

Technicko- ekonomická dekarbonizační studie centrálního zásobování tepla v Jiříkově

Technicko- ekonomická dekarbonizační studie centrálního zásobování tepla v Jiříkově

Ing. Jakub Maščuch, Ph.D.
Ing. Daniel Suchna
Mgr. Kamil Novotný
Bc. Marek Nejman
Markéta Vlčková

Název

Dekarbonizační studie systému centrálního zásobování tepla v Jiříkově

Autoři

Ing. Jakub Maščuch, Ph.D.

Ing. Daniel Suchna

Mgr. Kamil Novotý

Bc. Marek Nejman

Markéta Vlčková

České vysoké učení technické v Praze

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov

Třinecká 1024 | 273 43 Buštěhrad | www.uceeb.cz

Grafická úprava a sazba

Lucie Římáková

Vydalo

Centrum pro dopravu a energetiku

Praha

listopad 2024

Centrum pro dopravu a energetiku (CDE) je nezisková nevládní organizace založená v roce 1998, která se zaměřuje na dopady dopravy a výroby energie na klima. Svůj cíl vidíme v budování a posilování široké platformy skupin a jednotlivců, kteří mají zájem usilovat o udržitelnou budoucnost.

www.cde-org.cz



**Spolufinancováno
Evropskou unií**

Spolufinancováno Evropskou unií. Za uvedené názory nese výhradní odpovědnost autor / autoři a nemusí nutně odrážet názory Evropské unie nebo agentury CINEA, které za ně žádnou odpovědnost nenesou.

Obsah

01	Úvod	6
02	Shrnutí doporučení	8
03	Analýza výchozího stavu	14
03.1	Popis lokality a energetické situace	15
03.2	Analýza zdrojů energie	21
03.3	Analýza spotřeby energie	23
03.4	Investice do energetických úspor a rozvoje sítí	26
04	Analýza dostupnosti a potenciálu lokálních primárních energetických zdrojů	32
04.1	Zdrojová základna Jiřikova	33
04.2	Technologie využití zdrojů energie	40
04.3	Porovnání technologií	42
05	Návrh SCZT	46
05.1	Popis stávajícího stavu	47
05.2	Návrh sítě CZT	51
05.3	Popis vybraných nových zdrojů tepla	55
05.4	Provoz varianty CZT-MAX	59
05.5	Provoz varianty CZT-A	61
05.6	Provoz varianty CZT-B	62
05.7	Investiční náklady	63
05.8	Provozní a stálé náklady, cena tepla	66
05.9	Cena tepla s dotací investice	68
05.10	Ekologické hodnocení – produkce CO ₂	69
06	Etapizace investice	72
07	Provozně-organizační model	76
07.1	Síť CZT	77
07.2	Energetická komunita	78
08	Dotační financování	82
	Literatura	85
	Seznam tabulek	87
	Seznam obrázků	88
	Seznam grafů	88
	Seznam použitých symbolů a zkratk	89

01



Úvod

Město Jiříkov na základě Smlouvy o dílo ze dne 21. 5. 2024 (dále SoD) zadalo zpracování „Technicko-ekonomickou dekarbonizační studii systému centrálního zásobování tepla v Jiříkově“ podle specifikací v SoD.

Cílem studie je zodpovědět otázky:

1. Jaký výběr a kombinace zdrojů a propojení budov má největší potenciál pro dekarbonizaci (snížení emisí CO₂)?
2. Jaký výběr a kombinace zdrojů a propojení budov v majetku obce je ekonomicky nejefektivnější?
3. Jaký je potenciál lokálních obnovitelných zdrojů energie k pokrytí místních potřeb?
4. O jakých formách provozního modelu se dá rámcově uvažovat?

Studie bude obsahovat následující části:

- a. vyhodnocení potenciálu úspor energie v obecních budovách a odhad budoucích spotřeb na základě prohlídky objektů, energetických auditů (jsou-li k dispozici) a přehledu plánovaných investic
- b. vyhodnocení potenciálu a proveditelnosti různých zdrojů tepla se zaměřením na: tepelná čerpadla, fotovoltaické elektrárny, termické kolektory, odpadní teplo z jiných než fosilních zdrojů, kogenerační jednotky na bioplyn s využíváním rostlinných zbytků, čistírenského kalu, apod. (nikoli energetických plodin), spalování biomasy (pouze rostlinné zbytky, nikoli primární lesní biomasa), využití lokálních zdrojů biologicky rozložitelného komunálního odpadu s tím, že jedna varianta bude založena čistě na nespalovacích technologiích
- c. vyčíslení následujících indikátorů pro každou z výše uvedených variant: ekonomika (investiční i provozní náklady, 15 let), úspora emisí CO₂, externality (zápach, hluk, dopravní zátěž apod.)
- d. prověření financování realizace projektu
- e. navržení etapizace investic pro vybranou variantu zvolenou po dohodě s Objednatelem
- f. navržení provozně-organizačního modelu (např. možnosti vytvoření energetické komunity)
- g. porovnání představených variant a doporučení z hlediska potenciálu dekarbonizace

Metodicky bude studie zpracována obdobně jako tzv. místní energetické koncepce. Na analytickou část práce zaměřenou na popis spotřeb a potřeb relevantních energetických zdrojů bude navazovat část návrhová s modelací celkem pěti možných variant zdrojů a 3 úrovní velikosti navrhovaného systému.

02



Shrnutí doporučení

Dekarbonizační studie systému centrálního zásobování tepla (CZT) v Jiříkově byla zpracována s cílem vytvořit návrh funkčního systému CZT vybraných městských objektů, zároveň snížit produkci oxidu uhličitého a zvýšit energetickou účinnost městských budov. Studie analyzuje současný stav energetických zdrojů a spotřeby, hodnotí dostupné technologie a navrhuje optimalizované řešení sítě CZT.

Současný stav

Město Jiříkov, se svými přibližně 3 500 obyvateli, má současnou potřebu tepla pokrytou především lokálními zdroji, zejména plynovými kotli a kotli na tuhá paliva. U elektrické energie je město závislé z drtivé většiny na centrálních zdrojích v rámci běžné distribuční sítě.

Celková spotřeba elektrické energie ve vybraných městských objektech činí 205 MWh ročně, zatímco spotřeba zemního plynu dosahuje cirká 1 010 MWh ročně. Jedná se ale pouze o měřené spotřeby. Město nemá přehled o spotřebách energií v bytových jednotkách. Vypočtená potřeba tepla vytípaných městských objektů činí cirká 5 300 GJ. Město není v současnosti napojeno na centrální zásobování teplem a většina jeho budov využívá lokální kotle především na zemní plyn a v dílčích případech na tuhá paliva a elektřinu. Spotřeba elektrické energie a zemního plynu má stabilní trend s mírným poklesem v případě spotřeby zemního plynu.

Návrh

Pro začátek je třeba podotknout, že z pohledu zpracovatele tvorba nového systému CZT ve městě není zcela triviálním úkolem zejména pak, pokud je v rámci zadání požadováno i zohlednění příklonu k dekarbonizaci. Logika realizace celé investice totiž vyžaduje, aby zůstala zachována konkurenceschopná cena tepla pro koncového odběratele, která ho nebude motivovat realizovat vlastní zdroj tepla. Tato hranice v současné době leží na úrovni cirká 1 000 Kč bez DPH/GJ. Jak je z návrhové části patrné, všechny navržené varianty se při modelování cen pro koncového zákazníka dostávají nad tuto úroveň, byť s sebou nesou nižší ekologickou stopu.

Proto, aby takto navrhovaný systém CZT byl schopen v cenové konkurenci běžných zdrojů (typicky plynový kotel) uspět, je nutné najít a zajistit dostatečné finanční krytí (pravděpodobně prostřednictvím nějaké formy dotačního kofinancování této investice). Tento stav ovlivnil i výběr zdrojů v jednotlivých variantách, které jsou součástí návrhové části dokumentu. Zpracovatel tak vybíral z již existujících a na trhu dobře ověřených technologií typově spadající do třetí a hlavně čtvrté generace systémů centrálního zásobování teplem. Technologie 5. generace, vzhledem k jejich stále ještě málo ověřené technologii a místním specifikům Jiříkova, příliš nepřipadají v úvahu, byť teoreticky mají vyšší potenciál úspory CO₂.

Na základě analýzy současného stavu a výpočtu celkové potřeby tepla v jednotlivých modelovaných variantách zpracovatel navrhl nový zdroj o tepelném výkonu 80 kW s využitím stávajících kotlen na zemní plyn. Jedná se o výkon vyhovující nejmenší velikosti sítě (CZT-A) a zároveň lze využít i při rozšiřování sítě. V rámci stávajících plynových kotlen představuje největší potenciál kotelna v Základní škole se školní jídelnou. Celkem je zde instalovaný výkon 279 kW, tento výkon je předimenzovaný pro dané objekty a zároveň se jedná o kotle staré 20–30 let. Kotelna by se dala rekonstruovat a využít jako nová centrální plynová kotelna sítě CZT, kde by se instaloval potřebný doplňující tepelný výkon.

Vhodné místo pro nový zdroj tepla je v místě technického střediska v ulici Liberecká, kde lze využít i přilehlé parcely.

V rámci studie byly posuzovány následující varianty:

1. Varianta: Zplyňovací jednotka na biomasu.
2. Varianta: Kogenerační jednotka na BioLNG.
3. Varianta: Tepelné čerpadlo země/voda.
4. Varianta: Tepelné čerpadlo země/voda s kogenerační jednotkou na zemní plyn.
5. Varianta: Mobilní bioplynová stanice s kogenerační jednotkou.

Ve všech variantách zpracovatel počítá s instalací fotovoltaického zdroje (o inst. výkonu 100 kWp u variant 1, 2 a 5, resp. 120 kWp pro varianty 3 a 4) jehož výroba elektrické energie ve většinově využita pro potřeby vybraných budov a sítě CZT (tvořící komunitu). U variant 1, 2, 4 a 5 je navržen zdroj vyrábějící elektřinu a teplo, přičemž vyrobená elektrická energie je rovněž většinově využita pro potřeby nově navrhovaného systému. V zimním období potřebu elektrické energie pokrývá nový zdroj tepla a v létě naopak fotovoltaická elektrárna. Návrh těchto zdrojů dává smysl i z pohledu snížení celkové vypočtené produkce CO₂. Případné přebytky obou typů zdrojů elektrické energie je možné dále využít např. v rámci širší energetické komunity.

Obrázek 1: Návrh vedení teplovodu sítě CZT-MAX

Zdroj: Vlastní



Uvedené varianty zdrojů byly dále modelovány v celkem třech potenciálních velikostech systému:

Síť CZT Max

- Největší varianta, kdy systém zahrnuje celkem 15 lokalit (viz obrázek výše).
- celková délka teplovodu: 1 350 metrů.

Síť CZT – A

- Subtilní varianta pouze pro objekty v těsném okolí Základní školy (č.p. 680, 796, 740, 524, 799 a 64).
- celková délka teplovodu: 420 metrů.

Síť CZT – B

- Varianta velikostně mezi výše uvedenými. Krom objektů v CZT-A obsahuje i dalších 5 objektů na ulici Filipovská (512, 507, 753, 686 a 730).
- celková délka teplovodu: 900 metrů.

Ve velikosti sítě CZT-A dokáže nový zdroj tepla pokrýt přibližně 60 % a více z celkové potřeby tepla. V případě rozšířené varianty CZT-B je to přibližně 40 až 50 %. A ve velikosti sítě CZT-MAX nový zdroj pokryje přibližně 30 % z celkové potřeby tepla.

Největší finanční zátěž představuje vybudování teplovodů a napojení objektů do systému. Tato položka představuje více než 50 % z celkové ceny investice v případě malého CZT-A v okolí základní školy, až po 70 % z celkové ceny investice při uvažování propojení všech vybraných objektů v rámci CZT-MAX. Pokud bychom hodnotili pouze tuto část investice, nejvýhodněji vychází nejmenší varianta CZT-A vzhledem k dodaným GJ tepla a to 122 Kč/GJ. Jedná se o cenu investice rozpočtenou do celé doby odpisování teplovodu. Pokud bychom chtěli provést nejmenší investici splňující definici částečné dekarbonizace, tak lze doporučit v rámci nejmenší sítě CZT-A variantu 3 (tepelné čerpadlo), či 4 (tepelné čerpadlo s KGJ). Celkové investiční náklady těchto variant se pohybují na úrovni 13 mil. Kč. Úspora tCO₂ oproti výchozímu stavu bude dosahovat 15 až 18 %. Cena tepla pro koncové zákazníky by byla přibližně 1 250 Kč/GJ bez DPH pokud budeme uvažovat rozložení na období 15 let. Aby koncová cena tepla pro zákazníka u těchto variant byla přijatelná, bylo by potřeba získat na tyto varianty přibližně 38 % dotaci tzn. cca 4,7 mil Kč. Varianty 3 a 4 mají nejnižší investiční náklady ve všech posuzovaných velikostech CZT viz tabulka níže. Jedná se o odhady investičních nákladů.

Tabulka 1: Investiční náročnost jednotlivých variant

Zdroj: Vlastní

Investice CZT-MAX		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
Celkem	tis. Kč	31 739	28 841	27 789	28 453	36 448
Investice CZT-A		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
Celkem	tis. Kč	16 452	13 554	12 502	13 166	21 161
Investice CZT-B		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
Celkem	tis. Kč	25 128	22 230	21 178	21 842	29 837

Pokud bychom hodnotili varianty systému na základě procentuální potřebné dotace pro zachování přijatelné ceny tepla, nejlépe vychází varianta 5. Jedná se o variantu KGJ s mobilní bioplynovou stanicí. Ve všech porovnávaných velikostech CZT by bylo potřeba 30 % dotace. To je ale pouze za předpokladu, že Město si dokáže obstarat rostlinný a kuchyňský odpad s minimálními náklady. Předpokladem varianty je, že Město je schopno nakládat s tímto druhem odpadu a zajistit dostatečné množství hlavně v zimním období, kdy je největší potřeba vytápět. Z pohledu investiční náročnosti se však jedná o tu nejnákladnější ze všech. V rámci nejmenší sítě CZT-A 21 mil. Kč a v rámci největší CZT-MAX až 36,5 mil. Kč.

Ve studii byl stručně modelován i případný budoucí vliv rozšíření systému CZT při zahrnutí dalších polohou vhodných nemovitostí s cirká 20 bytovými jednotkami. Z důvodu nutnosti vybudování předávacích stanic, teplovodních přípojek a zároveň zajištění požadovaného výkonu sítě byly zvýšeny i investiční náklady. Takovéto rozšíření sítě se projevilo přibližným 5% snížením jednotkové ceny tepla pro koncového zákazníka.

Tabulka 2: Emise CO₂ produkované v jednotlivých variantách

Zdroj: Vlastní

Emise CO ₂ za rok (tCO ₂)	Výchozí stav	Varianta 1			Varianta 2 / 5		
		CZT-MAX	CZT-A	CZT-B	CZT-MAX	CZT-A	CZT-B
Produkce emisí CO₂ (t)	438	254	288	264	258	257	252
Úspora tCO ₂	0	184	151	174	180	181	186
Úspora tCO₂ (%)	0	42	34	40	41	41	42
Měrné náklady na úsporu CO ₂ (tis. Kč/tCO ₂ rok)	0	172	109	144	160 / 202	75 / 117	120 / 161
Další úspora emisí sdílením EE do širší komunity	0	29	17	26	41	27	39

emise CO ₂ za rok (tCO ₂)	Výchozí stav	Varianta 3			Varianta 4		
		CZT-MAX	CZT-A	CZT-B	CZT-MAX	CZT-A	CZT-B
produkce emisí CO₂ (t)	438	367	372	363	339	358	338
úspora tCO ₂	0	71	67	76	99	80	100
úspora tCO₂ (%)	0	16	15	17	23	18	23
měrné náklady na úsporu CO ₂ (tis. Kč/tCO ₂ rok)	0	391	198	289	287	164	218
další úspora emisí sdílením EE do širší komunity	0	3	4	4	5	4	5

Z pohledu největší úspory produkce CO₂ oproti současnému stavu vychází nejlépe varianty 1, 2 a 5. Výše úspor ve všech variantách je přibližně 40 % oproti výchozímu stavu. Z těchto variant má nejmenší investiční náklady varianta KGJ spalující BioLNG. Pokud by ale měla být dosažena přijatelná cena tepla, tak by výška dotace musela být 65 až 85 % podle velikosti sítě CZT. To je způsobeno vysokými provozními náklady z důvodu drahého paliva. Ze zbývajících dvou variant lze spíše doporučit Variantu 1 a to z důvodu nižších investičních nákladů. Tato varianta dokáže uspořit až 42 % tCO₂ oproti výchozímu stavu ve velikosti sítě CZT-MAX. Investiční náklady jsou 31,7 mil. Kč. A hodnota dotace by musela být pro udržení přijatelné ceny tepla 40 %.

Pokud bychom chtěli brát v úvahu spíše ekonomické řešení s co největší úsporou tCO₂, tak zjistíme že nejmenší měrné náklady na uspořenou tCO₂ má varianta 2 ve velikosti sítě CZT-A a to 75 tis. Kč/tCO₂ za rok. Na druhou stranu, jak již bylo řečeno, jedná se o variantu s předpokladem vysokých provozních nákladů. Proto je spíše k doporučení Varianta 1 s Variantou 5, které dosahují přibližně stejných výsledků a to 110 až 161 tis. Kč/tCO₂ za rok ve velikostech sítí CZT-A a CZT-B.

Dále je nutné také varianty zhodnotit z technického pohledu. Pokud by byl hlavním aspektem hodnocení maximální úroveň bezobslužnosti nového zdroje je k doporučení pouze Varianta 3 a 4 s tepelnými čerpadly. Bezobslužnost je ale vykoupena právě vysokou spotřebou elektrické energie. Naopak Varianty 1 a 5 jsou významně náročné na lidské zdroje z pohledu přípravy a uskladnění paliva společně s kontrolou provozu zařízení. V případě Varianty 1 je nutné dodávat do zplyňovacího zdroje vysušenou a vytříděnou dřevní štěpku. To znamená mít dostatečný prostor na třídění paliva a sušárnu paliva. Varianta 2 je náročná z hlediska udržení dodávky dostatečného množství vhodného odpadu v topném období. Výhodou ale Variant 1 a 5 je využití lokálních zdrojů, u kterých lze naopak očekávat nižší provozní náklady na nákup a přepravu těchto paliv.

Z pohledu celkového hodnocení tak záleží zejména na preferencích investora, která varianta mu dává i z politického hlediska největší smysl. Zda je z jeho strany preferován nový zdroj, se kterým bude mít minimum starostí a bude vyžadovat minimální množství údržby (což se dá říci například u variantě využívající tepelná čerpadla). Nebo nově budovaný SCZT využije naopak pro větší zapojení místních obyvatel a lokálních vstupů (obecně větší nároky na údržbu a přípravu vstupního materiálu má například Varianta 1 – zplyňovací jednotka na biomasu). Toto myšlenkové nastavení investora se následně promítá i do možných provozních modelů systému. V úvahu však přichází především dva modely provozu – navrhované CZT je možné provozovat plně v režii města (město investuje, vlastní a provozuje veškerou budovanou infrastrukturu), což je samozřejmě náročnější varianta z pohledu zajištění kvalifikované pracovní síly a administrativního rozsahu (v souvislosti se získáním provozní licence a s tím spojenými povinnostmi). Další variantou provozu je pak vlastnictví infrastruktury městem, ale svěřením provozu CZT do rukou externího dodavatele takových služeb.

Tato studie ze své podstaty nedává jednoznačnou odpověď, který ze zadaných zdrojů je nejvíce vhodný pro daný typ realizace, ale snaží se poskytnout maximum relevantních informací. Rozhodnutí záleží na preferencích a možnostech investora.

03



Analýza výchozího stavu

03.1 Popis lokality a energetické situace

03.1.1 Základní popis území

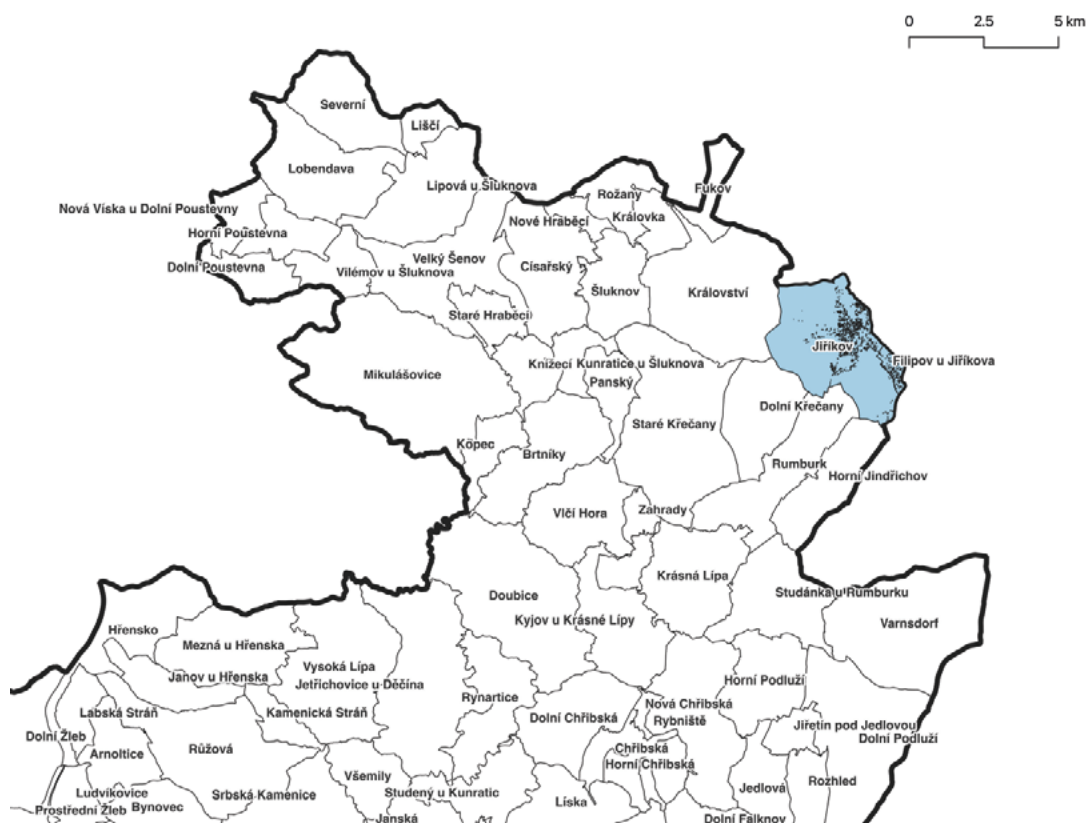
Město Jiříkov leží v severních Čechách v okrese Děčín v Ústeckém kraji na hranici s Německem. Rozprostírá se v údolí Jiříkovského potoka v oblasti zvané České Nizozemí. Rozkládá se na území 13,31 km² v nadmořské výšce 368 m. n. m. V městě žije přibližně 3 500 obyvatel.

Jiříkov spadá pod správní obvod města Rumburk. Tento správní obvod čítá celkem 12 obcí, s celkovou rozlohou 266,19 km² a žije zde celkem 32 224 obyvatel. Město Jiříkov se dále dělí do 4 menších obecních částí Starý Jiříkov, Nový Jiříkov, Loučné a Filipov. Tyto celky byly do roku 1849 samostatnými obcemi.

První zmínka o Jiříkově pochází z roku 1346. Historicky bylo město Jiříkov vždy průmyslovým městem se zaměřením na tkalcovství, zpracovávání látek a celkově textilní průmysl. Na začátku 20. století dosahoval počet obyvatel Jiříkova až k 10 tisícům, nicméně po druhé světové válce došlo k výraznému vysídlení města na základě Benešových dekretů. [1]

Obrázek 2: Město Jiříkov a jeho okolí

Zdroj: Vlastní zpracování



03.1.2 Demografické údaje

Co do počtu obyvatel se Jiříkov řadí spíše k menším městům, dle údajů Českého statistického úřadu žilo v městě k datu 31.12.2023 celkem 3 538 obyvatel (úbytek oproti roku 2022 je cirká 2 %) z toho 1 771 mužů a 1 767 žen. Co se týče struktury obyvatelstva dle věku, spadá Jiříkov přibližně do republikového průměru. Město se potýká s odlivem obyvatel, především mladí lidé nemají v plánu ve městě po ukončení studií dále zůstat. Předpokládá se, že v r. 2030 bude mít Jiříkov o 500 obyvatel méně než v r. 2024. [2]

Tabulka 3: Vývoj počtu obyvatel města v letech 2019–2023

Zdroj: ČSÚ [2]

		2019	2020	2021	2022	2023
Počet obyvatel celkem		3 638	3 591	3 490	3 589	3 538
V tom podle pohlaví	muži	1 813	1 798	1 750	1 806	1 771
	ženy	1 825	1 793	1 740	1 783	1 767
V tom ve věku (let)	0–14	565	553	504	523	505
	15–64	2 345	2 335	2 267	2 332	2 307
	65 a více	728	703	719	734	726
Průměrný věk		42,2	42,2	43,1	42,8	43,1

Vzdělání ve městě zajišťuje jedna základní škola a mateřská škola. Dle sociálního hlediska se v Jiříkově nachází domov pro seniory a dětský domov se školou.

