
Priemerná ročná miera inflácie (%):	10,0
Nominálna diskontná miera (%):	2,8
Reálna diskontná miera (%):	-6,5

Tabuľka 5.50: Cena energie v členení podľa energetických nosičov	
Energetický nosič	Cena bez DPH (EUR/kWh)
teplo CZT	0,175
elektrina	0,126

Tabuľka 5.51: Ekonomické hodnotenie navrhovaných opatrení energetickej efektívnosti							
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Potreba energie pôvodný stav (kWh)	Potreba energie navrhovaný stav (kWh)	Úspora energie (kWh) *	Úspora nákladov na energiu (€)	Investičný náklad (€)	Jednoduchá doba návratnosti (roky)	Diskontovaná doba návratnosti (roky)
stena zvislá nad terénom	177 922	126 300	51 622	7 510,05	94 400,00	12,57	6,21
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	177 922	157 476	20 446	2 974,47	39 100,00	13,15	6,37
otvorové konštrukcie	177 922	147 442	30 480	4 434,31	36 630,00	8,26	4,75
systém osvetlenia	177 922	177 755	167	21,04	2 652,00	126,03	17,07
všetky opatrenia spolu	177 922	75 204	102 718	14 940,35	172 782,00	11,56	5,91
* Kombináciou jednotlivých opatrení nie je možné dosiahnuť úspory rovnajúce sa jednoduchému aritmetickému súčtu úspor jednotlivých opatrení, nakoľko zmena parametrov jednej stavebnej konštrukcie alebo technického zariadenia určitou mierou výpočtovo ovplyvňuje aj ostatné časti predmetu energetického auditu, pričom táto miera ovplyvňovania závisí od druhu a komplexnosti navrhovaných opatrení.							

5.8 Environmentálne hodnotenie

Šetrenie energiou neprináša len finančnú úsporu ale zároveň sa znižujú emisie, ktoré vznikajú pri jej výrobe a to znížením spotreby prvotného energetického nosiča. Niektoré energetické nosiče (hlavne palivá) produkujú pri horení do ovzdušia znečisťujúce látky. K základným znečisťujúcim látkam patria: tuhé znečisťujúce látky (TZL), oxid siričitý (SO_2),oxidy dusíka (NOx) a oxid uhoľnatý (CO). Medzi sledované emisie patrí aj CO_2, nakoľko je hlavným prispievateľom skleníkovému efektu .
Hodnota produkovaných emisií sa stanoví výpočtom na základe emisných faktorov a energie obsiahnutej v spotrebovanom energetickom nosiči. Emisný faktor je hodnota emisie znečisťujúcej látky (kg) pre daný druh paliva, vztiahnutá na jednotku energie.

Tabuľka 5.52: Emisné faktory energetických nosičov

Energetický nosič	CO_2 (kg/kWh)	TZL (kg/MWh)	SO_2 (kg/MWh)	NOx (kg/MWh)	CO (kg/MWh)
teplo CZT	0,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
elektrina	0,1670	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Tabuľka 5.53: Emisie CO_2

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	17 924	12 730	5 193
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	17 924	15 867	2 057
otvorové konštrukcie	17 924	14 857	3 066
systém osvetlenia	17 924	17 896	28
všetky opatrenia spolu	17 924	7 579	10 345

Tabuľka 5.54: Emisie TZL

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 5.55: Emisie SO_2			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 5.56: Emisie NOx			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 5.57: Emisie CO			
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Produkcia emisií pôvodný stav (kg)	Produkcia emisií navrhovaný stav (kg)	Redukcia emisií (kg)
stena zvislá nad terénom	0,0	0,0	0,0
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	0,0	0,0	0,0
otvorové konštrukcie	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

5.9 Realizácia projektu prostredníctvom garantovanej energetickej služby

Garantovaná energetická služba (ďalej aj „GES“) spočíva v tom, že finančné prostriedky potrebné na prípravu a realizáciou projektu zameraného na efektívnosť pri používaní energie zabezpečuje poskytovateľ GES. Spotrebiteľ energie (prijímateľ energetickej služby) ich potom spláca postupne z dosiahnutých úspor nákladov na energiu. V praxi to znamená, že prijímateľ GES nemusí na realizáciu projektu vynakladať žiadne ďalšie finančné prostriedky. Na nákup energie, splátky investície a odmenu za službu počas obdobia trvania zmluvného vzťahu mu postačuje rovnaký objem financií ako by vynakladal na nákup energie bez realizácie projektu a k dispozícii bude mať obnovenú budovu alebo technické zariadenie. Poskytovateľ GES znáša všetky riziká v prípade, že realizáciou projektu sa nedosiahnu plánované t. j. garantované úspory.
Navrhované opatrenia energetickej efektívnosti sú posúdené aj z pohľadu ich realizácie prostredníctvom GES projektu, pričom cieľom posúdenia je:
• modelovo vyčísliť príklad splácania projektu GES tak, aby pre subjekt verejnej správy bol podkladom pre rozhodovanie začať realizovať takýto projekt,
• príprava štandardnej dokumentácie pre prípravnú fázu projektu GES a realizáciu verejného obstarávania.

