Mesto Vrbové
Ul. gen. M. R. Štefánika 15/4
922 03 Vrbové

KONCEPCIA ROZVOJA V OBLASTI TEPELNEJ ENERGETIKY

2021

OBSAH

1.1 Identifikácia zadávateľa koncepcie rozvoja tepelnej energetiky 7
1.2 Identifikácia spracovateľa koncepcie rozvoja tepelnej energetiky 7
1.3 Podklady k spracovaniu koncepcie rozvoja tepelnej energetiky 8
1.3.1 Podklady poskytnuté zadávateľom 8
1.4 Legislatívny rámec 8
1.4.1 Zákony a vyhlášky 8
2.1 Analýza územia 9
2.1.1 Správne členenie obce 10
2.1.2 Demografické podmienky 10
2.1.3 Klimatické podmienky 17
2.2 Analýza existujúcich sústav tepelných zariadení 18
2.2.1 CZT - základný prehľad 18
2.2.2 BK – K1b - Hollého 507 19
2.2.3 DK – K1c - nám. Cyrila a Metoda 3/2 20
2.2.4 BK – K2 - SNP 1126 21
2.2.5 BK – K3 - 6. apríla 364 23
2.2.6 BK – K4 - 9. mája 310 24
2.2.7 DK – K5 - nám. Cyrila a Metoda 12/20 25
2.2.8 DK – K6 - Zigmundíkova 26
2.2.9 DK – K7 - Hrabinská 1726/11 27
2.2.10 DK – K8 - M. R. Štefánika 174 28
2.2.11 DK – K11 (Hačkovec) Beňovského 336/1 29
2.2.12 Zariadenia na výrobu tepla pre individuálnu zástavbu 30
2.3 Analýza dostupnosti palív a energií na území obce a ich podiel na zabezpečovaní výroby a dodávky tepla 32
2.4 Energetická bilancia, jej analýza a stanovenie potenciálu úspor 33
2.5 Energetická bilancia výroby a spotreby tepla na ÚK a v teplej vode pre CZT a RD 34
2.6 Hodnotenie možnosti využitia obnoviteľných zdrojov energie 35
2.6.1 Biomasa 37
2.6.2 Geotermálna energia 38
2.6.3 Bioplyn 40
2.6.4 Slnečná energia 41
2.6.5 Tepelné čerpadlá 43
2.6.6 Veterná energia 46
2.6.7 Vodná energia 46
2.6.8 Kombinovaná výroba elektriny a tepla - kogenerácia (KVET) 47
2.6.9 Využívanie OZE a legislatíva v oblasti energetickej efektívnosti budov 49
2.7 Predpokladaný vývoj spotreby tepla na území mesta 50
2.7.1 Stagnačný variant 50
2.7.2 Rozvojový variant 50
3.1 Formulácia alternatív technického riešenia rozvoja sústav tepelných zariadení 51
3.2 Vyhodnotenie opatrení na realizáciu jednotlivých alternatív technického riešenia rozvoja sústav tepelných zariadení 53
3.2.1 Beznákladové opatrenia 55
3.2.2 Nízkonákladové opatrenia 55
3.2.3 Vysokonákladové opatrenia 55

3.2.4 Inštalácia spalinového výmenníka tepla (ekonomizéra) 2-stupňový pre kotolňu: BK – K3 - 6. apríla 364 56
3.2.5 Súhrn navrhovaných opatrení 57
3.3 Ekonomické vyhodnotenie technického riešenia rozvoja sústav tepelných zariadení na území mesta 58
3.3.1 Jednoduchá doba návratnosti investície (doba splácania T_S) 59
3.3.2 Reálna doba návratnosti investície (T_{SD}) 59
3.3.3 Čistá súčasná hodnota úspor (NPV) 59
3.3.4 Vnútorné výnosové percento (IRR) 59
3.4 Environmentálne vyhodnotenie jednotlivých variantov 61
3.5 Porovnanie a kritériá výberu z variantov 62
3.5.1 Metodika a kritériá výberu 62
3.5.2 Zhrnutie variantov 63
4.1 Návrh záväznej časti koncepcie rozvoja tepelnej energetiky v meste Vrbové 66
4.1.1 Odpájanie objektov od systému CZT 66
5.1 Realizácia návrhu opatrení a splácanie úveru 10 rokov 68

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1. Základné identifikačné údaje zadávateľa koncepcie rozvoja tepelnej energetiky 7
Tab. 2. Základné údaje spracovateľa koncepcie rozvoja tepelnej energetiky 7
Tab. 3. Vývoj počtu obyvateľov mesta Vrbové v rokoch 1996 – 2020 11
Tab. 4. Skladba obyvateľstva mesta Vrbové v roku 2016 12
Tab. 5. Domový a bytový fond v meste Vrbové v roku 2019 12
Tab. 6. Absolútny a relatívny prírastok počtu obyvateľov v meste Vrbové v rokoch 1997 až 2019 14
Tab. 7. Celkový počet obyvateľov SR v rokoch 1996 – 2019 s prognózou databázy Eurostat do roku 2030 15
Tab. 8. Prognóza počtu obyvateľov v meste Vrbové do roku 2030 17
Tab. 9. Klimatické údaje mesta Vrbové v roku 2019 17
Tab. 10. Údaje o centrálnych tepelných zdrojoch a pridružených okruhoch prevádzkovaných spoločnosťou Veolia Energia Slovensko a.s. na území mesta Vrbové 18
Tab. 11. Údaje o kotloch v blokovej kotolni – BK - K1b - Hollého 507 19
Tab. 12. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K1c - nám. Cyrila a Metoda 3/2 20
Tab. 13. Údaje o kotloch kotolne BK – K2 - SNP 1126 21
Tab. 14. Údaje o kotloch kotolne BK – K3 - 6. apríla 364 23
Tab. 15. Údaje o kotloch kotolne BK – K4 - 9. mája 310 24
Tab. 16. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K1c - nám. Cyrila a Metoda 3/2 25
Tab. 17. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K6 - Zigmundíkova 26
Tab. 18. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K7 - Hrabinská 1726/11 27
Tab. 19. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K8 - M. R. Štefánika 174 28
Tab. 20. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K11 (Hačkovec) Beňovského 336/1 29
Tab. 21. Počet RD so zatriedením do energetických tried pre ÚK a TV 30
Tab. 22. Spotreba paliva v množstevných jednotkách podľa sektorov 32
Tab. 23. Množstvo spotrebovaného tepla v palive 32
Tab. 24. Rozdelenie dodanej energie v palive podľa jednotlivých sektorov 32
Tab. 25. Základná energetická bilancia tepelného hospodárstva v meste Vrbové 33
Tab. 26. Energetická bilancia spotreby tepla na ÚK a v teplej vode podľa sektorov 34
Tab. 27. Podiel jednotlivých druhov OZE pri výrobe tepla a chladu na celkovom potenciáli obnoviteľnej energie na Slovensku – zdroj: Ing. Matej Veverka, Zásobovanie teplom budov s nulovou potrebou energie, Slovenská inovačná a energetická agentúra 2019 35
Tab. 28. Prínosy navrhovaného opatrenia 56
Tab. 29. Súhrn navrhovaných opatrení - výška investičných nákladov, prínosy a jednoduchá doba návratnosti 57
Tab. 30. Výsledky ekonomického vyhodnotenia 60
Tab. 31. Emisné faktory niektorých základných znečisťujúcich látok a CO_2 (CO_2 z vyhlášky č. 364/2012) 61
Tab. 32. Vyhodnotenie environmentálnych prínosov 61
Tab. 33. Zhrnutie technických a ekonomických parametrov 63

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1. Mapa a letecká snímka mesta Vrbové a blízkeho okolia – zdroj mapy: zbgis.skgeodesy.sk (katastrálny portál), zdroj snímky: google.com/maps 9
Obr. 2. Vývoj počtu obyvateľov v meste Vrbové v rokoch 2006 až 2019 12
Obr. 3. Prírastok / úbytok obyvateľstva mesta Vrbové v rokoch 1997 – 2019 14
Obr. 4. Počet obyvateľov SR podľa databázy Eurostat (vrátane prognózy do roku 2030) a opis priebehu kubickou funkciou s prognózou do roku 2050 15
Obr. 5. Počet obyvateľov v meste Vrbové v rokoch 1996 – 2005 a 2011 – 2019, s prognózou do roku 2030 16
Obr. 6. Spotreba energie v palive a výroba tepla v jednotlivých sektoroch 33
Obr. 7. Spotreba vyrobeného tepla na ÚK a v teplej vode pre CZT a RD 34
Obr. 8. Mapa výskytu geotermálnej energie na Slovensku, zdroj: energie-portal.sk 39

Mesto Vrbové
Gen. M.R. Štefánika 15/4
92203 Vrbové

LEGISLATÍVNY RÁMEC

MINISTERSTVO HOSPODÁRSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Sekcia výrobných a sieťových odvetví

Metodické usmernenie

zo dňa 15. apríla 2005,

č. 952/2005-200

ktorým sa určuje postup pre tvorbu

koncepcie rozvoja obcí v oblasti tepelnej energetiky

Článok 1

Predmet úpravy

Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky vydáva podľa § 29 zákona č.657/2004 Z. z. Metodické usmernenie pre tvorbu koncepcie rozvoja obcí v oblasti tepelnej energetiky, ktorým sa určuje jej minimálna obsahová náplň a rozsah spracovania.

Vypracovaná koncepcia rozvoja obce v tepelnej energetike sa po schválení obecným zastupiteľstvom stáva súčasťou územnoplánovacej dokumentácie obce.

Na základe vyššie uvedeného bola vypracovaná táto **„Koncepcia rozvoja Vrbové v oblasti tepelnej energetiky“** na obdobie 10 rokov.

1 Identifikačné údaje

1.1 Identifikácia zadávateľa koncepcie rozvoja tepelnej energetiky

V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté identifikačné údaje zadávateľa koncepcie rozvoja tepelnej energetiky (ďalej len zadávateľ).

Tab. 1. Základné identifikačné údaje zadávateľa koncepcie rozvoja tepelnej energetiky

Názov spoločnosti	Mesto Vrbové
Právna forma	samospráva
Adresa	Gen. M.R. Štefánika 15/4 92203 Vrbové
IČO	00 313 190
DIČ	202 053 1040
Kontaktná osoba	
Telefónne číslo	
Adresa elektronickej pošty	

1.2 Identifikácia spracovateľa koncepcie rozvoja tepelnej energetiky

V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté identifikačné údaje spracovateľa koncepcie rozvoja tepelnej energetiky (ďalej len spracovateľ).

Tab. 2. Základné údaje spracovateľa koncepcie rozvoja tepelnej energetiky

Názov spoločnosti	Loira s.r.o.
Právna forma	spoločnosť s ručením obmedzeným
Adresa	P.O. Hviezdoslava 2159/2 955 01 Topoľčany
IČO	46344519
DIČ	2023333906
IČ DPH	SK2023333906
Zodpovedný zástupca	Ing. Peter Píšťanský, konateľ
Kontaktná osoba	Ing. Peter Píšťanský, konateľ
Telefónne číslo	+421 948 517 314
Adresa elektronickej pošty	peter.pistansky@loira.sk
Adresa internetového sídla	www.loira.sk

1.3 Podklady k spracovaniu koncepcie rozvoja tepelnej energetiky

1.3.1 Podklady poskytnuté zadávateľom

- Údaje o meste Vrbové, demografické údaje, údaje o štruktúre budov mesta
- Údaje o zdrojoch tepla a energie na území mesta od spoločnosti Veolia Energia Slovensko, a.s.
- Územný plán mesta Vrbové z dňa 28.06.2018

1.4 Legislatívny rámec

V nasledujúcich podkapitolách sú zhrnuté všetky platné dokumenty a klauzuly, ktoré sa týkajú koncepcie rozvoja tepelnej energetiky.

1.4.1 Zákony a vyhlášky

- Zákon č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti
- Zákon č. 300/2012 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov
- Vyhláška č. 179/2015 Z. z. o energetickom audite
- Vyhláška č. 324/2016 Z. z., resp. aktuálne znenie vyhlášky č. 364/2012 Z. Z., ktorou sa vykonáva zákon č. 300/2012 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov
- Zákon č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike

2 Analýza súčasného stavu

2.1 Analýza územia

Územie mesta Vrbové sa nachádza na juhovýchodnom a južnom úpätí Malých Karpát a na pravom brehu rieky Váh, cca 10km na SZ, od kúpeľného mesta Piešťany. Topograficky je to územie s nadmorskou výškou od 169m n. m. na južnom okraji pri toku Holeška, až po 188m n. m. v strede mesta. Svahy v južnej časti sú mierne 3° - 7° s východnou alebo južnou expozíciou, alebo sa jedná o rovinu. V rámci katastrálneho územia najvyššie časti sú na severnej, severozápadnej a západnej časti, kde nadmorská výška dosahuje až 350m n. m. z tohto je možné konštatovať, že krajinný reliéf je v zastavanom území mierne až stredne zvlnený a smerom k hranici Malých Karpát je silne zvlnený až mierne rezaný.

Mesto Vrbové má rozlohu **13,97 km²**. Počet obyvateľov v súčasnosti je **5 862** (údaj z roku 2020). Hustota obyvateľstva: **423 obyvateľov/km²**.

Prvá písomná zmienka vzťahujúca sa na Vrbové je z roku 1113 (villa po/s/cos). Z roku 1262 je písomný záznam o dedine Holeška rozprestierajúcej sa v bývalom vrbovskom chotári. V rokoch 1332-1337 sa Vrbové spomína pod menom Ecclesia Sancti Martini. Na sklonku 14. storočia sa v písomných prameňoch prvýkrát uvádza už ako mestečko (oppidum). Oslobodenie od mýta a tridsiatku (cla) cisárom Žigmundom v roku 1437 podporilo jeho ďalší hospodársky rozvoj – Vrbové sa postupne vyvinulo na remeselnícko-obchodné centrum širšieho okolia.

V roku 1967 Západoslovenský krajský národný výbor v Bratislave priznal Vrbovému štatút mesta. Vtedy bol daný do užívania kultúrny dom a prvý výškový bytový dom. Následne sa sedemdesiatych a osemdesiatych rokoch uskutočnila rozsiahla bytová výstavba, v dôsledku ktorej stúpol počet obyvateľov mesta približne o polovicu.

Mesto je riadené samosprávou, primátorom a mestským zastupiteľstvom zloženým z **11 poslancov**.

Podrobnejšie informácie je možné získať na internetovej lokalite www.vrbove.sk.

Obr. 1. Mapa a letecká snímka mesta Vrbové a blízkeho okolia – zdroj mapy: zbgis.skgeodesy.sk (katastrálny portál), zdroj snímky: google.com/maps

Zemepisné údaje mesta:

Zemepisná šírka: 48,620141

Zemepisná dĺžka: 17,723381

2.1.1 Správne členenie obce

Hlavná urbanistická štruktúra sídla je tvorená vlastným mestom Vrbové.

- Celé územie sídla je rozdelené do viacerých obytných zón :
- BJ-BD. 1,2,3
- BJ-BD. 4, 5, 6
- BJ-RBD.1, 2, 3
- BJ-RDP.1, 2, 3
- BJ-RDV.1
- BJ-RD.1-10
- BJ-RD.8
- BJ-RDS.1-4.
- HUJ-1
- HUJ-2
- BN-RD.1 až BN-RD.11
- BN-BD.1

Bližšia charakteristika obytných zón je uvedená v Územnom pláne mesta Vrbové.

2.1.2 Demografické podmienky

Vývoj a súčasný stav obyvateľstva je výsledkom prirodzeného a migračného pohybu. Vývoj obyvateľstva neprebieha plynulo, vplývajú naň vojny, nedostatok zdrojov obživy, emigrácie, sociálne a hospodárske pomery. Až od roku 1869 boli na Slovensku uskutočňované sčítania ľudu podľa obcí každých 10 rokov. Demografický vývoj dotknutého územia do r. 1990 je podobný ako vo väčšine regiónov Slovenska. Možno ho rozdeliť do troch etáp:

1.etapa: od 1869 do 1921 – obdobie hospodárskej zaostalosti, nízkej životnej úrovne a zlými sociálnymi podmienkami. Hodnota prirodzeného prírastku (úbytku) bola nízka z dôvodu vysokej natality, ale aj vysokej mortality. Hlavnou obživou bolo poľnohospodárstvo, priemysel sa ešte len začal pomaly rozvíjať. 18. stor. a prvá polovica 19. stor. je obdobím vysťahovalectva. Počas emigračnej vlny sa vysťahovalo vyše 500 Vrbovčanov. Dôležitú úlohu vo vývoji obyvateľstva zohrala 1. svetová vojna, kedy vzrástla mortalita z dôvodu hladu a epidémií, vysokej úmrtnosti a nízkej natality.

2. etapa: roky 1921-1950 – ukončenie 1.svetovej vojny a vznik ČSR sprevádzal sprvoti priaznivý vývoj obyvateľstva z dôvodu vysokej sobášnosti, následnej pôrodnosti a protiemigračnými opatreniami USA. V meste sa okrem priemyslu začala sústreďovať aj administratíva a nevýrobné činnosti, čo zvyšovalo sťahovanie obyvateľov z vidieka. No v roku 1930 zasiahla aj Slovensko hospodárska kríza, spomalil sa, až zastavil rozvoj priemyslu. Rástol počet nezamestnaných a tým klesala aj kúpna sila obyvateľstva, čo malo za následok pokles pôrodnosti. Počas 2. svetovej vojny sa na Slovensku prirodzený prírastok neznižoval. Až v posledných rokoch vojny sa prejavil pokles obyvateľstva najmä ako straty na životoch a deportácia Židov. Veľký pokles bol spôsobený povojnovým delením území.

3. etapa: 1950 – 1991 – obdobie socializmu, po každej vojne nastáva výrazný rast populácie. Na prelome 60-70tych rokov klesol prirodzený prírastok obyvateľstva ako demografický následok hospodárskej krízy (graf. č. 5). Osemdesiate roky patria k lepším rokom rastu obyvateľstva v dôsledku výhodných ekonomických podmienok (pracovných, bytových...). Po tejto vlne nastáva pomalý pokles pôrodnosti. Po nástupe komunizmu bola znemožnená emigrácia, obyvateľstvo sa však vysťahováva do Čiech.

Vo vývoji obyvateľstva mesta Vrbové možno rozlíšiť štyri obdobia. V prvom období v roku 1991 nastal výrazný pokles obyvateľstva. V roku 1991 žilo v meste Vrbové 6319 obyvateľov, avšak odčlenením obce Šípkové sa tento stav zmenil na 5 917obyvateľov. Pre druhé obdobie 1992 – 2000 je príznačný rast počtu obyvateľov. Kým v roku 1993 žilo v meste 6 111obyvateľov, do roku 2000 sa tento počet zvýšil na 6 298 obyvateľov. V roku 2001 nastal pokles počtu obyvateľov na 6255. Od nasledujúceho roku 2002 až po rok 2005 možno vo vývoji sledovať opätovný rast počtu obyvateľov mesta (tabuľka č. 10). K 31.12. 2005 žilo v meste Vrbové 6 309 obyvateľov (graf č.6), čo je najvyšší počet za sledované obdobie 1993 – 2011. Od roku 2005 klesá počet obyvateľov. V roku 2010 žilo v obci 6 204 obyvateľov. V porovnaní s rokom 2005 je to strata o 105 obyvateľov t.j. o 1,7%. Tento pokles je spôsobení najmä záporným migračným saldom obyvateľstva.

V nasledujúcej tabuľke je zhrnutý vývoj počtu obyvateľov mesta v rokoch 1996 až 2020.

Tab. 3. Vývoj počtu obyvateľov mesta Vrbové v rokoch 1996 – 2020

Rok	Počet obyvateľov	Rok	Počet obyvateľov	Rok	Počet obyvateľov
1996	6192	2005	6309	2014	6091
1997	6227	2006	6279	2015	6051
1998	6239	2007	6272	2016	5988
1999	6237	2008	6279	2017	5969
2000	6256	2009	6254	2018	5950
2001	6255	2010	6204	2019	5941
2002	6268	2011	6212		
2003	6301	2012	6164	2020	5862
2004	6300	2013	6122		

Tab. 4. Skladba obyvateľstva mesta Vrbové v roku 2016

Ukazovateľ	Hodnota
Trvalo bývajúce obyvateľstvo spolu	5 988 obyvateľov
...z toho muži	2 867
...z toho ženy	3 121
Podiel žien z trvalo bývajúceho obyvateľstva	52,12%

V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté údaje o domovom a bytovom fonde v meste Vrbové v roku 2019.

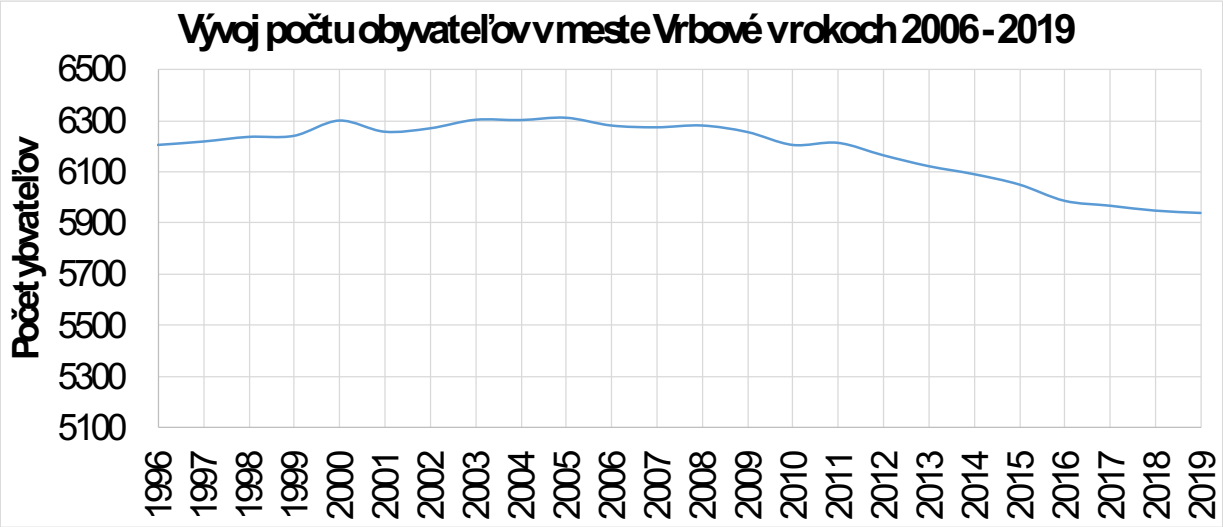
Tab. 5. Domový a bytový fond v meste Vrbové v roku 2019

Domy spolu	1013
Byty spolu	843

2.1.2.1 Prognóza demografického vývoja

Demografický vývoj do roku 2030 sme odvodili metódou extrapolácie. Na nasledujúcom obrázku je zhrnutý vývoj počtu obyvateľov v meste Vrbové v rokoch 2006 až 2019. Zdrojom údajov je DATACUBE.

