

**Zhodnotenie súčasného stavu
areálu Ústavu na výkon väzby a
Ústavu na výkon trestu odňatia
slobody Prešov, Oddelenie
výkonu trestu Sabinov, 2. časť**

Spracovateľ: **Slovenská inovačná a energetická agentúra**

Riešitelia: Ing. Peter Slezák
Ing. Jana Feriancová
Ing. Tomáš Lihan

Dátum: Október 2019

OBSAH

ÚVOD	7
IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE.....	8
PODKLADY A ZDROJE ÚDAJOV.....	9
1. SO 07 - Administratívna budova a zdravotné stredisko	10
1.1 Lokalizácia.....	10
1.2 Charakteristika predmetu energetického auditu.....	10
1.3 Technické a geometrické parametre budovy	11
1.4 Energetické vstupy a výstupy	11
1.4.1 Teplo CZT	11
1.4.2 Elektrina	12
1.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania	13
1.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky	13
1.5.2 Pevné stavebné konštrukcie	14
1.5.3 Otvorové konštrukcie.....	17
1.5.4 Tepelné mosty	19
1.5.5 Tepelná strata vetraním	19
1.5.6 Tepelný zisk.....	21
1.5.7 Vykurovací systém.....	22
1.5.8 Energia na vykurovanie.....	27
1.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody	28
1.6.1 Systém prípravy teplej vody	28
1.6.2 Energia na prípravu teplej vody	30
1.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia	31
1.7.1 Systém osvetlenia	31
1.7.2 Energia na osvetlenie	33
1.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy	34
1.8.1 Vykurovanie.....	34
1.8.2 Príprava teplej vody	35
1.8.3 Osvetlenie	35
1.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia	35
1.9 Návrh merania spotreby energie	36
2. SO 08 - Hospodárska budova - práčovňa, žehliareň	38
2.1 Lokalizácia.....	38
2.2 Charakteristika predmetu energetického auditu.....	38
2.3 Technické a geometrické parametre budovy	39

2.4 Energetické vstupy a výstupy	39
2.4.1 Teplo CZT	39
2.4.2 Elektrina	40
2.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania	41
2.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky	41
2.5.2 Pevné stavebné konštrukcie	42
2.5.3 Otvorové konštrukcie	44
2.5.4 Tepelné mosty	45
2.5.5 Tepelná strata vetraním	46
2.5.6 Tepelný zisk	47
2.5.7 Vykurovací systém	48
2.5.8 Energia na vykurovanie	54
2.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody	55
2.6.1 Systém prípravy teplej vody	55
2.6.2 Energia na prípravu teplej vody	57
2.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia	58
2.7.1 Systém osvetlenia	58
2.7.2 Energia na osvetlenie	59
2.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy	60
2.8.1 Vykurovanie	61
2.8.2 Príprava teplej vody	62
2.8.3 Osvetlenie	62
2.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia	62
2.9 Návrh merania spotreby energie	63
3. SO 09 - Sociálna budova príslušníkov VT	65
3.1 Lokalizácia	65
3.2 Charakteristika predmetu energetického auditu	65
3.3 Technické a geometrické parametre budovy	66
3.4 Energetické vstupy a výstupy	66
3.4.1 Teplo CZT	66
3.4.2 Elektrina	67
3.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania	68
3.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky	68
3.5.2 Pevné stavebné konštrukcie	69
3.5.3 Otvorové konštrukcie	73
3.5.4 Tepelné mosty	76
3.5.5 Tepelná strata vetraním	76

3.5.6	Tepelný zisk	78
3.5.7	Vykurovací systém	79
3.5.8	Energia na vykurovanie	81
3.6	Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody	83
3.6.1	Systém prípravy teplej vody	83
3.6.2	Energia na prípravu teplej vody	85
3.7	Technicko energetické posúdenie osvetlenia	86
3.7.1	Systém osvetlenia	86
3.7.2	Energia na osvetlenie	87
3.8	Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy	88
3.8.1	Vykurovanie	89
3.8.2	Príprava teplej vody	89
3.8.3	Osvetlenie	90
3.8.4	Globálny ukazovateľ primárna energia	90
3.9	Návrh merania spotreby energie	91
4.	SO 10 - Veliteľ smeny, šatne OOaO	93
4.1	Lokalizácia	93
4.2	Charakteristika predmetu energetického auditu	93
4.3	Technické a geometrické parametre budovy	94
4.4	Energetické vstupy a výstupy	94
4.4.1	Teplo CZT	94
4.4.2	Elektrina	95
4.5	Technicko energetické posúdenie vykurovania	96
4.5.1	Teplo klimatické výpočtové podmienky	96
4.5.2	Pevné stavebné konštrukcie	97
4.5.3	Otvorové konštrukcie	101
4.5.4	Tepelné mosty	104
4.5.5	Tepelná strata vetraním	104
4.5.6	Tepelný zisk	106
4.5.7	Vykurovací systém	107
4.5.8	Energia na vykurovanie	113
4.6	Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody	114
4.6.1	Systém prípravy teplej vody	114
4.6.2	Energia na prípravu teplej vody	116
4.7	Technicko energetické posúdenie osvetlenia	117
4.7.1	Systém osvetlenia	117
4.7.2	Energia na osvetlenie	119

4.8	Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy	119
4.8.1	Vykurovanie	120
4.8.2	Príprava teplej vody	121
4.8.3	Osvetlenie	121
4.8.4	Globálny ukazovateľ primárna energia	121
4.9	Návrh merania spotreby energie	122
5.	SO 11 - Autoprevádzka	124
5.1	Lokalizácia	124
5.2	Charakteristika predmetu energetického auditu	124
5.3	Technické a geometrické parametre budovy	125
5.4	Energetické vstupy a výstupy	125
5.4.1	Teplo CZT	125
5.4.2	Elektrina	126
5.5	Technicko energetické posúdenie vykurovania	127
5.5.1	Teplotno klimatické výpočtové podmienky	127
5.5.2	Pevné stavebné konštrukcie	128
5.5.3	Otvorové konštrukcie	130
5.5.4	Tepelné mosty	132
5.5.5	Tepelná strata vetraním	133
5.5.6	Tepelný zisk	134
5.5.7	Vykurovací systém	135
5.5.8	Energia na vykurovanie	138
5.6	Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody	139
5.6.1	Systém prípravy teplej vody	139
5.6.2	Energia na prípravu teplej vody	141
5.7	Technicko energetické posúdenie osvetlenia	142
5.7.1	Systém osvetlenia	142
5.7.2	Energia na osvetlenie	144
5.8	Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy	144
5.8.1	Vykurovanie	145
5.8.2	Príprava teplej vody	146
5.8.3	Osvetlenie	146
5.8.4	Globálny ukazovateľ primárna energia	146
5.9	Návrh merania spotreby energie	147
	ZÁVER	149

ÚVOD

Táto správa z energetického auditu je vypracovaná bezplatne na základe uzatvorenej zmluvy o spolupráci pri príprave projektov zvyšovania energetickej efektívnosti budov realizovaných prostredníctvom energetických služieb s garantovanou úsporou energie.

Hlavným účelom energetického auditu je poskytnúť komplexné informácie o budove a jej energetických systémoch a poskytnúť informácie pre využitie programu garantované energetické služby.

Nezanedbateľným cieľom tejto správy z energetického auditu je aj zvyšovanie informovanosti hlavne pre zamestnancov verejného sektora, ktorí sa zaoberajú nízkouhlíkovými opatreniami a vyhodnocovaním spotreby energie. Z toho dôvodu je snaha o prehľadné štruktúrovanie tohto dokumentu 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 súčasne s parametrami súčasného stavu budovy a jej systémov.

Správa z energetického auditu je autorským dielom spracovateľa a verejné rozširovanie originálu alebo jeho rozmnoženín podlieha súhlasu spracovateľa.

IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

Objednávateľ

Názov: Generálne riaditeľstvo Zboru väzenskej a justičnej stráže
Adresa: Šagátova ul. č. 1, 813 04 Bratislava 1
Štatutárny zástupca: gen. Ing. Milan Ivan, generálny riaditeľ Zboru väzenskej a justičnej stráže
Kontaktná osoba: plk. Ing. Martin Križan
Telefón: 02/20831507, 0905 200 859
E-mail: martin.krizan@zvjs.sk
IČO: 00 212 008

Spracovateľ

Názov: Slovenská inovačná a energetická agentúra
Adresa: Bajkalská 27, 827 99 Bratislava
Štatutárny zástupca: Ing. Alexandra Velická, PhD, generálna riaditeľka
Kontaktná osoba: Ing. Jana Feriancová
Telefón: +421/258248111
E-mail: office@siea.gov.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.

Pri posudzovaní energetickej náročnosti a kvantifikáciu možných úspor energie boli použité nasledovné dokumenty:

- STN EN ISO 13790 : 2008 – Energetická hospodárnosť budov, Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie,
- STN EN ISO 12831 : 2018 – Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu,
- STN EN ISO 13789 : 2008 – Tepelnotechnické vlastnosti budov, Merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním,
- STN EN ISO 13370 : 2008 – Tepelnotechnické vlastnosti budov, Šírenie tepla zeminou,
- STN EN 15316 : 2017 – Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému,
- STN EN ISO 6946 : 2008 – Stavebné konštrukcie, Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla,
- STN 73 0540-2 : 2012 – Tepelná ochrana budov, Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, časť 2 – funkčné požiadavky,
- STN 73 0540-3 : 2012 – Tepelná ochrana budov, Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, časť 3 – Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov,
- STN EN ISO 10077-1 : 2007 – Tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc, výpočet súčiniteľa prechodu tepla,
- STN EN 12464-1 : 2012 – Svetlo a osvetlenie, Osvetlenie pracovísk, Časť 1: Vnútorne pracoviská,
- STN EN 15193 : 2017 – Energetická hospodárnosť budov, Energetické požiadavky na osvetlenie,
- CIE 97 : 2005 – Guide on the maintenance of indoor electric lighting systems,

1. SO 07 - Administratívna budova a zdravotné stredisko

1.1 Lokalizácia

Tabuľka 1.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu

Adresa (ulica, číslo):	kpt. Nálepku 15
Obec:	Sabinov
Okres:	Sabinov
Nadmorská výška (m n.m.):	333

1.2 Charakteristika predmetu energetického auditu

Objekt slúžil ako administratívna budova a zdravotné stredisko areálu ÚVV a ÚVTOS - OVT. Nachádza sa v juhozápadnej časti areálu medzi výrobnou budovou a hospodárskou budovou. Budova je dvojpodlažná, z polovice podpivničená. Využívanie objektu je na jednu pracovnú zmenu a pracuje v nej približne 20 osôb. V roku 2007 prešla budova významnou rekonštrukciou.

Obvodové murivo je z plnej pálenej tehly hr. 500 mm a 650 mm, zateplené tepelnou izoláciou z EPS hr. 80 mm. Murivo pod terénom je z plnej pálenej tehly hr. 750 mm.

Podlahu na teréne tvorí pôvodný podkladový betón, cementový poter a následné vrstvy podlahy.

Stropné konštrukcie v 1.PP tvoria valené klenby. V 1.NP sú stropy čiastočne klenbové (valená klenba) a tiež rovné. Na 2.NP sú stropy iba rovné, zateplené tepelnou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 160 mm medzi drevenými prvkami, so zakrytím voľne položenou lepenkou.

Strechu tvorí drevený krov manzardovej väznicovej sústavy. Strešná krytina je plechová s ochranným náterom.

Na prízemí a poschodí sú okná plastové s izolačným dvojsklom. Okná v suteréne sú pôvodné ocel'ové s dvojitém zasklením. Vstupné dvere sú taktiež plastové s izolačným dvojsklom.

Budova je prevádzkovaná celoročne, slúži ako administratíva a zdravotné stredisko pre odsúdených.

Tabuľka 1.2: Prevádzkový režim

Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Denná prevádzka	205	8

1.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 1.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m ²):	A	365
Obvod zastavanej plochy (m):	P _F	80
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m ³):	V _B	3 811
Počet nadzemných podlaží:	N	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L _B	3,92
Celková teplovýmenná plocha budovy (m ²):	ΣA _i	1 639
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹):	ΣA _i /V _B	0,43
Celková podlahová plocha budovy (m ²):	A _B	973

Tabuľka 1.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m ²)
administratívna budova	973

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 oklieštená hodnota nákladu je z dôvodu objektívneho výpočtu ekonomickej návratnosti navrhovaných racionalizačných opatrení. Náklady na energie sú uvedené bez DPH.

1.4.1 Teplo CZT

Dodávateľ zemného plynu: MET Slovakia, a.s.

Vzhľadom na to, že na vstupe do budovy nie sú osadené merače vykurovacej a teplej vody, ich množstvo bolo stanovené odborným odhadom na základe charakteru a stavebných rozmerov objektov pripojených k zdroju tepla.

Tabuľka 1.5: Spotreba - teplo CZT

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2016	89 000	2 834,34
2017	89 548	2 696,00
2018	82 257	2 691,92
Priemer:	86 935	

Tabuľka 1.6: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	89 000	0	0	0	0
2017	89 548	0	0	0	0
2018	82 257	0	0	0	0
Priemer:	86 935	0	0	0	0

1.4.2 Elektrina

Dodávateľ elektrickej energie za roky 2016 a 2018: Slovenské elektrárne, SE Predaj, s.r.o. od 1.5.2018 dodávateľ zmenil názov na Slovenské elektrárne - energetické služby, s.r.o. a za rok 2017: Energa Slovakia, s.r.o.

Vzhľadom na to, že na vstupe do budovy nie je osadený merač spotrebovanej elektrickej energie, jej množstvo bolo stanovené odborným odhadom na základe charakteru prevádzky objektu.

Tabuľka 1.7: Spotreba - elektrina

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2016	58 928	6 682,36
2017	58 647	6 886,30
2018	58 069	6 869,95
Priemer:	58 548	

Tabuľka 1.8: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	8 657	19 754	0	10 209	20 308
2017	8 616	19 612	0	10 160	20 259
2018	8 531	19 320	0	10 060	20 158
Priemer:	8 601	19 562	0	10 143	20 242

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 ($^{\circ}D$) 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: $^{\circ}D = d * (\theta_i - \theta_{ex})$, kde:

d - priemerný počet vykurovacích dní,

θ_i - vnútorná výpočtová teplota,

θ_{ex} - priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia.

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

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

V prípade normalizovaného hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer normalizovaných vnútorných teplôt, pričom váhou je podlahová plocha jednotlivých kategórií budovy.

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 $3,86^{\circ}C$.

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.

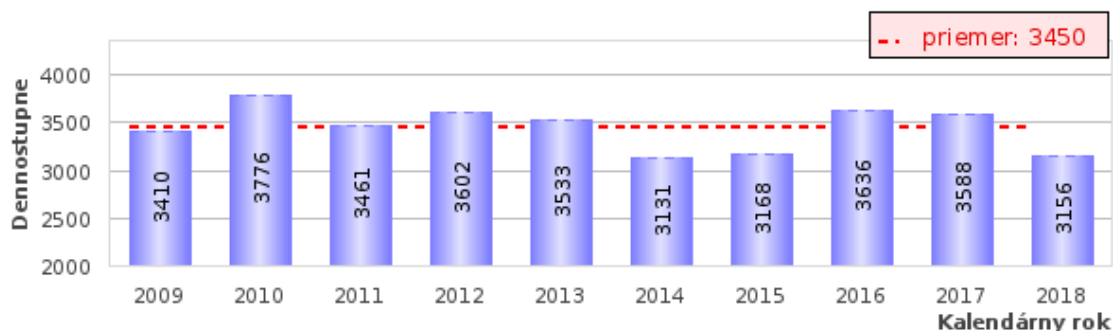
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

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.

Areál ÚVV a ÚVTOS - OVT, súčasťou ktorého je aj objekt SO 07 Administratívna budova a zdravotné stredisko sa nachádza v strede mesta Sabinov v zastavanej časti.

Tabuľka 1.9: Počet vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota

Kalendárny rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Počet vykurovacích dní	220	236	206	217	225	239	220	244	230	196
Priem. vonkajšia tep. (°C)	3.5	3.0	2.2	2.4	3.3	5.9	4.6	4.1	3.4	2.9
Počet dennostupňov	3 410	3 776	3 461	3 602	3 533	3 131	3 168	3 636	3 588	3 156

**Graf 1.1: Pribeh dennostupňov a porovnanie s priemerom**

Priestory v budove sú rozdelené na administratívnu časť a časť pre zdravotné zariadenie. Teplota jednotlivých vnútorných priestorov budovy nie je meraná ani riadená priestorovým termostatom. Vnútorná teplota je určená profesionálnym odhadom na základe konzultácie s prevádzkovateľom budovy. Počas vykurovacej sezóny neboli uplatňované vykurovacie útlmy. V celej budove je udržiavaná stála vnútorná teplota s nepretržitou prevádzkou.

Tabuľka 1.10: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru

Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m ²)	Priemerná teplota (°C)
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	487	20,0
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	487	18,0

Tabuľka 1.11: Klimatické podmienky

	Prevádzkové hodnotenie	Normalizované hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	-15	-
Klimaticky exponované miesto:	nie	-
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (m/s):	< 2,0	-
Priemerná rýchlosť vetra 50m nad terénom (m/s):	2,4	-
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	3,53	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní:	223	212
Priemerný počet dennostupňov:	3 450	3 422

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 teplotné vlastnosti stavebných materiálov, ktoré sú charakterizované týmito veličinami:

- hrúbka homogénnej vrstvy d (m);
- súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/(m.K));
- objemová hmotnosť ρ (kg/m³);
- merná tepelná kapacita c (J/(kg.K));

Tepelný odpor stavebnej konštrukcie R (m².K/W) je určený súčtom tepelných odporov jednotlivých homogénnych vrstiev. Tepelný odpor homogénnej vrstvy stavebnej konštrukcie sa určuje podľa vzorca:

$$R = d / \lambda$$

Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m².K)) predstavuje celkovú výmenu tepla medzi prostrediami oddelenými od seba stavebnou konštrukciou s tepelným odporom R . Určuje sa podľa vzťahu:

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) \text{ kde:}$$

R_{si} - odpor pri prechode tepla na vnútornej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

R_{se} - odpor pri prechode tepla na vonkajšej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

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:

$$\text{ak } dt < B, \text{ potom: } U = 2 * \lambda / (\pi * B + dt) * \ln(\pi * B / dt + 1)$$

$$\text{ináč: } U = \lambda / (0,457 * B + dt)$$

λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy ($\lambda = 2$ W/(m.K)),

π - ludolfovo číslo ($\pi = 3,14$),

dt - ekvivalentná hrúbka podlahy ($dt = w + \lambda (R_{si} + R_f + R_{se})$),

B - charakteristický rozmer podlahy.

Tabuľka 1.12: Zoznam pevných stavebných konštrukcií

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	Obvodová stena 1.NP				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - plné pálené tehly	0,650	0,850	0,765	1 800	900
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,080	0,040	2,000	25	1 270
omietka - silikónová	0,002	0,700	0,003	1 800	1 250
U = 0.34 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	Obvodová stena 2.NP				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - plné pálené tehly	0,500	0,850	0,588	1 800	900
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,080	0,040	2,000	25	1 270
omietka - silikónová	0,002	0,700	0,003	1 800	1 250
U = 0.36 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena vykurovaného priestoru priľahlá k zemine				
Stručný popis konštrukcie:	Obvodová stena suterénu				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - plné pálené tehly	0,750	0,850	0,882	1 800	900
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
U = 0.43 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha vykurovaného suterénu				
Stručný popis konštrukcie:	Podlaha 1.PP				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,009	1,010	0,009	2 000	840
vyravnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,030	1,000	0,030	2 000	840
betón - obyčajný hutný	0,200	1,300	0,154	2 200	1 020
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
U = 0.35 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche				
Stručný popis konštrukcie:	Podlaha 1.NP				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,009	1,010	0,009	2 000	840
vyravnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,030	1,000	0,030	2 000	840
betón - obyčajný hutný	0,200	1,300	0,154	2 200	1 020
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200		1 280	1 470
U = 0.68 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru (povaly)				
Stručný popis konštrukcie:	Strecha				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
betón - železobetón	0,200	1,430	0,140	2 400	1 020
sypký materiál - škvára	0,060	0,270	0,222	750	750
murivo - plné pálené tehly	0,080	0,850	0,094	1 800	900
tep. izolácia - kamenná vlna	0,160	0,040	4,000	33	940
hydroizolácia - IPA	0,032	0,200	0,160	1 280	1 470
U = 0.21 W/(m².K)					

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

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota U (W/(m ² .K))	Súčasný stav	
		U (W/(m ² .K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Obvodová stena 1.NP	0,22	0,34	nevyhovuje
Obvodová stena 2.NP	0,22	0,36	nevyhovuje
Strecha	0,20	0,21	nevyhovuje

Tabuľka 1.14: Splnenie požiadavky na tepelný odpor podľa STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota R (m ² K/W)	Súčasný stav	
		R (m ² K/W)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Obvodová stena suterénu	1,50	0,94	nevyhovuje
Podlaha 1.PP	2,00	0,22	nevyhovuje
Podlaha 1.NP	2,50	0,19	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 (U_w) závisí od prechodu tepla a plochy rámu otvorovej konštrukcie a prechodu tepla a plochy výplne. Výpočet upravuje STN EN ISO 10077-1. Hodnota U_w je určená podľa vzťahu:

$$U_w = (U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi \cdot l_g) / (A_f + A_g)$$

U_f - súčiniteľ prechodu tepla rámu (W/(m².K));

A_f - plocha rámu (m²);

U_g - súčiniteľ prechodu tepla výplne (W/(m².K));

A_g - plocha výplne (m²);

Ψ - lineárny stratový činiteľ (W/(m.K));

l_g - obvod výplne (m);

Súčiniteľ prechodu tepla zasklenia U_g 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 distančného profilu.

Výslednú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla otvorovej konštrukcie ovplyvňuje aj pomerná plocha zasklenia, rámovej konštrukcie, geometria okna, konštrukcia okna (jednokrídlové, dvojkřídlové), 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 U_w natoľko, že nie je možné dosiahnuť požadovanú hodnotu U podľa STN 73 0540-2.

Tabuľka 1.15: Zoznam otvorových konštrukcií

P. č.	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	U_w
1	okno v obvodovej stene (1.30m x 2.25m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.06$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.87$ m ²	1.31

Tabuľka 1.15: Zoznam otvorových konštrukcií - pokračovanie

P. č.	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
2	dvere v obvodovej stene (0.65m x 1.18m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.43$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.34$ m ²	1.42
3	okno v obvodovej stene (0.60m x 1.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.48$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.36$ m ²	1.43
4	dvere v obvodovej stene (1.10m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.05$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.26$ m ²	1.40
5	okno v obvodovej stene (1.25m x 1.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.65$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.60$ m ²	1.44
6	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)	Rám: drevený netesnený, $U_f=2.72$ W/(m ² .K), $A_f = 0.28$ m ² Výplň: zasklenie zdvojené, $U_g=2.80$ W/(m ² .K), $A_g = 0.32$ m ²	2.76

Tabuľka 1.16: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

P.č.	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m ² .K))	Požadovaná hodnota U (W/(m ² .K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
1	okno v obvodovej stene (1.30m x 2.25m)	1.31	1.00	nevyhovuje
2	dvere v obvodovej stene (0.65m x 1.18m)	1.42	1.00	nevyhovuje
3	okno v obvodovej stene (0.60m x 1.40m)	1.43	1.00	nevyhovuje
4	dvere v obvodovej stene (1.10m x 2.10m)	1.40	1.00	nevyhovuje
5	okno v obvodovej stene (1.25m x 1.00m)	1.44	1.00	nevyhovuje
6	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)	2.76	1.00	nevyhovuje

Tabuľka 1.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Otvorová konštrukcia	JZ	SV	JV	SZ
1	okno v obvodovej stene (1.30m x 2.25m)	14	8	2	2
2	dvere v obvodovej stene (0.65m x 1.18m)		2		
3	okno v obvodovej stene (0.60m x 1.40m)		2		
4	dvere v obvodovej stene (1.10m x 2.10m)			1	1
5	okno v obvodovej stene (1.25m x 1.00m)			1	
6	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.60m)	6			1

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 rosny 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 $\Delta U = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, resp. pre prípad spojitely tepelnej izolácie na vonkajšom povrchu konštrukcie je $\Delta U = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:

$$\Delta H = \Delta U * \Sigma A_i \text{ (W/K)}$$

ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$);

ΣA_i - celková teplovýmenná plocha budovy (m^2).

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:

$$\Delta H = \Psi_e * l \text{ (W/K)}$$

Ψ_e - lineárny stratový súčiniteľ určený podľa katalógu ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$);

l - dĺžka lineárneho tepelného mosta (m).

Tabuľka 1.18: Tepelné mosty (približný výpočet)

	Súčasný stav
Zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$):	0,05
Celková teplovýmenná plocha budovy (m^2):	1 639
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	81,949

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 záveternej 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 (m^3/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu ($1/h$) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m^3). 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:

$$H_v = V_i \cdot p_a \cdot c_a$$

kde:

H_v - merná tepelná strata vetraním (W/K)

V_i - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m^3/h)

$p_a \cdot c_a$ - efektívna tepelná kapacita vzduchu ($0,333 \text{ W.h}/(m^3.K)$)

Tabuľka 1.19: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu

Trieda ochrany budovy:	nechránené
Tesnosť interiérových dverí:	netesné (bez prahu)
Objem vnútorného vzduchu (m^3):	3 049

Tabuľka 1.20: Minimálna intenzita výmeny vzduchu

Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu ($1/h$)
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	1,0
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	0,5
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu ($1/h$):	0,75

Tabuľka 1.21: Prirodzené vetranie

Minimálny objemový tok vzduchu (m^3/h):	2 286,75
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie ($1/h$):	0,039
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m^3/h):	118,91
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m^3/h):	2 286,75

Tabuľka 1.22: Merná tepelná strata vetraním

Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m^3/h):	2 286,75
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	762,250

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 (A_{sol}) a určuje sa nasledovne:

$$A_{sol} = A_w * g_n * F_c$$

A_w - plocha výplne otvorovej konštrukcie,

g_n - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,

F_c - 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 (Q_{sol}) je vypočítaný podľa vzorca:

$$Q_{sol} = I_{sol} * A_{sol} * F_{sol} \text{ (kWh)}$$

kde:

I_{sol} - celková energia slnečného žiarenia,

A_{sol} - účinná kolekčná plocha,

F_{sol} - 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.

Tabuľka 1.23: Solárny tepelný zisk

Orientácia otvorovej konštrukcie:	JV	JZ	SV	SZ
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m ²):	260	260	130	130
Zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany:	1,00	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m ²):	4,20	21,08	12,27	3,99
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	1 092	5 481	1 595	519
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	8 687			

Tabuľka 1.24: Vnútorný tepelný zisk

Metabolický tepelný zisk (kWh):	4 951
Tepelný zisk vplyvom spotrebičov (kWh):	17 514
Vnútorný tepelný zisk (kWh):	22 465

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 ($Q_{em, is}$) je spôsobená hlavne nerovnomerným rozdelením teploty vplyvom nerovnomerného rozloženia vykurovacích telies (napr. umiestnenie radiátorov pod oknami). Táto strata sa určí podľa vzorca:

$$Q_{em, is} = Q_{nd, inc} - Q_{nd} - 2 * Q_{w, hs, i} \text{ (kWh)}$$

kde:

$Q_{nd, inc}$ - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty zvýšenej o priemernú priestorovú zmenu teploty,

Q_{nd} - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty

$Q_{w, hs, i}$ - časť obnovennej 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:

$$W_{em, aux} = \sum P * Q_{nd} * k / Ph / 1000 \text{ (kWh)}$$

kde:

P - elektrický príkon pomocných zariadení,

Q_{nd} - 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

podsystemu distribúcie tepla $Q_{dis,ls}$ sa určí podľa vzorca:

$$Q_{dis,ls} = \sum \Psi_j * (\Phi_m - \Phi_i) * L_j * t / 1000 \text{ (kWh)}$$

kde:

Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia určený na základe tepelnej vodivosti a hrúbky tepelnej izolácie,

Φ_m - stredná teplota teplotnosnej látky určená na základe teplotného spádu,

Φ_i - priemerná teplota nevykurovaného priestoru,

L_j - dĺžka potrubia,

t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Prídavná energia podsystemu distribúcie tepla (kWh) sa určí na základe súčiny príkonov obehových čerpadiel a počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému.

