Energetický audit - Dopravný podnik Bratislava, a.s., prevádzka Betliarska 8, Bratislava

December 2022

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

Spracovateľ: **Slovenská inovačná a energetická agentúra**

Riešitelia: Ing. Miloš Ridéky, energetický audítor
Ing. Vladimír Zubričaňák, 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 5
IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE 6
PODKLADY A ZDROJE ÚDAJOV 7
1. Servisná hala 8
1.1 Lokalizácia 8
1.2 Charakteristika predmetu energetického auditu 8
1.3 Technické a geometrické parametre budovy 9
1.4 Energetické vstupy a výstupy 9
1.4.1 Elektrina 9
1.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania 10
1.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky 10
1.5.2 Pevné stavebné konštrukcie 12
1.5.3 Otvorové konštrukcie 18
1.5.4 Tepelné mosty 22
1.5.5 Tepelná strata vetraním 22
1.5.6 Tepelný zisk 24
1.5.7 Vykurovací systém 26
1.5.8 Energia na vykurovanie 31
1.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody 32
1.6.1 Systém prípravy teplej vody 32
1.6.2 Energia na prípravu teplej vody 37
1.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia 38
1.7.1 Systém osvetlenia 38
1.7.2 Energia na osvetlenie 49
1.8 Ekonomické hodnotenie 50
1.9 Environmentálne hodnotenie 53
1.10 Realizácia projektu prostredníctvom garantovanej energetickej služby 55
1.11 Návrh merania spotreby energie 61
2. Vrátnica 62
2.1 Lokalizácia 62
2.2 Charakteristika predmetu energetického auditu 62
2.3 Technické a geometrické parametre budovy 63
2.4 Energetické vstupy a výstupy 63
2.4.1 Elektrina 63
2.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania 64

2.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky ... 64
2.5.2 Pevné stavebné konštrukcie ... 66
2.5.3 Otvorové konštrukcie ... 74
2.5.4 Tepelné mosty ... 77
2.5.5 Tepelná strata vetraním ... 77
2.5.6 Tepelný zisk ... 79
2.5.7 Vykurovací systém ... 81
2.5.8 Energia na vykurovanie ... 85
2.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody ... 86
2.6.1 Systém prípravy teplej vody ... 86
2.6.2 Energia na prípravu teplej vody ... 91
2.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia ... 92
2.7.1 Systém osvetlenia ... 92
2.7.2 Energia na osvetlenie ... 105
2.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy ... 105
2.8.1 Vykurovanie ... 106
2.8.2 Príprava teplej vody ... 107
2.8.3 Osvetlenie ... 107
2.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia ... 107
2.9 Ekonomické hodnotenie ... 108
2.10 Environmentálne hodnotenie ... 111
2.11 Realizácia projektu prostredníctvom garantovanej energetickej služby ... 113
2.12 Návrh merania spotreby energie ... 119
ZÁVER ... 120

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 predchádzajúce 3 kalendárne roky,
• 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,
• STN EN 12464-1 – Svetlo a osvetlenie, Osvetlenie pracovísk, Časť 1: Vnútorné pracoviská,
• STN EN 15193 – Energetická hospodárnosť budov, Energetické požiadavky na osvetlenie,
• CIE 97 : 2005 – Guide on the maintenance of indoor electric lighting systems,

1. Servisná hala

1.1 Lokalizácia

Tabuľka 1.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu	
Adresa (ulica, číslo):	Betliarska 8, Bratislava
Obec:	BA-m.č. Petržalka
Okres:	Bratislava V
Nadmorská výška (m n.m.):	152

1.2 Charakteristika predmetu energetického auditu

Súčasný areál vozovne na Betliarskej ulici v Petržalke je v prevádzke od apríla 2007. V areáli sa nachádzajú objekty: vrátnica, servisná hala, umyváreň a stojany čerpacej stanice. Objekt umyváreň je budova s inštalovanou linkou na umývanie autobusov. Budova je podľa podľa zástupcov prevádzkovateľa takmer stále otvorená počas celého roka. Ani nijako nie je evidovaná jej prevádzka. Preto nebola zaradená do predmetu energetického auditu.
Dopravné prostriedky tiež nie sú zaradené do predmetu energetického auditu.

Servisná hala slúži na na vykonávanie opráv a servisov autobusov MHD. Budova je postavená na parc. č. 3021/100 v k. ú. Petržalka. Budova haly je jednopodlažná. Zo severnej strany je v budove jednopodlažný vstavok, v ktorom sú hlavne technické miestnosti, a z južnej strany dvojpodlažný vstavok, v ktorom sú kancelárie, sklady, dielne, šatne a sociálne zariadenia. V strede, medzi vstavkami, je servisná dielňa pre autobusy s piatimi montážnymi jamami.

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 má nepretržitý prevádzkový režim. Časť pracovníkov chodí do práce na 12-hodinové zmeny, aby bola zabezpečená nepretržitá prevádzka a časť zamestnancov chodí do práce ráno na 8-hodinové zmeny. Podľa údajov z DPB sme vypočítali priemerný počet pracovníkov v objekte servisnej haly, čo predstavuje 12 mužov a 1 ženu.

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	2 446
Obvod zastavanej plochy (m):	P_F	198
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m³):	V_B	20 869
Počet nadzemných podlaží:	N	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L_B	6,19
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	ΣA_i	7 150
Faktor tvaru budovy (m⁻¹):	$\Sigma A_i/V_B$	0,34
Celková podlahová plocha budovy (m²):	A_B	2 802

Tabuľka 1.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m²)
ostatné budovy	2 802

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 Elektrina

Celý areál vozovne na Betliarskej ulici je napojený cez 1 odberné miesto elektrickej energie. El. energia sa využíva na vonkajšie a vnútorné osvetlenie, kúrenie, klimatizovanie, na prevádzku kancelárskej techniky, strojov a zariadení v servisnej dielni, čerpacej stanici a v umyvárni. Spotreby elektrickej energie na jednotlivé účely nie sú vôbec podružne merané, takže sa nedá určiť ich reálna spotreba v predchádzajúcom období.
V areáli vozovne sa nachádza 5 hlavných odberných miest. Sú to: servisná hala, vrátnica, vonkajšie osvetlenie areálu, umyváreň autobusov a čerpacia stanica.
Predmetom auditu sú objekty servisnej haly a vrátnice. Spotreby elektrickej energie v týchto objektoch sme vypočítali podľa dostupných informácii o prevádzke a z technickej dokumentácie.
Pri vonkajšom osvetlení, čerpacej stanici a umyvárni ide o predpokladanú spotrebu elektrickej energie.

Rozdelenie spotreby elektrickej energie je uvedené v prílohe č.2 energetického auditu.

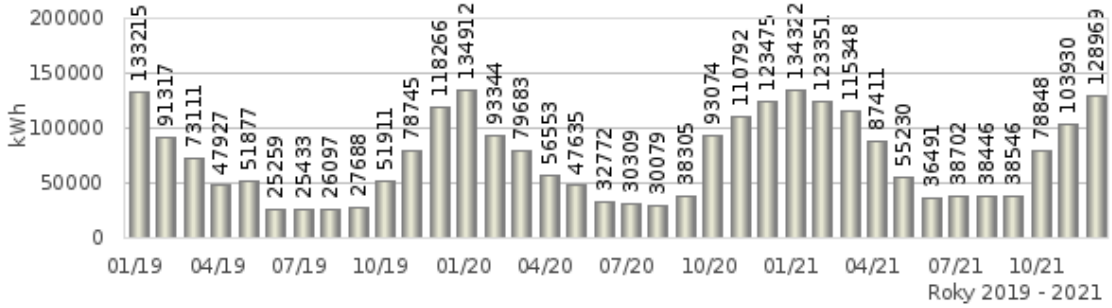
Vzhľadom k tomu, že cena el. energie veľmi kolíše a má rastúcu tendenciu, navrhujeme inštaláciu

fotovoltického systému. Z 15 minútových profilov spotreby navrhujeme optimálny inštalovaný výkon fotovoltického systému na 50 kWp pre celý areál vozovne. Hlavným kritériom bolo aby vznikali minimálne prebytky výroby elektriny. Ekonomické hodnotenie zavedenia fotovoltického systému je v prílohe č. 3.

Tabuľka 1.5: Spotreba - elektrina		
Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2019	775 034	96 752,69
2020	898 992	110 664,00
2021	1 011 151	112 355,42
Priemer:	895 059	

Tabuľka 1.6: členenie podľa účelu spotreby					
Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2019	602 573	21 682	0	69 472	81 307
2020	698 948	25 150	0	80 583	94 311
2021	786 150	28 287	0	90 637	106 077
Priemer:	695 890	25 040	0	80 231	93 898

Mesačný priebeh spotreby elektrickej energie poukazuje na zmeny vo vyťaženosti objektu, zmeny v zaťažení vykurovaním a podielom slnečného svitu počas roka. Porovnaním spotreby v jednotlivých mesiacoch hlavne vidieť, kedy je využívané vykurovanie.



Graf 1.1: Priebeh spotreby elektrickej energie za 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 * (θ_i – θ_{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.

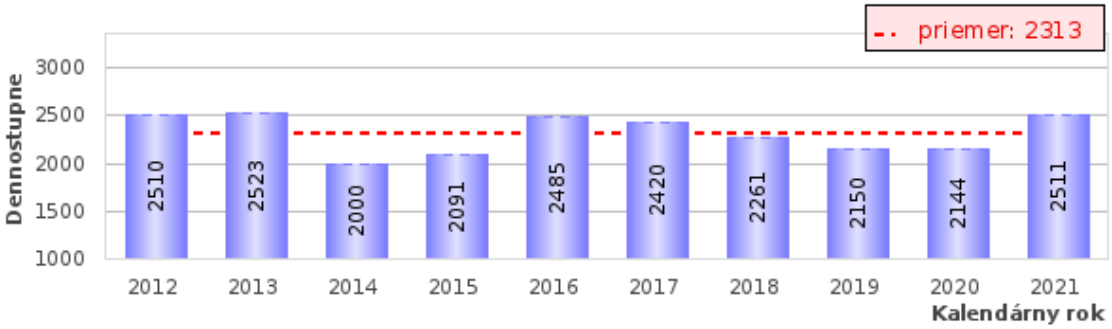
Vonkajšia výpočtová teplota (θ_e) – je určená v závislosti od zemepisnej polohy a v závislosti od nadmorskej výšky podľa vzorca: $\theta_e = \theta_{e100} + \Delta\theta_{e0} * (h - 100)/100$, kde:
θ_{e100} - základná návrhová vonkajšia teplota v príslušnej teplotnej oblasti pre nadmorskú výšku 100 m 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.

Servisná hala je umiestnená na rovinatom teréne, orientovaná je takmer priamo na hlavné svetové strany. V blízkom okolí nie je žiadna zástavba a ani stromy.

Tabuľka 1.7: 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	192	209	207	181	205	185	213
Priem. vonkajšia tep. (°C)	4.7	4.7	6.2	6.3	5.3	5.5	4.7	6.7	5.6	5.4
Počet dennostupňov	2 510	2 523	2 000	2 091	2 485	2 420	2 261	2 150	2 144	2 511



Graf 1.2: Priebeh dennostupňov a porovnanie s priemerom

Budova servisnej haly je využívané je nepretržite. Prebieha v nej údržba autobusov. Hala pozostáva z 3 lodí, pričom najväčšia je situovaná v strednej časti a dve malé sú umiestnené po stranách. V postranných lodiach sú vždy vstavky s pomocnými priestormi ako dielne, kompresorová stanica, práčovňa, sociálne zariadenia, kancelárie, sklady a pod.

