

ÚZEMNÍ ENERGETICKÁ KONCEPCE STATUTÁRNÍHO MĚSTA BRNA



v souladu s požadavky zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s nařízením vlády ČR č. 232/2015 Sb., o státní energetické koncepci a o územní energetické koncepci.

5 Přílohy

5.7 Hodnocení využitelnosti obnovitelných a druhotných zdrojů energie

Teplárny Brno, a.s.

Okružní 828/25 • 638 00 Brno • Tel.: 545 161 111 • Fax: 545 169 999
e-mail: mail@teplarny.cz • www.teplarny.cz

TENZA, a.s.

Svatopetrská 35/7 • 617 00 Brno • Tel.: 545 539 339 • Fax: 545 214 614
e-mail: tenza@tenza.cz • www.tenza.cz

Obsah

1 VÝVOJOVÉ TRENDY.....	4
2 ANALÝZA VYUŽITELNOSTI JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ OZE.....	6
2.1 Vodní energie.....	6
2.1.1 Stávající stav.....	6
2.1.2 Technický potenciál.....	7
2.1.3 Ekonomický potenciál.....	8
2.1.4 Přínos pro životní prostředí.....	8
2.1.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna.....	10
2.1.6 Závěrečné shrnutí.....	10
2.2 Větrná energie.....	11
2.2.1 Stávající stav.....	11
2.2.2 Technický potenciál.....	12
2.2.3 Ekonomický potenciál.....	15
2.2.4 Přínos pro životní prostředí.....	15
2.2.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna.....	17
2.2.6 Závěrečné shrnutí.....	17
2.3 Energie slunce (fotovoltaika, fototermika).....	18
2.3.1 Stávající stav.....	18
2.3.2 Technický potenciál.....	20
2.3.3 Ekonomický potenciál.....	23
2.3.4 Přínos pro životní prostředí.....	23
2.3.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna.....	25
2.3.6 Závěrečné shrnutí.....	25
2.4 Bioplyn.....	26
2.4.1 Stávající stav.....	26
2.4.2 Technický potenciál.....	26
2.4.3 Ekonomický potenciál.....	27
2.4.4 Přínos pro životní prostředí.....	28
2.4.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna.....	29
2.4.6 Závěrečné shrnutí.....	29
2.5 Tepelná čerpadla.....	30
2.5.1 Stávající stav.....	30
2.5.2 Technický potenciál.....	30
2.5.3 Ekonomický potenciál.....	31
2.5.4 Přínos pro životní prostředí.....	31
2.5.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna.....	32
2.5.6 Závěrečné shrnutí.....	32
2.6 Odpady.....	34
2.6.1 Stávající stav.....	34
2.6.2 Technický potenciál.....	35
2.6.3 Ekonomický potenciál.....	35
2.6.4 Přínos pro životní prostředí.....	35
2.6.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna.....	36
2.6.6 Závěrečné shrnutí.....	37
2.7 Biomasa.....	38
2.7.1 Stávající stav.....	38
2.7.2 Technický potenciál.....	38
2.7.3 Ekonomický potenciál.....	39
2.7.4 Přínos pro životní prostředí.....	39
2.7.5 Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna.....	40
2.7.6 Závěrečné shrnutí.....	40

2.8	Geotermální energie.....	41
2.8.1	Geotermální energie v ČR	41
2.8.2	Potenciál geotermální energie na území města Brna	43
Zdroj dat.....		44
Seznam tabulek a obrázků		45
Seznam tabulek		45
Seznam obrázků		45
Seznam zkratk		46

1 | Vývojové trendy

Na území města Brna by měly být rozvíjeny takové zdroje energie z OZE, které zde mají svůj významný potenciál a také ty, které jsou zde využívány dlouhodobě. Jedná se především o tepelné využívání odpadů, fotovoltaiku, fototermiku, využití tepelných čerpadel, popřípadě spalování biomasy. Ostatní zdroje OZE jako je využití vodní energie, větru, popřípadě bioplynu by měly na území města Brna hrát pouze okrajovou roli.

Je nanejvýš vhodné, aby zaváděné OZE v místech integrované SZTE a plynových kotlen TB, a.s. byly ve správě SMB a tím podpořily tyto soustavy a přispěly k jejich stabilizaci. Nekoncepční a nekoordinované zavádění OZE soukromými subjekty povede ke zhoršení ekonomiky SZTE pro její uživatele, mimo jiné nárůstem fixních nákladů v ceně za GJ tepelné energie. Proto musí v následujících letech vzniknout studie na téma „Rozvoj OZE a DZE jako jednoho ze základních prvků soustavy SZTE v SMB“.

Výroba elektřiny v malých instalacích může být ve výhledu významně ovlivněna novými způsoby obchodování s elektřinou z OZE. Ty závisí do značné míry na schopnosti řídit a v případě potřeby doplňovat kolísající výkon OZE nákupy jak v denním, tak i v dlouhodobém horizontu. Nástrojem k řízení takového portfolia na straně nákupu elektřiny je vlastní soubor řídicích komponent a softwaru – obchodní virtuální elektrárna.

Virtuální elektrárna je obchodní webová aplikace, díky které může provozovatel nabídnout nevyužitou výrobní kapacitu zdrojů a stát se tak součástí dodavatelské sítě regulační elektřiny. Velikost zdroje ani výkonový rozsah není údajně pro obchodování nikterak limitující. Podobně jako může být v IT sféře propojeno několik počítačů do jednoho virtuálního serveru, lze propojit několik menších elektráren do jediné virtuální elektrárny. Obchodní virtuální elektrárna je prvním krokem k vizi, kdy nabídky a poptávky po elektřině jsou „on-line“ vyhodnocovány a řízeny z jednoho centra, kdy jedinou odlišností obchodní verze virtuální elektrárny je to, že zde nabídka a poptávka je vyrovnávána pouze v čase ale nikoliv v prostoru. Virtuální elektrárna k zajištění svého chodu využívá velká množství dat – od aktuálních cen elektřiny, přes energetickou poptávku, až po předpovědi počasí. Na jejich základě systém vytváří harmonogram, podle něhož se dílčí elektrárny řídí.

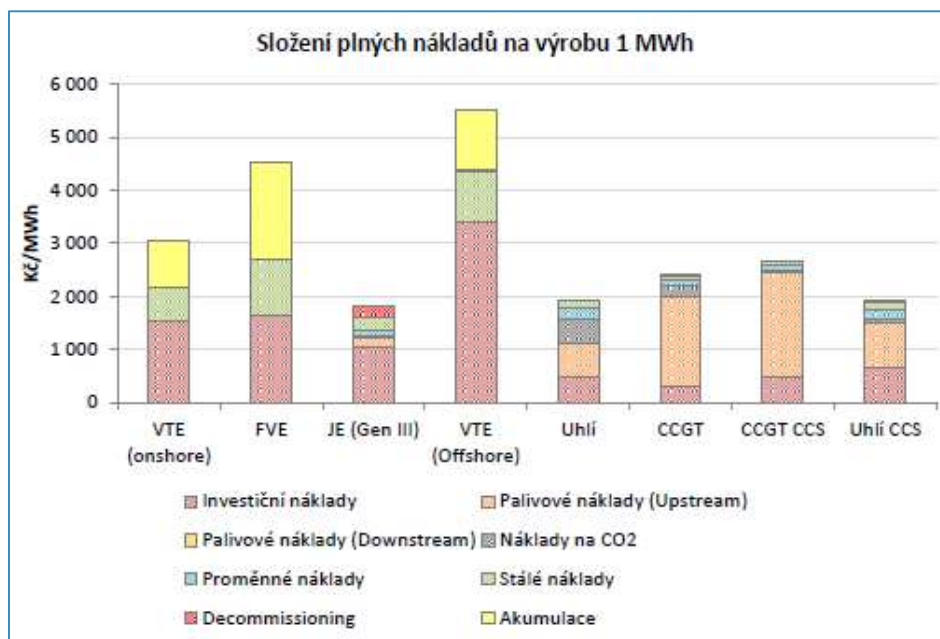
Využívání obnovitelných zdrojů je trendem, který mění charakter energetického průmyslu. Místo několika velkých elektráren, které léta zajišťují stabilní dodávku energie, se začínají objevovat desítky menších výroben, získávajících energii z obnovitelných zdrojů. Ty jsou geograficky roztroušené na mnoha místech a jejich dodávky jsou značně závislé na výkyvech počasí. To je výzvou z hlediska funkčnosti a stability celé rozvodné sítě.

Elektrárny sluneční, větrné, vodní a také plynové či bioplynové jsou integrovány do elektrické soustavy prostřednictvím inteligentních sítí. Rozvoj chytrých sítí a decentralizovaného řízení představuje podle Nezávislé energetické komise jednu z priorit energetického výzkumu v České republice. Inteligentní přenos energie v elektroenergetických soustavách bude souviset právě s rozvojem těchto inovativních technologií.

Nové technologie umožní mj. řídit výrobu a spotřebu elektrické energie v reálném čase. Chytré sítě budou umět reagovat na hrozící přetížení a přesměrovat toky elektřiny, aby zamezily případným výpadkům. Nová technologie bude k užítku rovněž běžným spotřebitelům: například spotřebiče v domácnosti bude možné zapojit, když cena elektřiny poklesne, a tím ušetřit.

Jednotlivé zdroje pro výrobu elektřiny a tepla z obnovitelných zdrojů mají rozdílné tzv. plné náklady na výrobu elektrické energie, které určují jejich atraktivitu pro investory i způsob/míru uplatnění na liberalizovaném trhu, jak znázorňuje následující graf. Výhledové náklady na výrobu z jednotlivých technologií je obtížné předvídat a do značné míry je ovlivňuje stát provozní případně investiční podporou.

Obrázek 1: Plné náklady na výrobu elektrické energie



Zdroj: MPO, Státní energetická koncepce

Státní energetická koncepce

Celková výše obnovitelných zdrojů energie má ve sledovaném období (do roku 2040) trvale vzestupný charakter. Tento trend odráží jednak snahu o nejvyšší možné využití tohoto tuzemského energetického zdroje za předpokladu jeho ekonomické návratnosti, ale zároveň také snahu o nejnížší možné dopady do rozpočtu státu i jeho obyvatel. Rozvoj v této oblasti tak bude realizován hlavně z důvodu postupného zvyšování konkurenceschopnosti oproti konvenčním zdrojům energie.

Zdrojem s největším potenciálem rozvoje i do budoucna zůstává biomasa, a to zejména cíleně pěstovaná, u které se předpokládá postupné využití maxima dostupných zdrojů při zachování všech omezení, kupříkladu potravinové bezpečnosti. Celkový potenciál je uvažován v souladu s Akčním plánem pro biomasu (APB). Pro využití je konzervativně volena spodní hranice rozpětí udávaného APB s tím, že v případě dosažení horní hranice se koncepce pohybuje v horní části koridoru pro podíl OZE předpokládaném touto koncepcí.

U ostatních zdrojů je markantní opětovný růst fotovoltaiky po roce 2025 v návaznosti na dosažení její plné konkurenceschopnosti, při započtení významného objemu akumulace. Mezi roky 2025 až 2030 však přitom nedochází na základě předpokladů k absolutnímu růstu instalovaného výkonu v oblasti fotovoltaiky, protože nově vystavené zdroje v tomto období nahrazují již plně odepsané fotovoltaické elektrárny (FVE), které byly instalovány dříve. Do roku 2030 pak dochází k obnově stávající základny a v návaznosti na to pokračuje trend rostoucí výroby elektřiny v oblasti fotovoltaiky. V souvislosti s tím se předpokládá využití výhradně na střechách a jiných pevných konstrukcích budov, a to v rozsahu, v jakém to nevyvolávají důvody ochrany památek a jiná technická omezení. V koncepci očekávaný výkon FVE znamená využití nadpoloviční většiny dostupné plochy střech na rodinných domcích (> 50%) i průmyslových objektech (> 70%). Nepočítá se s rozšířením využitím FVE na zemědělské půdě, ale naopak k navrácení zemědělských ploch v případech, kdy bylo vyjmutí ze zemědělského půdního fondu pouze dočasné.

Postupný nárůst produkce je také významný u využívání odpadů s předpokladem využití 100 % spalitelné složky odpadu nevhodného pro recyklaci. U větrné energie se předpokládá postupné plné využití potenciálu, respektující všechny faktické omezující podmínky včetně ochrany krajinného rázu. Významnou položku tvoří též využívání tepelné energie prostředí (tepelná čerpadla).

2 | Analýza využitelnosti jednotlivých druhů OZE

2.1 | Vodní energie

2.1.1 | 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 2016 v případě malých vodních elektráren - MVE, tj. elektráren s instalovaným el. výkonem do 10 MWe 7 zdrojů s celkovým instalovaným výkonem 3,671 MWe a výrobou elektřiny brutto téměř 7 GWh.

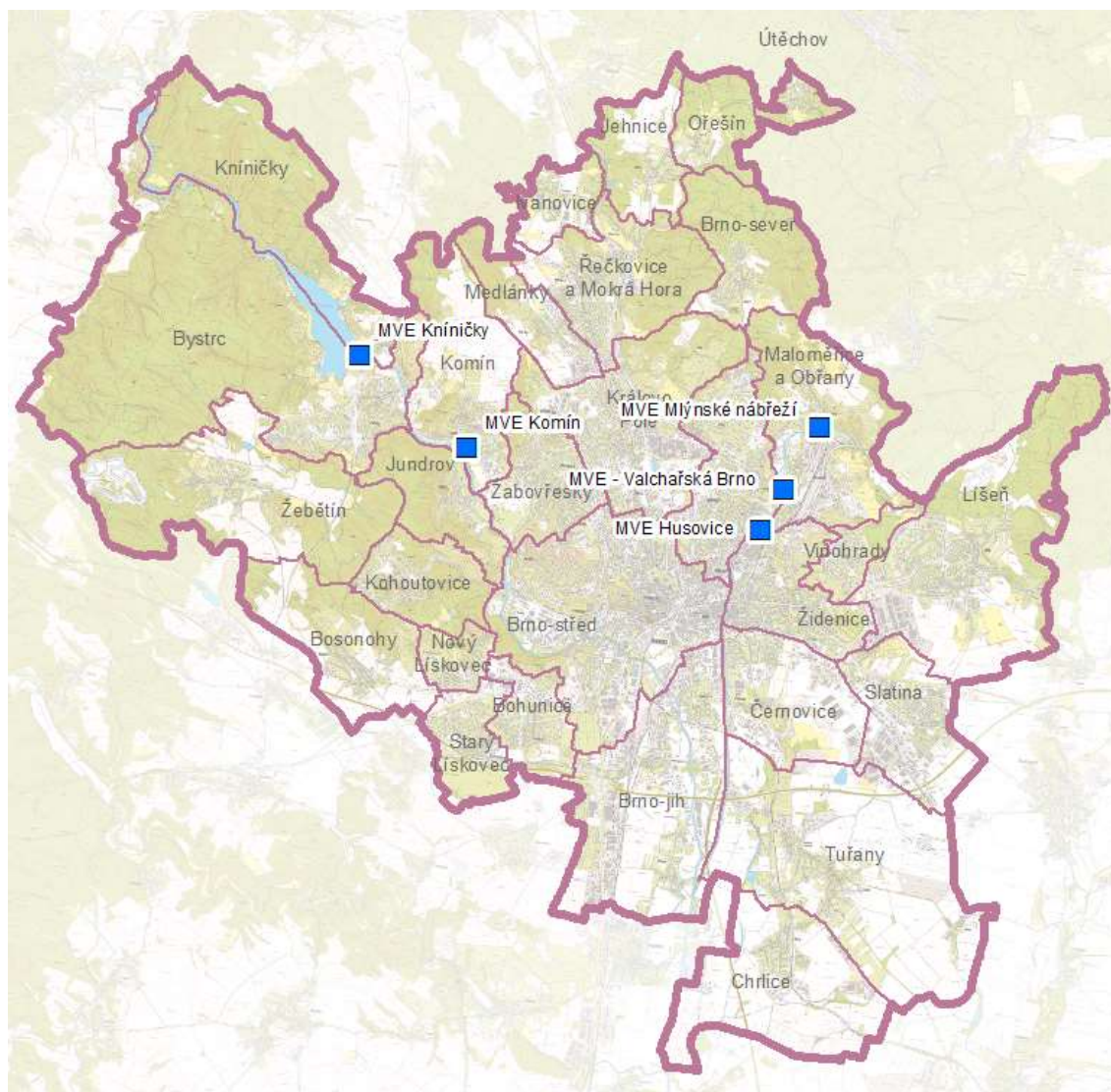
Tabulka 1: Seznam instalovaných malých vodních elektráren v Brně, rok 2016

Číslo licence	Provozovatel	Zdroj	Instalovaný výkon [MWe]	Výroba elektřiny brutto v roce 2016 [MWh]
110100339	ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.	MVE Kníničky	3,1	5 874
110100339	ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.	MVE Komín	0,246	735
110102045	BUREZ s.r.o.	MVE Husovice	0,06	215
110101862	Pavel Edler	MVE 2 - Valchařská Brno	0,03	78
110101517	Ing. Jan Edler	MVE 1 - VALCHAŘSKÁ BRNO	0,03	77
110202480	František Franc	Mlýnské nábreží	0,115	0
111634065	JODA s.r.o.	MVE Mlýnské nábreží	0,09	0

Zdroj: ERÚ[1]

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.