Podsystem 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 (kotel na tuhé palivo) a nízkotepelného 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 podsystemu akumulácie tepla sa určí podľa vzorca:

$$Q_{s,ls} = q_z * (\Phi_s - \Phi_{amb}) * t / 1000$$

kde:

$Q_{s,ls}$ - tepelná strata podsystemu akumulácie tepla,

q_z - merná tepelná strata akumuláčného zásobníka určená na základe tepelnej vodivosti tepelnej izolácie a jej hrúbky,

Φ_s - priemerná teplota vody v akumuláčnom zásobníku,

Φ_{amb} - priemerná teplota okolia,

t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Podsystem 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 podsystemu výroby tepla je záporná, teda sa jedná o tepelný zisk.

Tepelná strata podsystemu výroby tepla $Q_{gen,ls}$ sa určí podľa vzorca:

$$Q_{gen,ls} = \sum (Q_{entry} * k) / \eta - Q_{entry} * k$$

kde:

Q_{entry} - energia na vstupe nasledujúceho podsystemu (akumulácie alebo distribúcie),

k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením,

η - faktor transformácie energie.

Zdroj tepla pre vykurovanie objektu slúži jestvujúca nízkotlaká teplovodná kotolňa na spaľovanie zemného plynu, umiestnená v jedálenskom bloku. Do objektu SO 07 Administratívna budova a zdravotné stredisko je privedená vykurovacia voda potrubím UK DN 50. Vykurovacia sústava kotolne je s neprerušovanou prevádzkou, s možnosťou tlmeného režimu v dobe mimo prevádzky zásobovaných objektov. Kotolňa je teplovodná nízkotlaká s tepelným spádom 92,5/67,5°C.

Vykurovacie médium, voda je z kotolne privedené teplovodným kanálom do suterénu technickej miestnosti. Potrubie stúpa pod strop suterénu, kde sa delí na 2 hlavné stúpačky, ktoré stúpajú na 1.NP. Vykurovacie telesá sú z väčšej časti vymenené za oceľové doskové s termoregulačným ventilom.

Na dokurovanie objektu v zimnom období sa taktiež využíva elektrický ohrievač s príkonom 2kW.

Tabuľka 1.25: Vykurovací systém - 1. časť		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	s podsystémom distribúcie	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 500	3 500
Teplotný spád (°C):	92,5/67,5	92,5/67,5

Tabuľka 1.26: Podsystém odovzdávania tepla - zariadenia na odovzdávanie tepla					
Súčasný stav			Navrhovaný stav		
Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)
radiátor teplovodný	0,2	0	radiátor teplovodný	0,2	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):	1 444	1 444
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00	1,00

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)
diaľkové vykurovanie	CZT	0,0	0,00	0	diaľkové vykurovanie	CZT	0,0	0,00	0

Tabuľka 1.29: Podsystem výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystemu výroby tepla (kWh):	0	0
Prídavná energia podsystemu výroby tepla (kWh):	0	0

Tabuľka 1.30: Vykurovací systém - 2. časť		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	bez podsystemu distribúcie	s podsystemom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 300	3 300
Teplotný spád (°C):		92,5/67,5

Tabuľka 1.31: Podsystem 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	EL	0,2	2,00	1,00	0	radiátor teplovodný	0,2	0

Tabuľka 1.32: Podsystem odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20	0,20
Tepelná strata podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	143	143
Prídavná energia podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00	1,00

Tabulka 1.33: Podsystem výroby - zariadenia na výrobu tepla									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
-	-	-	-	-	diaľkové vykurovanie	CZT	0,0	0,00	0

Tabulka 1.34: Podsystem výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystemu výroby tepla (kWh):	-	0
Prídavná energia podsystemu výroby tepla (kWh):	-	0

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 Q_{nd} (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Q_{nd} = Q_{ht} - \eta_{gn} * Q_{gn}$$

kde:

Q_{ht} - celkový prenos tepla (kWh),

η_{gn} - faktor využitia tepelných ziskov je funkciou tepelnej bilancie pomeru tepelných ziskov Q_{gn} , celkového prenosu tepla Q_{ht} a bezrozmerného číselného parametra závislého od vnútornej tepelnej kapacity vypočítanej pre maximálnu hrúbku 0,1 m vnútorných konštrukcií budovy.

Q_{gn} - tepelný zisk (kWh) je určený súčtom solárnych ziskov a vnútorných ziskov.

Celkový prenos tepla Q_{ht} (kWh) sa určuje podľa vzorca:

$$Q_{ht} = H * D * 24 / 1000$$

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 U_j všetkých obalových konštrukcií budovy, ich plôch A_j 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 Q_{nd} poníženej o spätné obnovenú tepelnú stratu systému prípravy teplej vody, so zohľadnením tepelných strát a tepelných ziskov vykurovacieho systému.

Tabuľka 1.35: Merná tepelná strata

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	534,494	534,494
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	124,245	124,245
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	81,949	81,949
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	762,250	762,250

Tabuľka 1.36: Energia na vykurovanie

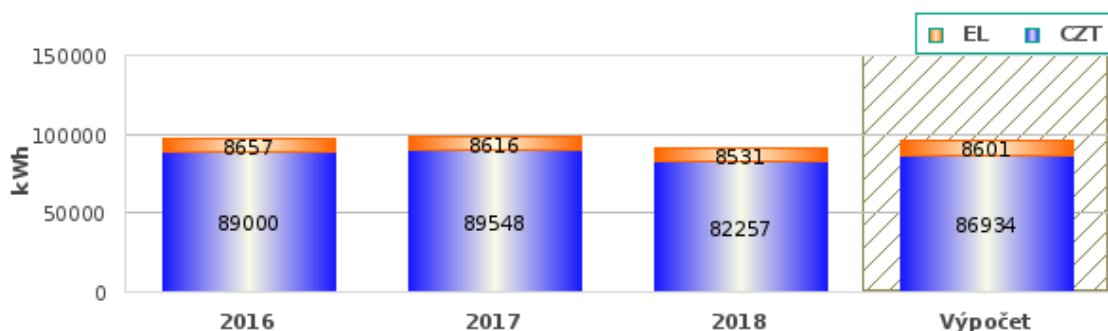
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	1 502,938	1 502,938
Celkový prenos tepla (kWh):	124 443	124 443
Tepelný zisk (kWh):	31 152	31 152
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,978	0,978
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	93 976	93 976
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	34	34
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	93 942	93 942

Tabuľka 1.36: Energia na vykurovanie - pokračovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	95 535	95 535
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	95 535	95 535

Tabuľka 1.37: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	86 934	95 535
elektrina (kWh):	8 601	0



Graf 1.2: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou

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 podsystemov:

- podsystemu distribúcie,
- podsystemu akumulácie,
- podsystemu výroby.

Podľa spôsobu distribúcie rozoznávame dva základné druhy systému teplej vody:

- centrálny ohrev, t.j. s podsystemom distribúcie,
- miestny ohrev v mieste výtoku teplej vody, t.j. bez podsystemu distribúcie (napr. prietokový ohrievač, boiler,...).

Výpočet tepelných strát systému teplej vody sa zakladá na analýze jednotlivých podsystemov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby energie v teplej vode na výtok až po prípravu teplej vody v podsysteme výroby.

Tepelná strata podsystemu 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:

$$Q_{w,dis,on} = \sum \Psi_j * (\Phi_m - \Phi_i) * L_j * t / 1000$$

kde:

Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia,

Φ_m - priemerná teplota vody,

Φ_i - priemerná teplota priestoru v ktorom je uložené potrubie,

L_j - 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:

$$Q_{w,dis,off} = \Sigma ((\rho * c) / 1000 * V * (\Phi_w - \Phi_i) * n) / 3,6$$

kde:

ρ - objemová hmotnosť vody (kg/m³),

c - merná tepelná kapacita vody (kJ/(kg.K)),

V - objem vody obsiahnutej v úseku potrubia (m³),

Φ_w - priemerná teplota vody v potrubí (°C),

Φ_i - priemerná teplota okolitého prostredia (°C),

n - ročný počet cirkulačných cyklov

Tepelná strata podsystemu akumulácie sa vypočíta podľa vzorca:

$$Q_{w,acc,hs} = q_z * (\Phi_s - \Phi_{amb}) * t / 1000$$

kde:

$Q_{w,acc,hs}$ - tepelná strata podsystemu akumulácie vo vykurovaných priestoroch,

q_z - merná tepelná strata akumulačného zásobníka,

Φ_s - priemerná teplota vody na výtok (°C),

Φ_{amb} - priemerná teplota okolia (°C),

t - počet prevádzkových hodín systému (h).

Merná tepelná strata akumulačného zásobníka sa určí podľa vzorca:

$$q_z = (\pi / (1 / (2 * \lambda) * \ln(d / (d - 2 * e)) + 0,13 / d) * v + 2 * (\pi / 4 * (d * d)) / (e / \lambda + 0,13))$$

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 podsystemu výroby sa určí podľa vzorca:

$$Q_{w,gen} = \Sigma (Q_{entry} * k) / \eta - Q_{entry} * k$$

kde:

Q_{entry} - energia na vstupe predchádzajúceho podsystemu (kWh)

k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením

η - faktor transformácie energie

V hygienických priestoroch so sprchami je teplá voda pripravovaná v zásobníkových ohrievačoch teplej vody, pri umývadlách s potrebou TV sa používajú elektrické prietokové ohrievače vody. Rozvod TV je navrhnutý z rúr oceľových pozinkovaných zateplené tepelnou izoláciou z penového polyetylénu.

Tabuľka 1.38: Prevádzkové parametre

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m ³):	420
Priemerná teplota vody na výtoku (°C):	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	10
Druh systému prípravy teplej vody:	bez podsystému distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	205
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	4

Tabuľka 1.39: Podsystém akumulácie - zariadenia

Objem zásobníka (litre)	Tepelná izolácia	Priestor uloženia zásobníka	Počet zásobníkov
150	PUR pena	vykurovaný	1
150	PUR pena	vykurovaný	1

Tabuľka 1.40: Podsystém akumulácie - tepelná strata

Tepelná strata podsystému vo vykurovaných priestoroch (kWh):	55
Tepelná strata podsystému v nevykurovaných priestoroch (kWh):	0

Tabuľka 1.41: Podsystém výroby - zariadenia

Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
prietokový ohrievač	EL	2,0	1,00	0
el. špirála AC	EL	2,0	1,00	0
el. špirála AC	EL	2,0	1,00	0

Tabuľka 1.42: Podsystém výroby - tepelná strata

Tepelná strata podsystému výroby (kWh):	0
Prídavná energia podsystému výroby (kWh):	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:

$$Q = Q_w + Q_{w,dis} + Q_{w,acc} + Q_{w,gen} + W_{aux}$$

kde:

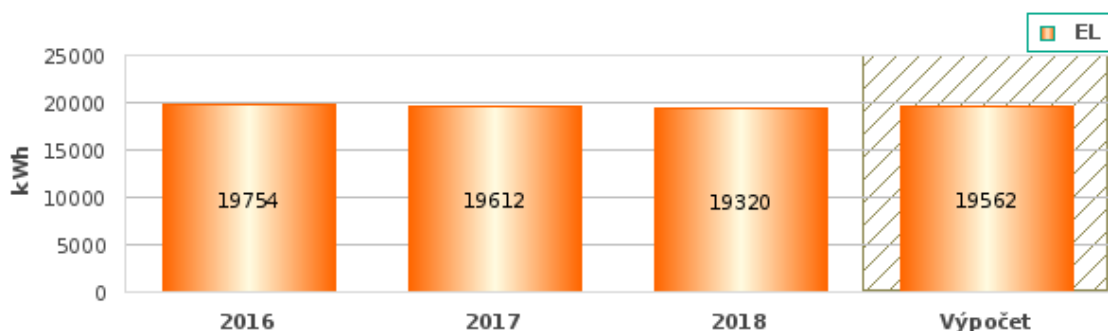
Q_w - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
 $Q_{w,dis}$ - tepelná strata podsystému distribúcie (kWh),
 $Q_{w,acc}$ - tepelná strata podsystému akumulácie (kWh),
 $Q_{w,gen}$ - tepelná strata podsystému výroby (kWh),
 W_{aux} - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 1.43: Energia na prípravu teplej vody

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m ³):	420
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	19 507
Hlavná energia na vstupe podsystemu akumulácie (kWh):	19 562
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	19 562
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	19 562

Tabuľka 1.44: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

elektrina (kWh):	19 562
------------------	--------



Graf 1.3: 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°.

Osvetlenie v objekte Administratívna budova a zdravotné stredisko bolo v minulosti vymenené. Druh svetelného zdroja je väčšinou lineárna žiarivka T8 s magnetickým predradníkom, prípadne klasická žiarovka.

Tabuľka 1.45: Osvetľovaný priestor

Názov priestoru:	Administratíva a zdravotné stredisko
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:	ano
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	0.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	1500
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.46: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore

Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	15
klasická žiarovka	75	1	uzavreté IP 2X	14
klasická žiarovka	100	1	uzavreté IP 2X	1
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	40
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	36	1	uzavreté IP 2X	6
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	18	1	uzavreté IP 2X	24
halogenidová výbojka	70	1	uzavreté IP 2X	1

Tabuľka 1.47: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore

	Požadované
Osvetlenosť (lx):	500
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	19

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 Q_{It} (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Q_{It} = \sum (P_n * t_n)$$

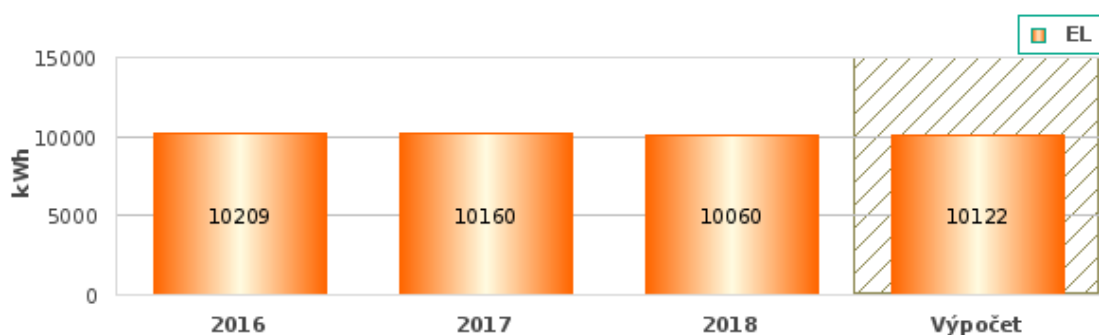
kde:

P_n - 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.

t_n - čas využitia osvetlenia v n -tom priestore (h).

Tabuľka 1.48: Energia na osvetlenie

Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	6 748
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	10 122



Graf 1.4: Porovnanie spotreby energie na osvetlenie s vypočítanou potrebou

1.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy

Budovy sú z hľadiska svojej energetickej hospodárnosti zatriedované do energetických tried, čo umožňuje ich vzájomné porovnanie v rámci územia Slovenska. Postupy hodnotenia a zatriedovania 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, výpočet je vykonávaný 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 vyhláske 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.

1.8.1 Vykurovanie

Tabuľka 1.49: Merná tepelná strata

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	534,494	534,494
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	124,245	124,245
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	81,949	81,949
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	227,033	227,033

Tabuľka 1.50: Potreba energie na vykurovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	967,721	967,721
Celkový prenos tepla (kWh):	79 477	79 477
Tepelný zisk (kWh):	31 152	31 152
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,977	0,977
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	49 041	49 041
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	34	34
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	49 007	49 007
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	49 987	49 987
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	49 987	49 987
Merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m ² .a)):	51,4	51,4

Tabuľka 1.51: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	45 486	49 987
elektrina (kWh):	4 501	0

Tabuľka 1.52: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie	B	B

1.8.2 Príprava teplej vody

Tabuľka 1.53: Potreba energie na prípravu teplej vody

Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	5 838
Hlavná energia na vstupe podsystemu akumulácie (kWh):	5 893
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	5 893
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	5 893
Merná potreba energie na prípravu teplej vody (kWh/(m ² .a)):	6,1

Tabuľka 1.54: Potreba energie na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

elektrina (kWh):	5 893
------------------	-------

Tabuľka 1.55: Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody

Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	B
--	---

1.8.3 Osvetlenie

Tabuľka 1.56: Potreba energie na osvetlenie

Potreba energie na osvetlenie (kWh):	16 101
Merná potreba energie na osvetlenie (kWh/(m ² .a)):	16,5

Tabuľka 1.57: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie

Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	B
--	---

1.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabuľka 1.58: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	45 486	49 987
elektrina (kWh):	26 495	21 994

Tabuľka 1.59: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	59 132	64 983
elektrina (kWh):	58 289	48 387
Spolu (kWh):	117 421	113 370
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m ² .a)):	120,7	116,5

Tabuľka 1.60: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia	B	B

1.9 Návrh merania spotreby energie

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

- hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy,
- zavedenie zónovej regulácie,
- inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách,
- inštalácia inteligentných meracích systémov.

Inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách

Vzhľadom na charakter budovy je na zvážení prevádzkovateľa inštalácie termoregulačných ventilov. Termoregulačné ventily nainštalované na vykurovacích telesách umožňujú automatickú reguláciu teploty v miestnosti a zabráňujú zbytočnému prekurovaniu. Ventil s termostatickou hlavicou automaticky obmedzí prietok vykurovacej vody v dobe slnečného žiarenia do miestnosti s oknami, alebo pri pôsobení iných zdrojov tepla.

Hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy

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

Zabezpečenie splnenia tohto opatrenia (povinnosti) si vyžaduje spracovanie samostatného projektu hydraulického vyváženia, ktorý zohľadní zmenené parametre teploty nosnej látky zariadenia na výrobu tepla resp. dodávky tepla, režim vykurovania a tepelné straty budovy vyvolané obnovou budovy. V posudzovaných budovách nie je možné osadiť termoregulačné ventily na vykurovací systém z dôvodu charakteru a účelu ich využívania. Čiastočné vyregulovanie sa dá dosiahnuť osadením regulátorov diferenčného tlaku a regulačných armatúr na päte vykurovacej sústavy objektu.

Zavedenie zónovej regulácie

Základom je rozdelenie budovy do vykurovacích zón, pričom každá zóna je vykurovaná samostatnou vetvou. Toto opatrenie umožňuje kontrolovať a nastavovať časovo-tepelné režimy v každej jednej vykurovacej zóne individuálne, na základe skutočných potrieb jej užívateľov. Každá regulovaná zóna je vybavená vlastným snímačom teploty a aktívnym regulačným prvkom. Cieľom tohto opatrenia je

zabezpečiť trvale tepelnú pohodu vo všetkých vykurovaných priestoroch za súčasného zníženia spotreby tepla na ich vykurovanie využívajúc individuálne útlmové režimy v jednotlivých zónach a solárne tepelné zisky.

Inštalácia inteligentných meracích systémov

Inteligentný merací systém je súbor zariadení zložený z určeného meradla a ďalších technických prostriedkov, ktorý umožňuje zber, spracovanie a prenos nameraných údajov o výrobe alebo spotrebe energie, alebo energetického média. Ide o elektronický systém, ktorý je schopný merať spotrebu energie a pridávať k tomu viac informácií ako konvenčné meradlo, a ktorý je schopný vyslať a prijímať dáta s využitím niektorej formy elektronickej komunikácie.

Pre transparentné monitorovanie spotreby energie navrhujeme, aby poskytovateľ GES prostredníctvom nainštalovaných meračov priebežne a na vlastné náklady monitoroval spotrebu energie v budove a v jednotlivých technických systémoch, aby v súčinnosti s prijímateľom GES mohli priebežne vyhodnocovať dosahované úspory najmenej jedenkrát ročne.

V prípade neprimerane vysokých nákladov na podružné merania vzhľadom na výšku úspory je možné pristúpiť aj k vyhodnoteniu paušálnych úspor, ktoré musia byť hodnoverným spôsobom podložené zo strany poskytovateľa GES pred uzatvorením zmluvy o GES (napr. elektrická energia – čerpadlá, ventilátory, osvetlenie a pod.).

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

- a) určené meradlo spotreby elektriny na vstupe do budovy,
- b) určené meradlo spotreby elektriny vnútornej osvetľovacej sústavy budovy,
- c) určené meradlo spotreby dodaného tepla na vykurovanie na vstupe do budovy,
- d) určené meradlo spotreby dodaného tepla v teplej vode na vstupe do budovy,
- e) určené meradlo spotreby studenej vody na vstupe do budovy.

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

2. SO 08 - Hospodárska budova - pracovňa, žehliareň

2.1 Lokalizácia

Tabuľka 2.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu

Adresa (ulica, číslo):	kpt. Nálepku 15
Obec:	Sabinov
Okres:	Sabinov
Nadmorská výška (m n.m.):	333

2.2 Charakteristika predmetu energetického auditu

Objekt slúžil ako hospodárska budova areálu ÚVV a ÚVTOS - OVT. Nachádza sa v juhozápadnej časti areálu vedľa Administratívnej budovy a zdravotného strediska. Budova je jednopodlažná, bez suterénu. Objekt sa využíva ako pracovňa, žehliareň a sklady odevov odsúdených. Za pracovnú zmenu v nej pracuje približne 2 - 5 osôb.

Obvodové murivo je z plných pálených tehál hr. 500 mm, bez zateplenia. Vnútoraná omietka je vápenná a vonkajšia omietka je brizolitová.

Podlahu na teréne tvorí pôvodný podkladový betón, cementový poter a následné vrstvy podlahy.

Stropnú konštrukciu tvorí železobetónový traverzový strop hr. 160 mm pravdepodobne so škvarovým násypom hr. 100 mm.

Strecha je pôvodná sedlová s plechovou strešnou krytinou s ochranným náterom.

Okná sú plastové s izolačným dvojsklom. Vstupné dvere sú taktiež plastové s PUR výplňou a so svetlíkom s izolačným dvojsklom.

Budova je prevádzkovaná celoročne, slúži ako pracovňa, žehliareň a sklady odevov odsúdených.

Tabuľka 2.2: Prevádzkový režim

Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Denná prevádzka	205	8

2.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 2.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m ²):	A	414
Obvod zastavanej plochy (m):	P _F	88
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m ³):	V _B	1 366
Počet nadzemných podlaží:	N	1
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L _B	3,30
Celková teplovýmenná plocha budovy (m ²):	ΣA _i	1 119
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹):	ΣA _i /V _B	0,82
Celková podlahová plocha budovy (m ²):	A _B	414

Tabuľka 2.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m ²)
ostatné budovy	414

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 oklieštená hodnota nákladu je z dôvodu objektívneho výpočtu ekonomickej návratnosti navrhovaných racionalizačných opatrení. Náklady na energie sú uvedené bez DPH.

2.4.1 Teplo CZT

Dodávateľ zemného plynu: MET Slovakia, a.s.

Vzhľadom na to, že na vstupe do budovy nie sú osadené merače vykurovacej a teplej vody, ich množstvo bolo stanovené odborným odhadom na základe charakteru a stavebných rozmerov objektov pripojených k zdroju tepla.

Tabuľka 2.5: Spotreba - teplo CZT

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2016	70 609	2 248,65
2017	71 043	2 138,90
2018	65 260	2 135,67
Priemer:	68 971	

Tabuľka 2.6: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	70 609	0	0	0	0
2017	71 043	0	0	0	0
2018	65 260	0	0	0	0
Priemer:	68 971	0	0	0	0

2.4.2 Elektrina

Dodávateľ elektrickej energie za roky 2016 a 2018: Slovenské elektrárne, SE Predaj, s.r.o. od 1.5.2018 dodávateľ zmenil názov na Slovenské elektrárne - energetické služby, s.r.o. a za rok 2017: Energa Slovakia, s.r.o.

Vzhľadom na to, že na vstupe do budovy nie je osadený merač spotrebovanej elektrickej energie, jej množstvo bolo stanovené odborným odhadom na základe charakteru prevádzky objektu.

Tabuľka 2.7: Spotreba - elektrina

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2016	21 318	2 417,40
2017	21 216	2 491,18
2018	21 007	2 485,26
Priemer:	21 180	

Tabuľka 2.8: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	9 466	1 402	0	3 660	6 790
2017	9 421	1 395	0	3 643	6 757
2018	9 328	1 382	0	3 607	6 690
Priemer:	9 405	1 393	0	3 637	6 746

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 ($^{\circ}D$) 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: $^{\circ}D = d * (\theta_i - \theta_{ex})$, kde:

d - priemerný počet vykurovacích dní,

θ_i - vnútorná výpočtová teplota,

θ_{ex} - priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia.

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

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

V prípade normalizovaného hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer normalizovaných vnútorných teplôt, pričom váhou je podlahová plocha jednotlivých kategórií budovy.

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 $3,86^{\circ}C$.

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.

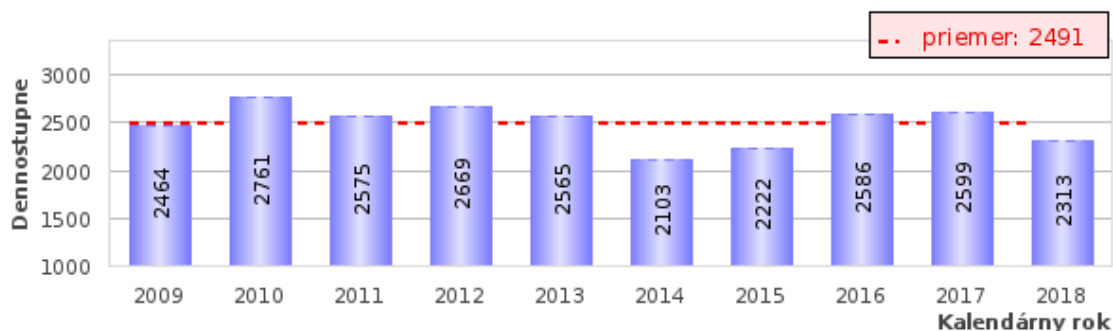
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

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.

Areál ÚVV a ÚVTOS - OVT, súčasťou ktorého je aj objekt SO 08 Hospodárska budova - práčovňa, žehliareň, sa nachádza v strede mesta Sabinov v zastavanej časti.

Tabuľka 2.9: Počet vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota

Kalendárny rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Počet vykurovacích dní	220	236	206	217	225	239	220	244	230	196
Priem. vonkajšia tep. (°C)	3.5	3.0	2.2	2.4	3.3	5.9	4.6	4.1	3.4	2.9
Počet dennostupňov	2 464	2 761	2 575	2 669	2 565	2 103	2 222	2 586	2 599	2 313

**Graf 2.1: Priebiech dennostupňov a porovnanie s priemerom**

Priestory v budove slúžia ako pracovňa, žehliareň a sklady odevov odsúdených. Teplota jednotlivých vnútorných priestorov budovy nie je meraná ani riadená priestorovým termostatom. Vnútorná teplota je určená profesionálnym odhadom na základe konzultácie s prevádzkovateľom budovy. Počas vykurovacej sezóny neboli uplatňované vykurovacie útlmy. V celej budove je udržiavaná stála vnútorná teplota s nepretržitou prevádzkou.

