



Príloha č.7      Analýza skutkového stavu organizácie - Domov  
sociálnych služieb Lehnice

k dokumentu

## Koncepcia zníženia energetickej náročnosti a prevádzkových nákladov v zariadeniach TTSK

## Obsah

1. ÚVOD.....	5
2. Analýza skutkového stavu organizácie DSS Lehnice.....	6
2.1. Identifikácia popisovaného zariadenia .....	6
2.2. Energetické vstupy a výstupy.....	8
2.3. Východiskové dáta pre spracovanie scenára .....	8
2.4. Tepelná ochrana .....	9
2.5. Vykurovanie .....	9
2.6. Príprava teplej vody .....	9
2.7. Osvetlenie .....	10
3. Požadovaný stav .....	10
3.1. Vstupné dáta pre výpočet energetickej náročnosti budovy .....	11
3.2. Zatriedenie budovy do energetickej triedy podľa STN 730540 .....	11
3.3. Výpočet a určenie energetickej triedy budovy DSS Lehnice .....	13
4. Návrh úsporných opatrení ZENB a PN - hodnotenie existujúcej a cieľovej spotreby energie a potenciálu úspor.....	13
4.1. Opatrenia na zvýšenie účinnosti tepelnej ochrany budovy.....	14
4.2. Hydraulické vyregulovanie , rozvody .....	17
4.2.1. Rozvody a radiátory.....	17
4.2.2. Hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy .....	17
4.2.3. Inštalácia termostatických hlavíc na radiátoroch.....	17
4.2.4. Príprava teplej vody.....	18
4.3. Opatrenia na zvýšenie energetickej efektívnosti zdroja pre kúrenie a ohrev teplej vody ..	19
4.3.1. Tepelné čerpadlo vzduch/voda s oddeleným výparníkom.....	20
4.3.2. Tepelné čerpadlo zem/voda - plocha .....	22
4.3.3. Tepelné čerpadlo zem/voda - vrt .....	23
4.3.4. Tepelné čerpadlá typu voda/voda.....	24
4.3.5. Fotovoltická elektrárň.....	27
4.4. Rekuperácie tepla a vetrania .....	31
4.4.1. Výhody rekuperácie.....	32
4.4.2. Posúdenie energetickej náročnosti rekuperácie .....	32
5. Rekapitulácia a potenciál úspor .....	33

**Zoznam skratiek:**

<b>TTSK</b>	Trnavský samosprávny kraj
<b>DSS</b>	Domov sociálnych služieb
<b>GES</b>	Garantovaná energetická služba
<b>OZE</b>	Obnoviteľné zdroje energie
<b>FVE</b>	Fotovoltaická elektrárň
<b>TČ</b>	Tepelné čerpadlá
<b>TUV</b>	Teplá úžitková voda
<b>EHB</b>	Energetická hospodárnosť budov
<b>MWh, kWh</b>	Megawathodina, kilowathodina
<b>W.K<sup>-1</sup></b>	Merná tepelná strata
<b>K</b>	Kelvin
<b>ZENB PN</b>	Zníženie prevádzkovej náročnosti budov a prevádzkových nákladov
<b>Q<sub>h</sub></b>	Merná potreba za rok na vykurovanie budovy v [kWh/ m <sup>2</sup> .a]
<b>U</b>	Súčiniteľ prestupu tepla [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]

**Zoznam tabuliek:**

Tabuľka 1 Celková spotreba energií v DSS Lehnice .....	8
Tabuľka 2 Vstupné dáta pre hodnotenie existujúcej a cieľovej spotreby energie a potenciálu úspor navrhovaných opatrení .....	9
Tabuľka 3 Bilancia výpočtu energetickej náročnosti budovy DSS Lehnice.....	11
Tabuľka 4 Triedy energetickej hospodárnosti budov na vykurovanie podľa STN 730540 .....	11
Tabuľka 5 Triedy EHB na prípravu TUV podľa STN 730540 .....	12
Tabuľka 6 Triedy energetickej náročnosti budovy podľa STN 730540.....	12
Tabuľka 7 Prepočet ročnej spotreby energie (2019-2021) DSS Lehnice podľa noriem EHB .....	13
Tabuľka 8 Referenčné hodnoty benchmarkov tepelnej ochrany .....	14
Tabuľka 9 Výpočet výšky investície a energetických úspor tepelnej ochrany budov.....	16
Tabuľka 10 Vyhodnotenie triedy EHB po zateplení budovy na základe overenia dát .....	16
Tabuľka 11 Overenie prepočtu investícií a úspor po zateplení a vyregulovaní rozvodov .....	18
Tabuľka 12 Vyhodnotenie triedy EHB hydraulického vyregulovania na základe overenia výpočtov vstupných dát .....	19
Tabuľka 13 Referenčné ukazovatele benchmarkov a normy životnosti podľa typov čerpadiel .....	20
Tabuľka 14 Popis výhod a nevýhod TČ vzduch/ voda .....	21
Tabuľka 15 Popis výhod a nevýhod TČ zem/ voda plocha .....	22
Tabuľka 16 Popis výhod a nevýhod TČ zem/ voda vrt.....	24
Tabuľka 17 Popis výhod a nevýhod TČ voda/voda.....	24
Tabuľka 18 Výpočet investície a energetických úspor po zateplení, vyregulovaní a inštalácii TČ .....	26

Tabuľka 19 Vyhodnotenie triedy EHB po zateplení, vyregulovaní rozvodov a inštalácii TČ .....	27
Tabuľka 20 Výhody nevýhody inštalácie FVE .....	27
Tabuľka 21 Výpočet investície a energetických úspor po zateplení, vyregulovaní a inštalácii TČ a FVE .....	30
Tabuľka 22 Vyhodnotenie triedy energetickej hospodárnosti opatrení po inštalácii FVE .....	31

**Zoznam obrázkov:**

Obrázok 1 Budova DSS Lehnice a lesopark.....	8
Obrázok 2 Porovnanie pomeru výstupného tepelného výkonu COP (Coefficient Of Performance) k energetickému príkonu .....	20
Obrázok 3 Princíp zapojenia čerpadla vzduch/ voda .....	21
Obrázok 4 Princíp zapojenia čerpadla s plochým zemným kolektorom .....	22
Obrázok 5 Princíp zapojenia čerpadla Zem/ voda vrt .....	23
Obrázok 6 Princíp zapojenia čerpadla voda/voda .....	25
Obrázok 7 Návrh uloženia panelov podľa orientácie slnka s rozložením FV panelov podľa návrhu optimálneho využitia slnečnej energie.....	28
Obrázok 8 Výsledky overenia výpočtov dát DS Lehnice pre optimalizáciu výkonu FVE s prepočtom dopadu na zníženie uhlíkovej stopy .....	28
Obrázok 9 Ročná výroba a spotreba podľa overenia výpočtov dát navrhovanej FVE .....	29
Obrázok 10 Výroba a spotreba energie podľa mesiacov .....	29
Obrázok 11 Diagram predpokladaných strát systému .....	30

## 1. ÚVOD

Cieľom scenára je pred rozhodnutím o prijatí rozpočtu alebo začatí nákupného procesu na zabezpečenie opatrení na zníženie energetickej náročnosti budov a prevádzkových nákladov (ZENB a PN) poukázať na to:

- ktoré dáta treba zistiť, pre spresnenie rozpočtu aj s výberom opatrení pre konkrétne budovy;
- ako treba postupovať v prípravnej fáze nákupného procesu, najmä ako obhájiť výber opatrení pred rozhodovaním o nákupe a tiež ako načasovať nákupný proces;
- aké kritériá vybrať pri hodnotení ponúk, ako vybrať najlepšiu ponuku, tak aby jednotlivé opatrenia boli vzájomne zosúladené a zabezpečili najlepšiu cestu pre dosiahnutie cieľov;
- užívateľský pohľad - prečo a či sa oplatí ísť do predpokladaných investícií a aký to bude mať dopad na zlepšenie kvality poskytovaných služieb.

Domov sociálnych služieb v Lehniciach v zriaďovateľskej pôsobnosti TTSK patrí v zmysle Vyhlášky č. 364/2012 Z. z. Príloha č.3 ktorou sa stanovujú energetické triedy budov pre potrebu energie na vykurovanie v [kWh/m<sup>2</sup>.a] do kategórie nemocníc. Pri spracovaní vstupných dát boli špecifické okolnosti, ktoré mali dopad na presnosť výsledných prepočtov:

- Nebol spracovaný energetický audit pre budovu pre výpočet energetických tried, ani presnejšia výkresová dokumentácia pre výpočet vykurovanej plochy, plochy stien a strechy. Pre účely scenára sa tieto vstupné dáta získali premeraním.
- Bol využitý zjednodušený postup pre výpočet energetických tried, ktorý sa využíva v energetických auditoch.
- Scenár odhaduje približné náklady na realizáciu opatrení podľa benchmarkov, ktoré sa používali v predchádzajúcich výzvach operačných programov na financovanie opatrení. Preto nemusia odrážať špecifické podmienky, je to však maximálna čiastka pre financovanie opatrení, ktoré sa používajú v SR.
- Mnohé budovy v zriaďovateľskej pôsobnosti TTSK - tak ako aj DSS Lehnice - nemá spracovaný energetický audit a je možné predpokladať, že pred vyjasnením finančných potrieb a rozpočtov nebude k dispozícii.
- Certifikát energetickej hospodárnosti budov obsahuje výpočet v zmysle Vyhlášky č.364/ 2012 Z. z., ktorý je kľúčový pre vyjasnenie opatrení ZENB a PN. Výpočet energetickej hospodárnosti budov sa určuje cez posúdenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií a budovy. Nepoužíva však energetické hodnotenie pomocou ekonomických prepočtov jednotlivých opatrení.

- Scenár je zameraný na prezentáciu užívateľského pohľadu ako ukážku hodnotenia návratnosti prijímaných opatrení z pohľadu zníženia energetickej náročnosti a prevádzkových nákladov. Toto umožňuje metodika hodnotenia nákladov životného cyklu, ktorá preferuje ekonomické hodnotenie pre realizáciu opatrení v najlepšej dostupnej kvalite a cene pri zohľadnení celého životného cyklu počas užívania budovy tak, ako sa navrhuje v Konceptii ZENB a PN.

