

Aktualizace Územní energetické koncepce statutárního města Brna

červenec 2024



v souladu s požadavky zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s nařízením vlády ČR č. 349/2022 Sb., o státní energetické koncepci a o územní energetické koncepci.

5 Přílohy

5.7 Hodnocení využitelnosti obnovitelných a druhotných zdrojů energie

Obsah

1 ANALÝZA VYUŽITELNOSTI JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ OZE.....	4
1.1 Vodní energie.....	4
1.1.1 Stávající stav	5
1.1.2 Technický potenciál	6
1.1.3 Ekonomický potenciál	6
1.1.4 Přínos pro životní prostředí	6
1.1.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna	6
1.1.6 Závěrečné shrnutí.....	7
1.2 Větrná energie	8
1.2.1 Stávající stav	8
1.2.2 Technický potenciál	9
1.2.3 Ekonomický potenciál	9
1.2.4 Přínos pro životní prostředí	10
1.2.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna	10
1.2.6 Závěrečné shrnutí.....	10
1.3 Energie slunce (fotovoltaika, fototermika)	11
1.3.1 Stávající stav	13
1.3.2 Technický potenciál	16
1.3.3 Ekonomický potenciál	19
1.3.4 Přínos pro životní prostředí	19
1.3.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna	20
1.3.6 Závěrečné shrnutí.....	20
1.4 Bioplyn	21
1.4.1 Stávající stav	21
1.4.2 Technický potenciál	22
1.4.3 Ekonomický potenciál	22
1.4.4 Přínos pro životní prostředí	23
1.4.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna	23
1.4.6 Závěrečné shrnutí.....	23
1.5 Tepelná čerpadla	24
1.5.1 Stávající stav	26
1.5.2 Technický potenciál	28
1.5.3 Ekonomický potenciál	29
1.5.4 Přínos pro životní prostředí	29
1.5.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna	30
1.5.6 Závěrečné shrnutí.....	30
1.6 Odpady.....	31
1.6.1 Stávající stav	31
1.6.2 Technický potenciál	32
1.6.3 Ekonomický potenciál	33
1.6.4 Přínos pro životní prostředí	33
1.6.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna	34
1.7 Biomasa	35
1.7.1 Stávající stav	35
1.7.2 Technický potenciál	35
1.7.3 Ekonomický potenciál	37
1.7.4 Přínos pro životní prostředí	37
1.7.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna	37
1.7.6 Závěrečné shrnutí.....	37
1.8 Geotermální energie.....	38

1.8.1	Geotermální energie v ČR.....	38
1.8.2	Potenciál geotermální energie na území města Brna	40
Zdroj dat.....		41
Seznam tabulek a obrázků		42
Seznam tabulek		42
Seznam obrázků		42
Seznam zkratk		43

1 | Analýza využitelnosti jednotlivých druhů OZE

1.1 | Vodní energie

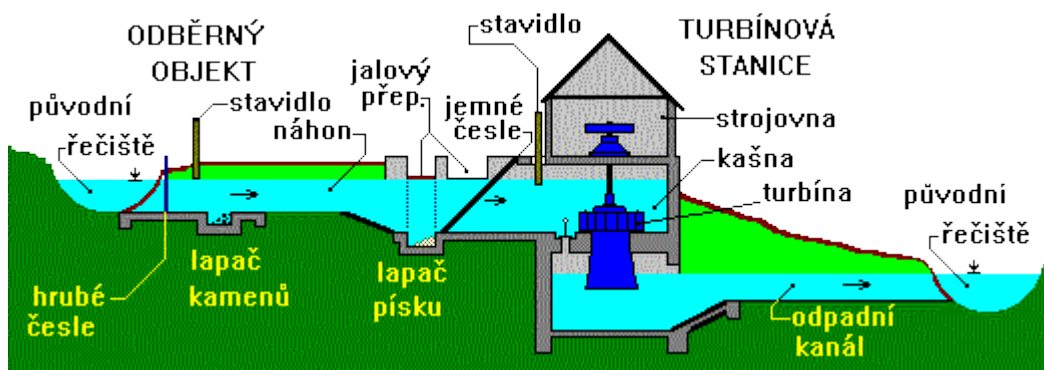
Vodní elektrárna je technologický celek, přeměňující potenciální energii vody na elektrickou energii. Jedná se také o vodní dílo ve smyslu platných právních předpisů. Obvyklý typ říční vodní elektrárny se skládá z přehradní hráze nebo jezu, tj. vodního díla, které zadržuje vodu, a ze strojovny, ve které jsou postaveny vodní turbíny a alternátory. Výhodou vodních elektráren je rychlý náběh a široké možnosti regulace výkonu. V roce 2019 dosáhla celková instalovaná kapacita hydroelektráren po celém světě 1 292 GW a vyrobily 4 200 TWh.

Množství využitelné energie vodního toku závisí na výškovém rozdílu dvou různých vodních hladin (čili na spádu, resp. vzájemném převýšení) a na průtoku vody. Pro energetické využití jakéhokoliv vodního toku bývá většinou nutné uměle vytvořit výškový rozdíl hladin. Toho se dosáhne tzv. vzdutím vody, což bývá zajištěno zřízením nižších jezů či vyšších přehrad. U přečerpávacích vodních elektráren bývá obvyklé vzdutí navíc doplněno o zvláštní výše položenou nádrž, tzv. horní nádrž, která může být umístěna někde stranou od původního vodního toku. V České republice je dnes většina vodních elektráren postavena právě při přehradách, v minulosti však bývaly malé vodní elektrárny v provozu téměř na každém jezu.

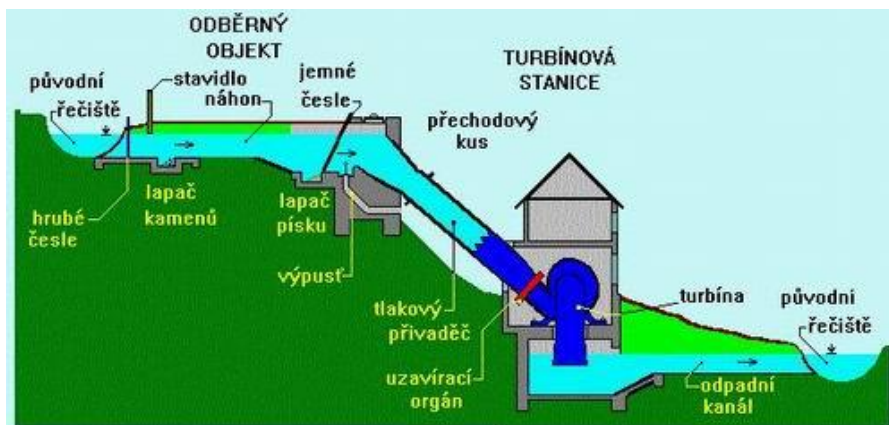
Rozdělení vodních elektráren

- a) malé (do 10 MW)
- b) střední (do 100 MW)
- c) velké (nad 100 MW)

- 1) nízkotlaké (spád do 20 m) jsou na jezích používají Kaplanovu turbínu (od spádu okolo 0,6 m)



- 2) středotlaké (spád od 20 do 100 m) typicky údolní přehrady používají Francisovu turbínu (spády od 40 m)



- 3) vysokotlaké (spád nad 100 m) při spádu nad 400 m používají Peltonovu turbínu



V České republice je jejich zástupcem přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně využívající spád 510,7 m

1.1.1 | Stávající stav

Ze všech sledovaných obnovitelných zdrojů se využití vodní energie ve sledovaném období rozvíjelo na území města Brna nejméně. Hlavní příčinou je skutečnost, že hydroenergetický potenciál vodních toků na území města byl již podobně jako v celé ČR v roce 2001 významně využíván. Výroba elektřiny ve vodních elektrárnách značně kolísá i meziročně vzhledem k rozdílným srážkovým poměrům v jednotlivých letech. Také rozdíly v jednotlivých měsících jsou nepravidelné, proto není výroba ve vodních elektrárnách na území města Brna efektivní celoročně.

Na území města Brna bylo dle ERÚ evidováno v roce 2022 v případě malých vodních elektráren - MVE, tj. elektráren s instalovaným el. výkonem do 10 MW_e 5 zdrojů s celkovým instalovaným výkonem 3,999 MW_e a výrobou elektřiny brutto téměř 5,9 GWh.

Tabulka 1: Seznam instalovaných malých vodních elektráren v Brně, rok 2022

Číslo licence	Provozovatel	Zdroj	Instalovaný výkon [MW _e]
110100339	ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.	MVE Kníničky	3,528

Číslo licence	Provozovatel	Zdroj	Instalovaný výkon [MW _e]
110100339	ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.	MVE Komín	0,246
110102045	BUREZ s.r.o.	MVE Husovice	0,06
110101862	Pavel Edler	MVE 2 - Valchařská Brno	0,03
111634065	JODA s.r.o.	MVE Mlýnské nábřeží	0,09
111734531	Soukromý provozovatel	MVE Cacovice 62/1, 614 00 Brno	0,075

Zdroj: ERÚ

Největší malou vodní elektrárnou na území města Brna je MVE Kníničky, provozovaná společností ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.. Vodní elektrárna Kníničky byla koncipována jako špičkový zdroj, určený k vykrývání zvýšené spotřeby elektrické energie v čase ranních a večerních energetických špiček. Uvedena do provozu byla v roce 1941.

1.1.2 | Technický potenciál

1.1.3 | Ekonomický potenciál

1.1.4 | Přínos pro životní prostředí

Vodní energie může mít několik přínosů pro životní prostředí. Jedním z hlavních výhod je, že se jedná o obnovitelný zdroj energie, což znamená, že využívá přirozených cyklů vody a není vyčerpáván tak rychle jako fosilní paliva. Další pozitivní vlivy zahrnují:

- 1) Nízké emise skleníkových plynů: Vodní elektrárny mají obvykle nízké emise skleníkových plynů v celém procesu výroby uhlíkové stopy ve srovnání s fosilními palivy, což přispívá k snižování celkových emisí skleníkových plynů a zmírňuje klimatické změny.
- 2) Žádná produkce toxických odpadů: V porovnání s jinými zdroji energie, jako je jaderná nebo fosilní energie, vodní energie nevytváří toxické odpady nebo radioaktivní materiály, což snižuje riziko negativního dopadu na životní prostředí.
- 3) Kontrola povodňových situací: Některé přehradní elektrárny mohou pomáhat kontrolovat povodňové situace tím, že regulují tok vody, což může chránit přilehlé oblasti před záplavami.
- 4) Vodní habitaty: Vytváření přehrad může vytvářet nová vodní habitaty, což může být prospěšné pro místní ekosystémy a biodiverzitu.

Je však důležité vzít v úvahu i potenciální negativní dopady vodní energie, jako jsou změny v ekosystémech řek a potoků, migrace ryb, a sociální dopady na komunity žijící poblíž vodních elektráren. S udržitelným plánováním a správou lze však mnohé z těchto problémů minimalizovat.

1.1.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Vzhledem k instalovaným výkonům v řádech jednotek MWh je vliv na soustavu SZTE města Brna takřka zanedbatelný.

1.1.6 | Závěrečné shrnutí

Vodní energií patří mezi nejčistší energetické zdroje obecně. Uhlíková stopa této energie v celém procesu LCA patří mezi nejnižší. Vzhledem k umístění města Brna na rovině a mimo významné evropské toky, je potenciál využívání vodní energie ve městě Brně malý.

1.2 | Větrná energie

Větrná energie je obnovitelná energie používaná k vytváření elektrické energie pomocí větrných elektráren (turbín) s využitím proudění vzduchu jako obnovitelného zdroje energie.

Nejobvyklejším využitím jsou dnes větrné elektrárny, které využívají síly větru k roztočení vrtule. K ní je pak připojen elektrický generátor. Teoreticky získatelný výkon je přímo úměrný třetí mocnině rychlosti proudící vzdušné masy. Protože rychlost větru značně kolísá, nedosahují větrné elektrárny po většinu doby nominálních hodnot generovaného výkonu.

V historii se větrné energie využívalo, místo převodu na elektřinu jako dnes, přímo ke konání mechanické práce. Větrný mlýn například mlel obilí, větrnými stroji se čerpala voda, lisoval olej, stloukala plst' nebo poháněly katry. Vítr se také používá k pohonu dopravních prostředků, nejvíc u lodí (plachetnice).

Celkový instalovaný výkon větrných elektráren v České republice k 31. 12. 2019 přesáhl 339 MW. V roce 2019 větrné elektrárny vyrobily 700 GWh brutto, což je 0,9 % hrubé konečné spotřeby v ČR. Odpovídá to také průměrnému výkonu 79,9 MW (koeficient ročního využití 23,54 % pro skutečně dodanou energii do sítě je to 23,24 %).



1.2.1 | Stávající stav

Využívání větrné energie se podobně jako v případě jiných zdrojů OZE využívaných pro výrobu elektřiny stalo v posledních patnácti letech ekonomicky výhodným. Na území samotného SMB se však tento způsob výroby elektřiny vyskytuje vzhledem k charakteru městské zástavby jen zcela ojediněle.

V roce 2022 tak ERÚ evidoval pouze 2 licencované výrobce elektřiny z větru o celkovém instalovaném elektrickém výkonu 0,0132 kW_e. Projekty větrné energie musí projít procesem EIA, kdy se k nim vyslovuje buď kraj nebo MŽP, úspěšnost větrných projektů v rámci procesu EIA je v současné době velmi nízká. Vzhledem k současné situaci v oblasti podpory OZE (nízká výkupní cena el. energie) je možnost přípravy nových větrných projektů v horizontu cca 10 let málo pravděpodobná.

Svůj vlastní potenciál však mají mikro elektrárny na střechách domů. Jedná se o zařízení o výkonech okolo 200 až 500 W. Na celkový energetický potenciál města Brna vliv nemají, ale v kombinaci s ostatními OZE zdroji by mohli mít určitý potenciál v případě rodinných domů.

Tabulka 2: Seznam instalovaných větrných elektráren v Brně, rok 2022

Číslo licence	Provozovatel	Zdroj	Instalovaný výkon [MW _e]
111225569	Aleš Pekař MBA	VTE Aleš Pekař, MBA	0,0032
111327327	Jaromír Hromek	Jaromír Hromek SBH20	0,01

Zdroj: ERÚ[1]

1.2.2 | Technický potenciál

Na území města Brna je potenciál využívání větrné energie malý až mizivý. Určitý potenciál by mohl být v malých domácích větrných elektrárnách o instalovaných výkonech v řadech jednotek kilowat. A to především malých větrných turbínách s omezeným vlivem na okolní hlukovou situaci a bez stroboskopického efektu.

Příklad:

5000W vertikální generátor větrné turbíny s hybridním regulátorem Off Grid System Inverter 5kw pro domácí volnou energii.



Investiční náročnost do 50 000 Kč. V případě SMB roční potenciál výroby na úrovni 5 MWh za rok, tedy úspora cca 20 000 Kč za rok.

1.2.3 | Ekonomický potenciál

Ekonomický potenciál domácích větrných elektráren závisí na několika faktorech, včetně lokalizace, dostupnosti větru, nákladů na pořízení a instalaci, úspor na elektřině a případných podpor od vlády. Zde jsou klíčové faktory, které ovlivňují ekonomickou atraktivnost domácích větrných elektráren:

- 1) Lokalizace a dostupnost větru: Účinnost větrné elektrárny závisí na lokalizaci a dostupnosti větru. Místa s konstantním a silným větrem mají větší energetický výkon, což může zvýšit ekonomický potenciál.
- 2) Velikost a výkon větrné elektrárny: Větší a výkonnější větrné elektrárny mají obvykle nižší náklady na vyrobený kilowatthodinu elektřiny, což může zlepšit ekonomickou návratnost investice.
- 3) Náklady na pořízení a instalaci: Pořízení a instalace větrné elektrárny mohou být původně nákladné. Cena větrných turbín a potřebných zařízení může ovlivnit celkové náklady na projekt.

