

**Zhodnotenie súčasného stavu
areálu Ústavu na výkon väzby a
Ústavu na výkon trestu odňatia
slobody Prešov, Oddelenie
výkonu trestu Sabinov, 1. 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 02 - Hlavný vchod	10
1.1 Lokalizácia.....	10
1.2 Charakteristika predmetu energetického auditu.....	10
1.3 Technické a geometrické parametre budovy	10
1.4 Energetické vstupy a výstupy	11
1.4.1 Teplo CZT	11
1.4.2 Elektrina	12
1.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania	12
1.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky	12
1.5.2 Pevné stavebné konštrukcie	14
1.5.3 Otvorové konštrukcie.....	16
1.5.4 Tepelné mosty	19
1.5.5 Tepelná strata vetraním	20
1.5.6 Tepelný zisk.....	21
1.5.7 Vykurovací systém.....	22
1.5.8 Energia na vykurovanie.....	28
1.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody	29
1.6.1 Systém prípravy teplej vody	29
1.6.2 Energia na prípravu teplej vody	31
1.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia	32
1.7.1 Systém osvetlenia	32
1.7.2 Energia na osvetlenie	33
1.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy	34
1.8.1 Vykurovanie.....	35
1.8.2 Príprava teplej vody	36
1.8.3 Osvetlenie	36
1.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia	36
1.9 Návrh merania spotreby energie	37
2. SO 03 - Ubytovňa pre odsúdených	39
2.1 Lokalizácia.....	39
2.2 Charakteristika predmetu energetického auditu.....	39
2.3 Technické a geometrické parametre budovy	40

2.4 Energetické vstupy a výstupy	40
2.4.1 Teplo CZT	40
2.4.2 Elektrina	41
2.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania	42
2.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky	42
2.5.2 Pevné stavebné konštrukcie	43
2.5.3 Otvorové konštrukcie	46
2.5.4 Tepelné mosty	48
2.5.5 Tepelná strata vetraním	49
2.5.6 Tepelný zisk	50
2.5.7 Vykurovací systém	51
2.5.8 Energia na vykurovanie	54
2.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody	56
2.6.1 Systém prípravy teplej vody	56
2.6.2 Energia na prípravu teplej vody	58
2.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia	59
2.7.1 Systém osvetlenia	59
2.7.2 Energia na osvetlenie	61
2.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy	62
2.8.1 Vykurovanie	62
2.8.2 Príprava teplej vody	63
2.8.3 Osvetlenie	63
2.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia	64
2.9 Návrh merania spotreby energie	64
3. SO 04 - Kuchynsko-jedálenský blok	66
3.1 Lokalizácia	66
3.2 Charakteristika predmetu energetického auditu	66
3.3 Technické a geometrické parametre budovy	67
3.4 Energetické vstupy a výstupy	67
3.4.1 Teplo CZT	67
3.4.2 Elektrina	68
3.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania	69
3.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky	69
3.5.2 Pevné stavebné konštrukcie	70
3.5.3 Otvorové konštrukcie	73
3.5.4 Tepelné mosty	77
3.5.5 Tepelná strata vetraním	78

3.5.6	Tepelný zisk	79
3.5.7	Vykurovací systém	80
3.5.8	Energia na vykurovanie	83
3.6	Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody	85
3.6.1	Systém prípravy teplej vody	85
3.6.2	Energia na prípravu teplej vody	87
3.7	Technicko energetické posúdenie osvetlenia	88
3.7.1	Systém osvetlenia	88
3.7.2	Energia na osvetlenie	89
3.8	Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy	90
3.8.1	Vykurovanie	90
3.8.2	Príprava teplej vody	91
3.8.3	Osvetlenie	92
3.8.4	Globálny ukazovateľ primárna energia	92
3.9	Návrh merania spotreby energie	92
4.	SO 05 - Kultúrno - spoločenský blok	94
4.1	Lokalizácia	94
4.2	Charakteristika predmetu energetického auditu	94
4.3	Technické a geometrické parametre budovy	95
4.4	Energetické vstupy a výstupy	95
4.4.1	Teplo CZT	95
4.4.2	Elektrina	96
4.5	Technicko energetické posúdenie vykurovania	97
4.5.1	Teplotno klimatické výpočtové podmienky	97
4.5.2	Pevné stavebné konštrukcie	98
4.5.3	Otvorové konštrukcie	101
4.5.4	Tepelné mosty	103
4.5.5	Tepelná strata vetraním	104
4.5.6	Tepelný zisk	105
4.5.7	Vykurovací systém	106
4.5.8	Energia na vykurovanie	112
4.6	Technicko energetické posúdenie osvetlenia	113
4.6.1	Systém osvetlenia	113
4.6.2	Energia na osvetlenie	115
4.7	Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy	115
4.7.1	Vykurovanie	116
4.7.2	Osvetlenie	117

4.7.3 Globálny ukazovateľ primárna energia	117
4.8 Návrh merania spotreby energie	118
5. SO 06 - Hospodárska budova - výroba --- svetla zadané priestory	120
5.1 Lokalizácia	120
5.2 Charakteristika predmetu energetického auditu	120
5.3 Technické a geometrické parametre budovy	121
5.4 Energetické vstupy a výstupy	121
5.4.1 Teplo CZT	121
5.4.2 Elektrina	122
5.5 Technicko energetické posúdenie vykurovania	123
5.5.1 Teplotno klimatické výpočtové podmienky	123
5.5.2 Pevné stavebné konštrukcie	124
5.5.3 Otvorové konštrukcie	126
5.5.4 Tepelné mosty	127
5.5.5 Tepelná strata vetraním	128
5.5.6 Tepelný zisk	129
5.5.7 Vykurovací systém	130
5.5.8 Energia na vykurovanie	133
5.6 Technicko energetické posúdenie prípravy teplej vody	134
5.6.1 Systém prípravy teplej vody	134
5.6.2 Energia na prípravu teplej vody	136
5.7 Technicko energetické posúdenie osvetlenia	137
5.7.1 Systém osvetlenia	137
5.7.2 Energia na osvetlenie	139
5.8 Normalizované hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy	139
5.8.1 Vykurovanie	140
5.8.2 Príprava teplej vody	141
5.8.3 Osvetlenie	141
5.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia	141
5.9 Návrh merania spotreby energie	142
ZÁVER	144

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 02 - Hlavný vchod

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 02 Hlavný vchod je jednopodlažná budova, umiestnená pri vstupnej bráne do areálu ÚVV a ÚVTOS - OVT. K budove je prístavané presklené zádverie z oceleovhliníkovej konštrukcie s krytinou z vlnitého plechu. V roku 2007 prešla budova významnou rekonštrukciou.

Pôvodné obvodové murivo je z plnej pálenej tehly hr. 450 mm, prístavba je z keramických tvaroviek hr. 380 mm. Vnútorňa omietka je vápenná a vonkajšia omietka je brizolitová.

Strop sa predpokladá železobetónový hr. 150mm s predpokladaným škvárovým násypom hr. 100 mm. Strop nad prístavbou je železobetónový monolitický hr. 200 mm, zateplená tepelnou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 160 mm. Strecha je pultová s atikovým murivom z troch strán a s plechovou krytinou.

Okná sú plastové s izolačným dvojsklom a všetky sú opatrené mrežou zamurovanou do obvodovej steny objektu. Vstupné dvere sú plastové s izolačným dvojsklom.

Budova je prevádzkovaná celoročne, slúži ako hlavný vchod do areálu ZVJS.

Tabuľka 1.2: Prevádzkový režim

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

1.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 1.3: Technické a geometrické parametre budovy

Celková zastavaná plocha (m²):	A	96
Obvod zastavanej plochy (m):	P _F	54
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m³):	V _B	316
Počet nadzemných podlaží:	N	1
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L _B	3,30
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	ΣA _i	371
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹):	ΣA _i /V _B	1,17
Celková podlahová plocha budovy (m²):	A _B	96

Tabuľka 1.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy

Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m ²)
administratívna budova	96

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	27 390	872,27
2017	27 558	829,70
2018	25 315	828,44
Priemer:	26 754	

Tabuľka 1.6: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	27 390	0	0	0	0
2017	27 558	0	0	0	0
2018	25 315	0	0	0	0
Priemer:	26 754	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	10 538	1 195,02
2017	10 488	1 231,49
2018	10 385	1 228,56
Priemer:	10 470	

Tabuľka 1.8: Členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	5 911	2 945	0	846	836
2017	5 883	2 931	0	842	832
2018	5 825	2 902	0	834	824
Priemer:	5 873	2 926	0	841	831

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.j. 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°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.

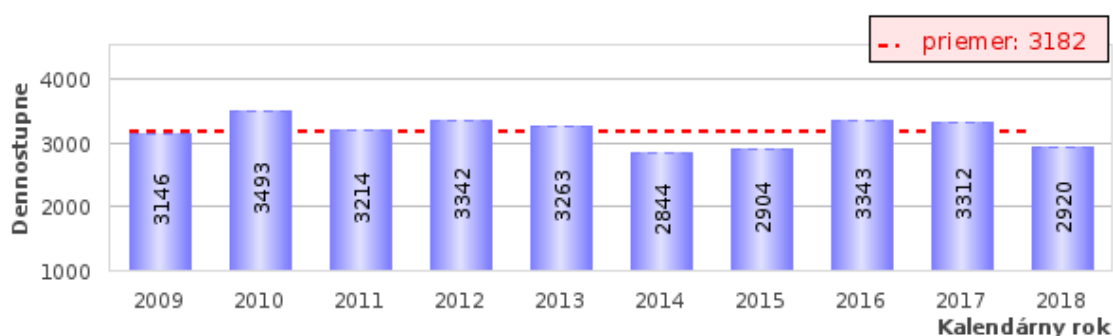
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

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 02 Hlavný vchod 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	3 146	3 493	3 214	3 342	3 263	2 844	2 904	3 343	3 312	2 920



Graf 1.1: Priebiech dennostupňov a porovnanie s priemerom

Priestory v budove slúžia ako hlavný vchod a hlavná vrátnica pre areálu. Teplota jednotlivých vnútorných priestorov budovy nie je meraná ani riadená priestorovým termostatom. Vnútorná teplota je určená odborným 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: Vykurovací teplo využitia vnútorného priestoru

Využitie vnútorného priestoru	Podlahová plocha (m ²)	Priemerná teplota (°C)
admin. budova - kancelárie, čakárne, zasadacie miestnosti	19	21,0
admin. budova - chodby, hlavné schodište, WC	77	17,0

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:	3 182	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 teplototechnické 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 hr. 450 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	0,450	0,850	0,529	1 800	900
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
U = 1.31 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	obvodová stena hr. 380 mm				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
murivo - POROTHERM	0,380	0,174	2,184	800	960
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
U = 0.41 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche				
Stručný popis konštrukcie:	podlaha prístavby				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - dlažba terazzová	0,008	2,500	0,003	2 300	900
vyrovnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,004	1,000	0,004	2 000	840
betón - obyčajný hutný	0,076	1,300	0,058	2 200	1 020
hydroizolácia - asfaltová lepenka	0,002	0,200	0,010	1 400	1 470
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,060	0,038	1,579	25	1 270
hydroizolácia - asfaltová lepenka	0,002	0,200	0,010	1 400	1 470
U = 0.41 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche				
Stručný popis konštrukcie:	podlaha pôvodnej časti				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - linoleum	0,005	0,190	0,026	1 200	1 880
betón - obyčajný hutný	0,100	1,300	0,077	2 200	1 020
hydroizolácia - asfaltová lepenka	0,002	0,200	0,010	1 400	1 470
U = 0.78 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45				
Stručný popis konštrukcie:	strecha prístavby				
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
tep. izolácia - kamenná vlna	0,160	0,040	4,000	33	940
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
U = 0.23 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	strecha plochá, alebo šikmá so sklonom < 45				
Stručný popis konštrukcie:	strecha pôvodnej časti				
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
sypký materiál - škvára	0,050	0,270	0,185	750	750
U = 2.17 W/(m².K)					

Tabuľka 1.13: 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. 450 mm	0,22	1,31	nevyhovuje
obvodová stena hr. 380 mm	0,22	0,41	nevyhovuje
strecha prístavby	0,15	0,23	nevyhovuje
strecha pôvodnej časti	0,15	2,17	nevyhovuje

Tabuľka 1.14: 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 prístavby	2,50	1,66	nevyhovuje
podlaha pôvodnej časti	2,50	0,11	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:

$$U_w = (U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \psi \cdot I_g) / (A_f + A_g)$$

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

A_f - plocha rámu (m^2);
 U_g - súčiniteľ prechodu tepla výplne ($W/(m^2.K)$);
 A_g - plocha výplne (m^2);
 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 (0.60m x 0.90m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.34$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.20$ m^2	1.46
2	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.50m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.68$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.12$ m^2	1.29
3	okno v obvodovej stene (0.80m x 1.00m)	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
4	dvere v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.79$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.31$ m^2	1.30
5	okno v obvodovej stene (2.60m x 1.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 1.13$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.47$ m^2	1.37
6	dvere v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.79$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.31$ m^2	1.30
7	okno v obvodovej stene (1.73m x 1.00m)	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, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 0.94$ m^2	1.38
8	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 0.76$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.13$ m^2	1.32
9	okno v obvodovej stene (2.63m x 1.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ $W/(m^2.K)$, $A_f = 1.14$ m^2 Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ $W/(m^2.K)$, $A_g = 1.49$ m^2	1.37

Tabuľka 1.15: Zoznam otvorových konštrukcií - pokračovanie

P. č.	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
10	dvere v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, $U_f=2.00$ W/(m ² .K), $A_f = 0.53$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.57$ m ²	1.41
11	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.50m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.96$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.29$ m ²	1.32

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 (0.60m x 0.90m)	1.46	1.00	nevyhovuje
2	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.50m)	1.29	1.00	nevyhovuje
3	okno v obvodovej stene (0.80m x 1.00m)	1.40	1.00	nevyhovuje
4	dvere v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	1.30	1.00	nevyhovuje
5	okno v obvodovej stene (2.60m x 1.00m)	1.37	1.00	nevyhovuje
6	dvere v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	1.30	1.00	nevyhovuje
7	okno v obvodovej stene (1.73m x 1.00m)	1.38	1.00	nevyhovuje
8	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.10m)	1.32	1.00	nevyhovuje
9	okno v obvodovej stene (2.63m x 1.00m)	1.37	1.00	nevyhovuje
10	dvere v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	1.41	1.00	nevyhovuje
11	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.50m)	1.32	1.00	nevyhovuje

Tabuľka 1.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Otvorová konštrukcia	SZ	JZ	SV	JV
1	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.90m)		1		3
2	okno v obvodovej stene (1.20m x 1.50m)	4	1		
3	okno v obvodovej stene (0.80m x 1.00m)		1		
4	dvere v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)		1		
5	okno v obvodovej stene (2.60m x 1.00m)	1			
6	dvere v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	1			
7	okno v obvodovej stene (1.73m x 1.00m)			1	

Tabuľka 1.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie - pokračovanie

P.č.	Otvorová konštrukcia	SZ	JZ	SV	JV
8	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.10m)			1	
9	okno v obvodovej stene (2.63m x 1.00m)			2	
10	dvere v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)				1
11	dvere v obvodovej stene (0.90m x 2.50m)	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 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 $\Delta U = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, resp. pre prípad spojitely 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 1.18: 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):	371
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	18,555

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 CO₂ 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 zăveternej strane zasa podtlak. Z toho dôvodu je potrebné posúdiť intenzitu výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie cez takéto škáry a určí sa na základe:

- súčiniteľa škárovej priedušnosti a dĺžky škár jednotlivých otvorových konštrukcií,
- veternej oblasti t.j. priemernej rýchlosti vetra,
- triedy ochrany budovy, t.j. ochrana budovy pred vetrami vzhľadom na umiestnenie budovy v krajine,
- tesnosti interiérových dverí.