Obrázek 2: Lokalizace vodních elektráren na území města Brna, rok 2016



Zdroj: ERÚ[1]

2.1.2 | Technický potenciál

Podobně jako v případě celé ČR je možné předpokládat, že technicky využitelný hydroenergetický potenciál vodních toků na území města je již do značné míry vyčerpán. Aktuálně je známa pouze jedna vhodná lokalita pro vybudování případné malé vodní elektrárny, a to jezu na řece Svatce při ulici Kamenomlýnská.

Výstavba vodních elektráren je významným zásahem do životního prostředí a výběr vhodné lokality je proto omezen mnoha faktory. V současnosti přicházejí v úvahu především výstavby malých vodních elektráren MVE (v ČR do 10 MW, v EU do 5 MW), nejlépe v místech starších vodních děl (hamry, mlýny apod.) nebo instalací moderních a účinnějších turbín do stávajících zařízení, které budou pracovat efektivněji.

Při výstavbě nových MVE je kromě míry zásahu do životního prostředí vzít v úvahu i dostupnost pro těžké mechanismy, vhodné geologické podmínky, hydrologickou bilanci, možnost odstraňování naplavenin, majetkoprávní vztahy, vzdálenost od připojení do distribuční sítě a možnost rušení obyvatel hlukem. Z hlediska velikosti spádu vodního toku se dělí MVE na nízkotlaké (do 20 m), středotlaké (do 100 m) a vysokotlaké (nad 100 m).

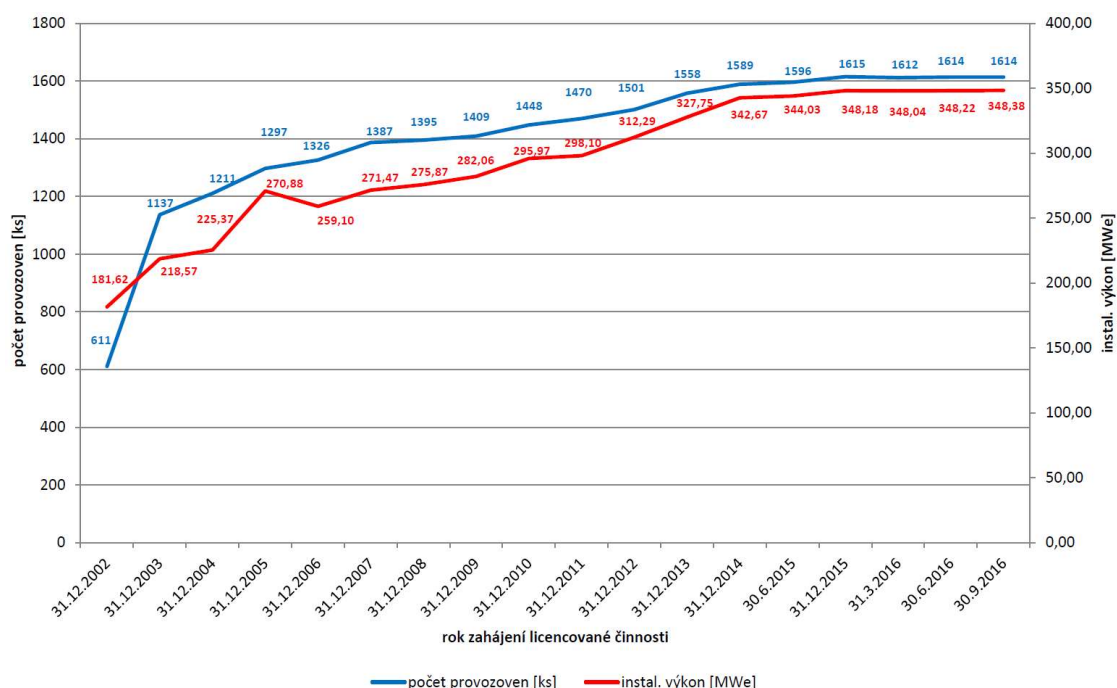
V současné době je připravován jediný významnější projekt využití vodní energie na území města Brna. Jedná se o projekt MVE Kamenomlýnská. Lokalita se nachází v městské části Pisárky při ulici Žabovřeská. Dotčená lokalita je situovaná u jezera Kamenný mlýn na levém břehu toku. Z pravé strany (po směru toku Svratky) je prostor uzavřený korytem toku, z levé strany pak silniční komunikací ulice Žabovřeská. Maximální dosažitelný výkon na svorkách generátoru je 379 kW. Vypočtená roční výroba je 1 160 602 kWh

Vůči vodní energii se nijak nevymezuje dokument Brna 2050. Nicméně v následujících letech by mohli vzniknout vodní elektrárny v kapacitě maximálně jednotek MWh. Tedy bez významného vlivu na energetickou bilanci města.

2.1.3 | Ekonomický potenciál

Následující obrázek ukazuje trend vývoje MVE v rámci ČR, instalovaného výkonu a počtu provozoven od roku 2002 do 30. 9. 2016.

Obrázek 3: Trend vývoje instalovaného výkonu a počtu MVE v rámci ČR



Zdroj: Energetický regulační úřad

Z výše uvedeného obrázku vyplývá, že instalovaný výkon a počet MVE je víceméně konstantní a potenciál i přes ekonomická zvýhodnění formou dotací je velice malý. Obdobně tomu tak je i na území města Brna.

2.1.4 | Přínos pro životní prostředí

U tohoto typu zdroje elektrické energie je významný potenciál snižování emisí spíše v národním měřítku, pokud by bylo reálné tento typ zdrojů na území města Brna stavět. Pro město Brno by realizace tohoto typu zdroje nepřinesla snížení emisí, protože drtivá většina elektrické energie je vyráběna mimo hranice města Brna.

Tabulka 2: Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k vodní energii na území města Brna

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Stávající stav

Vyjmenované stacionární zdroje	84	57	644	343	124	652 482
Nevyjmenované stacionární zdroje	15	11	105	337	38	149 482
doprava	53	0	796	598	115	747 822
celkem	151	68	1 545	1 277	277	1 549 786

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Scénář ZP

Vodní energie

Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Scénář OZE

Vodní energie

Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Scénář EDU

Vodní energie

Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Vodní energie v žádném scénáři nemá významný potenciační vliv na emisní bilanci znečišťujících látek na území města Brna.

2.1.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Vodní energie v žádném z posuzovaných scénářů nemá významný vliv na udržení a případný rozpad či rozvoj sítě CZT ve městě Brně.

2.1.6 | Závěrečné shrnutí

Z výše uvedeného vyplývá, že využití vodní energie na území města Brna je ve větším měřítku a v horizontu následných desetiletí spíše okrajovou záležitostí a její masivní rozvoj nelze předpokládat. Potencionální rozvoj lze kromě jedné zmíněné lokality spíše uvažovat ve formě rekonstrukcí a zvyšováním účinnosti stávajících zdrojů.

Tabulka 3: Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře

Výroba elektřiny brutto	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V3 EDU 2035	V3 EDU 2050
vodní elektrárny [GWh/rok]	6.97	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
Výroba tepla [GJ/rok]	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2043	V2 OZE 2035	V2 OZE 2043	V3 EDU 2035	V3 EDU 2050
vodní elektrárny [GJ/rok]	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: vlastní výpočet

2.2 | Větrná energie

2.2.1 | Stávající stav

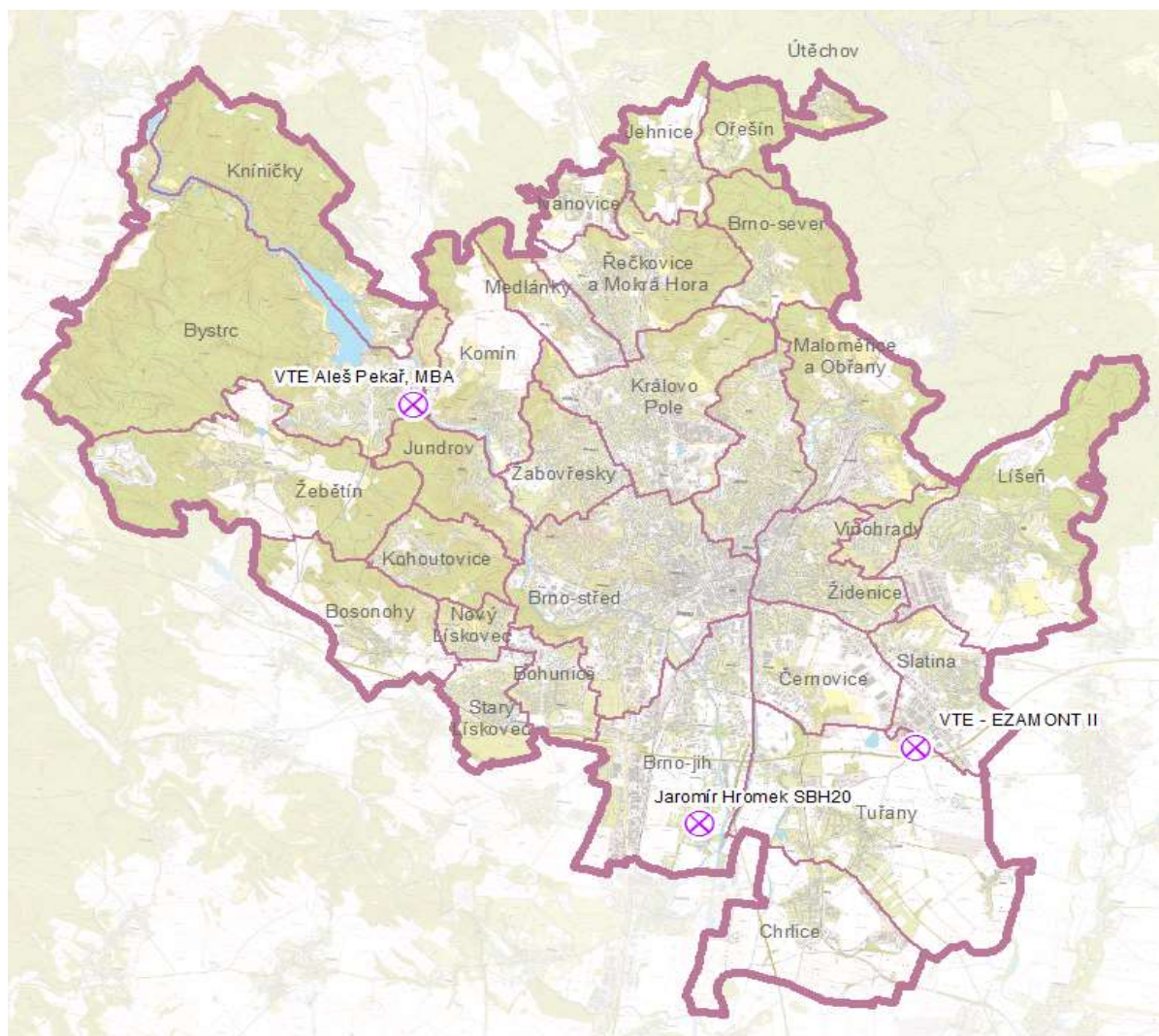
Využívání větrné energie se podobně jako v případě jiných zdrojů OZE využívaných pro výrobu elektřiny stalo v posledních patnácti letech ekonomicky výhodným. Na území samotného SMB se však tento způsob výroby elektřiny vyskytuje vzhledem k charakteru městské zástavby jen zcela ojediněle. V roce 2016 tak ERÚ evidoval pouze 3 licencované výrobce elektřiny z větru o celkovém instalovaném elektrickém výkonu 14,2 kW_e a výrobě 2,422 MWh/rok. 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 4: Seznam instalovaných větrných elektráren v Brně, rok 2016

Číslo licence	Provozovatel	Zdroj	Instalovaný výkon [MW _e]	Výroba elektřiny brutto v roce 2016 [MWh]
111016170	ENESOL s.r.o.	VTE - EZAMONT II	0,001	2,2080
111225569	Aleš Pekař MBA	VTE Aleš Pekař, MBA	0,0032	0,2140
111327327	Jaromír Hromek	Jaromír Hromek SBH20	0,01	0,0000

Zdroj: ERÚ[1]

Obrázek 4: Lokalizace větrných elektráren na území města Brna, rok 2016



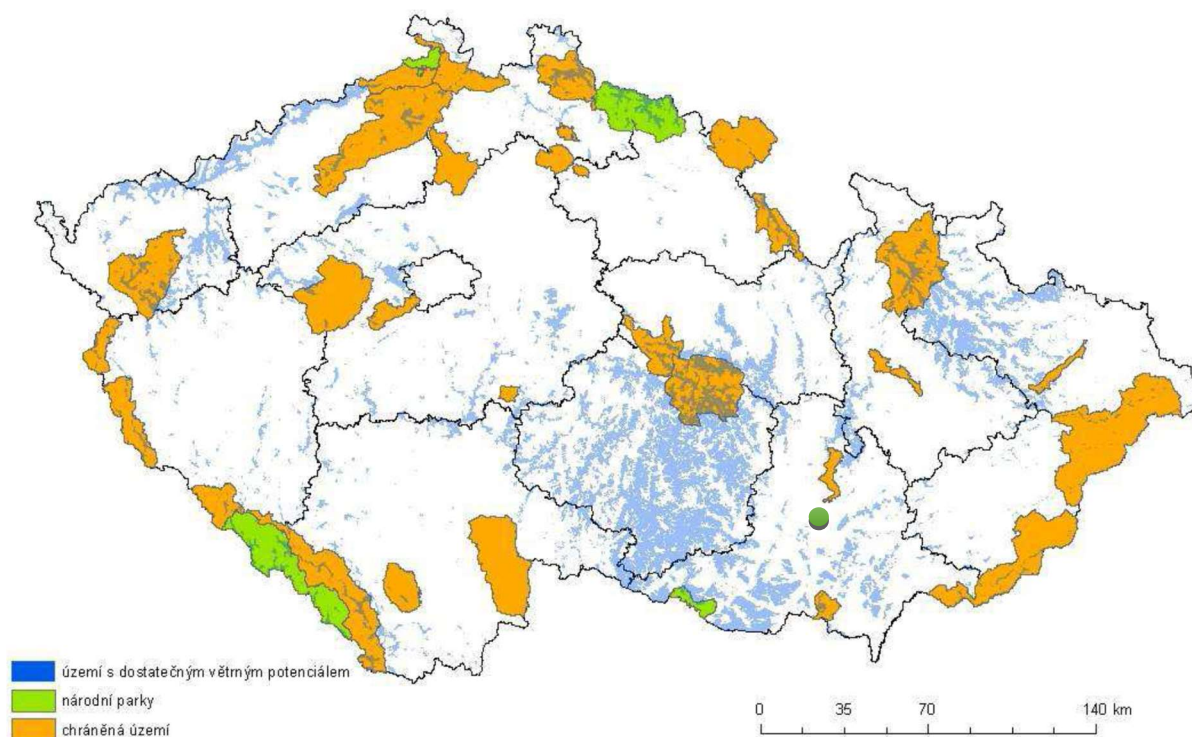
Zdroj: ERÚ[1]

2.2.2 | Technický potenciál

Využití energie větru je pro danou lokalitu nevhodné. Energii větru lze využít v místech, kde pravidelně vane vítr silnější než 5 m/s a je nejlépe mimo obydlí. Tyto podmínky nejsou na území SMB až na výjimky splněné. Jedinou lokalitou ve městě Brně, kde by bylo možné se větrnou energií s dostatečným větrným potenciálem reálně zabývat je lokalita Hády. Nicméně se jedná o lokalitu chráněnou ve smyslu zákona 114/1992 v platném znění O ochraně přírody a krajiny, jako chráněnou přírodní rezervaci.

Technický potenciál větrné energie je limitován nejen rychlostí větru, ale řadou přirozených omezení jako hlukové limity (vzdálenost od obydlí) a existencí chráněných území, kde není vývoj větrných projektů možný. Území s dostatečným větrným potenciálem na území ČR ukazují níže uvedené obrázky.

