

TECHNICKO-EKONOMICKÉ POROVNANIE MOŽNÝCH SPÔSOBOV VYKUROVANIA A PRÍPRAVY TEPLEJ VODY PRE PROJEKT PRESTUPNÉ BÝVANIE – LUNÍK IX



Ing. Filip Vilga

Ing. Patrik Uhrík

www.innovative-energy.sk

MANAŽÉRSKE ZHRNUTIE

Štúdia poskytuje technicko-ekonomické posúdenie možných spôsobov vykurovania a prípravy teplej vody v rámci projektu Prestupné bývanie – Luník IX.

V štúdii sú detailnejšie rozobraté štyri varianty riešenia:

- Variant 1 – kachľová pec, elektrické vykurovacie káble, elektrický zásobníkový ohrievač teplej vody.
- Variant 2 – individuálne tepelné čerpadlá so zásobníkom na teplú vodu v každej bytovej jednotke.
- Variant 3 – ústredné tepelné čerpadlo pre bytový dom.
- Variant 4 – ústredná kotolňa s kotlami na pelety pre bytový dom.

Stručný technický opis riešení jednotlivých variantov je možné nájsť v kapitole 4.

Na základe ekonomického vyhodnotenia (kapitola 5.1) sa javia byť ako najvhodnejšie riešenia variantu 1 a 2. V rámci projektu sa však uvažuje s podporou vo forme nenávratného finančného príspevku. Vzhľadom k faktu, že podpora bude investičného charakteru, z ekonomického hľadiska vychádza najlepšie variant 2, ktorý v prípade uvažovaného finančného príspevku zaistí pre domácnosti najnižšie náklady na vykurovanie a prípravu teplej vody.

Najnižšie emisie skleníkových plynov by mala produkovať prevádzka variantu 4 (kapitola 5.2), avšak riešenie bude produkovať zvýšené emisie tuhých znečisťujúcich látok (tuhé palivo vo forme drevných peliet).

V kapitole 5.3 sú zhrnuté celkové výhody a nevýhody posudzovaných variantov aj na základe iných aspektov.

Na základe vykonaných vyhodnotení berúc v úvahu očakávanú podporu vo forme nenávratného finančného príspevku odporúčajú autori štúdie k realizácii variant 2 vo forme individuálnych tepelných čerpadiel inštalovaných v každej bytovej jednotke.

Obsah

Manažérske zhrnutie	2
1 Úvod.....	4
2 Účel a vymedzenie úlohy štúdie	5
3 Zadefinovanie vstupných údajov a predpokladov	6
3.1 Navrhnuté riešenie v projektovej dokumentácii	6
3.2 Použité vstupné údaje	6
3.3 Predpoklady použité v štúdií.....	8
4 Popis navrhovaných riešení.....	11
4.1 Variant 1 – kachľové pece a elektrické vykurovacie káble	11
4.2 Variant 2 – individuálne tepelné čerpadlá vzduch/voda.....	12
4.3 Variant 3 – centrálné tepelné čerpadlo pre bytový dom.....	13
4.4 Variant 4 – centrálny kotol na pelety pre bytový dom	15
5 Vyhodnotenie navrhovaných riešení.....	18
5.1 Ekonomické vyhodnotenie variantov	18
5.2 Environmentálne vyhodnotenie variantov.....	20
5.3 Výhody a nevýhody variantov	22
5.4 Ďalšie alternatívy	24
Zoznam obrázkov	27
Zoznam tabuliek.....	27

1 ÚVOD

V košickej mestskej časti Luník IX sa v rámci projektu Prestupné bývanie – Luník IX uvažuje s výstavbou 4 trojpodlažných bytových domov (spolu 48 bytových jednotiek). Z bližšie neanalyzovaných dôvodov sa predĺžila uvažovaná doba realizácie projektu a existujúca projektová dokumentácia je v súčasnej dobe už pomerne zastaralá (dokumentácia vyhotovená v marci 2019). V rámci štúdie bolo preto rozanalyzované pôvodne navrhnuté riešenie systému vykurovania a prípravy teplej vody predmetných bytových domov z projektovej dokumentácie a porovnané s ďalšími potenciálnymi spôsobmi vykurovania a prípravy teplej vody, ktoré môžu v súčasnosti vykazovať lepšie technické, ekonomické alebo iné ukazovatele.

2 ÚČEL A VYMEDZENIE ÚLOHY ŠTÚDIE

Účelom štúdie je orientačné posúdenie uskutočniteľnosti a ekonomickej vhodnosti vybraných spôsobov vykurovania (ďalej aj „ÚK“) a prípravy teplej vody (ďalej aj „TV“) a ich porovnanie s aktualizovaným riešením z projektovej dokumentácie z roku 2019.

Úlohou štúdie nebolo z kapacitných dôvodov posudzovať tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií definovaných projektovou dokumentáciou so súčasnými legislatívnymi požiadavkami. Je možné predpokladať, že vzhľadom k obdobiu vzniku dokumentácie (marec 2019) nebudú výstupy projektovej dokumentácie spĺňať podmienky energetickej hospodárnosti novopostavených budov¹. V prípade, že bude vôľa realizácie obdobného projektu, bude pravdepodobne potrebné pristúpiť k aktualizácii celej projektovej dokumentácie vrátane prepočtu energetickej hospodárnosti budov.

Pre komparatívne účely tejto štúdie boli údaje z poskytnutej projektovej dokumentácie dostačujúce. Prípadná aktualizácia celej projektovej dokumentácie môže vychádzať zo záverov tejto štúdie.

¹ Na základe zákona č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov.

3 ZADefINOVANIE VSTUPNÝCH ÚDAJOV A PREDPOKLADOV

Štúdia vychádza z projektovej dokumentácie z roku 2019. Predmetná projektová dokumentácia bola pre účely štúdie poskytnutá objednávateľom štúdie.

3.1 NAVRHNUTÉ RIEŠENIE V PROJEKTOVEJ DOKUMENTÁCI

V rámci projektovej dokumentácie² z roku 2019 bol navrhnutý spôsob vykurovania vo forme elektrických podlahových fólií a kachľových pecí. Elektrické vykurovacie fólie boli navrhnuté s výkonom 10 W/m a mali pokrývať celú úžitkovú podlahovú plochu bytových jednotiek. V obývacích izbách každého bytu sa plánovalo s inštaláciou kachľovej pece na kusové drevo s výkonom 6 kW. Spoločné priestory bytových domov (chodby a schodiská) boli uvažované ako nevykurované³. Pre kúpeľňové priestory sa uvažovalo okrem vykurovanej podlahy (elektrické fólie) aj s dodatočným rebríkovým elektrickým radiátorom.