- 4) Finanční podpora a dotace: V rámci projektu Zelená úsporám je poskytována finanční podpora pro domácí větrné elektrárny, což může výrazně snížit původní náklady a zkrátit dobu návratnosti investice.
- 5) Úspory na elektřině: Výrazné úspory na nákladech na elektřinu mohou zvýšit ekonomickou výhodnost domácí větrné elektrárny. To může být zejména výhodné v oblastech v dobách s vysokými cenami elektřiny.

1.2.4 | Přínos pro životní prostředí

Větrná energie má několik přínosů pro životní prostředí, což ji činí atraktivním zdrojem obnovitelné energie. Zde jsou některé z hlavních výhod:

- 1) Nízké emise skleníkových plynů: Větrné elektrárny mají nízké emise skleníkových plynů ve srovnání s fosilními palivy. Výroba elektřiny pomocí větrné energie snižuje celkové emise oxidu uhličitého a pomáhá tak snižovat příspěvek k antropogennímu globálnímu oteplování.
- 2) Omezený vliv na půdu: Větrné elektrárny mohou být postaveny na zemědělských nebo pastevních plochách, aniž by bylo nutné odlesňování. Navíc může být půda kolem větrných turbín stále používána pro zemědělství nebo jiné účely.
- 3) Omezený vodní odběr: Pro větrnou energii není třeba velké množství vody pro chlazení, což je výhodné ve srovnání s některými konvenčními zdroji energie, jako jsou uhelné nebo jaderné elektrárny.
- 4) Podpora místní biodiverzity: Větrné farmy mohou podporovat místní biodiverzitu tím, že vytvářejí omezené zóny pro lidské aktivity a umožňují obnovu přírodních prostředí.
- 5) Nízká produkce odpadu: Větrné elektrárny mají dlouhou životnost a generují elektrickou energii bez vytváření toxických odpadů nebo emisí, které jsou typické pro některé jiné zdroje energie.

Je však důležité brát v úvahu i některé výzvy spojené s větrnou energií, jako jsou estetické otázky, dopady na ptáky a netopýry, a potřebu skladování energie pro vyrovnání fluktuací ve výrobě. S adekvátním plánováním a technologickým pokrokem mohou být tyto problémy řešeny tak, aby se minimalizoval jejich negativní dopad.

1.2.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Vzhledem k instalovaným výkonům v řádech jednotek KWh je vliv na soustavu SZTE města Brna takřka zanedbatelný.

1.2.6 | Závěrečné shrnutí

Velké větrné parky se ve SMB nepřipravují a tyto projekty nejsou v podmínkách města reálné. Instalace malých větrných turbín na střechách především vyšších budov skýtá určitý potenciál. Tento potenciál je spíše v jednotkách MWh, tedy s minimálním dopadem na energetickou bilanci či soustavu SMB.

1.3 | Energie slunce (fotovoltaika, fototermika)

Fotovoltaické elektrárny:

Fotovoltaika je metoda přímé přeměny slunečního záření na elektřinu (stejnoseměrný proud) s využitím fotoelektrického jevu na velkoplošných polovodičových fotodiodách. Jednotlivé diody se nazývají fotovoltaické články a obvykle jsou spojovány do větších celků – fotovoltaických panelů. Samotné články jsou dvojího typu – krystalické a tenkovrstvé. Krystalické články jsou vytvořeny na tenkých deskách polovodičového materiálu, tenkovrstvé články jsou přímo nanášeny na sklo nebo jinou podložku. V krystalických technologiích převažuje křemík, a to monokrystalický nebo multikrystalický, jiné materiály jsou používány pouze ve speciálních aplikacích. Tenkovrstvých technologií je celá řada, například amorfni křemík a mikrokřemík, jejichž kombinace se nazývá tandem, dále tellurid kadmia a CIGS sloučeniny.

Fotony slunečního záření dopadají na přechod P-N a svou energií vyrážejí elektrony z valenčního pásu do pásu vodivostního (uvolňují je z pevných vazeb na atomy krystalové mřížky). Takto vzniklé volné elektrony se u nejjednodušších systémů odvedou pomocí elektrod přímo ke spotřebiči, případně do akumulátoru. Aby mohly být napájeny běžné domácí elektrospotřebiče na střídavý proud, je nutné doplnit střídač, který energii převede na střídavé napětí, které má velikost a frekvenci shodné s distribuční soustavou.

Nejjednodušší solární článek obsahuje dvě vrstvy s rozdílným typem vodivosti. V jedné z vrstev (materiálu typu N) převažují negativně nabitě elektrony, kdežto ve druhé vrstvě (materiálu typu P) převažují „díry“, které se dají popsat jako prázdná místa, jež snadno akceptují elektrony. V místě, kde se tyto dvě vrstvy setkávají (P–N přechodu), dojde ke spárování elektronů s děrami, čímž se vytvoří elektrické pole, které zabrání dalším elektronům v pohybu z N-vrstvy do P-vrstvy.

Za normálních okolností jsou elektrony v polovodičovém materiálu pevně vázány k atomům krystalové mřížky, a materiál je tedy nevodivý. Například každý atom křemíku má čtyři valenční elektrony. Přidáním velmi malého množství prvku s větším počtem valenčních elektronů (donoru) se vytvoří oblast s vodivostí typu N, v níž se vyskytují volné elektrony, které mohou přenášet elektrický náboj. Naopak příměs prvku s menším počtem elektronů vytvoří oblast s vodivostí typu P, v níž se krystalovou mřížkou pohybují „díry“ – místa, kde chybí elektron. Při zachycení fotonu o dostatečné energii (odpovídající vlnové délce) v polovodičovém materiálu vznikne jeden pár elektron–díra. Je-li vnější obvod uzavřen, pohybují se tyto nositelé náboje opačným směrem, elektrony k záporné elektrodě a díry ke kladné.

V České republice bylo v roce 2021 instalováno celkem 9 321 nových solárních elektráren s celkovým výkonem 62 MWp. Z toho bylo 42,8 MWp instalováno na střeších českých domácností a 19,2 MWp na střeších podniků a komerčních budov.



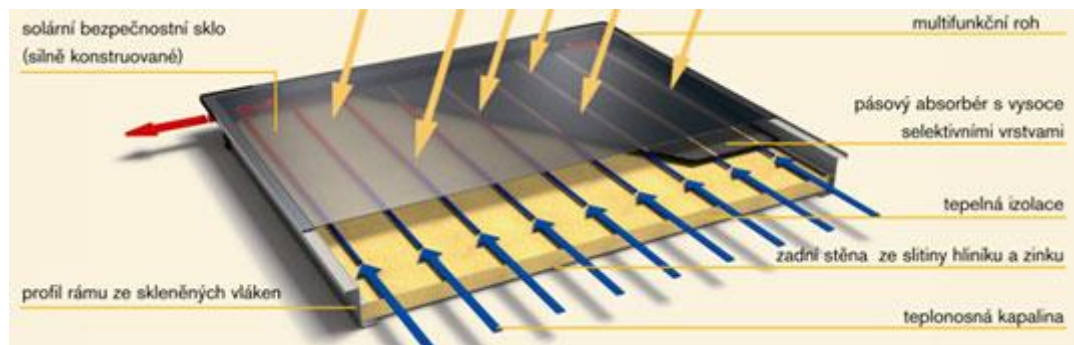
Fototermické panely (Solární termální kolektor)

Solární kolektor (běžně označovaný solární panel) je zařízení, které přeměňuje sluneční záření, dopadající na zemský povrch, na jiný druh energie, pro lidstvo lépe využitelný.

Fototermický kolektor přeměňuje sluneční záření na tepelnou energii. Sluneční záření dopadá na absorbér kolektoru, který je spojen s trubkovým rozvodem kolektoru. Přenos energie je zajištěn prostřednictvím teplotnosné kapaliny, která proudí mezi kolektorem a výměníkem tepla umístěném ve spotřebiči tepla, což je nejčastěji akumulací nádoba, zásobník teplé vody či bazén. Tyto kolektory jsou většinou umístěny na střeše rodinných domů, bytových domů, ale také na administrativních a průmyslových objektech.

Typy fototermických solárních kolektorů

Plochy/deskový kolektor – základem kolektoru je absorpční plocha. Moderní, výkonný kolektor má tuto plochu opatřenou selektivní vrstvou. Druhořadý kolektor má absorpční plochu natřenou černou barvou. Rozdíl mezi oběma provedeními je v tom, že černá barva velice dobře přijímá tepelné záření – absorpce, ale stejně ochotně tepelné záření vydává – emisivita. U selektivní vrstvy je příjem tepelného záření podobný jako u černého tělesa – zde není výrazného rozdílu. Přijatou energii ale selektivní vrstva v sobě uzavře, a nepustí ji ven. Zde je oproti černému tělesu podstatný rozdíl. Proto stagnační teplota u kvalitního plochého kolektoru překračuje hodnotu 200 °C, a u vakuového kolektoru je to ještě vyšší hodnota. Selektivní vrstva se na absorpční plochu nanáší elektrochemicky ve vakuu. Dle typu kolektoru je absorpční plocha tepelně izolována od svého okolí pro zamezení tepelných ztrát.



Vakuový/trubicový kolektor – u tohoto typu kolektoru je tepelná izolace zajištěna vrstvou vakua. Tvar vakuového kolektoru – trubice je dán konstrukčně technologickými možnostmi výroby. Kruhový (a poměrně malý) předmět – trubice, vzdoruje totiž okolnímu tlaku podstatně lépe, než rovná, celistvá plocha deskového kolektoru. Jen pro představu, plochý deskový kolektor 1 x 2 m, který by byl zhotoven ve vakuovém provedení, by musel odolávat síle, způsobené atmosférickým tlakem 200 000 N, to je cca 20tun.



1.3.1 | Stávající stav

Z hlediska instalovaného výkonu zdrojů dosáhl v posledním desetiletí největší relativní nárůst sektor fotovoltaických zdrojů (FVE).

V roce 2022 evidoval ERÚ na území města Brna 564 licencovaných fotovoltaických elektráren s celkovým instalovaným výkonem 37,71475 MW.

Tabulka 3: Počet licencovaných FVE, statutární město Brno, roky 2016 až 2022

Výkonový rozsah	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019	Rok 2020	Rok 2021	Rok 2022
Pod 10 kW	280	281	280	279	280	280	284
> 10 - 100 kW	193	199	201	207	219	229	255
>100 kW - 1 MW	15	16	16	16	19	19	21
Nad 1 MW	4	4	4	4	4	4	4
Celkem licencovaných FVE	492	500	501	506	522	532	564

Novelizovaný energetický zákon zavedl od 1.1.2016 jednu důležitou výjimku. Provozovatelé výroben elektřiny do výkonu 10 kW_p nemuseli od této doby žádat na provoz svého zařízení o licenci od Energetického regulačního úřadu (Zákon č. 458/2000 Sb., §3 odst. 3). Provozování solární elektrárny na střeše rodinného domu se již neposuzovalo podle novely zákona jako podnikání, pokud byla vyrobená elektřina primárně určená pro vlastní spotřebu jejího vlastníka v domě a pokud výkon FVE nepřesáhl 10 kW_p.

Jako zdroj informací o nelicencovaných FVE posloužily údaje z přehledu realizovaných projektů na území statutárního města Brna, podpořených dotací z Programu Nová zelená úsporám (NZÚ) ze Státního fondu životního prostředí (SFŽP).

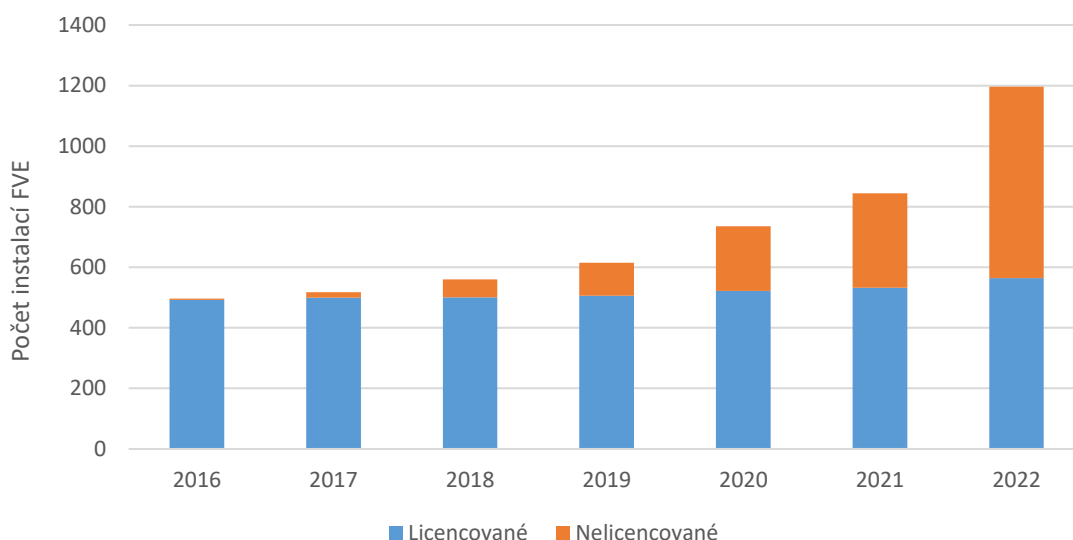
Tabulka 4: Roční přírůstek nelicencovaných FVE, statutární město Brno, roky 2016 až 2022

Výkonový rozsah	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Celkem nelicencovaných FVE	4	14	41	50	104	99	320

Zdroj: SFŽP

Celkový počet FVE se tedy od roku 2016 z původních 496 instalací zvýšil k roku 2022 na 1 196 instalací (nárůst téměř 2,5x).