Objemový tok vzduchu (m³/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu (1/h) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m³). Hodnota objemového toku vzduchu prirodzeným vetraním sa určí ako väčšia hodnota z minimálneho objemového toku vzduchu a objemového toku vzduchu infiltráciou.

Merná tepelná strata vetraním sa vypočítaná podľa vzorca:

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

kde:

H_v - merná tepelná strata vetraním (W/K)

V_i - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h)

$p_a \cdot c_a$ - efektívna tepelná kapacita vzduchu (0,333 W.h/(m³.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):	253

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	1,0
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	1,00

Tabuľka 1.21: Prirodzené vetranie

Minimálny objemový tok vzduchu (m³/h):	253,00
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,060
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m³/h):	15,18
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m³/h):	253,00

Tabuľka 1.22: Merná tepelná strata vetraním

Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h):	253,00
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	84,333

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 zahrňa tieto vlastnosti a plocha kolekčného povrchu sa nazýva účinnou kolekčnou plochou ($Asol$) a určuje sa nasledovne:

$$Asol = Aw * gn * Fc$$

Aw - plocha výplne otvorovej konštrukcie,

gn - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,

Fc - zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany.

Nie všetky solárne zisky je možné využiť pri vykurovaní. V prípade slnečných dní môžu byť slnečné zisky väčšie ako tepelná strata príslušnej miestnosti a dôjde k prehriatiu miestnosti, alebo sú tieto zisky odvetrané. Takýto stav nastáva hlavne pri ľahkých stavebných konštrukciách ako drevostavby alebo podkrovia, pri ktorých je stupeň využitia solárnych ziskov relatívne nízky.

Solárny tepelný zisk (Q_{sol}) je vypočítaný podľa vzorca:

$$Q_{sol} = Isol * Asol * Fsol \text{ (kWh)}$$

kde:

$Isol$ - celková energia slnečného žiarenia,

$Asol$ - účinná kolekčná plocha,

$Fsol$ - redukčný faktor tienenia zohľadňuje tienenie horizontu, tienenie presahujúcimi vodorovnými konštrukciami a presahujúcimi zvislými konštrukciami.

Metabolický zisk, t.j. tepelný výkon človeka závisí na aktivite, veku a postave človeka a podmienkach v ktorých sa daná osoba nachádza.

Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov je určený na základe spotreby elektriny vo vnútri budovy, ktorá sa nezohľadnila pri vykurovaní, chladení a príprave teplej vody.

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 kolektčná plocha (m ²):	1,63	2,25	3,79	6,41
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	424	585	493	833
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	2 335			

Tabuľka 1.24: Metabolický tepelný zisk

Osoby prítomné v budove:	muži	ženy	deti
Priemerný tepelný tok na osobu (W):	93	79	70
Priemerný denný počet osôb:	2	0	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	24	24	24
Metabolický tepelný zisk (kWh):	995	0	0

Tabuľka 1.25: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov

Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	5
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	1 115

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 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 teplonosnej 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 nízokoteplotného 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 akumulačného zásobníka určená na základe tepelnej vodivosti tepelnej izolácie a jej hrúbky,

Φ_s - priemerná teplota vody v akumulačnom 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. Do objektu SO 02 Hlavný vchod je privedená vykurovacia voda potrubím UK DN 25. Teplo je do objektu privedené pomocou teplovodného kanálu. Po objekte je rozvod ku vykurovacím telesám vedený nad podlahou alebo v podlahe v kanáliku. Vykurovacie telesá sú opatrené radiátorovou armatúrou rohovou alebo priamou, s radiátorovou hlaviceou s termostatickým ovládaním alebo ručným ovládaním.

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

Tabuľka 1.26: 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 1.27: Podsystém odovzdávania tepla - zariadenia na odovzdávanie tepla					
Súčasný stav			Navrhovaný stav		
Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na odovzdávanie tepla	Priestor. zmena teploty (°C)	Príkon pomoc. zariadení (W)
radiátor teplovodný	0,2	0	radiátor teplovodný	0,2	0

Tabuľka 1.28: Podsystém odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20	0,20
Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (kWh):	423	423
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00	1,00

Tabuľka 1.29: Podsystém výroby - zariadenia na výrobu tepla									
Súčasný stav					Navrhovaný stav				
Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)	Zariadenie na výrobu tepla	Energet. nosič	Výkon (kW)	Faktor transf. energie	Príkon pomoc. zariadení (W)
diaľkové vykurovanie	CZT	0,0	0,00	0	diaľkové vykurovanie	CZT	0,0	0,00	0

Tabuľka 1.30: 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 1.31: Vykurovací systém - 2. časť		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Druh systému vykurovania:	bez podsystemu distribúcie	s podsystemom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 500	3 600
Teplotný spád (°C):		35/25

Tabuľka 1.32: 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 1.33: 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):	93	93
Prídavná energia podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovenéj prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00	1,00

Tabulka 1.34: 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 1.35: 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 1.36: Merná tepelná strata

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	332,111	332,111
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	42,925	42,925
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	18,555	18,555
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	84,333	84,333

Tabuľka 1.37: Energia na vykurovanie

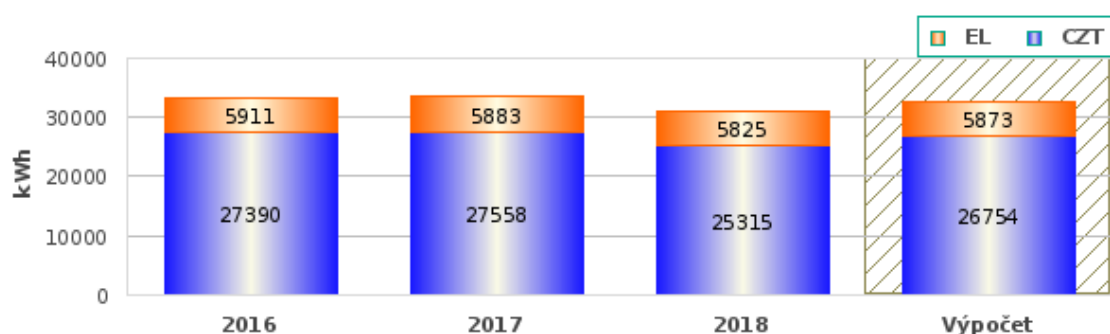
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	477,924	477,924
Celkový prenos tepla (kWh):	36 498	36 498
Tepelný zisk (kWh):	4 445	4 445
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,987	0,987
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	32 111	32 111
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	32 111	32 111

Tabuľka 1.37: Energia na vykurovanie - pokračovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	32 627	32 627
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	32 627	32 627

Tabuľka 1.38: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	26 754	32 627
elektrina (kWh):	5 873	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

Teplá voda pre zamestnancov hlavného vchodu je pripravovaná v prietokovom ohrievači vody, umiestnenom pod umývadlom.

Tabuľka 1.39: Prevádzkové parametre

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	63
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:	365
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	4

Tabuľka 1.40: 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 1.41: 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).

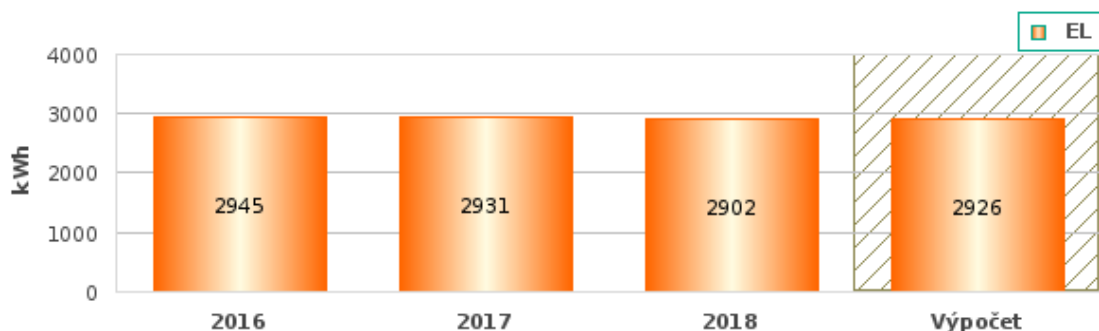
Tabuľka 1.42: Energia na prípravu teplej vody

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	63
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	2 926
Hlavná energia na vstupe podsystému výroby (kWh):	2 926
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	2 926

Tabuľka 1.43: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

elektrina (kWh):

2 926



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 alfabetickeými 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 Hlavný vchod bolo v minulosti vymenené. Druh svetelného zdroja je väčšinou lineárna žiarivka T8 s magnetickým predradníkom, prípadne klasická žiarovka.

Tabuľka 1.44: Osvetľovaný priestor

Názov priestoru:	Hlavný vchod
Kategória priestoru:	Administratívne priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Konferenčné a zasadacie miestnosti
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	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.):	780
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 1.45: 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	5
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	18	1	uzavreté IP 2X	16
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	18	2	uzavreté IP 2X	1
halogenidová výbojka	70	1	uzavreté IP 2X	4

Tabuľka 1.46: 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:

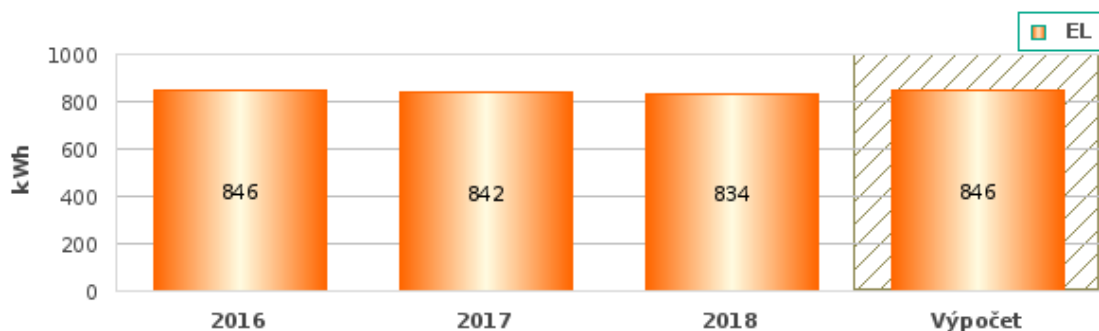
$$Q_{It} = \sum (P_n * t_n)$$

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 1.47: Energia na osvetlenie

Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	1 084
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	846



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 1.48: Merná tepelná strata

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	332,111	332,111
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	42,925	42,925
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	18,555	18,555
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	22,400	22,400

Tabuľka 1.49: Potreba energie na vykurovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	415,991	415,991
Celkový prenos tepla (kWh):	34 164	34 164
Tepelný zisk (kWh):	4 551	4 551
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,989	0,989
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	29 663	29 663
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	29 663	29 663
Hlavná energia na vstupe podsystému odovzdávania tepla (kWh)	30 083	30 083
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	30 083	30 083
Merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m ² .a)):	313,4	313,4

Tabuľka 1.50: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	24 668	30 083
elektrina (kWh):	5 415	0

Tabuľka 1.51: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie

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

1.8.2 Príprava teplej vody

Tabuľka 1.52: Potreba energie na prípravu teplej vody	
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	576
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	576
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	576
Merná potreba energie na prípravu teplej vody (kWh/(m ² .a)):	6,0

Tabuľka 1.53: Potreba energie na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov	
elektrina (kWh):	576

Tabuľka 1.54: Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	
Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	B

1.8.3 Osvetlenie

Tabuľka 1.55: Potreba energie na osvetlenie	
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	1 783
Merná potreba energie na osvetlenie (kWh/(m ² .a)):	18,6

Tabuľka 1.56: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	
Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	B

1.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabuľka 1.57: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	24 668	30 083
elektrina (kWh):	7 774	2 359

Tabuľka 1.58: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov		
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	32 068	39 108
elektrina (kWh):	17 103	5 190
Spolu (kWh):	49 171	44 298
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m ² .a)):	512,2	461,4

Tabuľka 1.59: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia	F	E

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 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.

2. SO 03 - Ubytovňa pre odsúdených

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

Budova SO 03 Ubytovňa pre odsúdených bola postavená pravdepodobne koncom 19. storočia. Je situovaná v severozápadnej časti areálu ÚVV a ÚVTOS - OVT. V budove sa nachádzajú miestnosti na bývanie, spoločenské priestory, kancelárie dozorcov a priestory pre hygienu. Ubytovaných je cca 370 odsúdených.

Jedná sa o trojpodlažnú, murovanú budovu bez podpivničenia. Stavba je klasický dvojtrakt s dvoma krídlami a stredovým schodiskovým traktom. V roku 2007 prešla budova významnou rekonštrukciou.

Obvodové steny sú murované, pravdepodobne zo zmiešaného muriva, hrúbka muriva je premenlivá po jednotlivých podlažiach 500 mm, 650 mm a 840 mm, zateplená tepelnou izoláciou z EPS hr. 80 mm.

Podlahu na teréne tvorí pôvodný podkladový betón, cementový poter a následné vrstvy podlahy. V niektorých miestnostiach bola podlaha na teréne zateplená, a to tepelnou izoláciou z EPS hr. 40 mm.

Stropy nad 1.NP a 2.NP na krídlach tvorí systém oceľových I-nosníkov s plytkými tehlovými valenými klenbami. Stropy v pozdĺžnom 2-trakte a nad celým 3.NP sú drevené, trámové so záklopom a násypom, zo strany pôjdu s tehlovou dlažbou. Zospodu je drevené podbitie s rákosom a omietkou. Na chodbách 1.NP a 2.NP sú valené klenby. Strop nad 3.NP je zateplený tepelnej izolácie z minerálnych vlákien hr. 160 mm, so zakrytím voľne položenou lepenkou. V priestore podchodu je strop zateplený tepelnou izoláciou z EPS hr 120 mm.

Strecha je valbová, konštrukciu krovu tvorí stojatá stolica so stĺpikmi na väzných trámoch a so stredovou väznicou. Strešná krytina je plechová s ochranným náterom.

Okná sú plastové s izolačným dvojsklom a všetky sú opatrené mrežou zamurovanou do obvodovej steny objektu. Vstupné dvere sú hliníkové s izolačným dvojsklom.

Budova je prevádzkovaná celoročne, slúži, ako ubytovňa pre odsúdených.