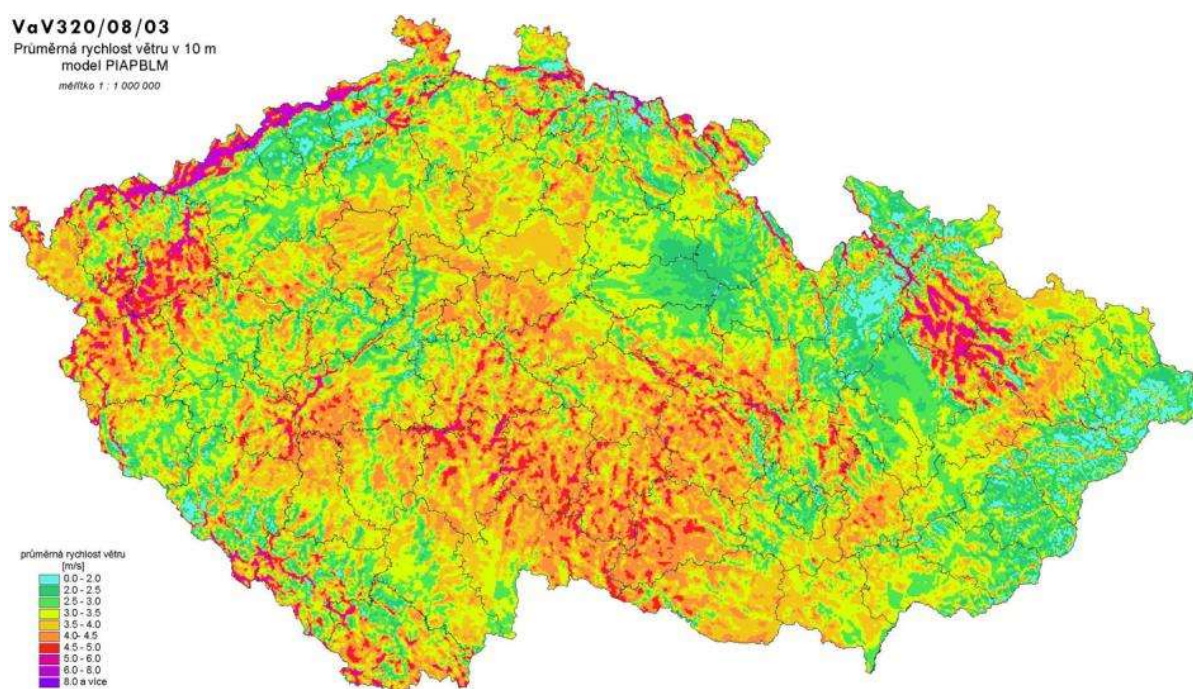
Obrázek 5: Větrná mapa České republiky – území s dostatečným větrným potenciálem



Zdroj: Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i.

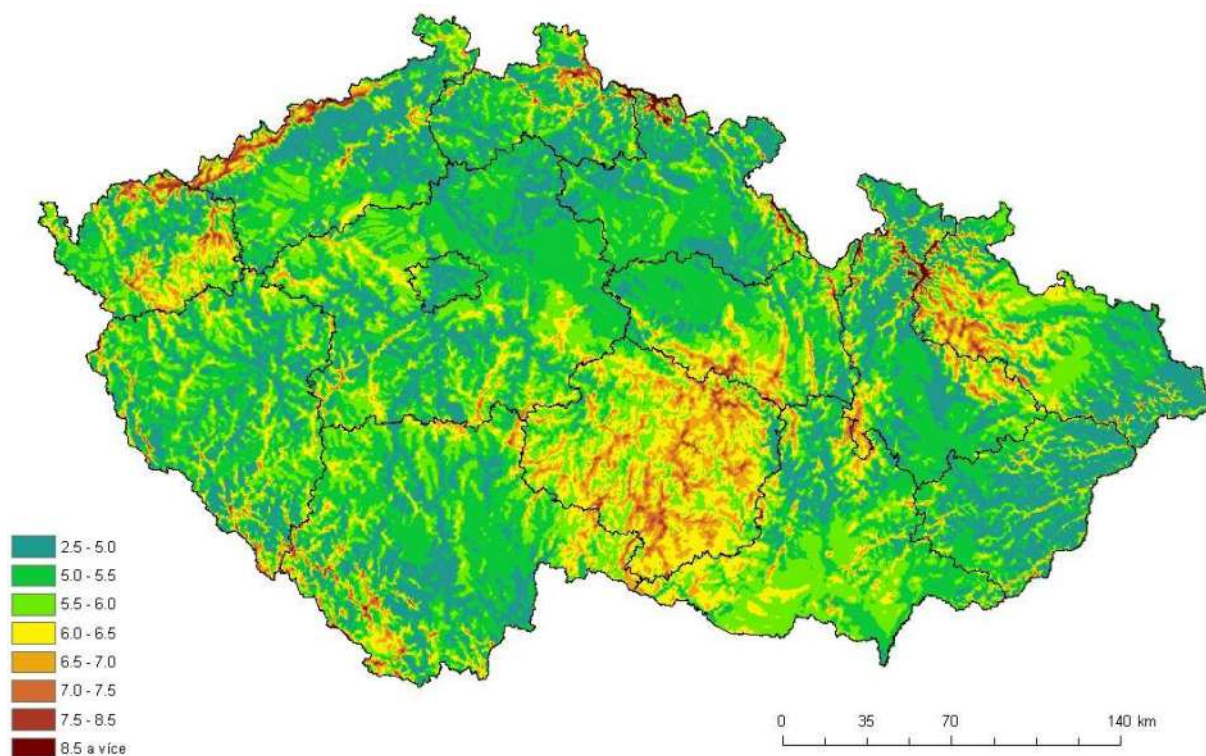
Obrázek 6: Větrná mapa České republiky – pole průměrné rychlosti větru ve výšce 10 m.

VaV320/08/03
Průměrná rychlost větru v 10 m
model PIAPBLM
měřítko 1 : 1 000 000



Zdroj: Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i.

Obrázek 7: Větrná mapa České republiky – pole průměrné rychlosti větru ve výšce 100 m.



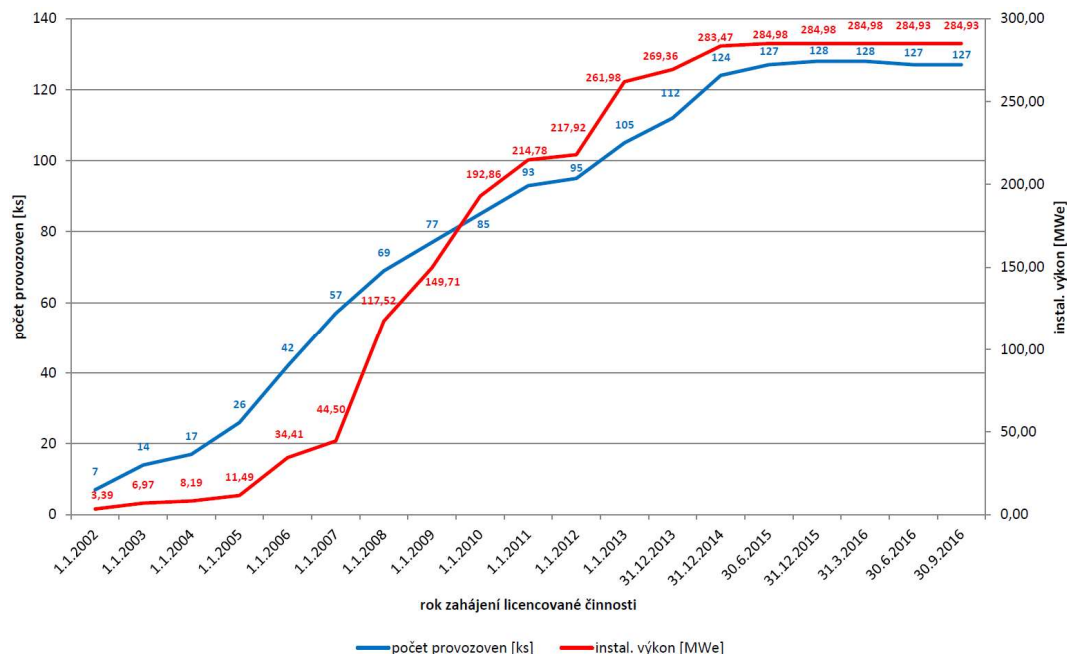
Zdroj: Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i.

V současné době není připravován, a s ohledem na výše uvedené ani být nemůže, žádný významnější projekt využití větrné energie na území SMB. Vůči větrné energii se nevymezuje ani dokument Brna 2050. Nicméně v následujících letech by mohli vzniknout větrné elektrárny v kapacitě maximálně jednotek MWh/rok. Tedy bez významného vlivu na energetickou bilanci města.

2.2.3 | Ekonomický potenciál

Následující obrázek ukazuje trend vývoje VTE v rámci ČR, instalovaného výkonu a počtu provozoven od roku 2002 do 30. 9. 2016.

Obrázek 8: Trend vývoje instalovaného výkonu a počtu VTE v rámci ČR



Zdroj: Energetický regulační úřad

Z výše uvedeného obrázku vyplývá, že instalovaný výkon a počet VTE je od roku 2014 víceméně konstantní a potenciál i přes ekonomická zvýhodnění formou dotací je velice malý. Počet lokalit s možností využití VTE je omezený jak na území České republiky obecně, tak i na území města Brna.

2.2.4 | Přínos pro životní prostředí

U tohoto typu zdroje elektrické energie je významný potenciál snižování emisí spíše v národním měřítku. Na území SMB však tyto typy zdrojů nelze s citelnějším výkonem na energetickou bilanci stavět. Pro SMB by realizace tohoto typu zdroje nepřinesla snížení emisí, protože drtivá většina výkonu elektrické energie spotřebována ve městě Brně, je vyráběna mimo hranice města Brna.

Tabulka 5: Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k větrné energii na území města Brna

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
t/rok						
Stávající stav						
Vyjmenované stacionární zdroje	84	57	644	343	124	652 482
Nevyjmenované stacionární zdroje	15	11	105	337	38	149 482
doprava	53	0	796	598	115	747 822
celkem	151	68	1 545	1 277	277	1 549 786

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
t/rok						
Scénář ZP						
větrná energie						
Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
t/rok						
Scénář OZE						
větrná energie						
Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
t/rok						
Scénář EDU						
větrná energie						
Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Větrná energie v žádném scénáři nemá významný potencionální vliv na emisní bilanci znečišťujících látek na území SMB.

2.2.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Větrná energie v žádném z posuzovaných scénářů nemá významný vliv na udržení a případný rozpad či rozvoj SZTE ve městě Brně.

2.2.6 | Závěrečné shrnutí

Z výše uvedeného vyplývá, že využití větrné energie na území SMB je ve větším měřítku a v horizontu následných desetiletí spíše okrajovou záležitostí a její masivní rozvoj nelze předpokládat. Potencionální rozvoj lze spíše uvažovat u menších typů větrných elektráren než u velkých, ale i ten je na území města značně limitován. Lze se domnívat, že bude maximálně v řádech jednotek MWh. V níže uvedené tabulce je uveden potenciál na úrovni dvoj násobku stávajícího stavu, tedy cca 4,8 MWh/rok.

Tabulka 6: Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře

Výroba elektřiny brutto	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V3 EDU 2035	V3 EDU 2050
větrné elektrárny [MWh/rok]	2.42	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Výroba tepla [GJ/rok]	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2043	V2 OZE 2035	V2 OZE 2043	V3 EDU 2035	V3 EDU 2050
větrné elektrárny [GJ/rok]	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: vlastní výpočet

2.3 | Energie slunce (fotovoltaika, fototermika)

2.3.1 | Stávající stav

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

Aktuální počet fotovoltaických elektráren v roce 2016 dosáhl na území SMB492 instalací s celkovým instalovaným výkonem 33MW_e. Masivní rozšíření zejména FVE větších výkonů podpořil výraznější pokles cen technologie a zároveň velmi výhodně státem nastavená garantovaná výkupní cena elektrické energie v letech 2008 – 2010.

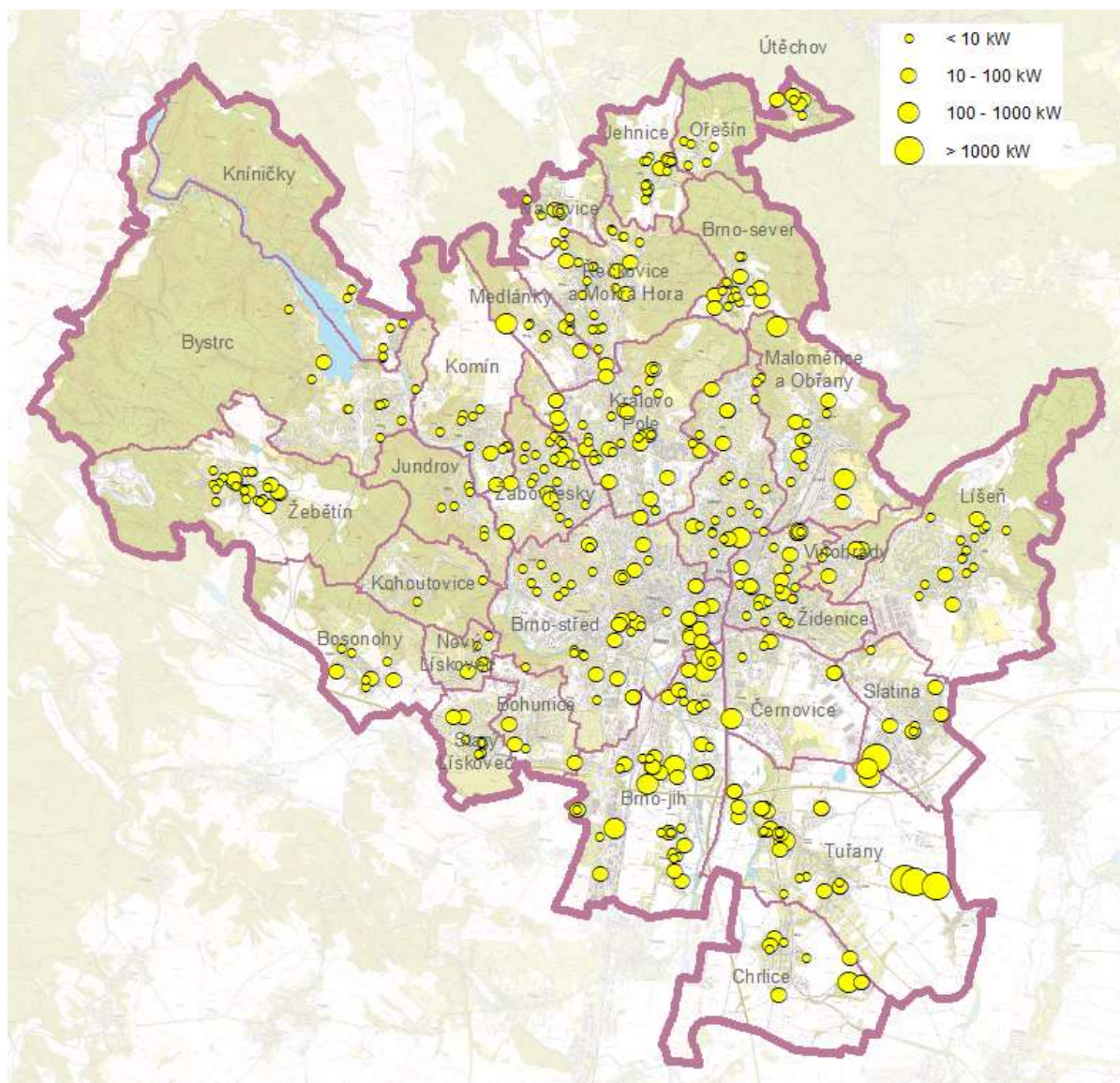
Celkově byly v SMB v roce 2016 provozovány 4 FV elektrárny, mající instalovaný elektrický výkon nad 1 MW_e (celková výroba cca 24,86 GWh), 15 elektráren s výkonem nad 100 kW_e (do 1 MW_e) (celková výroba cca 4,657 GWh), 193 elektráren s výkonem nad 10 kW_e (do 100 kW_e) (celková výroba cca 4,075 GWh) a 280 elektráren s výkonem pod 10 kW_e (celková výroba cca 1,218 GWh).

Tabulka 7: Počet FV elektráren v členění dle výše instalovaného výkonu, město Brno, stav 2016

Výkonový rozsah	Počet zdrojů	Výroba elektřiny brutto v roce 2016 [MWh]
Pod 10 kW	280	1 217,959
> 10 - 100 kW	193	4 074,589
>100 kW - 1 MW	15	4 657,63
Nad 1 MW	4	24 860,068
Celkem	492	34 810,246

Zdroj: ERÚ[1]

Obrázek 9: Lokalizace fotovoltaických elektráren na území města Brna, členěno dle instalovaného výkonu, rok 2016



Náklady na přípravu teplé vody nejsou při současných cenách energií zanedbatelné. Zejména majitelé rodinných domů stále častěji využívají fototermických systémů k ohřevu vody jak pro potřeby v domácnosti tak např. i pro potřeby ohřevu vody v domácích bazénech. Systém ohřevu vody sluneční energií však využívají rovněž provozovatelé hotelů, koupališť. Zvyšuje se rovněž poptávka po solárních systémech pro ohřev vody, které lze instalovat na bytové nebo panelové domy. Stejně jako v předchozím případě fotovoltaických systémů i zde může hrát jistou omezující roli stanovená ochrana památkově chráněných objektů nebo přímo Městská památková rezervace. Naproti tomu jsou zde významné plochy panelových sídlišť, kde podobná regulace není překážkou.