Obrázek 1: Vývoj počtu instalací FVE, Statutární město Brno



Zdroj: ERÚ, SFŽP

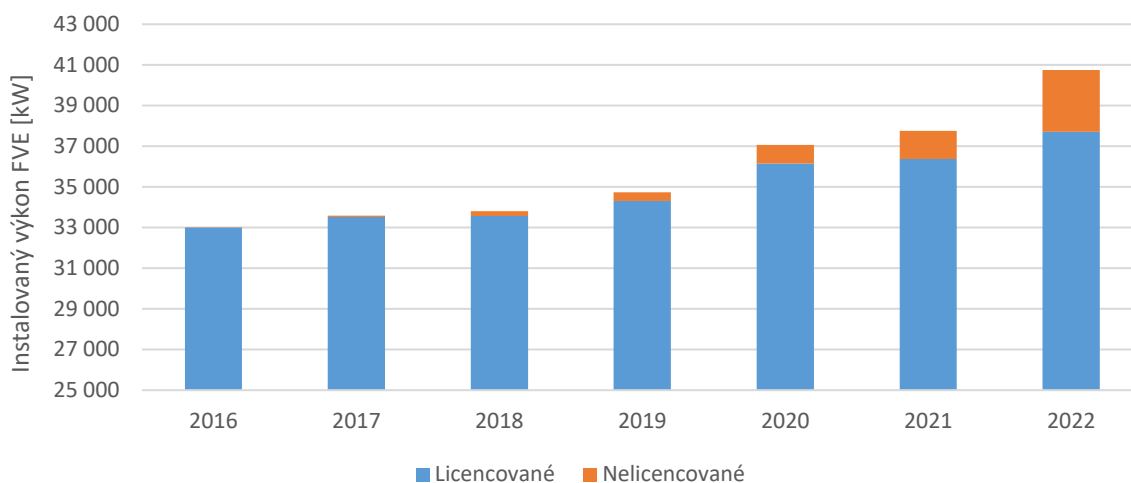
Tabulka 5: Instalovaný výkon FVE [kW], statutární město Brno, roky 2016 až 2021

Instalovaný výkon [kW]	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019	Rok 2020	Rok 2021	Rok 2022
Licencované	33 001,50	33 517,67	33 572,49	34 304,58	36 153,94	36 365,73	37 714,75
Nelicensované	19,14	67,85	228,83	435,80	912,49	1 389,20	3 031,95
Celkem [kW]	33 020,64	33 585,52	33 801,32	34 740,38	37 066,43	37 754,93	40 746,70
Procentní nárůst k roku 2016	100,0%	101,7%	102,4%	105,2%	112,3%	114,3%	123,4%

Zdroj: ERÚ, SFŽP

Úměrně k počtu instalací se zvyšoval i celkový instalovaný výkon a výroba elektřiny z FVE (ta byla závislá i na ročním slunečním osvitu):

Obrázek 2: Instalovaný výkon FVE [kW] v letech 2016 až 2022, statutární město Brno



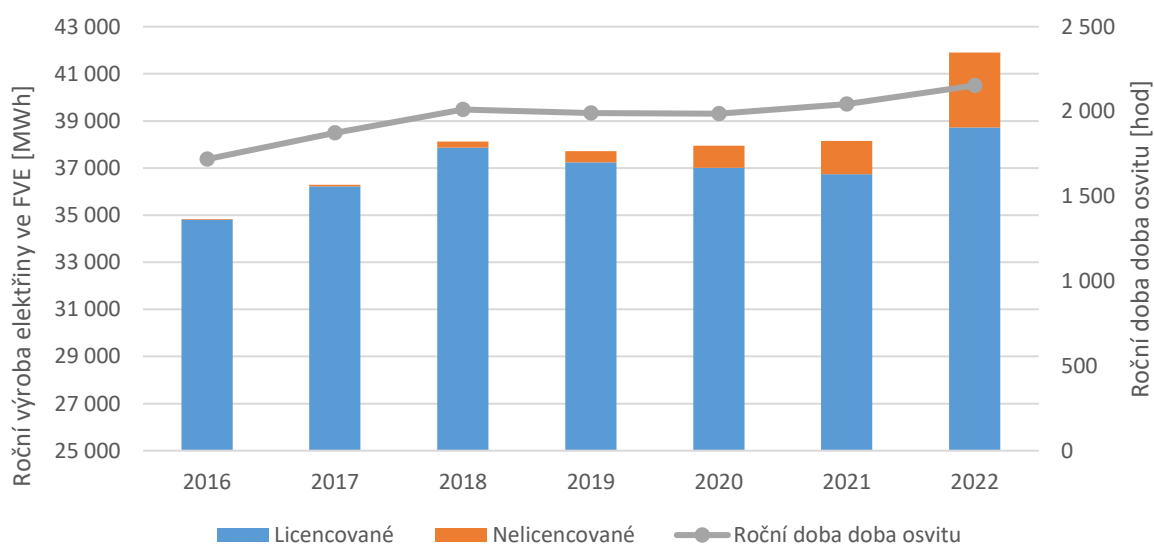
Zdroj: ERÚ, SFŽP

Tabulka 6: Roční výroba elektřiny z FVE [MWh], statutární město Brno, roky 2016 až 2022

Výroba [MWh]	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019	Rok 2020	Rok 2021	Rok 2022
Licencované	34 810,25	36 222,15	37 860,40	37 242,00	37 011,03	36 745,01	38 728,71
Nelicensované	20,08	73,32	258,05	473,11	934,12	1 403,69	3 180,52
Celkem [kW]	34 830,32	36 295,48	38 118,45	37 715,11	37 945,15	38 148,70	41 909,22
Procentní nárůst k roku 2016	100,0%	104,2%	109,4%	108,3%	108,9%	109,5%	120,3%

Zdroj: ERÚ, SFŽP

Obrázek 3: Roční výroba elektřiny z FVE [MWh] v letech 2016 až 2021, statutární město Brno



Zdroj: ERÚ, SFŽP

Tabulka 7: TOP 5 největších FVE, statutární město Brno, rok 2022

Číslo licence	Název - subjekt	Název - provozovna	Instalovaný výkon [MW]
111835325	SOLEVA s.r.o.	FVE SOLEVA s.r.o.	8,63778
111835328	MERULOS s.r.o.	FVE MERULOS s.r.o.	7,56718
111835334	SOLEDAM s.r.o.	FVE SOLEDAM s.r.o.	5,474
111015944	CTP Solar I, a.s.	FVE C1 - č.p. 1328	1,067
112036111	Thermo Fisher Scientific Brno s.r.o.	FVE Thermo Fisher Scientific Brno s.r.o.	0,9996

Zdroj: ERÚ

1.3.2 | Technický potenciál

Městské firmy:

Základním pilířem snahy SMB o výstavbu FVE jsou firmy Teplárny Brno a.s. a SAKO Brno SOLAR a.s.

V roce 2021 byla založena dceřiná společnost SAKO Brno SOLAR a.s., aby plnila úkol svěřený statutárním městem Brnem, který spočívá především v dlouhodobé soustavné realizaci fotovoltaických a fototermických systémů včetně akumulace a jejich součástí na budovách města Brna a řízených osob v Koncernu SMB. Tyto aktivity probíhají v rámci rozvoje komunitní energetiky a jejich cílem je přispět k tomu, že město Brno splní závazek snížit emise CO₂ do roku 2030 o 40 %. Byly zrealizovány pilotní projekty Vojtova 7 a 9 a už probíhají přípravy k realizaci 50 objektů v roce 2022.

Obdobný projekt se rozjíždí v rámci Tepláren Brno a.s. Aby mohly vyrábět elektřinu pro vlastní spotřebu z obnovitelných zdrojů, plánují Teplárny Brno instalovat fotovoltaické panely na střechách svých kotelen nebo výměňkových stanic. Kotelna s fotovoltaikou pak dokáže levněji vyrobit teplo i teplou užitkovou vodu.

První konkrétní ukázkou tohoto trendu je dokončený pilotní projekt kotelny na Jihomoravském náměstí ve Slatině, kterou doplnila střešní fotovoltaická elektrárna (FVE) a bateriové úložiště. Pro dalších sedm realizací fotovoltaických elektráren obdobného rozsahu jako na Jihomoravském náměstí na střechy lokálních zdrojů mají Teplárny Brno připravenou projektovou dokumentaci.

Po dokončení připravovaných FVE Teplárny Brno vyrobí ročně 4200 MWh elektrické energie z obnovitelných zdrojů navíc oproti běžné bilanci. Toto množství představuje významný přínos ke snižování produkce CO₂. Podle propočtů každá MWh vyrobená z fotovoltaických elektráren přispěje snížením 1,17 t oxidu uhličitého oproti výrobě z fosilních paliv.

Na realizaci fotovoltaických elektráren chtějí Teplárny Brno využít i možností podpory z různých dotačních programů. Očekává se, že dotace by mohla pokrýt 30 až 60 % uznatelných nákladů.

Pilotní projekt: kotelna ve Slatině

Na střechu kotelny, jejíž budova prošla stavebními úpravami v roce 1981, bylo instalováno 79 kusů fotovoltaických monokrystalických panelů s celkovým výkonem 29,23 kWp. Elektrárna je doplněna bateriovým úložištěm o kapacitě 30,7 kWh.

FVE budou zásobovat většinu kotelen a výměňkových stanic

Celkem Teplárny Brno vlastní 113 blokových kotlen a 68 blokových výměňkových stanic. Všechny tyto lokální zdroje prošly důkladným prověřením, zda jsou stavebně a technologicky vhodné pro doplnění zařízení fotovoltaické elektrárny. Nároky splnilo 119 z nich, 64 plynových kotlen a 55 výměňkových stanic.

Při celkovém počtu 119 pozitivně vyhodnocených střech blokových zdrojů je při aplikaci základní varianty s nejnižším výkonem od 5,5 kWp možno osadit celkový výkon až 0,6 MWp s výrobou 600 MWh za rok.

Dále pak neopomenutelnou součástí je technický potenciál na střechách jednotlivých domů ať již jsou v majetku města a nebo soukromých vlastníků.

Geografická poloha: Regiony s vyšším slunečním zářením mají obvykle vyšší technický potenciál pro domácí FVE. Sluneční expozice a délka slunečních dnů jsou klíčové faktory. Jižní Morava a SMB jsou nejperspektivnějšími regiony s výrobou FVE na území ČR.

Střešní orientace a sklon: Správná orientace a sklon střechy mohou zvýšit efektivitu fotovoltaických panelů. Optimální orientace je směr na jih, ale i jiné směry mohou být účinné.

Velikost střechy: Čím větší je střecha domu, tím více prostoru pro instalaci fotovoltaických panelů a tím vyšší potenciál pro produkci elektřiny.

Efektivita fotovoltaických panelů: Moderní fotovoltaické panely mají vysokou účinnost přeměny sluneční energie na elektřinu. Vyšší účinnost znamená větší technický potenciál.

Státní podpora a dotace: Dostupnost státních podpor a dotací může zvýšit ekonomickou atraktivnost domácích FVE a snížit dobu návratnosti investice. Projekty FVE jsou financovány především z dotačního projektu Zelená úsporám.

Bateriové systémy: Přidání bateriového systému pro skladování solární energie může zvýšit schopnost využití vyrobené elektřiny, zejména během období nižší sluneční aktivity nebo v noci.

Celkově lze říci, že technický potenciál domácích FVE je v současné době velmi slibný, a to zejména s ohledem na pokrok v technologii a klesající náklady na solární panely.

Fototermický ohřev:

Fototermický ohřev má potenciál využívat sluneční energii k účinnému ohřevu tekutin nebo plynu. Níže jsou uvedeny některé klíčové faktory, které ovlivňují jeho potenciál:

Geografická poloha: Regiony se silným a častým slunečním zářením mají vyšší potenciál pro fototermický ohřev. Sluneční energie je klíčovým faktorem ovlivňujícím účinnost tohoto systému.

Typ fototermické technologie: Existují různé typy fototermických technologií, včetně koncentračních systémů a nízкотеплотných solárních kolektorů. Každý z nich má svůj vlastní potenciál a využití.

Efektivita absorpčních materiálů: Kvalita a efektivita materiálů používaných k absorpci slunečního záření jsou klíčovými faktory ovlivňujícími účinnost systému.

Dostupnost technologií: Dostupnost a pokrok v technologii fototermického ohřevu může ovlivnit jeho ekonomickou a technickou atraktivnost.

Energetická návratnost investice: Výnosnost investice do fototermického ohřevu závisí na nákladech na instalaci a údržbu v porovnání s úsporami na nákladech na energii.

Lokální podmínky a regulace: Lokální stavební a environmentální předpisy, a také podpora vlády ve formě dotací nebo danění, mohou ovlivnit potenciál fototermického ohřevu v dané oblasti.

Využití v průmyslu a bydlení: Fototermický ohřev může být úspěšně využíván v průmyslu pro procesní tepelné aplikace, stejně jako v bydlení pro ohřev vody nebo vytápění.

Fototermické využívání sluneční energie je v podmínkách České republiky a SMB teprve na začátku svého životního cyklu.

Příklad konkrétního systému na ohřev teplé vody:

Jako příklad uvádíme měření využívání této formy energie v rodinném domě. Měření probíhá nepřetržitě už po dobu 10 let. Jedná se o monitorování spotřeby teplé vody z fototermického solárního systému umístěného na rodinném domě.

Jedná se o relativně malý a velmi jednoduchý systém, který se skládá ze dvou plochých nevakuovaných panelů, zásobníků na teplou vodu o objemu 200 litrů a dalšího nezbytného příslušenství (rozvody, řídicí jednotka s čerpadlem). Jak systém vypadá je uvedeno na následujícím obrázku.

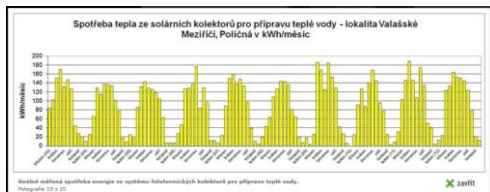


Měření probíhá tak, že je každodenně odečítána hodnota teploty vody v zásobníku ve dvou místech. Zásobník je bivalentní, takže horních cca 100 litrů může být nezávisle dohřáto pomocí kotle na zemní plyn (typ výměníku - dvouplášť), ve spodní části zásobníku je umístěn výměník (vlnovec) ze solárního systému. Solární systém tak nahřívá (předehtívá celý objem zásobníku), zemní plyn dohřívá je horních 100 litrů vody.

Teploty vody jsou měřeny dvakrát denně, a to ráno (před zahájením solárního ohřevu) a odpoledne či večer pro skončení nahřívání pomocí solárního systému. Neměříme tedy standardním způsobem (klasickým měřicím zařízením, které měří teplotu vstupní a výstupní kapaliny a její průtok). Jsme si vědomi určitých omezení a možných chyb měření, které jsou však relativně zanedbatelné. Z praxe se domníváme, že skutečná spotřeba tepla ze systému je mírně vyšší než ta vypočtená.

Naměřené a vypočtené hodnoty jsou denní a jsou kumulovány do měsíčních sum, které jsou vyneseny na níže uvedeném grafu. Na vodorovné ose je čas v měsících od března 2003, kdy byl systém nainstalován až do konce roku 2012. Na svislé ose je uvedena spotřeba (pozor nikoliv výkon systému) v kWh za měsíc. Graf velmi pěkně dokládá roční variace dané ročním obdobím a s tím související výškou Slunce nad obzorem a oblačností. Z pohledu jednotlivých let jsou roční průběhy velmi podobné. Určitého rozdílu si můžete všimnout v letech 2009 a dále (poslední 4 roky). Roční průběh vypadá trochu jinak. Je to způsobeno faktem, že daný rodinný dům už

neobývaly jen dvě osoby, ale čtyři osoby, čímž se zvýšilo využití teplé vody připravené ze solárního systému v jarních a podzimních měsících.



Jedná se o spotřebu tepla pro přípravu teplé vody ze solárního systému, takže zde nejsou obsaženy všechny ztráty, které systém za normálních okolností má. Pokud bychom to tedy chtěli přepočítat na výrobu tepla (nikoliv spotřebu), bylo by nutné uvedené hodnoty zvýšit o 8-12 %.

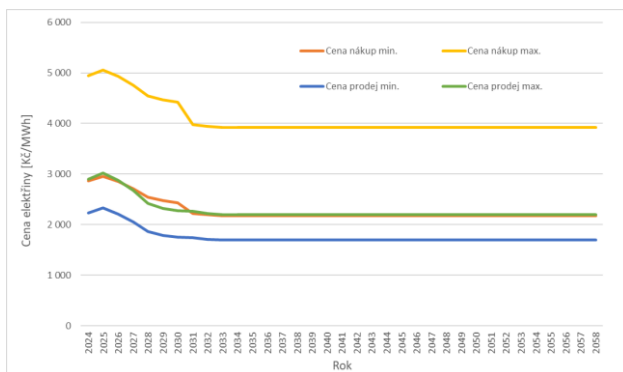
V ročním vyjádření byla z měřeného fototermického solárního systému spotřebována každý rok energie v hodnotě přibližně 1 MWh (1 000 kWh), tedy 3,6 GJ ročně. Při přepočtu na náklady ohřevu z jiných paliv (např. zemního plynu) docházíme k úspoře za deset let provozu kolem 80 000 Kč (bez započtení elektřiny pro pohon čerpadla primárního okruhu).

Potenciál výroby teplé vody především v slunné polovině roku je na území SMB na úrovni do 100 TJ za rok. Cca 28 000 instalací provedených jako popisované příkladě rodinného domu.

1.3.3 | Ekonomický potenciál

Celkový energetický a ekonomický potenciál na území SMB je cca 50 000 MWh vyrobené elektrické energie za rok, přičemž SAKO SOLAR a Teplárny Brno se na t=to výrobě budou podílet zhruba jednou polovinou.