Na základe projektovej dokumentácie mali byť hlavným zdrojom vykurovania kachľové pece na drevo. V projektovej dokumentácii nebolo explicitne vyčíslené, v akom pomere sa uvažuje využívané hlavného zdroja tepla (kachľové pece na drevo) a doplnkového zdroja tepla (elektrické vykurovacie fólie).

Príprava TV bola podľa projektovej dokumentácie⁴ navrhnutá vo forme elektrického zásobníkového ohrievača vody (objem 100 litrov).

3.2 POUŽITÉ VSTUPNÉ ÚDAJE

Všetky 4 uvažované bytové domy sú identické a budeme preto uvažovať s analýzou jedného bytového domu.

Vyhodnotenia v rámci štúdie vychádzali z údajov uvedených v poskytnutej projektovej dokumentácii z roku 2019. Konkrétne boli prevzaté nasledujúce údaje:

² Technická správa Vykurovanie, spracovateľ Beeli s.r.o. Dátum: 03/2019.

³ Informáciu konštatujeme na základe výkresovej časti projektovej dokumentácie (Výkresy Pôdorys 1.NP a Pôdorys 2-3.NP, spracovateľ Beeli s.r.o. Dátum: 03/2019). V technickej správe Vykurovanie (Technická správa Vykurovanie, spracovateľ Beeli s.r.o. Dátum: 03/2019) nie je zmienka o spôsobe vykurovania/nevykurovania spoločných priestorov predmetných bytových domov.

⁴ Technická správa Vykurovanie, spracovateľ Beeli s.r.o. Dátum: 03/2019.

- Podlahová plocha objektu,
- Tepelné straty objektu,
- Ročná výpočtová potreba tepla objektu na vykurovanie,
- Ročná výpočtová potreba tepla objektu na TV.

Celková podlahová plocha objektu bola 909,51 m². Údaj bol prevzatý zo Sprievodnej správy projektovej dokumentácie⁵.

Tepelné straty objektu o hodnote 25,2 kW boli prevzaté z Technickej správy Vykurovanie⁶. Výpočet tepelných strát je závislý od tepelno-technických vlastností stavebných konštrukcií a klimatických podmienok oblasti. Vzhľadom k faktu, že účelom štúdie nebolo posudzovanie stavebnej časti projektu, bolo možné s hodnotou tepelných strát budovy uvažovať.

Výpočtové potreby tepla na vykurovanie a prípravu TV predmetnej bytovej budovy boli zadefinované v Technickej správe Vykurovanie v časti 7.0 Energetická náročnosť budovy⁷ (viď obrázok výstrižku z projektovej dokumentácie nižšie).

Obr. 1: Projektovaná ročná potreba tepla na ÚK a prípravu TV podľa spracovateľa projektovej dokumentácie^{8,9}

7.0 Energetická náročnosť budovy

Tepelná energia – výpočtová

- | | | |
|---|---|--------------------------|
| • ročná spotreba tepla ÚK | : | 183,3 GJ/r = 50,9 MWh/r |
| • ročná spotreba tepla na prípravu TPV: | | 404,5 GJ/r = 112,4 MWh/r |
| • Celkom | | 587,8 GJ/r = 163,3 MWh/r |

Spracovateľ projektovej dokumentácie neponúkol podrobnejší náhľad na spôsob výpočtu týchto hodnôt (odkazuje sa len na výpočtové postupy všeobecne platných noriem). Úlohou tejto štúdie nebolo skúmanie poskytnutých dát, avšak pri pohľade na definovanú ročnú potrebu tepla na prípravu TV (112,4 MWh/rok) v projektovej dokumentácii bol evidentný

⁵ Sprievodná správa, spracovateľ Beeli s.r.o. Dátum: 03/2019.

⁶ Technická správa Vykurovanie, spracovateľ Beeli s.r.o. Dátum: 03/2019.

⁷ Technická správa Vykurovanie, spracovateľ Beeli s.r.o. Dátum: 03/2019.

⁸ Technická správa Vykurovanie, spracovateľ Beeli s.r.o. Dátum: 03/2019.

⁹ Spracovateľ projektovej dokumentácie používa termíny „spotreba“, aj keď vzhľadom k výpočtovému charakteru týchto hodnôt ide o projektovanú potrebu tepla.

nesúlada s realitou. Merná potreba tepla na prípravu TV (vzťahnutá na celkovú podlahovú plochu o hodnote 909,51 m²) vychádzajúca z tejto projektovanej potreby tepla je 123,6 kWh/(m².rok). Takáto merná potreba tepla na prípravu TV je niekoľko násobne predimenzovaná, čo sa dá dokázať napríklad aj porovnaním so škálou potrieb energie na prípravu TV z vyhlášky 364/2012 Z. z. Uvažovaná hodnota je vysoko nad najnižšou energetickou triedou G podľa predmetnej vyhlášky, pričom táto trieda spravidla definuje mimoriadne neekonomickú prípravu TV starých objektov a nie, ako v tomto prípade, novostavieb v roku 2019.

Obr. 2: Škála energetických tried pre potrebu energie na prípravu TV^{10, 11}

B. Škála energetických tried pre potrebu energie na prípravu teplej vody v kWh/(m ² . a)								
Miesto spotreby	Kategorie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
	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

Po zvážení týchto nedostatkov bolo autormi tejto štúdie odhadnuté, že spracovateľ projektovanej dokumentácie urobil pri zhrnutí vypočítanej potreby tepla na prípravu TV chybu a zverejnil hodnotu pre všetky 4 bytové domy. Na základe tohto predpokladu sme uvažovanú potrebu tepla na prípravu TV podelili číslom 4 a výslednú hodnotu 30,9 MWh/rok sme používali ako referenčnú potrebu tepla na prípravu TV jedného bytového domu (cca 34 kWh/(m².rok)).

Ročná potreba tepla na ÚK bola prevzatá v podobe stanovenej v projektovanej dokumentácii a síce o hodnote 50,9 MWh/rok (cca 56 kWh/(m².rok)).

3.3 PREDPOKLADY POUŽITÉ V ŠTÚDIU

Autori štúdie prebrali potrebné hodnoty z projektovanej dokumentácie. V rámci štúdie sa neposudzovali tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií bytových domov

¹⁰ Príloha č.3 vyhlášky 364/2012 Z. z.

¹¹ Údaje z tabuľky pojednávajú o potrebe energie na prípravu TV (potreba tepla na prípravu TV + straty tepla pri príprave, distribúcii, akumulácii a pod.).

a nerobil sa prepočet potreby energie na vykurovanie a prípravu TV. Pre potrebu tepla na prípravu TV bola autormi vykonaná mierne úprava (viď kapitola 3.2).

Pre účely ekonomického porovnania boli uvažované cenníkové ceny navrhnutých energetických a pomocných zariadení vychádzajúce z dostupných cenových ponúk, databáz a odborných materiálov. Cena práce spojená s inštaláciou týchto zariadení vychádzala z obdobných dokumentov. Uvažované ceny sú orientačné.