S rostoucími cenami energií se snižuje návratnost investic do solárních systémů pro bytové domy. Bytovým družstvům a společenstvím vlastníků, které uspořily zateplením fasády objektu a výměnou oken vysoké náklady na vytápění, se tak otvírá reálná možnost dalších úspor na provozu objektu a další snížení závislosti na rostoucích cenách energií. Teplá voda dnes patří ke standardu a její příprava by měla být jednoznačně efektivní, levná a ekologická. V solárních systémech se kombinují všechny tyto požadavky a stále více se ukazuje, že mají

velkou šanci se v budoucnu stát nedílnou součástí všech systémů pro přípravu teplé vody. Nicméně by bylo vhodné, kdyby město i nadále mělo významný podíl v dodávkách energií i po zavedení všech možných zdrojů OZE. Proto by v následujících letech měl být připraven projekt „rozvoje OZE jako jednoho ze základních prvků soustavy SZTE ve městě Brně“

Pokrokové technologie již umožňují využívání kombinace ohřevu a chlazení za pomoci absorpčního chladicího stroje. Je tedy možné využití jak pro ohřev teplé vody, tak pro chlazení objektu v letních měsících. Podobné kombinace technologií rovněž přispějí k jejich většímu rozšíření.

2.3.2 | Technický potenciál

Technický potenciál možného využití slunečního záření pro energetické účely bude ze všech obnovitelných zdrojů největší. Překotný vývoj v oblasti fotovoltaických i fototermických systémů vede k významnému snižování investičních nákladů a zvyšování efektivity využití dopadající energie. Lze předpokládat, že v budoucnu budou tyto systémy ziskové i bez přímé provozní podpory. Již ve stávající situaci je v SMB provozováno 193 FVE s výkonem nad 10 kWe (do 100 kWe) (celková výroba cca 4,075 GWh) a 280 FVE s výkonem pod 10 kWe (celková výroba cca 1,218 GWh).

Fotovoltaické systémy mohou být v budoucnu běžně instalované na významné části rodinných i bytových domů, administrativních i obchodních budov, pokud budou mít vhodně řešenou střechu/plášť. Vývoj fotovoltaických systémů ukazuje, že lze předpokládat jejich zabudování jako běžné součásti střešních krytin, případně fasádních systémů, okenních výplní i prosklených fasád. Fotovoltaické panely již nebudou muset být v kovovém rámu na samostatné konstrukci, což umožní jejich mnohem snadnější a častější využívání.

Potenciál se může ještě zvýšit využitím rozvíjejícího se segmentu akumulace vznikající elektrické energie přímo v místě jejího vzniku a zajištění tak částečné soběstačnosti provozu jednotlivých objektů. Dalším zvýšením atraktivity FVE je jejich chytré řízení, které dokáže maximalizovat využití vyrobené energie v rámci objektu. Obdobně jako akumulace.

Předpokládaný potenciál rozvoje výroby energií z FVE je uveden v následujících tabulkách:

Obrázek 10: Scénář ZP - rozvoje

	Bydlení	Doprava		Průmysl		Rekreace		Služby		Veřejná správa		Zemědělství		Nezařazeno		Ostatní		Celkem Počet bloků	Celkem Plocha m ²	podíl plochých střech	Instalovaný výkon (MWe)	Roční výroba elektřiny (MWh)	Instalovaný výkon (MWe) naplochlých střechách	Roční výroba elektřiny (MWh) naplochlých střechách	podíl šikmých střech	podíl vhodné orientace střech mimo ploché budovy	Instalovaný výkon (MWe) dle orientace střech	Roční výroba elektřiny (MWh) dle orientace střech	Instalovaný výkon celkový potenciál (MWe)	Roční výroba elektřiny celkový potenciál (MWh)		
		Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²															
Městská část																																
Brno-Bohunice	144	104 124	15	4 929	22	7 914	197	11 594	32	42 383	8	14 289		206	85 989	4	2 356	628	273 578		90	39.1	38 301	7.03	6 894.17	10	38	1.49	261.98	8.52	7 156.15	
Brno-Bosonohy	182	99 961	6	758	5	3 502	211	14 680	15	9 166	3	1 129	3	204	303	46 236	1	523	729	176 159		38	25.2	24 662	1.91	1 874.33	62	56	8.74	650.77	10.65	2 525.09
Brno-Bystrc	314	203 387	31	10 597	14	7 478	1123	88 858	47	61 900	18	16 852	5	1 759	303	48 009	9	3 280	1862	442 119		92	63.2	61 897	11.62	11 388.99	8	25	1.26	227.78	12.88	11 616.77
Brno-Cermovice	122	151 286	18	8 001	20	64 244	20	1 174	40	45 378	1	851		345	172 909	28	34 701	594	478 545		41	68.4	66 996	5.61	5 493.69	59	64	25.81	2074.42	31.42	7 568.11	
Brno-Chrlice	176	119 687	8	2 388	10	36 645	10	670	12	12 520	1	90	3	4 716	272	99 570	6	6 574	498	283 260		39	40.5	39 656	3.16	3 093.20	61	68	16.79	1 283.06	19.94	4 376.26
Brno-Ivanovice	208	63 573			2	135	207	13 553	9	17 161				98	17 932	2	4 248	526	116 602		19	16.7	16 324	0.63	620.32	81	73	9.85	366.80	98.12	2 468.76	
Brno-Jehnice	152	44 182	2	381			59	3 998	4	2 018	2	2 330	1	2 345	48	8 059		268	63 313		22	9.0	8 864	0.40	390.01	78	49	3.46	149.06	3.85	530.07	
Brno-Jih	331	206 705	18	8 671	88	171 682	166	15 667	109	278 086	19	12 838	9	5 644	746	443 462	23	22 298	1509	1 165 053		65	166.4	163 107	21.64	21 203.97	35	73	42.52	5417.61	64.16	26 621.58
Brno-Jundrov	248	95 459	8	2 668	2	775	194	17 410	25	17 490	3	837	1	49	93	14 387	2	324	576	149 398		32	21.3	20 916	1.37	1 338.60	68	58	8.42	527.95	9.78	1 866.55
Brno-Křtiny	99	35 472	1	49	6	4 241	567	42 449	19	8 398	2	332			203	18 843		897	109 785		19	15.7	15 370	0.60	584.06	81	39	4.95	184.50	5.55	768.56	
Brno-Kohoutovice	248	129 209	21	7 078	8	7 975	71	6 128	28	30 203	3	1 527			111	14 628		490	196 748		89	28.1	27 545	5.00	4 902.96	11	32	1.99	172.56	5.99	1 507.55	
Brno-Komín	329	172 094	19	4 207	2	1 881	214	13 717	20	17 011			1	476	202	59 923	6	21 130	793	290 440		92	41.5	40 662	7.63	7 481.73	8	45	1.49	269.34	9.13	7 751.07
Brno-Královo Pole	371	467 091	11	6 902	41	155 386	299	19 513	130	255 849	12	15 907	2	101	837	351 973	11	10 643	1714	1 283 365		51	183.3	179 671	18.70	18 326.46	49	53	47.61	4 759.38	66.31	23 085.84
Brno-Líšeň	549	406 737	25	16 382	39	69 648	285	18 067	72	89 000	4	6 477	3	1 447	414	311 521	11	9 274	1402	928 552		93	132.7	129 997	24.67	24 179.50	7	81	7.52	1 370.98	32.19	25 500.48
Brno-Maloměřice a Obřany	356	179 668	25	11 155	31	34 403	295	18 776	35	40 773	2	902			513	149 988	5	5 022	1 262	440 687		32	63.0	61 696	4.03	3 948.56	68	39	16.70	1 047.16	20.72	4 995.72
Brno-Medlánky	113	64 758	10	4 372	2	1 038	154	8 848	20	28 636	2	2 147	2	122	178	90 439	5	8 128	486	208 487		31	29.8	29 188	1.85	1 809.66	69	68	13.97	949.09	15.82	2 658.76
Brno-Nový Lískovec	178	86 248			11	2 403	111	8 105	17	16 341	2	2 564			89	12 224	5	2 704	413	130 588		73	18.7	18 282	2.72	2 669.22	27	55	2.77	396.38	5.49	3 065.60
Brno-Ořešín	111	30 182	1	601	2	158	18	1 112	2	346					46	3 777	1	60	181	36 236		25	5.2	5 073	0.26	253.65	75	29	1.13	55.17	1.38	308.82
Brno-Řečkovice a Mokrá Hora	575	285 932	40	16 595	24	33 919	118	8 200	48	52 807	7	4 383	2	136	291	91 041	7	4 865	1112	497 877		73	71.1	69 703	10.38	10 176.62	27	45	8.64	1 236.46	19.03	11 413.07
Brno-sever	1128	788 178	74	43 637	35	78 091	95	7 642	101	163 191	33	45 961	3	1 110	444	150 309	16	26 923	1929	1 305 041		52	186.4	182 706	19.39	19 001.40	48	38	34.01	3 465.85	53.39	22 467.25
Brno-Slatina	315	161 487	17	7 385	56	152 629	50	3 894	43	67 548			1	54	264	140 815	14	21 600	760	555 411		70	79.3	77 758	11.11	10 886.06	30	52	12.38	1 698.22	23.49	12 984.28
Brno-Starý Lískovec	113	112 249	28	12 132	13	3 443	2	1 122	21	34 179	1	410	1	2 287	60	16 971		239	181 794		38	26.0	25 451	1.97	1 934.29	62	51	8.21	611.62	10.19	2 545.91	
Brno-střed	1001	1 092 231	36	31 602	43	126 795	97	6 500	272	604 898	124	263 132	1	866	913	732 261	57	181 215	2544	3 039 499		19	434.2	425 530	16.50	16 170.14	81	73	256.75	9 961.40	273.25	25 715.54
Brno-Tuřany	361	241 734	17	4 372	40	52 224	127	9 964	40	48 960	7	5 174	10	4 409	542	137 065	8	3 712	1152	507 615		32	72.5	71 066	4.64	4 548.23	68	54	26.63	1 670.11	31.27	6 218.34
Brno-Utěchov	161	31 206			78	5 463	2	611							51	4 608	1	52	293	41 940		23	6.0	5 872	0.28	270.09	77	38	1.75	79.03	2.03	940.12
Brno-Vinohrady	47	59 780	15	11 514	4	2 033	24	1 542	14	12 048	10	25 217			114	24 355	10	2 707	238	139 195		89	19.9	19 487	8.85	8 468.75	11	63	1.38	240.38	4.52	3 709.13
Brno-Zábovřesky	712	404 305	45	18 434	11	9 684	45	3 172	47	65 339	8	11 016	1	1 490	121	31 245		990	544 684		39	77.8	76 256	6.07	5 947.95	61	54	25.63	1 959.26	31.70	7 907.21	
Brno-Zebětín	250	134 632			8	2 995	367	25 826	12	7 118	1	359	4	907	204	34 072	1	57	847	205 966		22	29.4	28 835	1.29	1 268.75	78	38	8.72	376.06	10.02	1 644.81
Brno-Zidenice	397	480 251	36	28 215	31	73 555	15	1 127	65	88 648	14	16 299	1	548	358	323 107	8	13 007	925	1 024 758		31	146.4	143 466	9.08	8 894.90	69	39	39.39	2 393.62	48.47	11 288.51
Celkový součet	9291	6 451 808	527	263 025	570	1 104 875	5219	377 769	1301	2 118 404	287	451 025	54	28 670	8367	3 635 717	241	385 402	25 862	14 816 696		2 116.7	2 074 337	203.08	199 020.25		638.97	43 356.02	842.05	48.47	242 376.27	

Obrázek 11: Scénář OZE – rozvoje a konverze paliva

Městská část	Bydlení		Doprava		Průmysl		Rekreace		Služby		Veřejná správa		Zemědělství		Nezařazeno		Ostatní		Celkem Počet bloků	Celkem Plocha v m ²	podíl plochých střech	Instalovaný výkon (MWe)	Roční výroba elektřiny (MWh)	Instalovaný výkon (MWe) naplochlých střechách	Roční výroba elektřiny (MWh) naplochlých střechách	podíl šikmých střech	podíl vhodné orientace střech mimo ploché budovy	Instalovaný výkon (MWe) dle orientace střech	Roční výroba elektřiny (MWh) dle orientace střech	Instalovaný výkon celkový potenciál (MWe)	Roční výroba elektřiny celkový potenciál (MWh)	
	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²														
Brno-Bohunice	144	104 124	15	4 929	22	7 914	197	11 594	32	42 383	8	14 289		206	85 989	4	2 356	628	273 578		90	39,1	38 301	17,59	17 235,43	10	38	1,49	654,95	19,07	17 890,37	
Brno-Bosonohy	182	99 961	6	758	5	3 502	211	14 680	15	9 166	3	1 129	3	204	303	46 236	1	523	729	176 159		38	25,2	24 662	4,78	4 685,82	62	56	8,74	1 626,92	13,52	6 312,74
Brno-Bystrc	314	203 387	31	10 597	14	7 478	1123	88 858	47	61 900	18	16 852	5	1 759	303	48 009	9	3 280	1 862	442 119		92	63,2	61 897	29,05	28 472,48	8	25	1,26	269,45	30,32	29 041,93
Brno-Cermovice	122	151 286	18	8 001	20	64 244	20	1 174	40	45 378	1	851		345	172 909	28	34 701	594	478 545		41	68,4	66 996	14,01	13 734,24	59	64	25,81	5 489,45	39,68	18 920,28	
Brno-Činčovice	176	110 687	8	2 388	10	36 646	670	40 15	1	90	3	4 716		272	88 574	20	6 574	360	203 360		32	19,7	19 360	10,45	7 733,00	60	68	10,90	3 287,05	24,63	10 940,27	
Brno-Černovice	208	63 573	2	135	207	13 553	9	17 161						98	17 932	5	426	116 602		19	16,7	16 864	1,98	1 550,81	81	73	9,85	916,59	11,43	2 467,80		
Brno-Jahovec	152	44 182	2	381			59	3 998	4	2 018	2	2 330	1	2 345	48	8 059		368	63 313		22	9,0	8 324	0,99	97,02	78	49	3,46	372,65	4,45	1 347,68	
Brno-Jih	331	206 705	18	8 671	88	171 682	166	15 667	109	278 086	19	12 838	5	6 644	796	443 462	23	22 298	1 165 053		65	166,4	163 107	54,09	53 009,92	35	73	42,52	13 544,03	96,62	66 553,95	
Brno-Jundrov	338	205 459	8	2 668	2	775	194	17 410	25	17 450	3	837	1	4	93	14 387	2	324	576	149 398		32	21,3	20 916	3,41	3 346,51	58	58	8,42	1 319,86	11,43	4 466,38
Brno-Kohoutovice	5	35 472	4	657	4	42 441	49	6 234	49	6 234	1	83		30	18 943	19	3 398	87	15 370		19	10,7	10 175	1,49	1 460,14	32	32	4,59	463,35	6,44	1 921,40	
Brno-Kohoutovice	248	129 209	21	7 078	8	7 975	71	6 128	28	30 203	3	1 527		111	14 628		400	196 748		89	28,1	27 545	12,51	12 257,41	11	32	4,99	431,46	13,50	12 688,87		
Brno-Komín	329	172 094	19	4 207	2	1 881	214	13 717	20	17 011			1	476	202	5,6	21	130	793	290 440		92	41,5	40 662	19,09	18 704,33	8	45	14,05	1 937,68	20,58	19 377,68
Brno-Královo Pole	371	467 091	11	6 902	41	155 386	289	19 513	130	255 849	12	15 907	2	101	837	351 973	11	10 643	174	1 283 365		51	183,3	179 671	46,75	45 816,14	5	53	47,61	11 898,45	94,36	57 714,59
Brno-Líšeň	406	706 737	25	16 382	39	69 688	285	19 167	78	89 000	4	6 477	3	1 447	431	331 521	11	9 274	1402	828 552		93	132,7	129 997	61,68	60 448,75	7	83	7,52	347,47	60,20	63 876,20
Brno-Maloměřice a Obřany	131	65 666	15	5 111	155	33 776	77	10 776	40	19 776	2	2 164		22	122	178	90 439	5	1 218	465		30	29,8	29 188	4,62	4 524,16	69	68	13,97	2 122,74	18,59	6 646,90
Brno-Medlánky	113	64 758	10	4 372	2	1 038	154	8 945	20	28 636	2	2 164		22	122	178	90 439	5	1 218	465		30	29,8	29 188	4,62	4 524,16	69	68	13,97	2 122,74	18,59	6 646,90
Brno-Nový Lískovec	178	86 248			11	2 403	111	8 105	17	16 341	2	2 164			89	12 224	5	2 304	413	130 588		73	18,7	18 282	6,81	6 673,05	27	55	2,77	980,95	9,58	7 664,00
Brno-Ořech	111	30 182	1	601	2	1 038	18	1 112	2	346				46	3 777	1	60	181	36 236		25	5,2	5 073	0,65	674,43	27	29	1,13	137,92	1,77	772,05	
Brno-Petřkovice	325	205 892	81	46 595	24	33 019	118	8 200	18	5 679 377	7	4 383	2	136	7	4 865		73	711	69 703		41	25,6	24 614	27,56	25 441,54	27	34	8,40	283,69	27,00	28 523,69
Brno-Severá	1128	788 178	74	43 637	74	35 7091	95	6 642	1001	163 351	33	45 963	3	1 110	444	150 309	16	26 923	1 929	1 305 041		52	186,4	182 706	40,67	47 934,69	45	38	34,01	8 664,01	82,48	35 568,13
Brno-Slatina	315	161 487	17	7 385	56	152 629	50	3 884	43	67 548			1	54	264	140 815	14	21 600	760	555 411		70	79,3	77 558	17,77	27 215,14	30	52	12,38	4 245,56	40,15	31 460,70
Brno-Starý Lískovec	113	112 249	28	13 122	13	3 443	2	124	3	34 749	1	410	1	2 287	60	16 971		239	181 794		38	26,0	25 451	4,93	4 835,72	62	51	8,21	1 520,05	13,15	6 364,77	
Brno-Střebo	1001	1 621 231	36	31 602	43	126 795	97	6 500	202	674 898	124	263 132	10	866	913	732 261	57	181 215	2544	3 039 499		139	436,2	452 570	112,05	40 425,34	61	73	256,75	23 993,50	294,00	64 328 844
Brno-Tuřany	181	241 734	17	4 372	40	52 224	12	9 864			7	3 174	10	4 869	91	132 062	11	11 066	11	11 066		73	71,1	69 703	11,61	11 703,58	27	34	8,40	283,69	27,00	28 523,69
Brno-Uhřetov	161	31 206			78	5 463	2	611					15	4 608	1	52	293	41 940		23	6,0	5 820	0,69	675,23	77	38	1,75	197,57	2,44	872,81		
Brno-Vinohrady	49	57 890	15	11 514	4	2 033	24	1 542	14	12 048	10	25 217		124	14 355	10	2 707	238	139 195		89	19,9	19 487	8,85	8 671,86	11	63	1,38	60,96	10,20	9 272,83	
Brno-Zabovřesky	712	404 305	45	18 434	11	9 684	45	3 172	47	65 339	8	11 016	1	1 490	121	31 245	25	5 787	598 164		39	77,8	76 256	15,19	14 869,89	61	54	25,63	4 988,04	40,83	19 768,03	
Brno-Zebětín	250	134 632			8	2 995	367	25 826	12	7 118	1	359	4	907	204	34 072	1	207	205 966		22	29,4	28 835	3,34	3 171,87	61	38	8,72	940,14	13,96	4 112,01	
Brno-Zdravice	397	480 251	36	28 015			127	549 251	65	89 548			15	1 327	549 251	65	89 548		15	1 327		15	1,3	104 575	22,19	23 373,79	29	39	21,29	2 400,00	21,29	2 400,00
Celkový součet	3929	6 451 080	527	263 025	570	1 104 875	5219	37 826	239	301,2	2 118 044	287	451 025	54	28 670	8367	1 635 711	241	385 402	2587	14 816 996	2 116,7	2 074 337	507,0	497 550,62	638,97	108 390,00	1 146,67	60 540,98	1 146,67	60 540,98	

