

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

5.5 Systém zásobování tepelnou energií a chladem

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 ZHODNOCENÍ DOSAŽENÍ CÍLŮ PODLE ÚEK 2005	3
1.1 Vyhodnocení trendů napojování nových odběratelů SZTE	4
1.2 Vyhodnocení trendů úspor na straně spotřeby v SZTE	9
1.3 Vyhodnocení trendů úspor na straně distribuce tepla v SZTE	12
1.4 Celkové vyhodnocení vývoje odbytu tepla v SZTE	14
2 ROZBOR TRENDŮ VÝVOJE POPTÁVKY PO TEPLE	17
2.1 Rozbor trendů napojování nových odběratelů SZTE	17
2.2 Rozbor trendů úspor na straně spotřeby v SZTE	20
2.3 Rozbor trendů úspor na straně distribuce tepla v SZTE	23
2.4 Celkové shrnutí trendů vývoje poptávky po teple v SZTE	24
3 ROZBOR ZDROJŮ A ZPŮSOBŮ NAKLÁDÁNÍ S ENERGIÍ	27
3.1 Analýza dostupnosti paliv a energie pro zdroje SZTE	27
3.2 Analýza možných zdrojů pro výrobu tepla v SZTE	33
3.3 Analýza využitelnosti obnovitelných zdrojů energie	48
3.4 Vhodné technologie pro distribuci tepla	54
4 ZÁSOBOVÁNÍ CHLADEM	56
Zdroj dat	59
Seznam tabulek a obrázků	59
Seznam tabulek	59
Seznam obrázků	59
Seznam zkratek	61

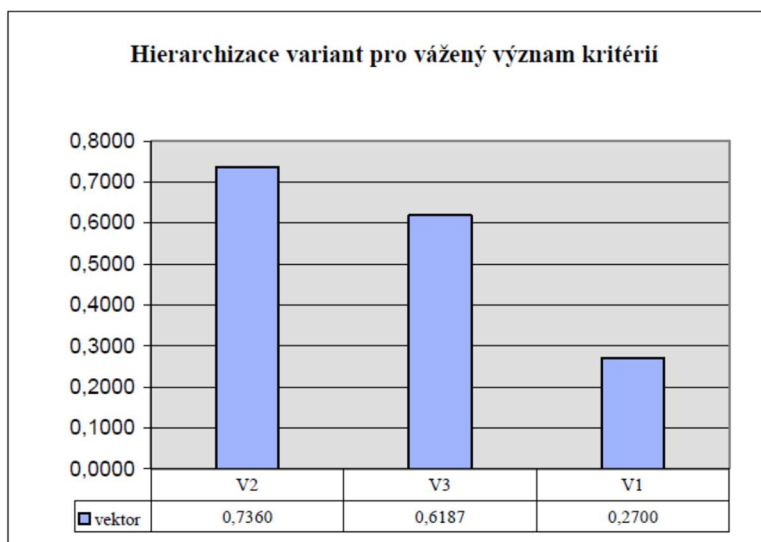
1 | Zhodnocení dosažení cílů podle ÚEK 2005

Územní energetická koncepce statutárního města Brna zpracovaná v roce 2005 mimo jiné navrhovala a hodnotila 5 variant technického řešení rozvoje SZTE, a to:

- **V1 - stagnace SCZT** – ve variantě bylo uvažováno se stagnací systému SCZT a CZT, na tento systém se připojí pouze část realizovaných rozvojových ploch, palivové zdroje převážně z rozvodů zemního plynu.
- **V2 - rozvoj SCZT** – ve variantě bylo uvažován rozvoj systému SCZT a CZT v souladu s rozvojem města, to je připojení realizovaných ploch ve výši 60 % z navržených rozvojových ploch v dosahu sítí SCZT, případně místního CZT, zdroje využívají nadále zemní plyn.
- **V3 - rozvoj, konverze paliva** – ve variantě bylo uvažováno s rozvojem systému SCZT a CZT jako ve variantě V2, ale přednostně se navrhovalo využití jiných paliv (tuhých a biomasy) tak, aby byla posílena nezávislost města na jednom palivu.
- **V4 - rozpad SCZT** - varianta uvažovala s poklesem odběrů na sítích SCZT a s přechodem na systém bud' okrskových, nebo individuálních zdrojů tepla, převážně napojených na rozvody zemního plynu.
- **V5 - zásobování z JE Dukovany** – koncepce této varianty předpokládala zásobování Brna teplem z jaderného zdroje EDU (ve spolupráci s místními zdroji).

Souhrnné vyhodnocení variant multikriteriální metodou bylo provedeno pouze pro varianty V1, V2 a V3, přičemž jako nejvýhodnější byla vyhodnocena Varianta V2 (rozvoj SCZT), následovala Varianta V3 (rozvoj a konverze paliva) a jako poslední varianta V1 (stagnace SCZT) – viz následující obrázek č. 1.

Obrázek 1: Výsledky multikriteriálního hodnocení původních V1, V2 a V3



Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1]

Z výsledků šetření o stavu energetického hospodářství v Brně (viz Analytické podklady pro územní energetickou koncepci statutárního města Brna – květen 2018) je zřejmé, že v žádném případě nedošlo k naplnění Variant V3 (konverze paliva), V4 (rozpad SCZT) a V5 (zásobování z JE Dukovany), základem zůstává SZTE využívající teplo z energetického využití odpadů a teplo ze spalování zemního plynu.

Předmětem následujícího šetření je analýza, zda se reálný vývoj vyvíjel spíše podle varianty V1 (stagnační), nebo varianty V2 (rozvojové) a které předpoklady se potvrdily, nebo naopak které zůstaly nenaplněny.

1.1 | Vyhodnocení trendů napojování nových odběratelů SZTE

Pro vyčíslení potřeb energií nových odběratelů vycházela původní Územní energetické koncepce statutárního města Brna z roku 2005 (dále ÚEK 2005) z údajů a dokumentů, odboru OÚPR MMB. Jako podklad byl použit Územní plán města Brna se všemi aktualizacemi, Územní plány zón, Regulační plány území a digitální mapy s vyznačením rozvojových ploch podle účelu užití a generel bydlení, výroby a specifických funkcí se stabilizovanými plochami.

Nároky na energie ve variantách vycházely z předpokladů spotřeby energií v horizontu příštích 20 let. Předpoklady ve spotřebách energií byly zahrnuty do variant řešení zásobování území města teplem rozdílně, přičemž:

- Varianta stagnační (V1) předpokládala napojení pouze 10 % nové výstavby
- Varianta rozvojová (V2) předpokládala napojení 60 % nové výstavby

V tabulce č. 1 jsou vyčísleny celkové předpokládané bilance výroby, ztrát a dodávek tepla v integrované SZTE ve variantě stagnační podle původní ÚEK 2005 (s průmětem až do r. 2040), v tabulce č. 2 jsou vyčísleny tytéž údaje pro Variantu rozvojovou, a konečně v tabulce č. 3 jsou podchyceny skutečné bilance výroby, ztrát a dodávek tepla v integrované SZTE v období let 2001 až 2016 opět s průmětem do roku 2040.

Tabulka 1: Bilance výr., ztrát a dod. tepla podle ÚEK 2005 – var. stagnační

Integrovaná SZTE - ÚEK 2005	jedin.	skutečnost		Prognóza dle ÚEK 2005 - Varianta Stagnační						
		2001	2006	2011	2016	2020	2025	2030	2035	2040
Položka / rok										
Odbyt tepla 2001 - výchozí	TJ/r	4103	4103	4103	4103	4103	4103	4103	4103	4103
Úspory u stávajících spotř.	TJ/r	0	-92	-184	-276	-368	-461	-563	-665	-767
Napojení nových odběratelů	TJ/r	0	48	96	144	192	239	287	335	383
Odbyt tepla u odběratelů	TJ/r	4103	4059	4015	3971	3927	3881	3827	3773	3719
Ztráty v prim. rozv. výchozí	TJ/r	836	836	836	836	836	836	836	836	836
Úspory ztrát v prim. rozv.	TJ/r	0	-60	-107	-152	-183	-205	-225	-245	-265
Ztráty v sekund. rozv. výchozí	TJ/r	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Úspory ztrát v sekund. rozv.	TJ/r	0	-2	-4	-6	-8	-9	-10	-11	-12
Dodávky ze zdrojů do sítí	TJ/r	5034	4928	4835	4744	4667	4598	4523	4448	4373

Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Tabulka 2: Bilance výr., ztrát a dod. tepla podle ÚEK 2005 – var. rozvojová

Integrovaná SZTE - ÚEK 2005		skutečnost		Prognóza dle ÚEK 2005 - Varianta Rozvojová						
Položka / rok	jedn.	2001	2006	2011	2016	2020	2025	2030	2035	2040
Odbyt tepla 2001 - výchozí	TJ/r	4103	4103	4103	4103	4103	4103	4103	4103	4103
Úspory u stávajících spotř.	TJ/r	0	-92	-184	-276	-368	-461	-563	-665	-767
Napojení nových odběratelů	TJ/r	0	205	410	615	820	1026	1274	1522	1770
Odbyt tepla u odběratelů	TJ/r	4103	4216	4329	4442	4555	4668	4814	4960	5106
Ztráty v prim. rozv. výchozí	TJ/r	836	836	836	836	836	836	836	836	836
Úspory ztrát v prim. rozv.	TJ/r	0	-60	-107	-152	-183	-205	-225	-245	-265
Ztráty v sekund. rozv. výchozí	TJ/r	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Úspory ztrát v sekund. rozv.	TJ/r	0	-2	-4	-6	-8	-9	-10	-11	-12
Dodávky ze zdrojů do sítí	TJ/r	5034	5085	5149	5215	5295	5385	5510	5635	5760

Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Tabulka 3: Bilance výr., ztrát a dod. tepla – skuteč. a prognóza ÚEK 2018

