



European
Climate
Foundation

Případové studie k dekarbonizaci teplárenství

Pre-feasibility study of deployment of innovative technologies for decarbonizing the district heating in two selected case municipalities

Duben 2022

Pro ECF zpracovali:



PORSENNA



Identifikace zpracovatelů

PORSENNA ENERGY s.r.o.	ENVIROS s.r.o.
Miroslav Šafařík	Josef Pikálek
Michal Čejka	Petr Turecký
Patrik Šimůnek	Karel Pejchal
Adresa: Michelská 18/12a, 140 00 Praha 4	Adresa: Dykova 53/10, 101 00 Praha 10
IČ: 05457670	IČ: 61503240
Tel: +420 244 013 186	Tel: + 420 284 007 493
e-mail: safarik@porsenna.cz	e-mail: josef.pikalek@enviros.cz
	

Obsah

Obsah.....	3
1. Manažerské shrnutí / Summary	5
1.1. Manažerské shrnutí.....	5
1.2. Summary	6
2. Základní charakteristika studie.....	8
2.1. Obecná východiska a širší souvislosti	8
3. Scénáře vývoje teplárenství	11
3.1. Komunitní projekty v teplárenství.....	11
4. Charakteristika jednotlivých technologií a jejich role	12
4.1. Podrobnější popis technologií	14
4.1.1. Energetická efektivnost	14
4.1.2. Zdroje tepla	14
4.1.2.1. Výtopny – charakteristika.....	14
4.1.2.2. Teplárny a elektrárny – charakteristika.....	15
4.1.3. Distribuce tepla	15
4.1.4. Dodávka tepla – předávací stanice.....	15
4.1.5. Odpadní teplo a akumulace tepla	15
4.1.6. Solární termické systémy	16
4.1.7. Potenciál biomasy	17
4.1.1. Skladování tepla	18
4.1.2. Tepelná čerpadla	18
4.1.2.1. TČ průmyslová	18
4.1.2.2. TČ pro lokální použití	19
4.1.3. Ostatní technologie a prostředky	19
4.1.3.1. Tarify pro odběratele.....	19
4.1.3.1. Modelování provozu SZT	20
4.1.3.2. Absorpční chlazení.....	20
5. Okrajové podmínky a metodika zpracování.....	21
5.1. Výchozí a okrajové podmínky zpracování	21
5.1.1. Ekonomické souvislosti.....	21
5.2. Metodika zpracování případových studií	22
5.1. Predikce spotřeby tepla a vývoj dodávky tepla.....	23
6. První případová studie I.....	26
6.1. Charakteristika výchozího stavu.....	26
6.2. Předpokládaný vývoj SZT.....	26
6.3. Limitující faktory	27
6.4. Podrobnější charakteristika soustavy.....	27
6.5. Predikce spotřeby tepla a vývoj dodávky tepla.....	29

6.6.	Výběr technologií	31
6.6.1.	Přehled zvolených technologií a jejich popis.....	31
6.6.2.	Alternativní a doplňkové možnosti řešení dodávky tepla	32
6.7.	Vyhodnocení případové studie	33
6.7.1.	Rekapitulace pokrytí potřeby tepla (výchozí vs. konečný stav)	33
6.7.2.	Ekonomické zhodnocení.....	33
6.7.3.	Popis rozhodovacích procesů potřebných pro další investice do SZT	34
6.7.4.	Potenciál komunitního projektu.....	34
6.7.5.	Příspěvek k dekarbonizaci	34
7.	Druhá případová studie	35
7.1.	Charakteristika výchozího stavu	35
7.1.	Předpokládaný vývoj SZT.....	35
7.2.	Limitující faktory	36
7.3.	Podrobnější charakteristika soustavy.....	36
7.4.	Predikce spotřeby tepla a vývoj dodávky tepla.....	37
7.5.	Výběr technologií	39
7.5.1.	Přehled zvolených technologií a jejich popis.....	39
7.5.2.	Alternativní a doplňkové možnosti řešení dodávky tepla	41
7.6.	Vyhodnocení případové studie	42
7.6.1.	Rekapitulace pokrytí potřeby tepla (výchozí vs. konečný stav)	42
7.6.2.	Ekonomické zhodnocení.....	42
7.6.3.	Popis rozhodovacích procesů potřebných pro další investice do SZT	43
7.6.4.	Příspěvek k dekarbonizaci	43
8.	Závěry a doporučení	44
8.1.	Zobecnělé závěry z obou případových studií	44
8.2.	Podmínky pro zachování a rozvoj teplárenské soustavy.....	45
8.3.	Návrhy úpravy legislativního, ekonomického, regulačního a politického rámce.....	45
8.3.1.	Územní (místní) energetická koncepce	46
9.	Zdroje a odkazy	46
10.	Příklady.....	48
10.1.	Akumulace tepla.....	48
10.1.	Lokální centralizace	48
10.2.	Informace o možnostech Carnotových baterií	49

1. Manažerské shrnutí / Summary

1.1. Manažerské shrnutí

Výstupy případových studií, které vycházejí z podmínek provozovaných SZT v ČR, jsou zaměřeny do oblastí uplatňování „nízkouhlíkových“ nebo „bezuhlíkových“ paliv se zohledněním úrovně dostupnosti moderních technologií a jejich dalšího rozvoje. V obou případech tak bude do roku 2050 dosaženo úplného odklonu od uhlí k využívání biomasy, vodíku, bioplynu (biometanu) a elektrické energie z obnovitelných zdrojů (FVE) nebo KVET s její transformací do tepla nebo výroby paliva (vodíku). V rámci modelových případů je pamatováno i na potřebu regulačních služeb na úrovni elektrizační distribuční soustavy a budoucí legislativní opory v oblasti komunitní energetiky.

Úspěšná transformace teplárenství bude možná pouze za předpokladu:

- Cílevědomé realizace energetických úspor na straně odběratelů
- Plánovitého zvyšování efektivity dodávky energie na straně dodavatele.

Do roku 2050 lze v mírně progresivním scénáři očekávat snížení potřeby, potažmo výroby energie v rozsahu 40–60 % při zachování požadovaného komfortu. Současný obchodní model SZTE založený na maximalizaci prodeje tepla musí projít transformací směrem ke komplexní službě garantující konečnému odběrateli přijatelné náklady na pokrytí jeho energetických potřeb. Součástí tohoto obchodního modelu teplárenských společností tak bude nejen výroba tepla, ale i elektrické energie a služba zprostředkovávající návrh a realizaci efektivních energeticky úsporných opatření na straně odběratele. Nákladná energie bude kompenzována optimalizací spotřeby (odběru) na jedné straně a vysoce účinnou výrobou na straně druhé. Také z tohoto důvodu předpokládáme prioritní nasazování zdrojů s nízkými variabilními náklady (specificky využití sluneční a větrné energie a energie prostředí).

V segmentu novostaveb bude klesat poptávka i výhodnost připojení nových odběratelů a omezí se fakticky jen na velké projekty nebo celé městské čtvrti. Poptávka nového odběratele již nebude směřována na pouhý nákup GJ tepla, ale na zajištění celého energetického konceptu čtvrti vedoucího k uhlíkové neutralitě. To povede spíše k realizaci menších lokálních soustav zajišťujících jak dodávku tepla, tak i výrobu a efektivní využití elektrické energie.

Při nastavení diversifikace palivových základů SZT je zapotřebí vycházet ze strategických dokumentů EU a ČR, situace na komoditním energetickém trhu, dostupnosti a trendech v uplatňování moderních technologií a potřebách konečných odběratelů. Pro udržitelnost SZT bude zapotřebí efektivně využívat investičních dotačních prostředků a podpory výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů nebo v režimu kombinované výroby elektrické energie a tepla (chladu).

Popis u obou dílčích studií a společné závěry mj. zahrnují:

- Základní popis (počet, strukturu odběru z SZT, popis SZT).
- Predikci vývoje spotřeby energie na straně konečných odběratelů.
- Posouzení navržených technologií, reps. jejich kombinací, včetně analýzy budoucí poptávky.
- Identifikace hraničních podmínek pro proveditelnost daných technologií.
- Popis rozhodovacích procesů potřebných pro další investice do SZT.
- Návrhy úpravy legislativního, ekonomického, regulačního a politického rámce pro širší uplatnění a rozvoj ekonomicky proveditelných technologií.

Oba demonstrační případy vycházejí z reálných podmínek provozovaných soustav SZT. Z důvodu NDA jsou však anonymizovány.

1.2. Summary

Case studies DHS District heating in Czech Republic is on a verge of massive transformation driven mainly by the rising price of emission allowances, phase out of coal, expected changes of the demand and, currently, by the turbulent situation in natural gas supply and unpredictable energy price.

Paradoxically, this situation may cause at least the DHS sector more stable and vivid because of ability to keep the price of heat at level very competitive with other ways of energy supply.

The current pathway for emission reduction in the sector is mostly based on natural gas, to some extent on energy from waste and biomass, thus not fully compatible with the climate neutrality goals for 2050.

In our two case studies based on real DHS we try to show there are innovative options generally for the sector in long term when approach is systematic and purposeful.

Concurrently, we describe conditions being necessary to enable scale up of these technologies.

The outputs of the case studies, which are based on the conditions operated by DHS in the Czech Republic, focus on the areas of application of "low-carbon" or "carbon-free" fuels. The level of availability of modern technologies and their further development is considered. In both cases, a complete shift from coal to biomass, hydrogen, biogas (biomethane) and electricity from renewable energy sources (PV) or CHP with its transformation into heat or the production of fuel (hydrogen) will be achieved by 2050. Within the model cases, the need for regulatory services at the level of the electricity distribution system and future legislative support in the field of community energy is also taken into account.

A successful transformation of the heating industry will be possible only through:

- Purposeful implementation of energy savings on the part of customers
- Planned increase in energy supply efficiency on the supplier's side.

By 2050, in a slightly progressive scenario, we can expect a reduction in the need for energy production in the range of 40–60% while maintaining the required comfort. The current business model of DHSs based on maximizing heat sales must undergo a transformation towards a comprehensive service guaranteeing acceptable costs to cover their final customer's energy needs. Part of this business model of district heating companies will be not only heat production, but also electricity production and a service mediating the design and implementation of effective energy saving measures on the part of the customer. Costly energy will be offset by optimization of consumption on the one hand and highly efficient production on the other. Also, for this reason, we assume priority deployment of resources with low variable costs (specifically the use of solar, wind and environmental energy).

In the new construction segment, both the demand and benefits of connecting new customers will decrease and will in fact become limited to large projects or entire city districts only. The new customer's demand will no longer be directed at the mere purchase of GJ of heat, but at securing the entire energy concept of the district leading to carbon neutrality. This will rather lead to the implementation of smaller local systems ensuring both heat supply and the production and efficient use of electricity.

When diversifying the fuel bases of DHS, it is necessary to proceed from the strategic documents of the EU and the Czech Republic, the situation on the commodity energy market, availability and trends in the application of modern technologies and the needs of end customers. For the sustainability of DHS, it will be necessary to make effective use of investment subsidies and support for the production of electricity from renewable sources or in the mode of combined heat and power (cooling).

Both studies and common results include:

- Basic description (number and structure of building stock and industry connected to DHS, description of the DHS, including a history and ownership structure)
- Technological and economic pre-feasibility study of each of suggested technologies listed below and their combination, including analysis of future heat demand and its density
- Identification of boundary conditions for the feasibility of the technologies
- Description of decision-making procedures for the investment into the DHS
- Proposal to modification of legal, economic and regulatory and policy framework to allow for wider deployment of technological and economically feasible technologies.

Names of the selected municipalities must be kept confidential.

The output of the study will be corresponding to the project objectives and will be done in cooperation with a partner consultancy Enviros which will be responsible for providing relevant data and will cooperate on the technological and economic assessment. Cooperation with this partner has been proved successful in several projects in the past, mainly at preparation of SECAPs for several cities.

2. Základní charakteristika studie

Případová studie k dekarbonizaci teplárenství vznikla za účelem demonstrace možných scénářů v oblasti teplárenství, která se v současné době nachází na křižovatce s nelehkou volbou dalšího směru rozvoje a udržitelnosti. Podpůrnými nástroji při strategických rozhodovacích procesech by měly být závazky a cíle stanovené na úrovni EU a ČR, ale zásadní vliv má vždy zapojení soukromých společností do majetkových struktur s důrazem na ekonomickou efektivnost a potřeby konečných odběratelů.

Mezinárodní situace v roce 2022 však značně zasahuje a ovlivňuje strategické směřování teplárenství. Válečná situace na Ukrajině přímo poukazuje na závislost Evropské unie, včetně České republiky, dostupnosti a cenové úrovni dodávek energetických komodit z východu (zemní plyn, ropa). Uplatňování závazků a cílů plynoucích z GreenDealu a „fit for 55“ je tak zapotřebí přehodnotit a adaptovat na stávající situaci v měřítku EU i ČR.

Na rozdíl od jiných analýz a studií se tato více zaměřuje na stranu poptávky, resp. na stranu potřeby a spotřeby tepla. Pokud bychom tuto situaci formulovali pomocí hypotézy, mohla by znít následovně:

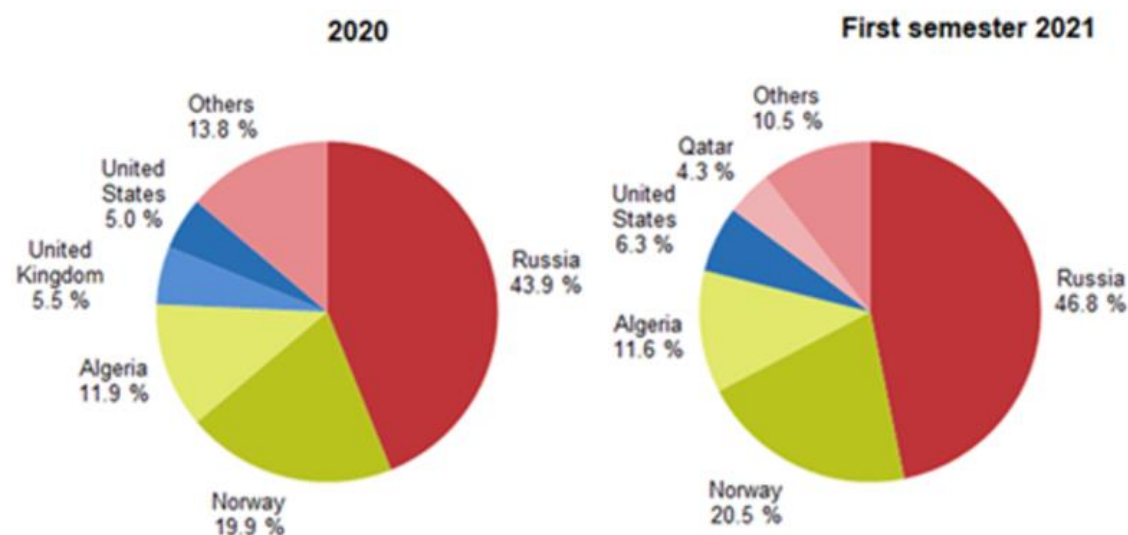
“Teplárenství je po celou dobu založeno na principu nabídky (dodávky) tepla aniž by bralo v potaz skutečnou potřebu strany odběratele tepla. Ten obvykle nepožaduje dodávku tepla v GJ (MWh), ale především tepelnou pohodu s přiměřenou mírou útraty. A to v průběhu celého roku, nikoli jen v topném období.”

Obchodním modelem SZTE by tedy měla být komplexní služba zajišťující efektivní provoz energetického hospodářství konečného odběratele a garantující přípustnou míru útraty. Jedná se tedy o posun od prodejce komodity ke službě řádného hospodáře stojícího na straně odběratele.

2.1. Obecná východiska a širší souvislosti

Tato studie vznikala v době, kdy do nepředvídatelného vývoje cen energie, zemního plynu a elektřiny zasáhla ruská invaze na Ukrajinu a situace se z hlediska predikce vývoje teplárenství stala ještě více problematickou. Jeden efekt situace na Ukrajině přinesla téměř okamžitě – ohlášení odklonu od ruského zemního plynu, potažmo od strategií založených na přechodném období s vyšším využitím zemního plynu obecně. To samozřejmě ovlivní i závěry této studie.

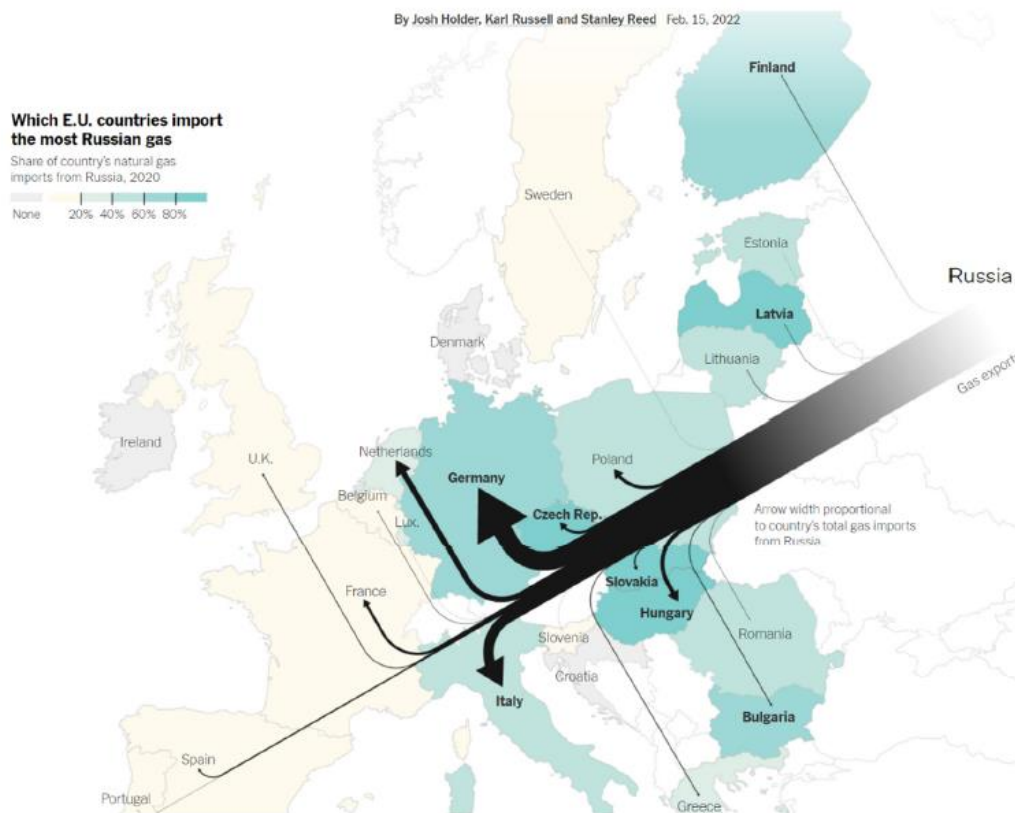
Obrázek: Struktura dovozu zemního plynu do zemí EU v roce 2020 a první polovině 2021 (zdroj Eurostat, % z hodnoty obchodu)



Započaté transformační procesy teplárenství (odklon od uhlí) s přechodným obdobím, které mělo reflektovat dostupné možnosti stávající infrastruktury a cenovou úroveň na komoditním trhu (zemní plyn, ukončení těžby „teplárensky využitelného uhlí“), jsou ve světle stávající mezinárodní situace neudržitelné. Absence aktuálnosti strategických a koncepčních materiálů např. státní energetické koncepce, vodíkové strategie ČR, skutečného potenciálu biomasy (zejména štěpky) a

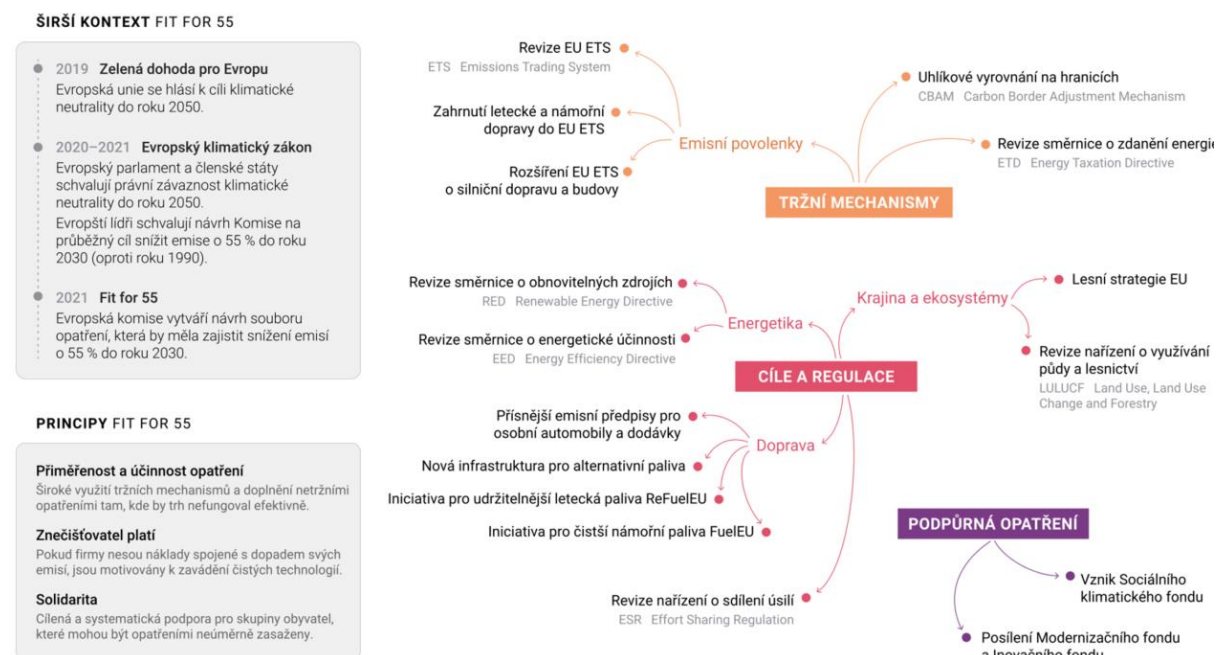
dalších dokumentů významně komplikují rozhodovací procesy managementu společností podnikajících v teplárenství, které jsou zatíženy historicky významnými investicemi souvisejícími s požadavky na plnění BAT (deNO_x , deSO_x), výší cenové úrovně povolenky CO_2 ($> 80 \text{ €} \cdot \text{tun CO}_2^{-1}$) a transformací teplárenství (dekarbonizace).