Tabuľka 1.8: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru

Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m²)	Priemerná teplota (°C)
ostatné - priestory nevýrobné	2 158	17,0
ostatné - kultúrne miestnosti - chodby, schodištia, WC	84	15,0
ostatné - kultúrne miestnosti - kancelárske miestnosti	140	20,0
ostatné - priestory nevýrobné	196	15,0
ostatné - kultúrne miestnosti - šatne pre účinkujúcich	224	20,0

Tabuľka 1.9: 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):	4,1	-
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	5,51	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní:	198	212
Priemerný počet dennostupňov:	2 313	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.

Súčiniteľ prechodu tepla podlahy na teréne rovnomerne izolovanej po celej ploche sa určí podľa STN EN ISO 13370. Výpočet sa vykoná jedným z nasledovných vzťahov:
*ak dt < B, potom: U = 2*λ / (π*B+dt) * ln(π*B/dt+1)*
*ináč: U = λ / (0,457*B+dt)*
λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy (λ=2 W/(m.K)),
π - ludolfovo číslo (π=3,14),
dt - ekvivalentná hrúbka podlahy (dt = w + λ (Rsi + Rf + Rse)),
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 1.10: Zoznam pevných stavebných konštrukcií												
Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**											
Stručný popis konštrukcie:	Obvodová stena - sokel											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	
						tep. izolácia - minerálna vlna	0,080	0,037	2,162	33	940	
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 - asfaltová lepenka	0,005	0,200	0,025	1 400	1 470	hydroizolácia - asfaltová lepenka	0,005	0,200	0,025	1 400	1 470	
tep. izolácia - polystyrén soklový (XPS)	0,080	0,033	2,424	32	2 060	tep. izolácia - polystyrén soklový (XPS)	0,080	0,033	2,424	32	2 060	
U = 0.36 W/(m².K)						U = 0.20 W/(m².K)						
Plocha konštrukcie: 59.4 m²						Plocha konštrukcie: 59.4 m²						
Sokel haly má hrúbku 200 mm, je postavený z betónu so železnými výstuhami. Z vonkajšej strany je zateplený extrudovaným polystyrénom hrúbky 80 mm.												

Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**											
Stručný popis konštrukcie:	Obvodová stena											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	
						kov - železo	0,001	58,000		7 850	440	
						tep. izolácia - minerálna vlna	0,060	0,037	2,162	33	940	
kov - železo	0,001	58,000		7 850	440	kov - železo	0,001	58,000		7 850	440	
tep. izolácia - PUR pena stredne tvrdá	0,080	0,022	3,636	35	1 400	tep. izolácia - PUR pena stredne tvrdá	0,080	0,022	3,636	35	1 400	
kov - železo	0,001	58,000		7 850	440	kov - železo	0,001	58,000		7 850	440	
U = 0.26 W/(m².K)						U = 0.17 W/(m².K)						
Plocha konštrukcie: 1340.5 m²						Plocha konštrukcie: 1340.5 m²						
Obvodová stena haly je tvorená sendvičovými panelmi z poplastovaného plechu. Panel má výplň z polyuretánovej peny. Celková šírka panelu je 80 mm.												

Typ konštrukcie:	**stena vykurovaného priestoru priľahlá k zemine**										
Stručný popis konštrukcie:	Steny 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	0,002	0,160	0,013	1 400	960	hydroizolácia - PVC	0,002	0,160	0,013	1 400	960
U = 1.28 W/(m².K)						U = 1.28 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 617.4 m²						Plocha konštrukcie: 617.4 m²					
Stena montážnej jamy je železobetónovej konštrukcie. V hale je 5 montážnych jám.											

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	0,002	0,160	0,013	1 400	960	hydroizolácia - PVC	0,002	0,160	0,013	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
U = 0.89 W/(m².K)						U = 0.89 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 236.5 m²						Plocha konštrukcie: 236.5 m²					
Podlaha v montážnych jamách je železobetónovej konštrukcie. Nášľapná vrstva je betón.											

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
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	0,002	0,160	0,013	1 400	960	hydroizolácia - PVC	0,002	0,160	0,013	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 = 0.21 W/(m².K)						U = 0.21 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 2161.9 m²						Plocha konštrukcie: 2161.9 m²					
Podlaha budovy je											

Typ konštrukcie:	**strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45**										
Stručný popis konštrukcie:	Strecha servisnej haly										
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
						kov - železo	0,001	58,000		7 850	440
						tep. izolácia - minerálna vlna	0,100	0,037	2,703	33	940
kov - železo	0,001	58,000		7 850	440	kov - železo	0,001	58,000		7 850	440
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	0,160	0,037	4,324	33	940	tep. izolácia - minerálna vlna	0,160	0,037	4,324	33	940
hydroizolácia - fólia PVC	0,002	0,200	0,010	1 400	960	hydroizolácia - fólia PVC	0,002	0,200	0,010	1 400	960
U = 0.22 W/(m².K)						U = 0.14 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 2177.3 m²						Plocha konštrukcie: 2177.3 m²					
Stropná konštrukcia je pozostáva z trapézového plechu, parozábrany, tepelnej izolácie a hydroizolácie. Celá konštrukcia je položená na železných nosníkoch.											

Tabuľka 1.11: 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
Obvodová stena - sokel	0,22	0,36	nevyhovuje	0,20	vyhovuje
Obvodová stena	0,22	0,26	nevyhovuje	0,17	vyhovuje
Strecha servisnej haly	0,15	0,22	nevyhovuje	0,14	vyhovuje

Tabuľka 1.12: 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
Steny montážnych jám	2,00	0,15	nevyhovuje	0,15	nevyhovuje
Podlaha v montážnych jamách	2,00	0,22	nevyhovuje	0,22	nevyhovuje
Betónová podlaha na teréne	2,50	0,53	nevyhovuje	0,53	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 1.13: 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 (1.00m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.66 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.14 m²	1.36	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.66 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.14 m²	0.83
2	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.66 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.14 m²	1.36	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.66 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.14 m²	0.83
3	dvere v obvodovej stene (3.30m x 3.62m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, Uf=2.00 W/(m².K), Af = 1.21 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 44 mm, Ug=1.30 W/(m².K), Ag = 10.74 m²	1.37	dvere v obvodovej stene (3.30m x 3.62m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, Uf=2.00 W/(m².K), Af = 1.21 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 44 mm, Ug=1.30 W/(m².K), Ag = 10.74 m²	1.37
4	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.35 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 0.25 m²	1.49	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.35 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.25 m²	0.95
5	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.35 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 0.25 m²	1.49	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.35 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 0.25 m²	0.95
6	dvere v obvodovej stene (0.90m x 1.97m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, Uf=6.00 W/(m².K), Af = 0.33 m² Výplň: výplň plechová, Ug=5.90 W/(m².K), Ag = 1.44 m²	5.92	dvere v obvodovej stene (0.90m x 1.97m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.68 m² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 44 mm, Ug=0.65 W/(m².K), Ag = 1.09 m²	0.77
7	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 1.25 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 3.23 m²	1.34	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.25 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 3.23 m²	0.80
8	okno v šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 9.00m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, Uf=2.00 W/(m².K), Af = 2.02 m² Výplň: polykarbonát trojstenový, Ug=2.40 W/(m².K), Ag = 19.58 m²	2.36	okno v šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 9.00m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, Uf=2.00 W/(m².K), Af = 2.02 m² Výplň: polykarbonát trojstenový, Ug=2.40 W/(m².K), Ag = 19.58 m²	2.36

Tabuľka 1.13: 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 šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 10.00m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, Uf=2.00 W/(m².K), Af = 2.20 m² Výplň: polykarbonát trojstenový, Ug=2.40 W/(m².K), Ag = 21.80 m²	2.36	okno v šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 10.00m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, Uf=2.00 W/(m².K), Af = 2.20 m² Výplň: polykarbonát trojstenový, Ug=2.40 W/(m².K), Ag = 21.80 m²	2.36

Tabuľka 1.14: 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 (1.00m x 1.80m)	1.36	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	0.83	0.85	vyhovuje
2	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	1.36	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	0.83	0.85	vyhovuje
3	dvere v obvodovej stene (3.30m x 3.62m)	1.37	2.00	vyhovuje	dvere v obvodovej stene (3.30m x 3.62m)	1.37	2.00	vyhovuje
4	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)	1.49	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)	0.95	0.85	nevyhovuje
5	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)	1.49	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)	0.95	0.85	nevyhovuje
6	dvere v obvodovej stene (0.90m x 1.97m)	5.92	2.00	nevyhovuje	dvere v obvodovej stene (0.90m x 1.97m)	0.77	2.00	vyhovuje
7	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.80m)	1.34	2.00	vyhovuje	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.80m)	0.80	2.00	vyhovuje
8	okno v šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 9.00m)	2.36	1.20	nevyhovuje	okno v šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 9.00m)	2.36	1.20	nevyhovuje
9	okno v šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 10.00m)	2.36	1.20	nevyhovuje	okno v šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 10.00m)	2.36	1.20	nevyhovuje

Tabuľka 1.15: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie												
P.č.	Súčasný stav						Navrhovaný stav					
	Otvorová konštrukcia	S	H	Z	V	J	Otvorová konštrukcia	S	H	Z	V	J
1	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	10				43	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	10				43
2	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	3		2		14	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	3		2		14
3	dvere v obvodovej stene (3.30m x 3.62m)			6	6		dvere v obvodovej stene (3.30m x 3.62m)			6	6	
4	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)					7	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)					7
5	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)					2	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)					2
6	dvere v obvodovej stene (0.90m x 1.97m)			2	1		dvere v obvodovej stene (0.90m x 1.97m)			2	1	
7	dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.80m)			1			dvere v obvodovej stene (1.60m x 2.80m)			1		
8	okno v šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 9.00m)		8				okno v šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 9.00m)		8			
9	okno v šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 10.00m)		4				okno v šikmej strešnej konštrukcii (2.40m x 10.00m)		4			

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 1.16: 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):	7 150	7 150
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	714,999	357,500

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 servisnej haly sú vetrané pomocou vzduchotechniky. Sklady, kancelárie, šatne a sociálne zariadenia sú vetrané cez okná, ktoré sa otvárajú ručne.

Tabuľka 1.17: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu	
Trieda ochrany budovy:	priemerne chránené
Tesnosť interiérových dverí:	tesné (s prahom)
Objem vnútorného vzduchu (m³):	18 156

Tabuľka 1.18: Minimálna intenzita výmeny vzduchu	
Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h)
ostatné - priestory nevýrobné	1,50
ostatné - kultúrne miestnosti - chodby, schodištia, WC	0,20
ostatné - kultúrne miestnosti - kancelárske miestnosti	0,20
ostatné - priestory nevýrobné	0,20
ostatné - kultúrne miestnosti - šatne pre účinkujúcich	0,10
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	1,19

Tabuľka 1.19: Prirodzené vetranie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Minimálny objemový tok vzduchu (m³/h):	21 605,64	21 605,64
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,007	0,002
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m³/h):	127,09	36,31
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m³/h):	21 605,64	21 605,64

Tabuľka 1.20: Mechanické vetranie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Podiel objemu vzduchu s mechanickým vetraním z celkového objemu vnútorného vzduchu:	0,00	1,00
Objemový tok vzduchu vetracieho systému (m³/h):	0	14 000
Podiel času so zapnutými ventilátormi vo vykurovacom období:	0,00	0,50
Podiel času so zapnutými ventilátormi v nevykurovacom období:	0,00	0,20
Účinnosť rekuperátora:	0,00	0,60
Elektrický príkon ventilátorov (W):	0	6 750

Tabuľka 1.21: Merná tepelná strata vetraním		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h):	21 605,64	13 602,82
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	7 201,880	4 534,273

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 1.22: Solárny tepelný zisk										
	Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Orientácia otvorovej konštrukcie:	H	J	S	V	Z	H	J	S	V	Z
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m²):	340	320	100	200	200	340	320	100	200	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
Účinná kolekčná plocha (m²):	60,96	40,34	8,89	0,00	3,31	60,96	33,62	7,41	0,00	2,76
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):	20 726	12 909	889	0	662	20 726	10 758	741	0	552
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	35 186					32 777				

Tabuľka 1.23: Metabolický tepelný zisk			
Osoby prítomné v budove:	muži	ženy	deti
Priemerný tepelný tok na osobu (W):	93	79	70
Priemerný denný počet osôb:	12	1	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	24	24	24
Metabolický tepelný zisk (kWh):	5 303	375	0

Tabuľka 1.24: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov	
Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	205
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	40 590

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.