Vo verejnom obstarávaní GES subjekt verejnej správy obstaráva dosiahnutie energetických úspor ako takých, čiže obstaráva službu, nie konkrétne technické riešenie, ktorým sa má výsledok dosiahnuť.
Podkladom pre realizáciu verejného obstarávania je stanovenie východiskovej, čiže referenčnej hodnoty spotreby energie v budove vrátane uvedenia hodnôt vstupných parametrov (počasie, rozsah a spôsob využitia, atď.) a stanovenie minimálnej hodnoty úspory energie, ktorá sa má obnovou dosiahnuť.

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

Tabuľka 5.58: Referenčná hodnota spotreby energie

	Vykurovanie	Príprava teplej vody	Nútené vetranie	Osvetlenie
teplo CZT (kWh):	70 594	0	0	0
elektrina (kWh):	106 961	0	0	367

Referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pre 2379 dennostupňov, ktoré

sú určené na základe:
- priemernej vonkajšej teploty vykurovacieho obdobia: 5.51°C,
- počtu vykurovacích dní: 195,
- vnútornej výpočtovej teploty: 17.71°C.
Spotrebu energie na vykurovanie výrazne ovplyvňuje aj vetranie, pričom referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pri objemovom toku vzduchu: 1233.36 m³/h.
Referenčná hodnota spotreby energie na prípravu teplej vody je stanovená pre ročnú spotrebu teplej vody m³.
Referenčná hodnota spotreby energie na osvetlenie je stanovená pre celkový príkon osvetľovacej sústavy 3820 W a priemerný ročný čas svietenia 96 hodín.

Tabuľka 5.59: Minimálna ročná hodnota úspory energie a úspory nákladov na energiu

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Minimálna hodnota úspory energie (kWh) *	Minimálna hodnota úspory nákladov (EUR) **
stena zvislá nad terénom	41 290	6 000,00
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	16 350	2 370,00
otvorové konštrukcie	24 380	3 540,00
systém osvetlenia	130	10,00
všetky opatrenia spolu	82 170	11 950,00

* Určené vo výške 80% z vypočítanej úspory energie a zaokrúhlené na celé desiatky nadol.
** Určené na základe cien energie bez DPH uvedených v časti Ekonomické hodnotenie.

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

Úspora energie pri vykurovaní je medziročne ovplyvňovaná rutinnými zmenami spôsobenými hlavne zmenami počasia počas vykurovacej sezóny, zmenou vnútornej teploty vykurovaných priestorov alebo zmenou intenzity vetrania. Vplyv počasia a vnútornej teploty vykurovaných priestorov je možné kvantifikovať prostredníctvom dennostupňov a prepočet garantovaných úspor energie je možné realizovať zmluvne dohodnutým vzorcom. V prípade modelového príkladu pre všetky navrhnuté opatrenia je spôsob prepočtu garantovaných úspor energie na vykurovanie približne určený lineárnou interpoláciou nasledovne:
• ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku menší ako 2379, použije sa vzorec:
  USP = (70594 - (23467 + (DST - 1903.2) * 13.354)) * 0.8,
• ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku väčší ako 2379, použije sa vzorec:
  USP = (70594 - (29821 + (DST - 2379) * 62.68)) * 0.8,
kde:
USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),
DST - počet dennostupňov v hodnotenom kalendárnom roku.
Nakoľko úspora energie v závislosti na zmene dennostupňov nemá lineárny priebeh, presnú hodnotu prepočítanej garantovanej úspory energie odporúčame stanoviť rovnakým výpočtom ako bola stanovená prvotná výška garantovanej úspory energie.
V prípade zmeny intenzity vetrania môže nastať problém, nakoľko výmena vzduchu pri prirodzenom vetraní závisí od správania používateľov budovy a objemový tok vzduchu sa v tomto prípade nedá merať. Riešením môže byť inštalácia mechanického vetracieho systému, ktorým sa bude regulovať výmena vzduchu v závislosti od nastavenia takéhoto systému.