Prevádzkové náklady zariadení týkajúce sa údržby a revízie boli odhadnuté na základe dostupných cenníkov dodávateľov takýchto služieb. Ceny služieb sú len orientačné, keďže sa môžu líšiť v závislosti od lokality a aj od termínu, v ktorom sú takéto služby objednávané.

Prevádzkové náklady zariadení týkajúce sa vstupnej primárnej energie (elektrina alebo palivo) boli odhadnuté na základe aktuálnych cien elektriny a palív zohľadňujúc uvažujúcu referenčnú dobu projektu. Ekonomické výpočty vychádzali z nasledujúcich jednotkových cien energií:

- jednotková cena elektriny pre domácnosti¹² – 180 eur/MWh,
- jednotková cena elektriny pre komerčné subjekty¹³ – 280 eur/MWh,
- jednotková cena palivového dreva¹⁴ – 40 eur/MWh,
- jednotková cena drevených peliet – 70 eur/MWh.

Referenčná doba variantov riešenia bola uvažovaná na 15 rokov. Pre účely komparatívneho porovnania jednotlivých riešení nebolo uvažované so žiadnou diskontnou sadzbou.

Kapitálové a prevádzkové náklady, ako aj zvolené parametre ekonomického výpočtu nemusia reflektovať skutočné náklady.

Environmentálne hodnotenie navrhnutých variantov vykurovania a prípravy TV vychádzalo z jednotkového obsahu emisií skleníkových plynov daného energonosiča. Pre vyhodnotenie množstva emisií skleníkových plynov (v ekvivalente CO₂) súvisiacich so spotrebou elektrickej energie odoberanej z verejnej siete bolo uvažované s jednotkovým obsahom

¹² Súčasná koncová cena elektriny (november 2023) pre domácnosti alebo ostatných zraniteľných odberateľov vychádza na približne 150 eur/MWh (z toho 65 eur/MWh je dotovaná silová zložka elektriny a zvyšok sú prenosové a distribučné poplatky, vrátane DPH). Uvažovaná vyššia koncová cena elektriny (180 eur/MWh) bola určená na základe predpokladu, že plošná pomoc domácnostiam a ostatným zraniteľným odberateľom nebude predĺžovaná počas celého uvažovaného referenčného obdobia projektu (15 rokov).

¹³ Súčasná koncová cena elektriny (november 2023) pre komerčné a verejné subjekty vychádza na približne 280 eur/MWh. S takouto jednotkovou cenou uvažujeme v celej referenčnej dobe projektu.

¹⁴ Jednotková cena palivového dreva v eur/MWh bola vypočítaná z jednotkovej ceny 100 eur/m³ tvrdého palivového dreva (voľný kubický meter) uvažujúc výhrevnosť tvrdého dreva pri optimálnej vlhkosti.

CO₂ na úrovni aktuálnej vnútroštátnej priemernej hodnoty intenzity emisií skleníkových plynov za životný cyklus elektriny v Slovenskej republike (166,87 gCO_{2e}/kWh). Pri palivovom dreve bolo uvažované s nulovou uhlíkovou stopou (predpoklad splnenia kritérií udržateľnosti). Ide o bežne používanú hodnotu v slovenských podmienkach, avšak Priatelia Zeme-CEPA to považujú za výrazne podhodnotené emisie skleníkových plynov spaľovania biomasy, ktoré sú podľa Medzivládneho panelu pre klimatickú zmenu až na úrovni 230 gCO_{2e}/kWh.¹⁵ Negatívny vplyv vznikajúcich tuhých znečisťujúcich látok pri spaľovaní palivového dreva bol v príslušných častiach štúdie opísaný.

¹⁵ IPCC: Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, s.1335. Dostupné na internete: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf>

4 POPIS NAVRHOVANÝCH RIEŠENÍ

4.1 VARIANT 1 – KACHĽOVÉ PECE A ELEKTRICKÉ VYKUROVACIE KÁBLE

Pre variant 1 uvažujeme pôvodné projektové riešenie z roku 2019 (viď kapitola 3.1). Vzhľadom k staršej projektovej dokumentácii boli kapitálové náklady určené nanovo (neboli použité ceny z rozpočtu projektu). Prevádzkové náklady zohľadňovali predpoklady stanovené v kapitole 3.3. Pre využívanie palivového dreva v kachľových peciach bolo predpokladané, že spotreba dreva bude pokrývať 70 % z uvažovanej ročnej potreby tepla na vykurovanie (50,9 MWh/rok)¹⁶. Zvyšok (30 %) bude zabezpečený elektrickým vykurovaním (podlahové elektrické káble).

Uvažované parametre systému vykurovania a prípravy TV:

- Kachľová pec (výkon do 6 kW),
- Elektrické vykurovacie káble s merným elektrickým príkonom 10 W/m,
- Celková dĺžka vykurovacích káblov – 3 830 m na bytový dom,
- Elektrický zásobník TV s objemom 100 l a s príkonom 2 kW.

Tab. 1: Variant 1 - kapitálové náklady pre jeden bytový dom

Kapitálové položky	Odhadované náklady na bytový dom [eur]
Vykurovacie elektrické káble	13 200
Ostatný materiál (termostaty apod.)	5 250
Elektr. radiátory kúpeľňové	3 000
Elektr. zásobníkové ohrievače vody (100 litrov)	4 200
Kachľové pece, vrátane spalínovodu do komínového telesa	9 000
Celková montáž, doprava a presun	14 250
Spolu	48 900

Pre určenie prevádzkových nákladov sme uvažovali s jednotkovými cenami vstupnej elektriny a kusového dreva (kapitola 3.3), pričom sme zohľadňovali predpokladané

¹⁶ Vychádzame z projektovej dokumentácie (Technická správa Vykurovanie, spracovateľ Beeli s.r.o. Dátum: 03/2019), kde sú kachľové pece na drevo definované ako hlavný zdroj tepla na vykurovanie. Presný pomer využívania kachľovej pece na drevo a elektrických vykurovacích káblov nebol v projektovej dokumentácii vyjadrený.

prevádzkové parametre uvažovaných zariadení. Pre elektrinu sme uvažovali s jednotkovými cenami pre domácnosti a zraniteľných odberateľov.

Pre kachľovú pec bola uvažovaná účinnosť premeny na úrovni 75 %¹⁷. Reálna prevádzková účinnosť premeny závisí aj od vlastností kusového dreva (dostatočné vysušenie apod.) ako aj od spôsobu prikladania paliva do pece.

Pre elektrické vykurovacie káble sa neuvažovalo s energetickými stratami pri premene, keďže pre priamovýhrevné elektrické vykurovacie zariadenia sa účinnosti pohybujú na hranici 98 až 99 %.

Energetické straty pri premene boli zanedbané aj pri príprave TV pomocou elektrického zásobníkového ohrevu. Pri príprave TV v elektrických zásobníkových ohrievačoch sme však uvažovali s bežnými pohotovostnými stratami tepla pripravenej TV.