Obrázek: Struktura dovozu zemního plynu do zemí Evropské unie (zdroj Eurostat).



Dalším významným faktorem je vliv klimatické změny a sílcí varování ze strany IPCC o nezbytnosti zrychlení procesu dekarbonizace ve všech sektorech. Otázkou je, zda pro omezení této hrozby budou přijatá opatření dostatečná. Tím aktuálním, je soubor opatření pro přípravu dosažení cíle 55% snížení emisí v EU.

Obrázek: Popis Fit For 55 (Zdroj: Fakta o klimatu)

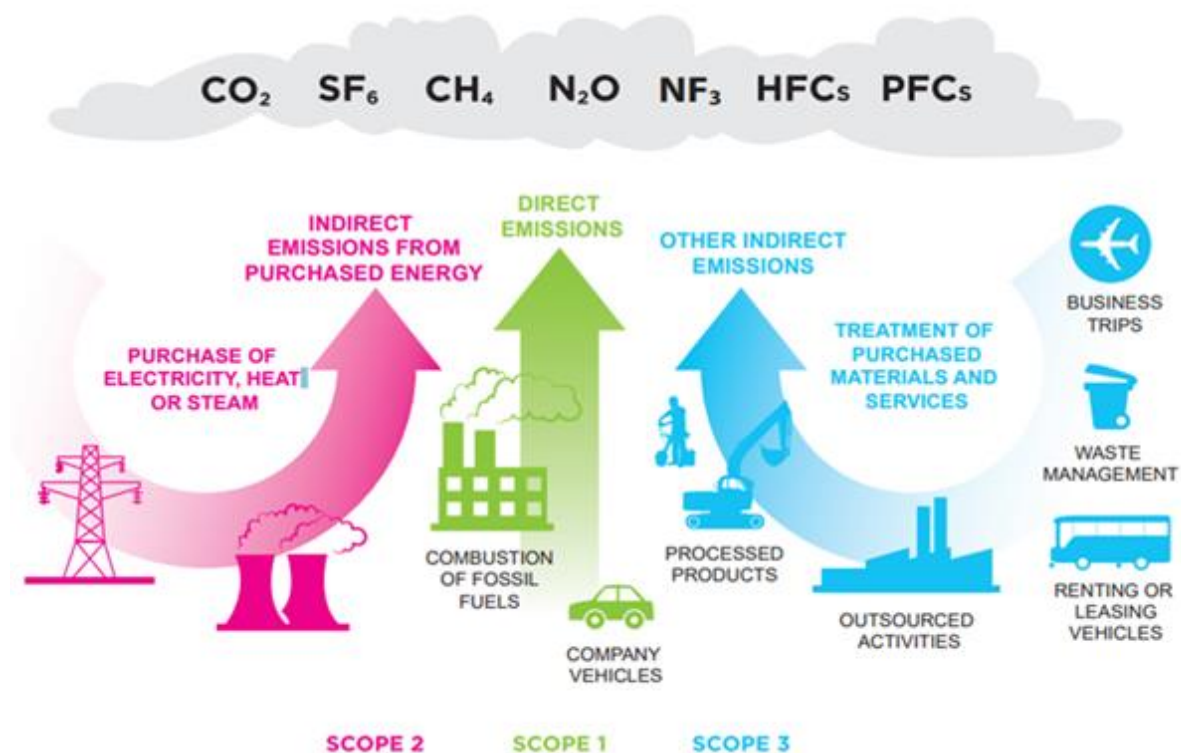


Dalším z podpůrných nástrojů na snižování konečné spotřeby nebo požadavků na zajištění dodávek tepla (elektřiny) s nízkou uhlíkovou stopou je nízkouhlíková strategie, která vychází ze stanovení uhlíkové stopy a následně návrhu opatření na dosažení nastavených cílů společnosti.

Výpočet uhlíkové stopy společnosti je založen na metodice Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol), která rozlišuje tři oblasti činnosti (tzv. scope), které mají být do výpočtů uhlíkové stopy zahrnuty:

- Scope 1: Přímé emise produkované organizací (např. spalování paliv ve stacionárních i mobilních zdrojích);
- Scope 2: Nepřímé emise z nakupované energie (zejména elektřiny);
- Scope 3: Další nepřímé emise (např. nákup materiálu a zboží, nakládání s odpady a vodou, služební cesty, doprava a logistika atd.)

Obrázek: Struktura uhlíkové stopy dle metodiky GHG Protocol (Zdroj: SaveMoneyCutCarbon.com)



3. Scénáře vývoje teplárenství

V následující tabulce je znázorněno 5 scénářů, kde je definováno pro zjednodušení popisu konkrétních případů (klasifikace TS) a další práci s výsledky této studie. Současně budou tyto scénáře moci být naplněny pomocí komunitních energetických projektů.

	Scénář	Kombinace zdrojů	Popis
1	Úplný rozpad TS	Lokální zdroje tepla Lokální zdroje chladu	Jedná se o krajní variantu, kdy dojde ke zrušení SZT a všichni odběratelé přejdou na lokální; tento scénář může nastat například v případě zrušení činnosti provozovatele teplárny a nebude žádný jeho nástupce;
2	Řízený rozpad TS	Menší teplárenské technologie	Scénář je přibližně možný přirovnat situaci v Jablonci nad Nisou; / blokové zdroje tepla Není dotčena dodávka chladu ve vybraných lokalitách
3	Zmenšení rozsahu TS	Menší teplárenské technologie Centrální či lokální zdroje chladu	Jedná se o geografické zmenšení rozsahu, kdy dojde k částečnému rozpadu TS, resp. provozovatel SZT se zbaví neperspektivních částí a bude rozvíjet podnikání v menším měřítku; Není dotčena dodávka chladu v dané lokalitě
4	Zachování a rozvoj TS	Teplárenské technologie Možnost trigenerace	Je umožněna dodávka chladu v dané lokalitě Vysoký potenciál modernizace zdrojů a soustavy
5	Teplo, chlad a elektřina jako služba	Skladba technologií a stavebních opatření je dána parametry dohody se zákazníkem	Jedná se o situaci, kdy převažuje dodávka celoroční "tepelné pohody" bez vazby na prodej tepla nebo chladu a je doplněna o výrobu a dodávku elektřiny; Tepelná pohoda může být zajištěna dlouhodobými kontrakty, které umožní splácet i úspory energie dosažené formou stavebních opatření a technologií na straně spotřeby

3.1. Komunitní projekty v teplárenství

Komunitní projekty v teplárenství mohou obecně vzniknout na základě:

- Odkupu celé nebo části stávající SZT
- Vytvoření nové SZT

Energetická společenství mohou vzniknout jako sdružení fyzických a právnických osob, přičemž se předpokládá, že v případě teplárenských projektů, resp. projektů zásobování teplem bude součástí sdružení vždy municipalita - obec, město nebo kraj. Municipalita by současně měla mít i hlavní roli při organizaci komunitní energetiky čítající teplárenství.

Rozvoj komunitního projektu může být výhodně rozšířen nebo propojen s komunitní výrobou elektřiny. Takový projekt je garantem dodávky energie ve všech jejích formách, které se vzájemně doplňují a vytvářejí tak ekonomicky stabilní celek. Nákladnější výroba tepla tak může být kompenzována levnější výrobou elektrické energie a naopak.

4. Charakteristika jednotlivých technologií a jejich role

V praxi se bude jednat často o kombinaci technologií. Ve stručném přehledu níže, jsou tak uvedeny oblasti, v rámci nichž jsou dané technologie uvažovány. V dalších kapitolách budou vybrané technologie popsány z hlediska praktického nasazení s uvedením hlavních výhod, nevýhod a podmínek nasazení.

Pro účely případových studií jsou jednotlivé technologie popsány podrobněji, resp. je zdůvodněno jejich nasazení v daném případě.

č.	Oblast	Charakteristika
1	Energetická účinnost	Energetická účinnost, resp. snižování energetické náročnosti a to jak v podobě komplexní renovace budov, výstavby budov v nejvyšším energetickém standardu, tak dále zvyšování účinnosti technologií v procesu produkce, distribuce, transformace, potřeby, parametrů dodávky a spotřeby tepla.
2	Odpadní teplo	Odpadní teplo je problematická komodita, bude uvažována v rozsahu daném možností uplatnění v případových studiích. Odpadní (cizí) teplo je obvykle uplatnitelné v SZT pouze v případě, že pomůže zvýšit výrobu nebo účinnost výroby elektřiny nebo vytěsnit ztráty na rozvodech. Charakteristikou dostupnosti odpadního tepla je vysoká nejistota dlouhodobé stability dodávky. V jednotlivých případech mohou být využity příležitosti odpadního tepla z ČOV, důlních staveb (metra), regulačních služeb v rámci distribučních nebo přenosových sítí elektrické energie, z chlazení komerčních budov, datacenter, sklářských provozů apod. Tepelná čerpadla jsou uvedena samostatně.
3a	Skládování tepelné energie	Krátkodobá, střednědobá a dlouhodobá akumulace (sezónní akumulace například v podloží nebo v zásobnících – viz příklady z Dánska). Pokud jde o využitelné technologie, tak se jedná zejména o tepelná čerpadla, termosolární energie, ale případně i FVE. V delším časovém horizontu lze uvažovat o skladování tepla v materiálech s fázovou změnou. Akumulována může být jak přebytečná tepelná energie z výroby, resp. nedodaná ze SZT, tak i cíleně získaná např. z termických solárních polí.
3b	Termo-solární energie	S odklonem od plynu je možná renesance termických solárních systémů nebo kombinovaných termických a fotovoltaických systémů a to v závislosti na ceně zejména zemního plynu. Konkurenceschopná cena tepla z termických solárních systémů bude závislá na dalších faktorech, kterými jsou zejména potřeba dodávky teplé vody mimo topné období, které se postupně zkracuje, a případně krytí ztrát v soustavě SZT.
4a	Biomasa	Omezené možnosti využití v lokalitách s dostupnou biomasou – velká závislost na dopravních nákladech a kvalitě biomasy předurčuje tento zdroj spíše pro menší zdroje (příklad SZT: Dobruška). Omezená možnost kogenerační výroby z důvodu termodynamiky, ideálně využití ORC, což znamená vyšší náklady.
4b	Bioplyn	Bioplyn je jednou z potenciálně klíčových technologií pro teplárenství. Využití bioplynu formou tepla z bioplynových stanic bude pravděpodobně postupně přecházet na přímé využití biometanu. Využití je možné jedině pomocí vysokoúčinné kogenerace, současné technologie umožňují čištění na úroveň zemního plynu a vtláčení do stávajících rozvodů plynu. V porovnání se spalováním SKO je separace BR(K)O a jeho následná fermentace v BPS až 2× účinnějším využitím tohoto primárního zdroje. ¹

¹ Ve SKO je v průměru stále asi 50 % BRKO. Spalné teplo SKO se pohybuje v rozmezí 8 – 10 GJ/t a využití pomocí vysoce účinné kogenerace je omezeno pouze na zpracování velkého množství SKO (cca >50 000t/rok. Zpracování

č.	Oblast	Charakteristika
5	Energetické využití odpadu	Omezení využití odpadu je výkonové (vyšší výkony), technologické (roštové nebo fluidní kotle) a logistické (náklady dopravy). Pravděpodobně pouze několik vybraných lokalit s vyšším využitím potenciálu odpadů. Alternativní možností je výroba TAP a spalování v konvenčních zdrojích s příslušnou technologií čištění spalin. Menší jednotky (pyrolýzní) závislé na specifické úpravě (homogenizaci) paliva a je možné s nimi počítat spíše v dlouhém období. Za rizikový je možno považovat legislativní požadavek na třídění SKO (skládkování) a využití BRKo pro nově budované nebo rekonstruované stanice na výrobu biometanu.
6	Geotermální Energie	V této oblasti je možné uvažovat pouze vysokopotenciální geotermální energii z hloubkových vrtů. Případné využití je vázáno na velmi omezený počet lokalit v rámci ČR (viz dlouhodobě připravovaný projekt v Litoměřicích).
6b	Tepelná čerpadla	Technická řešení SZT v ČR byla přizpůsobena původním potřebám odběratelům, tedy dodávce páry a horké/teplé vody o parametrech, které neumožňovali implementaci tepelných čerpadel. Zvyšováním efektivity užití energie v průmyslových areálech (vytěšňování páry), zateplováním objektů a inovací distribučních rozvodů se daří eliminovat potřebu dodávky páry a zároveň snižovat teplotní parametry teplosnosného média. Rovněž příznivější cena tepelných čerpadel a COP na akceptovatelných úrovních i pro teploty teplosnosného média nad 60 °C iniciují ekonomickou efektivnost těchto aplikací. Komplexní projekty s využitím KGJ a uplatnění vyrobené elektrické energie z KGJ pro tepelná čerpadla dosahují velmi zajímavých úrovní úspory primární energie.
7	„zelený vodík“	Vodíkové technologie byly, a v současné době stále jsou, z důvodu dostupnosti paliv a zejména investičních nákladů, neefektivní. Rovněž nejasný legislativní rámec („druhy vodíku“ a jejich ekvivalent CO ₂) neumožňuje jejich aplikaci v krátkodobém horizontu pro potřeby SZT. Z hlediska možností je v současné době spalovat vodík v kombinaci se zemním plynem v úrovni 20 ÷ 30 %. Vyšší podíly zastoupení již budou vyžadovat úpravy nebo náhradu hořáku z důvodu délky plamene. V rámci dimenzování technických řešení s využitím vodíku je nutno zohlednit i jeho nižší výhřevnost v objemovém množství ve srovnání se zemním plynem a nutnost řešení otázky skladování a dopravy. Za potenciálně zajímavou oblast lze považovat také výrobu jiných syntetických plynů nebo kapalných paliv.
8	Centrální chlazení	Předpokládá se využití teplárenských technologií pro chlazení, ale v širším pojetí je to rozsah od produkce chladu např. adsorpcí po chlazení pomocí TČ.
9	Systémové služby	Jedná se jak o aktivní řízení odchylek, resp. poskytování systémových služeb, porovnání systémových služeb – porovnání TČ s aktivní syst.službou.
10	Další technologie	Zatím blíže neurčené technologie. Nejvýznamnější alternativní technologií jsou systémy pokročilé regulace a modelování provozu.

tříděného BRKo v BPS je možné již od množství 5 kt, optimálně >10kt. Je ale možné kombinovat různé druhy BRO z různých zdrojů, včetně kapalných BRO. Ekvivalent využitelné energie z 10 000 t BRO je 42 TJ. Účinnost KJ je až 45 %. Pomocí BPS je možné získat cca 4,6 GWh elektřiny a 5 GWh tepla. Současně je nutno uvážit skutečnost, že samotný BR(K)O je nespálitelný a výstupem z BPS je kvalitní kompostovatelný materiál (hnojivo).

4.1. Podrobnější popis technologií

V této kapitole jsou podrobněji popsány technologie uvažované v následujících případových studiích, případně technologie, které jsou z hlediska využití v teplárenství perspektivní.

4.1.1. Energetická efektivnost

Primární zásadní technologií by vždy měla být energetická efektivnost. To znamená, že při dimenzování soustavy ZT nebo její části, stejně tak při přípravě nějakého objektu k SZT by mělo být primárně vycházeno z budoucí spotřeby uvažující nezbytná opatření ke snížení potřeby tepla. Jedná se především o stavební opatření, ale vždy v kombinaci s TZB – technologie výstavby a renovací v pasivním standardu. Tyto „technologie“ v principu patří k nejdražším, ale mají podstatně delší životnost (životnost stavby, tj. > 30 let) a tak by mělo být nahlíženo i na jejich ekonomiku – snižují provozní náklady po velmi dlouhou dobu.

Pro SZT to navíc může být významná výhoda při predikci dodávky – spotřeba je velmi stabilní a predikovatelná v průběhu celého roku a budovy jsou velmi dobře regulovatelné. Namísto drahých špičkových zdrojů může například postačovat vybudování akumulčních prvků v soustavě.

4.1.2. Zdroje tepla

Historicky jsou zdroje tepla pro SZT rozděleny na výtopny a teplárny, případně elektrárny. Pod pojmem výtopny si můžeme představit zdroje tepla bez doplňkové výroby elektrické energie = energie v palivu byla transformována přímo na tepelnou energii ve formě páry, horké vody nebo teplé vody. Účinnost těchto zařízení se pohybovala v širokém rozsahu od 65 % do 90 % a to s ohledem na úroveň použité technologie včetně MaR a paliva.

Teplárny jsou reprezentovány kombinovanou výrobou elektřiny a tepla (částečně kondenzačním režimem), přičemž jejich aktuální nastavení/technické řešení nejčastěji podléhalo legislativnímu rámci, palivové základně, provozním možnostem, a zejména podpoře výroby elektrické energie z vysoce účinné kombinované výroby elektřiny a tepla. Potřeba páry pro koncové odběratele je v tomto případě limitujícím faktorem s ohledem na potřebu ekonomicky efektivní výrobu elektrické energie. Mezi tyto zdroje energie je možno zařadit i zařízení na energetické využívání odpadu (ZEVO).

Zdrojem tepla pro SZT jsou v případě ČR i elektrárny (Opatovice, Temelín, Dukovany, Tisová apod.), kdy již jejich stavitelé řešili problematiku zásobování tepelnou energií průmyslových areálů a měst (sídlišť). Na zdroje tepla, které jsou v převážné většině řešeny na fosilních palivech, zásadně dopadají požadavky na jejich environmentální adaptaci (BAT – NO_x, SO₂), požadavky na plnění účinné soustavy a dopady aplikace regulativního nástroje, kterým jsou emisní povolenky CO₂.

Za účinnou soustavu můžeme považovat „soustava dálkového vytápění nebo chlazení, která používá alespoň 50 % energie z obnovitelných zdrojů, 50 % odpadního tepla, 75 % tepla z kombinované výroby tepla a elektřiny nebo 50 % z kombinace této energie a tepla“. U zdrojů tepla s ohledem na jejich lokalitu, dostupnost paliv, vyvedeného tepelného/elektrického výkonu, požadavků dominantních odběratelů a prostorových možností dochází k jejich postupné modernizaci s cílem minimalizace uhlíkové stopy – viz charakteristika dvou hlavních technologií v teplárenství v podkapitolách níže.

4.1.2.1. Výtopny – charakteristika

- Zachování prosté výroby tepla – inovace původních zdrojů za účinnější (např. kondenzační kotle), implementace moderních systémů regulace, dimenzování a zálohovatelnost, akumulace, doplnění o tepelná čerpadla nebo využití potenciálu solární energie (termické nebo fotovoltaické kolektory) apod.
- Transformace na účinnou soustavu – inovace a změna palivové základny u původních zdrojů (biomasa, bioplyn, odpadní teplo), instalace kombinované výroby elektrické energie a tepla (případně chladu – trigenerace), významné využívání obnovitelných zdrojů (biomasa, tepelná

čerpadla, solární energie – termické nebo fotovoltaické kolektory), akumulace tepla, modernizace řízení provozu zdroje apod.

4.1.2.2. Teplárny a elektrárny – charakteristika

- Zvyšování účinnosti zdrojů (kotlů) a kombinované výroby elektrické energie a tepla – dimenzování, regulační rozsah, účinnost kotlů, účinnost výroby elektrické energie, dimenzování s ohledem na potřeby skutečné a budoucí dodávky tepla, využívání moderních technologií umožňujících spalování alternativních paliv (TAP, vodík, bioplyn, biometan, vodík)
- Snižování vlastní spotřeby energie – ventilátory, obslužné provozy, výroba stlačeného vzduchu, dávkování chemikálií pro snížení emisních ukazatelů, chlazení, pseudoprava, pásové dopravníky, čištění spalin
- Využívání obnovitelných zdrojů a odpadního tepla – doplňování zdrojů tepla o tepelná čerpadla, instalaci termických nebo solárních kolektorů, instalaci elektrokotlů, akumulace, poskytování regulačních služeb s využitím akumulované elektřiny nebo odpadního tepla.
- Zajištění udržitelnosti SZT – na základě vhodnosti provedení částečné decentralizace v rámci SZT s využitím rozvodů tepla pro výstavbu lokálních „blokových“ zdrojů
- Výstavba zařízení na energetické využití odpadu se začleněním do SZT

4.1.3. Distribuce tepla

Ztráty na rozvodech tepla se daří vytěšňováním parních rozvodů minimalizovat. Dotační tituly byly, z důvodu HDP, zaměřeny na regiony mimo Prahu. Tak se podařilo od roku 2004, kdy vstoupila ČR do EU, průběžně inovovat podstatnou část rozvodů tepla. Nosným médiem se tak, mimo průmyslové regiony, stala horká voda, teplá voda a s ohledem na vzdálenost odběratelů od místa spotřeby, byly nahrazeny původní čtyřtrubkové rozvody dvoutrubkovými. V současné době je možno realizovat i výměnu rozvodů v lokalitě Prahy (Modernizační fond), čímž bude z celorepublikového hlediska dosaženo žádoucí eliminace ztrát na rozvodech v kombinaci s optimalizací parametrů teplotního média. Ani tyto investice však nedokáží dynamicky reagovat na dostupnost investičních prostředků u odběratelů a snižovat tak požadovaný výkon (dimenzi) potrubí (zateplování, odpojování).