Tabuľka 2.2: Prevádzkový režim

Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Celoročné využitie	365	24

2.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 2.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m ²):	A	4 486
Obvod zastavanej plochy (m):	P _F	271
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m ³):	V _B	18 785
Počet nadzemných podlaží:	N	3
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L _B	4,18
Celková teplovýmenná plocha budovy (m ²):	ΣA _i	6 423
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹):	ΣA _i /V _B	0,34
Celková podlahová plocha budovy (m ²):	A _B	4 486

Tabuľka 2.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m ²)
bytové domy	4 486

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	502 534	16 003,92
2017	505 624	15 222,77
2018	464 460	15 199,77
Priemer:	490 873	

Tabuľka 2.6: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	416 672	85 862	0	0	0
2017	419 234	86 390	0	0	0
2018	385 103	79 357	0	0	0
Priemer:	407 003	83 870	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	71 830	8 145,40
2017	71 487	8 393,99
2018	70 783	8 374,06
Priemer:	71 367	

Tabuľka 2.8: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	0	9 736	0	43 157	18 937
2017	0	9 652	0	42 951	18 884
2018	0	9 478	0	42 528	18 777
Priemer:	0	9 622	0	42 879	18 866

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.

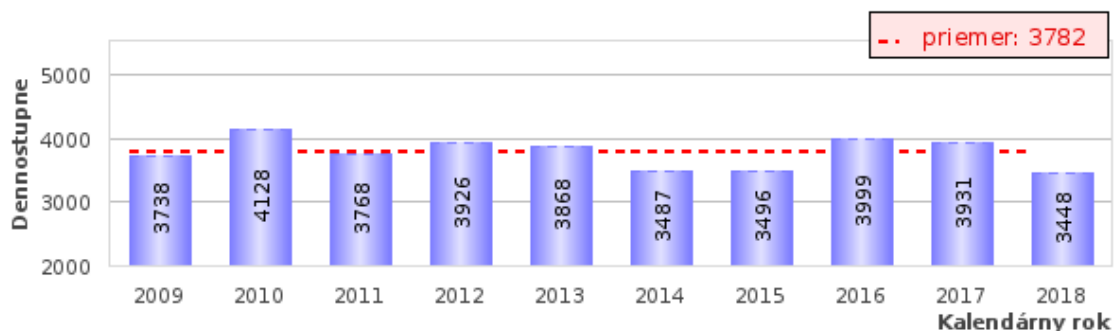
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

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 03 Ubytovňa odsúdených, 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	3 738	4 128	3 768	3 926	3 868	3 487	3 496	3 999	3 931	3 448

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

Priestory v budove slúžia na ubytovanie odsúdených. Teplota jednotlivých vnútorných priestorov budovy nie je meraná ani riadená priestorovým termostatom. Vnútorná teplota je určená odborným 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)
bytové domy - obytné miestnosti	3 095	21,0
bytové domy - kúpelne	179	21,0
bytové domy - predsienie, chodby	673	20,0
bytové domy - vykurované schodištia	538	18,0

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:	3 782	3 422

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 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	0,840	0,850	0,988	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 = 0.31 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	0,650	0,850	0,765	1 800	900
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,080	0,040	2,000	25	1 270
omietka - silikónová	0,003	0,700	0,004	1 800	1 250
U = 0.34 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena zvislá nad terénom				
Stručný popis konštrukcie:	Obvodová stena 3.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:	podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche				
Stručný popis konštrukcie:	Podlaha na teréne I.				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - linoleum	0,002	0,190	0,011	1 200	1 880
vyravnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,003	1,000	0,003	2 000	840
betón - obyčajný hutný	0,040	1,300	0,031	2 200	1 020
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,040	0,040	1,000	25	1 270
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
U = 0.29 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha na teréne rovnomerne izolovaná po celej ploche				
Stručný popis konštrukcie:	Podlaha na teréne II.				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - linoleum	0,002	0,190	0,011	1 200	1 880
vyravnáv. vrstva podlahy - cementový poter	0,003	1,000	0,003	2 000	840
betón - obyčajný hutný	0,120	1,300	0,092	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 nad vonkajším priestorom				
Stručný popis konštrukcie:	Podlaha nad podchodom				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
nášlapná vrstva - linoleum	0,002	0,190	0,011	1 200	1 880
doska - OSB	0,024	0,200	0,120	1 000	1 630
nevetraná vzduchová medzera 10 mm	0,012		0,150	1	1
betón - železobetón	0,600	1,430	0,420	2 400	1 020
tep. izol. - polystyrén expandovaný (EPS)	0,120	0,038	3,158	25	1 270
U = 0.25 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	0,250	1,430	0,175	2 400	1 020
sypký materiál - škvára	0,100	0,270	0,370	750	750
tep. izolácia - kamenná vlna	0,160	0,040	4,000	33	940
hydroizolácia - IPA	0,003	0,200	0,015	1 280	1 470
U = 0.21 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 1.NP	0,22	0,31	nevyhovuje
Obvodová stena 2.NP	0,22	0,34	nevyhovuje
Obvodová stena 3.NP	0,22	0,36	nevyhovuje
Podlaha nad podchodom	0,15	0,25	nevyhovuje
Strecha	0,20	0,21	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 na teréne I.	2,50	1,07	nevyhovuje
Podlaha na teréne II.	2,50	0,13	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, dvojkrídlové), počet a dĺžka priečnikov. Pri menších rozmeroch okien je plocha rámovej konštrukcie väčšia ako plocha zasklenia, čo v prípade horšieho súčiniteľa prechodu tepla rámu ako je súčiniteľ prechodu tepla zasklenia zhoršuje hodnotu 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 (0.58m x 0.90m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.34$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.18$ m ²	1.47
3	dvere v obvodovej stene (1.20m x 0.90m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.51$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.57$ m ²	1.36
4	dvere v obvodovej stene (0.75m x 1.50m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.62$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.51$ m ²	1.40
5	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.50m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.68$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.67$ m ²	1.42
6	dvere v obvodovej stene (1.20m x 1.95m)	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), $A_g = 1.30$ m ²	1.39
7	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.97$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.55$ m ²	1.33
8	dvere v obvodovej stene (1.65m x 3.05m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, $U_f=2.00$ W/(m ² .K), $A_f = 1.94$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 3.09$ m ²	1.78
9	dvere v obvodovej stene (1.20m x 2.95m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, $U_f=2.00$ W/(m ² .K), $A_f = 1.13$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 2.41$ m ²	1.63
10	dvere v obvodovej stene (0.80m x 1.97m)	Rám: drevený s tesniacim profilom, $U_f=1.50$ W/(m ² .K), $A_f = 0.61$ m ² Výplň: výplň drevená hr. 20 mm, $U_g=3.60$ W/(m ² .K), $A_g = 0.97$ m ²	2.79

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 (0.58m x 0.90m)	1.47	1.00	nevyhovuje
3	dvere v obvodovej stene (1.20m x 0.90m)	1.36	1.00	nevyhovuje

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
4	dvere v obvodovej stene (0.75m x 1.50m)	1.40	1.00	nevyhovuje
5	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.50m)	1.42	1.00	nevyhovuje
6	dvere v obvodovej stene (1.20m x 1.95m)	1.39	1.00	nevyhovuje
7	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)	1.33	1.00	nevyhovuje
8	dvere v obvodovej stene (1.65m x 3.05m)	1.78	1.00	nevyhovuje
9	dvere v obvodovej stene (1.20m x 2.95m)	1.63	1.00	nevyhovuje
10	dvere v obvodovej stene (0.80m x 1.97m)	2.79	1.00	nevyhovuje

Tabuľka 2.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Otvorová konštrukcia	SZ	JZ	SV	JV
1	okno v obvodovej stene (0.58m x 0.90m)	2			2
3	dvere v obvodovej stene (1.20m x 0.90m)			1	
4	dvere v obvodovej stene (0.75m x 1.50m)	1			
5	okno v obvodovej stene (0.90m x 1.50m)	35	50	30	39
6	dvere v obvodovej stene (1.20m x 1.95m)	3			3
7	okno v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)			4	
8	dvere v obvodovej stene (1.65m x 3.05m)		1		
9	dvere v obvodovej stene (1.20m x 2.95m)			1	
10	dvere v obvodovej stene (0.80m x 1.97m)			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 $\Delta U = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, 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 2.18: 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):	6 423
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	321,173

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 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:

$$H_v = V_i \cdot \rho_a \cdot c_a$$

kde:

H_v - merná tepelná strata vetraním (W/K)

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

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

Tabuľka 2.19: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu

Trieda ochrany budovy:	nechránené
Tesnosť interiérových dverí:	netesné (bez prahu)
Objem vnútorného vzduchu (m^3):	15 028

Tabuľka 2.20: Minimálna intenzita výmeny vzduchu

Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h)
bytové domy - obytné miestnosti	1,0
bytové domy - kúpeľne	1,0
bytové domy - predsienie, chodby	0,5
bytové domy - vykurované schodištia	1,0
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	0,93

Tabuľka 2.21: Prírodné vetranie

Minimálny objemový tok vzduchu (m^3/h):	13 976,04
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,009
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m^3/h):	135,25
Objemový tok vzduchu prírodným vetraním (m^3/h):	13 976,04

Tabuľka 2.22: Merná tepelná strata vetraním

Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m^3/h):	13 976,04
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	4 658,680

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 (A_{sol}) a určuje sa nasledovne:

$$A_{sol} = A_w \cdot g_n \cdot F_c$$

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 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 protislnečnej ochrany:	1,00	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m ²):	22,79	27,44	21,96	21,17
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	5 925	7 134	2 855	2 752
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	18 666			

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:	410	0	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	24	24	24
Metabolický tepelný zisk (kWh):	204 072	0	0

Tabuľka 2.25: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov	
Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	166
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	37 018

2.5.7 Vykurovací systém

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

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

V budove môže byť viac nezávislých vykurovacích systémov, napríklad teplovodné stenové

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

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

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

Podsystém odovzdávania tepla zabezpečuje aby sa teplo v správnej miere odovzdávalo príslušným priestorom. Okrem vykurovacích telies, ktoré odovzdávajú prevažnú časť tepelnej energie okolitému vzduchu konvekciou, funguje tento princíp aj pri plošnom kúrení ktoré môže byť inštalované v podlahe, v stene alebo na strope a prenáša tepelnú energiu vo forme žiarenia. Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla ($Q_{em, is}$) 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 podsystému 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 nízokoteplotného 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:

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

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 nízkotlaková teplovodná kotolňa na spaľovanie zemného plynu, umiestnená v susednom jedálenskom bloku. Do objektu SO 03 Ubytovňa pre odsúdených je privedená vykurovacia voda potrubím UK DN 125. 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 strojovne ÚVK v 1.NP, kde je zaústené na rozdeľovač.

Vykurovacia sústava vlastného objektu je rozdelená na 4 okruhy:

- okruh 1 (juhovýchod),
- okruh 2 (severovýchod),
- okruh 3 (juhozápad),
- okruh 4 (severozápad).

Vykurovacie telesá sú použité liatinové článkové bez termoregulačných ventilov.

Tabuľka 2.26: Vykurovací systém

Druh systému vykurovania:	s podsystémom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 500
Teplotný spád (°C):	92,5/67,5

Tabuľka 2.27: 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 2.28: Podsystém odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty

Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20
Tepelná strata podsystému odovzdávania tepla (kWh):	7 716
Prídavná energia podsystému odovzdávania tepla (kWh):	0
Podiel obnovenej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00

Tabuľka 2.29: 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 2.30: Podsystém výroby - tepelná strata

Tepelná strata podsystému výroby tepla (kWh):	0
Prídavná energia podsystému 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 2.31: Merná tepelná strata

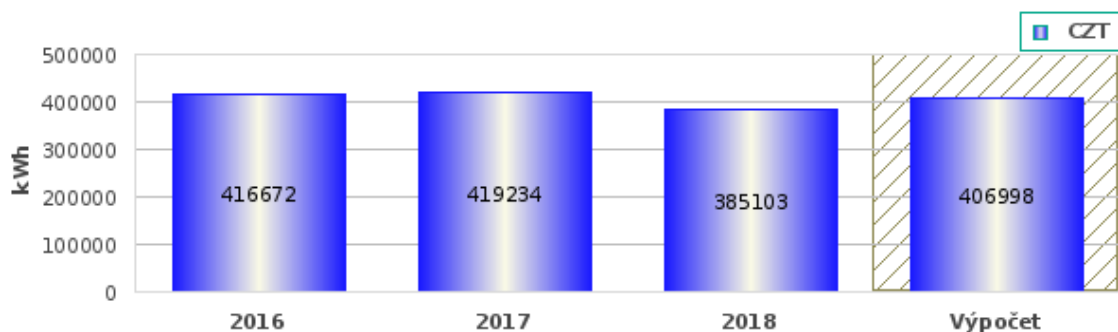
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	1 811,560
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	353,380
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	321,173
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	4 658,680

Tabuľka 2.32: Energia na vykurovanie

Celková tepelná strata (W/K):	7 144,793
Celkový prenos tepla (kWh):	648 519
Tepelný zisk (kWh):	259 756
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,919
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	409 803
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	10 521
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	399 282
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	406 998
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na vykurovanie (kWh):	406 998

Tabuľka 2.33: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	406 998
------------------	---------



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 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 (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 akumuláčného 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

Teplá voda je pripravovaná v centrálne v kotolni. Rozvod teplej vody vrátane cirkulácie je riešený oceľovým pozinkovaným potrubím so závitovými spojmi, vedený v teplovodnom kanáli. Potrubie je zaizolované tepelnou izoláciou z minerálnej vlny s vykazujúcimi známkami porušenia.

Do objektu je TV a cirkulácia vedená pod podlahou v miestnosti referenta. Rozvod TV a cirkulácie je vedený pod stropom alebo v stenách, zapletený tepelnou izoláciou z penového polyetylénu. V miestnostiach personálu sa nachádza 12 prietokových ohrievačov TV.