Úsporu energie pri realizácii opatrení energetickej efektívnosti na systéme osvetlenia medziročne ovplyvňuje inštalovaný príkon osvetľovacej sústavy a čas používania osvetlenia. Predpokladá sa, že

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

$$USP = (367 - (200 + (HOD - 96) * 1803.0345)) * 0.8$$

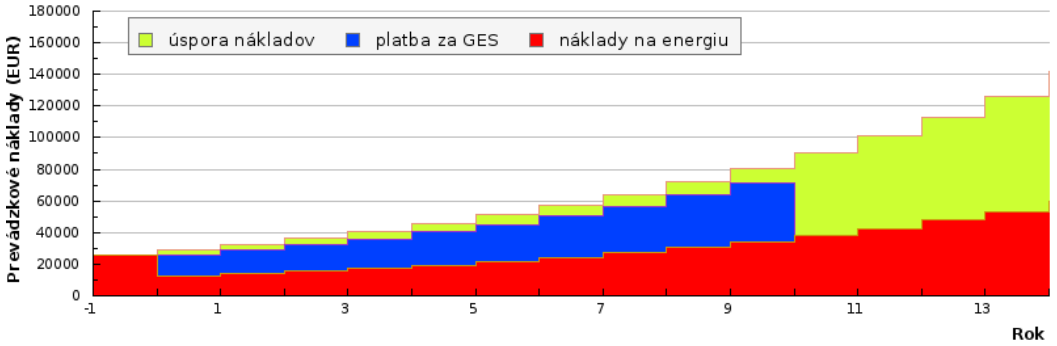
kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

HOD - priemerný počet prevádzkových hodín osvetlenia v hodnotenom roku.

Tabuľka 5.60: Modelový príklad využitia GES pri realizácii navrhovaných opatrení energetickej efektívnosti						
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Dĺžka trvania zmluvného vzťahu (roky)	Investícia financovaná poskytovateľom GES (€)	Celkové garantované úspory (€)	Kumulatívna hodnota platieb za GES (€)	Kumulatívna hodnota odmeny za služby (€)	Výška mesačnej platby za GES (€)
stena zvislá nad terénom	20,98	94 400,00	125 866,67	125 866,67	31 466,67	500,00
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	22,00	39 100,00	52 135,09	52 135,09	13 035,09	197,50
otvorové konštrukcie	13,80	36 630,00	48 840,00	48 840,00	12 210,00	295,00
systém osvetlenia	356,45	2 652,00	3 550,26	3 550,26	898,26	0,83
všetky opatrenia spolu	19,28	172 782,00	230 376,77	230 376,77	57 594,77	995,83

Východiskové predpoklady modelového príkladu:
Všetky opatrenia sú v plnej miere financované poskytovateľom GES.
Investičné výdavky a garantované úspory nákladov na energie sú vyčíslené bez DPH, tým pádom to má vplyv aj na výšku platieb za GES.
Celkové garantované úspory sú vyčíslené v stálych cenách základného obdobia, teda nie je zohľadnená inflácia.
Odmena za služby je stanovená vo výške 25% z platby za GES.
Úspory energie sú dosahované presne vo výške minimálnej hodnoty úspory energie.
Predpokladaná hodnota zákazky je zhodná s kumulatívnou hodnotou platieb za GES.



Graf 5.7: Časové znázornenie projektu GES pre realizáciu všetkých navrhovaných opatrení, za predpokladu ročného nárastu cien energie o 12.0% (zmluvný vzťah 10 rokov)

Medziročný nárast cien energie skracuje dĺžku trvania zmluvného vzťahu. Je to evidentné z predchádzajúceho grafu, kde pri náraste cien energie o 12.0%, sa skráti doba splácania približne o 9 rokov. V čase prípravy projektu financovaného prostredníctvom GES je problematické predikovať infláciu cien energie na dlhšie obdobie ako 2 roky, z toho dôvodu bol modelový príklad kalkulovaný v stálych cenách energetických nosičov.

Pre vyššie uvedený modelový príklad sa predpokladá 100% financovanie so zdrojov poskytovateľa GES a celkové garantované úspory sa rovnajú kumulatívnej hodnote platieb za GES. V takomto prípade projekt spĺňa obidve podmienky a nezapočítava sa do verejného dlhu.