Měrné investiční náklady se v tomto případě značně liší. Distribuční rozvody jsou vedeny v městské zeleni, pod komunikacemi i v zásobovaných objektech. Měrné náklady na realizaci tak závisí na dimenzi, provedení a umístění (topný kanál, zem, nadzemní provedení, interiéry). Dosahované snížení ztrát s využitím předizolovaných provedení rozvodů s uložením v zemi se pohybuje v rozmezí 35 ÷ 85 % v závislosti na projektu – prostá výměna, zkrácení trasy, změna ze čtyřtrubkového provedení na dvoutrubkové provedení, vytěsnění páry).

4.1.4. Dodávka tepla – předávací stanice

Původní předávací (tlakově závislé) nebo výměňkové stanice neodpovídají stávajícím požadavkům na potřebný tepelný výkon a jsou tepelně-izolovány nedostatečnou tloušťkou izolace. Mimo tyto technické nedostatky nejsou vybaveny moderními prvky regulace a dálkového odečtu spotřeb nebo provozních ukazatelů. Instalací vhodně dimenzovaných předávacích nebo výměňkových stanic, dálkovými odečty a nastavením potřeb parametrů teplotního média lze dosáhnout zefektivnění dodávky tepla.

4.1.5. Odpadní teplo a akumulace tepla

Využití odpadního tepla není u provozovatelů SZT v podmínkách ČR standardní záležitostí. Parabolický průběh dodávek tepla (otopná sezóna), dostupnost odpadního tepla (zejména v letním období) a výroba tepla v režimu KVET (výroba elektrické energie je závislá na množství užitečného tepla do SZT) se navzájem zásadně ovlivňují. Využití odpadního tepla tak může být vnímáno jako negativní aspekt pro stabilitu provozu systému SZT.

V legislativním rámci ČR se jedná o povinný výkup odpadního tepla z OZE, v případě např. průmyslových provozů se jedná o komerční smluvní vztah.

Mimo tento geopoliticky definovaný rámec, se začíná, s vyšším množstvím výroby elektrické energie z OZE, uplatňovat potřeba regulačních služeb, kdy bude zapotřebí ve velmi krátkých časových intervalech reagovat na potřeby distribuční nebo přenosové sítě. Přebytky nebo naopak nedostatky okamžitého výkonu tak můžeme řešit poskytnutím regulačního výkonu (kombinovaná výroba elektřiny a tepla s akumulací), akumulací (bateriové úložiště) nebo využitím této energie pro potřeby výroby tepla (elektrokotle, akumulace do teplonosného média). Při dimenzování zdrojů je tak potřeba zohledňovat požadavky na okamžitou potřebu regulačního výkonu se špičkovým charakterem, tedy krátkou dobou trvání – velkoobjemové tlakové zásobníky s teplonosným médiem.

Mimo standardně využívaný způsob akumulace tepla (horká/teplá voda) je možno využívat i další, v podmínkách České republiky, dostupné způsoby. Jedná se zejména o akumulaci do podlaží a její následné využití. Jedná se však o specifické případy, kdy je možno tohoto způsobu využít.

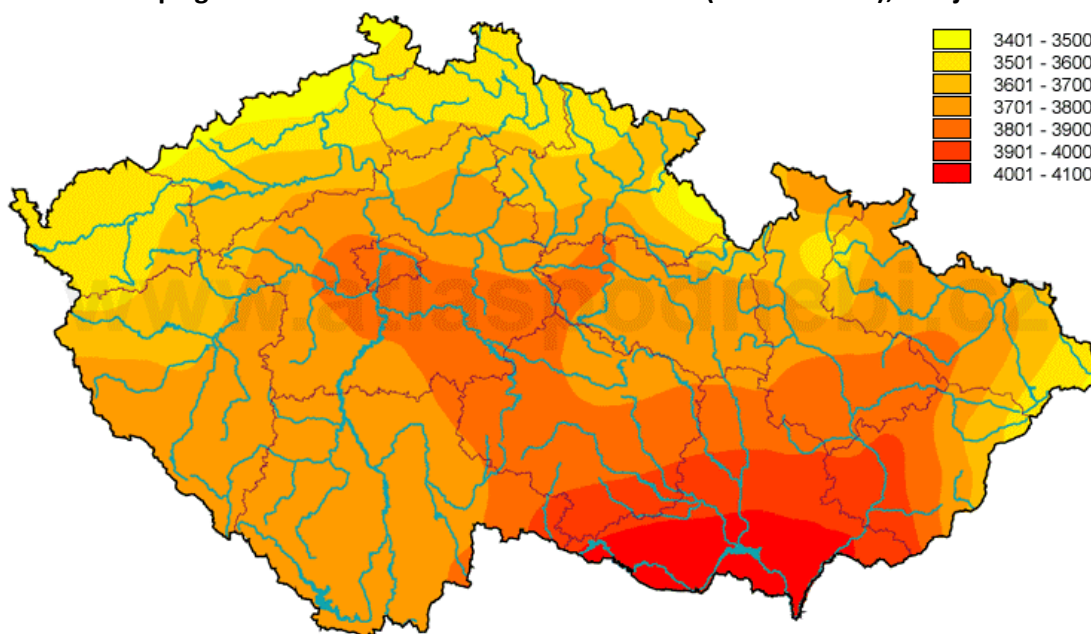
V případě termochemických tepelně-akumulačních systémů, tedy ukládání tepla s využitím endotermických reakcí a následného uvolnění tepla přes exotermní reakce spatřujeme velkou limitaci v ekonomické náročnosti tohoto způsobu. Za velmi pozitivní však považujeme akumulační schopnost, která může být, ve srovnání s vodou, až 5× vyšší. Pracovní teploty u těchto potenciálních způsobů se pohybují: křemičité gely $40 \div 100$ °C, zeolity $130 \div 300$ °C a hydridy kovů $280 \div 500$ °C.

Akumulaci tepla je možno řešit hybridními systémy, které by využívaly elektrolýzu s následným spalováním vodíku ve zdroji. Tohoto způsobu by bylo možno využívat při poskytování regulačních služeb (elektrokotle) nebo při výrobě elektrické energie z fotovoltaických panelů (eliminace přetoků do sítě). Jedná se však o možnost, kterou by bylo nutno dále rozvíjet a adaptovat na aktuální situaci.

4.1.6. Solární termické systémy

Solární termické kolektory jsou jedním ze způsobů, jak transformovat energii slunce na užitečnou energii, v tomto případě tepelnou. Prozatím nejrozšířenější aplikace lze zaznamenat v případě fyzických osob (rodinné domy) nebo u budov, kde jsou zajišťovány služby pro osoby (domovy pro seniory) nebo veřejnost (aquaparky, nemocnice). Vhodnost využití solární energie pro potřeby termických kolektorů si můžeme demonstrovat na níže přiloženém obrázku a přehledu základních parametrů těchto systémů.

Obrázek: Mapa globálního slunečního záření na území ČR (MJ.m^{-2} za rok); zdroj: ČHMU



Základní parametry technologií aktivních solárních termických systémů jsou uvedeny v následující tabulce (zdroj: Ministerstvo životního prostředí).

Technologie – sluneční kolektory	Stručný popis - použití	Měrný výkon [W.m ⁻²]	Měrná roční výroba energie [kWh.m ⁻²]
teplovzdušné	fasádní, výjimečně nástřešní systémy na ohřev vzduchu pro temperování interiérů	670	180 - 310
ploché teplovodní, neselektivní, plastové	sezónní použití, venkovní bazény	680	150 - 350
ploché teplovodní neselektivní kovové	sezónní použití a částečně v přechodném období	710	150 - 350
ploché teplovodní selektivní	celoroční využití pro ohřev vody, předehřev otopné vody	730	350 - 550
ploché teplovodní vakuové	ohřev vody, předehřev otopné vody při požadavku vyšší teploty	710	450 - 650
trubicové teplovodní vakuové	ohřev vody, předehřev otopné vody při požadavku vyšší teploty	720	450 - 650

V případě termických solárních kolektorů se tak jedná zejména o jejich budoucí využití, kdy poměr investičních nákladů na tyto systémy a růst nákladů na komodity (zemní plyn, vodík, biomasa) umožní jejich širší využití nejen u konečného odběratele, ale i v teplárenství. Velmi pozitivně lze v tomto případě vnímat trend snižování ztrát v rozvodech, optimalizaci parametrů teplosnosného média a uvědomělý přístup odběratelů (dimenze potrubí, opatření odpovídající tepelné izolace zejména horizontálních rozvodů tepla).

Kolektory mají vyšší účinnost využití primární energie ze slunečního záření, jsou tedy vhodnou konkurencí fotovoltaickým panelům v oblasti ohřevu teplé vody především na bytových domech, které mají velmi omezenou plochu střešní konstrukce. Instalace u konečných odběratelů představuje možnost odpojení od dodávek tepla v letních měsících. Instalace na úrovni dílčího celku soustavy v kombinaci s dostatečnou akumulací umožňuje odstávku hlavního zdroje pokrytím dodávky teplem ze solárních kolektorů.

4.1.7. Potenciál biomasy

V teplárenství se využívá zejména přímého spalování. Do budoucna bude více využíváno i produktů vzniklých z chemických „mokrých“, procesů, zejména metanového kvašení (bioplyn, „biometan“). V současné době však není uzpůsoben legislativní rámec, který by jednoznačně definoval užití těchto nízkouhlíkových paliv. Jedná se zejména o produkci bioplynu a „biometanu“ a jejich distribuci (vtlačení do potrubí zemního plynu, lokální skladování v místě spotřeby, certifikace těchto komodit).

V podmínkách České republiky je dostupnost biomasy limitována geografickými podmínkami. Možné způsoby zpracování k energetickým účelům s mírou její aplikovatelnosti (* - nízká, ** - střední, *** - vysoká) uvádí níže přiložená tabulka.

Segment	Přímé spalování	Chemické procesy suché			Chemické procesy mokré	
		Fyzikálně chemické zpracování	Zplyňování	Pyrolýza	Alkoholové kvašení (fermentace)	Metanové kvašení
Energ. technické plodiny	***	***	*	*	***	**
Rostlinné zbytky ze zemědělství a údržby krajiny	***	*	**	**		**

Odpady z živočišné výroby	*		*	*		***
Kaly z čištění odpadních vod	*		*	*		***
Komunální organ. odpady	***		*	**		***
Organické odpady z potravin, výroby		** (oleje)				***
Odpady z dřevař. provozů	***		**	**		
Lesní odpad	***		*	*	*	
Získané produkty	teplo vázané na nosič	olej, metylester (bionafta)	hořlavý plyn (metan)	pevné palivo, olej, plyn	etanol, metanol	metan (bioplyn, "biometan")

Pozn.: Míra aplikovatelnosti technologie * - nízká, ** - střední, *** - vysoká

4.1.1. Skladování tepla

Pro akumulaci tepla se v teplárenství nejčastěji využívá akumulace tepla formou citelného tepla. Využito je tak tepelné kapacity teplotnosných látek, nejčastěji vody. Méně obvyklá je forma akumulace využívající latentní teplo, tedy skupenské teplo tání, resp. tuhnutí látky. Alternativou je forma akumulace tepla s využitím chemické reakce.

Nejrozšířenějším technickým řešením v teplárenství je akumulace tepla ve formě citelného tepla tedy horké nebo teplé vody a to u zdrojů energie. Významnou akumulací energie jsou rovněž vlastní distribuční rozvody.

Typickými instalacemi jsou plynové kogenerační jednotky o instalovaném výkonu < 1 MW_e s akumulačním zásobníkem o objemu 1 000 m³. Zásobník je řešen ve tvaru stojatého válce, pro lepší rozvrstvení teplotního pole v jeho objemu.

4.1.2. Tepelná čerpadla

4.1.2.1. TČ průmyslová

Současné technologie umožňují aplikaci tepelných čerpadel, která dosahují na svém výstupu teplot teplosného média, které je možno využít pro potřeby SZT. Z důvodu ekonomických parametrů však nejsou v současné době rozšířeny.

Typickým příkladem, kde je možno si vhodnost tohoto řešení demonstrovat, je využití odpadního tepla z atmosférického způsobu chlazení v průmyslových provozech, kdy je využíváno chladicí vody o parametrech 25 °C / 35 °C. Přizpůsobením tohoto zdroje odpadního tepla vstupním parametrům tepelného čerpadla by bylo možno efektivně vyrobit teplosné médium o výstupní teplotě > 80 °C, což již umožňuje aplikaci pro např. VZT nebo technologii. Jedná se však o technická provedení s vysokými provozními tlaky nebo dvoustupňová provedení. Uplatňována jsou moderní chladiva typu CO₂ nebo chladiva IV. generace.

Do budoucna však lze očekávat, že situace na komoditním trhu i požadavky na snižování uhlíkové stopy (konkurenceschopnost) motivují průmyslové podniky zavádět tyto moderní technologie do svého energetického hospodářství. Spolu s očekávaným snižováním konečné spotřeby energie (inovace parních otopných systémů, inovace původních parních technologií) bude možno optimalizovat zdrojovou základnu SZT i způsob distribuce tepla k těmto odběratelům (vytěsnění páry, snižování teplot u teplosného média).

Rozvoj využití standardizovaných tepelných čerpadel i průmyslových tepelných čerpadel, proto spatřujeme i v teplárenských provozech, kde se bude zpočátku jednat o pokrytí potřeb přípravy teplé vody a následně i o zajištění dodávek tepla v otopné sezóně.

Pro dosažení významnějšího snížení primární energie bude možno aplikovat sestavy s kogeneračními jednotkami, fotovoltaickými panely a bateriovým uložištěm, kdy může být využito vyrobené elektrické energie pro potřeby provozu tepelných čerpadel. Teplonosné médium pak může být distribuováno v teplotní úrovni výstupu z tepelného čerpadla nebo modifikováno s využitím vyššího teplotního potenciálu na výstupu z kogenerační jednotky.

4.1.2.2. TČ pro lokální použití

Aplikace standardních tepelných čerpadel (teplota výstupní topné vody v úrovni $50 \div 60$ °C) je mezi konečnými spotřebiteli stále více uplatňována. Důvodem je nedostupnost SZT, nezávislost a v neposlední řadě nestabilita dodávek zemního plynu. Mimo tyto případy, se však stále častěji jedná o odpojování konečných odběratelů ze systému SZT. Tato situace, která vychází z demokratických principů fungování naší společnosti (volba zajištění dodávek energie), však může být zneužívána dodavateli technologií na úkor nedostatečné osvěty a technické nebo ekonomické neznalosti konečných odběratelů. Pokusy o vyšší povědomí konečných odběratelů k této problematice nejsou v dostatečné míře úspěšné (srovnání skutečných nákladů na provoz zařízení v porovnání s cenou tepla z SZT), proto pro zachování udržitelnosti soustav SZT bude nutné provádět částečné decentralizace nebo instalace TČ v místě spotřeby v režimu poskytování služby dodávek tepla nebo chladu.

4.1.3. Ostatní technologie a prostředky

Udržitelnost teplárenských provozů se odvíjí a bude odvíjet od požadavků odběratelů. Pro nastavení pravidel je v legislativním rámci nastaven regulativní prvek, kterým je Energetický regulační úřad s nastavením podmínek cenotvorby, tedy kalkulace ceny tepla pro konečné odběratele (nově MPO formou vyhlášek). Pro zajištění konkurenceschopnosti tepláren je, s ohledem na ceny paliv (komodit), velmi žádoucí využívat kombinované výroby elektrické energie a tepla (ekonomické přínosy) nebo lokálních zdrojů biomasy (štěpka v místě) – z důvodu plnění požadavků na účinnou soustavu dle zákona.

4.1.3.1. Tarify pro odběratele

V případě elektrické energie je pro „velkoodběratele“ (rezervovaná výkonová kapacita) i „maloodběratele“ (proudová hodnota jistícího prvku) nastaven regulativní mechanismus, který zohledňuje požadované parametry v odběrném místě. Tímto nástrojem je dosahováno dostatečné výkonové rozložení distribuční (potažmo i přenosové) sítě v dané napěťové hladině.

Podobně je tomu i v teplárenství, kdy dodavatel tepla reflektuje požadavky odběratelů/zákazníků. Tímto způsobem dochází k tomu, že zdroje tepla a distribuční soustava nemůže být optimálně provozována – požadavky na dodávky páry, dodávky horké vody, dodávky teplé vody a dodávky TV. Motivací konečných odběratelů, i za finanční podpory ze strany provozovatele SZT (spolufinancování přechodu z parních technologií, výstavba lokálního zdroje na páru provozovaného v rámci SZT), je možno optimalizovat zdrojovou základnu SZT i ztráty v rozvodech. Implementací dvousložkové ceny tepla, která sestává z platby za rezervovaný tepelný výkon a platby za skutečně dodané množství tepla, je u SZT dosahováno:

- Zvyšování účinnosti výroby tepla (provoz při jmenovitých výkonech).
- Snižování požadovaného výkonu zdroje tepla (rozproštění potřeby výkonu v čase).
- Snižování ztrát v rozvodech.
- Vyšší výrobě elektrické energie v režimu kombinované výroby elektřiny a tepla.

Podpůrným technickým řešením je instalace akumulace tepla např. u výkonově náročnějších odběratelů či realizace menších doplňkových lokálních zdrojů. Zavedením tarifního rámce pro odběratele tak lze postihnout i nevyváženost v oblasti uvědomělého přístupu odběratelů, kteří investičními nebo beznákladovými opatření snižují svou konečnou spotřebu energie. Specifickou problematikou je dodávka tepla pro sídliště se zateplenými a nezateplenými objekty (teplotní požadavky na teplotnosné médium).

4.1.3.1. Modelování provozu SZT

Ztráty v rozvodech zatěžují efektivitu provozu SZT. V rámci investičních projektů dochází ke snižování ztrát v rozvodech (tepelná izolace, dimenze potrubí) a snižování ztrát při předávání tepla konečným odběratelům (předávací/výměňkové stanice). Dále jsou uplatňovány legislativní požadavky, kdy v rámci rozúčtování tepla, by měl mít každý z odběratelů k dispozici minimálně měsíční údaje o spotřebě tepla, což klade nároky na instalaci měřičů s dálkovými odečty. Všechny tyto aspekty je možno využít pro modelování provozu SZT, tedy optimalizaci výkonových potřeb v čase a predikce odběru s ohledem na charakter odběratele a klimatické podmínky. Těchto údajů lze následně využít pro nastavení efektivního provozu zdroje tepla (včetně výroby elektrické energie) a snižování ztrát distribucí. Takto se daří v současné úrovni snižovat ztráty na rozvodech úrovni 3 ÷ 5 % a zvyšovat účinnost zdrojů tepla v úrovni 1 ÷ 3 %.

4.1.3.2. Absorpční chlazení

Absorpční způsob chlazení umožňuje zvýšit roční využití instalovaného výkonu zdroje, čímž dojde ke zvýšení udržitelnosti SZT. Výrobou chladu z tepla tak mohou být vyřešeny potřeby konečných odběratelů se zajišťováním potřebného teplotního komfortu v letním období. Nevýhodou tohoto způsobu řešení jsou požadavky absorpčního zdroje chladu na teplotu teplotnosného média, umístění zařízení a dle technického řešení i potřebě vody. Doprovodným prvkem je však i hluk, který v městské zástavbě není žádoucí. Uplatnění tak můžeme spatřovat ve specifických případech, kdy jsou splněny podmínky na parametry teplotnosného média nebo při optimalizačních řešení, kdy dochází např. k částečné decentralizaci se zajištěním dodávek z blokového nebo lokálního zdroje provozovaného v rámci SZT. Konkrétně se tak může jednat o průmyslové podniky, obchodní centra, nemocnice apod.

5. Okrajové podmínky a metodika zpracování

Struktura a obsah díla vychází ze zadání a obsahuje dvě přesně strukturované, jednovariantní případové studie, které jsou výsledkem zvážení pravděpodobnosti vývoje teplárenství ve dvou zvolených lokalitách. Tyto studie jsou zpracovány jednotnou metodikou se zohledněním obecných okrajových podmínek.

Jelikož je možné teoreticky zpracovat velké množství variant případových studií, jsou u každé z dílčích studií uvedeny konkrétní okrajové podmínky s nimiž je uvažováno a v závěrech jsou uvedeny doplňující popisy, které zohledňují další možnosti vývoje a komentáře k důvodům, které vedly ke zpracování studie v dané konstelaci.

5.1. Výchozí a okrajové podmínky zpracování

Metodika zpracování případových studií vychází z následujících podmínek.