Obr. 2. Vývoj počtu obyvateľov v meste Vrbové v rokoch 2006 až 2019



Relatívny prírastok obyvateľstva je definovaný vzťahom:

$$R = \frac{1}{S} \cdot \frac{dS}{dt} \approx \frac{1}{S} \cdot \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

kde: **R =** prírastok obyvateľstva [%]

S = počet obyvateľov [obyv.]

dt/Δt = krok v čase (definuje rozlíšenie údajov)

Pre konkrétnu množinu údajov je možné písať vzorec v tvare:

$$R_{i+1} = \frac{1}{S_i} \cdot \frac{S_{i+1} - S_i}{t_{i+1} - t_i}$$

kde: **i =** základný rok (pre úplne prvý údaj je to rok 1996)

i+1 = rok, pre ktorý počítame prírastok oproti základnému roku (pre úplne prvý údaj je to rok 1997)

Priemerný relatívny prírastok obyvateľstva je definovaný vzťahom:

$$R_{RAVG} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} R_{i+1}}{n-1}$$

kde: **n =** počet rokov, z ktorých existujú platné údaje, resp. z ktorých započítavame prírastky. Prvý rok je vždy o jednotku nižší, ako prvý započítaný údaj prírastku.

Absolútny prírastok obyvateľstva v jednom roku je definovaný vzťahom:

$$R_{ABS} = S_{i+1} - S_i$$

Priemerný absolútny prírastok obyvateľstva je definovaný vzťahom:

$$R_{AAVG} = (S_{i+n-1} - S_i) / (n - 1)$$

kde: **n =** počet rokov, z ktorých existujú platné údaje, resp. z ktorých započítavame prírastky. Prvý rok je vždy o jednotku nižší, ako prvý započítaný údaj prírastku.

Priemerný absolútny prírastok obyvateľstva v rokoch 2006 až 2019 predstavuje **- 26 obyvateľov**.

Priemerný absolútny prírastok obyvateľstva v rokoch 1996 až 2019 predstavuje **-11 obyvateľov**.

Priemerný relatívny prírastok obyvateľstva v rokoch 2006 až 2019 predstavuje **- 0,43%**.

Priemerný relatívny prírastok obyvateľstva v rokoch 1996 až 2019 predstavuje **- 0,19%**.

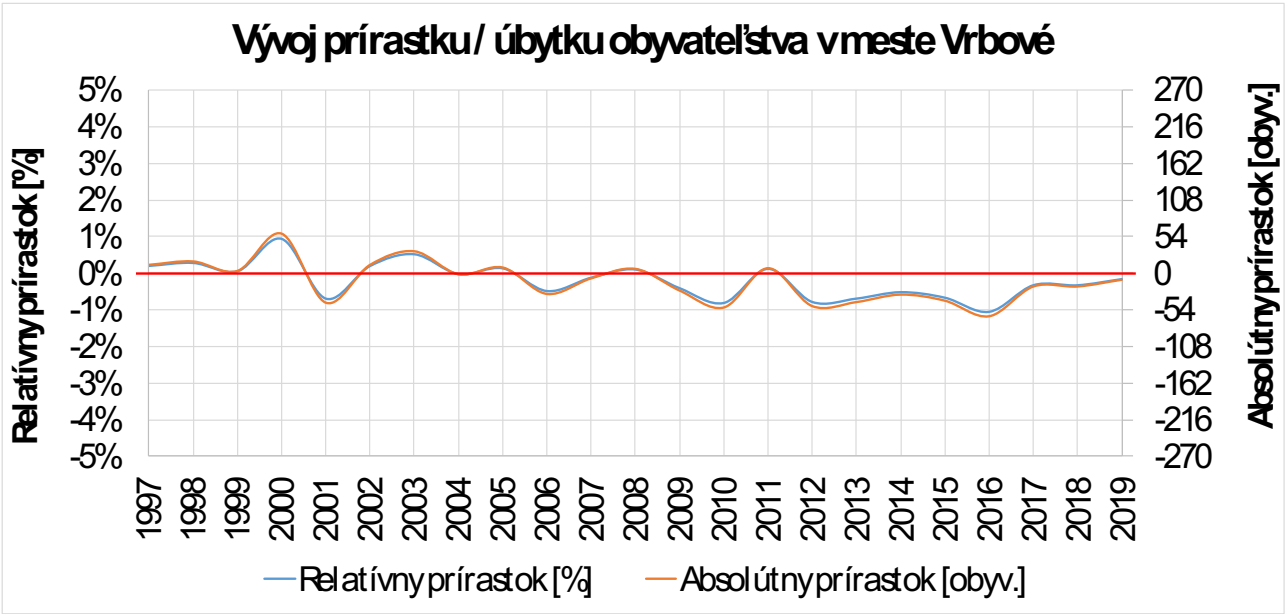
V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté údaje o absolútnom a relatívnom prírastku obyvateľov mesta Vrbové v rokoch 1997 až 2019.

Tab. 6. Absolútny a relatívny prírastok počtu obyvateľov v meste Vrbové v rokoch 1997 až 2019

Rok	Prírastok počtu obyvateľov	
1996	absolútny [obyv.]	relatívny [%]
1997	13	0,21%
1998	18	0,29%
1999	4	0,06%
2000	59	0,95%
2001	-43	-0,68%
2002	13	0,21%
2003	33	0,53%
2004	-1	-0,02%
2005	9	0,14%
2006	-30	-0,48%
2007	-7	-0,11%
2008	7	0,11%
2009	-25	-0,40%
2010	-50	-0,80%
2011	8	0,13%
2012	-48	-0,77%
2013	-42	-0,68%
2014	-31	-0,51%
2015	-40	-0,66%
2016	-63	-1,04%
2017	-19	-0,32%
2018	-19	-0,32%
2019	-9	-0,15%

Na nasledujúcom obrázku je znázornený priebeh prírastku / úbytku obyvateľstva v rokoch 1997 až 2019.

Obr. 3. Prírastok / úbytok obyvateľstva mesta Vrbové v rokoch 1997 – 2019



Vyššie uvedený priebeh nie je možné dôveryhodne modelovať žiadnou jednoduchou matematickou funkciou. Existuje pomerne komplikovaná diferenciálna analýza založená na sledovaní hodnôt 1/x, ale tak podrobné vyhodnotenie výrazne presahuje rámec tejto koncepcie.

V ďalšej analýze sme sa preto namiesto prírastku obyvateľstva zamerali na vývoj absolútnych hodnôt počtu obyvateľov.

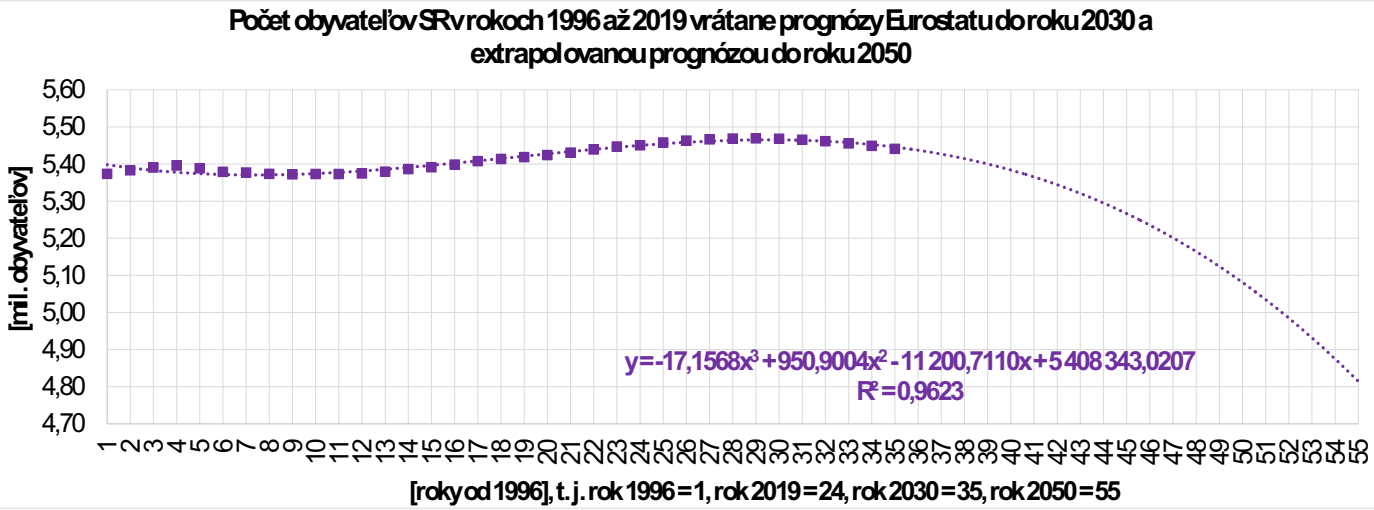
Pri hľadaní najvhodnejšej funkcie, ktorá by opísala závislosť počtu obyvateľov v čase, sme použili údaje z databázy Eurostat, ktorá vyhodnocuje údaje jednotlivých členských krajín EÚ. V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté údaje o celkovom počte obyvateľov SR v rokoch 1996 až 2019, s prognózou Eurostat do roku 2030.

Tab. 7. Celkový počet obyvateľov SR v rokoch 1996 – 2019 s prognózou databázy Eurostat do roku 2030

Rok	Počet obyv.	Rok	Počet obyv.	Rok	Počet obyv.	Rok	Počet obyv.	Rok	Počet obyv.
1996	5 373 361	2003	5 373 374	2010	5 391 428	2017	5 439 232	2024	5 469 009
1997	5 383 291	2004	5 372 280	2011	5 398 384	2018	5 446 771	2025	5 467 891
1998	5 390 516	2005	5 372 807	2012	5 407 579	2019	5 450 421	2026	5 465 274
1999	5 396 020	2006	5 373 054	2013	5 413 393	2020	5 457 679	2027	5 461 183
2000	5 388 720	2007	5 374 622	2014	5 418 649	2021	5 462 809	2028	5 455 679
2001	5 378 867	2008	5 379 233	2015	5 423 801	2022	5 466 436	2029	5 448 840
2002	5 376 912	2009	5 386 406	2016	5 430 798	2023	5 468 515	2030	5 440 730

Priebeh počtu obyvateľov SR v čase je znázornený na nasledujúcom obrázku. Priebeh sme podrobili regresnej analýze, pričom najlepšia kombinácia jednoduchosti funkcie a presnosti opisu krivkou vychádza pre **kubickú závislosť** (polynóm 3. rádu).

Obr. 4. Počet obyvateľov SR podľa databázy Eurostat (vrátane prognózy do roku 2030) a opis priebehu kubickou funkciou s prognózou do roku 2050



Faktor R^2 má v prípade znázornenom vyššie hodnotu až **0,96**, čo je veľmi presný opis skutočných údajov krivkou. Koeficient **D** závislosti $\mathbf{y = A.x^3 + B.x^2 + C.x + D}$ má hodnotu **5 408 343,02 obyvateľa**, čo je **základná prahová hodnota aproximácie, z angl. „bias"**.

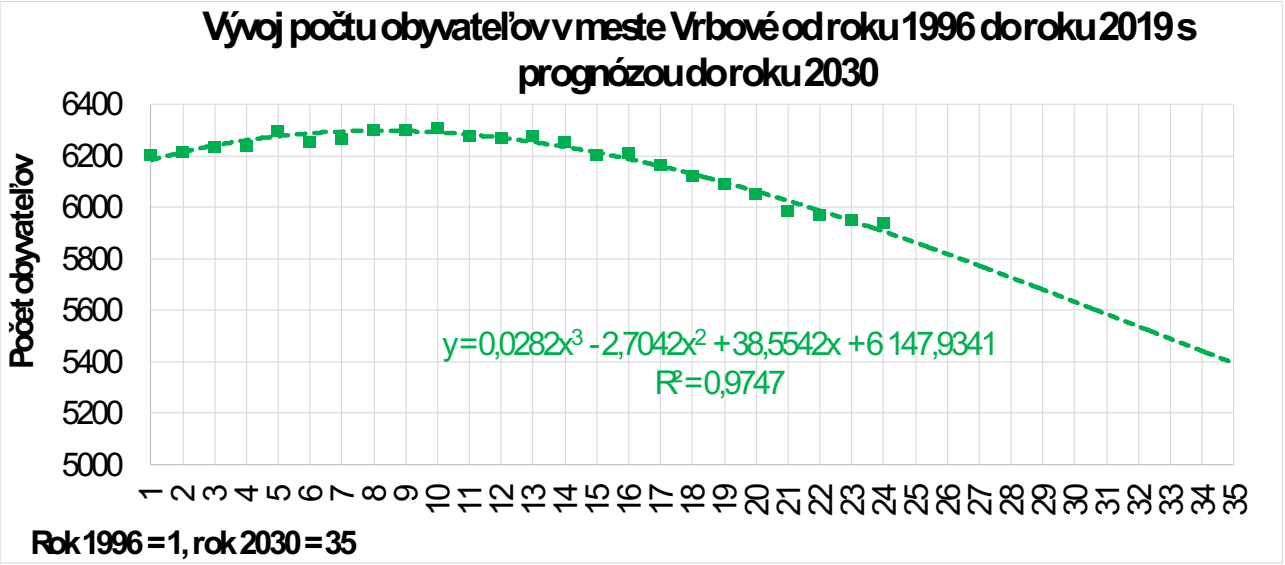
Dlhodobé pozorovania ukázali, že prírastky obyvateľstva sú v skutočnosti blízke kubickej závislosti a prognóza Eurostatu medzi rokmi 2020 až 2030 je vyhotovená rovnakým spôsobom.

V pôvodnej Koncepcii rozvoja mesta v oblasti tepelnej energetiky je spomenutá prognóza poklesu počtu obyvateľov o 700 000 do roku 2051 (údaj z roku 2006). To približne zodpovedá rozdielu na krivke medzi rokmi 2050 a 2006 (pozície 55 a 11) – pokles je cca. 600 000.

V modelovaní prognózy počtu obyvateľov mesta Vrbové sme použili rovnaký model – t. j. aproximáciu pomocou kubickej krivky.

Na nasledujúcom obrázku je znázornený trend počtu obyvateľov v meste Vrbové v rokoch 1996 až 2005 a 2011 až 2019, s prognózou do roku 2030.

Obr. 5. Počet obyvateľov v meste Vrbové v rokoch 1996 – 2005 a 2011 – 2019, s prognózou do roku 2030



Z obrázku vidíme nižšiu presnosť takejto aproximácie, čo zapríčiňujú lokálne odchýlky. Presnosť je však stále na pomerne dobrej úrovni, pričom z viacerých kriviek, ktoré sme testovali, vychádza kubická závislosť s najlepším pomerom presnosť / jednoduchosť.

Druh extrapolácie	Výsledný vzorec	Faktor R^2
Kubická	$y = -0,0282x^3 + 2,7042x^2 + 38,5512x + 6147,9341$	0,9747

Je samozrejme možné použiť aj aproximácie pomocou polynómov vyššieho rádu, ale tieto polynómy sa pri prognózach spravidla správajú odlišne od kubickej krivky (t. j. nesledujú dlhodobý trend správania sa obyvateľstva), pričom výsledná presnosť oproti kubickej krivke v prípade údajov mesta Vrbové už výrazne nestúpa. Zároveň aproximáciu zbytočne komplikuje. **Úlohou aproximácie je nájsť čo najjednoduchší model pri použiteľnej presnosti**.

Lokálne výkyvy pri prognózovaní rastu alebo poklesu navyše nehrajú podstatnú úlohu.

Tiež by bolo možné použiť iné matematické funkcie (iné druhy logaritmov, trigonometriu a podobne), prípadne profesionálne softvérové balíky schopné extrapolácie bez nutnosti aproximácie, ale takéto modelovanie výrazne presahuje rámec tejto koncepcie.

V nasledujúcej tabuľke je zhrnutá prognóza počtu obyvateľov v meste Vrbové do roku 2030.

Tab. 8. Prognóza počtu obyvateľov v meste Vrbové do roku 2030

Rok	Absolútny prírastok	Relatívny prírastok [%]	Počet obyvateľov (kumulatívna hodnota)
2020	-79	-1,33%	5 862
2021	-44	-0,76%	5 818
2022	-45	-0,78%	5 772
2023	-46	-0,80%	5 726
2024	-47	-0,82%	5 679
2025	-47	-0,84%	5 632
2026	-48	-0,85%	5 584
2027	-48	-0,86%	5 536
2028	-48	-0,87%	5 488
2029	-48	-0,87%	5 440
2030	-47	-0,87%	5 393
Priemer	**-50**	**-0,88%**	**5 630**
Spolu	**-548**	**-9,64%**	**-**

2.1.3 Klimatické podmienky

Vrbové leží v pásme, v ktorom nastávajú pravidelné výmeny poveternostných hodnôt. Podľa dlhodobých pozorovaní sa v januári citeľne ochladí. K významnej zmene poveternostných pomerov dochádza v marci a apríli, keď sa dosť rýchlo striedajú teplá s ochladeniami, sprevádzanými dažďovými prehánkami. V druhej polovici apríla však už teploty začínajú stúpať. V polovici mája takmer každoročne preniká na toto územie studený arktický vzduch, ktorý prináša výrazné ochladenie (aj pod 0 °C). Obyčajne v polovici júna na naše územie zasahuje prúdenie chladnejšieho a vlhkého oceánskeho vzduchu, ktoré býva sprevádzané výdatnými zrážkami. Teplotné maximá v oblasti Vrbového pravidelne vrcholia v polovici júla a v auguste. August si ešte zachováva pomerne vysokú priemernú teplotu, ale pre koniec mesiaca sú typické poklesy teplôt. Výrazné a trvalé klesanie teplôt nastáva od konca augusta. K opätovnému otepleniu dochádza v druhej polovici decembra, keď v dôsledku zvýšených teplôt nastáva odmäk a roztápanie snehovej pokrývky. Podľa klimatickej klasifikácie patrí Vrbové a jeho okolie do oblasti teplej (počet letných dní viac ako 50), podoblasti mierne vlhkej (I_z = 0 – 60), okrsku teplý, mierne vlhký, s miernou zimou (priemerná teplota v januári nad – 3°C).

Riešené územie patrí k teplej, mierne vlhkej oblasti s priemernou ročnou teplotou vzduchu od 8 do 11 °C. Priemerný ročný úhrn zrážok predstavuje 600 až 700 mm (dlhodobý priemer z rokov 1989 až 2018 predstavuje 735,6 mm). Prevládajúce smery vetra sú západný a severný.

Podľa STN EN 73 0540-3 Vrbové patrí do teplotnej oblasti 1 s vonkajšou výpočtovou teplotou -10°C, resp. veternej oblasti 2 s rýchlosťou vetra medzi 2,0 a 5,0 m/s. V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté klimatické údaje mesta z roku 2019.

Tab. 9. Klimatické údaje mesta Vrbové v roku 2019

Ukazovateľ	Hodnota
Lokalita	Vrbové
Priemerná vonkajšia teplota t_{es}	5,9 °C
Definovaná teplota pre zahájenie vykurovania	13 °C
Počet dní vykurovacieho obdobia	206
Počet dennostupňov D = d (t_{is} – t_{es})	2 896,5

2.2 Analýza existujúcich sústav tepelných zariadení

2.2.1 CZT - základný prehľad

Výrobu a dodávku tepla na území mesta Vrbové zabezpečuje predovšetkým spoločnosť Veolia Energia Slovensko a.s., ktorá svoje aktivity smeruje predovšetkým na bytový a komunálny sektor, čiastočne aj verejný sektor. V čase spracovania tejto koncepcie spoločnosť prevádzkovala centrálne tepelné zdroje a k nim pridružené okruhy v zmysle nasledujúcej tabuľky.

Tab. 10. Údaje o centrálnych tepelných zdrojoch a pridružených okruhoch prevádzkovaných spoločnosťou Veolia Energia Slovensko a.s. na území mesta Vrbové

Zdroj	**Nainštalovaný výkon [MW]**	**Palivo**	**Dĺžka trasy vonk. rozvodu [km]**	**Typ rozvodu**
BK – K1b - Hollého 507	0,308	zemný plyn	26	štvorrúrový
DK – K1c - nám. Cyrila a Metoda 3/2	0,092	zemný plyn	-	štvorrúrový
BK – K2 - SNP 1126	1,44	zemný plyn	1 105	štvorrúrový
BK – K3 - 6. apríla 364	2,8	zemný plyn	570	štvorrúrový
BK – K4 - 9. mája 310	1,44	zemný plyn	405	Štvorrúrový/ dvojrúrový
DK – K5 - nám. Cyrila a Metoda 12/20	0,0775	zemný plyn	-	Dvojrúrový ÚK
DK – K6 - Zigmundíkova	0,092	zemný plyn	-	štvorrúrový
DK – K7 - Hrabinská 1726/11	0,225	zemný plyn	-	štvorrúrový
DK – K8 - M. R. Štefánika 174	0,0356	zemný plyn	-	štvorrúrový
DK – K11 (Hačkovec) Beňovského 336/1	0,178	zemný plyn	-	štvorrúrový
Spolu	**6,688**	**zemný plyn**	**2 106**	štvorrúrový

2.2.2 BK – K1b - Hollého 507

KKotolňa je tepelný zdroj na zemný plyn. Kotolňa K1b je umiestnená v pivnici bytového domu v samostatných miestnostiach, ktoré sú stavebne oddelené od ostatných pivničných priestorov a má samostatný vchod. V kotolni sú nainštalované 4 kotle s celkovým nainštalovaným tepelným výkonom 308 kW.