03.1.3 Bytový a domovní fond

Dle sčítání lidu v roce 2021 bylo v domovním fondu města Jiříkov zaznamenáno celkem 826 budov z toho 748 rodinných domů, 56 bytových a 22 ostatních budov.

Nejčastějším důvodem neobydlenosti bytů v ORP Rumburk je historický přesun německého obyvatelstva v polovině 20. století. V posledních letech již ale nedochází k významnějšímu vylidňování města a celkový počet obydlených domů se tak příliš nemění. Ze všech budov je neobydleno celkem 127 domů. [2] [3]

Tabulka 4: Domovní fond města

Zdroj: ČSÚ [2]

		Celkem	Rodinné domy	Bytové domy	Ostatní budovy
Domy celkem		826	748	56	22
Obydlené domy celkem		699	627	55	17
V tom podle vlastníka domu	fyzická osoba	624	602	15	7
	obec, stát	40	17	16	7
	bytové družstvo	18	-	18	-
	jiná právnická osoba	10	6	1	3
	spoluvlastnictví vlastníků bytů	5	-	5	-
	kombinace vlastníků	1	1	-	-
	nezjištěno	1	1	-	-
V tom podle období výstavby nebo rekonstrukce	1919 a dříve	228	203	19	6
	1920 - 1945	174	163	5	6
	1946 - 1970	41	35	6	-
	1971 - 1980	32	32	-	-
	1981 - 1990	61	52	9	-
	1991 - 2000	57	42	15	-
	2001 - 2010	48	44	1	3
	2011 - 2015	16	15	-	1
	2016 a později	15	15	-	-
	nezjištěno	27	26	-	1

Vytápění většiny bytů v Jiříkově je v současné době řešeno pomocí ústředního topení, na které je napojeno celkem 569 bytů. Dále je také významné použití ústředního topení s vlastním zdrojem. Kdysi převládající lokální topidla jsou dnes již pouze okrajovou záležitostí, jelikož jich využívá pouze 152 bytů. Do celkem 679 bytů je zaveden plyn. (viz. Tabulka 3)

Tabulka 5: Vývoj vytápění bytů v Jiříkově

Zdroj: ČSÚ [2]

Rok		1980	1991	2001	2011	2021
Obydlené byty		1 076	1 084	1 217	1 270	1 360
Převládající způsob vytápění bytu	Ústřední (dálkové nebo domovní)	315	325	794	932	569
	Ústřední s vlastním zdrojem (v bytě)	86	441	70	71	396
	Lokální topidla (kamna)	671	316	303	176	152
Z toho plyn zaveden do bytu		-	309	446	509	679

03.1.4 Klimatické a geografické údaje

Město Jiříkov se nachází v těsné blízkosti státní hranice s Německem a nedaleko hranice s Polskem v severovýchodní části Šluknovského výběžku. Je položeno v mělkém údolí Jiříkovského potoka a celé území Jiříkova se nachází na takzvané Šluknovské pahorkatině. Blízko Jiříkova, v okrese Děčín, se nachází část Národního parku České Švýcarsko. Významná města nedaleko Jiříkova jsou Rumburk a Varnsdorf na české straně a za hranicemi Německa se v blízkosti nachází město Ebersbach-Neugersdorf.

Z hydrologického hlediska je na území jediným větším vodním tokem pouze Jiříkovský potok. Jiříkovský potok pramení v polích pod Vyhlídkou, jihovýchodně od Jiříkova. Na českém území protéká v délce cca 7 km a území opouští v severní části města Jiříkov. Po 1,4 km na německém území ústí do řeky Spréva. Na samotném Jiříkovském potoce jsou také dvě nádrže – Mexiko I a Mexiko II. Ty se nachází na hranici mezi Jiříkovem a Rumburkem. [4]

Jiříkov se rozprostírá na dvou katastrálních územích s celkovou rozlohou 1 332,70 km² z čehož zemědělská půda tvoří celkem 893,81 km² a nezemědělská půda pak 438,89 km². [2]

Tabulka 6: Výměra půdy a pozemků v letech 2022 a 2023

Zdroj: ČSÚ [2]

	31. 12. 2022	31. 12. 2023
	[km ²]	[km ²]
Celková výměra	1 332,68	1 332,70
Zemědělská půda	894,08	893,81
Orná půda	469,08	469,01
Chmelnice	-	-
Vinice	-	-
Zahrada	68,06	68,85
Ovocný sad	-	-
Trvalý travní porost	356,94	355,95
Nezemědělská půda	438,60	438,89
Lesní pozemek	248,22	248,09
Vodní plocha	12,26	12,69
Zastavěná plocha a nádvoří	41,05	39,82
Ostatní plocha	137,06	138,29

Kvalita ovzduší v Ústeckém kraji je silně ovlivňována průmyslovým charakterem území. Velké emisní zatížení kraje plyne především z přítomnosti největší ropné rafinérie v Česku a také z přítomnosti mnoha nalezišť hnědého uhlí, které je zde těženo a zároveň také zpracováváno. Díky odsíření a odprášení elektráren a dalších průmyslových podniků již v kraji znečištění nedosahuje takových hodnot, jako v minulosti, ale region je stále zatížen vyššími koncentracemi škodlivin. I proto je v kraji větší počet stanic pro měření znečištění venkovního ovzduší. Nejvýznamnější zdroje většiny emisí jako jsou tuhé znečišťující látky (TZL), oxidy dusíku (NO_x) a oxidy síry (SO_x) zastupují již zmíněné zdroje pro výrobu tepla a elektrické energie, těžba hnědého uhlí a nerostných surovin.

Na území Jiříkova se nenachází žádná stanice, která by aktivně měřila znečištění ovzduší, informace tedy pochází z monitorovací sítě v Ústeckém kraji.

Zdroje znečištění jsou zachyceny v databázích REZZO, které evidují zdroje ovzduší znečišťujících látek, v souladu se zákonem č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů. Tyto zdroje jsou rozděleny na stacionární a mobilní, přičemž stacionární jsou dále děleny na kategorie podle velikosti a významu. Dílčí soubory REZZO 1–3 zahrnují stacionární zdroje, REZZO 4 mobilní. V tabulce níže jsou zaznamenány hodnoty REZZO 1–4 naměřené v roce 2021 pro celý Ústecký kraj.

Emise základních znečišťujících látek								
Kategorie zdroje znečištění	TZL [t/rok]	SO _x [t/rok]	NO _x [t/rok]	CO [t/rok]	NMVOC [t/rok]	NH ₃ [t/rok]	PM _{2,5} [t/rok]	PM ₁₀ [t/rok]
REZZO 1	1 341,6	12 433,9	19 941,1	8 012,0	2 521,5	154,3	740,3	1 051,7
REZZO 2	3,3	10,5	28,7	7,1	12,5	0,0	2,3	2,8
REZZO 3	5 265,8	1 244,4	15 46,7	35 354,8	14 044,6	2 883,4	2 645,3	4 152,4
REZZO 4	418,0	9,3	3 952,1	6 231,0	994,7	53,0	246,5	328,1

03.1.5 Energetická infrastruktura

Elektrizační síť

Elektrická energie je do města dodávána z RZ 110/35 kV Podhájí dvěma úrovněvými vedeními o výkonu 35 kWh. Síť nízkého napětí je převážně venkovní kabelizovaná. Na území se nachází celkem 21 převodních trafo stanic. Část těchto stanic je nefunkční, neboť jsou pozůstatkem po likvidaci výrobních procesů. [5]

Distribuce elektrické energie je na území Jiříkova primárně zajištěna firmou ČEZ distribuce a.s. Svou lokální distribuční soustavu na území města provozuje i Správa Železnic, státní organizace.

Zemní plyn

Město je zásobováno VTL plynovodem Cvikov-Varnsdorf. Na většině území Jiříkova a Filipova se soustředěnější zástavbou je provedena plošná STL plynofikace, navazující na distribuční a regulační stanici RV 1 o výkonu 3 000 m³/h. [5]

Teplo

Na území Jiříkova **není** zavedeno centrální zásobování teplem. Hlavním způsobem vytápění ve městě je ústřední topení. I přesto, že je město plynofikováno, jsou některé domácnosti vytápěny lokálně, případně i elektrickým topením viz. Tabulka 5. [5]

03.2 Analýza zdrojů energie

03.2.1 Elektrická energie

Z pohledu výroby elektrické energie se na katastrálním území města Jiříkova nachází relativně malé množství zdrojů. Dle dat z databáze Energetického regulačního úřadu se aktuálně nachází na území města pouze 5 menších výroben elektrické energie lokálního významu. Ve všech případech se jedná o fotovoltaické elektrárny se souhrnným instalovaným výkonem 0,045 MW. Ve dvou případech dosahuje instalovaný elektrický výkon vyšších hodnot, a to 0,01 a 0,021 MW. A zbylé tři mají instalovaný výkon pouze 0,004 MW, 0,005 MW a 0,005 MW. [6]

Dle analýzy satelitních a leteckých map se území města Jiříkov nachází přibližně 0,183 MWp instalovaných fotovoltaických panelů na soukromých objektech.

03.2.2 Tepelná energie

Město v současné době není napojeno na centrální zásobování teplem (CZT), panelové domy jsou vytápěné lokální plynovou kotelnou z let 2017/2018 (pro 22 bytů vždy 1 kotelná), ostatní panelové domy jsou v družstevním vlastnictví. Výrobní podniky a objekty občanské vybavenosti jsou vytápěny plynem. Zdroje tepelné energie v obydlených bytech zaznamenává Tabulka 8.

Tabulka 8: Druhy zdrojů energií v obydlených bytech k roku 2021.

Zdroj: ČSÚ [2]

		Počet bytů	Podíl
Celkem:		1360	100 %
Druh energie používané k vytápění	Zemní plyn	404	30 %
	Uhlí, koks, uhelné brikety	294	22 %
	Elektřina	141	10 %
	Tepelné čerpadlo	29	2 %
	Dřevěné palety	17	1 %
	Jiné druhy plynu	5	< 1 %
	Z kotelny mimo dům	29	2 %
	Topné oleje, nafta	0	0 %
	Solární kolektory	0	0 %
	Jiné	9	1 %
	Nezjištěno	273	20 %

V Tabulka 9 je zaznamenán poskytnutý výčet městských budov, které by dávalo smysl za určitých podmínek připojit do CZT, a jejich způsob vytápění. Lze tedy vidět že většina těchto objektů je vytápěna za pomoci plynových kotlen nebo samostatných plynových kotlů. Dále jsou také k vytápění v menší míře využívány akumulční kamna a kotle na tuhá paliva.

Tabulka 9: Seznam městských budov a jejich vytápění

Zdroj: Podklady města [3]

Č. p.	Typ objektu	Vytápění
464	Městský úřad	Plynová kotelná
680	I. st. ZŠ	Plynová kotelná
740	II. st. ZŠ	Plynová kotelná
	Tělocvična	Plynová kotelná v rámci 740
504	Dílny	Elektrická akumulční kamna
796	Školní jídelna + 4 bytové jednotky	Lokální plynové kotle
524	4 bytové jednotky	Lokální plynové kotle
64	Drobná provozovna (technické středisko)	Elektrické přímotopy, akumulční zdroj a krb
518	MŠ Hradecká	Plynové kotle
686	MŠ Filipovská	Plynové kotle
730	Zdravotní středisko	Plynový kotel (Plynová kotelná)
	Byt	-
799	6 bytových jednotek	Lokální – tuhá paliva, přímotopy
678	3 bytové jednotky	Lokální plynové kotle
512	4 bytové jednotky (podstávkový dům)	Lokální plynové kotle, akumulční kamna
507	2 bytové jednotky	Kamna na tuhá paliva, přímotopy
753	3 bytové jednotky	Lokální – tuhá paliva 1 x kotel, 2 x kamna, plynový kotel

03.3 Analýza spotřeby energie

03.3.1 Celková bilance spotřeby paliv

Elektrická energie

Celková spotřeba elektrické energie budov v obecním majetku ve srovnání s rokem 2020 v letech 2021 a 2022 mírně vzrostla. Údaje pro rok 2023 v době zpracování dokumentu nebyly kompletní, nicméně lze dovodit, že z pohledu celkové spotřeby nenastala výraznější změna oproti předešlému roku. Referenční spotřeba sledovaného majetku tedy činí 204,38 MWh (2022). Dle podkladů města se do roku 2026 v tuto chvíli nepředpokládá výrazná změna trendu celkové spotřeby elektrické energie.

Zemní plyn

Spotřeba zemního plynu má naopak v posledních letech spíše klesající trend ve většině sledovaných budov. Celková spotřeba v roce 2022 činila 1 008,71 MWh. V budoucích letech se předpokládá mírný nárůst, hodnota v roce 2026 by měla činit 1 146,17 MWh. [3]

Teplo

Jelikož ve městě není zaveden SCZT řeší se vytápění, jak budov ve správě města, tak budov soukromých, především lokálními zdroji. Z dokumentů města vyplývá, že budovy obecního majetku používají k vytápění především plynové kotle. Množství spotřebovaného tepla je tedy zahrnuto ze značné části ve spotřebě zemního plynu.

03.3.2 Spotřeba elektrické energie městských objektů

Město Jiříkov má ve své správě celkem 35 městských budov společně se dvěma veřejnosprávními institucemi (dětský domov se školou a domov pro seniory). Město v současné době nedisponuje detailním přehledem o spotřebách a provozu odběrných míst ve své správě, k městským budovám disponuje Jiříkov pouze přehledem ročních spotřeb.

Celková spotřeba elektrické energie ve vybraných budovách ve správě města v letech 2020–2023 je zpracována v Tabulka 10. Údaje z roku 2020 však z větší části absentují a vyúčtování za rok 2023 pro budovy školy a městského úřadu v době zpracování dokumentu ještě nebylo k dispozici. Jako referenční tak pro potřeby dokumentu mohou sloužit hodnoty spotřeby z roku 2022, kdy je k dispozici kompletní spotřeba elektrické energie všech objektů.

Je důležité zmínit, že u bytových domů, resp. vybraných bytových jednotek ve vlastnictví města není uvedena spotřeba energií samotných jednotek, ale pouze spotřeba společných prostor. Náklady na energie jednotlivých jednotek jsou hrazeny jejich nájemníky.

Z tabulky níže lze vyvodit, že z pohledu velikosti spotřeby elektrické energie hraje nejvýznamnější roli budova druhého stupně základní školy společně s tělocvičnou. Dále pak také městský úřad a technické středisko.

Tabulka 10: Spotřeba elektrické energie městských budov [MWh]

Zdroj: Podklady města [3]

Typ objektu	č.p.	2020	2021	2022	2023
Městský úřad	464	13,366	20,263	20,609	-
I. st. ZŠ	680	19,466	23,027	19,62	-
II. st. ZŠ a Tělocvična	740	43,483	44,552	46,159	-
Dílny	504	11,96	13,196	7,105	-
Školní jídelna + 4BJ	796	12,118	14,365	14,895	16,102
Chodba (el. spol. prost.)		-	0,058	0,093	0,258
4BJ (el. spol. prost.)	524	-	0,051	0,154	0,106
Drobná provozovna (technické středisko)	64	-	20,435	29,873	26,236
MŠ Hradecká	518	-	11,347	12,772	11,834
MŠ Filipovská	686	-	8,753	9,373	8,947
Zdravotní středisko (spol. prost.)	730	-	1,264	1,953	2,068
Byt		-	3,018	4,524	4,488
6BJ (el. spol. prost.)	799	-	0,111	0,18	0,176
3BJ (el. spol. prost.)	678	-	-	0,093	0,133
4BJ (el. spol. prost.)	512	-	0,045	0,06	0,05
2BJ (el. spol. prost.)	507	-	0,051	0,077	0,07
3BJ (el. spol. prost.)	753	-	0,038	0,043	0,061
Dětský domov se školou	814		38,286	36,796	35,208
Součet		100,393	198,86	204,379	89,635

*BJ-bytová jednotka, hodnoty pro rok 2023 pouze za první pololetí

03.3.3 Tepelná energie

Jak již bylo zmíněno v Kapitole 3.2.2, ve většině budov městské správy je zdrojem tepelné energie lokální plynový kotel. V případě vybudování nové sítě pro centrální zásobování teplem (CZT) je zde několik problémů, které je nutné respektovat. První z nich je už jednou zmíněný charakter odběru (průběh odběru) tepla. U bytových domů lze největší potřebu tepla očekávat ráno a večer a je konstantní v průběhu celé otopné sezóny. Zatímco u budov pro vzdělání a městský úřad lze očekávat

největší potřebu ráno a částečně přes den pouze v pracovní dny. Mimo pracovní dny budou budovy vytápěny na nižší teplotu (útlum). Dalším problémem je stáří budov. U starších budov, pokud nebyl kompletně rekonstruován otopný systém, je pro správnou funkci vytápění vyžadována vyšší teplota. Není tedy vhodné zde jednoduše použít technologie, které jsou aplikovatelné na nízkooteplotní soustavy v nově vystavěných budovách (u tepelných čerpadel zejména díky klesající účinnosti, resp. snižujícímu se topnému faktoru u většiny dostupných technologií). Tabulka 19 shrnuje vypočtené tepelné náročnosti jednotlivých budov, která odpovídá celkové potřebě tepla uvedených budov na úrovni 5 300 GJ/rok.

03.3.4 Ceny tepelné energie

Na základě výše uvedených skutečností je zřejmé, že ceny tepelné energie jsou individuální pro každý objekt v závislosti na typu zdroje a cenách vstupních surovin/komodit, případně ceníku dodavatele.

03.3.5 Zemní plyn

V hustě obydlených oblastech je provedena plošná plynofikace a velká část území je tedy napojena na plynovod Cvikov-Varnsdorf. Celkem je na území Jiříkova zaveden plyn do 679 bytů (viz Tabulka 5). Zemní plyn tak tvoří hlavní zdroj tepelné energie. Tabulka 11 vyobrazuje souhrn této spotřeby.

Obdobně jako u spotřeby elektrické energie, i u spotřeby plynu v bytových jednotkách platí, že spotřebu zemního plynu hradí vždy nájemník. Město tak nemá přehled o přesné spotřebě těchto jednotek.

Tabulka 11: Spotřeba plynu v městských budov v [MWh]

Zdroj: podklady města [3]

Typ objektu:	č.p.	2020	2021	2022	2023
Městský úřad	464	-	180,59	199,39	166,99
I. st. ZŠ	680	137,83	162,41	139,23	139,50
II. st. ZŠ Tělocvična	740	202,25	238,67	163,30	155,77
Dílny	504	0,00	0,00	0,00	0,00
Školní jídelna + 4BJ	796	84,23	99,446	85,35	80,60
Bytový dům – 4 BJ	524	-	-	-	-
MŠ Hradecká	518	-	77,04	68,91	69,64
MŠ Filipovská	686	-	156,22	140,76	135,84
Zdravotní středisko (spol. prost.)	730	-	51,14	53,74	46,15
Bytový dům – 6 BJ	799	-	-	-	-
Bytový dům – 3 BJ	678	-	-	-	-
Bytový dům – 4 BJ	512	-	-	-	-
Bytový dům – 2 BJ	507	-	-	-	-
Bytový dům – 3 BJ	753	-	-	-	-
Dětský domov se školou	814		154,19	158,03	123,29
Součet		424,30	1119,70	1008,70	917,77

*BJ-bytová jednotky

03.4 Investice do energetických úspor a rozvoje sítí

Z pohledu stavu majetku je možné říci, že na většině městských budov proběhla, nebo je plánována alespoň dílčí opatření směřující ke zvýšení energetické efektivity budov. Městské budovy mají zpravidla zateplení, plastová okna, novou střechu a systém ústředního topení. V plánovaných investicích jsou zahrnuty projekty na realizaci obnovy plynové kotelny a modernizace vytápění a ohřevu vody, nebo centrální systém pro zásobování tepelnou energií. V roce 2014 došlo k výstavbě nové budovy MŠ Hradecká, došlo u ní tedy rovnou k zateplení, instalaci plastových oken a k dalším energeticky úsporným opatřením.

Ve městě se také nachází veřejnoprávní instituce dětského domova se školou, tato budova je zateplena a má plastová okna. Tepelná energie je zde připravována pomocí plynového kotle. [3]

03.4.1 Zateplení a modernizace

Zateplení a modernizace, již proběhla u budov základních škol (prvního i druhého stupně), u novostavby MŠ Hradecká, Zdravotního střediska, u dvou bytových jednotek (čp. 678, 799) a dětského domova se školou.

Do budoucna je plánována investice do zateplení budovy tělocvičny, kde je v plánu i výstavba nové střechy a rekonstrukce interiéru. Dalšími budovami s plánovanými investicemi do zateplení jsou budovy bytových jednotek spojených s jídelnou (čp. 796), kde bude probíhat i výstavba nové střechy, a bytové jednotky (čp. 753) projdou zateplením střechy i fasády. U bytové jednotky (čp. 796) je v plánu dodělání zateplení fasády a krovů, výstavba nové střechy a rekonstrukce interiéru. U budovy MŠ Filipovská je v plánu sanace objektu (v rozsahu základů a sklepa). [3]

03.4.2 Elektrická energie

Na katastrálním území Jiříkova je dle udělených licencí od Energetického regulačního úřadu 6 fotovoltaických elektráren o celkovém instalovaném výkonu 55 kWp. Na obecních budovách se nenachází žádná fotovoltaická elektrárna a není žádná v aktuálních plánech rozvoje obce. [3] [6]

Z pohledu plánovaných investičních akcí město připravuje projekt na vybudování nového střediska technických služeb města Jiříkova, jehož součástí by měla být rovněž i instalace FVE zdroje na střechě. Dle poskytnutých informací by na tomto objektu měl být dostupný potenciál instalovaného výkonu FVE cca 40 kWp.

03.4.3 Tepelná energie

Město v současnosti uvažuje nad možností realizace systému CZT, který by zahrnoval klíčové budovy městské infrastruktury. Investice do rozvoje tepelné energie je primárně o možnosti propojení určitých budov pomocí SCZT. Tato možnost bude rozebrána v dalších kapitolách, neboť to je hlavní náplní návrhové části tohoto dokumentu.

V aktuální situaci je zde plánována investice do plynové kotelny na městském úřadu, u dvou budov s bytovými jednotkami (č. p. 753, 799) je plánována obnova vytápění formou centrální kotelny v Liberecké ulici (v současnosti bez specifikace paliva).

03.4.4 Zemní plyn

Vzhledem k dobré plynofikaci obce se aktuálně neplánuje další rozvoj plynovodní infrastruktury.

03.4.5 Shrnutí investic

Provedené investice se shodují s obecnou snahou snižovat energetickou náročnost budov a plánované investice jsou menšího a lokálního charakteru, kromě možné výstavby CZT, jejíž provedení bude rozebráno v následujících kapitolách.

Finanční náročnost plánovaných investičních akcí nebyla zatím vyčíslena ze strany investora a není tedy v tabulce nijak zahrnuta.

Tabulka 12: Souhrn realizovaných akcí

Zdroj: Podklady města [3]

Budova	č.p.	Typ investice	Rok
I. st. ZŠ	680	Zateplení fasády, nová střecha, výměna oken, ústřední topení	-
II. st. ZŠ + Tělocvična	740	Zateplení fasády, nová střecha, výměna oken, ústřední topení	-
Školní jídelna + 4BJ	796	Výměna oken	-
Bytový dům – 4 BJ	524	Výměna oken, částečné zateplení	-
MŠ Hradecká	518	Novostavba	2014
MŠ Filipovská	686	Výměna oken	-
Zdravotní středisko	730	Zateplení, výměna oken	-
Bytový dům – 6 BJ	799	Zateplení, výměna oken	-
Bytový dům – 3 BJ	678	Zateplení, výměna oken	2021
Bytový dům – 4 BJ	512	Výměna oken	-
Bytový dům – 3 BJ	753	Výměna oken	-
Dětský domov se školou	814	Zateplení, výměna oken	-

Tabulka 13: Souhrn plánovaných investic

Zdroj: Podklady města [3]

Budova	Č.p.	Typ investice	Rok
Městský úřad	464	Plynová kotelna	-
II. st. ZŠ Tělocvična	740	Rekonstrukce interiéru, doděláné zateplení, nová střecha	-
Školní jídelna + 4 BJ	796	Nová střecha, zateplení půdních prostor a krovů	-
Bytový dům – 4 BJ	524	Nová střecha, zateplení půdních prostor, krovů a fasády	-
MŠ Filipovská	686	Sanace základů a sklepních prostor	-
Bytový dům – 6 BJ	799	Vytápění prostor	-
Bytový dům – 3 BJ	753	Zateplení fasády, nová střecha, vytápění prostor	-

Rámcový potenciál úspor

Vyčíslení potenciálních úspor plánovaných investic je závislé na technickém stavu a poloze budovy, na úsporných opatřeních, které byly již v budově provedeny a na jejím stáří.

Obecně lze uvažovat, že v případě zateplení vnějších stěn lze ušetřit okolo 25–35 % tepla [7]. U zateplení střechy se úspora pohybuje okolo 20 % [8]. Pro výměnu oken úspora pohybuje do 30 % [9]. Výměna starých otopných soustav a kamen může ušetřit až desítky procent na primárním zdroji pro výrobu tepla.