Integrovaná SZTE - ÚEK 2018		skutečnost				Prognóza dle ÚEK 2018				
Položka / rok	jedn.	2001	2006	2011	2016	2020	2025	2030	2035	2040
Odbyt tepla 2001 - výchozí	TJ/r	4103	4103	4103	4103	4103	4103	4103	4103	4103
Úspory u stávajících spotř.	TJ/r	0	-600	-1050	-1400	-1572	-1700	-1780	-1829	-1878
Napojení nových odběratelů	TJ/r	0	35	62	100	145	200	250	310	370
Odbyt tepla u odběratelů	TJ/r	4103	3538	3115	2803	2676	2603	2573	2584	2595
Ztráty v prim. rozv. výchozí	TJ/r	836	836	836	836	836	836	836	836	836
Úspory ztrát v prim. rozv.	TJ/r	0	-45	-90	-140	-277	-340	-365	-372	-379
Ztráty v sekund. rozv. výchozí	TJ/r	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Úspory ztrát v sekund. rozv.	TJ/r	0	-10	-20	-27	-30	-32	-34	-36	-37
Dodávky ze zdrojů do sítí	TJ/r	5034	4414	3936	3567	3300	3162	3105	3107	3110

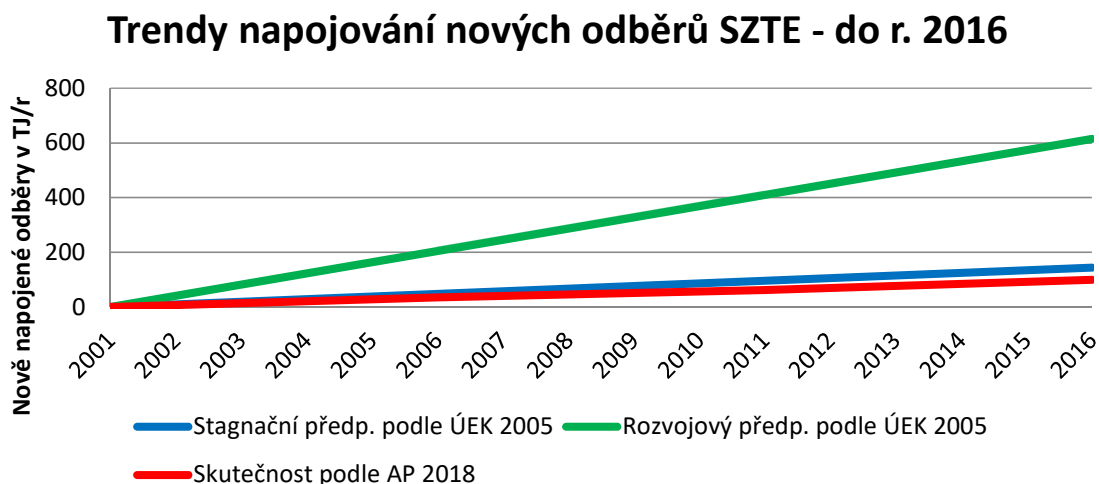
Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Poznámka: Údaje v tabulkách č. 1 a č. 2 vycházejí z původních dat uváděných v ÚEK 2005 a z dat v cílovém roce hodnocených variant, přičemž s ohledem na jinou strukturu bilancování a jiné časové horizonty byly použity četné dopočty na základě odborných odhadů a četné extrapolace podle obvyklých trendů.

Poznámka: Údaje uváděné v tabulce č. 3 vycházejí rovněž z původních dat uváděných v ÚEK 2005, skutečností roku 2016 a prognózovaných trendů, jak jsou uváděny v Analytických podkladech pro územní energetickou koncepci statut. města Brna z roku 2018 (dále AP 2018, nebo ÚEK 2018)

Samotné trendy napojování nových odběratelů na integrovanou SZTE Teplárny Brno, a.s., jak je předpokládala ÚEK 2005 a jak se s vysokou pravděpodobností ve skutečnosti naplnily, jsou znázorněny na obrázku č. 2

Obrázek 2: Předpokládaný a skutečný trend nových odběrů na SZTE



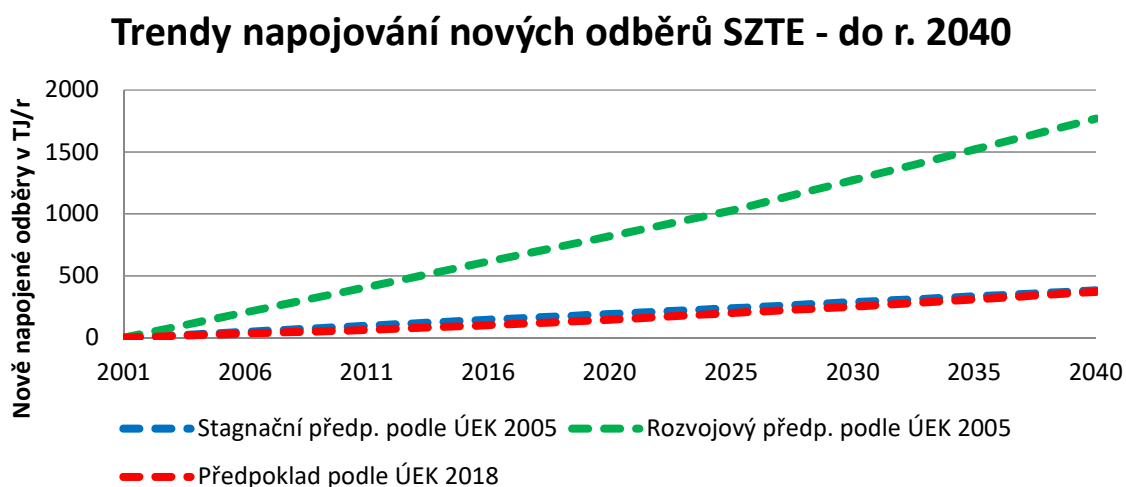
Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Poznámka: Skutečný trend napojování nových odběratelů byl odvozen a extrapolován z dat poskytnutých TB, a.s. za roky 2008 až 2017

Z uváděného je zřejmé, že v období let 2001 až 2016 skutečný trend napojování nových odběratelů (červená křivka na obrázku č. 2) spíše odpovídal předpokladům stagnační varianty V1 podle ÚEK 2005 (modrá křivka), nárůst dle rozvojové varianty ÚEK 2005 (zelená křivka) se zdaleka nenaplnil. Příčinou tohoto stavu je zejména podstatně pomalejší postup zástavby rozvojových ploch, než očekával ÚP a částečně i preference decentralizovaných zdrojů ze strany investorů.

Průměry skutečností a předpokladů napojování nových odběratelů v období let 2001 až 2040 podle původní ÚEK 2005 a stávající ÚEK 2018 jsou znázorněny na obrázku č. 3.

Obrázek 3: Trendy nových odběrů na SZTE podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018



Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Obdobně, jako v případě integrované SZTE, bylo v ÚEK 2005 opět ve dvou scénářích (stagnační a rozvojový) předpokládáno napojování nových odběratelů na místní SZT – plynové kotelny tehdejšího podniku TEZA.

V tabulce č. 4 jsou vyčísleny celkové předpokládané bilance výroby, ztrát a dodávek tepla z plynových kotlen (PK) podniku TEZA (později TB, a.s.) ve variantě stagnační podle původní ÚEK 2005 (s průmětem až do r. 2040), v tabulce č. 5 jsou vyčísleny tytéž údaje pro PK dle Varianty rozvojové, a konečně v tabulce č. 6 jsou podchyceny skutečné bilance výroby, ztrát a dodávek tepla v PK TB, a.s. (dříve TEZA) v období let 2001 až 2016 opět s průmětem do roku 2040.

Tabulka 4: Bilance ztrát a dod. tepla z PK podle ÚEK 2005 – var. stagnační

PK TEZA (TB,a.s.) - ÚEK 2005		skutečnost	Prognóza dle ÚEK 2005 - Varianta Stagnační							
Položka / rok	jedn.	2001	2006	2011	2016	2020	2025	2030	2035	2040
Odbyt tepla 2001 - výchozí	TJ/r	1482	1482	1482	1482	1482	1482	1482	1482	1482
Úspory u stávajících spotř.	TJ/r	0	-32	-63	-95	-132	-175	-225	-280	-351
Napojení nových odběratelů	TJ/r	0	11	22	33	44	56	68	80	93
Odbyt tepla u odběratelů	TJ/r	1482	1461	1441	1420	1394	1363	1325	1282	1224
Ztráty v sekund. rozv. výchozí	TJ/r	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Úspory ztrát v sekund. rozv.	TJ/r	0	-3	-5	-7	-8	-8	-9	-9	-10
Dodávky ze zdrojů do sítí	TJ/r	1632	1608	1586	1563	1536	1505	1466	1423	1364

Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Tabulka 5: Bilance ztrát a dod. tepla z PK podle ÚEK 2005 – var. rozvojová

PK TEZA (TB,a.s.) - ÚEK 2005		skutečnost	Prognóza dle ÚEK 2005 - Varianta Rozvojová							
Položka / rok	jedn.	2001	2006	2011	2016	2020	2025	2030	2035	2040
Odbyt tepla 2001 - výchozí	TJ/r	1482	1482	1482	1482	1482	1482	1482	1482	1482
Úspory u stávajících spotř.	TJ/r	0	-32	-63	-95	-132	-175	-225	-280	-351
Napojení nových odběratelů	TJ/r	0	59	118	177	236	294	353	415	490
Odbyt tepla u odběratelů	TJ/r	1482	1509	1537	1564	1586	1601	1610	1617	1621
Ztráty v sekund. rozv. výchozí	TJ/r	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Úspory ztrát v sekund. rozv.	TJ/r	0	-3	-5	-7	-8	-8	-9	-9	-10
Dodávky ze zdrojů do sítí	TJ/r	1632	1656	1682	1707	1728	1743	1751	1758	1761

Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Tabulka 6: Bilance ztrát a dod. tepla z PK – skuteč. a prognóza ÚEK 2018