Údaje o kotloch v tepelnom zdroji BK – K1b - Hollého 507 sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 11. Údaje o kotloch v blokovej kotolni – BK - K1b - Hollého 507

Údaj	**Kotle K1 – K4**
Počet jednotiek	4
Výrobca	Protherm
Typ kotla	80 KLO-ZP
Rok výroby	1998
Palivo	zemný plyn
Tepelný výkon pri 90/70 °C	4x 77 kW
Technológia kotla	nízkoteplotný
Účinnosť	87%
Vykurovacie médium	teplá voda

Kotolňa zásobuje teplom ÚK a teplou vodou 2 objekty na ulici Hollého .

V kotolni sú nainštalované zásobníky na TV s účelom prípravy teplej vody o objeme 2x300l. Nádoby sú pôvodné, z roku 1998.

Obehové čerpadlá na ÚK sú vybavené frekvenčnými meničmi. Cirkulačné čerpadlo na TV je vybavené frekvenčným meničom.

2.2.2.1 Vonkajšie rozvody tepla prislúchajúce blokovej kotolni BK - K1b - Hollého 507

Vonkajšie rozvody sú štvorrúrové, uložené v podzemných prefabrikovaných neprieleźných kanáloch. Rozvod sa delí na dve vetvy:

- Vetva „A“ – slúži na dodávku ÚK
- Vetva „B“ – slúži na dodávku TV

V miestach odbočiek sú zrealizované servisné šachty. Potrubie ÚK pozostáva z pôvodných hladkých oceľových bezšvových rúr. Potrubie teplej vody pozostáva z oceľových pozinkovaných rúr. Dilatácia potrubia je vyriešená pomocou kompenzátorov tvaru „U“, ako aj prirodzenými kompenzátormi tvarov „L“ a „Z“. Izolácia rozvodov v kanáloch z MV.

2.2.3 DK – K1c - nám. Cyrila a Metoda 3/2

Kotolňa je umiestnená v pivnici bytového domu v samostatných miestnostiach, ktoré sú stavebne oddelené od ostatných pivničných priestorov. V kotolni sú nainštalované 2 kotle s celkovým nainštalovaným tepelným výkonom 92 kW.

Údaje o nainštalovaných kotloch sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 12. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K1c - nám. Cyrila a Metoda 3/2

Údaj	**Kotle K1 a K2**
Počet jednotiek	4
Výrobca	Protherm
Typ kotla	50 KLO-ZP
Rok výroby	1998
Palivo	zemný plyn
Tepelný výkon pri	2x46 kW
Technológia kotla	nízkoteplotný
Účinnosť	87%
Vykurovacie médium	teplá voda

Teplo ÚK a teplá voda sa dodáva objektu na nám. Cyrila a Metoda 3/2. V kotolni je inštalovaný zásobník na TV o objeme 200l. TV je pripravovaná pomocou malého doskového výmenníka značky Racen o výkone 50kW.

Obehové čerpadlá ÚK sú dve. Jedno je vybavené frekvenčnými meničmi a druhé čerpadlo je trojstupňové. Cirkulačné čerpadlo na TV je trojstupňové.

2.2.4 BK – K2 - SNP 1126

Kotolňa je situovaná v samostatne stojacom objekte – prístavok pri vedľa BD. V kotolni sú nainštalované 2 kotle s celkovým nainštalovaným tepelným výkonom 1,44 MW.

Údaje o nainštalovaných kotloch sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 13. Údaje o kotloch kotolne BK – K2 - SNP 1126

Údaj	**Kotle K1 a K2**
Počet jednotiek	2
Výrobca	Viessmann
Typ kotla	Paromat – Simplex PS072
Rok výroby	1998
Palivo	zemný plyn
Tepelný výkon	2x720kW
Technológia kotla	nízkoteplotný
Účinnosť	89%
Vykurovacie médium	teplá voda

Z kotolne sú zásobované objekty - 5 objektov pre sídlisko SNP**.** Kotlový okruh je spojený s primárnymi kotolňovými okruhmi pomocou anuloidu..

TV je pripravovaná cez doskový výmenník AlfaLaval – rok výroby 1998 a tepelný výkon 600kW. Zásobník na TV o objeme 4000l.

Obehové čerpadlá ÚK sú vybavené integrovanými frekvenčnými meničmi. Cirkulačné čerpadlo na TV je trojstupňové.

2.2.4.1 Vonkajšie rozvody tepla prislúchajúce blokovej kotolni BK – K2 - SNP 1126

Vonkajšie rozvody sú štvrorrúrové, uložené v podzemných prefabrikovaných neprielezných kanáloch.

V miestach odbočiek sú zrealizované servisné šachty. Potrubie ÚK pozostáva z pôvodných hladkých oceľových bezšvových rúr. Potrubie teplej vody pozostáva z oceľových pozinkovaných rúr. Dilatácia potrubia je vyriešená pomocou kompenzátorov tvaru „U“, ako aj prirodzenými kompenzátormi tvarov „L“ a „Z“. Izolácia rozvodov v kanáloch z MV.

2.2.5 BK – K3 - 6. apríla 364

Kotolňa je situovaná v samostatne stojacom objekte. V kotolni sú nainštalované 2 kotle s celkovým nainštalovaným tepelným výkonom 2,8 MW.

Údaje o nainštalovaných kotloch sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 14. Údaje o kotloch kotolne BK – K3 - 6. apríla 364

Údaj	Kotol K1
Počet jednotiek	1
Výrobca	Viessmann
Typ kotla	Paromat – Simplex PS140
Rok výroby	1997
Palivo	zemný plyn
Tepelný výkon	2x1,4 MW
Technológia kotla	nízkoteplotný
Účinnosť	89%
Vykurovacie médium	teplá voda

Z kotolne sú zásobované objekty - 7 objektov pre sídlisko 6. apríla**.** Kotlový okruh je spojený s primárnymi kotolňovými okruhmi pomocou anuloidu.

TV je pripravovaná cez doskový výmenník AlfaLaval – rok výroby 1998 a tepelný výkon 800kW. Zásobník na TV o objeme 1600l.

Obehové čerpadlá ÚK majú spoločný externý frekvenčný menič, ktorý je umiestnený v skrini spoločne s riadiacim systémom, výkon čerpadiel je riadený pomocou riadiaceho systému Siemens PRU 10.64. Cirkulačné čerpadlá TV sú vybavené frekvenčnými meničmi.

2.2.5.1 Vonkajšie rozvody tepla prislúchajúce blokovej kotolni BK – K3 - 6. apríla 364

Vonkajšie rozvody sú štvrorrúrové, uložené v podzemných prefabrikovaných neprieleźných kanáloch.

V miestach odbočiek sú zrealizované servisné šachty. Potrubie ÚK pozostáva z pôvodných hladkých oceľových bezšvových rúr. Potrubie teplej vody pozostáva z oceľových pozinkovaných rúr. Dilatácia potrubia je vyriešená pomocou kompenzátorov tvaru „U“, ako aj prirodzenými kompenzátormi tvarov „L“ a „Z“. Vek rozvodov je totožný s časom výstavby sídliskia. Izolácia rozvodov v kanáloch z MV.

2.2.6 BK – K4 - 9. mája 310

Kotolňa je situovaná v samostatne stojacom objekte. V kotolni sú nainštalované 2 kotle s celkovým nainštalovaným tepelným výkonom 1,44 MW.

Údaje o nainštalovaných kotloch sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 15. Údaje o kotloch kotolne BK – K4 - 9. mája 310

Údaj	Kotol K1	Kotol K2
Počet jednotiek	1	1
Výrobca	Viessmann	Viessmann
Typ kotla	Paromat – Simplex PS072	Paromat – Simplex PS072
Rok výroby	1997	1998
Palivo	zemný plyn	zemný plyn
Tepelný výkon	0,72 MW	0,72 MW
Technológia kotla	nízkoteplotný	nízkoteplotný
Účinnosť	89%	89%
Vykurovacie médium	teplá voda	teplá voda

Z kotolne sú zásobované objekty - 6 objektov pre sídlisko 9. mája**.** Kotlový okruh je spojený s primárnymi kotolňovými okruhmi pomocou anuloidu.

TV je pripravovaná cez doskový výmenník AlfaLaval – rok výroby 1998 a tepelný výkon 600kW. Zásobník na TV o objeme 6300l.

Obehové čerpadlá ÚK majú spoločný externý frekvenčný menič, ktorý je umiestnený v skrini spoločne s riadiacim systémom, výkon čerpadiel je riadený pomocou riadiaceho systému Siemens PRU 10.64. Cirkulačné čerpadlá TV sú vybavené frekvenčnými meničmi.

2.2.6.1 Vonkajšie rozvody tepla prislúchajúce blokovej kotolni BK – K4 - 9. Mája 310

Kotolňa K4 má kombináciu 2 a 4 rúrových rozvodov, 2-rúrový rozvod vedie od kotolne k materskej škole a k bytom (adresa 9. mája 317/5). Časť 4 rúrového rozvodu od objektu 9. mája 318/3 po 9. mája 317/5 bola vymenená v roku 1999.

V miestach odbočiek sú zrealizované servisné šachty. Potrubie ÚK pozostáva z pôvodných hladkých oceľových bezšvových rúr. Potrubie teplej vody pozostáva z oceľových pozinkovaných rúr. Dilatácia potrubia je vyriešená pomocou kompenzátorov tvaru „U“, ako aj prirodzenými kompenzátormi tvarov „L“ a „Z“. Izolácia rozvodov v kanáloch z MV.

2.2.7 DK – K5 - nám. Cyrila a Metoda 12/20

Kotolňa je situovaná v suteréne objektu. V kotolni sú nainštalované 2 kotle s celkovým nainštalovaným tepelným výkonom 77,5 kW.

Údaje o nainštalovaných kotloch sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 16. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K1c - nám. Cyrila a Metoda 3/2

Údaj	Kotol K1	Kotol K2
Počet jednotiek	1	1
Výrobca	Protherm	Protherm
Typ kotla	50 KLO-ZP	30 KLO-ZP
Rok výroby	2006	2006
Palivo	zemný plyn	zemný plyn
Tepelný výkon	46 kW	28,5kW
Technológia kotla	nízkoteplotný	nízkoteplotný
Účinnosť	87%	87%
Vykurovacie médium	teplá voda	teplá voda

Teplo ÚK sa dodáva objektu, kde sú kotle inštalované.

Obehové čerpadlá ÚK sú dve. Jedno je vybavené frekvenčnými meničmi a druhé čerpadlo je trojstupňové.

2.2.8 DK – K6 - Zigmundíkova

Kotolňa je situovaná v suteréne objektu. V kotolni sú nainštalované 2 kotle s celkovým nainštalovaným tepelným výkonom 92 kW.

Údaje o nainštalovaných kotloch sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 17. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K6 - Zigmundíkova

Údaj	**Kotle K1 a K2**
Počet jednotiek	2
Výrobca	Protherm
Typ kotla	50 KLO-ZP
Rok výroby	2001
Palivo	zemný plyn
Tepelný výkon	46 kW
Technológia kotla	nízkoteplotný
Účinnosť	89%
Vykurovacie médium	teplá voda

Teplo ÚK a teplá voda sa dodáva objektu, kde sú kotle inštalované. V kotolni sú inštalované bivalentné zásobníky na TV o objeme 2x200l.

Obehové čerpadlá ÚK sú dve. Jedno je vybavené frekvenčnými meničmi a druhé čerpadlo je trojstupňové. Cirkulačné čerpadlo na TV je trojstupňové.

2.2.9 DK – K7 - Hrabinská 1726/11

Kotolňa je situovaná v prízemí objektu. V kotolni sú nainštalované 3 kotle s celkovým nainštalovaným tepelným výkonom 225 kW.

Údaje o nainštalovaných kotloch sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 18. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K7 - Hrabinská 1726/11

Údaj	**Kotle K1 až K3**
Počet jednotiek	3
Výrobca	Protherm
Typ kotla	80 KLO-ZP
Rok výroby	2002
Palivo	zemný plyn
Tepelný výkon	75 kW
Technológia kotla	nízkoteplotný
Účinnosť	88%
Vykurovacie médium	teplá voda

Teplo ÚK a teplá voda sa dodáva objektu, kde sú kotle inštalované. Kotlový okruh je od vykurovacieho okruhu oddelený anuloidom.

TV je pripravovaná cez doskový výmenník AlfaLaval. Zásobníky na TV o objeme 2x300l.

Obehové čerpadlá ÚK sú vybavené integrovanými frekvenčnými meničmi. Cirkulačné čerpadlo na TV je trojstupňové. Nabíjacie čerpadlo má integrovaný frekvenčný menič.

2.2.10 DK – K8 - M. R. Štefánika 174

Kotolňa je situovaná v prízemí objektu. V kotolni sú nainštalované 2 kotle s celkovým nainštalovaným tepelným výkonom 35,6 kW.

Údaje o nainštalovaných kotloch sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 19. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K8 - M. R. Štefánika 174

Údaj	**Kotol K1**	**Kotol K2**
Počet jednotiek	1	1
Výrobca	Protherm	Protherm
Typ kotla	15 KLO-ZP	24 KTV-ZP
Rok výroby	1998	1998
Palivo	zemný plyn	zemný plyn
Tepelný výkon	12,6 kW	23 kW
Technológia kotla	nízkoteplotný	nízkoteplotný
Účinnosť	87%	87%
Vykurovacie médium	teplá voda	teplá voda

Teplo ÚK a teplá voda sa dodáva objektu, kde sú kotle inštalované. TV je pripravovaná v bivalentnom zásobníku Elíz o objeme 120l. Obehové čerpadlo ÚK je trojstupňové. Cirkulačné čerpadlo na TV je trojstupňové.

2.2.11 DK – K11 (Hačkovec) Beňovského 336/1

Kotolňa je situovaná v prízemí objektu. V kotolni sú nainštalované 4 kotle s celkovým nainštalovaným tepelným výkonom 35,6 kW.

Údaje o nainštalovaných kotloch sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 20. Údaje o kotloch v blokovej kotolni DK – K11 (Hačkovec) Beňovského 336/1

Údaj	**Kotol K1**	**Kotol K2**	**Kotol K3**	**Kotol K4**
Počet jednotiek	1	1	1	1
Výrobca	Protherm	Protherm	Protherm	Protherm
Typ kotla	50 KLO-ZP	50 KLO-ZP	50 KLO-ZP	50 KLO-ZP
Rok výroby	1996	2007	2007	2006
Palivo	zemný plyn	zemný plyn	zemný plyn	zemný plyn
Tepelný výkon	44,5 kW	44,5 kW	44,5 kW	44,5 kW
Technológia kotla	nízkoteplotný	nízkoteplotný	nízkoteplotný	nízkoteplotný
Účinnosť	88%	88%	88%	88%
Vykurovacie médium	teplá voda	teplá voda	teplá voda	teplá voda

Teplo ÚK sa dodáva objektu, kde sú kotle inštalované. Obehové čerpadlo ÚK je trojstupňové.

2.2.12 Zariadenia na výrobu tepla pre individuálnu zástavbu

Individuálna zástavba je situovaná prevažne v okrajových častiach mesta. Vo Vrbovom sa nachádza 1013 rodinných domov. Teplo na vykurovanie a prípravu TÚV je zabezpečované vlastnými kotlami spaľujúcimi zemný plyn, zdrojmi na drevo alebo elektrickými zdrojmi.

Tab. 21. Počet RD so zatriedením do energetických tried pre ÚK a TV

Kategória budovy - ÚK	Potreba energie ÚK [kWh/m2.a]	Počet RD [ks]	Ročná potreba energie ÚK [MWh]
A	40	71	343,2
B	65	294	2310,5
C	108	334	4368,5
D	151	203	3701,7
E	194	91	2140,1
F	237	20	581,0
Celkom	**-**	**1013**	**13 445,0**

Kategória budovy - TV	Potreba energie TV [kWh/m2.a]	Počet RD [ks]	Ročná potreba energie TV [MWh]
A	10	355	429,0
B	18,5	507	1133,8
C	30,5	71	261,7
D	42,5	51	260,5
E	54,5	30	200,4
Celkom	**-**	**1013**	**2 285,4**

Celkom	**-**	**1013**	**15 730,4**

Priemerné m^2 pre jeden RD bol stanovený na 121 m^2.

V ďalších kapitolách sme uvažovali so spotrebou v individuálnom sektore na úrovni **15 730,4 MWh**.

Rozdelenie RD do jednotlivých kategórií sme určili odborným odhadom.

Mesto Vrbové
Gen. M.R. Štefánika 15/4
92203 Vrbové

2.3 Analýza dostupnosti palív a energií na území obce a ich podiel na zabezpečovaní výroby a dodávky tepla

V roku 2018 bol hlavným palivom na výrobu a dodávku tepla v meste Vrbové zemný plyn. V nasledujúcich tabuľkách sú rozdelené spotreby tepla v palive a v MWh pre individuálnu zástavbu a bytové domy CZT. Rozdelenie spotreby na drevo a zemný plyn sme pri individuálnej bytovej zástavbe určili odborným odhadom.

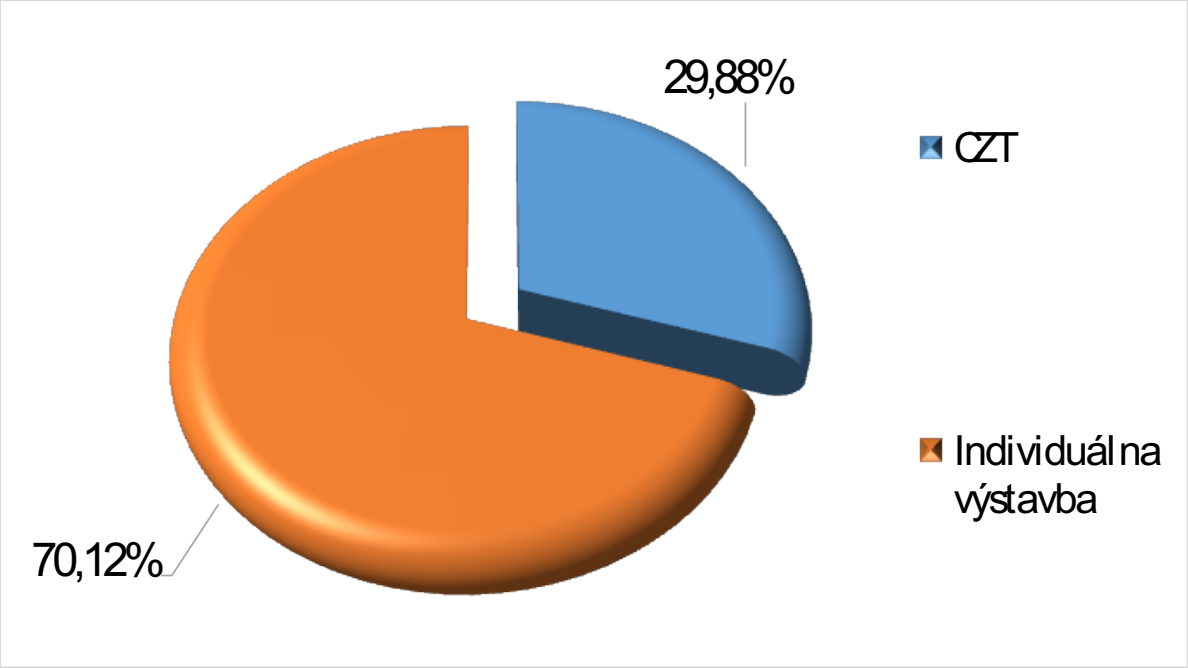
Tab. 22. Spotreba paliva v množstevných jednotkách podľa sektorov

Zdroj	Zem. plyn [tis. m³]	Elektrina [MWh]	Drevo [t]
CZT	699,1		
Individuálna výstavba	1 312,2	280,95	898,16
Spolu	**2 011,31**	**280,95**	**898,16**

Tab. 23. Množstvo spotrebovaného tepla v palive

Zdroj	Zem. plyn [MWh]	Elektrina [MWh]	Drevo [t]
CZT	6 704,2		
Individuálna výstavba	12 584,3	280,95	2 865,1
Spolu	**19 288,5**	**280,95**	**2 865,1**

Tab. 24. Rozdelenie dodanej energie v palive podľa jednotlivých sektorov



Z grafu vyššie vyplýva, že najvyšší podiel spotreby má individuálna bytová zástavba, t. j. rodinné domy. Pre tieto (existujúce) stavby nie je možné definovať záväznú koncepciu rozvoja, nakoľko znižovanie spotreby energie na strane výroby aj spotreby závisí od finančných možností vlastníkov rodinných domov. V časti, kde sa venujeme odporúčaniam, popisujeme možné opatrenia, ktoré budú mať za následok zníženie spotreby energie v sektore CZT.