Mezi další možnosti energetické optimalizace patří například úprava regulace a období vytápění, zavedení rekuperace do ventilačního systému budovy, instalace chytrých prvků, zavedení energetického managementu atd. Jen důsledné zavedení energetického managementu a úpravy automatizace vytápění budovy mohou například snížit spotřebu tepla až o 30 %. [10] [11]

Tabulka 14: Rámcový potenciál úspor

Zdroj: podklady města + vlastní výpočet [3]

Budova	č.p.	Typ plánované investice	Vypočtená potřeba tepla [GJ]	Teoret. úspora po zavedení opatření [GJ]
Městský úřad	464	Plynová kotelna	513	40
I. st. ZŠ	680	-	1 039	280
II. st. ZŠ Tělocvična	740	Nová střecha, zateplení tělocvičny		
Školní jídelna + 4BJ	796	Nová zateplená střecha	389	100
Bytový dům – 4 BJ	524	-	389	-
Drobná provozovna (technické středisko)	64	-	111	-
MŠ Hradecká	518	-	232	-
MŠ Filipovská	686	Sanace objektu	438	20
Zdravotní středisko (spol. prost.)	730	-	153	-
Byt (spol. prost.)	730	-		-
Bytový dům – 6 BJ	799	Vytápění	328	30
Bytový dům – 3 BJ	678	Zateplení fasády, střecha, vytápění	164	50
Bytový dům – 4 BJ	512	-	457	-
Bytový dům – 2 BJ	507	Kompletní rekonstrukce	416	180
Bytový dům – 3 BJ	753	-	232	-
Dětský domov se školou	814	-	440	-
Součet			5 301	700

Tabulka 14 shrnuje rámcové hodnoty teoretických úspor u investic plánovaných vedením města. Dle podkladů dodaných městem, došlo, nebo je plánováno, u všech sledovaných budov ke snížení energetické náročnosti pomocí zateplení a výměny oken.

Potřeba tepla je vytvořena metodou kvalifikovaného odhadu na základě městem poskytnutých dat v Kapitole 5. Hodnoty teoretických úspor jsou vypočteny na základě potřeby tepla (tj. tepla na

vytápění a výrobu TV) a přibližných procentuálních úspor shrnutých na začátku této podkapitoly. Hodnoty v Tabulka 14 se nachází pouze teoretické úspory na základě výše zmiňovaných plánovaných investic. V rámci energetického hospodářství města je možné zavést energetický management, zkrátit období vytápění, využívat automatických regulací, chytrých spotřebičů a instruktáže pro uživatele, které mají potenciál uspořit obvykle dalších 5–30 %. Souhrnně všechny tyto úspory mohou vést ke snížení potřeby tepla až o jednu pětinu – tedy na hodnotu okolo 4 100 GJ tepla ročně.

04 |

Analýza dostupnosti a potenciálu lokálních primárních energetických zdrojů

Úvahy o rozvoji energetiky v oblasti musí primárně respektovat potenciál dostupných primárních energetických zdrojů. Za tímto účelem je zmapována jejich dostupnost.

Na budoucnost energetiky v lokalitě bude mít zásadní vliv hlavně možná výstavba CZT a rozvoj FVE instalované na budovy jak soukromé, tak obecní. V rámci této kapitoly jsou krom dostupnosti primárních energetických zdrojů hodnoceny i technologie, které lze na tyto primární zdroje navázat za účelem dekarbonizace lokality.

04.1 Zdrojová základna Jiříkova

Město Jiříkov je prakticky plně plynofikováno. Město nedisponuje žádnými jinými neobnovitelnými zdroji energie, a tudíž je elektrická síť aktuálně plně závislá na přívodu pomocí distribuční sítě a případně dílčích instalacích OZE.

Do budoucna lze předpokládat trend poklesu spotřeby primární neobnovitelné energie (napříč sektory) a to zejména v souvislosti s dlouhodobým tlakem politik ČR i Evropské unie na zvyšování efektivity využití zdrojů. Tento pokles bude způsoben primárně zvyšováním energetické efektivity budov, zaváděním úsporných opatření a zvýšením podílu OZE v energetickém mixu.

04.1.1 Uhlí

V rámci města je stále vytápěno přes 20 % bytů pomocí kamen na tuhá paliva [2]. Je pravděpodobné, že nejčastějším zdrojem bude biomasa, ale je možné, že část bytů spaluje uhlí. Ústecký kraj je znám svými uhelnými doly, ale okolo města Jiříkov se žádný důl nenachází.

04.1.2 Zemní plyn

Město je plynofikováno, ale je závislé na dodávkách plynu pomocí plynové soustavy, samo vlastními zdroji zemního nebo syntetického plynu nedisponuje.

Při zvyšování efektivity využití energie ze zemního plynu přichází na mysl zejména technologie kogenerace, která je více přiblížena v Kapitole 4.2.3.

04.1.3 Biomasa

Pojem biomasa označuje veškerý materiál organického původu, ohraničení je pouze ve smyslu tzv. stupně prouhelnění (rašelina a uhlí se proto navzdory organickému původu jako biomasa nepočítají). Biomasa tedy může mít různé formy a lze z ní také získávat energii různými způsoby:

- Spalování za účelem zisku tepla nebo elektřiny, popřípadě obojího
- Výroba bioplynu a jeho následné energetické využití (spálení v kogenerační jednotce nebo výroba metanu)
- Výroba kapalných biopaliv (bionafta, etanol)

Specifické druhy biomasy jsou biologicky rozložitelná část komunálního odpadu (BRKO) a čistírenský kal, jejichž energetické využití je specifické.

Spalováním se získává energie především z dřevní biomasy. Dřevní biomasa se skládá z lesních těžebních zbytků s využitím ve formě štěpky převážně pro teplárenství, palivového dřeva užívaného pro vytápění v domácnostech a zbytků z dřevozpracujícího průmyslu s využitím pro výrobu pelet a briket.

Bioplynová zařízení

Vznik bioplynu lze označit za termický proces, kde se organické látky přeměňují na hořlavé plyny. Pro výrobu bioplynu se využívá rostlinná biomasa – zemědělský odpad, kukuřice, sláma, případně tzv. sekundární biomasa – prasečí kejda či jiné odpady z chovu zvířat. Bioplyn lze následně využít pro spalení v kogeneračních jednotkách pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla (KVET). Tento způsob je dnes poměrně rozšířený způsob využití nejen zbytků z chovu zvířat a pěstování potravin. Z pohledu investičních nákladů jsou zařízení pro KVET poměrně drahé a je nutné využití tepla během celého roku. Z tohoto důvodu je nejvýhodnější její výstavba například u městských lázní, bazénů, budov s průmyslovým využitím, hotelů atd.

BioLNG

BioLNG vzniká zkapalňováním metanu z bioplynu, jehož je jednou z hlavních složek (při správném nastavení systému zplyňování). V roce 2022 byla spuštěna první stanice v ČR pro čištění bioplynu na biometan. V jiných státech EU začínají být tyto stanice častější a očekává se postupná snaha o alespoň částečné nahrazování klasického zemního plynu pomocí těchto technologií.

Biologicky rozložitelná část komunálního odpadu (BRKO)

Při skládce odpadu dochází k rozkladu části odpadu, nejvíce tak dochází u jeho biologických složek. Podle odhadů je dnes až 60 % celkového komunálního odpadu biologicky rozložitelného. Dnes již existují projekty a společnosti, které motivují občany třídít i tuto část odpadu z domácností. Podle druhu odpadu se následně využívají ve zplyňovacích zařízeních nebo v kompostárnách. V případě Jiříkova by muselo dojít k domluvě s více územními celky, aby došlo k ekonomicky technologické smysluplnosti projektu na energetické využití těchto částí odpadu. Pro využití těchto odpadů, pro nespalitelné / nezplyňovací technologie, nejsou dnes dostatečně ověřeny a investiční náklady na jednotku instalovaného výkonu jsou příliš vysoké pro ekonomickou smysluplnost takového projektu.

Využití čistírenského kalu

Čistírenský kal je dnes řazen mezi nebezpečný odpad a je nutné podle toho s ním zacházet. V zákoně o odpadech (541/2020 sb.) je zakázáno spalovat čistírenský kal, v tomto zákoně je také specifikováno, že od 1. ledna 2030 nebude možné skládkovat žádné odpady s výhřevností vyšší než 6,5 MJ/kg sušiny. [12] Během procesu tvorby, stabilizace a zahuštění čistírenského kalu však dochází k tvorbě bioplynu, který při dobře vytvořeném způsobu odchyty, je možné využívat pro spalování v kogeneračních jednotkách. V budoucnu se předpokládá využití i samotného stabilizovaného kalu pro energetické využití, neboť dojde k úplnému zákazu skládkování a velké regulaci na využití do hnojiv.

Shrnutí k biomase

Biomasa má vysokou důležitost zejména pro naši oblast střední Evropy, jelikož je to jeden z mála obnovitelných zdrojů schopných stálé dodávky energie. Vstupní suroviny pro výrobu elektřiny či tepla z biomasy mají často formu odpadu – ať už zemědělského, průmyslového či lesnického. To dovoluje výhodně a efektivně využít lokálně dostupného zdroje a zvýšit tak soběstačnost dané oblasti a zároveň snížit její emisní zátěž.

Město samo o sobě nevlastní žádné pozemky, které by bylo možné využít pro růst energeticky využitelné biomasy. Na katastrálním území obce se nachází lesní celky vlastněné soukromými vlastníky nebo společnostmi Lesy ČR. Vzhledem ke geografické pozici obce (na hranicích se Spolkovou republikou Německo) je možnost nákupu biomasy z externích zdrojů. Na katastrálním území města se rovněž nachází pila, která jistě produkuje dřevní odpad, který by se dal případně také využívat pro energetické účely.

Pro případné využití biomasy pro energetické účely, by bylo nutné zajistit dodávky z lesních prací v soukromých nebo státem vlastněných lesů v dostatečném objemu nezbytném pro provoz plánovaných zdrojů.

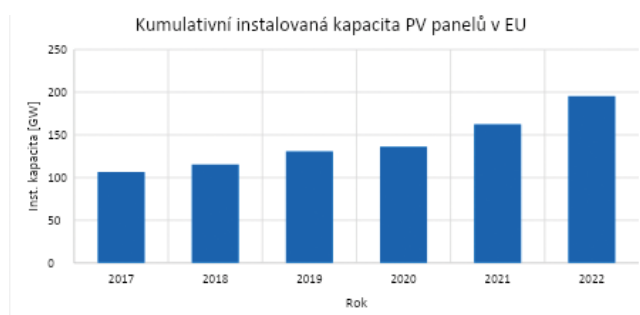
V současnosti je biomasa v podobě dřeva a dřevních derivátů považována jako CO₂ neutrální palivo – (lesní porost v průběhu svého růstu vstřebává cirkva ekvivalentní množství CO₂, jako se uvolní při jeho energetickém využití). Nicméně v budoucnu je pravděpodobné, že pro energetické účely bude v zájmu dekarbonizace a životního prostředí možné využít pouze biomasy v podobě odpadů, nikoli cíleného pěstování energetických plodin a dřevin.

04.1.4 Sluneční záření

Solární záření je významným a globálně dostupným zdrojem energie, jehož podíl na výrobě energie, zejména elektřiny, v posledních letech v rámci EU výrazně stoupl a má významný podíl na celkové výrobě elektřiny. Za rok 2022 dosáhl tento podíl až 7,2 %, v krajinách jako je Španělsko, Itálie ale i Německo to bylo až 9–12 %. V ČR činila celková výroba fotovoltaickými elektrárnami pouze 1,5 %, Česko patří k méně slunným krajinám, uvádí se zhruba 1 400 až 1 700 hodin slunečního svitu ročně. Úhrn slunečního záření na území ČR je 950 – 1 250 kWh/m² za rok. Sluneční záření lze využít dvěma způsoby. Fotovoltaickými panely pro výrobu elektřiny nebo fototermickými panely (solárními kolektory) pro výrobu teplé vody. Pro většinu objektů vychází jako smysluplnější fotovoltaika, která má také větší význam v kontextu komunální energetiky a u elektrické energie je také největší prostor pro dekarbonizaci. Fototermické panely má smysl umísťovat na objekty s vysokou potřebou teplé vody i v letních měsících (pečovatelské domy, wellness, bazény). Její problémy jsou větší náročnost z pohledu hmotnosti na budově oproti fotovoltaickým panelům a vysoká investiční cena. [2]

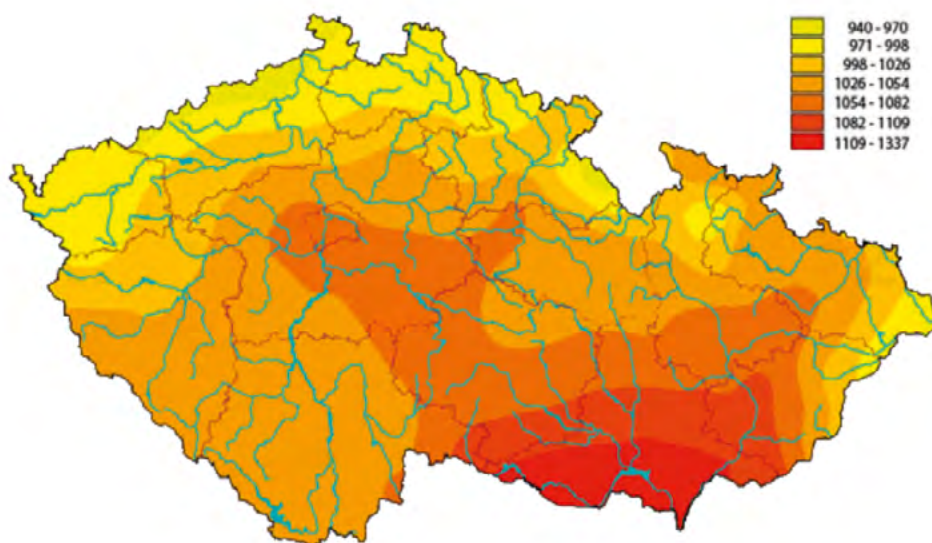
Graf 1: Kumulativní instalovaná kapacita FVE v EU

Zdroj: Statista [13]



Obrázek 3: Roční úhrn globálního slunečního záření v ČR [W/m²]

Zdroj: ISO FEN ENERGY [14]



Sever ČR patří k nejméně slunným oblastem ČR s průměrným úhrnem sluneční energie 940 až 1 100 kWh/m² ročně. Tabulka 15 zobrazuje denní a měsíční ozáření metru čtverečního v lokalitě Jiříkova v letech 2021 a 2022.

Tabulka 15: Hladina ozáření v lokalitě Jiříkov pro roky 2021 a 2022

Zdroj: NASA Power [15]

	2021		2022	
	Denní ozáření [kWh/m ² /den]	Měsíční ozáření [kWh/m ² /měsíc]	Denní ozáření [kWh/m ² /den]	Měsíční ozáření [kWh/m ² /měsíc]
Leden	0,73	23	0,77	24
Únor	1,58	44	1,72	48
Březen	2,73	85	3,58	111
Duben	3,77	113	3,75	113
Květen	4,5	140	5,43	168
Červen	5,94	178	5,93	178
Červenec	4,99	155	5,47	170
Srpen	3,97	123	4,53	140
Září	3,37	101	3,13	94
Říjen	2,33	72	2,11	65
Listopad	0,84	25	0,99	30
Prosinec	0,63	20	0,59	18
Ročně průměr	2,95	90	3,18	97
Ročně celkem	1078		1159	

Výstavba fotovoltaických elektráren

Výstavba nových FVE v podobě fotovoltaických panelů na území města je jednou z možností, jak získat nové udržitelné zdroje elektrické energie. Jiříkov se nachází přibližně na souřadnicích 50°99' s. š. a 14°58' v. d., pro tuto oblast je ideálním nasměrováním pro maximální výkon přibližně jih. Ideální náklon těchto panelů by se měl pohybovat v rozmezí 37° až 39°. Při ideálním náklonu panelů a ideálním azimutu záření dosahuje roční radiace slunečního záření na území Jiříkova okolo 980 kWh/m².

Výstavba nových FVE by se tak dala realizovat na střechách většiny obecních budov. Možnými problémy by ale mohly být špatná orientace střech budov vůči slunečnímu záření, nebo také zastíněnost některých částí budov a následnému přehřívání panelů.

Město podle katastru nemovitostí nedisponuje žádnými pozemky na katastrálním území obce, které by bylo možné využít na stavbu pozemní FVE. V rámci vybraných objektů v návrhové části bylo odhadnuto, že je možné instalovat přibližně až 320 kWp na střechy těchto objektů.

04.1.5 Větrná energie

Místní potenciál větrné energie

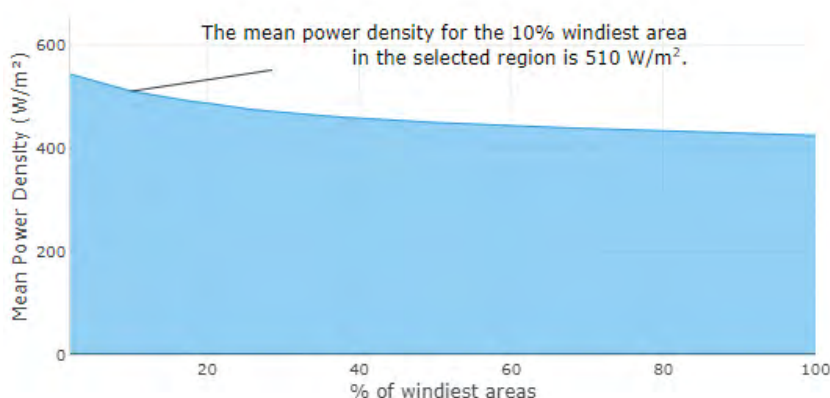
Vítr v nízké výšce, tj. do 10 m nad povrchem, dosahuje v severozápadní části Jiříkova průměrné rychlosti 5,21 m/s. Ve výšce 100 m nad povrchem dosahuje průměrná rychlost větru až 7,83 m/s. Směr větru je převážně západní. Celková hustota větrné energie, která by se na tomto území dala využít k výrobě elektrické energie, je na Českou republiku poměrně velká, tj. okolo 510 W/m² ve výšce 100 m nad povrchem. [16]

V republikovém měřítku má tedy město Jiříkov poměrně značný potenciál k výstavbě větrné elektrárny. Problém je, že je město na státní hranici s cizí zemí a zároveň není nikde v okolí dostatečné množství prostoru pro splnění legislativních pravidel pro výstavbu větrných elektráren.

Zároveň výstavba větrné elektrárny je velmi nákladnou investicí. Pro samostatné město o velikosti Jiříkova nedává ekonomický smysl její výstavba (u strojů s instalovaným výkonem cca 1,8 MW_{el} je průměrná investiční náročnost výstavby okolo 70 mil. Kč, u strojů s inst. výkonem okolo 4 MW_{el} se tato částka pohybuje na úrovni 150 mil. Kč). Pro zvýšení ekonomické smysluplnosti takovéto investice by bylo vhodné spojit více okolních měst a obcí (např. na bázi svazku obcí, nebo místních akčních skupin).

Obrázek 4: Průměrná hustota větrné energie na území Jiříkova

Zdroj: Global Wind Atlas [16]



04.1.6 Tepelná energie vody, půdy a vzduchu

Tepelná energie okolí

Tepelnou energii okolí lze využít pomocí tepelného čerpadla. Tepelné čerpadlo (dále TČ) je zařízení, které odnímá nízkoteplotní teplo z okolí (vzduchu, vody, nebo země) a předává ho do látky s vyšší teplotou, většinou do vody, za spotřeby elektřiny. Ve výparníku dochází k vypaření chladiva za pomoci tepla odejmutého z okolí. Následně dojde k jeho stlačení pomocí kompresoru a tím se dále ohřeje. Ohřáté chladivo předá teplo topné vodě v kondenzátoru, zchladne a kondenzuje. TČ tedy není primárním zdrojem tepla, ale technickým zařízením, které funguje na principu chladicího okruhu. Podle § 6 odst. 3 zákona 406/2000 Sb. je TČ vybraným zařízením vyrábějícím energii z obnovitelných zdrojů. Každé TČ je charakterizováno tzv. topným faktorem, který vyjadřuje poměr mezi vyrobeným teplem a spotřebovanou elektřinou. Podle typu čerpadla, venkovní teploty a výstupní teploty se topný faktor pohybuje mezi hodnotami 1,5 až 7. S vyšší hodnotou topného faktoru se snižuje spotřeba elektřiny tepelného čerpadla. Z tohoto důvodu je často nutné napojení na nízkoteplotní otopnou soustavu, neboť hodnotu topného faktoru ovlivňuje i teplota vracející se vody ze systému.

TČ nacházejí uplatnění zejména v lokálních aplikacích, kde nahrazují vytápění plynem či jinými palivy. Vysoké investiční náklady lze momentálně částečně hradit z dotací. [17]

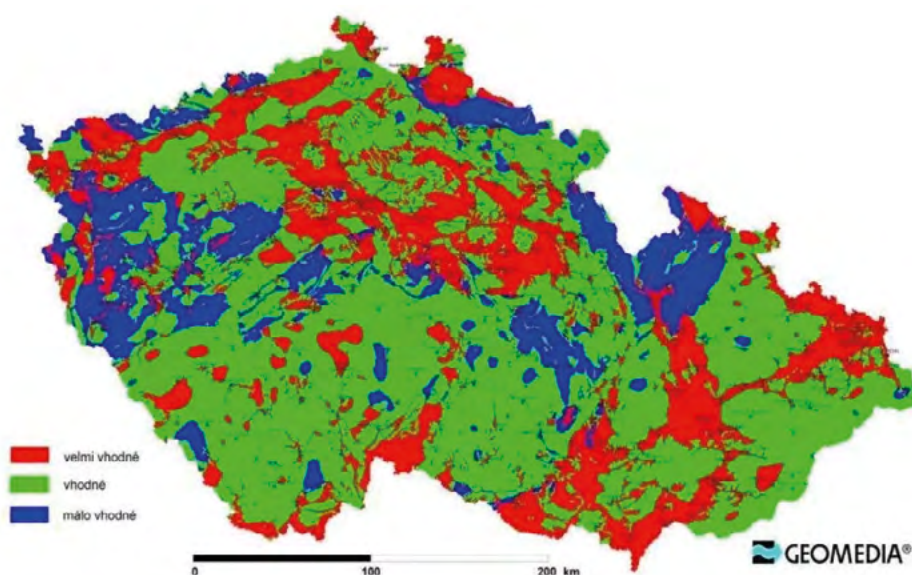
Specifickou oblastí je využití odpadního vzduchu (jeho tepla), které má význam hlavně v průmyslu, kde je využito odpadní teplo z procesů a výrobních zařízení. Odnímání vzduchu na vyšší teplotě totiž zlepšuje topný faktor. Nejnižší topný faktor dosahuje proto TČ vzduch/voda v zimě, při teplotách pod nulou se běžně pohybuje v rozmezí 1,8 až 2,5. Další možnost využití odpadního vzduchu je ve ventilaci budov. Pomocí regeneračních výměníků vzduchu se využívá část ohřátého vzduchu z místností a předeheřívá se s ním vzduch vstupující do dané místnosti. Pro využití odpadního tepla je možné také využívat tzv. ORC oběhy. ORC je zkratka pro organické Rankinovy–Clausiovy cykly. Tyto oběhy využívají parních turbín podobných standardním parním cyklům, hlavním rozdílem je ale pracovní látka oběhu. U ORC se využívají organické pracovní látky jako je například hexamethyldisiloxane (MM). Návrh ORC je velmi specifický a je nutné jej tvořit na základě informace o lokalitě a způsobu zapojení.

Geotermická energie

Geotermická energie má původ v zemském jádře, kde vzniká rozpadem radioaktivních látek a slapovými silami. Využívání geotermické energie má v ČR potenciál, momentálně se však využívá převážně pro lázeňské účely. Geotermický potenciál je hodnocen zejména z hlediska tepelného toku a vodivosti hornin. Existuje několik metod využití geotermické energie, avšak v rámci ČR lze převážně uvažovat pouze o HDR neboli Hot Dry Rock. Zjednodušeně se jedná o navrtání vrtů o určité hloubce (1 až 5 km) a pak zavedení teplotonosné látky, která teplo ze země odnímá, nevyužívá se tedy podzemních rezervoárů geotermických vod. V ČR je ve vhodných lokalitách v hloubce 5 km teplota hornin do 200 °C. Geotermické elektrárny se v ČR nenachází, v minulosti se uvažovalo o výstavbě například v Semilech nebo Nové Pace. Momentálně jsou uvažovanou lokalitou Litoměřice, kde byly vybudovány průzkumné vrty, které potvrdili vhodnost lokality, ale také spoustu omezení a problémů. Z mapy níže vyplývá, že Jiříkov se nachází v poměrně vhodné lokalitě z pohledu vodivosti hornin, ale z důvodu velmi nízkého tepelného toku je lokalita v souhrnu aktuálně nevhodná pro využití geotermické energie viz Obrázek 5. [18]

Obrázek 5: Mapa tepelného toku na území ČR [18]

Zdroj: Geomedia, oenergetice.cz [18]



04.2 Technologie využití zdrojů energie

04.2.1 Tepelná čerpadla

V kapitole 4.1.6 jsou popsány základní informace o technologii tepelných čerpadel. Neboť tepelných čerpadel existuje mnoho druhů, jsou v této kapitole popsány jednotlivé technologické možnosti jejich instalací. Podle látky, které je teplo odnímáno a následně předáváno, se TČ typově dělí na čerpadla vzduch/voda, voda/voda a země/voda.