## 2. Analýza skutkového stavu organizácie DSS Lehnice

### 2.1. Identifikácia popisovaného zariadenia

Domov sociálnych služieb Lehnice poskytuje sociálne služby podľa zákona o sociálnych službách č. 448/2008 Z. z. odbornú, obslužnú alebo ďalšiu činnosť pre klientov na riešenie nepriaznivej sociálnej situácie, alebo zdravotného stavu, ktoré znemožňujú samostatnú osobnú starostlivosť.

Dátum vzniku:

01.07.1998 Domov sociálnych služieb pre dospelých Kráľovičove Kračany (Krajský úrad, Trnava).

01.07.2002 zriaďovacia právomoc Trnavský samosprávny kraj.

10.12.2007 zmena názvu a sídla organizácie – Domov sociálnych služieb pre dospelých Lehnice.

**Sídlo:** Hlavná 588, 930 37 Lehnice

**IČO:** 31875114

**DIČ:** 2021113270

Štatutárny zástupca: Mgr. Kristína Berceliová

V Domove sociálnych služieb pre dospelých Lehnice sa poskytujú 2 druhy sociálnej služby: domov sociálnych služieb (DSS) a špecializované zariadenie (ŠZ)

ŠZ vzniklo v roku 2016 re-profilizáciou časti kapacity zariadenia.

V zariadení sa:

a) Poskytuje:

1. Pomoc pri odkázanosti na pomoc inej fyzickej osoby;
2. Sociálne poradenstvo;
3. Sociálna rehabilitácia;
4. Ubytovanie;

5. Stravovanie;
6. Upratovanie, pranie, žehlenie a údržba bielizne a šatstva;
7. Osobné vybavenie.

b) Zabezpečuje:

1. Rozvoj pracovných zručností
2. Pomoc pri pracovnom uplatnení
3. Záujmová činnosť

c) Utvárajú podmienky na:

1. Vzdelávanie
2. Úschovu cenných vecí.

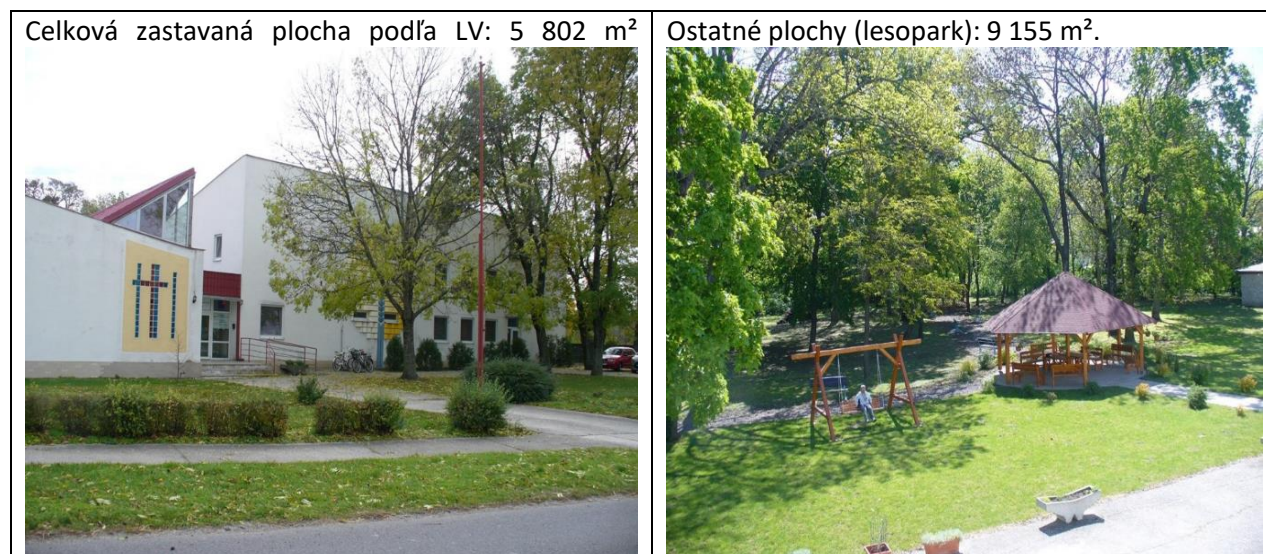
Služby sú poskytované celoročne s ubytovacou kapacitou pre 63 osôb (DSS 40, ŠZ 23). Maximálny počet prijímateľov sociálnych služieb na jedného zamestnanca je podľa normy - v priemere 2 klienti na zamestnanca. Počet pracovníkov je 39 na plný pracovný úväzok.

Od roku – 2002 patrí zariadenie pod zriaďovaciú právomoc Trnavského samosprávneho kraja. Od roku 2007 zariadenie sídli v jednoposchodovej budove, ktorá bola vybudovaná pre účely Agro podniku v roku 1984.

Zariadenie umiestnené na rozsiahlom parkovom pozemku, s dvoma altánkami ponúka po celý rok bohaté možnosti na prechádzky, aktivity rôzneho druhu a relax.

Priestory zariadenia sa formálne členia na štyri druhy:

1. Priestory pre ubytovanie klientov (izby);
2. Priestory pre vykonávanie odborných činností (terapie a pod.) a pre kultúrno spoločenské voľnočasové aktivity klientov;
3. Administratívne a prevádzkové priestory zabezpečujúce najmä vykonávanie obslužných a ďalších činností a servisu pre chod zariadenia (okrem priestorov s vyhradeným právom vstupu);
4. Priestory s vyhradeným právom vstupu.



Obrázok 1 Budova DSS Lehnice a lesopark; Zdroj: DSS Lehnice

## 2.2. Energetické vstupy a výstupy

Podľa záznamov evidencie úseku hospodárskej a technickej prevádzky bola v rokoch 2019-2021 ročná spotreba uvedená v tab. 1 Celková spotreba energií v DSS Lehnice:

Tabuľka 1 Celková spotreba energií v DSS Lehnice

Roky	Zemný plyn [MWh]		Elektrická energia [MWh]
	ÚK	TÚV	
2019	269,67	67,86	7,267
2020	277,25	82,74	7,755
2021	397,14	66,687	7,792
Priemer	314,69	72,43	7,60

Zdroj 1: Spracované z evidencie DSS Lehnice

- Budova má 1 nadzemné podlažie. Počet nadzemných podlaží je 1 a výška poschodia je 2,8 m, bola uvedená do prevádzky v roku 2007;
- Celkom zastavaná plocha podľa evidencie GES TTSK je 2478,19 m<sup>2</sup>;
- Výmena okien (izolačné dvojsklo) bolo menené v rokoch 2006-2007;
- Objekt je nezateplený.

## 2.3. Východiskové dáta pre spracovanie scenára

Vzhľadom k tomu, že nebol spracovaný energetický audit budovy DSS, pre hodnotenie a overenie výpočtov existujúcej a cieľovej spotreby energie a potenciálu úspor boli použité

výpočtové moduly, ktoré boli k dispozícii, alebo ktoré boli pre tento účel vytvorené. Vo výpočtoch boli použité nasledovné vstupné dáta:

*Tabuľka 2 Vstupné dáta pre hodnotenie existujúcej a cieľovej spotreby energie a potenciálu úspor navrhovaných opatrení*

Počet klientov	63
Počet pracovníkov	39
Obostavaný objem vnútorných priestorov na vykurovanie	3552 m <sup>3</sup>
Celková spotreba energií na vykurovanie (priemer 2019-2021)	387 MWh
Celková vykurovaná plocha	1410 m <sup>2</sup>
Plocha obvodového plášťa bez stavebných otvorov	1374 m <sup>2</sup>
Priemerná spotreba na m <sup>3</sup>	112,6 [kWh/ m <sup>3</sup> .a]
Celková plocha stavebných otvorov	287,6 m <sup>2</sup>
Zdroj na kúrenie plyn 2 kondenzačné kotly( 95kW)	190 kW
Údaje o spotrebe energií na teplo a ohrev TUV	2019, 2020, 2021
stavebná a výkresová dokumentácia	výkresy protipožiarnej ochrane

*Zdroj 2: Vlastné spracovanie z evidencie DSS*

Osobnou konzultáciou a prehliadkou boli zistené nedostatky, prehrievanie miestností pri vysokých teplotách v lete, zrážanie vodných pár na vnútornom povrchu stien, vznik plesní , zatekanie v stykoch obvodových stien a pri oknách, potreba častého vetrania oknami. Vzhľadom k tomu stavebné konštrukcie nevyhovujú súčasným požiadavkám stanovených podľa noriem tepelnotechnických vlastností budov.

#### 2.4. Tepelná ochrana

- obvodový plášť murovaný bez riešenia eliminácie tepelných mostov;
- strešné konštrukcie budov nedostatočne zateplené.
- Okná izolačné dvoj-sklo inštalované v roku 2007 Priemerný súčiniteľ prechodu tepla U sa odhaduje okolo 2,2 [W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>].

#### 2.5. Vykurovanie

- rozvody vykurovacej sústavy budove – pôvodné oceľové;
- odovzdávanie tepla do vykurovaných priestorov je pomocou doskových/ článkových radiátorov, na väčšine vykurovacích telesách sú osadené termostatické ventily;
- vykurovací systém nie je hydraulicky vyregulovaný.

#### 2.6. Príprava teplej vody

- rozvody teplej vody v budove z oceľových/ PP- rúr;

- zásobníky 2 x 1000 l – bez výrazného nedostatku.

### 2.7. Osvetlenie

- na osvetlenie priestorov sú využívané žiarivky, ktoré sú postupne nahrádzané modernými typmi svietidiel (LED);
- absencia regulácie osvetlenia;
- absencia merania spotreby elektrickej energie na osvetlenie.