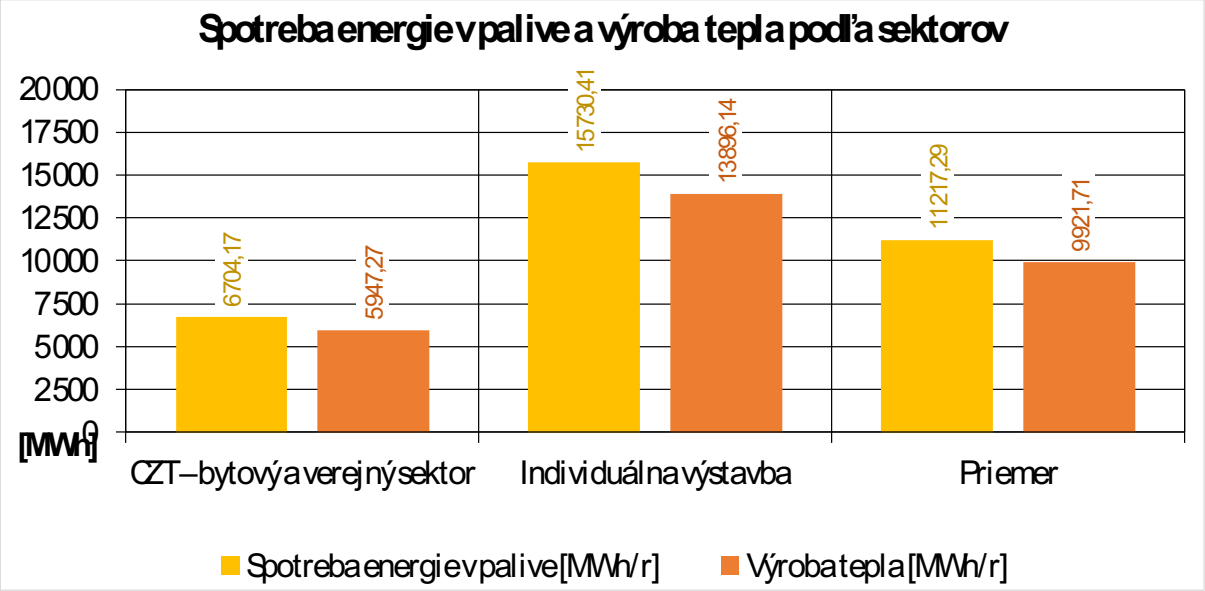
2.4 Energetická bilancia, jej analýza a stanovenie potenciálu úspor

V kapitole sme spracovali podrobnú energetickú bilanciu po jednotlivých sústavách tepelných zariadení s centrálnou dodávkou tepla, z ktorých dodávateľ tepla rozpočítava teplo pre konečných spotrebiteľov.

Tab. 25. Základná energetická bilancia tepelného hospodárstva v meste Vrbové

Zdroj	Dodaná energia zdroju v palive [MWh]	Účinnosť zdrojov [%]	Vyrobené teplo [MWh]
CZT	6 704,14	88,71%	5 947,27
Individuálna výstavba	15 730,41	88,34%	13 896,14
Spolu	**22 434,57**	**88,45%**	**19 843,41**

Obr. 6. Spotreba energie v palive a výroba tepla v jednotlivých sektoroch



2.5 Energetická bilancia výroby a spotreby tepla na ÚK a v teplej vode pre CZT a RD

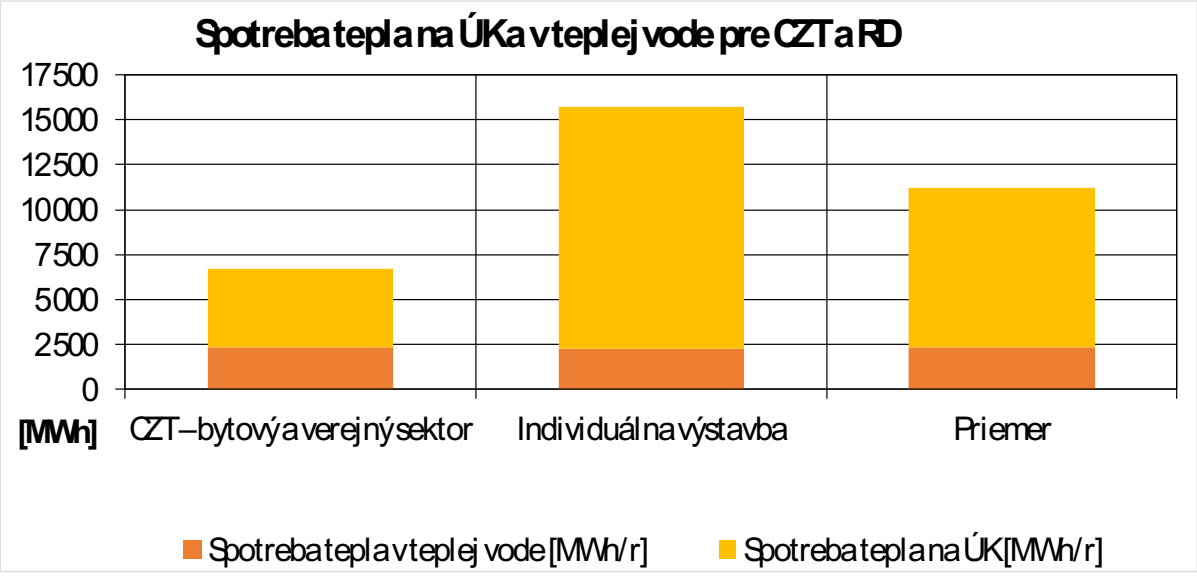
V nasledujúcej tabuľke je uvedené množstvo spotrebovaného tepla v MWh v jednotlivých sektoroch s rozdelením na spotrebu tepla na ÚK a v teplej vode. Rozdelenie spotreby na teplo ÚK a v teplej vode sme vykonali nasledovne:

- **Pre zdroje CZT na území mesta** sme vychádzali zo skutočnej spotreby tepla na ÚK a v teplej vode + straty na výrobe pre ÚK a TV.
- **Pre lokálne zdroje v RD** sme dosadili podľa kapitoly 2.2.12

Tab. 26. Energetická bilancia spotreby tepla na ÚK a v teplej vode podľa sektorov

Zdroj	ÚK [MWh]	TV [MWh]	Spolu [MWh]
CZT	4 362,93	2 341,23	6 704,17
Individuálna výstavba	13 445,03	2 285,37	15 730,41
Spolu	**17 807,97**	**4 626,61**	**22 434,57**

Obr. 7. Spotreba vyrobeného tepla na ÚK a v teplej vode pre CZT a RD



2.6 Hodnotenie možnosti využitia obnoviteľných zdrojov energie

Energetické zdroje na báze obnoviteľných energií (okrem vodných elektrární) v energetickej bilancii Slovenska v poslednom desaťročí zaznamenali značný nárast, ktorý je v súlade so svetovým trendom.

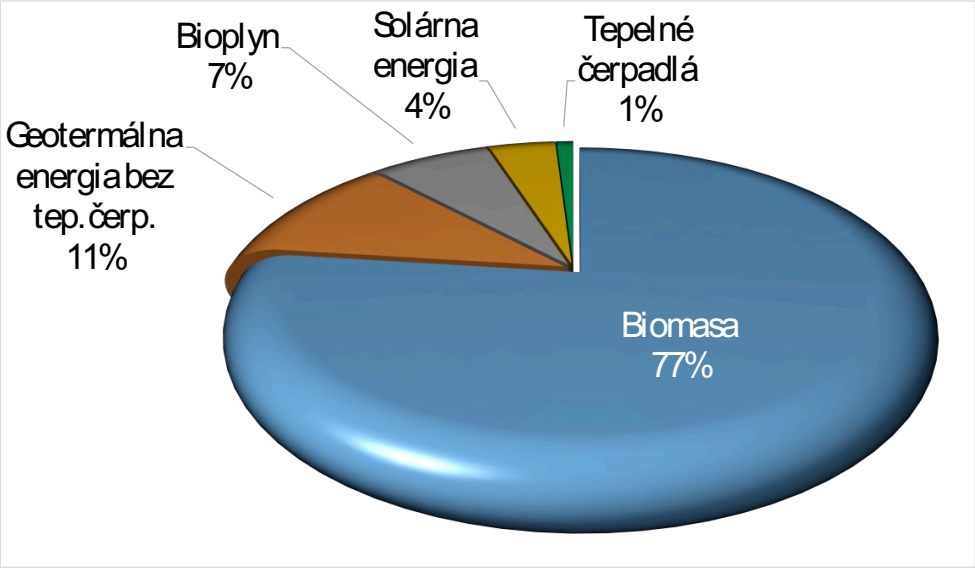
Medzi základné dokumenty, v ktorých SR deklaruje podporu obnoviteľným zdrojom energie (OZE), patrí Koncepcia využívania obnoviteľných zdrojov energie, ktorú vláda schválila v roku 2003. Uvedený dokument vytvára základný rámec pre rozvoj využívania OZE, pretože sumarizuje využiteľný potenciál jednotlivých druhov OZE na Slovensku, podáva analýzu stavu a načrtáva ďalšie možnosti rozvoja OZE. V rámci analýzy sú uvedené legislatívne nástroje na podporu OZE, možnosti financovania, medzinárodné záväzky, trendy a bariéry.

V rokoch 2009 až 2020 bolo implementovaných viacero schém financovania pomocou štátnej pomoci a fondov EÚ na podporu obnoviteľných zdrojov energie. Z celkového objemu energie na Slovensku bolo približne 11,9% zabezpečených z obnoviteľných zdrojov (zdroj: Eurostat).

Z požadovaných merných hodnôt spotreby definovaných vo vyhláške č. 364/2012 Z. z. vyplýva, že každý rodinný alebo bytový dom, ktorý získa stavebné povolenie od 1.1.2021, musí disponovať nejakým obnoviteľným zdrojom, nakoľko východiskové hodnoty mernej spotreby vstupujúce do výpočtu sú vyššie, ako požadované cieľové hodnoty.

Podiel jednotlivých druhov obnoviteľných zdrojov (OZE) pri výrobe tepla a chladu na celkovom potenciáli obnoviteľnej energie na Slovensku je znázornený na nasledujúcom obrázku.

Tab. 27. Podiel jednotlivých druhov OZE pri výrobe tepla a chladu na celkovom potenciáli obnoviteľnej energie na Slovensku – zdroj: Ing. Matej Veverka, Zásobovanie teplom budov s nulovou potrebou energie, Slovenská inovačná a energetická agentúra 2019



Z vyššie uvedeného grafu vyplýva, že aktuálne najviac využívaný potenciál OZE na výrobu a zásobovanie teplom predstavujú zdroje na spaľovanie biomasy, pričom najväčší podiel na biomase má drevná štiepka.

Druhým najväčším zdrojom je geotermálna energia bez uvažovania tepelných čerpadiel. Takýto zdroj však nie je možné realizovať všade, pričom jeho počiatočné náklady výrazne navyšuje potreba realizácie vrtov. Z uvedených dôvodov sa s prípadnými zdrojmi tepla využívajúcimi geotermálnu vodu počíta len pri systémoch CZT.

Bioplyn tvorí 7% na celkovom podiele geotermálnej energie. Bioplyn vzniká v procese fermentácie poľnohospodárskeho odpadu, najčastejšie kukuričnej siláže. Výroba bioplynu je preto úzko spojená s tvorbou najmä poľnohospodárskej biomasy.

Podiel solárnej energie predstavuje 4%, pričom do tejto hodnoty vstupujú kvapalinové solárne panely a fotovoltické systémy, z ktorých sa elektrina premieňa na teplo.

Zvyšné 1% predstavujú všetky druhy tepelných čerpadiel spolu. Vzhľadom na skutočnosť, že tepelné čerpadlá sa využívajú predovšetkým na vykurovanie alebo chladenie, je ich podiel neprimerane nízky. Priemerné hodnoty faktora COP sa pohybujú okolo 5 pre čerpadlá zem-vzduch a voda-voda, okolo 3 pre čerpadlá vzduch-vzduch a približne 1,5 pre plynové tepelné čerpadlá.

Bližší popis, ako aj výhody a nevýhody jednotlivých druhov obnoviteľných zdrojov sme zhrnuli v nasledujúcich kapitolách.

2.6.1 Biomasa

Biomasa má dôležitú úlohu v znižovaní skleníkových plynov, z ktorých najvýznamnejší je CO_2. Rast vegetácie odčerpáva CO_2 z ovzdušia, čím dochádza k znižovaniu jeho koncentrácie v ovzduší a pri spaľovaní rastlín sa uvoľní do ovzdušia len také množstvo CO_2 , ktoré predtým z ovzdušia odčerpali. Toto je jeden z najdôležitejších dôvodov na zámerné pestovanie špeciálnych energetických rastlín, čím je tiež možné zabezpečiť účelnú poľnohospodársku produkciu nepotravinárskeho charakteru. Podľa údajov IEA (Medzinárodnej energetickej agentúry) je možné tieto energetické rastliny pestovať na 4% poľnohospodárskej pôdy v EÚ, čím by sa následne znížil obsah CO_2 v ovzduší až o 18% celkovej antropologickej záťaže.

Biomasa môže byť:

- **rastlinná:**
    - *dendromasa* (odpad z drevospracujúceho priemyslu, drevený komunálny odpad, lesná biomasa a iné); rastlinnú,
    - *fytomasa* (jednoročné rastliny)
- **živočíšna**
    - *zoomasa* (exkrementy hospodárskych zvierat)

Formy biomasy:

- pelety
- brikety
- kusové drevo
- drevná štiepka

Biomasa aj z pohľadu jej dostupnosti a možnosti využitia technológií sa z hospodárskeho, ale aj energetického hľadiska ukazuje ako jeden z najdôležitejších a najperspektívnejších obnoviteľných zdrojov, pretože je to zdroj trvalý, ktorý sa neustále obnovuje. Na rozdiel od iných primárnych zdrojov, pri biomase nedochádza k nárastu CO_2 do ovzdušia a taktiež redukujú emisie SO_2. Biomasa rovnako prispieva k poklesu nákladov vynaložených na palivo. Nákup biomasy podporuje regionálnu udržateľnosť, nakoľko je dostupná aj na Slovensku a nie je ju potrebné dovážať zo zahraničia.

Biomasa má význam nielen ako zdroj energie, ale má rovnako dôležité a rozhodujúce postavenie v sociálno-ekonomických aspektoch, hlavne na vidieku, pretože má možnosti vytvárať rad nových pracovných príležitostí a súčasne zabezpečuje aj údržbu krajiny.

Potenciál biomasy na výrobu energie spočíva hlavne v oblasti výroby tepla. Vzhľadom na podmienky na Slovensku sa využíva lesná a poľnohospodárska biomasa, ďalej biomasa z drevného odpadu a z odpadu v potravinárstve (viac využiteľnej biomasy z potravinárskeho odpadu za očakáva po implementácii novej legislatívy v oblasti separácie kuchynského odpadu). V rokoch 2009-2020 pribudlo niekoľko významných zdrojov na spaľovanie biomasy a na zmiešané palivá, v ktorých je významná časť paliva biomasa. Ide predovšetkým o veľké zdroje. Veľká časť z nich patrí súkromným subjektom, ktoré podnikajú v oblasti výroby a dodávky tepla, pričom množstvo vypúšťaných emisií prispôsobujú hornej hranici povoleného limitu.

Zatiaľ väčšina biomasy pochádza z dreva, čo spolu s vývozom dreva do zahraničia malo v rokoch 2008-2020 za následok masívne odlesňovanie na území Slovenska, a to aj v blízkosti chránených oblastí.

Poľnohospodárska biomasa sa dá využiť aj vo výrobe bioplynu, ktorý sa následne spaľuje v bežných kotolniach s plynovými kotlami. Deaktivovaný digestát z procesu fermentácie sa vysušuje a briketuje. Brikety sa následne spaľujú rovnako, ako drevo. Ide teda u určitý obnoviteľný kogeneračný zdroj (pričom kogenerácia prebieha na vstupe aj na výstupe, nakoľko bioplyn spravidla poháňa kogeneračnú jednotku vyrábajúcu elektrinu aj teplo).

Potenciál biomasy je pri aktuálnej úrovni technológií na výrobu tepla asi najväčší. Vzhľadom na skúsenosti z posledných rokov je však potrebné uprednostniť iné druhy biomasy, ako drevnú štiepku alebo drevené pelety.

V tejto koncepcii nenavrhujeme využitie biomasy. Potreba dopĺňania biomasy by vytvorila dopyt po ťažkej kamiónovej doprave rovno popri bytových a rodinných domoch. Vykládka biomasy je tiež spojená s pomerne vysokou prašnosťou. Spaľovanie biomasy zvyšuje emisie TZL. Využitie tepelného zdroja spaľujúce biomasu je vhodné využiť pri odľahlejších kotolniach väčších výkonov 5MW a viac, ktoré nie sú situované v zastavanom území.

2.6.2 Geotermálna energia

Predstavuje bohatý potenciál energie na Zemi. Na Slovensku činí priemerné zvýšenie teploty 3 °C na každých 100 m vrtu. Zásoby geotermálnych vôd rozdeľujeme na obnovované a neobnovované zásoby. U obnovovaných sa ťažba realizuje cez jeden vrt, a ochladená voda je vypustená do tokov. Neobnovované zásoby geotermálnej vody sa musia pravidelne dopĺňať, preto okrem ťažobného vrtu sa musí navŕtať aj tzv. reinjektážny vrt, cez ktorý je geotermálna voda po odovzdaní tepla vo výmenníku spolu so škodlivými plynmi a soľami zatláčaná späť do podzemia. Je to spôsob, ktorý plne zodpovedá dnešným environmentálnym kritériám.

Územie Slovenska je v porovnaní s inými krajinami relatívne bohaté na geotermálne zdroje a na základe geologického prieskumu bolo už v roku 1993 vyčlenených 25 perspektívnych oblastí. Celkový potenciál využiteľných zdrojov aj s vodami s nízkou teplotou (okolo 30 °C) je odhadovaný na 5200 MW termálneho výkonu. Potenciál geotermálnych vôd s teplotou vôd 75 - 95 °C využiteľný napríklad na priame vykurovanie budov predstavuje asi 200 MW. Geotermálne zdroje s nízkou teplotou vody sú dobrými kandidátmi na využitie tepelných čerpadiel voda-voda.

V minulosti sa na Slovensku využívali termálne pramene hlavne v poľnohospodárstve. Použitá technológia bola veľmi jednoduchá, tepelné čerpadlá a kaskádové využitie zdroja sa uplatňovali iba výnimočne a energia vody bola využitá dosť nehospodárne. Mnohé z týchto zdrojov boli v posledných rokoch odstavené, nakoľko obsah minerálnych látok geotermálnej (odpadnej) vody, ktorý sa pohyboval na úrovni 4 g/liter, viedol k podstatným zaťaženiam povrchových vôd. Nová hraničná hodnota - 0,8 g/liter znamená, že využívanie geotermálnej energie je možné vtedy, keď sa vyrieši problém s odpadovými vodami a to či už reinjektážou alebo jej čistením.

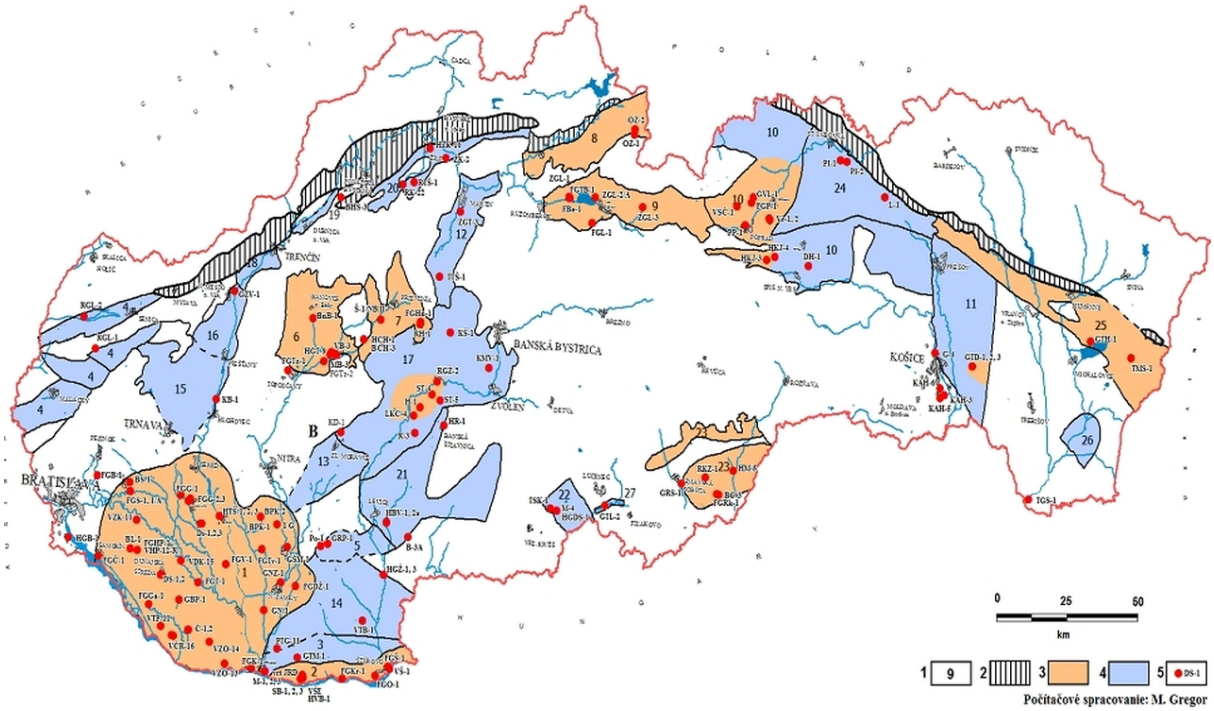
V uplynulých rokoch bolo zrealizovaných niekoľko geotermálnych zdrojov, medzi nimi napr. geotermálnou vodou napájaný systém CZT v Galante.

Sumárny tepelno-technický potenciál geotermálnych vôd vo všetkých perspektívnych oblastiach Slovenskej republiky reprezentuje niečo cez **5 538 MW**, z čoho sa v súčasnosti využíva približne **131 MW** v **36** lokalitách. Využiteľný tepelný potenciál geotermálneho tepla na Slovensku sa odhaduje približne vo výške **1 200 MW**.

Na základe doterajších skúseností je možné povedať, že vo viacerých slovenských obciach by bolo možné pokryť značnú časť spotreby tepelnej energie v bytovo - komunálnej sfére práve z takýchto zdrojov. Napriek tomu, že geotermálnych zdrojov je u nás dostatok, problém ktorý ovplyvňuje ich širšie využitie spočíva dnes predovšetkým vo vysokých finančných nákladoch. Tie súvisia hlavne s geologickým prieskumom a uskutočnením vrtov do hĺbky často až okolo 1 500 – 3 000 metrov.