PK TB, a.s. - ÚEK 2018		skutečnost				Prognóza dle ÚEK 2018				
Položka / rok	jedn.	2001	2006	2011	2016	2020	2025	2030	2035	2040
Odbyt tepla 2001 - výchozí	TJ/r	1482	1482	1482	1482	1482	1482	1482	1482	1482
Úspory u stávajících spotř.	TJ/r	0	-207	-364	-454	-508	-555	-592	-619	-637
Napojení nových odběratelů	TJ/r	0	9	18	27	36	43	50	55	60
Odbyt tepla u odběratelů	TJ/r	1482	1284	1136	1055	1010	970	940	918	905
Ztráty v sekund. rozv. výchozí	TJ/r	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Úspory ztrát v sekund. rozv.	TJ/r	0	-3	-6	-10	-14	-18	-22	-26	-30
Dodávky ze zdrojů do sítí	TJ/r	1632	1431	1280	1195	1146	1102	1068	1042	1025

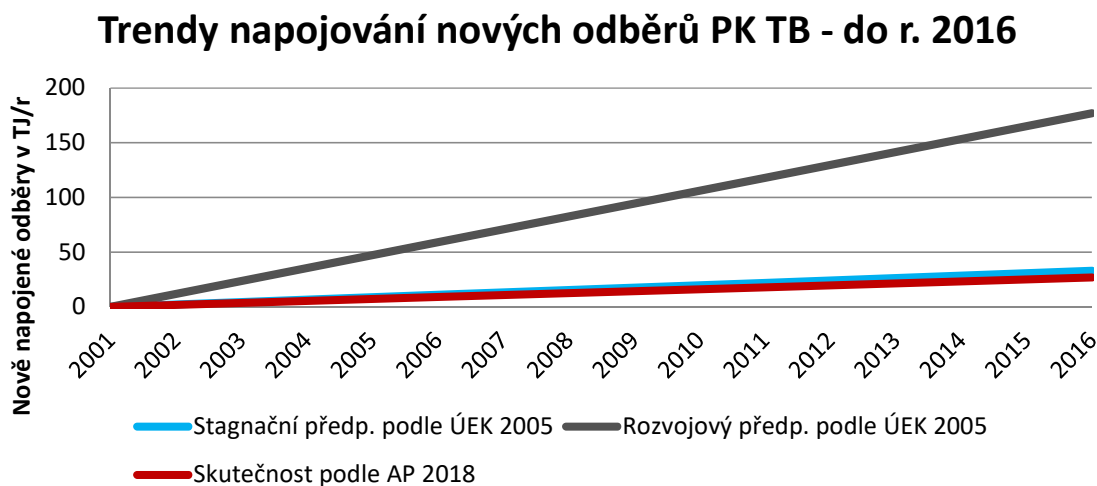
Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Poznámka: Údaje v tabulkách č. 4 a č. 5 vycházejí z původních dat uváděných v ÚEK 2005 a dat v cílovém roce hodnocených variant, přičemž s ohledem na jinou strukturu bilancování a jiné časové horizonty byly opět použity četné dopočty a extrapolace na základě odborných odhadů a běžných trendů.

Poznámka: Údaje uváděné v tabulce č. 6 vycházejí rovněž z původních dat uváděných v ÚEK 2005, skutečností roku 2016 a prognózovaných trendů, jak jsou uváděny v Analytických podkladech pro územní energetickou koncepci statut. města Brna z roku 2018 (dále AP 2018, nebo ÚEK 2018)

Samotné trendy napojování nových odběratelů na systémy PK Teplárny Brno, a.s. (dříve podniku TEZA), jak je předpokládala ÚEK 2005 a jak se s vysokou pravděpodobností ve skutečnosti naplnily, jsou znázorněny na obrázku č. 4.

Obrázek 4: Předpokládaný a skutečný trend nových odběrů na PK TB, a.s.



Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

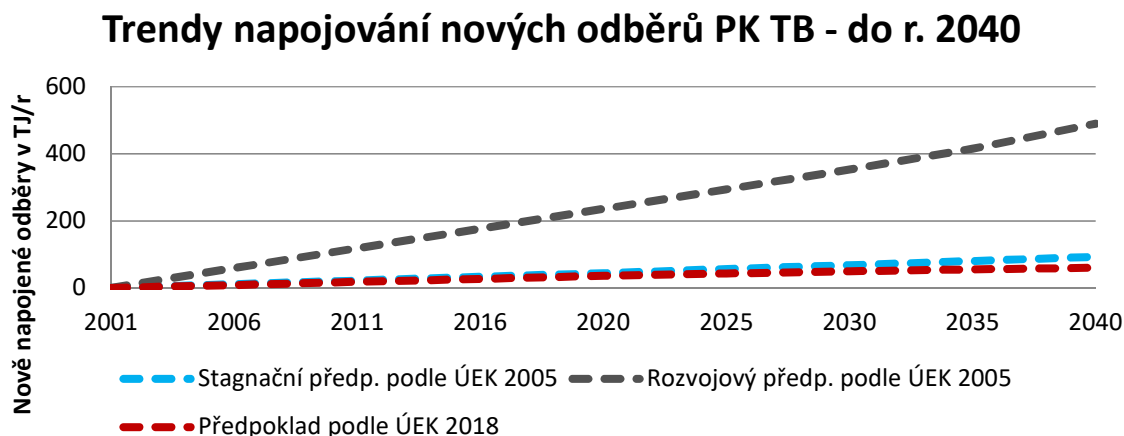
Poznámka: Skutečný trend napojování nových odběratelů byl opět odvozen a extrapolován z dat poskytnutých TB, a.s. za roky 2008 až 2017

Z uváděného je zřejmé, že stejně jako v případě nových odběratelů integrované SZTE v období let 2001 až 2016 skutečný trend napojování nových odběratelů na PK spíše odpovídal předpokladům stagnační varianty V1 podle ÚEK 2005, nárůst dle rozvojové varianty ÚEK 2005 se zdaleka nenaplnil.

I zde je zřejmou příčinou podstatně pomalejší postup zástavby rozvojových ploch, než očekával ÚP a částečně i preference decentralizovaných (samostatných) zdrojů ze strany investorů.

Průměry skutečností a předpokladů napojování nových odběratelů PK TB, a.s. v období let 2001 až 2040 podle původní ÚEK 2005 a stávající ÚEK 2018 jsou na obrázku č. 5.

Obrázek 5: Trendy nových odběrů na PK TB, a.s. dle ÚEK 2005 a ÚEK 2018



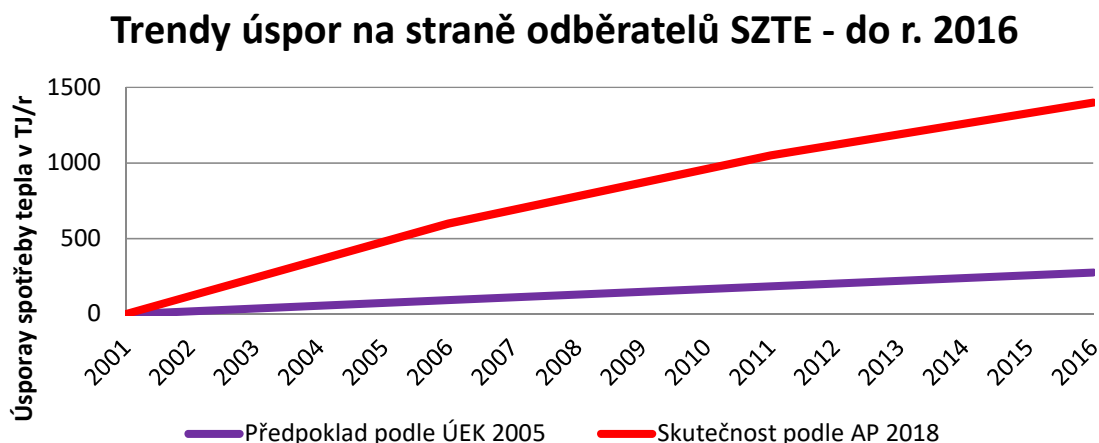
Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

1.2 | Vyhodnocení trendů úspor na straně spotřeby v SZTE

V oblasti zásobování teplem, tj. v systémech SZTE, byly v rámci původní ÚEK 2005 posuzovány spotřebitelské systémy ve všech sektorech - bydlení, průmysl, terciální sféra, doprava, zemědělství. Úspory v oblasti vytápění bylo podle ÚEK 2005 ve všech odběratelských sektorech možno dosáhnout buď zateplováním objektů, nebo regulací v objektech na vnitřním zařízení. ÚEK 2005 definovala například potenciál úspor v sektoru bydlení v úrovni 42,6 % (technický), respektive 18,7 % (ekonomický), obdobně byly definovány i potenciály úspor v sektorech služeb a průmyslu, přičemž bylo ve všech variantách předpokládáno, že do roku 2025 bude využito cca 70 % celkového ekonomicky nadějného potenciálu.

Trendy úspor spotřeby tepla na straně odběratelů integrované SZTE Teplárny Brno, a.s., jak je předpokládala ÚEK 2005 a jak se s vysokou pravděpodobností ve skutečnosti odehrávaly, jsou uvedeny v tabulkách č. 1 až č. 3 a znázorněny na obr. č. 6.