Tabuľka 2.34: Prevádzkové parametre - 1. časť

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	1435
Priemerná teplota vody na výtok (°C):	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	10
Druh systému prípravy teplej vody:	s podsystemom distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	365
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	24

Tabuľka 2.35: Podsystem distribúcie - rozvody teplej vody

DN potrubia (mm)	Dĺžka potrubia (m)	Priestor uloženia potrubia	Tepelná izolácia	Hrúbka tepelnej izolácie (mm)
50	50	vykurovaný	penový polyetylén	25
32	80	vykurovaný	penový polyetylén	25
25	130	vykurovaný	penový polyetylén	25

Tabuľka 2.36: Podsystem distribúcie - tepelná strata

Súčet príkonov obehových čerpadiel (W):	0
Tepelná strata podsystemu vo vykurovaných priestoroch (kWh):	17 221
Tepelná strata podsystemu v nevykurovaných priestoroch (kWh):	0
Prídavná energia podsystemu distribúcie (kWh):	0

Tabuľka 2.37: Podsystem výroby - zariadenia

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

Tabuľka 2.38: Podsystem výroby - tepelná strata

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

Tabuľka 2.39: Prevádzkové parametre - 2. časť

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	205
Priemerná teplota vody na výtoku (°C):	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	10
Druh systému prípravy teplej vody:	bez podsystemu distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	365
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	2

Tabuľka 2.40: Podsystem akumulácie - zariadenia

Objem zásobníka (litre)	Tepelná izolácia	Priestor uloženia zásobníka	Počet zásobníkov
5	PUR pena	nevykurovaný	12

Tabuľka 2.41: Podsystem akumulácie - tepelná strata

Tepelná strata podsystemu vo vykurovaných priestoroch (kWh):	0
Tepelná strata podsystemu v nevykurovaných priestoroch (kWh):	101

Tabuľka 2.42: Podsystem 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

Tabuľka 2.43: Podsystem výroby - tepelná strata

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

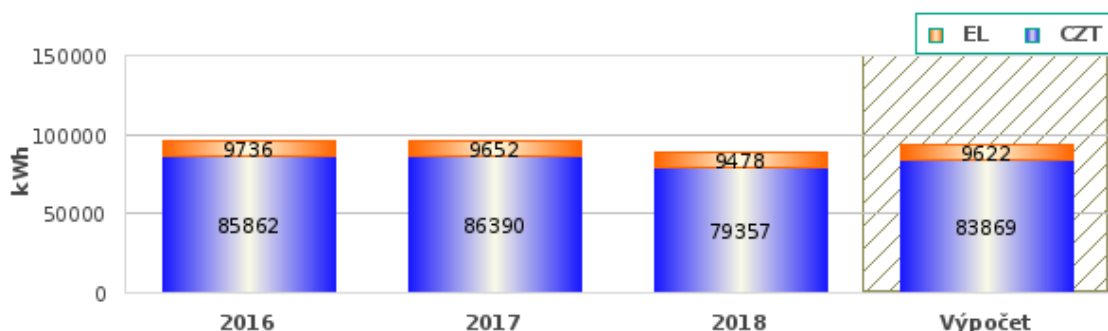
Q_w - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
 $Q_{w,dis}$ - tepelná strata podsystemu distribúcie (kWh),
 $Q_{w,acc}$ - tepelná strata podsystemu akumulácie (kWh),
 $Q_{w,gen}$ - tepelná strata podsystemu výroby (kWh),
 W_{aux} - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 2.44: Energia na prípravu teplej vody

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	1 640
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	76 169
Hlavná energia na vstupe podsystemu distribúcie (kWh):	93 390
Hlavná energia na vstupe podsystemu akumulácie (kWh):	93 491
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	93 491
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	93 491

Tabuľka 2.45: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	83 869
elektrina (kWh):	9 622



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 Hlavný vchod bolo v minulosti vymenené. Druh svetelného zdroja je väčšinou lineárna žiarivka T8 s magnetickým predradníkom, prípadne klasická žiarovka.

Tabuľka 2.46: Osvetľovaný priestor

Názov priestoru:	Ubytovňa pre odsúdených
Kategória priestoru:	Miesta zhromažďovania na verejnosti - Všeobecné priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Spoločenské miestnosti
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	normálne
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.):	2200
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 2.47: Svetidlá a svetelné zdroje v priestore

Druh svetelného zdroja	Príkon sv.zdroja (W)	Počet sv. zdrojov v svetidle	Krytie svetidla	Počet svetidiel
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	36	1	uzavreté IP 2X	87
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	18	1	uzavreté IP 2X	16
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	36	2	uzavreté IP 2X	64
kompaktná žiarivka	8	1	uzavreté IP 2X	12
lineárna žiarivka T8 + mag. predradník	58	1	uzavreté IP 2X	103
halogenidová výbojka	70	1	uzavreté IP 2X	6
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	27

Tabuľka 2.48: 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:	22

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:

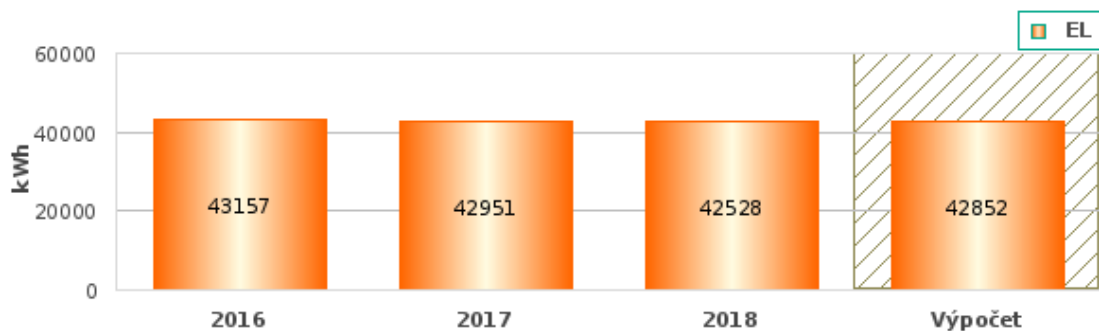
$$Q_{It} = \sum (P_n * t_n)$$

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 2.49: Energia na osvetlenie

Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	19 478
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	42 852



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 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.

2.8.1 Vykurovanie

Tabuľka 2.50: Merná tepelná strata

Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	1 811,560
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	353,380
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	321,173
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	1 046,733

Tabuľka 2.51: Potreba energie na vykurovanie

Celková tepelná strata (W/K):	3 532,846
Celkový prenos tepla (kWh):	290 146
Tepelný zisk (kWh):	132 844

Tabuľka 2.51: Potreba energie na vykurovanie - pokračovanie

Faktor využitia tepelných ziskov:	0,970
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	161 287
Spätne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	10 521
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	150 766
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	154 327
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na vykurovanie (kWh):	154 327
Merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m ² .a)):	34,4

Tabuľka 2.52: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	154 327
------------------	---------

Tabuľka 2.53: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie

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

2.8.2 Príprava teplej vody

Tabuľka 2.54: Potreba energie na prípravu teplej vody

Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	89 720
Hlavná energia na vstupe podsystemu distribúcie (kWh):	106 941
Hlavná energia na vstupe podsystemu akumulácie (kWh):	107 042
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	107 042
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	107 042
Merná potreba energie na prípravu teplej vody (kWh/(m ² .a)):	23,9

Tabuľka 2.55: Potreba energie na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	95 726
elektrina (kWh):	11 316

Tabuľka 2.56: Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody

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

2.8.3 Osvetlenie

Tabuľka 2.57: Potreba energie na osvetlenie

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

Tabuľka 2.58: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie

Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	nehodnotí sa
--	--------------

2.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabuľka 2.59: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	250 053
elektrina (kWh):	11 316

Tabuľka 2.60: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	325 069
elektrina (kWh):	24 895
Spolu (kWh):	349 964
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m ² .a)):	78,0

Tabuľka 2.61: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia

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

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 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 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 04 - Kuchynsko-jedálenský blok

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

Budova SO 04 Kuchynsko-jedálenský blok je situovaná v strede areálu ÚVV a ÚVTOS - OVT. V budove sa nachádzajú miestnosti na prípravu jedál, sklady, kancelárie, jedáleň a priestory pre hygienu. Objekt je čiastočne podpivničený. Jednopodlažným vstupným objektom je spojený s objektom 05 Kultúrno - spoločenským. V roku 2007 prešla budova významnou rekonštrukciou.

Obvodový plášť je tvorený pórobetónovými panelmi hr. 250 zavesenými na železobetónovom skeletovom ráme typu revidovaný PRIEMSTAV, zateplená tepelnou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 80 mm.

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

Stropná konštrukcia vstupnej časti a 2.NP je tvorená železobetónovými prefabrikovanými PPD panelmi hr. 250 uložené na ŽB prefa prievlakoch, na ktorých sú uložené strešné panely rebrované a pôvodná hydroizolačná vrstva plochej strechy, ktorá bola zateplená tepenou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 160 mm.

Na pôvodnú strešnú konštrukciu Kuchynsko-jedálenského bloku bol vytvorený drevený krovom valbovej strechy s plechovou krytinou.

Okná sú plastové s izolačným dvojsklom. Vstupné dvere sú taktiež plastové s izolačným dvojsklom, prípadne s PUR výplňou.

Budova je prevádzkovaná celoročne, slúži ako stravovacie zariadenie pre odsúdených a personál.

Tabuľka 3.2: Prevádzkový režim

Prevádzkový režim	Priemerný ročný počet dní využitia	Priemerný denný počet hodín využitia
Celoročné využitie	365	16

3.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 3.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m ²):	A	880
Obvod zastavanej plochy (m):	P _F	133
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m ³):	V _B	7 691
Počet nadzemných podlaží:	N	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L _B	3,81
Celková teplovýmenná plocha budovy (m ²):	ΣA _i	2 985
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹):	ΣA _i /V _B	0,39
Celková podlahová plocha budovy (m ²):	A _B	2 016

Tabuľka 3.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m ²)
ostatné budovy	2 016

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	168 620	5 369,94
2017	169 657	5 107,83
2018	155 844	5 100,11
Priemer:	164 707	

Tabuľka 3.6: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	113 514	55 106	0	0	0
2017	114 212	55 445	0	0	0
2018	104 914	50 930	0	0	0
Priemer:	110 880	53 827	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	91 511	10 377,28
2017	91 075	10 693,98
2018	90 178	10 668,59
Priemer:	90 921	

Tabuľka 3.8: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	0	0	0	20 604	70 907
2017	0	0	0	20 506	70 569
2018	0	0	0	20 304	69 874
Priemer:	0	0	0	20 471	70 450

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.

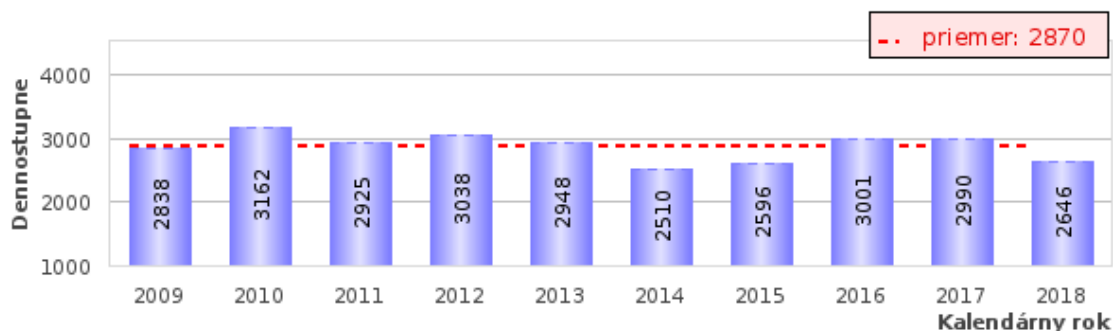
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

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 04 Kuchynsko - jedálenský blok 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	2 838	3 162	2 925	3 038	2 948	2 510	2 596	3 001	2 990	2 646

**Graf 3.1: Priebiech dennostupňov a porovnanie s priemerom**

Priestory v budove slúžia ako kuchyňa a jedáleň pre areál ÚVV a ÚVTOS - OVT. Teplota jednotlivých vnútorných priestorov budovy nie je meraná ani riadená priestorovým termostatom. Vnútorná teplota je určená odborným 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)
ostatné - priestory výrobné	605	18,0
ostatné - kultúrne miestnosti - hľadiská, sály	806	20,0
ostatné - priestory nevýrobné	605	10,0

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:	2 870	0

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 teplotnické 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 a 2.NP				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
panel - pórobetónový veľkorozmerový	0,250	0,320	0,781	575	840
tep. izolácia - minerálna vlna	0,080	0,040	2,000	33	940
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 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
betón - železobetón	0,300	1,430	0,210	2 400	1 020
tep. izol. - polystyrén extrudovaný (XPS)	0,030	0,035	0,857	32	2 060
omietka - silikónová	0,002	0,700	0,003	1 800	1 250
U = 0.79 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	stena vykurovaného priestoru priľahlá k zemine				
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
betón - železobetón	0,300	1,430	0,210	2 400	1 020
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
U = 0.80 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	0,300	1,300	0,231	2 200	1 020
hydroizolácia - IPA	0,003	0,200	0,015	1 280	1 470
U = 0.32 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
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	0,003	0,200	0,015	1 280	1 470
U = 0.47 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru (povaly)				
Stručný popis konštrukcie:	strecha hlavná časť				
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
nevetraná vzduchová medzera >15 mm	0,100		0,160	1	1
stropné železobetónové panely	0,070	1,400	0,050	2 300	1 020
betón - obyčajný hutný	0,025	1,300	0,019	2 200	1 020
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
tep. izolácia - minerálna vlna	0,160	0,037	4,324	33	940
U = 0.20 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru (povaly)				
Stručný popis konštrukcie:	strecha prepoj				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
doska - sádkokarton	0,010	0,220	0,045	750	1 060
nevetraná vzduchová medzera >15 mm	0,240		0,160	1	1
stropné železobetónové panely s dutinami	0,250	0,900	0,278	1 618	1 020
nevetraná vzduchová medzera >15 mm	0,100		0,160	1	1
stropné železobetónové panely	0,070	1,400	0,050	2 300	1 020
betón - obyčajný hutný	0,025	1,300	0,019	2 200	1 020
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
tep. izolácia - minerálna vlna	0,160	0,037	4,324	33	940
U = 0.19 W/(m².K)					

Tabuľka 3.13: 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 1.NP a 2.NP	0,22	0,34	nevyhovuje
obvodová stena 1.PP - nad terénom	0,22	0,79	nevyhovuje
strecha hlavná časť	0,20	0,20	vyhovuje
strecha prepoj	0,20	0,19	vyhovuje

Tabuľka 3.14: 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	1,50	0,27	nevyhovuje
podlaha 1.PP	2,00	0,28	nevyhovuje
podlaha 1.NP	2,50	0,13	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 nezahrňa 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	dvere v obvodovej stene (5.00m x 3.00m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, $U_f=2.00$ W/(m ² .K), $A_f = 4.79$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 10.21$ m ²	1.68
2	dvere v obvodovej stene (1.76m x 3.00m)	Rám: kovový s preruš. tep. mostom, $U_f=2.00$ W/(m ² .K), $A_f = 1.61$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 3.67$ m ²	1.60
3	dvere v obvodovej stene (1.40m x 3.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.53$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 2.67$ m ²	1.33
4	dvere v obvodovej stene (1.00m x 3.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.50$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.50$ m ²	1.45
5	dvere v obvodovej stene (1.10m x 3.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.07$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 2.23$ m ²	1.26
6	okno v obvodovej stene (0.90m x 0.90m)	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), $A_g = 0.38$ m ²	1.40
7	dvere v obvodovej stene (0.70m x 0.70m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.31$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.18$ m ²	1.46
8	dvere v obvodovej stene (0.60m x 0.90m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.34$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.20$ m ²	1.46
9	dvere v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.10$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.42$ m ²	1.39
10	okno v obvodovej stene (1.50m x 2.70m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.44$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 2.61$ m ²	1.31