Tab. 2: Variant 1 – prevádzkové náklady pre jeden bytový dom

Prevádzkové položky	Odhadované náklady na bytový dom [eur/rok]
Spotreba elektriny na vykurovanie a TV	9 100
Spotreba palivového dreva na vykurovanie	2 500
Revízne kontroly a údržba	1 400
Spolu	13 000

4.2 VARIANT 2 – INDIVIDUÁLNE TEPELNÉ ČERPADLÁ VZDUCH/VODA

Pre variant 2 uvažujeme inštaláciu individuálnych tepelných čerpadiel (ďalej aj „TČ“) vzduch/voda do jednotlivých bytov, ktoré pokryjú celú uvažovanú spotrebu tepla na vykurovanie. Uvažujeme s veľkoplošným vodným podlahovým vykurovaním v každej miestnosti v rámci interiéru bytovej jednotky. TV bude pripravovaná pomocou TČ vzduch/voda v inštalovanom zásobníku TV. TČ vzduch/voda bude mať inštalovaný aj elektrický prietokový ohrev pre zabezpečenie tepelnej pohody užívateľov v mimoriadne chladné dni. V rámci systému vykurovania neuvažujeme s inštaláciou akumuláčnej nádoby.

Uvažované parametre systému vykurovania a prípravy TV:

- TČ vzduch/voda s výkonom do 6 kW (pri A7/W35) s elektrickým prietokovým ohrevom (9 kW),

¹⁷ Na základe typickej hodnoty energetickej účinnosti výrobcov kachľových pecí.

- Zásobník TV s objemom 100 l.

Tab. 3: Variant 2 - kapitálové náklady pre jeden bytový dom

Kapitálové položky	Odhadované náklady na bytový dom [eur]
Zostava TČ so zásobníkmi TV a príslušenstvom	96 000
Materiál pre podlahové vykurovanie	24 000
Elektr. radiátory kúpeľňové	3 000
Celková montáž, doprava a presun	21 800
Spolu	144 800

Pre určenie prevádzkových nákladov sme uvažovali s jednotkovými cenami vstupnej elektriny (kapitola 3.3), pričom sme zohľadňovali predpokladané prevádzkové parametre uvažovaných TČ.

Pre TČ zabezpečujúce vykurovanie a prípravu TV sme uvažovali so sezónnym výkonovým číslom na úrovni 2,9. Pre zásobníky TV sme uvažovali aj s bežnými pohotovostnými stratami tepla pri akumulácii TV.

Tab. 4: Variant 2 – prevádzkové náklady pre jeden bytový dom

Prevádzkové položky	Odhadované náklady na bytový dom [eur/rok]
Spotreba elektriny na vykurovanie a TV pomocou TČ	5 350
Revízne kontroly a údržba	1 440
Spolu	6 790

4.3 VARIANT 3 – CENTRÁLNE TEPELNÉ ČERPADLO PRE BYTOVÝ DOM

Pre variant 3 uvažujeme s centrálnym riešením vo forme TČ pre celý bytový dom. Riešenie si okrem zaobstarania a inštalácie príslušnej technológie bude vyžadovať aj vyčlenenie priestoru pre inštaláciu. V rámci kapitálových nákladov uvažujeme s výstavbou jednoduchej hospodárskej dostavby. Alternatívou môže byť aj zníženie počtu bytových jednotiek v dome, čím by sa otvoril priestor pre inštaláciu technológie.

Odhadom bol uvažovaný návrh dvoch kusov TČ zapojených do kaskády (2 x 40 kW). Zostava TČ by bola inštalovaná s akumuláčnou nádobou (odhadovo 1000 litrov). Uvažujeme s veľkoplošným vodným podlahovým vykurovaním v každej miestnosti v rámci interiéru každej bytovej jednotky. Rozdeľovače a zberače tepla by boli umiestnené v priestoroch bytových jednotiek, pričom vertikálne rozvody by mohli byť vedené napríklad priestorom, ktorý je vo variante 1 uvažovaný pre komínové teleso. Príprava TV by bola zaistovaná centrálnne v strojovni s TČ, pričom rozvody prívodu a cirkulácie TV by boli vedené v priestore spoločne s vertikálnymi vykurovacími rozvodmi. Pre účely TV sa uvažovalo s inštaláciou 1000 litrového zásobníka na TV do strojovne.

Pre riešenie uvažujeme aj s inštaláciou fotovoltických panelov na strechu objektu (odhadujeme 10 kWp fotovoltickú elektrárň (ďalej aj „FTVE“) pre každý bytový dom). Kapacita FTVE bola určená na základe optimálne využiteľného množstva elektriny vyrobeného na mieste pre účely dodávky TV a čiastočne aj tepla na vykurovanie (hlavne v prechodné obdobie).

Tab. 5: Variant 3 - kapitálové náklady pre jeden bytový dom

Kapitálové položky	Odhadované náklady na bytový dom [eur]
Zostava centrálnych TČ (2x40 kW) so zásobníkom TV, akumuláčnou nádobou a príslušenstvom	58 000
Materiál pre podlahové vykurovanie	24 000
Elektr. radiátory kúpeľňové	3 000
Jednoduchá hospodárska prístavba 5 x 5 m (vrátane projektu)	35 000
FTVE (vrátane montáže a presunu)	12 500
Celková montáž, doprava a presun (okrem montáže FTVE)	20 200
Spolu	152 700

Pre elektrinu odoberanú z verejnej siete uvažujeme s „komerčnou“ jednotkovou cenou elektriny (kapitola 3.3). Pre elektrinu vyrobenú na mieste pomocou FTVE uvažujeme s jednotkovou cenou na úrovni 70 eur/MWh¹⁸. Množstvá elektriny odoberanej zo siete a elektriny vyrobenej na mieste z FTVE boli odhadnuté na základe iných obdobných projektov. Elektrinou vyrobenou z FTVE by bolo možné pokryť približne 15 % z celkovej

¹⁸ Cena vychádza z uvažovanej odhadovanej obstarávacej ceny FTVE, uvažovanej životnosti zariadenia (20 rokov) a využiteľnej ročnej produkcie elektriny z FTVE.

ročnej spotreby elektriny na vykurovanie a približne 50 % z celkovej ročnej spotreby elektriny pre účely prípravy TV (uvažujúc inštalovaný zásobník TV). V štúdiu nebolo uvažované so ziskom za predaj nadbytočnej elektriny do verejnej siete.

Pre centrálnu TČ v strojovni sme uvažovali so sezónnym výkonovým číslom na úrovni 2,9.

Príprava TV je zabezpečovaná pomocou TČ. Pre centrálny zásobník TV a akumuláciu nádobu sme uvažovali s bežnými pohotovostnými stratami tepla.