Tabuľka 2.10: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru

Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m ²)	Priemerná teplota (°C)
ostatné - priestory nevýrobné	373	14,0
ostatné - priestory výrobné	41	21,0

Tabuľka 2.11: Klimatické podmienky

	Prevádzkové hodnotenie	Normalizované hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	-15	-
Klimaticky exponované miesto:	nie	-
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (m/s):	< 2,0	-
Priemerná rýchlosť vetra 50m nad terénom (m/s):	2,4	-
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	3,53	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní:	223	212
Priemerný počet dennostupňov:	2 491	0

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 teplotné vlastnosti stavebných materiálov, ktoré sú charakterizované týmito veličinami:

- hrúbka homogénnej vrstvy d (m);
- súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/(m.K));
- objemová hmotnosť ρ (kg/m³);
- merná tepelná kapacita c (J/(kg.K));

Tepelný odpor stavebnej konštrukcie R (m².K/W) je určený súčtom tepelných odporov jednotlivých homogénnych vrstiev. Tepelný odpor homogénnej vrstvy stavebnej konštrukcie sa určuje podľa vzorca:

$$R = d / \lambda$$

Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m².K)) predstavuje celkovú výmenu tepla medzi prostrediami oddelenými od seba stavebnou konštrukciou s tepelným odporom R . Určuje sa podľa vzťahu:

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) \text{ kde:}$$

R_{si} - odpor pri prechode tepla na vnútornej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

R_{se} - odpor pri prechode tepla na vonkajšej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

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:

$$\text{ak } dt < B, \text{ potom: } U = 2 * \lambda / (\pi * B + dt) * \ln(\pi * B / dt + 1)$$

$$\text{ináč: } U = \lambda / (0,457 * B + dt)$$

λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy ($\lambda = 2$ W/(m.K)),

π - ludolfovo číslo ($\pi = 3,14$),

dt - ekvivalentná hrúbka podlahy ($dt = w + \lambda (R_{si} + R_f + R_{se})$),

B - charakteristický rozmer podlahy.

Tabuľka 2.12: Zoznam pevných stavebných konštrukcií

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena hr. 500 mm				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - plné pálené tehly	0,500	0,850	0,588	1 800	900
omietka - vápenná	0,030	0,870	0,034	1 600	840
U = 1.22 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche				
Stručný popis konštrukcie:	podlaha				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,003	1,010	0,003	2 000	840
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,025	1,000	0,025	2 000	840
betón - obyčajný hutný	0,100	1,300	0,077	2 200	1 020
sypký materiál - škvára	0,200	0,270	0,741	750	750
U = 0.32 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru (povaly)				
Stručný popis konštrukcie:	strecha				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
betón - železobetón	0,160	1,430	0,112	2 400	1 020
sypký materiál - škvára	0,100	0,270	0,370	750	750
U = 1.53 W/(m².K)					

Tabuľka 2.13: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Súčasný stav	
		U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
obvodová stena hr. 500 mm	0,22	1,22	nevyhovuje
strecha	0,20	1,53	nevyhovuje

Tabuľka 2.14: Splnenie požiadavky na tepelný odpor podľa STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota R (m²K/W)	Súčasný stav	
		R (m²K/W)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
podlaha	2,50	0,85	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 (U_w) závisí od prechodu tepla a plochy rámu otvorovej konštrukcie a prechodu tepla a plochy výplne. Výpočet upravuje STN EN ISO 10077-1. Hodnota U_w je určená podľa vzťahu:

$$U_w = (U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi \cdot l_g) / (A_f + A_g)$$

U_f - súčiniteľ prechodu tepla rámu (W/(m².K));

A_f - plocha rámu (m²);

U_g - súčiniteľ prechodu tepla výplne (W/(m².K));

A_g - plocha výplne (m²);

Ψ - lineárny stratový činiteľ (W/(m.K));

l_g - obvod výplne (m);

Súčiniteľ prechodu tepla zasklenia U_g 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 distančného profilu.

Výslednú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla otvorovej konštrukcie ovplyvňuje aj pomerná plocha zasklenia, rámovej konštrukcie, geometria okna, konštrukcia okna (jednokrídlové, dvojkřídlové), 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 U_w natoľko, že nie je možné dosiahnuť požadovanú hodnotu U podľa STN 73 0540-2.

Tabuľka 2.15: Zoznam otvorových konštrukcií

P. č.	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	U _w
1	okno v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, U _f =1.40 W/(m ² .K), A _f = 0.89 m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, U _g =1.00 W/(m ² .K), A _g = 1.21 m ²	1.36
2	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, U _f =1.40 W/(m ² .K), A _f = 0.43 m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, U _g =1.00 W/(m ² .K), A _g = 0.37 m ²	1.40
3	dvere v obvodovej stene (1.42m x 3.14m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, U _f =1.40 W/(m ² .K), A _f = 1.20 m ² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 24 mm, U _g =1.12 W/(m ² .K), A _g = 3.26 m ²	1.20
4	sklobetón (1.00m x 2.00m)		3.00

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

P.č.	Otvorová konštrukcia	U _w (W/(m ² .K))	Požadovaná hodnota U (W/(m ² .K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
1	okno v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	1.36	1.00	nevyhovuje
2	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.80m)	1.40	1.00	nevyhovuje
3	dvere v obvodovej stene (1.42m x 3.14m)	1.20	1.00	nevyhovuje
4	sklobetón (1.00m x 2.00m)	3.00	1.00	nevyhovuje

Tabuľka 2.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Otvorová konštrukcia	JV	JZ	SV	SZ
1	okno v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	5		1	4
2	okno v obvodovej stene (1.00m x 0.80m)	4			7
3	dvere v obvodovej stene (1.42m x 3.14m)	1	1		
4	sklobetón (1.00m x 2.00m)	1			

2.5.4 Tepelné mosty

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

Zjednodušený paušálny výpočet sa môže použiť, keď nie sú známe konštrukčné detaily. Relatívna

chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 50%. Výpočet sa vykoná na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov. Hodnoty tohto súčiniteľa sú v STN 73 0540-2 uvedené paušálne. Napríklad, pre prípad murovaných konštrukcií je hodnota $\Delta U = 0,1 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$, resp. pre prípad spojitý tepelnej izolácie na vonkajšom povrchu konštrukcie je $\Delta U = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$. Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:

$$\Delta H = \Delta U * \Sigma A_i \text{ (W/K)}$$

ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($\text{W/(m}^2\text{.K)}$);

ΣA_i - celková teplovýmenná plocha budovy (m^2).

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:

$$\Delta H = \Psi_e * l \text{ (W/K)}$$

Ψ_e - lineárny stratový súčiniteľ určený podľa katalógu (W/(m.K));

l - dĺžka lineárneho tepelného mosta (m).

Tabuľka 2.18: Tepelné mosty (približný výpočet)

	Súčasný stav
Zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($\text{W/(m}^2\text{.K)}$):	0,10
Celková teplovýmenná plocha budovy (m^2):	1 119
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	111,932

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 závetiernej 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 (m^3/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu ($1/\text{h}$) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m^3). 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:

$H_v = V_i \cdot p_a \cdot c_a$
 kde:
 H_v - merná tepelná strata vetraním (W/K)
 V_i - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m^3/h)
 $p_a \cdot c_a$ - efektívna tepelná kapacita vzduchu ($0,333 \text{ W.h}/(m^3.K)$)

Tabuľka 2.19: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu

Trieda ochrany budovy:	nechránené
Tesnosť interiérových dverí:	bez interiérových dverí
Objem vnútorného vzduchu (m^3):	1 093

Tabuľka 2.20: Minimálna intenzita výmeny vzduchu

Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h)
ostatné - priestory nevýrobné	1,0
ostatné - priestory výrobné	1,0
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	1,00

Tabuľka 2.21: Prirodzené vetranie

Minimálny objemový tok vzduchu (m^3/h):	1 093,00
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,023
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m^3/h):	25,14
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m^3/h):	1 093,00

Tabuľka 2.22: Merná tepelná strata vetraním

Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m^3/h):	1 093,00
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	364,333

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:

$$Asol = A_w \cdot g_n \cdot F_c$$

A_w - plocha výplne otvorovej konštrukcie,

g_n - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,

F_c - znižujúci 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 (Q_{sol}) je vypočítaný podľa vzorca:

$$Q_{sol} = I_{sol} * A_{sol} * F_{sol} \text{ (kWh)}$$

kde:

I_{sol} - celková energia slnečného žiarenia,

A_{sol} - účinná kolekčná plocha,

F_{sol} - 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.

Tabuľka 2.23: Solárny tepelný zisk

Orientácia otvorovej konštrukcie:	JV	JZ	SV	SZ
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m ²):	260	260	130	130
Zmenšujúci faktor protislnenej ochrany:	1,00	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m ²):	5,65	0,00	0,91	5,57
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	1 469	0	118	724
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	2 311			

Tabuľka 2.24: Metabolický tepelný zisk

Osoby prítomné v budove:	muži	ženy	deti
Priemerný tepelný tok na osobu (W):	93	79	70
Priemerný denný počet osôb:	5	0	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	18	18	18
Metabolický tepelný zisk (kWh):	1 867	0	0

Tabuľka 2.25: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov

Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	34
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	7 582

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 podsystemom distribúcie tepla, keď miesto výroby tepla je odlišné od miesta odovzdávania tepla,
- bez podsystemu 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 podsystemov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby tepla po zdroj energie, pričom vo výpočte sa zohľadňujú všetky časti vykurovacieho systému.

Podsystem 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 podsystemu odovzdávania tepla ($Q_{em, is}$) je spôsobená hlavne nerovnomerným rozdelením teploty vplyvom nerovnomerného rozloženia vykurovacích telies (napr. umiestnenie radiátorov pod oknami). Táto strata sa určí podľa vzorca:

$$Q_{em, is} = Q_{nd, inc} - Q_{nd} - 2 * Q_{w, hs, i} \text{ (kWh)}$$

kde:

$Q_{nd, inc}$ - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty zvýšenej o priemernú priestorovú zmenu teploty,

Q_{nd} - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty

$Q_{w, hs, i}$ - časť obnovennej 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 podsystemu odovzdávania tepla sa vypočíta podľa vzorca:

$$W_{em, aux} = \sum P * Q_{nd} * k / Ph / 1000 \text{ (kWh)}$$

kde:

P - elektrický príkon pomocných zariadení,

Q_{nd} - potreba tepla na vykurovanie,

k - podiel odovzdávaného tepla príslušným podsystemom,

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 podsystemu 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 podsystemu distribúcie tepla $Q_{dis, ls}$ sa určí podľa vzorca:

$$Q_{dis, ls} = \sum \Psi_j * (\Phi_m - \Phi_i) * L_j * t / 1000 \text{ (kWh)}$$

kde:

Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia určený na základe tepelnej vodivosti a hrúbky tepelnej izolácie,

Φ_m - stredná teplota teplotonosnej látky určená na základe teplotného spádu,

Φ_i - priemerná teplota nevykurovaného priestoru,

L_j - dĺžka potrubia,

t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Prídavná energia podsystemu distribúcie tepla (kWh) sa určí na základe súčinu príkonov obehových čerpadiel a počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému.

Podsystem 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 (kotel na tuhé palivo) a nízko-teplotného 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:

$$Q_{s,ls} = q_z * (\Phi_s - \Phi_{amb}) * t / 1000$$

kde:

$Q_{s,ls}$ - tepelná strata podsystému akumulácie tepla,

q_z - merná tepelná strata akumuláčného zásobníka určená na základe tepelnej vodivosti tepelnej izolácie a jej hrúbky,

Φ_s - priemerná teplota vody v akumuláčnom zásobníku,

Φ_{amb} - 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 $Q_{gen,ls}$ sa určí podľa vzorca:

$$Q_{gen,ls} = \sum (Q_{entry} * k) / \eta - Q_{entry} * k$$

kde:

Q_{entry} - energia na vstupe nasledujúceho podsystému (akumulácie alebo distribúcie),

k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením,

η - faktor transformácie energie.

Zdroj tepla pre vykurovanie objektu slúži jestvujúca nízkotlaká teplovodná kotolňa na spaľovanie zemného plynu, umiestnená v jedálenskom bloku. Vykurovacia sústava kotolne je s neprerušovanou prevádzkou, s možnosťou tlmeného režimu v dobe mimo prevádzky zásobovaných objektov. Kotolňa je teplovodná nízkotlaká s tepelným spádom 92,5/67,5°C. Teplo je do objektu SO 08 Hospodárska budova - práčovňa, žehliareň privedené pomocou teplovodného kanálu do miestnosti skladu. Potrubie stúpa pod strop 1.NP, kde pokračuje ku jednotlivým stúpačkám. Po objekte je rozvod ku vykurovacím telesám vedený nad podlahou alebo pod stropom 1.NP.

Vykurovacie telesá sú vymenené za oceľové doskové s termoregulačnými ventilmi.

Na dokurovanie objektu v zimnom období sa taktiež využíva elektrický ohrievač s príkonom 2kW.

Tabuľka 2.26: Vykurovací systém - 1. časť		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	s podsystémom distribúcie	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 700	3 700
Teplotný spád (°C):	92,5/67,5	92,5/67,5

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

Tabuľka 2.28: Podsystém odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20	0,20
Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (kWh):	1 406	1 406
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00	1,00

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

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

Tabuľka 2.31: Vykurovací systém - 2. časť		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	bez podsystemu distribúcie	s podsystemom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 500	3 500
Teplotný spád (°C):		92,5/67,5

Tabuľka 2.32: Podsystem 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	EL	0,2	2,00	1,00	0	radiátor teplovodný	0,2	0

Tabuľka 2.33: Podsystem odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20	0,20
Tepelná strata podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	192	192
Prídavná energia podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenéj prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00	1,00

Tabulka 2.34: Podsystem výroby - zariadenia na výrobu tepla

Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
-	-	-	-	-	diaľkové vykurovanie	CZT	0,0	0,00	0

Tabulka 2.35: Podsystem výroby - tepelná strata

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystemu výroby tepla (kWh):	-	0
Prídavná energia podsystemu výroby tepla (kWh):	-	0

2.5.8 Energia na vykurovanie

Potreba energie na vykurovanie je ovplyvňovaná tepelnou stratou stavebných konštrukcií, tepelnou stratou vetraním, tepelnými ziskami a tepelnou stratou vykurovacieho systému. Do potreby energie na vykurovanie sa započíta aj potreba pomocnej energie, spravidla sa jedná o elektrickú energiu, ktorá sa využíva na pohon obehových čerpadiel, ventilátorov alebo riadenia a regulácie, ktoré sú súčasťou vykurovacieho systému.

Potreba tepla na vykurovanie Q_{nd} (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Q_{nd} = Q_{ht} - \eta_{gn} * Q_{gn}$$

kde:

Q_{ht} - celkový prenos tepla (kWh),

η_{gn} - faktor využitia tepelných ziskov je funkciou tepelnej bilancie pomeru tepelných ziskov Q_{gn} , celkového prenosu tepla Q_{ht} a bezrozmerného číselného parametra závislého od vnútornej tepelnej kapacity vypočítanej pre maximálnu hrúbku 0,1 m vnútorných konštrukcií budovy.

Q_{gn} - tepelný zisk (kWh) je určený súčtom solárnych ziskov a vnútorných ziskov.

Celkový prenos tepla Q_{ht} (kWh) sa určuje podľa vzorca:

$$Q_{ht} = H * D * 24 / 1000$$

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 U_j všetkých obalových konštrukcií budovy, ich plôch A_j 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 Q_{nd} poníženej o spätné obnovenú tepelnú stratu systému prípravy teplej vody, so zohľadnením tepelných strát a tepelných ziskov vykurovacieho systému.

Tabuľka 2.36: Merná tepelná strata

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	944,948	944,948
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	57,584	57,584
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	111,932	111,932
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	364,333	364,333

Tabuľka 2.37: Energia na vykurovanie

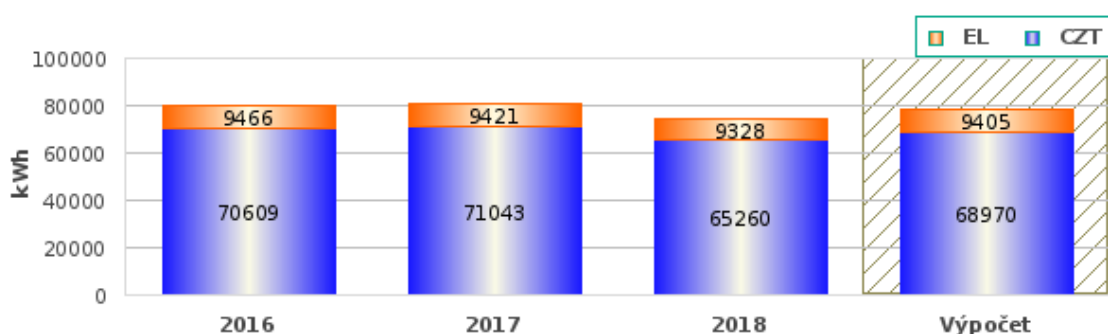
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	1 478,797	1 478,797
Celkový prenos tepla (kWh):	88 408	88 408
Tepelný zisk (kWh):	11 760	11 760
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,989	0,989
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	76 777	76 777
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	76 777	76 777

Tabuľka 2.37: Energia na vykurovanie - pokračovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	78 375	78 375
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	78 375	78 375

Tabuľka 2.38: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	68 970	78 375
elektrina (kWh):	9 405	0



Graf 2.2: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou

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 podsystemov:

- podsystemu distribúcie,
- podsystemu akumulácie,
- podsystemu výroby.

Podľa spôsobu distribúcie rozoznávame dva základné druhy systému teplej vody:

- centrálny ohrev, t.j. s podsystemom distribúcie,
- miestny ohrev v mieste výtoku teplej vody, t.j. bez podsystemu distribúcie (napr. prietokový ohrievač, boiler,...).

Výpočet tepelných strát systému teplej vody sa zakladá na analýze jednotlivých podsystemov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby energie v teplej vode na výtok až po prípravu teplej vody v podsysteme výroby.

Tepelná strata podsystemu 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:

$$Q_{w,dis,on} = \sum \Psi_j * (\Phi_m - \Phi_i) * L_j * t / 1000$$

kde:

Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia,

Φ_m - priemerná teplota vody,

Φ_i - priemerná teplota priestoru v ktorom je uložené potrubie,

L_j - 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:

$$Q_{w,dis,off} = \Sigma ((\rho * c) / 1000 * V * (\Phi_w - \Phi_i) * n) / 3,6$$

kde:

ρ - objemová hmotnosť vody (kg/m³),

c - merná tepelná kapacita vody (kJ/(kg.K)),

V - objem vody obsiahnutej v úseku potrubia (m³),

Φ_w - priemerná teplota vody v potrubí (°C),

Φ_i - priemerná teplota okolitého prostredia (°C),

n - ročný počet cirkulačných cyklov

Tepelná strata podsystemu akumulácie sa vypočíta podľa vzorca:

$$Q_{w,acc,hs} = q_z * (\Phi_s - \Phi_{amb}) * t / 1000$$

kde:

$Q_{w,acc,hs}$ - tepelná strata podsystemu akumulácie vo vykurovaných priestoroch,

q_z - merná tepelná strata akumulačného zásobníka,

Φ_s - priemerná teplota vody na výtok (°C),

Φ_{amb} - priemerná teplota okolia (°C),

t - počet prevádzkových hodín systému (h).

Merná tepelná strata akumulačného zásobníka sa určí podľa vzorca:

$$q_z = (\pi / (1 / (2 * \lambda) * \ln(d / (d - 2 * e)) + 0,13 / d) * v + 2 * (\pi / 4 * (d * d)) / (e / \lambda + 0,13))$$

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 podsystemu výroby sa určí podľa vzorca:

$$Q_{w,gen} = \Sigma (Q_{entry} * k) / \eta - Q_{entry} * k$$

kde:

Q_{entry} - energia na vstupe predchádzajúceho podsystemu (kWh)

k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením

η - faktor transformácie energie

V hygienických priestoroch sa používajú elektrické prietokové ohrievače vody, umiestnené pod umývadlami.

Tabuľka 2.39: Prevádzkové parametre

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	30
Priemerná teplota vody na výtoku (°C):	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	10
Druh systému prípravy teplej vody:	bez podsystému distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	205
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	2

Tabuľka 2.40: Podsystém výroby - zariadenia

Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
prietokový ohrievač	EL	2,0	1,00	0

Tabuľka 2.41: Podsystém výroby - tepelná strata

Tepelná strata podsystému výroby (kWh):	0
Prídavná energia podsystému výroby (kWh):	0

2.6.2 Energia na prípravu teplej vody

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

$$Q = Q_w + Q_{w,dis} + Q_{w,acc} + Q_{w,gen} + W_{aux}$$

kde:

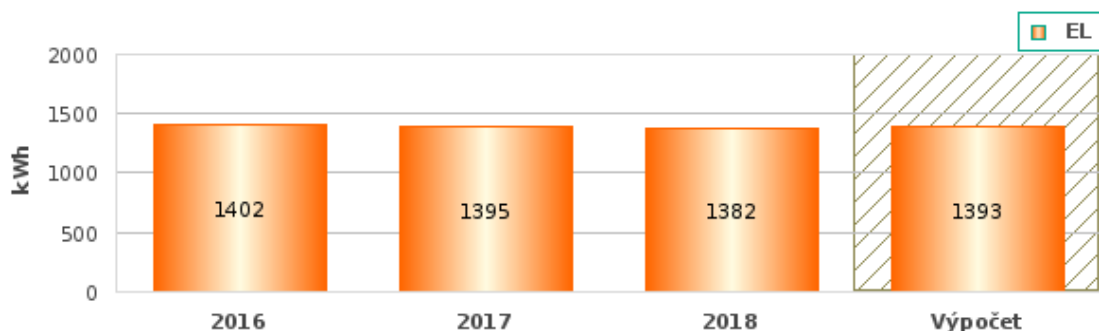
Q_w - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
 $Q_{w,dis}$ - tepelná strata podsystému distribúcie (kWh),
 $Q_{w,acc}$ - tepelná strata podsystému akumulácie (kWh),
 $Q_{w,gen}$ - tepelná strata podsystému výroby (kWh),
 W_{aux} - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 2.42: Energia na prípravu teplej vody

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	30
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	1 393
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby (kWh):	1 393
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	1 393

Tabuľka 2.43: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

elektrina (kWh):	1 393
------------------	-------



Graf 2.3: 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°.

Osvetlenie v objekte Hospodárska budova - pracovňa, žehliareň bolo v minulosti čiastočne vymenené. Druh svetelného zdroja je väčšinou lineárna žiarivka T8 s magnetickým predradníkom, prípadne klasická žiarovka.

Tabuľka 2.44: Osvetľovaný priestor

Názov priestoru:	Hospodárska budova
Kategória priestoru:	Priemyselné činnosti a remeslá - Práčovne a čistiarne
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Pranie a chemické čistenie
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	ano
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	0.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	2220
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.45: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore

Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	10
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	12

Tabuľka 2.46: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore

	Požadované
Osvetlenosť (lx):	300
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	25

2.7.2 Energia na osvetlenie

Potreba energie na osvetlenie závisí od celkového príkonu osvetľovacej sústavy (kW) a priemerného ročného času svietenia (hod.). Jednotlivé priestory v budove nemávajú rovnaký ročný čas svietenia, a to z dôvodu:

- rozdielneho využitia (napr. administratívne priestory, chodby, sklady, ...),
- rozdielnej dostupnosti denného svetla a stupňa presvetlenia denným svetlom,
- rozdielnej farby stien, ktorá ovplyvňuje odrazivosť svetla,
- rozdielneho systému spínania osvetlenia (automatické spínanie prostredníctvom senzorov, manuálne spínanie s rizikom nevypnutia osvetlenia pri odchode).

Potreba energie na osvetlenie Q_{It} (kWh) sa určí podľa vzorca:

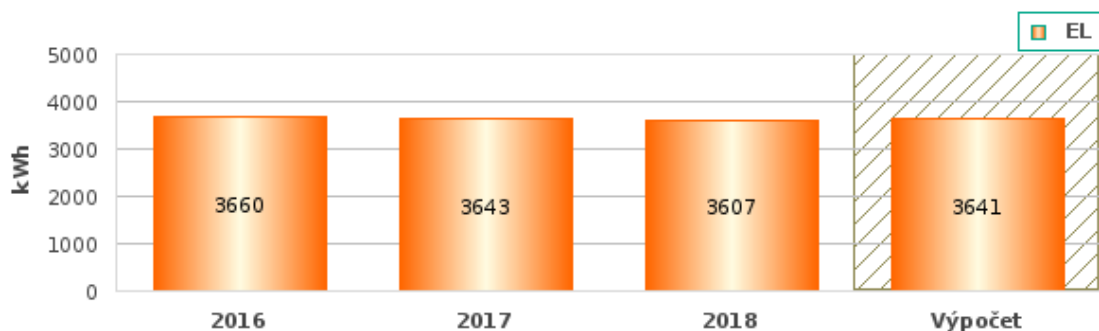
$$Q_{It} = \sum (P_n * t_n)$$

kde:

P_n - 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.
 t_n - čas využitia osvetlenia v n -tom priestore (h).

Tabuľka 2.47: Energia na osvetlenie

Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	1 640
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	3 641



Graf 2.4: Porovnanie spotreby energie na osvetlenie s vypočítanou potrebou

2.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy

Budovy sú z hľadiska svojej energetickej hospodárnosti zatriedované do energetických tried, čo umožňuje ich vzájomné porovnanie v rámci územia Slovenska. Postupy hodnotenia a zatriedovania 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, výpočet je vykonávaný 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 2.48: Merná tepelná strata

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	944,948	944,948
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	57,584	57,584
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	111,932	111,932
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	0,000	0,000

Tabuľka 2.49: Potreba energie na vykurovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	1 114,464	1 114,464
Celkový prenos tepla (kWh):	0	0
Tepelný zisk (kWh):	2 311	2 311
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,000	0,000
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	0	0
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	0	0
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	0	0
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	0	0
Merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m².a)):	0,0	0,0

Tabuľka 2.50: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	0	0
elektrina (kWh):	0	0

Tabuľka 2.51: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie	nehodnotí sa	nehodnotí sa

2.8.2 Príprava teplej vody

Tabuľka 2.52: Potreba energie na prípravu teplej vody	
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	0
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	0
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	0
Merná potreba energie na prípravu teplej vody (kWh/(m ² .a)):	0,0

Tabuľka 2.53: Potreba energie na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov	
elektrina (kWh):	0

Tabuľka 2.54: Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	
Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	nehodnotí sa

2.8.3 Osvetlenie

Tabuľka 2.55: Potreba energie na osvetlenie	
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	0
Merná potreba energie na osvetlenie (kWh/(m ² .a)):	0,0

Tabuľka 2.56: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	
Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	nehodnotí sa

2.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabuľka 2.57: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	0	0
elektrina (kWh):	0	0

Tabuľka 2.58: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	0	0
elektrina (kWh):	0	0
Spolu (kWh):	0	0
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m ² .a)):	0,0	0,0

Tabuľka 2.59: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia	nehodnotí sa	nehodnotí sa

2.9 Návrh merania spotreby energie

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

- hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy,
- zavedenie zónovej regulácie,
- inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách,
- inštalácia inteligentných meracích systémov.

Inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách

Vzhľadom na charakter budovy je na zvážení prevádzkovateľa inštalácie termoregulačných ventilov. Termoregulačné ventily nainštalované na vykurovacích telesách umožňujú automatickú reguláciu teploty v miestnosti a zabráňujú zbytočnému prekurovaniu. Ventil s termostatickou hlavicou automaticky obmedzí prietok vykurovacej vody v dobe slnečného žiarenia do miestnosti s oknami, alebo pri pôsobení iných zdrojov tepla.

Hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy

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

Zabezpečenie splnenia tohto opatrenia (povinnosti) si vyžaduje spracovanie samostatného projektu hydraulického vyváženia, ktorý zohľadní zmenené parametre teploty nosnej látky zariadenia na výrobu tepla resp. dodávky tepla, režim vykurovania a tepelné straty budovy vyvolané obnovou budovy. V posudzovaných budovách nie je možné osadiť termoregulačné ventily na vykurovací systém z dôvodu charakteru a účelu ich využívania. Čiastočné vyregulovanie sa dá dosiahnuť osadením regulátorov diferenčného tlaku a regulačných armatúr na päte vykurovacej sústavy objektu.

Zavedenie zónovej regulácie

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

Inštalácia inteligentných meracích systémov

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

vysielat' a prijímať dáta s využitím niektorej formy elektronickej komunikácie.

Pre transparentné monitorovanie spotreby energie navrhujeme, aby poskytovateľ GES prostredníctvom nainštalovaných meračov priebežne a na vlastné náklady monitoroval spotrebu energie v budove a v jednotlivých technických systémoch, aby v súčinnosti s prijímateľom GES mohli priebežne vyhodnocovať dosahované úspory najmenej jedenkrát ročne.

V prípade neprimerane vysokých nákladov na podružné merania vzhľadom na výšku úspory je možné pristúpiť aj k vyhodnoteniu paušálnych úspor, ktoré musia byť hodnoverným spôsobom podložené zo strany poskytovateľa GES pred uzatvorením zmluvy o GES (napr. elektrická energia – čerpadlá, ventilátory, osvetlenie a pod.).

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

- a) určené meradlo spotreby elektriny na vstupe do budovy,
- b) určené meradlo spotreby elektriny vnútornej osvetľovacej sústavy budovy,
- c) určené meradlo spotreby dodaného tepla na vykurovanie na vstupe do budovy,
- d) určené meradlo spotreby dodaného tepla v teplej vode na vstupe do budovy,
- e) určené meradlo spotreby studenej vody na vstupe do budovy.

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

3. SO 09 - Sociálna budova príslušníkov VT

3.1 Lokalizácia

Tabuľka 3.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu

Adresa (ulica, číslo):	kpt. Nálepku 15
Obec:	Sabinov
Okres:	Sabinov
Nadmorská výška (m n.m.):	333

3.2 Charakteristika predmetu energetického auditu

Objekt SO 09 Sociálna budova príslušníkov VT je umiestnená za budovou SO 10 Veliteľ smeny. V budove sa nachádzajú šatne, kuchynka, denná miestnosť pre príslušníkov a hygienické miestnosti. Budovu za jednu pracovnú zmenu využíva približne 30 osôb.

Jedná sa o dvojpodlažnú budovu s podpivničením. Podkrovie sa využíva ako šatne príslušníkov VT. V roku 2007 prešla budova významnou rekonštrukciou.

Obvodové steny sú murované, pravdepodobne zo zmiešaného muriva, hrúbka muriva je premenlivá po jednotlivých podlažiach hr. 350 mm, 500 mm, zateplená tepelnou izoláciou z EPS hr. 80 mm. V podkroví sú vytvorené deliace sendvičové priečky, ktoré oddeľujú vykurovaný a nevykurovaný priestor podkrovia. Sú zateplené tepelnou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 120 mm, zo strany interiéru opatrené SDK obkladom a zo strany nevykurovaného podstrešného priestoru opatrené dreveným debnením.

Podlahu na teréne tvorí pôvodný podkladový betón, hydroizolácia, cementový poter a následné vrstvy podlahy.

Krov tvorí stojatá stolica so stĺpkami a so stredovou väznicou. Šikmá strecha vykurovaného priestoru je zateplená tepelnou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 120 mm medzi krokvami a 80 mm pod krokvami. Zvyšná časť šikmej strechy (nevykurovaného priestoru) je zateplená tepelnou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 120 mm, uložená medzi krokvami. Strecha je sedlová s plechovou krytinou uložená na laťovaní. Strop povaly je pravdepodobne zo ŽB dosky hr. 200 mm so škvarovým násypom a je zateplený tepelnou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 80 mm. Nad schodiskom je plochá jednoplášťová strecha, kde nosnú časť tvorí monolitická ŽB doska hr. 120 mm, na ktorej je ľahčený spádový betón hr. 50 - 150 mm, zateplená tepelnou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 160 mm a opatrená hydroizolačnou vrstvou.

Okná sú plastové s izolačným dvojsklom. Vstupné dvere sú plastové s izolačným dvojsklom.

Budova je prevádzkovaná celoročne, slúži ako zázemie pre príslušníkov VT.

Tabuľka 3.2: Prevádzkový režim

Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Denná prevádzka	365	8

3.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 3.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m ²):	A	121
Obvod zastavanej plochy (m):	P _F	50
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m ³):	V _B	853
Počet nadzemných podlaží:	N	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L _B	2,81
Celková teplovýmenná plocha budovy (m ²):	ΣA _i	642
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹):	ΣA _i /V _B	0,75
Celková podlahová plocha budovy (m ²):	A _B	304

Tabuľka 3.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m ²)
administratívna budova	304

3.4 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 oklieštená hodnota nákladu je z dôvodu objektívneho výpočtu ekonomickej návratnosti navrhovaných racionalizačných opatrení. Náklady na energie sú uvedené bez DPH.

3.4.1 Teplo CZT

Dodávateľ zemného plynu: MET Slovakia, a.s.

Vzhľadom na to, že na vstupe do budovy nie sú osadené merače vykurovacej a teplej vody, ich množstvo bolo stanovené odborným odhadom na základe charakteru a stavebných rozmerov objektov pripojených k zdroju tepla.

Tabuľka 3.5: Spotreba - teplo CZT

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2016	48 533	1 545,60
2017	48 831	1 470,15
2018	44 856	1 467,93
Priemer:	47 407	

Tabuľka 3.6: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	48 533	0	0	0	0
2017	48 831	0	0	0	0
2018	44 856	0	0	0	0
Priemer:	47 407	0	0	0	0

3.4.2 Elektrina

Dodávateľ elektrickej energie za roky 2016 a 2018: Slovenské elektrárne, SE Predaj, s.r.o. od 1.5.2018 dodávateľ zmenil názov na Slovenské elektrárne - energetické služby, s.r.o. a za rok 2017: Energa Slovakia, s.r.o.

Vzhľadom na to, že na vstupe do budovy nie je osadený merač spotrebovanej elektrickej energie, jej množstvo bolo stanovené odborným odhadom na základe charakteru prevádzky objektu.

Tabuľka 3.7: Spotreba - elektrina

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2016	22 516	2 553,27
2017	22 408	2 631,19
2018	22 188	2 624,94
Priemer:	22 371	

Tabuľka 3.8: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	0	20 229	0	2 287	0
2017	0	20 132	0	2 276	0
2018	0	19 934	0	2 254	0
Priemer:	0	20 098	0	2 272	0

3.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania

3.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky

Spotreba tepla na vykurovanie je ovplyvňovaná klimatickými podmienkami daného územia, pričom náročnosť vykurovacieho obdobia je charakterizovaná veličinou dennostupeň. Dennostupne ($^{\circ}D$) 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: $^{\circ}D = d * (\theta_i - \theta_{ex})$, kde:

d - priemerný počet vykurovacích dní,

θ_i - vnútorná výpočtová teplota,

θ_{ex} - priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia.

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

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

V prípade normalizovaného hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer normalizovaných vnútorných teplôt, pričom váhou je podlahová plocha jednotlivých kategórií budovy.

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 $3,86^{\circ}C$.

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.

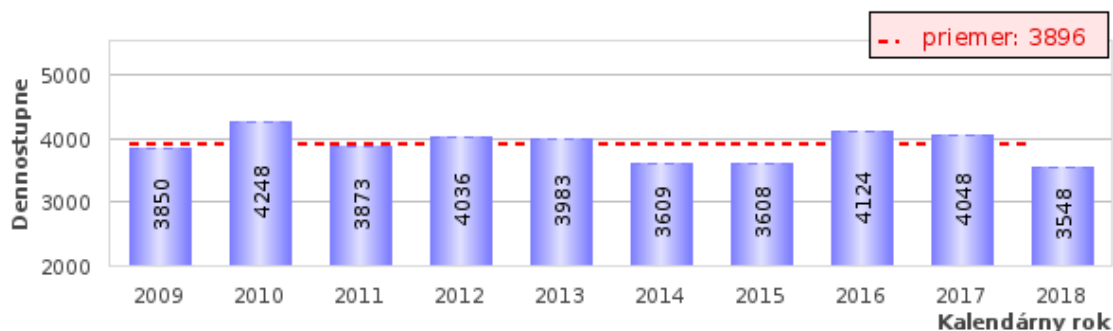
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

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.

Areál ÚVV a ÚVTOS - OVT, súčasťou ktorého je aj objekt SO 09 Sociálna budova príslušníkov VT, sa nachádza v strede mesta Sabinov v zastavanej časti.

Tabuľka 3.9: Počet vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota

Kalendárny rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Počet vykurovacích dní	220	236	206	217	225	239	220	244	230	196
Priem. vonkajšia tep. (°C)	3.5	3.0	2.2	2.4	3.3	5.9	4.6	4.1	3.4	2.9
Počet dennostupňov	3 850	4 248	3 873	4 036	3 983	3 609	3 608	4 124	4 048	3 548



Graf 3.1: Priebiech dennostupňov a porovnanie s priemerom

Priestory v budove slúžia pre príslušníkov VT. Teplota jednotlivých vnútorných priestorov budovy nie je meraná ani riadená priestorovým termostatom. Vnútorná teplota je určená profesionálnym odhadom na základe konzultácie s prevádzkovateľom budovy. Počas vykurovacej sezóny neboli uplatňované vykurovacie útlmy. V celej budove je udržiavaná stála vnútorná teplota s nepretržitou prevádzkou.

Tabuľka 3.10: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru

Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m ²)	Priemerná teplota (°C)
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	243	22,0
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	61	17,0

Tabuľka 3.11: Klimatické podmienky

	Prevádzkové hodnotenie	Normalizované hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	-15	-
Klimaticky exponované miesto:	nie	-
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (m/s):	< 2,0	-
Priemerná rýchlosť vetra 50m nad terénom (m/s):	2,4	-
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	3,53	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní:	223	212
Priemerný počet dennostupňov:	3 896	3 422

3.5.2 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 teplotné vlastnosti stavebných materiálov, ktoré sú charakterizované týmito veličinami:

- hrúbka homogénnej vrstvy d (m);

- súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/(m.K));

- objemová hmotnosť ρ (kg/m³);

- merná tepelná kapacita c (J/(kg.K));

Tepelný odpor stavebnej konštrukcie R (m².K/W) je určený súčtom tepelných odporov jednotlivých homogénnych vrstiev. Tepelný odpor homogénnej vrstvy stavebnej konštrukcie sa určuje podľa vzorca:

$$R = d / \lambda$$

Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m².K)) predstavuje celkovú výmenu tepla medzi prostrediami oddelenými od seba stavebnou konštrukciou s tepelným odporom R . Určuje sa podľa vzťahu:

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) \text{ kde:}$$

R_{si} - odpor pri prechode tepla na vnútornej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

R_{se} - odpor pri prechode tepla na vonkajšej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

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: $U = 2 * \lambda / (\pi * B + dt) * \ln(\pi * B / dt + 1)$

ináč: $U = \lambda / (0,457 * B + dt)$

λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy ($\lambda = 2$ W/(m.K)),

π - ludolfovo číslo ($\pi = 3,14$),

dt - ekvivalentná hrúbka podlahy ($dt = w + \lambda (R_{si} + R_f + R_{se})$),

B - charakteristický rozmer podlahy.

Tabuľka 3.12: Zoznam pevných stavebných konštrukcií

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena 1.NP				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - dierované pálené tehly	0,350	0,800	0,438	1 550	960
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,080	0,040	2,000	25	1 270
omietka - silikónová	0,002	0,700	0,003	1 800	1 250
U = 0.38 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena 2.NP				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - POROTHERM	0,350	0,174	2,011	800	960
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,080	0,040	2,000	25	1 270
omietka - silikónová	0,002	0,700	0,003	1 800	1 250
U = 0.24 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	steny do povaly				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
doska - sádrokarton	0,012	0,220	0,055	750	1 060
tep. izolácia - minerálna vlna	0,120	0,040	3,000	33	940
drevo - dosky drevovláknité	0,200	0,130	1,538	600	1 630
U = 0.21 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	štítová stena				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
malta - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	1 850	840
murivo - CDM	0,125	0,720	0,174	1 450	960
murivo - dierované pálené tehly	0,200	0,800	0,250	1 550	960
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
U = 1.52 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena 1.PP - nad terénom				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - dierované pálené tehly	0,500	0,800	0,625	1 550	960
tep. izol. - polystyrén extrudovaný (XPS)	0,080	0,035	2,286	32	2 060
omietka - silikónová	0,002	0,700	0,003	1 800	1 250
U = 0.32 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena vykurovaného priestoru priľahlá k zemi				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena 1.PP - pod terénom				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - dierované pálené tehly	0,500	0,800	0,625	1 550	960
hydroizolácia - asfaltová lepenka	0,003	0,200	0,015	1 400	1 470
U = 0.82 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha vykurovaného suterénu				
Stručný popis konštrukcie:	podlaha suterénu				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,002	1,010	0,002	2 000	840
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,025	1,000	0,025	2 000	840
hydroizolácia - IPA	0,002	0,200	0,010	1 280	1 470
betón - obyčajný hutný	0,100	1,300	0,077	2 200	1 020
U = 0.63 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru (povaly)				
Stručný popis konštrukcie:	strop povaly				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
betón - železobetón	0,200	1,430	0,140	2 400	1 020
sypký materiál - škvára	0,120	0,270	0,444	750	750
tep. izolácia - minerálna vlna	0,080	0,040	2,000	33	940
hydroizolácia - IPA	0,004	0,200	0,020	1 280	1 470
U = 0.36 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45				
Stručný popis konštrukcie:	strecha plochá				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
betón - železobetón	0,120	1,430	0,084	2 400	1 020
betón - pieskový (plynobetón)	0,100	0,210	0,476	580	840
tep. izolácia - kamenná vlna	0,160	0,040	4,000	33	940
hydroizolácia - bitagit	0,005	0,200	0,025	1 245	1 470
U = 0.21 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	strecha šikmá so sklonom > 45 , podkrovie vykurované				
Stručný popis konštrukcie:	strecha šikmá				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
doska - sádkokarton	0,012	0,220	0,055	750	1 060
fólia podstrešná, parozábrana	0,001	0,200	0,005	1 500	1 400
tep. izolácia - minerálna vlna	0,080	0,040	2,000	33	940
tep. izolácia - minerálna vlna	0,120	0,040	3,000	33	940
hydroizolácia - IPA	0,002	0,200	0,010	1 280	1 470
strecha plechová + debnenie			0,200		
U = 0.18 W/(m².K)					

Tabuľka 3.13: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota U (W/(m ² .K))	Súčasný stav	
		U (W/(m ² .K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
obvodová stena 1.NP	0,22	0,38	nevyhovuje
obvodová stena 2.NP	0,22	0,24	nevyhovuje
steny do povaly	0,22	0,21	vyhovuje
štítová stena	0,22	1,52	nevyhovuje
obvodová stena 1.PP - nad terénom	0,22	0,32	nevyhovuje
strop povaly	0,20	0,36	nevyhovuje
strecha plochá	0,15	0,21	nevyhovuje
strecha šikmá	0,22	0,18	vyhovuje

Tabuľka 3.14: Splnenie požiadavky na tepelný odpor podľa STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota R (m ² K/W)	Súčasný stav	
		R (m ² K/W)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
obvodová stena 1.PP - pod terénom	2,00	0,67	nevyhovuje
podlaha suterénu	2,00	0,11	nevyhovuje

3.5.3 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 (U_w) závisí od prechodu tepla a plochy rámu otvorovej konštrukcie a prechodu tepla a plochy výplne. Výpočet upravuje STN EN ISO 10077-1. Hodnota U_w je určená podľa vzťahu:

$$U_w = (U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi \cdot l_g) / (A_f + A_g)$$

U_f - súčiniteľ prechodu tepla rámu (W/(m².K));

A_f - plocha rámu (m²);

U_g - súčiniteľ prechodu tepla výplne (W/(m².K));

A_g - plocha výplne (m²);

Ψ - lineárny stratový činiteľ ($W/(m.K)$);
 l_g - obvod výplne (m);

Súčiniteľ prechodu tepla zasklenia U_g 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 distančného profilu.

Výslednú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla otvorovej konštrukcie ovplyvňuje aj pomerná plocha zasklenia, rámovej konštrukcie, geometria okna, konštrukcia okna (jednokrídlové, dvojkřídlové), 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 U_w natoľko, že nie je možné dosiahnuť požadovanú hodnotu U podľa STN 73 0540-2.

Tabuľka 3.15: Zoznam otvorových konštrukcií

P. č.	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	U_w
1	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.85m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.33$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.18$ m^2	1.47
2	okno v obvodovej stene (0.85m x 0.85m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.40$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.32$ m^2	1.41
3	okno v obvodovej stene (1.20m x 0.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.48$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.48$ m^2	1.38
4	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.65$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.03$ m^2	1.30
5	okno v obvodovej stene (1.50m x 0.85m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.58$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.70$ m^2	1.35
6	okno v obvodovej stene (1.60m x 1.50m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.79$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.61$ m^2	1.26
7	okno v obvodovej stene (1.73m x 0.85m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.64$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.83$ m^2	1.34
8	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.50m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 1.02$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.68$ m^2	1.33
9	okno v obvodovej stene (1.50m x 1.50m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 1.41$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 5.30$ m^2	1.16
10	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.99$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.81$ m^2	1.50

Tabuľka 3.16: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

P.č.	Otvorová konštrukcia	U _w (W/(m ² .K))	Požadovaná hodnota U (W/(m ² .K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
1	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.85m)	1.47	1.00	nevyhovuje
2	okno v obvodovej stene (0.85m x 0.85m)	1.41	1.00	nevyhovuje
3	okno v obvodovej stene (1.20m x 0.80m)	1.38	1.00	nevyhovuje
4	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.40m)	1.30	1.00	nevyhovuje
5	okno v obvodovej stene (1.50m x 0.85m)	1.35	1.00	nevyhovuje
6	okno v obvodovej stene (1.60m x 1.50m)	1.26	1.00	nevyhovuje
7	okno v obvodovej stene (1.73m x 0.85m)	1.34	1.00	nevyhovuje
8	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.50m)	1.33	1.00	nevyhovuje
9	okno v obvodovej stene (1.50m x 1.50m)	1.16	1.00	nevyhovuje
10	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.00m)	1.50	1.00	nevyhovuje

Tabuľka 3.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Otvorová konštrukcia	JZ	SV	JV	SZ
1	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.85m)				5
2	okno v obvodovej stene (0.85m x 0.85m)				4
3	okno v obvodovej stene (1.20m x 0.80m)			1	
4	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.40m)	1			
5	okno v obvodovej stene (1.50m x 0.85m)			3	
6	okno v obvodovej stene (1.60m x 1.50m)		1		
7	okno v obvodovej stene (1.73m x 0.85m)	1			
8	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.50m)	2			
9	okno v obvodovej stene (1.50m x 1.50m)		1		
10	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.00m)	1	1		

3.5.4 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 $\Delta U = 0,1 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$, resp. pre prípad spojitaj tepelnej izolácie na vonkajšom povrchu konštrukcie je $\Delta U = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$. Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:

$$\Delta H = \Delta U * \Sigma A_i \text{ (W/K)}$$

ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($\text{W/(m}^2\text{.K)}$);

ΣA_i - celková teplovýmenná plocha budovy (m^2).

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:

$$\Delta H = \Psi_e * l \text{ (W/K)}$$

Ψ_e - lineárny stratový súčiniteľ určený podľa katalógu (W/(m.K));

l - dĺžka lineárneho tepelného mosta (m).

Tabuľka 3.18: Tepelné mosty (približný výpočet)

	Súčasný stav
Zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($\text{W/(m}^2\text{.K)}$):	0,05
Celková teplovýmenná plocha budovy (m^2):	642
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	32,119

3.5.5 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 záveternej strane zása 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 (m^3/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu ($1/\text{h}$) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m^3). 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:

$$H_v = V_i \cdot p_a \cdot c_a$$

kde:

H_v - merná tepelná strata vetraním (W/K)

V_i - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m^3/h)

$p_a \cdot c_a$ - efektívna tepelná kapacita vzduchu ($0,333 \text{ W.h}/(\text{m}^3.\text{K})$)

Tabuľka 3.19: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu

Trieda ochrany budovy:	nechránené
Tesnosť interiérových dverí:	netesné (bez prahu)
Objem vnútorného vzduchu (m^3):	682

Tabuľka 3.20: Minimálna intenzita výmeny vzduchu

Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu ($1/\text{h}$)
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	1,0
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	1,0
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu ($1/\text{h}$):	1,00

Tabuľka 3.21: Prirodzené vetranie

Minimálny objemový tok vzduchu (m^3/h):	682,00
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie ($1/\text{h}$):	0,020
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m^3/h):	13,64
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m^3/h):	682,00

Tabuľka 3.22: Merná tepelná strata vetraním

Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m^3/h):	682,00
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	227,333

3.5.6 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 (A_{sol}) a určuje sa nasledovne:

$$A_{sol} = A_w * g_n * F_c$$

A_w - plocha výplne otvorovej konštrukcie,

g_n - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,

F_c - 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 (Q_{sol}) je vypočítaný podľa vzorca:

$$Q_{sol} = I_{sol} * A_{sol} * F_{sol} \text{ (kWh)}$$

kde:

I_{sol} - celková energia slnečného žiarenia,

A_{sol} - účinná kolekčná plocha,

F_{sol} - 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.

Tabuľka 3.23: Solárny tepelný zisk

Orientácia otvorovej konštrukcie:	JV	JZ	SV	SZ
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m ²):	260	260	130	130
Zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany:	1,00	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m ²):	1,94	4,52	5,79	1,64
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	504	1 175	753	213
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	2 645			

Tabuľka 3.24: Metabolický tepelný zisk

Osoby prítomné v budove:	muži	ženy	deti
Priemerný tepelný tok na osobu (W):	93	79	70
Priemerný denný počet osôb:	15	0	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	8	8	8
Metabolický tepelný zisk (kWh):	2 489	0	0

Tabuľka 3.25: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov

Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	0
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	0,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	0

3.5.7 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 ($Q_{em,is}$) je spôsobená hlavne nerovnomerným rozdelením teploty vplyvom nerovnomerného rozloženia vykurovacích telies (napr. umiestnenie radiátorov pod oknami). Táto strata sa určí podľa vzorca:

$$Q_{em,is} = Q_{nd,inc} - Q_{nd} - 2 * Q_{w,hs,i} \text{ (kWh)}$$

kde:

$Q_{nd,inc}$ - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty zvýšenej o priemernú priestorovú zmenu teploty,

Q_{nd} - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty

$Q_{w,hs,i}$ - časť obnovennej 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:

$$W_{em,aux} = \sum P * Q_{nd} * k / Ph / 1000 \text{ (kWh)}$$

kde:

P - elektrický príkon pomocných zariadení,

Q_{nd} - 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 podsystemu 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 podsystemu distribúcie tepla $Q_{dis,ls}$ sa určí podľa vzorca:

$$Q_{dis,ls} = \sum \Psi_j * (\Phi_m - \Phi_i) * L_j * t / 1000 \text{ (kWh)}$$

kde:

Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia určený na základe tepelnej vodivosti a hrúbky tepelnej izolácie,

Φ_m - stredná teplota teplotonosnej látky určená na základe teplotného spádu,

Φ_i - priemerná teplota nevykurovaného priestoru,

L_j - dĺžka potrubia,

t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Prídavná energia podsystemu distribúcie tepla (kWh) sa určí na základe súčiny príkonov obehových čerpadiel a počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému.

Podsystem 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 nízkotepelného 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 podsystemu akumulácie tepla sa určí podľa vzorca:

$$Q_{s,ls} = q_z * (\Phi_s - \Phi_{amb}) * t / 1000$$

kde:

$Q_{s,ls}$ - tepelná strata podsystemu akumulácie tepla,

q_z - merná tepelná strata akumuláčného zásobníka určená na základe tepelnej vodivosti tepelnej izolácie a jej hrúbky,

Φ_s - priemerná teplota vody v akumuláčnom zásobníku,

Φ_{amb} - priemerná teplota okolia,

t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Podsystem 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 podsystemu výroby tepla je záporná, teda sa jedná o tepelný zisk.

Tepelná strata podsystemu výroby tepla $Q_{gen,ls}$ sa určí podľa vzorca:

$$Q_{gen,ls} = \sum (Q_{entry} * k) / \eta - Q_{entry} * k$$

kde:

Q_{entry} - energia na vstupe nasledujúceho podsystemu (akumulácie alebo distribúcie),

k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením,

η - faktor transformácie energie.

Zdroj tepla pre vykurovanie objektu slúži jestvujúca nízkotlaká teplovodná kotolňa na spaľovanie zemného plynu, umiestnená v jedálenskom bloku. Do objektu SO 09 Sociálna budova príslušníkov VT je privedená vykurovacia voda potrubím UK DN 32. Vykurovacia sústava kotolne je s neprerušovanou prevádzkou, s možnosťou tlmeného režimu v dobe mimo prevádzky zásobovaných objektov. Kotolňa je

teplovodná nízkotlaká s tepelným spádom 92,5/67,5°C.

Vykurovacie médium, voda je z kotolne privedené teplovodným kanálom do suterénu v miestnosti skladu. Potrubie stúpa pod strop suterénu, kde sa napája na stúpačky, ktoré vedú cez 1.NP až do 2.NP. Vykurovacie telesá sú vymenené za oceľové doskové s termoregulačným ventilom.

Tabuľka 3.26: Vykurovací systém

Druh systému vykurovania:	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 800
Teplotný spád (°C):	92,5/67,5

Tabuľka 3.27: Podsystém odovzdávania tepla - zariadenia na odovzdávanie tepla

Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)
radiátor teplovodný	0,2	0

Tabuľka 3.28: Podsystém odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty

Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20
Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (kWh):	587
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0
Podiel obnovennej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00

Tabuľka 3.29: Podsystém výroby - zariadenia na výrobu tepla

Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
dial'kové vykurovanie	CZT	0,0	0,00	0

Tabuľka 3.30: Podsystém výroby - tepelná strata

Tepelná strata podsystému výroby tepla (kWh):	0
Prídavná energia podsystému výroby tepla (kWh):	0

3.5.8 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 Q_{nd} (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Q_{nd} = Q_{ht} - \eta_{gn} * Q_{gn}$$

kde:

Q_{ht} - celkový prenos tepla (kWh),

η_{gn} - faktor využitia tepelných ziskov je funkciou tepelnej bilancie pomeru tepelných ziskov Q_{gn} , celkového prenosu tepla Q_{ht} a bezrozmerného číselného parametra závislého od vnútornej tepelnej kapacity vypočítanej pre maximálnu hrúbku 0,1 m vnútorných konštrukcií budovy.

Q_{gn} - tepelný zisk (kWh) je určený súčtom solárnych ziskov a vnútorných ziskov.