Obrázek 12: Scénář EDU - výhledový

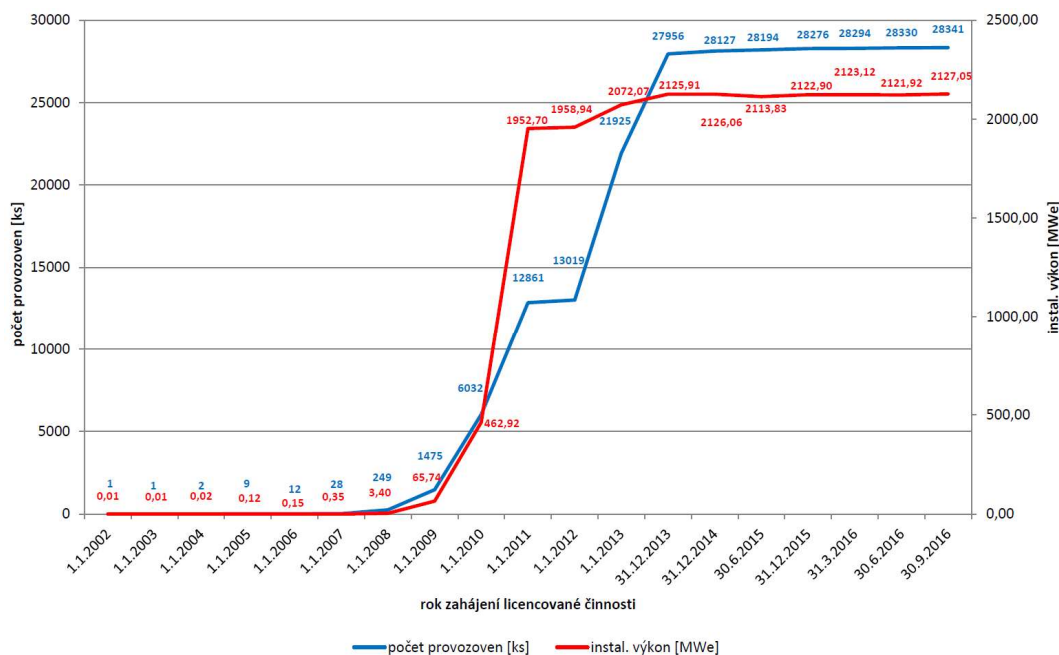
Městská část	Bydlení		Doprava		Průmysl		Rekreace		Služby		Veřejná správa		Zemědělství		Nezařazeno		Ostatní		Celkem		Celkem		podíl plochých střech	Instalovaný výkon (MWe)	Roční výroba elektřiny (MWh)	Instalovaný výkon (MWe) naplochlých střechách	Roční výroba elektřiny (MWh) naplochlých střechách	podíl šikmých střech	podíl vhodné orientace střech mimo ploché budovy	Instalovaný výkon (MWe) die orientace střech	Roční výroba elektřiny (MWh) die orientace střech	Instalovaný výkon celkový potenciál (MWe)	Roční výroba elektřiny celkový potenciál (MWh)	
	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²	Počet bloků budov	Plocha v m ²												
Brno-Bohunice	144	104 124	15	4 929	22	7 914	197	11 594	32	42 383	8	14 289			206	85 989	4	2 356	628	273 578			90	39.1	38 301	7.03	6 894.17		10	38	1.49	261.98	8.52	7 156.15
Brno-Bosonohy	182	99 961	6	758	5	3 502	211	14 680	15	9 166	3	1 129	3	204	303	46 236	1	523	729	176 159			38	25.2	24 662	1.91	1 874.33		56	8.74	650.77	10.65	2 525.09	
Brno-Bystrc	314	203 387	31	10 597	14	7 478	1123	88 858	47	61 900	18	16 852	5	1 759	301	48 009	9	3 280	1862	442 119			92	63.2	61 897	11.62	11 388.99		8	25	1.26	227.78	12.88	11 616.77
Brno-Černovice	122	151 286	18	8 001	20	64 244	20	1 174	40	45 378	1	851			345	172 909	28	34 701	594	478 545			41	68.4	66 996	5.61	5 493.69		59	64	25.81	2074.42	31.42	7 568.11
Brno-Chrlice	176	119 687	8	2 388	10	36 645	10	670	12	12 520	1	90	3	4 716	272	99 570	6	6 574	498	283 260			39	40.5	39 656	3.16	3 093.20		61	68	16.79	1 283.06	19.94	4 376.26
Brno-Ivanovice	206	63 573			2	135	207	13 553	9	17 161					98	17 912	2	4 248	526	116 602			19	16.7	16 324	0.63	620.32		81	73	9.85	366.80	10.48	987.12
Brno-Jehnice	152	44 182	2	381			59	9 998	4	2 018	2	2 330	1	2 345	48	8 059			268	63 313			22	9.0	8 864	0.40	390.01		78	49	3.46	149.06	3.85	539.07
Brno-Jih	331	206 705	18	8 671	88	171 682	166	15 667	109	278 086	19	12 838	9	5 644	746	443 462	23	22 298	1509	1 165 053			65	166.4	163 107	21.64	21 203.97		35	73	42.52	5417.61	64.16	26 621.58
Brno-Junďrov	248	95 459	8	2 668	2	775	194	17 410	25	17 490	3	837	1	49	93	14 387	2	324	576	149 398			32	21.3	20 916	1.37	1 338.60		68	58	8.42	527.95	9.78	1 866.55
Brno-Kníničky	99	35 472	1	49	6	4 241	567	42 449	19	8 398	2	332			203	18 843			897	109 785			19	15.7	15 370	0.60	584.06		81	39	4.95	184.50	5.55	708.56
Brno-Kohoutovice	248	129 209	21	7 078	8	7 975	71	6 128	28	30 203	3	1 527			111	14 626			490	196 748			89	28.1	27 545	5.00	4 902.96		11	32	0.99	172.56	5.99	5 075.55
Brno-Komín	329	172 094	19	4 207	2	1 881	214	13 717	20	17 011			1	476	202	59 923	6	21 130	793	290 440			92	41.5	40 662	7.63	7 481.73		8	45	1.49	269.34	9.13	7 751.07
Brno-Královo Pole	371	467 091	11	6 902	41	155 386	299	19 513	130	255 849	12	15 907	2	101	837	351 973	11	10 643	1714	1 283 365			51	183.3	179 671	18.70	18 326.46		49	53	47.61	4 759.38	66.31	23 085.84
Brno-Líšeň	549	406 737	25	16 382	39	69 648	285	18 067	72	89 000	4	6 477	3	1 447	414	111 521	11	9 274	1402	928 552			93	132.7	129 997	24.67	24 179.50		7	81	7.52	1 370.98	32.19	25 550.48
Brno-Maloměřice a Obláky	356	179 668	25	11 155	31	34 403	295	18 776	35	40 773	2	902			513	149 988	5	5 022	1262	440 687			32	63.0	61 696	4.03	3 948.56		68	39	16.70	1 047.16	20.72	4 995.72
Brno-Medlánky	113	64 758	10	4 372	2	1 038	154	8 848	20	28 636	2	2 147	2	122	178	90 439	5	8 128	486	208 487			31	29.8	29 188	1.85	1 809.66		69	68	13.97	849.09	15.82	2 658.76
Brno-Nový Lískovec	178	86 248			11	2 403	111	8 305	17	16 341	2	2 564			89	12 224	5	2 704	413	130 588			73	18.7	18 282	2.72	2 669.22		27	55	2.77	396.38	5.49	3 065.60
Brno-Ořešín	111	30 182	1	601	2	158	18	1 112	2	346					46	3 777	1	60	181	36 236			25	5.2	5 073	0.26	253.65		75	29	1.13	55.17	1.38	308.82
Brno-Řečkovice a Mokrá Hora	575	285 932	40	16 595	24	33 919	118	8 200	48	52 807	7	4 383	2	136	291	91 041	7	4 865	1112	497 877			73	71.1	69 703	10.38	10 176.62		27	45	8.64	1 236.46	19.03	11 413.07
Brno-sever	1128	788 178	74	43 637	35	78 081	95	7 642	101	163 191	33	45 961	3	1 110	444	150 399	16	26 923	1929	1 305 041			52	186.4	182 706	19.39	19 001.40		48	38	34.01	3 885.85	53.39	22 467.25
Brno-Slatina	315	161 487	17	7 385	56	152 629	50	3 894	43	67 548			1	54	264	140 815	14	21 600	769	555 411			70	79.3	77 728	11.11	10 898.06		30	52	12.38	1 698.22	23.49	12 594.28
Brno-Starý Lískovec	113	112 249	28	12 132	13	3 443	2	122	21	34 179	1	410	1	2 287	60	16 971			239	181 794			38	26.0	25 451	1.97	1 934.29		62	51	8.21	611.62	10.19	2 545.91
Brno-střed	1001	1 092 231	36	31 602	43	126 795	97	6 500	272	604 898	124	263 132	1	866	913	732 261	57	181 215	2544	3 039 499			19	434.2	425 530	16.50	16 170.14		81	73	256.75	9561.40	273.25	25 731.54
Brno-Tuřany	361	241 734	17	4 372	40	52 224	127	9 964	40	48 960	7	5 174	10	4 409	542	137 065	8	3 712	1152	507 615			32	72.5	71 066	4.64	4 548.23		68	54	26.63	1 670.11	31.27	6 218.34
Brno-Uřechov	161	31 206					78	5 463	2	611					31	4 808	1	52	293	41 940			23	6.0	5 872	0.28	270.09		77	38	1.75	79.03	2.03	349.12
Brno-Vinohrady	47	59 780	15	11 514	4	2 033	24	1 542	14	12 048	10	25 217			114	24 355	10	2 707	238	139 195			89	19.9	19 487	3.54	3 468.75		11	63	1.38	240.38	4.92	3 709.13
Brno-Zabovřesky	712	404 305	45	18 434	11	9 684	45	3 172	47	65 339	8	11 016	1	1 490	121	31 245			990	544 684			39	77.8	76 256	6.07	5 947.95		61	54	25.63	1 959.26	31.70	7 907.21
Brno-Zebětín	250	134 632			8	2 995	367	25 826	12	7 118	1	359	4	907	204	34 072	1	57	847	205 966			22	29.4	28 835	1.29	1 268.75		78	38	8.72	376.06	10.02	1 644.81
Brno-Židenice	397	480 251	36	28 215	31	73 555	15	1 127	65	88 648	14	16 299	1	548	358	323 107	8	13 007	925	1 024 758			31	146.4	143 466	9.08	8 894.90		39	39	39.39	2 393.62	48.47	11 288.51
Celkový součet	9291	6 451 808	527	263 025	570	1 104 875	5219	377 769	1301	2 118 404	287	451 025	54	28 670	8967	3 635 717	241	385 402	25857	14 816 696			2 116.7	2 074 337	203.08	199 020.25		69	688.97	43 356.02	842.05	242 376.27		

2.3.3 | Ekonomický potenciál

Vzhledem k ukončení provozní podpory FVE v roce 2013 byl rozvoj využívání sluneční energie v současné době téměř zastaven. FVE uvedené do provozu po 1.1.2014 nemají nárok na pevné výkupní ceny nebo zelený bonus, který je stanovován každý rok Energetickým regulačním úřadem.

Obdobný vývoj byl v celé ČR – následující obrázek ukazuje trend vývoje FVE v rámci ČR, instalovaného výkonu a počtu provozoven od roku 2002 do 30.9.2016.

Obrázek 13: Trend vývoje instalovaného výkonu a počtu FVE v rámci ČR



Zdroj: Energetický regulační úřad

Pořízení fotovoltaické elektrárny znamená z dlouhodobého pohledu úspory pro domácnosti a firmy. Majitel FVE nemusí nakupovat elektřinu, vyrábí si vlastní. Elektřina z FVE by z důvodu co největší úspory měla být maximálně užita pro vlastní spotřebu výrobce. FVE by měla být navržena tak aby účelně respektovala diagram spotřeby elektřiny (např. pomocí technického zařízení pro optimalizaci spotřeby vyrobené elektřiny).

Rozvoj FVE brzdí povinné poplatky (na OZE, systémové služby, OTE), kterými je zatížena i elektřina, kterou si výrobce sám spotřebuje.

Dle novely energetického zákona, která proběhla v roce 2015, při instalaci střešních fotovoltaických elektráren s instalovaným výkonem do 10 kW majitelé (domácnosti, firmy) nepotřebují licenci na výrobu elektřiny, tento krok by měl podpořit rozvoj FVE.

K rozšíření fotovoltaických systémů by přispělo zavedení Net meteringu – výrobce (majitel zdroje) má na střeše svého domu FVE a zároveň je připojen k síti. Používá oba zdroje zároveň, tedy pokud svítí slunce, bere elektřinu z FVE a pokud potřebuje elektřiny více nebo je noc, čerpá ze sítě. Pokud FVE vyrábí více, než je právě potřeba, elektřinu do sítě „vrací“, „točí elektroměrem na druhou stranu“, či „provádí virtuální akumulaci prostřednictvím sítě“. Účet za elektřinu, jenž výrobce platí, je následně spočítán rozdílem jeho výroby a spotřeby za dané období. V budoucnu přispěje k rozvoji fotovoltaiky také to, pokud dojde ke zlevnění zařízení pro ukládání elektřiny (baterií...) a také rozvoj virtuálních elektráren.