Pre riešenie vo forme blokovej strojovne s TČ sme okrem bežných revízijských kontrol a údržby vykonávanej tretími stranami uvažovali aj s existenciou zamestnancov. Pre všetky 4 bytové domy uvažujeme so zamestnaním dvoch osôb, ktoré by sa starali o prevádzku 4 strojovní. Cena práce za jedného zamestnanca bola uvažovaná na úrovni 2500 eur/mesiac, čo pri premietnutí na jeden bytový dom udáva ročný prevádzkový náklad vo výške 15 000 eur.

Tab. 6: Variant 3 – prevádzkové náklady na jeden bytový dom

Prevádzkové položky	Odhadované náklady na bytový dom [eur/rok]
Spotreba sieťovej elektriny na vykurovanie a prípravu TV cez centrálnu TČ v strojovni	4 976
Spotreba lokálne vyrobenej elektriny z FTVE na vykurovanie a prípravu TV cez centrálnu TČ v strojovni	653
Revízijské kontroly a údržba	800
Mzdy (2 zamestnanci na 4 bytové domy)	15 000
Spolu	21 429

Na základe textu opísaného vyššie odhadujeme, že prevádzka blokovej strojovne s TČ nebude spadať pod podnikanie v tepelnej energetike podľa zákona 657/2004 Z. z.¹⁹ (nebude potrebné oprávnenie na podnikanie v tepelnej energetike).

4.4 VARIANT 4 – CENTRÁLNY KOTOL NA PELETY PRE BYTOVÝ DOM

Pre variant 4 uvažujeme s centrálnym riešením vo forme peletkových kotlov pre celý bytový dom. Riešenie si okrem zaobstarania a inštalácie príslušnej technológie bude vyžadovať aj

¹⁹ Uvažujeme, že prípad spadá pod výnimku podľa § 1 ods. (3) písmeno c) zákona 657/2004 Z. z.

vyčlenenie priestoru pre inštaláciu. V rámci kapitálových nákladov uvažujeme s výstavbou jednoduchej hospodárskej dostavby - kotolne. Alternatívou môže byť aj zníženie počtu bytových jednotiek v dome, čím by sa otvoril priestor pre inštaláciu technológie. Vzhľadom k tomu, že ide o spaľovací zdroj tepla, je potrebné uvažovať aj s výstavbou komína (komín je možné viesť exteriérom popri bezokennej stene bytového domu).

Odhadom bolo uvažované s inštaláciou troch peletkových kotlov do kaskády v rámci jednej kotolne (3 x 30 kW). Súčasťou inštalácie by bola aj 1000 litrová akumulčná nádoba a ďalšie príslušenstvo, ktoré by zabezpečilo optimálnu teplotu prívodu vykurovacej vody pre vykurovanie. Uvažujeme s veľkoplošným vodným podlahovým vykurovaním v každej miestnosti v rámci interiéru každej bytovej jednotky. Rozdeľovače a zberače tepla by boli umiestnené v priestoroch bytových jednotiek, pričom vertikálne rozvody by mohli byť vedené napríklad priestorom, ktorý je vo variante 1 uvažovaný pre vnútorné komínové telesá. Príprava TV by bola zaisťovaná centrálny v kotolni, pričom rozvody prívodu a cirkulácie TV by boli vedené v priestore spoločne s vertikálnymi vykurovacími rozvodmi. Pre účely TV sa uvažovalo s inštaláciou 1000 litrového zásobníka na TV do kotolne.

Tab. 7: Variant 4 - kapitálové náklady pre jeden bytový dom

Kapitálové položky	Odhadované náklady na bytový dom [eur]
Zostava peletkových kotlov (3x30 kW) so zásobníkom TV, akumulčnou nádobou a príslušenstvom	36 500
Materiál pre podlahové vykurovanie	24 000
Elektr. radiátory kúpeľňové	3 000
Jednoduchá hospodárska prístavba 5 x 5 m (vrátane projektu)	35 000
Celková montáž, doprava a presun (okrem montáže FTVE)	23 200
Spolu	121 700

Pre určenie prevádzkových nákladov sme uvažovali s jednotkovými cenami drevných peliet z kapitoly 3.3, pričom sme zohľadňovali predpokladané prevádzkové parametre uvažovaných kotlov.

Pre peletkové kotly bola uvažovaná účinnosť premeny na úrovni 85 %.

Pre centrálny zásobník TV a akumulčnú nádobu sme uvažovali s bežnými pohotovostnými stratami tepla.

Pre riešenie variantu 4 sme rovnako ako pri variante 3 uvažovali aj s potrebou zamestnancov. Pre všetky 4 bytové domy uvažujeme so zamestnaním dvoch osôb, ktoré by sa starali o prevádzku 4 kotolní. Cena práce za jedného zamestnanca bola uvažovaná na úrovni 2500 eur/mesiac, čo pri premietnutí na jeden bytový dom udáva ročný prevádzkový náklad vo výške 15 000 eur.

Tab. 8: Variant 4 – prevádzkové náklady na jeden bytový dom

Prevádzkové položky	Odhadované náklady na bytový dom [eur/rok]
Spotreba peletiek pre účely ÚK a TV	7 388
Revízne kontroly a údržba	1 200
Mzdy (2 zamestnanci na 4 bytové domy)	15 000
Spolu	23 588

Na základe textu opísaného vyššie odhadujeme, že prevádzka blokových kotolní s peletkovými kotlami nebude spadať pod podnikanie v tepelnej energetike podľa zákona 657/2004 Z. z.²⁰ (nebude potrebné oprávnenie na podnikanie v tepelnej energetike).

²⁰ Uvažujeme, že prípad spada pod výnimku podľa § 1 ods. (3) písmeno c) zákona 657/2004 Z. z.

5 VYHODNOTENIE NAVRHOVANÝCH RIEŠENÍ

5.1 EKONOMICKÉ VYHODNOTENIE VARIANTOV

V nasledujúcej tabuľkách sú vyhodnotené hlavné ekonomické ukazovatele analyzovaných variantov bez akejkoľvek finančnej podpory (Tab. 9) a s uvažovaním 95 % nenávratného finančného príspevku²¹ (ďalej aj „NFP“) (Tab. 10).