Obrázek 6: Předpokládaný a skutečný trend úspor u odběrů SZTE



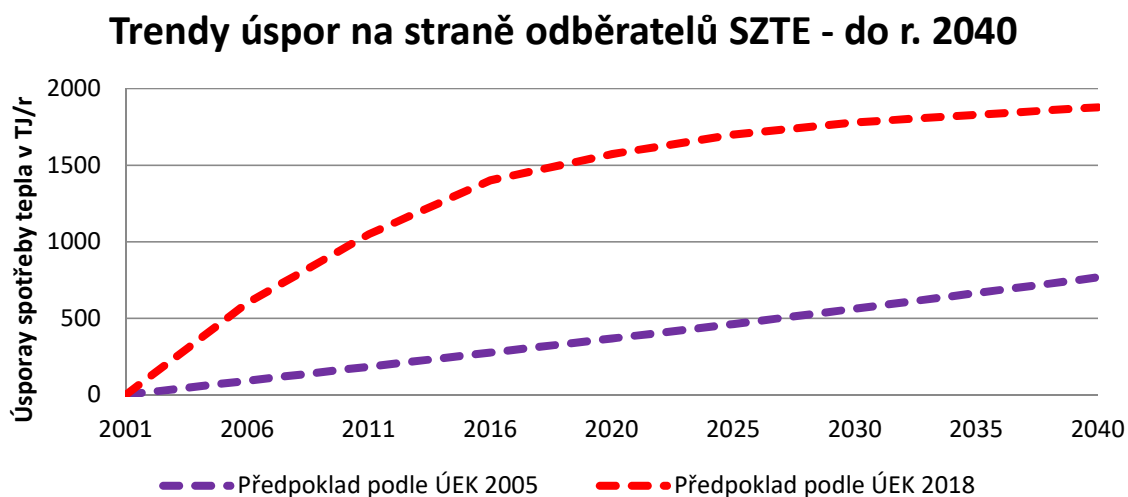
Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Poznámka: Skutečný trend úspor znázorněný na obrázku č. 6 (červená křivka) zahrnuje kromě fyzického snížení spotřeby stávajících odběratelů i poklesy celkových odbytů z titulu odpojení, nebo ukončení odběru tepla.

Z uváděného je zřejmé, že v období let 2001 až 2016 byl skutečný trend snižování spotřeby stávajících odběratelů výrazně dynamičtější, než předpokládala ÚEK 2005. Příčinou tohoto stavu byla kombinace zvyšující se ceny tepla, rychlý nástup programu revitalizace panelových sídlišť, státní podpora zateplování objektů, nástup nových prvků měření a regulace u odběratelů a v neposlední řadě i restrukturalizace průmyslu (poklesy odběrů, nebo zastavení dodávek do průmyslových areálů).

Průměty skutečností a předpokladů dalších úspor u odběratelů napojených na SZTE v období let 2001 až 2040 podle původní ÚEK 2005 a stávající ÚEK 2018 jsou znázorněny na obrázku č. 7.

Obrázek 7: Trendy úspor u odběratelů SZTE podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018



Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Obdobně, jako v případě integrované SZTE, byly v ÚEK 2005 předpokládány i trendy úspor ve spotřebě tepla u odběratelů zásobovaných z plynových kotelen Teplárny Brno, a.s. (dříve TEZA).

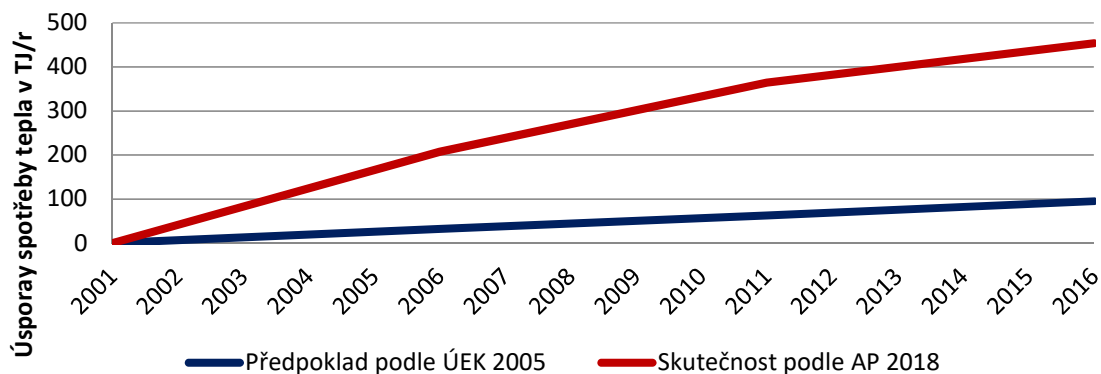
Tyto trendy spolu s reálným vývojem v letech 2001 až 2016 včetně prognózy do r. 2040 jsou uvedeny v předchozích tabulkách č. 4 až č. 6, grafické zpracování porovnání předpokladu podle ÚEK 2005 a skutečnosti je na následujícím obrázku č. 8.

Z uváděného je opět zřejmé, že v období let 2001 až 2016 byl skutečný trend snižování spotřeby i u stávajících odběratelů tepla z plynových kotelen výrazně dynamičtější, než předpokládala ÚEK 2005. Příčiny jsou obdobné, jako v případě odběratelů napojených na integrovanou SZTE.

Průměty skutečností a předpokladů dalších úspor u odběratelů napojených na PK v období let 2001 až 2040 podle původní ÚEK 2005 a stávající ÚEK 2018 jsou znázorněny na dalším obrázku č. 9.

Obrázek 8: Předpokládaný a skutečný trend úspor u odběřů na PK TB, a.s.

Trendy úspor na straně odběřatelů PK TB - do r. 2016

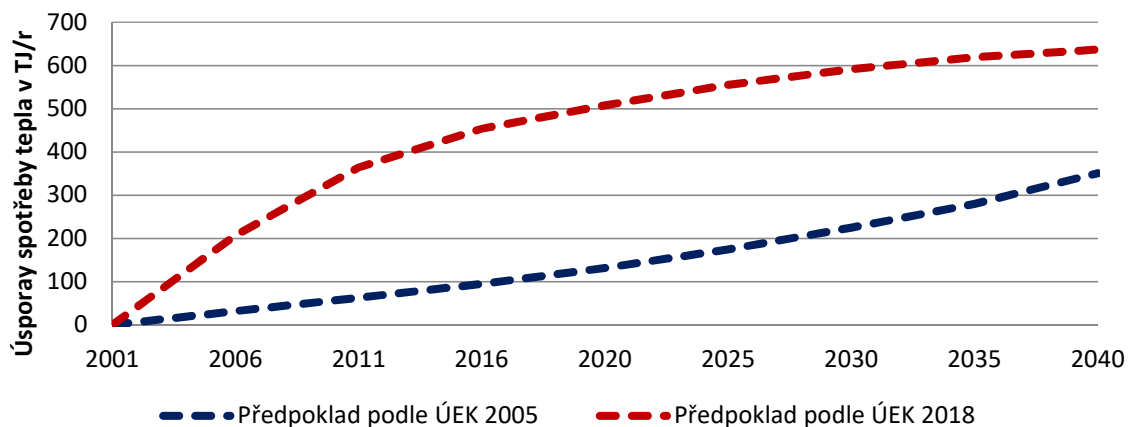


Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Poznámka: Skutečný trend úspor zahrnuje kromě fyzického snížení spotřeby stávajících odběřatelů i poklesy celkových odbytů z titulu odpojení, nebo ukončení odběru tepla.

Obrázek 9: Trendy úspor u odběřatelů PK podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018

Trendy úspor na straně odběřatelů PK TB - do r. 2040



Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

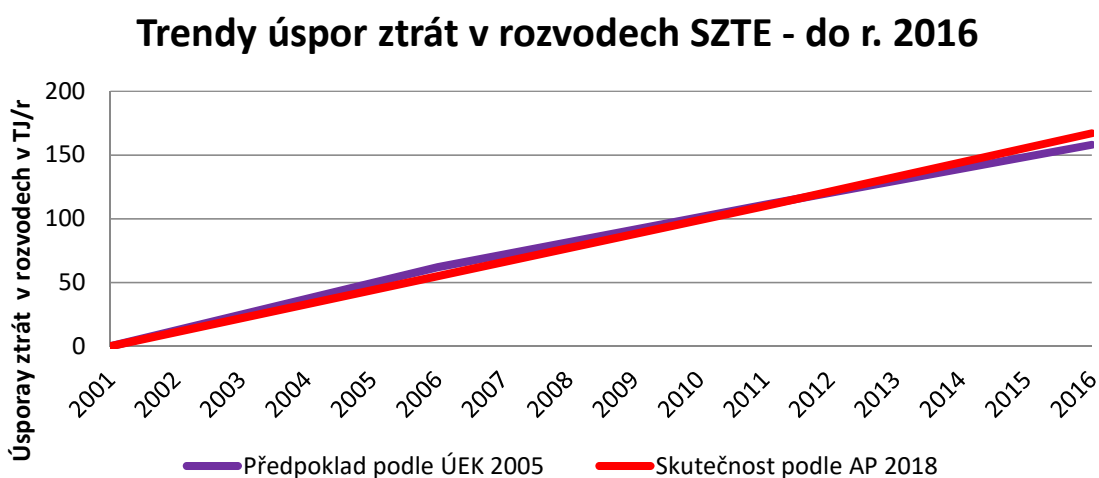
1.3 | Vyhodnocení trendů úspor na straně distribuce tepla v SZTE

V rámci ÚEK 2005 byla identifikována řada problémů na distribučních soustavách tepla. Jednalo se zejména o velké dimenze parního potrubí vzhledem k velkému snížení odběrů technologické páry v průmyslu. Dále to byla absence kondenzátního potrubí v některých oblastech, případně problémy s možností vedení těchto sítí v kolektorech. Na sítích horkovodních opět problémy s velkými dimenzemi potrubí v některých oblastech, jelikož se neuskutečnil plánovaný rozvoj energetické soustavy, nebo další rozvoj odběratelských soustav. Na sítích teplovodních se opatření soustřeďovala na snížení ztrát postupnou rekonstrukcí stávajících 4-trubních systémů na 2-trubní rozvody, zároveň s přechodem na předizolované potrubí.

ÚEK 2005 navrhovala postupnou realizaci příslušných opatření na vybraných úsecích sítě nebo v preferovaných lokalitách, přičemž se předpokládalo postupné snižování ztrát tepla v primárních i sekundárních rozvodech SZTE, jak bylo uvedeno v tab. č. 1 až č. 3.