Předpokládané ceny elektrické energie v budoucích letech jsou uvedeny v následujícím grafu:



Zdroj SFŽP – uvažované ceny energií v rámci projektů modernizačního fondu.

Při předpokládané ceně elektrické energie v budoucích letech na úrovni 2 500 Kč/MWh se celková úspora díky FVE pohybuje na úrovni 125 000 000 Kč za rok.

Fototermické využití tepelné energie:

Při úspoře cca 8 000 Kč za rok na jednu instalaci a potenciálem cca 28 000 instalací (100 TJ tepelné energie) je celková roční úspora na úrovni 224 000 000 Kč za rok.

1.3.4 | Přínos pro životní prostředí

Přínos pro životní prostředí fotovoltaických elektráren je velmi vysoký, a to z několika důvodů:

- 1) Sluneční záření: Sluneční záření je obnovitelný a nevyčerpatelný zdroj energie. Slunce vysílá obrovské množství energie, které může být zachyceno a přeměněno na elektřinu pomocí fotovoltaických panelů.
- 2) Technologický pokrok: Technologie fotovoltaických panelů se rychle vyvíjí, což znamená, že moderní panely mají vyšší účinnost a nižší náklady na výrobu než dřívější generace.
- 3) Skalovatelnost: Fotovoltaické elektrárny lze snadno škálovat od malých střešních instalací až po velké solární farmy. To umožňuje využití fotovoltaické energie ve velkém měřítku.
- 4) Dostupnost technických know-how: S rostoucím zájmem o obnovitelnou energii jsou k dispozici technická know-how a zkušenosti, což usnadňuje návrh, instalaci a údržbu fotovoltaických elektráren.
- 5) Široké využití lokalit: Fotovoltaické elektrárny mohou být umístěny na různých typech ploch, včetně střech budov, volných pozemků, vodních ploch a dokonce i ve městech jako solární parky nebo integrované solární panely na fasádách budov.
- 6) Nízké provozní náklady: Fotovoltaické elektrárny mají obvykle nízké provozní náklady, zejména ve srovnání s některými jinými zdroji energie, jako jsou fosilní paliva.
- 7) Široké spektrum aplikací: Fotovoltaická energie může být využívána pro výrobu elektřiny pro domácnosti, průmysl, obchod nebo veřejné budovy.

1.3.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Instalace FVE a fototerminických panelů bude mít zásadní vliv na fungování nejen SZTE, ale i na rozvodnou soustavu elektrické energie. Jedná se o vliv strategický, který měl probíhat za přímé účasti městských podniků provozujících SZTE a ve spolupráci s vlastníky elektrické distribuční soustavy.

Případné dopady pro elektrickou distribuční soustavu:

Fotovoltaické elektrárny (FVE) mohou mít několik vlivů na distribuční soustavu SMB. Zde jsou některé klíčové aspekty:

- 1) Lokální výroba elektřiny: FVE umožňují místní výrobu elektřiny přímo v blízkosti spotřebitelů. To může snížit ztráty přenosu elektřiny, které by jinak vznikly při dlouhých trasách přenosu.
- 2) Snížení zátěže distribuční sítě: Pokud je mnoho domácností a podniků vybaveno FVE, může to snížit zátěž na distribuční síti, zejména během slunečných dnů, kdy je produkce elektřiny z FVE nejvyšší.
- 3) Vrácení elektřiny do sítě: V případě nadprodukce elektřiny z FVE mohou majitelé systémů prodávat přebytečnou elektřinu zpět do distribuční sítě. Tento proces se nazývá "zpětné napojení" a může mít vliv na regulaci napětí v síti.
- 4) Potřeba aktualizace infrastruktury: Přidání FVE do městské distribuční sítě může vyžadovat aktualizaci a modernizaci distribuční infrastruktury, aby byla schopná efektivně a bezpečně zpracovávat výkyvy v produkci elektřiny.
- 5) Lokální skladování energie: Některé FVE systémy jsou doplněny o baterie pro skladování přebytků elektřiny. Tato skladovací technologie může sloužit jako lokální zdroj energie, což může snížit zátěž na distribuční síti.
- 6) Výzvy spojené s nerovnoměrným rozložením: Pokud jsou FVE nerovnoměrně rozloženy v městské oblasti, může to vést k nerovnoměrné zátěži na distribuční síti, což vyžaduje lepší plánování a řízení.
- 7) Ovlivnění napětí a kvality proudu: Zpětné napojení FVE může ovlivnit napětí a kvalitu proudu na distribuční síti, což vyžaduje správné nastavení a regulaci.

1.3.6 | Závěrečné shrnutí

Jak výroba elektrické energie z FVE, tak výroba tepelné energie mají na území města výrazný potenciál.

V případě výroby elektrické energie na úrovni cca 50 000 MWh za rok a v případě tepelné energie na úrovni cca 100 TJ za rok. To sebou ovšem přináší rizika a to především v podobě zásadního ovlivnění jednotlivých

distribučních soustav. Proto by měl celý proces probíhat za přímé účasti městských podniků provozujících SZTE a ve spolupráci s vlastníky elektrické distribuční soustavy.

Dále pak je potřeba mít na paměti, že v obou dvou případech jak FVE tak výroby tepelné energie fototermickými procesy se jedná o OZE (občasný zdroj energie), které budou muset být zálohovány baseloudovými zdroji jak elektrické, tak i tepelné energie.

1.4 | Bioplyn

Bioplyn je plyn produkovaný během anaerobní digesce organických materiálů a skládající se zejména z metanu (CH_4) a oxidu uhličitýho (CO_2). Bioplyn je produkovaný zejména v:

přírodních prostředích, jako jsou mokřady, sedimenty, trávicí ústrojí (zejména u přežvýkavců), zemědělských prostředích, jako jsou rýžová pole, uskladnění hnoje a kejdy, odpadovém hospodářství na skládkách odpadů (zde je označován jako skládkový plyn), na anaerobních čistírnách odpadních vod (ČOV), v bioplynových stanicích.

Bioplyn z bioplynových stanic, ČOV a některých skládek je používán:

- k výrobě tepla,
- k výrobě tepla a elektřiny (kogenerace) - toto je nejčastější případ,
- k výrobě tepla, elektřiny a chladu (trigenerace) - trigenerace je využívána jen výjimečně.
- k pohonu dopravních prostředků (automobily, autobusy, zemědělská technika, vlaky)

Pro pohon motorových vozidel se používá bioplyn očištěný, někdy nazývaný také biometan. Je zbaven nevhodných složek; složení metanu tím v celkovém objemu naopak narůstá. Biometan je svým složením identický se zemním plynem distribuovaným jako CNG. Rozdíl je pouze ve způsobu vzniku. Vozidla vybavená k provozu na CNG díky tomu mohou automaticky tankovat i bioplyn.

Bioplyn z vyhnívacích nádrží využívá pohonu speciálních dieselelektrických agregátů Ústřední čistírna odpadních vod v Praze (ÚČOV Praha), které vyrobenou elektřinou pro čističku pokrývají zhruba 50 % její spotřeby.

V roce 2023 otevřela Pražská plynárenská stanice pro filtraci metanu na čističce odpadních vod v Praze, která bude biometan vtlačet do plynárenské soustavy. Její provoz je dotovaný (komerčně by se nevyplatil) a kapacita pokryje například roční provoz 30 autobusů (na CNG) v Praze.

Stejně jako u jiných zdrojů lze při zpracování bioplynu využít kogenerace. U některých bioplynových stanic je využívána i mechanická energie, čímž se dosahuje až 95% účinnosti přeměny energie. Asi 1/3 vyprodukované energie bývá ale spotřebována na vlastní provoz bioplynové stanice.

U většiny bioplynových stanic se používají pro kogeneraci naftové motory. Bioplyn se nečistí, a proto se k němu musí přidávat asi 8 % nafty (5 - 10 %) kvůli mazání a chlazení. Právě díky kogeneraci je možné dosáhnout u bioplynové stanice ekonomické rentability, jelikož výnos za odběr odpadů a prodej kompostů je doplněn výnosem z prodeje energie. Pro kogeneraci je možné využít i starší motor, který však vyžaduje repasi a úpravu. Je samozřejmě rovněž nutné počítat s častějšími poruchami, a tudíž je vhodné mít zálohu.

1.4.1 | Stávající stav

V současné době se na území SMB nachází dle licencí ERÚ pouze **1 bioplynová stanice** s instalovaným el. výkonem **0,27 MW_e** a tepelným **0,404 MW_t**. Skládkový plyn - bioplyn je spalován v kogenerační jednotce

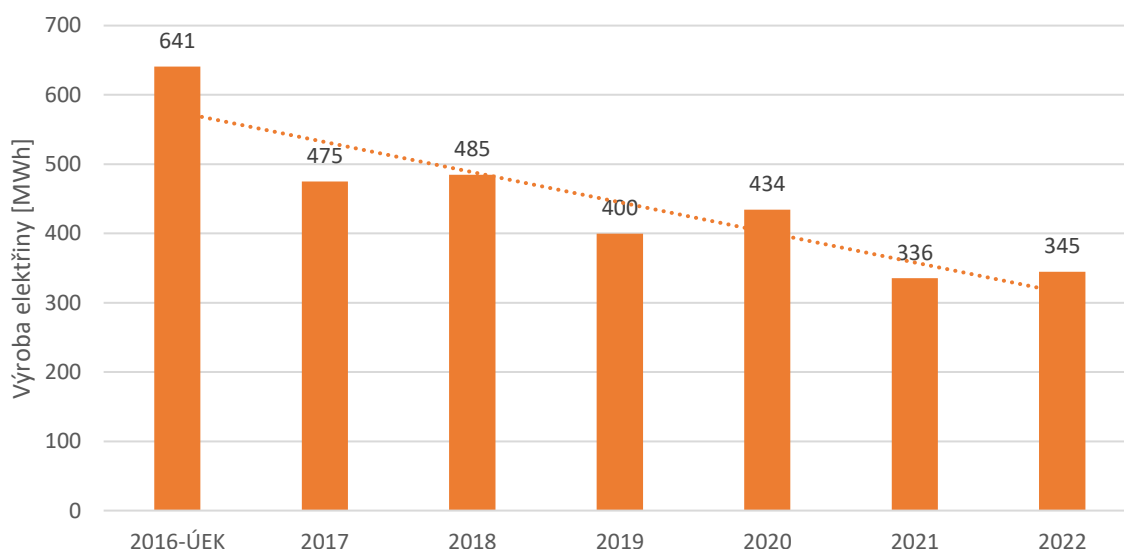
bioplynové stanice Černovice (Ústav využití plynu Brno, s.r.o.) - KJ TEDOM EZS Cento T300 SP BIO CON (2x135 kW). V roce 2022 zde bylo vyrobeno cca **344,9 MWh** elektřiny a cca **0,5 TJ** nacházelo využití ve formě odpadního tepla, které je vedlejším produktem konverze bioplynu do elektřiny.

Tabulka 8: Přehled výroben elektřiny a tepla z bioplynu na území města Brna

Číslo licence	Název provozovny	Název subjektu	Výkon (MW)	
			Elektrický	Tepelný
110304097	Bioplynová stanice Černovice	Ústav využití plynu Brno, s.r.o.	0,27	0,404

Zdroj: ČHMÚ [2]

Obrázek 4: Roční výroba elektřiny [MWh], Bioplynová stanice Černovice



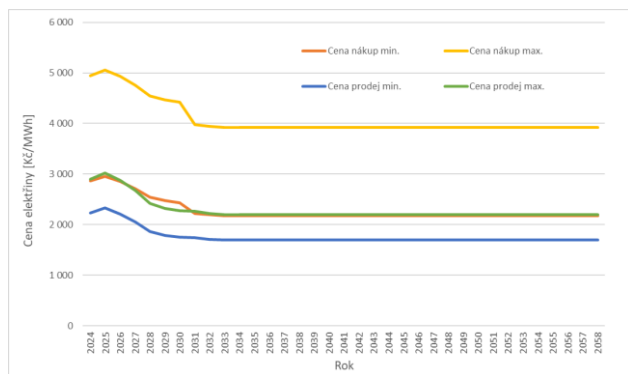
Zdroj: Ústav pro využití plynu Brno, s.r.o.

1.4.2 | Technický potenciál

Do budoucna se jako perspektivní jeví pro energetické účely i využití gastroodpadu. Odhadované množství jen z města Brna je cca 5 tisíc tun ročně využitelného gastroodpadu, který bude svážen na nově plánovanou bioplynovou stanici. SAKO Brno, a.s., město Brno a SUEZ CZ a.s. v minulosti uzavřely za tímto účelem memorandum o spolupráci, protože mají společný záměr vytvořit zařízení na anaerobní digesti bioodpadů pro území SMB a okolí. Na základě tohoto memoranda probíhala v roce 2021 příprava studie proveditelnosti záměru. Výsledky studie potvrdily, že provoz zařízení anaerobní digesce bio a gastro odpadu pro širší metropolitní území Brna by mohl mít přínosy. Počítá se s kapacitou zařízení 20 000 tun odpadu ročně. V roce 2022 pokračovaly projektové a přípravné práce a nejpozději v roce 2026 by měla být bioplynová stanice již v provozu.

1.4.3 | Ekonomický potenciál

Potenciál výroby elektrické energie ze zařízení na 20 000 tun odpadu je cca 500 MWh elektrické energie. Předpokládané ceny elektrické energie v budoucích letech jsou uvedeny v následujícím grafu:



Zdroj SFŽP – uvažované ceny energií v rámci projektů modernizačního fondu.

Při předpokládané ceně elektrické energie v budoucích letech na úrovni 2 500 Kč/MWh se celková úspora díky bioplynu z bioplynové stanice pohybuje na úrovni 1 250 000 Kč za rok.

Přidanou hodnotou je likvidace gastro odpadu.

1.4.4 | Přínos pro životní prostředí

Bioplyn, který vzniká anaerobním rozkladem organické hmoty, má několik pozitivních přínosů pro životní prostředí. Zde jsou některé z hlavních přínosů:

- 1) Snížení skleníkových plynů: Anaerobní rozklad organické hmoty ve výrobních nebo odpadových zařízeních vytváří bioplyn, který se skládá z metanu a oxidu uhličitého. Odpovědná výroba bioplynu a jeho využití mohou snížit emise metanu, který má větší skleníkový potenciál než oxid uhličitý.
- 2) Odpadová recyklace: Bioplyn se často vytváří z organického odpadu, což přispívá k recyklaci odpadu a snižuje objem odpadu, který by byl jinak zneškodňován na skládkách.
- 3) Využití obnovitelné energie: Bioplyn může být využíván pro výrobu elektřiny a tepla, čímž se snižuje závislost na fosilních palivech a přispívá k diverzifikaci energetického mixu směrem k obnovitelným zdrojům.
- 4) Zlepšení kvality půdy: Proces anaerobního rozkladu, který vytváří bioplyn, může zlepšit kvalitu půdy tím, že snižuje obsah organického odpadu a vytváří hnojivo s vysokým obsahem živin.
- 5) Snížení zápachu a škodlivých látek: Anaerobní rozklad organického materiálu ve výrobních nebo odpadových zařízeních pomáhá snížit nepříjemné zápachy a omezuje emise škodlivých látek do vzduchu.
- 6) Podpora udržitelného zemědělství: Bioplyn vznikající ze zemědělských odpadů může poskytovat farmářům alternativní zdroj příjmů a zároveň pomáhat v udržitelném zemědělství.

1.4.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Výše uvedené množství tepelné a elektrické energie nebude mít vliv na soustavu SZTE. Významnou výhodou je likvidace gastro odpadu bez potřeby je odvozu na jiná zařízení mimo hranice SMB.