Vzhľadom na dlhý čas trvania zmluvného vzťahu vyššie uvedeného modelového príkladu sa predpokladá nízky záujem o financovanie projektu zo strany poskytovateľov GES. Z tohto dôvodu je navrhnuté financovanie projektu z viacerých zdrojov, čím sa predpokladá skrátenie času trvania zmluvného vzťahu. Miera financovania projektu je navrhnutá nasledovne:
- zdroje poskytovateľa GES: 54,64 %
- granty EÚ: 45,36 %

Tabuľka 5.61: Návrh financovania modelového príkladu projektu GES z viacerých zdrojov

Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Investičný náklad (€)	Zdroj financovania
stena zvislá nad terénom	94 400,00	zdroje poskytovateľa GES
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	39 100,00	grant EÚ
otvorové konštrukcie	36 630,00	grant EÚ
systém osvetlenia	2 652,00	grant EÚ

Tabuľka 5.62: Modelový príklad projektu GES pri financovaní z viacerých zdrojov

Priemerné ročné náklady na energiu pred realizáciu projektu GES (€)	25 877,28	Zdroje poskytovateľa GES (€)	94 400,00
Garantované ročné úspory (€)	11 950,00	Verejné národné zdroje (€)	0,00
Ročné platby za GES (€)	11 949,96	Grant EÚ (€)	78 382,00
Trvanie zmluvy (roky)	10,53	Vlastné neverejné zdroje (€)	0,00
Garantované úspory (%)	46,18	Kapitálové výdavky (€)	172 782,00
Testy Eurostatu pre nezapočítanie záväzkov GES do verejného dlhu			
1. Financovanie z verejných zdrojov <50%			splnené (0%)
2. Σ garantované úspory ≥ Σ platby za GES + financovanie z verejných národných zdrojov			splnené (125868 >= 125867)
Splnenie obidvoch podmienok testu znamená, že GES nemá dôsledok na výšku dlhu verejnej správy.			

Efektívny projekt pre financovanie prostredníctvom GES by mal zahŕňať len opatrenia, ktorých realizácia ovplyvní energetickú efektívnosť predmetu projektu. Iné opatrenia, ktoré nemajú vplyv na energetickú efektívnosť, zvyšujú investičnú náročnosť projektu bez vplyvu na úsporu nákladov na energiu, a tým pádom predlžujú trvanie zmluvného vzťahu projektu GES. Z toho dôvodu je v nasledovnej tabuľke uvedené vyjadrenie k realizovateľnosti jednotlivých navrhovaných opatrení formou GES.
Ako vhodné môžu byť vyhodnotené aj opatrenia s dobou ekonomickej návratnosti kratšou ako 8 rokov alebo s veľmi dlhou dobou návratnosti, nakoľko dôležité je posúdenie návratnosti celého projektu, t.j. súboru všetkých navrhovaných opatrení.

Tabuľka 5.63: Realizovateľnosť navrhovaných opatrení formou GES	
Konštrukcia / systém na ktorom sa navrhuje opatrenie energetickej efektívnosti	Realizovateľnosť formou GES
stena zvislá nad terénom	áno
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	áno
otvorové konštrukcie	áno
systém osvetlenia	áno

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

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

Tieto uvedené faktory spolu so zvoleným zdrojom financovania projektu výrazne vplývajú na dĺžku trvania zmluvného vzťahu a výšku platieb za GES. Z toho dôvodu je objektívne vykonanie testov Eurostatu pre nezapočítanie záväzkov GES do verejného dlhu možné až na základe reálneho projektu.
Vo všeobecnosti je možné konštatovať, že vhodný projekt na financovanie prostredníctvom GES má dĺžku trvania zmluvného vzťahu maximálne 15 rokov.

Navrhované opatrenia na zvýšenie energetickej efektívnosti boli zhodnotené z hľadiska splnenia podmienok na realizáciu formou GES. Z hľadiska časovej dĺžky poskytovania GES je zrejmé, že realizácia navrhovaných opatrení formou GES je reálna pri všetkých objektoch: servisná hala (8,96 roka), vrátnica (9,52 roka) a meniareň (10,53 roka) a pri administratívnej budove (13,45 rokov). Minimálna doba trvania zmluvy o poskytovaní GES je 8 rokov a z hľadiska návratnosti finančných zdrojov by nemala presiahnuť 15 rokov. Pri súčasnom zdražovaní stavebných materiálov a prudkých pohyboch cien energií je možné predĺženie, ale aj skrátenie doby trvania zmluvy.

5.10 Návrh merania spotreby energie

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

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

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

Inštalácia inteligentných meracích systémov
Inteligentný merací systém je súbor zariadení zložený z určeného meradla a ďalších technických prostriedkov, ktorý umožňuje zber, spracovanie a prenos nameraných údajov o výrobe alebo spotrebe energie, alebo energetického média. Ide o elektronický systém, ktorý je schopný merať spotrebu energie a pridávať k tomu viac informácií ako konvenčné meradlo, a ktorý je schopný vysielať a

prijímať dáta s využitím niektorej formy elektronickej komunikácie.