Budova servisnej haly je vykurovaná elektrickou energiou. Budova má hlavnú opravárenskú (servisnú) halu, ktorá je vykurovaná elektrickými infražiaričmi s jednostlivým výkonom 6 kW v počte 26 kusov, čo je spoločný výkon 156 kW. Po bočných stranách haly sú vnútorné vstavky, v ktorých vykurovanie zabezpečujú elektrické konvektory v počte 32 ks. Celkový výkon konvektorov je 64 kW.

Navrhujeme modernizáciu vzduchotechniky a zároveň využiť existujúce rozvody vzduchotechniky na vykurovanie servisnej haly.
Modernizácia zahŕňa inštalovanie tepelného čerpadla vzduch-voda, ktoré bude v chladnom období ohrievať privádzaný vzduch do haly. V lete zasa môže vzduch privádzaný do haly ochladzovať. Zároveň navrhujeme inštalovať do vzduchotechniky rekuperačnú jednotku, ktorá bude z odsávaného vzduchu z

haly odoberať teplo a bude ho odovzdávať nasávanému vzduchu, aby sa minimalizovali straty tepla pri výmene vzduchu. v hale.
Medzi nízkonákladové riešenia navrhujeme:
- vymeniť hlavne plechové dvere na objekte, ktoré nielenže majú zlé tepelno-technické vlastnosti, ale okolo dverí a hlavne pod dverami sú veľké netesnosti a škáry, cez ktoré dochádza k nežiadúcemu prieniku studeného vzduchu do vnútra budovy,
- otvárať zdvíhacie brány iba počas doby prejazdu autobusov. Je potrebné využívať na odsávanie výfukových plynov na to určené odsávače.
- pokiaľ treba servisnú halu vyvetrať do prievanu, treba pred tým vypnúť kúrenie.

Tabuľka 1.25: Vykurovací systém		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	bez podsystému distribúcie	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 000	3 000
Teplotný spád (°C):		130/90

Tabuľka 1.26: 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	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)
infražiarič	elekt.	0,2	156,00	0,99	0	radiátor	0,2	0
konvektor priamovýhrevný	elekt.	0,2	64,00	0,99	0		0,0	0

Tabuľka 1.27: 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):	16 164	7 341
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	0,00	0,00

Tabuľka 1.28: 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)
-	-	-	-	-	tepelné čerpadlo (vzduch - voda)	elekt.	80,0	2,60	30

Tabuľka 1.29: Podsystém výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystému výroby tepla (kWh):	-	-224 161
Prídavná energia podsystému výroby tepla (kWh):	-	137

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 1.30: Merná tepelná strata

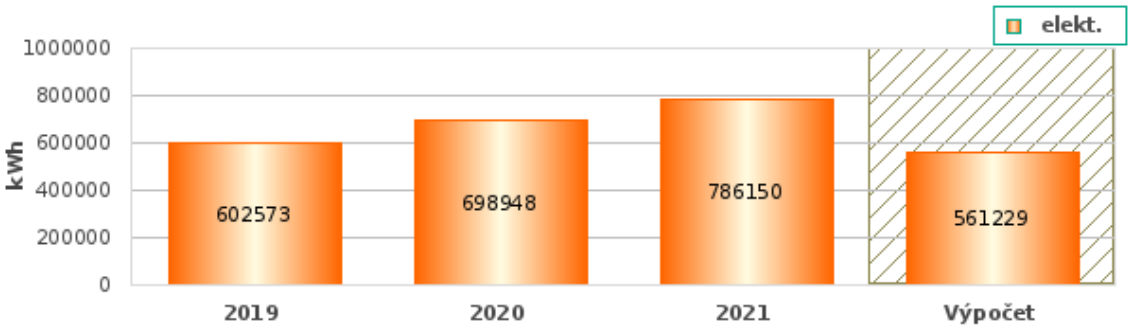
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	2 303,676	1 999,343
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	1 052,566	951,197
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	714,999	357,500
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	7 201,880	4 534,273

Tabuľka 1.31: Energia na vykurovanie

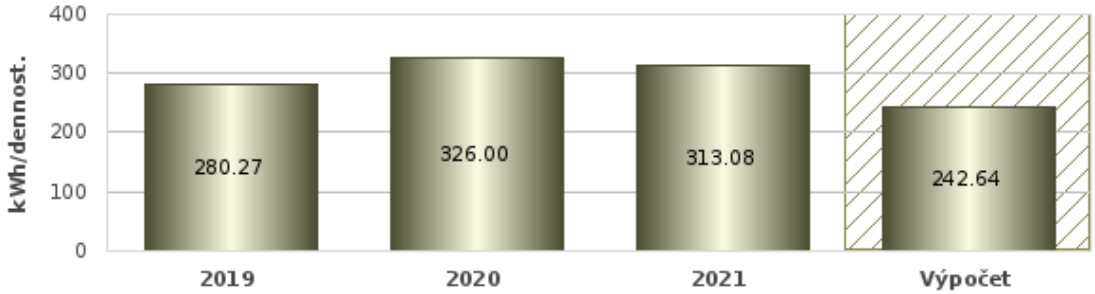
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	11 273,121	7 842,313
Celkový prenos tepla (kWh):	625 793	435 342
Tepelný zisk (kWh):	81 454	79 045
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,954	0,955
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	548 086	359 854
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	3 021	2 933
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	545 065	356 921

Tabuľka 1.31: Energia na vykurovanie - pokračovanie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Hlavná energia na vstupe podsystému odovzdávania tepla (kWh)	561 229	364 262
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby tepla (kWh):	561 229	140 101
Prídavná energia (kWh):	0	137
Energia na vykurovanie (kWh):	561 229	140 238

Tabuľka 1.32: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	561 229	140 238



Graf 1.3: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou



Graf 1.4: 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:
$Qw,dis,on = \Sigma \Psi j * (\Phi m - \Phi i) * Lj * t / 1000$
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 v 9 elektrických bojleroch, z toho:
6x objem 147 l, príkon 3 kW,
1x objem 116 l, príkon 2 kW,
1x objem 77l, príkon 2 kW,
1x objem 95 l, príkon 2 kW.

Okrem bojlerov je teplá voda pripravovaná aj v 1 prietokovom ohrievači so zásobníkom teplej vody o objeme 9,6 l a s príkonom 2 kW.

Teplá voda je využívaná na umývanie rúk, sprchovanie a upratovanie. Meranie spotreby studenej vody na prípravu teplej vody nie je zabezpečené podružným určeným meradlom. Tak isto sa samostatne nemeria spotreba el. energie na prípravu teplej vody.

Spotreby teplej vody na jednotlivé účely nie je meraná.

Navrhujeme nahradiť elektrické bojlery so zabudovaným tepelným čerpadlom. Úspora elektrickej energie je cca 2/3 oproti súčasnej.

Navrhujeme inštalovať podružné určené meradlá na:
- meranie spotreby studenej vody určenej na prípravu teplej vody
- meranie spotreby elektrickej energie na prípravu teplej vody.

Tabuľka 1.33: Prevádzkové parametre		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	382	365
Priemerná teplota vody na výtoku (°C):	50	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	12	12
Druh systému prípravy teplej vody:	bez podsystému distribúcie	bez podsystému distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	365	365
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	24	24

Tabuľka 1.34: Podsystém akumulácie - zariadenia							
Súčasný stav				Navrhovaný stav			
Objem zásobníka (litre)	Tepelná izolácia	Priestor uloženia zásobníka	Počet zásobníkov	Objem zásobníka (litre)	Tepelná izolácia	Priestor uloženia zásobníka	Počet zásobníkov
147	PUR pena	nevykurovaný	6	150	PUR pena	nevykurovaný	7
77	PUR pena	vykurovaný	1	80	PUR pena	nevykurovaný	1
110	PUR pena	nevykurovaný	1	110	PUR pena	nevykurovaný	1
10	PUR pena	vykurovaný	1	10	PUR pena	vykurovaný	1
95	bez izolácie	vykurovaný	1	95	bez izolácie	vykurovaný	1

Tabuľka 1.35: Podsystém akumulácie - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystému vo vykurovaných priestoroch (kWh):	5 569	5 406
Tepelná strata podsystému v nevykurovaných priestoroch (kWh):	1 331	1 700

Tabuľka 1.36: Podsystém výroby - zariadenia									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
el. špirála AC	elekt.	26,0	0,99	0	tepelné čerpadlo (vzduch - voda)	elekt.	10,0	3,40	0

Tabuľka 1.37: Podsystém výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystému výroby (kWh):	240	-16 384
Prídavná energia podsystému výroby (kWh):	0	0

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:

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

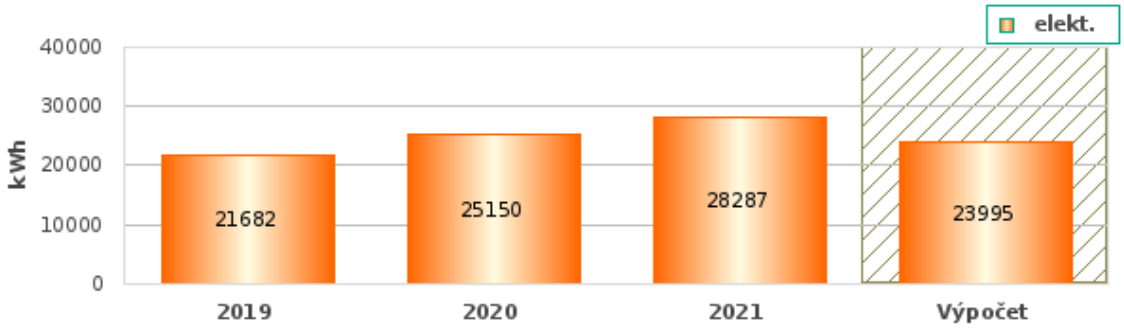
kde:
Qw - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
Qw,dis - tepelná strata podsystému distribúcie (kWh),
Qw,acc - tepelná strata podsystému akumulácie (kWh),
Qw,gen - tepelná strata podsystému výroby (kWh),
Waux - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 1.38: Energia na prípravu teplej vody

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	382	365
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	16 855	16 105
Hlavná energia na vstupe podsystému akumulácie (kWh):	23 755	23 211
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby (kWh):	23 995	6 827
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	23 995	6 827

Tabuľka 1.39: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	23 995	6 827



Graf 1.5: 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 v budove servisnej haly bolo priamo v servisnej hale - v servisnej dielni čiastočne modernizované a nahradené lineárnymi LED svietidlami. V montážnych jamách sú inštalované lineárne žiarivky. V priestoroch kancelárií, v skladoch a šatniach sú inštalované lineárne žiarivky. Na sociálnych zariadeniach a v sprchách sú použité kompaktné žiarivky.

Navrhujeme vymeniť existujúce žiarivkové 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.