Vhodnou variantou pro použití v každém městě je tepelné čerpadlo vzduch/voda. Tento typ TČ využívá nízkopotenciální teplo okolního vzduchu a předává ho do vody. Jelikož jeho instalace nevyžaduje specifické geografické podmínky, ani rozsáhlé zemní práce je z tepelných čerpadel nejčastěji instalován na soukromých objektech. Nevýhodou však je nestálá teplota vzduchu v průběhu roku a tím pádem pokles topného faktoru v zimě. Protože se jedná o povrchovou instalaci, jsou omezujícím faktorem pro umístění zařízení i emise hluku, které jsou typické právě pro čerpadla typu vzduch/voda běžně využívána v rodinných domech. Proto je v případě schvalování pořizování těchto zdrojů nutné trvat na posouzení emisí hluku hygienickou stanicí. Instalace tzv. venkovních jednotek tepelných čerpadel zároveň často narušuje architektonický ráz lokality, pro jejich umístění je tedy vhodné nastavit regulační opatření. [17]

Čerpadla země/voda nabízejí stálejší studený zásobník tepla díky relativně stabilním teplotám půdy, ze které je teplo odčerpáváno. Tento typ čerpadla se realizuje buď vrtem hlubokým 80 až 250 metrů nebo kolektorem umístěným v hloubce kolem 1,5 metrů. Umístění takového čerpadla ale představuje ze stavebního a prostorového hlediska náročnou výzvu, umístěním ve městě by navíc vznikaly kolize s infrastrukturou potrubí, vedení a teplovodů. Vhodná jsou proto spíše pro obytné domy na okrajích zastavěných oblastí nebo pro objekty zcela mimo ni. Čerpadlo s hlubinným vrtem je tak jediná možnost pro čerpadla země/voda uprostřed města. Tyto čerpadla využívají teplotního gradientu, který je v půdě přibližně 3 °C na 100 m hloubky. Pro určení vhodnosti realizace vrtu v dané lokalitě je vždy nutné ověřit měření. Hlavní výhodou je konstantní tepelný faktor během roku, neboť se od určité hloubky teplota půdy nemění. Další velkou výhodou je, že energie podloží je považována za nevyčerpatelnou, a tak je největším limitním faktorem tepelná vodivost podloží. [17]

Tepelná čerpadla voda/voda lze rozdělit na dva základní typy podle toho, z jaké vody se teplo odjímá. Prvním typem je studniční režim. Tento typ je specifický vybudováním 2 studen, kde z jedné je spodní voda odjímana (čerpací studna) a do druhé je voda navracena (vsakovací studna). Vybudování vsakovací studny je nutnou podmínkou pro nenarušení režimu spodních vod. Kvůli dohledu nad režimem spodní vody je vždy nutné schválení příslušným vodoprávním úřadem. Výhodou této varianty je konstantní topný faktor v průběhu roku, neboť teplota spodní vody je během roku přibližně konstantní. Druhý typ využívá existujících vodních nádrží či toků, jakožto zdroj nízkopotenciálního tepla. U tohoto typu TČ je nutné dohlédnout na to, aby nedošlo k podchlazení zdroje a aby teplonosná látka nebyla biologicky nebezpečná (využívá se tedy obvykle směs lihu a vody).

Méně využívaným typem tepelných čerpadel je tzv. Plynové absorpční tepelné čerpadlo. Tento druh tepelných čerpadel nevyužívá pro pohon cyklu kompresor, ale je zajištěn pomocí rozdílných tlaků, který vzniká díky spalování zemního plynu. Teplo odjímané z okolí je využito pro odpaření chladiva ve výparníku. Páry následně proudí do absorbentu, kam je z vypuzovače přiveden roztok s nízkou koncentrací chladiva. Pohlcování chladiva vyvíjí teplo, které se odvádí a je využíváno dále v systému. Po nasycení je roztok čerpadlem čerpán do vypuzovače, kde je chladivo z roztoku vypuzeno za pomoci tepla. Plyné chladivo je následně vedeno do kondenzátoru, kde mění fázi na kapalnou a odevzdává kondenzační teplo a vrací se do výparníku. Plynové absorpční tepelná čerpadla jsou alternativou pro kondenzační plynové kotle, úspora paliva je přibližně 25 %.

04.2.2 Zplyňovací generátory

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.1.3, zplyňování je termický proces, při kterém vznikají hořlavé plyny. Tyto plyny lze spalovat ve spalovacích motorech nebo mikroturbinách, které jsou základem kogeneračních jednotek. Kogenerační jednotky jsou podrobněji popsány v následující podkapitole. Proces zplyňování je v generátoru rozdělen do 3 hlavních částí. Z pohledu postupu paliva je první částí procesu sušení, kde dochází k odloučení vodních par z vlhkého paliva, který vstoupil do generátoru. Následuje pyrolyzní oblast, kde je z paliva odbouráván kyslík a palivo za teplot okolo 800 °C volatizuje (uvolňuje těkavou část paliva). Následuje redukční oblast. V této oblasti dochází k reakci pevného uhlíku na hořlavé plyny (CH_4 a CO). V případě, že generátor využívá zplyňovací medium s obsahem kyslíku, po redukční zóně následuje ještě oxidační oblast, kde dojde k faktickému spálení části zbylého uhlíku.

Samotná technologie zplyňovacích generátorů je rozdělena na 2 hlavní druhy.

První typ zplyňovacích generátorů je generátor se sesuvnou vrstvou. V těchto generátorech dochází k postupnému propadávání paliva. Existují principiálně 2 druhy generátorů se sesuvnou vrstvou, a to protiproudé a souproudé. Protiproudý generátor je jednoduchý, ale problém je, že plyn je znečištěn dehty a je tedy nutné jeho další čištění. Souproudý generátor má naopak čistší plyn, ale je problém s dodáváním tepla do systému. Využívají se primárně pro malé výkony.

Druhým typem zplyňovacích generátorů jsou generátory HTW (High Temperature Winkler). Jedná se o zplyňování ve fluidní vrstvě. Výhodou tohoto generátoru je dobré teplotní řízení procesu. Nevýhodou je velké množství popela v získaném plynu, potřeba vysokého tlaku ve zplyňovací komoře a problém separace zbytkového pevného materiálu.

04.2.3 Kogenerační jednotky na plyn

Principem kogeneračních jednotek je společná výroba elektřiny a tepla. Hlavní výhodou je úspora primárních zdrojů oproti oddělené výrobě. Kogenerační jednotky (KGJ) mohou být konstrukčně vyrobeny pomocí různých druhů strojů. Prvním z nich je KGJ se spalovacím motorem. Velkou výhodou je možnost využití různých paliv, jejich rychlý start, jednoduchý servis a snadná regulace. Nevýhodou je vznik škodlivých látek v důsledku spalování fosilních paliv. Další možností je malá plynová turbína (mikroturbína), která umí využít různé druhy paliv a produkuje menší množství znečišťujících látek, než je tomu u spalovacích motorů. Nevýhodami jsou vysoké otáčky, což vyžaduje frekvenční měniče, a velké investiční náklady. Dalšími možnostmi jsou stroje postavené na principu ORC a RC cyklů, Stirlingova motoru a další. Nejčastější palivo kogeneračních jednotek je zemní plyn, ale s rozvojem technologií čištění méně ušlechtilějších paliv se stává reálné i jejich využití pro spalování v KGJ. [19]

04.2.4 Fotovoltaické panely

Technologie fotovoltaických panelů je založena primárně na typu krystalu, ze kterého je daný panel vyroben. Existují 3 hlavní typy fotovoltaických panelů: monokrystalické, polykrystalické a amorfni.

Monokrystalické solární panely jsou vyráběny z jediného krystalu křemíku, který je náročné vyrobit. Investiční náklady jsou z důvodu náročnější výroby vyšší, ale jejich největší výhodou je vyšší účinnost, která se pohybuje nad 20 %.

Druhým typem jsou polykrystalické solární panely. Tento typ je jednodušeji vyrobitelný, a tudíž je jeho cena nižší, nicméně účinnost těchto panelů nepřesahuje 20 %.

Amorfnní fotovoltaické panely mají nižší účinnost než polykrystalické solární panely, ale jejich zdrojem energie je kromě přímého slunečního záření také rozptýlené světlo. Těto vlastnosti se dá dobře využít v zastíněných místech, kde z nějakého důvodu je nutné vybudovat fotovoltaické panely. [20]

04.3 Porovnání technologií

Tato kapitola má za cíl principiálně porovnat parametry do studie vstupujících technologií. Ty jsou srovnávány jednak na základě tří objednatelům zadaných parametrů (investiční náročnost, produkce CO₂ a zhodnocení externalit), tak na základě definice klíčových kladů a záporů dle charakteru a využitelnosti jednotlivých technologií.

04.3.1 Srovnání hodnocených technologií (Cena, externality, CO₂)

V Tabulka 16 jsou zhodnoceny parametry jednotlivých technologií z pohledu produkce CO₂, investiční nákladovosti i závažnosti externalit. V úvodu je však třeba dodat, že navzdory důkladné rešerši zřejmě neexistuje v některých parametrech dostatečná datová základna, která by umožnila jednotlivé technologie zcela korektně srovnávat bez odborné extrapolace. Při srovnání nákladů bylo pro prvotní srovnání technologií zvoleno pouze hledisko investiční náročnosti na vyrobenou jednotku, srovnání emisí vychází z aktuálně platné legislativy a stanovení externalit vychází z publikovaných vědeckých prací s doplněním o odborný předpoklad.

Tabulka 16: Shrnutí parametrů sledovaných technologií

Zdroje: [21][22][23][24][25][26][27][28]

	Investiční náklady EUR/kW	Emisní faktor energonositele tCO ₂ / MWh	Externality EURct/ kWh
Tepelná čerpadla	800 – 1100	0 – 0,37*	0,5
Fotovoltaické elektrárny	1000 – 1200	0	0,63 – 0,9
Termické kolektory	1000	0	0,63 – 1
Odpadní teplo	1000 – 1600	0	-
Kogenerační jednotky na plyn	1000	0 – 0,4**	4,85
Spalování biomasy	500 – 2 000	0	6,28
BRKO	1000 – 4 000***	0****	7,01

*dle zdroje elektřiny (k roku 2023)

**dle druhu spalovaného plynu

***cena instalace je individuální dle provozu, kde se instaluje a dle připravenosti provozu

****za předpokladu využití produkovaného bioplynu v KGJ pro výrobu elektřiny a tepla v daném místě

Investiční náklady

Z uvedeného srovnání plyne, že většina zdrojů vychází s investiční náročností okolo 1 000 €/kW_{inst}. U technologií zaměřených na spalování biomasy a využití BRKO významným způsobem záleží na

konkrétní aplikaci – z dostupných zdrojů plyne, že se investice může pohybovat v širokém intervalu od 1 000 do 4 000 €/kW_{inst}.

Produkce CO₂

Pro zjednodušené srovnání produkce CO₂ u jednotlivých technologií bylo využito porovnání emisního faktoru jednotlivých nositelů energie dle vyhlášky 140/2021 Sb. o energetickém auditu.

Minimálně z pohledu legislativy lze říci, že všechny hodnocené technologie jsou co do produkce CO₂ velmi šetrné a mohou přispívat k dekarbonizačnímu cíli. Pouze u tepelného čerpadla se spotřebovává elektrická energie, a pokud není využita z místních obnovitelných zdrojů, jako například z FVE, tak příspěvek může být malý. Tepelná čerpadla mají výhodu vysoké účinnosti (topného faktoru) oproti tradičním technologiím jako je plynový kotel nebo elektrokotel. U kogenerační jednotky emisní faktor závisí na spalovaném plynu.

Externality

Vzhledem k neucelenosti metodiky oceňování externalit bylo přistoupeno k otázce jejich hodnocení z více stran. V Tabulce 16, jsou uvedeny hodnoty finanční zátěže generované na vyrobenou kWh jednotlivými technologiemi podle dostupné literatury. Následně bylo provedeno zhodnocení v Tabulce 17 na základě expertního zhodnocení a kvalifikovaného odhadu na stupnici od 0 (bez dopadu) do 5 (velký dopad).

Do finančního zhodnocení externalit se zpravidla nejvíce promítá dopravní zátěž a zdravotní hledisko lidí v okolí. Bodované zhodnocení bylo provedeno pro parametry zápachu, hluku, dopravní zátěže a dalších, neuvedených externalit. Mezi neuvedené externality patří hodnocení zátěže na životní prostředí, vibrace, bezpečnost v okolí (požární, elektrická atd.), zastavenost půdy pro jiné využití atd. Tyto parametry jsou zpravidla velmi složitě vyčíslitelné finančně, a proto bylo zvoleno hodnocení pomocí bodů dle výše zmíněné stupnice.

Tabulka 17: Rámcové hodnocení externalit jednotlivých technologií

Zdroj: Vlastní zpracování

	Zápach	Hluk	Dopravní zátěž	Další	Součet
Tepelná čerpadla	0	3	0	1	4
Fotovoltaické elektrárny	0	0	0	1	1
Termické kolektory	0	0	0	1	1
Odpadní teplo	0	1	0	1	2
Plynové KGJ	1	2	0	3	6
Spalování biomasy	3	2	5	3	13
BRKO	5	1	5	3	14

Při hodnocení externalit z finančního hlediska nejhůře vychází využití technologií pracujících s biologicky rozložitelnými částmi komunálního odpadu a spalování biomasy. Při bodovém hodnocení externalit nejhůře vychází BRKO a spalování biomasy. Obě metody se tedy shodují na výsledku nejvíce zatěžujících technologií. Finanční zpracování technologie odpadního tepla je problematické z důvodu

toho, že technologie je zpravidla uvnitř existujících výrobních závodů, kde nelze jednoduše rozdělit externality finančně využití odpadního tepla a výrobního závodu.

04.3.2 Porovnání výhod a nevýhod jednotlivých technologií

V Tabulka 18 je uveden přehled všech vybraných zařízení a jejich hlavní výhody a nevýhody.

Tabulka 18: Shrnutí výhod a nevýhod uvažovaných zaříz

Zdroje: [29][30][31]

Technologie	Výhody	Nevýhody
Tepelná čerpadla	- Rozšířená a ozkoušená technologie. - Univerzální (lze využít skoro všude). - Využití nízkopotencionálního tepla.	- Hlučnost venkovních jednotek. - Nerovnoměrnost výkonu během roku. - Potřeba nízkooteplotního vytápění.
Fotovoltaické elektrárny	- Relativně jednoduchá instalace. - Bezúdržbové.	- Nerovnoměrnost výkonu během dne. - Nutná úložiště nebo dodatečná zařízení.
Termické kolektory	- Možnost využití mimo objekt (např. bazény). - Menší zastavěná plocha oproti FVE. - Proti FVE není nebezpečí el. proudu.	- Vysoké investiční náklady. - Hmotnost u střech starších budov. - Možnost přehřátí v době bez odběru. - Nízká využitelnost mimo letní období
Odpadní teplo	- Nedochází k plýtvání.	- Nutný sběr tepla z celého zařízení. - Dodatečné náklady při dodělávání. - Potřeba dostatek odpadního tepla.
Kogenerační jednotky na plyn	- Výroba tepla i elektřiny. - Úspora primárních zdrojů. - Nejsou prostorově náročné.	- Vyšší servisní náklady. - Špatná ekonomika bez využití tepla. - Nutná kontrola hluku v zastavěné oblasti. - Nutná dostatečná kapacita plynové a elektrické distribuční soustavy.
Spalování biomasy	- Ozkoušená technologie. - CO₂ neutrální a levné palivo - Využívání zbytků ze zemědělství/ průmyslu.	- Zajištění zdroje biomasy. - Investiční náklady. - Prostorově náročnější. - Složitější palivové hospodářství – doprava, uskladnění, zásobník paliva - Nejedná se o bezobslužný provoz. - Hluk, prach.
BRKO	- Nedochází k zahlcení skládek. - Využití až 60 % komunálního odpadu.	- Jedná se o odpad – legislativa. - Sběr odpadu. - Skladovací prostory odpadu.

Výše uvedené shrnutí výhod a nevýhod vybraných technologií je tvořeno na základě obecného průměrného řešení jejich instalace. Reálná řešení jsou posouzena v návrhové části této práce v kapitole 5. Pro vybranou lokalitu byl brán v úvahu návrh pouze pro spalování biomasy, instalaci fotovoltaických

panelů, tepelných čerpadel a kogenerační jednotky. V rámci kogenerační jednotky spalující plyn byla vytvořena varianta i s bioplynovou stanicí využívající BRO. Ostatní technologie jako termické kolektory a technologie na využití odpadního tepla nejsou zhodnoceny. Pro termické kolektory je z výhod a nevýhod jasné, že není ekonomicky vyhovující jejich nasazení. Posuzování technologií využívající odpadní teplo nebylo možné, neboť se ve vybraných městských objektech nenachází žádná výrobní disponující využitelným odpadním teplem.

04.3.3 Závěry srovnání technologií

V rámci analýzy technologií bylo provedeno zevrubné hodnocení z pohledu finančních nákladů na jednotku instalovaného výkonu, dále pak z pohledu ekologického – na základě emisního faktoru dle vyhlášky 140/2021 Sb. a v poslední řadě z pohledu dalších dopadů na okolní prostředí – tedy z pohledu dalších externalit.

Z daného srovnání je patrné, že jsou v rámci všech tří hodnotících okruhů velmi dobře hodnoceny technologie využívající energii okolního prostředí (FVE, termické kolektory, TČ) a technologie pro využití již existujícího tepla. Z pohledu produkce CO₂ dále velmi dobře stojí i spalování biomasy (dle souč. legislativy CO₂ neutrální technologie), o něco níže je pak KGJ spalující plyn. Z pohledu hodnocení externalit je pak logicky na chvostu hodnocení technologie přípravy tepla z BRKO a zároveň i biomasa (zvýšená náročnost dopravy, možný vyšší hluk či lokální zhoršení ovzduší v důsledku spalování).

Pouze na základě těchto parametrů však nelze říci, že některá z uvedených technologií je paušálně lepší než jiná. Vždy totiž záleží na konkrétní definici okrajových podmínek, zamýšleném využití a možnostech, kterými disponuje daná lokalita či klient. Nezřídka se dá uvažovat o vzájemné komplementaritě a synergickém efektu jednotlivých technologií, tedy využití více technologií v rámci jednoho energetického celku. Což je vlastně i případ všech níže navrhovaných variant.

Právě z důvodu potřeby podrobnějšího průzkumu klíčových vlastností jednotlivých technologií bylo nutné přistoupit k jejich další rešerši. Výsledkem této rešerše je shrnutí hlavních kladů a záporů jednotlivých technologických možností. Tyto vlastnosti v základu definují, resp. omezují možnosti využití technologií, a to i ve vztahu ke konkrétnímu řešení pro město Jiříkov.

Pro zhodnocení návrhových variant technologického řešení nového CZT tak byly vybrány technologie (či clustery technologií), které jsou technologicky a finančně realizovatelné a zároveň odpovídají charakteru zadání studie, tedy alespoň parciální dekarbonizace zdrojů tepla v Jiříkově.

05 |

Návrh SCZT

V této kapitole jsou zpracovány návrhy řešení nové sítě centrálního zásobování teplem (CZT) pro vybrané obecní objekty. Součástí je i návrh umístění nového tepelného zdroje. Vybrané obecní objekty jsou složeny ze samostatně stojících malých bytových domů, administrativního objektu, zdravotního střediska a několika budov určených pro vzdělávání. Jedná se tedy o objekty, které mají výrazně různé charakteristiky odběru energií.

Je nezbytné hned na úvod návrhové části podotknout, že základní premisou studie dekarbonizace centrálního zásobování teplem města Jiříkov byla jeho realizovatelnost v místních podmínkách s přihlédnutím k charakteru města a jeho omezením. Mezi hlavní omezující faktory Jiříkova patří v tomto konkrétním případě absence sítě CZT a tedy nutnost kompletně vybudovat veškerou infrastrukturu rozvodů tepla a teplé vody společně s novým zdrojem. Dalším významným omezením je ekonomický a strukturální charakter lokality.

S přihlédnutím k těmto faktorům se zpracovatel přiklonil k hodnocení relativně konzervativních, nicméně fakticky realizovatelných variant, přičemž hlavním cílem bylo zachování rozumné úrovně koncové ceny tepla tak, aby existovala motivace tento druh vytápění a ohřevu TUV vůbec využít (při srovnání s nejčastěji využívaným druhem vytápění v lokalitě – zemním plynem).

Zpracovatel tedy záměrně ve studii využívá komerčně dostupných a již v praxi testovaných technologií zaručujících mimo jiné i poměrně dobrou predikovatelnost nákladů jak investičních, tak provozních.

Navrhované technologie však nejsou v žádném případě zastaralé – většinou spadají do 3., ale zejména do 4. generace¹, což je, dá se říci, v současnosti velmi pokročilá úroveň SCZT. V případě města Jiříkov však zatím nedává příliš smysl designovat systém na úroveň 5. generace a de-facto navrhnout systém využívající pouze nízkooteplotní soustavy převážně využívající rozdíly okolních teplot. Technologie podporující tuto úroveň jsou aktuálně většinou na úrovni výzkumných projektů, bez ověření funkčnosti v praxi České republiky, nejsou ekonomicky efektivní, nebo nedávají v reáliích Jiříkova smysl (např. uložení tepla za pomoci sezónní akumulace, sdílení chladu, využití zbytkového tepla).

Varianty SCZT navrhované studií ve všech variantách přispívají ke snížení faktické produkce skleníkových plynů a nad to jsou realizovatelné z města dostupných zdrojů a to vše při zachování konkurenceschopné hladiny ceny tepla a teplé vody.

05.1 Popis stávajícího stavu

V případě vybudování nové sítě CZT je zde několik problémů, které je nutné respektovat. Prvním z nich je už jednou zmíněný charakter odběru (průběh odběru) tepla. U bytových domů lze největší potřebu tepla očekávat ráno a večer a je konstantní v průběhu celé otopné sezóny. Zatímco u budov pro vzdělávání a městský úřad lze očekávat největší potřebu ráno a částečně přes den pouze v pracovní dny. Mimo pracovní dny budou budovy vytápěny na nižší teplotu (útlum). Dalším problémem je stáří budov. U starších budov je pro správnou funkci vytápění vyžadována vyšší teplota. Nelze zde tedy jednoduše použít technologie, které jsou aplikovatelné na nízkooteplotní soustavy v nově vystavěných budovách.

1 Viz dělení např. zde: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544214002369?via%3Dihub>

Tabulka 19: Potřeby tepla obecních objektů

Zdroj: Podklady města + vlastní dopočet

č.p.	Typ objektu	Další součásti	Odhad tepelné ztráty [kW]	Vypočtená potřeba tepla na vytápění [GJ]	Vypočtená potřeba tepla na TV [GJ]	Vypočtená potřeba tepla celkem [GJ]
464	Městský úřad		80	472	41	513
680, 740	Škola	I. + II. st. ZŠ, tělocvična	145	869	170	1 039
518	MŠ Hradecká		30	182	50	232
686	MŠ Filipovská		55	398	40	438
814	DDŠ		55	395	45	440
730	Zdravotní středisko	1BJ	35	138	15	153
64	drobná provozovna	(bez dílen)	25	96	15	111
796	ŠJ + 4BJ		45	307	83	389
524	4BJ		45	307	83	389
799	6BJ		30	204	124	328
678	3BJ		15	102	62	164
512	4BJ		55	375	83	457
507	2BJ		55	375	41	416
753	3BJ		25	170	62	232
celkem			695	4 390	913	5 301

U návrhu sítě CZT je nutné začít roční potřebou tepla. U všech budov mimo bytových domů se vycházelo z měřené spotřeby zemního plynu, které nám poskytlo město Jiříkov. U bytových domů byl proveden kvalifikovaný odhad roční potřeby tepla.