Celkový prenos tepla Q_{ht} (kWh) sa určuje podľa vzorca:

$$Q_{ht} = H * D * 24 / 1000$$

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 U_j všetkých obalových konštrukcií budovy, ich plôch A_j 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 Q_{nd} poníženej o spätné obnovenú tepelnú stratu systému prípravy teplej vody, so zohľadnením tepelných strát a tepelných ziskov vykurovacieho systému.

Tabuľka 3.31: Merná tepelná strata

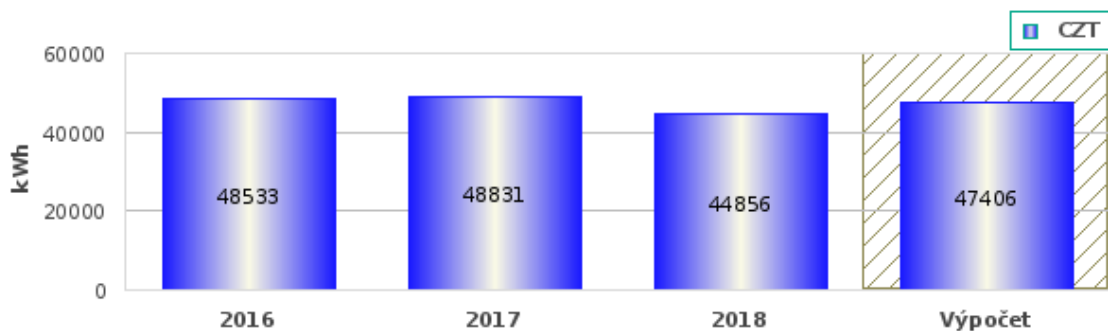
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	254,151
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	42,315
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	32,119
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	227,333

Tabuľka 3.32: Energia na vykurovanie

Celková tepelná strata (W/K):	555,918
Celkový prenos tepla (kWh):	51 981
Tepelný zisk (kWh):	5 134
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,996
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	46 868
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	49
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	46 819
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	47 406
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na vykurovanie (kWh):	47 406

Tabuľka 3.33: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	47 406
------------------	--------



Graf 3.2: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou

3.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody

3.6.1 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 výtok 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:

$$Q_{w,dis,on} = \sum \Psi_j * (\Phi_m - \Phi_i) * L_j * t / 1000$$

kde:

Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia,

Φ_m - priemerná teplota vody,

Φ_i - priemerná teplota priestoru v ktorom je uložené potrubie,

L_j - 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:

$$Q_{w,dis,off} = \sum ((\rho * c) / 1000 * V * (\Phi_w - \Phi_i) * n) / 3,6$$

kde:

ρ - objemová hmotnosť vody (kg/m³),

c - merná tepelná kapacita vody (kJ/(kg.K)),

V - objem vody obsiahnutej v úseku potrubia (m^3),
 Φ_w - priemerná teplota vody v potrubí ($^{\circ}C$),
 Φ_i - priemerná teplota okolitého prostredia ($^{\circ}C$),
 n - ročný počet cirkulačných cyklov

Tepelná strata podsystemu akumulácie sa vypočíta podľa vzorca:

$$Q_{w,acc,hs} = qz * (\Phi_s - \Phi_{amb}) * t / 1000$$

kde:

$Q_{w,acc,hs}$ - tepelná strata podsystemu akumulácie vo vykurovaných priestoroch,

qz - merná tepelná strata akumulačného zásobníka,

Φ_s - priemerná teplota vody na výtoku ($^{\circ}C$),

Φ_{amb} - priemerná teplota okolia ($^{\circ}C$),

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 podsystemu výroby sa určí podľa vzorca:

$$Q_{w,gen} = \Sigma (Q_{entry} * k) / \eta - Q_{entry} * k$$

kde:

Q_{entry} - energia na vstupe predchádzajúceho podsystemu (kWh)

k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením

η - faktor transformácie energie

Teplá voda v budove je zabezpečovaná dvoma elektrickými zásobníkovými ohrievačmi TV, umiestnenými v hygienických priestoroch objektu. Rozvod TV je navrhnutý z PPR rúr, ktoré sú zateplené tepelnou izoláciou z penového polyetylénu.

Tabuľka 3.34: Prevádzkové parametre

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m^3):	431
Priemerná teplota vody na výtoku ($^{\circ}C$):	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému ($^{\circ}C$):	10
Druh systému prípravy teplej vody:	bez podsystemu distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	365
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	4

Tabuľka 3.35: Podsystem akumulácie - zariadenia

Objem zásobníka (litre)	Tepelná izolácia	Priestor uloženia zásobníka	Počet zásobníkov
80	PUR pena	vykurovaný	1
150	PUR pena	vykurovaný	1

Tabuľka 3.36: Podsystem akumulácie - tepelná strata

Tepelná strata podsystemu vo vykurovaných priestoroch (kWh):	80
Tepelná strata podsystemu v nevykurovaných priestoroch (kWh):	0

Tabuľka 3.37: Podsystem výroby - zariadenia

Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkonná pomoc. zariadení (W)
el. špirála AC	EL	2,0	1,00	0
el. špirála AC	EL	2,0	1,00	0

Tabuľka 3.38: Podsystem výroby - tepelná strata

Tepelná strata podsystemu výroby (kWh):	0
Prídavná energia podsystemu výroby (kWh):	0

3.6.2 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:

$$Q = Q_w + Q_{w,dis} + Q_{w,acc} + Q_{w,gen} + W_{aux}$$

kde:

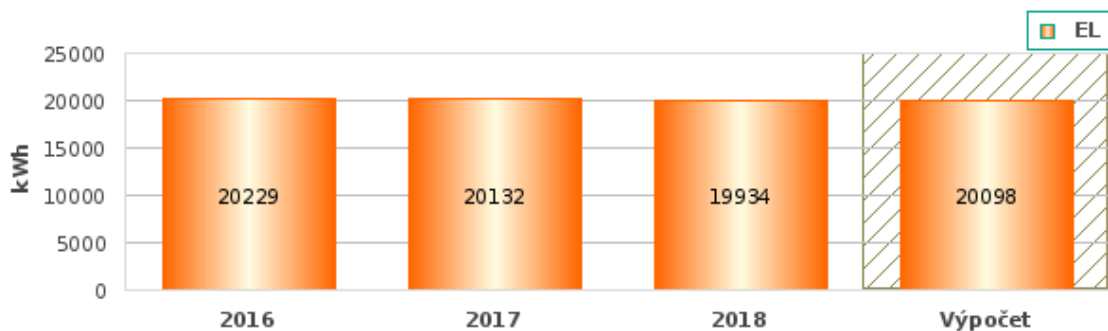
Q_w - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
 $Q_{w,dis}$ - tepelná strata podsystemu distribúcie (kWh),
 $Q_{w,acc}$ - tepelná strata podsystemu akumulácie (kWh),
 $Q_{w,gen}$ - tepelná strata podsystemu výroby (kWh),
 W_{aux} - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 3.39: Energia na prípravu teplej vody

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	431
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	20 018
Hlavná energia na vstupe podsystemu akumulácie (kWh):	20 098
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	20 098
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	20 098

Tabuľka 3.40: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

elektrina (kWh):	20 098
------------------	--------



Graf 3.3: Porovnanie spotreby energie na prípravu teplej vody s vypočítanou potrebou

3.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia

3.7.1 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°.

Osvetlenie v objekte Sociálna budova príslušníkov VT bolo v minulosti vymenené. Druh svetelného zdroja je väčšinou lineárna žiarivka T8 s magnetickým predradníkom, prípadne klasická žiarovka.

Tabuľka 3.41: Osvetľovaný priestor

Názov priestoru:	Socialna budova
Kategória priestoru:	Administratívne priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Archívy
Systém spínania osvetlenia:	automaticky ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	nie
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	stredne tmavá / stredne tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	0.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	1080
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 3.42: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore

Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	20
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	36	1	uzavreté IP 2X	12
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	18	1	uzavreté IP 2X	9
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	1

Tabuľka 3.43: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore

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

3.7.2 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 Q_{It} (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Q_{It} = \sum (P_n * t_n)$$

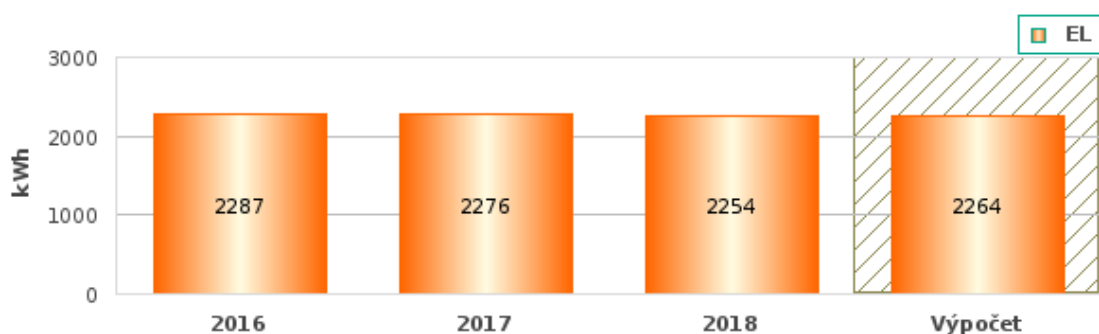
kde:

P_n - 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.
 t_n - čas využitia osvetlenia v n-tom priestore (h).

Tabuľka 3.44: Energia na osvetlenie

Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	2 096
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	2 264



Graf 3.4: Porovnanie spotreby energie na osvetlenie s vypočítanou potrebou

3.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy

Budovy sú z hľadiska svojej energetickej hospodárnosti zatriedované do energetických tried, čo umožňuje ich vzájomné porovnanie v rámci územia Slovenska. Postupy hodnotenia a zatriedovania 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, výpočet je vykonávaný 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 vyhláske 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.

3.8.1 Vykurovanie

Tabuľka 3.45: Merná tepelná strata

Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	254,151
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	42,315
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	32,119
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	70,933

Tabuľka 3.46: Potreba energie na vykurovanie

Celková tepelná strata (W/K):	399,518
Celkový prenos tepla (kWh):	32 812
Tepelný zisk (kWh):	9 664
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,980
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	23 341
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	49
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	23 292
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	23 694
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na vykurovanie (kWh):	23 694
Merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m ² .a)):	77,9

Tabuľka 3.47: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	23 694
------------------	--------

Tabuľka 3.48: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie

Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie	C
---	---

3.8.2 Príprava teplej vody

Tabuľka 3.49: Potreba energie na prípravu teplej vody

Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	1 824
Hlavná energia na vstupe podsystemu akumulácie (kWh):	1 904
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	1 904
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	1 904
Merná potreba energie na prípravu teplej vody (kWh/(m ² .a)):	6,3

Tabuľka 3.50: Potreba energie na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

elektrina (kWh):	1 904
------------------	-------

Tabuľka 3.51: Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody

Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	B
--	---

3.8.3 Osvetlenie

Tabuľka 3.52: Potreba energie na osvetlenie

Potreba energie na osvetlenie (kWh):	1 253
Merná potreba energie na osvetlenie (kWh/(m ² .a)):	4,1

Tabuľka 3.53: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie

Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	A
--	---

3.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabuľka 3.54: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	23 694
elektrina (kWh):	3 157

Tabuľka 3.55: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	30 802
elektrina (kWh):	6 945
Spolu (kWh):	37 748
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m ² .a)):	124,2

Tabuľka 3.56: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia

Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia	B
---	---

3.9 Návrh merania spotreby energie

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

- hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy,
- zavedenie zónovej regulácie,
- inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách,
- inštalácia inteligentných meracích systémov.

Inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách

Vzhľadom na charakter budovy je na zvážení prevádzkovateľa inštalácie termoregulačných ventilov. Termoregulačné ventily nainštalované na vykurovacích telesách umožňujú automatickú reguláciu teploty v miestnosti a zabráňujú zbytočnému prekurovaniu. Ventil s termostatickou hlavicou automaticky obmedzí prietok vykurovacej vody v dobe slnečného žiarenia do miestnosti s oknami, alebo pri pôsobení iných zdrojov tepla.

Hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy

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

Zabezpečenie splnenia tohto opatrenia (povinnosti) si vyžaduje spracovanie samostatného projektu hydraulického vyváženia, ktorý zohľadní zmenené parametre teploty nosnej látky zariadenia na výrobu tepla resp. dodávky tepla, režim vykurovania a tepelné straty budovy vyvolané obnovou budovy. V posudzovaných budovách nie je možné osadiť termoregulačné ventily na vykurovacie telesá z dôvodu charakteru a účelu ich využívania. Čiastočné vyregulovanie sa dá dosiahnuť osadením regulátorov diferenčného tlaku a regulačných armatúr na päte vykurovacej sústavy objektu.

Zavedenie zónovej regulácie

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

Inštalácia inteligentných meracích systémov

Inteligentný merací systém je súbor zariadení zložený z určeného meradla a ďalších technických prostriedkov, ktorý umožňuje zber, spracovanie a prenos nameraných údajov o výrobe alebo spotrebe energie, alebo energetického média. Ide o elektronický systém, ktorý je schopný merať spotrebu energie a pridávať k tomu viac informácií ako konvenčné meradlo, a ktorý je schopný vyslať a prijímať dáta s využitím niektorej formy elektronickej komunikácie.

Pre transparentné monitorovanie spotreby energie navrhujeme, aby poskytovateľ GES prostredníctvom nainštalovaných meračov priebežne a na vlastné náklady monitoroval spotrebu energie v budove a v jednotlivých technických systémoch, aby v súčinnosti s prijímateľom GES

mohli priebežne vyhodnocovať dosahované úspory najmenej jedenkrát ročne.

V prípade neprimerane vysokých nákladov na podružné merania vzhľadom na výšku úspory je možné pristúpiť aj k vyhodnoteniu paušálnych úspor, ktoré musia byť hodnoverným spôsobom podložené zo strany poskytovateľa GES pred uzatvorením zmluvy o GES (napr. elektrická energia – čerpadlá, ventilátory, osvetlenie a pod.).

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

- a) určené meradlo spotreby elektriny na vstupe do budovy,
- b) určené meradlo spotreby elektriny vnútornej osvetľovacej sústavy budovy,
- c) určené meradlo spotreby dodaného tepla na vykurovanie na vstupe do budovy,
- d) určené meradlo spotreby dodaného tepla v teplej vode na vstupe do budovy,
- e) určené meradlo spotreby studenej vody na vstupe do budovy.

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

4. SO 10 - Veliteľ smeny, šatne OOaO

4.1 Lokalizácia

Tabuľka 4.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu

Adresa (ulica, číslo):	kpt. Nálepku 15
Obec:	Sabinov
Okres:	Sabinov
Nadmorská výška (m n.m.):	333

4.2 Charakteristika predmetu energetického auditu

Objekt SO 10 - Veliteľ smeny, šatne je umiestnená za budovou SO 02 - Hlavný vchod. V budove sa nachádzajú šatne, kancelárie, sklady výzbroje a hygienické miestnosti. Budovu za jednu pracovnú zmenu využívajú približne 3 osoby.

Jedná sa o dvojpodlažnú budovu s čiastočným podpivničením. Podkrovie sa využíva ako šatne a kancelárie príslušníkov VT. V roku 2007 prešla budova významnou rekonštrukciou.

Pôvodné obvodové steny sú murované, pravdepodobne zo zmiešaného muriva hr. 450 mm, zateplená tepelnou izoláciou z EPS hr. 80 mm. Obvodové steny prístavby sú z keramických tvaroviek hr. 440 mm bez zateplenia.

V podkroví sú vytvorené deliace sendvičové priečky, ktoré oddeľujú vykurovaný a nevykurovaný priestor podkrovia. Sú zateplené tepelnou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 120 mm, zo strany interiéru opatrené SDK obkladom a zo strany nevykurovaného podstrešného priestoru opatrené dreveným debnením.

Pôvodnú podlahu na teréne tvorí pôvodný podkladový betón, hydroizolácia, cementový poter a následné vrstvy podlahy. Podlahu na teréne tvorí pôvodný podkladový betón, tepelná izolácia z EPS hr. 60 mm, hydroizolácia, cementový poter a následné vrstvy podlahy.

Strecha nad pôvodnou časťou budovy je sedlová z plechovou krytinou, medzi krokvmi zateplená tepelnou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 120 mm hr. 80 mm pod krokvmi.

Nad prístavbou je jednoplášťová strecha, kde nosnú časť tvorí monolitická ŽB doska hr. 150 mm na ktorej je ľahčený spádový betón hr. 50 - 200 mm, zateplená tepelná izolácia z minerálnych vlákien hr. 160 mm a opatrená hydroizolačnou vrstvou.

Strop povaly je pravdepodobne drevený trámový so škvarovým násypom a je zateplený tepelnou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 80 mm.

Okná sú plastové s izolačným dvojsklom. Niektoré okná sú opatrené mrežou zamurovanou do obvodovej steny objektu. V šikmej streche sú osadené drevené strešné okná s izolačným dvojsklom. Vstupné dvere sú plastové s izolačným dvojsklom, opatrené mrežou.

Budova je prevádzkovaná celoročne, slúži ako zázemie pre príslušníkov VT.

Tabuľka 4.2: Prevádzkový režim

Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Denná prevádzka	365	24

4.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 4.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m ²):	A	182
Obvod zastavanej plochy (m):	P _F	58
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m ³):	V _B	1 005
Počet nadzemných podlaží:	N	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L _B	2,93
Celková teplovýmenná plocha budovy (m ²):	ΣA _i	695
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹):	ΣA _i /V _B	0,69
Celková podlahová plocha budovy (m ²):	A _B	370

Tabuľka 4.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m ²)
administratívna budova	370

4.4 Energetické vstupy a výstupy

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

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

Spotreba energie uvedená v členení podľa účelu obsahuje aj pomernú časť prípadných strát z výroby a rozvodu energie, vzniknutých v objekte energetického auditu.

Uvedené náklady obsahujú len variabilnú zložku obstarávacej ceny energetických nosičov, t.j. obsahuje len zložky ceny súvisiace s množstvom dodanej energie. Takto oklieštená hodnota nákladu je z dôvodu objektívneho výpočtu ekonomickej návratnosti navrhovaných racionalizačných opatrení. Náklady na energie sú uvedené bez DPH.

4.4.1 Teplo CZT

Dodávateľ zemného plynu: MET Slovakia, a.s.

Vzhľadom na to, že na vstupe do budovy nie sú osadené merače vykurovacej a teplej vody, ich množstvo bolo stanovené odborným odhadom na základe charakteru a stavebných rozmerov objektov pripojených k zdroju tepla.

Tabuľka 4.5: Spotreba - teplo CZT

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2016	36 071	1 148,75
2017	36 293	1 092,68
2018	33 339	1 091,03
Priemer:	35 234	

Tabuľka 4.6: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	36 071	0	0	0	0
2017	36 293	0	0	0	0
2018	33 339	0	0	0	0
Priemer:	35 234	0	0	0	0

4.4.2 Elektrina

Dodávateľ elektrickej energie za roky 2016 a 2018: Slovenské elektrárne, SE Predaj, s.r.o. od 1.5.2018 dodávateľ zmenil názov na Slovenské elektrárne - energetické služby, s.r.o. a za rok 2017: Energa Slovakia, s.r.o.

Vzhľadom na to, že na vstupe do budovy nie je osadený merač spotrebovanej elektrickej energie, jej množstvo bolo stanovené odborným odhadom na základe charakteru prevádzky objektu.

Tabuľka 4.7: Spotreba - elektrina

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2016	23 905	2 710,76
2017	23 791	2 793,49
2018	23 556	2 786,85
Priemer:	23 751	

Tabuľka 4.8: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	4 386	3 321	0	2 693	13 505
2017	4 365	3 306	0	2 680	13 440
2018	4 322	3 273	0	2 653	13 308
Priemer:	4 358	3 300	0	2 675	13 418

4.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania

4.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky

Spotreba tepla na vykurovanie je ovplyvňovaná klimatickými podmienkami daného územia, pričom náročnosť vykurovacieho obdobia je charakterizovaná veličinou dennostupeň. Dennostupne ($^{\circ}D$) 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: $^{\circ}D = d * (\theta_i - \theta_{ex})$, kde:

d - priemerný počet vykurovacích dní,

θ_i - vnútorná výpočtová teplota,

θ_{ex} - priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia.

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

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

V prípade normalizovaného hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer normalizovaných vnútorných teplôt, pričom váhou je podlahová plocha jednotlivých kategórií budovy.

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 $3,86^{\circ}C$.

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.

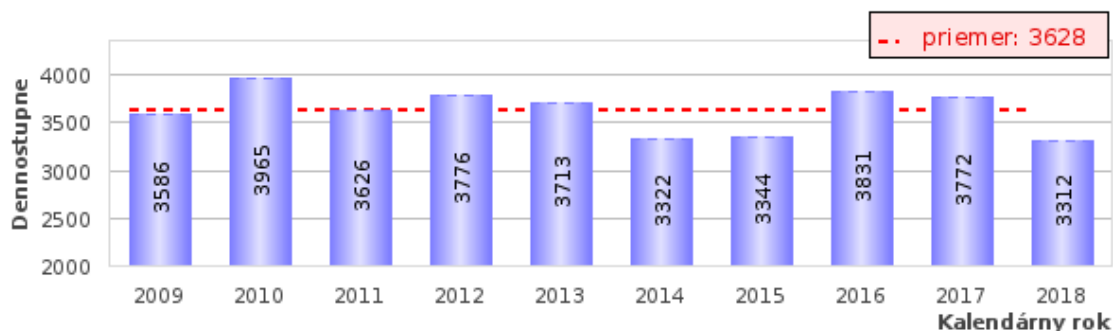
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

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.

Areál ÚVV a ÚVTOS - OVT, súčasťou ktorého je aj objekt SO 10 Veliteľ smeny, šatne OOaO, sa nachádza v strede mesta Sabinov v zastavanej časti.

Tabuľka 4.9: Počet vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota

Kalendárny rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Počet vykurovacích dní	220	236	206	217	225	239	220	244	230	196
Priem. vonkajšia tep. (°C)	3.5	3.0	2.2	2.4	3.3	5.9	4.6	4.1	3.4	2.9
Počet dennostupňov	3 586	3 965	3 626	3 776	3 713	3 322	3 344	3 831	3 772	3 312

**Graf 4.1: Pribeh dennostupňov a porovnanie s priemerom**

Priestory v budove slúžia pre príslušníkov VT. Teplota jednotlivých vnútorných priestorov budovy nie je meraná ani riadená priestorovým termostatom. Vnútorná teplota je určená profesionálnym odhadom na základe konzultácie s prevádzkovateľom budovy. Počas vykurovacej sezóny neboli uplatňované vykurovacie útlmy. V celej budove je udržiavaná stála vnútorná teplota s nepretržitou prevádzkou.

Tabuľka 4.10: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru

Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m ²)	Priemerná teplota (°C)
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	259	21,0
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	111	17,0

Tabuľka 4.11: Klimatické podmienky

	Prevádzkové hodnotenie	Normalizované hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	-15	-
Klimaticky exponované miesto:	nie	-
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (m/s):	< 2,0	-
Priemerná rýchlosť vetra 50m nad terénom (m/s):	2,4	-
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	3,53	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní:	223	212
Priemerný počet dennostupňov:	3 628	3 422

4.5.2 Pevné stavebné konštrukcie

Predmetom posúdenia sú len obalové pevné stavebné konštrukcie budovy, nakoľko práve tieto sa podieľajú na energetických stratách. Do tejto skupiny stavebných konštrukcií nepatria okenné konštrukcie, dvere a presklené plochy, pričom tieto budú posudzované v nasledujúcej kapitole. Pre určenie tepelného toku stavebnými konštrukciami z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia je potrebné posúdiť teplotné vlastnosti stavebných materiálov, ktoré sú charakterizované týmito veličinami:

- hrúbka homogénnej vrstvy d (m);

- súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/(m.K));

- objemová hmotnosť ρ (kg/m³);

- merná tepelná kapacita c (J/(kg.K));

Tepelný odpor stavebnej konštrukcie R (m².K/W) je určený súčtom tepelných odporov jednotlivých homogénnych vrstiev. Tepelný odpor homogénnej vrstvy stavebnej konštrukcie sa určuje podľa vzorca:

$$R = d / \lambda$$

Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m².K)) predstavuje celkovú výmenu tepla medzi prostrediami oddelenými od seba stavebnou konštrukciou s tepelným odporom R . Určuje sa podľa vzťahu:

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) \text{ kde:}$$

R_{si} - odpor pri prechode tepla na vnútornej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

R_{se} - odpor pri prechode tepla na vonkajšej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

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: $U = 2 * \lambda / (\pi * B + dt) * \ln(\pi * B / dt + 1)$

ináč: $U = \lambda / (0,457 * B + dt)$

λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy ($\lambda = 2$ W/(m.K)),

π - ludolfovo číslo ($\pi = 3,14$),

dt - ekvivalentná hrúbka podlahy ($dt = w + \lambda (R_{si} + R_f + R_{se})$),

B - charakteristický rozmer podlahy.

Tabuľka 4.12: Zoznam pevných stavebných konštrukcií

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena pôvodná				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
malta - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	1 850	840
murivo - dierované pálené tehly	0,450	0,800	0,563	1 550	960
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,080	0,040	2,000	25	1 270
omietka - silikónová	0,002	0,700	0,003	1 800	1 250
U = 0.36 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena prístavby				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - POROTHERM	0,440	0,174	2,529	800	960
malta - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	1 850	840
U = 0.36 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena 1.PP - nad terénom				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - dierované pálené tehly	0,450	0,800	0,563	1 550	960
tep. izol. - polystyrén extrudovaný (XPS)	0,020	0,035	0,571	32	2 060
omietka - silikónová	0,002	0,700	0,003	1 800	1 250
U = 0.75 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena - štítová				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - POROTHERM	0,150	0,174	0,862	800	960
murivo - dierované pálené tehly	0,150	0,800	0,188	1 550	960
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,080	0,040	2,000	25	1 270
omietka - silikónová	0,002	0,700	0,003	1 800	1 250
U = 0.31 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena vykurovaného priestoru priľahlá k zemi				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena 1.PP - pod terénom				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,003	0,970	0,003	2 000	790
murivo - dierované pálené tehly	0,450	0,800	0,563	1 550	960
tep. izolácia - polystyrén soklový (XPS)	0,002	0,033	0,061	32	2 060
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
U = 0.78 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha vykurovaného suterénu				
Stručný popis konštrukcie:	podlaha 1.PP				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,009	1,010	0,009	2 000	840
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,025	1,000	0,025	2 000	840
betón - obyčajný hutný	0,100	1,300	0,077	2 200	1 020
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
U = 0.70 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche				
Stručný popis konštrukcie:	podlaha pôvodná 1.NP				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - linoleum	0,002	0,190	0,011	1 200	1 880
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,025	1,000	0,025	2 000	840
betón - obyčajný hutný	0,100	1,300	0,077	2 200	1 020
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
U = 0.53 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche				
Stručný popis konštrukcie:	podlaha 1.NP				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - linoleum	0,002	0,190	0,011	1 200	1 880
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,025	1,000	0,025	2 000	840
betón - obyčajný hutný	0,070	1,300	0,054	2 200	1 020
tep. izolácia - polystyrén podlahový (EPS)	0,060	0,038	1,579	25	1 270
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
U = 0.30 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45				
Stručný popis konštrukcie:	strecha plochá				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
betón - železobetón	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020
betón - pieskový (plynobetón)	0,100	0,210	0,476	580	840
tep. izolácia - minerálna vlna	0,160	0,040	4,000	33	940
hydroizolácia - IPA	0,008	0,200	0,040	1 280	1 470
U = 0.21 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	strecha šikmá so sklonom > 45 , podkrovie vykurované				
Stručný popis konštrukcie:	strecha šikmá				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
doska - sádrokarton	0,012	0,220	0,055	750	1 060
fólia podstrešná, parozábrana	0,001	0,200	0,005	1 500	1 400
tep. izolácia - minerálna vlna	0,080	0,040	2,000	33	940
tep. izolácia - minerálna vlna	0,120	0,040	3,000	33	940
hydroizolácia - IPA	0,002	0,200	0,010	1 280	1 470
strecha plechová + debnenie			0,200		
U = 0.18 W/(m².K)					

Tabuľka 4.13: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Súčasný stav	
		U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
obvodová stena pôvodná	0,22	0,36	nevyhovuje
obvodová stena prístavby	0,22	0,36	nevyhovuje
obvodová stena 1.PP - nad terénom	0,22	0,75	nevyhovuje
obvodová stena - štítová	0,22	0,31	nevyhovuje
strecha plochá	0,15	0,21	nevyhovuje
strecha šikmá	0,22	0,18	vyhovuje

Tabuľka 4.14: Splnenie požiadavky na tepelný odpor podľa STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota R (m²K/W)	Súčasný stav	
		R (m²K/W)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
obvodová stena 1.PP - pod terénom	2,00	0,65	nevyhovuje
podlaha 1.PP	2,00	0,14	nevyhovuje
podlaha pôvodná 1.NP	2,50	0,14	nevyhovuje
podlaha 1.NP	2,50	1,69	nevyhovuje

4.5.3 Otvorové konštrukcie

Otvorové konštrukcie ako okná, dvere a presklené steny sa svojimi funkciami výraznou mierou podieľajú na tvorbe optimálneho vnútorného prostredia a rozhodujúcou mierou na energetických stratách objektov. Veličina ktorá charakterizuje tepelnoizolačné vlastnosti otvorových konštrukcií je súčiniteľ prechodu tepla. Určenie súčiniteľa prechodu tepla celej otvorovej konštrukcie (U_w) závisí od prechodu tepla a plochy rámu otvorovej konštrukcie a prechodu tepla a plochy výplne. Výpočet upravuje STN EN ISO 10077-1. Hodnota U_w je určená podľa vzťahu:

$$U_w = (U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi \cdot l_g) / (A_f + A_g)$$

U_f - súčiniteľ prechodu tepla rámu (W/(m².K));

A_f - plocha rámu (m²);

U_g - súčiniteľ prechodu tepla výplne (W/(m².K));

A_g - plocha výplne (m²);

Ψ - lineárny stratový činiteľ ($W/(m.K)$);
 l_g - obvod výplne (m);

Súčiniteľ prechodu tepla zasklenia U_g 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 distančného profilu.