1. Vývoj spotřeby a potřeby tepla v dané lokalitě.
2. Výběr z konečného množství variant rozvoje teplárenské soustavy (taxonomie, standardizace)
 - a. Jedna distribuční soustava s jedním centrálním zdrojem
 - b. Jedna distribuční soustava s více zapojenými zdroji
 - c. Decentralizovaná soustava - více izolovaných soustav v rámci locality
 - d. Decentralizované zdroje provozované jedním provozovatelem centrálně
 - e. Soustava s významným podílem dodávky do průmyslu (např. včetně technologické páry apod.)
3. Ekonomický model teplárenství
 - a. Elasticita a model poptávky po teple (a chladu)
 - b. Paradox teplárenství: v počátku levné dostupné teplo (dotované společenskou dohodou) omezilo energetickou efektivitu při výstavbě budov (ropná krize měla jen malý efekt); postupný nárůst ceny tepla nutil zvyšovat energetickou efektivitu budov, vyšší efektivita budov spoluzpůsobila nárůst ceny tepla
4. Role komunit v evoluci teplárenství
5. Struktura dat pro zpracování
 - a. Struktura teplárenských zdrojů
 - b. Struktura spotřeby – vývoj spotřeby tepla v rezidenčním terciárním sektoru, případně v průmyslu
 - c. Struktura dodávky a parametry dodávky tepla, vč. ceny

5.1.1. Ekonomické souvislosti

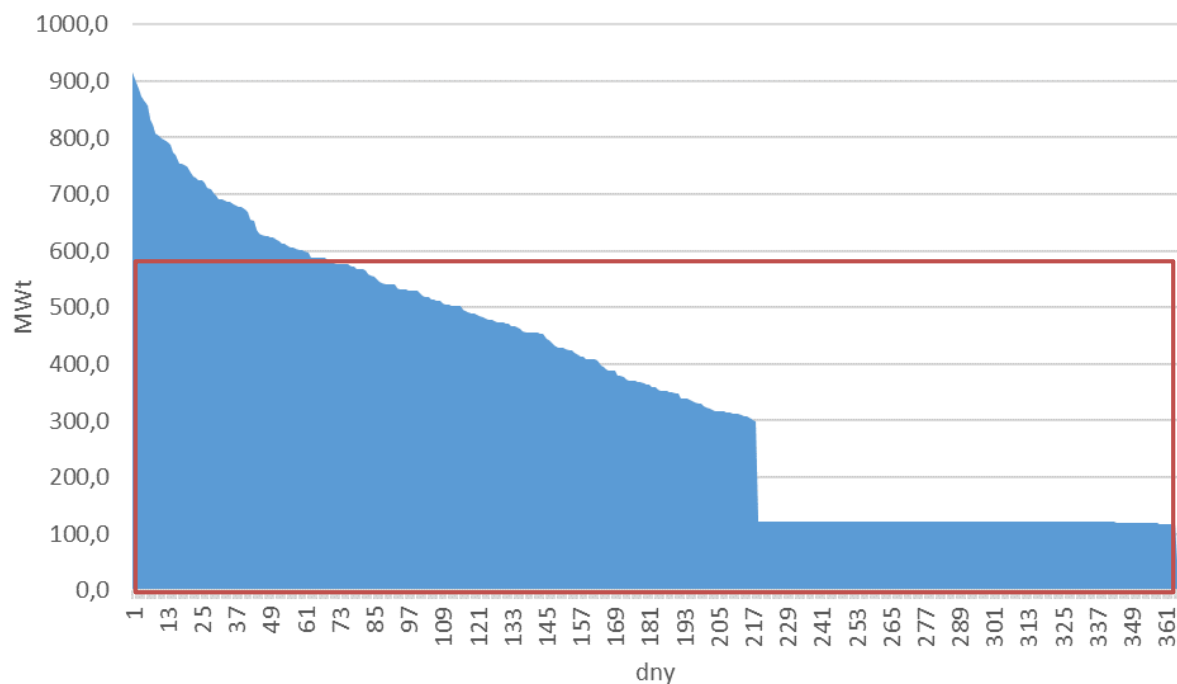
Tato studie nemá za úkol zpracovat ekonomický rozbor navrhovaných variant, ale vychází z obecných skutečností platných v době zpracování a obecně platných ekonomických zákonitostí.

Ekonomická stránka není posuzována přímo, ale volba technologií je zvažována především z pohledu charakteru provozních nákladů (OPEX), zatímco hodnocení investičních nákladů bude posuzováno ve vztahu k trendu podpory přechodu k bezuhlíkovému hospodářství. Jedná se de facto o pořadí nasazení technologií, kde samozřejmě primárně stále hraje roli hustota energie, ale stále více provozní náročnost – z tohoto hlediska jsou na prvním místě termické solární kolektory následované FVE, větrnými elektrárnami, tepelnými čerpadly atd.

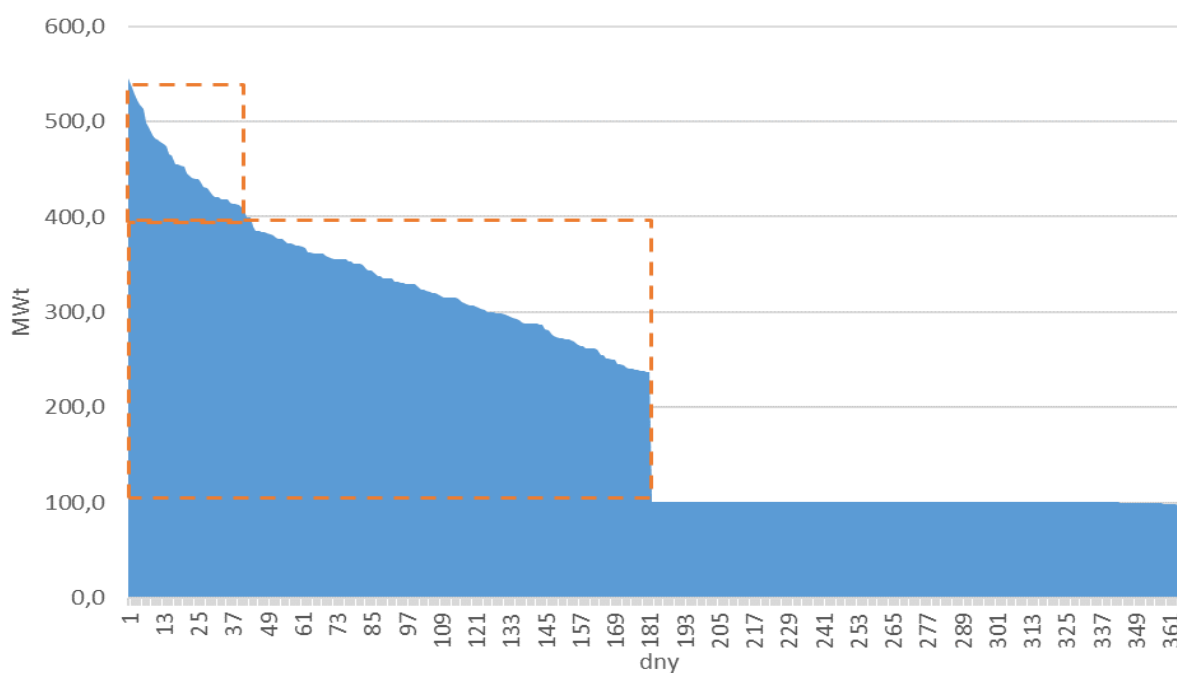
Jednou z klíčových provozních podmínek s významným dopadem na ekonomiku provozu je využití instalovaného výkonu, zejména pro letní provoz a pro zajištění potřeby krytí zimních špičkových spotřeb (odpisy tvoří významnou část nákladů, ale provoz zdroje je omezen na krátké období v roce).

Názorně to ukazují modelově následující grafy – zatímco se zkracuje topná sezóna, potřeba výkonové rezervy zůstává (data nepocházejí z případových studií níže).

Graf: Potřeba zajištění výkonu SZT v rámci roku (doba trvání výkonu) – výchozí rok 2020



Graf: Potřeba zajištění výkonu SZT v rámci roku (doba trvání výkonu) – cílový rok 20250



5.2. Metodika zpracování případových studií

Metodika zpracování obou případových studií je jednotná a je z větší části dána níže uvedenou strukturou případové studie. Základní postup zpracování se řídil následujícími pravidly:

1. Je uvažováno s jednovariantní predikcí dodávky tepla konečným odběratelům představující mírně progresivní scénář, které je realistické v podmínkách ČR naplnit.

2. Případové studie jsou zpracovány tak, aby byla užita co nejširší škála technologických možností, ale zároveň aby se jednalo o vysoce pravděpodobný scénář.
3. Zvolená skladba technologií nemusí nutně korespondovat s aktuálními záměry místních autorit a/nebo managementu teplárny, ale bude je do jisté míry respektovat.
4. Skladba zdrojů, provoz a rozvoj teplárenské soustavy v případových studiích jsou podřízeny předpokládanému vývoji spotřeby tepla, případně chladu.
5. Výstupem případové studie bude model stavu soustavy v roce 2050 (s uvedením milníků 2030, 2040)

Jednotlivé, dílčí technologie v rámci uvedených oblastí jsou popsány základními parametry s uvedením předpokladu uplatnění v horizontu 2050. Návrhy procentuálního krytí potřeby tepla uvedené v tabulce níže jsou prognózou pro celé odvětví teplárenství. Pro jednotlivé případové studie byl tento model modifikován a zúžen na použité technologie.

Popis dostupných technologií a jejich parametry v jednotlivých časových úsecích (vztaheno ke 100 % spotřeby ve výchozím roce – vlivem % energ. efektivity klesá spotřeba v jednotlivých segmentech).

Tabulka: Metodika stanovení procentuálního krytí potřeby tepla (modelový příklad pro situaci, kdy v r.2050 bude potřeba jen 50 % původních PEZ pro dodávku tepla)

Segment	2020 - 2030		2030 - 2040		2040 - 2050	
	%	%	%	%	%	%
Uhlí	60	10	10	0	0	0
ZP	40	40	40	10	10	0
Tepelná čerpadla (elektřina)	0	10	10	20	20	10
Biomasa	0	20	20	20	20	10
Bioplyn	0	5	5	5	5	5
Vodík (zelený)	0	0	0	0	0	14
Odpady	0	0	0	10	10	3
Odpadní teplo	1	2	2	2	2	2
Termosolární kolektory	0	0	0	2	2	4
Geotermální energie	0	0	0	2	2	2
Ostatní	0	0	0	0	0	0
Saldo odpojení /připojení	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Energy.efekt.	0	20	20	30	30	50
Celkem	100	100	100	100	100	100

5.1. Predikce spotřeby tepla a vývoj dodávky tepla

Predikce spotřeby tepla byla provedena zvlášť na jednotlivých odběrných místech v kategorii rezidenčních budov (převážně bytové domy), veřejných budov, sektoru služeb a sektoru průmyslu. V průběhu jednotlivých let je zohledněna úspora energie na vytápění, teplé vodě, která má zvlášť v sektoru větších bytových domů vysoký podíl na spotřebě. V průmyslu byla zohledněna i spotřeba technologická.

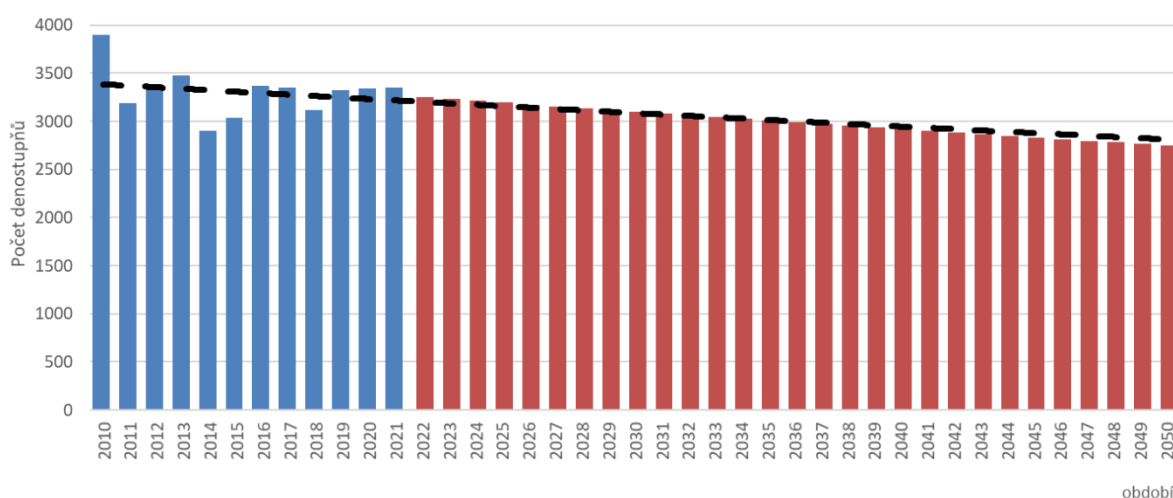
Konečný odběratel je motivován ke snižování spotřeby energie výhradně vnějšími ekonomickými tlaky, kdy náklady na energii překračují jím definovaný přípustný podíl na celkových ročních nákladech nebo představují významný podíl z jeho příjmů. V krátkém horizontu odběratel nejrychleji reaguje na růst ceny energie v podobě snížení vlastního komfortu - vnitřní teploty na vytápění a snížením spotřeby teplé vody. V dlouhodobějším horizontu odběratel reaguje na dominantní spotřebu energie buď změnou paliva (v případě SZTE odpojením), je-li k dispozici levnější legislativně přípustný zdroj nebo realizací investičních energeticky úsporných opatření - nejčastěji zateplením obálky budovy.

Do budoucna pak i úsporami na systému přípravy teplé vody. Po realizaci zateplení se nemusejí plně projevit předpokládané úspory, protože se spotřebitel vrací k vyššímu standardu užívání, který opět reguluje až na základě vnějších ekonomických tlaků. Současně s realizací investičních opatření lze předpokládat postupné zásahy do regulace otopné soustavy a systému přípravy teplé vody.

Hybatelem realizace energeticky úsporných opatření tak bude především vysoká cena energie kombinovaná s dostupnými programy podpory pokrývajících část investičních nákladů a zavádění energetického managementu. Naopak realizaci úspor zbrzdí zvyšování investičních nákladů, poptávka převyšující nabídku služeb a složitost realizace komplexních energeticky úsporných opatření. Současně s transformací teplárenství je nutné počítat s rozšířením služeb dodavatelů tepla i o realizaci energetických úspor u konečných spotřebitelů jako prostředkem zabraňujícím odpojování a příležitostí k ekonomickému rozvoji soustav.

Snižování spotřeby energie na vytápění nahrává i změna klimatu, která v našem kraji vede ke snižování počtu denostupňů – do roku 2050 lze očekávat snížení o 15 – 20 %.

Graf: Vývoj denostupňů na základě globální změny klimatu



Nezateplené budovy nebo budovy částečně zateplené budou postupně do roku 2040 zateplené na střední až vysokou kvalitativní úroveň. Budovy zateplené nedostatečně (s tl. tepelného izolantu ≤ 120 mm) před rokem 2015 budou po roce 2040 procházet dodatečným zateplením. Většina budov již prošla výměnou starých oken za nové s dvojsklem (většinou plastová okna), která bude po roce 2040 nutné znovu obnovit, tentokrát za okna s izolačním trojsklem.

Za velmi významnou úsporu energie zvláště v sektoru budov s nízkým faktorem tvaru A/V (velkých bytových domů a veřejných budov) lze považovat instalaci systému řízeného větrání s rekuperací tepla. Jeho instalace je i s ohledem na vlastnickou strukturu (velký podíl SVJ) a rozsah stavebních v interiéru omezená. U stávajících budov tak lze předpokládat postupnou realizaci decentralních a lokálních jednotek v jednotlivých bytech, které budou procházet komplexní obnovou. Opatření pravděpodobně nebude uchopeno systémově a bude se tak míjet účinku.

Současně se zateplením obálky budovy a zvyšujícími se cenami tepla lze předpokládat větší důraz na termohydraulické vyvážení otopné soustavy a snižování spotřeby energie efektivnějším řízením vnitřní teploty. Regulace se bude ve větší míře stávat nutností v oblasti energeticky úsporných budov, kde je přetápění častým jevem. Tyto úspory lze podpořit legislativními úpravami v oblasti rozúčtování nákladů, zvýhodňujícími úsporné chování a dále postupným zaváděním energetického managementu.

V sektoru bytových domů je velmi významnou spotřebou energie i příprava teplé vody, která se s realizovaným kvalitním zateplením stane dominantní spotřebou. V této oblasti bude postupně docházet nejen k instalaci úspornějších baterií s nižší spotřebou vody, ale i ke snižování a řízení teploty teplé vody, časově řízené cirkulaci, realizaci kvalitního zateplení rozvodů teplé vody či instalaci systému rekuperace tepla nebo instalaci solárních termických kolektorů.

Kombinací výše uvedených energeticky úsporných opatření lze dosáhnout snížení spotřeby tepla na vytápění na úroveň 15 až 25 kWh/m².a a snížením spotřeby tepla na přípravu teplé vody na úroveň 18 – 24 kWh/m².a. Jedná se potenciál progresivního scénáře. Do roku 2050 lze předpokládat průměrné snížení spotřeby tepla obytných a veřejných budov v rozsahu 35 % až 70 %. V průmyslu bude snížení spotřeby energie individuální a bude záviset na technologické spotřebě, tedy na odvětví. V této oblasti bude tahounem energetických úspor požadavek na uhlíkovou neutralitu vycházející od bankovních institucí poskytujících „zelené“ úvěry a od konečných spotřebitelů. Ve větší míře lze předpokládat i realizaci systémů využívajících odpadní teplo pro vlastní energetické potřeby. Rozšířená možnost realizace fotovoltaických systémů na střeších hal může vést i ke snaze o částečnou decentralizaci či vyšší míru využití efektivních zdrojů na elektrickou energii.

V oblasti odpojování přechází hlavní konkurence SZT z kotlů na zemní plyn k investičně nákladnějším a technicky hůře proveditelným tepelným čerpadlům. Tyto zdroje jsou efektivněji provozovány v budovách s nízkými teplotními spády (typicky zateplené budovy). Odpojování od soustav lze tedy v dlouhodobém horizontu očekávat především u soustav, která se včas netransformují směrem k palivům s nižšími provozními náklady a stanou se vůči ceně tepla z tepelných čerpadel nekonkurenceschopnými.

Těžiště obchodní stránky SZT se tak dlouhodobě přesouvá z prodeje co největšího množství levného tepla ke garanci stabilní dodávky energie (tepla, chladu i elektřiny) se zaručenou konečnou cenou pro odběratele. Konečnou cenu lze zaručit nejen nízkou cenou tepla, ale i nižší spotřebou energie u konečného odběratele. SZT tak může být nově odborným partnerem zajišťujícím celé efektivní energetické hospodářství spotřebitele včetně realizace energeticky úsporných opatření formou služby. Zvýšení konkurenceschopnosti je možné dosáhnout i zvýšením důrazu na efektivní výrobu elektrické energie a její dodávku konečnému spotřebiteli.

SZT tak budou nuceni přejít ze sektoru výhradní výroby tepla na zajištění komplexních služeb souvisejících s provozem energetického hospodářství (služba garance provozních nákladů odběratelů) a realizací energeticky úsporných opatření (zateplování, instalace OZE, regulace, apod.). K zajištění konkurenceschopné ceny energie bude nezbytné pracovat i s výrobou elektřiny z OZE a KVET včetně poskytování systémových služeb regulátorovi soustavy.

V některých případech se může ukázat jako efektivní soustavy částečně decentralizovat, případně rozdělit na menší celky, které rychleji a snadněji projdou transformací.

V oblasti potenciálu získání nových odběratelů je nutné počítat se směřováním budov k ZEB (zero emission buildig), jejich principem je minimalizace veškeré spotřeby energie a vyšší podíl využití obnovitelných zdrojů energie. Příležitostí pro SZTE je připravit developerské výstavbě celý energetický koncept lokální soustavy, jejíž provoz zajistí s nízkým faktorem primární energie z neobnovitelných zdrojů či nízkým faktorem CO₂. V tomto ohledu se tak stane provozovatelem lokální distribuční soustavy jak tepla, tak i elektřiny. V opačném případě lze předpokládat připojení k soustavě jen v případě soustav s vysokým podílem OZE, které mají současně konkurence schopnou cenu dodávky tepla.

6. První případová studie I

Případová studie je modelová a vychází z reálné předlohy, jejíž data byla anonymizována a ideově změněna.