Trendy úspor (snižování) ztrát tepla v primárních i sekundárních rozvodech integrované SZTE Teplárny Brno, a.s., jak je předpokládala ÚEK 2005 a jak se ve skutečnosti projevily, jsou znázorněny na obr. č. 10.

Obrázek 10: Předpokládaný a skutečný trend úspor ztrát v rozvodech SZTE



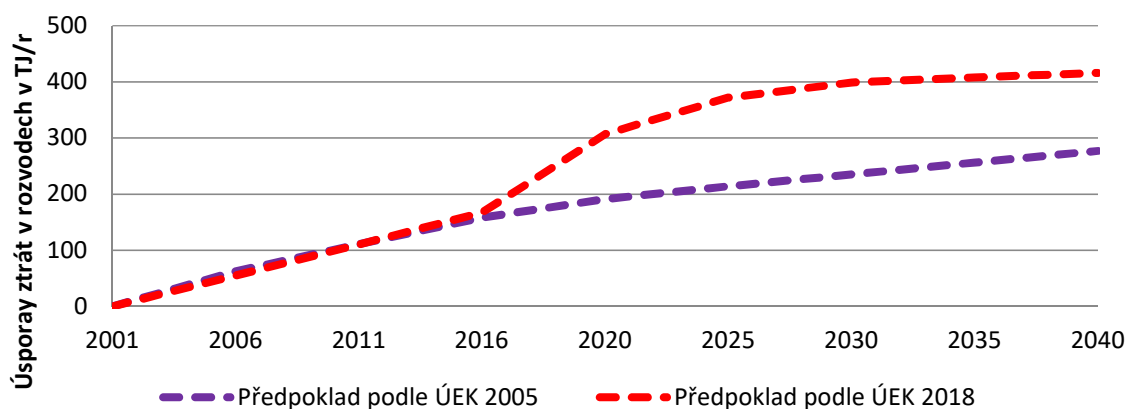
Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Z průběhů snižování ztrát tepla v primárních i sekundárních rozvodech SZTE je zřejmá shoda předpokládaných trendů podle ÚEK 2005 a skutečného vývoje, přičemž odchylky se projevují až v posledních letech, kdy TB, a.s. začaly intenzivně s přestavbou původní parovodní sítě na síť horkovodní.

Průměty skutečností a předpokladů dalších úspor ve ztrátách tepla v rozvodech integrované SZTE v období let 2001 až 2040 podle původní ÚEK 2005 a stávající ÚEK 2018 jsou znázorněny na obrázku č. 11

Obrázek 11: Trendy úspor v rozvodech SZTE podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018

Trendy úspor ztrát v rozvodech SZTE - do r. 2040



Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

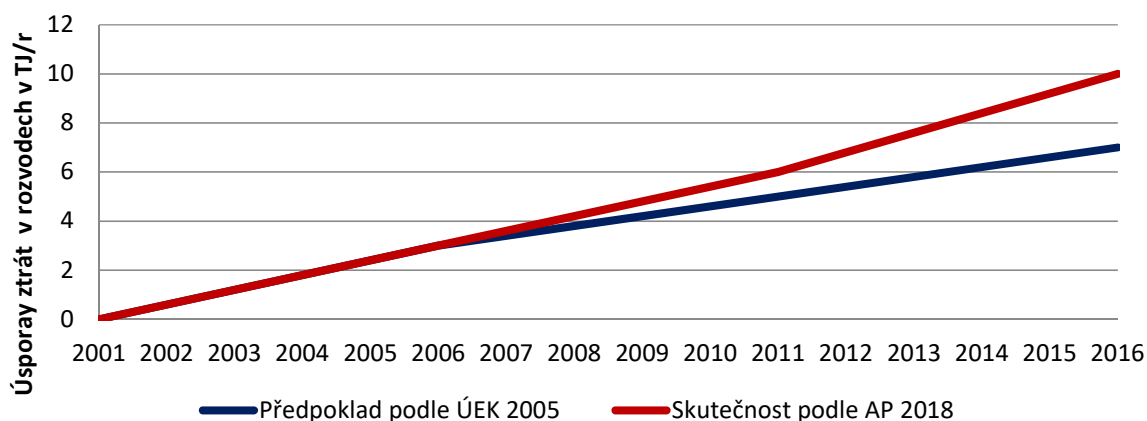
Z průběhů očekávaných úspor (snižování) ztrát tepla v rozvodech je patrný výraznější pokles ztrát tepla podle aktuální ÚEK 2018 k roku 2020 (2025), než předpokládala původní ÚEK 2005, což je důsledek dokončené přestavby parovodní sítě v centru města na síť horkovodní.

Obdobně, jako v případě integrované SZTE, byly v ÚEK 2005 předpokládány i trendy úspor na ztrátách tepla u rozvodů z plynových kotelen Teplárny Brno, a.s. (dříve TEZA).

Tyto trendy spolu s reálným vývojem v letech 2001 až 2016 včetně prognózy do r. 2040 jsou uvedeny v předchozích tabulkách č. 4 až č. 6, grafické zpracování porovnání předpokladu podle ÚEK 2005 a skutečnosti je na následujícím obrázku č. 12

Obrázek 12: Předpokládaný a skutečný trend úspor v rozvod. z PK TB, a.s.

Trendy úspor ztrát v rozvodech PK TB - do r. 2016

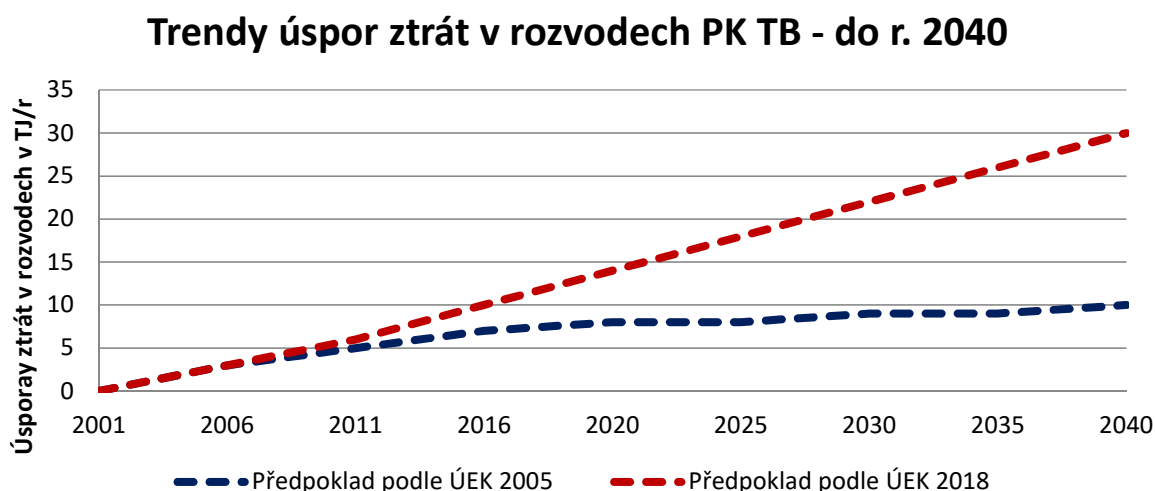


Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

I v případě rozvodů z plynových kotelen se skutečné snížení ztrát pohybovalo v intencích předpokladů dle ÚEK 2005, přičemž vyšší pokles ztrát (vyšší úspory) v posledních letech budou pravděpodobně důsledek nižších provozních teplot teplonosného média v těchto systémech, což umožnilo mimo jiné snížení spotřeby tepla a z toho plynoucí nadměrné dimenze teplosměnných ploch u vnitřních otopných systémů budov.

Obdobné trendy snižování ztrát tepla v rozvodech z PK TB, a.s. jsou do budoucna předpokládány i v ÚEK 2018, jak je patrné z porovnání s předpoklady dle ÚEK 2005 v horizontu do roku 2040 – viz obrázek č. 13

Obrázek 13: Trendy úspor ztrát v rozvod. z PK podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018



Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

1.4 | Celkové vyhodnocení vývoje odbytu tepla v SZTE

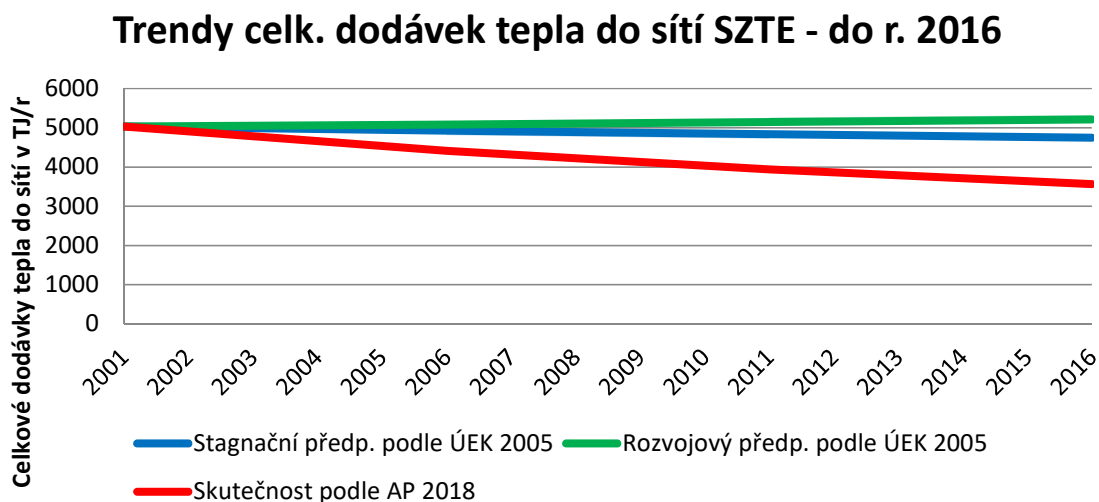
V rámci ÚEK 2005 byly předpokládány vývoje odbytu tepla ve dvou variantách – Varianta stagnační (V1) a varianta rozvojová (V2), které se lišili rozsahem napojených nových odběratelů tepla.