2.3.4 | Přínos pro životní prostředí

Tento typ energie určitým způsobem snižuje emise základních znečišťujících látek oproti stávajícímu stavu. Jedná se víceméně o bez emisní technologie, které mohou mít potenciál snížit emisní zátěž oproti stávajícímu

stavu v daném území. Elektrickou energii pro svůj provoz si zařízení víceméně vyrábí samo. Při realizaci jednotlivých scénářů k poklesu emisí oproti stávajícímu stavu zcela jistě dojde. A to jak v sektoru vyjmenovaných, tak i v sektoru nevyjmenovaných zdrojů (tam především) znečišťování ovzduší. Nicméně drtivá většina elektrické energie ve městě Brně je vyráběna z plynových zdrojů (vyjma SAKO), proto se tento typ zdrojů na emisní bilanci škodlivin TZL, SO₂ a BaP významně neprojeví.

Tabulka 8: Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k fototermice a fotovoltaice na území města Brna

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

Stávající stav

t/rok

Vyjmenované stacionární zdroje	84	57	644	343	124	652 482
Nevyjmenované stacionární zdroje	15	11	105	337	38	149 482
doprava	53	0	796	598	115	747 822
celkem	151	68	1 545	1 277	277	1 549 786

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

Scénář ZP

t/rok

fototermika, fotovoltaika

Vyjmenované stacionární zdroje	78.12	53.01	598.92	318.99	115.32	606808.3
Nevyjmenované stacionární zdroje	13	10	91	293	33	130049
doprava	0	0	0	0	0	0
celkem	0	0	0	0	0	0

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

Scénář OZE

t/rok

fototermika, fotovoltaika

Vyjmenované stacionární zdroje	69.72	47.31	534.52	284.69	102.92	541560.1
Nevyjmenované stacionární zdroje	11	8	77	246	28	109122
doprava	0	0	0	0	0	0
celkem	0	0	0	0	0	0

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

Scénář EDU

t/rok

fototermika, fotovoltaika

Vyjmenované stacionární zdroje	78.12	53.01	598.92	318.99	115.32	606808.3
Nevyjmenované stacionární zdroje	13	10	91	293	33	130049
doprava	0	0	0	0	0	0
celkem	0	0	0	0	0	0

Fototermika a fotovoltaika mají potencionální vliv na emisní bilanci znečišťujících látek na území SMB. A to v jakémkoli scénáři vývoje.

2.3.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Především fototermika by mohla mít významný vliv na soustavu SZTE v okrajových částech města, jako jsou Bohunice, Lískovec atd. Přílišný nekontrolovatelný rozvoj fotovoltaiky by mohl mít za následek rozpad sítě SZTE v okrajových částech města. Proto by bylo vhodné iniciovat vytvoření studie, která by se zabývala možností nahrazení stávajících plynových zdrojů SZTE v okrajových částech města novými zdroji SZTE na bázi fotovoltaiky, které by provozovaly Teplárny Brno, a.s. a byly by v majetku města.

2.3.6 | Závěrečné shrnutí

Z výše uvedeného vyplývá, že využití fototermiky a fotovoltaiky na území SMB je ve větším měřítku a v horizontu následných desetiletí možný a v některých městských částech i předvídatelný. Především fototermika by mohla v některých městských částech nahradit stávající zdroje na fosilní paliva a zemní plyn především v domácích kotelnách. Jedná se o bezemisní zdroje jak elektrické, tak i tepelné energie především v sektoru domácností. V následující tabulce je uveden spíše teoretický maximální možný potenciál na střechách budov. Reálný technický potenciál je spíše na úrovni 2/3 uváděných hodnot. A to především s ohledem na i jiné využití střech a jejich převládající směr. Ve scénáři ZP a OZE je započítána veškerá výroba tepla z „dalších OZE“ uvažovaných v rámci plynových kotelen TB, a.s. (lokální SZTE).

Tabulka 9: Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře

Výroba elektřiny brutto	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V3 EDU 2035	V3 EDU 2050
Fotovoltaika [MWh/rok]	34 810	132 000	168 611	181 111	242 222	132 000	168 611
Výroba tepla [GJ/rok]	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V3 EDU 2035	V3 EDU 2050
Fototermika [GJ/rok]	158 258	263 398	416 365	601 516	734 825	253 398	396 365

Zdroj: vlastní výpočet

2.4 | Bioplyn

2.4.1 | 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 2016 zde bylo vyrobeno cca **641MWh** elektřiny a cca **0,5 TJ** nacházelo využití ve formě odpadního tepla, které je vedlejším produktem konverze bioplynu do elektřiny.

Tabulka 10: Přehled výroben elektřiny a tepla z bioplynu na území města Brna

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

Zdroj: ČHMÚ [2]

2.4.2 | Technický potenciál

Pro výrobu bioplynu jsou využívány rostliny dužnaté, špatně vysychající, s vyšším obsahem dusíku, např. nadbytečná tráva, víceleté pícniny, kukuřice, řepka a slunečnice. Z vytrvalých energetických rostlin mužák prorostlý. Biomasa pro výrobu bioplynu může být čerstvá, silážovaná, senážovaná nebo sušená. Tyto bioplynové stanice jsou technologicky jednodušší a méně nákladné. Je to dáno především tím, že suroviny, které zemědělská BPS zpracovává, není třeba složitě třídit a při vyhívání tolik nezapáchají. Řada bioplynových stanic nezpracovává zemědělský odpad, ale speciálně pro tyto účely pěstovaná kukuřice. Tento trend není do výhledu podporován, má neblahý vliv na půdní erozi, bioplynové stanice by měly především napomoci k energetickému využití odpadů.

Pro produkci bioplynu lze využít též tuhých (chlévká mrva) i tekutých substrátů (kejda, odpady z potravinářského průmyslu), odpadů vznikajících v živočišné výrobě a biologicky rozložitelných odpadů (BRO) z jídelen, separovaného domovního odpadu (BRKO), tukových odpadů apod.), případně jejich kombinaci. Tyto BPS jsou složitější - suroviny, které přicházejí ke zpracování bývají značně různorodé, a tak musí proběhnout separace, homogenizace, případně hygienizace za vysokých teplot. Vyhívání bioodpadu zpravidla produkuje silný zápach, který se musí likvidovat. Navíc jsou tyto BPS investičně nákladnější. Realizace tohoto typu zdrojů v podmínkách města není reálná.

Nicméně jistý potenciál by mohli mít bioplynové stanice na bázi gastro odpadů. Tento typ odpadů by za určitých okolností mohl být určitým potenciálním zdrojem plynu pro spalování. Nicméně ekonomická a technická náročnost tohoto typu projektu ho staví spíše do pozice možného potenciálu spíše než projektu realizovatelného.

Avšak určité typy odpadů by bylo i technicky možné zpracovávat na bioplyn. Jedná se o odpady z ČOV v Modřicích. Tyto typy odpadů jsou potenciálně vhodné jako základ provozu bioplynové stanice.

Proces přípravy a realizace bioplynových stanic je poměrně náročný z hlediska administrativy a naplnění požadavků různých zákonů. Hlavním dokumentem pro rozhodování investora je kvalitní studie proveditelnosti, na jejímž základě se následně připravují další potřebné materiály. Studie proveditelnosti by měla mimo jiné řešit:

- ♦ Výběr lokality s ohledem na vzdálenost od obydlí, vzdálenost od inženýrských sítí...
- ♦ Ověření možnosti připojení na el. síť;
- ♦ Zajištění dostatečných a kvalitních vstupních surovin;
- ♦ Výtěžnost bioplynu;
- ♦ Možnost technického a ekonomického využití vyrobené elektřiny a tepla;

K aktuálnímu útlumu podpory přispívá i fakt, že vedlejší produkt při výrobě elektřiny, teplo, využívá jen málo stanic. Ve výhledu se hledají možnosti jak čistit bioplyn a dodávat ho do rozvodné sítě zemního plynu, případně budovat vlastní rozvodné sítě.

Na území statutárního města Brna jsou možnosti využití bioplynových stanic velmi omezené. Hlavní překážkou výstavby bioplynových stanic by byly především problémy související s logistikou dopravy a skladováním substrátu pro anaerobní fermentaci a především s nakládáním se vzniklým digestátem. Vzhledem k velkému riziku zápachu BPS je nutné počítat i s odporem veřejnosti.

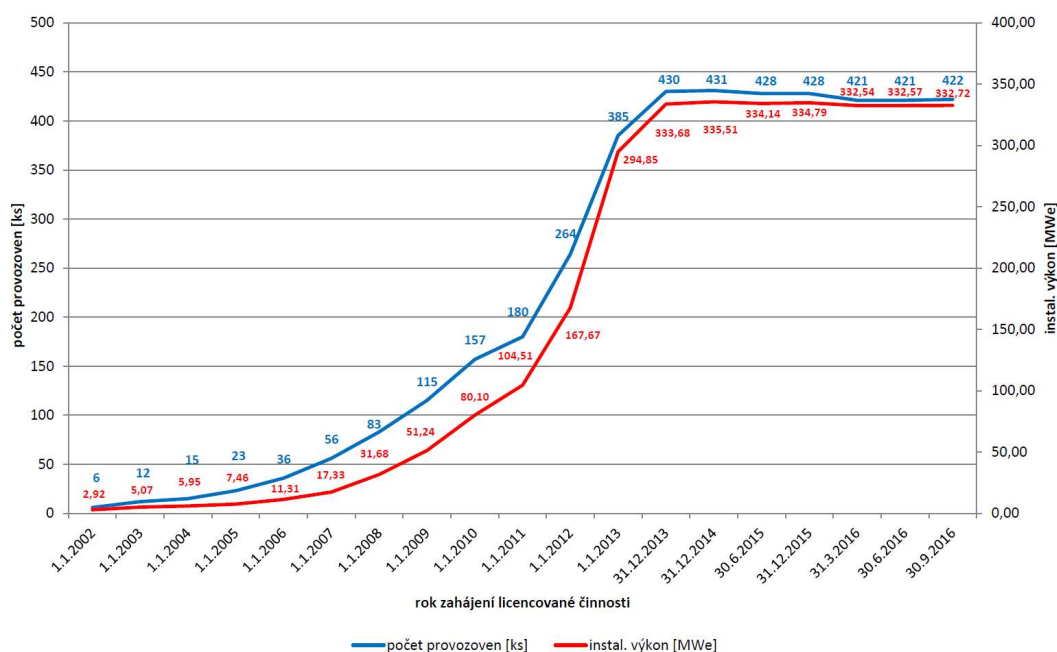
V současné době je připravován pouze jeden projekt výstavby bioplynové stanice a to v rozsahu stávající bioplynové stanice na Černovické terase. Tedy cca **641 MWh** elektřiny a cca **0,5 TJ za rok**.

Čistírna odpadních vod (ČOV) Brno - Modřice

Na ČOV se aktuálně připravuje celková rekonstrukce kalové linky. Koncepční studie zpracovaná v roce 2016 posoudila možné varianty postupu a doporučila řešit rekonstrukci kalového hospodářství novou technologií, která používá proces termické hydrolyzy přebytečného kalu v kombinaci s mezofilní anaerobní stabilizací kalu. Součástí rekonstrukce bude linka pro energetické využití produkovaného bioplynu. Stávající sušárna kalu je na konci své životnosti a bude nahrazena novou nízkoteplotní sušárnou, která bude sušit celou produkci stabilizovaného a odvodněného kalu. Prakticky celá kalová linka ČOV bude nová. Výstavba by mohla být zahájena v roce 2019, přičemž doba realizace se odhaduje na 30 měsíců. Pak by měl následovat jednoletý zkušební provoz. V budoucnosti by tedy mohl eventuálně přicházet do úvahy svoz gastroodpadů pro vylepšení energetické bilance ČOV.

2.4.3 | Ekonomický potenciál

Obrázek 14: Trend vývoje instalovaného výkonu a počtu BPS v rámci ČR



Zdroj: MPO

Rozvoj bioplynových stanic obecně brzdí z ekonomického hlediska dva faktory. Jednak vysoká výkupní cena odpadů vhodných do bioplynových stanic a jednak nízká cena elektrické energie. Změna zákona o odpadech a především zákaz skládkování druhotně a energeticky využitelných odpadů by měla vést k vyššímu potenciálu využití odpadů v bioplynových stanicích.

Pokud by tomu byla adekvátně i zvýšena výkupní cena elektrické energie vyrobené z odpadů začne být využívání bioplynových stanic opět výhodné a počty bioplynových stanic se zvýší. Avšak tento potenciál bude spíše v lokalitách mimo hustě obydlenou zástavbu. Tudíž spíše mimo Brno, ale v rozumné dojezdové vzdálenosti.

2.4.4 | Přínos pro životní prostředí

Tento typ zdroje o takovém to výkonu se na celkové bilanci energií a emisí základních znečišťujících látek významně neprojeví. Emisní bilance pro tento typ energie pro jednotlivé varianty je uveden v následující tabulce:

Tabulka 11: Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k energii v bioplynu na území města Brna

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Stávající stav

Vyjmenované stacionární zdroje	84	57	644	343	124	652 482
Nevyjmenované stacionární zdroje	15	11	105	337	38	149 482
doprava	53	0	796	598	115	747 822
celkem	151	68	1 545	1 277	277	1 549 786

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Scénář ZP

bioplyn

Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Scénář OZE

bioplyn

Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂

t/rok

Scénář EDU

bioplyn

Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Předpokládané využití bioplynu se na celkové emisní bilanci víceméně neprojeví v žádné variantě.

2.4.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Využití bioplynu v žádném z posuzovaných scénářů nemá významný pozitivní vliv na udržení a případný rozpad či rozvoj SZTE SMB.

2.4.6 | Závěrečné shrnutí

Z výše uvedeného vyplývá, že využití bioplynu na území SMB ve větším měřítku a v horizontu následných desetiletí nebude představovat významný zdroj jak tepelné, tak i elektrické energie. Výroba elektrické energie a tepla z tohoto typu zdroje nejspíš v podmínkách SMB nebude představovat alternativu pro jiné typy OZE. Jako potenciál v této oblasti vidíme zdvoj násobení, maximálně trojnásobení stávajícího výkonu.

Tabulka 12: Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře

Výroba elektřiny brutto	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V3 EDU 2035	V3 EDU 2050
bioplyn [MWh/rok]	641	1282	1500	1282	1500	1282	1500
Výroba tepla [GJ/rok]	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V3 EDU 2035	V3 EDU 2050
bioplyn [GJ/rok]	500	1000	1300	1000	1300	1000	1300

Zdroj: vlastní výpočet

2.5 | Tepelná čerpadla

2.5.1 | 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. V celé ČR došlo k růstu počtu instalovaných tepelných čerpadel z počtu asi 8 000 tepelných čerpadel v roce 2005 na více než 53 000 tepelných čerpadel instalovaných za rok 2013.

V případě SMB mohlo v roce 2016 využívat tepelné čerpadlo jako zdroj tepla pro vytápění či i přípravu teplé vody (popřípadě chladu) **až téměř 2 tis. domácností** (vyplývá z pokladových dat od distributora elektřiny – odhad je proveden s využitím údajů počtu odběratelů a spotřeby elektřiny v sazbách D55d, D56d a D57d) a dále cca **350 organizací**. Tomu odpovídá roční výroba tepla na úrovni **114 TJ**.

Tabulka 13: Modelově vypočtená spotřeba nízkopotenciálního tepla v TČ [GJ/r], statutární město Brno

Rok	Domácnosti	Podnikatelé	Celkem
2015	75 312,48	19 332,43	94 644,91
2016	91 808,71	21 896,63	113 705,34

Zdroj: E.ON Distribuce, 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.

Dle statistik výše zmíněných dotačních titulů je zřejmé, že většina instalací tepelných čerpadel v sektoru domácností byla typu vzduch-voda. Jedná se o nejméně náročnou variantu z hlediska instalace, na druhou stranu se velmi snižuje jejich účinnost s klesajícími teplotami. Při teplotách nižších než -7 °C již zapojuje TČ vzduch-voda bivalentní zdroj.

2.5.2 | Technický potenciál

Vývoj využití tepelných čerpadel, resp. energie okolního prostředí, s největší pravděpodobností poroste. Překážkami v jejich rozvoji a rozšíření mohou být vyšší pořizovací náklady, případně rapidní zvýšení cen elektrické energie. Otázkou zůstává, jaké zastoupení budou mít jednotlivé typy TČ – vzduch-voda, země – voda, voda-voda, vzduch – vzduch.

Tepelná čerpadla je vhodné využívat u nových nebo rekonstruovaných budov a tepelných systémů v neplynofikovaných oblastech. Nevýhodou je, že cca 1/3 energie musí být dodána většinou ve formě elektrické energie. Tepelná čerpadla jsou tedy vhodná zejména pro rodinné a bytové domy, které nejsou napojeny na centrální zásobování teplem a jsou alespoň částečně zateplené. Nejčastěji jsou využívána tepelná čerpadla vzduch-voda, případně země-voda. Uživatel tepelného čerpadla tedy nemusí nakupovat až dvě třetiny energie určené na vytápění a ohřev teplé vody. Tuto energii lze jednoduše získat např. z okolí vytápěného objektu.