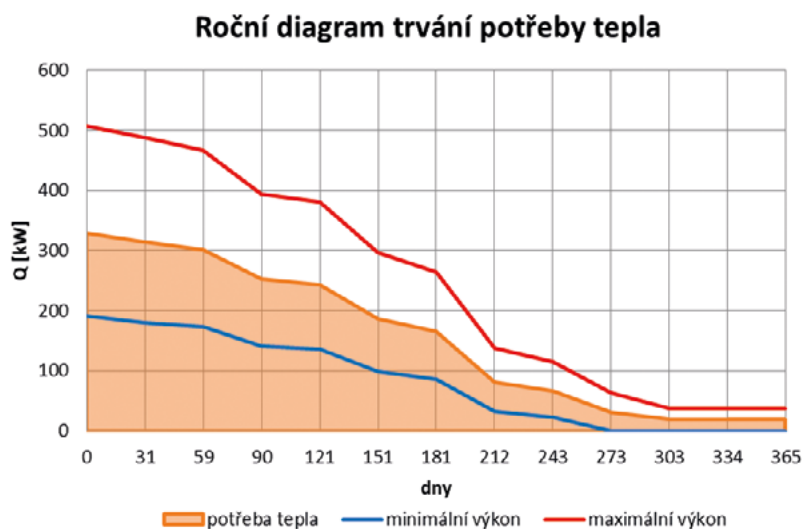
Celková potřeba tepla celé sítě CZT byla odhadnuta na 5 301 GJ. Se znalostí roční potřeby tepla lze pak dále pracovat např. s využitím denostupňové metody. Jedná se o odborný odhad potřeby tepla pro jednotlivé měsíce v roce na základě venkovní teploty v oblasti. Pro město Jiříkov je výpočtová venkovní teplota – 15 °C a otopné období trvá přibližně 245 dní. Je zřejmé, že potřeba tepla v letních a zimních měsících bude výrazně jiná. To je především dáno tím, že objekty s největší potřebou tepla jsou v létě mimo provoz (školy). Potřeba tepla v letním období bude dána pouze ohřevem TV pro bytové domy a úřad. Při použití denostupňové metody je nutné respektovat nerovnoměrnost odběru během dne, tedy charakter odběru tepla. U bytových domů se předpokládá největší poptávka po teple ráno mezi 6:00 až 9:00 a pak večer mezi 18:00 až 20:00. Oproti tomu u školy úřadů apod se

očekávat největší poptávka mezi 7:00 až 16:00. Při této znalosti můžeme sestavit roční diagram trvání potřeby tepla sítě CZT. Každý měsíc je charakterizován jeho typovým dnem s průměrnou venkovní teplotou v daném měsíci.

V ročním diagramu trvání potřeby tepla jsou dny seřazeny sestupně od dnů s největší poptávkou po teple (zimní dny) až po dny s nejmenší poptávkou po teple (letní dny). Plocha pod křivkou potřeby tepla udává celkovou roční výrobu tepla a jedná se o průměrný výkon během dne. Při znalosti poptávky potřeby tepla v průběhu dne, lze pak do diagramu doplnit i maximální a minimální výkon potřebný během dne.

Obrázek 6: Potřeba tepla všech vybraných budov

Zdroj: Vlastní zpracování



Z diagramu lze vyčíst, že maximální potřebný výkon v zimním období dosahuje k 510 kW. Průměrný výkon je přibližně 330 kW a minimální výkon v zimním období je přibližně 190 kW. V letních měsících je maximální potřebný výkon přibližně 40 kW, průměrný přibližně 18 kW a minimální výkon se může blížit k 0 kW. Odhadovaná celková tepelná ztráta vybraných budov je 695 kW. Protože se jedná o více objektů propojených sítí CZT není nutné výkonově pokrývat tepelnou ztrátu všech budov, ale lze počítat s určitým snížením pomocí koeficientu. Tento koeficient byl zvolen na základě druhu a využití budov na 0,75. Největší potřebu tepla lze například očekávat v zimě v nočních hodinách, kdy školy a úřad nejsou v provozu. Dále se také v zimě méně větrá. Požadovaný instalovaný výkon celé propojené sítě CZT by tedy byl 540 kW.

05.1.1 Plynové kotelny ve stávajících objektech

Do plánování nové sítě CZT lze využít stávající větší kotelny v objektech. Jedná se o objekty Městského úřadu, základní školy se školní jídelnou (ZŠ a ŠJ), mateřských škol a zdravotního střediska. Celkový aktuální instalovaný výkon v těchto objektech je 581 kW. Kotelna městského úřadu bude procházet rekonstrukcí. V době psaní studie není znám nový instalovaný výkon kotelny, předpokládá se tedy stejný jako před rekonstrukcí. Budova ZŠ a ŠJ mají celkový instalovaný výkon 279 kW, což je v případě budov předdimenzovaný výkon. Stáří kotlů je dle aktuálních informací 21 až 30 let. Pokud by tedy mělo dojít k výstavbě CZT je to vhodný prostor pro vybudování nové centrální plynové kotelny. Dalším možným potenciálem jsou kotelny v mateřských školkách anebo ve zdravotním středisku. Kotelna v MŠ Hradecká je z roku 2014 a v MŠ Filipovská jsou nové kotle z roku 2022. Další kotelnou, ve které by mohla být provedena rekonstrukce je kotelna ve zdravotním středisku.

č.p.	Typ objektu	Instalovaný výkon (kW)	Stáří / Informace
464	Městský úřad	98	realizace nové kotelny
680, 740, 796	Škola a ŠJ	279	Stáří kotlů 20–30 let
518	MŠ Hradecká	98	Stáří kotlů 10 let
686	MŠ Filipovská	50	Nová, realizace 2022
730	Zdrav. středisko	56	Stáří kotlů 14 let

Při uvažování nové sítě CZT se tedy nabízí vybudování nové centrální kotelny v ZŠ. V případě ostatních kotelen je uvažována jen rekonstrukce související s připojením do soustavy.

05.1.2 Spotřeba Elektrické energie vybraných objektů

Studie je zaměřena primárně na dekarbonizaci teplárenství, nicméně v rámci synergického efektu je vhodné alespoň okrajově počítat i se spotřebou elektrické energie objektů. Elektrická energie je samozřejmě také zatížená emisemi CO_2 , i když se produkce CO_2 neprojeví v místě spotřeby. Vhodným novým zdrojem tepla by tedy byl takový, který mimo teplo vyrábí i elektrickou energii. Ta by byla spotřebována lokálně v rámci provozu města Jiřikov. Protože by zdroj tepla byl v provozu pouze přes topnou sezonu, je možné v letním období pro pokrytí elektrické spotřeby vybraných budov využít fotovoltaické panely. Tento systém vybraných budov, který by se týkal pouze elektrické energie by mohl poskytnout zdroj pro energetickou komunitu a sdílet si lokálně vyrobenou elektrickou energii. Jednalo by se o velice efektivní kombinaci nového zdroje tepla a fotovoltaické elektrárny. Základní principy energetické komunity jsou sepsány v kapitole 7.2, nicméně téma samotné bude zajisté blíže řešeno v navazujícím dokumentu města – energetické koncepci.

V Tabulka 21 jsou vypsány spotřeby elektrické energie objektů. Jedná se o typovou spotřebu vycházející z podkladů získaných od města. V případě bytových jednotek bylo počítáno s průměrem spotřeby domácnosti ČR žijící v bytových jednotkách. Celková spotřeba elektrické energie je 245,1 MWh za rok. Jedná se o spotřebu elektrické energie, která není využita na ohřev TV a případné vytápění. Pokud bychom k tomu uvažovali, že veškerá teplá voda je ohřívána pouze elektricky, tak by spotřeba byla 479,2 MWh za rok.

č.p.	Objekty	Spotřeba EE (MWh)	Vypočtený odhad spotřeby EE na ohřev TV (MWh)
464	Městský úřad	20	11,4
680, 740, 796	ZŠ a ŠJ + dílny	90	47,2
518	MŠ Hradecká	12	13,9
686	MŠ Filipovská	9	11,1
814	DDŠ	35	12,5
730	Zdravotní středisko	2	4,3
64	drobná provozovna	1,5	4,2
-	Bytové jednotky	75,6	129,5
	celkem	245,1	234,1

05.2 Návrh sítě CZT

Při místním šetření byl vytipován jako nejvhodnější objekt pro umístění nového zdroje tepla budova technického střediska č.p. 64 a jeho přilehlý areál. V celku se jedná o parcely č. 256, 257, 258, 269/1, 272, 580/1, 580/2, 581. Parcely č. 257, 258 a 581 jsou ale aktuálně využívány jako sběrný dvůr. Vlastníkem parcel je město Jiříkov.

Ve studii jsou posouzeny tři velikosti CZT, které nabízejí možnost rozšíření z nejmenší varianty až po tu největší. Při návrhu teplovodu je nutné správně navrhnout velikost páteřního rozvodu, aby byla uspokojena budoucí potřeba tepla připojovaných budov. Zároveň také aby byla případně možnost i připojit objekty mimo správu obce. Dále je nutné respektovat dle norem souběh a křížení současných inženýrských sítí.

05.2.1 Sít' CZT-MAX

Na obrázku níže lze vidět návrh sítě CZT propojující všechny vybrané objekty. Přibližná celková délka sítě by byla 1 350 m.



Roční potřeba tepla propojených objektů v síti CZT-MAX by byla 5 301 GJ. Roční diagram potřeby tepla je zobrazen na Obrázek 6 v Kapitole 5.1.

05.2.2 Síť CZT-A

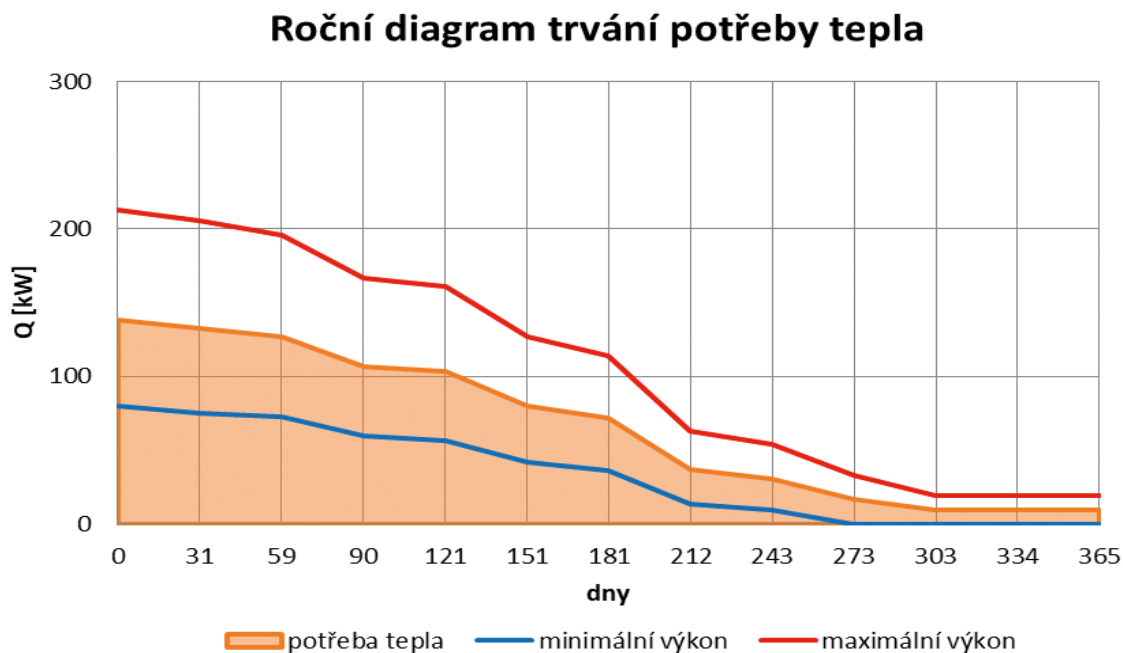
Jako nejmenší možná varianta vybudování sítě CZT byla navržena lokalita v okolí Základní školy. Je vyobrazena na Obrázek 8. Jedná se o vhodnou lokalitu pro vybudování první etapy CZT. V síti jsou připojeny objekty Základní školy a tři bytové jednotky (celkem 16 bytů). V obrázku jsou napsány čísla popisný dotčených budov. Přibližná délka této sítě by byla 420 m.

Obrázek 8: Návrh vedení teplovodu sítě CZT-A

Zdroj: Vlastní zpracování



Roční potřeba tepla v rámci této malé sítě by byla 2 256 GJ. Roční diagram potřeby tepla je zobrazen na Obrázek 9. V zimním období by zdroje tepla měly pokrýt potřebný výkon přibližně od 80 do 215 kW..



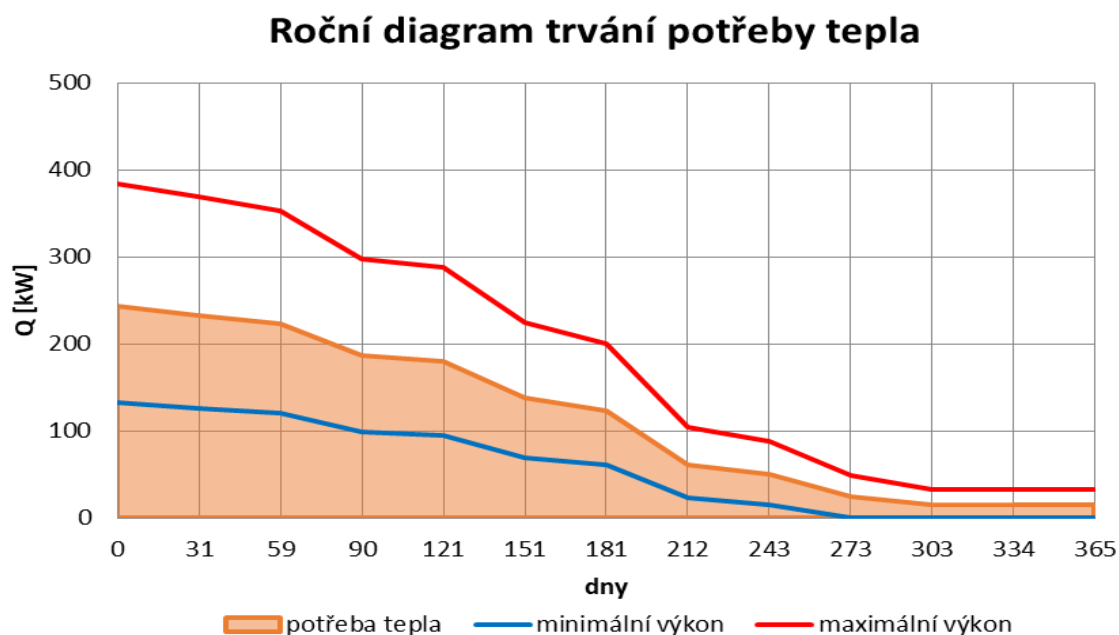
05.2.3 Síť CZT-B

Další rozšířenou variantou sítě byly vytipovány objekty na ulici Filipovská. Na této ulici se nachází tyto městské objekty: mateřská škola, zdravotní středisko a 3 bytové domy (celkem 10 bytových jednotek). Přibližné vedení sítě CZT je zobrazeno na Obrázek 10. Přibližná délka této sítě by byla 900 m. Roční diagram tepla je zobrazen na Obrázek 11. Roční potřeba tepla v rámci této velikosti sítě by byla 3 905 GJ. V zimním období by zdroje tepla měly pokrýt potřebný výkon přibližně od 130 do 385 kW.

Obrázek 10: Návrh vedení teplovodu sítě CZT-B

Zdroj: Vlastní zpracování





05.2.4 Odhad investičních nákladů teplovodu

Předpokládá se vybudování teplovodu z předizolovaného plastového potrubí. Dále bude nutné vybudovat v objektech předávací stanice a v některých objektech bude nutné provést rekonstrukci, popřípadě vybudovat nové rozvody tepla. V Tabulka 22 jsou vypsány odhady investičních nákladů na vybudování teplovodu. V posledním řádku je vyčíslen poměr nákladů Kč na GJ. Jedná se o částku, která bude součástí ceny tepla pro odběratele tepla ze sítě. Teplovod se dle vyhlášky č.262/2015 Sb. odpisuje minimálně 25 let.

Tabulka 22: Odhad investičních nákladů na vybudování teplovodu

Zdroj: Vlastní zpracování

	Odhad metrů	Teplovod, předávací stanice, PIČ	Investiční rezerva 15 %	Celkem (tis. Kč.)	Potřeba tepla sítě (GJ)	Náklady Kč / GJ (25let)
CZT-MAX	1 350	18 716	2 807	21 524	5 302	162
CZT-A	420	6 001	900	6 901	2 256	122
CZT-B	900	12 600	1 890	14 490	3 905	148

Všechny ceny jsou bez DPH

05.2.5 Odhad tepelných ztrát teplovodu

Pro představu provozních nákladů týkajících se teplovodu byly odhadnuty jeho tepelné ztráty. Provozovatel tepelné sítě tak dostane představu, zda je vhodné provozovat síť CZT i přes léto, kdy je potřeba pouze teplé vody. Odhady tepelných ztrát a účinnost jsou vypsány v Tabulka 23.

Tabulka 23: Odhad tepelných ztrát teplovodu a jeho účinnosti

Zdroj: Vlastní zpracování

		Průměrný požadovaný výkon za 24 hod. (kW)	Tepelná ztráta teplovodu (kW)	Účinnost teplovodu (%)
CZT-MAX	Zima	329	36	90
	Léto	19	27	41
CZT-A	Zima	138	12	92
	Léto	10	9	51
CZT-B	Zima	244	28	90
	Léto	16	21	43

V létě v podstatě dochází pouze k ohřevu teplé vody pro bytové jednotky. Městský úřad a zdravotnické centrum budou mít malý podíl z celkové potřeby. Základní a mateřské školy nejsou v provozu. Účinnost teplovodu se tedy pohybuje pouze okolo 40–50 %. Je tedy spíše vhodné síť CZT provozovat mimo měsíce července a srpna.

05.3 Popis vybraných nových zdrojů tepla

Vhodná lokalita umístění nového zdroje, jak již bylo zmíněno je areál technického střediska č. p. 64. Jedná se o areál, kde lze umístit novou technologii a zdroj do kontejnerů, popřípadě dle možnosti zrekonstruovat a využít stávající dílny střediska.

Na základě požadavků a návštěvy místa bylo navrženo pět variant pro všechny velikosti CZT. Vždy se jedná o umístění jednoho nového zdroje o přibližném tepelném výkonu 80 kW a využití stávajících plynových kotlen, z nichž některé budou muset projít rekonstrukcí. Výkon nového zdroje byl zvolen s ohledem na roční diagram potřeby tepla. Je vyhovující pro provoz v nejmenší variantě CZT-A a samozřejmě lze provozovat i variantách CZT-B a CZT-MAX. V případě rozšiřování sítě z varianty CZT-A na CZT-B lze v areálu umístit další nový zdroj.

05.3.1 Zplyňovací zdroj na biomasu (Varianta 1)

Základní princip této technologie byl popsán v Kapitole 4.2.2. Jedná se o technologii kombinované výroby tepla a elektřiny (KVET). Palivem je dřevní štěpka, která je aktuálně pořád vnímána jako CO₂ neutrální a zároveň levné palivo.

Zplyňovací jednotky však mají vysoké požadavky na parametry dodávaného paliva. Dřevní štěpka by měla obsahovat přibližně max. 13 % vlhkosti a určitou frakci. Proto je nutné nejprve palivo připravit. V tomto modelu se počítá s umístěním zázemí přípravy paliva do míst plánovaných nových skladovacích prostor technických služeb města. Zde je nutné palivo vytřídit a vysušit v sušárně paliva. Následně lze palivo dopravit do zplyňovací jednotky. Vedlejším produktem jednotky je tuhý zbytek, kterým je v podstatě dřevěné uhlí. To lze dále energeticky využít. Zde je možné tuhý zbytek a odseparovanou část dřevní štěpky využít v kotli, který by byl součástí sušárny paliva.

Obrázek 12: Zplyňovací jednotka Spanner

Zdroj: [30]



Tato technologie je tedy náročnější z hlediska přípravy paliva. Je nutné mít k dispozici kapacitu lidí, která se bude starat o sušení a dopravu paliva a provoz jednotky. Nevýhodou jednotky a všech technologií na dřevní štěpku je regulovatelnost výkonu. Zplyňovací jednotku lze provozovat na 80–100 % nominálního výkonu. V této variantě je počítáno

s jednotkou o tepelném výkonu 79,5 kW a elektrickém 35 kW. Celá technologie by byla umístěna v kontejneru. Součástí investice je i pořízení sušárny paliva.

05.3.2 Kogenerační jednotka spalující bioLNG (Varianta 2)

Základní princip technologie byl popsán v Kapitole 4.2.3. Jedná se o technologii KVET. Palivem by v bylo bioLNG, které je CO₂ neutrálním palivem.

V této variantě je uvažována KGJ se spalovacím motorem umístěna v kontejneru. Je uvažováno s jednotkou o elektrickém výkonu 44 kW a 79 kW tepelném. V blízkosti se nenachází žádná bioplynová stanice, která by aktuálně produkovala bioplyn. Je tedy nutné vybudovat zásobník LNG. Pro takto malou jednotku byl navržen zásobník o velikosti 12 m³. Zásobník se nikdy nevyčerpá do nuly a zároveň nikdy nedoplní do 100 %. Tato velikost zásobníků je dostatečná na to, aby byl zásobník plněn v topné sezoně 2x měsíčně.

Při rozhodování o umístění zásobníků LNG i u následného provozu je nutné dbát na předpisy pro skladování, rozvod a dopravu zkapalněných uhlovodíkových plynů a zajistit vysoké míry bezpečnosti a ochrany celého LNG systému. LNG skladovací nádrž je tlaková nádoba určena pro provoz při kryogenních teplotách a jako taková proto musí splňovat standardy pro kryogenní skladovací nádoby (např. ČSN EN ISO 21009-2:2016). Odstupy od nádrže jsou určeny podle velikosti (tj. objemové kapacity) dané nádrže.

Obrázek 14: Zásobník LNG 10 m³

Zdroj: CNCD [42]



Technologie není náročná na obsluhu. Nevýhodou je nutné doplňování zásobníku LNG. Další nevýhodou je samotné palivo. V ČR se stále jedná o novou technologii a bioplynových stanic produkujících vyčištěný biometan, který je následně zkapalněn, je málo. Samozřejmě je i vysoká cena paliva. V tuto chvíli se jedná o druh paliva, který není jednoduše přístupný, ale v budoucnu se dá očekávat lepší dostupnost vzhledem k rychlému rozvoji. Technologie představuje v budoucnu perspektivní zdroj z hlediska snižování emisí CO₂.

Alternativně lze využít zásobník i na klasický LNG, popřípadě KGJ může být přímo napojena na plynovou přípojku, tyto úvahy ale nepředstavují úsporu emisí CO₂.

05.3.3 Tepelná čerpadla země/voda (Varianta 3)

Základní princip technologie je popsán v Kapitole 4.2.1. Tepelná čerpadla typu vzduch/voda nejsou vhodná v této lokalitě z důvodu hluku a proměnného topného faktoru. Z možností provedení TČ byla vybrána technologie země/voda z důvodů konstantního topného faktoru po celý rok a obecně nižší hlučnosti. Hodnota topného faktoru by se přibližně pohybovala od 2,5 až po 3,5 podle požadované výstupní teploty z TČ. Zde je nutné uvažovat pro letní období výstupní teplotu alespoň 60 °C a v zimním období může být požadavek až na 85 °C. Zároveň v okolí technického střediska se nachází dostatek prostoru pro vybudování vrtů.

Tepelný výkon tepelných čerpadel je uvažován na úrovni 80 kW. Je nutné v místě realizace nejprve provést průzkumné vrty, a zjistit tepelnou vodivost masivu v podloží. Pokud budeme počítat s průměrnou tepelnou vodivostí masivu 55 W/m, tak by bylo potřeba zrealizovat 5 vrtů o hloubce 200 metrů. Je doporučeno, aby vrty byly od sebe vzdáleny alespoň 10 % hloubky. Celková potřebná plocha by tedy byla přibližně 800 m².

Obrázek 15: TČ země/voda

Zdroj: [32]



Jedná se o bezobslužnou technologii, která je pouze náročnější na prostor v místě realizace. Nevýhodou je spotřeba elektrické energie. K této variantě je tedy nutné správně navrhnout FVE a zároveň akumulaci pro co nejekonomičtější provoz v létě a přechodném období.

05.3.4 Tepelná čerpadla země/voda s KGJ spalující zemní plyn (Varianta 4)

Protože varianta s tepelným čerpadlem je náročná na spotřebu elektrické energie, je ještě navržena varianta s tepelným čerpadlem doplněným malou kogenerační jednotkou spalující zemní plyn.

Kogenerační jednotka je navržena pro pokrytí spotřeby elektrické energie tepelným čerpadlem. Zároveň může dodávat teplo do sítě CZT. V tomto případě je uvažováno s jednotkou o elektrickém výkonu 30 kW a tepelném výkonu 50 kW umístěnou v kontejneru nebo v objektu. Nutností je vybudování plynové přípojky k technickému středisku, protože se zde nenachází. Plynovod ale přilehlou ulicí Liberecká prochází.

Spotřebu elektrické energie tepelného čerpadla lze takto v zimě pokrýt kogenerační jednotkou a v létě FVE. Nevýhodou je přechodné období, kdy je menší poptávka po teple a provoz KGJ tedy není možný a je nutné se spolehnout pouze na FVE. Popřípadě lze optimalizovat výkon jednotek, aby mohli spolupracovat i v přechodném období.

05.3.5 Bioplynová stanice s KGJ (Varianta 5)

Jednou z možností, jakým by bylo možné v dané lokalitě využít bioplynové stanice je tzv. mobilní bioplynová stanice tzv. MOBPS. Jedná se o kontejnerové řešení bioplynové stanice, které lze umístit ke stávajícímu technickému středisku. Technologicky lze proces rozdělat na 4 části. První částí je příprava vstupního substrátu, dalším krokem je fermentace, následuje výroba elektrické energie a tepla z vytěženého plynu v KGJ a poslední krokem je výstup digestátu, který lze využít jako hnojivo.