Mapa výskytu geotermálnej energie na Slovensku je znázornená na nasledujúcom obrázku.

Obr. 8. Mapa výskytu geotermálnej energie na Slovensku, zdroj: energie-portal.sk



V blízkosti mesta Vrbové sa nachádza vrt geotermálnej vody – Nové Mesto nad Váhom.

Okolie Vrbového patrí medzi geotermálne oblasti, ktoré neboli skúmané z hľadiska prítomnosti geotermálnej energie. Legenda k farebne vyznačeným oblastiam:

1 – Číslo geotermálnej oblasti

2 – Bradlové pásmo

3 – Geotermálna oblasť, kde bolo zrealizované regionálne hydrogeotermálne zhodnotenie

4 – Geotermálne oblasť, kde nebolo zrealizované regionálne hydrogeotermálne zhodnotenie

5 – Geotermálny vrt s označením

Výsledkom je, že v prípade záujmu o realizáciu geotermálneho zdroja energie by bolo potrebné zrealizovať geologický prieskum, ktorý zahŕňa prieskumný vrt, v horšom prípade niekoľko, ďalej byrokratický proces vedúci k realizácii samotného energetického vrtu, no a na záver projektovanie a samotnú výstavbu geotermálneho zdroja tepla.

Z dôvodu vysokej náročnosti a vysokých investičných nákladov nenavrhujeme v tejto koncepcii využitie geotermálnej energie ako zdroja tepla pre mesto.

2.6.3 Bioplyn

Bioplyn vzniká predovšetkým v poľnohospodárskom priemysle a v čističkách odpadových vôd. Poľnohospodársky odpad alebo kal z čistiarne sa navezie do veľkého zásobníka, tzv. fermentora, kde sa nechá fermentovať bez prístupu vzduchu. Tak zostanú v procese baktérie, ktoré rozkladom odpadu generujú bioplyn s vysokým obsahom metánu. Bioplyn je ľahší ako vzduch, preto prirodzeným spôsobom stúpa nahor. Fermentor je prekrytý pružnou plachtou, tzv. zásobníkom bioplynu, kde sa vyrobený bioplyn zbiera.

Potrubím sa bioplyn odoberá z fermentorov do vyrovnávacieho zásobníka – obdobnej plachty, umiestneného v blízkosti kogeneračnej jednotky. Z vyrovnávacieho zásobníka sa prepravuje do spaľovacieho motora jednotky, ktorý vyrába elektrinu a teplo.

Po skončení procesu fermentácie je odpad vo fermentoroch – tzv. digestát, vyťažený a prepravený na miesto, kde sa suší. Po vysušení vzniká kvalitná zmes, ktorú je možné využiť:

- **energeticky**, t. j. zmes sa briketuje a predáva ako palivo do bežných kotlov, ktoré sú určené na spaľovanie dreva,
- **v poľnohospodárstve**, t. j. zmes sa používa ako výdatné hnojivo.

Najčastejšou biomasou vstupujúcou do procesu fermentácie je kukuričná siláž, ale aj iné rastliny. V iných krajinách sa využíva napr. topinambur.

Pokiaľ je proces kompletný, t. j. z odpadu sa vyrobí elektrina, teplo a aj hodnotné palivo, resp. hnojivo, ide o veľmi efektívny zdroj energie. Zároveň je však nákladnejší z hľadiska investície a následnej údržby, pričom **chod bioplynovej stanice si vyžaduje prísne bezpečnostné opatrenia, nakoľko skrýva nasledovné bezpečnostné riziká:**

- Vo fermentoroch počas prevádzky nie je vzduch, teda existuje nebezpečenstvo udusenia v prípade, že v priestore zostane niekto zatvorený.
- Počas anaeróbneho procesu fermentácie je v bioplyne prítomný čpavok, sírovodík a CO_2. Bezpečnostné predpisy stanovujú limitné koncentrácie týchto plynov, čo však nemusí byť dodržané v prípade havárie, kedy okrem nedodržania koncentrácií môže dôjsť k úniku niektorého z nich a tým vážnej ekologickej katastrofe v okolí stanice.
- Samotný bioplyn je vysoko výbušný, preto je potrebné zabezpečiť, aby kdekoľvek v zásobníku alebo jeho blízkosti nemohlo dôjsť k zapáleniu, napr. elektrickým skratom, či otvoreným ohňom. Celá bioplynová stanica je prostredie s nebezpečenstvom výbuchu.
- Použitá živná zmes, t. j. poľnohospodársky odpad, resp. kal z čistiarne odpadových vôd, obsahuje rôzne druhy baktérií a mikroorganizmov. To znamená, že vždy existuje nebezpečenstvo nakazenia sa rôznymi chorobami.
- Treba zabezpečiť, aby nedochádzalo k úniku bioplynu, nakoľko metán je omnoho silnejší skleníkový plyn ako CO_2.

- Je potrebné pre bioplynovú stanicu zabezpečiť neustály, presne dávkovaný prísun živnej biomasy, ktorou sa kŕmia fermentory, pretože v prípade vzniku príliš veľkého podtlaku hrozí „vsatie“ membrány, v ktorej sa ukladá bioplyn a tým únik už vyrobeného množstva do atmosféry. Rovnako, pri predávkovaní fermentora hrozí vznik pretlaku, ktorý by mohol membránu roztrhnúť. Bioplynovú stanicu nie je jednoduché bezpečne odstaviť (nie je to možné okamžite), preto ohrozenie vzniká napr. v prípade výpadku niektorého dodávateľa, čo je situácia, ktorú treba vždy urýchlene riešiť.

CZT v meste Vrbové sú využívané decentralizované kotolne a 3 kotolne ktoré napájajú teplom a TV viac objektov prostredníctvom vonkajších rozvodov. Bioplynovú stanicu je možné inštalovať mimo zastavaného územia obcí a to hlavne z dôvodov spomenutých vyššie. V tejto koncepcii nenavrhujeme inštaláciu bioplynovej stanice najmä kvôli vysokým investičným nákladom, komplikovanému byrokratickému procesu, potrebe zaškolenia pracovníkov, no hlavne bezpečnostným hľadiskám – ohrozeniu obyvateľov (bioplynové stanice by vzhľadom na charakter ich prevádzky mali byť čo najďalej od obývaných oblastí). Zásobovanie stanice živnou biomasou by bolo možné zabezpečovať z fariem okolitých miest a obcí, ale vyššie uvedené bezpečnostné riziká by si vyžadovali výstavbu takejto stanice ďaleko za hranicami mesta, čo by znamenalo potrebu vykúpenia pozemkov, vybudovanie prístupovej komunikácie a tiež dlhého rozvodu tepla k mestu. Okrem tepelných strát v rozvode by sa tak zvýšili aj náklady na jeho údržbu.

2.6.4 Slnečná energia

Slnečné žiarenie je pomerne ľahko prístupným obnoviteľným zdrojom energie a jeho využívanie nezaťažuje životné prostredie. Problematická je v tomto prípade nižšia koncentrácia slnečného žiarenia, ktoré dopadá na zemský povrch, či nerovnomerné rozloženie intenzity žiarenia naprieč ročnými obdobiami, prípadne vplyvy počasia. Tiež je potrebné zohľadňovať faktory, ako napr. zatienenie panelov susednými budovami alebo horami. Najväčšie množstvo slnečného žiarenia dopadá orientačne v mesiaci júl a najmenej v mesiaci december. Najviac slnečného žiarenia je zaznamenaného počas celého roku v južných častiach Slovenska. Mesto Vrbové už nepatrí k južným častiam.

Rozdiel v dopadajúcom množstve energie oproti severným častiam Slovenska môže predstavovať až približne 15%.

Povrchová teplota Slnka je približne 6 000 K. Matematickým vyjadrením slnečnej konštanty je I_0 = 1 340 až 1 390 W.m^{-2}. Počas prechodu slnečných lúčov atmosférou sa intenzita slnečného žiarenia zmenšuje, čo je spôsobené odrazom lúčov od molekúl plynu a prachových častíc vo vzduchu, ale aj absorpciou žiarenia viacatómovými plynmi, ktoré sú obsiahnuté vo vzduchu.

Mierou zmenšenia intenzity žiarenia je súčiniteľ znečistenia atmosféry označovaný ako „Z“, ktorý je závislý od obsahu prímesí vo vzduchu a od atmosférického tlaku. Súčiniteľ znečistenia sa vyjadruje pomocou Linkeho vzťahu (uvedený nižšie).

$$Z = \frac{1nI_O - 1nI_n}{1nI_O - 1nI_{Č}}$$

kde: I_0 – slnečná konštanta

I_n – intenzita žiarenia vztiahnutá na plochu kolmú k slnečným lúčom pri danom znečistení vzduchu

$I_č$ – intenzita žiarenia vztiahnutá na plochu kolmú k slnečným lúčom pri čistom ovzduší

K tomu, aby na panely dopadalo čo najväčšie množstvo energie je potrebné, aby sa sklon panelov menil v závislosti na daný mesiac v roku, prípadne rozlišovať zimnú a letnú prevádzku, pričom je dôležité zachovať južnú orientáciu panelu.

V súčasnosti je možné využiť dva druhy systémov na výrobu energie zo slnka, konkrétne:

- **Kvapalinový solárny systém** (solárne kolektory) – slúži na výrobu tepla na vykurovanie alebo prípravu teplej vody. Počas činnosti je potrebné zabezpečiť stabilný odber tepla, inak hrozí poškodenie systému vplyvom prehriatia nemrznúcej zmesi v primárnom okruhu. Ide o preferovanú voľbu, ak je potrebnou výstupnou energiou teplo (z kvapalinového systému nie je možné vyrobiť nič iné), no nie vždy je možné ho namontovať napr. na strechu, ktorá nemá potrebnú statickú pevnosť (vyššia hmotnosť).
- **Fotovoltický solárny systém** – slúži na priamu premenu slnečnej energie na elektrinu. Býva preferovanou voľbou, ak je potrebnou výstupnou energiou elektrina, no v tomto prípade už účel a konečná forma energie nie sú obmedzené. Elektrina zo solárnych panelov môže napájať napr. elektrický zásobník na ohrev teplej vody, osvetľovaciu sústavu, alebo poháňať kompresor invertorovej jednotky tepelného čerpadla, ktoré slúži na vykurovanie a chladenie. K dispozícii sú aj tepelné čerpadlá na prípravu teplej vody. Na rozdiel od kvapalinového systému sú fotovoltické panely pomerne ľahké a tak je ich inštalácia bezproblémová na väčšine bežných striech. Fotovoltické panely ale nie sú obmedzené len na samostatnú montáž. Môžu byť integrované napr. v oknách alebo strešných fóliách. Obidva posledné prípady sú ešte z hľadiska ceny nedostupné pre bežného spotrebiteľa, no v budúcnosti predpokladáme ich rozšírenie.

  Často sa fotovoltický systém kombinuje s akumulátormi alebo superkondenzátormi, ktoré dokážu získanú elektrinu uskladniť. Taký systém preto získava určitú robustnosť voči striedaniu dňa a noci, resp. dokáže vykrývať výpadky vo výrobe v noci, či v prípade nepriaznivého počasia.

  V kombinácii s tepelným čerpadlom môže výroba tepla alebo chladu pomocou fotovoltiky dosiahnuť veľmi vysokú účinnosť. Problémom pri systémoch s úložiskom energie je spravidla krátka životnosť batérií. V nadchádzajúcich rokoch očakávame príchod nových riešení ukladania elektriny, ktoré zatiaľ vo viac, či menej experimentálnej forme zahŕňajú napr. akumulačnú nádobu, stlačený vzduch (možnosť kogenerácie vďaka nízkej účinnosti výroby stlačeného vzduchu – cca. 95% energie generuje odpadové teplo v kompresore, ktoré sa dá využiť na vykurovanie a prípravu teplej vody), prečerpávaciu elektráreň (počas dňa sa čerpá voda do hornej nádrže, počas noci tečie do spodnej nádrže a poháňa turbíny generátorov), príp. roztok soľanky, ktorý umožňuje dosiahnuť oveľa vyššie teploty ako samotná voda.

V tejto koncepcii nenavrhujeme priamo pre mesto Vrbové žiadne zdroje na slnečnú energiu, pretože mesto nedisponuje tak veľkými plochami, ktoré by boli zaujímavé z hľadiska množstva vyrobenej energie.

Oveľa väčší význam by mala inštalácia solárnych zdrojov energie pre rodinné domy v réžii ich vlastníkov. Pri bytových domoch napojených na CZT inštaláciu solárnych panelov nenavrhujeme. Tepelný výkon centrálneho zdroja tepla je navrhnutý na určitý odber tepla. Inštaláciou solárnych panelov, ktoré by z časti pokrývali napr. potrebu na prípravu TV by poškodili dodávateľa tepla.

Väčšie prevádzky, ktoré majú vlastné zdroje tepla ako napr. predajňa Lidl a ďalšie prevádzky v samostatných halách sú najvhodnejšími kandidátmi.

Solárne alebo fotovoltické panely sú zároveň dobrou voľbou pre vlastnú spotrebu v rodinných domoch, keď sa naprojektujú a využijú rozumne. Niekoľko solárnych panelov dokáže dostatočne nahriať zásobník teplej vody pre celú rodinu. Primerane dimenzovaný fotovoltický systém s úložiskom energie zasa dokáže zásobovať niektoré životne dôležité spotrebiče, ako napr. čerpadlá (studňa, kotolňa), automatiku kotlov, ohrev vody elektrinou pomocou zásobníka s tepelným čerpadlom tam, kde sa predtým voda zohrievala elektrickým zásobníkovým alebo prietokovým ohrievačom, ďalej chladničku, prípadne klimatizačné jednotky v letnom období.

Ako veľký zdroj je vhodné využívať solárnu energiu prevažne v mestách, ktoré sú na rovine, neobklopených horami, pričom majú k dispozícii veľké pozemky, kde by bolo možné zdroje nainštalovať.

2.6.5 Tepelné čerpadlá

Aj keď nejde priamo o skutočný obnoviteľný zdroj, tepelné čerpadlo je zariadenie, ktoré dokáže odčerpávať nízkopotenciálne teplo z vonkajšieho priestoru, zvýšiť jeho potenciál (teplotnú úroveň) a získané vysokopotenciálne teplo vháňať do vykurovaného priestoru, prípadne ním nabíjať zásobník teplej vody. Objem získaného tepla (alebo chladu) je spravidla vyšší ako množstvo energie, ktoré je potrebné procesu dodať.

Koeficient využitia výkonu („Coefficient Of Power“ – COP) je ukazovateľ, ktorý hovorí o účinnosti tepelného čerpadla. Jeho princíp je ten istý, ako účinnosť konvenčného zdroja, t. j. je daný vzorcom:

$$\mathbf{COP = P_{teplo} / P_{vstup}}$$

kde: $\mathbf{P_{teplo}}$ – tepelný výkon získaný z tepelného čerpadla

$\mathbf{P_{vstup}}$ – vstupná energia vo forme elektriny alebo plynu dodaná jednotke na jej chod

COP tepelných čerpadiel sa pohybuje v rozsahu **od 1,5 do 6**, pričom najmenej účinné sú plynové tepelné čerpadlá a najúčinnejšie sú čerpadlá zem-voda. COP závisí od teploty vonkajšieho prostredia a nastavenej teploty upravovaného prostredia. COP s hodnotou 4 znamená, že za vynaloženie jedného dielu vstupnej energie (elektriny, plynu) sme získali 4 ekvivalentné diely energie v teple. „Obnoviteľnosť“ zdroja teda tkvie v skutočnosti, že len premiestňuje energiu z jedného miesta na druhé a mení pritom jej potenciál, t. j. v ideálnom prípade žiadnu nespotrebováva, resp. nespotrebováva energiu na samotný ohrev, či chladenie, iba na udržanie procesu – nedochádza napr. k premene elektriny na teplo, elektrina sa mení na pohybovú energiu kompresora.

Pri chladení sa určuje **faktor EER** ("Energy Efficiency Ratio"), čo je v princípe to isté ako COP, ale do vzorca namiesto $\mathbf{P_{teplo}}$ vstupuje $\mathbf{P_{chlad}}$ a označuje sa to inou skratkou, lebo celkový teplotný ofset pri chladení je iný, ako v prípade vykurovania a tak aj základný pracovný bod sústavy je iný. Hodnoty COP a EER pri klimatizačných jednotkách sa spravidla líšia len o malé percento.

Princíp činnosti tepelného čerpadla v režime vykurovania je založený na tom istom cykle, ktorý využíva chladnička alebo klimatizačná jednotka, no v opačnom smere. „Chladí" sa vonkajší priestor a vykuruje vnútorný. Dnešné dvojdielne klimatizačné jednotky sú spravidla vybavené aj funkciou vykurovania, t. j. obsahujú komponenty, ktoré umožňujú cyklus kompresie a expanzie obrátiť.

V tepelnom čerpadle vzduch-vzduch, čo je v súčasnej dobe každá bežná dvojdielna klimatizačná jednotka, je princíp fungovania nasledovný (ide o opačný proces ako pri chladení):

- Systém rúrok „chladiva", cez ktorý vnútorná jednotka cirkuluje vzduch, funguje ako kondenzátor. Chladivo je do rúrok vháňané pod vysokým tlakom v stave ohriateho plynu s vyššou teplotou ako teplota miestnosti. Vďaka tomu, že chladivo je teplejšie, odovzdá teplo vzduchu prechádzajúcemu cez jednotku. Tento vzduch sa takto ohrieva a vykuruje miestnosť.
- Odovzdaním tepla chladivo pri vysokom tlaku skondenzuje na kvapalinu a cez expanzný ventil sa vracia do vonkajšej jednotky. Ventil zníži tlak v kvapaline, čím sa chladivo opäť dostane do plynnej fázy s nízkym tlakom, no zároveň aj nízkou teplotou (pri nízkom tlaku môže existovať plyn tej istej látky, ktorá je pri vysokom tlaku kvapalina s vyššou teplotou – nie všetky látky vyhovujú tejto podmienke pri rozsahoch, ktoré sa v tepelných čerpadlách používajú, preto chladivo nemôže byť každá látka). Chladivo s nízkym tlakom vstupuje do výparníka, ktorým je vonkajšia jednotka.
- Teplota chladiva za expanzným ventilom je nižšia ako teplota vonkajšieho vzduchu (podmienka fungovania tepelného čerpadla), pričom získaním tepla od vonkajšieho vzduchu sa chladivo ohreje na teplotu vonkajšieho vzduchu. Tu teda musí ísť o zvýšenie teploty, inak čerpadlo nefunguje.
- Vonkajším vzduchom ohriate chladivo s nízkym tepelným potenciálom vstupuje do kompresora, kde sa zvýši tlak, čím sa zároveň zvýši tepelný potenciál látky (zvýši sa teplota vďaka treniu molekúl pod tlakom).
- Ohriate chladivo v plynnej forme s teplotou vyššou ako vykurovaný priestor je pod vysokým tlakom vháňané do vnútornej jednotky, kde sa celý cyklus opakuje.

V režime chladenia je proces obrátený, t. j.:

- Rúrkový systém vnútornej jednotky predstavuje výparník, do ktorého sa vháňa chladivo zbavené tepla a tlaku z vonkajšej jednotky (cez expanzný ventil), t. j. chladivo má nižšiu teplotu, ako teplota v miestnosti.
- Chladivo odoberie teplo z miestnosti, čím sa ohreje na teplotu miestnosti.
- Kompresor chladivo stlačí a tým zvýši jeho tepelný potenciál tak, aby teplota bola vyššia ako teplota vonkajšieho prostredia, čo je podmienkou fungovania klimatizácie.

- Ohriate chladivo pod vysokým tlakom vstupuje do vonkajšej jednotky, ktorá v režime chladenia slúži ako kondenzátor. Vháňaním vonkajšieho vzduchu na rúrkový systém ohriate chladivo ochladzuje.
- Vo vonkajšej jednotke chladivo odovzdá teplo vonkajšiemu prostrediu a skondenzuje na kvapalinu.
- Po skondenzovaní sa cez expanzný ventil chladivu odoberie tlak, čím sa opätovne premení na plyn a zároveň mu klesne teplota pod teplotnú úroveň chladeného priestoru.
- Cyklus sa opakuje.

Tepelné čerpadlo zem-voda funguje na podobnom princípe. Rúrkový systém, t. j. „vonkajšia jednotka" sa zakope do zeme, približne 6 m pod povrch. Nemrznúca zmes – „chladivo", ktorá cirkuluje v rúrkach, svoje teplo odoberá zo zeme, resp. odovzdáva ho zemi podľa režimu činnosti. Na výstupe tepelného čerpadla je obyčajný výmenník tepla chladivo – voda, v ktorom chladivo v plynnom skupenstve s vysokým tepelným potenciálom odovzdáva teplo vode. Aby chladivo opätovne získalo teplo zo zeme, po odovzdaní tepla v dome prechádza cez expanzný ventil podobne, ako pri tepelnom čerpadle vzduch-vzduch.

Rozdiel oproti klimatizačnej jednotke je ten, že teplota zeme cca. 6 m pod povrchom celoročne dosahuje hodnoty blízke priemernej ročnej teplote, t. j. medzi 10 a 16 °C. Výkyvy teploty sú teda oveľa menšie, ako je to pri teplote vonkajšieho vzduchu. To je dôvod, prečo tepelné čerpadlá zem-voda dokážu fungovať s ešte vyšším COP ako štandardné klimatizačné jednotky (vzduch-vzduch).

Podobným spôsobom funguje tepelné čerpadlo voda-voda. Namiesto zeme je rúrkový systém ponorený vo vode, ktorá je zdrojom tepla alebo chladu. Tepelné čerpadlá voda-voda sú veľmi účinné v súčinnosti so zdrojmi termálnej vody, ktorá má nízky potenciál, t. j. jej teplota nie je vhodná napr. na kúpeľné účely. Ak v zdroji vody jej teplota neklesne pod cca. 5 °C celoročne, tepelné čerpadlo funguje s vysokou účinnosťou.