Oproti předpokladům uváděným v ÚEK 2005 byl reálný vývoj odbytu tepla v integrované SZTE ovlivněn zejména následujícími faktory:

- Napojování nových odběratelů probíhalo v intencích předpokladů varianty stagnační (příčinou byl podstatně pomalejší postup zástavby rozvojových ploch, než očekával ÚP a částečně i preference decentralizovaných zdrojů ze strany investorů)
- Úspory na straně spotřeby byly větší a trendy rychlejší (příčinou byla kombinace faktorů zvyšující se ceny tepla, rychlý nástup programu revitalizace panelových sídlišť, státní podpora zateplování objektů, nástup nových prvků měření a regulace u odběratelů a v neposlední řadě i restrukturalizace průmyslu)
- Snížení ztrát v rozvodech tepla odpovídalo předpokladům ÚEK 2005, v posledních letech však nabralo na intenzitě (příčinou je probíhající rozsáhlá přestavba parní sítě na horkovodní a nižší teploty teplonosného média v sítích)

Trendy celkových dodávek tepla ze zdrojů do sítí integrované SZTE Teplárny Brno, a.s., jak je předpokládala ÚEK 2005 a jak se ve skutečnosti odehrávaly, jsou uvedeny v předchozích tabulkách č. 1 až č. 3 a graficky znázorněny na obr. č. 14

Obrázek 14: Předpokládaný a skutečný trend dodávek tepla ze zdr. do SZTE

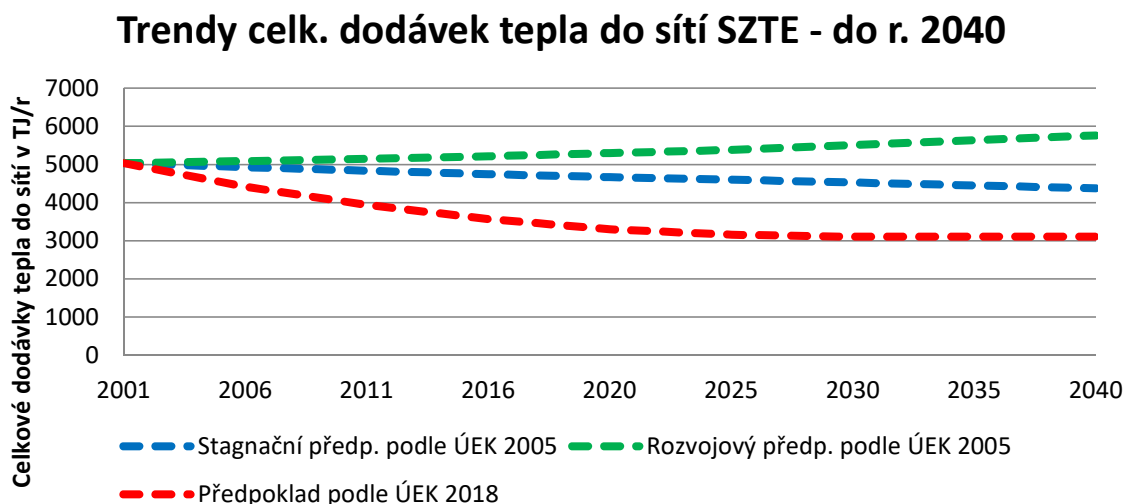


Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Hlavní příčinou odchylky skutečného vývoje dodávek tepla v období let 2001 až 2016 (červená křivka) od vývoje dodávek tepla předpokládaných v ÚEK 2005 byl pokles odbytu stávajících odběratelů z titulu realizace úsporných opatření na straně spotřeby.

Průměty skutečností a předpokladů ohledně vývoje celkových dodávek tepla ze zdrojů do sítí integrované SZTE Teplárny Brno, a.s. v období let 2001 až 2040 podle původní ÚEK 2005 a podle stávající ÚEK 2018 jsou znázorněny na obrázku č. 15.

Obrázek 15: Trendy celk. dodávek tepla do SZTE dle ÚEK 2005 a ÚEK 2018



Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

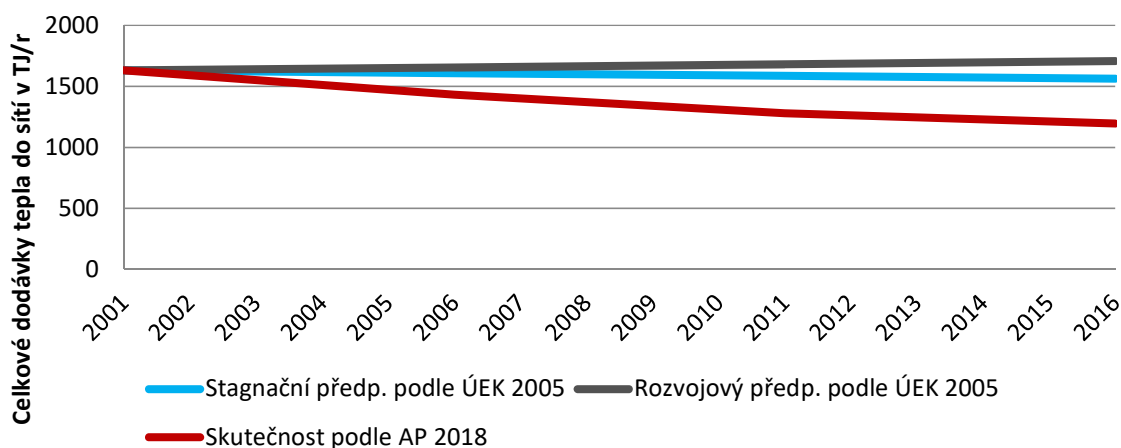
V rámci ÚEK 2005 byly rovněž předpokládány vývoje odbytu tepla v oblastních CZT – místních soustav s plynovými kotelny v majetku původně podniku TEZA, dnes TB, a.s.

Oproti předpokladům uváděným v ÚEK 2005 byl reálný vývoj odbytu tepla i zde výrazně nižší, příčiny tohoto trendu jsou obdobné, jako u SZTE.

Trendy celkových dodávek tepla z PK Tepláren Brno, a.s., jak je předpokládala ÚEK 2005 a jak se ve skutečnosti odehrávaly, jsou uvedeny v předchozích tabulkách č. 4 až č. 6 a graficky znázorněny na obr. č. 16.

Obrázek 16: Předpokládaný a skutečný trend dodávek tepla z PK TB, a.s.

Trendy celk. dodávek tepla do sítí z PK TB - do r. 2016



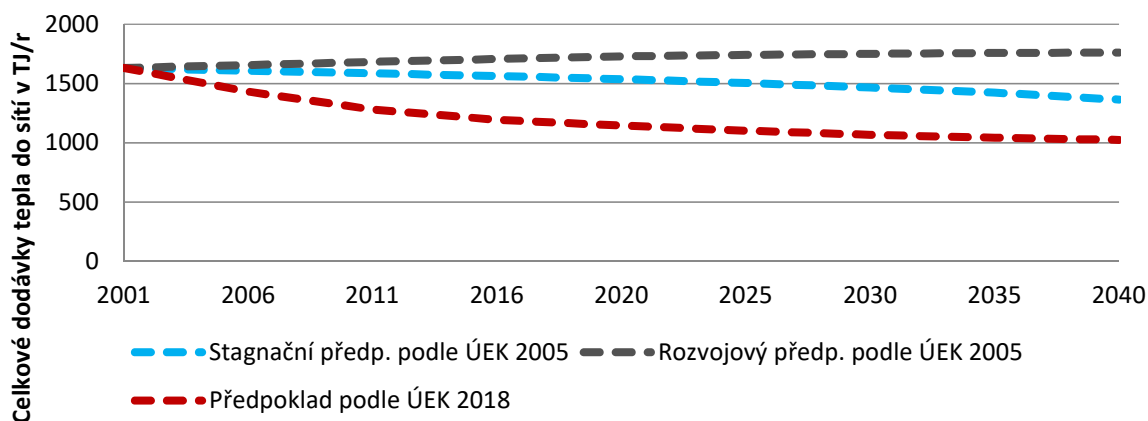
Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

Hlavní příčinou odchylky skutečného vývoje dodávek tepla z PK v období let 2001 až 2016 od vývoje dodávek tepla předpokládaných v ÚEK 2005 byl i zde pokles odbytu stávajících odběratelů z titulu realizace úsporných opatření na straně spotřeby.

Průměty skutečností a předpokladů ohledně vývoje dodávek tepla z PK TB, a.s. v období 2001 až 2040 podle původní ÚEK 2005 a podle stávající ÚEK 2018 jsou na obr. č. 17.