1.4.6 | Závěrečné shrnutí

Významnou výhodou je likvidace gastro odpadu bez potřeby je odvozu na jiná zařízení mimo hranice SMB. Na distribuční soustavu a bilanci tepelné a elektrické energie SMB nebude mít bioplyn žádný zásadní vliv.

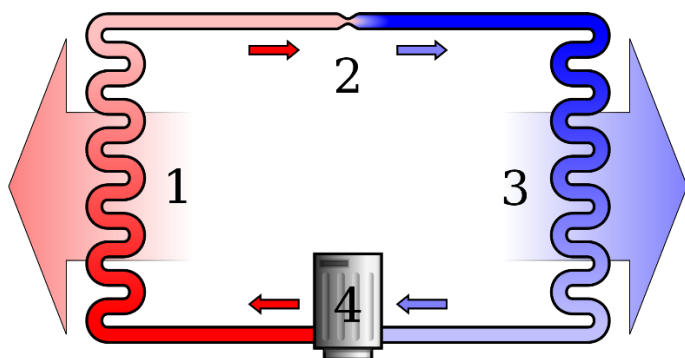
1.5 | Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla

Tepelné čerpadlo je zařízení, které čerpá teplo z jednoho místa na jiné s vynaložením vnější práce. Tepelné čerpadlo využívá nejčastěji kompresor. Jde o využití stejného mechanismu, jaký využívá kompresorová lednička (lednička využívá přímý Carnotův cyklus), avšak tepelné čerpadlo tento cyklus využívá obráceně (obrácený Carnotův cyklus). Lednička ochlazuje svůj vnitřní prostor na úkor ohřátí vnějšího (na zadní straně ledničky je během chodu teplé potrubí, které ochlazuje cirkulující chladivo na teplotu místnosti, čímž místnost ohřívá). Tepelné čerpadlo naopak ochlazuje vnější prostředí, aby ohřálo vnitřní prostor.

Chladivo je v kompresorovém tepelném čerpadle z plynného stavu stlačeno, čímž se sníží jeho objem a prudce se zahřeje. Poté je chladivo vpuštěno do kondenzátoru. Zde horké chladivo odevzdá své kondenzační skupenské teplo (např. ohřívání vodě či vzduchu pro vytápění uvnitř domu), čímž se ochladí a změní se přitom na kapalinu (kondenzuje). Zkondenzované ochlazené chladivo projde v podobě kapaliny skrz expanzní trysku do venkovního výparníku (za tryskou dojde ke snížení tlaku), čímž se změní na plyn a spotřebuje k tomu výparné skupenské teplo, takže se plyn prudce ochladí (pod teplotu okolí) a následně se ohřeje přijmutím tepla ze svého okolí (čímž dojde k ochlazení okolí mimo vytápěný dům). Poté opět pokračuje do kompresoru a cyklus se opakuje.

Obr. 1: Princip tepelného čerpadla – obecně



Princip tepelného čerpadla: 1. kondenzátor 2. expanzní tryska 3. výparník 4. kompresor

Charakteristikou tepelných čerpadel je jejich relativně omezený výkon, pokud mají zároveň zůstat ekonomická. Ještě před několika lety byla drtivá většina novostaveb na vytápění až dvakrát energeticky náročnější. S příchodem nových materiálů, zateplovacích technologií, úspornějších systémů hospodaření s teplem, a především s nástupem nízkoenergetických staveb dnes budovy ke svému provozu potřebují mnohem méně tepla než v minulosti. Technologie současných tepelných čerpadel sice od jejich objevu zůstává takřka stejná (princip je znám přes sto let), ale je možné navrhovat mnohem menší a levnější zařízení, jež dokážou běžný dům zásobit bez problémů. Obecně platí, že čím nižší energetické nároky na vytápění stavba má a čím jsou vytápěné prostory menší, tím je návratnost investice do finančně nákladnějších otopných soustav delší. Standardní tepelné čerpadlo ohřívá otopnou soustavu maximálně na 60 °C.

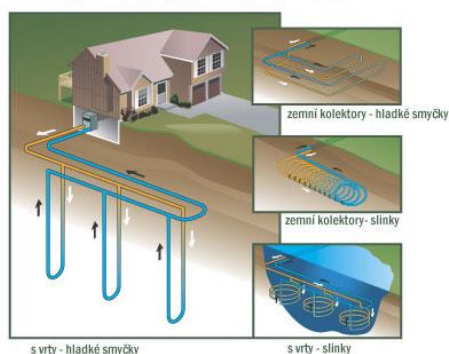
V roce 2018 byl v ČR podíl novostaveb rodinných a bytových domů s tepelným čerpadlem 12 %.

Existují různé druhy tepelných čerpadel, které jsou blíže označovány slovním přídomkem. První slovo v názvu označuje, kde systém získává teplo. Slovo za spojovníkem pak definuje, jakým způsobem ho předává dál. Nejčastějšími typy tepelných čerpadel jsou následující:

Tepelné čerpadlo země/voda

- Princip: Teplo je ze země do vody předáváno obíhající nemrznoucí kapalinou o nízké teplotě varu. Ta v plynném stavu sbírá teplo v potrubí uloženém do vrtu nebo do kolektoru pod povrchem země. V okruhu je pro dosažení požadované vysoké teploty zařazen kompresor.
- Cyklus: V plastové trubce, několik set metrů dlouhé (zemním kolektoru), teče velmi chladná nemrznoucí kapalina, která se průchodem zemí ohřívá (v nezamrzné hloubce je stálá teplota cca 4 °C). Odtud putuje do prvního výměníku, kde teplotu předá plynnému médiu. V okruhu kompresoru se plyn stlačí, čímž se výrazně zahřeje. Ve druhém výměníku předá onen tepelný přírůstek topné vodě.
- Odebírat nízkopotenciální energii ze země můžeme pomocí horizontálního plošného kolektoru nebo vertikálního vrtu.
- Na 1 kW výkonu tepelného čerpadla potřebujeme cca 12 m vrtu. Běžná hloubka jednoho vrtu je 50–150 m,

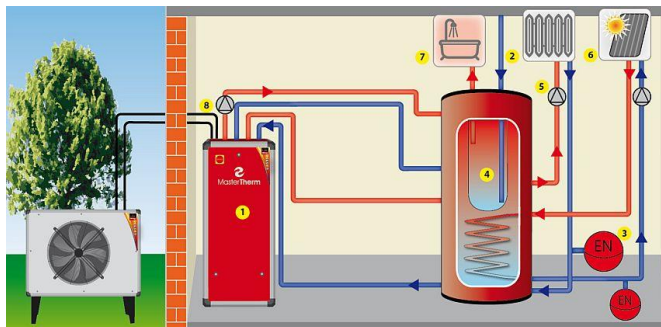
Tepelná čerpadla země - voda



Tepelné čerpadlo vzduch/voda

Teplo je odebíráno ze vzduchu přes výparník tepelného čerpadla, jímž proudí venkovní vzduch. Výhodou tohoto zařízení jsou nízké pořizovací náklady a nenáročná instalace. Základ vychází z tepelného čerpadla vzduch/vzduch, tedy klasické klimatizace. Systém je doplněn o tak zvaný hydrobox, který teplo převádí do topné vody. Nevýhodou je závislost topného faktoru na teplotě vzduchu. V dnešní době tato zařízení efektivně pracují do -15 °C, některá tepelná čerpadla až do -20 °C. Pro vytápění při nižších teplotách je do hydroboxu instalován malý elektrokotel, který tepelnému čerpadlu pomáhá dosáhnout požadované teploty vody.

Obr. 2: ??



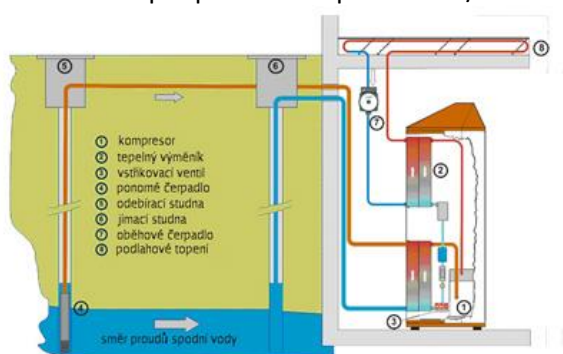
Zapojení s vnořeným zásobníkem TV: 1 tepelné čerpadlo, 2 otopná soustava, 3 expanzní nádoba, 4 vnořený zásobník TV, 5 OČ topného systému, 6 solární systém, 7 výstup TV, 8 OČ desuperheateru

Tepelné čerpadlo voda/voda

Toto čerpadlo získává teplo z vody, nejčastěji studny. Je potřeba mít dvě studny – čerpací a vsakovací. Voda se z jedné studny převádí přes výparník do druhé. Dosahuje nejvyššího topného faktoru. Nevýhodou je, že může

dojít k vyčerpání studny. I proto jej lze využít pouze v místech, kde je dostatek vody. Tento typ se u nás vzhledem k omezující legislativě, jeho náročnosti na podmínky a údržbu v podstatě nepoužívá.

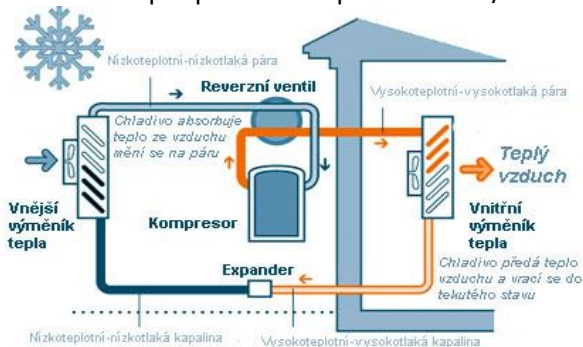
Obr. 3: Princip tepelného čerpadla voda/voda



Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch

Tyto systémy jsou většinou konstruovány především jako klimatizace, která ale v zimě může pracovat obráceně, tedy jako tepelné čerpadlo. Hodí se zejména na přitápění v období jara a podzimu a v případě k tomu přizpůsobených jednotek i k celoročnímu vytápění. Vzhledem k výstavbě domů s nízkou tepelnou ztrátou a řízeným větráním je tento způsob vytápění stále častější (i tak je ale jeho použití výjimečné).

Obr. 4: Princip tepelného čerpadla vzduch/vzduch

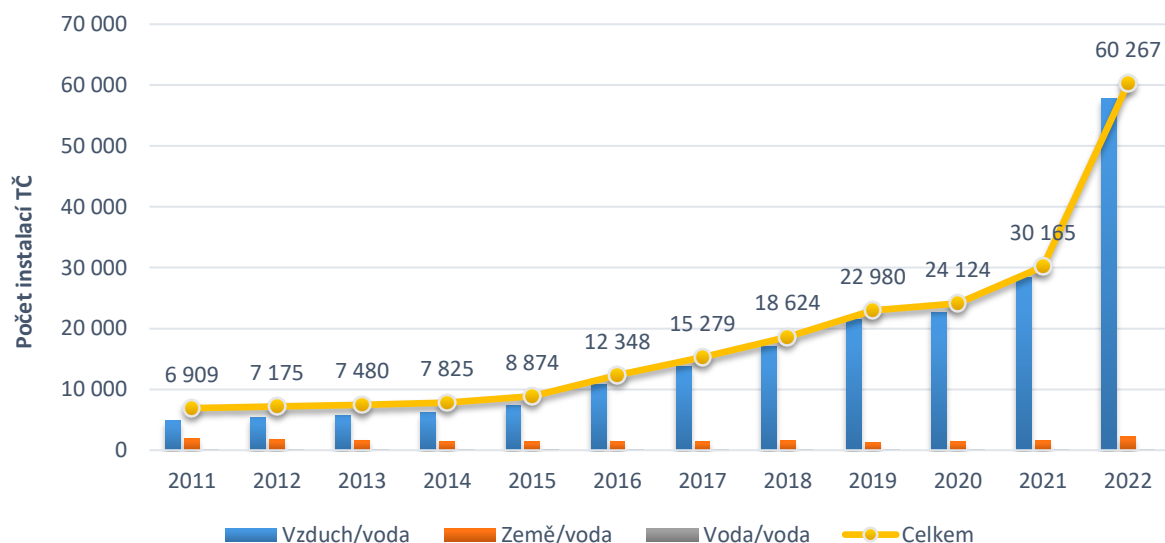


1.5.1 | Stávající stav

Energie okolí, získávaná tepelnými čerpadly, se stává v posledních letech čím dál více využívanou. Instalace tepelných čerpadel se mnohonásobily a staly se tak běžným zdrojem pro vytápění a přípravu teplé vody.

Od roku 2016 do 2022 se celorepublikově počet instalovaných tepelných čerpadel navýšil téměř pětinasobně. Enormní nárůst prodeje tepelných čerpadel byl v roce 2022 způsoben kombinací několika faktorů – jedná se především o skokový růst cen zemního plynu. Dalším významným faktorem je také změna legislativy zpřísnující ekologické podmínky pro výstavbu nových rodinných a bytových domů a v neposlední řadě jde i o zvyšování cen elektřiny. Tepelná čerpadla vzduch-voda se podílela na celkovém počtu instalací z 96 %.

Obrázek 5: Počet prodaných tepelných čerpadel v členění dle typu, Česká republika



Zdroj: MPO

Na území statutárního města Brna V roce 2022 využívalo některou z tarifních sazeb na tepelná čerpadla 107 podnikatelů a 4 967 domácností. Tomu odpovídá roční výroba tepla na úrovni **283 TJ**.