Tepelné čerpadlá sú zároveň jedným z mála zdrojov, ktoré dokážu vyrábať teplo aj chlad.

Plynové tepelné čerpadlá sa od bežných tepelných čerpadiel líšia tým, že kompresor je poháňaný spaľovacím motorom na zemný plyn. Výhodou plynových tepelných čerpadiel je skutočnosť, že vďaka zohriatemu motoru dokážu dodávať teplo aj pri veľmi nízkych teplotách (vtedy ale s účinnosťou nižšou ako 1). Nevýhodou je pomerne nízky COP, čo je zapríčinené nízkou účinnosťou spaľovacieho motora. Ďalšou nevýhodou je hluk spôsobený behom spaľovacieho motora, preto plynové tepelné čerpadlá nie je jednoduché inštalovať v zastavaných oblastiach.

Tepelné čerpadlá veľkého výkonu sú spravidla stavebnicou viacerých čerpadiel menšieho výkonu. Elektrické tepelné čerpadlá vzduch-vzduch sú k dispozícii od výkonu 2,5 kW do cca. 23 kW, pričom jednotky s vyšším výkonom už bývajú riešené ako viacnásobné (napr. dvojité, trojité a podobne). Nad touto výkonovou hranicou sú už skriňové chladiče, príp. technologické chladiče (tzv. „chillery").

V tejto koncepcii sme nenavrhovali možnosť inštalácie plynových tepelných čerpadiel pre zdroje CZT. Tepelné hospodárstvo vo Vrbovom v súčasnosti prechádza krízou - súčasné centrálne zdroje tepla sú predmetom konkurzu. Na kotolniach sú

vykonávané zákonom požadované úkony a základné údržby a opravy, ktoré udržujú kotolne v chode. Z tohto dôvodu je akákoľvek vysoká investícia na obnovu CZT pre výrobcu tepla veľkým rizikom.

2.6.6 Veterná energia

Veterná energia je výsledkom nepriameho pôsobenia slnečnej energie, nakoľko vietor vzniká z dôvodu rozdielov tlaku zohrievaných oblastí vzduchu v zemskej atmosfére. Veterné elektrárne premieňajú energiu z prúdenia vzduchu na elektrinu. Vietor naráža na krídla rotora turbíny, čím dochádza ich otáčaniu. Táto točivá sila sa prenesie pomocou prevodovky alebo priamo do elektrického generátora, kde vyrobí jednosmerný, prípadne striedavý prúd. Veterná elektráreň teda transformuje kinetickú energiu vetra na mechanickú alebo elektrickú energiu.

Vhodnosť lokality je určovaná mnohými faktormi. Podstatným atribútom je priemerná rýchlosť vetra na danom území, ktorá by sa mala pohybovať aspoň okolo 6 m/s. Nakoľko vietor je značne nepredvídateľný, zhodnotenie potenciálu veternej energie je náročné a len veľmi orientačné.

Všeobecne však platí, že najvyšší potenciál zisku energie je prevažne v zimnom období a najnižší v letnom období. Výstavba veterných elektrární je zakázaná na územiach národných parkov, čím je potenciál veternej energie značne limitovaný, nakoľko horské svahy sa vyznačujú vysokou rýchlosťou vetra.

Technické špecifikácie veterných turbín, ako napr. výkon sa pohybuje na úrovni 0,45 MW – 8 MW a viac. Využiteľný potenciál na území Slovenska je okolo 1 135 GWh (ak sa uvažuje o 600 MW inštalovaného výkonu). Na Slovensku sú v prevádzke tri veterné parky s nainštalovaným výkonom 5 MW, v ktorých sa vyrobí za rok približne 6 GWh elektriny.

Veterná energia predstavuje aj množstvo negatívnych vplyvov, a to zvýšenú hlučnosť, tienenie, esteticky nepriaznivé okolie, ako aj negatívny dopad na biotop v danej lokalite (úhyn vtákov, premnoženie hmyzu) (Maguľáková, Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta).

Zároveň veterné zdroje spolu s fotovoltikou spôsobujú výkyvy v prenosovej sieti elektriny, čo je dôvodom určitého limitu ich nasadenia.

V poslednom čase sa zároveň do popredia dostáva problém týkajúci sa nerozložiteľnosti materiálu z lopatiek turbín. Aby turbína zniesla dlhodobé namáhanie, lopatky sa vyrábajú z odolnej zliatiny, ktorú však nie je možné ekologicky zlikvidovať po skončení životnosti turbíny. Tak vznikajú rozsiahle skládky s lopatkami, ktoré sa zasypávajú zeminou.

V zmysle Európskej legislatívy je každá členská krajina EÚ zaviazaná znížiť podiel skládkovania, konkrétne do roku 2030 by mal podiel recyklovaného odpadu stúpnuť na 60%. Výsledky Slovenska v tejto oblasti sú prakticky nulové; naopak, podiel skládkovania v uplynulých rokoch vzrástol.

V tejto koncepcii nenavrhujeme využitie veternej energie.

2.6.7 Vodná energia

Energia z vody je získavaná za pomoci zmeny prúdenia a tlaku na vhodne určenom úseku toku. Jedná sa o dve energie, a to kinetickú a potenciálnu, pričom sa z mechanickej energie vody vytvára elektrická energia. Premenu energie zabezpečuje vodná elektráreň, napr. prehradením vodného toku a vznikom vodnej nádrže, ktorá zadržiava dostatočné množstvo vody a prepúšťa ju prívodovým kanálom k turbíne. Turbína pod náporom tlaku vody poháňa

generátor, ktorý vytvára elektrickú energiu. Vodné elektrárne je možné diferencovať na elektrárne malé, a to do 10 MW, a elektrárne veľké, nad 10 MW.

Mesto Vrbové neleží v blízkosti žiadnej rieky s potenciálom na využitie vodnej energie.

V tejto koncepcii nenavrhujeme využitie vodnej energie.

2.6.8 Kombinovaná výroba elektriny a tepla - kogenerácia (KVET)

Pojem kogenerácia znamená kombinovanú výrobu elektrickej energie a tepla. Oproti klasickým elektrárňam, v ktorých je teplo vzniknuté pri výrobe elektrickej energie vypúšťané do okolia, využíva kogeneračná jednotka teplo na vykurovanie a šetrí tak palivo a finančné prostriedky potrebné na jeho nákup. Podobne ako v prípade tepelných čerpadiel nejde o priamy obnoviteľný zdroj, iba zvýšenie účinnosti výroby energie súčasným využitím elektriny aj tepla z procesu.

Elektrická energia vzniká vo všetkých elektrárňach roztočením elektrického generátora pomocou turbíny. Teplo nutné na výrobu pary, ktorá turbínu poháňa, sa väčšinou získava spaľovaním uhlia, alebo štiepením jadra uránu. Veľká časť tepla nie je využitá a je bez úžitku vypúšťaná do ovzdušia. Účinnosť výroby v tepelných elektrárňach sa pohybuje okolo 30% . Najmodernejšie paroplynové elektrárne majú účinnosť okolo 50%, avšak k ďalším stratám vo výške asi 11% dochádza pri transformácii a diaľkovom prenose elektrickej energie.

V kogeneračnej jednotke vzniká elektrická energia rovnakým spôsobom ako v iných elektrárenských zariadeniach - roztočením elektrického generátora, a to pomocou piestového spaľovacieho motora alebo turbíny. Motory a turbíny v kogeneračných jednotkách sú štandardne konštruované na zemný plyn, môžu však spaľovať aj iné kvapalné alebo plynné palivá, ako napr. bioplyn, v kombinácii s ktorým ide o vysokoúčinný obnoviteľný zdroj.

Teplo, ktoré sa v jednotke uvoľňuje, je prostredníctvom chladenia turbíny / motora, oleja a spalín efektívne využívané a vďaka tomu sa účinnosť kogeneračných jednotiek pohybuje v rozmedzí 80 - 90%. Najvyšším prínosom kogenerácie je okrem zvýšenia účinnosti výroby elektriny príjemného s užitočným – popri výrobe elektriny sa využíva aj „odpadové“ teplo z procesu a tak zdroje KVET postupne znižujú potrebný výkon neúčinných elektrární, pričom súčasne nahrádzajú konvenčné zdroje tepla. Jeden diel spotreby paliva je teda využitý „dvakrát“ – na výrobu elektriny aj tepla, ktoré by sa za iných okolností muselo vyrobiť v samostatnom zdroji, spálením samostatného dielu paliva.

Jedným z hlavných prínosov zdrojov KVET je zaistenie vyššej bezpečnosti dodávky elektriny a tepla a súčasne **koncepčný prístup k riešeniu znižovania emisií v krajine**. **Na rozdiel od slnečnej a veternej energie zdroje KVET stabilizujú prenosovú sústavu a súčasne zabezpečujú nepretržitú dodávku tepla**. Keďže pri týchto jednotkách je požiadavka nepretržitej prevádzky pri takmer konštantnom výkone, má zmysel navrhovať ich na výkon potrebný na zabezpečenie dodávky teplej vody. V prípade veľkých dodávateľov tepla je možné dimenzovať takýto zdroj pomerne pohodlne, ale vždy býva doplnený konvenčnými zdrojmi tepla, ktoré sú v činnosti počas vykurovacej sezóny. V niekoľkých prípadoch existujú aj kogeneračné jednotky určené na vykurovanie, tie sa však v letnom období odstavujú. Takto prevádzkované zdroje bývajú spravidla „pridruženou“ výrobou priemyselných podnikov, ktoré pomocou nich šetria náklady na elektrinu a teplo.

V tejto koncepcii sme nenavrhovali možnosť inštalácie KGJ. Tepelné hospodárstvo vo Vrbovom v súčasnosti prechádza krízou - súčasné centrálne zdroje tepla sú predmetom konkurzu. Na kotolniach sú vykonávané zákonom požadované úkony

a základné údržby a opravy, ktoré udržujú kotolne v chode. Z tohto dôvodu je akákoľvek vysoká investícia na obnovu CZT pre výrobcu tepla veľkým rizikom.

2.6.9 Využívanie OZE a legislatíva v oblasti energetickej efektívnosti budov

Od 1.1.2021 z Vyhlášky 364/2012 Z. z. vyplýva povinnosť dosiahnuť energetickú triedu A0 pre všetky nové stavby. Toto si nepriamo vyžaduje inštaláciu obnoviteľných zdrojov naprieč všetkými hodnotenými sektormi, nakoľko východiskové normalizované hodnoty mernej spotreby sú vyššie, ako požadované. V súčasnej legislatíve (10/2021) sa energia z obnoviteľného zdroja v energetickom certifikáte neodpočítava od potreby energie. Vplyv OZE je viditeľný pri hodnote dodanej energie a globálnom ukazovateľovi.

V zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z. z. sa v budovách na bývanie nehodnotí potreba energie na osvetlenie, resp. strojové vetranie a chladenie.

Preto v nových rodinných domoch na území mesta prichádza do úvahy využívať nasledovné zdroje tepla, resp. riešenia na zníženie spotreby primárnej energie:

- Solárne alebo fotovoltické panely na predhrev / ohrev vody
- Tepelné čerpadlám na vykurovanie **výlučne pre objekty, ktoré sú vykurované sálavým teplov vyrábaným priamo z EE**
- Zdroje na drevo, príp. využívanie biomasy, no pri súčasnom splnení nasledujúcich podmienok:
    - Rozvod tepla z tohto zdroja viesť po celom dome; **nestačí zdroj v sálavom režime** (napr. krb bez vložky a obehu vykurovacieho média, ktorý je schopný kúriť len v jednej miestnosti). Zároveň taký zdroj musí byť hlavným zdrojom tepla pre celý objekt.
    - Projektovaný objem vyrobeného tepla zo zdroja na drevo musí pokrývať celú potrebu domu na vykurovanie, v súčasnosti nie je možné v EC posudzovať aj sekundárny zdroj tepla v percentuálnom pomere
- Tepelné čerpadlo so zásobníkom na prípravu teplej vody **výlučne pre objekty, ktoré nie sú zásobované teplom zo systému CZT**
- Rekuperačné jednotky na vetranie priestorov.

V prípade budov, ktoré neslúžia na bývanie a **nie sú zásobované zo systému CZT** odporúčame implementovať:

- Fotovoltické zdroje pre vlastnú spotrebu elektriny v objektoch
- Tepelné čerpadlá na vykurovanie, chladenie a prípravu teplej vody (ak vykurujú, pripravujú TV prostredníctvom EE)
- Zvážiť možnosť pripojenia objektu na systém CZT

2.7 Predpokladaný vývoj spotreby tepla na území mesta

Predpokladaný vývoj spotreby tepla na území obce bude ovplyvňovaný odberateľským zázemím ako v bytovej a verejnej sfére, tak v podnikateľskej sfére a individuálnej bytovej výstavbe. Spotrebu tepla môžeme analyzovať v dvoch variantoch:

a. stagnačný variant (súčasný stav)
b. rozvojový variant

2.7.1 Stagnačný variant

Vzhľadom na demografický vývoj obyvateľstva Vrbového a na vývoj počasia (globálne otepľovanie, ktoré pre naše územie môže paradoxne znamenať mierne ochladzovanie) sa spotreba tepla nebude zvyšovať. Dodržiavaním a realizovaním doporučených opatrení (napr. zatepľovanie existujúcich bytových domov ako i rodinných domov, vyregulovaním jednotlivých tepelných sústav, inštaláciou termoregulačných ventilov a ekvitermickej regulácie, úspora vyplývajúca z rastu ceny palív) sa bude spotreba tepla znižovať.

V bytovom a verejnom sektore sa predpokladá výstavba v rozsahu potrebnom pre obnovu nevyhovujúceho bytového fondu a mierny nárast v rámci zvyšovania životnej úrovne.

Zateplenie jestvujúcich objektov, prechod z neregulovaných tepelných zdrojov (gamatky) na moderné kondenzačné kotly alebo plynové tepelné čerpadlá, inštalácia slnečných kolektorov, riadené vetranie pomocou rekuperátorov tepla - zníženie spotreby tepla sa môže pohybovať v intervale od 15 % do 50%, podľa množstva realizovaných opatrení zlepšujúcich tepelnoizolačné vlastnosti objektov.

V jestvujúcom podnikateľskom sektore bude dodávka tepla zabezpečovaná z vlastných tepelných zdrojov, pričom taktiež sa môže uvažovať s pripojením niektorých objektov na CZT.

Ako hodnotitelia odporúčame v prípade výstavby nového objektu (bytového domu, komerčnej prevádzky, verejnej budovy, atp.) primárne sa zaoberať možnosťou jeho pripojenia na systém CZT a až v prípade vylúčenia tejto možnosti z technických alebo iných objektívnych príčin povoliť iný zdroj tepla.

Na základe vývoja počtu obyvateľov (pokles) a tiež úrovne zrealizovaných opatrení konštatujeme, že v meste nastal stagnačný variant.

2.7.2 Rozvojový variant

Tento variant predpokladá zvyšovanie spotreby tepla najmä z dôvodu rozširovania priemyselnej výroby, logistického zázemia a tým aj výstavbu nových bytových a rodinných domov.

3 Návrh rozvoja sústav tepelných zariadení a budúceho zásobovania mesta teplom

3.1 Formulácia alternatív technického riešenia rozvoja sústav tepelných zariadení

Zo strany výrobcu a dodávateľa tepla do systému CZT – spoločnosti Veolia Energia Slovensko a.s. je možné zlepšiť celkovú energetickú bilanciu mesta v oblasti tepelnej energetiky realizáciou nasledujúcich opatrení:

- Inštalácia spalinového výmenníka tepla (ekonomizéra) 2-stupňový pre kotolňu: BK – K3 - 6. apríla 364

Zo strany odberateľov tepla zo systému CZT:

- Montáž automatických termoregulačných ventilov s termostatickými hlavicami do všetkých objektov, kde chýbajú, t. j. bytových domov, kde k takejto inštalácii ešte nedošlo, no hlavne verejných a ostatných budov
- Hydraulické vyregulovanie distribučných sústav ÚK a teplej vody v zásobovaných budovách
- Výmena otvorových výplní (toto sa v čase spracovania koncepcie týka predovšetkým nebytových budov)
- Zateplenie budov, ktoré v čase spracovania koncepcie ešte neboli zateplené

V individuálnej výstavbe:

- Zvážiť možnosť inštalácie obnoviteľných zdrojov do existujúcich rodinných domov pri súčasnom využití niektorej z dotačných schém
- Pri nových rodinných domoch postavených po 1. 1. 2021 je obnoviteľný zdroj nevyhnutnosť
- Zateplenie rodinných domov, t. j. nie len zateplenie obvodových stien, ale aj striech a stropov oddeľujúcich vykurované a nevykurované priestory
- Zvážiť možnosť inštalácie solárnych kolektorov, fotovoltických panelov alebo tepelných čerpadiel na prípravu teplej vody (podľa situácie)

V podnikateľskom sektore:

- Inštalácia solárnych kolektorov alebo fotovoltických elektrární na strechách skladových a výrobných hál pre ohrev teplej vody, prípadne inú spotrebu elektriny
- Znižovať spotrebu energie v zimnom období neprekurovaním priestorov pre zákazníkov, v letnom období chladením na minimálnu teplotu 26 °C, nie menej
- Zvážiť možnosť solárneho ohrevu vody, príp. ohrevu s využitím tepelných čerpadiel

Ceny fosílnych palív, ale aj elektriny majú z dlhodobého hľadiska stúpajúci vývoj. (Koncepcia je vyhotovená v čase najväčšieho zdražovania zemného plynu a elektriny v histórii). Krátkodobé zníženia ú anomáliami, ktoré na celkový trend majú minimálny vplyv. Z uvedeného dôvodu vzniká tlak na zvyšovanie hospodárnosti a efektívnosti tepelných zariadení a inštaláciu obnoviteľných zdrojov.

V čase spracovanie tejto koncepcie ako hodnotitelia nemôžeme odporučiť zdroj na drevnú biomasu, nakoľko tieto zdroje v uplynulých rokoch spôsobili zvýšený dopyt po drevnej štiepke a ten mal zasa za následok rozsiahle odlesnenie krajiny.

Našťastie sú k dispozícii alternatívne riešenia, ktoré sú aplikovateľné aj na centrálne zdroje tepla a vďaka ktorým nie je potrebné CZT ako také považovať za menej kvalitný spôsob výroby a distribúcie tepla, čo je **všeobecne pozorovaný názorový trend v laickej a časti odbornej verejnosti v období spracovania tejto koncepcie.** Tento trend je sčasti poplatný skutočnosti, že v systéme CZT je potrebný sekundárny vonkajší rozvod tepla, ktorý do celkovej bilancie prináša straty navyše oproti lokálnym zdrojom.

Ako hodnotitelia sa k tomuto všeobecnému názorovému trendu neprikláňame, nakoľko lokálne zdroje prinášajú množstvo nevýhod, najmä:

- Komplikované sledovanie spotreby tepla v objekte s vlastným zdrojom tepla – vlastník alebo spoločenstvo vlastníkov budovy pri návrhu vlastného zdroja síce myslí na šetrenie energie a nákladov, ale iba **málokedy sa do projektu zapracujú aj meracie miesta na meranie spotreby tepla na ÚK a prípravu teplej vody v objekte, čo následne znemožňuje vyhodnotiť práve základnú otázku – či zdroj naozaj niečo šetrí**.
- V prípade, že nejde o zdroj na elektrinu, pridanie nového lokálneho zdroja znečisťovania ovzdušia, ktorý podlieha povinnosti ohlásenia a platieb.
- Zavedenie nových strát pri premene energie / v novom zdroji.
- V prípade, že ide o elektrický zdroj, neporovnateľne vyššia cena oproti iným palivám, k čomu existuje len jedna výnimka, ktorá sa vzťahuje na dodávku elektriny pre bytový sektor – tarifa, v ktorej sú fixné náklady znížené na nízku paušálnu čiastku. Takáto sadzba má však podmienku, že v budove, ktorá je takto zásobovaná, **nesmie byť žiadny podnikateľský priestor, t. j. napr. v bytovom dome si nikto z obyvateľov nemôže svoju adresu nahlásiť ako prevádzkareň svojej podnikateľskej činnosti / živnosti**, v opačnom prípade by sa tarifa dodávky elektriny pre takú budovu musela zmeniť na komerčnú a **z každého vyhodnotenia bilančnej ceny elektriny v komerčnej tarife, ktoré sme vypracovali vyplýva, že ani v prípade použitia tepelných čerpadiel s COP = 4 nie je žiaden finančný prínos oproti zásobovaniu zo systému CZT.**

  K šetreniu nákladov na teplo v objekte dochádza len z dôvodu možnosti využívania zvýhodnenej tarify za elektrinu, čo sa môže zmeniť s prvým neinformovaným vlastníkom. Ak by k takému scenáru došlo, po finančnej stránke by došlo ešte k navýšeniu nákladov na teplo oproti stavu, keď bol objekt zásobovaný zo systému CZT.
- V prípade zdrojov na pevné palivo nevyhnutná infraštruktúra na nakládku, vykládku a skladovanie paliva, čo v husto zastavanom území môže spôsobovať znižovanie kvality života v budovách v susedstve takého zdroja.
- Nevyhnutnosť zabezpečovania revízií, pravidelných kontrol hospodárnosti prevádzky a ďalších povinností vyplývajúcich zo zákona pre každého prevádzkovateľa tepelného zdroja. Tieto povinnosti v prípade lokálneho zdroja **prechádzajú z dodávateľa tepla na vlastníka, resp. spoločenstvo vlastníkov budovy. Tým sa zvyšujú prevádzkové náklady celého objektu.**

- Chýbajúci legislatívny mechanizmus, ktorý by vlastníkov zdrojov vo svojich budovách motivoval o tieto zdroje sa riadne starať a priebežne ich modernizovať. Čiastočne to pokrýva kontrola hospodárnosti prevádzky, **no výsledok kontroly nie je záväzný; má len informatívny charakter.**
- V prípade poruchy alebo výpadku zdroja nemá vlastník žiadnu garanciu obnovy dodávky tepla, ako je to v prípade dodávateľa tepla do systému CZT, ktorému vo vzťahu k odberateľom vyplýva povinnosť bezodkladne odstrániť poruchu a informovať o dobe trvania výpadku zo zákona č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike.
- Závislosť konečnej ceny tepla od ceny komodít. Aj keď cena tepla od dodávateľa sa vždy odvíja od ceny komodít, legislatíva v oblasti určovania regulovanej ceny tepla definuje presné výpočty, ktorými sa do ceny tepla započítavajú náklady výrobcu a dodávateľa tepla, pričom tieto výpočty definujú určitý obmedzený interval, ktorý zamedzuje situácii, že by sa cena tepla neúmerne zvýšila.