Obrázek 17: Trendy celk. dodávek tepla z PK podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018

Trendy celk. dodávek tepla do sítí z PK TB - do r. 2040



Zdroj: ÚEK SMB 2005 [1], Vlastní výpočty [3]

2 | Rozbor trendů vývoje poptávky po teple

Trendy budoucího vývoje poptávky po teple v intencích předkládané ÚEK 2018 respektují zejména:

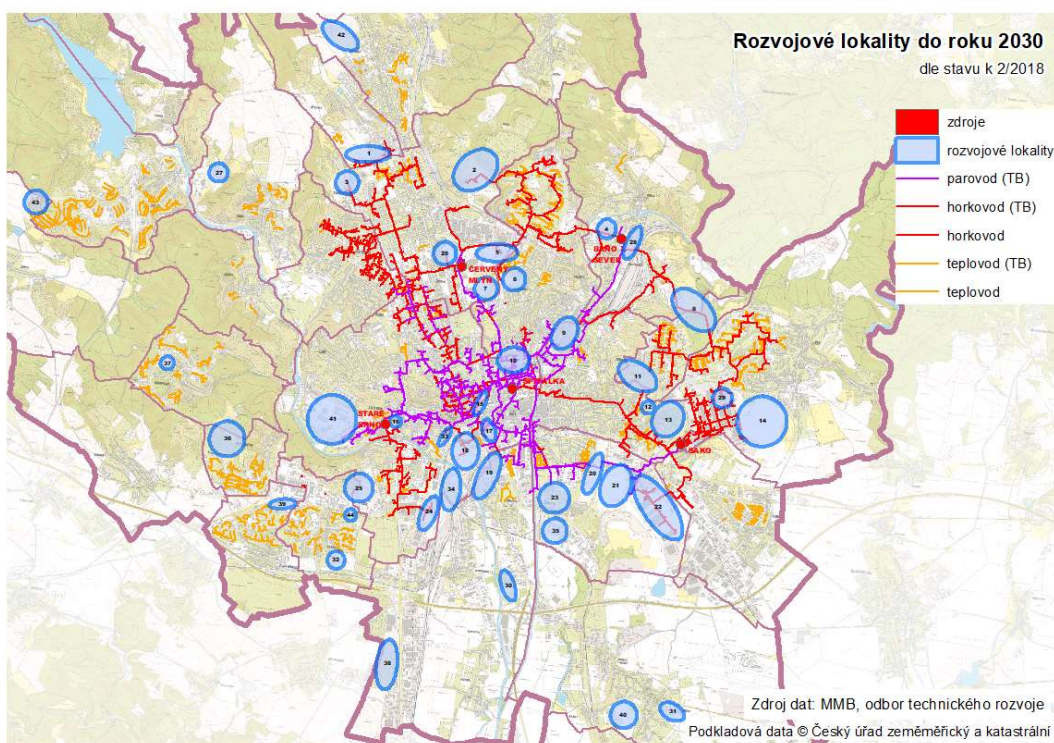
- Skutečný vývoj poptávky po teple v letech 2001 až 2016 a jeho srovnání s předpoklady uvedenými v ÚEK 2005
- Výsledky analýz dalšího postupu přestavby tepelné sítě, úspor na straně spotřeby a potřeb rozvojových zón, jak jsou uvedeny v AP pro ÚEK 2018

Trendy vývoje poptávky po teple jsou zpracovány pouze v jednom scénáři, který bude využit pro návrh a hodnocení tří variant dalšího rozvoje centralizovaného zásobování teplem na území statutárního města Brna.

2.1 | Rozbor trendů napojování nových odběratelů SZTE

V rámci Analytických podkladů pro Územní energetickou koncepci (AP ÚEK) byly identifikovány rozvojové plochy s potenciálem napojení na SZTE, popřípadě na místní soustavy s plynovými kotelny – viz následující obrázek č. 18.

Obrázek 18: Zákres rozmístění plánovaných rozvojových lokalit



Zdroj: Analytické podklady pro ÚEK SMB 2018 [2]

Ve střednědobém horizontu 15 let je teoreticky možné připojit na SZTE, popř. na PK cca 32 lokalit s odhadovaným přípojným výkonem asi 44.5 MW. V dlouhodobém horizontu nad 15 let je možné uvažovat s připojením dalších 6 lokalit s celkovým přípojným výkonem cca 22.3 MW.

V rámci ÚEK 2018 se předpokládá do roku 2040 postupná realizace napojení zhruba 2/3 z uváděného teoretického potenciálu, zbývající část bude postupně napojována do r. 2050. Výsledné bilance nově napojených odběřů na integrovanou SZTE Teplárny Brno, a.s. jsou pro období let 2016 až 2050 vyčísleny v tabulce č. 7.

Tabulka 7: Vývoj bilancí dodávek tepla v SZTE do r. 2050 podle ÚEK 2018

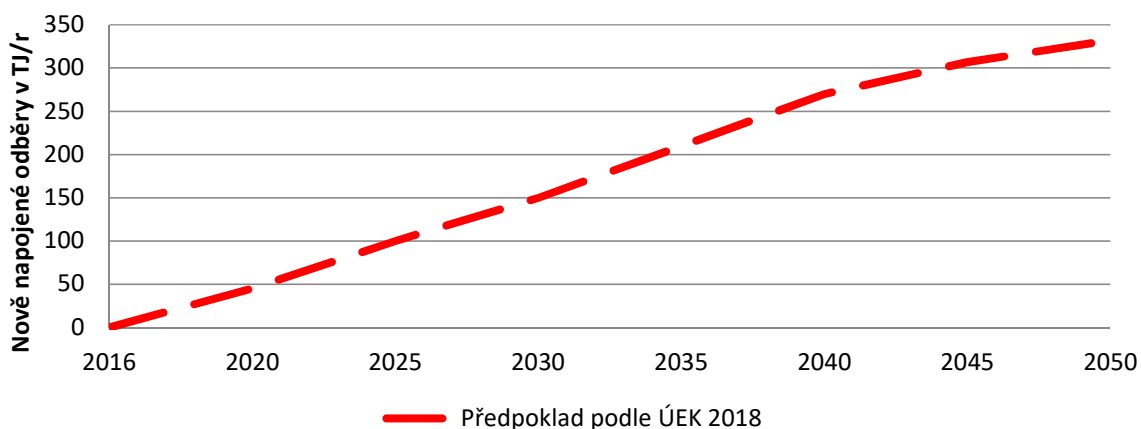
Integrovaná SZTE - ÚEK 2018	jedin.	skutečnost		Prognóza dle ÚEK 2018					
		2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Položka / rok									
Odbyt tepla 2016 - výchozí	TJ/r	2803	2803	2803	2803	2803	2803	2803	2803
Úspory u stávajících spotř.	TJ/r	0	-172	-300	-380	-429	-478	-515	-540
Napojení nových odběratelů	TJ/r	0	45	100	150	210	270	307	332
Odbyt tepla u odběratelů	TJ/r	2803	2676	2603	2573	2584	2595	2595	2595
Ztráty v prim. rozv. výchozí	TJ/r	696	696	696	696	696	696	696	696
Úspory ztrát v prim. rozv.	TJ/r	0	-137	-200	-225	-232	-239	-239	-239
Ztráty v sekund. rozv. výchozí	TJ/r	68	68	68	68	68	68	68	68
Úspory ztrát v sekund. rozv.	TJ/r	0	-3	-5	-7	-9	-10	-10	-10
Dodávky ze zdrojů do sítí	TJ/r	3567	3300	3162	3105	3107	3110	3110	3110

Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Grafické zpracování předpokladů vývoje napojování nových odběratelů na SZTE je na obrázku č. 19.

Obrázek 19: Předpoklad vývoje napojování nových odběratelů na SZTE

Prognóza vývoje napojování nových odběřů SZTE - do r. 2050



Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Obdobným způsobem, jako pro integrovaný SZTE, byly zpracovány i vývoje bilancí dodávek tepla pro plynové kotelny Teplárny Brno, a.s. (PK TB, a.s.) – viz následující tabulka č. 8 a pro ostatní plynové kotelny (Ost. PK), tyto jsou vyčísleny v další tabulce č. 9.

Tabulka 8: Vývoj bilancí dod. tepla z PK TB, a.s. do r. 2050 podle ÚEK 2018

PK TB, a.s. - ÚEK 2018	jeden.	skutečnost		Prognóza dle ÚEK 2018					
		2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Položka / rok									
Odbyt tepla 2016 - výchozí	TJ/r	1055	1055	1055	1055	1055	1055	1055	1055
Úspory u stávajících spotř.	TJ/r	0	-54	-101	-138	-165	-183	-185	-186
Napojení nových odběratelů	TJ/r	0	9	16	23	28	33	38	41
Odbyt tepla u odběratelů	TJ/r	1055	1010	970	940	918	905	908	910
Ztráty v sekund. rozv. výchozí	TJ/r	140	140	140	140	140	140	140	140
Úspory ztrát v sekund. rozv.	TJ/r	0	-4	-8	-12	-16	-20	-23	-25
Dodávky ze zdrojů do sítí	TJ/r	1195	1146	1102	1068	1042	1025	1025	1025

Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Tabulka 9: Vývoj bilancí dod. tepla z Ostat. PK do r. 2050 podle ÚEK 2018

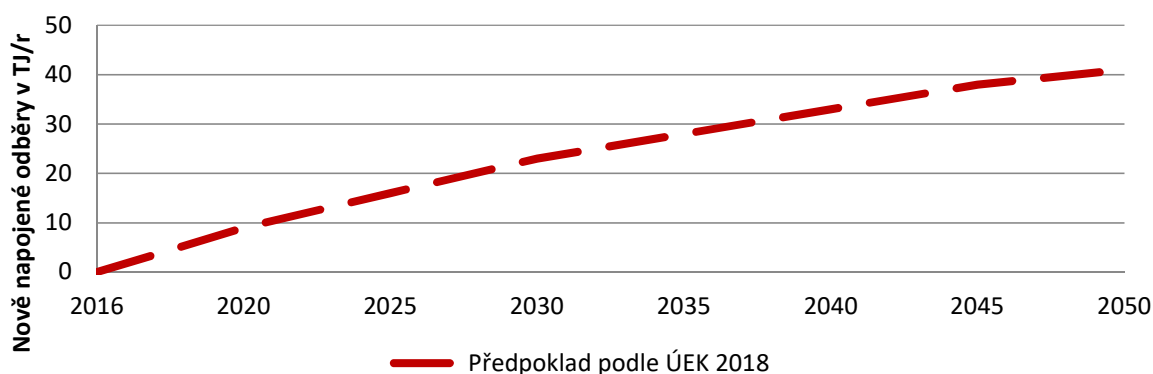
Ostatní PK - ÚEK 2018	jeden.	skutečnost		Prognóza dle ÚEK 2018					
		2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Položka / rok									
Odbyt tepla 2016 - výchozí	TJ/r	260	260	260	260	260	260	260	260
Úspory u stávajících spotř.	TJ/r	0	-10	-19	-26	-32	-39	-39	-40
Napojení nových odběratelů	TJ/r	0	1	2	3	3	4	4	5
Odbyt tepla u odběratelů	TJ/r	260	251	243	237	231	225	226	227
Ztráty v sekund. rozv. výchozí	TJ/r	45	45	45	45	45	45	45	45
Úspory ztrát v sekund. rozv.	TJ/r	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7
Dodávky ze zdrojů do sítí	TJ/r	305	295	286	279	272	265	265	265

Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Grafické zpracování předpokladů vývoje napojování nových odběratelů na PK TB, a.s. je na obrázku č. 20.