Tab. 9: Ekonomické vyhodnotenie variantov bez uvažovania NFP

Varianty	Kapitálové náklady [eur]	Náklady na palivo/elektrinu [eur/rok]	Celk. prevádzkové náklady [eur/rok]	Vyrovnaná cena za teplo bez NFP [eur/MWh]	Priemerné náklady domácnosti ²² na ÚK a TV, vrátane odpisov (bez NFP) [eur/rok]
Variant 1	48 900	11 593	13 000	198,8	1 355
Variant 2	144 800	5 349	6 790	201,0	1 370
Variant 3	152 700	5 628	21 429	386,4	2 634
Variant 4	121 700	7 388	23 588	387,5	2 642

Tab. 10: Ekonomické vyhodnotenie variantov s uvažovaním 5 % spoluúčasti (95 % NFP na kapitálové výdavky)

Varianty	Kapitálové náklady [eur]	Náklady na palivo/elektrinu [eur/rok]	Celk. prevádzkové náklady [eur/rok]	Vyrovnaná cena za teplo bez NFP [eur/MWh]	Priemerné náklady domácnosti ²³ na ÚK a TV, vrátane odpisov (bez NFP) [eur/rok]
Variant 1	2 445	11 593	13 000	160,9	1 097
Variant 2	7 240	5 349	6 790	88,9	606
Variant 3	7 635	5 628	21 429	268	1 828
Variant 4	6 085	7 388	23 588	293	1 999

²¹ Uvažovaná hodnota NFP bola použitá na základe predchádzajúcich podobných výziev (informácia od objednávateľa).

²² Pod pojmom domácnosť sa myslí priemerná bytová jednotka.

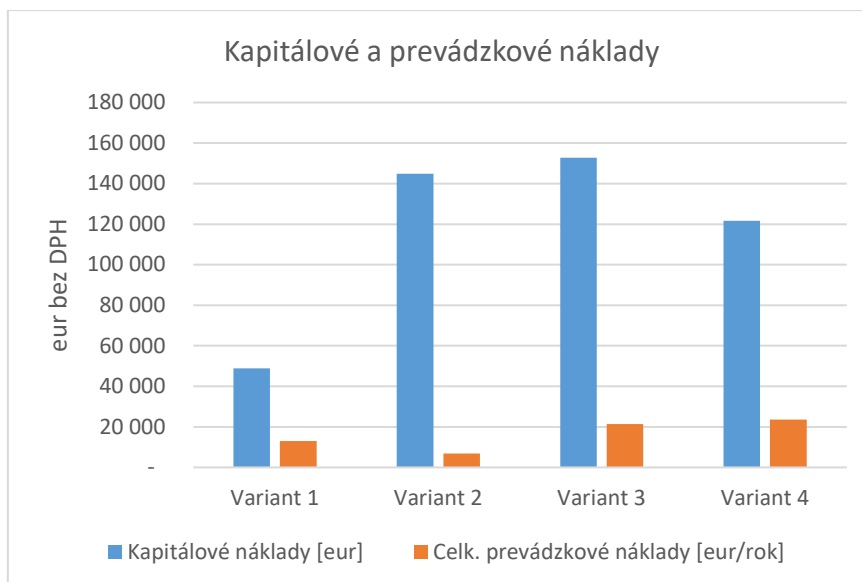
²³ Pod pojmom domácnosť sa myslí priemerná bytová jednotka.

Najlacnejším riešením z hľadiska kapitálových nákladov je variant 1, teda riešenie, ktoré bolo uvažované v pôvodnom projekte z roku 2019. Toto riešenie je síce lacné z hľadiska investičnej náročnosti, ale prevádzkové náklady sú vyššie v porovnaní s variantom 2 a to aj napriek tomu, že pre variant 1 uvažujeme až so 70 %²⁴ pokrytím ročnej spotreby tepla na vykurovanie pomocou kachľových pecí na drevo.

Variant 2 je z prevádzkového hľadiska suverénne najlacnejším riešením.

Varianty 3 a 4 vychádzajú pomerne draho z kapitálového aj prevádzkového hľadiska a to hlavne z dôvodu potreby výstavby hospodárskeho objektu (strojovňa/kotolňa) a nutnosti zamestnať pracovníkov, ktorí budú riadiť prevádzku. Mierne zlepšenie ekonomických ukazovateľov týchto variantov by mohlo byť zaistené znížením zamýšľaných pracovných úväzkov (napr. ak by prevádzku zariadení vykonávali osoby, ktoré by mali aj iné úlohy netýkajúce sa len obsluhy tepelného hospodárstva).

Obr. 3: Porovnanie kapitálových a prevádzkových nákladov jednotlivých variantov pre jeden bytový dom



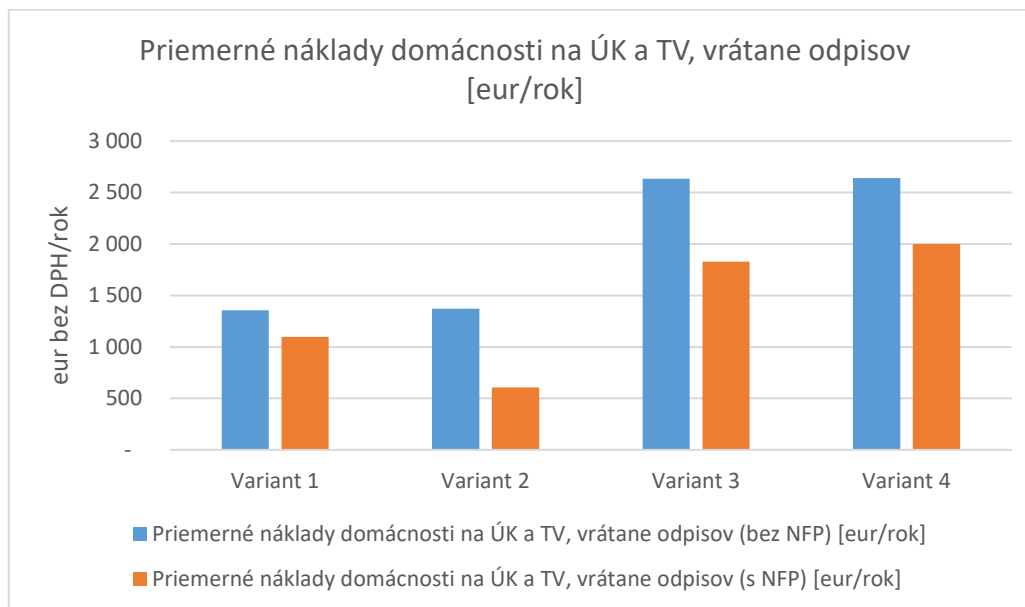
Ak porovnáme varianty z hľadiska hlavného ekonomického ukazovateľa, a síce vyrovnanej ceny za teplo²⁵, tak variant 2 je porovnateľný s variantom 1 aj bez akejkoľvek finančnej

²⁴ Na základe poskytnutej projektovej dokumentácie, v ktorej sú kachľové pece zadané ako hlavný zdroj vykurovania.

²⁵ Vyrovnaná cena za teplo [eur/MWh] v sebe zahŕňa všetky uvažované kapitálové náklady (ročné odpisy) a prevádzkové výdavky (palivo, údržba atď.).

podpory. Navyše je zrejmé, že mestská časť sa bude usilovať o získanie nejakej formy NFP pre realizáciu projektu, čo ešte zlepší ekonomickú výhodnosť variantu 2, keďže jeho ekonomická náročnosť je z veľkej miery založená hlavne na vstupnej investícii.