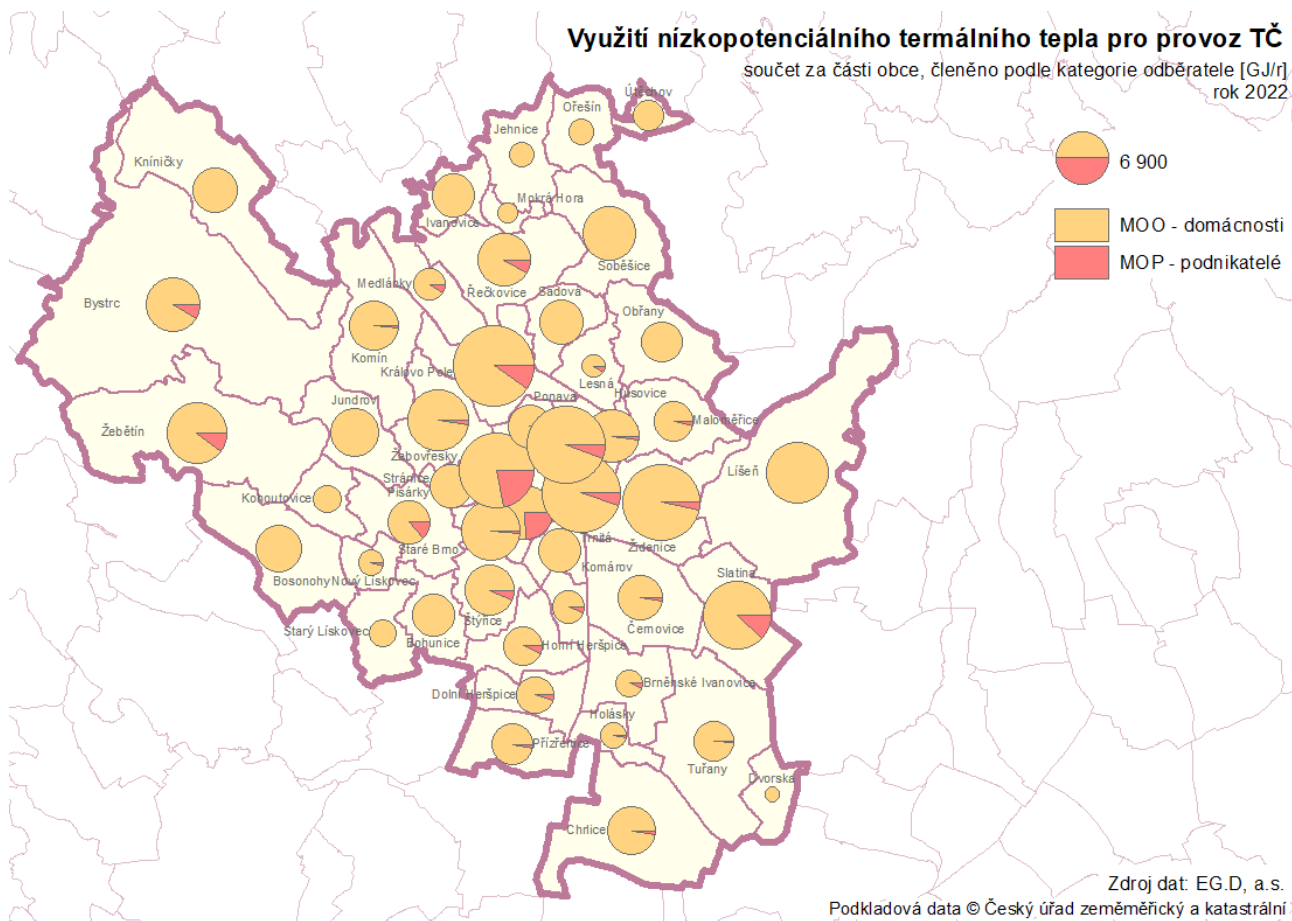
Tabulka 9: Modelově vypočtená spotřeba nízkopotenciálního tepla v TČ [GJ/r], statutární město Brno

Rok	Domácnosti	Podnikatelé	Celkem [GJ]
2015	75 312,48	19 332,43	94 644,91
2016-ÚEK	91 808,71	21 896,63	113 705,34
2017	82 083,10	14 083,88	96 166,98
2018	124 595,01	15 582,48	140 177,48
2019	173 431,21	16 212,19	189 643,40
2020	214 809,52	16 768,86	231 578,38
2021	270 944,25	17 322,55	288 266,81
2022	266 133,16	16 499,50	282 632,66

Zdroj: E.ON Distribuce, a.s., EG.D, a.s. [3]

Rostoucí oblibě tepelných čerpadel v sektoru domácností napomohl program Zelená úsporám a jeho pokračovatel Nová zelená úsporám. V neposlední řadě zvyšují popularitu tepelných čerpadel také tzv. kotlíkové dotace. Tyto dotační tituly řeší problém relativně vysokých pořizovacích nákladů. Provozní náklady potom závisí na cenách elektřiny, kterou tepelná čerpadla obvykle pro svůj provoz vyžadují (výjimkou jsou plynová tepelná čerpadla). Distributoři elektřiny mají pro uživatele tepelných čerpadel připravený zvýhodněný tarif.

Obrázek 6: Využití nízko potenciálního tepla pro provoz tepelných čerpadel [GJ/r], součet za části obcí, členěno dle kategorie odběratele, město Brno, rok 2022



1.5.2 | Technický potenciál

Technický potenciál tepelných čerpadel je významný, a to díky jejich schopnosti využívat obnovitelnou energii ze zdrojů jako je vzduch, voda nebo země k účinnému vytápění nebo chlazení. Některé klíčové aspekty technického potenciálu tepelných čerpadel zahrnují:

- Využívání obnovitelných zdrojů energie: Tepelná čerpadla využívají obnovitelné zdroje energie, jako je teplo z vzduchu, vody nebo země, což pomáhá snižovat závislost na fosilních palivech a snižovat emise skleníkových plynů.
- Efektivní přenos tepla: Tepelná čerpadla jsou schopna efektivně přenášet teplo z jednoho média do druhého, což umožňuje vytápění nebo chlazení v interiéru budov s minimální spotřebou energie.
- Nízké provozní náklady: Při optimálním provozu mohou tepelná čerpadla poskytovat nízké provozní náklady v porovnání s některými tradičními systémy vytápění a chlazení.
- Možnost kombinace s jinými systémy: Tepelná čerpadla mohou být integrována s jinými technologiemi, jako jsou solární panely nebo tradiční topné systémy, což zvyšuje jejich flexibilitu a efektivitu.

- Využití ve více typech budov: Tepelná čerpadla jsou vhodná pro různé typy budov, včetně rodinných domů, bytových domů, komerčních a průmyslových objektů.
- Rozšíření možností využití: Moderní tepelná čerpadla jsou schopna poskytovat nejen vytápění, ale také chlazení a ohřev teplé vody, což rozšiřuje možnosti jejich využití v domácnostech a průmyslových zařízeních.
- Rozvoj nových technologií: Odborníci a výrobci neustále pracují na vývoji nových technologií a inovací, které mohou zvýšit účinnost a výkon tepelných čerpadel.

SMB prostřednictvím Teplárny Brno a.s. zvažuje výstavbu velkého tepelného čerpadla na ČOV Modřice jako zdroj tepelné energie pro průmyslově obchodní park Brno Modřice. Zdroj by využíval rozdíly v teplotách odpadní vody zpracovávané na ČOV.

Základní parametry tohoto projektu jsou uvedeny v následujícím přehledu:

Umístění TČ na odcházející vyčištěné vodě s nevyrovnaným průtokem vyčištěné odpadní vody během dne v rozmezí 0,4 až 1,2 m³/s. V zimním období klesá teplota odchozí vody až k 12,5 °C. V letních měsících se pohybuje kolem 22°C.

Teplo z TČ uplatněno v LDS pro objekty v okolí (nákupní zóna). S napojením IKEA a propojením se SZTE se neuvažuje. Teplo z TČ využito také pro sušení kalu na ČOV.

Maximální tepelný výkon zima 20 MW, roční dodávka tepla a chladu 200 000 GJ/rok. Elektrický příkon 7 MW

1.5.3 | Ekonomický potenciál

Modelově vypočtená spotřeba nízkopotenciálního tepla v TČ [GJ/r], statutární město Brno je na úrovni 930 000 GJ. Rozdíl oproti roku 2022 je tedy cca 647 000 GJ. K této hodnotě je potřeba připočítat ještě cca 200 000 GJ z připravovaného projektu ČOV Modřice. Při ceně předpokládané ceně tepla 1 300 Kč za GJ je ekonomický potenciál na úrovni 1 101 100 000 Kč za rok.

1.5.4 | Přínos pro životní prostředí

Tepelná čerpadla mají několik přínosů pro životní prostředí, což je důvod, proč jsou považována za ekologicky šetrnější alternativu k tradičním systémům vytápění a chlazení. Zde jsou některé hlavní přínosy:

- Omezení emisí skleníkových plynů: Tepelná čerpadla využívají obnovitelné zdroje energie, jako je teplo ze vzduchu, vody nebo země. Tím se snižuje potřeba fosilních paliv a omezuje emise skleníkových plynů, což přispívá k boji proti klimatickým změnám.
- Nižší energetická spotřeba: Tepelná čerpadla mají schopnost efektivně přenášet teplo z jednoho média do druhého, což znamená, že mohou poskytovat vytápění nebo chlazení s nižší energetickou spotřebou ve srovnání s tradičními systémy.
- Využívání obnovitelných zdrojů: Mnoho tepelných čerpadel využívá energii ze vzduchu, vody nebo země, což jsou obnovitelné a dostupné zdroje energie. Tím se snižuje závislost na fosilních palivech a přispívá k udržitelnému využívání energie.
- Snížení zátěže na elektrickou síť: Efektivní využívání tepelných čerpadel může snížit zátěž na elektrickou síť, zejména pokud jsou kombinována s jinými obnovitelnými zdroji nebo jsou napojena na elektřinu z obnovitelných zdrojů.

- Možnost kombinace s jinými technologiemi: Tepelná čerpadla lze kombinovat s dalšími technologiemi, jako jsou solární panely, což umožňuje ještě větší snížení celkové ekologické stopy.
- Nižší spotřeba primární energie: Tepelná čerpadla mají schopnost poskytovat více tepla než je spotřeba primární energie, což znamená, že mohou být energeticky efektivní a přispívat k úsporám energie.
- Podpora udržitelného vytápění a chlazení: Tepelná čerpadla mohou být klíčovým prvkem v udržitelných systémech vytápění a chlazení, které snižují negativní dopady na životní prostředí.

1.5.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Velmi významný. A to především v případě vlivu domácích tepelných čerpadel na síť SZTE. Potenciál TČ je nahradit cca 10 % dodávané tepelné energie. Jedná se o vliv strategický, který měl probíhat za přímé účasti městských podniků provozujících SZTE.

Instalace TČ na ČOV Modřice by nemělo mít vliv na soustavu SZTE, protože k distribuční soustavě nebude připojeno a nebude ani nahrazovat dodávky tepla. Případná instalace TČ bude nahrazovat stávající plynové zdroje jednotlivých odběratelů

1.5.6 | Závěrečné shrnutí

Tepelná čerpadla jsou obnovitelné zdroje energie s potenciálem významně ovlivnit výrobu a množství dodávaného tepla do SZTE. Potenciál TČ je nahradit cca 10 % dodávané tepelné energie. Jedná se o vliv strategický, který měl probíhat za přímé účasti městských podniků provozujících SZTE.

1.6 | Odpady

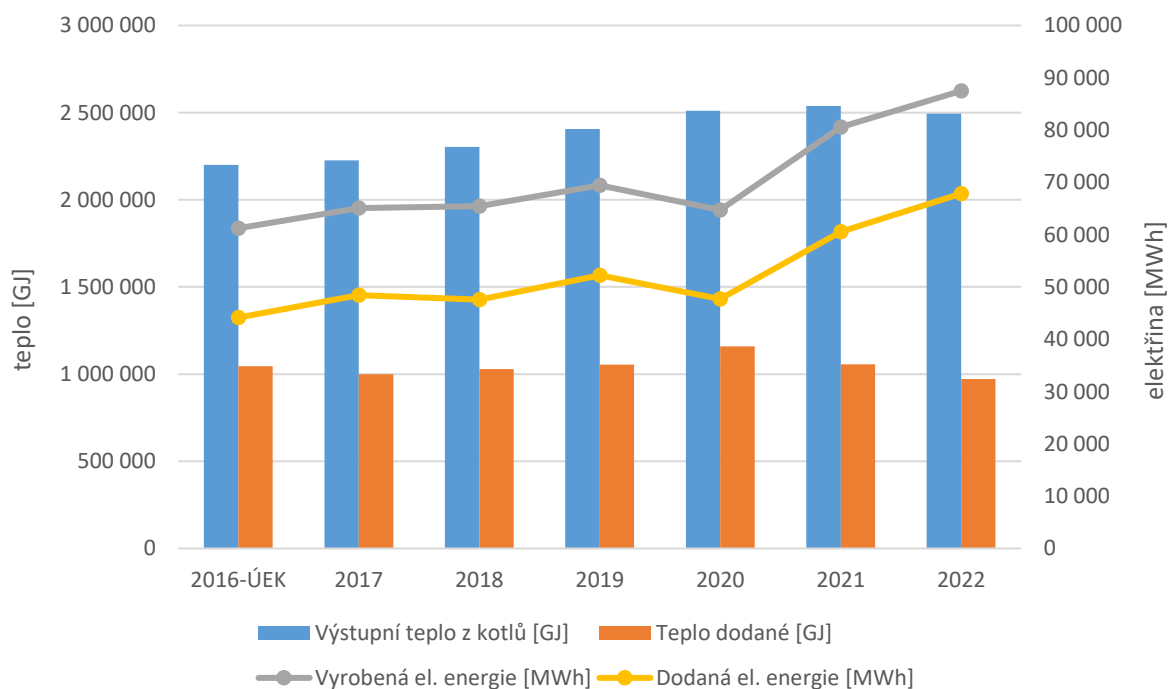
1.6.1 | Stávající stav

Odpadové hospodářství je zdrojem odpadů, z nichž část může nalézt energetické využití. Zpravidla se mezi ně řadí vybrané (vysokovýhřevné) složky průmyslových odpadů a dále bezúčelně skládkovaný směsný komunální odpad (SKO). Způsob nakládání s odpady je plně v odpovědnosti původců odpadů, případně osob, které tuto povinnost za ně přebírají.

Klíčovým zařízením pro nakládání s odpady ve městě Brně spalovna SAKO Brno, a.s. Energetický zdroj SAKO Brno, a.s. je plně integrován do energetické sítě pro zásobování teplem a je využíván i pro kogenerační výrobu elektrické energie. ZEVO je navíc důležitou součástí kritické infrastruktury města Brna pro případ startu ze tmy (tzv. black-out) a současně jediný zdroj tepla pro město, který není závislý na externích dodávkách fosilního paliva (zemního plynu).

Z hlediska výroby lze rok **2022** považovat za velmi úspěšný, kdy ZEVO bylo schopno zpracovat rekordní množství odpadu, přes 242 tisíc tun a současně bylo vyrobeno a dodáno do distribuční soustavy rekordní množství elektrické energie, bezmála 68 GWh při dodávce tepla cca 1 PJ. Tyto výsledky potvrzují efektivní fungování ZEVO s vysokou provozní spolehlivostí při racionálně dosažitelné účinnosti vlastního zařízení.

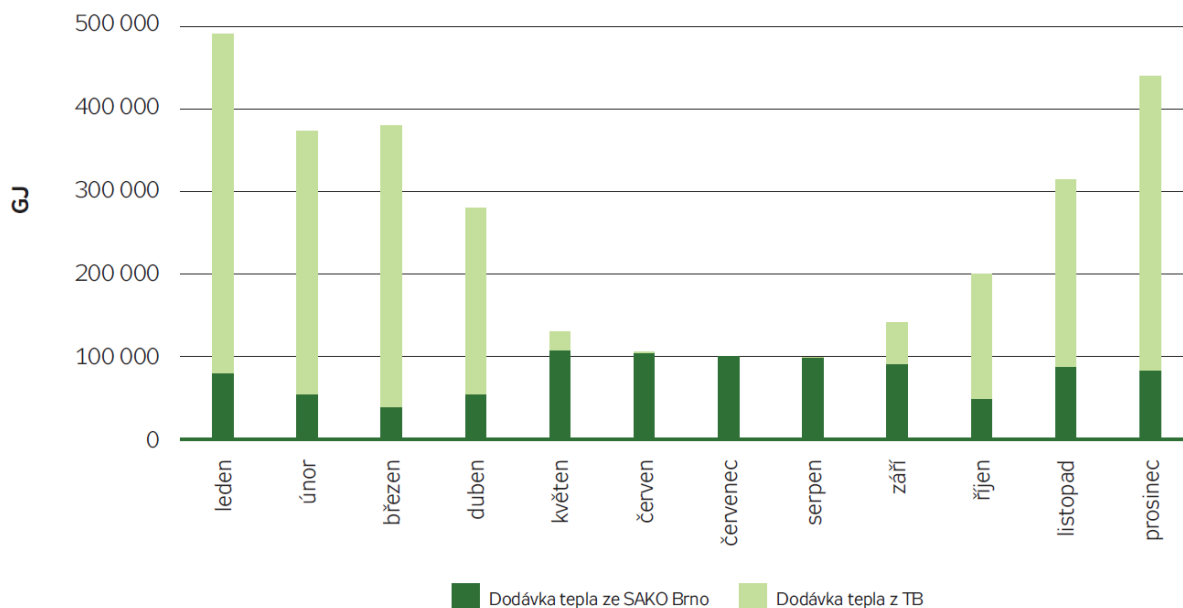
Obrázek 7: Bilance dodávek tepla a elektrické energie ze SAKO Brno, a.s.



Zdroj: SAKO Brno, a.s.