6.1. Charakteristika výchozího stavu

Jedná se o středně velkou soustavu SZT rozdělenou na více samostatných celků s převažujícími odběry v rezidenčním sektoru s charakteristikou výchozího stavu:

- Systém nezávislých kotlen (výtopen) < 20 MW_t a lokálních zdrojů tepla provozovaných v rámci licence SZT
- Výroba tepla zajišťována teplovodními plynovými kotli, které historicky nahradily původní uhelné zdroje
- Odběrateli jsou převážně bytové domy, domácnosti, městské budovy, terciální sektor (služby) a z menší části i průmysl
- Rozvody SZT a předávací stanice byly rekonstruovány na konci minulého století (v 90. letech 20. století)
- Dle finančních možností, legislativních požadavků, změny ceny energií a dostupnosti dotačních programů se přistupuje k realizaci energeticky úsporných opatření jak na straně dodavatele tepla tak na straně jednotlivých odběratelů

V tabulce jsou uvedeny základní charakteristiky SZT

	Charakteristika	Hodnota / popis	Poznámka
1	Vlastnictví SZT	60 % municipalita	
2	Výchozí struktura zdrojů	100 % zemní plyn	částečně kogenerace
3	Parametry dodávky	90 / 70 °C	dimenzování teplovodu
4	Roční dodávka	50 000 GJ	předimenzované zdroje i výměňkové / předávací stanice; částečně inovované venkovní rozvody,
5	Struktura dodávky	80 / 20 %	rezidenční / průmyslový odběr

6.2. Předpokládaný vývoj SZT

Některé z uvedených opatření a procesů byly zahájeny, jedná se o popis vývoje po roce 2020:

- Předpoklad vysoce účinné soustavy (Soustava I), ostatní jsou účinné soustavy nejpozději od roku 2040
- Instalace nejlépe vlastních nebo vnořených kogeneračních jednotek s využitím podpory výroby elektřiny a cenové stability výroby tepla (< 1 MW_e) – limitace dalšího rozvoje (doba podpory výroby elektrické energie na 15 let)
- Doplnkově a jako záloha provoz teplovodních zdrojů (minimalizace nákladů a zajištění udržitelnosti)
- Postupná inovace rozvodů tepla a předávacích/výměňkových stanic
- Investice o systému měření a regulace, poskytování služeb rozúčtování tepla v souladu s požadavky na dálkové měření
- Průběžné zateplování budov, řešení přípravy TV a úspor na úrovni konečných spotřebitelů formou služby zprostředkované SZTE
- Průběžná obnova lokálních plynových kotlů – náhrada za kondenzační nebo tepelná čerpadla
- Komunikace s odběrateli - využití potenciálu jejich střešních konstrukcí pro FVE a instalace FVE

- Po ukončení podpory výroby elektřiny z KGJ instalace zdroje na biomasu ve vhodných prostorech jedné z původních kotlen. Z důvodu dostupnosti štěpky bez výroby elektřiny.
- Inovace ostatních KGJ a nově kondenzačních kotlů s ohledem na využití bioplynu nebo syntetických plynů – využití sítě rozvodů zemního plynu, do kterého budou „zelené“ komodity vtláčeny. Zachování decentralizované výroby elektřiny < 1 MW_e
- Potenciální propojení vybraných systémů SZT s ohledem na aktuální situaci na trhu s komoditami a udržitelnosti SZT
- Zajišťování služby - provozu zdrojů nebo prodeje tepla u nových odběratelů nebo u odběratelů odpojených ze systému SZT

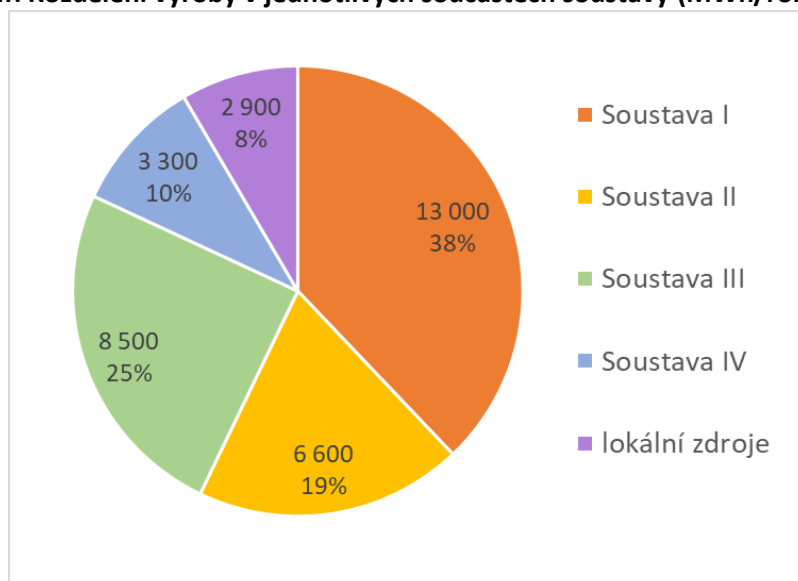
6.3. Limitující faktory

V rámci dalšího rozvoje a též jako parametry ovlivňující závěry této případové studie, jsou uvažovány zejména následující limitující faktory a omezení:

- Udržitelnost systému SZT – kladen důraz na cenu tepla pro konečné odběratele
- Volba KGJ s ohledem na nutnost inovace teplovodních kotlů (emise NO_x) a zajištění udržitelnosti ceny tepla s využitím podpory na výrobu elektřiny
- Prostorové možnosti – situování zdrojů tepla a původní trasy rozvodů
- Absence investičních nákladů a velikost SZTE
- Systém nezávislých kotlen bez možnosti zálohy daný historickými aspekty
- Informovanost odběratelů – média a manipulace ze strany subjektů instalujících lokální zdroje
- Legislativní opora
- Absence potřeb např. průmyslových subjektů na dosažení uhlíkové neutrality
- Sociální a věkové složení obyvatel/odběratelů a jejich tržní síla
- Závislost na dotačních prostředcích
- Požadavky kladené na prokázání účinné soustavy (podmínka čerpání dotačních prostředků)
- Pouze částečná závislost na cenách paliva (lokálně dostupná biomasa)
- Dostupnost infrastruktury (vyvedení elektrického výkonu, dostupnost distribučního potrubí bioplynu, nutnost akumulace bioplynu nebo vodíku apod.

6.4. Podrobnější charakteristika soustavy

Graf: Rozdělení výroby v jednotlivých součástech soustavy (MWh/rok)



Soustava I	▪ Centrum města bez dostatečných prostorových možností na rozvoj ▪ Plynové kotle budou nahrazeny/doplněny o kogenerační jednotku jako hlavním zdrojem (předpoklad do 2030) ▪ Možnost propojení se soustavou II – využití části biomasy ▪ Kotle se stanou jen doplňkovými, postupně obnova za kondenzační ▪ postupně se KGJ upraví na bioplyn nebo „biometan“ (předpoklad po 15 letech provozu); ▪ Postupná rekonstrukce rozvodů tepla, snižování teplotního spádu v rozvodech ▪ Postupná realizace FVE na budovách části odběratelů (2030 až 2040)
Soustava II	▪ Okraj města - možnost instalace modulární biomasové výtopny s možností propojení se soustavou I (příp. plné využití biomasy pro soust.I) ▪ Akumulační nádrže tepla ▪ Pro letní provoz v případně nadvýroby elektřiny využití elektrokotlů nebo menších tepelných čerpadel (podle množství přebytkové elektřiny) ▪ Realizace větší FVE v rámci areálu (2030) ▪ Záložní zdroje plynové kotle ▪ Postupná rekonstrukce rozvodů tepla, snižování teplotního spádu ▪ Na části bytových domů realizace a provozování solární termické soustavy pro přípravu teplé vody s letním pokrytím
Soustava III	▪ Okraj města - výchozí plynové kotle ▪ možnost umístit menší zdroj na biomasu s pokrytím cca 30% ▪ doplnění plynových kotlů o možnost spalování vodíku ▪ postupná rekonstrukce rozvodů tepla, snižování teplotního spádu ▪ realizace FVE v rámci areálu a částečně na střeše některých odběratelů
Soustava IV	▪ výchozí lokální plynová kotelná provozovaná SZT pro obytné budovy a částečně průmyslový areál (specifické požadavky technologií) ▪ realizace průmyslových tepelných čerpadel ▪ částečné přechodné využití vodíku (certifikáty) do změny výrobní technologie ▪ provozuje SZT
Lokální zdroje	▪ Část jednotlivých lokálních (blokových) zdrojů bude odpojena ▪ Pro větší odběratele budou kotle na zemní plyn nahrazeny tep.čerpady; ▪ Možnost rozšíření formou služby správy tepelných zařízení
výroba elektrické energie	▪ Pomocí KGJ s možností systémových služeb v budoucnu; ▪ Lokální FVE o velikosti až cca 900 kW_p – částečně realizováno na v rámci vlastního areálu, částečně na městských budovách a část na budovách odběratelů; ▪ S ohledem na lokalitu možnost výstavby větrné elektrárny

6.5. Predikce spotřeby tepla a vývoj dodávky tepla

Predikce spotřeby energie byla provedena dle obecných metodických postupů uvedených výše.

V roce 2020 bylo zatepleno přibližně 30 % připojených budov, pouze však 3 % kvalitativně odpovídající hlubší renovaci. Průměrná spotřeba tepla na vytápění činila v připojených budovách přibližně 103 kWh/m².a na vytápění a 35 kWh/m².a přípravy teplé vody (v bytových domech převážně 45 kWh/m².a)

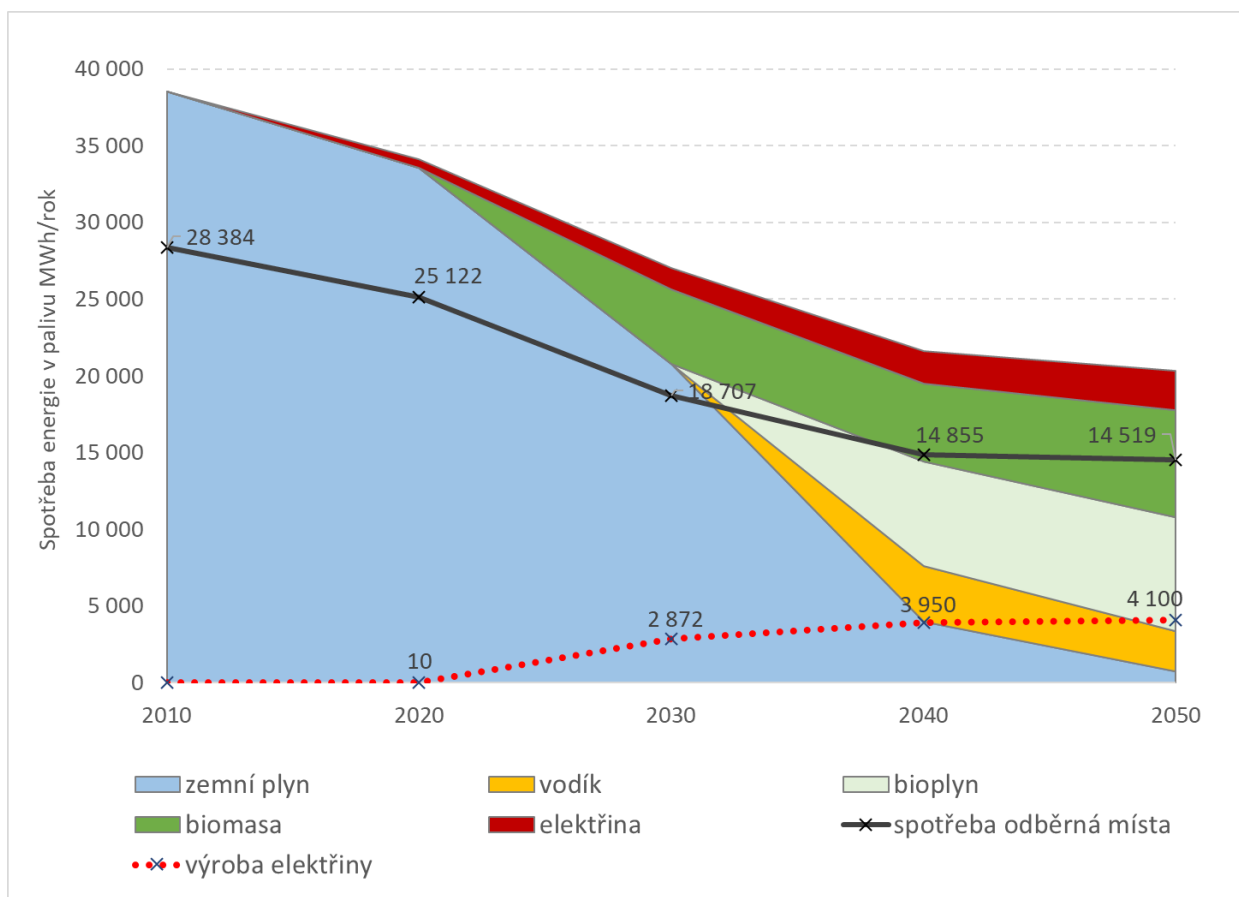
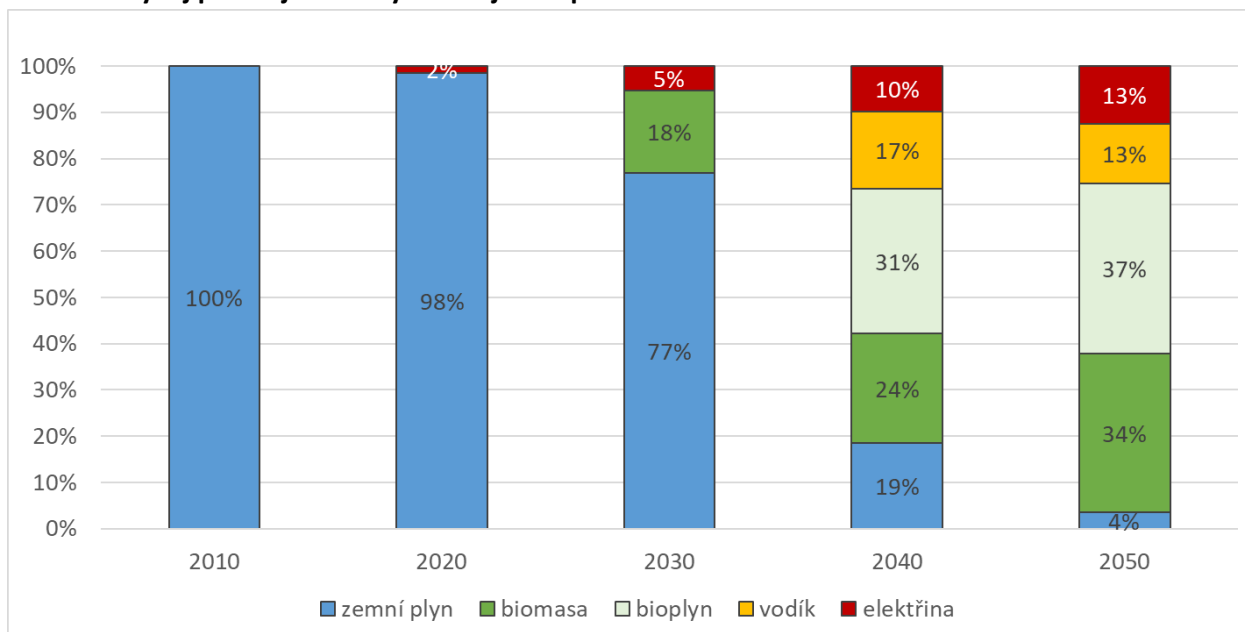
Do roku 2050 se tak předpokládá postupná realizace úspor kombinujících úspory energetického managementu, úspory na obálce budovy (včetně dodatečného zateplení nekvalitně zateplených budov) a úspor realizovaných na spotřebě teplé vody. Rychlost renovace budov lze jen těžko odhadovat, protože bude závislá především na vnějších ekonomických a geopolitických okolnostech, obecně však platí pravidlo, že jediná jistota bude energii spíše nepotřebovat, než spoléhat na její levnou dostupnost. Do roku 2050 tak bude v různé míře postupně renovováno 95 % připojených budov. Jejich průměrná spotřeba tepla na vytápění se bude pohybovat okolo 39 kWh/m².a, což odpovídá středně progresivnímu scénáři. Spotřeba energie na přípravu teplé vody bude realizována se zpožděním u 87 % odběratelů s průměrnou konečnou spotřebou v roce 2050 ve výši 22 kWh/m².a.

V oblasti průmyslového odběratele, který je v současné době v útlumu odběru lze do budoucna očekávat opětovné navýšení odběru související se znovuvyužitím brownfieldu a ekonomickou obnovou po roce 2035.

Část snížení spotřeby energie připadá i na odpojení některých lokálních zdrojů připadající především na období do roku 2030. Pro danou soustavu není však odpojení dominantním problémem – předpokládá se snížení spotřeby energie vlivem odpojení ve výši okolo 3 – 5 % spotřeby roku 2020. S ohledem na lokalitu a velikost města nelze v dlouhodobém horizontu očekávat zvýšení počtu nových odběratelů s výjimkou obnovy průmyslového brownfieldu. V dané lokalitě se nepředpokládá realizace nového většího developerského záměru s potenciálem připojení k SZTE. Připojení nových rodinných domů se nepředpokládá.

Do roku 2050 lze v mírně progresivním scénáři očekávat snížení odběru tepla ve výši 48 % oproti roku 2020.

Velkou příležitostí pro SZT je v tomto případě i možnost zvyšování výroby elektrické energie. Předpokládá se s instalací kogeneračních jednotek o celkovém součtovém elektrickém výkonu cca 500-750 kW_e, s instalací fotovoltaických panelů na vlastních provozech a částečně u konečných spotřebitelů ve výši 900 kW_p. S ohledem na danou lokalitu lze uvažovat i s realizací větrné elektrárny o výkonu 500 až 1 000 kW_e. Celková výroba elektrické energie s možností dodávky konečným spotřebitelům by se mohla pohybovat okolo 4 100 MWh.rok⁻¹.

Graf: Vývoj spotřeby jednotlivých zdrojů a vývoj výroby elektřiny v SZT**Graf: Vývoj podílu jednotlivých zdrojů na spotřebě**

6.6. Výběr technologií

6.6.1. Přehled zvolených technologií a jejich popis

Volba technologického řešení demonstračního projektu je podřízena požadavku stanovení výchozích okrajových podmínek modelového příkladu, který reflektuje ukazatele reálných provozních podmínek SZT v ČR. Důraz je kladen na splnění podmínky účinné soustavy tak, aby bylo možno čerpat dotační prostředky na jednotlivé investiční záměry a zároveň minimalizovat dopady do konečné ceny tepla pro odběratele (udržitelnost SZT). Ve všech případech se bude jednat o zdroje tepla s tepelným výkonem nižším než 20 MW_t.

Zdrojová základna

- Původní plynové kotle budou využívány jako záloha nebo budou nahrazeny kondenzačními kotli
- Instalace KGJ na zemní plyn odpovídá investičnímu záměru, který vychází ze situace před vojenským napadením Ukrajiny, tedy dostatku a dostupnosti zemního plynu. Stávající technické možnosti provozu kogeneračních jednotek umožňují, bez významnějšího zásahu do systému spalování, spoluspalování 20 až 30 % vodíku. Do budoucna však bude možno, po modifikaci spalovací části (délka plamene) využívat vyšších podílů vodíku. V případě syntetických plynů nebo biometanu odpadá potřeba modifikace spalovací části KGJ (dominantní zastoupení metanu v palivu). Výhodou provozu zdrojů v KVET režimu je možnost, po splnění podmínek pro vysoce účinnou kombinovanou výrobu, čerpat provozní podporu nebo aukční bonus. V rámci demonstračního projektu je možno nákup alternativních komodit řešit formou certifikátů (offsetová řešení) nebo lokálním způsobem, kdy by bylo možno využít dodávek stlačeného paliva nebo zkapalněného paliva. Zde vycházíme z předpokladu, že by akumulační nádoby i jejich provoz zajišťovala dodavatelská společnost, od které by se přímo nakupovala tato alternativní paliva s nízkou nebo neutrální uhlíkovou stopou.
- Využití biomasy je limitováno prostorovými požadavky, její kvalitou, cenou a dostupností. Z tohoto důvodu není řešena možnost využít výroby z kombinované výroby elektřiny a tepla pro tuto palivovou základnu. V rámci demonstračního projektu je zdroj na biomasu instalován do soustavy II, přičemž je možno ji do budoucna výkonově modifikovat o další kotel a transport paliva. Pro optimalizaci v oblasti dimenzování a následného provozu (regulační rozsah kotlů, potřeba obsluhy) bude zapotřebí instalovat i akumulační zásobníky. V případě dimenzování bude zapotřebí zohlednit i možnost propojení soustavy I a II tak, aby bylo možno reagovat na situaci a vývoj na trhu s komoditami (konec životnosti nebo efektivity provozu KGJ v soustavě I). Výkonově méně významný zdroj na biomasu bude instalován v soustavě III.
- V rámci průmyslových areálů je očekáváno významnější snížení konečné spotřeby díky úsporným opatřením, ale i stabilita a mírný nárůst výroby. Zde se bude významně projevovat tlak na uhlíkovou stopu průmyslových provozů, a proto budou i ze strany těchto soukromých subjektů iniciována jednání se SZT o možnostech snižování uhlíkové stopy v rámci dodávky tepla. V případě provozů s potřebou chlazení se budou významněji uplatňovat průmyslová tepelná čerpadla s vyšší teplotou výstupní vody, tedy zařízení s provozními chladivy typu CO₂ nebo „hydrofluoroolefiny“ (HFO - chladiva IV. generace).
- Standardní tepelná čerpadla budou uplatňována v lokálních aplikacích
- Doplňkovými zdroji výroby elektrické energie ke kogenerační jednotce/kám budou v rámci energetické komunity postupně realizovány FV elektrárny a v dané lokalitě nejlépe i větrná elektrárna. Tím bude zajištěna diversifikace výroby elektřiny v čase s možností využití přebytků.
- Snižování ztrát na rozvodech souvisí s dostupností finančních prostředků ze strukturálních fondů nebo prodeje emisních povolenek (Modernizační fond) a snižováním konečné spotřeby (požadavků na tepelný výkon a teplotní úroveň teplotnosného média). Standardně bude využíváno předizolovaného provedení s uložením v zemi ve stávajících trasách (povolovací procesy).

Snižování konečné spotřeby vychází z předpokladu provádění tepelně-izolačních opatření, technologických úsporných opatření, využívání efektivních spotřebičů a monitorování údajů o spotřebách energie konečnými odběrateli. Počítáno je se zajištěním služby ze strany SZTE (energetické komunity), která konečným spotřebitelům pomůže s realizací komplexních energetických úspor a s vhodným nastavením celého energetického konceptu zapadajícího do strategie SZTE.

Časová posloupnost implementace zdrojů:

- Do roku 2020 jsou provozovány původní zdroje tepla na zemní plyn.
- V časovém mezidobí 2020 – 2030 jsou nebo budou implementovány kogenerační zdroje s využitím podpory výroby elektrické energie z vysoceúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla. Zároveň bude vybudována biomasová kotelná (štěpka) bez výroby elektrické energie (dostupnost a cenová úroveň štěpky, požadavky na skladování a prostorové požadavky na technologii zdroje tepla). Zároveň dojde k rozvoji instalace FVE a tepelných čerpadel. Splnění požadavku na účinnou soustavu bude možno čerpat dotační prostředky na výměnu původních rozvodů tepla. V odůvodněných případech budou instalovány lokální zdroje tepla (kondenzační kotle, plynová tepelná čerpadla. V případě průmyslových odběrů je očekáváno snížení konečné spotřeby tepla, které bude způsobeno uvědomělých chováním soukromých subjektů (efektivnost) a čerpáním dotací.
- V časovém intervalu 2030 – 2040 bude razantněji vytěšňováno fosilní palivo, v našem případě zemní plyn. Pro provoz kogeneračních jednotek bude využíváno vodíku nebo bioplynu a to formou přímého spalování (akumulační zásobníky, zkapalněný nebo stlačený energetický nositel, formou přimíchávání do distribučního potrubí zemního plynu nebo způsobem off-setů. Dále se budou rozvíjet implementace tepelných čerpadel a FVE. Provoz takto diverzifikované palivové základny bude záviset na požadavcích konečných odběratelů, systému MaR a provozu kogeneračních jednotek.
- V časovém období po roku 2040 bude kladen důraz na vytěsnění nebo minimalizaci fosilních paliv. Palivovým mixem pro zdrojovou základnu bude biomasa, bioplyn (biometan), vodík a v omezené míře zemní plyn. Naopak bude podpora růstu podíl využití elektrické energie pro tepelná čerpadla a výroba z FVE.