Obr. 4: Porovnanie celkových nákladov priemernej domácnosti (bytovej jednotky) vrátane odpisov [eur/rok]



Na základe ekonomického posúdenia sa dá konštatovať, že najvhodnejším riešením je variant 2 (individuálne tepelné čerpadlá do každého bytu). Ekonomicky najhoršie vychádzajú riešenia s centrálnymi zdrojmi tepla pre celé bytové domy (variant 3 a 4).

5.2 ENVIRONMENTÁLNE VYHODNOTENIE VARIANTOV

Pre vyhodnotenie emisií skleníkových plynov boli použité nasledovné jednotkové obsahy emisií skleníkových plynov (vyjadrené v ekvivalente CO₂):

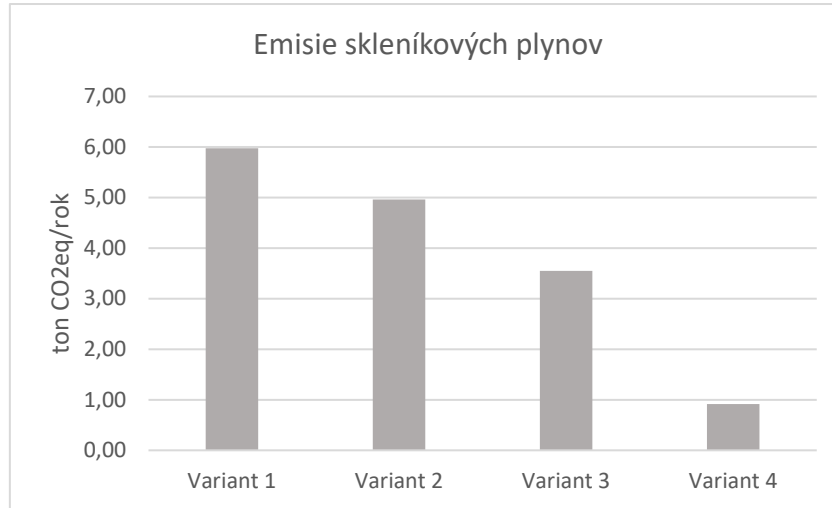
- Drevné pelety a kusové drevo – 0,02 kg_{CO2}/kWh,²⁶

²⁶ Poznámka: Ide o bežne používanú hodnotu v slovenských podmienkach, avšak Priatelia Zeme-CEPA to považujú za výrazne podhodnotenú emisie skleníkových plynov spaľovania biomasy, ktoré sú podľa Medzivládneho panelu pre klimatickú zmenu až desaťnásobne vyššie pre výrobu elektrickej energie 0,230

- Elektrizita z verejnej siete – 0,167 kg_{CO2}/kWh.

Pre elektrinu vyrobenú na mieste z fotovoltaickej elektrárne (variant 3) bolo uvažované s nulovou uhlíkovou stopou.²⁷

Obr. 5: Ročné produkované množstvá emisií skleníkových plynov pre jednotlivé varianty



Pri variante 1 a variante 4 je nutné brať v úvahu aj **zvýšené množstvo tuhých znečisťujúcich látok v ovzduší**, ktoré vznikajú spaľovaním biomasy (kusové drevo vo variante 1, drevné pelety vo variante 4). Problém sa dá očakávať hlavne v prípade variantu 1, v ktorom je navrhnutý ako hlavný zdroj tepla na vykurovanie lokálna kachľová pec pre každú bytovú jednotku. Je možné očakávať spaľovanie aj nevysušeného a nekvalitného dreva, prípadne iných nevhodných surovín z dreva (napr. drevotrieska z nábytku).

Z uvedeného vyhodnotenia environmentálnych aspektov vyplýva, že najvhodnejším riešením je variant 3 (centrálne tepelné čerpadlo pre celý bytový dom v kombinácii

kgCO₂e/kWh. Zdroj: IPCC: Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, s.1335. Dostupné na internete: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf>

²⁷ Poznámka: Ide o bežne používanú hodnotu v slovenských podmienkach, avšak Medzivládny panel pre klimatickú zmenu uvádza emisie pre výrobu elektrickej energie pri strešnej fotovoltike na úrovni 0,041 kgCO₂e/kWh. Zdroj: IPCC: Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, s.1335. Dostupné na internete: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf>

s fotovoltikou) a najhorším je variant 1 (lokálne kachľové pece a elektrické vykurovacie káble).

5.3 VÝHODY A NEVÝHODY VARIANTOV

Kapitoly 5.1 a 5.2 ponúkajú vyhodnotenia ekonomických, resp. environmentálnych ukazovateľov uvažovaných variantov riešenia vykurovania a prípravy TV. Výber vhodnosti variantu však môže byť založený aj na iných aspektoch. Z tohto dôvodu sú v Tab. 11 zhrnuté hlavné výhody a nevýhody jednotlivých variantov.

Tab. 11: Výhody a nevýhody jednotlivých riešení

Variant	Výhody	Nevýhody
Variant 1	<ul style="list-style-type: none"> - Riešenie vyžaduje len základnú odbornosť užívateľov (prikladanie palivového dreva, spúšťanie zónových termostatov pre elektrické vykurovacie káble), - Nízka investičná náročnosť. 	<ul style="list-style-type: none"> - Riziko požiaru (kachľové pece), - Potreba priestoru na uskladnenie palivového dreva²⁸, - Riziko spaľovania mokrého dreva a nevhodných materiálov, - Emisie tuhých znečisťujúcich látok v ovzduší, - Vyššie prevádzkové náklady za elektrinu (elektrické vykurovacie káble).
Variant 2	<ul style="list-style-type: none"> - Nízke prevádzkové náklady, - Potenciál energetického spoločenstva (v prípade inštalácie doplnkového zdroja elektriny vo forme FTVE), - Možnosť chladenia priestorov bytov v letnom období (nutná inštalácia TČ s reverzným chodom). 	<ul style="list-style-type: none"> - Vyššia investičná náročnosť (neplatí v prípade získania finančnej podpory prostredníctvom NFP), - Užívateľ má prístup k zariadeniu (potrebné zaškolenie), - Priestorové nároky v byte (vnútorná jednotka TČ), - Potreba inštalácie vonkajších jednotiek TČ na fasády bytových domov (riziko zvýšeného hluku).
Variant 3	<ul style="list-style-type: none"> - Zdroj tepla mimo dosah užívateľov, - Bezpalivový zdroj tepla. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vysoké investičné náklady, - Potreba prístavby (strojovňa s TČ), - Vyššie prevádzkové náklady (hlavne z dôvodu potreby zamestnancov).
Variant 4	<ul style="list-style-type: none"> - Zdroj tepla mimo dosah užívateľov, - Potenciál komunitného rozvoja (výroba lokálnych peliet v mestskej časti). 	<ul style="list-style-type: none"> - Vyššie investičné náklady, - Potreba prístavby (kotelňa), - Emisie tuhých znečisťujúcich látok v ovzduší, - Vyššie prevádzkové náklady (hlavne z dôvodu potreby zamestnancov).