Výslednú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla otvorovej konštrukcie ovplyvňuje aj pomerná plocha zasklenia, rámovej konštrukcie, geometria okna, konštrukcia okna (jednokrídlové, dvojkřídlové), 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 U_w natoľko, že nie je možné dosiahnuť požadovanú hodnotu U podľa STN 73 0540-2.

Tabuľka 4.15: Zoznam otvorových konštrukcií

P. č.	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	U_w
1	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.55m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.24$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.09$ m^2	1.51
2	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.70m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.29$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.13$ m^2	1.49
3	okno v obvodovej stene (1.50m x 1.50m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.93$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.32$ m^2	1.36
4	okno v obvodovej stene (2.05m x 1.50m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 1.09$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.99$ m^2	1.31
5	okno v obvodovej stene (2.00m x 1.30m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.99$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.61$ m^2	1.33
6	okno v obvodovej stene (3.95m x 1.50m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 1.79$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 4.14$ m^2	1.26
7	dvere v obvodovej stene (0.95m x 2.05m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 1.04$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.91$ m^2	1.49
8	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.50m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, $U_f=2.00$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.68$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 2.02$ m^2	1.44
9	okno v šikmej strešnej konštrukcii (0.78m x 1.40m)	Rám: drevený s tesniacim profilom, $U_f=1.50$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.47$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.62$ m^2	1.40
10	okno v šikmej strešnej konštrukcii (0.55m x 0.78m)	Rám: drevený s tesniacim profilom, $U_f=1.50$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.26$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.17$ m^2	1.54

Tabuľka 4.16: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

P.č.	Otvorová konštrukcia	U _w (W/(m ² .K))	Požadovaná hodnota U (W/(m ² .K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
1	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.55m)	1.51	1.00	nevyhovuje
2	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.70m)	1.49	1.00	nevyhovuje
3	okno v obvodovej stene (1.50m x 1.50m)	1.36	1.00	nevyhovuje
4	okno v obvodovej stene (2.05m x 1.50m)	1.31	1.00	nevyhovuje
5	okno v obvodovej stene (2.00m x 1.30m)	1.33	1.00	nevyhovuje
6	okno v obvodovej stene (3.95m x 1.50m)	1.26	1.00	nevyhovuje
7	dvere v obvodovej stene (0.95m x 2.05m)	1.49	1.00	nevyhovuje
8	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.50m)	1.44	1.00	nevyhovuje
9	okno v šikmej strešnej konštrukcii (0.78m x 1.40m)	1.40	1.40	vyhovuje
10	okno v šikmej strešnej konštrukcii (0.55m x 0.78m)	1.54	1.40	nevyhovuje

Tabuľka 4.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Otvorová konštrukcia	SZ	JZ	S	JV	V
1	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.55m)	3				
2	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.70m)	2				
3	okno v obvodovej stene (1.50m x 1.50m)	1				
4	okno v obvodovej stene (2.05m x 1.50m)		2		1	
5	okno v obvodovej stene (2.00m x 1.30m)		1			
6	okno v obvodovej stene (3.95m x 1.50m)			1		1
7	dvere v obvodovej stene (0.95m x 2.05m)				1	
8	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.50m)				1	
9	okno v šikmej strešnej konštrukcii (0.78m x 1.40m)	2			1	
10	okno v šikmej strešnej konštrukcii (0.55m x 0.78m)	3				

4.5.4 Tepelné mosty

Tepelný most je časť obvodovej konštrukcie budovy, odkiaľ uniká podstatne viac tepla ako na bežnom mieste a tým pádom sa výrazne mení vnútorná povrchová teplota. Je spôsobený prienikom stavebných materiálov s rôznou tepelnou vodivosťou alebo zmenou hrúbky stavebnej konštrukcie alebo rozdielnou veľkosťou vnútornej plochy, ktorá teplo prijíma a vonkajšej plochy, ktorá teplo odovzdáva (napríklad kúty stien, podláh a podobne). Ak vnútorná povrchová teplota klesne pod rosny 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 $\Delta U = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, resp. pre prípad spojitkej tepelnej izolácie na vonkajšom povrchu konštrukcie je $\Delta U = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$. Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:

$$\Delta H = \Delta U * \Sigma A_i \text{ (W/K)}$$

ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$);

ΣA_i - celková teplovýmenná plocha budovy (m^2).

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:

$$\Delta H = \Psi_e * l \text{ (W/K)}$$

Ψ_e - lineárny stratový súčiniteľ určený podľa katalógu ($\text{W}/(\text{m}.\text{K})$);

l - dĺžka lineárneho tepelného mosta (m).

Tabuľka 4.18: Tepelné mosty (približný výpočet)

	Súčasný stav
Zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$):	0,05
Celková teplovýmenná plocha budovy (m^2):	695
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	34,755

4.5.5 Tepelná strata vetraním

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

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

od dynamických účinkov vetra. Taktiež k prevetrávaniu môže dochádzať aj pri zatvorených oknách, cez prípadné škáry v otvorových konštrukciách, nakoľko na náveternej strane vzniká pretlak a na záveternej 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 (m^3/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu ($1/h$) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m^3). 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:

$$H_v = V_i \cdot p_a \cdot c_a$$

kde:

H_v - merná tepelná strata vetraním (W/K)

V_i - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m^3/h)

$p_a \cdot c_a$ - efektívna tepelná kapacita vzduchu ($0,333 \text{ W.h}/(m^3.K)$)

Tabuľka 4.19: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu

Trieda ochrany budovy:	nechránené
Tesnosť interiérových dverí:	netesné (bez prahu)
Objem vnútorného vzduchu (m^3):	804

Tabuľka 4.20: Minimálna intenzita výmeny vzduchu

Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu ($1/h$)
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	1,0
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	1,0
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu ($1/h$):	1,00

Tabuľka 4.21: Prirodzené vetranie

Minimálny objemový tok vzduchu (m^3/h):	804,00
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie ($1/h$):	0,021
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m^3/h):	16,88
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m^3/h):	804,00

Tabuľka 4.22: Merná tepelná strata vetraním

Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m^3/h):	804,00
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	268,000

4.5.6 Tepelný zisk

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

Solárne tepelné zisky sú výsledkom slnečného žiarenia v danom mieste. Množstvo slnečného žiarenia, ktoré dopadne na okno, závisí na orientácii okna a jeho zatienenia. Pri výpočte sa tiež zohľadňuje plocha rámu okna a solárna priepustnosť zasklenia. Významnú úlohu zohráva aj zatienenie záclonami a žalúziami. Súčiniteľ, ktorý zahŕňa tieto vlastnosti a plocha kolekčného povrchu sa nazýva účinnou kolekčnou plochou (A_{sol}) a určuje sa nasledovne:

$$A_{sol} = A_w * g_n * F_c$$

A_w - plocha výplne otvorovej konštrukcie,

g_n - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,

F_c - 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 (Q_{sol}) je vypočítaný podľa vzorca:

$$Q_{sol} = I_{sol} * A_{sol} * F_{sol} \text{ (kWh)}$$

kde:

I_{sol} - celková energia slnečného žiarenia,

A_{sol} - účinná kolekčná plocha,

F_{sol} - 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.

Tabuľka 4.23: Solárny tepelný zisk

Orientácia otvorovej konštrukcie:	JV	JZ	S	SZ	V
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m ²):	260	260	100	130	200
Zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m ²):	4,16	4,19	3,11	2,70	3,11
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	1 082	1 089	311	351	622
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	3 455				

Tabuľka 4.24: Metabolický tepelný zisk

Osoby prítomné v budove:	muži	ženy	deti
Priemerný tepelný tok na osobu (W):	93	79	70
Priemerný denný počet osôb:	3	0	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	24	24	24
Metabolický tepelný zisk (kWh):	1 493	0	0

Tabuľka 4.25: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov

Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	56
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	12 488

4.5.7 Vykurovací systém

Vykurovací systém zabezpečuje zásobovanie budovy teplom na vykurovanie. Tento systém sa môže skladať z viacerých podsystémov:

- podsystému odovzdávania tepla (zariadenie na emisiu tepla v budove, napr. vykurovacie telesá),
- podsystému distribúcie tepla (rozvody tepla),
- podsystému akumulácie tepla (akumulačné zásobníky teplej vody)
- podsystému výroby tepla (zdroj tepla).

V budove môže byť viac nezávislých vykurovacích systémov, napríklad teplovodné stenové vykurovanie kombinované s vykurovaním radiátormi, pričom výroba tepla je v spoločnom zdroji tepla. Zároveň časť budovy môže byť vykurovaná gamatkami na zemný plyn (2. vykurovací systém). Každý z týchto systémov je posudzovaný samostatne. Vzhľadom na potrebu podsystému distribúcie tepla, rozlišujeme dva druhy vykurovacích systémov:

- s podsystémom distribúcie tepla, keď miesto výroby tepla je odlišné od miesta odovzdávania tepla,
- bez podsystému distribúcie (t.j. bez rozvodov tepla), a to v prípade, že teplo sa vyrába priamo v zariadení na odovzdávanie tepla, napr. elektrický priamovýhrevný konvektor, gamatky na zemný plyn, alebo elektrické podlahové vykurovanie.

Výpočet tepelných strát vykurovacieho systému sa zakladá na analýze jednotlivých podsystémov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby tepla po zdroj energie, pričom vo výpočte sa zohľadňujú všetky časti vykurovacieho systému.

Podsystém odovzdávania tepla zabezpečuje aby sa teplo v správnej miere odovzdávalo príslušným priestorom. Okrem vykurovacích telies, ktoré odovzdávajú prevažnú časť tepelnej energie okolitému vzduchu konvekciou, funguje tento princíp aj pri plošnom kúrení ktoré môže byť inštalované v podlahe, v stene alebo na stope a prenáša tepelnú energiu vo forme žiarenia. Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla ($Q_{em, is}$) je spôsobená hlavne nerovnomerným rozdelením teploty vplyvom nerovnomerného rozloženia vykurovacích telies (napr. umiestnenie radiátorov pod oknami). Táto strata sa určí podľa vzorca:

$$Q_{em, is} = Q_{nd, inc} - Q_{nd} - 2 * Q_{w, hs, i} \text{ (kWh)}$$

kde:

$Q_{nd, inc}$ - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty zvýšenej o priemernú priestorovú zmenu teploty,

Q_{nd} - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty

$Q_{w, hs, i}$ - časť obnovennej 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:

$$W_{em, aux} = \sum P * Q_{nd} * k / Ph / 1000 \text{ (kWh)}$$

kde:

P - elektrický príkon pomocných zariadení,

Q_{nd} - 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 podsystemu 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 podsystemu distribúcie tepla $Q_{dis,ls}$ sa určí podľa vzorca:

$$Q_{dis,ls} = \sum \Psi_j * (\Phi_m - \Phi_i) * L_j * t / 1000 \text{ (kWh)}$$

kde:

Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia určený na základe tepelnej vodivosti a hrúbky tepelnej izolácie,

Φ_m - stredná teplota teplotnosnej látky určená na základe teplotného spádu,

Φ_i - priemerná teplota nevykurovaného priestoru,

L_j - dĺžka potrubia,

t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Prídavná energia podsystemu distribúcie tepla (kWh) sa určí na základe súčiny príkonov obehových čerpadiel a počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému.

Podsystem 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 nízkotepelného 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 podsystemu akumulácie tepla sa určí podľa vzorca:

$$Q_{s,ls} = q_z * (\Phi_s - \Phi_{amb}) * t / 1000$$

kde:

$Q_{s,ls}$ - tepelná strata podsystemu akumulácie tepla,

q_z - merná tepelná strata akumuláčného zásobníka určená na základe tepelnej vodivosti tepelnej izolácie a jej hrúbky,

Φ_s - priemerná teplota vody v akumuláčnom zásobníku,

Φ_{amb} - priemerná teplota okolia,

t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Podsystem 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 podsystemu výroby tepla je záporná, teda sa jedná o tepelný zisk.

Tepelná strata podsystemu výroby tepla $Q_{gen,ls}$ sa určí podľa vzorca:

$$Q_{gen,ls} = \sum (Q_{entry} * k) / \eta - Q_{entry} * k$$

kde:

Q_{entry} - energia na vstupe nasledujúceho podsystemu (akumulácie alebo distribúcie),

k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením,

η - faktor transformácie energie.

Zdroj tepla pre vykurovanie objektu slúži jestvujúca nízkotlaká teplovodná kotolňa na spaľovanie zemného plynu, umiestnená v jedálenskom bloku. Do objektu SO 10 Veliteľ smeny, šatne je privedená vykurovacia voda potrubím UK DN 32. Vykurovacia sústava kotolne je s neprerušovanou prevádzkou, s možnosťou tlmeného režimu v dobe mimo prevádzky zásobovaných objektov. Kotolňa je teplovodná

nízkotlaká s tepelným spádom 92,5/67,5°C.

Vykurovacie médium, voda je z kotolne privedené teplovodným kanálom do suterénu v miestnosti skladu. Potrubie stúpa pod strop suterénu, kde sa napája na stúpačky, ktoré vedú cez 1.NP až do 2.NP. Vykurovacie telesá sú vymenené za oceľové doskové s termoregulačným ventilom.

Na dokurovanie objektu v zimnom období sa taktiež využíva elektrický ohrievač s príkonom 2kW.

Tabuľka 4.26: Vykurovací systém - 1. časť		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	s podsystémom distribúcie	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 600	3 600
Teplotný spád (°C):	92,5/67,5	92,5/67,5

Tabuľka 4.27: Podsystém odovzdávania tepla - zariadenia na odovzdávanie tepla					
Súčasný stav			Navrhovaný stav		
Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)
radiátor teplovodný	0,2	0	radiátor teplovodný	0,2	0

Tabuľka 4.28: Podsystém odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20	0,20
Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (kWh):	612	612
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00	1,00

Tabuľka 4.29: Podsystém výroby - zariadenia na výrobu tepla									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
diaľkové vykurovanie	CZT	0,0	0,00	0	diaľkové vykurovanie	CZT	0,0	0,00	0

Tabuľka 4.30: Podsystem výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystemu výroby tepla (kWh):	0	0
Prídavná energia podsystemu výroby tepla (kWh):	0	0

Tabuľka 4.31: Vykurovací systém - 2. časť		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	bez podsystemu distribúcie	s podsystemom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 400	3 400
Teplotný spád (°C):		92,5/67,5

Tabuľka 4.32: Podsystem 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	EL	0,2	2,00	1,00	0	radiátor teplovodný	0,2	0

Tabuľka 4.33: Podsystem odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20	0,20
Tepelná strata podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	76	76
Prídavná energia podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenéj prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00	1,00

Tabulka 4.34: Podsystem výroby - zariadenia na výrobu tepla									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
-	-	-	-	-	diaľkové vykurovanie	CZT	0,0	0,00	0

Tabulka 4.35: Podsystem výroby - tepelná strata		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Tepelná strata podsystemu výroby tepla (kWh):	-	0
Prídavná energia podsystemu výroby tepla (kWh):	-	0

4.5.8 Energia na vykurovanie

Potreba energie na vykurovanie je ovplyvňovaná tepelnou stratou stavebných konštrukcií, tepelnou stratou vetraním, tepelnými ziskami a tepelnou stratou vykurovacieho systému. Do potreby energie na vykurovanie sa započíta aj potreba pomocnej energie, spravidla sa jedná o elektrickú energiu, ktorá sa využíva na pohon obehových čerpadiel, ventilátorov alebo riadenia a regulácie, ktoré sú súčasťou vykurovacieho systému.

Potreba tepla na vykurovanie Q_{nd} (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Q_{nd} = Q_{ht} - \eta_{gn} * Q_{gn}$$

kde:

Q_{ht} - celkový prenos tepla (kWh),

η_{gn} - faktor využitia tepelných ziskov je funkciou tepelnej bilancie pomeru tepelných ziskov Q_{gn} , celkového prenosu tepla Q_{ht} a bezrozmerného číselného parametra závislého od vnútornej tepelnej kapacity vypočítanej pre maximálnu hrúbku 0,1 m vnútorných konštrukcií budovy.

Q_{gn} - tepelný zisk (kWh) je určený súčtom solárnych ziskov a vnútorných ziskov.

Celkový prenos tepla Q_{ht} (kWh) sa určuje podľa vzorca:

$$Q_{ht} = H * D * 24 / 1000$$

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 U_j všetkých obalových konštrukcií budovy, ich plôch A_j 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 Q_{nd} poníženej o spätné obnovenú tepelnú stratu systému prípravy teplej vody, so zohľadnením tepelných strát a tepelných ziskov vykurovacieho systému.

Tabuľka 4.36: Merná tepelná strata

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	285,088	285,088
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	49,672	49,672
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	34,755	34,755
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	268,000	268,000

Tabuľka 4.37: Energia na vykurovanie

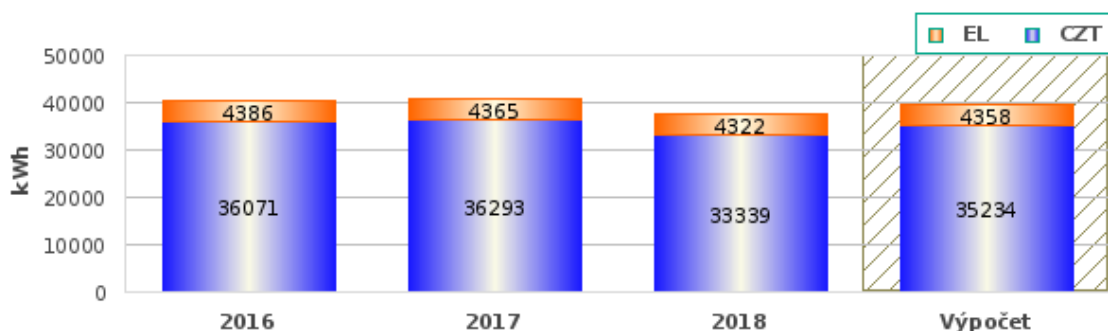
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	637,515	637,515
Celkový prenos tepla (kWh):	55 510	55 510
Tepelný zisk (kWh):	17 436	17 436
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,951	0,951
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	38 928	38 928
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	30	30
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	38 898	38 898

Tabuľka 4.37: Energia na vykurovanie - pokračovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	39 592	39 592
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	39 592	39 592

Tabuľka 4.38: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	35 234	39 592
elektrina (kWh):	4 358	0



Graf 4.2: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou

4.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody

4.6.1 Systém prípravy teplej vody

Prípravou teplej vody sa myslí ohrev pitnej vody pre potrebu ľudí, napríklad umývanie a nejedná sa o teplú vodu na vykurovanie, technologické účely alebo pre zvieratá. Tak ako vykurovací systém aj systém prípravy teplej vody sa môže skladať z viacerých podsystemov:

- podsystemu distribúcie,
- podsystemu akumulácie,
- podsystemu výroby.

Podľa spôsobu distribúcie rozoznávame dva základné druhy systému teplej vody:

- centrálny ohrev, t.j. s podsystemom distribúcie,
- miestny ohrev v mieste výtoku teplej vody, t.j. bez podsystemu distribúcie (napr. prietokový ohrievač, boiler,...).

Výpočet tepelných strát systému teplej vody sa zakladá na analýze jednotlivých podsystemov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby energie v teplej vode na výtok až po prípravu teplej vody v podsysteme výroby.

Tepelná strata podsystemu 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:

$$Q_{w,dis,on} = \sum \Psi_j * (\Phi_m - \Phi_i) * L_j * t / 1000$$

kde:

Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia,

Φ_m - priemerná teplota vody,

Φ_i - priemerná teplota priestoru v ktorom je uložené potrubie,

L_j - 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:

$$Q_{w,dis,off} = \Sigma ((\rho * c) / 1000 * V * (\Phi_w - \Phi_i) * n) / 3,6$$

kde:

ρ - objemová hmotnosť vody (kg/m³),

c - merná tepelná kapacita vody (kJ/(kg.K)),

V - objem vody obsiahnutej v úseku potrubia (m³),

Φ_w - priemerná teplota vody v potrubí (°C),

Φ_i - priemerná teplota okolitého prostredia (°C),

n - ročný počet cirkulačných cyklov

Tepelná strata podsystemu akumulácie sa vypočíta podľa vzorca:

$$Q_{w,acc,hs} = q_z * (\Phi_s - \Phi_{amb}) * t / 1000$$

kde:

$Q_{w,acc,hs}$ - tepelná strata podsystemu akumulácie vo vykurovaných priestoroch,

q_z - merná tepelná strata akumulačného zásobníka,

Φ_s - priemerná teplota vody na výtok (°C),

Φ_{amb} - priemerná teplota okolia (°C),

t - počet prevádzkových hodín systému (h).

Merná tepelná strata akumulačného zásobníka sa určí podľa vzorca:

$$q_z = (\pi / (1 / (2 * \lambda) * \ln(d / (d - 2 * e)) + 0,13 / d) * v + 2 * (\pi / 4 * (d * d)) / (e / \lambda + 0,13))$$

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 podsystemu výroby sa určí podľa vzorca:

$$Q_{w,gen} = \Sigma (Q_{entry} * k) / \eta - Q_{entry} * k$$

kde:

Q_{entry} - energia na vstupe predchádzajúceho podsystemu (kWh)

k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením

η - faktor transformácie energie

Na prízemí hygienických priestoroch sú pod umývadlami umiestnené tri elektrické prietokové ohrievače teplej vody. V podkroví je teplá voda pripravovaná v hygienických priestoroch prostredníctvom zásobníkového ohrievača teplej vody, na ktoré sú napojené zariadenie predmety. Rozvod TV je navrhnutý z PPR rúr, ktoré sú zateplené tepelnou izoláciou z penového polyetylénu.

Tabuľka 4.39: Prevádzkové parametre

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m ³):	70
Priemerná teplota vody na výtok (°C):	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	10
Druh systému prípravy teplej vody:	bez podsystému distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	365
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	4

Tabuľka 4.40: Podsystém akumulácie - zariadenia

Objem zásobníka (litre)	Tepelná izolácia	Priestor uloženia zásobníka	Počet zásobníkov
150	PUR pena	vykurovaný	1

Tabuľka 4.41: Podsystém akumulácie - tepelná strata

Tepelná strata podsystému vo vykurovaných priestoroch (kWh):	49
Tepelná strata podsystému v nevykurovaných priestoroch (kWh):	0

Tabuľka 4.42: Podsystém výroby - zariadenia

Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariad. (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
el. špirála AC	EL	2,0	1,00	0
prietokový ohrievač	EL	2,0	1,00	0
prietokový ohrievač	EL	2,0	1,00	0
prietokový ohrievač	EL	2,0	1,00	0

Tabuľka 4.43: Podsystém výroby - tepelná strata

Tepelná strata podsystému výroby (kWh):	0
Prídavná energia podsystému výroby (kWh):	0

4.6.2 Energia na prípravu teplej vody

Potreba energie na prípravu teplej vody je súčtom potreby základnej energie na ohrev požadovaného objemu pitnej vody, strát energie v zdroji tepla, v zásobníkoch, v distribučnej sústave. Do potreby energie na prípravu teplej vody sa započítava aj prídavná energia ktorú spotrebúvajú pomocné elektrické zariadenia, napríklad cirkulačné čerpadlá, meracie a regulačné prístroje. Pri výpočte strát energie sa postupuje od potreby energie v teplej vode na výtok 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:

$$Q = Q_w + Q_{w,dis} + Q_{w,acc} + Q_{w,gen} + W_{aux}$$

kde:

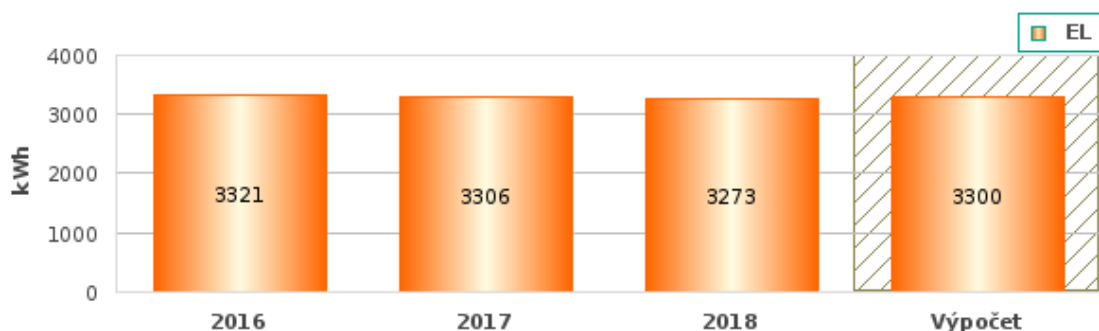
Q_w - dodaná energia v teplej vode na výtok (kWh),
 $Q_{w,dis}$ - tepelná strata podsystému distribúcie (kWh),
 $Q_{w,acc}$ - tepelná strata podsystému akumulácie (kWh),
 $Q_{w,gen}$ - tepelná strata podsystému výroby (kWh),
 W_{aux} - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 4.44: Energia na prípravu teplej vody

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m ³):	70
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	3 251
Hlavná energia na vstupe podsystemu akumulácie (kWh):	3 300
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	3 300
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	3 300

Tabuľka 4.45: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

elektrina (kWh):	3 300
------------------	-------



Graf 4.3: Porovnanie spotreby energie na prípravu teplej vody s vypočítanou potrebou

4.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia

4.7.1 Systém osvetlenia

Elektrické osvetlenie v budovách je významným spotrebičom elektrickej energie. Jeho úlohou je zabezpečenie dobrých zrakových podmienok, hygieny zrakovej práce a vytvorenie príjemného a ergonomického svetelného prostredia.