Obrázek 16: MOBPS

Zdroj: [33]



Nevýhodou v tomto případě určitě stále bude zápach obtěžující své okolí při přípravě vstupního substrátu. Jedná se o variantu, která je opět náročnější z hlediska kapacity lidí, kteří se musejí starat o svoz odpadu, provoz bioplynové stanice apod. Další nevýhodou je nutnost obstarávat biologický odpad kontinuálně, což může být pro provozovatele, který nedisponuje vlastními zásobami tohoto odpadu problém. Hlavním požadavkem pro síť CZT je provozuschopnost v zimním období, je tedy nutnost zajistit dodávky v zimě, popřípadě zajistit skladování odpadu mimo topnou sezonu.

Potenciál druhu rostlinného odpadu, který si město dokáže obstarat v lokalitě není přesně znám. Z toho důvodu je obecně počítáno s trávou, listím a zelenou řezankou, jejichž výtěžnost bioplynu je přibližně 170 m³/t. Zároveň výhřevnost získaného bioplynu se může pohybovat od 18 do 26 MJ/m³. Ve studii je počítáno s hodnotou 22 MJ/m³. Pro využití KGJ s tepelným výkonem 79 kW a elektrickém 44 kW by se jednalo tedy přibližně o 120 až 130 tis. m³ bioplynu za rok. To by znamenalo 700 až 770 tun uvedeného rostlinného odpadu. Pro pokrytí výroby tepla a elektřiny by to v topném období znamenalo, že bioplynová stanice by měla každý den zpracovat 3 tuny odpadu. Pokud by tento odpad měl být využit hlavně v topné sezoně, je nutné mít dostatečné skladové kapacity. [34]

Pokud budeme uvažovat jaký druh vstupního materiálu lze kontinuálně zajistit během celého roku, můžeme například uvažovat s kuchyňským odpadem. Tento odpad lze získávat od obyvatel města, ZŠ, MŠ, lokálních restaurací apod. Pokud budeme uvažovat průměrnou produkci kuchyňského odpadu na obyvatele ČR za rok, která se pohybuje mezi 70 až 100 kg zjistíme, že lze ročně vytěžit přibližně 24 až 53 tis. m³ plynu za rok. Vytěžitelnost plynu z kuchyňského odpadu se pohybuje mezi 100 až 150 m³ plynu na tunu odpadu. Při této úvaze musíme, ale zohlednit motivaci obyvatel města, která z velké části tento odpad raději využije pro vlastní účely, a tedy počítat spíše se spodní hranicí. Z kuchyňského odpadu z místní ZŠ, MŠ a lokálních restaurací by bylo možné vytěžit přibližně 2 až 6 tis. m³ plynu. V závěru se tedy nejedná o dostatečnou kapacitu pro bioplynovou stanici.

05.3.6 FVE

Pro každou variantu nového zdroje je navržena i fotovoltaická elektrárna. Ta by spolu s novým zdrojem vyrábějící elektřinu hlavně v zimě, pokrývala potřeby elektrické energie vybraných objektů v létě.

Základní princip technologie je popsán v Kapitole 4.2.4. Výhodou je, že vyrobenou elektrickou energii lze využít pro ohřev TV anebo ji spotřebovat v komunitě.

Pro vybrané objekty byla na základě vymodelované spotřeby elektřiny navržena FVE o výkonu 100 kWp pro varianty 1 a 2. Pro variantu s využitím tepelného čerpadla je navržena FVE o výkonu 120 kWp. Pokud by bylo uvažováno využití šikmých střech městských objektů, byla by potřeba plocha 500 m² (100 kWp), resp. 600 m² (120 kWp).

05.4 Provoz varianty CZT-MAX

V následující Tabulka 24 poskytuje přehled o pokrytí a výrobě tepla a elektřiny všech variant v navržené síti CZT-MAX a vybrané komunity pro sdílení elektrické energie. Ve všech případech se počítá s využitím stávajících plynových kotlen v objektech ZŠ, MŠ Filipovská, MŠ Hradecká, MěÚ a zdravotního střediska. Celkový požadovaný výkon těchto kotlen by byl 470 kW. Pro varianty 1, 2 a 5 není počítáno z ekonomického důvodu s provozem CZT v létě (viz. tepelná ztráta teplovodu v Kapitole 5.2.5). V těchto variantách je počítáno v létě s ohřevem TV v objektech z FVE popřípadě elektřinou ze sítě. U varianty 3 a 4 byl zvolen i letní provoz. Tepelná čerpadla lze provozovat s dostatečně velkou akumulací jen přes den, kdy jejich spotřebu elektrické energie dokáže pokrýt FVE.

Tabulka 24: Pokrytí roční potřeby tepla a EE, CZT-MAX

Zdroj: vlastní zpracování

CZT-MAX		Varianta 1		Varianta 2 / 5		Varianta 3		Varianta 4	
Roční potřeba tepla CZT	MWh	1 432	100 %	1 432	100 %	1 460	100 %	1 460	100 %
Pokrytí z nového zdroje	MWh	477	33 %	447	31 %	560	38 %	838	57 %
Pokrytí z plyn. kotelen	MWh	954	67 %	985	69 %	900	62 %	622	43 %
Spotřeba EE komunity a CZT	MWh	314,8	100 %	314,1	100 %	503,3	100 %	502,4	100 %
Pokrytí EE výrobou z nového zdroje	MWh	170,1	54 %	178,2	57 %	0,0	0 %	144,7	29 %
Pokrytí EE výrobou z FVE	MWh	65,1	21 %	66,1	21 %	106,3	21 %	102,5	20 %
Nepokrytá spotřeba EE komunity a CZT	MWh	79,6	25 %	69,7	22 %	396,9	79 %	255,1	51 %
Celkem vyrobená EE z nového zdroje	MWh	213,0	100 %	249,9	100 %	0,0	0 %	144,7	100 %
EE vyrobená navíc pro širší komunitu z nového zdroje	MWh	42,9	20 %	71,7	29 %	0,0	0 %	0,0	0 %
Celkem vyrobená EE z FVE	MWh	95,8	100 %	95,8	100 %	114,9	100 %	114,9	100 %
EE vyrobená navíc pro širší komunitu z FVE	MWh	30,6	31 %	29,7	30 %	8,6	9 %	12,4	12 %

Ve všech variantách pokrývají nové zdroje přibližně 30–40 % z celkové roční potřeby tepla. Zbytek potřeby (60–70 %) zajišťují stávající plynové kotelny. Pouze varianta 4, kde jsou navrženy v podstatě dva nové zdroje, je schopna pokrýt až 57 %.

Roční spotřebu elektrické energie komunity a CZT dokáže pokrýt nový zdroj ve variantách 1, 2 a 5 přibližně z poloviny. Fotovoltaická elektrárna dokáže pokrýt ve všech variantách přibližně 20 % spotřeby. Zbytek nepokryté spotřeby je nutné dodat ze sítě. Ve variantách 1, 2 a 5 se jedná o přibližně 22–25 %. Ve variantě 3 je to z důvodu spotřeby tepelného čerpadla až 79 %. Ve variantě 4, kdy spotřebu TČ pokrývá KGJ dojde ke snížení na přibližně 50 %.

Protože všechny zamýšlené varianty řídí provoz nových zdrojů podle potřeby tepla, vznikne v určitých případech přebytek vyrobené elektrické energie (typicky například noc v zimě). Tento přebytek by byl vhodný roz distribuovat mezi širší komunitu. Ve variantě 1 je určeno k dalšímu sdílení 20 % vyrobené elektrické energie. Ve variantě 2 a 5 je to 29 %. U FVE dochází ke stejnému problému, typicky nejvíce v přechodném období, kdy je v provozu i nový zdroj. Ve variantě 1, 2 a 5 je určeno k dalšímu sdílení přibližně 30 %. Ve variantě 3 a 4 je určeno k dalšímu sdílení pouze přibližně 10 % vyrobené celkové elektrické energie.

05.5 Provoz varianty CZT-A

V následující Tabulka 25 je přehled o pokrytí a výrobě tepla a elektřiny všech variant v navržené síti CZT-A a vybrané komunity pro sdílení elektrické energie. Ve všech případech se počítá s využitím stávající kotelny v ZŠ. Celkový Požadovaný výkon kotelny by byl 170 kW. Pro varianty 1, 2 a 5 není počítáno z ekonomického důvodu s provozem CZT v létě (viz. tepelná ztráta teplovodu v Kapitole 5.2.5.). U varianty 3 a 4 byl zvolen i letní provoz. Tepelná čerpadla lze provozovat s dostatečně velkou akumulací jen přes den, kdy jejich spotřebu elektrické energie dokáže pokrýt FVE. U variant 1, 2 a 5 je počítáno v létě s ohřevem TV v objektech z FVE popřípadě elektřinou ze sítě. V rámci vybraných objektů, které nejsou připojeny do sítě CZT je počítáno s elektrickým ohřevem TV po celý rok.

Tabulka 25: Pokrytí roční potřeby tepla a EE, CZT-A

Zdroj: vlastní zpracování

CZT-A		Varianta 1		Varianta 2 / 5		Varianta 3		Varianta 4	
Roční potřeba tepla CZT	MWh	613	100 %	613	100 %	627	100 %	627	100 %
Pokrytí z nového zdroje	MWh	345	56 %	404	66 %	459	73 %	591	94 %
Pokrytí z plyn. kotelen	MWh	268	44 %	209	34 %	168	27 %	36	6 %
Spotřeba EE komunity a CZT	MWh	348,3	100 %	347,7	100 %	514,6	100 %	514,6	100 %
Pokrytí EE výrobou z nového zdroje	MWh	131,9	38 %	181,2	52 %	0,0	0 %	68,2	13 %
Pokrytí EE výrobou z FVE	MWh	75,8	22 %	72,0	21 %	104,4	20 %	103,9	20 %
Nepokrytá spotřeba EE komunity a CZT	MWh	140,7	40 %	94,5	27 %	410,1	80 %	342,5	67 %
Celkem vyrobená EE z nového zdroje	MWh	154,7	100 %	225,8	100 %	0,0	0 %	68,2	100 %
EE vyrobená navíc pro širší komunitu z nového zdroje	MWh	22,8	15 %	44,5	20 %	0,0	0 %	0,0	0 %
Celkem vyrobená EE z FVE	MWh	95,8	100 %	95,8	100 %	114,9	100 %	114,9	100 %
EE vyrobená navíc pro širší komunitu z FVE	MWh	20,0	20 %	23,8	24 %	10,5	11 %	11,1	11 %

Ve všech variantách dokážou pokrýt nové zdroje více než 50 % z celkové roční potřeby tepla. Nejméně je to ve variantě 1, z důvodu horší regulovatelnosti výkonu zdroje. U ostatních variant tento problém nenastává a dokážou pokrýt kolem 70 %. V případě varianty 4, kde jsou dva nové zdroje, dojde k pokrytí až 94 % z celkové potřeby tepla.

Spotřeba elektrické energie komunity a CZT je vyšší, protože v modelovém výpočtu je uvažován ohřev TV elektricky v objektech, které nejsou připojeny do sítě CZT. Nový zdroj ve variantě 2 a 5 dokáže pokrýt až 52 % spotřeby, zatímco varianta 1 pouze kolem 38 %. Ve všech variantách pokrývá FVE přibližně 21 % spotřeby. Nepokrytá spotřeba je u variant různá. V případě varianty 4 dojde ke snížení oproti variantě 3 pouze o 13 % (KGJ pokrývá spotřebu TČ).

Protože všechny zamýšlené varianty řídí provoz nových zdrojů podle potřeby tepla, vznikne v určitých případech přebytek vyrobené elektrické energie (typicky například noc v zimě). Tento přebytek by byl vhodný roz distribuovat mezi širší komunitu. Ve variantě 1 je určeno k dalšímu sdílení 15 % vyrobené elektrické energie. Ve variantě 2 a 5 je to 20 %. U FVE dochází ke stejnému problému, typicky nejvíce v přechodném období, kdy je v provozu i nový zdroj. Ve variantě 1, 2 a 5 je určeno k dalšímu sdílení přibližně 20–24 %. Ve variantě 3 a 4 je určeno k dalšímu sdílení pouze přibližně 11 % vyrobené celkové elektrické energie.

05.6 Provoz varianty CZT-B

V následující Tabulka 26 je přehled o pokrytí a výrobě tepla a elektřiny všech variant v navržené síti CZT-B a vybrané komunity pro sdílení elektrické energie. Ve všech případech se počítá s využitím stávající kotelny v ZŠ, MŠ Filipovská a zdravotním středisku. Celkový Požadovaný výkon kotelen by byl 350 kW. Pro varianty 1, 2 a 5 není počítáno z ekonomického důvodu s provozem CZT v létě (viz. tepelná ztráta teplovodu v Kapitole 5.2.5). U varianty 3 a 4 byl zvolen i letní provoz. Tepelná čerpadla lze provozovat s dostatečně velkou akumulací jen přes den, kdy jejich spotřebu elektrické energie dokáže pokrýt FVE. U variant 1, 2 a 5 je počítáno v létě s ohřevem TV v objektech z FVE popřípadě elektřinou ze sítě. V rámci vybraných objektů, které nejsou připojeny do sítě CZT je počítáno s elektrickým ohřevem TV po celý rok.

Tabulka 26: Pokrytí roční potřeby tepla a EE, CZT-B

Zdroj: vlastní zpracování

CZT-B		Varianta 1		Varianta 2 / 5		Varianta 3		Varianta 4	
Roční potřeba tepla CZT	MWh	1 062	100 %	1 062	100 %	1 085	100 %	1 086	100 %
Pokrytí z nového zdroje	MWh	426	40 %	441	42 %	523	48 %	767	71 %
Pokrytí z plyn. kotelen	MWh	635	60 %	621	58 %	562	52 %	319	29 %
Spotřeba EE komunity a CZT	MWh	315,8	100 %	315,1	100 %	489,2	100 %	489,6	100 %
Pokrytí EE výrobou z nového zdroje	MWh	151,8	48 %	178,0	56 %	0,0	0 %	125,1	26 %
Pokrytí EE výrobou z FVE	MWh	69,9	22 %	66,8	21 %	103,9	21 %	101,2	21 %
Nepokrytá spotřeba EE komunity a CZT	MWh	94,1	30 %	70,3	22 %	385,3	79 %	263,3	54 %
Celkem vyrobená EE z nového zdroje	MWh	190,3	100 %	246,4	100 %	0,0	0 %	125,1	100 %
EE vyrobená navíc pro širší komunitu z nového zdroje	MWh	38,5	20 %	68,4	28 %	0,0	0 %	0,0	0 %
Celkem vyrobená EE z FVE	MWh	95,8	100 %	95,8	100 %	114,9	100 %	114,9	100 %
EE vyrobená navíc pro širší komunitu z FVE	MWh	25,9	26 %	29,0	29 %	11,1	11 %	13,7	14 %

U variant 1, 2 a 5 vychází, že nové zdroje pokryjí přibližně 40 % celkové roční potřeby tepla. Varianta 3 dokáže pokrýt 48 % a varianta 4 pokryje 71 %.

Spotřeba elektrické energie komunity a CZT je přibližně stejná jako je to v sítích CZT-MAX. Nové zdroje ve variantách dokážou pokrýt přibližně polovinu spotřeby. FVE elektrárna pokryje přibližně 21 %. Ve variantě 1 dochází k nepokrytí 30 % spotřeby a ve variantě 2 a 5 k 22 %. Varianta 3 má nepokrytou spotřebu přibližně 80 % a pokud je tepelné čerpadlo doplněno KGJ k pokrytí vlastní spotřeby, dojde ke snížení na 54 % (varianta 4).

Protože všechny zamýšlené varianty řídí provoz nových zdrojů podle potřeby tepla, vznikne v určitých případech přebytek vyrobené elektrické energie (typicky například noc v zimě). Tento přebytek by byl vhodný roz distribuovat mezi širší komunitu. Ve variantě 1 je určeno k dalšímu sdílení 20 % vyrobené elektrické energie. Ve variantě 2 a 5 je to 28 %. U FVE dochází ke stejnému problému, typicky nejvíce v přechodném období, kdy je v provozu i nový zdroj. Ve variantě 1, 2 a 5 je určeno k dalšímu sdílení přibližně 26–29 %. Ve variantě 3 a 4 je určeno k dalšímu sdílení pouze přibližně 11–14 % vyrobené celkové elektrické energie.

05.7 Investiční náklady

Odhady investičních nákladů pro stavbu sítě CZT byly rozděleny na 4 části. Jedná se o teplovod, nový zdroj, rekonstrukci kotelen a investici do ohřivačů TV pro bytové jednotky. Investiční náklady jsou uvedeny v Tabulka 27. Investice do rekonstrukce kotelen je uvažována jen v rámci Základní školy a školní jídelny. Aktuální instalovaný výkon těchto kotelen je 279 kW. Požadovaný výkon v případě rekonstrukce by byl pro síť CZT-MAX 170 kW, CZT-A 170 kW a pro síť CZT-B 250 kW. Kotelna v základní škole je dle informací na pokraji životnosti. Pokud by prostory byly nedostatečné, lze využít objekt technického střediska, ale je nutné v objektu realizovat plynovou přípojku. V rámci investice rekonstrukce kotelen je uvažována i investice do připojení stávajících kotelen.

Ohřivače TV pro bytové jednotky jsou uvažovány z důvodu letní odstávky sítě CZT. Může se jednat o vybavení každé BJ bojlerem s topnou spirálou a elektrickou patronou. Popřípadě akumulací nádobou sloužící pro celý bytový dům. Tak bude zajištěn ohřev TV v topné sezoně zdroji z CZT a zároveň v létě může být ohřívána pomocí FVE. V ostatních budovách je uvažováno, že ohřivači TV jsou už vybaveny.

Tabulka 27: Investiční náklady sítě CZT

Zdroj: vlastní zpracování

Investice CZT-MAX		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
Teplovod	tis. Kč	21 524	21 524	21 524	21 524	21 524
Nový zdroj	tis. Kč	8 090	5 192	4 140	5 166	12 800
Rek. kotelen	tis. Kč	1 691	1 691	1 691	1 328	1 691
Ohřivače TV pro BJ	tis. Kč	435	435	435	435	435
Celkem	tis. Kč	31 739	28 841	27 789	28 453	36 448

Investice CZT-A		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
Teplovod	tis. Kč	6 901	6 901	6 901	6 901	6 901
Nový zdroj	tis. Kč	8 090	5 192	4 140	5 166	12 800
Rek. kotelen	tis. Kč	1 026	1 026	1 026	664	1 026
Ohřivače TV pro BJ	tis. Kč	435	435	435	435	435
Celkem	tis. Kč	16 452	13 554	12 502	13 166	21 161

Investice CZT-B		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
Teplovod	tis. Kč	14 490	14 490	14 490	14 490	14 490
Nový zdroj	tis. Kč	8 090	5 192	4 140	5 166	12 800
Rek. kotelen	tis. Kč	2 113	2 113	2 113	1 751	2 113
Ohřivače TV pro BJ	tis. Kč	435	435	435	435	435
Celkem	tis. Kč	25 128	22 230	21 178	21 842	29 837

Všechny ceny jsou bez DPH

Jak lze vidět v celkových nákladech, největší položka je teplovod. V případě CZT-MAX je to přibližně 70 % z celkových nákladů. Pro menší varianty je to pro CZT-A přibližně 50 % a pro CZT-B 65 %.

05.7.1 Investiční náklady FVE

V rámci dekarbonizační studie byla navržena i fotovoltaická elektrárna, která by pokrývala spotřebu vybrané komunity a popřípadě i spotřebu CZT. Pro varianty 1, 2 a 5 byla navržena FVE s výkonem 100 kWp a pro varianty 3 a 4 s výkonem 120 kWp. Tato investice není spojena s vybudováním sítě CZT

a není započtena do kalkulace cen tepla. Odhad Investičních nákladů a minimální cena produkované elektrické energie jsou uvedeny v Tabulka 28.

Tabulka 28: Investiční náklady FVE a cena elektrické energie

Zdroj: vlastní zpracování

	Jednotky	Varianty 1, 2, 5	Varianty 3, 4
Instalovaný výkon	kWp	100	120
Životnost	let	20	20
Výroba za životnost	MWh	1 915	2 298
Výroba prvních 6 let	MWh	575	690
investice	tis. Kč	3 381	4 106
roční servis	tis. Kč/rok	12	12
roční odpis	tis. Kč/rok	169	205
roční splátky	tis. Kč/rok	672	816
WACC	% p.a.	6	6
cena produkované elektřiny – bez dotace			
v prvních 6 letech	Kč/MWh	7 146	7 209
v letech 6–20	Kč/MWh	1 891	1 891
za celou dobu životnosti	Kč/MWh	3 467	3 486
cena produkované elektřiny – s dotací 30 %			
v prvních 6 letech	Kč/MWh	5 040	5 078
v letech 6–20	Kč/MWh	1 891	1 891
za celou dobu životnosti	Kč/MWh	2 835	2 847

Všechny ceny jsou bez DPH

Pro vyčíslení nákladů spojených s investicí výstavby FVE je uvažováno 100 % financování půjčkou. Předpokládaná doba splácení je 6 let a úroková míra je uvažována jako vážený průměr nákladů kapitálů (WACC). Doba odpisování je uvažována na celou životnost (20 let). Pokud by investice nebyla podpořena dotací pak by cena elektrické energie, která je sdílená do komunity musela být přibližně 3 500 Kč/MWh po celou dobu životnosti. Pokud by investice byla podpořena dotací 30 %, tak by cena klesla přibližně na 2 850 Kč/MWh.

05.8 Provozní a stálé náklady, cena tepla

Abychom mohli stanovit odhad cen tepla pro koncové zákazníky je nutné vyčíslit proměnné a stálé náklady. V případě stálých nákladů je uvažováno 100 % financování půjčkou celé investice. Předpokládaná doba splácení je 6 let. Úroková míra je uvažována jako vážený průměr nákladů kapitálu (WACC). Doba odpisování je zvolena podle druhu technologie viz Tabulka 29. Ostatní stálé náklady byly stanoveny odborným odhadem podle kalkulace cen tepla jiných sítí CZT.

Tabulka 29: Financování a odpisování technologií

Zdroj: vlastní zpracování

Financování a odepisování		Teplovod	Nový zdroj	Rek. kotelen	Ohřívače TV
WACC	%	6	6	6	6
Délka splácení	roky	6	6	6	6
Délka odpisování	roky	25	15	15	20

Proměnné náklady jsou závislé na cenách energií a paliv. Protože odhad jednotných budoucích cen může být velice nepřesný, byl zvolen jiný přístup. Pro lepší znázornění odhadu proměnných nákladů, byly zvoleny 3 cenové hladiny energií a paliv.

- První z nich uvažuje levný zemní plyn a drahou elektřinu. Je uvažováno, že cena bioLNG bude závislá na ceně zemního plynu. Zároveň lze uvažovat i levnou biomasu.
- Druhá cenová hladina je střed.
- Třetí cenová hladina naopak uvažuje drahý zemní plyn a zároveň levnou elektřinu. Cena bioLNG bude také vysoká a můžeme předpokládat vyšší poptávku po biomase a její cena bude vysoká.

Tabulka 30: Ceny energií a paliv

Zdroj: vlastní zpracování

Ceny energií a paliv		P-min / E-max	STŘED	P-max/E-min
zemní plyn	eur/MWh	40	48	55
	Kč/MWh	1000	1200	1375
Biomasa (výhřevnost 10MJ/kg)	Kč/kg	1,5	2	2,5
	Kč/GJ	150	200	250
bioLNG	Kč/MWh	2000	2400	2800
elektřina – nákup	Kč/MWh	5000	4000	3000
elektřina – prodej	Kč/MWh	3000	2500	2000

Všechny ceny bez DPH

Tímto lze získat rozsah proměnných nákladů a lépe porovnat jednotlivé varianty. Vzhledem k tomu že technologie biometanu a bioLNG je v ČR poměrně nová není jednoduché budoucí cenu odhadnout.

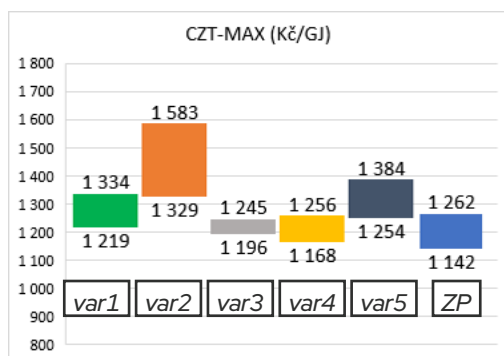
Cena biometanu je aktuálně minimálně 2x vyšší než klasický zemní plyn, dále zde budou i náklady na zkapalnění a dopravu.

Z hlediska rostlinného a kuchyňského odpadu je velice obtížné vyčíslit náklady spojené s jejich obstaráváním. Bude se jednat o náklady spojené se sběrem odpadu a jeho přípravou do bioplynové stanice. V určitých situacích se může jednat i o nákup ze zemědělských družstev apod. Bioplynové stanice dávají největší smysl pro podniky s vlastním odpadem. Proto je zde uvažováno s nulovou cenou za rostlinný či kuchyňský odpad.