²⁸ V rámci projektovej dokumentácie z roku 2019 boli kachľové pece zadané ako základný zdroj tepla, ale nebolo odôvodnené, kde bude palivové drevo v priebehu roka uskladňované.

5.4 ĎALŠIE ALTERNATÍVY

Okrem analyzovaných variantov z predchádzajúcich kapitol je pre projekt možné uvažovať aj s ďalšími alternatívami, ktorých aplikácia si vyžaduje splnenie určitých podmienok. Vzhľadom k rozsahu tejto štúdie boli alternatívne varianty zhrnuté len slovné v nasledujúcich riadkoch.

Centralizovaný zdroj tepla pre všetky bytové domy

Ako jedno z možných riešení pripadá výstavba centralizovaného zdroja tepla, ktorý by dodával teplo do všetkých bytových domov.

Na rozdiel od variantu 3 a 4 (ústredný spoločný zdroj tepla pre každý bytový dom) je však pre toto riešenie potrebné zabezpečiť oprávnenie pre podnikanie v tepelnej energetike podľa zákona 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike.

Medzi ďalšie nevýhody riešenia patrí potreba samostatnej stavby, v ktorej by bol umiestnený centralizovaný zdroj tepla, nutnosť výstavby externých rozvodov tepla a odovzdávacích staníc tepla v objektoch (ďalšie kapitálové náklady) a zvýšené prevádzkové náklady za platy zamestnancov.

Individuálne alebo centrálné plynové kotly

Riešenia vo forme individuálnych plynových kotlov (pre každú bytovú jednotku) alebo ústredných plynových kotlov (pre každý bytový dom) neboli v rámci štúdie analyzované a to hlavne z dôvodu, že pre projekt sa uvažuje s finančnou podporou vo forme NFP a riešenie založené na fosílnom zemnom plyne by zrejme nesplnilo stanovené podmienky výzvy.

Výhodou takýchto riešení je ich pomerne nízka investičná náročnosť, avšak je potrebné mať dotiahnutú plynovú prípojku k budove. Kondenzačné plynové kotly sú schopné fungovať v nízkoteplotnom režime, čo je vhodné pre veľkoplošné podlahové vykurovanie. Nevýhodou týchto riešení sú vysoké prevádzkové náklady spojené s nákupom plynu, pričom je viac než pravdepodobné, že cena zemného plynu bude rásť (drahšie emisné povolenky). Keďže sa v rámci projektu uvažuje s podporou vo forme NFP, ktorá sa týka zníženia kapitálových nákladov, riešenie vo forme inštalácie plynových kotlov nie je vhodné ani z ekonomického hľadiska (nízke kapitálové náklady, drahšia prevádzka).

Fotovoltické panely

Samotné fotovoltaické panely nemôžu pokryť celoročnú potrebu energie na vykurovanie a prípravu TV. V určitých prípadoch je s nimi však možné uvažovať ako s doplnkovým zdrojom elektriny.

V rámci variantu 3 (centrálne TČ pre každý bytový dom) bolo uvažované s FTVE, ktorá by pokryla približne 50 % potreby tepla na prípravu TV a cca 15 % by sa podieľala aj na vykurovaní bytov v prechodnom vykurovacom období.

V prípade individuálnych riešení (variant 1 a variant 2) nebolo uvažované s inštaláciou fotovoltaiky, keďže sa bralo v úvahu, že byty budú mať vlastné fakturačné merače elektriny a budú posudzované ako domácnosti. Spravodlivé rozpočítavanie lacnej elektriny z FTVE pre jednotlivé domácnosti by bolo technicky komplikované. Mimo samotné domácnosti by elektrina mohla byť využívaná len pre účely spoločných priestorov (osvetlenie), kde sa však uvažuje s nesúlalom medzi výrobou elektriny z FTVE a spotrebou elektriny.

S rozvojom energetických spoločenstiev je však možné uvažovať aj nad týmto druhom riešení. Posúdenie by si však vyžadovalo hlbšiu analýzu problematiky, čo by bolo nad rámec rozsahu tejto štúdie.

Solárne kolektory

Podobný princíp ako pri fotovoltaických paneloch platí aj pri solárnych kolektoroch umiestnených na strechách bytových domov. Teplo vyrobené v solárnych kolektoroch by mohlo byť použité hlavne na účely prípravy TV, keďže pri vykurovaní sa predpokladá nesúlal výroby a spotreby tepla.

Jediným technickým riešením v prípade bytových domov sa však javí byť centrálny zdroj tepla umiestnený na päte bytového domu, ktorý by zahŕňal zásobník TV, do ktorého by sa akumulovalo teplo vyrobené z fototerických panelov. Riešenie by si však vyžadovalo doplnenie ďalšieho páru vertikálnych rozvodov tepla.

6 ODPORÚČANIE AUTOROV ŠTÚDIE

Na základe vykonaných vyhodnotení berúc v úvahu očakávanú podporu vo forme nenávratného finančného príspevku odporúčajú autori štúdie k realizácii variant 2 (individuálne TČ inštalované v každej bytovej jednotke).

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1: Satelitný pohľad na objekt a výmera parcelnej plochy **Error! Bookmark not defined.**

Obr. 2: Ročný odberný profil kategorizovaný po mesiacoch. **Error! Bookmark not defined.**

Obr. 3: Denné priebehy spotreby elektriny v rámci týždňa - leto **Error! Bookmark not defined.**

Obr. 4: Denné priebehy spotreby elektriny v rámci týždňa – zima **Error! Bookmark not defined.**

Obr. 5: Priebeh priemerného odberu činného výkonu za obdobie 14.- 39. týždeň v roku
..... **Error! Bookmark not defined.**

Obr. 6: 3D model objektu s oslnením plôch strechy **Error! Bookmark not defined.**

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1: Rozdelenie spotreby elektriny počas dňa **Error! Bookmark not defined.**

Tab. 2: Dosahovaný výkon odberného miesta počas roka **Error! Bookmark not defined.**

Tab. 3: Jednotkové ceny energií použité pre ekonomickú analýzu **Error! Bookmark not defined.**

Ilustračná foto na titulnej strane: Ryan Ancill, Unsplash a archív Priateľov Zeme-CEPA.

Občianske združenie Priatelia Zeme-CEPA ďakuje za finančnú podporu od Európskej únie a European Climate Foundation. Za obsah tohto dokumentu zodpovedajú autori. V žiadnom prípade nereprezentujú oficiálne stanovisko donorov.



Projekt RegENERate bol podporený z LIFE programu Európskej únie.