Tabuľka 1.40: Osvetľovaný priestor č. 1	
Názov priestoru:	servisná hala
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:	normálne
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	4.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	8760
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.41: 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	24	3	uzavreté IP 2X	57	LED panel	24	3	uzavreté IP 2X	57
LED panel	20	6	uzavreté IP 2X	6	LED panel	20	6	uzavreté IP 2X	6
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	1	uzavreté IP 2X	71	LED svetelná trubica T8	26	1	uzavreté IP 2X	71

Tabuľka 1.42: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 1	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	300
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	22

Tabuľka 1.43: 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:	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 1.44: 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	12	1	uzavreté IP 2X	7	LED žiarovka	10	1	uzavreté IP 2X	7
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	1	LED svetelná trubica T8	24	2	uzavreté IP 2X	1

Tabuľka 1.45: 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 1.46: 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):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	730
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.47: 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	23	LED svetelná trubica T8	22	2	uzavreté IP 2X	23
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	4	uzavreté IP 2X	2	LED svetelná trubica T8	8	4	uzavreté IP 2X	2

Tabuľka 1.48: 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 1.49: Osvetľovaný priestor č. 4	
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:	normálne
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	183
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.50: 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	25	LED svetelná trubica T8	14	2	uzavreté IP 2X	25

Tabuľka 1.51: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 4	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	100
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	60
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 1.52: Osvetľovaný priestor č. 5	
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):	2.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	1460
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.53: 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	len horná časť krytá	8	LED svetelná trubica T8	22	2	len horná časť krytá	8
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	4	len horná časť krytá	12	LED svetelná trubica T8	18	4	len horná časť krytá	12

Tabuľka 1.54: 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

Tabuľka 1.55: Osvetľovaný priestor č. 6	
Názov priestoru:	dielne
Kategória priestoru:	Priemyselné činnosti a remeslá - Výroba a spracovanie kovov
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Hrubé a stredné strojné opracovanie
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	špinavé
Dostupnosť denného svetla:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	vysoký
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	2920
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.56: 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	36	2	uzavreté IP 2X	25	LED svetelná trubica T8	26	2	uzavreté IP 2X	34

Tabuľka 1.57: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 6	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	300
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	22

Tabuľka 1.58: 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:	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):	2.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	548
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.59: 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	18	4	uzavreté IP 2X	18	LED svetelná trubica T8	14	4	uzavreté IP 2X	18
kompaktná žiarivka	12	1	uzavreté IP 2X	4	LED žiarovka	9	1	uzavreté IP 2X	4

Tabuľka 1.60: 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 1.61: Osvetľovaný priestor č. 8	
Názov priestoru:	kuchynky
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:	áno
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	vysoký
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	548
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.62: 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	18	4	len horná časť krytá	6	LED svetelná trubica T8	14	4	len horná časť krytá	6
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	2	len horná časť krytá	6	LED svetelná trubica T8	22	2	len horná časť krytá	6

Tabuľka 1.63: 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 1.64: Osvetľovaný priestor č. 9	
Názov priestoru:	schodisko
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:	normálne
Dostupnosť denného svetla:	nie
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	365
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.65: 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
kompaktná žiarivka	12	1	uzavreté IP 2X	4	LED žiarovka	10	1	uzavreté IP 2X	4

Tabuľka 1.66: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 9	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	150
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	40
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

1.7.2 Energia na osvetlenie

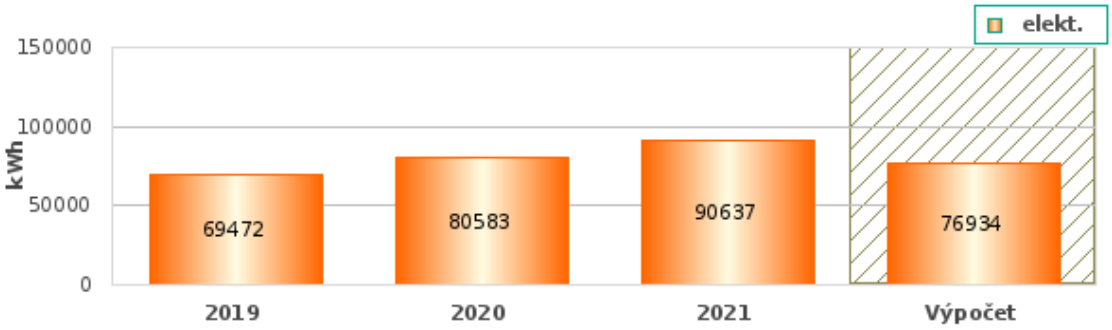
Potreba energie na osvetlenie závisí od celkového príkonu osvetľovacej sústavy (kW) a priemerného ročného času svietenia (hod.). Jednotlivé priestory v budove nemávajú rovnaký ročný čas svietenia, a to z dôvodu:
• rozdielneho využitia (napr. administratívne priestory, chodby, sklady, ...),
• rozdielnej 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 1.67: Energia na osvetlenie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	17 430	13 232
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	76 934	67 282



Graf 1.6: 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 1.68: 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 1.69: Cena energie v členení podľa energetických nosičov	
Energetický nosič	Cena bez DPH (EUR/kWh)
elektrina	0,115

Tabuľka 1.70: 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	662 158	634 435	27 723	3 188,14	201 600,00	63,23	13,48
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	662 158	652 309	9 849	1 132,63	166 400,00	146,91	17,88
otvorové konštrukcie	662 158	658 700	3 458	397,67	43 640,00	109,74	16,33
mechanické vetranie	662 158	510 138	152 020	17 482,30	10 000,00	0,57	0,56
vykurovací systém	662 158	314 867	347 291	39 938,47	60 000,00	1,50	1,21
systém prípravy teplej vody	662 158	644 990	17 168	1 974,32	11 070,00	5,61	3,61
systém osvetlenia	662 158	652 506	9 652	1 109,98	8 279,00	7,46	4,43
všetky opatrenia spolu	662 158	235 796	426 362	49 031,65	500 989,00	10,22	5,45

* 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 1.71: 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 1.72: 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	110 580	105 951	4 630
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	110 580	108 936	1 645
otvorové konštrukcie	110 580	110 003	577
mechanické vetranie	110 580	85 193	25 387
vykurovací systém	110 580	52 583	57 998
systém prípravy teplej vody	110 580	107 713	2 867
systém osvetlenia	110 580	108 969	1 612
všetky opatrenia spolu	110 580	39 378	71 202

Tabuľka 1.73: 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
mechanické vetranie	0,0	0,0	0,0
vykurovací systém	0,0	0,0	0,0
systém prípravy teplej vody	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 1.74: 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
mechanické vetranie	0,0	0,0	0,0
vykurovací systém	0,0	0,0	0,0
systém prípravy teplej vody	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 1.75: 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
mechanické vetranie	0,0	0,0	0,0
vykurovací systém	0,0	0,0	0,0
systém prípravy teplej vody	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 1.76: 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
mechanické vetranie	0,0	0,0	0,0
vykurovací systém	0,0	0,0	0,0
systém prípravy teplej vody	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

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 1.77: Referenčná hodnota spotreby energie

	Vykurovanie	Príprava teplej vody	Nútené vetranie	Osvetlenie
elektrina (kWh):	561 229	23 995	0	76 934

Referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pre 2313 dennostupňov, ktoré sú určené na základe:
- priemernej vonkajšej teploty vykurovacieho obdobia: 5.51°C,

- počtu vykurovacích dní: 198,
- vnútornej výpočtovej teploty: 17.19°C.

Spotrebu energie na vykurovanie výrazne ovplyvňuje aj vetranie, pričom referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pri objemovom toku vzduchu: 21605.64 m³/h.

Referenčná hodnota spotreby energie na prípravu teplej vody je stanovená pre ročnú spotrebu teplej vody 382 m³.

Referenčná hodnota spotreby energie na osvetlenie je stanovená pre celkový príkon osvetľovacej sústavy 17430 W a priemerný ročný čas svietenia 4414 hodín.

Tabuľka 1.78: 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	22 170	2 550,00
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	7 870	900,00
otvorové konštrukcie	2 760	310,00
mechanické vetranie	121 610	13 980,00
vykurovací systém	277 830	31 950,00
systém prípravy teplej vody	13 730	1 570,00
systém osvetlenia	7 720	880,00
všetky opatrenia spolu	341 080	39 220,00

* 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 2313, použije sa vzorec:
  USP = (561229 - (107267 + (DST - 1850.4) * 71.273)) * 0.8,
• ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku väčší ako 2313, použije sa vzorec:
  USP = (561229 - (140238 + (DST - 2313) * 303.249)) * 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 príprave teplej vody medziročne ovplyvňuje objem skutočne spotrebovanej teplej vody, pričom prepočet garantovaných úspor energie je možné realizovať zmluvne dohodnutým vzorcom. V prípade modelového príkladu pre opatrenia energetickej efektívnosti realizované na systéme prípravy teplej vody je spôsob prepočtu garantovaných úspor energie určený lineárnou interpoláciou, pričom nasledovný vzorec sa použije v prípade, ak spotreba teplej vody v hodnotenom roku sa nerovná 365 m^3.

$USP = (23995 - (6827 + (SPTV - 365) * 12.977)) * 0.8,$

kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

SPTV - spotreba teplej vody v hodnotenom kalendárnom roku (m^3).

Pre objektívne stanovenie úspor energie pri príprave teplej vody, je potrebné merať spotrebu teplej vody.

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:

$USP = (76934 - (67282 + (HOD - 4414) * 15.2455)) * 0.8$

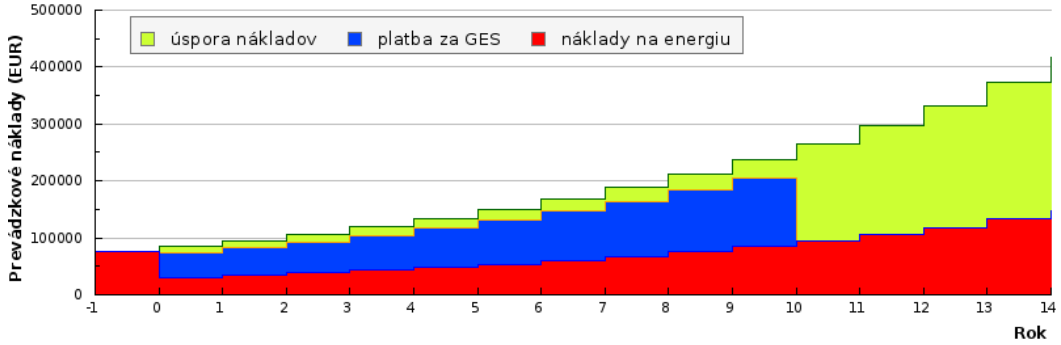
kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

HOD - priemerný počet prevádzkových hodín osvetlenia v hodnotenom roku.

Tabuľka 1.79: 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	105,42	201 600,00	268 808,43	268 808,43	67 208,43	212,50
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	246,52	166 400,00	221 866,67	221 866,67	55 466,67	75,00
otvorové konštrukcie	187,75	43 640,00	58 194,18	58 194,18	14 554,18	25,83
mechanické vetranie	0,95	10 000,00	13 333,33	13 333,33	3 333,33	1 165,00
vykurovací systém	2,50	60 000,00	80 000,20	80 000,20	20 000,20	2 662,50
systém prípravy teplej vody	9,40	11 070,00	14 760,38	14 760,38	3 690,38	130,83
systém osvetlenia	12,54	8 279,00	11 038,16	11 038,16	2 759,16	73,33
všetky opatrenia spolu	17,03	500 989,00	667 984,65	667 984,65	166 995,65	3 268,33

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 1.7: 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 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: 52,22 %
- granty EÚ: 47,78 %

Tabuľka 1.80: 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	201 600,00	zdroje poskytovateľa GES
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	166 400,00	grant EÚ
otvorové konštrukcie	43 640,00	grant EÚ
mechanické vetranie	10 000,00	grant EÚ
vykurovací systém	60 000,00	zdroje poskytovateľa GES
systém prípravy teplej vody	11 070,00	grant EÚ
systém osvetlenia	8 279,00	grant EÚ

Tabuľka 1.81: Modelový príklad projektu GES pri financovaní z viacerých zdrojov

Priemerné ročné náklady na energiu pred realizáciu projektu GES (€)	76 148,17	Zdroje poskytovateľa GES (€)	261 600,00
Garantované ročné úspory (€)	39 220,00	Verejné národné zdroje (€)	0,00
Ročné platby za GES (€)	39 219,96	Grant EÚ (€)	239 389,00
Trvanie zmluvy (roky)	8,89	Vlastné neverejné zdroje (€)	0,00
Garantované úspory (%)	51,50	Kapitálové výdavky (€)	500 989,00
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 (348800 >= 348800)
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 1.82: 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
mechanické vetranie	áno
vykurovací systém	áno
systém prípravy teplej vody	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. Avšak z hľadiska časovej dĺžky poskytovania GES je zrejmé, že realizácia navrhovaných opatrení formou GES je reálna na objekte servisná hala. Pri vrátnici realizáciu navrhovaných opatrení formou GES neodporúčame (Minimálna doba trvania zmluvy o poskytovaní GES je 8 rokov a z hľadiska návratnosti finančných zdrojov by nemala presiahnuť 15 rokov. Predpokladaná doby trvania zmluvy o poskytovaní GES vychádza pri servisnej hale asi 9 rokov a pri vrátnici približne 31 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:

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.).