Osvetľovacia sústava budovy bola rozdelená na priestorovo a funkčne menšie časti, aby bolo možné čo najobjektívnejšie:

- posúdiť parametre súčasného osvetlenia s požiadavkami uvedenými v STN EN 12464-1,
- určiť spotrebu energie na základe normalizovaných hodnôt uvedených v STN EN 15193,
- určiť priemerný ročný čas svietenia.

Z dôvodu overenia osvetlenosti a rovnomernosti osvetlenia je pre každý posudzovaný priestor potrebné vytvoriť sieť kontrolných bodov s približne štvorcovými bunkami. Rozstupy bodov kontrolnej siete sú navrhnuté v zmysle STN EN 12464-1. Pre jednoduchšie zobrazenie nameraných hodnôt osvetlenosti posudzovaného priestoru sú jednotlivé body kontrolnej siete pomenované alfabetickými znakmi v smere šírky posudzovaného priestoru a číselne v smere dĺžky tohto priestoru. Namerané hodnoty osvetlenosti sú pre každý posudzovaný priestor zobrazené v číselnej a grafickej podobe.

Pre každý posudzovaný priestor je vypočítaná spotreba energie na základe normalizovaných hodnôt (STN EN 15193). Výsledky výpočtu spotreby energie sú vyčíslené pre súčasný stav osvetľovacej sústavy a pre stav po realizovaní navrhnutých opatrení modernizácie osvetľovacej sústavy. Následne sú uvedené predpoklady pre stanovenie činiteľov vstupujúcich do výpočtu spotreby energie.

Udržiavací činiteľ (Maintenance Factor) je vypočítaný na základe priemerného faktora zachovania osvetlenia (LLMF) uvedených svetelných zdrojov a nasledovných predpokladov udržiavania svietidla a miestnosti:

- stredne veľká miestnosť (K 2,5) s odrazivosťou 70/50/20 na strop, steny a podlahy v uvedenom poradí,
 - čistiace intervaly svetelných zdrojov a svietidiel - 1x ročne,
 - interval čistenia povrchov miestnosti - 1x za 6 rokov,
 - nefunkčné svetelné zdroje sú ihneď nahradené.
- Činiteľ využitia denného svetla (FD) je stanovený na základe činiteľa dostupnosti denného svetla (FD,S) ako funkcia stupňa presvetlenia priestoru denným svetlom a udržiavanej osvetlenosti pre zemepisnú šírku 48°.

Osvetlenie v objekte Veliteľ smeny, šatne OOaO bolo v minulosti vymenené. Druh svetelného zdroja je väčšinou lineárna žiarivka T8 s magnetických predradníkom, prípadne klasická žiarovka.

Tabuľka 4.46: Osvetľovaný priestor

Názov priestoru:	Veliteľ smeny, 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, umývárne, kúpeľne, záchody
Systém spínania osvetlenia:	automaticky ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	ano
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	0.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	470
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 4.47: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore

Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	48
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	21

Tabuľka 4.48: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore

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

4.7.2 Energia na osvetlenie

Potreba energie na osvetlenie závisí od celkového príkonu osvetľovacej sústavy (kW) a priemerného ročného času svietenia (hod.). Jednotlivé priestory v budove nemávajú rovnaký ročný čas svietenia, a to z dôvodu:

- rozdielneho využitia (napr. administratívne priestory, chodby, sklady, ...),
- rozdielnej dostupnosti denného svetla a stupňa presvetlenia denným svetlom,
- rozdielnej farby stien, ktorá ovplyvňuje odrazivosť svetla,
- rozdielneho systému spínania osvetlenia (automatické spínanie prostredníctvom senzorov, manuálne spínanie s rizikom nevypnutia osvetlenia pri odchode).

Potreba energie na osvetlenie Q_{It} (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Q_{It} = \sum (P_n * t_n)$$

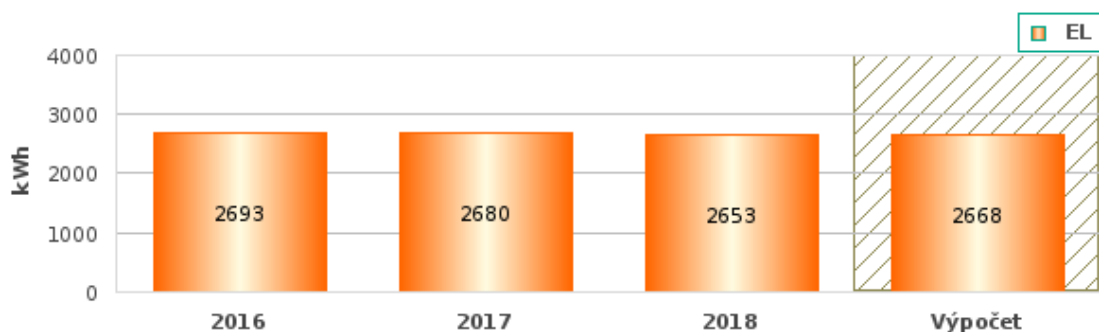
kde:

P_n - 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.

t_n - čas využitia osvetlenia v n -tom priestore (h).

Tabuľka 4.49: Energia na osvetlenie

Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	5 676
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	2 668



Graf 4.4: Porovnanie spotreby energie na osvetlenie s vypočítanou potrebou

4.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy

Budovy sú z hľadiska svojej energetickej hospodárnosti zatriedované do energetických tried, čo umožňuje ich vzájomné porovnanie v rámci územia Slovenska. Postupy hodnotenia a zatriedovania 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, výpočet je vykonávaný 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 vyhláske č. 364/2012 Z.z.. V prípade budov so zmiešaným účelom užívania sú horné hranice súčtom hraničných hodnôt pre jednotlivé kategórie budov určené váženým priemerom podľa celkovej podlahovej plochy jednotlivých častí budovy.

4.8.1 Vykurovanie

Tabuľka 4.50: Merná tepelná strata

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	285,088	285,088
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	49,672	49,672
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	34,755	34,755
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	86,333	86,333

Tabuľka 4.51: Potreba energie na vykurovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	455,848	455,848
Celkový prenos tepla (kWh):	37 438	37 438
Tepelný zisk (kWh):	11 998	11 998
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,974	0,974
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	25 752	25 752
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	30	30
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	25 722	25 722
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	26 186	26 186
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	26 186	26 186
Merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m ² .a)):	70,8	70,8

Tabuľka 4.52: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	23 304	26 186
elektrina (kWh):	2 882	0

Tabuľka 4.53: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie	C	C

4.8.2 Príprava teplej vody

Tabuľka 4.54: Potreba energie na prípravu teplej vody	
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	2 220
Hlavná energia na vstupe podsystemu akumulácie (kWh):	2 269
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	2 269
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	2 269
Merná potreba energie na prípravu teplej vody (kWh/(m².a)):	6,1

Tabuľka 4.55: Potreba energie na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov	
elektrina (kWh):	2 269

Tabuľka 4.56: Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	
Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	B

4.8.3 Osvetlenie

Tabuľka 4.57: Potreba energie na osvetlenie	
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	1 358
Merná potreba energie na osvetlenie (kWh/(m².a)):	3,7

Tabuľka 4.58: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	
Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	A

4.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabuľka 4.59: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	23 304	26 186
elektrina (kWh):	6 509	3 627

Tabuľka 4.60: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	30 295	34 042
elektrina (kWh):	14 320	7 979
Spolu (kWh):	44 615	42 021
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m².a)):	120,6	113,6

Tabuľka 4.61: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia	B	B

4.9 Návrh merania spotreby energie

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

- hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy,
- zavedenie zónovej regulácie,
- inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách,
- inštalácia inteligentných meracích systémov.

Inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách

Vzhľadom na charakter budovy je na zvážení prevádzkovateľa inštalácie termoregulačných ventilov. Termoregulačné ventily nainštalované na vykurovacích telesách umožňujú automatickú reguláciu teploty v miestnosti a zabraňujú zbytočnému prekurovaniu. Ventil s termostatickou hlavicou automaticky obmedzí prietok vykurovacej vody v dobe slnečného žiarenia do miestnosti s oknami, alebo pri pôsobení iných zdrojov tepla.

Hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy

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

Zabezpečenie splnenia tohto opatrenia (povinnosti) si vyžaduje spracovanie samostatného projektu hydraulického vyváženia, ktorý zohľadní zmenené parametre teploty nosnej látky zariadenia na výrobu tepla resp. dodávky tepla, režim vykurovania a tepelné straty budovy vyvolané obnovou budovy. V posudzovaných budovách nie je možné osadiť termoregulačné ventily na vykurovací telesá z dôvodu charakteru a účelu ich využívania. Čiastočné vyregulovanie sa dá dosiahnuť osadením regulátorov diferenčného tlaku a regulačných armatúr na päte vykurovacej sústavy objektu.

Zavedenie zónovej regulácie

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

Inštalácia inteligentných meracích systémov

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

vysielat' a prijímať dáta s využitím niektorej formy elektronickej komunikácie.

Pre transparentné monitorovanie spotreby energie navrhujeme, aby poskytovateľ GES prostredníctvom nainštalovaných meračov priebežne a na vlastné náklady monitoroval spotrebu energie v budove a v jednotlivých technických systémoch, aby v súčinnosti s prijímateľom GES mohli priebežne vyhodnocovať dosahované úspory najmenej jedenkrát ročne.

V prípade neprimerane vysokých nákladov na podružné merania vzhľadom na výšku úspory je možné pristúpiť aj k vyhodnoteniu paušálnych úspor, ktoré musia byť hodnoverným spôsobom podložené zo strany poskytovateľa GES pred uzatvorením zmluvy o GES (napr. elektrická energia – čerpadlá, ventilátory, osvetlenie a pod.).

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

- a) určené meradlo spotreby elektriny na vstupe do budovy,
- b) určené meradlo spotreby elektriny vnútornej osvetľovacej sústavy budovy,
- c) určené meradlo spotreby dodaného tepla na vykurovanie na vstupe do budovy,
- d) určené meradlo spotreby dodaného tepla v teplej vode na vstupe do budovy,
- e) určené meradlo spotreby studenej vody na vstupe do budovy.

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

5. SO 11 - Autoprevádzka

5.1 Lokalizácia

Tabuľka 5.1: Lokalizácia predmetu energetického auditu

Adresa (ulica, číslo):	kpt. Nálepku 15
Obec:	Sabinov
Okres:	Sabinov
Nadmorská výška (m n.m.):	333

5.2 Charakteristika predmetu energetického auditu

Objekt SO 11 Autoprevádzka je umiestnený po pravej strane pri hlavnom vchode do areálu areálu ÚVV a ÚVTOS - OVT. V budove sa nachádzajú kancelárie, sklady, garáže a hygienické miestnosti. Budovu za jednu pracovnú zmenu využívajú približne 20 osôb.

Obvodové murivo je z plnej pálenej tehly hr. 300 mm. Vnútoraná omietka je vápenná a vonkajšia omietka je brizolitová.

Podlahu na teréne tvorí podkladový betón, hydroizolácia, cementový poter a následné vrstvy podlahy.

Strecha je plochá jednoplášťová, kde nosnú časť pravdepodobne tvoria železobetónové dutinové panely hr. 250 mm.

Okná sú plastové s izolačným dvojsklom, niektoré okná sú opatrené mrežou. Vstupné dvere sú plastové s PUR výplňou a izolačným dvojsklom. Garážové brány sú kovové.

Budova je prevádzkovaná celoročne, slúži ako garáže pre vozidlá a kancelárie pre šoférov.

Tabuľka 5.2: Prevádzkový režim

Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Denná prevádzka	205	8

5.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 5.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m ²):	A	434
Obvod zastavanej plochy (m):	P _F	91
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m ³):	V _B	1 659
Počet nadzemných podlaží:	N	1
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L _B	3,82
Celková teplovýmenná plocha budovy (m ²):	ΣA _i	1 220
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹):	ΣA _i /V _B	0,74
Celková podlahová plocha budovy (m ²):	A _B	434

Tabuľka 5.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m ²)
ostatné budovy	434

5.4 Energetické vstupy a výstupy

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

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

Spotreba energie uvedená v členení podľa účelu obsahuje aj pomernú časť prípadných strát z výroby a rozvodu energie, vzniknutých v objekte energetického auditu.

Uvedené náklady obsahujú len variabilnú zložku obstarávacej ceny energetických nosičov, t.j. obsahuje len zložky ceny súvisiace s množstvom dodanej energie. Takto oklieštená hodnota nákladu je z dôvodu objektívneho výpočtu ekonomickej návratnosti navrhovaných racionalizačných opatrení. Náklady na energie sú uvedené bez DPH.

5.4.1 Teplo CZT

Dodávateľ zemného plynu: MET Slovakia, a.s.

Vzhľadom na to, že na vstupe do budovy nie sú osadené merače vykurovacej a teplej vody, ich množstvo bolo stanovené odborným odhadom na základe charakteru a stavebných rozmerov objektov pripojených k zdroju tepla.

Tabuľka 5.5: Spotreba - teplo CZT

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2016	72 108	2 296,39
2017	72 552	2 184,30
2018	66 645	2 181,00
Priemer:	70 435	

Tabuľka 5.6: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	72 108	0	0	0	0
2017	72 552	0	0	0	0
2018	66 645	0	0	0	0
Priemer:	70 435	0	0	0	0

5.4.2 Elektrina

Dodávateľ elektrickej energie za roky 2016 a 2018: Slovenské elektrárne, SE Predaj, s.r.o. od 1.5.2018 dodávateľ zmenil názov na Slovenské elektrárne - energetické služby, s.r.o. a za rok 2017: Energa Slovakia, s.r.o.

Vzhľadom na to, že na vstupe do budovy nie je osadený merač spotrebovanej elektrickej energie, jej množstvo bolo stanovené odborným odhadom na základe charakteru prevádzky objektu.

Tabuľka 5.7: Spotreba - elektrina

Kalendárny rok	Energia na vstupe (kWh)	Ročný náklad bez DPH (€)
2016	8 510	965,02
2017	8 469	994,48
2018	8 386	992,11
Priemer:	8 455	

Tabuľka 5.8: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	0	5 421	0	1 879	1 210
2017	0	5 395	0	1 870	1 204
2018	0	5 342	0	1 852	1 192
Priemer:	0	5 386	0	1 867	1 202

5.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania

5.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky

Spotreba tepla na vykurovanie je ovplyvňovaná klimatickými podmienkami daného územia, pričom náročnosť vykurovacieho obdobia je charakterizovaná veličinou dennostupeň. Dennostupne ($^{\circ}D$) 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: $^{\circ}D = d * (\theta_i - \theta_{ex})$, kde:

d - priemerný počet vykurovacích dní,

θ_i - vnútorná výpočtová teplota,

θ_{ex} - priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia.

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

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

V prípade normalizovaného hodnotenia vypočítaná ako vážený priemer normalizovaných vnútorných teplôt, pričom váhou je podlahová plocha jednotlivých kategórií budovy.

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 $3,86^{\circ}C$.

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.

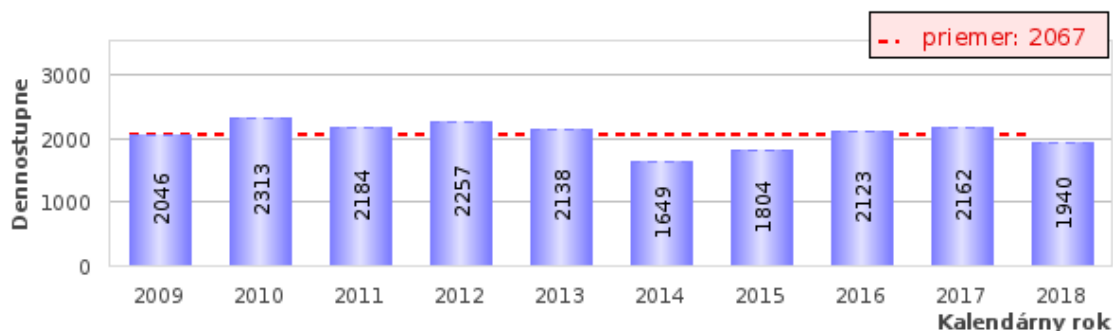
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

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.

Areál ÚVV a ÚVTOS - OVT, súčasťou ktorého je aj objekt SO 11 Autoprevádzka, sa nachádza v strede mesta Sabinov v zastavanej časti.

Tabuľka 5.9: Počet vykurovacích dní a priemerná vonkajšia teplota

Kalendárny rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Počet vykurovacích dní	220	236	206	217	225	239	220	244	230	196
Priem. vonkajšia tep. (°C)	3.5	3.0	2.2	2.4	3.3	5.9	4.6	4.1	3.4	2.9
Počet dennostupňov	2 046	2 313	2 184	2 257	2 138	1 649	1 804	2 123	2 162	1 940



Graf 5.1: Pribeh dennostupňov a porovnanie s priemerom

Priestory v budove slúžia ako garáže a priestory pre šoférov. Teplota jednotlivých vnútorných priestorov budovy nie je meraná ani riadená priestorovým termostatom. Vnútorná teplota je určená profesionálnym odhadom na základe konzultácie s prevádzkovateľom budovy. Počas vykurovacej sezóny neboli uplatňované vykurovacie útlmy. V celej budove je udržiavaná stála vnútorná teplota s nepretržitou prevádzkou.

Tabuľka 5.10: Vykurovacia teplota využitia vnútorného priestoru

Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m ²)	Priemerná teplota (°C)
ostatné - priestory nevýrobné	260	8,0
ostatné - kultúrne miestnosti - kancelárske miestnosti	174	20,0

Tabuľka 5.11: Klimatické podmienky

	Prevádzkové hodnotenie	Normalizované hodnotenie
Vonkajšia výpočtová teplota (°C):	-15	-
Klimaticky exponované miesto:	nie	-
Veterná oblasť, rýchlosť vetra (m/s):	< 2,0	-
Priemerná rýchlosť vetra 50m nad terénom (m/s):	2,4	-
Priemerná vonkajšia teplota vykurovacieho obdobia (°C):	3,53	3,86
Priemerný počet vykurovacích dní:	223	212
Priemerný počet dennostupňov:	2 067	0

5.5.2 Pevné stavebné konštrukcie

Predmetom posúdenia sú len obalové pevné stavebné konštrukcie budovy, nakoľko práve tieto sa podieľajú na energetických stratách. Do tejto skupiny stavebných konštrukcií nepatria okenné konštrukcie, dvere a presklené plochy, pričom tieto budú posudzované v nasledujúcej kapitole. Pre určenie tepelného toku stavebnými konštrukciami z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia je potrebné posúdiť teplotné vlastnosti stavebných materiálov, ktoré sú charakterizované týmito veličinami:

- hrúbka homogénnej vrstvy d (m);
- súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (W/(m.K));
- objemová hmotnosť ρ (kg/m³);
- merná tepelná kapacita c (J/(kg.K));

Tepelný odpor stavebnej konštrukcie R (m².K/W) je určený súčtom tepelných odporov jednotlivých homogénnych vrstiev. Tepelný odpor homogénnej vrstvy stavebnej konštrukcie sa určuje podľa vzorca:

$$R = d / \lambda$$

Súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m².K)) predstavuje celkovú výmenu tepla medzi prostrediami oddelenými od seba stavebnou konštrukciou s tepelným odporom R . Určuje sa podľa vzťahu:

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) \text{ kde:}$$

R_{si} - odpor pri prechode tepla na vnútornej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

R_{se} - odpor pri prechode tepla na vonkajšej strane konštrukcie určený v STN 730540-3;

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:

$$\text{ak } dt < B, \text{ potom: } U = 2 * \lambda / (\pi * B + dt) * \ln(\pi * B / dt + 1)$$

$$\text{ináč: } U = \lambda / (0,457 * B + dt)$$

λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy ($\lambda = 2$ W/(m.K)),

π - ludolfovo číslo ($\pi = 3,14$),

dt - ekvivalentná hrúbka podlahy ($dt = w + \lambda (R_{si} + R_f + R_{se})$),

B - charakteristický rozmer podlahy.

Tabuľka 5.12: Zoznam pevných stavebných konštrukcií

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - pórobetónové tvárnice	0,300	0,270	1,111	680	840
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
U = 0.74 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche				
Stručný popis konštrukcie:	podlaha				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,009	1,010	0,009	2 000	840
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,025	1,000	0,025	2 000	840
betón - obyčajný hutný	0,100	1,300	0,077	2 200	1 020
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,030	0,040	0,750	25	1 270
U = 0.32 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45				
Stručný popis konštrukcie:	strecha				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
stropné železobetónové panely s dutinami	0,250	0,900	0,278	1 618	1 020
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,030	0,038	0,789	25	1 270
betón - obyčajný hutný	0,060	1,300	0,046	2 200	1 020
hydroizolácia - IPA	0,004	0,200	0,020	1 280	1 470
U = 0.77 W/(m².K)					

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

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota U (W/(m².K))	Súčasný stav	
		U (W/(m².K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
obvodová stena	0,22	0,74	nevyhovuje
strecha	0,15	0,77	nevyhovuje

Tabuľka 5.14: Splnenie požiadavky na tepelný odpor podľa STN 730540-2

Stavebná konštrukcia	Požadovaná hodnota R (m²K/W)	Súčasný stav	
		R (m²K/W)	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
podlaha	2,50	0,86	nevyhovuje

5.5.3 Otvorové konštrukcie

Otvorové konštrukcie ako okná, dvere a presklené steny sa svojimi funkciami výraznou mierou podieľajú na tvorbe optimálneho vnútorného prostredia a rozhodujúcou mierou na energetických stratách objektov. Veličina ktorá charakterizuje tepelnoizolačné vlastnosti otvorových konštrukcií je súčiniteľ prechodu tepla. Určenie súčiniteľa prechodu tepla celej otvorovej konštrukcie (U_w) závisí od prechodu tepla a plochy rámu otvorovej konštrukcie a prechodu tepla a plochy výplne. Výpočet upravuje STN EN ISO 10077-1. Hodnota U_w je určená podľa vzťahu:

$$U_w = (U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi \cdot l_g) / (A_f + A_g)$$

U_f - súčiniteľ prechodu tepla rámu (W/(m².K));

A_f - plocha rámu (m²);

U_g - súčiniteľ prechodu tepla výplne (W/(m².K));

A_g - plocha výplne (m²);

Ψ - lineárny stratový činiteľ (W/(m.K));

l_g - obvod výplne (m);

Súčiniteľ prechodu tepla zasklenia U_g 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 distančného profilu.

Výslednú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla otvorovej konštrukcie ovplyvňuje aj pomerná plocha zasklenia, rámovej konštrukcie, geometria okna, konštrukcia okna (jednokrídlové, dvojkřídlové), 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 U_w natolko, že nie je možné dosiahnuť požadovanú hodnotu U

podľa STN 73 0540-2.

Tabuľka 5.15: Zoznam otvorových konštrukcií

P. č.	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
1	dvere v obvodovej stene (3.60m x 3.60m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, $U_f=6.00$ W/(m ² .K), $A_f = 0.85$ m ² Výplň: výplň plechová, $U_g=5.90$ W/(m ² .K), $A_g = 12.11$ m ²	5.91
2	copilit (5.30m x 2.80m)		3.20
3	okno v obvodovej stene (0.65m x 0.65m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, $U_f=6.00$ W/(m ² .K), $A_f = 0.14$ m ² Výplň: zasklenie jednoduché, $U_g=5.75$ W/(m ² .K), $A_g = 0.28$ m ²	5.83
4	dvere v obvodovej stene (2.38m x 2.10m)	Rám: kovový bez preruš. tep. mosta, $U_f=6.00$ W/(m ² .K), $A_f = 0.52$ m ² Výplň: výplň plechová, $U_g=5.90$ W/(m ² .K), $A_g = 4.48$ m ²	5.91
5	okno v obvodovej stene (3.50m x 1.45m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.64$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 3.44$ m ²	1.28
6	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.85$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.52$ m ² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 24 mm, $U_{g2}=1.12$ W/(m ² .K), $A_{g2} = 0.52$ m ²	1.29
7	okno v obvodovej stene (1.15m x 1.45m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.65$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.02$ m ²	1.30
8	okno v obvodovej stene (1.45m x 1.45m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.73$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.37$ m ²	1.27
9	okno v obvodovej stene (1.44m x 1.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.87$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.15$ m ²	1.37
10	okno v obvodovej stene (2.34m x 1.45m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.15$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 2.24$ m ²	1.29

Tabuľka 5.16: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

P.č.	Otvorová konštrukcia	Uw (W/(m ² .K))	Požadovaná hodnota U (W/(m ² .K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
1	dvere v obvodovej stene (3.60m x 3.60m)	5.91	1.00	nevyhovuje
2	copilit (5.30m x 2.80m)	3.20	1.00	nevyhovuje
3	okno v obvodovej stene (0.65m x 0.65m)	5.83	1.00	nevyhovuje
4	dvere v obvodovej stene (2.38m x 2.10m)	5.91	1.00	nevyhovuje

Tabuľka 5.16: Splnenie požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 730540-2

P.č.	Otvorová konštrukcia	U_w (W/(m ² .K))	Požadovaná hodnota U (W/(m ² .K))	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
5	okno v obvodovej stene (3.50m x 1.45m)	1.28	1.00	nevyhovuje
6	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.10m)	1.29	1.00	nevyhovuje
7	okno v obvodovej stene (1.15m x 1.45m)	1.30	1.00	nevyhovuje
8	okno v obvodovej stene (1.45m x 1.45m)	1.27	1.00	nevyhovuje
9	okno v obvodovej stene (1.44m x 1.40m)	1.37	1.00	nevyhovuje
10	okno v obvodovej stene (2.34m x 1.45m)	1.29	1.00	nevyhovuje

Tabuľka 5.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Otvorová konštrukcia	JV	SZ	JZ
1	dvere v obvodovej stene (3.60m x 3.60m)		2	
2	copilit (5.30m x 2.80m)	2		
3	okno v obvodovej stene (0.65m x 0.65m)	18		
4	dvere v obvodovej stene (2.38m x 2.10m)		1	
5	okno v obvodovej stene (3.50m x 1.45m)			1
6	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.10m)		1	2
7	okno v obvodovej stene (1.15m x 1.45m)	5		
8	okno v obvodovej stene (1.45m x 1.45m)	2	1	
9	okno v obvodovej stene (1.44m x 1.40m)		1	
10	okno v obvodovej stene (2.34m x 1.45m)	2	2	

5.5.4 Tepelné mosty

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

Zjednodušený paušálny výpočet sa môže použiť, keď nie sú známe konštrukčné detaily. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 50%. Výpočet sa vykoná na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov. Hodnoty tohto súčiniteľa sú v STN 73 0540-2 uvedené paušálne. Napríklad, pre prípad murovaných konštrukcií je hodnota $\Delta U = 0,1 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$, resp. pre prípad spojitkej tepelnej izolácie na vonkajšom povrchu konštrukcie je $\Delta U = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$. Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:

$$\Delta H = \Delta U * \Sigma A_i \text{ (W/K)}$$

ΔU - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($\text{W/(m}^2\text{.K)}$);

ΣA_i - celková teplovýmenná plocha budovy (m^2).