Pre transparentné monitorovanie spotreby energie navrhujeme, aby poskytovateľ GES prostredníctvom nainštalovaných meračov priebežne a na vlastné náklady monitoroval spotrebu energie v budove a v jednotlivých technických systémoch, aby v súčinnosti s prijímateľom GES mohli priebežne vyhodnocovať dosahované úspory najmenej jedenkrát ročne.
V prípade neprimerane vysokých nákladov na podružné merania vzhľadom na výšku úspory je možné pristúpiť aj k vyhodnoteniu paušálnych úspor, ktoré musia byť hodnoverným spôsobom podložené zo strany poskytovateľa GES pred uzatvorením zmluvy o GES (napr. elektrická energia – čerpadlá, ventilátory, osvetlenie a pod.).

Na vyhodnotenie úspor energie v zmysle metodiky vyhodnotenia úspor, popri štandardnom meraní spotreby energie odporúčame nainštalovať nasledovné podružné meradlá:

Vzhľadom k tomu, že všetky činnosti v objekte sú závislé na elektrickej energii, ktorej spotreba je meraná jedným podružným elektromerom , odporúčame rozčleniť a merať spotrebu elektrickej energie na jednotlivé činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu elektrickej energie podľa objektov (logických celkov), a to:
1. vrátnica
2. servisná hala
3. administratívna budova
4. meniareň
5. vonkajšia osvetlenie areálu

V rámci objektu vrátnica odporúčame merať spotrebu elektrickej energie zvlášť na vykurovanie, prípravu teplej vody a osvetlenie.
V objekte servisná hala odporúčame merať spotrebu el. energie zvlášť pre kotolňu, pre ohrev TÚV, osvetlenie a ostatné technické zariadenia.
V administratívnej budove odporúčame merať spotrebu elektrina zvlášť na osvetlenie a ostanú spotrebu (prípadne ešte na chladenie, ak by bola inštalovaná väčšia klimatizačná jednotka).
V meniarni odporúčame merať spotrebu elektrickej energie zvlášť na vykurovanie, osvetlenie a ostatnú spotrebu technických zariadení.
Spotrebu elektriny na vonkajšie osvetlenie areálu netreba zvlášť podrobnejšie merať.

Spotreby vody v areáli je meraná jedným fakturačným vodomerom. Odporúčame rozčleniť a merať spotrebu vody na jednotlivé činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu vody podľa objektov (logických celkov), a to:
1. vrátnica
2. servisná hala
3. administratívna budova
4. meniareň

V rámci objektu vrátnica a odporúčame zvlášť merať spotrebu vody (suroviny) na prípravu teplej vody.
V servisnej hale odporúčame zvlášť merať spotrebu vody (suroviny) na prípravu teplej vody, prípadne spotrebu vody na upratovanie trolejbusov, spotrebu vody na umývanie trolejbusov a spotrebu teplej vody v servisnej hale, spotrebu studenej vody na osobnú hygienu.
V administratívnej budove odporúčame merať zvlášť spotrebu teplej a zvlášť studenej vody.
Pre objekt meniarne tiež odporúčame merať spotrebu studenej a teplej vody osobitne.

Výroba a spotreba tepla vyrobeného v centrálnej plynovej kotolni nie je vôbec meraná. Odporúčame rozčleniť a merať spotrebu tepla na jednotlivé objekty činnosti osobitými podružnými určenými meradlami. V prvom rade merať spotrebu vody podľa objektov (logických celkov), a to:
1. servisná hala
2. administratívna budova
3. meniareň

V servisnej hale odporúčame inštalovať merače tepla na registráciu spotreby tepla zvlášť v umyvárni trolejbusov, zvlášť v servisnej hale, zvlášť v sušiarni trolejbusov a zvlášť na ohrev
TÚV.
V administratívnej budove odporúčame inštalovať merač tepla na vstupe rozvodov ÚK do budovy.
V budove meniarne odporúčame inštalovať merač tepla na vstupe rozvodov ÚK do budovy.

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 odporučenia tohto energetického auditu vychádzajú z posúdenia skutočnej spotreby energie. 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 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 povinnosti vlastníka budovy s podlahovou plochou väčšou ako 1000 m2 vyplývajúce z § 11 Zákona o energetickej efektívnosti č. 321/2014 Z.z.