Vzhľadom k tomu, že všetky činnosti v objekte sú závislé na elektrickej energii, ktorej spotreba je meraná jedným fakturačným 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. umyváreň
4. čerpacia stanica
5. vonkajšia osvetlenie areálu

V rámci objektov vrátnica a servisná hala odporúčame merať spotrebu elektrickej energie zvlášť na vykurovanie, vzduchotechniku, prípravu teplej vody a osvetlenie.
Objekt umyváreň je budova s inštalovanou linkou na umývanie autobusov. Budova je podľa podľa zástupcov prevádzkovateľa takmer stále otvorená počas celého roka. Ani nijako nie je evidovaná jej prevádzka. Preto ani nebola zaradená do vykonania energetického auditu. Ak by došlo k zmene prevádzkového režimu budovy, odporúčame merať spotrebu elektriny zvlášť na vykurovanie, zvlášť na osvetlenie a zvlášť na technológiu umyvárne.
Spotrebu elektriny na čerpacej stanici netreba zvlášť podrobnejšie merať.
Takisto 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. umyváreň
4. vonkajší priestor

V rámci objektov vrátnica a servisná hala odporúčame zvlášť merať spotrebu vody (suroviny) na prípravu teplej vody, prípadne spotrebu vody na upratovanie autobusov.
Spotrebu vody v umyvárni a vo vonkajšom priestore nemá podľa našich poznatkov význam ďalej podrobnejšie merať.

2. Vrátnica

2.1 Lokalizácia

Tabuľka 2.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu	
Adresa (ulica, číslo):	Betliarska 8, Bratislava
Obec:	BA-m.č. Petržalka
Okres:	Bratislava V
Nadmorská výška (m n.m.):	152

2.2 Charakteristika predmetu energetického auditu

Súčasný areál vozovne na Betliarskej ulici v Petržalke je v prevádzke od apríla 2007. V areáli sa nachádzajú objekty: vrátnica, servisná hala, umyváreň a stojany čerpacej stanice. Objekt umyváreň je budova s inštalovanou linkou na umývanie autobusov. Budova je podľa podľa zástupcov prevádzkovateľa takmer stále otvorená počas celého roka. Ani nijako nie je evidovaná jej prevádzka. Preto ani nebola zaradená do vykonania energetického auditu.
Budova vrátnice sa nachádza pri vstupe do areálu vozovne. Je postavená na parc. č. 3021/102 v k.ú. Petržalka. Budova je jednopodlažná , bez suterénu. Strecha je plochá. Budova je rozdelená na 2 polovice. 1. polovicu využívajú vodiči MHD v režime nonstop (asi 56,2% plochy). Je tu pre nich vybudované zázemie pre prestávky a miestnosť na školenia. Druhú (zadnú) polovicu budovy používa administratívny personál.
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 polovice. 1. polovicu využívajú vodiči MHD v režime nonstop. Druhú (zadnú) polovicu budovy používa administratívny personál v režime 8 hod x 5 pracovných dní. Z toho vychádza priemerný čas využitia 17,4 hod.
Podľa údajov zadávateľa energetického auditu sme vypočítali aj priemerný počet osôb v budove, sú to 4 muži.

Tabuľka 2.2: Prevádzkový režim		
Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Režim prevádzky	365	17

2.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 2.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m²):	A	504
Obvod zastavanej plochy (m):	P_F	90
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m³):	V_B	2 041
Počet nadzemných podlaží:	N	1
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L_B	3,75
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	ΣA_i	1 346
Faktor tvaru budovy (m⁻¹):	$\Sigma A_i/V_B$	0,66
Celková podlahová plocha budovy (m²):	A_B	504

Tabuľka 2.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m²)
administratívna budova	504

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

Celý areál vozovne na Betliarskej ulici je napojený cez 1 odberné miesto elektrickej energie. El. energia sa využíva na vonkajšie a vnútorné osvetlenie, kúrenie, klimatizovanie, na prevádzku kancelárskej techniky, strojov a zariadení v servisnej dielni, čerpacej stanici a v umyvárni. Spotreby elektrickej energie na jednotlivé účely nie sú vôbec podružne merané, takže sa nedá určiť ich reálna spotreba v predchádzajúcom období.
V areáli vozovne sa nachádza 5 hlavných odberných miest. Sú to: servisná hala, vrátnica, vonkajšie osvetlenie areálu, umyváreň autobusov a čerpacia stanica.
Predmetom auditu sú objekty servisnej haly a vrátnice. Spotreby elektrickej energie v týchto objektoch sme vypočítali podľa dostupných informácii o prevádzke a z technickej dokumentácie.
Pri vonkajšom osvetlení, čerpacej stanici a umyvárni ide o predpokladanú spotrebu elektrickej energie.
V objekte vrátnice je el. energia využívaná hlavne na kúrenie, osvetlenie, prípravu teplej vody, chladenie kancelárií a miestnosti pre vodičov a na prevádzku kancelárskej techniky.

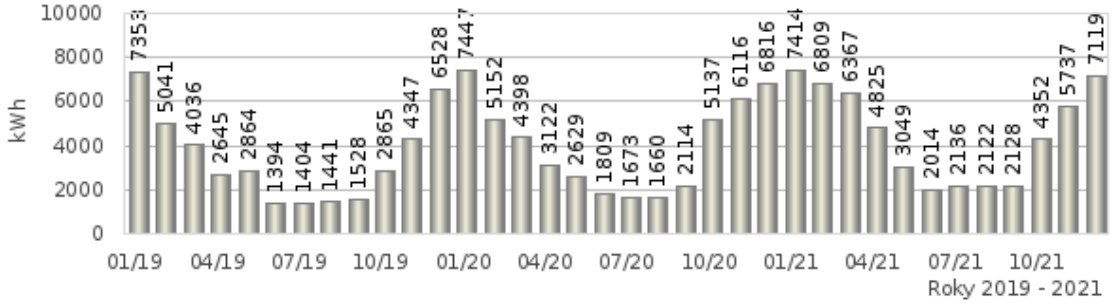
Rozdelenie spotreby elektrickej energie je uvedené v prílohe č.2 energetického auditu.

Vzhľadom k tomu, že cena el. energie veľmi kolíše a má rastúcu tendenciu, navrhujeme inštaláciu fotovoltického systému. Z 15 minútových profilov spotreby navrhujeme optimálny inštalovaný výkon fotovoltického systému na 50 kWp pre celý areál vozovne. Hlavným kritériom bolo aby vznikali minimálne prebytky výroby elektriny. Ekonomické hodnotenie zavedenia fotovoltického systému je v prílohe č. 3.

Tabuľka 2.5: Spotreba - elektrina		
Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2019	41 444	4 084,80
2020	48 074	4 672,26
2021	54 072	6 201,81
Priemer:	47 863	

Tabuľka 2.6: členenie podľa účelu spotreby					
Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2019	30 142	1 642	966	4 830	3 864
2020	34 963	1 905	1 121	5 603	4 482
2021	39 325	2 143	1 260	6 302	5 042
Priemer:	34 810	1 897	1 116	5 578	4 463

Mesačný priebeh spotreby elektrickej energie poukazuje na zmeny vo vyťaženosti objektu, zmeny v zaťažení vykurovaním a podielom slnečného svitu počas roka. Porovnaním spotreby v jednotlivých mesiacoch hlavne vidieť, kedy je využívané vykurovanie.



Graf 2.1: Priebeh spotreby elektrickej energie 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 * (θ_i – θ_{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.

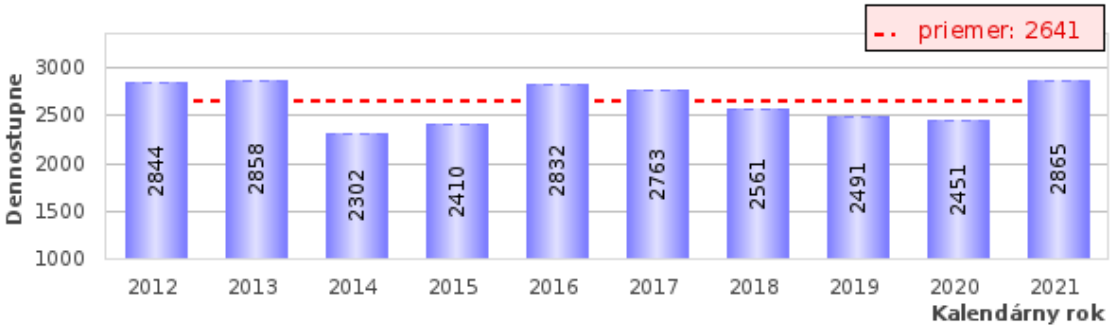
Vonkajšia výpočtová teplota (θ_e) – je určená v závislosti od zemepisnej polohy a v závislosti od nadmorskej výšky podľa vzorca: $\theta_e = \theta_{e100} + \Delta\theta_{e0} * (h - 100)/100$, kde:
θ_{e100} - základná návrhová vonkajšia teplota v príslušnej teplotnej oblasti pre nadmorskú výšku 100 m 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 samostatne stojaca v zastavanom území. NIe je tienená okolitou zástavbou a nie je vystavená exponovaným klimatickým podmienkam.

Tabuľka 2.7: 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	192	209	207	181	205	185	213
Priem. vonkajšia tep. (°C)	4.7	4.7	6.2	6.3	5.3	5.5	4.7	6.7	5.6	5.4
Počet dennostupňov	2 844	2 858	2 302	2 410	2 832	2 763	2 561	2 491	2 451	2 865



Graf 2.2: Priebeh dennostupňov a porovnanie s priemerom

Budova je rozdelená na 2 polovice. 1. polovicu využívajú vodiči MHD v režime nonstop (asi 56,2% plochy). Je tu pre nich vybudované zázemie pre prestávky a miestnosť na školenia. Druhú (zadnú) polovicu budovy používa administratívny personál v režime 8 hod x 5 pracovných dní (asi 43,8% plochy). Z toho vychádza priemerný čas využitia 17,4 hod. Každá polovica budovy má svoje sociálne zariadenia, kuchynku a aj chodba je oddelená.

Tabuľka 2.8: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru

Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m²)	Priemerná teplota (°C)
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	126	18,0
admin. budova - ostatné priestory (sklady, dieľne,...)	76	15,0
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	30	21,0
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	106	20,5
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	10	18,5
admin. budova - jedálne	30	20,0
admin. budova - jedálne	10	18,5
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	116	20,0

Tabuľka 2.9: 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):	4,1	-
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	5,51	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní:	198	212
Priemerný počet dennostupňov:	2 641	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 / 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.