## 3. Požadovaný stav

Stavebné konštrukcie musia spĺňať požiadavky noriem tepelných strát podľa energetických tried s vylúčením rizika rastu plesní na ich vnútornom povrchu a na vylúčenie kondenzácie vodnej pary v stavebnej konštrukcii alebo na jej vnútornom povrchu. Podľa STN 73 0540-2 sa pri návrhu stavebných konštrukcií a budov sa požaduje:

- splnenie kritéria minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebnej konštrukcie (maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie U);
- minimálnej teploty vnútorného povrchu (hygienické kritérium);
- minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti (kritérium výmeny vzduchu);
- maximálnej mernej potreby tepla na vykurovanie (energetické kritérium).

Hodnotenie nákladovej efektívnosti musí vychádzať zo súboru štandardných podmienok, ktoré sa týkajú posudzovania úspor energie a aktuálnych cien energií a z predbežného odhadu investičných nákladov podľa obvyklých aktuálnych cien stavebných výrobkov a stavebných prác na trhu.

Pre výpočet existujúcej a cieľovej spotreby energie a potenciálu úspor energie sa vychádzalo z nasledovných skutočností:

- spotreba energie na vykurovanie budov a na prípravu teplej vody sa údaje zistili podľa faktúr za referenčné obdobie;
- v rámci prevádzky elektrických spotrebičov boli stanovené priemerné referenčné hodnoty pre spotrebu elektriny. Spotreba elektrickej energie na osvetlenie a spotrebiče pre prípravu stravy nebolo možné upresniť výpočtami pre stanovenie energetických tried, Z uvedeného dôvodu spotreba a návrh opatrení ZENB a PN elektrickej energie na osvetlenie a prevádzku elektrických spotrebičov na prípravu stravy (kuchyňské elektrické spotrebiče vrátane chladničiek a mrazničiek) nie sú zahrnuté do tohto scenára.

### 3.1. Vstupné dáta pre výpočet energetickej náročnosti budovy

Pre výpočty existujúcej a cieľovej spotreby energie a potenciálu úspor energie budovy DSS boli použité údaje v tab. č.3. Bilancia výpočtu energetickej náročnosti budovy DSS Lehnice.

Tabuľka 3 Bilancia výpočtu energetickej náročnosti budovy DSS Lehnice

Priemerná ročná spotreba UK	MWh	314,00
Priemerná ročná spotreba TUV	MWh	72,43
Plocha (strešný plášť)	m <sup>2</sup>	1 500,00
Plocha (obvodové steny)	m <sup>2</sup>	1 086,37
Plocha (podlaha)	m <sup>2</sup>	1 410,00
Plocha (okná)	m <sup>2</sup>	287,63
Priemerná ročná spotreba elektrina	MWh	7,60

Zdroj 3: Vlastné spracovanie z evidencie DSS Lehnice

### 3.2. Zatriedenie budovy do energetickej triedy podľa STN 730540

Vypočítané dáta boli porovnané s normami ktoré určujú triedy energetickej hospodárnosti mernej spotreby na vykurovanie ( tab.4) a mernej spotreby na ohrev TUV. Prevádzkové podmienky pre DSS sú príslušné pre budovy nemocníc.

Tabuľka 4 Triedy energetickej hospodárnosti budov na vykurovanie podľa STN 730540

Miesto spotreby	Kategoríe budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy v [kWh/m <sup>2</sup> .a]											
		A	B	C	D	E	F	G					
Vykurovanie	rodinné domy	42	43	86	87	129	130	172	173	215	216	258	258
	bytové domy	27	28	53	54	80	81	106	107	133	134	159	159
	administratívne budovy	28	29	56	57	84	85	112	113	140	141	168	168
	budovy škôl a školských zariadení	28	29	56	57	84	85	112	113	140	141	168	168
	budovy nemocníc	35	36	70	71	105	106	140	141	175	176	210	210
	budovy hotelov a reštaurácií	36	37	71	72	107	108	142	143	178	179	213	213

	športové haly a budovy určené na šport	33	34	66	67	99	100	132	133	165	166	198	198
	budovy pre VO a MO	33	34	65	66	98	99	130	131	163	164	195	195

Tabuľka 5 Triedy EHB na prípravu TUV podľa STN 730540

Miesto spotreby	Kategoríe budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy v [kWh/m <sup>2</sup> .a]											
		A	B	C	D	E	F	G					
Príprava teplej vody	rodinné domy	12	13	24	25	36	37	48	49	60	61	72	72
	bytové domy	13	14	26	27	39	40	52	53	65	66	78	78
	administratívne budovy	4	5	8	9	12	13	16	17	20	21	24	24
	budovy škôl a školských zariadení	6	7	12	13	18	19	24	25	30	31	36	36
	budovy nemocníc	26	27	52	53	78	79	104	105	130	131	156	156
	budovy hotelov a reštaurácií	32	33	64	65	96	97	128	129	160	161	192	192
	športové haly a iné športoviska budovy určené na šport	6	7	12	13	18	19	24	25	30	31	36	36
	budovy pre VO a MO	5	6	9	10	14	15	18	19	23	24	27	27

Tabuľka 6 Triedy energetickej náročnosti budovy podľa STN 730540

Trieda energetickej náročnosti budovy	Vyjadrenie energetickej náročnosti budovy
A	Mimoriadne úsporná
B	Úsporná
C	Vyhovujúca
D	Nevyhovujúca
E	Nehospodárna
F	Veľmi nehospodárna
G	Mimoriadne nehospodárna

### 3.3. Výpočet a určenie energetickej triedy budovy DSS Lehnice

Podľa východiskových dát o priemernej ročnej spotrebe tepla na kúrenie a TUV stavebné konštrukcie nevyhovujú súčasným požiadavkám normy STN 73 0540. Meranie a výpočty priemernej ročnej spotreby 314 MWh ročne, čo je 223 kWh v prepočte na m<sup>2</sup> vykurovanej plochy, priradujú budovu DSS do kategórie energetickej účinnosti **G**. Priemerná ročná spotreba energie na ohrev TUV 52 kWh ročne v prepočte na m<sup>2</sup> vykurovanej plochy radí DSS do kategórie **B**.

Tabuľka 7 Prepočet ročnej spotreby energie (2019-2021) DSS Lehnice podľa noriem EHB

TRIEDY ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOV			POTREBNE ÚSPORY v kWh/m <sup>2</sup> . a PRE POSUN DO VYŠŠEJ TRIEDY ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI						
Miesto spotreby	Trieda EHB	kWh/m <sup>2</sup> .a	do triedy A	do triedy B	do triedy C	do triedy D	do triedy E	do triedy F	do triedy G
Vykurovanie	G	223	188	153	118	83	48	13	0
Príprava teplej vody	B	52	26	0	0	0	0	0	0

Zdroj 4: Vlastné spracovanie podľa evidencie DSS

Hodnotenie existujúcej a cieľovej spotreby energie a potenciálu úspor navrhovaných opatrení pomocou modelov, posudzuje jednotlivé opatrenia vo vzájomnej interakcii medzi nimi, s vyčíslením predpokladanej výslednej úspory. Toto udáva pravá časť tabuľky „Potrebné úspory v kWh/m<sup>2</sup> pre posun do vyššej triedy energetickej hospodárnosti (Triedy A-F)“. Pre normy energetickej hospodárnosti platí, že musí byť minimálne v triede A. Znamená to, že pre zaradenie do triedy A bude potrebné prijať opatrenia, ktorými sa znížia energie na kúrenie o 188 kWh/m<sup>2</sup> celkovej vykurovanej plochy za rok, čo je dosiahnutie predpokladanej úspory 84,3% v porovnaní s priemernou ročnou spotrebou (pozri tab. 6.)

## 4. Návrh úsporných opatrení ZENB a PN - hodnotenie existujúcej a cieľovej spotreby energie a potenciálu úspor

Pri výpočtoch výšky investícií na jednotlivé opatrenia a úspor boli použité benchmarky, ktoré boli konfrontované cenovými prieskumami (pokiaľ sa získali dostupné dáta od potenciálnych dodávateľov). Účelom tohto scenára koncepcie ZENB a PN je ukázať postup hodnotenia existujúcej a cieľovej spotreby energie a potenciálu úspor energie navrhovaných opatrení budovy DSS Lehnice pomocou overenia výpočtov vstupných dát o energetickej náročnosti budovy a benchmarkov. Presnosť benchmarkov však treba overiť na základe presnejšie špecifikovaných podmienok prevádzky DSS a aktuálnym prieskumom trhu s využitím najnovších technických riešení.

#### 4.1. Opatrenia na zvýšenie účinnosti tepelnej ochrany budovy

Vlhké steny aj vznik plesní hovoria o potrebe zabezpečenia účinnej tepelnej ochrany cez komplexné zateplenie obalových konštrukcií :

- obvodového plášťa ( obvykle sa navrhuje tepelná izolácia z minerálnej vlny hr. 160 mm);
- stropnej konštrukcie (obvykle sa navrhuje tepelná izolácia z minerálnej vlny v celkovej hrúbke 400 mm);
- Výmena starých okien a dverí za plastové s izolačným trojsklom so súčiniteľom prechodu tepla rámu  $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  a skla  $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Tieto opatrenia je potrebné podriadiť energetickému auditu a návrhu projektu. Cieľom týchto opatrení a teda aj nákupu je dosiahnutie energetických tried. Akákoľvek snaha o úsporách v rozpočte sa môže prejavovať v nízkej kvalite, čo môže mať pre stavbu veľmi zlé následky. Musí byť aj správne načasovanie realizácie jednotlivých opatrení. Výmenu okien bude treba urobiť tesne pred zateplením plášťa ešte pred vykurovacou sezónou, nakoľko sa môže objaviť ešte rozsiahlejšie vlhnutie stien a tvorba plesní aj na miestach kde ešte neboli. Výmena okien po zateplení obvodových stien prináša riziko poškodenia zatepľovacieho systému napr. v styku konštrukcie okna s tepelnou izoláciou a omietkou, čo môže byť príčinou zatekania a následne problémami so zárukou na stavebné práce. Správne zateplenie vyžaduje aj správne osadenie a vyhotovenie konštrukcie ostenia, parapetov, nadpražia. Celý nákupný proces treba podriadiť požiadavkám stavby a nie opačne.