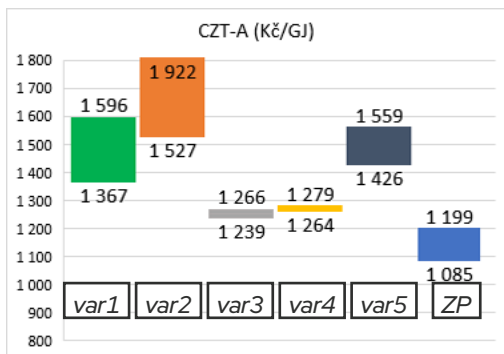
Proměnné a stálé náklady pro jednotlivé varianty a velikosti sítí CZT jsou obsahem přílohy č.1. Jsou uvedeny pro roky 1–6, 7–15 a zároveň pro celé období. Dále jsou vztaženy náklady na dodaný GJ a tím je získána cena tepla Kč/GJ pro koncového zákazníka bez DPH.

V následujících grafech Graf 2 až Graf 4 jsou už pro porovnání uvedeny ceny tepla jednotlivých variant za celé období (15 let). Aplikací cenových hladin získáme rozsahy cen. Jedná se o cenu, pokud budeme uvažovat rozložení investičních nákladů na 15 let. V jiném případě, jak lze vidět v příloze č.1, je cena v letech 1–6 extrémně vysoká, kvůli splátkám úvěru a následně 7–15 je nízká, kde už nedochází ke splácení úvěru. Jako základní porovnávací cena byla stanovena cena tepla pro CZT, které by bylo vybudováno čistě na zemní plyn (ZP).

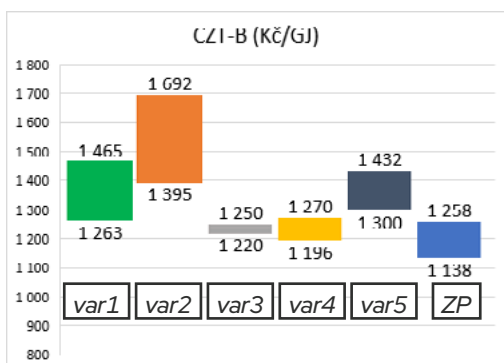
Graf 2: Ceny tepla CZT-MAX (bez DPH)



Graf 3: Ceny tepla CZT-A (bez DPH)



Graf 4: Ceny tepla CZT-B (bez DPH)



Ve všech variantách se jedná o vyšší ceny tepla hlavně z důvodu vysoké počáteční investice. V dalším kroku bude hledána výše dotace, která by dokázala ovlivnit cenu tepla tak, aby se pohybovala na hranici 1 000 Kč/GJ bez DPH. Jedná se o cenu za teplo, u které už lze uvažovat o odpojení ze sítě CZT.

05.8.1 Ovlivnění ceny tepla připojením dalších objektů

Bylo provedeno i modelové rozšíření sítě CZT-MAX, ve kterém bylo uvažováno připojení 20 bytových jednotek (cca 3 bytové domy). Potřebný maximální výkon v zimě by vzrostl k 590 kW. Celková roční potřeba tepla vzrostla přibližně o 750 GJ. V rámci modelu tedy bylo uvažováno se zvýšením investic do plynových kotlů o 60 kW a zároveň i do ohřivačů TV. Dále bylo uvažováno i zvýšení investic teplovodu z důvodu potřebného napojení objektů. V případě cen tepla za celé období došlo ke snížení přibližně o 5 %.

05.9 Cena tepla s dotací investice

V této kapitole budou vyčísleny výše dotace variant, které by snížili cenu tepla na přibližnou úroveň 1 000 Kč/GJ bez DPH.

Tabulka 31: Investiční náklady s dotacemi

Zdroj: vlastní zpracování

Investice CZT-MAX		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
CELKEM	tis. Kč	31 739	28 841	27 789	28 453	36 448
Výše dotace	%	40	65	34	32	30
Hodnota dotace	tis. Kč	12 696	18 747	9 448	9 105	10 935
Zbývajících finance	tis. Kč	19 043	10 094	18 341	19 348	25 514

Investice CZT-A		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
CELKEM	tis. Kč	16 452	13 554	12 502	13 166	21 161
Výše dotace	%	48	85	37	38	30
Hodnota dotace	tis. Kč	7 897	11 521	4 626	4 779	6 348
Zbývajících finance	tis. Kč	8 555	2 033	7 876	8 388	14 813

Investice CZT-B		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
CELKEM	tis. Kč	25 128	22 230	21 178	21 842	29 837
Výše dotace	%	42	73	35	34	30
Hodnota dotace	tis. Kč	10 554	16 228	7 412	7 426	8 951
Zbývajících finance	tis. Kč	14 574	6 002	13 766	14 416	20 886

Pro Variantu 1 (zplyňování biomasy) vychází úroveň dotace na 40–50 %. V případě Varianty 2 s KGJ na bioLNG je už dotace na úrovni 65–85 %, cenu tepla v této variantě totiž nejvíce ovlivňuje drahé palivo. V případě Variant 3 a 4 s tepelným čerpadlem je úroveň dotace 30 až 40 %. V případě Varianty 5 vychází úroveň dotace na 30 %.

05.10 Ekologické hodnocení – produkce CO₂

Do ekologického hodnocení je zahrnuta veškerá energie spotřebována na vytápění a ohřev TV a zároveň i spotřeba elektrické energie. Ve výpočtu emisí CO₂ jsou tedy zahrnuty tzv. kontrolované emise (vyprodukované v daném místě z výroby) a nepřímé emise vznikající např. důsledkem dodávky elektrické energie.

Ekologické hodnocení lze provést například na základě posouzení hodnoty měrných emisí CO₂ podle vyhlášky č.140/2021 Sb. o energetickém auditu. Vyhláškou jsou pro jednotlivá paliva a energie určeny tzv. emisní faktory, tj. přibližná produkce CO₂ v tunách na jednu MWh daného paliva, nebo energie se zahrnutím produkce CO₂ nejen přímo spotřebou, ale i těžbou, transportem a celým životním cyklem. Pro paliva, která nejsou uvedena ve vyhlášce se použijí aktuální data z prováděcího nařízení komise (EU) 2018/2066, kde jsou data z metodiky IPCC2006. Například dle vyhlášky č.140/2021 Sb. má nejvyšší emisní faktor elektřina, protože se jedná o ušlechtilou formu energie a to 0,86 tCO₂/MWh. Jedná se ale o hodnotu, kdy se uvažuje pouze výroba elektrické energie z fosilních paliv. MPO každý rok vydává aktualizovanou hodnotu emisního faktoru, ve kterém ale již započítává výrobu z obnovitelných zdrojů, pro rok 2023 tato hodnota byla 0,37 tCO₂/MWh. Dále je nutné dodat, že tato hodnota se mění i v průběhu roku, v zimních obdobích, kdy je využití FVE malé, jsou hodnoty vyšší, a naopak v letním období můžou být hodnoty nižší.

Tabulka 32: Emisní faktory

Zdroj: vyhláška č.140/2021 Sb., MPO

Faktor		Biomasa, Dřevo	Zemní plyn	Elektřina	bioLNG / bioplyn	Nafta
Emisní faktor	tCO ₂ /MWh (*tCO ₂ /l)	0	0,2	0,37	0	*0,00271

Tabulka 33: Emise tCO₂/rok – varianta 1, 2 a 5

Zdroj: vlastní zpracování

Emise CO ₂ za rok (tCO ₂)	Výchozí stav	Varianta 1			Varianta 2 / 5		
		CZT-MAX	CZT-A	CZT-B	CZT-MAX	CZT-A	CZT-B
Emise – vybraných objektů mimo síť CZT	340	0	169	78	0	169	78
Emise – zemní plyn	0	221	62	147	228	48	144
Emise – biomasa	0	0	0	0	0	0	0
Emise – bioLNG / bioplyn	0	0	0	0	0	0	0
Emise – doprava paliva	0	1	1	1	2	2	2
Emise – spotřeba EE vybraných objektů a CZT	98	32	56	38	28	38	28
Produkce emisí CO₂ (t)	438	254	288	264	258	257	252
Úspora tCO ₂	0	184	151	174	180	181	186
Úspora tCO ₂ (%)	0	42	34	40	41	41	42
Měrné náklady na úsporu CO ₂ (tis. Kč/tCO ₂ rok)	0	172	109	144	160/202	75/117	120/161
Další úspora emisí sdílením EE do širší komunity	0	29	17	26	41	27	39

Pro výchozí stav bylo stanoveno, že roční produkce emisí CO₂ je 438 t. Pro tento stav bylo počítáno s elektrickým ohřevem TV v bytových jednotkách a v bytových domech, kde se používají topidla na tuhá paliva bylo počítáno s využitím dřeva. Pro objekty, u kterých nebyla známa spotřeba zemního plynu, byla spočtena spotřeba plynu na základě potřeby tepla a účinnosti kotle 90 %.

Varianty 1, 2 a 5 ve všech velikostech CZT vykazují téměř stejnou roční úsporu tCO₂ a to přibližně 40–42 %, kromě varianty 1 s CZT-A kde je úspora 34 %. To je dáno zplyňovacím zdrojem, který je hůře regulovatelný při požadavcích nízkých tepelných výkonů. Nové zdroje vyrábí více elektrické energie, než je spotřeba vybraných budov, proto lze vyrobenou elektřinu sdílet do širší komunity a v ní dále uspořit další tCO₂. V případě varianty 1 je to 17 až 29 tCO₂ ročně, v případě varianty 2 a 5 je to 27 až 41 tCO₂ ročně.

Tabulka 34: Emise tCO₂/rok – varianta 3 a 4

Zdroj: Vlastní zpracování

Emise CO ₂ za rok (tCO ₂)	Výchozí stav	Varianta 3			Varianta 4		
		CZT-MAX	CZT-A	CZT-B	CZT-MAX	CZT-A	CZT-B
Emise – vybraných objektů mimo síť CZT	340	0	169	78	0	169	78
Emise – ZP	0	208	39	130	237	52	154
Emise – biomasa	0	0	0	0	0	0	0
Emise – bioLNG / bioplyn	0	0	0	0	0	0	0
Emise – doprava paliva	0	0	0	0	0	0	0
Emise – spotřeba EE vybraných objektů a CZT	98	159	164	154	102	137	105
Produkce emisí CO₂ (t)	438	367	372	363	339	358	338
Úspora tCO ₂	0	71	67	76	99	80	100
Úspora tCO ₂ (%)	0	16	15	17	23	18	23
Měrné náklady na úsporu CO ₂ (tis. Kč/tCO ₂ rok)	0	391	198	289	287	164	218
Další úspora emisí sdílením EE do širší komunity	0	3	4	4	5	4	5

Varianta 3 a 4 vykazují nejmenší roční úsporu tCO₂. To je způsobeno vysokou spotřebou elektrické energie, která je taky zatížena emisním faktorem. Avšak lokálně došlo k největšímu snížení produkce CO₂. Varianta 3 pouze s tepelným čerpadlem vykazuje nejmenší úsporu přibližně 15–17 %. Pokud k tepelnému čerpadlu využijeme KGJ na zemní plyn pro vlastní spotřebu (varianta 4) lze se s úsporou dostat na 18–23 %. Přbytek vyrobené elektrické energie z FVE je malý a sdílením do širší komunity lze navíc uspořit 3–5 tCO₂ ročně.

V případě Variant 3 a 4 lze uvažovat o tzv. PPA (Power Purchase Agreement), kdy se sepiše smlouva s dodavatelem elektrické energie o nákupu elektřiny výhradně z vybraných zdrojů (např. pouze z OZE). Pak by teoreticky šlo uvažovat s nulovým emisním faktorem pro elektřinu. Prakticky to zatím udělat nelze, protože tento postup česká legislativa nezná. Nelze tedy tento postup využít například při žádosti o dotace apod.

06 |

**Etapizace
investice**

Z pohledu dalších kroků a časového rozložení realizace investice je vhodné sledovat následující posloupnost kroků:

1. Studie Proveditelnosti

- Na základě této studie a dalších podkladů by bylo vhodné vybrat městem preferovanou technologii a zadat zpracování detailní studie proveditelnosti na vybranou technologii. Tento podklad bude dále sloužit pro vytvoření projektové dokumentace.
- Odhadovaný čas zpracování: 2–4 měsíce.

2. Projektová dokumentace a vyjádření dotčených orgánů

- V návaznosti na studii proveditelnosti projektant zpracuje kompletní projektovou dokumentaci. Ta by již měla obsahovat vyjádření dotčených orgánů a zohledňovat možné dotace.
- Odhadovaný čas zpracování: 3–4 měsíce.

3. Žádost o dotaci

- Délka a charakter přípravy závisí na typu konkrétní dotační výzvy, resp. počtu realizovaných žádostí, jejich náročnosti a struktuře.
- Odhadovaný čas zpracování: Rámcově lze říci, že pokud jsou připraveny v dostatečné kvalitě podkladové dokumenty a harmonogram výzev odpovídá potřebě zpracovatele (tzn. daná dotační výzva je otevřená), lze danou žádost připravit za cca 1 měsíc.

4. Stavební povolení

- Na základě projektové dokumentace a vyjádření je možné zahájit stavební řízení. Odhad časové náročnosti této etapy velmi záleží na aktuálním vytížení daného orgánu a schopnosti úřadu odbavit danou žádost. Běžná zákonná lhůta je však 30, resp. 60 dnů.
- Odhadovaný čas zpracování: 3 až 12 měsíců.

5. Výběrové řízení na dodavatele stavby

- V návaznosti na rozhodnutí stavebního úřadu je možné začít s výběrem generálního dodavatele realizace. Zejména pokud bude projekt (částečně) realizován za pomoci dotačního spolufinancování, je nutné přistoupit k tomuto výběru prostřednictvím zadání veřejné zakázky.
- Odhadovaný čas zpracování: 2–3 měsíce.

6. Realizace stavby

- Samozřejmě závisí na zvolené velikosti CZT, resp. jeho složitosti (nutnosti přeložení sítí, nutnost zasahovat do těles vozovek apod.), dodání technologií i ročním obdobím a dalších faktorech, které délku samotné stavby ovlivňují.
- Odhadovaný čas zpracování: 6–18 měsíců.

7. Zkušební provoz a kolaudace

- Odhadovaný čas zpracování: 1–3 měsíců

Z výše uvedeného lze říci, že realizace jakékoliv navrhované varianty, resp. jednotlivých etap bude trvat při optimistickém scénáři cca 15 měsíců. Na druhou stranu se délka realizace může dosáhnout až 44 měsíců a více, pokud bude docházet při realizaci k významným komplikacím.

Grafické znázornění viz tabulka níže. Nejkratší možná varianta je v Ganttově diagramu uvedena výraznou modrou barvou, nejdelší naopak světle modrou.

Tabulka 35: Indikativní harmonogram investice

Fáze	Trvání (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Detailní studie proveditelnosti konkrétní varianty	2-4																					
2	Projektová dokumentace a vyjádření dotčených úřadů		3-4																				
3	Žádost o dotaci (podání)			1																			
4	Stavební povolení				3-12																		
5	Výběrové řízení na dodavatele stavby					2-3																	
6	Realizace stavby						6-18																
7	Zkušební provoz a kolaudace							1-3															

Zdroj: Vlastní zpracování

Fáze	Trvání (m)	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
1	Detailní studie proveditelnosti konkrétní varianty																						
2	Projektová dokumentace a vyjádření dotčených úřadů																						
3	Žádost o dotaci (podání)																						
4	Stavební povolení																						
5	Výběrové řízení na dodavatele stavby																						
6	Realizace stavby																						
7	Zkušební provoz a kolaudace																						
Celkem																							

Z pohledu potenciálního rozdělení realizace samotné výstavby CZT na dílčí části, je možné nejprve realizovat rekonstrukci kotelen a připravit jejich napojení do sítě CZT. Následně lze provést napojení po výstavbě teplovodu. V rámci teplovodu musí být, ale počítáno s budoucími odběry, pokud by mělo dojít k rozšiřování sítě. Rekonstrukce, a tedy volba instalovaného výkonu kotelny v Základní škole se školní jídelnou musí být správně navržen z pohledu budoucího rozšiřování. Instalace nového zdroje může být realizována při výstavbě teplovodu a rovnou tedy zapojen do sítě.

07 |

**Provozně-
organizační
model**

07.1 Síť CZT

Protože ve městě Jiříkov technické služby nefungují jako samostatná společnost je jedna z možností, jakou lze v tuto chvíli postupovat, že vlastníkem, investorem a zároveň provozovatelem bude město Jiříkov. Provozovatel bude muset získat licenci na výrobu elektřiny, tepla a rozvod tepelné energie. Výhodou bude jednoduchá organizační struktura, snadnější koordinace a řízení provozu a investic. Tento model je i vhodnější při vytvoření energetické komunity, do které bude nový zdroj sdílet vyrobenou elektrickou energii.

Jiným přístupem by byl model tzv. PPP (Public – Private Partnership), ve kterém by město spolupracovalo se soukromou společností, která by následně zajišťovala provoz a údržbu. Výhodou by bylo využití odbornosti a kapitálu soukromé společnosti a sdílení rizik. Nevýhodou složitější smluvní ujednání a riziko nesouladu zájmů města se soukromou společností.

Odhad personální náročnosti provozu

Pokud město Jiříkov bude provozovatelem a vlastníkem sítě CZT bude muset zajistit činnosti pro její fungování. Z personálního hlediska lze tuto činnost rozdělit na správní a výrobní. Do správní kategorie patří například činnosti související s vytvářením vyúčtování služeb, komunikace s dodavateli a zároveň se zákazníky. Do výrobní kategorie patří činnosti související s provozem sítě, zařízení a přípravou paliva. Pro stanovení odhadu nákladů je počítáno s průměrnou hrubou mzdou 44 tis. Kč za měsíc. Personální náklady se promítají do výsledné ceny tepla, kterou musí platit koncový zákazník.

Z hlediska správní činnosti lze pro všechny varianty očekávat stejně velké náklady. V tomto případě je uvažováno s 0,25 FTE (Full Time Equivalent). K této činnosti lze využít stávající kapacity zabývající se správou městských objektů.

Pro výrobní činnosti lze využít stávající kapacity technických služeb města. Každá varianta je ale jinak náročná na provoz. Pro varianty (2,3 a 4) s tepelnými čerpadly anebo kogeneračními jednotkami spalující přímo plyn jsou náklady nízké oproti variantám s využitím biomasy (var.1), popřípadě s mobilní bioplynovou stanicí (var.5). Varianty 2, 3 a 4 budou vyžadovat pouze občasný dozor, je zde odhadován 0,25 FTE. Pro varianty 1 a 5 lze očekávat už vyšší náklady spojené s přípravou paliva a provozem nového zdroje tepla. Využití pracovníků bude ale pouze v topné sezoně a zároveň pouze část dne. V těchto variantách je odhad dvou 0,5 FTE.

Tabulka 36: Odhad personální náročnosti provozu (V 1-5)

Zdroj: Vlastní

	Správní činnost (FTE)	Výrobní činnost (FTE)	Celkový odhad nákladů (tis. Kč/rok)
Varianta 1	0,25	1	660
Varianta 2	0,25	0,25	264
Varianta 3	0,25	0,25	264
Varianta 4	0,25	0,25	264
Varianta 5	0,25	1	660

07.2 Energetická komunita

Jeden z přístupů, který připadá v případě města Jiříkov v úvahu je tvorba energetické komunity, resp. společenství v některé, ze svých podob (viz níže). V rámci implementace energetické komunity by bylo možné uplatňovat část přebytků vyrobené elektrické energie ze zdrojů integrovaných do CZT (přebytky z FVE, případně KGJ, které nejsou využity v systému CZT). Vzhledem k tomu, že město paralelně pracuje na Městské energetické koncepci, kde zajisté bude uveden komplexní rozbor principů a možností využití energetických komunit, níže jsou shrnuty pouze základní principy fungování.

07.2.1 Popis konceptu komunitní energetiky

Princip komunitní energetiky spočívá v investici do výstavby (zejména obnovitelných) zdrojů energie lokálními aktéry. Pokud se na investici podílí více subjektů (může to být obec, obyvatelé, i firmy), sdruží se do tzv. energetického společenství. Následně pak zdroj provozují jako spoluvlastníci a jsou zároveň přímými spotřebiteli vyrobené energie, kterou mezi sebou sdílejí, čím se při vhodné kombinaci členů společenství značně sníží přebytky elektřiny z OZE (např. továrna využije elektřinu vyrobenou ve FVE na střechách domů). Pokud navzdory tomu nastanou přebytky, je možné ji prodat buď zpátky do sítě, nebo ideálně jiným spotřebitelům / společenstvím za oboustranně výhodnou cenu. Tento model umožní instalaci FVE i tam, kde by se jinak nevyplatila, např. rodinné domy, které jsou během dne nevyužívané, školy nevyužívané v létě apod. Principy komunitní energetiky a využívání lokálních OZE podporuje i klíčová priorita I. Aktualizované státní energetické koncepce (ASEK – zatím stále platná, aktuálně se připravuje zcela nová SEK), „*vyvážený mix primárních energetických zdrojů*“, která zdůrazňuje důležitost dodávek tepla z CZT a vysoký stupeň využívání lokálních OZE.

Mezi hlavní výhody a důvody, proč by se měly obce, podnikatelé i obyvatelé o komunitní energetiku zajímat, patří:

- Snížení nákladů na energie.
- Zlepšení energetické bezpečnosti a soběstačnosti obce, resp. daného společenství.
- Posílení lokální ekonomiky.
- Potenciálně i zlepšení kvality ovzduší, pokud dojde k výměně stacionárních fosilních zdrojů za čistší zdroje.

Velkou příležitostí pro rozvoj komunitní energetiky přináší novela energetického zákona (známa také jako Lex OZE II), která upravila energetická společenství, reflektuje však i další relevantní trendy v energetice jako je decentralizace, vstup nových účastníků na trh s energiemi a propojování jednotlivých sektorů energetiky. Novela energetického zákona potom zná dva druhy společenství, jejich základní charakteristiky obsahuje následující tabulka.

	Občanské energetické společenství	Společenství pro OZE
Druh energie	Elektřina	Elektřina, teplo, plyn
Zdroj energie	Pouze a výhradně OZE	
Člen	Kdokoliv	FO, MSP, Územní samosprávné celky a jejich PO
Kontrolující člen (2/3 hlasovacích práv)	FO, malé podniky, územní samosprávné celky a jejich PO	FO, MSP, ÚSC a jejich PO ve stejném okrese
Oprávnění v oblasti elektroenergetiky	Shodná oprávnění (sdílet elektřinu, vyrábět, dodávat, obchodovat, ...)	

07.2.2 Definice energetického společenství dle novely energetického zákona

Novela definuje pojem „společenství pro obnovitelné zdroje“ a s ním související pojmy:

Společenství pro obnovitelné zdroje

- jedná se o právnickou osobu, která je založena na dobrovolné a otevřené účasti, je účinně kontrolována členy, kteří se nacházejí v blízkosti energetických zařízení provozovaných touto právnickou osobou
- členy jsou fyzické osoby, malé a střední podniky, územní samosprávné celky nebo právnické osoby zřizované nebo ovládané územními samosprávnými celky
- hlavním účelem není vytvářet zisk, ale poskytovat environmentální, hospodářské nebo sociální přínosy svým členům nebo územím, kde provozuje svou činnost
- která je založena za účelem výroby energie z obnovitelných zdrojů, jejím sdílení, případně také k výkonu dalších oprávnění v souladu s tímto zákonem

Účinná kontrola

- možnost vykonávat rozhodující vliv na činnost společenství na základě dispozice s takovým počtem hlasovacích práv, který odpovídá nejméně dvoutřetinové většině všech hlasů členů společenství, případně vyšší, je-li taková většina pro přijetí rozhodnutí kvalifikovanou většinou vyžadována zakladatelským právním jednáním společenství

Člen v blízkosti energetických zařízení

- člen, který má bydliště nebo skutečné sídlo v okrese, kde je umístěna většina výroben energie provozovaných společenstvím pro obnovitelné zdroje nebo jeho členy

Splnění účelu společenství

- společenství může rozdělit nejvýše 50 % ročního disponibilního zisku, a to pouze mezi své členy

Sdílení elektřiny

- Sdílením elektřiny je poskytování elektřiny z jiného právního důvodu, než je prodej mezi ES nebo SOZ a jejich členy nebo mezi členy těchto společenství nebo mezi zákazníky a výrobci s předávacími místy ve stejné budově

07.2.3 Evidence společenství v ERÚ

Společenství je povinné ohlásit zahájení výkonu své činnosti ERÚ. Ohlášení obsahuje informaci, zda jde o energetické společenství nebo o společenství pro obnovitelné zdroje. Oprávnění vykonávat činnost vzniká dnem ohlášení. Společenství prokáže splnění zákonných podmínek čestným prohlášením ERÚ provede do 30 dnů od doručení ohlášení zápis do evidence společenství a vydá společenství výpis z této evidence. Společenství oznamuje ERÚ změny (zrušení/změna evidence) + zákonem dané podmínky zrušení zápisu společenství do evidence. Oprávnění společenství vykonávat činnost zaniká dnem nabytí právní moci rozhodnutí o výmazu společenství z evidence.