Tabuľka 3.15: Zoznam otvorových konštrukcií - pokračovanie

P. č.	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
11	dvere v obvodovej stene (1.80m x 0.90m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.76$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.86$ m ²	1.35
12	okno v obvodovej stene (2.70m x 0.90m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.10$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.33$ m ²	1.38
13	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.00m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.42$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.45$ m ²	1.36
14	okno v obvodovej stene (1.80m x 2.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.59$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 2.73$ m ²	1.33
15	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.34$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.90$ m ²	1.37
16	okno v obvodovej stene (2.70m x 2.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 2.34$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 4.14$ m ²	1.34
17	okno v obvodovej stene (2.70m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 2.10$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 2.76$ m ²	1.42
18	okno v obvodovej stene (3.60m x 2.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 3.45$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 5.19$ m ²	1.41
19	okno v obvodovej stene (3.60m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 2.86$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 3.62$ m ²	1.45
20	okno v obvodovej stene (2.10m x 0.90m)	Rám: drevený netesnený, $U_f=2.72$ W/(m ² .K), $A_f = 0.63$ m ² Výplň: zasklenie zdvojené, $U_g=2.80$ W/(m ² .K), $A_g = 1.26$ m ²	2.77

Tabuľka 3.16: 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 (5.00m x 3.00m)	1.68	1.00	nevyhovuje
2	dvere v obvodovej stene (1.76m x 3.00m)	1.60	1.00	nevyhovuje
3	dvere v obvodovej stene (1.40m x 3.00m)	1.33	1.00	nevyhovuje
4	dvere v obvodovej stene (1.00m x 3.00m)	1.45	1.00	nevyhovuje
5	dvere v obvodovej stene (1.10m x 3.00m)	1.26	1.00	nevyhovuje

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
6	okno v obvodovej stene (0.90m x 0.90m)	1.40	1.00	nevyhovuje
7	dvere v obvodovej stene (0.70m x 0.70m)	1.46	1.00	nevyhovuje
8	dvere v obvodovej stene (0.60m x 0.90m)	1.46	1.00	nevyhovuje
9	dvere v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)	1.39	1.00	nevyhovuje
10	okno v obvodovej stene (1.50m x 2.70m)	1.31	1.00	nevyhovuje
11	dvere v obvodovej stene (1.80m x 0.90m)	1.35	1.00	nevyhovuje
12	okno v obvodovej stene (2.70m x 0.90m)	1.38	1.00	nevyhovuje
13	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.00m)	1.36	1.00	nevyhovuje
14	okno v obvodovej stene (1.80m x 2.40m)	1.33	1.00	nevyhovuje
15	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.80m)	1.37	1.00	nevyhovuje
16	okno v obvodovej stene (2.70m x 2.40m)	1.34	1.00	nevyhovuje
17	okno v obvodovej stene (2.70m x 1.80m)	1.42	1.00	nevyhovuje
18	okno v obvodovej stene (3.60m x 2.40m)	1.41	1.00	nevyhovuje
19	okno v obvodovej stene (3.60m x 1.80m)	1.45	1.00	nevyhovuje
20	okno v obvodovej stene (2.10m x 0.90m)	2.77	1.00	nevyhovuje

Tabuľka 3.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Otvorová konštrukcia	JV	SZ	JZ	SV
1	dvere v obvodovej stene (5.00m x 3.00m)		1		
2	dvere v obvodovej stene (1.76m x 3.00m)	1			
3	dvere v obvodovej stene (1.40m x 3.00m)	1	1	3	
4	dvere v obvodovej stene (1.00m x 3.00m)		1		
5	dvere v obvodovej stene (1.10m x 3.00m)			2	
6	okno v obvodovej stene (0.90m x 0.90m)	4	3	2	
7	dvere v obvodovej stene (0.70m x 0.70m)		1		
8	dvere v obvodovej stene (0.60m x 0.90m)	3			

Tabuľka 3.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie - pokračovanie

P.č.	Otvorová konštrukcia	JV	SZ	JZ	SV
9	dvere v obvodovej stene (1.20m x 2.10m)			1	
10	okno v obvodovej stene (1.50m x 2.70m)			1	
11	dvere v obvodovej stene (1.80m x 0.90m)			3	2
12	okno v obvodovej stene (2.70m x 0.90m)	1			
13	okno v obvodovej stene (1.00m x 1.00m)			4	
14	okno v obvodovej stene (1.80m x 2.40m)	2		1	1
15	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.80m)	1		2	1
16	okno v obvodovej stene (2.70m x 2.40m)			1	
17	okno v obvodovej stene (2.70m x 1.80m)	1			
18	okno v obvodovej stene (3.60m x 2.40m)		3	2	3
19	okno v obvodovej stene (3.60m x 1.80m)				1
20	okno v obvodovej stene (2.10m x 0.90m)	3			

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 $\Delta U = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, resp. pre prípad spojitaj 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:

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

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 (W/(m².K)):	0,05
Celková teplovýmenná plocha budovy (m²):	2 985
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	149,258

3.5.5 Tepelná strata vetraním

Vetranie má zásadný vplyv na kvalitu vnútorného prostredia budovy. Len dostatočným vetraním je možné zabezpečiť odvádzanie znečisteného vzduchu s vyšším objemom CO₂ 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 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 (m³/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu (1/h) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m³). Hodnota objemového toku vzduchu prirodzeným vetraním sa určí ako väčšia hodnota z minimálneho objemového toku vzduchu a objemového toku vzduchu infiltráciou.

Merná tepelná strata vetraním sa vypočítaná podľa vzorca:

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

kde:

H_v - merná tepelná strata vetraním (W/K)

V_i - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h)

$p_a \cdot c_a$ - efektívna tepelná kapacita vzduchu (0,333 W.h/(m³.K))

Tabuľka 3.19: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu

Trieda ochrany budovy:	nechránené
Tesnosť interiérových dverí:	tesné (s prahom)
Objem vnútorného vzduchu (m³):	6 153

Tabuľka 3.20: Minimálna intenzita výmeny vzduchu

Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h)
ostatné - priestory výrobné	1,0
ostatné - kultúrne miestnosti - hľadiská, sály	1,0
ostatné - priestory nevýrobné	0,5
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	0,85

Tabuľka 3.21: Prírodné vetranie

Minimálny objemový tok vzduchu (m³/h):	5 230,05
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,027
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m³/h):	166,13
Objemový tok vzduchu prírodným vetraním (m³/h):	5 230,05

Tabuľka 3.22: Merná tepelná strata vetraním

Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h):	5 230,05
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	1 743,350

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 ($Asol$) a určuje sa nasledovne:

$$Asol = Aw * gn * Fc$$

Aw - plocha výplne otvorovej konštrukcie,

gn - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,

Fc - zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany.

Nie všetky solárne zisky je možné využiť pri vykurovaní. V prípade slnečných dní môžu byť slnečné zisky väčšie ako tepelná strata príslušnej miestnosti a dôjde k prehriatiu miestnosti, alebo sú tieto zisky odvetrané. Takýto stav nastáva hlavne pri ľahkých stavebných konštrukciách ako drevostavby alebo podkrovia, pri ktorých je stupeň využitia solárnych ziskov relatívne nízky.

Solárny tepelný zisk (Q_{sol}) je vypočítaný podľa vzorca:

$$Q_{sol} = Isol * Asol * Fsol \text{ (kWh)}$$

kde:

$Isol$ - celková energia slnečného žiarenia,

$Asol$ - účinná kolekčná plocha,

$Fsol$ - redukčný faktor tienenia zohľadňuje tienenie horizontu, tienenie presahujúcimi vodorovnými konštrukciami a presahujúcimi zvislými konštrukciami.

Metabolický zisk, t.j. tepelný výkon človeka závisí na aktivite, veku a postave človeka a podmienkach v ktorých sa daná osoba nachádza.

Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov je určený na základe spotreby elektriny vo vnútri budovy, ktorá sa nezohľadnila pri vykurovaní, chladení a príprave teplej vody.

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):	17,77	32,02	19,16	23,45
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	4 620	8 325	2 491	3 049
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	18 485			

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:	60	0	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	16	16	16
Metabolický tepelný zisk (kWh):	19 909	0	0

Tabuľka 3.25: Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov

Priemerná denná spotreba elektriny (kWh):	525
Podiel spotreby elektriny vnútri budovy:	1,00
Tepelný zisk zo spotrebičov (kWh):	117 075

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 stropě 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 podsystému 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 teplonosnej látky určená na základe teplotného spádu,

Φ_i - priemerná teplota nevykurovaného priestoru,

L_j - dĺžka potrubia,

t - počet prevádzkových hodín vykurovacieho systému

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

Podsystém akumulácie tepla sa pri vykurovacích systémoch využíva z dôvodu preklenutia obdobia, keď odber tepla prevyšuje jeho dodávku, napríklad pri zníženom množstve slnečného žiarenia pri solárnych kolektoroch, alebo veľmi nízkej teplote vonkajšieho vzduchu pri tepelnom čerpadle vzduch/voda. Druhým dôvodom môže byť kombinácia vysokoteplotného zdroja tepla (kotol na tuhé palivo) a nízkoteplotného odovzdávacieho prvku (podlahové vykurovanie). V takomto prípade zásobník tepla vyrovnáva teplotný rozdiel medzi vysokou teplotou na zdroji tepla a nízkou teplotou odovzdávacieho prvku a zabraňuje častému spínaniu zdroja tepla, resp. tepelnej nepohode vplyvom horúcej podlahy. Tepelná strata podsystému akumulácie tepla sa určí podľa vzorca:

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

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 nízkotlaková teplovodná kotolňa na spaľovanie zemného plynu, umiestnená v suteréne predmetnej budovy. Kotolňa je teplovodná nízkotlaká s tepelným spádom 92,5/67,5°C. Teplo z kotolne v suteréne je rozvádzané k jednotlivým stúpačkám pomocou ležatých ocelových rozvodov v suteréne a v teplovodných kanáloch. Vykurovacia sústava kotolne je s neprerušovanou prevádzkou, s možnosťou tlmeného režimu v dobe mimo prevádzky zásobovaných objektov.

Vykurovacie telesá sú použité ocelové a liatinové článkové telesá bez termoregulačných ventilov.

Tabuľka 3.26: Vykurovací systém

Druh systému vykurovania:	s podsystemom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 400
Teplotný spád (°C):	92,5/67,5

Tabuľka 3.27: 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 3.28: Podsystem odovzdávania tepla - parametre pre výpočet tepelnej straty

Priemerná priestorová zmena teploty (°C):	0,20
Tepelná strata podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	3 427
Prídavná energia podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	0
Podiel obnovennej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00

Tabuľka 3.29: Podsystem distribúcie - rozvody tepla v nevykurovaných priestoroch budovy

DN potrubia (mm)	Dĺžka potrubia (m)	Tepelná izolácia	Hrúbka tepelnej izolácie (mm)
20	90	minerálna vlna	10
50	90	minerálna vlna	40
32	20	minerálna vlna	15

Tabuľka 3.30: Podsystem distribúcie - parametre pre výpočet tepelnej straty

Priemerná teplota nevykurovaného priestoru (°C):	15
Súčet príkonov obehových čerpadiel (W):	0
Tepelná izolácia obehových čerpadiel:	nie
Tepelná strata podsystemu distribúcie tepla (kWh):	12 650
Prídavná energia podsystemu distribúcie tepla (kWh):	0

Tabuľka 3.31: Podsystem výroby - zariadenia na výrobu tepla

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

Tabuľka 3.32: Podsystem výroby - tepelná strata

Tepelná strata podsystemu výroby tepla (kWh):	0
Prídavná energia podsystemu 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 späťne obnovenú tepelnú stratu systému prípravy teplej vody, so zohľadnením tepelných strát a tepelných ziskov vykurovacieho systému.

Tabuľka 3.33: Merná tepelná strata

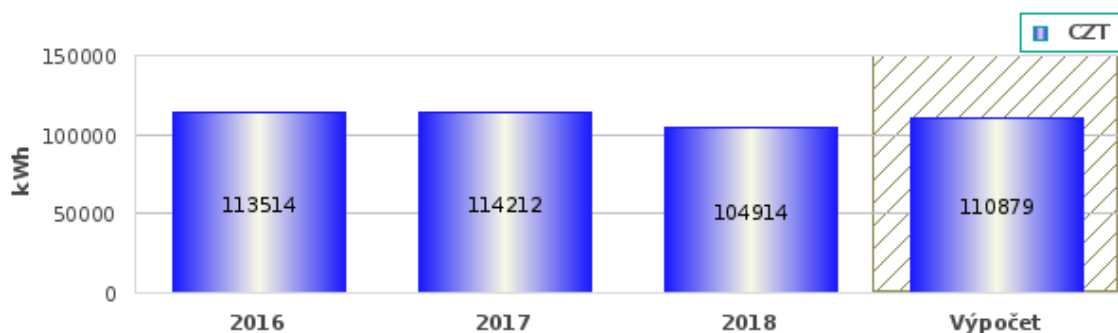
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	986,549
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	293,752
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	149,258
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	1 743,350

Tabuľka 3.34: Energia na vykurovanie

Celková tepelná strata (W/K):	3 172,909
Celkový prenos tepla (kWh):	218 550
Tepelný zisk (kWh):	155 469
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,777
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	97 751
Späťne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	2 949
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	94 802
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	98 229
Hlavná energia na vstupe podsystemu distribúcie tepla (kWh):	110 879
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na vykurovanie (kWh):	110 879

Tabuľka 3.35: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	110 879
------------------	---------



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:

$$\Psi = \pi / (1 / (2 * \lambda) * \ln(d_a / d_i) + 1 / (h_a * d_a))$$

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 akumuláčného 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

Teplá voda je pripravovaná v centrálne v kotolni. Rozvod teplej vody vrátane cirkulácie je riešený oceľovým pozinkovaným potrubím so závitovými spojmi, vedený v teplovodnom kanáli. Potrubie je zaizolované tepelnou izoláciou z minerálnej vlny s vykazujúcimi známami porušenia.

Príprava TV je riešená v kotolni z jestvujúceho zásobníkového ležateho ohrievača 4000 l. Odber TV z ohrievača a prívod cirkulácie je navrhnutý cez rozdeľovače. Cirkuláciu zabezpečia obehové čerpadlá osadené do spoločného cirkulačného potrubia. Potrubie vnútorných rozvodov je navrhnuté z oceľových rúr závitových pozinkovaných, zaizolované tepelnou izoláciou z penového polyetylénu.