Podíl dodávek tepla ze SAKO Brno, a.s. do soustavy zásobování teplem v jednotlivých měsících roku 2022 ukazuje následující graf:

Obrázek 8: Rozložení dodávek tepla do sítí zásobování teplem v roce 2022 [GJ]



Zdroj: SAKO Brno, a.s. [4]

ZEVO SAKO Brno, a.s. energeticky využívá aktuálně nejen odpady z produkce statutárního města Brna a Jihomoravského kraje, ale také odpady z okolních krajů, především z Olomouckého kraje.

1.6.2 | Technický potenciál

Potenciálem je rozvoj stávajícího zdroje o třetí linku. Realizace uvedeného záměru představuje rozšíření kapacity stávajícího zařízení pro energetické využívání odpadů (ZEVO) provozovaného společností SAKO Brno, a.s. o třetí spalovenský kotel K1 a přímo navazující technologie. Funkčně bude nový kotel K1 sloužit, stejně jako stávající kotle K2 a K3, k výrobě přehřáté páry, která se využívá ke kombinované výrobě elektřiny a tepla. Vyrobená elektrická energie a teplo budou využívány pro potřeby areálu a dále dodávány do veřejných distribučních sítí.

Doplnění dalšího kotle a navazujících technologií do soustavy dvou provozovaných linek představuje návrat k původnímu projektu tří linek realizovanému v roce 1989 a souvisí se zkapacitněním, zvýšením provozuschopnosti a spolehlivosti stávajícího provozu. Realizace třetí spalovenské linky umožní snížit množství skládkovaných odpadů a zvýšit podíl odpadů energeticky využitých.

Předmětem záměru je výstavba třetí linky K1 v areálu SAKO Brno, a.s. Nový kotel K1 je navržen na spalování především směsného komunálního odpadu současně ve směsi se schválenými obdobnými odpady ze živností, úřadů a vybranými průmyslovými odpady. Kotel je koncipován v rozsahu výhřevnosti spalovaných odpadů 7–13 MJ/kg, předpokládaná průměrná výhřevnost spalovaných odpadů je na úrovni 10 MJ/kg. Teoretická maximální kapacita nového kotle K1 je na úrovni 144 000 t/rok. Teoretická maximální kapacita však představuje kapacitu bez uvažovaných technologických odstávek. Nominální kapacita kotle K1 (reálně zpracovaný odpad) bude na úrovni 132 000 t/rok.

Nová linka K1 bude mít následující parametry:

- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| • Minimální garantovaná doba provozu | 8 000 hod/rok |
| • Nominální kapacita linky K1 | 132 tis. tun/rok |
| • Nominální průměrná výhřevnost | 10 MJ/kg |

- Nominální návrhová kapacita 16,5 tun/hod
- Nominální tepelný příkon v odpadu 46 MWt
- Tepelný výkon kotle 40 MWt
- Instalovaný výkon parní turbíny 10 MW
- Emisní limity BAT-AEL 2019

Budoucí provoz SAKO K1+K2+K3

Množství energeticky využitého odpadu	270 000	t/r
K1	132 000	t/r
K2+K3	138 000	t/r
Celkem vstupní energie	2 712 000	GJ/r
Energie v odpadu LHV	2 700 000	GJ/r
Ostatní vstupní energie	12 000	GJ/r
Výroba elektřiny	165 000	MWh/r
Dodávka elektřiny do sítě	135 000	MWh/r
Dodávka tepla do SZT	1 300 000	GJ/r

1.6.3 | Ekonomický potenciál

Scénář OZE + EDU:

řádek	ukazatel	2022			2052		
		energie TJ/r	cena Kč/TJ	náklady mil. Kč/r	energie TJ/r	cena Kč/TJ	náklady mil. Kč/r
1	Vstupy paliv a energie	23 127	494 176	11 429	20 029	550 704	11 030
1a	zemní plyn (pro zdroje SZTE, PK, průmysl, domácnosti)	13 678	347 230	4 749	5 470	374 629	2 049
1b	uhlí a ostatní fosilní paliva (2t)	175	261 123	46	56	345 020	19
1c	elektřina ze sítě (vyrobená mimo katastr SMB - mix)	6 093	1 126 140	6 862	6 663	1 239 965	8 262
1d	OZE - biomasa	131	191 074	25	1 193	252 464	301
1e	OZE - bioplyn (skládky)	3	0	0	7	0	0
1f	OZE - energie větru	0	0	0	0	0	0
1g	OZE - energie slunce	369	0	0	1 527	0	0
1h	OZE - energie vody	25	0	0	29	0	0
1i	OZE - energie okolí (využitá pomoci TČ)	114	0	0	226	0	0
1j	OZE - geotermální energie	0	0	0	96	0	0
1k	DZE - energetické využití odpadu	2 538	-99 783	-253	2 700	-131 842	-356
1l	nákup tepla z EDU	0	371 532	0	2 062	366 057	755

1.6.4 | Přínos pro životní prostředí

Spalování odpadů může mít několik potenciálních přínosů pro životní prostředí, ale je důležité vzít v úvahu i jeho negativní aspekty. Zde jsou některé z možných přínosů spalování odpadů:

- Energetické využití: Spalování odpadů může být využíváno k výrobě tepla nebo elektřiny, což může snížit potřebu využívání fosilních paliv a přispět k diverzifikaci energetického mixu.
- Redukce objemu odpadu: Spalováním odpadů může být dosaženo redukce objemu odpadu, což může přispět k omezení potřeby skládek a nákladů spojených s jejich provozem.
- Likvidace nebezpečných látek: V některých případech může spalování odpadů pomoci v likvidaci nebezpečných látek, což může být důležité pro ochranu životního prostředí a lidské zdraví.
- Využití tepla pro místní vytápění: Teplo vytvořené při spalování odpadů může být využíváno pro místní vytápění budov, což zvyšuje energetickou efektivitu procesu.
- Nízké emise skleníkových plynů: Moderní spalovací technologie mohou být vybaveny zařízeními na snižování emisí, což může minimalizovat uvolňování skleníkových plynů do atmosféry.

1.6.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

ZEVO Sako Brno je páteřní zdroj stávající sítě SZTE. Dostavbou linky K1 a zvýšením dodávek tepla do SZTE jeho význam ještě vzroste. Především v letním období se jedná o stěžejní zdroj tepla ve městě Brně.

1.7 | Biomasa

1.7.1 | Stávající stav

Biomasa je pro energetické účely v současnosti spalována pouze ve zdroji Tepláren Brno, a.s. – Teyschlova 33, Brno-Bystrc, v podobě dřevní štěpky ve 2 kotlích o celkovém instalovaném výkonu 4,5 MW_t (Kohlbach 3 MW, VESKO B 1,5 MW). V roce **2022** pak na tomto zdroji bylo spáleno 95,99 TJ dřevní štěpky a vyrobeno **74 TJ** tepla brutto.

V mezidobí 2016 až 2021 došlo v případě uhelných paliv a biomasy k výraznému navýšení spotřeby v lokálních topeništích (domácnostech) na území města Brna proto, že ČHMÚ do modelových výpočtů zakomponoval informace, získané v rámci podrobného statistického šetření ENERGO 2015, které prokázalo významně vyšší množství spotřeby doplňkových paliv u objektů, primárně vytápěných zemním plynem (dotápění rodinných domků uhlím či krbovými kamny především z důvodu zvyšující se ceny zemního plynu).

Nově přístupná data o počtech bytů a jejich způsobu vytápění, pořízená v rámci SLDB 2021 však ukázala, že od průzkumu ENERGO 2015 došlo v Brně k podstatnému úbytku bytů, vytápěných uhelnými palivy či dřevem. Z toho důvodu zas meziročně citelně poklesla i celková spotřeba tuhých a kapalných paliv v této kategorii zdrojů.

Oproti původně odhadovaným cca 3 tis. tunám (cca 40 TJ) v roce 2016, vykazuje v roce **2022** ČHMÚ spotřebu biomasy v lokálních topeništích ve výši cca **194,5 TJ** palivového dřeva, **4 TJ** biobriket **4,4 TJ** pelet (tj. 5 x více, než v roce 2016).

I přesto, že se s největší pravděpodobností nejedná o faktický nárůst oproti aktuálně platné ÚEK, je třeba na základě nově známých skutečností výše uvedená fakta zpracovat ve výhledových úvahách.

1.7.2 | Technický potenciál

V rámci SZTE jsou v různé fázi přípravy dva biomasové zdroje. Prvním zdrojem je rozestavěný biomasový zdroj na PBS o výkonu 48 MW a druhým je připravovaná obnova biomasového zdroje s navýšením výkonu na zdroji Teyschlova v Brně Bystrci o výkonu 6 MW.

Biomasový zdroj PBS:

Pro obnovu zdroje tepla je navržen jeden horkovodní kotel na spalování dřevní biomasy o výkonu 40 MW_t.

Horkovodní kotel je vybaven automatickým podáváním paliva, spalovacím zařízením, automatickým odvodem popele a popílku a ventilátory spalovacího vzduchu, které jsou zapojené na výstupu z čistícího zařízení a na vstupu do komína. Dávkování paliva bude ovládané automaticky podle požadavků zatížení kotle.

Konstrukce kotle je provedena tak, aby tvorba plyných emisí CO a NO_x byla maximálně potlačena, to znamená, že proces hoření je optimalizován z pohledu rozložení teplotního pole a obsahu kyslíku ve spalovací komoře. Tlakový systém kotlů je samonosného provedení. Cirkulace vody je nucená pomocí oběhových čerpadel systému topné vody. Cirkulační okruh je vytvořen přepážkami v komorách. Pro ohřev spalovacího vzduchu jsou kotle vybaveny trubkovým ohřívákem vzduchu. Ohřívák vzduchu může být umístěn samostatně za kotlem.

Zásobování spalovacím vzduchem je zajištěno radiálním ventilátorem, který nasává spalovací vzduch z kotelny nebo z vnějšku. Od ventilátoru je vzduch zaváděn do ohříváku vzduchu, kde je ohříván v závislosti na vlhkosti paliva, maximálně až na cca 200 °C a dále pod rošt a do dýz sekundárního vzduchu. Dýzy sekundárního vzduchu

jsou zabudovány v přední a zadní membránové stěně v několika úrovních a slouží k dobrému promíchání vzduchu v topeništi. Sekundární vzduch může mít svůj vlastní ventilátor a může být zaveden studený přímo do sekundárních dýz.

V případě vzduchového podávání paliva je zdrojem pohazovacího vzduchu radiální ventilátor.

Pro řízení teploty procesu spalování je možné použít recirkulaci spalin, která je zajištěna radiálním ventilátorem, nasávajícím spaliny za zařízením na čištění spalin. Od ventilátoru jsou recirkulované spaliny rozděleny do systému kanálů a vháněny nad rošt do spalovací komory pomocí trysek a částečně rovněž přimíchávány do primárního vzduchu.

Kotel je vybaven zapalovacími hořáky na zemní plyn, které slouží k zapálení biomasového paliva při startu a které mohou také sloužit ke stabilizaci hoření při nízkých výkonech nebo při spalování paliva s nízkou výhřevností. Při normálním provozu budou zapalovací hořáky odstaveny.

V případě, že zapalovací hořák nebude sloužit ke stabilizaci hoření, budou kotle vybaveny rovněž stabilizačními hořáky.

Dodatkové plochy budou během provozu pravidelně čištěny ofukovači nebo jiným čistícím zařízením. Kotel bude vybaven veškerým měřením pro sledování provozních hodnot a automatickou regulaci.

Kotelna bude osazena moderním roštovým biomasovým kotlem s potřebným regulačním rozsahem. Technické parametry kotle jsou následující:

Kotel na dřevní štěpku

Označení kotle:	K4
Jmenovitý parní výkon kotle	55,0 t/h
Minimální parní výkon kotle	21,6 t/h
Maximální parní výkon kotle	59,4 t/h
Jmenovitý tepelný výkon	43,0 MW
Jmenovitá teplota páry na výstupu z kotle	450 °C
Jmenovitý tlak na výstupu z kotle	50 bar
Jmenovitá teplota napájecí vody	105 °C
Účinnost kotle	90 %
Základní palivo	Dřevní štěpka 9,0 MJ/kg
Garantovaný/maximální obsah vody v palivu	47/55 %
Měrná hmotnost paliva (dřevní štěpky)	300 kg/m ³
Množství spalovaného paliva (dřevní štěpky)	80 m ³ /h
Najížděcí a stabilizační palivo	Zemní plyn 34,4 MJ/m ³
Emisní limit NO _x	110 mg/Nm ³
Emisní limit CO	250 mg/Nm ³
Emisní limit SO ₂	100 mg/Nm ³
Emisní limit TZL	5 mg/Nm ³

Biomasový zdroj Teyschlova:

Předmětem záměru je rekonstrukce kombinovaného tepelného zdroje CZT umístěného v provozovně Teyschlova 33, provozovatele Teplárny Brno, a.s. Za stávajícího stavu jsou zde instalovány 2 kotle spalující biomasu (jmen. výkon celkem 4,5 MW) a 4 kotle spalující zemní plyn (jmen. výkon celkem 16,05 MW). Projekt záměru řeší zvýšení bezpečnosti a snížení provozních nákladů zásobování teplem města Brna na provozu Teyschlova rozšířením biomasového zdroje na 6 MW. Jako špičkové a záložní zdroje pro biomasové kotle budou instalovány kotle spalující zemní plyn (jmen. výkon celkem 10,8 MW). Nově bude v prostoru kotelny umístěna i kogenerační jednotka o jmenovitém výkonu 1114 kW_t/999 kW_e spalující zemní plyn. Pro odvod spalin budou i po realizaci záměru využívány stávající ocelové komíny. Celkové množství vyrobeného tepla na zdroji se realizací záměru významným způsobem nezmění. Primárně spalovaným palivem bude dřevní štěpka. Vyrobené teplo bude nadále dodáváno do stávající sítě CZT. Elektrická energie vyrobená v kogenerační jednotce bude

částečně využita pro vlastní spotřebu, přebytek bude dodáván do distribuční sítě. Součástí záměru je i zvětšení provozního skladu paliva na dobu nejméně dvou dnů maximálního provozu biomasového zdroje.

1.7.3 | Ekonomický potenciál

Doplnit dle Jakuba Doležala

1.7.4 | Přínos pro životní prostředí

Spalování biomasy může mít několik potenciálních přínosů pro životní prostředí, zejména pokud je prováděno v souladu s udržitelnými a ekologicky šetrnými postupy. Zde jsou některé z možných přínosů spalování biomasy:

- **Obnovitelný zdroj energie:** Biomasa je považována za obnovitelný zdroj energie, protože rostliny použité k výrobě biomasy mohou být znovu vysazeny. To přispívá k diverzifikaci energetického mixu a snižuje závislost na fosilních palivech.
- **Snížení emisí skleníkových plynů:** Spalování biomasy může být považováno za nízkouhlíkový proces, pokud je biomasa získávána a spalována ekologicky udržitelným způsobem. V porovnání s fosilními palivy může biomasa snižovat celkové emise skleníkových plynů.
- **Uzavřený cyklus uhlíku:** Biomasa obsahuje uhlík, který byl předtím absorbován rostlinami během fotosyntézy. Při spalování se tento uhlík uvolňuje zpět do atmosféry, což vytváří uzavřený cyklus uhlíku a nezvyšuje celkové množství uhlíku v atmosféře.
- **Lokální zdroj energie:** Využívání biomasy může přispět k vytváření lokálních zdrojů energie, což může snížit závislost na importovaných fosilních palivech a podporovat místní ekonomiku.
- **Zpracování odpadu:** Spalování biomasy může být využíváno k zpracování organického odpadu, což může předejít jeho ukládání na skládky a snižovat množství odpadu v životním prostředí.
- **Využití vedlejších produktů:** Při spalování biomasy může vznikat popel a jiné vedlejší produkty, které lze využít jako hnojiva nebo další suroviny.