Referenčné hodnoty benchmarkov pre zateplenie obalového plášťa a okien sú uvedené v tab. č.8:

Tabuľka 8 Referenčné hodnoty benchmarkov tepelnej ochrany

Predmet projektu	Referenčné hodnoty pre vybrané výdavky projektu	Výstup projektu
Zateplenie obvodového plášťa.	100 EUR/m <sup>2</sup>	Zateplenie plochy obvodového plášťa.
Zateplenie strešného plášťa.	80 EUR/m <sup>2</sup>	Zateplenie plochy strešného plášťa.
Výmena otvorových konštrukcií.	400 EUR/m <sup>2</sup>	Výmena vonkajšej otvorovej konštrukcie.

Zdroj 5: Príručka k oprávnenosti výdavkov pre dopytovo orientované projekty OP KŽP, príloha č. 4 výzvy s kódom OPKZP-PO4-SC431-2021-68

Vzhľadom k vlhnutiu stien, ktoré hovorí o existencii tepelných mostov sa v žiadnom prípade neodporúča neúplné, iba čiastočné zateplenie obvodového plášťa (napr. severnej strany) nakoľko by to mohlo znamenať ďalšie tepelné mosty a vlhnutie stien najmä v rohoch a konštrukčných prechodov stien, okien a strechy.

Na **zateplenie obvodového plášťa** bola referenčná hodnota pre vybrané výdavky stanovená na základe vzorky, v ktorej boli zahrnuté najmä tieto typy výdavkov:

- vonkajší podklad stien, podkladový náter, penetračný základ vrátane prác s tým súvisiacich;
- zateplovací systém EPS s hrúbkou izolácie 120 až 160 mm, so strednou hodnotou 150 mm alebo kontaktný zateplovací systém minerálne riešenie 120 až 160 mm, so strednou hodnotou 150 mm vrátane montáže a ďalšími pridruženými nákladmi;
- vonkajšia omietka stien hr. 2 mm vrátane prác;
- profil soklový pre hrúbku izolantu 15 mm vrátane prác;
- montáž, prenájom a demontáž lešenia;
- presuny hmôt.

Na **zateplenie strešného plášťa** bola referenčná hodnota pre vybrané výdavky stanovená na základe vzorky, v ktorej boli zahrnuté najmä tieto typy výdavkov:

- hydroizolačný náter – tekutá lepenka vrátane dodávky;
- zhotovenie povlakovej krytiny striech;
- pás asfaltový;
- izolácia z expandovaného polystyrénu EPS a minerálna vlna, so strednou hodnotou hrúbky izolácie 300 mm vrátane montáže;
- geotextília a jej položenie;
- hydroizolačná fólia;
- parozábrana;
- presun hmôt.

Na **výmenu otvorových konštrukcií** bola referenčná hodnota pre vybrané výdavky stanovená na základe vzorky, v ktorej boli zahrnuté najmä tieto typy výdavkov:

- búracie práce, odvoz a doprava sutiny, poplatok za uloženie sutiny;
- vyvesenie okien a dverí;
- demontáže parapetov;
- ostenie okien a dverí;
- plastové/hliníkové okná - izolačné trojsklo so stredným koeficientom súčiniteľa prechodu tepla pre rám 1,2 W/m<sup>2</sup>.K a pre zasklenie 0,6 W/m<sup>2</sup>.K;

- parapetné dosky;
- omietky;
- presun hmôt.

Tabuľka 9 Výpočet výšky investície a energetických úspor tepelnej ochrany budov

Opatrenia Konceptie a NUS TŽ	Podiel na úsporách (%)	Potenciálne úspory v MWh		Investícia opatrenie na
1.1 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK zateplením obvodového plášťa.	11,00 %	34,54	100 €	108 637,00 €
1.2 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK zateplením strešného plášťa.	12,50 %	39,25	80 €	120 000,00 €
1.3 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK výmenou otvorových konštrukcií .	10,00 %	31,40	400 €	115 052,00 €

Zdroj 6: Vlastné spracovanie zo získaných dát

Overením výpočtov dát umožňujú zistené výsledky dosiahnutie triedy E energetickej hospodárnosti.

Tabuľka 10 Vyhodnotenie triedy EHB po zateplení budovy na základe overenia dát

TRIEDY ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI		
Miesto spotreby	Trieda energetickej hospodárnosti	[kWh/m <sup>2</sup> .a]
Vykurovanie	E	147
Príprava teplej vody	B	52

Zdroj 7: Vlastné spracovanie zo získaných dát

Výpočty dosiahnutých úspor naznačujú, že opatrenia na zateplenie obvodového plášťa a stavebných otvorov nepostačujú na dosiahnutie požadovanej energetickej triedy. Preto sa

predpokladá prijatie ďalších opatrení. Pre zateplenie obvodových konštrukcií a otvorov, vzhľadom k vlnnutiu steny je potrebné zabezpečiť komplexnú výmenu okien, izoláciu obvodových stien aj strechy.

## 4.2. Hydraulické vyregulovanie, rozvody

Hydraulické vyregulovanie je vhodné najmä z toho dôvodu, že zabezpečia automatizované meranie a reguláciu a vyváženosť navrhovaného vykurovacieho systému.

### 4.2.1. Rozvody a radiátory

Po realizácii úsporných opatrení stavebného charakteru je vykurovaciu sústavu potrebné vyregulovať, osadiť chýbajúce termostatické ventily s pásmom proporcionality 2 [K] a termostatické hlavice na každé vykurovacie teleso. Mali by sa vymeniť pôvodné rozvody a radiátory, ktoré sa nahradia novými. Potrubné rozvody navrhnuť z PE-X/ resp. uhlíková oceľ, ktoré budú izolované tepelnoizolačnými trubicami podľa vyhlášky 282/2012 Z. z. Vyhláška stanovuje minimálnu hrúbku tepelnej izolácie rozvodov tepla a teplej vody v budovách pre izolačný materiál s tepelnou vodivosťou 0,035 [W/m.K] pri teplote 0 °C.

### 4.2.2. Hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy

Pre zabezpečenie správnej funkcie vykurovacej sústavy v budove v rôznych prevádzkových stavoch počas vykurovacieho obdobia je nevyhnutné, aby vykurovacia sústava bola hydraulicky vyvážená. Realizáciou návrhových opatrení v tepelnej ochrane dôjde k zásadnému zásahu, ktorý má veľký vplyv na vykurovaciu sústavu. Vlastník podľa § 8 zákona č.300/2012 Z.z. ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, po vykonanej obnove musí zabezpečiť hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy budovy. Nevyhnutnou podmienkou pre zabezpečenie plynulej regulácie vykurovacej sústavy je inštalácia automatickej regulácie parametrov teplonosného média (napr. regulátor diferenčného tlaku, regulačné ventily na päťach stúpačiek) a zároveň aj termostatických regulačných ventilov na každom radiátore. Bude potrebné zvážiť aj zónovú reguláciu, ktorej 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 vykurovacej zóne individuálne, na základe skutočných potrieb jej užívateľov. Cieľom tohto opatrenia je zabezpečiť trvale tepelnú pohodu vo všetkých vykurovacích priestoroch za súčasného zníženia spotreby tepla na ich vykurovanie využívajúc útlmové režimy v jednotlivých zónach.

### 4.2.3. Inštalácia termostatických hlavíc na radiátoroch

Inštaláciou termostatických ventilov na vykurovacie telesá sa zabezpečí regulácia teploty v miestnosti a zabraňuje zbytočnému prekurovaniu. Ventil s termostatickou hlavicou automaticky obmedzí prietok vykurovacej vody v dobe slnečného žiarenia do miestnosti, resp. pri pôsobení iných zdrojov tepla.

#### 4.2.4. Príprava teplej vody

Podľa skutočnej spotreby energie na prípravu teplej vody minimálnych požiadaviek potreby energie na prípravu teplej vody na základe energetických tried a referenčných hodnôt [kWh/m<sup>2</sup>.a] :

- rozvody teplej vody v budove z oceľových/ PP- rúr;
- zásobníky – bez výrazného nedostatku.

V rámci opatrení obnovy budovy rieši výrobu TUV tepelné čerpadlo vybavené SPLIT systémom vykurovanie s oddeleným zásobníkom s vysokou flexibilitou pre rýchlu a jednoduchú montáž s voliteľným pripojením ohrevu TUV priamo vyrábať cez FVE teplo na ohrev TUV. Potrubné rozvody sú v zlom technickom havarijnom stave. Výmenu potrubných rozvodov treba prehodnotiť v závislosti od skutkového stavu – v prípade havarijného stavu - potrubné rozvody sa obvykle nahradzujú tepelnoizolačnými trubicami na báze penového polyetylénu podľa vyhlášky 282/2012 Z. z. Pri hydraulickom vyregulovaní sústavy so zaizolovaním potrubných rozvodov predpokladáme úsporu 5 %.

Tabuľka 11 Overenie prepočtu investícií a úspor po zateplení a vyregulovaní rozvodov

Opatrenia Koncepcie a NUS TŽ	Podiel na úsporách (%)	Potenciálne úspory v MWh	BM/m <sup>2</sup>	Investícia na opatrenie
1.1 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK zateplením obvodového plášťa.	11,00%	34,54	100 €	108 637 €
1.2 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK zateplením strešného plášťa.	12,50%	39,25	80 €	120 000 €
1.3 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK výmenou otvorových konštrukcií.	10,00%	31,40	400 €	115 052 €
1.5 Rekonštrukcia vykurovacieho systému, hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy.	5,00%	15,70	5,50 €	7 755 €
2.1 Výmena potrubných rozvodov. izolácia tepelnoizolačnými trubicami.	22,00%	15,93	1,06 €	1 495 €

Zdroj 8: Vlastné spracovanie dát

Uvedenými opatreniami na zvýšenie účinnosti tepelnej ochrany a hydraulickým vyregulovaním systému a zateplením trubiek, ktoré sú v súčasnosti najpopulárnejšími

opatreniami na zníženie energetickej náročnosti budov sa dosiahne trieda D u prípravy teplej vody sa zníži ročná spotreba o 12 MWh avšak nedosiahne sa úspornejšia energetická trieda A.