Tabuľka 3.36: Prevádzkové parametre

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	1055
Priemerná teplota vody na výtok (°C):	50
Priemerná teplota studenej vody na vstupe do systému (°C):	10
Druh systému prípravy teplej vody:	s podsystemom distribúcie
Priemerný ročný počet dní prípravy TV:	365
Priemerný denný počet hodín prípravy TV:	16

Tabuľka 3.37: Podsystem distribúcie - rozvody teplej vody

DN potrubia (mm)	Dĺžka potrubia (m)	Priestor uloženia potrubia	Tepelná izolácia	Hrúbka tepelnej izolácie (mm)
32	20	vykurovaný	penový polyetylén	25
25	50	vykurovaný	penový polyetylén	25

Tabuľka 3.38: Podsystem distribúcie - tepelná strata

Súčet príkonov obehových čerpadiel (W):	0
Tepelná strata podsystemu vo vykurovaných priestoroch (kWh):	4 827
Tepelná strata podsystemu v nevykurovaných priestoroch (kWh):	0
Prídavná energia podsystemu distribúcie (kWh):	0

Tabuľka 3.39: Podsystem výroby - zariadenia

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

Tabuľka 3.40: 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:

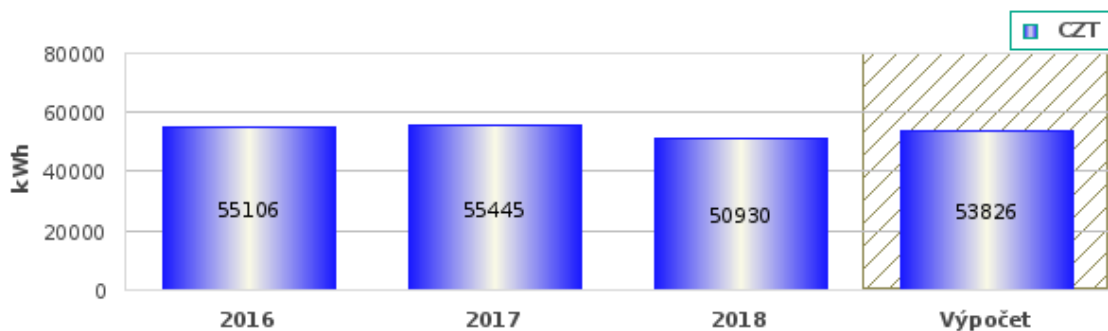
Q_w - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
 $Q_{w,dis}$ - tepelná strata podsystemu distribúcie (kWh),
 $Q_{w,acc}$ - tepelná strata podsystemu akumulácie (kWh),
 $Q_{w,gen}$ - tepelná strata podsystemu výroby (kWh),
 W_{aux} - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 3.41: Energia na prípravu teplej vody

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m³):	1 055
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	48 999
Hlavná energia na vstupe podsystemu distribúcie (kWh):	53 826
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	53 826
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	53 826

Tabuľka 3.42: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	53 826
------------------	--------



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 Kuchynsko-jedáľenský blok bolo v minulosti vymenené. Druh svetelného zdroja je väčšinou lineárna žiarivka T8 s magnetických predradníkom, prípadne klasická žiarovka.

Tabuľka 3.43: Osvetľovaný priestor

Názov priestoru:	Kuchyňa, jedáleň, sklady
Kategória priestoru:	Miesta zhromažďovania na verejnosti - Reštaurácie a hotely
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Kuchyňa
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.):	3600
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 3.44: 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	52
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	15

Tabuľka 3.45: 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:	22

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:

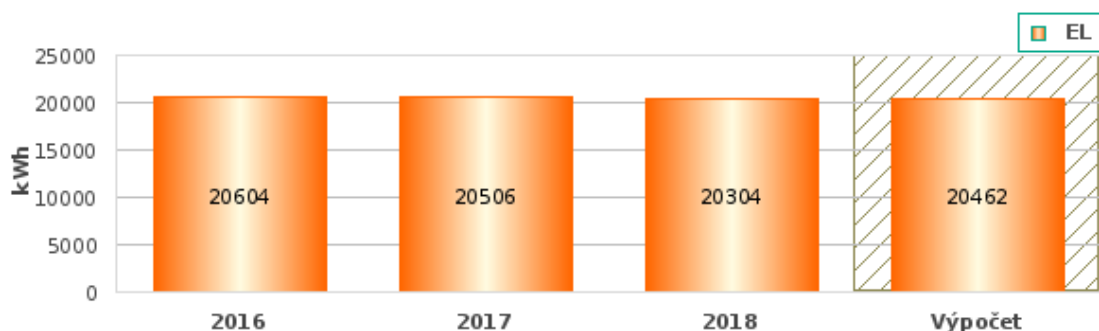
$$Q_{It} = \sum (P_n * t_n)$$

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 3.46: Energia na osvetlenie

Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	5 684
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	20 462



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 3.47: Merná tepelná strata

Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	986,549
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	293,752
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	149,258
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	0,000

Tabuľka 3.48: Potreba energie na vykurovanie	
Celková tepelná strata (W/K):	1 429,559
Celkový prenos tepla (kWh):	0
Tepelný zisk (kWh):	18 485
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,000
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	0
Späťne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	2 949
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	-2 949
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	-2 949
Hlavná energia na vstupe podsystemu distribúcie tepla (kWh):	-2 949
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na vykurovanie (kWh):	-2 949
Merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m ² .a)):	0,0

Tabuľka 3.49: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov	
teplo CZT (kWh):	0

Tabuľka 3.50: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie	
Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie	nehodnotí sa

3.8.2 Príprava teplej vody

Tabuľka 3.51: Potreba energie na prípravu teplej vody	
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	0
Hlavná energia na vstupe podsystemu distribúcie (kWh):	4 827
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	4 827
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	4 827
Merná potreba energie na prípravu teplej vody (kWh/(m ² .a)):	2,4

Tabuľka 3.52: Potreba energie na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov	
teplo CZT (kWh):	4 827

Tabuľka 3.53: Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	
Energetická trieda pre potrebu energie na prípravu teplej vody	nehodnotí sa

3.8.3 Osvetlenie

Tabuľka 3.54: Potreba energie na osvetlenie

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

Tabuľka 3.55: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie

Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	nehodnotí sa
--	--------------

3.8.4 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabuľka 3.56: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	4 827
elektrina (kWh):	0

Tabuľka 3.57: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	6 275
elektrina (kWh):	0
Spolu (kWh):	6 275
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m ² .a)):	3,1

Tabuľka 3.58: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia

Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia	nehodnotí sa
---	--------------

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 hlaviceou 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 využijúc individuálne útlmové režimy v jednotlivých zónach a solárne tepelné zisky.

Inštalácia inteligentných meracích systémov

Inteligentný merací systém je súbor zariadení zložený z určeného meradla a ďalších technických prostriedkov, ktorý umožňuje zber, spracovanie a prenos nameraných údajov o výrobe alebo spotrebe energie, alebo energetického média. Ide o elektronický systém, ktorý je schopný merať spotrebu energie a pridávať k tomu viac informácií ako konvenčné meradlo, a ktorý je schopný 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 05 - Kultúrno - spoločenský blok

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

Budova SO 05 Kultúrno - spoločenský je situovaná v strede areálu ÚVV a ÚVTOS - OVT. V budove sa nachádza zhromažďovacia sála, javisko, sklady, klubovňa, knižnica, kancelárske priestory a priestory pre hygienu. Objekt je dvojpodlažný. Sála je na výšku druhého nadzemného podlažia. Jednopodlažným vstupným objektom je spojený s objektom SO 04 Kuchynsko-jedáľenský blok. V roku 2007 prešla budova významnou rekonštrukciou.

Obvodový plášť je tvorený pórobetónovými panelmi hr. 250 mm zavesenými na železobetónovom skeletovom ráme typu revidovaný PRIEMSTAV, bez zateplenia. Vnútna omietka je vápenná a vonkajšia omietka je brizolitová.

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

Stropná konštrukcia 2.NP je tvorená železobetónovými prefabrikovanými PPD panelmi hr. 250 mm uložené na ŽB prefa prievlakoch, na ktorých sú uložené strešné panely rebrované. V mieste zhromažďovacej sály stropnú konštrukciu tvoria strešné rebrové železobetónové panely uložené na strešných ŽB plnostenných väzníkoch sedlových, na ktorých je zavesený podhlád FEAL. Stropné konštrukcie sú zateplené tepenou izoláciou z minerálnych vlákien hr. 160 mm. Strešnú konštrukciu tvorí drevený krovom valbovej strechy s plechovou krytinou.

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

Budova je prevádzkovaná celoročne, slúži ako kultúrno - spoločenské zariadenie pre odsúdených.

Tabuľka 4.2: Prevádzkový režim

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

4.3 Technické a geometrické parametre budovy

Tabuľka 4.3: Technické a geometrické parametre budovy		
Celková zastavaná plocha (m ²):	A	459
Obvod zastavanej plochy (m):	P _F	96
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m ³):	V _B	2 653
Počet nadzemných podlaží:	N	2
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L _B	5,22
Celková teplovýmenná plocha budovy (m ²):	ΣA _i	1 411
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹):	ΣA _i /V _B	0,53
Celková podlahová plocha budovy (m ²):	A _B	2 016

Tabuľka 4.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m ²)
ostatné budovy	2 016

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	78 998	2 515,81
2017	79 484	2 393,01
2018	73 013	2 389,39
Priemer:	77 165	

Tabuľka 4.6: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	78 998	0	0	0	0
2017	79 484	0	0	0	0
2018	73 013	0	0	0	0
Priemer:	77 165	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	19 831	2 248,85
2017	19 737	2 317,48
2018	19 542	2 311,98
Priemer:	19 703	

Tabuľka 4.8: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	8 630	0	0	7 109	4 092
2017	8 588	0	0	7 075	4 074
2018	8 504	0	0	7 005	4 033
Priemer:	8 574	0	0	7 063	4 066

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.

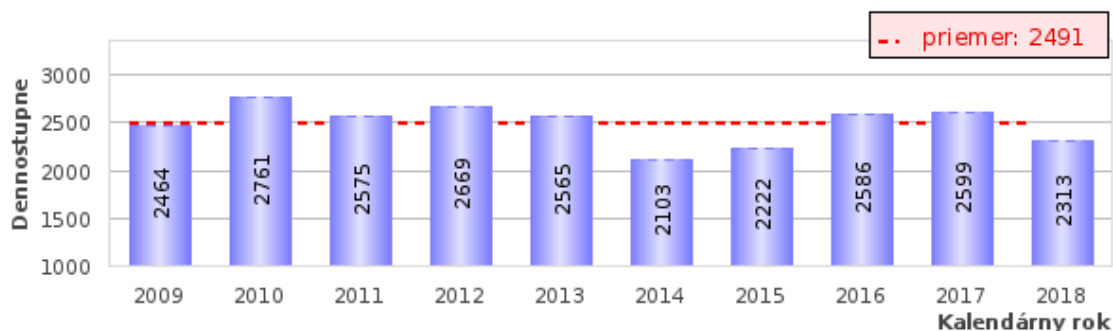
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

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 05 Kultúrno - spoločenský blok 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	2 464	2 761	2 575	2 669	2 565	2 103	2 222	2 586	2 599	2 313

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

Priestory v budove slúžia ako kultúrno-spoločenský priestor pre odsúdených. V budove sa nachádza zhromažďovacia sála s príslušenstvom a klubové miestnosti s hygienickým zariadením. 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)
ostatné - kultúrne miestnosti - hľadiská, sály	1 411	12,0
ostatné - kultúrne miestnosti - kancelárske miestnosti	605	21,0

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:	2 491	0

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:

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

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

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 4.12: 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
panel - pórobetónový veľkorozmerový	0,250	0,320	0,781	575	840
omietka - brizolitová	0,030	0,800	0,038	2 000	790
U = 0.98 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
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
U = 0.44 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru (povaly)				
Stručný popis konštrukcie:	strecha za javiskom				
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
nevetraná vzduchová medzera >15 mm	0,100		0,160	1	1
stropné železobetónové panely	0,070	1,400	0,050	2 300	1 020
betón - obyčajný hutný	0,025	1,300	0,019	2 200	1 020
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
tep. izolácia - minerálna vlna	0,160	0,037	4,324	33	940
U = 0.20 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru (povaly)				
Stručný popis konštrukcie:	strecha nad premietačkou				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
omietka - vápennocementová	0,030	0,970	0,031	2 000	790
stropné panely PZD	0,250	1,350	0,185	1 618	1 020
nevetraná vzduchová medzera >15 mm	0,100		0,160	1	1
stropné železobetónové panely	0,070	1,400	0,050	2 300	1 020
betón - obyčajný hutný	0,025	1,300	0,019	2 200	1 020
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
tep. izolácia - minerálna vlna	0,160	0,037	4,324	33	940
U = 0.20 W/(m².K)					

Typ konštrukcie:	podlaha nevykurovaného podstrešného priestoru (povaly)				
Stručný popis konštrukcie:	strecha nad sálou				
Skladba konštrukcie - súčasný stav					
Homogénna vrstva	d	λ	R	ρ	c
doska - sádrokarton	0,010	0,220	0,045	750	1 060
nevetraná vzduchová medzera >15 mm	0,100		0,160	1	1
stropné železobetónové panely	0,070	1,400	0,050	2 300	1 020
betón - obyčajný hutný	0,025	1,300	0,019	2 200	1 020
hydroizolácia - IPA	0,005	0,200	0,025	1 280	1 470
tep. izolácia - minerálna vlna	0,160	0,037	4,324	33	940
U = 0.21 W/(m².K)					

Tabuľka 4.13: 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	0,22	0,98	nevyhovuje
strecha za javiskom	0,20	0,20	vyhovuje
strecha nad premietačkou	0,20	0,20	vyhovuje
strecha nad sálou	0,20	0,21	nevyhovuje

Tabuľka 4.14: 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
podlaha	2,50	0,14	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 nezahrňa 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 (1.80m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.14$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 2.10$ m ²	1.31
2	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.90m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.34$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.20$ m ²	1.46

Tabuľka 4.15: Zoznam otvorových konštrukcií - pokračovanie

P. č.	Otvorová konštrukcia	Druh rámu / výplne	Uw
3	okno v obvodovej stene (5.40m x 1.80m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 2.86$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 6.86$ m ²	1.28
4	dvere v obvodovej stene (0.85m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.75$ m ² Výplň: výplň sendvičová XPS hr. 24 mm, $U_g=1.12$ W/(m ² .K), $A_g = 1.04$ m ²	1.24
5	okno v obvodovej stene (5.40m x 2.40m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 4.21$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 8.75$ m ²	1.33
6	dvere v obvodovej stene (0.85m x 2.10m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 0.91$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 0.88$ m ²	1.44
7	okno v obvodovej stene (0.90m x 0.90m)	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), $A_g = 0.38$ m ²	1.40
8	okno v obvodovej stene (1.10m x 2.50m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, $U_f=1.40$ W/(m ² .K), $A_f = 1.16$ m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, $U_g=1.00$ W/(m ² .K), $A_g = 1.59$ m ²	1.36

Tabuľka 4.16: 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 (1.80m x 1.80m)	1.31	1.00	nevyhovuje
2	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.90m)	1.46	1.00	nevyhovuje
3	okno v obvodovej stene (5.40m x 1.80m)	1.28	1.00	nevyhovuje
4	dvere v obvodovej stene (0.85m x 2.10m)	1.24	1.00	nevyhovuje
5	okno v obvodovej stene (5.40m x 2.40m)	1.33	1.00	nevyhovuje
6	dvere v obvodovej stene (0.85m x 2.10m)	1.44	1.00	nevyhovuje
7	okno v obvodovej stene (0.90m x 0.90m)	1.40	1.00	nevyhovuje
8	okno v obvodovej stene (1.10m x 2.50m)	1.36	1.00	nevyhovuje

Tabuľka 4.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Otvorová konštrukcia	SV	SZ	JV
1	okno v obvodovej stene (1.80m x 1.80m)	2		4
2	okno v obvodovej stene (0.60m x 0.90m)	5		

Tabuľka 4.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie - pokračovanie

P.č.	Otvorová konštrukcia	SV	SZ	JV
3	okno v obvodovej stene (5.40m x 1.80m)			1
4	dvere v obvodovej stene (0.85m x 2.10m)		2	
5	okno v obvodovej stene (5.40m x 2.40m)	2		
6	dvere v obvodovej stene (0.85m x 2.10m)		1	
7	okno v obvodovej stene (0.90m x 0.90m)		4	
8	okno v obvodovej stene (1.10m x 2.50m)		1	

4.5.4 Tepelné mosty

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

Zjednodušený paušálny výpočet sa môže použiť, keď nie sú známe konštrukčné detaily. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 50%. Výpočet sa vykoná na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov. Hodnoty tohto súčiniteľa sú v STN 73 0540-2 uvedené paušálne. Napríklad, pre prípad murovaných konštrukcií je hodnota $\Delta U = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, 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 (W/(m ² .K)):	0,10
Celková teplovýmenná plocha budovy (m ²):	1 411
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	141,094

4.5.5 Tepelná strata vetraním

Vetranie má zásadný vplyv na kvalitu vnútorného prostredia budovy. Len dostatočným vetraním je možné zabezpečiť odvádzanie znečisteného vzduchu s vyšším objemom CO₂ 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 zăveternej strane zasa podtlak. Z toho dôvodu je potrebné posúdiť intenzitu výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie cez takéto škáry a určí sa na základe:

- súčiniteľa škárovej priedušnosti a dĺžky škár jednotlivých otvorových konštrukcií,
- veternej oblasti t.j. priemernej rýchlosti vetra,
- triedy ochrany budovy, t.j. ochrana budovy pred vetrami vzhľadom na umiestnenie budovy v krajine,
- tesnosti interiérových dverí.