6.6.2. Alternativní a doplňkové možnosti řešení dodávky tepla

Popis možných modifikací a alternativ navrženého řešení, včetně možných doplňkových podvariant:

- Instalace tepelných čerpadel v kombinaci s kogeneračními jednotkami
- Instalace tepelných čerpadel v kombinaci s biomasou jako zdroje tepla pro letní provoz a přechodné období (cyklování zdroje na biomasu, potřeba obsluhy, výkonový rozsah)
- Kombinace tepelných čerpadel s výrobou elektrické energie z fotovoltaických kolektorů nebo výrobou elektrické energie z větru
- Instalace kombinované výroby elektřiny a tepla z biomasy – protitlaká turbína, kondenzační odběrová turbína, ORC cyklus.
- Využití termických solárních kolektorů – doplněk k biomasovému zdroji
- Energetické využití odpadů pro produkci bioplynu nebo biometanu
- Výrobu vodíku s využitím fotovoltaických kolektorů, elektrola, akumulace a následné spalování nebo transformace s využitím palivového článku zpět na elektrickou energii
- Instalace elektrických kotlů tak, aby bylo možno využívat výroby tepla v rámci regulace elektrizační soustavy.
- Doplnění zdrojů tepla o možnost služeb v oblasti nabíjecích stanic pro elektromobily apod.
- Komunitní energetika – vytvoření společenství odběratelů tepla, municipality a společnosti provozující SZT.
- Instalace lokálních zdrojů tepla a chladu, která budou v majetku provozovatele SZT a budou zajišťovat tyto dodávky pro konečné odběratele.

6.7. Vyhodnocení případové studie

6.7.1. Rekapitulace pokrytí potřeby tepla (výchozí vs. konečný stav)

Tato případová studie vychází ze záměru postupného vytěsňování fosilního paliva, tedy zemního plynu. Historicky byly původní uhelné kotle nahrazeny plynovými kotli a v úrovni roku 2020 bylo rozhodnuto o postupné náhradě těchto zdrojů s využitím dostupných moderních technologií, legislativních požadavků, stability na poli palivové základny a potřeby udržitelnosti SZT (tedy přínosů z prodeje elektrické energie pro zachování ceny tepla konečným odběratelům). Potřebný instalovaný výkon kotlen tak odpovídal i požadavku na zajištěný výkonového pokrytí výroby elektrické energie v režimu KVET. Zároveň tímto krokem bylo dosaženo toho, že se vybraná část soustavy TV stala účinnou a je tak možno čerpat dotační prostředky. V úrovni roku 2030 se, v porovnání s rokem 2010, očekává pokles potřebného instalovaného výkonu a to až o 30 %, což je inovací zdrojů, snižováním ztrát v rozvodech a snižováním konečné spotřeby. Zde se již z cca 1/3 řeší výroba tepla pro SZT s využitím biomasy, jejíž další rozšíření je limitováno zejména prostorovými požadavky pro zdroj a její dostupností. V roce 2040 se již očekává významné vytěsnění zemního plynu, jehož dostupnost, uhlíková stopa a cenová úroveň bude toto fosilní palivo nadále přirozeně vytěsňovat. Z hlediska diverzity zdrojové základny a možností distribuční sítě zemního plynu v ČR (vtlačení vodíku, biometanu apod.) však spatřujeme stále potenciál jeho dostupnosti a uplatnění. S ohledem na situaci v rámci uplatňování Greendeadu, „fit for 55“ a dalších nástrojů pro snižování uhlíkové stopy, bude po eliminaci zemního plynu dosaženo nastíněného palivového mixu, kdy již budou plně nahrazena fosilní paliva. Potřebný výkon zdrojů tepla, ve srovnání s rokem 2010, může tak poklesnout až o cca 50 %.

6.7.2. Ekonomické zhodnocení

Teplárenství, jako jeden z energetických segmentů České republiky, vykazuje velký potenciál a to zejména díky historickému pojetí zásobování teplem a chladem konečných zákazníků. Vybudování centrálních zdrojů a zejména rozvodů tepla a chladu umožňuje zvyšovat bezpečnost dodávek tepla a chladu a zároveň naplňovat krizové scénáře v oblasti potřeby decentralizace výroby elektrické energie. Mimo tyto aspekty je možno u zdrojů a systému SZT:

- dynamičtěji reagovat na budoucí potřeby zajištění regulačních služeb v rámci přenosové nebo distribuční elektrizační sítě – uplatňování nestabilní výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů spolu v kombinaci s omezenými možnostmi regulace jaderných elektráren a elektromobility.
- efektivněji řešit potřebu změny palivové základny – soudobost odběrů, dimenzování zdroje tepla, dodávka nebo uskladnění paliva, investiční náklady jsou příznivější u realizace výkonově významnějších zdrojů než u jednotlivých zdrojů, jejich konečný výkon je srovnatelný s výkonově významnějším zdrojem apod.
- vytěsnění produkce emisí např. NO_x nebo tuhých látek mimo centra měst apod.

Časový rámec hodnocení zdrojové základny, potřebného výkonu a dodávek tepla neumožňuje objektivní vyhodnocení investiční náročnosti. Jedná se zejména o dynamicky rostoucí náklady na realizaci stavebních a technologických částí, turbulentní ceny jednotlivých komodit, dostupnost dotačních prostředků, ovlivňování konečné spotřeby na základně sociální a ekonomické stability konečných odběratelů a v neposlední řadě nově „energetické chudoby“.

Pro názornost tak uvádíme investiční náklady nebo měrné investiční náklady u opatření, která je možno realizovat v období let 2020 až 2025 v cenové úrovni roku 2022.

Zdrojová základna

- kogenerační jednotka o výkonu 500 kW_e (NO_x 500 mg.Nm⁻³) včetně doprovodné technologie a akumulace 15 ÷ 20 mil. Kč bez DPH
- výstavba výtopy na štěpku o výkonu 3 MW_t (včetně budovy, automatizovaný provoz, akumulace tepla) 50 ÷ 80 mil. Kč bez DPH

Rozvody tepla a výměňkové/předávací stanice

- | | |
|--|--------------------------------------|
| ▪ Předizolovaná potrubí (dle dimenze, způsobu uložení, dvoutrubkové provedení, nutnost úpravy povrchu – silnice, chodník, zeleň) | 10 000 ÷ 35 000 Kč bez DPH/bm |
| ▪ Předávací stanice | 1,0 ÷ 3,0 Kč bez DPH.W ⁻¹ |
| ▪ Výměňková stanice | 1,5 ÷ 4,0 Kč bez DPH.W ⁻¹ |
| ▪ Typizovaná domovní stanice (ÚT a TV) | 120 ÷ 200 tis. Kč bez DPH |

6.7.3. Popis rozhodovacích procesů potřebných pro další investice do SZT

Základním kritériem pro rozhodovací procesy je majetková struktura společnosti, která vlastní nebo provozuje zdroje a rozvody tepla. V tomto případě se jedná o jednu společnost, která je majitelem zdrojů i rozvodů. 40 % účast soukromého subjektu však iniciuje tlak na ekonomickou efektivnost vložených prostředků plynoucích z majetkového podílu. Naopak vlastnická dominance města umožňuje vyváženěji reagovat na sociální podmínky v dané lokalitě a výhledově i na možnou energetickou chudobu vybraných konečných odběratelů.

Ze strategického hlediska by tam mělo být v rámci rozhodovacích procesů zohledněny aspekty, které by následně podléhaly multikriteriálnímu hodnocení na základě krátkodobých, střednědobých nebo dlouhodobých cílů:

- Stávající výše ceny tepla a rozdělení na fixní a variabilní složky
- Stáří zdrojů tepla, rozvodů tepla a předávacích/výměňkových stanic
- Trend odběrů tepla, skladba konečných odběratelů, jejich sociální a ekonomické aspekty, zastoupení průmyslových potřeb na konečné spotřebě/odběru energie
- Dostupnost komodit, jejich cenová stabilita
- Nutnost vstupu dalšího investora nebo společníka do společnosti
- Dostupnost dotačních titulů
- Robustnost a odbornost vlastní zaměstnanecké základny
- Závazky nebo cíle ČR, EU, státní energetické koncepce, krajské energetické koncepce, místní energetické koncepce
- Legislativní nástroje

6.7.4. Potenciál komunitního projektu

Vlastnická dominance municipality má ještě jednu potenciální výhodu, kterou je možnost aktivní iniciace vzniku komunitního projektu.

6.7.5. Příspěvek k dekarbonizaci

Stanovení uhlíkové stopy je v současné době dosti problematické. Jedná se zejména o emisní faktor elektrické energie z veřejné sítě ($0,46 \div 0,65 \text{ tun CO}_2.\text{MWh}^{-1}$ dle metodiky výpočtu), nákup certifikátů „zelené energie“, uhlíková stopa bioplynu (nikoliv „biometanu“) a v neposlední řadě i nastavení uhlíkové stopy u biomasy (např. štěpky, kterou je nutno nejprve zpracovat jako palivo (kácení, přeprava, drcení apod.), vodíku (zelený, šedý, tyrkysový) apod. Z hlediska časové řady hodnocení projektu je však možno konstatovat, že již k roku 2023 lze očekávat snížení emisní stopy v řádu desítek procent, do roku 2050 je očekávat značné přiblížení k predikované uhlíkové neutralitě.

7. Druhá případová studie

7.1. Charakteristika výchozího stavu

Jedná se o SZT s převažujícími odběry v rezidenčním sektoru s charakteristikou výchozího stavu:

- Původní robustní zdroj > 20 MW_t – teplárna pro průmyslový charakter odběru tepla (pára) a zásobení bytových a rodinných domů (pára, horkovod, teplovod)
- Primárním palivem je uhlí, zdroj provozován v režimu KVET i kondenzační výroby elektrické energie > 1 MW_e
- Rozvody SZT jsou průběžně rekonstruovány
- Průběžně probíhá optimalizace provozu zdroje tepla a výroby elektrické energie
- S ohledem na požadavky provozu byly provedeny značné investice do deNO_x, deSO_x, snižování vlastní spotřeby zdroje apod.
- Průběžná inovace a zdokonalování systému MaR
- Klesající odběr s ohledem na prováděná opatření v rámci průmyslu i bytového sektoru
- Odkup/odběr odpadního tepla z průmyslového zdroje

Tabulka: Základní charakteristiky SZT

	Charakteristika	Hodnota / popis	Poznámka
1	Vlastnictví SZT	100 % komerční	
2	Výchozí struktura zdrojů	100 % uhlí	plnění podmínek vysoceúčinné SZT
3	Parametry dodávky	90 °C / 150 °C	teplovod / parovod
4	Roční dodávka	≥ 350 000 MWh	
5	Struktura dodávky	30 / 70 %	rezidenční / průmyslový odběr

7.1. Předpokládaný vývoj SZT

- Inovace zdrojové/palivové základy s ohledem na požadavky odběratelů a ceně emisních povolenek (zemní plyn, biomasa, uhlí) > 20 MW_t
- Zachování účinné soustavy SZTE s výrobou v režimu KVET (i kondenzačním)
- Spolupráce s odborníky za účelem minimalizace ztrát v rozvodech – modelování potřeby
- Optimalizace provozu zdroje s ohledem na udržitelnost soustavy SZTE (zajištění ceny tepla pro koncové odběratele)
- Intenzivní komunikace s průmyslovými odběrateli a jejich potřebami – nízkouhlíková strategie, provádění opatření za účelem snížení konečné spotřeby, požadavky na stabilitu a kvalitu dodávek (zateplování, změna energetického nositele, dvoustupňová tepelná čerpadla za účelem využití odpadního tepla z chlazení, rekuperace, systémy MaR, zavádění systémů ISO 50001 apod.)
- Průběžná inovace rozvodů a výměníkových stanic
- Výstavba nových zdrojů < 20 MW_t s akumulací za účelem eliminace ztrát v rozvodech a potřeb odběratelů. Např. v případě průmyslových odběratelů snížení dodávek tepla z důvodu vlastních technologických zdrojů s požadavkem zachování dodávek tepla (bez TV). Např. v případě bytových a rodinných domů a terciálního sektoru zachování ceny tepla a dostupnost technického řešení s ohledem na palivovou základnu (prostorové možnosti, inženýrské sítě, dostupnost paliva).
- Odpojování odběratelů nebo potřeba zajištění služby – lokální zdroje tepla (tepelná čerpadla, kondenzační kotle).
- Využití potenciálu střešních konstrukcí u odběratelů pro instalaci FVE

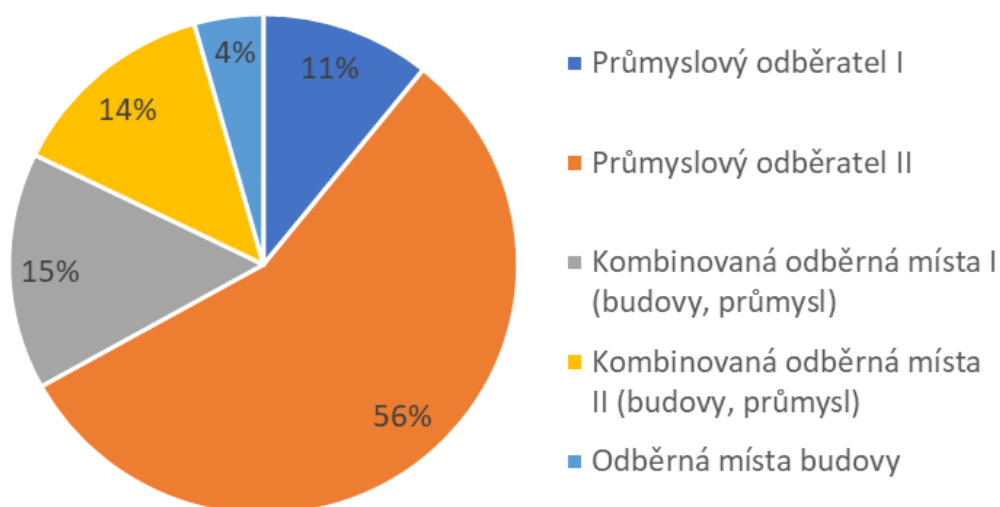
- Instalace tepelných čerpadel do míst s nově budovanými zdroji pro pokrytí potřeb TV
- Využití elektrických kotlů (v místě hlavního zdroje i nově budovaných zdrojů) pro výrobu tepla v době přebytků elektrické energie, akumulace tepla
- Připojení nových zdrojů odpadního tepla do provozované sítě SZT
- Poskytování služeb spojených s rozúčtováním; legislativně vyžadované dálkové odečty
- Adaptace technologie zdrojů tepla na budoucí skladbu energetického nositele v rámci plynové distribuční sítě (bioplyn, vodík, syntetické plyny)
- Využití termických solárních kolektorů
- Poskytování podpůrných služeb

7.2. Limitující faktory

- Původní účel zdroje tepla (průmyslové odběry, situování)
- Udržitelnost systému SZT – kladen důraz na cenu tepla pro konečné odběratele
- Požadavky kladené na úroveň emisních limitů
- Topologie a dimenzování původních rozvodů
- Požadavky průmyslových odběratelů a vývoj jejich potřeby dodávek v čase
- Informovanost odběratelů – média a manipulace ze strany subjektů instalujících lokální zdroje
- Legislativní opora
- Sociální a věkové složení obyvatel/odběratelů a jejich tržní síla
- Dostupnost biomasy (u blokových řešení upuštěno od kombinované výroby elektřiny a tepla)
- Prostorové možnosti a možnosti infrastruktury pro realizaci nových zdrojů tepla (biomasa, KJ)
- Průchodnost výstavby ZEVO
- Dostupnost TAP (tuhá alternativní paliva)
- Cena emisních povolenek
- Závislost na dotačních prostředcích
- Požadavky kladené na prokázání účinné soustavy (podmínka čerpání dotačních prostředků)
- Závislost na cenách paliva a výši emisních povolenek

7.3. Podrobnější charakteristika soustavy

Graf: Rozdělení spotřeby energie po jednotlivých větvích



7.4. Predikce spotřeby tepla a vývoj dodávky tepla

Soustava dodává více než 70 % energie průmyslovým odběratelům a méně než 30 % energie budovám a službám. Dominantní sektor průmyslu se výrazně projevil i v predikci stanovené spotřebě tepla, protože je velmi obtížné odhadovat vývoj trhu v několika odvětvích výroby, na níž je navázána i dominantní složka spotřeby – technologické teplo. Velmi významná část energetických úspor je tak dána spíše na straně zefektivnění výroby a dodávky tepla soustavou (především částečná decentralizace). U průmyslových areálů hrají z pohledu snižování energetické náročnosti roli tři faktory.

Prvním je dlouhodobé směřování k uhlíkové neutralitě a její navázání na možnosti financování nových záměrů – tzv. zelené úvěry. V tomto ohledu již sílí tlak ze strany odběratelů na nízký faktor CO₂ dodávaného tepla. Pokud jej dodavatel tepla nebude schopen zajistit, hrozí odpojení subjektu, který uhlíkovou neutralitu bude řešit v rámci svého výrobního areálu.

Druhým je současný bezprecedentní nárůst ceny energie, který se začíná výrazně promítat do výrobních nákladů. Odběratel je tak sám motivován řešit úsporná opatření, jejichž efektivita se s růstem ceny energie zvyšuje a návratnost vložených investic se zkracuje na úroveň považovanou průmyslovým odvětvím za smysluplnou.

Třetím faktorem je změna výroby v závislosti na poptávce a tržním prostředí. Poklesne-li poptávka po vyráběném zboží, lze předpokládat i významný útlum dodávky energie, pokud se zvýší poptávka, zvýší se i dodávka tepla. Tento faktor však nelze relevantně predikovat více než 5 let dopředu.

V rámci jednotlivých průmyslových odběratelů je uvažováno s realizací energeticky úsporných opatření, vyšším využitím lokálních obnovitelných zdrojů a dílčí změnou výroby. V rámci jednotlivých odběratelů je uvažováno s kolísáním spotřeby v rozsahu snížení o 10 – 35 % oproti roku 2020.

V sektoru budov je počítáno s realizací energetických úspor dle obecné kapitoly predikce spotřeby tepla. Významná část dodávky tepla slouží pro sektor služeb a veřejných budov.

V roce 2020 bylo zatepleno přibližně 60 % budov připojených k řešené SZT, pouze 7 % však kvalitativně odpovídající hlubší renovaci. Průměrná spotřeba tepla na vytápění činila v připojených budovách přibližně 66 kWh/m².a na vytápění a 22 kWh/m².a přípravy teplé vody.