*Tabuľka 12 Vyhodnotenie triedy EHB hydraulického vyregulovania na základe overenia výpočtov vstupných dát*

TRIEDY ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI		
Miesto spotreby	Trieda energetickej hospodárnosti	[kWh/ m <sup>2</sup> .a]
Vykurovanie	D	135
Príprava teplej vody	B	40

*Zdroj 9: Vlastné spracovanie získaných dát*

Uvedené opatrenia nepostačujú na dosiahnutie energetickej triedy. Preto sa predpokladá prijatie ďalších opatrení.

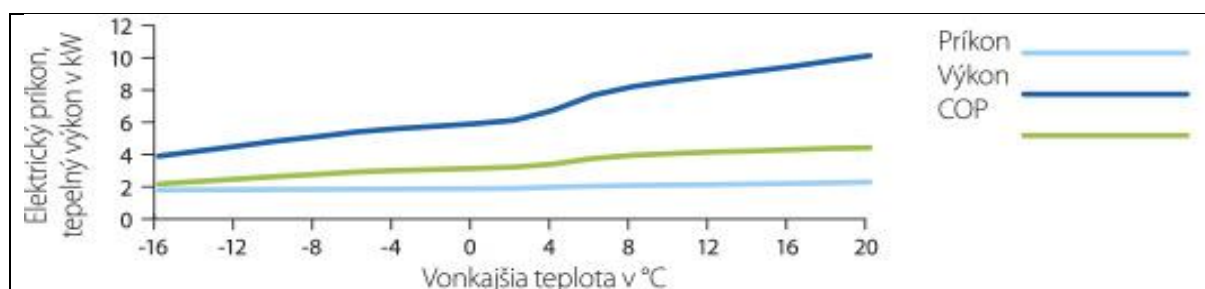
#### 4.3. Opatrenia na zvýšenie energetickej efektívnosti zdroja pre kúrenie a ohrev teplej vody

Vzhľadom k energetickým stratám, ktoré boli zistené výpočtom priemernej ročnej spotreby budovy v porovnaní s normami tried energetickej hospodárnosti a overením výpočtov s vyčíslením úspor sa nebude dať dosiahnuť požadovaná trieda energetickej hospodárnosti len opatreniami na zvýšenie tepelnej ochrany. Navrhované opatrenia na úsporu energií bude možné dosiahnuť návrhom alternatívnej formy energie zdrojov s primerane nízkym výkonom po zohľadnení dostupnosti predpokladaných energií. Tieto opatrenia sa musia realizovať po výmene okien a zateplení vzhľadom k novým prepočtom potreby tepla. V súčasnosti sa používajú na vykurovanie a ohrev teplej vody 2 plynové kondenzačné kotly s výkonom 95 kW (Buderus Logamax) rok výroby 2007. Tieto typy kotlov prekračujú životnosť po 15 rokoch, pričom opravy sa odhadujú na viac ako 15% ceny nového kotla, nedá sa vylúčiť, že sa opäť pokazia. Odporúča sa vzhľadom k súčasnej situácii zhoršených dodávok plynu a rastu cien pridať zariadenie tepelného čerpadla na výrobu tepla na kúrenie a ohrev TUV v kombinácii s inštaláciou fotovoltaickej elektrárne.

Tepelné čerpadlá využívajú dostupné teplo zo vzduchu, zeme alebo z vody. Pri použití 1 kWh energie, najčastejšie vo forme elektriny na pohon kompresora, možno získať 2- až 5-násobok energie na vykurovanie, ohrev teplej vody alebo chladenie. To znamená, že na vykúrenie budovy DSS by malo stačiť tepelné čerpadlo od 45 kW vyššie.

Norma EN 14 511 udáva výkon tepelného čerpadla vzduch/voda pri teplote okolitého vzduchu +2 °C, +7 °C alebo až -7 °C v kombinácii s výstupnou teplotou vody 50 °C pre radiátorové vykurovanie.

Pre výber tepelného čerpadla je dôležité porovnanie pomeru výstupného tepelného výkonu COP (Coefficient Of Performance) k energetickému príkonu. Tento energetický faktor vyjadruje hlavnú výhodu tepelného čerpadla oproti iným technológiám používaným na výrobu tepla. COP udáva každý výrobca v katalógu. Pre výber najlepšieho riešenia treba však poznať skutočné prevádzkové charakteristiky pre optimálny výkon zariadenia. Napríklad to isté čerpadlo v režime teplôt A7 (teplota primárneho média 7°C)/W35 (teplota výstupnej vykurovacej vody 35 °C) môže mať COP 3,90, keď v režime teplôt A2/W55 len 2,95.



Obrázok 2 Porovnanie pomeru výstupného tepelného výkonu COP (Coefficient Of Performance) k energetickému príkonu

Zdroj 10: <https://www.siea.sk/bezplatne-poradenstvo/publikacie-a-prezentacie/ako-vybrat-tepelne-čerpadlo/>

Ukazovateľ SPF (Seasonal Performance Faktor) je presnejším a komplexnejším ukazovateľom efektívnosti inštalácie ako COP. Vyjadruje schopnosť tepelného čerpadla pracovať energeticky efektívne aj pri čiastočnej záťaži, v závislosti od zmeny vonkajšej teploty. SPF uvádzajú len niektorí výrobcovia, pretože je potrebné poznať, resp. zohľadniť aj podmienky inštalácie. Je však kľúčovým parametrom systému, pretože pri hodnotení dosiahnutých reálnych výsledkov a návratnosti investície záleží na celkovej energetickej a nákladovej bilancii.

Tabuľka 13 Referenčné ukazovatele benchmarkov a normy životnosti podľa typov čerpadiel

Typ čerpadla	BM/kW	Životnosť v rokoch
Tepelné čerpadlo vzduch/voda	1 670 €	15
Tepelné čerpadlo voda/voda	3 330 €	20
Tepelné čerpadlo zem/voda so zemným kolektorom	2 400 €	20
tepelné čerpadlo zem/voda so zemnými sondami	3 065 €	20

Zdroj 11: Osobitné podmienky oprávnenosti výdavkov v rámci výzvy s kódom OPKZP-PO4-SC411-2020-63

#### 4.3.1. Tepelné čerpadlo vzduch/voda s oddeleným výparníkom

Tepelné čerpadlo vzduch/voda odoberá energiu priamo z vonkajšieho vzduchu a získané teplo využíva pre ohrev vody vo vykurovacom systéme alebo zásobníku teplej vody. Tepelné čerpadlá vzduch/voda sú **najlepšou voľbou pre budovy, ktoré nemajú k dispozícii pozemok** pre tepelné čerpadlo s plošným kolektorom. Oddelený výparník sa umiestňuje do exteriéru budovy. Je prepojený s hlavnou jednotkou tepelného čerpadla v budove okruhom pracovnej látky, ktoré pracuje ako teplonosné médium.



Obrázok 3 Princíp zapojenia čerpadla vzduch/ voda

Zdroj 12: <https://www.siea.sk/bezplatne-poradenstvo/publikacie-a-prezentacie/ako-vybrat-tepelne-čerpadlo/>

1. kompaktné tepelné čerpadlo vzduch/voda+
2. zásobník tepla na vykurovanie+
3. zásobník teplej vody s výmenníkom tepla+
4. rozdeľovač podlahového vykurovania s obehovým čerpadlom a reguláciou+
5. zberač podlahového vykurovania.

Tabuľka 14 Popis výhod a nevýhod TČ vzduch/ voda

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"><li>• Jednoduchá a rýchla inštalácia, bez nárokov na veľkosť pozemku.</li><li>• Nižšie investičné náklady v porovnaní s tepelnými čerpadlami zem/voda.</li><li>• Jednoduché využitie pre chladenie v letnom období.</li><li>• Nízke prevádzkové náklady v porovnaní s elektrickým alebo plynovým vykurovaním.</li><li>• Bez údržbové a bez práce vykurovanie v porovnaní s kotlami na drevo alebo uhlie.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Približne o 30 % vyššia spotreba elektriny ako u tepelných čerpadiel zem/voda s plošným kolektorom alebo vrtom.</li><li>• Možné problémy s hlučnosťou vonkajšej jednotky.</li><li>• Znížený výkon a výstupná teplota vykurovacej vody pri nízkych vonkajších teplotách.</li><li>• Kratšia životnosť kompresoru ako u tepelných čerpadiel zem/voda.</li><li>• U niektorých SPLIT systémov môžu byť povinné ročné revízie chladiaceho okruhu.</li></ul>

Zdroj 13: <https://www.siea.sk/bezplatne-poradenstvo/publikacie-a-prezentacie/ako-vybrat-tepelne-čerpadlo/>

#### 4.3.2. Tepelné čerpadlo zem/voda - plocha

Tepelné čerpadlo odoberá teplo z plochy záhrady zo zeme, kde je akumulovaná solárna energia zo slnka. Pod povrchom záhrady sú uložené plastové hadice naplnené nemrznúcou zmesou, ktorá prenáša teplo medzi zemou a tepelným čerpadlom.



Obrázok 4 Princíp zapojenia čerpadla s plošným zemným kolektorom

Zdroj 14: <https://www.siea.sk/bezplatne-poradenstvo/publikacie-a-prezentacie/ako-vybrat-tepelne-čerpadlo/>

1. tepelné čerpadlo;
2. plošný zemný kolektor;
3. rozdeľovač a zberač zemného kolektora;
4. zásobník tepla na vykurovanie;
5. zásobník teplej vody s výmenníkom tepla;
6. rozdeľovač podlahového vykurovania s obehovým čerpadlom a reguláciou;
7. zberač podlahového vykurovania.