Objemový tok vzduchu (m³/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu (1/h) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m³). Hodnota objemového toku vzduchu prirodzeným vetraním sa určí ako väčšia hodnota z minimálneho objemového toku vzduchu a objemového toku vzduchu infiltráciou.

Merná tepelná strata vetraním sa vypočítaná podľa vzorca:

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

kde:

H_v - merná tepelná strata vetraním (W/K)

V_i - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h)

$p_a \cdot c_a$ - efektívna tepelná kapacita vzduchu (0,333 W.h/(m³.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):	2 122

Tabuľka 4.20: Minimálna intenzita výmeny vzduchu

Využitie vnútorného priestoru	Minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h)
ostatné - kultúrne miestnosti - hľadiská, sály	1,0
ostatné - kultúrne miestnosti - kancelárske miestnosti	1,0
Priemerná minimálna intenzita výmeny vzduchu (1/h):	1,00

Tabuľka 4.21: Prirodzené vetranie

Minimálny objemový tok vzduchu (m³/h):	2 122,00
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,013
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m³/h):	27,59
Objemový tok vzduchu prirodzeným vetraním (m³/h):	2 122,00

Tabuľka 4.22: Merná tepelná strata vetraním

Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h):	2 122,00
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	707,333

4.5.6 Tepelný zisk

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

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

$$Asol = Aw * gn * Fc$$

Aw - plocha výplne otvorovej konštrukcie,

gn - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,

Fc - zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany.

Nie všetky solárne zisky je možné využiť pri vykurovaní. V prípade slnečných dní môžu byť slnečné zisky väčšie ako tepelná strata príslušnej miestnosti a dôjde k prehriatiu miestnosti, alebo sú tieto zisky odvetrané. Takýto stav nastáva hlavne pri ľahkých stavebných konštrukciách ako drevostavby alebo podkrovia, pri ktorých je stupeň využitia solárnych ziskov relatívne nízky.

Solárny tepelný zisk (Q_{sol}) je vypočítaný podľa vzorca:

$$Q_{sol} = Isol * Asol * Fsol \text{ (kWh)}$$

kde:

$Isol$ - celková energia slnečného žiarenia,

$Asol$ - účinná kolekčná plocha,

$Fsol$ - redukčný faktor tienenia zohľadňuje tienenie horizontu, tienenie presahujúcimi vodorovnými konštrukciami a presahujúcimi zvislými konštrukciami.

Metabolický zisk, t.j. tepelný výkon človeka závisí na aktivite, veku a postave človeka a podmienkach v ktorých sa daná osoba nachádza.

Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov je určený na základe spotreby elektriny vo vnútri budovy, ktorá sa nezohľadnila pri vykurovaní, chladení a príprave teplej vody.

Tabuľka 4.23: Solárny tepelný zisk

Orientácia otvorovej konštrukcie:	JV	SV	SZ
Celková energia slnečného žiarenia podľa STN 73 0540-3 (kWh/m ²):	260	130	130
Zmenšujúci faktor protisľnečnej ochrany:	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m ²):	11,45	17,03	2,99
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	2 977	2 214	389
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	5 580		

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:	5	0	0
Priemerný čas prítomnosti za deň (mesačný priemer) (h):	8	8	8
Metabolický tepelný zisk (kWh):	830	0	0

Tabuľka 4.25: 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

4.5.7 Vykurovací systém

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

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

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

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

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

Podsystém odovzdávania tepla zabezpečuje aby sa teplo v správnej miere odovzdávalo príslušným priestorom. Okrem vykurovacích telies, ktoré odovzdávajú prevažnú časť tepelnej energie okolitému vzduchu konvekciou, funguje tento princíp aj pri plošnom kúrení ktoré môže byť inštalované v podlahe, v stene alebo na strope a prenáša tepelnú energiu vo forme žiarenia. Tepelná strata

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 teplonosnej 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 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 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 akumulačného zásobníka určená na základe tepelnej vodivosti tepelnej izolácie a jej hrúbky,

Φ_s - priemerná teplota vody v akumulačnom 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 suteréne predmetnej budovy. Kotolňa je teplovodná nízkotlaká s tepelným spádom 92,5/67,5°C. Teplo je do objektu privedené pomocou teplovodného kanálu vedeného pod objektom SO 04 a je rozvádzané v teplovodných kanáloch k jednotlivým stúpačkám.

Vykurovacie telesá sú použité oceľové doskové radiátory a liatinové článkové telesá s radiátorovou hlavou s termostatickým ovládaním.

V hale je taktiež pripojený rozvod dodávania tepla pre vzduchotechniku.

Tabuľka 4.26: 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 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):	1 586	1 586
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:	3 800	3 800
Teplotný spád (°C):		35/25

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):	176	176
Prídavná energia podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	0	0
Podiel obnovennej prídavnej energie z celkovej prídavnej energie:	1,00	1,00

Tabuľka 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

Tabuľka 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):	691,618	691,618
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	91,617	91,617
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	141,094	141,094
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	707,333	707,333

Tabuľka 4.37: Energia na vykurovanie

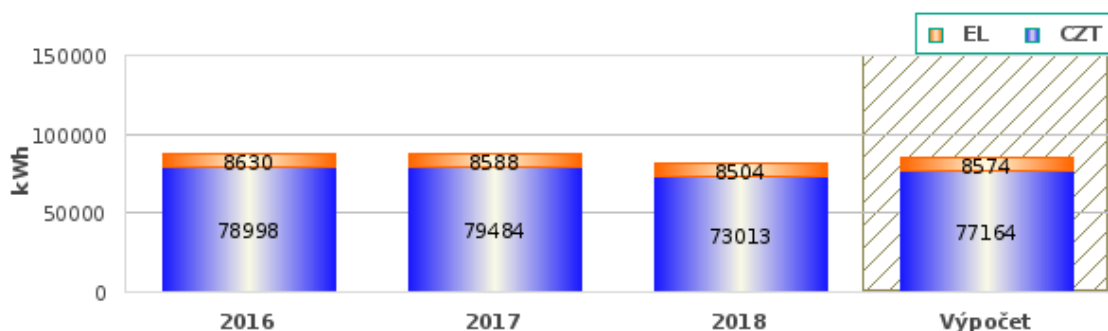
	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	1 631,662	1 631,662
Celkový prenos tepla (kWh):	97 547	97 547
Tepelný zisk (kWh):	13 992	13 992
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,970	0,970
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	83 975	83 975
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	0	0
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	83 975	83 975

Tabuľka 4.37: Energia na vykurovanie - pokračovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	85 738	85 738
Prídavná energia (kWh):	0	0
Energia na vykurovanie (kWh):	85 738	85 738

Tabuľka 4.38: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
teplo CZT (kWh):	77 164	85 738
elektrina (kWh):	8 574	0



Graf 4.2: Porovnanie spotreby energie na vykurovanie s vypočítanou potrebou

4.6 Technicko energetické posúdenie osvetlenia

4.6.1 Systém osvetlenia

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

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

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

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

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

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

- stredne veľká miestnosť (K 2,5) s odrazivosťou 70/50/20 na strop, steny a podlahy v uvedenom poradí,
- čistiace intervaly svetelných zdrojov a svietidiel - 1x ročne,
- interval čistenia povrchov miestnosti - 1x za 6 rokov,
- nefunkčné svetelné zdroje sú ihneď nahradené.

Činiteľ využitia denného svetla (FD) je stanovený na základe činiteľa dostupnosti denného svetla (FD,S) ako funkcia stupňa presvetlenia priestoru denným svetlom a udržiavanej osvetlenosti pre zemepisnú šírku 48°.

Osvetlenie v objekte Kultúrno - spoločenský blok bolo v minulosti čiastočne vymenené. Druh svetelného zdroja je väčšinou lineárna žiarivka T8 s magnetickým predradníkom, prípadne klasická žiarovka.

Tabuľka 4.39: Osvetľovaný priestor

Názov priestoru:	Kinosála
Kategória priestoru:	Miesta zhromažďovania na verejnosti - Všeobecné priestory
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Spoločenské miestnosti
Systém spínania osvetlenia:	manuálny spínač ZAP / VYP
Čistota prostredia:	čisté
Dostupnosť denného svetla:	nie
Stupeň presvetlenia denným svetlom:	nízky
Farba stien / Farba stropu:	tmavá / tmavá
Výška svietidla od pracovnej roviny (m):	0.0
Priemerný ročný čas svietenia (hod.):	1170
Faktor funkčnosti svetelných zdrojov:	1.00

Tabuľka 4.40: 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	56
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	15

Tabuľka 4.41: 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:	22

4.6.2 Energia na osvetlenie

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

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

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

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

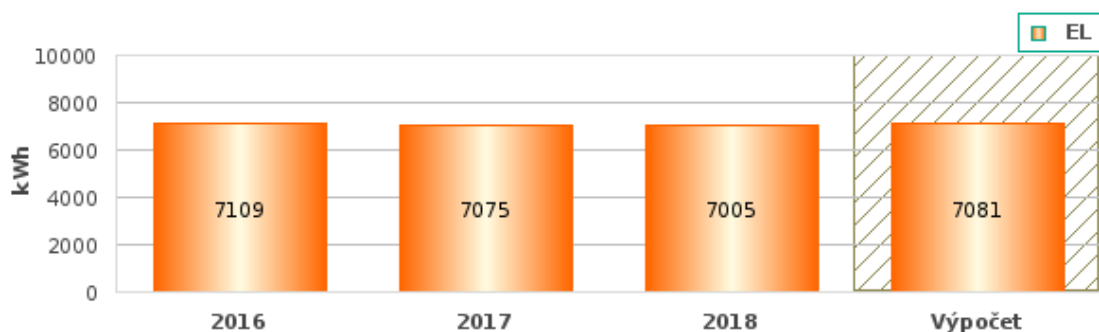
kde:

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 4.42: Energia na osvetlenie

Celkový príkon osvetľovacej sústavy (W):	6 052
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	7 081



Graf 4.3: Porovnanie spotreby energie na osvetlenie s vypočítanou potrebou

4.7 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.

4.7.1 Vykurovanie

Tabuľka 4.43: Merná tepelná strata

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	691,618	691,618
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	91,617	91,617
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	141,094	141,094
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	0,000	0,000

Tabuľka 4.44: Potreba energie na vykurovanie

	Súčasný stav	Navrhovaný stav
Celková tepelná strata (W/K):	924,329	924,329
Celkový prenos tepla (kWh):	0	0
Tepelný zisk (kWh):	5 580	5 580
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/(m ² .a)):	0,0	0,0

Tabuľka 4.45: Potreba energie na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

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

Tabuľka 4.46: Energetická trieda pre potrebu energie na vykurovanie

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

4.7.2 Osvetlenie

Tabulka 4.47: Potreba energie na osvetlenie

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

Tabulka 4.48: Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie

Energetická trieda pre potrebu energie na osvetlenie	nehodnotí sa
--	--------------

4.7.3 Globálny ukazovateľ primárna energia

Tabulka 4.49: Celková potreba energie v budove v členení podľa energetických nosičov

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

Tabulka 4.50: 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

Tabulka 4.51: Energetická trieda pre globálny ukazovateľ primárna energia

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

4.8 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 teplonosnej 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 teplonosnej 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.

5. SO 06 - Hospodárska budova - výroba --- svetla zadané priestory

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 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 pracovné zázemie odsúdených a skladové priestory. Za pracovnú zmenu v nej pracuje približne 20 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.

Stropná konštrukcia je pravdepodobne zo železobetónu 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 izolačným dvojsklom.

Budova je prevádzkovaná celoročne, slúži ako pracovné zázemie odsúdených a skladové priestory.

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	320
Obvod zastavanej plochy (m):	P _F	87
Obostavaný vykurovaný objem budovy (m ³):	V _B	1 056
Počet nadzemných podlaží:	N	1
Priemerná konštrukčná výška podlažia (m):	L _B	3,30
Celková teplovýmenná plocha budovy (m ²):	ΣA _i	927
Faktor tvaru budovy (m ⁻¹):	ΣA _i /V _B	0,88
Celková podlahová plocha budovy (m ²):	A _B	320

Tabuľka 5.4: Celková podlahová plocha v členení podľa kategórie budovy	
Kategória budovy	Celková podlahová plocha (m ²)
ostatné budovy	320

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	83 751	2 667,18
2017	84 266	2 537,00
2018	77 406	2 533,17
Priemer:	81 808	

Tabuľka 5.6: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	83 751	0	0	0	0
2017	84 266	0	0	0	0
2018	77 406	0	0	0	0
Priemer:	81 808	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	11 836	1 342,16
2017	11 779	1 383,12
2018	11 663	1 379,84
Priemer:	11 759	

Tabuľka 5.8: členenie podľa účelu spotreby

Kalendárny rok	Vykurovanie (kWh)	Príprava TV (kWh)	Vetranie (kWh)	Osvetlenie (kWh)	Ostatné (kWh)
2016	0	1 418	0	10 000	418
2017	0	1 411	0	9 952	416
2018	0	1 397	0	9 854	412
Priemer:	0	1 409	0	9 935	415

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.

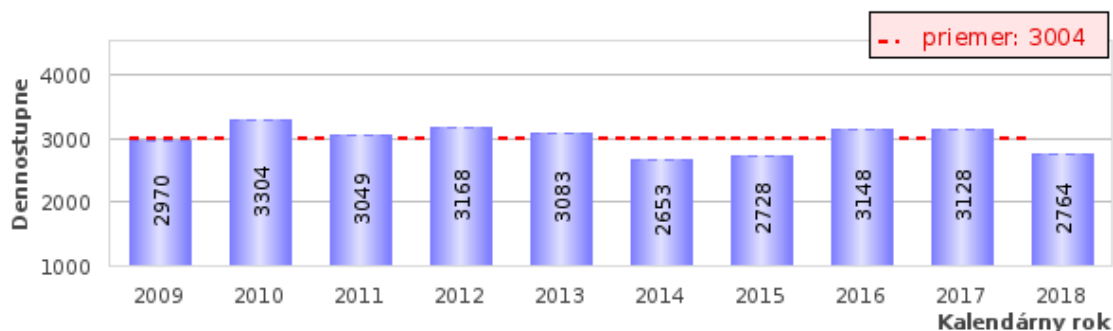
Teplotná oblasť je určená na základe prílohy A STN 73 0540-3 so zohľadnením klimaticky exponovaného miesta.