Více než 60 % všech instalovaných tepelných čerpadel, dnes pokrývají zařízení získávající energii na vytápění a ohřev teplé vody právě z okolního vzduchu. Tento vývoj bude pravděpodobně i nadále pokračovat a výrazně ještě posilovat. Jejich nespornou výhodou je jejich nižší pořizovací cena a nejméně náročná instalace v porovnání s ostatními tepelnými čerpadly. Při velmi nízkých teplotách však vyžadují bivalentní (doplňkový) zdroj tepla, který v teplotních minimech (pod -7°C) zpravidla musí krýt většinu tepelných potřeb a snižuje tedy celkovou efektivitu provozu čerpadla. Díky stále přicházejícím novým technologiím, lze nyní tato zařízení již spolehlivě provozovat v průběhu celého zimního období a jejich využití tak v praxi stále roste.

Potenciál dalšího rozvoje využívání tepelných čerpadel ve SMB zcela jistě je a bude záviset spíše na určité formě podpory státu, kraje a města ve využívání tohoto typu energie. Předpokládaný potenciál je spíše v okrajových částech města, které nejsou připojené na SZTE. I když i v lokalitách, které jsou za stávajících podmínek napojeny na SZTE se čas od času objevují projekty odpojení od SZTE a jako náhradu uvažují tepelná čerpadla.

2.5.3 | Ekonomický potenciál

Tepelná čerpadla se hojně instalují v rodinných domech především jako náhrada vytápění elektřinou nebo za zdroje na tuhá a kapalná paliva (uhlí, topný olej, atd.) popřípadě jako zdroj chladu. Výhodou oproti vytápění elektřinou je 2,5 až 4 násobně nižší spotřeba elektrické energie, výhodou proti tuhým palivům je komfort provozu. Velikost úspory závisí na sezónním topném faktoru SPF, který se liší podle typu primárního zdroje (země, vzduch a voda) a také na otopné soustavě (radiátory, konvektory, podlahové a stěnové vytápění). Nejlepšího sezónního topného faktor lze dosáhnout u tepelného čerpadla voda/voda s podlahovým vytápěním bez přípravy teplé vody. Vhodných zdrojů pro tento typ není v České republice mnoho. Daleko častěji se tedy instalují tepelná čerpadla země/voda nebo vzduch/voda. Z ekonomického a technického hlediska je třeba vždy posoudit, jaká instalace je pro daný dům nejvhodnější.

2.5.4 | Přínos pro životní prostředí

Tento typ energie určitým způsobem snižuje emise základních znečišťujících látek oproti stávajícímu stavu. Jedná se víceméně o bez emisní technologie, které mohou mít potenciál snížit emisní zátěž oproti stávajícímu stavu v daném území. Nicméně tento typ zdroje spotřebovává elektrickou energii, kterou je potřeba taktéž někde vyrobit. Nicméně při realizaci jednotlivých scénářů k poklesu emisí oproti stávajícímu stavu zcela jistě dojde.

Tabulka 14: Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k tepelným čerpadlům na území města Brna

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
t/rok						
Stávající stav						
Vyjmenované stacionární zdroje	84	57	644	343	124	652 482
Nevyjmenované stacionární zdroje	15	11	105	337	38	149 482
doprava	53	0	796	598	115	747 822
celkem	151	68	1 545	1 277	277	1 549 786

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

Scénář ZP

t/rok

Tepelná čerpadla

Vyjmenované stacionární zdroje	0	0	0	0	0	0
Nevyjmenované stacionární zdroje	14	11	101	324	36	143503
doprava	0	0	0	0	0	0
celkem	0	0	0	0	0	0

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

Scénář OZE

t/rok

Tepelná čerpadla

Vyjmenované stacionární zdroje	0	0	0	0	0	0
Nevyjmenované stacionární zdroje	14	10	98	313	35	139018
doprava	0	0	0	0	0	0
celkem	0	0	0	0	0	0

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

Scénář EDU

t/rok

Tepelná čerpadla

Vyjmenované stacionární zdroje	0	0	0	0	0	0
Nevyjmenované stacionární zdroje	14	11	101	324	36	143503
doprava	0	0	0	0	0	0
celkem	0	0	0	0	0	0

Tepelná čerpadla mají vliv na emisní bilanci znečišťujících látek na území SMB. A to v jakémkoli scénáři vývoje. Především ve variantě OZE se vliv tepelných čerpadel na emisní bilanci výrazněji projeví. A to především na snížení emisní škodliviny NO₂, protože do úvahy přichází nahrazení plynových zdrojů tepla.

2.5.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Tepelná čerpadla by mohla mít významný vliv na SZTE plynových kotlen v okrajových částech města, jako jsou Bohunice, Lískovec atd. Přílišný nekontrolovatelný rozvoj tepelných čerpadel by mohl mít za následek rozpad SZTE v okrajových částech města. Proto by bylo vhodné iniciovat vytvoření studie, která by se zabývala možností nahrazení stávajících plynových zdrojů SZTE v okrajových částech města novými zdroji SZTE na bázi tepelných čerpadel, které by provozovaly Teplárny Brno, a.s. a byly by v majetku města.

2.5.6 | Závěrečné shrnutí

Z výše uvedeného vyplývá, že využití tepelných čerpadel na území SMB je ve větším měřítku a v horizontu následných desetiletí možný a v některých městských částech i předvídatelný. Obzvláště pokud realizací záměru vzniknou i možnosti výroby chladu. Jedná se především o lokality bez významnějšího podílu CZT. Tepelná čerpadla by mohli v některých městských částech nahradit stávající zdroje na fosilní paliva, zemní plyn i elektřinu především v domácích kotelnách. Nicméně na rozdíl od stávajících zdrojů potřebují ke svému provozu elektrickou energii. Tudíž jejich provoz by mohl znamenat i nárůst spotřeby elektrické energie v lokalitách, kde

by měly být využívány. Výroba tepla z „dalších OZE“ - TČ uvažovaných v rámci plynových kotelen TB, a.s. (lokální SZTE) je bilančně započítána v energii slunce (fototermice) a to z důvodu majoritního podílu tohoto OZE na předpokládané výrobě.

Tabulka 15: Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře

Výroba elektřiny brutto [GWh/rok]	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V3 EDU 2035	V3 EDU 2050
Tepelná čerpadla [MWh/rok]	0	0	0	0	0	0	0
Výroba tepla [GJ/rok]	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V3 EDU 2035	V3 EDU 2050
Tepelná čerpadla [GJ/rok]	113 705	120 850	131 315	183250	226150	120 850	131 315

Zdroj: vlastní výpočet

2.6 | Odpady

2.6.1 | Stávající stav

Odpadové hospodářství pracuje s odpady, 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.

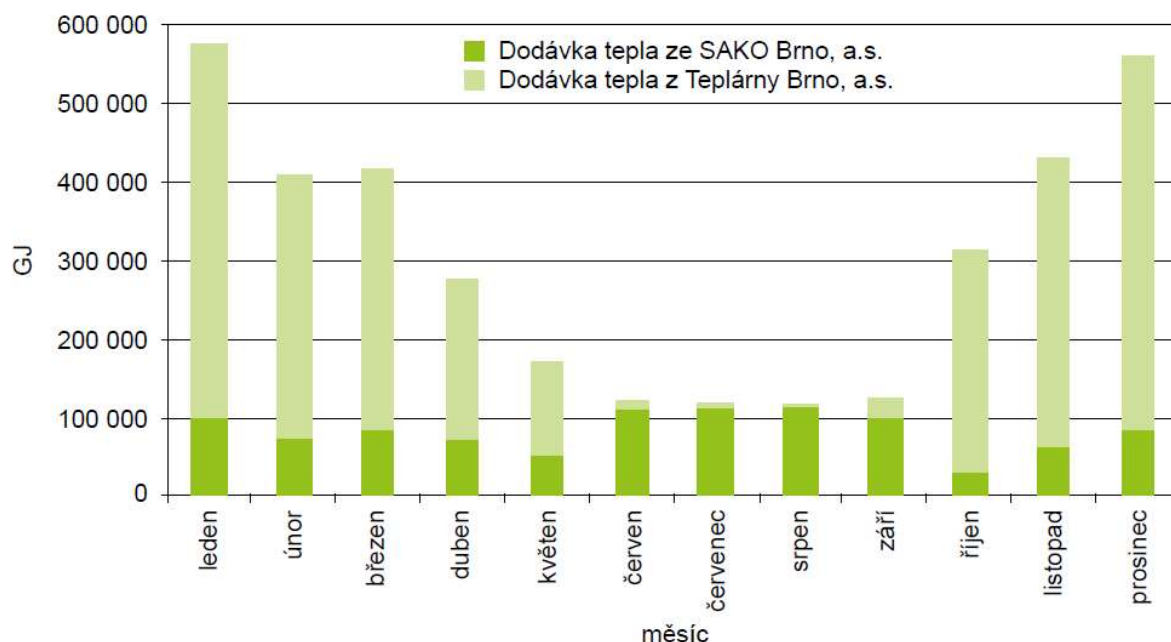
Dle Plánu odpadového hospodářství (dále jen **POH**) statutárního města Brna na roky 2017-2025 je klíčovým zařízením pro nakládání s odpady ve městě Brně zařízením pro energetické využívání odpadů SAKO Brno, a.s.

SAKO Brno, a.s. je největším druhotným zdrojem energie na území statutárního města Brna. Zařízení na energetické využívání odpadu (ZEVO) garantuje minimální emise do životního prostředí srovnatelné s teplárnou či elektrárnou provozovanou na zemní plyn a je velmi čistým zdrojem energie vyrábějící teplo a elektřinu.

Energetický zdroj SAKO Brno, a.s. je plně integrován do energetické sítě pro zásobování teplem a je využíván i pro kogenerační výrobu elektrické energie. Vzhledem k tomu, že v tepelném hospodářství města Brna je jako primární energetická surovina využíván převážně jen zemní plyn je možno konstatovat, že substitucí zemního plynu pomocí SKO je plněn strategický cíl č. 4 POH JMK, kterým je „Maximální využívání odpadů jako náhrady primárních zdrojů a přechod na oběhové hospodářství.“

Podíl dodávek tepla ze SAKO Brno, a.s. do soustavy zásobování teplem v jednotlivých měsících roku 2016 ukazuje následující graf:

Obrázek 15: Rozložení dodávek tepla do sítě zásobování teplem v roce 2016 [GJ]



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

SAKO Brno, a.s. dodává teplo i dalším soukromým subjektům v celkovém objemu cca 60.000 GJ ročně. Celkem v roce 2016 dodalo SAKO Brno, a.s. do sítě více než **1 PJ** tepla, což odpovídá téměř 30,8 mil. m³ zemního plynu.

Kromě přímých dodávek tepla bylo v roce 2016 v kombinované výrobě v SAKO Brno, a.s. vyrobeno cca **61,2 GWh** elektřiny brutto (do sítě pak dodáno 44,154 GWh netto).

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.

Zařízení na energetické využití odpadu zpracovalo v roce 2016 celkem 225 226 tun odpadu. Projektovaná kapacita spalovny je stanovena na úrovni 248 000 tun odpadu/rok při výhřevnosti 8–9,6 MJ/kg. Stávající projektovaná kapacita spalovny je tedy v podstatě využita plně.

2.6.2 | Technický potenciál

Na technický potenciál energetického využívání odpadů lze pohlížet z různých úhlů pohledů. Za stávajících podmínek samotné město Brno produkuje cca 80 000 tun energeticky využitelného odpadu za rok. Zbývajících cca 160 000 tun energeticky využitelného odpadu je dovoz převážně z Jihomoravského, Zlínského a Olomouckého kraje. Nově je také svážen odpad z části Pardubického kraje a část odpadů z Kraje Vysočina.

Připravovaný balíček EU v oblasti oběhového hospodářství počítá se zvýšením míry recyklace komunálních odpadů nad 65 % do roku 2030. S podobně vysokou mírou recyklace počítá i nedávno přijatý Plán odpadového hospodářství ČR (60 % do roku 2025).

Materiál Brno 2050 předpokládá výrazně nižší produkci odpadů ve městě Brně po zavedení cirkulární ekonomiky, tedy do roku 2050. Předpokládá snížení produkce energeticky výhřevného odpadu na 40 až 20 % stávajícího stavu, tedy až na možnou úroveň 16 000 tun (počítáno z dnešní produkce odpadů na území SMB).

Statutární město Brno jako vlastník SAKO Brno, a.s. připravuje výstavbu třetí linky kotle K1. Celková jmenovitá kapacita by se tím zvedla na úroveň 330 000 tun odpadů za rok. Životnost stávajících dvou linek kotlů K2 a K3, původně plánované do roku 2035, bude díky postupné obnově a rekonstrukcím prodloužena na celé sledované období, to je až do roku 2050. Z toho vyplývá, že ZEVO bude postupně do roku 2050 významným způsobem závislé na dovozu odpadu vznikajícího mimo území SMB. Především, pokud budeme uvažovat o ZEVO jako o jedním ze základních zdrojů tepelné energie ve městě Brně pro SZTE. Z výše uvedeného při zavedení cirkulární oběhové ekonomiky bude v SMB produkováno pouze cca 5 % odpadu pro naplnění kapacity ZEVO. Z tohoto pohledu se i tento zdroj elektřiny a tepla pro SZTE na území SMB stane téměř ze 100 % závislý na dovozu primární energie, stejně jako je tomu u zemního plynu.

Míra recyklace dle Plánu odpadového hospodářství ČR počítá se zavedením míry recyklace do 2025 na úrovni 60 %. Bez ohledu na očekávané číslo v EU (65 %) nebo vizi SMB 80 % je vysoce pravděpodobné, že množství odpadu vyprodukovaného na území SMB využitelného v ZEVO klesne na 48 000 t/rok, tedy na cca 15 % plánované kapacity ZEVO po roce 2025.

Ve výhledu POH Jihomoravského kraje a POH města Brna se počítá s navyšováním dalšího energetického využití odpadů formou výstavby třetího kotle na SAKO, nicméně potenciál odpadů pro případné další energetické využití není stanoven.

2.6.3 | Ekonomický potenciál

2.6.4 | Přínos pro životní prostředí

Navýšení výkonu SAKO Brno, a.s. je invariantní a emisně neutrální. Projektová příprava stavby již počítá s nově připravovaným BREF dokumentem a celá projekční příprava je vedena tak, aby realizací záměru nedošlo k nárůstu emisního zatížení ze zdroje oproti stávajícímu stavu.

Tabulka 16: Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu ke spalování odpadů na území města Brna

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Stávající stav

Vyjmenované stacionární zdroje	84	57	644	343	124	652 482
Nevyjmenované stacionární zdroje	15	11	105	337	38	149 482
doprava	53	0	796	598	115	747 822
celkem	151	68	1 545	1 277	277	1 549 786

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Scénář ZP

Spalování odpadů

Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Scénář OZE

Spalování odpadů

Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Scénář EDU

Spalování odpadů

Vyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevyjmenované stacionární zdroje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.6.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

ZEVO SAKO Brno, a.s. je jedním ze základních zdrojů SZTE. Po výstavbě třetí linky kotle K1 bude ještě více jeho role posílena, a to díky zvýšení výkonu stávající HVS z 54 MW na cca 60 MW (s využitím stávající technologie HVS) a díky zvýšení roční dodávky tepla na 1,3 PJ/rok. Nezanedbatelný nepřímý vliv na SZTE můžeme vnímat i v tom, že SAKO Brno, a.s. lze s nejmenšími investicemi ze všech zdrojů na území SMB přizpůsobit pro start ze tmy a ostrovní provoz.

2.6.6 | Závěrečné shrnutí

Energetické využívání odpadů má ve městě Brně dlouhodobou tradici. Jedná se o proces technicky, lidsky i ekonomicky dobře zvládnutý. Navýšení výkonu a potenciálně i množství spalování odpadů jako paliva sebou při naplňování POH a Brno 2050 ponese zvýšení závislosti na dovozu odpadů z okolního území. Což není v souladu s dokumentem Brno 2050. SMB se i ostatními OZE závislosti na dovozu surovin pro výrobu tepelné energie v nějaké míře nevyhne nikdy.

Na druhou stranu ale odpady jako zdroj paliva je logické a rozumné řešení likvidace odpadů, ze kterého společnost něco má. Termické využití odpadů významným způsobem snižuje potřebu skládkování odpadů.