Tabuľka 15 Popis výhod a nevýhod TČ zem/ voda plocha

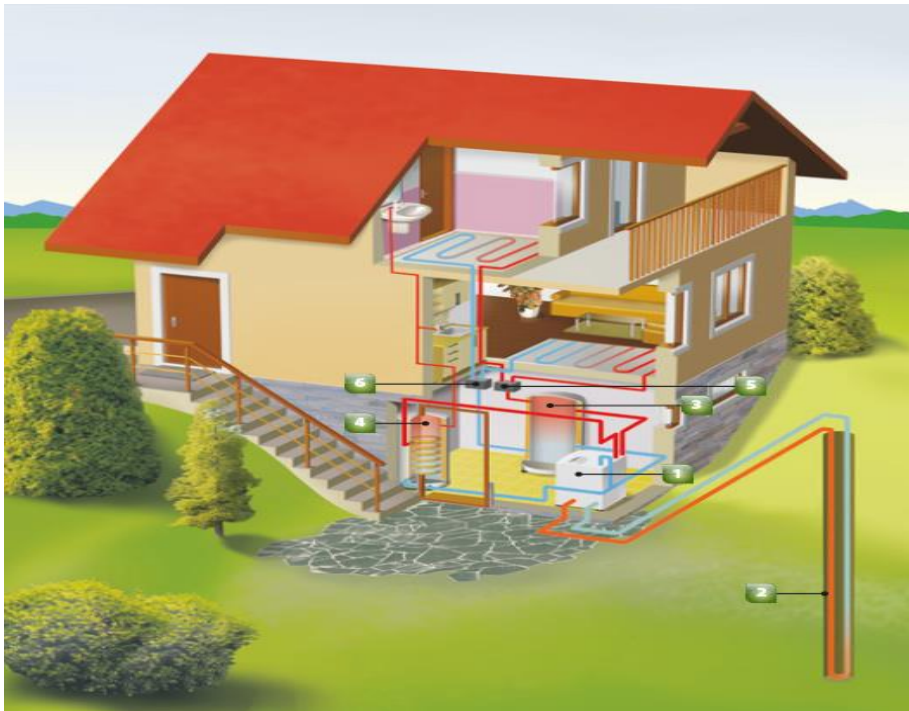
Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"><li>• 30 % nižšia spotreba elektriny ako u tepelných čerpadiel odoberajúcich teplo zo vzduchu.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Systém zem/voda s plošným kolektorom vyžaduje dostatočne veľký pozemok, obvykle 200 až 400 m<sup>2</sup>.</li></ul>

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Nízke investičné náklady porovnateľné so vzduchovými tepelnými čerpadlami.</li><li>• Dlhá životnosť tepelného čerpadla a plošného kolektora.</li><li>• Bezhluché a bez údržbové riešenie.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Zemina musí umožňovať výkopy do potrebnej hĺbky.</li><li>• Rozmiestnenie prípadných ďalších stavieb (bazén, garáž), je potreba vedieť vopred, aby sa im plošný kolektor mohol vyhnúť.</li></ul> |
|---|---|

Zdroj 15: <https://www.siea.sk/bezplatne-poradenstvo/publikacie-a-prezentacie/ako-vybrat-tepelne-cerpadlo/>

#### 4.3.3. Tepelné čerpadlo zem/voda - vrt

Tepelné čerpadlo odoberá teplo z hĺbky pod povrchom zeme. Vo vrte je zapustená plastová sonda naplnená nemrznúcou zmesou, ktorá prenáša teplo medzi zemou a tepelným čerpadlom. Podľa veľkosti vykurovanej budovy a miestnych geologických podmienok sa vykonáva jeden alebo viac vrtov v hĺbke 80 až 250 m.



Obrázok 5 Princíp zapojenia čerpadla Zem/ voda vrt

Zdroj 16: <https://www.siea.sk/bezplatne-poradenstvo/publikacie-a-prezentacie/ako-vybrat-tepelne-cerpadlo/>

1. tepelné čerpadlo;
2. zemný vrt;
3. zásobník tepla na vykurovanie;
4. zásobník teplej vody s výmenníkom tepla;
5. rozdeľovač podlahového vykurovania s obehovým čerpadlom a reguláciou;

6. zberač podlahového vykurovania.

Tabuľka 16 Popis výhod a nevýhod TČ zem/ voda vrt

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"><li>• Stabilný výkon a vysoký vykurovací faktor aj pri extrémne nízkych vonkajších teplotách.</li><li>• Výrazne nižšia spotreba elektriny ako u vzduchových tepelných čerpadiel.</li><li>• Využitie vrtu pre chladenie domu (pasívne alebo aktívne).</li><li>• Dlhá životnosť tepelného čerpadla aj vrtu.</li><li>• Bezhluchné a bezúdržbové riešenie.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vyššie investičné náklady na realizáciu vrtov.</li><li>• Nutnosť obstarania stavebného povolenia.</li></ul>

Zdroj 17: <https://www.siea.sk/bezplatne-poradenstvo/publikacie-a-prezentacie/ako-vybrat-tepelne-cerpadlo/>

#### 4.3.4. Tepelné čerpadlá typu voda/voda

Najvyšší tepelný potenciál ako primárny zdroj má voda, a teda aj najvyššie sezónne výkonové číslo SPF dosahujú tepelné čerpadlá voda/voda. Tepelné čerpadlo odoberajúce teplo zo spodnej alebo geotermálnej vody. Voda je zo studne čerpaná do výmenníka tepelného čerpadla a po ochladení vrátená späť do zeme. Na zabezpečenie obehu vody sú potrebné minimálne dva vrty (studne). Z jednej studne sa voda čerpá a do druhej vsakovacej sa vypúšťa.

Tabuľka 17 Popis výhod a nevýhod TČ voda/voda

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"><li>• Systémy voda/voda dosahujú najvyšších vykurovacích faktorov zo všetkých typov tepelných čerpadiel.</li><li>• Nižšie investičné náklady v porovnaní s tepelnými čerpadlami s vrtmi.</li><li>• Nižšie nároky na priestor ako systémy s vrtmi.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Využitie je možné iba v lokalitách s dostatkom vody (spodnej, geotermálnej, technologickej).</li><li>• Vyšší náklady na servis z dôvodu nutných kontrol a údržby (čistenie filtrov a výmenníkov).</li><li>• Nižšia životnosť komponentov pre čerpanie spodnej alebo geotermálnej vody (čerpadlá, filtre).</li></ul>

Zdroj 18: <https://www.siea.sk/bezplatne-poradenstvo/publikacie-a-prezentacie/ako-vybrat-tepelne-cerpadlo/>

Vyššie náklady na energiu spotrebovanú čerpadlami vody zo studní v závislosti od hĺbky studní a ich vzdialenosti od tepelného čerpadla. Na dosiahnutie 10 kW výstupného tepelného výkonu čerpadla je potrebná výdatnosť čerpaceho vrtu cca 50 až 100 l vody za minútu. So zväčšujúcou sa hĺbkou výrazne rastie potreba energie na čerpanie. Maximálna odporúčaná hĺbka hladiny podzemnej vody je do 20 m.



Obrázok 6 Princíp zapojenia čerpadla voda/voda

Zdroj 19: <https://www.siea.sk/bezplatne-poradenstvo/publikacie-a-prezentacie/ako-vybrat-tepelne-čerpadlo/>

1. tepelné čerpadlo;
2. odberová studňa s ponorným čerpadlom;
3. vsakovacia studňa;
4. zásobník tepla na vykurovanie;
5. zásobník teplej vody s výmenníkom tepla;
6. rozdeľovač podlahového vykurovania s čerpadlom a reguláciou;
7. zberač podlahového vykurovania.

Pri kvalitných tepelných čerpadlách sa predpokladá životnosť okolo 20 rokov v prípade typu zem/voda a voda/voda a 15 rokov pre typy vzduch/voda.

Na životnosť tepelného čerpadla má zásadný vplyv to, ako často je kompresor zapínaný a či nie je zaťažovaný na maximum neprimerane dlho. Preto je dôležitá kvalitná regulácia a správne nadimenzovanie systému. Najviac namáhanou súčasťou tepelného čerpadla je kompresor. Po jeho výmene môže čerpadlo pracovať ďalej.

Po osobnej konzultácii s odbornými zástupcami dvoch firiem špecializovanými na dodávku a montáž tepelných čerpadiel a fotovoltiky boli odporúčané tepelné čerpadlá voda-voda s výkonom 45- 60 kW. Výška investície je podľa cenového prieskumu od 60 tis do 100 tis. EUR

v závislosti od hĺbky vrtu. Predpokladá sa, že TČ bude denne v prevádzke cca 20 hodín s vykurovacou sezónou cca 200 dní ročne, spotreba el. energie na vykurovanie a ohrev TUV sa bude pohybovať okolo 114,4 MW.

Tabuľka 18 Výpočet investície a energetických úspor po zateplení, vyregulovaní a inštalácii TČ

Opatrenia Konceptie a NUS TŽ	Podiel na úsporách (%)	Potenciálne úspory v MWh	BM/m <sup>2</sup>	Investícia na opatrenie
1.1 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK zateplením obvodového plášťa	11,00 %	34,54	100 €	108 637 €
1.2 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK zateplením strešného plášťa	12,50 %	39,25	80 €	120 000 €
1.3 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK výmenou otvorových konštrukcií	10,00 %	31,40	400 €	115 052 €
1.5 Rekonštrukcia vykurovacieho systému, hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy	5,00 %	15,70	5,50 €	7 755 €
1.7 Modernizácia, rekonštrukcia a rozširovania systémov vykurovania - Inštalácia tepelných čerpadiel (Typ čerpadla Voda/ voda)	20 %	62,80	66,81 €	94 202 €
2.1 Výmena potrubných rozvodov. izolácia tepelnoizolačnými trubicami	22,00%	15,93	1,06 €	1 495 €

Zdroj 20: Vlastné spracovanie dát

Znamená to, že na kúrenie a ohrev TUV bude stačiť 1/4 až 1/3 výkonu pôvodných kondenzačných kotlov, Vzhľadom k momentálnym cenám plynu a elektrickej energie 1/3 by sa nedostavil ekonomický účinok len zníženie energetickej náročnosti a uhlíkovej stopy. Preto je vhodné kombinovať TČ s využitím fotovoltaickej elektrárne.