Je však důležité zdůraznit, že ekologické přínosy spalování biomasy závisí na mnoha faktorech, včetně způsobu, jakým je biomasa získávána, jak je skladována a jakým způsobem je spalována.

1.7.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Spalování biomasy povede jednoznačně k diversifikaci palivové základny soustavy SZTE ve městě Brně. Což je jednoznačně pozitivní vliv.

1.7.6 | Závěrečné shrnutí

V rámci SZTE jsou v různé fázi přípravy dva biomasové zdroje. Prvním zdrojem je rozestavěný biomasový zdroj na PBS o výkonu 48 MW a druhým je připravovaná obnova biomasového zdroje s navýšením výkonu na zdroji Teyshlova v Brně Bystřici o výkonu 6 MW.

Spalování biomasy může mít několik potenciálních přínosů pro životní prostředí, zejména pokud je prováděno v souladu s udržitelnými a ekologicky šetrnými postupy.

Spalování biomasy povede jednoznačně k diversifikaci palivové základny soustavy SZTE ve městě Brně. Což je jednoznačně pozitivní vliv.

1.8 | Geotermální energie

Pod pojmem geotermální energie je třeba si představit přírodní teplo Země, které je vázáno v zemském jádře, plášti a kůře. Tepelná energie vystupuje z nitra směrem k povrchu především vedením. Teplota s přibývajícím hloubkou narůstá v průměru o cca 25-30 °C. Tento tzv. tepelný gradient je však charakteristický pouze pro oblasti bez vulkanické činnosti a místa kde není ovlivňován tektonickou činností.

Vlastní praktické využití geotermální energie je však všeobecně spojeno především s využitím *principu proudění tepla*. To znamená přenos energie prostřednictvím teplotnosného media (především podzemní vody), vertikálně z hloubky na povrch tak, aby byla ekonomicky využita. Tyto zdroje jsou v některé literatuře označovány jako „mokré“ na rozdíl od „suchých“, kde je využíváno principu vedení tepla zemskou kůrou a je spojeno s hloubkovými vrty.

Z hlediska způsobu využití se pak zdroje geotermální energie obvykle rozdělují do dvou skupin:

- *vysokoteplotní (s teplotou nad 150 °C) - pro přímou výrobu elektrické energie*
Tyto zdroje se v Evropě vyskytují velice sporadicky a v nedostupných hloubkách, což souvisí především s geologickými podmínkami kontinentu. Jediným větším výrobcem elektrické energie je Itálie, která tak představuje v podstatě celou produkci zemí EU.
- *nízkoteplotní (s teplotou pod 150 °C) - především jako zdroje tepla pro vytápění objektů, v zemědělství a lázeňství*

Ve využití těchto zdrojů má naopak Evropa výsadní postavení. Disponuje největším celkovým instalovaným tepelným výkonem zdrojů. Jejich produkce představuje kolem 60% celosvětové výroby. Země EU však produkují pouze 11%, Island 17% z tohoto objemu. Geotermální energií pro přímé vytápění ze zemí EU je využívána pouze v Řecku, Itálii a Francii.

Je třeba poukázat na některé specifické přednosti zdrojů geotermální energie oproti klasickým i některým obnovitelným:

- jedná se o zdroje lokální, které mohou přispět k redukcí importovaných fosilních paliv
- energie těchto zdrojů má pozitivní dopad na čistotu ovzduší
- zdroje jsou bezpečné, nevyžadují skladovací prostory a odpadá transport hořlavých paliv

1.8.1 | Geotermální energie v ČR

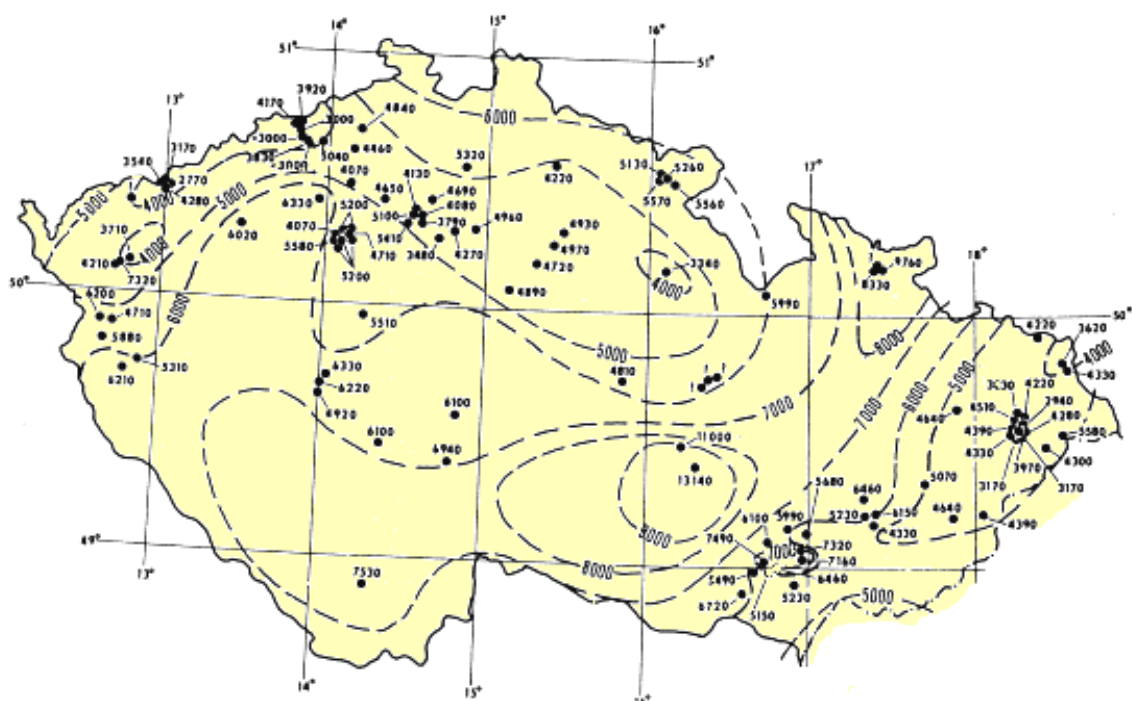
Z předcházejících závěrů vyplývají logicky i omezené možnosti využití této energie na území republiky. Pro lepší ilustraci jsou v následujícím uvedeny:

- mapa izoliní o teplotě 180 °C, která charakterizuje vysokoteplotní zdroje (180 °C je reálná podzemní teplota, která ochlazením při získávání a transportu na zemský povrch představuje právě hraniční teplotu 150 °C). Izolinie ukazují i hloubky vrtů, ve kterých lze v jednotlivých částech republiky předpokládat dosažení této teploty
- mapa rozložení izoliní 130 °C, charakterizující nízkoteplotní zdroje

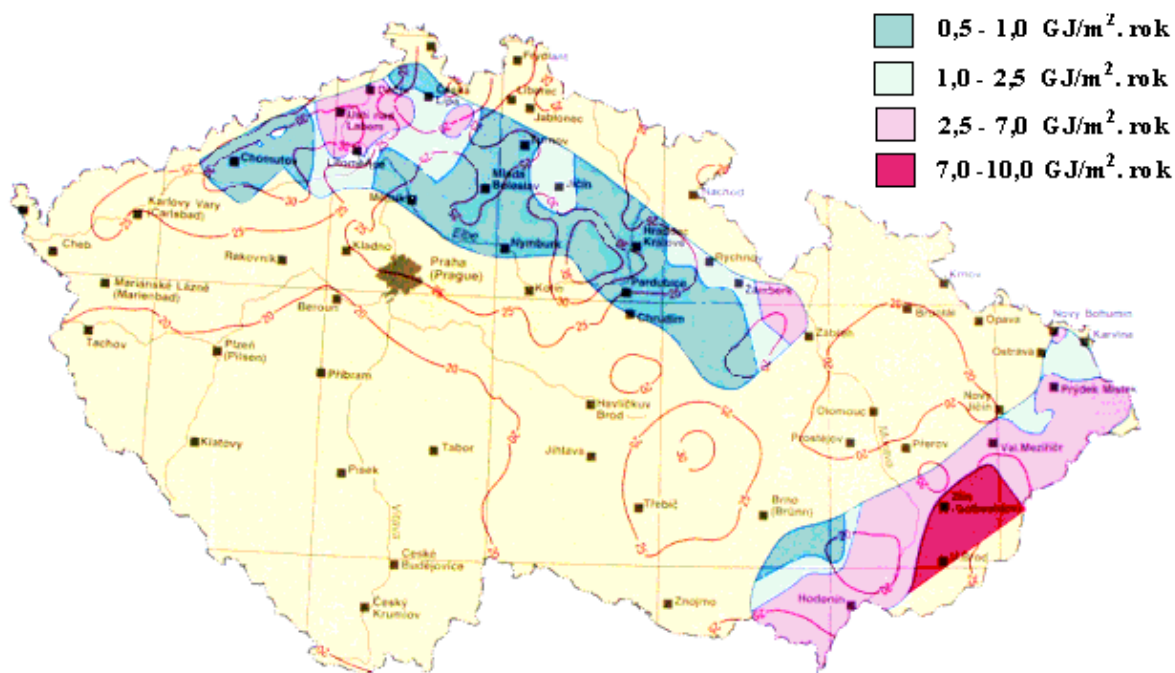
Obrázek 9: Průběh izolinií 180 °C na území České republiky



Obrázek 10: Průběh izolinií 130 °C na území České republiky



Obrázek 11: Teplotní izoliny v hloubce 500m, včetně znázornění zdrojů geotermální energie



Z těchto obecných závěrů je zřejmé, že pokud lze uvažovat o reálném využití geotermální energie na území ČR, jedná se zásadně o zdroje nízkoteplotní pro využití v oblasti lázeňství, zemědělství a velmi omezeně i pro vytápění objektů bytové zástavby. V České republice jsou však v dostupných hloubkách (až na malé výjimky) pouze zdroje geotermální vody o nízké teplotě (25-35 °C), které jsou málo vhodné k energetickým účelům.

K využití těchto teplot je nutná instalace tepelných čerpadel.

1.8.2 | Potenciál geotermální energie na území města Brna

Na základě současných znalostí lze potenciál geotermální energie na území statutárního města Brna kvantifikovat dle kritérií používaných v EU takto:

Tabulka 10: Potenciál geotermální energie na území města Brna

zdroj geotermální energie pro výrobu elektřiny	0 MW _e
zdroj geotermální energie pro přímé vytápění	cca 30MW _t

Přičemž tento potenciál je pouze v určitých částech města Brna. Pro přesnější zmapování případného ekonomicky využitelného potenciálu a jeho možného využití v jednotlivých městských částech by bylo vhodné zpracovat studii mapující tento potenciál.

Zdroj dat

- [1] Interní datové podklady poskytnuté pro účely vypracování ÚEK Energetickým regulačním úřadem (ERÚ). 2023.
- [2] Interní datové podklady poskytnuté pro účely vypracování ÚEK Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ) 2023.
- [3] Interní datové podklady poskytnuté pro účely aktualizace ÚEK EG.D, a.s., 2023
- [4] Výroční zpráva SAKO Brno, a.s. (<https://www.sako.cz/dokumenty-ke-stazeni/cz/>)
- [5] Tepelná čerpadla v letech 1981 až 2022; druhy, vývoj, prodeje, výkony, tepelné faktory, MPO VII/2022

Seznam tabulek a obrázků

Seznam tabulek

Tabulka 1:	Seznam instalovaných malých vodních elektráren v Brně, rok 2022.....	5
Tabulka 2:	Seznam instalovaných větrných elektráren v Brně, rok 2022.....	9
Tabulka 14:	Počet licencovaných FVE, statutární město Brno, roky 2016 až 2022	13
Tabulka 15:	Roční přírůstek nelicencovaných FVE, statutární město Brno, roky 2016 až 2022.....	14
Tabulka 16:	Instalovaný výkon FVE [kW], statutární město Brno, roky 2016 až 2021	14
Tabulka 17:	Roční výroba elektřiny z FVE [MWh], statutární město Brno, roky 2016 až 2022	15
Tabulka 18:	TOP 5 největších FVE, statutární město Brno, rok 2022	16
Tabulka 6:	Přehled výroby elektřiny a tepla z bioplynu na území města Brna	22
Tabulka 7:	Modelově vypočtená spotřeba nízkopotenciálního tepla v TČ [GJ/r], statutární město Brno	27
Tabulka 8:	Potenciál geotermální energie na území města Brna	40

Seznam obrázků

Obrázek 5:	Vývoj počtu instalací FVE, Statutární město Brno	14
Obrázek 49:	Instalovaný výkon FVE [kW] v letech 2016 až 2022, statutární město Brno.....	15
Obrázek 50:	Roční výroba elektřiny z FVE [MWh] v letech 2016 až 2021, statutární město Brno	15
Obrázek 6:	Roční výroba elektřiny [MWh], Bioplynová stanice Černovice	22
Obrázek 7:	Počet prodaných tepelných čerpadel v členění dle typu, Česká republika	27
Obrázek 8:	Využití nízkopotenciálního tepla pro provoz tepelných čerpadel [GJ/r], součet za části obcí, členěno dle kategorie odběratele, město Brno, rok 2022	28
Obrázek 9:	Bilance dodávek tepla a elektrické energie ze SAKO Brno, a.s.	31
Obrázek 10:	Rozložení dodávek tepla do sítí zásobování teplem v roce 2022 [GJ]	32
Obrázek 11:	Průběh izoliní 180 °C na území České republiky.....	39
Obrázek 12:	Průběh izoliní 130 °C na území České republiky.....	39
Obrázek 13:	Teplotní izolinie v hloubce 500m, včetně znázornění zdrojů geotermální energie	40

Seznam zkratek

APB	akční plán pro biomasu
AV ČR	akademie věd České republiky
BaP	1,2-benzopyren a 3,4,-benzopyren
BAT	nejlepší dostupná technika (anglicky: bestavailabletechniques)
BPS	bioplynová stanice
BREF	referenční dokument o nejlepší dostupné technice (anglicky: Reference document on bestavailabletechniques)
BRKO	biologicky rozložitelný komunální odpad
BRO	biologicky rozložitelný odpad
CCGT	paroplynový cyklus (anglicky: combinedcyclegasturbine)
CCS	zachycování a ukládání uhlíku (anglicky: carboncapture and storage)
CO	oxid uhelnatý
CO ₂	oxid uhličitý
CZT	soustava zásobování tepelnou energií
ČEZ	České energetické závody, a.s.
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	čistička odpadních vod
ČR	Česká republika
DZE	druhotné zdroje energie
EIA	Vyhodnocení vlivů na životní prostředí (anglicky: EnvironmentalImpactAssessment)
ERÚ	Energetický regulační úřad
EU	Evropská unie
FVE	fotovoltaická elektrárna
IT	informační technologie
JE	jaderná elektrárna
JMK	Jihomoravský kraj
MPO	ministerstvo průmyslu a obchodu
MVE	malá vodní elektrárna
MŽP	ministerstvo životního prostředí
NO ₂	oxid dusičitý
NO _x	oxidy dusíku
OTE	OTE, a.s. - operátor trhu s elektřinou
OZE	obnovitelné zdroje energie
POH	plán odpadového hospodářství
SAKO	SAKO Brno, a.s. (spalovna komunálních odpadů)
SMB	Statutární město Brno
SO ₂	oxid siřičitý
STL	středotlaký plynovod
SZTE	soustava zásobování tepelnou energií
TB	Teplárny Brno, a.s.
TČ	tepelné čerpadlo
TZL	tuhé znečišťující látky
VOC	těkavé organické látky
VTE	Větrná elektrárna
v.v.i.	veřejná výzkumná instituce,
ZEVO	zařízení na energetické využití odpadu
ZP	zemní plyn