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 06 Hospodárska budova - sklady, 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	2 970	3 304	3 049	3 168	3 083	2 653	2 728	3 148	3 128	2 764



Graf 5.1: Pribeh dennostupňov a porovnanie s priemerom

Priestory v budove slúžia ako výrobná dielňa a sklady výrobkov. 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 výrobné	160	20,0
ostatné - priestory nevýrobné	160	14,0

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:	3 004	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 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 = 0.35 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	0,150	1,430	0,105	2 400	1 020
sypký materiál - škvára	0,100	0,270	0,370	750	750
U = 1.55 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 hr. 500 mm	0,22	1,22	nevyhovuje
strecha	0,20	1,55	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	0,85	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, dvojkrídlové), počet a dĺžka priečnikov. Pri menších rozmeroch okien je plocha rámovej konštrukcie väčšia ako plocha zasklenia, čo v prípade horšieho súčiniteľa prechodu tepla rámu ako je súčiniteľ prechodu tepla zasklenia zhoršuje hodnotu U_w natoľko, 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	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 (0.40m x 0.60m)	Rám: plastový staveb. hĺbka 60 - 80 mm, U _f =1.40 W/(m ² .K), A _f = 0.20 m ² Výplň: zasklenie izolačné dvojsklo, U _g =1.00 W/(m ² .K), A _g = 0.04 m ²	1.55
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

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
1	okno v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	1.36	1.00	nevyhovuje
2	okno v obvodovej stene (0.40m x 0.60m)	1.55	1.00	nevyhovuje
3	dvere v obvodovej stene (1.42m x 3.14m)	1.20	1.00	nevyhovuje

Tabuľka 5.17: Počet kusov otvorových výplní v členení podľa orientácie

P.č.	Otvorová konštrukcia	SV	SZ	JV	JZ
1	okno v obvodovej stene (1.00m x 2.10m)	1	9	9	1
2	okno v obvodovej stene (0.40m x 0.60m)		2		
3	dvere v obvodovej stene (1.42m x 3.14m)	1			

5.5.4 Tepelné mosty

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

Zjednodušený paušálny výpočet sa môže použiť, keď nie sú známe konštrukčné detaily. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 50%. Výpočet sa vykoná na základe zvýšenia súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov. Hodnoty tohto súčiniteľa sú v STN 73 0540-2 uvedené paušálne. Napríklad, pre prípad murovaných konštrukcií je hodnota $\Delta U = 0,1 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$, 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 (W/(m².K));

ΣA_i - celková teplovýmenná plocha budovy (m²).

Výpočet na základe katalógu tepelných mostov sa môže použiť, ak sú rozmery a tepelnotechnické vlastnosti príkladu v katalógu podobné, ako pri posudzovanom detaile alebo, ak je príklad v katalógu tepelnotechnicky nevýhodnejší ako posudzovaný detail. Relatívna chyba presnosti výpočtu tejto metódy je do 20%. Merná tepelná strata spôsobená tepelnými mostami ΔH sa vypočíta:

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

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 (W/(m ² .K)):	0,10
Celková teplovýmenná plocha budovy (m ²):	927
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	92,674

5.5.5 Tepelná strata vetraním

Vetranie má zásadný vplyv na kvalitu vnútorného prostredia budovy. Len dostatočným vetraním je možné zabezpečiť odvádzanie znečisteného vzduchu s vyšším objemom CO₂ 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 (m³/h) sa určí súčinom intenzity výmeny vzduchu (1/h) a objemu vnútorného vzduchu v budove (m³). Hodnota objemového toku vzduchu prirodzeným vetraním sa určí ako väčšia hodnota z minimálneho objemového toku vzduchu a objemového toku vzduchu infiltráciou.

Merná tepelná strata vetraním sa vypočítaná podľa vzorca:

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

kde:

H_v - merná tepelná strata vetraním (W/K)

V_i - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h)

$p_a \cdot c_a$ - efektívna tepelná kapacita vzduchu (0,333 W.h/(m³.K))

Tabuľka 5.19: Parametre objektu pre stanovenie objemového toku vzduchu

Trieda ochrany budovy:	nechránené
Tesnosť interiérových dverí:	netesné (bez prahu)
Objem vnútorného vzduchu (m³):	845

Tabuľka 5.20: Minimálna intenzita výmeny vzduchu

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

Tabuľka 5.21: Prírodné vetranie

Minimálny objemový tok vzduchu (m³/h):	845,00
Intenzita výmeny vzduchu vplyvom infiltrácie (1/h):	0,025
Objemový tok vzduchu infiltráciou (m³/h):	21,13
Objemový tok vzduchu prírodným vetraním (m³/h):	845,00

Tabuľka 5.22: Merná tepelná strata vetraním

Objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru (m³/h):	845,00
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	281,667

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:

$$Asol = Aw * gn * Fc$$

Aw - plocha výplne otvorovej konštrukcie,

gn - celková priepustnosť slnečnej energie výplne otvorovej konštrukcie,

Fc - zmenšujúci faktor protislnečnej ochrany.

Nie všetky solárne zisky je možné využiť pri vykurovaní. V prípade slnečných dní môžu byť slnečné zisky väčšie ako tepelná strata príslušnej miestnosti a dôjde k prehriatiu miestnosti, alebo sú tieto zisky odvetrané. Takýto stav nastáva hlavne pri ľahkých stavebných konštrukciách ako drevostavby alebo podkrovia, pri ktorých je stupeň využitia solárnych ziskov relatívne nízky.

Solárny tepelný zisk (Q_{sol}) je vypočítaný podľa vzorca:

$$Q_{sol} = Isol * Asol * Fsol \text{ (kWh)}$$

kde:

$Isol$ - celková energia slnečného žiarenia,

$Asol$ - účinná kolekčná plocha,

$Fsol$ - redukčný faktor tienenia zohľadňuje tienenie horizontu, tienenie presahujúcimi vodorovnými konštrukciami a presahujúcimi zvislými konštrukciami.

Metabolický zisk, t.j. tepelný výkon človeka závisí na aktivite, veku a postave človeka a

podmienkach v ktorých sa daná osoba nachádza.

Tepelný zisk z prevádzky spotrebičov je určený na základe spotreby elektriny vo vnútri budovy, ktorá sa nezohľadnila pri vykurovaní, chladení a príprave teplej vody.

Tabuľka 5.23: 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 protisľnečnej ochrany:	1,00	1,00	1,00	1,00
Účinná kolekčná plocha (m ²):	8,17	0,91	0,91	8,23
Redukčný faktor tienenia:	1,000	1,000	1,000	1,000
Solárny tepelný zisk (kWh):	2 124	237	118	1 070
Solárny tepelný zisk - súčet (kWh):	3 549			

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 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.

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 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 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 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. 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 05 Hospodárska budova - výroba privedené pomocou teplovodného kanálu do miestnosti sklad. 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 termoregulačným ventilom.

Tabuľka 5.26: Vykurovací systém

Druh systému vykurovania:	s podsystemom distribúcie
Počet prevádzkových hodín:	3 600
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):	1 308
Prídavná energia podsystemu odovzdávania tepla (kWh):	0
Podiel obnovenéj 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)
dialľkové 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

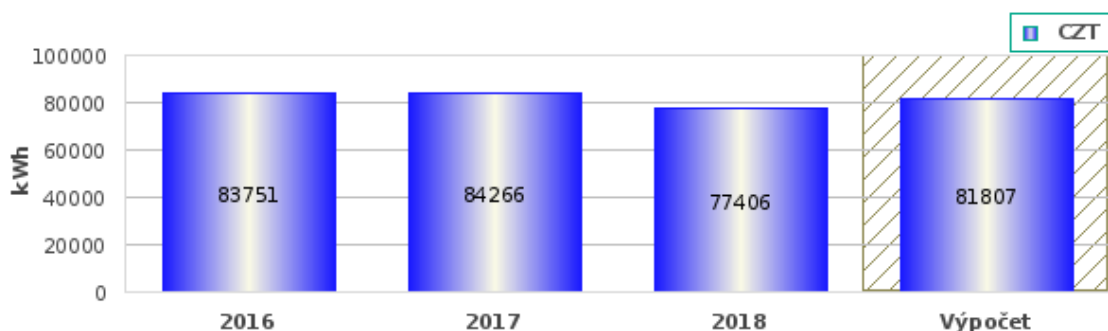
Merná tepelná strata pevných stavebných konštrukcií (W/K):	801,356
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	63,216
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	92,674
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	281,667

Tabuľka 5.32: Energia na vykurovanie

Celková tepelná strata (W/K):	1 238,913
Celkový prenos tepla (kWh):	89 321
Tepelný zisk (kWh):	8 874
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,993
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	80 509
Späťne obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	10
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	80 499
Hlavná energia na vstupe podsystemu odovzdávania tepla (kWh)	81 807
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na vykurovanie (kWh):	81 807

Tabuľka 5.33: Energia na vykurovanie v členení podľa energetických nosičov

teplo CZT (kWh):	81 807
------------------	--------



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 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 je teplá voda pripravovaná v zásobníkovým ohrievačom teplej vody.

Tabuľka 5.34: Prevádzkové parametre

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m ³):	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:	4

Tabuľka 5.35: Podsystém akumulácie - zariadenia

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

Tabuľka 5.36: Podsystém akumulácie - tepelná strata

Tepelná strata podsystému vo vykurovaných priestoroch (kWh):	16
Tepelná strata podsystému v nevykurovaných priestoroch (kWh):	0

Tabuľka 5.37: 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

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:

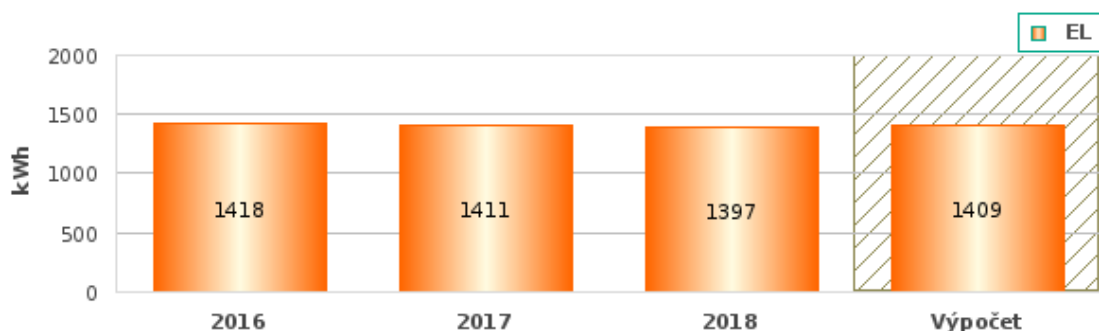
Q_w - dodaná energia v teplej vode na výtoku (kWh),
 $Q_{w,dis}$ - tepelná strata podsystému distribúcie (kWh),
 $Q_{w,acc}$ - tepelná strata podsystému akumulácie (kWh),
 $Q_{w,gen}$ - tepelná strata podsystému výroby (kWh),
 W_{aux} - prídavná energia (kWh).

Tabuľka 5.39: Energia na prípravu teplej vody

Priemerná ročná spotreba teplej vody (m ³):	30
Potreba dodanej energie v teplej vode (kWh):	1 393
Hlavná energia na vstupe podsystemu akumulácie (kWh):	1 409
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	1 409
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	1 409

Tabuľka 5.40: Energia na prípravu teplej vody v členení podľa energetických nosičov

elektrina (kWh):	1 409
------------------	-------



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 Hospodárska budova - sklady bolo v minulosti vymenené. Druh svetelného zdroja je väčšinou lineárna žiarivka T8 s magnetických predradníkom, prípadne klasická žiarovka.

Tabuľka 5.41: Osvetľovaný priestor

Názov priestoru:	Výrobné priestory
Kategória priestoru:	Priemyselné činnosti a remeslá - Výroba a spracovanie kovov
Typ priestoru, úlohy alebo činnosti podľa STN EN 12464-1:	Montáž jemná
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.):	1630
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	36	2	uzavreté IP 2X	60
klasická žiarovka	60	1	uzavreté IP 2X	10

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:	22

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:

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

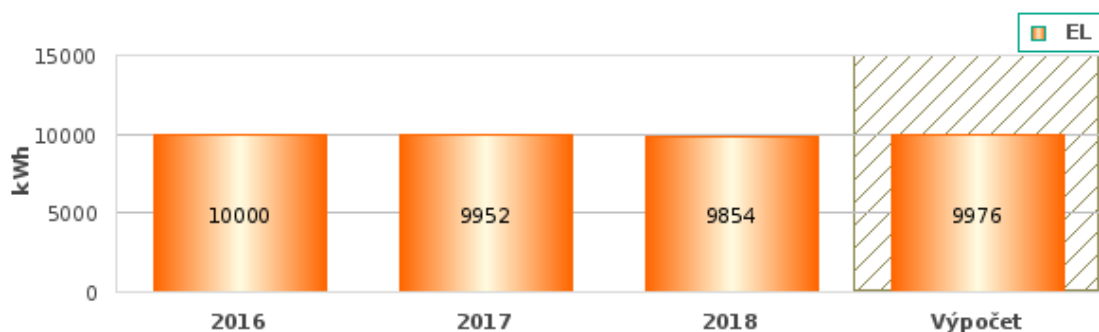
kde:

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):	6 120
Potreba energie na osvetlenie (kWh):	9 976



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):	801,356
Merná tepelná strata otvorových konštrukcií (W/K):	63,216
Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K):	92,674
Merná tepelná strata vetraním (W/K):	0,000

Tabuľka 5.46: Potreba energie na vykurovanie

Celková tepelná strata (W/K):	957,246
Celkový prenos tepla (kWh):	0
Tepelný zisk (kWh):	3 549
Faktor využitia tepelných ziskov:	0,000
Potreba tepla na vykurovanie (kWh):	0
Spätné obnovená tepelná strata systému prípravy TV (kWh):	10
Redukovaná potreba tepla na vykurovanie (kWh):	-10
Hlavná energia na vstupe podsystému odovzdávania tepla (kWh)	-10
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na vykurovanie (kWh):	-10
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):	16
Hlavná energia na vstupe podsystemu výroby (kWh):	16
Prídavná energia (kWh):	0
Energia na prípravu teplej vody (kWh):	16
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):	16

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):	16

Tabuľka 5.55: Primárna energia v budove v členení podľa energetických nosičov	
teplo CZT (kWh):	0
elektrina (kWh):	35
Spolu (kWh):	35
Merná potreba primárnej energie (kWh/(m ² .a)):	0,1

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 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.

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.