Tabuľka 19 Vyhodnotenie triedy EHB po zateplení, vyregulovaní rozvodov a inštalácii TČ

TRIEDY ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOV		
Miesto spotreby	Triedy EHB	[kWh/m <sup>2</sup> .a]
Vykurovanie	C	90
Príprava teplej vody	B	40

Zdroj 21: Vlastné spracovanie dát

#### 4.3.5. Fotovoltická elektrárň

Fotovoltická elektrárň je jedna z alternatív náhrady za zdroje fosílnych palív popri veterných, vodných, geotermálnych zdrojov. Solárna technológia je momentálne najrýchlejšie rastúca a je najbežnejšie využívanou obnoviteľnou energiou na svete. Pre DSS sa navrhuje fotovoltickú elektrárň z hľadiska dobrej polohy pre vysokú účinnosť FVE vzhľadom k polohe ako aj umiestneniu v lokalite a dostatku slnečného žiarenia. Ďalší dôvod je celoročná prevádzka DSS kuchyne, aj práčovne čo znamená vysokú potrebu energií v letných mesiacoch. Pri zvažovaní návrhu konkrétnych riešení dodávateľov FVE treba vyjasniť výhody aj nevýhody. Podľa toho bude treba zvážiť svoje možnosti predtým, ako sa rozhodne, či sa vyberie FVE, alebo sa budú hľadať iné alternatívy.

Tabuľka 20 Výhody nevýhody inštalácie FVE

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dlhá životnosť až 25 rokov.</li> <li>• Priaznivá prevádzka voči životnému prostrediu bez skleníkových plynov a žiadnych látok znečisťujúcich ovzdušie.</li> <li>• Nízke energetické náklady - Použitie solárnych panelov znižuje poplatky za energiu.</li> <li>• Nízke náklady na údržbu - Bežná údržba panelov zahŕňa čistenie prachových častíc, Chybné články je možné odpojiť a vymeniť.</li> <li>• Priestorovo nenáročné riešenie na strechách umožňuje využiť bežne nevyužívaný, ale dostupný priestor.</li> <li>• Obnoviteľný zdroj – neustále zásobovanie cez ultrafialové žiarenie.</li> <li>• Možnosť ukladania prebytočnej energie do batérií, predaj energie.</li> <li>• Dotovane použitie fotovoltických článkov.</li> <li>• Zvýšenie hodnoty majetku.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sú potrebné investície, ktoré sa považujú za vysoké.</li> <li>• Závaž na strechy s nižšou nosnosťou môžu spôsobiť zatekanie a deformáciu striech.</li> <li>• Nižšia efektívnosť pri kolísaní energie podľa intenzity slnka.</li> <li>• Vplyv poveternostných podmienok s dopadmi na výpadok prúdu.</li> <li>• Momentálne nízka účinnosť - solárnych panelov je len 15-20 percent teda 80-85 percent energie získanej zo slnka sa stratí.</li> <li>• neexistuje žiadna technológia na recykláciu solárnych panelov po prekročení ich životnosti.</li> <li>• Nepriaznivé dopady na pôdu, rastlinstvo v okolí, v oblastiach, kde sú panely namontované, môžu kontaminovať pitnú vodu.</li> </ul>

- Zvyšovanie kvality aj dostupnosti ako výsledok rozsiahleho výskumu.
- Použitie solárnych panelov na výrobu elektriny prináša nižší potenciál pre elektrické šoky a výpadky prúdu.

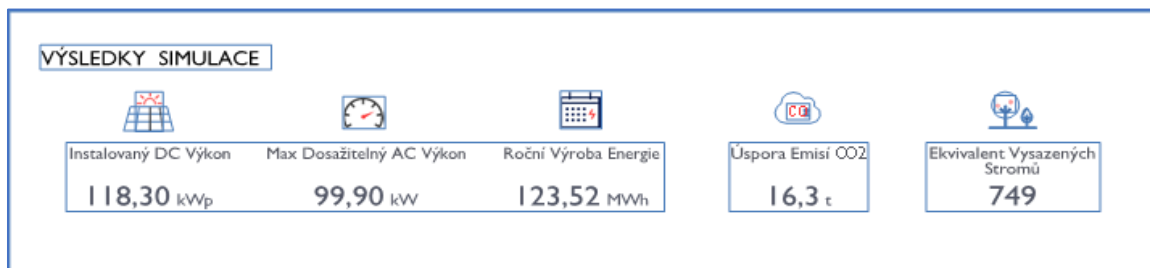
Zdroj 22: vlastné spracovanie z informácií <https://environmentgo.com/sk/v%C3%BDhody-a-nev%C3%BDhody-sol%C3%A1rnych-panelov/>

Na základe dát, ktoré boli k dispozícii, bol spracovaný potenciálnym dodávateľom návrh FVE pomocou aplikácie Solar Edge s vizualizáciou na základe údajov z najbližšej meteorologickej stanice a odhadovaným výkonom ročným výkonom 123 MW.



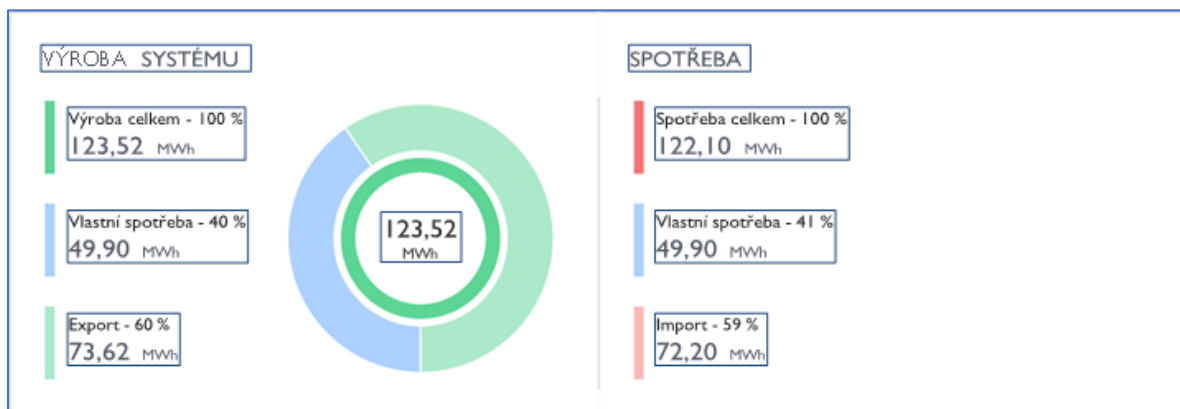
Obrázok 7 Návrh uloženia panelov podľa orientácie Slnka s rozložením FV panelov podľa návrhu optimálneho využitia slnečnej energie

Zdroj 23: Meteorologická stanica Bratislava Bergfex.sk a aplikácia SolarEdge



Obrázok 8 Výsledky overenia výpočtov dát DS Lehnice pre optimalizáciu výkonu FVE s prepočtom dopadu na zníženie uhlíkovej stopy