Sú prípady, kedy je individuálny lokálny zdroj tepla lepším riešením ako CZT, no ide o špeciálne situácie, ktoré sa nedajú považovať za všeobecne rozšírené, konkrétne:

- Budova je v systéme CZT pripojená na konci rozvodu a má odlišný prevádzkový režim ako budovy pripojené na rozvod pred ňou – buď je budovu potrebné vykurovať 24 hodín a ostatné budovy nie, čo znamená, že dodávka tepla (keď aj znížená) prebieha stále, no nemusela by, alebo opačne, budova nie je využívaná 24 hodín, no musí sa zásobovať, lebo budovy pred ňou vyžadujú 24-hodinovú dodávku, čím sa zasa teplo spotrebováva zbytočne v tej poslednej budove.
- Sekundárny rozvod tepla je v zlom až havarijnom stave a dochádza na ňom k veľkým stratám, pričom budova je na takomto rozvode pripojená ako jediná, max. s ďalšou budovou. Bolo by nerentabilné taký rozvod vymeniť, keď naň nie je pripojený vyšší počet budov.
- Opakovane dochádza k porušovaniu povinností vyplývajúcich dodávateľovi tepla zo zákona č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike a súvisiacich predpisov, pričom dodávateľ nekomunikuje, resp. nereaguje na korešpondenciu a pokusy o kontakt zo strany odberateľov.

3.2 Vyhodnotenie opatrení na realizáciu jednotlivých alternatív technického riešenia rozvoja sústav tepelných zariadení

Navrhované opatrenia možno z hľadiska výšky investície rozdeliť na:

- **Beznákladové** - opatrenia predovšetkým organizačného charakteru. Jedná sa napr. o dodržovanie vnútorných teplôt v jednotlivých priestoroch, realizáciu útlmových programov (znižovanie teplôt v nočných hodinách alebo pri dlhodobej neprítomnosti osôb), energetický manažment (slúžiaci k neustálemu zlepšovaniu energetického hospodárstva v budovách) a pod.
- **Nízkonákladové** - opatrenia, ktoré za pomerne malých investičných nákladov vyvolajú efekt úspor energie. Jedná sa napr. o utesnenie okien (zníženie infiltrácie), nasadenie mechanických uzáverov dverí, inštalácia úsporných vodovodných výtokových armatúr, výmena dverí s lepšími tepelno-technickými vlastnosťami, inštalácia ekvitermickej regulácie a pod.
- **Vysokonákladové** – investície do komplexných riešení, ako napr. vylepšenia tepelno-technických vlastností konštrukcií objektov (výmena okien, dverí, zateplenie fasády,

strešných či stropných konštrukcií), inštalácia rekuperačnej jednotky pre predohrev vzduchu, inštalácia tepelných čerpadiel alebo KVET pre centrálny zdroj tepla a pod.

Z hľadiska miery úspor a ekonomickej návratnosti sa opatrenia dajú rozdeliť na:

- **Opatrenia s krátkou návratnosťou** - také opatrenia, ktoré dosahujú dobrý pomer úspory energie k vynaloženým nákladom. Pre takéto opatrenia musia byť už vytvorené podmienky k realizácii.
- **Opatrenia nenávratné alebo s dlhou návratnosťou** - sú to opatrenia zamerané na zvyšovanie hospodárnosti prevádzky zdrojov, distribučných sústav a spotrebičov. Spravidla majú najvyššiu úsporu energie a zároveň vysoké náklady na implementáciu.

Všetky opatrenia navrhnuté v nasledujúcich kapitolách sú zamerané na infraštruktúru súvisiacu so systémom CZT na území mesta.

3.2.1 Beznákladové opatrenia

Rozšírenie súčasného energetického manažmentu o niektoré zásady. Ročná úspora tepla pri realizácii opatrení je odhadovaná vo výške cca **2 % z celkovej spotreby tepla**. Medzi tieto opatrenia patria napr.:

- Vyhodnocovanie spotreby tepla a vyhodnocovanie prípadných výkyvov.
- Vo vykurovacom období dbať na vetranie priestorov na dobu nevyhnutnú k výmene vzduchu (hygienické predpisy).
- V priestoroch občasného pobytu osôb nastaviť minimálne vykurovacie teploty vzhľadom k prevádzkovanému zariadeniu (minimálne teploty udávané výrobcom inštalovaných zariadení).
- Vykurovacie telesá musia byť umiestnené tak, aby nebolo žiadnym bytovým zariadením bránené sálaniu tepla do priestoru.
- Podstatné skvalitnenie informovanosti odberateľov a zlepšenie komunikácie s nimi.

3.2.2 Nízkonákladové opatrenia

- Nainštalovať termostatické ventily a vyregulovať jednotlivé vykurovacie sústavy v objektoch, kde tieto opatrenia ešte neboli zrealizované.
- Nainštalovať na vykurovacie telesá pomerové rozdeľovače nákladov na vykurovanie s diaľkovým odpočtom.
- Inštalácia ekvitermickej regulácie a automatického merania s vyhodnocovaním údajov
- Obnovenie poškodených tepelných izolácií rozvodov ÚK a TV, resp. lepšia starostlivosť o rozvody

3.2.3 Vysokonákladové opatrenia

- Inštalácia spalinového výmenníka tepla (ekonomizéra) 2-stupňový pre kotolňu: BK – K3 - 6. apríla 364

3.2.4 Inštalácia spalinového výmenníka tepla (ekonomizéra) 2-stupňový pre kotolňu: BK – K3 - 6. apríla 364

Využívaním odpadového tepla zo spalín zemného plynu sa môžu predhrievať všetky druhy úžitkovej a technologickej vody, čo má za následok zníženie spotreby zemného plynu v závislosti od teplôt a objemov médií. Jeho uplatnenie je ako v teplovodných, tak aj horúcovodných a parných plynových kotolniach. Najväčšia účinnosť ekonomizéra sa dosahuje pri maximálnom vychladení spalín studenou vodou. Zariadenie obsahuje štandardne dva nezávislé výmenníkové stupne (podľa potreby to môže byť len jeden alebo aj viac než dva), čo umožňuje zvyšovať účinnosť ekonomizéra kombináciou viacerých druhov ohrievanej vody.

Vychladzovaním spalín až pod teplotu rosného bodu dochádza v zariadení k tvorbe kondenzátu a zároveň aj využitia nielen citeľného aj latentného tepla. Kondenzát je v zariadení neutralizovaný a odvádzaný odpadovým potrubím do kanalizácie.

Spaliny kotla majú pri svojej vysokej teplote významný tepelný potenciál. Výmenník tepla spalín odoberá teplo horúcim spalinám a týmto predohrieva teplotu spiatočky. Pre dodatočné dostrojenie sú vhodné samostatne stojace varianty ekonomizéra bez bypassu pre kotly spaľujúce plyn, ako aj s bypassom a regulačnou spalinovou klapkou pre teplovodné a horúcovodné kotly s duálnym spaľovaním oleja/plynu.

Ak je k dispozícii samostatný vodný okruh, odporúča sa použiť kondenzačnú technológiu použitím kondenzátora spalín z nehrdzavejúcej ocele.

Prehľad výhod

- Zvýšenie účinnosti
- Vysoká úspora paliva a zníženie emisií CO2
- Integrovaný v kotle alebo samostatne stojaci pre jednoduché dostrojenie existujúcich zariadení

Tab. 28. Prínosy navrhovaného opatrenia

Opatrenie	**Náklady**	**Jednotka**
Inštalácia spalinového výmenníka tepla (ekonomizéra) 2-stupňový pre kotolňu: BK – K3 - 6. apríla 364	30 000	€ bez DPH
Celkom	**30 000**	**€ bez DPH**
Predpokladané ocenenie úspor energie		
Dosiahnuteľná ročná úspora energie -ZP	111,93	MWh /rok
Bilančná cena ZP eur/MWh s DPH	43,00	€/MWh
Dosiahnuteľná ročná úspora nákladov po realizácii opatrenia	4 813,15	€/rok
Celk. úspora (+) / navýšenie (-) nákl. na údržbu a prevádzku po realizácii	- 400	€/r bez DPH
Jednoduchá doba návratnosti opatrenia	**6,80**	**roka**

3.2.5 Súhrn navrhovaných opatrení

V nasledujúcej tabuľke je uvedený súhrn opatrení zameraných na zníženie spotreby palív a energií v meste Vrbové v procese výroby, distribúcie a spotreby tepla.

V tabuľke uvádzame náklady na realizáciu, ako aj očakávanú energetickú a finančnú úsporu.

Hodnoty úspory energie uvedené v tabuľke nižšie platia v prípade, že by sa každé opatrenie realizovalo samostatne, t. j. nezohľadňujú prípadný synergický efekt.

Tab. 29. Súhrn navrhovaných opatrení - výška investičných nákladov, prínosy a jednoduchá doba návratnosti

Opatrenie	Investičný náklad [€ bez DPH]	Energetická úspora [MWh/rok]	Úspora nákladov na palivo / energiu [€/rok bez DPH]	Úspora (+) / navýšenie (-) nákladov na údržbu a prevádzku [€/rok bez DPH]	Jednoduchá doba návratnosti [roky]
Inštalácia spalinového výmenníka tepla (ekonomizéra) 2-stupňový pre kotolňu: BK – K3 - 6. apríla 364	30 000	111,93	4 813,15	- 400	6,80
Spolu	**30 000**	**111,93**	**4 813,15**	**-400**	**6,80**

3.3 Ekonomické vyhodnotenie technického riešenia rozvoja sústav tepelných zariadení na území mesta

Ekonomická analýza sa zaoberá vyhodnotením energetických, stavebných a organizačných opatrení na úsporu energie na území mesta Vrbové. Cieľom ekonomickej analýzy je zistiť vhodnosť realizácie jednotlivých opatrení z ekonomického hľadiska.

Ekonomická analýza bola vykonaná na základe niekoľkých kritérií, z ktorých najdôležitejšia je **čistá súčasná hodnota** určená z diskontného toku hotovosti počas doby životnosti.

Pri spracovaní ekonomickej analýzy sú zvyčajne základné vstupné údaje na jednej strane príjmové položky (v podobe úspory za energie) a na druhej strane výdavkové položky (v podobe nákladov vynaložených na realizáciu opatrení).

Vstupné údaje pre ekonomickú analýzu:

- Výška nákladov na úsporné opatrenia určená odborným odhadom na základe výsledkov obdobných investičných projektov z minulosti,
- cenové informácie výrobcov, montážnych firiem a dodávateľských firiem,
- informácie z publikácií a internetu.

Úspory sú chápané ako rozdiel výdavkov za energie v prípade, že k realizácii navrhovaných opatrení nedôjde a v prípade, že opatrenia realizované budú. Ako základ pre výpočet úspor teda slúži súčasný stav a príslušné prevádzkové výdavky, tak ako je uvedené v upravených energetických bilanciách jednotlivých variantov.

Pri spracovaní ekonomickej analýzy sme stanovili ďalšie doplnkové vstupné údaje - dobu životnosti, úverové zaťaženie, dobu splácania úveru, diskontnú mieru, vývoj cien energií a pod. Základné vstupné údaje pre ekonomickú analýzu sú zhrnuté nižšie.

- **Diskontná miera (3%):** Pre ocenenie hodnoty prostriedkov vydaných alebo prijatých v budúcnosti sa často pracuje s prevodom na súčasnú hodnotu. Diskontná miera je prostriedok, ktorý tento prevod umožňuje. Ide o určitú formu vyjadrenia medziročnej hodnotovej zmeny úrokovej miery a ďalších faktorov.
- **Doba životnosti projektu (20 rokov):** Pri opatreniach stavebného charakteru je predpokladaná životnosť opatrení stanovená na 25 rokov; v prípade kotlov na zemný plyn a súvisiacej technológie kotolne je táto doba stanovená na 15 rokov. Vonkajšie rozvody tepla, odovzdávacie stanice tepla, zdroje KVET a tepelné čerpadlá majú predpokladanú dobu životnosti 20 rokov.
- **Vývoj cien energií (medziročný nárast o 4%):** Zmeny cien energií výrazne ovplyvňujú ekonomické výsledky ekonomických projektov.
- **Výška úveru z celkovej investície (100%):** Určuje, aký podiel investície je hradený úverovými prostriedkami.
- **Výška úroku (1,5%):** Uvažovaná výška úroku poskytnutého úveru.
- **Výška vlastnej investície do projektu – ekvita (0%):** Určuje, aký podiel investície je hradený z vlastných prostriedkov mesta ako investora.

- **Daň z príjmu (22%):** Úspora nákladov na energiu vďaka realizácii opatrení sa podľa slovenského právneho poriadku považuje za príjem.

V ďalších podkapitolách sme zhrnuli výstupné ukazovatele ekonomickej efektívnosti opatrení a vzťahy, ktoré sme použili pre ich výpočet.

3.3.1 Jednoduchá doba návratnosti investície (doba splácania T_S)

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

kde: IN = investičné náklady
CF = ročný tok hotovosti projektu

3.3.2 Reálna doba návratnosti investície (T_{SD})

Určená výpočtom z diskontovaného toku hotovosti projektu), doba splatenia investície pri uvažovaní diskontnej sadzby T_{SD} sa vypočíta z podmienky:

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t .(1+r)^{-t} - IN \overset{!}{=} 0$$

kde: CF_t - ročné prínosy projektu (zmena peňažných tokov pre realizáciu projektu)
r - diskontný faktor
$(1 + r)^{-t}$ - odúročiteľ

3.3.3 Čistá súčasná hodnota úspor (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^{Tž} CF_t .(1+r)^{-t} - IN$$

kde: CF_t – Tok hotovosti projektu v roku t
r - diskont
t - hodnotené obdobie (1 až n rokov)
Tž – doba životnosti (hodnotenie) projektu

3.3.4 Vnútorné výnosové percento (IRR)

$$IN - \sum_{t=1}^{Tž} \frac{CFt}{(1+r)^t} = 0$$

Pričom v uvedenom vzťahu platí: IRR = r

Výsledky ekonomického hodnotenia jednotlivých variantov sú zhrnuté v nasledujúcich tabuľkách.

Tab. 30. Výsledky ekonomického vyhodnotenia

Ukazovateľ	Variant 1	Jednotka
Náklady na realizáciu súboru opatrení	30,0	tis. €/rok
Zmena nákladov na zabezpečenie energie (- zníženie/+ zvýšenie)	-4,8	tis. €/rok
Zmena osobných nákladov, napr. mzdy, poistné... (+/-)	0,0	tis. €/rok
Zmena ostatných prevádzkových nákladov, napr. opravy a údržba, služby, réžia, poistenie majetku... (-/+)	0,4	tis. €/rok
Zmena iných samostatne uvádzaných nákladov, napr. emisie, odpady a iné... (+/-)	0,0	tis. €/rok
Zmena tržieb, napr. za teplo, elektrinu, využité odpady... (+/-)	0,0	tis. €/rok
Prínosy z realizácie súboru opatrení celkom (+/-)	-4,4	tis. €/rok
Doba hodnotenia (životnosti)	20	rokov
Diskontný faktor	3%	-
Jednoduchá doba návratnosti	6,80	rokov
Reálna doba návratnosti	7,28	rokov
Čistá súčasná hodnota	57,56	tis. €
Vnútorné výnosové percento	16,06%	-
Daň z príjmov	22,00%	-
Medziročný zložený nárast cien palív a energií	4,00%	-

Ekonomické ukazovatele by mohli byť oveľa priaznivejšie, ak by sa podarilo investície čiastočne alebo úplne financovať z grantových schém.

3.4 Environmentálne vyhodnotenie jednotlivých variantov

Vyhodnotenie sme spracovali pre oxid uhličitý CO_2 a niektoré základné znečisťujúce látky. Pre výpočet množstva a úspor emisií CO_2 podľa jednotlivých energetických nosičov sme použili transformačné a prepočítavacie faktory dané vyhláškou MDVRR SR č. 364/2012.

Ekologické účinky posudzovaného energeticky úsporného projektu sú vyhodnotené porovnaním množstva generovaných emisií vo východiskovom stave a po realizácii súboru energeticky úsporných opatrení.

Pre výpočet množstva emisií ostatných látok sme použili všeobecné emisné faktory.

Tab. 31. Emisné faktory niektorých základných znečisťujúcich látok a CO_2 (CO_2 z vyhlášky č. 364/2012)

Názov znečisťujúcej látky	zemný plyn	drevo a drevná štiepka	elektrina
	kg/MWh	kg/MWh	kg/MWh
TZL Tuhé znečisťujúce látky	0,00500	0,27700	0,17800
SO_2 (oxidy síry)	0,00100	0,00000	0,89000
NO_x (oxidy dusíka)	0,09900	1,20000	0,97800
CO	0,01404	0,00000	0,45000
CO_2	220	20	167

Tab. 32. Vyhodnotenie environmentálnych prínosov

Znečisťujúca látka	Súčasný stav produkcie emisií	Po realizácii opatrení	
		Stav	Rozdiel
	t/rok	t/rok	t/rok
TZL	0,9401	0,9395	0,0006
SO_2	0,2693	0,2692	0,0001
NO_X	5,6225	5,6114	0,0111
CO	0,3972	0,3957	0,0016
CO_2	4 347,6891	4 323,0636	24,6254

3.5 Porovnanie a kritériá výberu z variantov

3.5.1 Metodika a kritériá výberu

Výber optimálneho variantu sme vykonali na základe viacerých hodnotiacich kritérií, konkrétne sme vzali do úvahy nasledujúce hľadiská:

- ekonomické hľadisko
- environmentálne hľadisko
- technické hľadisko
- prevádzkové hľadisko
- legislatívne hľadisko
- hľadisko úžitkovej hodnoty

3.5.1.1 Ekonomické hľadisko

Toto hľadisko uprednostňuje ten variant, ktorý je ekonomicky výhodnejší. Znamená to kratšiu návratnosť, vyššiu čistú súčasnú hodnotu a vyššie výnosové percento.

3.5.1.2 Environmentálne hľadisko

Toto hľadisko porovnáva varianty na základe zníženia záťaže životného prostredia. Uprednostňuje ten variant, ktorý znamená vyššiu úsporu emisií.

3.5.1.3 Technické hľadisko

Toto hľadisko porovnáva varianty na základe životnosti opatrení. Uprednostňuje ten variant, ktorého opatrenia majú najdlhšiu kombinovanú životnosť.

3.5.1.4 Prevádzkové hľadisko

Toto hľadisko porovnáva varianty na základe náročnosti zrealizovaných opatrení na údržbu a prevádzku. Uprednostní ten variant, ktorého očakávané náklady na údržbu a prevádzku budú nižšie.

3.5.1.5 Legislatívne hľadisko

Toto hľadisko porovnáva varianty na základe komplikovanosti realizácie navrhovaných opatrení vo vzťahu k platnej legislatíve (byrokratická záťaž). Zároveň porovnáva varianty na základe vzťahu navrhovaných opatrení k zákonu č. 657/2004 Z. z. a súvisiacim predpisom.

3.5.1.6 Hľadisko úžitkovej hodnoty

Akékoľvek navrhované opatrenie zvyšuje úžitkovú hodnotu pôvodného vybavenia. Toto hľadisko porovnáva varianty na základe úžitkovej hodnoty nového vybavenia a uprednostní ten variant, v rámci ktorého bude výsledná úžitková hodnota vyššia.

3.5.2 Zhrnutie variantov

Základné technické a ekonomické parametre navrhovaného energeticky úporného variantu sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 33. Zhrnutie technických a ekonomických parametrov

EÚP	Úspora energie	Úspora nákladov na energiu	Úspora nákladov na údržbu a prevádzku	NPV	IRR	Jednoduchá doba návratnosti	Diskontná doba návratnosti
	MWh/rok	tis. €/rok	€/rok	tis. €/rok	%	roky	roky
EÚP	111,93	4,81	-0,4	57,55	16,06%	6,8	7,3

Poznámka:

Výsledný potenciál úspor vyplývajúci z navrhnutého opatrenia je hodnota vypočítaná k normalizovaným klimatickým podmienkam (dlhodobý priemer).

Ceny uvádzané v tejto koncepcii pri hodnotení predstavujú vo väčšine priemerné hodnoty cenníkových ponúk jednotlivých hlavných dodávateľov a sú stanovené ku dňu vyhotovenia tejto koncepcie a podliehajú inflácii.

Ekonomické hodnotenie počíta s celým balíkom opatrení ako s jednorazovou investíciou, aj keď pri realizácii budú investície rozložené v čase. Návrhy opatrení majú informačný charakter a nenahrádzajú technické projekty riešení. Môžu iba slúžiť k ich zadaniu.

Pred realizáciou opatrení odporúčame spresniť náklady na základe minimálne **troch** cenových ponúk.

4 Závery a odporúčania pre rozvoj tepelnej energetiky na území mesta Vrbové

Na strane vlastníkov budov a obyvateľov mesta je z hľadiska dlhodobého prínosu vhodné pokračovať v zlepšovaní tepelno-technických vlastností objektov, čím sa dosiahne zvýšenie úspor energie potrebnej na vykurovanie objektov. Zároveň odporúčame v objektoch zrekonštruovať tepelné rozvody a zrealizovať ich vyregulovanie. Tiež navrhujeme do objektov nainštalovať termoregulačné ventily s termostatickými hlavicami, ak ešte nie sú nainštalované.