Súčiniteľ prechodu tepla podlahy na teréne rovnomerne izolovanej po celej ploche sa určí podľa STN EN ISO 13370. Výpočet sa vykoná jedným z nasledovných vzťahov:
*ak dt < B, potom: U = 2*λ / (π*B+dt) * ln(π*B/dt+1)*
*ináč: U = λ / (0,457*B+dt)*
λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy (λ=2 W/(m.K)),
π - ludolfovo číslo (π=3,14),
dt - ekvivalentná hrúbka podlahy (dt = w + λ (Rsi + Rf + Rse)),
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 2.10: Zoznam pevných stavebných konštrukcií												
Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**											
Stručný popis konštrukcie:	Obvodový múr - sokel											
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav						
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
					1 250	omietka - silikónová	0,002	0,700		1 800	1 250
						tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,030	0,038	0,789	25	1 270
doska - sádrokarton	0,013	0,220	0,059	750	1 060	doska - sádrokarton	0,013	0,220	0,059	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
betón - železobetón	0,002	1,430	0,001	2 400	1 020	betón - železobetón	0,002	1,430	0,001	2 400	1 020
tep. izolácia - polystyrén soklový (XPS)	0,080	0,033	2,424	32	2 060	tep. izolácia - polystyrén soklový (XPS)	0,080	0,033	2,424	32	2 060
omietka - silikónová	0,002	0,700	0,003	1 800	1 250	omietka - silikónová	0,002	0,700	0,003	1 800	1 250
U = 0.25 W/(m².K)						U = 0.21 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 31.6 m²						Plocha konštrukcie: 31.6 m²					
Sokel haly má hrúbku 200 mm, je postavený z betónu so železnými výstuhami. Z vonkajšej strany je zateplený extrudovaným polystyrénom hrúbky 80 mm. Z vnútornej strany je predsadená sadrokartónová stienka s tepelnou izoláciou z minerálnej vlny.												

Typ konštrukcie:	**stena zvislá nad terénom**
Stručný popis konštrukcie:	Obvodová stena

Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
doska - sádrokarton	0,013	0,220	0,059	750	1 060	doska - sádrokarton	0,013	0,220	0,059	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
kov - železo	0,001	58,000		7 850	440	kov - železo	0,001	58,000		7 850	440
tep. izolácia - PUR pena stredne tvrdá	0,080	0,022	3,636	35	1 400	tep. izolácia - PUR pena stredne tvrdá	0,080	0,022	3,636	35	1 400
kov - železo	0,001	58,000		7 850	440	kov - železo	0,001	58,000		7 850	440
U = 0.19 W/(m².K)						U = 0.19 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 195.3 m²						Plocha konštrukcie: 195.3 m²					

Obvodová stena haly je tvorená sendvičovými panelmi z poplastovaného plechu. Panel má výplň z polyuretánovej peny. Celková šírka panelu je 80 mm. Z vnútornej strany je predsadená sadrokartónová stienka s tepelnou izoláciou z minerálnej vlny.

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	0,090	1,000	0,090	2 000	840	vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,090	1,000	0,090	2 000	840
hydroizolácia - fólia polyetylénová	0,001	0,200	0,005	900	1 470	hydroizolácia - fólia polyetylénová	0,001	0,200	0,005	900	1 470
tep. izolácia - polystyrén podlahový (EPS)	0,050	0,038	1,316	25	1 270	tep. izolácia - polystyrén podlahový (EPS)	0,050	0,038	1,316	25	1 270
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	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020	betón - železobetón	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020
sypký materiál - štrk	0,150	0,650	0,231	1 650	750	sypký materiál - štrk	0,150	0,650	0,231	1 650	750
U = 0.13 W/(m².K)						U = 0.13 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 140.3 m²						Plocha konštrukcie: 140.3 m²					
Betónová podlaha má konštrukčné zloženie - dlažba, cementový poter, separačná PE fólia, tepelná izolácia EPS, hydroizolácia, železobetón a zhutnené kamenivo.											

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	0,090	1,000	0,090	2 000	840	vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,090	1,000	0,090	2 000	840
hydroizolácia - fólia polyetylénová	0,001	0,200	0,005	900	1 470	hydroizolácia - fólia polyetylénová	0,001	0,200	0,005	900	1 470
tep. izolácia - polystyrén podlahový (EPS)	0,050	0,038	1,316	25	1 270	tep. izolácia - polystyrén podlahový (EPS)	0,050	0,038	1,316	25	1 270
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	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020	betón - železobetón	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020
sypký materiál - štrk	0,150	0,650	0,231	1 650	750	sypký materiál - štrk	0,150	0,650	0,231	1 650	750
U = 0.25 W/(m².K)						U = 0.25 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 363.7 m²						Plocha konštrukcie: 363.7 m²					
Betónová podlaha má konštrukčné zloženie - linoleum, cementový poter, separačná PE fólia, tepelná izolácia EPS, hydroizolácia, železobetón a zhutnené kamenivo.											

Typ konštrukcie:	**strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45**										
Stručný popis konštrukcie:	Strecha plochá										
Skladba konštrukcie - súčasný stav						Skladba konštrukcie - navrhovaný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c	Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
	0,050					tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,050	0,038	1,316	25	1 270
	0,001					fólia podstrešná, parozábrana	0,001	0,200	0,005	1 500	1 400
kov - železo	0,001	58,000		7 850	440	kov - železo	0,001	58,000		7 850	440
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. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,150	0,038	3,947	25	1 270	tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,150	0,038	3,947	25	1 270
tep. izolácia - minerálna vlna	0,050	0,037	1,351	33	940	tep. izolácia - minerálna vlna	0,050	0,037	1,351	33	940
hydroizolácia - PVC	0,002	0,160	0,013	1 400	960	hydroizolácia - PVC	0,002	0,160	0,013	1 400	960
U = 0.18 W/(m².K)						U = 0.15 W/(m².K)					
Plocha konštrukcie: 504.0 m²						Plocha konštrukcie: 504.0 m²					
Strečná konštrukcia má zloženie: plechy RAN 153 + parozábrana + 150 mm EPS + 50 mm min. vlna + hydroizolácia											

Tabuľka 2.11: 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 - sokel	0,22	0,25	nevyhovuje	0,21	vyhovuje
Obvodová stena	0,22	0,19	vyhovuje	0,19	vyhovuje
Strecha plochá	0,15	0,18	nevyhovuje	0,15	vyhovuje

Tabuľka 2.12: 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 - povrch dlažba	2,50	1,79	nevyhovuje	1,79	nevyhovuje
Betónová podlaha na teréne - povrch linoleum	2,50	1,79	nevyhovuje	1,79	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 2.13: 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 (1.00m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.66 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.14 m²	1.36	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.66 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.14 m²	0.83
2	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, Uf=1.40 W/(m².K), Af = 0.66 m² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, Ug=1.10 W/(m².K), Ag = 1.14 m²	1.36	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 0.66 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 1.14 m²	0.83
3	dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.33 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 3.71 m²	0.79	dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka nad 80 mm, Uf=0.96 W/(m².K), Af = 1.33 m² Výplň: zasklenie izolačné trojsklo, Ug=0.60 W/(m².K), Ag = 3.71 m²	0.79

Tabuľka 2.14: 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 (1.00m x 1.80m)	1.36	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	0.83	0.85	vyhovuje
2	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	1.36	0.85	nevyhovuje	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	0.83	0.85	vyhovuje
3	dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.80m)	0.79	2.00	vyhovuje	dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.80m)	0.79	2.00	vyhovuje

Tabuľka 2.15: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Súčasný stav						Navrhovaný stav					
	Otvorová konštrukcia	S	V	J	Z	H	Otvorová konštrukcia	S	V	J	Z	H
1	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	6	10	6	12		okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	6	10	6	12	

Tabuľka 2.15: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie - pokračovanie												
P.č.	Súčasný stav						Navrhovaný stav					
	Otvorová konštrukcia	S	V	J	Z	H	Otvorová konštrukcia	S	V	J	Z	H
2	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	5	7	5		8	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.80m)	5	7	5		8
3	dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.80m)		1				dvere v obvodovej stene (1.80m x 2.80m)		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 2.16: 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):	1 346	1 346
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	134,614	67,307

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.

Priestory servisnej haly sú vetrané pomocou vzduchotechniky. Priestory vrátnice sú vetrané cez okná, ktoré sa otvárajú ručne.

Tabuľka 2.17: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu	
Trieda ochrany budovy:	priemerne chránené
Tesnosť interiérových dverí:	tesné (s prahom)
Objem vnútorného vzduchu (m³):	1 633

Tabuľka 2.18: Minimálna intenzita výmeny vzduchu	
Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h)
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	0,30
admin. budova - ostatné priestory (sklady, dieľne,...)	0,10
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	0,20
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	0,20
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	0,15
admin. budova - jedálne	0,25
admin. budova - jedálne	0,20
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	0,30
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	0,24

Tabuľka 2.19: Prirodzené vetranie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Minimálny objemový tok vzduchu (m³/h):	391,92	391,92
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,013	0,013
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m³/h):	21,23	21,23
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m³/h):	391,92	391,92

Tabuľka 2.20: Merná tepelná strata vetraním		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h):	391,92	391,92
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	130,640	130,640

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 2.21: Solárny tepelný zisk										
	Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Orientácia otvorovej konštrukcie:	H	J	S	V	Z	H	J	S	V	Z
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m²):	340	320	100	200	200	340	320	100	200	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
Účinná kolekčná plocha (m²):	5,47	7,52	7,52	13,48	8,21	4,56	6,27	6,27	11,55	6,84
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):	1 860	2 406	752	2 696	1 642	1 550	2 006	627	2 310	1 368
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	9 356					7 861				

Tabuľka 2.22: Metabolický tepelný zisk			
Osoby prítomné v budove:	muži	ženy	deti
Priemerný tepelný tok na osobu (W):	93	79	70
Priemerný denný počet osôb:	4	0	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	24	24	24
Metabolický tepelný zisk (kWh):	1 768	0	0

Tabuľka 2.23: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov	
Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	5
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	990

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.

Budova vrátnice je vykurovaná elektrickou energiou. Vykurovanie zabezpečujú elektrické konvektory v počte 21 ks. Celkový výkon konvektorov je 31 kW.

Tabuľka 2.24: Vykurovací systém		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	bez podsystému distribúcie	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 000	3 000
Teplotný spád (°C):		45/35

Tabuľka 2.25: 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	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)
konvektor priamovýhrevný	elekt.	0,2	31,00	0,99	0	radiátor	0,2	0

Tabuľka 2.26: 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):	945	498
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	0,00	0,00

Tabuľka 2.27: 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)
-	-	-	-	-	tepelné čerpadlo (vzduch - voda)	elekt.	17,0	2,60	10

Tabuľka 2.28: Podsystém výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystému výroby tepla (kWh):	-	-14 252
Prídavná energia podsystému výroby tepla (kWh):	-	30

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 2.29: Merná tepelná strata

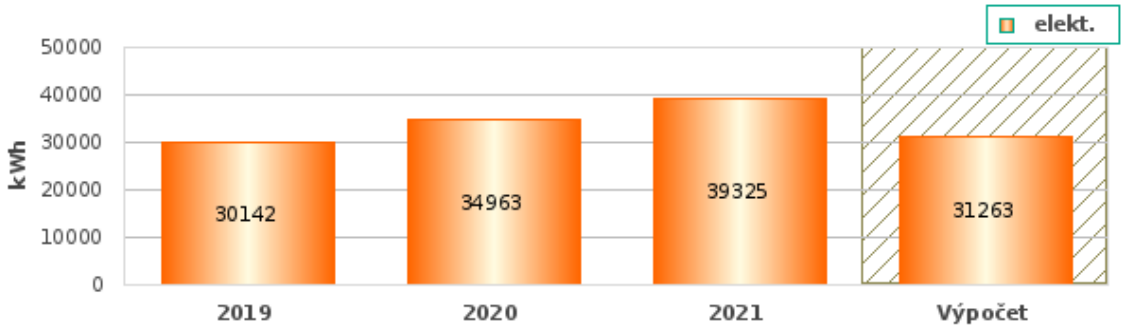
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	244,891	228,507
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	148,414	92,128
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	134,614	67,307
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	130,640	130,640