Tabulka 17: Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře

Výroba elektřiny brutto	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V2 EDU 2035	V2 EDU 2050
odpady [MWh/rok]	61 000	101 000	101 000	101 000	101 000	101 000	101 000
Výroba tepla [GJ/rok]	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V2 EDU 2035	V2 EDU 2050
odpady [GJ/rok]	1 000 000	1 300 000	1 300 000	1 300 000	1 300 000	1 300 000	1 300 000

Zdroj: vlastní výpočet

2.7 | Biomasa

2.7.1 | Stávající stav

Biomasa je pro energetické účely v současnosti spalována pouze ve zdroji Teplárny Brno, a.s. – Teyschlova 33 v podobě dřevní štěrky ve 2 kotlích o celkovém instalovaném výkonu 4,5 MW_t (Kohlbach 3 MW, VESKO B 1,5 MW) a v roce 2016 zde z ní bylo vyrobeno **85 TJ** tepla brutto.

Podle statistik ČHMÚ využívá palivové dříví případně komprimovaná paliva typu dřevních briket či pelet ve městě Brně více než pět set domácností s roční spotřebou cca 3 tis. tun, čemuž odpovídá **téměř 40 TJ** využitelné energie v palivu (vyjádřeno výhřevností).

2.7.2 | Technický potenciál

Technický potenciál pro rozvoj domovních biomasových kotlen je velký v případě, že je jím nahrazován uhelný zdroj v lokalitě s relativně čistým ovzduším. Pro rozvoj velkých kotlen řádu MW je kromě podmínky zajištění rozptylu emisí další podmínkou relativně dobrá přístupová cesta pro návoz biomasy. S ohledem na emise z dopravy pak nejlépe železniční vlečka. V SMB bylo v posledních letech připravováno několik projektů, z nichž jako nejvýhodnější se jeví velký biomasový zdroj situovaný do areálu teplárny Brno – Sever v Brně Maloměřicích.

Realizace uvedeného záměru představuje obnovu horkovodního energetického zdroje tepla pro zásobování SMB. Za stávajících podmínek jsou v rámci kotleny provozovány dva stávající kotle K13 a K14, každý o výkonu 75 MW_t spalující zemní plyn (ZP). Dále pak jsou zde provozovány dva horkovodní kotle o výkonu 2 x 15 MW_t, spalující také ZP. Celkový instalovaný výkon stávající kotleny je tedy 180 MW_t.

Umístění biomasového zdroje by představovala snížení tepelného výkonu oproti stávajícímu stavu. Dva stávající kotle K13 a K14 budou odstaveny. V místě stávajícího kotle K13 by byl vystavěn nový kotel, spalující dřevní biomasu o výkonu 40 MW_t. Provoz biomasového zdroje by byl pouze v zimních měsících s roční dodávkou 500 TJ od roku 2025.

Investice do nových zdrojů k využití biomasy k vytápění domácností je aktuálně podporováno na národní úrovni – Operační program životní prostředí, tzv. Kotlíkové dotace. Jde o dotace na pořízení nového zdroje tepla při současném odstavení z provozu stávajícího nevyhovujícího zdroje (jsou podporovány tyto zdroje: automatický kotel pouze na biomasu (např. štěrka, peletky), kotel pouze na biomasu s ručním přikládáním (např. kusové dřevo), automatický kotel na uhlí a biomasu (kombinovaný)).

Potenciál tohoto typu energie je především v okrajových částech města (např. Kníničky, Jehnice nebo Ořešín), u kterých není dostupná SZTE. Jsou prakticky dva způsoby řešení těchto zdrojů. Jeden představuje využití krbových vložek jako zdroje doplňkového tepla k jinému zdroji vytápění. Potenciál tohoto typu energie je 25 MW_t. Což při relativně nízkých provozních hodinách tohoto typu zdroj odpovídá cca 90 TJ vyrobeného tepla. Druhou možností využití dřeva zplyňujících kotlů jako primárního zdroje topení v rodinných domech s akumulací tepla. Potenciál tohoto typu energie je cca 20 MW_t. Což při vysokých provozních hodinách tohoto typu zdroj odpovídá cca 270 TJ vyrobeného tepla.

V úvahu přichází i výstavba dalších biomasových kotlů, které by případně v budoucnosti měly nahradit stávající výkon tohoto typu OZE. O jejich umístění, ale ještě není rozhodnuto.

2.7.3 | Ekonomický potenciál

2.7.4 | Přínos pro životní prostředí

U tohoto typu zdroje lze předpokládat mírný nárůst emisí škodlivin TZL, CO a NO_x oproti stávajícímu stavu. U emisí CO₂ lze naopak předpokládat významný pokles, protože emise CO₂ z biomasy se do celkových emisí CO₂ ze zdroje nezapočítávají. Emisní bilance pro tento typ energie pro jednotlivé varianty je uveden v následující tabulce:

Tabulka 18: Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k energii v biomase na území města Brna

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Stávající stav

Vyjmenované stacionární zdroje	84	57	644	343	124	652 482
Nevyjmenované stacionární zdroje	15	11	105	337	38	149 482
doprava	53	0	796	598	115	747 822
celkem	151	68	1 545	1 277	277	1 549 786

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Scénář ZP

biomasa

Vyjmenované stacionární zdroje	84	57	644	343	124	652 482
Nevyjmenované stacionární zdroje	16	11	110	348	38	138 332
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Scénář OZE

biomasa

Vyjmenované stacionární zdroje	89	57	670	357	124	605 110
Nevyjmenované stacionární zdroje	23	11	115	359	38	83 541
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kategorie zdroje	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	CO ₂
------------------	-----	-----------------	-----------------	----	-----	-----------------

t/rok

Scénář EDU

biomasa

Vyjmenované stacionární zdroje	84	57	644	343	124	652 482
Nevyjmenované stacionární zdroje	16	11	110	348	38	138 332
doprava	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Využití biomasy bude představovat určitý nárůst emisí základních znečišťujících látek. Pokud budou dodrženy základní technologie BAT pro střední spalovací zdroje, tak tento nárůst nebude nikterak významný. Avšak ve scénáři OZE (maximální využití OZE) významně poklesnou emise škodliviny CO₂ oproti stávajícímu stavu. Emise TZI mohou být za provozních podmínek na úrovni 10 mg/m³. Emise SO₂ prakticky nevnikají. Emise NO_x a CO bývají u tohoto typu zdroje na úrovni emisí z plynových zdrojů.

2.7.5 | Potencionální vliv na soustavu SZTE města Brna

Cena tepla vyrobená ze zdroje SZTE spalující biomasu je nižší, než cena tepla vyrobená ze zemního plynu. Reálně o cca 20% při současných cenách paliv. Důležitá je dobrá dostupnost při návozu paliva v dané lokalitě a dobré stávající imisní zatížení, protože i sebelepších filtrech emise TZI ze zdroje prostě vznikají. Proto lze spíše uvažovat o okrajových soustavách např. v Bystřici či v Kohoutovicích.

2.7.6 | Závěrečné shrnutí

Z výše uvedeného vyplývá, že využití biomasy na území SMB ve větším měřítku a v horizontu následných desetiletí by mohla být cesta k výrobě tepelné energie z obnovitelných zdrojů ve větším měřítku než doposud. Výroba elektrické energie z tohoto typu zdroje nejspíš v podmínkách SMB nebude představovat alternativu pro jiné typy OZE jako jsou fotovoltaika atd.

Tabulka 19: Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře

Výroba elektřiny brutto	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V2 EDU 2035	V2 EDU 2050
biomasa [MWh/rok]	0	0	0	0	0	0	0
Výroba tepla [GJ/rok]	2015	V1 ZP 2035	V1 ZP 2050	V2 OZE 2035	V2 OZE 2050	V2 EDU 2035	V2 EDU 2050
Biomasa [GJ/rok]	125 000	180 000	215 000	765 000	880 000	180 000	215 000

Zdroj: vlastní výpočet

2.8 | 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 redukci importovaných fosilních paliv
- energie těchto zdrojů má pozitivní dopad na čistotu ovzduší
- zdroje jsou bezpečné, nevyžadují skladovací prostory a odpadá transport hořlavých paliv

2.8.1 | Geotermální energie v ČR

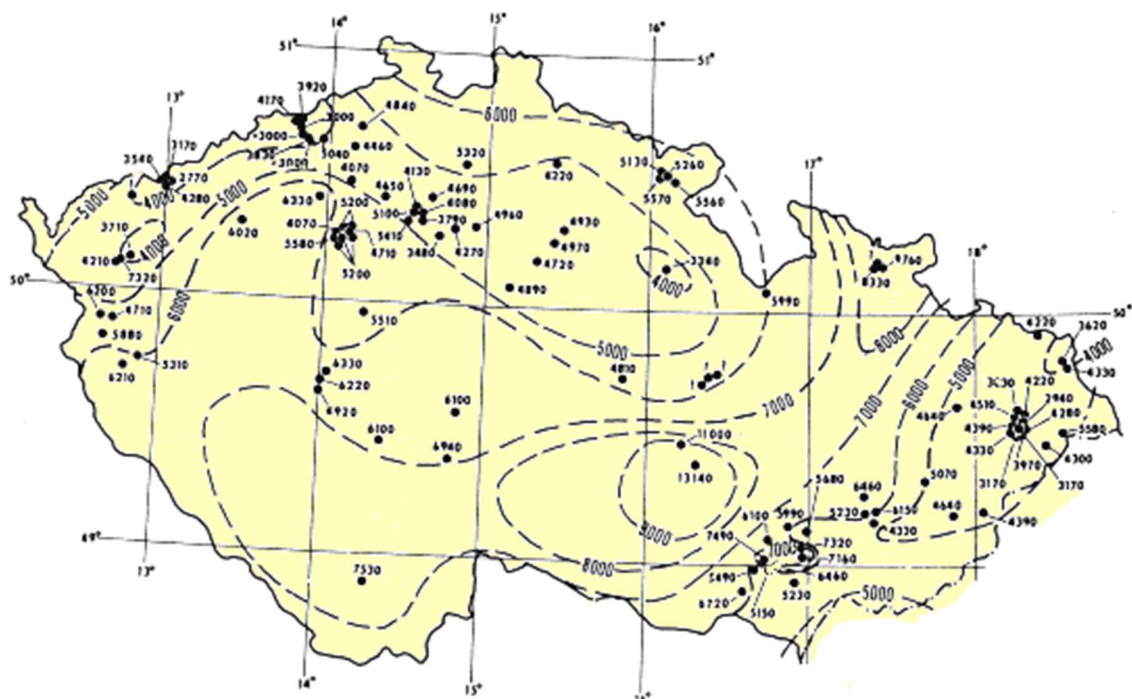
Z předcházejících závěrů vyplývají logicky i omezené možnosti využití této energie na území republiky. Pro lepší ilustraci jsou v následujícím uvedeny:

- 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

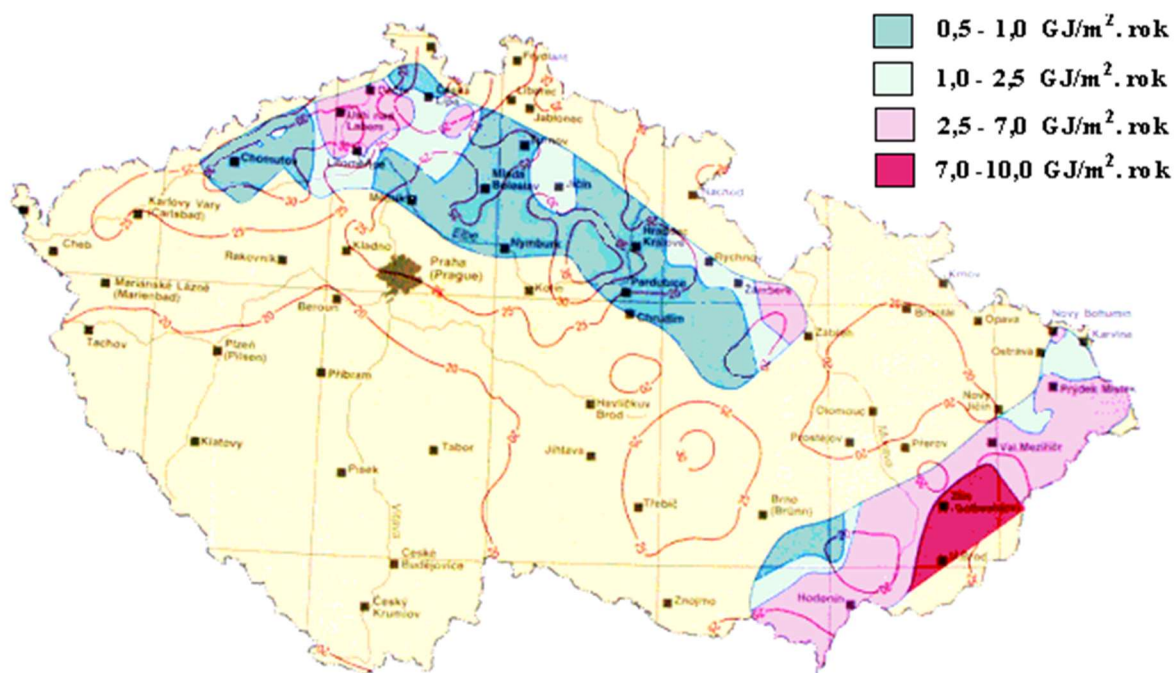
Obrázek 16: Průběh izoliní 180 °C na území České republiky



Obrázek 17: Průběh izoliní 130 °C na území České republiky



Obrázek 18: 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.

2.8.2 | 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 20: 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). 2017.
- [2] Interní datové podklady poskytnuté pro účely vypracování ÚEK Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ) 2017.
- [3] Interní datové podklady poskytnuté pro účely aktualizace ÚEK E.ON Distribuce, a.s., 2017
- [4] Výroční zpráva SAKO Brno, a.s. (<http://www.sako.cz/stranka/cz/79/energeticke-vyuzivani-odpadu/>)

Seznam tabulek a obrázků

Seznam tabulek

Tabulka 1:	Seznam instalovaných malých vodních elektráren v Brně, rok 2016.....	6
Tabulka 2:	Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k vodní energii na území města Brna	9
Tabulka 3:	Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře	10
Tabulka 4:	Seznam instalovaných větrných elektráren v Brně, rok 2016.....	11
Tabulka 5:	Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k větrné energii na území města Brna	16
Tabulka 6:	Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře	17
Tabulka 7:	Počet FV elektráren v členění dle výše instalovaného výkonu, město Brno, stav 2016	18
Tabulka 8:	Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k fototermice a fotovoltaice na území města Brna	24
Tabulka 9:	Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře	25
Tabulka 10:	Přehled výroben elektřiny a tepla z bioplynu na území města Brna	26
Tabulka 11:	Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k energii v bioplynu na území města Brna.....	28
Tabulka 12:	Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře	29
Tabulka 13:	Modelově vypočtená spotřeba nízkopotenciálního tepla v TČ [GJ/r], statutární město Brno	30
Tabulka 14:	Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k tepelným čerpadlům na území města Brna	31
Tabulka 15:	Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře	33
Tabulka 16:	Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu ke spalování odpadů na území města Brna	36
Tabulka 17:	Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře	37
Tabulka 18:	Změny v produkci znečišťujících látek při realizaci jednotlivých scénářů ve vztahu k energii v biomase na území města Brna	39
Tabulka 19:	Přehled energií z OZE pro jednotlivé scénáře	40
Tabulka 20:	Potenciál geotermální energie na území města Brna	43

Seznam obrázků

Obrázek 1:	Plné náklady na výrobu elektrické energie	5
Obrázek 2:	Lokalizace vodních elektráren na území města Brna, rok 2016.....	7
Obrázek 3:	Trend vývoje instalovaného výkonu a počtu MVE v rámci ČR.....	8
Obrázek 4:	Lokalizace větrných elektráren na území města Brna, rok 2016	12
Obrázek 5:	Větrná mapa České republiky – území s dostatečným větrným potenciálem.....	13
Obrázek 6:	Větrná mapa České republiky – pole průměrné rychlosti větru ve výšce 10 m.....	13
Obrázek 7:	Větrná mapa České republiky – pole průměrné rychlosti větru ve výšce 100 m.....	14
Obrázek 8:	Trend vývoje instalovaného výkonu a počtu VTE v rámci ČR	15
Obrázek 9:	Lokalizace fotovoltaických elektráren na území města Brna, členěno dle instalovaného výkonu, rok 2016	19
Obrázek 10:	Scénář ZP - rozvoje.....	21
Obrázek 11:	Scénář OZE – rozvoje a konverze paliva.....	21
Obrázek 12:	Scénář EDU - výhledový	22
Obrázek 13:	Trend vývoje instalovaného výkonu a počtu FVE v rámci ČR.....	23
Obrázek 14:	Trend vývoje instalovaného výkonu a počtu BPS v rámci ČR	27
Obrázek 15:	Rozložení dodávek tepla do sítí zásobování teplem v roce 2016 [GJ]	34
Obrázek 16:	Průběh izoliní 180 °C na území České republiky	42
Obrázek 17:	Průběh izoliní 130 °C na území České republiky	42
Obrázek 18:	Teplotní izolinie v hloubce 500m, včetně znázornění zdrojů geotermální energie	43

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