Do zdrojov CZT navrhujeme nainštalovať monitorovací systém, ktorý bude diaľkovo zbierať údaje z jednotlivých odberných miest. Na základe týchto údajov navrhujeme vyhodnocovať hospodárnosť prevádzky tepelných zariadení, ale tiež vytvárať odberové diagramy pre budúce obdobia.

V tých budovách, ktoré boli v čase vypracovania tejto koncepcie zásobované z vlastných zdrojov tepla, odporúčame zvážiť možnosť inštalácie obnoviteľných zdrojov, ako napr. solárnych kolektorov, fotovoltických systémov, či tepelných čerpadiel.

V prípade výstavby akéhokoľvek nového objektu na území mesta navrhujeme v zmysle zákona č. 657/2004 Z. z. dôkladne zanalyzovať jeho možnosť pripojenia na existujúci systém CZT v meste a iba v prípade, že sa ukáže nerentabilnosť, vysoká technická náročnosť, či potreba zvýšenia tepelného výkonu centrálneho zdroja, umožniť objektu vlastný zdroj tepla, pričom v takom prípade by taký zdroj mal byť aspoň čiastočne obnoviteľný, t. j. budova by mala byť vybavená napr. solárnymi panelmi, fotovoltikou alebo tepelnými čerpadlami.

Pripomíname, že od novely zákona č. 657/2004 Z. z. z roku 2014 je systém centralizovaného zásobovania teplom, ktorý využíva obnoviteľné zdroje alebo vysokoúčinnú KVET alebo kombináciu oboch na výrobu **50% a viac tepla**, považovaný za **účinný systém centralizovaného zásobovania teplom**. Zároveň sú sprísnené podmienky pripájania a odpájania odberateľov tepla k sústavám / od sústav CZT, konkrétne:

- **§20, ods. (3):** Okrem skončenia odberu tepla zo zákona, čo je možné len z dôvodu zmeny teplonosnej látky bez dohody s odberateľom a konečným spotrebiteľom alebo neodstránenia závažných nedostatkov v kvalite, množstve a spoľahlivosti dodávky, môže odberateľ skončiť odber tepla aj dohodou s dodávateľom, ak odberateľ uhradí dodávateľovi ekonomicky oprávnené náklady vyvolané odpojením odberateľa od sústavy tepelných zariadení dodávateľa, **pričom zároveň platí nasledovné**:
    - **Ak dodávateľ tepla vo svojej dodávke tepla dodáva viac ako 10 % a menej ako 60 % tepla vyrobeného z obnoviteľných zdrojov energie**, odberateľ tepla môže skončiť odber tepla len vtedy, ak zabezpečí dodávku tepla vyrobeného z obnoviteľných zdrojov energie **v podiele o 20 % vyššom ako má súčasný dodávateľ tepla**.
    - **Ak dodávateľ tepla vo svojej dodávke tepla dodáva viac ako 60 % tepla vyrobeného z obnoviteľných zdrojov energie**, odberateľ tepla môže skončiť odber tepla len vtedy, ak zabezpečí **celú dodávku tepla, vyrobeného z obnoviteľných zdrojov energie** s výnimkou tepla, ktoré vzniká pri zapálení obnoviteľného zdroja energie fosílnym palivom.

- **§21, ods. (3):** Ak sa na vymedzenom území plánuje vybudovať nový objekt spotreby tepla s projektovanou ročnou potrebou tepla vyššou ako **30 MWh** a dodávateľ na tomto vymedzenom území dodáva teplo z **účinného centralizovaného zásobovania teplom** – potom platí, že projektovaná ročná potreba tepla sa musí prednostne pokryť od tohto dodávateľa, ak to umožňujú technické podmienky a nainštalovaný výkon zariadení na výrobu tepla.
- **§12 v odseku (8)** konštatuje, že výstavbu sústavy tepelných zariadení s celkovým nainštalovaným tepelným výkonom od 100 kW vrátane do 10 MW možno uskutočniť **len na základe záväzného stanoviska obce o súlade pripravovanej výstavby sústavy tepelných zariadení s koncepciou rozvoja obce v oblasti tepelnej energetiky.**

  Výkon je síce taxatívne vymedzený v rozsahu od 100 kW vrátane do 10 MW, no §12 obsahuje aj odsek (11), ktorý hovorí, že všetky odseky (od 1 do 10) sa primerane vzťahujú aj na zmeny a úpravy v existujúcich sústavách tepelných zariadení, pre ktoré sa vyžaduje povolenie podľa zákona č. 50/1976 Zb., t. j. stavebné povolenie podľa stavebného zákona, čo v praxi znamená úpravy vo všetkých budovách, ktoré sú pripojené na systém CZT a ich vlastníci by mali záujem vybudovať vlastný zdroj tepla a budovu odpojiť zo systému CZT.

Zo skutočností uvedených vyššie vyplýva, že nekoncepčné odpájanie sa jednotlivých budov zo systému CZT je možné obmedziť alebo úplne eliminovať kombináciou využívania vysokoúčinných a obnoviteľných zdrojov na výrobu tepla pre systém CZT, ako aj politikou obce zameranou na podporu systémov CZT.

Je nutné podotknúť, že CZT v meste Vrbové nie je dobrom finančnom stave. CZT sa nachádza v konkurze a pre výrobcu tepla sú akékoľvek väčšie investície veľkým rizikom. Preto rozumieme a kvitujeme dodávateľovi tepla, že CZT obhospodaruje v rozmedzí nutnom, ktoré mu prikazujú zákony, vyhlášky a normy SR. Z tohto dôvodu nenavrhujeme väčšie zásahy do CZT, pokým sa nevyrieši otázka konkurzu CZT. V žiadnom prípade nechceme dodávateľ tepla nezmyslene tlačiť do opatrení, ktoré sú finančne náročné, dlhodobo návratné a silne vplývajú na zvýšenie fixnej zložky ceny.

Od januára roku 2022 prichádza novela zákona 251/2012 Z.z. (v čase vyhotovenia koncepcie v pripomienkovom konaní), kde dodávateľ tepla už nie je účastníkom správneho konania pri odpájaní sa od CZT. Toto rozhodnutie považujeme za silné narušenie:

- **pozitívneho vývoja CZT ako nástroja k dosiahnutiu národných ekologických cieľov SR,**
- **transformácie CZT na 4. generáciu, ktorá je všeobecne podporovaná EÚ**
- **predikcie vývoja trhu a následných rekonštrukcií/inštalácie tepelných zdrojov pre potreby odberateľov**

Pri hromadnom odpájaní sa od CZT je možné, že dodávateľ tepla nebude schopný pokryť a prerozdeliť svoje náklady na odberateľov, ktorí zostali pripojení na CZT a bude musieť výrobu tepla zastaviť.

4.1 Návrh záväznej časti koncepcie rozvoja tepelnej energetiky v meste Vrbové

Z hľadiska ďalšieho rozvoja mesta Vrbové a v súlade so štátnou energetickou politikou a zákonom č. 138/1991 Zb. o majetku obcí, ako aj z hľadiska zníženia dopadu na životné prostredie a výsledných úspor energie odporúčame:

- Realizovať opatrenia vedúce k zníženiu spotreby tepla na ÚK a v teplej vode – na strane výroby aj na strane spotreby.
- **V zmysle zákona č. 657/2004 Z. z. vždy uprednostniť systém centralizovaného zásobovania teplom, či už pri novostavbách alebo existujúcich objektoch, pričom autori tejto koncepcie neodporúčajú umožňovať odpájanie objektov od systému CZT predovšetkým kvôli skutočnosti, že odpájaním objektov sa systém CZT destabilizuje. Ďalej odpájanie znevýhodňuje odberateľov, ktorí k systému CZT zostali pripojení (zvyšuje cenu) a dereguluje sústavu, takže po odpojení je potrebné celý systém nanovo hydraulicky vyregulovať.**
- Systém CZT podľa potreby rozširovať do nových oblastí mesta s účelom pokrytia potreby tepla nových objektov.
- Zlepšiť regulačné vlastnosti zásobovaných objektov, t. j. tam, kde to ešte nebolo zrealizované nainštalovať termoregulačné ventily a termostatické hlavice. Do bytov nainštalovať pomerové rozdeľovače nákladov na teplo s diaľkovým odpočtom.
- Zrekonštruovať rozvody ÚK a teplej vody v objektoch, kde sú pôvodné rozvody, ktoré z hľadiska izolačných vlastností nevyhovujú súčasným požiadavkám. Hydraulicky vyregulovať sústavy rozvodov ÚK a teplej vody.
- Zlepšovať tepelno-technické vlastnosti obalových konštrukcií budov v meste
- Implementovať monitorovací systém, ktorý bude diaľkovo zbierať údaje o spotrebe tepla z pomerových rozdeľovačov nákladov. (povinnosť správcu budovy, SVB alebo družstvo)

4.1.1 Odpájanie objektov od systému CZT

Táto koncepcia neobmedzuje práva odberateľov tepla na odpojenia sa od CZT, ani práva investorov pri schvaľovaní výstavby nových objektov vrátane tepelných zdrojov.

Je však potrebné brať na zreteľ, že prípadná destabilizácia systému CZT nie je žiaducim javom a predstavuje situáciu, v ktorej by neúmerne stúpla spotreba palív a energií na zabezpečenie tepla.

Preto ako hodnotitelia odporúčame neumožniť odpájanie objektov od sústavy CZT, pokiaľ nevzniknú objektívne, jasne formulované a obhájiteľné prekážky v pokračovaní odberu tepla. Autori koncepcie sa týmto odvolávajú na §12, ods. 8 a 11 zákona č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike, kde je uvedené, že osvedčenie na výstavbu vlastného zdroja obec poskytne len vtedy, ak je taká výstavba v súlade s koncepciou rozvoje mesta v oblasti tepelnej energetiky (odsek 11 rozširuje záber budov, na ktoré sa vzťahuje odsek 8, na všetky budovy, v ktorých by sa mal stavať zdroj na základe stavebného povolenia podľa stavebného zákona).

Autori tejto koncepcie týmto vyhlasujú, že **odpájanie budov zo systému CZT, nie je v súlade s touto koncepciou, pokiaľ nie sú naplnené podmienky skončenia odberu tepla §20, ods. 2c a 4 zákona č. 657/2004 Z. z.**

Rovnako navrhujeme mestu Vrbové ako budúcim účastníkom správneho konania pred odpájaním sa od CZT nariadiť odberateľom vypracovanie dokumentov:

Energetický audit – porovnanie pôvodný a nový stav

Projektové energetické hodnotenie (PEH) – porovnanie pôvodný a nový stav

Oba dokumenty musia byť vyhotovené odbornými osobami. Energetický audit bude vyhotovený energetickým audítorom zapísaným do zoznamu energetických audítorov. Projektové energetické hodnotenie vyhotovené napr. stavebným inžinierom zapísaným do zoznamu SKSI.

Energetický audit musí zhodnotiť prínos odpojenia sa od CZT a to v energetickej oblasti (úspora energia v MWh) v environmentálnej oblasti (úspora CO, TZL, CO2, SO2, NOx) a vo finančnom vyjadrení (úspora nákladov v €, návratnosť, IRR, NPV).

PEH musí zhodnotiť energetickú zatriedenie podľa zákona 555/2005 Z.z. a vyhlášky 364/2012 Z.z, a musí potvrdiť zlepšenie energetických tried pre vykurovanie, prípravu TV, celkovej potreby energie v budove, dodanej energie a globálneho ukazovateľa (primárnej energie) v jednotkách kWh/m^2.a. Rovnako musí potvrdiť zníženie tvorby emisií v kg/m^2.a.

Oba dokumenty navrhujeme právne podporiť všeobecne záväzným nariadením, ktoré by bolo prijaté zastupiteľstvom mesta.

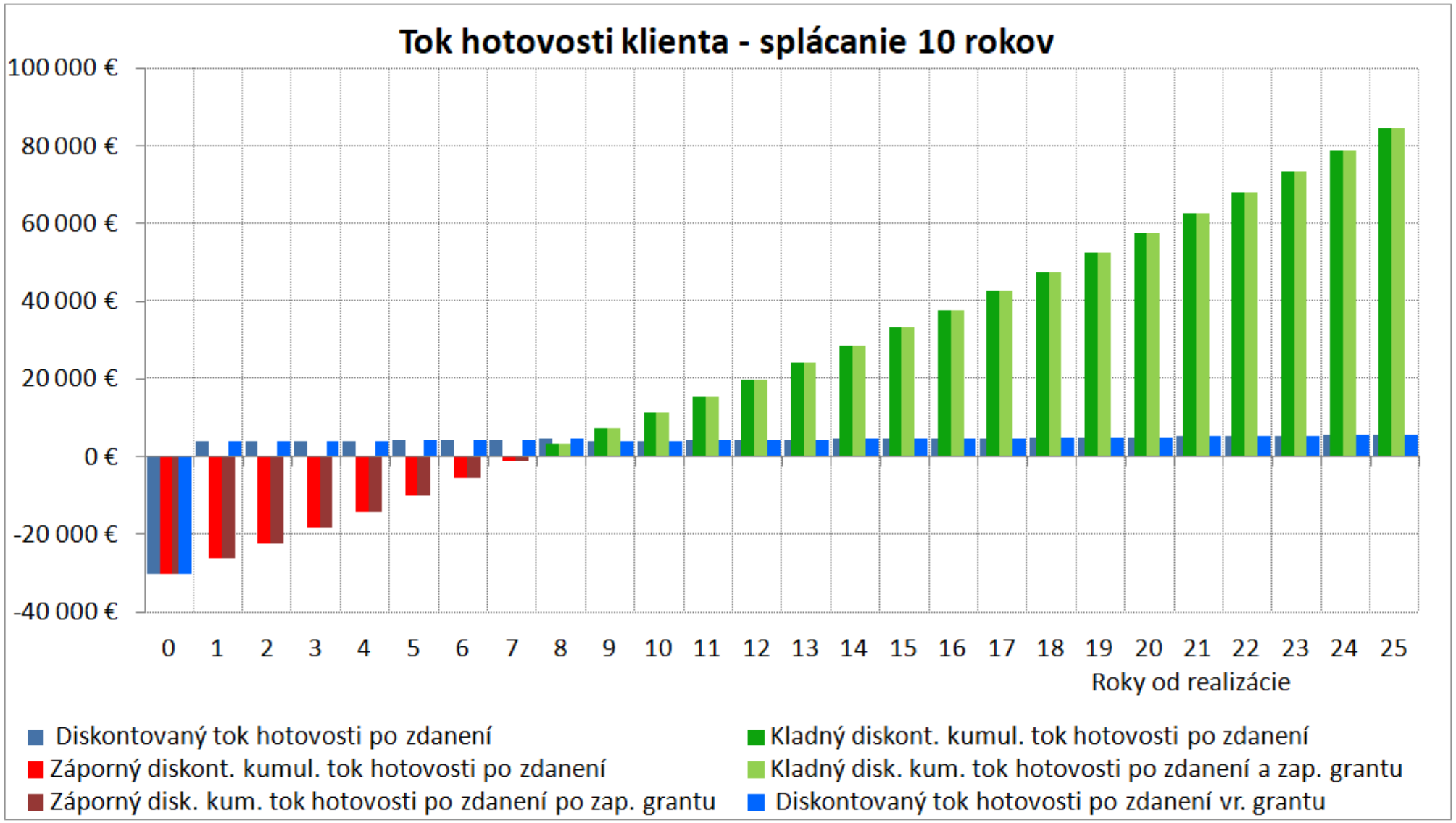
„Všeobecne záväzné nariadenie alebo skrátene nariadenie, skratka VZN, je právna norma vydávaná orgánom samosprávy vo veciach územnej samosprávy a prenesenej štátnej správy, ktorá je všeobecne záväzná pre všetky osoby a subjekty pôsobiace na území daného samosprávneho celku. Všeobecne záväzné nariadenie môže vydávať obec s pôsobnosťou na území danej obce, mesto s pôsobnosťou na území daného mesta a samosprávny kraj s pôsobnosťou na území daného samosprávneho kraja. Všeobecne záväzné nariadenie schvaľuje zastupiteľstvo. Na jeho prijatie je potrebný súhlas kvalifikovanej väčšiny poslancov zastupiteľstva (v prípade samosprávneho kraja je to trojpätinová väčšina všetkých poslancov, v prípade obce a mesta trojpätinová väčšina prítomných poslancov). Všeobecne záväzné nariadenie musí rešpektovať ústavu a zákony Slovenskej republiky a musí byť v súlade s princípmi právneho štátu.“

V tejto koncepcii sme sa podrobne nezaoberali porovnaním cien zemného plynu a iných palív, nakoľko nenavrhujeme zmenu palivovej základne v meste, iba implementáciu zdrojov, ktoré umožnia celkovú spotrebu znížiť, resp. implementovať vysoko účinné a obnoviteľné zdroje.

Mesto Vrbové
Gen. M.R. Štefánika 15/4
92203 Vrbové

5 Príloha 1 – analýza toku hotovosti

5.1 Realizácia návrhu opatrení a splácanie úveru 10 rokov

ENERGETICKY ÚSPORNÝ PROJEKT													
Výška investície	**€**	-	**30 000**										
Úver1	**€**	-	**30 000**										
Rok			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Úspora energie - zemný plyn	*MWh/rok*			112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Cena energie - zemný plyn	*€/MWh*			43	45	47	50	52	55	58	61	64	67
Cena energie - elektrina	*€/MWh*			120	126	132	139	146	153	161	169	177	186
Výnosy	**€**			**4 813**	**5 054**	**5 306**	**5 572**	**5 850**	**6 143**	**6 450**	**6 773**	**7 111**	**7 467**
Zvýšenie nákladov na údržbu a prevádzku	€			- 400	- 400	- 400	- 400	- 400	- 400	- 400	- 400	- 400	- 400
Úrok z úveru výšky 30000 €	€			- 434	- 392	- 349	- 306	- 261	- 216	- 171	- 125	- 78	- 30
Zvýšenie nákladov celkom	**€**			***- 834***	***- 792***	***- 749***	***- 706***	***- 661***	***- 616***	***- 571***	***- 525***	***- 478***	***- 430***
Pravidelné prevádzkové náklady	**€**			***- 400***	***- 400***	***- 400***	***- 400***	***- 400***	***- 400***	***- 400***	***- 400***	***- 400***	***- 400***
Pravidelné osobné náklady	**€**			**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Jedn. tok hotovosti (bez nárastu cien, dane, úroku)	**€**			***4 413***	***4 413***	***4 413***	***4 413***	***4 413***	***4 413***	***4 413***	***4 413***	***4 413***	***4 413***
Čisté úspory pred zdanením	**€**			**3 979**	**4 262**	**4 557**	**4 866**	**5 189**	**5 526**	**5 879**	**6 248**	**6 633**	**7 037**
Rovnomerné odpisy - skupina 2 - životnosť 6 rokov	€			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Čistý zdaniteľný príjem	€			229	512	807	1 116	1 439	1 776	2 129	2 498	6 633	7 037
Daň 22%	€			50	113	178	246	317	391	468	550	1 459	1 548
Čistý tok hotovosti po zdanení	**€**	-	**30 000**	**3 929**	**4 149**	**4 380**	**4 621**	**4 872**	**5 136**	**5 411**	**5 698**	**5 174**	**5 489**
Kumulovaný tok hotovosti po zdanení	€	-	30 000	- 26 071	- 21 922	- 17 543	- 12 922	- 8 049	- 2 914	2 497	8 195	13 369	18 858
Diskont	%		1,00	0,97	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84	0,81	0,79	0,77	0,74
Diskontovaný tok hotovosti po zdanení	€	-	30 000	3 814	3 911	4 008	4 105	4 203	4 301	4 399	4 498	3 966	4 084
Diskontovaný kumulovaný tok hotovosti po zdanení	€	-	30 000	- 26 186	- 22 275	- 18 267	- 14 161	- 9 958	- 5 657	- 1 258	3 240	7 206	11 290
Reálna návratnosť	*roky*		7,87	7,70	7,56	7,45	7,37	7,32	7,29	7,28	7,18	7,24	7,31
Vlastná investícia	€		-										
Nenávratný grant vo výške 0 % z úveru 30000 €	€			-									
Istina	€			- 2 802	- 2 844	- 2 887	- 2 931	- 2 975	- 3 020	- 3 065	- 3 112	- 3 158	- 3 206
Tok hotovosti po refinancovaní	**€**		-	**1 127**	**1 305**	**1 493**	**1 690**	**1 898**	**2 116**	**2 345**	**2 587**	**2 016**	**2 282**
Analýza projektu													
Čistá súčasná hodnota (NPV) pri diskonte 3%	€		**57 555**										
Vnútorná výnosová miera (IRR)			**16,06%**										
Čistý tok hotovosti po zdanení	€	-	30 000	3 929	4 149	4 380	4 621	4 872	5 136	5 411	5 698	5 174	5 489
Kumulovaný tok hotovosti po zdanení vr. grantu	€	-	30 000	- 26 071	- 21 922	- 17 543	- 12 922	- 8 049	- 2 914	2 497	8 195	13 369	18 858
Diskontovaný tok hotovosti po zdanení vr. grantu	€	-	30 000	3 814	3 911	4 008	4 105	4 203	4 301	4 399	4 498	3 966	4 084
Diskont. kumul. tok hotovosti po zdanení vr. grantu	€	-	30 000	- 26 186	- 22 275	- 18 267	- 14 161	- 9 958	- 5 657	- 1 258	3 240	7 206	11 290
Reálna návratnosť vr. grantu	*roky*		7,87	7,70	7,56	7,45	7,37	7,32	7,29	7,28	7,18	7,24	7,31
Jednoduchá návratnosť	*roky*		**6,80**										
Reálna návratnosť	*roky*		**7,28**										

Mesto Vrbové
Gen. M.R. Štefánika 15/4
92203 Vrbové