Tabuľka 2.30: Energia na vykurovanie

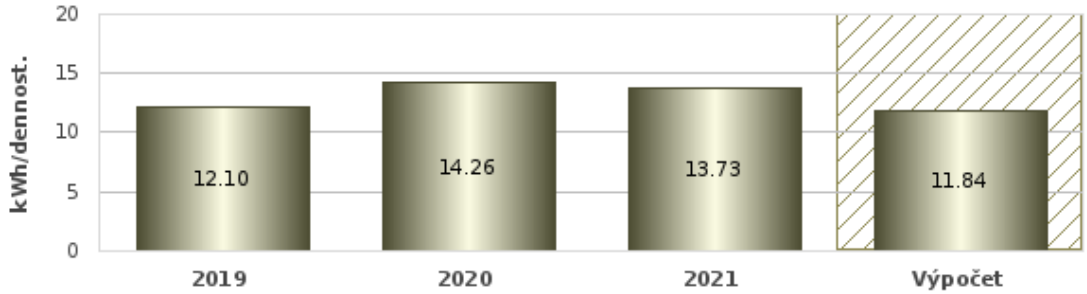
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	658,559	518,582
Celkový prenos tepla (kWh):	41 742	32 870
Tepelný zisk (kWh):	12 114	10 619
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,943	0,955
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	30 318	22 729
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	30 318	22 729

Tabuľka 2.30: Energia na vykurovanie - pokračovanie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Hlavná energia na vstupe podsystému odovzdávania tepla (kWh)	31 263	23 227
Hlavná energia na vstupe podsystému distribúcie tepla (kWh):	31 263	23 160
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby tepla (kWh):	31 263	8 908
Prídavná energia (kWh):	0	120
Energia na vykurovanie (kWh):	31 263	9 028

Tabuľka 2.31: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	31 263	9 028



Graf 2.3: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou



Graf 2.4: 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 = 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 je v objekte vrátnice pripravovaná v elektrickom bojleri. Bojler má výkon 2000 W, objem 120 l a výrobca je ELDOM Invest.

Navrhujeme použiť elektrický bojler so zabudovaným tepelným čerpadlom.

Tabuľka 2.32: Prevádzkové parametre		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	36	36
Priemerná teplota vody na výtoku (°C):	50	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	12	12
Druh systému prípravy teplej vody:	bez podsystému distribúcie	bez podsystému distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	365	365
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	8	8

Tabuľka 2.33: Podsystém akumulácie - zariadenia							
Súčasný stav				Navrhovaný stav			
Objem zásobníka (litre)	Tepelná izolácia	Priestor uloženia zásobníka	Počet zásobníkov	Objem zásobníka (litre)	Tepelná izolácia	Priestor uloženia zásobníka	Počet zásobníkov
120	PUR pena	nevykurovaný	1	120	PUR pena	nevykurovaný	1

Tabuľka 2.34: Podsystém akumulácie - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystému vo vykurovaných priestoroch (kWh):	0	0
Tepelná strata podsystému v nevykurovaných priestoroch (kWh):	106	106

Tabuľka 2.35: Podsystém výroby - zariadenia									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
el. špirála AC	elekt.	2,0	0,99	0	tepelné čerpadlo (vzduch - voda)	elekt.	0,9	3,40	1

Tabuľka 2.36: Podsystém výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystému výroby (kWh):	17	-1 196
Prídavná energia podsystému výroby (kWh):	0	2

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:

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

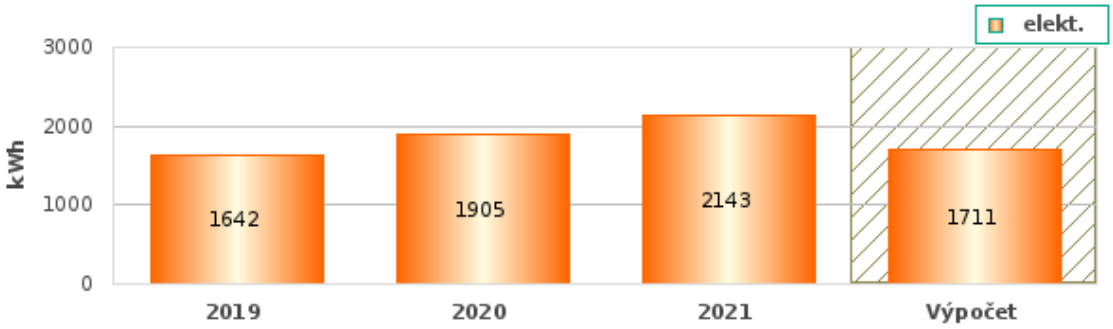
kde:
Qw - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
Qw,dis - tepelná strata podsystému distribúcie (kWh),
Qw,acc - tepelná strata podsystému akumulácie (kWh),
Qw,gen - tepelná strata podsystému výroby (kWh),
Waux - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 2.37: Energia na prípravu teplej vody

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	36	36
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	1 588	1 588
Hlavná energia na vstupe podsystému akumulácie (kWh):	1 694	1 694
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby (kWh):	1 711	498
Prídavná energia (kWh):	0	2
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	1 711	500

Tabuľka 2.38: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	1 711	500



Graf 2.5: 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.

Vnútorné osvetlenie objektu tvoria hlavne žiarivkové lineárne svietidlá a potom svietidlá s kompaktnými žiarivkami.
Budova je rozdelená na dve časti, a to pre vodičov MHD a pre administratívnych pracovníkov. Časť budovy pre vodičov má prevádzkový režim nonstop. Druhá časť budovy pre administratívnych pracovníkov má prevádzkový režim 8 hodín počas pracovných dní.

Budova nie je celá presvetlená denným svetlom. Preto sa na chodbách, v kuchynkách a v sociálnych zariadeniach musí svietiť aj počas dňa.

Nízkonákladové opatrenia:
- svietiť v miestnosti iba počas pobytu osôb
- zapnúť iba potrebný počet svietidiel, pokiaľ to je možné
- zvážiť inštalovanie pohybových senzorov na osvetlenie chodieb, aby nemuseli stále svietiť
- postupne vymieňať zdroje osvetlenia za LED zdroje. Môže to usporiť až 1/3 energie na osvetlenie.

Tabuľka 2.39: Osvetľovaný priestor č. 1	
Názov priestoru:	Chodby - nonstop
Kategória priestoru:	Komunikačné zóny v budovách
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Komunikačné priestory a chodby
Systém spínania osvetlenia:	manuálne ZAP / automaticky 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):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	6935
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
kompaktná žiarivka	18	1	len horná časť krytá	11	LED žiarovka	12	1	len horná časť krytá	11

Tabuľka 2.41: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 1	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	100
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	40
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	28

Tabuľka 2.42: Osvetľovaný priestor č. 2	
Názov priestoru:	Chodba - administratíva
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):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	2088
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	12	1	uzavreté IP 2X	8

Tabuľka 2.44: 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 2.45: Osvetľovaný priestor č. 3	
Názov priestoru:	WC - nonstop
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:	manuálne ZAP / automaticky 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):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	730
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
kompaktná žiarivka	18	1	uzavreté IP 2X	5	LED žiarovka	14	1	uzavreté IP 2X	5
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	1	uzavreté IP 2X	6	LED svetelná trubica T8	18	1	uzavreté IP 2X	6

Tabuľka 2.47: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 3	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

Tabuľka 2.48: Osvetľovaný priestor č. 4	
Názov priestoru:	WC - administratíva
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:	nie
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	261
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	18	1	uzavreté IP 2X	3	LED žiarovka	14	1	uzavreté IP 2X	3
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	36	1	uzavreté IP 2X	1	LED svetelná trubica T8	22	1	uzavreté IP 2X	1

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:	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):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	130
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
kompaktná žiarivka	18	1	len horná časť krytá	9	LED žiarovka	14	1	len horná časť krytá	9
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	4	len horná časť krytá	8	LED svetelná trubica T8	10	4	len horná časť krytá	8

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 - nonstop
Kategória priestoru:	Administratívne priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Recepcia
Systém spínania osvetlenia:	automaticky 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):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	2190
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	4	len horná časť krytá	3	LED svetelná trubica T8	14	4	len horná časť krytá	3

Tabuľka 2.56: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 6

	Požadované
Osvetlenosť (lx):	300
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	22

Tabuľka 2.57: Osvetľovaný priestor č. 7	
Názov priestoru:	kancelárie - administratíva
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):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	783
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	18	4	len horná časť krytá	18	LED svetelná trubica T8	14	4	len horná časť krytá	18

Tabuľka 2.59: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 7	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	500
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	19

Tabuľka 2.60: Osvetľovaný priestor č. 8	
Názov priestoru:	šatne - nonstop
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:	vysoký
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	183
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.61: 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	18	4	len horná časť krytá	1	LED svetelná trubica T8	14	4	len horná časť krytá	1

Tabuľka 2.62: 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:	25

Tabuľka 2.63: Osvetľovaný priestor č. 9	
Názov priestoru:	kuchynka - nonstop
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:	automaticky 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):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	1095
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.64: 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	18	4	len horná časť krytá	4	LED svetelná trubica T8	10	4	len horná časť krytá	4

Tabuľka 2.65: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 9	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	22

Tabuľka 2.66: Osvetľovaný priestor č. 10	
Názov priestoru:	spoločenská miestnosť - školenie
Kategória priestoru:	Administratívne priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Konferenčné a zasadacie miestnosti
Systém spínania osvetlenia:	manuálne ZAP / automaticky 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):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	183
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.67: 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
kompaktná žiarivka	18	1	len horná časť krytá	10	LED žiarovka	14	1	len horná časť krytá	10
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	4	len horná časť krytá	9	LED svetelná trubica T8	14	4	len horná časť krytá	9

Tabuľka 2.68: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 10	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	500
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	19

Tabuľka 2.69: Osvetľovaný priestor č. 11	
Názov priestoru:	kuchynka - aadministratíva
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):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	261
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.70: 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
kompaktná žiarivka	18	1	uzavreté IP 2X	2			0		0
lineárna žiarivka T8 + el. predradník	18	4	len horná časť krytá	4	LED svetelná trubica T8	8	4	len horná časť krytá	4

Tabuľka 2.71: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 11	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	200
Rovnomernosť osvetlenia:	0.4
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	22

Tabuľka 2.72: Osvetľovaný priestor č. 12	
Názov priestoru:	spoločenská miestnosť - výpravňa
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):	2.2
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	1095
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.73: 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	18	4	len horná časť krytá	8	LED svetelná trubica T8	14	4	len horná časť krytá	8

Tabuľka 2.74: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore č. 12	
	Požadované
Osvetlenosť (lx):	500
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	19

2.7.2 Energia na osvetlenie

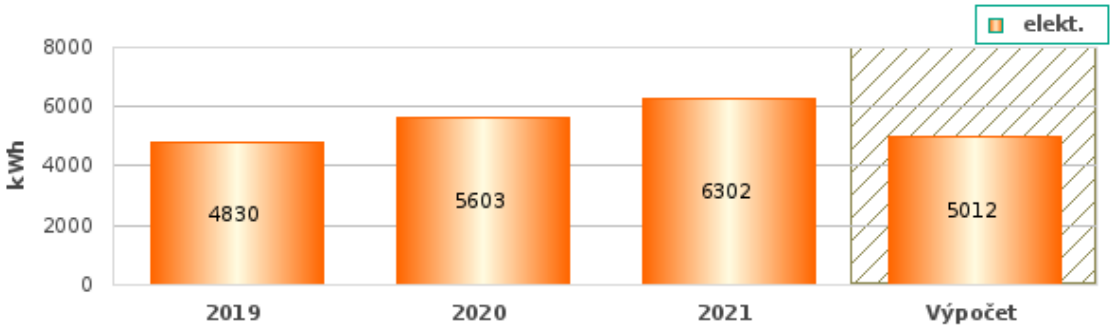
Potreba energie na osvetlenie závisí od celkového príkonu osvetľovacej sústavy (kW) a priemerného ročného času svietenia (hod.). Jednotlivé priestory v budove nemávajú rovnaký ročný čas svietenia, a to z dôvodu:
• rozdielneho využitia (napr. administratívne priestory, chodby, sklady, ...),
• rozdielnej 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 2.75: Energia na osvetlenie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	5 530	3 528
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	5 012	3 304