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:

$$\Delta H = \Psi_e * l \text{ (W/K)}$$

Ψ_e - lineárny stratový súčiniteľ určený podľa katalógu (W/(m.K));

l - dĺžka lineárneho tepelného mosta (m).

Tabuľka 5.18: Tepelné mosty (približný výpočet)

	Súčasný stav
Zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($\text{W/(m}^2\text{.K)}$):	0,10
Celková teplovýmenná plocha budovy (m^2):	1 220
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	122,044

5.5.5 Tepelná strata vetraním

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

Prirodzené vetranie sa dá ťažko regulovať, nakoľko závisí od rozdielu vonkajšej a vnútornej teploty a od dynamických účinkov vetra. Taktiež k prevetrávaniu môže dochádzať aj pri zatvorených oknách, cez prípadné škáry v otvorových konštrukciách, nakoľko na náveternej strane vzniká pretlak a na závetiernej strane zasa podtlak. Z toho dôvodu je potrebné posúdiť intenzitu výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie cez takéto škáry a určiť 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 (m^3/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu ($1/\text{h}$) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m^3). 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:

$$H_v = V_i \cdot p_a \cdot c_a$$

kde:

H_v - merná tepelná strata vetraním (W/K)

V_i - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m^3/h)

$p_a \cdot c_a$ - efektívna tepelná kapacita vzduchu ($0,333 \text{ W.h}/(m^3.K)$)

Tabuľka 5.19: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu

Trieda ochrany budovy:	nechránené
Tesnosť interiérových dverí:	netesné (bez prahu)
Objem vnútorného vzduchu (m^3):	1 327

Tabuľka 5.20: Minimálna intenzita výmeny vzduchu

Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h)
ostatné - priestory nevýrobné	1,0
ostatné - kultúrne miestnosti - kancelárske miestnosti	1,0
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	1,00

Tabuľka 5.21: Prirodzené vetranie

Minimálny objemový tok vzduchu (m^3/h):	1 327,00
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,339
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m^3/h):	449,85
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m^3/h):	1 327,00

Tabuľka 5.22: Merná tepelná strata vetraním

Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m^3/h):	1 327,00
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	442,333

5.5.6 Tepelný zisk

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

Solárne tepelné zisky sú výsledkom slnečného žiarenia v danom mieste. Množstvo slnečného žiarenia, ktoré dopadne na okno, závisí na orientácii okna a jeho zatienenia. Pri výpočte sa tiež zohľadňuje plocha rámu okna a solárna priepustnosť zasklenia. Významnú úlohu zohráva aj zatienenie záclonami a žalúziami. Súčiniteľ, ktorý zahrňa tieto vlastnosti a plocha kolekčného povrchu sa nazýva účinnou kolekčnou plochou ($Asol$) a určuje sa nasledovne:

$$Asol = A_w \cdot g_n \cdot F_c$$

A_w - plocha výplne otvorovej konštrukcie,

g_n - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,

F_c - 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 (Q_{sol}) je vypočítaný podľa vzorca:

$$Q_{sol} = I_{sol} * A_{sol} * F_{sol} \text{ (kWh)}$$

kde:

I_{sol} - celková energia slnečného žiarenia,

A_{sol} - účinná kolekčná plocha,

F_{sol} - 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.

Tabuľka 5.23: Solárny tepelný zisk

Orientácia otvorovej konštrukcie:	JV	JZ	SZ
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m ²):	260	260	130
Zmenšujúci faktor protislnenej ochrany:	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m ²):	13,52	3,36	5,64
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	3 515	874	733
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	5 122		

Tabuľka 5.24: Metabolický tepelný zisk

Osoby prítomné v budove:	muži	ženy	deti
Priemerný tepelný tok na osobu (W):	93	79	70
Priemerný denný počet osôb:	20	0	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	8	8	8
Metabolický tepelný zisk (kWh):	3 318	0	0

Tabuľka 5.25: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov

Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	9
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	2 007

5.5.7 Vykurovací systém

Vykurovací systém zabezpečuje zásobovanie budovy teplom na vykurovanie. Tento systém sa môže skladať z viacerých podsystémov:

- podsystému odovzdávania tepla (zariadenie na emisiu tepla v budove, napr. vykurovacie telesá),
- podsystému distribúcie tepla (rozvody tepla),
- podsystému akumulácie tepla (akumulačné zásobníky teplej vody)
- podsystému výroby tepla (zdroj tepla).

V budove môže byť viac nezávislých vykurovacích systémov, napríklad teplovodné stenové vykurovanie kombinované s vykurovaním radiátormi, pričom výroba tepla je v spoločnom zdroji tepla. Zároveň časť budovy môže byť vykurovaná gamatkami na zemný plyn (2. vykurovací systém). Každý z týchto systémov je posudzovaný samostatne. Vzhľadom na potrebu podsystému distribúcie

tepla, rozlišujeme dva druhy vykurovacích systémov:

- s podsystemom distribúcie tepla, keď miesto výroby tepla je odlišné od miesta odovzdávania tepla,
- bez podsystemu 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 podsystemov, pričom takýto výpočet prebieha od potreby tepla po zdroj energie, pričom vo výpočte sa zohľadňujú všetky časti vykurovacieho systému.

Podsystem 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 stope a prenáša tepelnú energiu vo forme žiarenia. Tepelná strata podsystemu odovzdávania tepla ($Q_{em, is}$) je spôsobená hlavne nerovnomerným rozdelením teploty vplyvom nerovnomerného rozloženia vykurovacích telies (napr. umiestnenie radiátorov pod oknami). Táto strata sa určí podľa vzorca:

$$Q_{em, is} = Q_{nd, inc} - Q_{nd} - 2 * Q_{w, hs, i} \text{ (kWh)}$$

kde:

$Q_{nd, inc}$ - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty zvýšenej o priemernú priestorovú zmenu teploty,

Q_{nd} - potreba tepla na vykurovanie vypočítaná na základe vnútornej výpočtovej teploty

$Q_{w, hs, i}$ - časť obnovennej 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 podsystemu odovzdávania tepla sa vypočíta podľa vzorca:

$$W_{em, aux} = \sum P * Q_{nd} * k / Ph / 1000 \text{ (kWh)}$$

kde:

P - elektrický príkon pomocných zariadení,

Q_{nd} - potreba tepla na vykurovanie,

k - podiel odovzdávaného tepla príslušným podsystemom,

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 podsystemu 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 podsystemu distribúcie tepla $Q_{dis, ls}$ sa určí podľa vzorca:

$$Q_{dis, ls} = \sum \Psi_j * (\Phi_m - \Phi_i) * L_j * t / 1000 \text{ (kWh)}$$

kde:

Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia určený na základe tepelnej vodivosti a hrúbky tepelnej izolácie,

Φ_m - stredná teplota teplotonosnej látky určená na základe teplotného spádu,

Φ_i - priemerná teplota nevykurovaného priestoru,

L_j - dĺžka potrubia,

t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

Prídavná energia podsystemu 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 (kotel 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:

$$Q_{s,ls} = q_z \cdot (\Phi_s - \Phi_{amb}) \cdot t / 1000$$

kde:

$Q_{s,ls}$ - tepelná strata podsystému akumulácie tepla,

q_z - merná tepelná strata akumuláčného zásobníka určená na základe tepelnej vodivosti tepelnej izolácie a jej hrúbky,

Φ_s - priemerná teplota vody v akumuláčnom zásobníku,

Φ_{amb} - 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 $Q_{gen,ls}$ sa určí podľa vzorca:

$$Q_{gen,ls} = \sum (Q_{entry} \cdot k) / \eta - Q_{entry} \cdot k$$

kde:

Q_{entry} - energia na vstupe nasledujúceho podsystému (akumulácie alebo distribúcie),

k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením,

η - faktor transformácie energie.

Zdroj tepla pre vykurovanie objektu slúži jestvujúca nízkotlaká teplovodná kotolňa na spaľovanie zemného plynu, umiestnená v jedálenskom bloku. Do objektu SO 11 Autoprevádzka je privedená vykurovacia voda potrubím UK. Vykurovacia sústava kotolne je s neprerušovanou prevádzkou, s možnosťou tlmeného režimu v dobe mimo prevádzky zásobovaných objektov. Kotolňa je teplovodná nízkotlaká s tepelným spádom 92,5/67,5°C.

Vykurovacie médium, voda je z kotolne privedené teplovodným kanálom do garáže objektu. Potrubie stúpa pod strop prízemí a následne pripájacím potrubím sa napája na vykurovacie telesá, ktoré sú vymenené za oceľové doskové s termoregulačným ventilom. V garážach sa nachádzajú registre.

Tabuľka 5.26: Vykurovací systém

Druh systému vykurovania:	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 700
Teplotný spád (°C):	92,5/67,5

Tabuľka 5.27: Podsystem odovzdávania tepla - zariadenia na odovzdávanie tepla

Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)
radiátor teplovodný	0,2	0

Tabuľka 5.28: Podsystem odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty

Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20
Tepelná strata podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	1 719
Prídavná energia podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	0
Podiel obnovennej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00

Tabuľka 5.29: Podsystem výroby - zariadenia na výrobu tepla

Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
dial'kové vykurovanie	CZT	0,0	0,00	0

Tabuľka 5.30: Podsystem výroby - tepelná strata

Tepelná strata podsystemu výroby tepla (kWh):	0
Prídavná energia podsystemu výroby tepla (kWh):	0

5.5.8 Energia na vykurovanie

Potreba energie na vykurovanie je ovplyvňovaná tepelnou stratou stavebných konštrukcií, tepelnou stratou vetraním, tepelnými ziskami a tepelnou stratou vykurovacieho systému. Do potreby energie na vykurovanie sa započíta aj potreba pomocnej energie, spravidla sa jedná o elektrickú energiu, ktorá sa využíva na pohon obehových čerpadiel, ventilátorov alebo riadenia a regulácie, ktoré sú súčasťou vykurovacieho systému.

Potreba tepla na vykurovanie Q_{nd} (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Q_{nd} = Q_{ht} - \eta_{gn} * Q_{gn}$$

kde:

Q_{ht} - celkový prenos tepla (kWh),

η_{gn} - faktor využitia tepelných ziskov je funkciou tepelnej bilancie pomeru tepelných ziskov Q_{gn} , celkového prenosu tepla Q_{ht} a bezrozmerného číselného parametra závislého od vnútornej tepelnej kapacity vypočítanej pre maximálnu hrúbku 0,1 m vnútorných konštrukcií budovy.

Q_{gn} - tepelný zisk (kWh) je určený súčtom solárnych ziskov a vnútorných ziskov.

Celkový prenos tepla Q_{ht} (kWh) sa určuje podľa vzorca:

$$Q_{ht} = H * D * 24 / 1000$$

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 U_j všetkých obalových konštrukcií budovy, ich plôch A_j 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 Q_{nd} poníženej o spätné obnovenú tepelnú stratu systému prípravy teplej vody, so zohľadnením tepelných strát a tepelných ziskov vykurovacieho systému.

Tabuľka 5.31: Merná tepelná strata

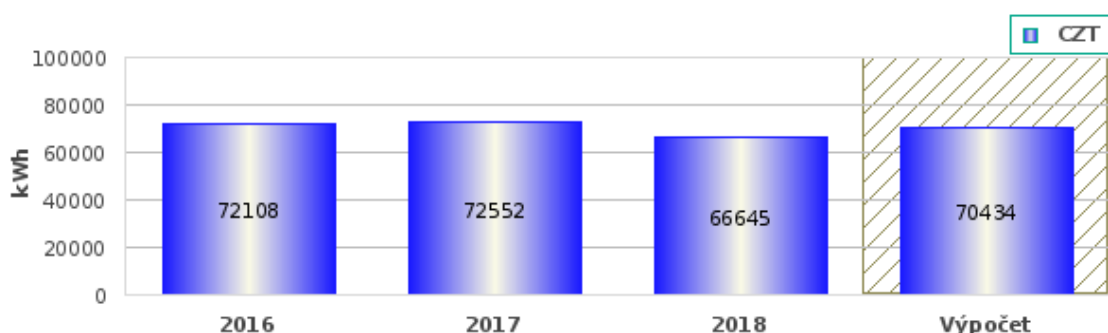
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	652,985
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	374,719
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	122,044
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	442,333

Tabuľka 5.32: Energia na vykurovanie

Celková tepelná strata (W/K):	1 592,081
Celkový prenos tepla (kWh):	78 980
Tepelný zisk (kWh):	10 447
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,980
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	68 742
Späťne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	27
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	68 715
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	70 434
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na vykurovanie (kWh):	70 434

Tabuľka 5.33: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	70 434
------------------	--------



Graf 5.2: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou

5.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody

5.6.1 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 podsystemov:

- podsystemu distribúcie,
- podsystemu akumulácie,
- podsystemu výroby.

Podľa spôsobu distribúcie rozoznávame dva základné druhy systému teplej vody:

- centrálny ohrev, t.j. s podsystemom distribúcie,
- miestny ohrev v mieste výtoku teplej vody, t.j. bez podsystemu 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 výtok 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:

$$Q_{w,dis,on} = \sum \Psi_j * (\Phi_m - \Phi_i) * L_j * t / 1000$$

kde:

Ψ - lineárny stratový súčiniteľ potrubia,

Φ_m - priemerná teplota vody,

Φ_i - priemerná teplota priestoru v ktorom je uložené potrubie,

L_j - dĺžka potrubia (m),

t - počet prevádzkových hodín prípravy TV (h).

Lineárny stratový súčiniteľ potrubia sa určí podľa:

$$\Psi = \pi / (1 / (2 * \lambda) * \ln(d_a / d_i) + 1 / (h_a * d_a))$$

kde:

λ - tepelná vodivosť tepelnej izolácie,

d_a - vonkajší priemer potrubia s tepelnou izoláciou (m),

d_i - vonkajší priemer potrubia bez tepelnej izolácie (m),

h_a - súčiniteľ prestupu tepla na vonkajšom povrchu (W/(m.K)).

Tepelná strata chladnutím vody v potrubí počas obdobia bez cirkulácie sa určí podľa vzorca:

$$Q_{w,dis,off} = \sum ((\rho * c) / 1000 * V * (\Phi_w - \Phi_i) * n) / 3,6$$

kde:

ρ - objemová hmotnosť vody (kg/m³),

c - merná tepelná kapacita vody (kJ/(kg.K)),

V - objem vody obsiahnutej v úseku potrubia (m³),

Φ_w - priemerná teplota vody v potrubí (°C),

Φ_i - priemerná teplota okolitého prostredia (°C),

n - ročný počet cirkulačných cyklov

Tepelná strata podsystému akumulácie sa vypočíta podľa vzorca:

$$Q_{w,acc,hs} = q_z * (\Phi_s - \Phi_{amb}) * t / 1000$$

kde:

$Q_{w,acc,hs}$ - tepelná strata podsystému akumulácie vo vykurovaných priestoroch,

q_z - merná tepelná strata akumulačného zásobníka,

Φ_s - priemerná teplota vody na výtok (°C),

Φ_{amb} - priemerná teplota okolia (°C),

t - počet prevádzkových hodín systému (h).

Merná tepelná strata akumulačného zásobníka sa určí podľa vzorca:

$$q_z = (\pi / (1 / (2 * \lambda) * \ln(d / (d - 2 * e)) + 0,13 / d) * v + 2 * (\pi / 4 * (d * d)) / (e / \lambda + 0,13))$$

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:

$$Q_{w,gen} = \sum (Q_{entry} * k) / \eta - Q_{entry} * k$$

kde:

Q_{entry} - energia na vstupe predchádzajúceho podsystému (kWh)

k - podiel vyrábaného tepla príslušným zariadením

η - faktor transformácie energie

Teplá voda sa pripravuje v hygienických priestoroch budovy a to prostredníctvom dvoch zásobníkových ohrievačov teplej vody, na ktoré sú napojené zariadenie predmety. Rozvod TV je pôvodný, bez zeteplenia.

Tabuľka 5.34: Prevádzkové parametre

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m ³):	115
Priemerná teplota vody na výtoku (°C):	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	10
Druh systému prípravy teplej vody:	bez podsystému distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	205
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	4

Tabuľka 5.35: Podsystém akumulácie - zariadenia

Objem zásobníka (litre)	Tepelná izolácia	Priestor uloženia zásobníka	Počet zásobníkov
120	PUR pena	vykurovaný	2

Tabuľka 5.36: Podsystém akumulácie - tepelná strata

Tepelná strata podsystému vo vykurovaných priestoroch (kWh):	45
Tepelná strata podsystému v nevykurovaných priestoroch (kWh):	0

Tabuľka 5.37: Podsystém výroby - zariadenia

Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon zariadenia (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
el. špirála AC	EL	2,0	1,00	0

Tabuľka 5.38: Podsystém výroby - tepelná strata

Tepelná strata podsystému výroby (kWh):	0
Prídavná energia podsystému výroby (kWh):	0

5.6.2 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:

$$Q = Q_w + Q_{w,dis} + Q_{w,acc} + Q_{w,gen} + W_{aux}$$

kde:

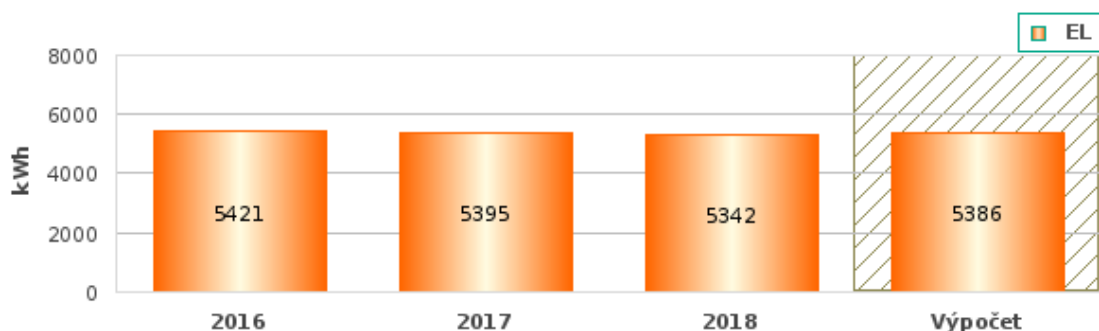
Q_w - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
 $Q_{w,dis}$ - tepelná strata podsystému distribúcie (kWh),
 $Q_{w,acc}$ - tepelná strata podsystému akumulácie (kWh),
 $Q_{w,gen}$ - tepelná strata podsystému výroby (kWh),
 W_{aux} - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 5.39: Energia na prípravu teplej vody

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m ³):	115
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	5 341
Hlavná energia na vstupe podsystemu akumulácie (kWh):	5 386
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	5 386
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	5 386

Tabuľka 5.40: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

elektrina (kWh):	5 386
------------------	-------



Graf 5.3: Porovnanie spotreby energie na prípravu teplej vody s vypočítanou potrebou

5.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia

5.7.1 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°.

Osvetlenie v objekte Autoprevádzka je z väčšej časti pôvodné. Druh svetelného zdroja je väčšinou lineárna žiarivka T8 s magnetickým predradníkom, prípadne klasická žiarovka.

Tabuľka 5.41: Osvetľovaný priestor

Názov priestoru:	Autoprevádzka
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:	ano
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	stredný
Farba stien / Farba stropu:	svetlá / svetlá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	0.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	533
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 5.42: Svietidlá a svetelné zdroje v priestore

Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svietidle	Krytie svietidla	Počet svietidiel
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	18	2	uzavreté IP 2X	2
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	35
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	3

Tabuľka 5.43: Požiadavky podľa STN EN 12464-1 v priestore

	Požadované
Osvetlenosť (lx):	500
Rovnomernosť osvetlenia:	0.6
Minimálny index podania farieb:	80
Maximálna hranica rušivého oslnenia:	19

5.7.2 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 Q_{It} (kWh) sa určí podľa vzorca:

$$Q_{It} = \sum (P_n * t_n)$$

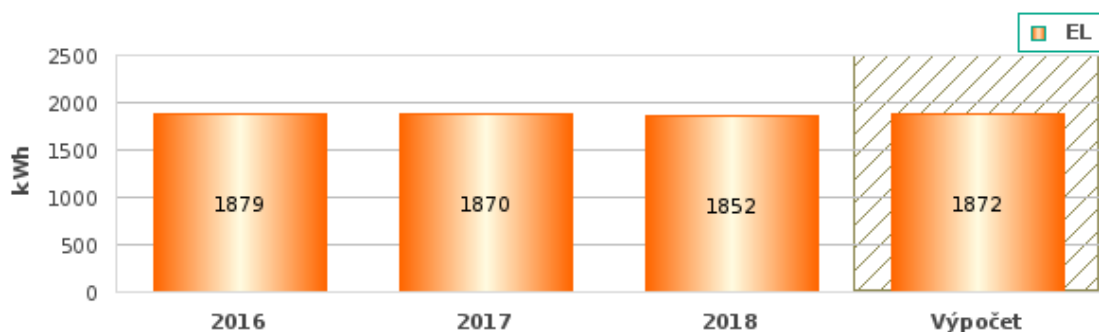
kde:

P_n - 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.

t_n - čas využitia osvetlenia v n -tom priestore (h).

Tabuľka 5.44: Energia na osvetlenie

Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	3 512
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	1 872



Graf 5.4: Porovnanie spotreby energie na osvetlenie s vypočítanou potrebou

5.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy

Budovy sú z hľadiska svojej energetickej hospodárnosti zatriedované do energetických tried, čo umožňuje ich vzájomné porovnanie v rámci územia Slovenska. Postupy hodnotenia a zatriedovania 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, výpočet je vykonávaný 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.

5.8.1 Vykurovanie

Tabuľka 5.45: Merná tepelná strata

Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	652,985
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	374,719
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	122,044
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	0,000

Tabuľka 5.46: Potreba energie na vykurovanie

Celková tepelná strata (W/K):	1 149,748
Celkový prenos tepla (kWh):	0
Tepelný zisk (kWh):	5 122
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,000
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	0
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	27
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	-27
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	-27
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na vykurovanie (kWh):	-27
Merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m ² .a)):	0,0

Tabuľka 5.47: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	0
------------------	---

Tabuľka 5.48: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie

Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie	nehodnotí sa
---	--------------

5.8.2 Príprava teplej vody

Tabuľka 5.49: Potreba energie na prípravu teplej vody	
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	0
Hlavná energia na vstupe podsystemu akumulácie (kWh):	45
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	45
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	45
Merná potreba energie na prípravu teplej vody (kWh/(m ² .a)):	0,1

Tabuľka 5.50: Potreba energie na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov	
elektrina (kWh):	45

Tabuľka 5.51: Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	
Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	nehodnotí sa

5.8.3 Osvetlenie

Tabuľka 5.52: Potreba energie na osvetlenie	
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	0
Merná potreba energie na osvetlenie (kWh/(m ² .a)):	0,0

Tabuľka 5.53: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	
Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	nehodnotí sa

5.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabuľka 5.54: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov	
teplo CZT (kWh):	0
elektrina (kWh):	45

Tabuľka 5.55: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov	
teplo CZT (kWh):	0
elektrina (kWh):	99
Spolu (kWh):	99
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m ² .a)):	0,2

Tabuľka 5.56: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia	
Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia	nehodnotí sa

5.9 Návrh merania spotreby energie

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

- hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy,
- zavedenie zónovej regulácie,
- inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách,
- inštalácia inteligentných meracích systémov.

Inštalácia termoregulačných ventilov na vykurovacích telesách

Vzhľadom na charakter budovy je na zvážení prevádzkovateľa inštalácie termoregulačných ventilov. Termoregulačné ventily nainštalované na vykurovacích telesách umožňujú automatickú reguláciu teploty v miestnosti a zabráňujú zbytočnému prekurovaniu. Ventil s termostatickou hlavicou automaticky obmedzí prietok vykurovacej vody v dobe slnečného žiarenia do miestnosti s oknami, alebo pri pôsobení iných zdrojov tepla.

Hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy

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

Zabezpečenie splnenia tohto opatrenia (povinnosti) si vyžaduje spracovanie samostatného projektu hydraulického vyváženia, ktorý zohľadní zmenené parametre teploty nosnej látky zariadenia na výrobu tepla resp. dodávky tepla, režim vykurovania a tepelné straty budovy vyvolané obnovou budovy. V posudzovaných budovách nie je možné osadiť termoregulačné ventily na vykurovacie telesá z dôvodu charakteru a účelu ich využívania. Čiastočné vyregulovanie sa dá dosiahnuť osadením regulátorov diferenčného tlaku a regulačných armatúr na päte vykurovacej sústavy objektu.

Zavedenie zónovej regulácie

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

Inštalácia inteligentných meracích systémov

Inteligentný merací systém je súbor zariadení zložený z určeného meradla a ďalších technických prostriedkov, ktorý umožňuje zber, spracovanie a prenos nameraných údajov o výrobe alebo spotrebe energie, alebo energetického média. Ide o elektronický systém, ktorý je schopný merať spotrebu energie a pridávať k tomu viac informácií ako konvenčné meradlo, a ktorý je schopný vyslať a prijímať dáta s využitím niektorej formy elektronickej komunikácie.

Pre transparentné monitorovanie spotreby energie navrhujeme, aby poskytovateľ GES prostredníctvom nainštalovaných meračov priebežne a na vlastné náklady monitoroval spotrebu energie v budove a v jednotlivých technických systémoch, aby v súčinnosti s prijímateľom GES

mohli priebežne vyhodnocovať dosahované úspory najmenej jedenkrát ročne.

V prípade neprimerane vysokých nákladov na podružné merania vzhľadom na výšku úspory je možné pristúpiť aj k vyhodnoteniu paušálnych úspor, ktoré musia byť hodnoverným spôsobom podložené zo strany poskytovateľa GES pred uzatvorením zmluvy o GES (napr. elektrická energia – čerpadlá, ventilátory, osvetlenie a pod.).

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

- a) určené meradlo spotreby elektriny na vstupe do budovy,
- b) určené meradlo spotreby elektriny vnútornej osvetľovacej sústavy budovy,
- c) určené meradlo spotreby dodaného tepla na vykurovanie na vstupe do budovy,
- d) určené meradlo spotreby dodaného tepla v teplej vode na vstupe do budovy,
- e) určené meradlo spotreby studenej vody na vstupe do budovy.

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

ZÁVER

Energetický audit zhodnotil súčasný stav objektov v areáli ÚVV a ÚVTOS - OVT v Sabinove. Objekty v areáli v rokoch 2005 - 2007 prešli významnou obnovou, pri ktorej došlo k zníženiu energetickej náročnosti celého areálu a to zlepšením tepelnoizolačných vlastností stavebných a otvorových konštrukcií, rekonštrukciou vykurovacieho systému, prípravy teplej vody a rekonštrukciou systémov vnútorných osvetľovacích sústav, podľa predpisov a legislatívy platných v čase rekonštrukcie. V Energetickom audite sa preto neuvažuje s návrhmi opatrení, týkajúcich sa dodatočnej rekonštrukcie objektov, eventuálne vykurovacieho systému, prípravy TV a osvetlenia.

V prípade, ak by bolo potrebné, aby jednotlivé objekty spĺňali požiadavky normy STN 73 0540 pre stavebné a otvorové konštrukcie a súčasne by spĺňali normalizované hodnotenie, podľa platnej legislatívy, muselo by sa pristúpiť ku kompletnej rekonštrukcii objektov, rekonštrukcii vykurovacieho systému a prípravy teplej vody, čo by si vyžadovalo veľkú investíciu, keďže treba zobrať do úvahy aj finančné prostriedky na odstránenie niektorých opatrení z rekonštrukcie objektov v roku 2005 - 2007. Návratnosť investície v tomto prípade, by bola ďaleko vyššia ako je životnosť navrhnutých opatrení.

Všetky výpočty, závery tohto energetického auditu vychádzajú z posúdenia skutočnej spotreby energie.