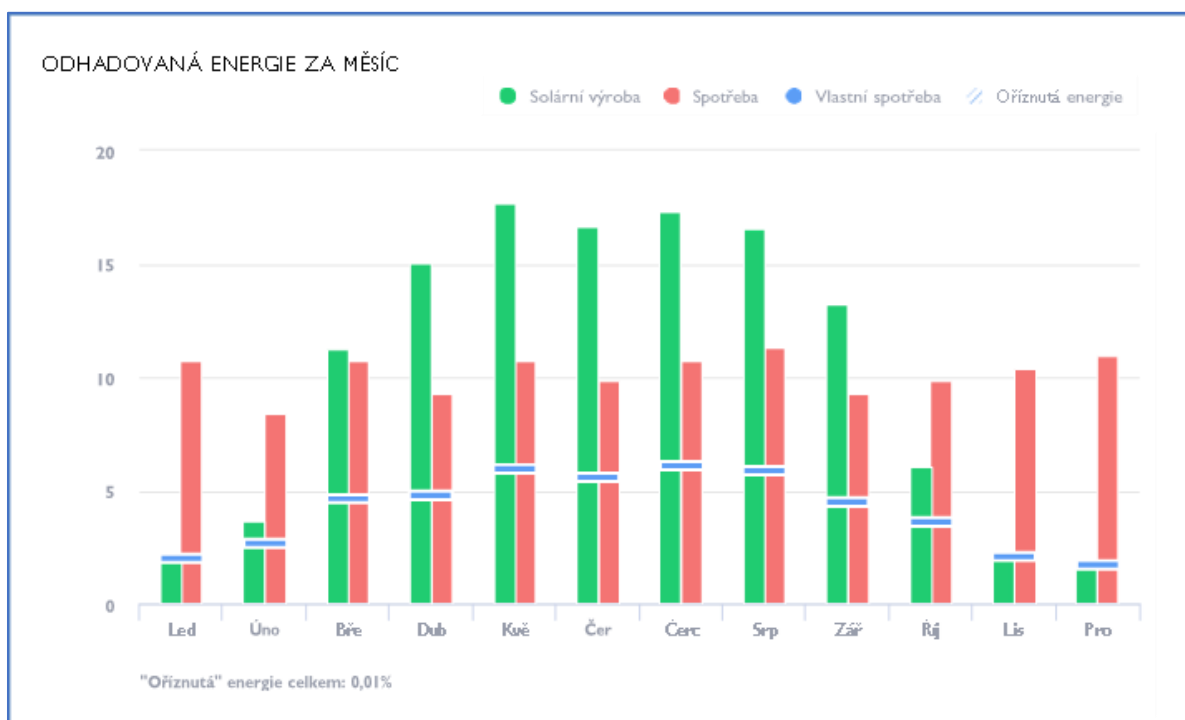
Zdroj 24: Aplikácia Solar Edge



Obrázok 9 Ročná výroba a spotreba podľa overenia výpočtov dát navrhovanej FVE

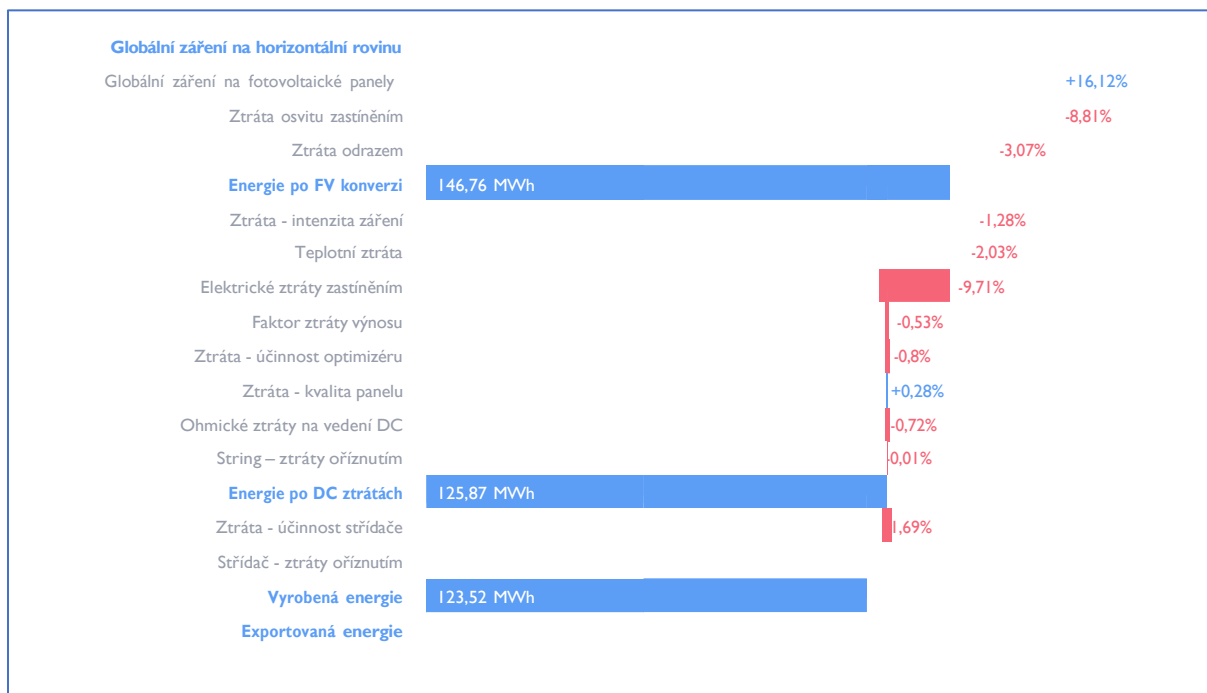
Zdroj 25: Aplikácia Solar Edge

Ročná výroba a spotreba na obr. č.7 udáva overenie výpočtov vyrobenej energie a jeho okamžitú spotrebu v prevádzke DSS. Teda pri ročnej výrobe energie (v letných mesiacoch) 123,52 MWh sa predpokladá spotreba 40 % energie v prevádzke a 60% sa predá do siete a v zimných mesiacoch sa odoberá zo siete 59% a 41% vyrobí FVE. Podľa jednotlivých mesiacov na obr.č. 8 je možné detailnejšie porovnať údaje.



Obrázok 10 Výroba a spotreba energie podľa mesiacov

Zdroj 26 Aplikácia Solar Edge



Obrázok 11 Diagram predpokladaných strát systému

Zdroj 27: Aplikácia Solar Edge

Tabuľka 21 Výpočet investície a energetických úspor po zateplení, vyregulovaní a inštalácii TČ a FVE

Opatrenia Konceptie a NUS TŽ	Podiel na úsporách (%)	Potenciálne úspory v MWh	BM/m <sup>2</sup>	Investícia na opatrenie
1.1 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK zateplením obvodového plášťa	11,00%	34,54	100 €	108 637 €
1.2 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK zateplením strešného plášťa	12,50%	39,25	80 €	120 000 €
1.3 Znižovanie energetickej náročnosti budov TTSK výmenou otvorových konštrukcií	10,00%	31,40	400 €	115 052 €
1.5 Rekonštrukcia vykurovacieho systému, hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy	5,00%	15,70	5,50 €	7 755 €
1.7 Modernizácia, rekonštrukcia a rozširovania systémov vykurovania - Inštalácia tepelných čerpadiel	20%	62,80	66,81 €	94 202 €

1.8 Modernizácia, rekonštrukcia a rozširovania systémov vykurovania - Inštalácia fotovoltaických panelov pre prípravu TÚV a výrobu elektrickej energie pre vlastnú spotrebu	25,00%	78,50	108,79 €	153 394 €
2.1 Výmena potrubných rozvodov, izolácia tepelnoizolačnými trubicami	22,00%	15,93	1,06 €	1 495 €
2.2 Výmena zásobníkov vody s napojením na OZE	24,00%	17,38	4,61 €	6 500 €
<b>CELKOM</b>	<b>83,50%</b>	<b>262,19</b>		<b>607 035 €</b>

Zdroj 28: Vlastné spracovanie dát

Tabuľka 22 Vyhodnotenie triedy energetickej hospodárnosti opatrení po inštalácii FVE

Miesto spotreby	Triedy EHB	[kWh/m <sup>2</sup> .a]
Vykurovanie	A	34
Príprava teplej vody	A	27

Zdroj 29: Vlastné spracovanie dát

#### 4.4. Rekuperácie tepla a vetrania

Rekuperácia tepla a riadené vetranie umožňuje celoročnú ventiláciu celého objektu DSS. Odvádza vydýchaný vzduch, optimalizuje vlhkosť a súčasne privádza čerstvý čistý vzduch. Výrazne zlepšuje kvalitu vnútorného vzduchu a znižuje spotrebu energie. Odporúča sa tam, kde sa vyžaduje pravidelné vetranie. Rekuperácia je systém riadeného vetrania. Vzduch privádzaný do interiéru je vyčistený peľovým filtrom a zohriaty pomocou odvádzaného vzduchu. Obytný priestor je vyvetraný čistým vzduchom bez straty tepla. Prach, peľ a nečistoty zachytávajú filtre rekuperácie, do interiéru prúdi čistý a teplý vzduch.

Súčasná stavba sú takmer vzduchotesne uzatvorené a výmena vzduchu je možná len cez okná, dvere alebo pomocou systému vetrania. Rekuperácia je potrebná pre nízkoenergetické novostavby, ako aj v obydliach, kde treba regulovať vlhkosť. Na realizáciu je potrebný odborný návrh a inštaláciu rekuperácie na mieru. Nevhodná rekuperácia (lacná náhrada), zle navrhnutý alebo veľmi zle namontovaný systém môžu znižovať kvalitu vzduchu a môže prichádzať k vzniku plesní.

#### 4.4.1. Výhody rekuperácie

V rámci prieskumu informácií z webov potenciálnych dodávateľov sa uvádzajú výhody rekuperácie tepla a vetrania:

- Neustále privádza čerstvý a čistý vzduch do domácnosti;
- Znižuje záťaž životného prostredia – využíva odpadové teplo sa znižuje potrebu vykurovania;
- Vytvára zdravšie prostredie – filtruje peľ, sploidy a iné alergény v domácom ovzduší;
- Reguluje vlhkosť – rekuperácia s entalpickým výmenníkom;
- Znižuje koncentráciu CO<sub>2</sub> /aj prípadného radónu/;
- Rekuperácia nie je hlučná;
- Rekuperácia neznižuje kvalitu vzduchu, filtruje peľ a alergény v ovzduší a je vhodná aj pre alergikov;
- Pri rekuperácii nie je potrebné dodatočné vetranie. Rekuperácia plnohodnotne nahrádza vetranie oknami.

#### 4.4.2. Posúdenie energetickej náročnosti rekuperácie

Rekuperácia znamená v podstate spätné získavanie tepla. Je to proces zmiešavania vstupujúceho vzduchu zvonka odvádzaným odpadovým vzduchom z vnútra objektu. Zatiaľ, čo pri obyčajnom vetraní oknami odchádza teplý vzduch bez ďalšieho využitia preč, pri riadenom vetraní s rekuperáciou sa odpadové teplo vzduchu odovzdáva čerstvému prichádzajúcemu vzduchu, čím sa zabraňuje tepelným stratám. Vetranie oknami v objekte DSS zvyčajne predstavuje tretinu celkových tepelných strát. Základom celého systému riadeného vetrania s rekuperáciou je rekuperačná jednotka. Účinnosť, ktorú udávajú dodávatelia dosahuje 80 – 95 % a úsporu energií vo výške 50%, ktorá sa stráca výmenou vydýchaného vzduchu zvnútra a čerstvého vzduchu zvonka. Pri riadenom vetraní sa odohráva zhruba každé dve až štyri hodiny vzduchu, v miestnostiach v ktorých sa vetrá sa stráca zhruba 5 až 20 % tepla. Odhadovaná investícia na nákup a inštaláciu rekuperácie objektu DSS odhadli odborníci potenciálnych dodávateľov na 30 tis. EUR. Prevádzka rekuperácie nie je drahá. Odhadované prevádzkové náklady sú cca 100 €/1 rok (33 € elektrická energia + sada filtrov). Obsluha nie je zložitá, znamená jednoduchú výmenu filtrov.

Rekuperácia nebola súčasťou overenia výpočtov dopadu na zníženie energetickej náročnosti, nakoľko vyjadrenie energetických úspor je zložitejšie pre výpočty. Má však v prevádzke DSS významný prínos, čo sa týka kvality života pre personál aj klientov.

## 5. Rekapitulácia a potenciál úspor

Vypočítaná investícia vo výške 607 035 EUR na realizáciu vybraných opatrení tepelnej ochrany, vyregulovania, inštalácie tepelného čerpadla a fotovoltickej elektrárne sú vyhodnotené komplexne v **Tab. č. 21**. Mali by priniesť úsporu resp. zníženie energetickej náročnosti o 83,5%, čím by sa dosiahli energetické náklady budovy DSS energetickej triedy A. Znížila by sa závislosť od zdroja plynu ako aj od elektrickej energie. V prípade rekuperácie by sa zaistilo ďalšie zníženie energetickej náročnosti využitím tepelných ziskov pri výmene tepla a súčasne použitím filtrov pri cirkulácii sa zlepšuje čistota a vlhkosť vzduchu .