Graf 2.6: 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 2.76: Merná tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	244,891	228,507
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	148,414	92,128
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	134,614	67,307
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	117,600	117,600

Tabuľka 2.77: Potreba energie na vykurovanie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	645,519	505,542
Celkový prenos tepla (kWh):	48 089	37 661
Tepelný zisk (kWh):	20 992	19 497
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,891	0,894
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	29 385	20 231
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	29 385	20 231
Hlavná energia na vstupe podsystému odovzdávania tepla (kWh)	30 338	20 740
Hlavná energia na vstupe podsystému distribúcie tepla (kWh):	30 338	20 673
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby tepla (kWh):	30 338	7 951
Prídavná energia (kWh):	0	120
Energia na vykurovanie (kWh):	30 338	8 071
Merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m².a)):	60,2	16,0

Tabuľka 2.78: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	30 338	8 071

Tabuľka 2.79: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie	C	A

2.8.2 Príprava teplej vody

Tabuľka 2.80: Potreba energie na prípravu teplej vody		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	3 024	3 024
Hlavná energia na vstupe podsystému akumulácie (kWh):	3 130	3 130
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby (kWh):	3 162	921
Prídavná energia (kWh):	0	3
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	3 162	924
Merná potreba energie na prípravu teplej vody (kWh/(m².a)):	6,3	1,8

Tabuľka 2.81: Potreba energie na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	3 162	924

Tabuľka 2.82: Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	B	A

2.8.3 Osvetlenie

Tabuľka 2.83: Potreba energie na osvetlenie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	8 131	4 540
Merná potreba energie na osvetlenie (kWh/(m².a)):	16,1	9,0

Tabuľka 2.84: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	B	A

2.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabuľka 2.85: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	41 631	13 535

Tabuľka 2.86: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
elektrina (kWh):	91 588	29 777
Spolu (kWh):	91 588	29 777
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m².a)):	181,7	59,1

Tabuľka 2.87: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia	C	A1

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 2.88: 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 2.89: Cena energie v členení podľa energetických nosičov	
Energetický nosič	Cena bez DPH (EUR/kWh)
elektrina	0,115

Tabuľka 2.90: 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	37 986	33 517	4 469	513,94	3 800,00	7,39	4,40
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	37 986	36 991	995	114,43	35 820,00	313,04	21,96
otvorové konštrukcie	37 986	35 613	2 373	272,90	30 090,00	110,26	16,35
vykurovací systém	37 986	18 712	19 274	2 216,51	24 130,00	10,89	5,68
systém prípravy teplej vody	37 986	36 775	1 211	139,27	1 500,00	10,77	5,64
systém osvetlenia	37 986	36 278	1 708	196,42	5 960,00	30,34	9,93
všetky opatrenia spolu	37 986	12 832	25 154	2 892,71	101 300,00	35,02	10,58
* 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 2.91: 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 2.92: 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	6 344	5 597	746
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	6 344	6 177	166
otvorové konštrukcie	6 344	5 947	396
vykurovací systém	6 344	3 125	3 219
systém prípravy teplej vody	6 344	6 141	202
systém osvetlenia	6 344	6 058	285
všetky opatrenia spolu	6 344	2 143	4 201

Tabuľka 2.93: 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
vykurovací systém	0,0	0,0	0,0
systém prípravy teplej vody	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 2.94: 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
vykurovací systém	0,0	0,0	0,0
systém prípravy teplej vody	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 2.95: 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
vykurovací systém	0,0	0,0	0,0
systém prípravy teplej vody	0,0	0,0	0,0
systém osvetlenia	0,0	0,0	0,0
všetky opatrenia spolu	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 2.96: 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
vykurovací systém	0,0	0,0	0,0
systém prípravy teplej vody	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 2.97: Referenčná hodnota spotreby energie

	Vykurovanie	Príprava teplej vody	Nútené vetranie	Osvetlenie
elektrina (kWh):	31 263	1 711	0	5 012

Referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pre 2641 dennostupňov, ktoré sú určené na základe:
- priemernej vonkajšej teploty vykurovacieho obdobia: 5.51°C,

- počtu vykurovacích dní: 198,
- vnútornej výpočtovej teploty: 18.85°C.
Spotrebu energie na vykurovanie výrazne ovplyvňuje aj vetranie, pričom referenčná hodnota spotreby energie na vykurovanie je stanovená pri objemovom toku vzduchu: 391.92 m³/h.
Referenčná hodnota spotreby energie na prípravu teplej vody je stanovená pre ročnú spotrebu teplej vody 36 m³.
Referenčná hodnota spotreby energie na osvetlenie je stanovená pre celkový príkon osvetľovacej sústavy 5530 W a priemerný ročný čas svietenia 906 hodín.

Tabuľka 2.98: 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	3 570	410,00
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	790	90,00
otvorové konštrukcie	1 890	210,00
vykurovací systém	15 410	1 770,00
systém prípravy teplej vody	960	110,00
systém osvetlenia	1 360	150,00
všetky opatrenia spolu	20 120	2 310,00

* 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 2641, použije sa vzorec:
USP = (31263 - (6597 + (DST - 2112.8) * 4.602)) * 0.8,
• ak je počet dennostupňov v hodnotenom roku väčší ako 2641, použije sa vzorec:
USP = (31263 - (9028 + (DST - 2641) * 16.941)) * 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 príprave teplej vody medziročne ovplyvňuje objem skutočne spotrebovanej teplej

vody, pričom prepočet garantovaných úspor energie je možné realizovať zmluvne dohodnutým vzorcom. V prípade modelového príkladu pre opatrenia energetickej efektívnosti realizované na systéme prípravy teplej vody je spôsob prepočtu garantovaných úspor energie určený lineárnou interpoláciou, pričom nasledovný vzorec sa použije v prípade, ak spotreba teplej vody v hodnotenom roku sa nerovná 36 m³.

USP = (1711 - (500 + (SPTV - 36) * 13.056)) * 0.8,

kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

SPTV - spotreba teplej vody v hodnotenom kalendárnom roku (m³).

Pre objektívne stanovenie úspor energie pri príprave teplej vody, je potrebné merať spotrebu teplej vody.

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 = (5012 - (3304 + (HOD - 906) * 325.2169)) * 0.8

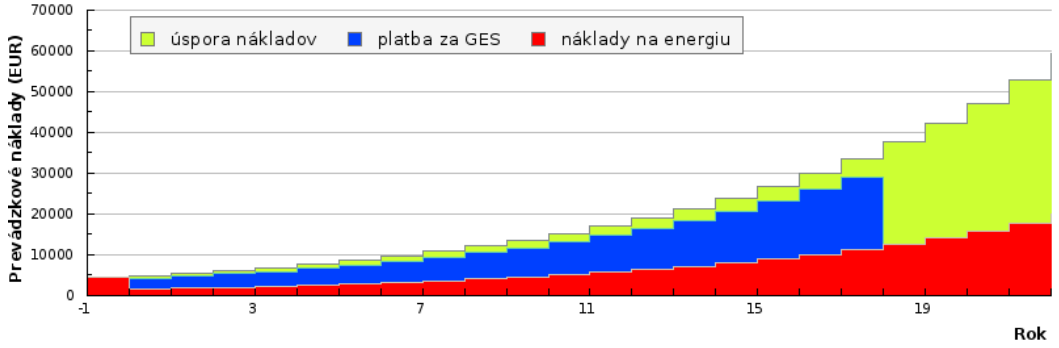
kde:

USP - prepočítaná garantovaná úspora energie (kWh),

HOD - priemerný počet prevádzkových hodín osvetlenia v hodnotenom roku.

Tabuľka 2.99: 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	12,36	3 800,00	5 066,17	5 066,17	1 266,17	34,17
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	531,14	35 820,00	47 802,49	47 802,49	11 982,49	7,50
otvorové konštrukcie	191,12	30 090,00	40 135,29	40 135,29	10 045,29	17,50
vykurovací systém	18,18	24 130,00	32 174,79	32 174,79	8 044,79	147,50
systém prípravy teplej vody	18,17	1 500,00	1 999,27	1 999,27	499,27	9,17
systém osvetlenia	53,01	5 960,00	7 950,91	7 950,91	1 990,91	12,50
všetky opatrenia spolu	58,47	101 300,00	135 071,34	135 071,34	33 771,34	192,50

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 2.7: Časové znázornenie projektu GES pre realizáciu všetkých navrhovaných opatrení, za predpokladu ročného nárastu cien energie o 12.0% (zmluvný vzťah 18 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 40 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: 53,52 %
- granty EÚ: 46,48 %

Tabuľka 2.100: 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	3 800,00	grant EÚ
strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45	35 820,00	grant EÚ
otvorové konštrukcie	30 090,00	zdroje poskytovateľa GES
vykurovací systém	24 130,00	zdroje poskytovateľa GES
systém prípravy teplej vody	1 500,00	grant EÚ
systém osvetlenia	5 960,00	grant EÚ

Tabuľka 2.101: Modelový príklad projektu GES pri financovaní z viacerých zdrojov

Priemerné ročné náklady na energiu pred realizáciu projektu GES (€)	4 368,39	Zdroje poskytovateľa GES (€)	54 220,00
Garantované ročné úspory (€)	2 310,00	Verejné národné zdroje (€)	0,00
Ročné platby za GES (€)	2 310,00	Grant EÚ (€)	47 080,00
Trvanie zmluvy (roky)	31,30	Vlastné neverejné zdroje (€)	0,00
Garantované úspory (%)	52,88	Kapitálové výdavky (€)	101 300,00
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 (72296 >= 72296)
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 2.102: 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 prípravy teplej vody	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. Avšak z hľadiska časovej dĺžky poskytovania GES je zrejmé, že realizácia navrhovaných opatrení formou GES je reálna na objekte servisná hala. Pri vrátnici realizáciu navrhovaných opatrení formou GES neodporúčame (Minimálna doba trvania zmluvy o poskytovaní GES je 8 rokov a z hľadiska návratnosti finančných zdrojov by nemala presiahnuť 15 rokov. Predpokladaná doby trvania zmluvy o poskytovaní GES vychádza pri servisnej hale asi 9 rokov a pri vrátnici približne 31 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:

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.).

Vzhľadom k tomu, že všetky činnosti v objekte sú závislé na elektrickej energii, ktorej spotreba je meraná jedným fakturačným 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. umyváreň
4. čerpacia stanica
5. vonkajšia osvetlenie areálu

V rámci objektov vrátnica a servisná hala odporúčame merať spotrebu elektrickej energie zvlášť na vykurovanie, vzduchotechniku, prípravu teplej vody a osvetlenie.
Objekt umyváreň je budova s inštalovanou linkou na umývanie autobusov. Budova je podľa podľa zástupcov prevádzkovateľa takmer stále otvorená počas celého roka. Ani nijako nie je evidovaná jej prevádzka. Preto ani nebola zaradená do vykonania energetického auditu. Ak by došlo k zmene prevádzkového režimu budovy, odporúčame merať spotrebu elektriny zvlášť na vykurovanie, zvlášť na osvetlenie a zvlášť na technológiu umyvárne.
Spotrebu elektriny na čerpacej stanici netreba zvlášť podrobnejšie merať.
Takisto 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. umyváreň
4. vonkajší priestor

V rámci objektov vrátnica a servisná hala odporúčame zvlášť merať spotrebu vody (suroviny) na prípravu teplej vody, prípadne spotrebu vody na upratovanie autobusov.
Spotrebu vody v umyvárni a vo vonkajšom priestore nemá podľa našich poznatkov význam ďalej podrobnejšie merať.

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.