07.2.4 Práva a povinnosti společenství v odvětví elektroenergetiky

Společenství je dle novely oprávněno:

- odebírat elektřinu ve svém odběrném místě pro vlastní spotřebu
- vyrábět elektřinu
 - o výrobní do 50 kW – práva a povinnosti zákazníka s výrobou
 - o výrobní nad 50 kW – stejná pravidla jako ostatní účastníci trhu
- prodávat elektřinu vyrobenou ve výrobně elektřiny provozované společenstvím nebo jeho členem – pokud provozuje výrobu do 50 kW, je oprávněno prodávat elektřinu z této výroby pouze obchodníkovi s elektřinou
- sdílet elektřinu vyrobenou ve výrobně elektřiny provozované společenstvím do odběrného místa svého člena
- využívat distribuční a přenosovou soustavu
- sdílet mezi členy navzájem a také členové vůči společenství
- sdílet i v případě, že společenství nebo člen provozuje výrobu na základě licence
- provádět průběhové měření

Společenství naopak nese povinnost zaregistrovat u energetického datového centra (EDC) přiřazení a ukončení přiřazení svých předávacích míst a předávacích míst svých členů.

08



Dotační financování

V kontextu výše uvedeného je jasné, že pro to, aby bylo možné udržet cenu tepla pro koncového zákazníka na přijatelné úrovni (viz předcházející kapitoly), bude v jakémkoliv ze zamýšlených řešení třeba do určité míry cílit na využití finančních nástrojů a dotačních zdrojů.

V současnosti zároveň nadchází doba, kdy (i v rámci politických a geopolitických změn) roste důraz a ochota financování změn v oblasti s cílem snížit konečnou spotřebu ale i zvýšit resilienci energetických systémů.

V tomto kontextu není tedy překvapením, že v období do roku 2030 má být alokováno až 1 000 mld. Kč v rámci národních operačních programů zaměřených na životní prostředí a energetiku.

Z oblasti národních dotačních titulů lze v rámci podpory rozvoje a nezávislosti české energetiky (včetně investic do CZT) uvažovat především s Modernizačním fondem, kde je a bude alokováno cirká 450 miliard Kč především z výnosů z prodeje emisních povolenek.

V rámci **Modernizačního fondu** v době zpracování dokumentu jsou mimo jiné vyhlášeny výzvy:

HEAT 1/2024 – Modernizace zdroje tepelné energie v SZTE

- zaměřena na rekonstrukci nebo náhradu STÁVAJÍCÍHO zdroje tepla, investiční podpora dosahuje od 30 do 65 % – v závislosti na úspoře CO₂.

RES+ č. 1/2024 – výstavba FVE 10 kWp – 5 MWp s vlastní spotřebou

- podporovány projekty na FVE s/bez akumulace, FVE s elektrolyzérem, nicméně je nutná vlastní spotřeba min. 70 % do 1 MW, resp. 80 % nad 1 MW.
- Investiční podpora je maximálně 30 % způsobilých výdajů.

RES+ č. 2/2024 – výstavba FVE s výkonem nad 1 MW

- podpora projektů výstavby FVE s/bez akumulace a FVE s elektrolyzérem, nicméně pouze pro MSP s investiční podporou maximálně 30 %.

Mezi další dotační zdroje patří zejména:

- **Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost (OP TAK)**

program je většinou zaměřen na podporu malých a středních podniků, nicméně některých výzvách bývá oprávněným žadatelem i obec, či město.

- **NP Životní prostředí**

financován z enviromentálních poplatků, nicméně energetika je v něm pouze okrajovou částí. Na druhou stranu z tohoto programu lze čerpat podporu na energetické úspory veřejných budov, nebo například vznik energetických komunit.

- **OP Spravedlivá transformace** (zaměřeno na někdejší uhelné regiony – Karlovarský, Moravskoslezský a Ústecký kraj).

Mezi další potenciální zdroje můžeme zařadit i program Nová zelená úsporám či program MPO EFEKT. Jednotlivé zdroje a jejich přibližná alokace je uvedena v tabulce níže.

Zdroj	Přibližná alokace zdroje
MOFO	cca 450 mld. Kč – primárně do energetiky
OP TAK	81,5 mld. Kč – rozptyl, nejen do energetiky
OP ŽP	61 mld. Kč
OP Spravedlivá transformace	42,7 mld. Kč (postižené kraje útlumem těžby)
NZÚ	50 mld. Kč
NPŽP	3 mld. Kč

Mimo systém národních dotací dále přichází v úvahu i zdroje z programů řízených přímo Evropskou komisí, ve kterých je rovněž možné čerpat prostředky v řádu desítek miliard €.

Jedná se především o Inovační fond, program Life, Horizon Europe, nebo například Green Hydrogen Europe. Tyto komunitární programy jsou však často významně administrativně náročnější s menší mírou transparentnosti hodnotícího procesu. Na druhou stranu je zde možnost podpory vysoce inovativních projektů s mezinárodním přesahem, často dotace nepokrývá pouze CAPEXové náklady, ale i část OPEX nákladů a dosahují vyšší procentuální míry podpory.

Dotační možnosti pro Jiříkov

Z výše uvedeného plyne, že v oblasti dotačního financování energetických projektů je zde celá řada možností. Velmi pravděpodobně, ať se již město Jiříkov rozhodne jít jakoukoliv cestou, bude muset přistoupit k vícezdrojovému financování v závislosti na variantě plánovaného systému a vyhodnocení konkrétních disponibilních zdrojů v danou dobu, případně významnou měrou vstoupit do komunikace s poskytovateli daných operačních programů nad diskusí ohledně parametrizace nadcházejících výzev.

Literatura

- [1] Město Jiříkov, „Oficiální webové stránky města,“ [Online]. Available: www.mesto-jirikov.cz/. [Přístup získán 06 2024].
- [2] „Oficiální stránky Českého statistického úřadu,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.czso.cz/csu/czso/vodovody-kanalizace-a-vodni-toky-2022>. [Přístup získán 2024-04-03].
- [3] Město Jiříkov, „Podklady od města (zaslány prostřednictvím e-mailu z adresy „stredak.p@jirikov.cz“ dne 19.6.2024),“ Jiříkov, 2024.
- [4] Český hydrometeorologický ústav, „Webové stránky Českého hydrometeorologického ústavu,“ [Online]. Available: chmi.cz. [Přístup získán 21 06 2024].
- [5] Jiříkov, „Územní plán města,“ 22 10 2015. [Online]. Available: <https://www.mesto-jirikov.cz/cz/mesto-uzemni-plan.html>. [Přístup získán 21 06 2024].
- [6] Energetický regulační úřad, „Aplikace vyhledávač licencí Energetického regulačního úřadu,“ 2024. [Online]. Available: <https://eru.gov.cz/vyhledavac-licenci>. [Přístup získán 21 06 2024].
- [7] Cech pro zateplování budov, „czb.cz,“ CZB, [Online]. Available: <https://www.czb.cz/priklady-ustrojeni-pri-zateplenim-rodinného-domu/>. [Přístup získán 06 08 2024].
- [8] Asociace výrobců minerální izolace, „avmi,“ AVMI, 11 04 2022. [Online]. Available: <https://www.avmi.cz/post/zatepleni-strechy-snizi-energetickou-spotrebu-o-20-celeho-domu-o-70-procent>. [Přístup získán 06 08 2024].
- [9] bydleni.cz, „bydleni.cz,“ bydlení, 03 07 2023. [Online]. Available: <https://www.bydleni.cz/clanek/Nejcastejsim-duvodem-pro-vymenu-okna-je-ustora-Vyplati-se-to>. [Přístup získán 06 08 2024].
- [10] VOLTEON, „VOLTEON,“ odoo, [Online]. Available: <https://www.volteon.cz/chytry-energeticky-management>. [Přístup získán 06 08 2024].
- [11] LOXONE, „LOXONE,“ LOXONE, 26 09 2022. [Online]. Available: <https://www.loxone.com/cscz/blog/sobestacnost-nizsi-spotreba-energie/>. [Přístup získán 06 08 2024].
- [12] „Zákon č. 541/2020 Sb,“ 2020. [Online]. Available: <https://www.e-sbirka.cz/sb/2020/541/2024-01-01?zalozka=text>. [Přístup získán 2024-04-09].
- [13] statista, [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/497540/connected-and-cumulated-photovoltaic-capacity-in-the-european-union-eu/>. [Přístup získán 10 05 2024].
- [14] I. Energy. [Online]. Available: <http://www.isofenenergy.cz/slunecni-zareni-v-cr.aspx>. [Přístup získán 10 05 2024].
- [15] NASA, „NASA Power,“ NASA, 2024. [Online]. Available: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. [Přístup získán 21 06 2024].
- [16] Global Wind Data, „Global Wind Data,“ [Online]. Available: <https://globalwindatlas.info/en/>. [Přístup získán 18 06 2024].

- [17] vytapeni.tzb-info.cz, „Tepelná čerpadla,” [Online]. Available: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>.
- [18] oenergetice.cz, „Geotermální energie v ČR,” [Online]. Available: <https://oenergetice.cz/elektrina/geotermalni-energie-v-cr>. [Přístup získán 07 09 2022].
- [19] D. doc. Ing. Jan Fiedler, „tzbinfo,” 26 09 2011. [Online]. Available: <https://vytapeni.tzb-info.cz/7866-vyhody-a-omezeni-malych-kogeneracnich-jednotek>. [Přístup získán 11 07 2024].
- [20] „BCE,” [Online]. Available: <https://www.bce.cz/blog/3-typy-fotovoltaickych-panelu-jake-jsou-jejich-vyhody>. [Přístup získán 12 07 2024].
- [21] „Power plant construction: How much does it cost?,” ProEst (AUTODESK), 2021.
- [22] MPO, „ministerstvo průmyslu a obchodu,” MPO, 2023. [Online]. Available: https://www.mpo.gov.cz/cz/energetika/statistika/elektrina-a-teplo/emisni-faktor-co2-z-vyroby-elektriny-za-leta-2010_2023--280262/. [Přístup získán 09 08 2024].
- [23] D. Štreimikienė, „EXTERNALITIES OF POWER GENERATION IN VISEGRAD COUNTRIES AND THEIR INTEGRATION THROUGH SUPPORT OF RENEWABLES,” Mykolas Romeris University, Vilnius, 2020.
- [24] S. Karkour, Y. Ichisugi, A. Abeynayaka a N. Itsubo, „External-Cost Estimation of Electricity Generation in G20 Countries: Case Study Using a Global Life-Cycle Impact-Assessment Method,” Tokyo City University, Yokohama, 2020.
- [25] energetika fs ČVUT, „Investiční náklady PEEZ p3,” ČVUT, Praha, 2023.
- [26] AFRY Management Consulting Oy, „Overview of waster heat and efficient heating,” AFRY, Vantaa, 2020.
- [27] D. R. Gómez, J. D. Watterson a etc, „IPCC,” IPCC, 2006. [Online]. Available: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf. [Přístup získán 09 08 2024].
- [28] R. Pipatti, „IPCC,” IPCC, 2006. [Online]. Available: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_4_Ch4_Bio_Treat.pdf. [Přístup získán 09 08 2024].
- [29] M. Lapáček, „Porovnání OZE pro vytápění,” VUT, Brno, 2012.
- [30] D. doc. Ing. Jan Fiedler, „tzbinfo,” 26 09 2011. [Online]. Available: <https://vytapeni.tzb-info.cz/7866-vyhody-a-omezeni-malych-kogeneracnich-jednotek>. [Přístup získán 03 07 2024].
- [31] I. K. Srdečný, „tzbinfo,” 20 10 2013. [Online]. Available: <https://oze.tzb-info.cz/10475-solarni-termicke-systemy-slepa-vyvojova-vetev>. [Přístup získán 03 07 2024].
- [32] Projektuj tepelná čerpadla, „Projektuj tepelná čerpadla,” [Online]. Available: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/cz/oilon-chillheat-s-zeme-voda>. [Přístup získán 07 08 2024].
- [33] bert CEE, „bert CEE,” [Online]. Available: <https://www.bertcee.com/modulove-bps/>. [Přístup získán 07 08 2024].
- [34] Ministerstvo životního prostředí ČR, „Studie nakládání s biologickými odpady pro optimalizaci podpory z OPŽP 2021-2027,” 02 2023. [Online]. Available: <https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/>

cz/nakladani_biologicky_odpad_studie/\$FILE/OCEO-Studie_BIOOdpady_1Etapa_final-20240527.pdf. [Přístup získán 07 2024].

[35] Unie komunitní energetiky, „Existují dva typy energetických společenství, který je pro vás vhodný?“, [Online]. Available: <https://www.uken.cz/blog/obcanske-energeticke-spolecenstvi-vs-spolecenstvi-pro-obnovitelne-zdroje-energie-kde-je-rozdil>. [Přístup získán 08 2024].

[36] silektro energy, „Optimální velikost fotovoltaické elektrárny,“ [Online].

[37] T. P. project. [Online]. Available: <https://power.larc.nasa.gov/>. [Přístup získán 18 06 2024].

[38] I. O. Bartoš, „<https://www.scvk.cz/res/sewerage/Ji%C5%99%C3%ADkov.pdf>,“ Severočeské vodovody a kanalizace, Teplice, 2016.

[39] T. Bruckner, L. Fulton, E. Hertwich, A. McKinnon, D. Perczyk, J. Roy, R. Schaeffer, S. Schlomer, R. Sims, P. Smith a R. Wiser, „IPCC,“ 2014. [Online]. Available: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf#page=7. [Přístup získán 11 07 2024].

[40] EnergyProjet, „EnergyProjet Solutions,“ [Online]. Available: <https://www.energyproject.solutions/referenzen/>. [Přístup získán 07 08 2024].

[41] TEDOM, „TEDOM,“ [Online]. Available: <https://www.tedom.com/cs/kogeneracni-jednotky/micro/>. [Přístup získán 07 08 2024].

[42] CNCD, „CDCDTANK,“ [Online]. Available: <http://cz.cncdtank.com/cryogenic-tank/10m3-vertical-Ing-storage-pressure-vessel.html>. [Přístup získán 07 08 2024].

Seznam tabulek

Tabulka 1: Investiční náročnost jednotlivých variant	11
Tabulka 2: Emise CO ₂ produkované v jednotlivých variantách	12
Tabulka 3: Vývoj počtu obyvatel města v letech 2019–2023	16
Tabulka 4: Domovní fond města	17
Tabulka 5: Vývoj vytápění bytů v Jiříkově	18
Tabulka 6: Výměra půdy a pozemků v letech 2022 a 2023	19
Tabulka 7: Emise základních znečišťujících látek v Ústeckém kraji za rok 2021	20
Tabulka 8: Druhy zdrojů energií v obydlených bytech k roku 2021.	21
Tabulka 9: Seznam městských budov a jejich vytápění	22
Tabulka 10: Spotřeba elektrické energie městských budov [MWh]	24
Tabulka 11: Spotřeba plynu v městských budov v [MWh]	26
Tabulka 12: Souhrn realizovaných akcí	28
Tabulka 13: Souhrn plánovaných investic	28
Tabulka 14: Rámcový potenciál úspor	30
Tabulka 15: Hladina ozáření v lokalitě Jiříkov pro roky 2021 a 2022	37
Tabulka 16: Shrnutí parametrů sledovaných technologií	42
Tabulka 17: Rámcové hodnocení externalit jednotlivých technologií	43
Tabulka 18: Shrnutí výhod a nevýhod uvažovaných zařízení	44
Tabulka 19: Potřeby tepla obecních objektů	48
Tabulka 20: Plynové kotelny ve stávajících objektech	50
Tabulka 21: Spotřeba elektrické energie budov	51
Tabulka 22: Odhad investičních nákladů na vybudování teplovodu	54

Tabulka 23: Odhad tepelných ztrát teplovodu a jeho účinnosti	55
Tabulka 24: Pokrytí roční potřeby tepla a EE, CZT-MAX	60
Tabulka 25: Pokrytí roční potřeby tepla a EE, CZT-A	61
Tabulka 26: Pokrytí roční potřeby tepla a EE, CZT-B	62
Tabulka 27: Investiční náklady sítě CZT	64
Tabulka 28: Investiční náklady FVE a cena elektrické energie	65
Tabulka 29: Financování a odpisování technologií	66
Tabulka 30: Ceny energií a paliv	66
Tabulka 31: Investiční náklady s dotacemi	68
Tabulka 32: Emisní faktory	69
Tabulka 33: Emise tCO ₂ /rok – varianta 1, 2 a 5	70
Tabulka 34: Emise tCO ₂ /rok – varianta 3 a 4	71
Tabulka 35: Indikativní harmonogram investice	74
Tabulka 36: Odhad personální náročnosti provozu (V 1–5)	77
Tabulka 37: Srovnání Občanského energetického společenství a Společenství pro OZE	79
Tabulka 38: Investice do životního prostředí v letech 2021–2030	84

Seznam obrázků

Obrázek 1: Návrh vedení teplovodu sítě CZT-MAX	10
Obrázek 2: Město Jiříkov a jeho okolí	15
Obrázek 3: Roční úhrn globálního slunečního záření v ČR [W/m ²]	36
Obrázek 4: Průměrná hustota větrné energie na území Jiříkova	38
Obrázek 5: Mapa tepelného toku na území ČR [18]	39
Obrázek 6: Potřeba tepla všech vybraných budov	49
Obrázek 7: Návrh vedení teplovodu sítě CZT-MAX	52
Obrázek 8: Návrh vedení teplovodu sítě CZT-A	52
Obrázek 9: Potřeba tepla CZT-A	53
Obrázek 10: Návrh vedení teplovodu sítě CZT-B	53
Obrázek 11: Potřeba tepla CZT-B	54
Obrázek 12: Zplyňovací jednotka Spanner	56
Obrázek 14: Zásobník LNG 10 m ³ [42]	56
Obrázek 15: KGJ [41]	57
Obrázek 15: TČ země/voda	57
Obrázek 16: MOBPS	58

Seznam grafů

Graf 1: Kumulativní instalovaná kapacita FVE v EU	35
Graf 2: Ceny tepla CZT-MAX (bez DPH)	67
Graf 3: Ceny tepla CZT-A (bez DPH)	67
Graf 4: Ceny tepla CZT-B (bez DPH)	67

Seznam použitých symbolů a zkratek

(A)SEK	(Aktualizovaná) státní energetická koncepce
BJ	Bytová jednotka
BRKO	Biologicky rozložitelný komunální odpad
CZT	Centrální zásobování teplem
EE	Elektrická energie
EDC	Energetické datové centrum
EnMS	Systém energetického managementu
ES	Energetické společenství
FO	Fyzická osoba
FVE	Fotovoltaická elektrárna
GE	Geotermální elektrárna
HDP	Hrubý domácí produkt
HDR	Hot dry rock (metoda horké suché horniny)
HU	Hnědé uhlí
KGJ	Kogenerační jednotka
KVET	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla
LNG	Zkapalněný zemní plyn
LTO	Lehké topné oleje
NN	Nízké napětí
MOBPS	Mobilní bioplynová stanice
OP	Operační program
ORC	Organický Rankinův-Clausiusův cyklus
Ost	Ostatní
OZE	Obnovitelné zdroje energie
PE	Přečerpávací elektrárna
PPA	Power purchase agreement
PPP	Public private partnership
PO	Právnícká osoba
SCZT	Systém centralizovaného zásobování teplem
SOZ	Společenství pro obnovitelné zdroje energie
TČ	Tepelné čerpadlo
TV	Teplá voda
TZL	Tuhé znečišťující látky
ÚEK	Územní energetická koncepce
VE	Vodná elektrárna
VN	Vysoké napětí
VOC	Těkavé organické látky
VTE	Větrná elektrárna
VTL	Vysokotlaký plynovod
VVN	Velmi vysoké napětí
WACC	Vážený průměr nákladů kapitálu
ZP	Zemní plyn

Příloha č. 1

CZT-MAX		Varianta 1			Varianta 2			Varianta 3			Varianta 4			Varianta 5		
		rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období
NÁKLADY																
PN (P-MIN/E-MAX)	(tis. Kč)	1 276	1 276	1 276	2 271	2 271	2 271	1 919	1 919	1 919	1 642	1 642	1 642	673	673	673
PN (STŘED)	(tis. Kč)	1 776	1 776	1 776	2 940	2 940	2 940	2 063	2 063	2 063	1 890	1 890	1 890	1 023	1 023	1 023
PN (P-MAX/E-MIN)	(tis. Kč)	1 868	1 868	1 868	3 578	3 578	3 578	2 177	2 177	2 177	2 105	2 105	2 105	1 341	1 341	1 341
SN a zisk	(tis. Kč)	8 794	2 484	5 008	8 020	2 286	4 580	7 679	2 153	4 364	7 890	2 232	4 495	10 137	2 891	5 789
Celkem PN a SN na dodaný GJ (P-MIN/E-MAX)	(Kč/GJ)	1 954	730	1 219	1 997	884	1 329	1 827	775	1 196	1 814	737	1 168	2 098	692	1 254
Celkem PN a SN na dodaný GJ (STŘED)	(Kč/GJ)	2 051	827	1 317	2 127	1 014	1 459	1 854	802	1 223	1 861	784	1 215	2 166	760	1 322
Celkem PN a SN na dodaný GJ (P-MAX/E-MIN)	(Kč/GJ)	2 069	844	1 334	2 250	1 138	1 583	1 876	824	1 245	1 902	825	1 256	2 227	821	1 384
CZT-A		Varianta 1			Varianta 2			Varianta 3			Varianta 4			Varianta 5		
		rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období
NÁKLADY																
PN (P-MIN/E-MAX)	(tis. Kč)	358	358	358	1 126	1 126	1 126	828	828	828	697	697	697	-317	-317	-317
PN (STŘED)	(tis. Kč)	615	615	615	1 564	1 564	1 564	800	800	800	718	718	718	-167	-167	-167
PN (P-MAX/E-MIN)	(tis. Kč)	863	863	863	1 996	1 996	1 996	766	766	766	731	731	731	-23	-23	-23
SN a zisk	(tis. Kč)	4 620	1 348	2 657	3 860	1 164	2 243	3 521	1 035	2 030	3 726	1 107	2 155	5 988	1 779	3 462
Celkem PN a SN na dodaný GJ (P-MIN/E-MAX)	(Kč/GJ)	2 257	773	1 367	2 260	1 038	1 527	1 927	826	1 266	1 960	799	1 264	2 571	663	1 426
Celkem PN a SN na dodaný GJ (STŘED)	(Kč/GJ)	2 373	890	1 483	2 459	1 237	1 726	1 915	813	1 254	1 969	809	1 273	2 639	731	1 494
Celkem PN a SN na dodaný GJ (P-MAX/E-MIN)	(Kč/GJ)	2 486	1 003	1 596	2 655	1 433	1 922	1 900	798	1 239	1 975	815	1 279	2 704	796	1 559
CZT-B		Varianta 1			Varianta 2			Varianta 3			Varianta 4			Varianta 5		
		rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období	rok 1-6	rok 7-15	celé období
NÁKLADY																
PN (P-MIN/E-MAX)	(tis. Kč)	838	838	838	1 752	1 752	1 752	1 400	1 400	1 400	1 161	1 161	1 161	177	177	177
PN (STŘED)	(tis. Kč)	1 233	1 233	1 233	2 328	2 328	2 328	1 467	1 467	1 467	1 317	1 317	1 317	438	438	438
PN (P-MAX/E-MIN)	(tis. Kč)	1 608	1 608	1 608	2 885	2 885	2 885	1 516	1 516	1 516	1 452	1 452	1 452	680	680	680
SN a zisk	(tis. Kč)	7 000	1 982	3 989	6 233	1 812	3 581	5 892	1 680	3 365	6 120	1 776	3 513	8 352	2 418	4 792
Celkem PN a SN na dodaný GJ (P-MIN/E-MAX)	(Kč/GJ)	2 051	738	1 263	2 090	933	1 395	1 867	789	1 220	1 863	751	1 196	2 232	679	1 300
Celkem PN a SN na dodaný GJ (STŘED)	(Kč/GJ)	2 154	841	1 367	2 240	1 084	1 546	1 884	806	1 237	1 903	791	1 236	2 300	748	1 369
Celkem PN a SN na dodaný GJ (P-MAX/E-MIN)	(Kč/GJ)	2 253	940	1 465	2 386	1 229	1 692	1 897	818	1 250	1 937	826	1 270	2 364	811	1 432

Všechny uvedené ceny jsou bez DPH

Technicko-ekonomická dekarbonizační studie centrálního zásobování tepla v Jiříkově

Ing. Jakub Maščuch, Ph.D.

Ing. Daniel Suchna

Mgr. Kamil Novotný

Bc. Marek Nejman

Markéta Vlčková

České vysoké učení technické v Praze

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov

Třinecká 1024 | 273 43 Buštěhrad | www.uceeb.cz

Grafická úprava a sazba: Lucie Římáková

Vydalo Centrum pro dopravu a energetiku, Praha

2024