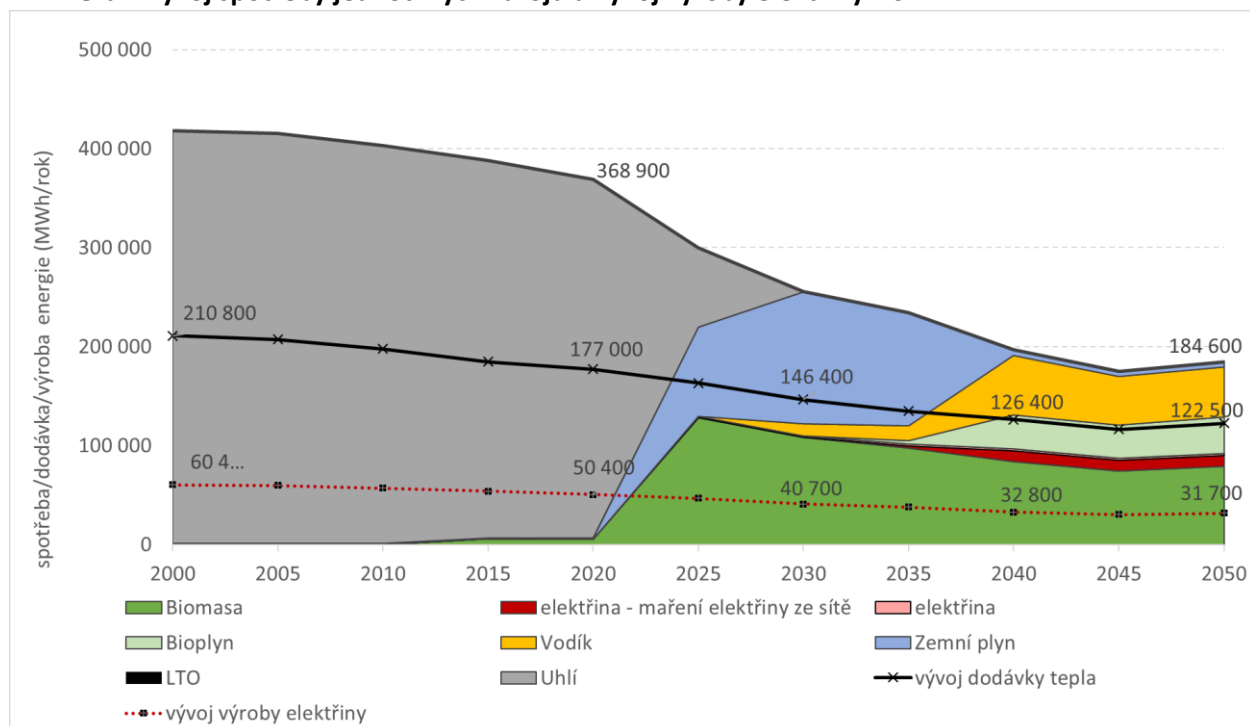
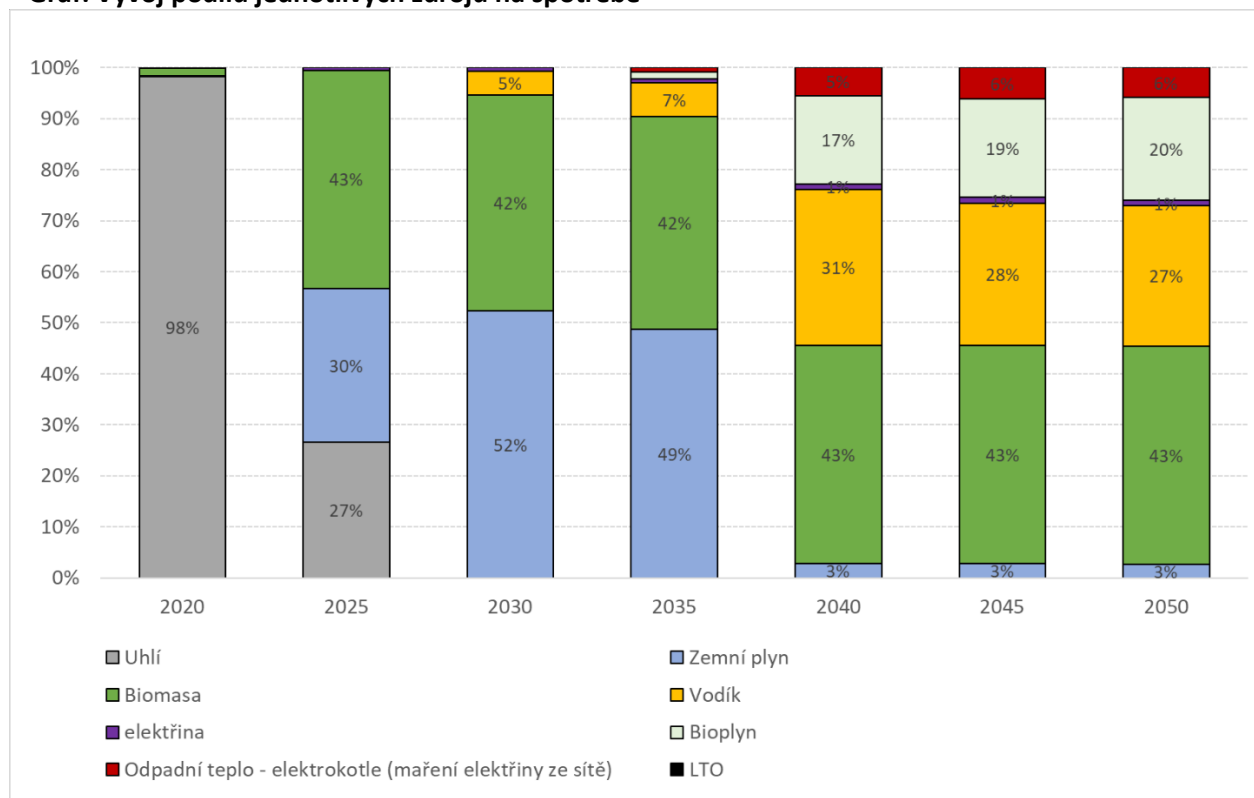
Do roku 2050 se tak předpokládá postupná realizace úspor kombinujících úspory energetického managementu, úspory na obálce budovy (včetně dodatečného zateplení nekvalitně zateplených budov) a úspor realizovaných na spotřebě teplé vody. Rychlost renovace budov lze jen těžko odhadovat, protože bude závislá především na vnějších ekonomických a geopolitických okolnostech, obecně však platí pravidlo, že jediná jistota bude energii spíše nepotřebovat, než spoléhat na její levnou dostupnost. Do roku 2050 tak bude v různé míře postupně renovováno 95 % připojených budov. Jejich průměrná spotřeba tepla na vytápění se bude pohybovat okolo 40 kWh/m².a, což odpovídá středně progresivnímu scénáři. Spotřeba energie na přípravu teplé vody bude realizována se zpožděním u 70 % odběratelů s průměrnou konečnou spotřebou v roce 2050 ve výši 17 kWh/m².a.

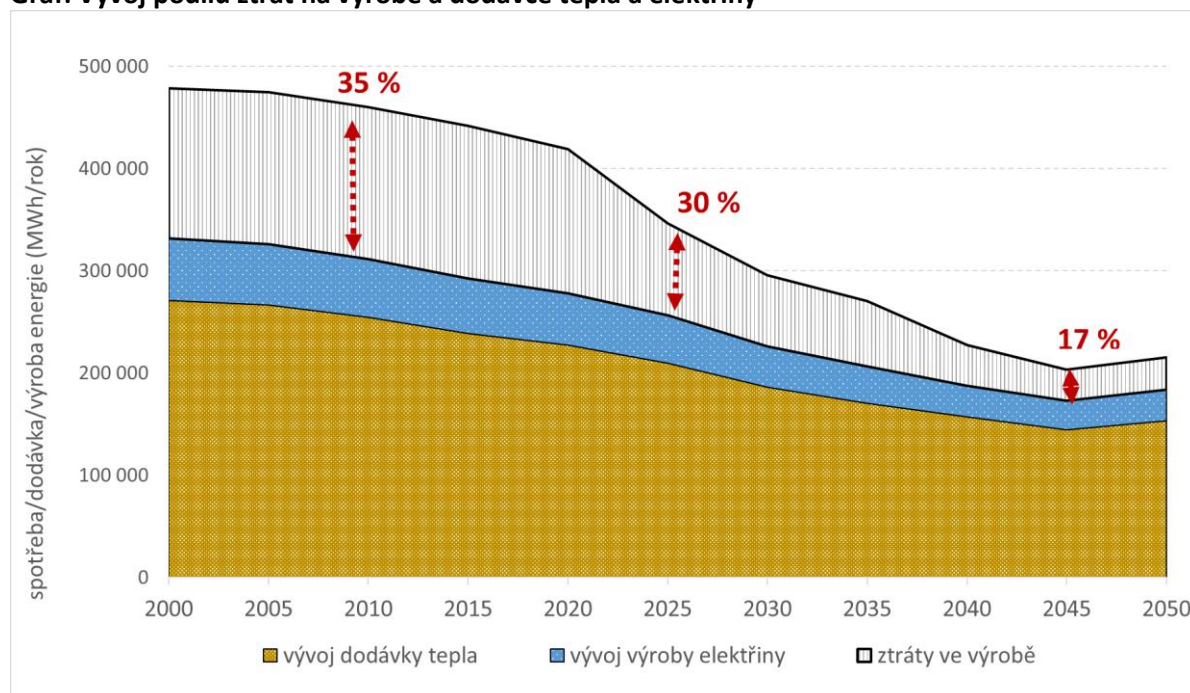
Část snížení spotřeby energie připadá i na odpojení části odběratelů především v období do roku 2030.

Odpojování od soustavy je pro tuto SZTE ohrožujícím faktorem, především v oblasti průmyslové výroby. Na druhou stranu je zde i vysoký potenciál v případě ekonomického růstu i navyšování odběrů ze strany průmyslových odběratelů nebo připojení nových výrobních hal. Spotřeba energie nových hal bude, s ohledem na současné a budoucí legislativní požadavky, velmi nízká. Vyšší spotřebu tak lze očekávat spíše v sektoru technologické spotřeby.

Do roku 2050 lze v mírně progresivním scénáři očekávat snížení odběru tepla ve výši 31 % oproti roku 2020.

Důležitou součástí SZTE je výroba elektrické energie. Ta je zajištěna pomocí KVET již dnes. Celkové množství vyrobené elektřiny je tak navázáno na výrobu tepla – se snižováním výroby tepla se bude snižovat i výroba elektřiny. Nicméně v čase poroste podíl výroby elektřiny na celé spotřebě energie SZTE a to ze současných 14 % na 17 %. Předpokládá se provoz kogeneračních jednotek a instalace fotovoltaických panelů na vlastních provozech a částečně u konečných spotřebitelů ve výši 1,8 MW_p.

Graf: Vývoj spotřeby jednotlivých zdrojů a vývoj výroby elektřiny v SZT**Graf: Vývoj podílu jednotlivých zdrojů na spotřebě**

Graf: Vývoj podílu ztrát na výrobě a dodávce tepla a elektřiny

Druhá případová studie vychází z konceptu původního zdroje tepla a elektrické energie zejména pro průmyslové účely (doplňkově odběry pro terciální sektor a bytový sektor), který se adaptoval na současné podmínky. I přes významné investice do zdrojové základny (účinnost, emise) se, s poklesem spotřeby tepla pro průmyslové odběratele, začíná významněji projevoval oblast účinnosti výroby tepla a distribuce tepelného energetického nositele.

Výše uvedený graf demonstruje dosahované přínosy v oblasti kombinované výroby tepla, monovýroby tepla a distribuce tepla. Od roku 2010 se do roku 2040 podaří zvýšit efektivitu výroby a distribuci energie o více než dvojnásobek, toto zefektivnění procesu výroby a dodávky energie je dáno vlivem:

- Decentralizace a přechod z páry na dodávky tepla
- Renovace rozvodů tepla
- Úprava zdrojové základny

V případě zdroje tepla jsou podnikány adekvátní kroky s cílem přizpůsobení se požadavkům odběratelů se zachováním kombinované výroby elektrické energie a tepla v co nejvyšší míře. Původní parní rozvody přispívají ke značným ztrátám v rozvodech tepla SZT. Zde je nutná komunikace s průmyslovými odběrateli za účelem změny energetického nositele např. na horkou nebo teplou vodu. Jedná se však o významné investice do technologických a otopných systémů. Řešením je však čerpání dotačních prostředků ze strukturálních fondů nebo z výnosů za prodej emisních povolenek. Dalším podpůrným nástrojem je požadavek na snižování uhlíkové stopy.

7.5. Výběr technologií

7.5.1. Přehled zvolených technologií a jejich popis

Volba technologického řešení u druhého demonstračního projektu je rovněž podřízena požadavku stanovení výchozích okrajových podmínek modelového příkladu, který reflektuje ukazatele reálných provozních podmínek SZT v ČR s významným podílem potřeb průmyslového odvětví. Důraz je kladen na splnění podmínky účinné soustavy tak, aby bylo možno čerpat dotační prostředky na jednotlivé investiční záměry a zároveň minimalizovat dopady do konečné ceny tepla pro odběratele (udržitelnost SZT). Instalovaný výkon centrálního zdroje pro SZT je > 50 MWt a zdroje tak součástí systému EU ETS (obchodování s emisními povolenkami), což je pro volbu palivové základny, při aktuální ceně emisní povolenky 80 ÷ 90 €/tun CO₂⁻¹, zásadní. V porovnání s prvním modelovým případem je od roku 2022 kladen vybranými průmyslovými odběrateli velký důraz na minimální uhlíkovou stopu spojenou

s dodávkami tepla a nutí tak majitele a provozovatele SZT k zásadním investičním do technologií na zemní plyn a biomasu.

Zdrojová základna

- Původní zdrojová základna založená na spalování uhlí bude průběžně inovována s cílem zachování KVET i výroby elektrické energie v kondenzačním režimu
- Mezi lety 2020 a 2030 budou provedeny zásadní inovace, které budou spočívat v:
 - náhradě části zdrojů na uhlí kotlem na zemní plyn o výkonu 50 MW_t (nižší emisní povolenky, vyšší účinnost, větší regulační rozsah)
 - výstavbou lokálního zdroje na biomasu pro potřeby průmyslového podniku o výkonu 5 ÷ 10 MW_t v místě dodávek tepla s ohledem na výkonové požadavky odběratele a velikost akumulace (pouze pro potřeby v otopné sezóně). Pokrytí technologické potřeby tepla bude řešena v rámci dotačních titulů majitelem průmyslového areálu.
 - vybudováním blokového zdroje tepla s kogeneračními jednotkami a plynovými kotli pro definovanou část s odběrateli typu municipality, bytové domy, rodinné domy a terciální sektor o potřebném tepelném výkonu pro SZT 8 ÷ 12 MW_t
 - vytěsněním uhlí jako paliva v původním centrálním zdroji s využitím biomasy a zemního plynu
 - instalaci fotovoltaických systémů
- Po roce 2030 již budou, s ohledem na technickou živost zdrojů instalovaných do roku 2030 a jejich palivovou univerzálnost (spoluspalování vodíku, bioplynu, biometanu, případně TAP), instalovány zdroje na nízkouhlíková paliva. V tomto časovém období bude nutno provést zásadní rozhodnutí ohledně dostupnosti, způsobu distribuce nebo skladování paliv. Doplnkově budou instalována tepelná čerpadla, fotovoltaické systémy, bateriová uložení a v širším měřítku poskytovány regulační služby pro distribuční elektrizační soustavu
- V rámci dalších průmyslových areálů je očekáváno významnější snížení konečné spotřeby díky úsporným opatřením, ale i stabilita a mírný nárůst výroby. Zde se bude významně projevovat tlak na uhlíkovou stopu průmyslových provozů, a proto budou i ze strany těchto soukromých subjektů iniciována jednání s SZT o možnostem snižování uhlíkové stopy v rámci dodávky tepla. V případě provozů s potřebou chlazení se budou významněji uplatňovat průmyslová tepelná čerpadla s vyšší teplotou výstupní vody, tedy zařízení s provozními chladivými typy CO₂ nebo „hydrofluoroolefiny“ (HFO - chladiva IV. generace).
- Standardní tepelná čerpadla budou uplatňována v lokálních aplikacích

Snižování ztrát na rozvodech souvisí s dostupností finančních prostředků ze strukturálních fondů nebo prodeje emisních povolenek (Modernizační fond) a snižováním konečné spotřeby (požadavků na tepelný výkon a teplotní úroveň teplonosného média). Standardně bude využíváno předizolovaných provedení s uložením v zemi.

Snižování konečné spotřeby vychází z předpokladu provádění tepelně-izolačních opatření, technologických úsporných opatření, využívání efektivních spotřebičů a monitorování údajů o spotřebách energie konečnými odběrateli.

Časová posloupnost implementace zdrojů:

- Do roku 2020 jsou provozovány původní zdroj tepla provozovaný v režimu KVET s dodávkou pro SZT a kondenzační výroby elektrické energie s využitím uhlí a minoritního spolu spalování biomasy.
- V časovém mezidobí 2020 – 2030 bude v rámci hlavního zdroje instalován parní kotel na zemní plyn (emisní povolenky) a repasovány vybrané uhelné kotle na spolu spalování uhlí a biomasy nebo prosté spalování biomasy (požadavky průmyslových odběrů – uhlíková stopa). Pro snížení ztrát v rozvodech bude provedena částečná decentralizace systému, kdy bude lokálně vystavěn zdroj na biomasu (bez výroby elektrické energie – prostorové a nákladové požadavky) a pro

zajištění potřeb odběrů s převažujícím bytovým charakterem využívání budou instalovány kondenzační kotle a kogenerační jednotky. Rovněž lze očekávat využívání vodíku bez nutnosti zásahu do spalování (hořáky). V tomto časovém intervalu dojde k úplnému vytěsnění uhlí.

- V časovém intervalu 2030 – 2040 bude palivový mix podřízen aktuální situaci a ekonomickým ukazatelům, včetně zohlednění technické doby života provozované technologie zdrojů tepla. Zde se již očekává využití bioplynu (biomatenu), tepelných čerpadel a FVE. Tepelná čerpadla budou instalována zejména v lokálním zdroji tepla pro bytový charakter využívání, kde doplní kogenerační jednotky. Významněji budou využívány regulační možnosti zdroje tepla (systémové služby) a akumulace energie (odpadní teplo z průmyslových provozů, elektrokotle, akumulace tepla u zdroje).
- V časovém období po roce 2040 bude kladen důraz na udržitelnost soustavy SZT. Palivový mix bude odpovídat aktuální situaci. S ohledem na požadované množství paliva budou využívány dostupné možnosti – skladování u zdroje (zkapalněná nebo stlačená forma plynů, štěpka), využívání distribuční sítě s plynem (mix paliv – zemní plyn, technické plyny, vodík, bioplyn, biometan apod.). Dále očekáváme rozvoj poskytování regulačních služeb, akumulace energetického nositele, instalaci tepelných čerpadel, elektrických kotlů a zaměření se vysoceúčinnou výrobu elektřiny a tepla. Rozvoj bude rovněž zaměřen do FVE.

7.5.2. Alternativní a doplňkové možnosti řešení dodávky tepla

Popis možných modifikací a alternativ navrženého řešení, včetně možných doplňkových podvariant:

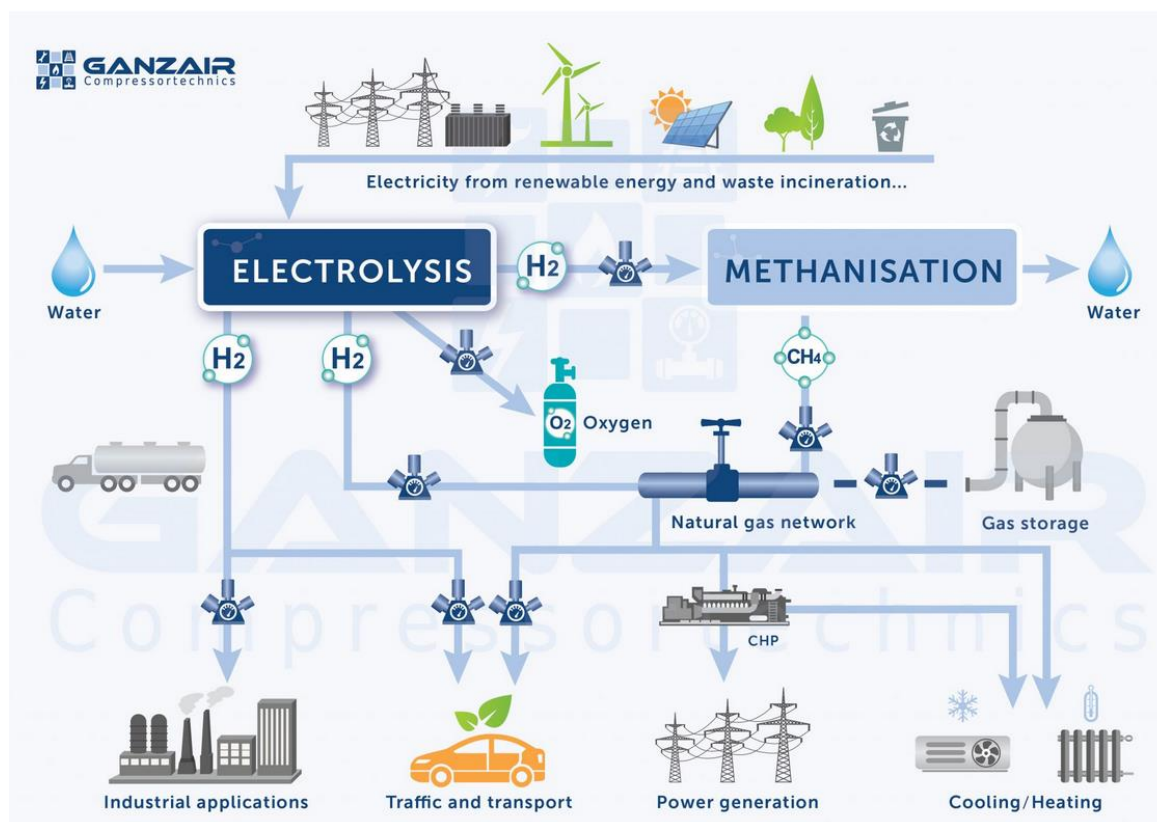
- Kombinace tepelných čerpadel s výrobou elektrické energie z fotovoltaických kolektorů nebo výrobou elektrické energie z větru
- Instalace kombinované výroby elektřiny a tepla z biomasy – protitlaká turbína, kondenzační odběrová turbína, ORC cyklus
- Využití termických solárních kolektorů
- Energetické využití komunálního odpadu nebo TAP
- Energetické využití odpadů pro produkci bioplynu nebo biometanu
- Výrobu vodíku s využitím fotovoltaických kolektorů, elektrolýza, akumulace a následného spalování nebo transformace s využitím palivového článku zpět na elektrickou energii
- Instalace elektrických kotlů tak, aby bylo možno využívat výroby tepla v rámci regulace elektrizační soustavy.
- Doplnění zdrojů tepla o možnost služeb v oblasti nabíjecích stanic pro elektromobily apod.
- Komunitní energetika – vytvoření společenství odběratelů tepla, municipality a společnosti provozující SZT
- Instalace lokálních zdrojů tepla a chladu, která budou v majetku provozovatele SZT, a budou zajišťovat tyto dodávky pro konečné odběratele.
- Offsetová řešení – investice do bioplynové stanice na výrobu biometanu
- Spalování kalů z ČOV
- Modulární jaderné reaktory 50 ÷ 300 MW s možností stabilní výroby tepla, elektrické energie, chladu a vodíku

Na níže uvedeném obrázku uvádíme alternativní možnost zajištění paliva nebo offsetového řešení s ohledem na snižování uhlíkové stopy společnosti – syntetický plyn. Velkou výhodou oproti vodíku je například:

- vyšší energetická hodnota kWh v objemu m³,
- velikost molekuly (prostup materiálu)
- energetická náročnost komprese

- uplatnění v rámci stávajících parametrů distribuční sítě zemního plynu a technického řešení hořáků – syntetické plyny mají obdobné % zastoupení metanu v celkovém složení dodávaného plynu jako je tomu u zemního plynu

Obrázek: Alternativní způsob zajištění paliva z OZE; zdroj: <https://ganzair.hu>



7.6. Vyhodnocení případové studie

7.6.1. Rekapitulace pokrytí potřeby tepla (výchozí vs. konečný stav)

Zastoupení potřeb průmyslových areálů na konečné spotřebě tepla značně ovlivňuje charakter provozu, volby a dimenzování zdroje tepla, včetně energetického nositele (pára, teplá voda). Vytěsnění páry je jedním z prioritních cílů společnosti vlastníci a provozující SZT. Původní potřeby tepla odběratelů (20. století) značně poklesly, nicméně adaptace na nové možnosti v oblasti výroby a distribuce tepla jsou v případě průmyslových podniků stále upozaděny, což je způsobeno dostupnou cenovou úrovní dodávek tepla bez potřeby důrazu na uhlíkovou stopu a dostupnou cenovou úrovní elektrické energie. Tomu odpovídá i potřebný výkon tepelných zdrojů, značné ztráty v distribuci a výroba elektrické energie – reprezentováno spotřebou v letech 2000 – 2020. Z těchto důvodů vykazovala i zvažovaná instalace absorpčního chlazení, ve srovnání s vybudováním zdrojů chladu na principu strojního chlazení, ekonomickou neefektivnost.

7.6.2. Ekonomické zhodnocení

Oproti menším SZT je, v případě druhé studie, kladen velký důraz na snižování uhlíkové stopy. Důvodem je výše ceny emisních povolenek, která se oproti předcházejícím letům zvýšila z úrovně $< 20 \text{ €} \cdot \text{tun CO}_2^{-1}$ na $> 80 \text{ €} \cdot \text{tun CO}_2^{-1}$ a požadavky odběratelů, kdy převažují potřeby průmyslových odběrů adaptujících se na tržní prostředí, které je směřováno do snižování uhlíkové stopy. Naplňování cílů v environmentální oblasti si již v prostředí výroby energie vyžádalo stamiliónové až miliardové investice, které směřovaly do výstavby technologií na deSO_x a deNO_x , což umožňovalo využívat uhlí, jako akceptovatelné a zejména finančně dostupné fosilní palivo. Odpisy těchto technologií stále zatěžují regulativní způsob stanovení ceny tepla.

Obecně jsou na management společností provozujících SZT kladeny velmi striktní požadavky ze strany průmyslových areálů, které vedou k nutnosti inovace zdrojové základny, což má zásadní dopady na výši ceny tepla a udržitelnost SZT. Nestabilita tržního prostředí v oblasti ceny komodit, potřeba významných investičních řešení, nedostatečná osvěta odběratelů (odpojování), dostupnost paliva a náročnost dynamicky měnících se legislativních požadavků a procesů vedou k výzvám, které je potřeba řešit. Z tohoto důvodu je potřeba klást důraz na vytváření konkurenčního prostředí, jasně definovaných pravidel v této oblasti podnikání a zejména zajištění dotačních prostředků pro udržitelnost SZT.

Zdrojová základna	
výstavba výtopny na štěpku o výkonu 10 MW _t (včetně budovy, automatizovaný provoz, akumulace tepla)	100 ÷ 150 mil. Kč bez DPH
doplnění zdroje tepla na zemní plyn o výkonu 50 MW včetně MaR integrované do technologie teplárny (bez zásahu do výroby elektřiny)	180 ÷ 250 mil. Kč bez DPH
rekonstrukce uhelného kotle o výkonu 40 MW _t na spalování biomasy nebo TAP s uzpůsobením dávkování a skladu uhlí pro biomasu a procesu čištění spalin	700 ÷ 1 000 mil. Kč bez DPH
zdroj na biomasu o výkonu 5 ÷ 10 MW _t s akumulací a využitím objektu v místě dodávky (průmyslový areál)	150 ÷ 200 mil. Kč bez DPH
bateriové uložení o výkonu 1 MWh („all in one“)	15 ÷ 22 mil. Kč bez DPH
Rozvody tepla a výměňkové/předávací stanice	
Předizolovaná potrubí (dle dimenze, způsobu uložení, dvoutrubkové provedení, nutnost úpravy povrchu – silnice, chodník, zeď)	10 000 ÷ 35 000 Kč bez DPH/bm
Předávací stanice	1,0 ÷ 3,0 Kč bez DPH.W ⁻¹
Výměňková stanice	1,5 ÷ 4,0 Kč bez DPH.W ⁻¹
Typizovaná domovní stanice (ÚT a TV)	120 ÷ 200 tis. Kč bez DPH

7.6.3. Popis rozhodovacích procesů potřebných pro další investice do SZT

Majitelem zdroje tepla i rozvodů je soukromý subjekt. Obecným cílem soukromých subjektů maximalizace zisku. Mezi nejvýznamnější odběratele patří rovněž soukromě vlastněné průmyslové subjekty. Naplno tak nastávají podmínky tržního prostředí, přičemž mezi konečné odběratele patří terciální sektor (služby), ale i municipality a fyzické osoby (bytové domy, rodinné domy). V tomto případě se více než v prvním případě promítají legislativní podmínky, sociální odpovědnost, potřeba zisku, udržitelnost a dotační prostředky. V případě rozsáhlejších SZT vstupují do hry i zdroje odpadního tepla, které mohou být značně nestabilní (výkon, období dodávky tepla) a je potřeba ošetřit zálohovatelnost těchto zdrojů.

7.6.4. Příspěvek k dekarbonizaci

I přes nejednoznačné okrajové podmínky pro kalkulaci uhlíkové stopy, je pro soukromý podnikající subjekt provozující SZT s dominantním odběrem u průmyslových areálů, zapotřebí reflektovat potřeby těchto soukromých podnikajících subjektů. Volba palivové základny je tak jednoznačněji formována s ohledem na nízkouhlíková paliva a strategie. Nutnost investic však není ve všech případech rovnoměrně rozložena mezi investora (provozovatel SZT) a odběratele (soukromého subjektu). Zde spatřujeme nutnost dialogu, který by vedl k rovnoměrnému rozložení investic s cílenou možností čerpání dotačních prostředků pro naplňování cílů obou subjektů.

8. Závěry a doporučení

Tato část studie se skládá z obecných závěrů a doporučení na základě analýzy vstupních dat a stanovení okrajových podmínek pro případové studie.

Jelikož případové studie byly provedeny jako jednovariantní a přinášejí tak pouze dva bytí relativně vysoce reprezentativní případy možné transformace teplárenských soustav, nebylo možné zohlednit veškeré možné varianty nebo provést citlivostní analýzu na všechny zásadní parametry.

8.1. Zobecnělé závěry z obou případových studií

Pro zachování a rozvoj konkrétní teplárenské soustavy hrají roli i místní podmínky, ale i ty lze zobecnit. O to se pokusíme v následujícím přehledu.

- Dlouhodobě je s ohledem na vnější vlivy (geopolitická situace, nárůst ceny energie, legislativní požadavky v oblasti energetické náročnosti budov, programy podpory úspor energie, apod.) nezbytné počítat s postupným snižováním spotřeby u konečných odběratelů. V oblasti dodávky tepla do budov v rozmezí 35 – 60 % do roku 2050 a v oblasti průmyslového odběru na úrovni 20 – 40 %
- V oblasti odpojování se s ohledem na současnou geopolitickou situaci přechází v oblasti rizika odpojování z konkurenčního zdroje pro SZTE v podobě kotle na zemní plyn na tepelné čerpadlo. Pro SZT to představuje příležitost, protože tepelná čerpadla jsou investičně nákladnějšími zdroji s omezenou efektivní aplikovatelností. Poskytuje to tedy prostor k řešení dekarbonizace – zvýšila se hraniční cena tepla, od které je výhodné odpojení o SZTE
- V případě průmyslových odběratelů je nutno aktivně komunikovat jejich potřeby a očekávání s ohledem na uhlíkovou stopu jejich výrobků
- Konkurenceschopnost SZT vychází z adaptace na stávající a zejména budoucí podmínky a potřeby odběratelů.
- Diverzifikace palivového mixu je nutnou podmínkou pro zajištění bezpečnosti dodávek tepla a chladu
- Zapojení se do komunitních energetik a podpora elektromobility jsou dalšími z nástrojů pro zajištění ekonomické efektivnosti SZT
- Do budoucna je zapotřebí zvážit způsob zajištění nízkouhlíkových nebo bezuhlíkových paliv – logistika dopravy paliv (distribuční sítě, akumulace v místě spotřeby, skladování štěpky nebo TAP, offsetová řešení – nákup bioplynové stanice, investice do větrných nebo fotovoltaických elektráren, výroba vodíku apod.)
- Využití podnikatelských aktivit v oblasti poskytování regulačních služeb (KVET, elektrokotle, tepelná čerpadla, akumulace energie, baterie apod.)
- Příležitosti v připojování nových budov budou s ohledem na legislativní požadavky energetické náročnosti omezené – výhodné bude jen připojení velkých budov.
- Soustava se musí developerským projektům nabídnout řešení celého energetického konceptu čtvrti vedoucí k uhlíkové neutralitě, nikoliv pouhý prodej x GJ tepla. Musí tedy nabídnout zajištění tepla i elektřiny s nízkým uhlíkovým faktorem, případně faktorem primární energie z neobnovitelných zdrojů. To vede spíše k realizaci menších efektivních soustav šitých na míru energeticky pasivním budovám..
- V oblasti stávajících budov je pro SZT příležitostí opustit současný stav dodavatele tepla a zajistit konečným odběratelům komplexní služby cílené na dlouhodobě udržitelnou výši přípustné útraty za energii
 - Formou služby zajistit realizaci energeticky úsporných opatření u konečného spotřebitele (regulace, zateplování, úspora TV) a tím mít možnost řídit a predikovat budoucí spotřebu a udržet si odběratele

- Zapojit se do vniku energetických komunit, které budou nabízet i dodávku elektrické energie (výroba z OZE, KVET) za nižší ceny než je cena tržní
- Koncipovat soustavu pro dodávku tepla do energeticky úsporných budov s požadavky na nízké teplotní spády – SZT by měla zvýhodňovat cenu tepla pro odběratele s těmito požadavky oproti odběratelům, kteří požadují vysoké teplotní spády
- Možnost realizace a provozu OZE (solární termické kolektory, fotovoltaika, tepelná čerpadla) u konečných odběratelů zajišťujících efektivnější provoz a nižší konečnou cenu.

8.2. Podmínky pro zachování a rozvoj teplárenské soustavy

Z uvedených závěrů lze vytvořit přehled hlavních podmínek pro zachování a rozvoj teplárenských soustav.

	Podmínka	Popis / komentář
1	Přechod na dvousložkovou cenu tepla	Dvousložková cena je základem pro vytvoření “zdravého vztahu” mezi dodavatelem a odběratelem tepla. Umožní využít energetický management a pomocí nastavení parametrů odběrů ovlivnit výši celkové ceny za teplo. Další výhody pro odběratele mohou být lepší přehled o skladbě ceny, spravedlivější způsob účtování a možnost rovnoměrnějších plateb.
2	Aktivní účast na optimalizaci dodávky tepla	Dodavatel tepla ve vlastním zájmu poskytne odběrateli součinnost či přímo HW/SW pro regulaci tepla. Získá tím možnost lepší regulace celé soustavy a omezení potřeby špičkového výkonu.
3	Odpovědný přístup k nově připojovaným odběratelům	Dodavatel by ve vlastním zájmu měl poskytnout nové připojovaným subjektům technickou podporu. Přípojný výkon by měl nastavit podle předpokládané spotřeby tepla, nikoli podle dimenze zdroje tepla.
4	Přechod teplárenství k zákaznickému principu	Výrobci a dodavatelé tepla mají mnoho možností, jak se přiblížit konečnému zákazníkovi a současně si kompenzovat snížení příjmů vlivem energetické efektivity: ▪ Realizace a provoz lokálních zdrojů – kotelen, TČ, FVE, komplexního řešení ▪ Dodávka teplé vody lokální výrobou – instalace akumulace z FVE a sezónní ostavení hlavního zdroje ▪ Instalace patní regulace u koncových zákazníků ▪ Měření a regulace, monitoring spotřeby (nad rámec zákonné povinnosti) ▪ Dobíjecí stanice pro elektromobily (v rámci předávacích stanic) ▪ Služby nesouvisející s energetikou, např. provoz internetu, kabelové TV apod.

8.3. Návrhy úpravy legislativního, ekonomického, regulačního a politického rámce

Pro širší uplatnění a rozvoj ekonomicky proveditelných technologií je kromě významných dotací směřovaných aktuálně do daného sektoru potřeba přijmout další opatření.

Legislativní rámec České republiky v oblasti SZT, obnovitelných zdrojů, environmentálních požadavků, staveb, bezpečnosti a pravidel podnikání v energetických odvětvích vychází z evropské legislativy.

Pro podporu stability tržního prostředí a udržitelnosti SZT by bylo vhodné se zaměřit do oblastí:

- Zjednodušení systému výkaznictví, včetně zvýšení srozumitelnosti dané problematiky pro odpovědné pracovníky společností, zajišťují naplňování požadavků výkaznictví (softwarové podpory)
- Podpora osvěty pro konečné odběratele
- Podpora udržitelnosti a rozvoje SZT – odpojování, požadavky na státní a krajské energetické koncepce, podpora zdrojů účinné soustavy
- Environmentální požadavky s cílem snížení emisního zatížení zejména v centrech měst (tuhé látky, NO_x)
- Podporu dotačních projektů zaměřených do podpory koncepčních, systémových a energeticky stabilních projektů (black out, dostupnost paliv, energetická chudoba)
- Podpora decentralizované výroby elektrické energie (KVET) a regulačních služeb
- Jednoznačné nastavení podnikání v odvětví s alternativními palivy (parametry, možnosti distribuce, skladování, uhlíková stopa)
- Rozvoj sítě zemního plynu pro potřeby distribuce vodíku, biometanu, syntetických plynů apod.
- Nastavení možností regulativního rámce (dvousložková cena, podpora subjektů s odpovědným chováním v oblasti snižování konečné spotřeby)
- Úprava pravidel rozúčtování tepla mezi konečnými spotřebiteli – zjednodušení metodiky s cílem zajistit vyšší srozumitelnost pro konečné spotřebitele a zajištění vyššího podílu spotřební složky ke složce paušální – motivace ke snižování spotřeby energie
- Zvýhodnění odběratelů, kteří realizovali energeticky úsporná opatření oproti dodavatelům „nezateplených“ budov.

8.3.1. Územní (místní) energetická koncepce

Místní energetické koncepce jsou silným nástrojem, nicméně v ČR nemají historicky téměř žádnou váhu, byly často vytvářeny pro formu, převažovaly analytické části, návrhy opatření nebyly řešeny participativně a není s nimi dále pracováno.

Koncepce jsou zásadním nástrojem pro další rozvoj teplárenství a musejí se stát procesem nikoli pouhým dokumentem. Každá lokalita s SZT by měla mít danou jasnou koncepci rozvoje, aby každý konečný spotřebitel měl jasnou informaci:

- o parametrech soustavy v místě - v jaké lokalitě se nachází (větev SZT), výkon, zdroj, aktuální cena, marže dodavatele, způsob dodávky – teplo/teplá voda, teplota topné vody, apod.
 - o ceně s předstihem (po vzoru Rakouska je i vhodné předem stanovovat výši marže dodavatele tepla)
- jaké se chystají změny, investice a s jakým dopadem na konečného odběratele
 - Příklad: Daná větev (část SZT) bude renovována v roce 2022, od topné sezóny 2022/2023 bude snížena teplota topné vody, je potřeba přizpůsobit otopné soustavy a zejména tepelně technické parametry připojených budov (zateplením)

9. Zdroje a odkazy

1. <https://www.eru.cz/zpravy-o-provozu-teplarenskych-soustav#2021>
2. <http://www.spvez.cz/pages/aktuality/akt603.htm>
3. <https://oenergetice.cz/teplarenstvi/cr-zapojena-projektu-zlepseni-vlastnosti-czt-ve-stredni-vychodni-evrope>
4. <https://ekonom.feld.cvut.cz/cs/katedra/lide/valenmi7/cic2030/reports/ipp-teplarenstvi-report-final.pdf>

5. <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/pod-vidni-drima-obri-zdroj-tepla-pro-statisice-domacnosti.mesto-ho-chce-vyuzit-do-deseti-let?fbclid=IwAR0VEzkhHDbFwmy6NZFpOFPRpn2BMSxnGSDVNGJLz2ty2SG57yJ0DNcNACA>
6. <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/43593/48917/575387/priloha001.pdf>
7. <https://oze.tzb-info.cz/akumulace-elektriny/21610-skladovani-elektriny-prostrednictvim-tepla-aneb-carnotovy-baterie-1-dil-principy-a-prehled>
8. <https://oze.tzb-info.cz/akumulace-elektriny/21727-skladovani-elektriny-prostrednictvim-tepla-aneb-carnotovy-baterie-2-dil-projekty-a-technologie-ve-svete-a-v-cr>

10. Příklady

10.1. Akumulace tepla

Možností, jak akumulovat teplo pro stabilizaci SZT je více, Na obrázcích níže je příklad tří akumulčních nádrží pro zlepšení účinnosti kotlů na biomasu, zvýšení stability soustavy a zmírnění vlivu špiček.



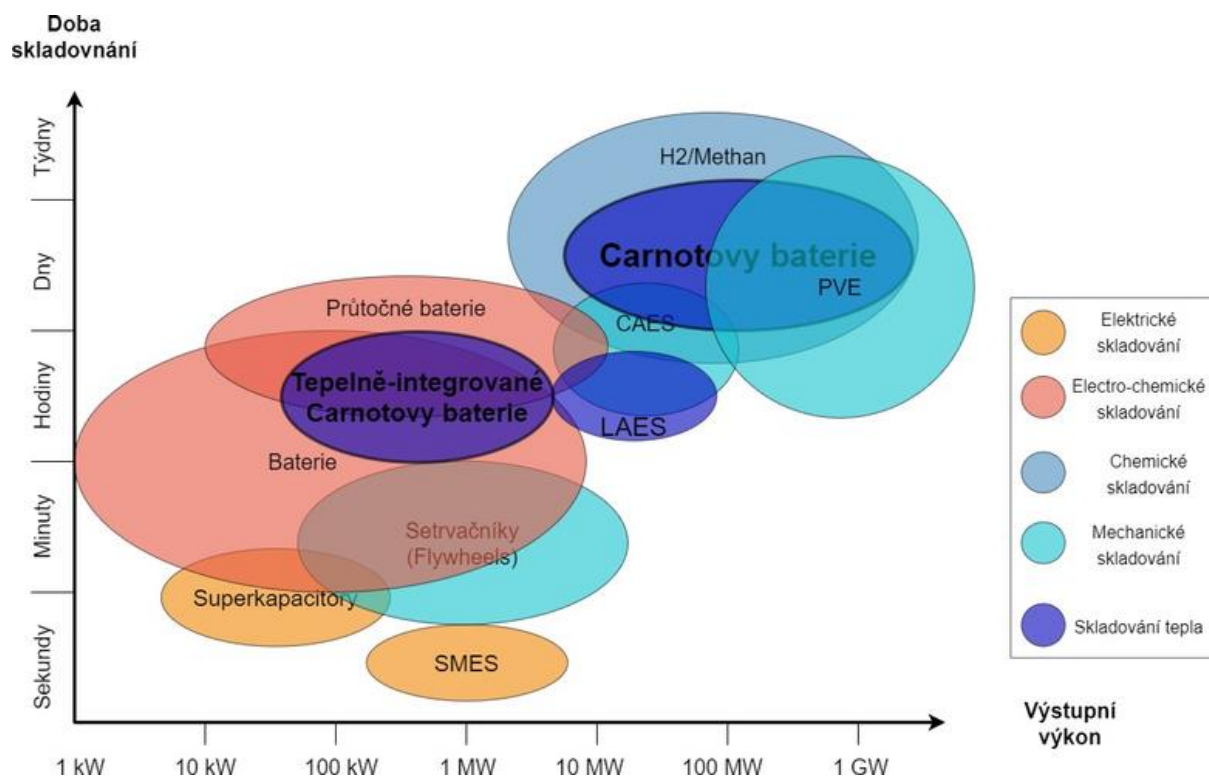
10.1. Lokální centralizace

Příkladem, že SZT lze budovat i v malém měřítku je obec Kněžice, která ke stávající soustavě SZT založené na bioplynové stanici a výtopně na biomasu (slámu a dřevní štěpku) byla vybudována dodatečná kotelná na dřevní štěpku pro zásobování rozvojové lokality pro 12 RD.



10.2. Informace o možnostech Carnotových baterií

Carnotovy baterie nabízejí relativně nízké měrné investiční náklady vztažené k počtu akumulčních cyklů, jejichž počet je v řádu desítek tisíc v průběhu desítek let životnosti. Naproti tomu se vyznačují nízkou účinností, v rozsahu 35 % až maximálně 75 %, v závislosti na konkrétní technologii. V porovnání s nimi mají baterie (lithiové) výrazně vyšší účinnost (okolo 85 % a více), avšak jsou omezeny počtem cyklů 5000–7000 za dobu životnosti zařízení. Pokud bychom uvažovali, že by měrné investiční náklady v EUR/MWh byly pro obě technologie podobné, budeme se rozhodovat při volbě řešení s minimálními náklady podle ceny vstupní fluktuující elektřiny na vnitrodenním trhu.



Carnotovy baterie mohou najít využití v řadě průmyslových podniků a provozů, kde jsou zdroje odpadního tepla, pro které není dalšího využití. Zároveň díky špičkám v odběru elektřiny je zde v případě optimalizace odběru ze sítě díky skladování elektřiny prostor pro značné úspory.

Pro rychlé vyhodnocení potenciálu pro nasazení těchto systémů je možné použít níže uvedený model.