Obrázek 20: Předpoklad vývoje napojování nových odběratelů na SZTE

Prognóza vývoje napojování nových odběrů PK TB - do r. 2050



Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Předpoklady vývoje napojování nových odběratelů na plynové kotelny ostatních vlastníků jsou patrné z příslušného řádku tabulky č. 9.

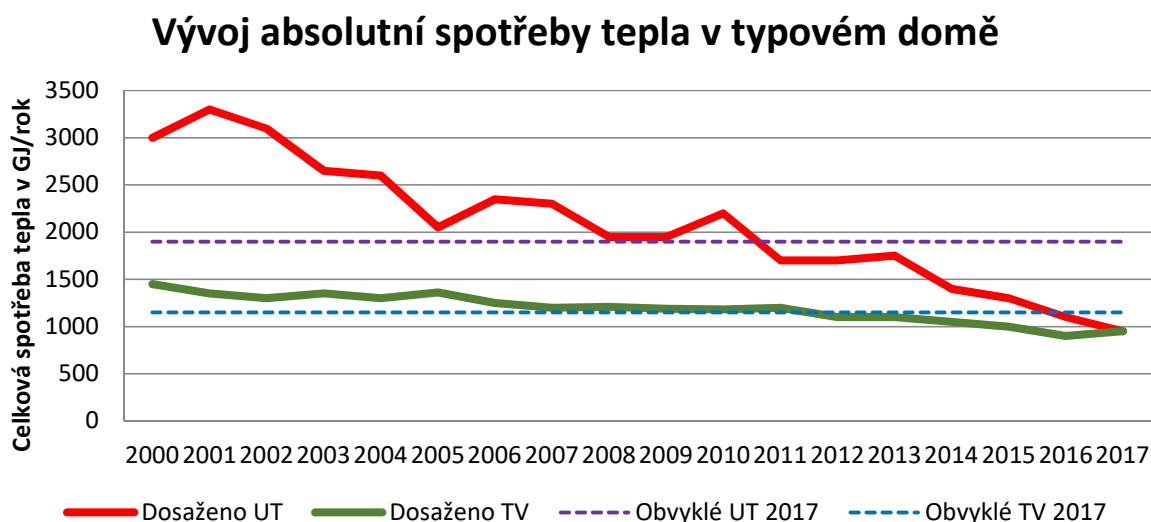
2.2 | Rozbor trendů úspor na straně spotřeby v SZTE

V rámci Analytických podkladů pro Územní energetickou koncepci (AP ÚEK) bylo předpokládáno pokračování zateplování objektů, vyregulování otopných systémů a aplikace prvků MaR jak u objektů bytového sektoru, tak i u objektů služeb.

Byly identifikovány teoreticky dostupné potenciály úspor tepla (u bytových objektů teoreticky dostupný 22 – 27 %, ekonomicky nadějný 11 až 15 %, u objektů služeb teoreticky dostupný 25 – 30 %, ekonomicky nadějný 15 až 17 %).

Možnost limitních hranic snižování odbytu tepla (úspor ve spotřebě) je dokumentována praktickými výsledky „vzorového“ panelového domu o cca 100 bytových jednotkách, u kterého byla postupně v letech 2000 až 2017 realizována série všech možných energeticky úsporných opatření a sledovány byly jejich dopady na potřeby tepla – viz obrázky č. 21, č. 22 a č. 23.

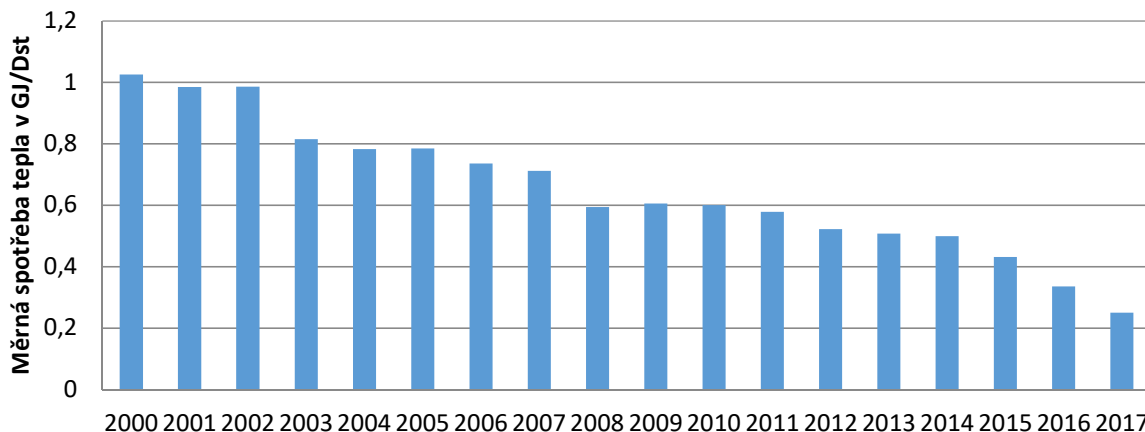
Obrázek 21: Vývoj spotř. tepla v typovém domě a obvyklá spotřeba 2017



Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Obrázek 22: Vývoj měrné spotřeby tepla v typovém domě

Vývoj měrné spotřeby tepla v typovém domě (GJ/Dst)

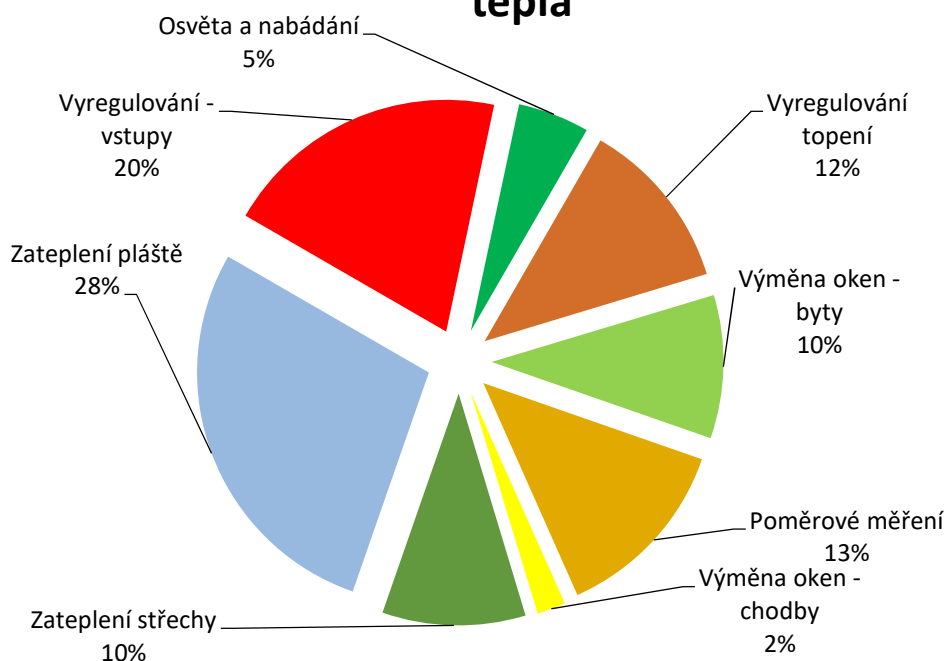


Poznámka: Zkratka „Dst“ na obrázku č. 22 znamená denostupně

Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Obrázek 23: Struktura dosažených úspor v typovém domě

Vliv opatření na snížení celkové spotřeby tepla

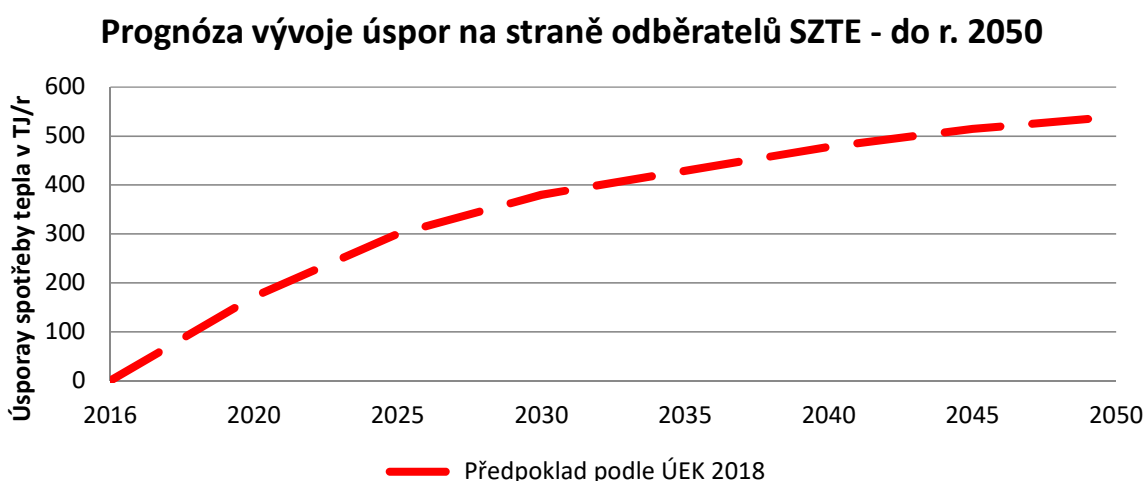


Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Z uvedeného přehledu (viz obrázky č. 21, č. 22 a č. 23) je zřejmé, že trend ve snižování spotřeby tepla z titulu zlepšování tepelně technických vlastností obvodových plášťů budov, regulace, řízení, atd. bude i do budoucna pokračovat, nicméně nepůjde již o tak razantní a tak strmý pokles spotřeby, jak tomu bylo v uplynulém období (2001 – 2016).

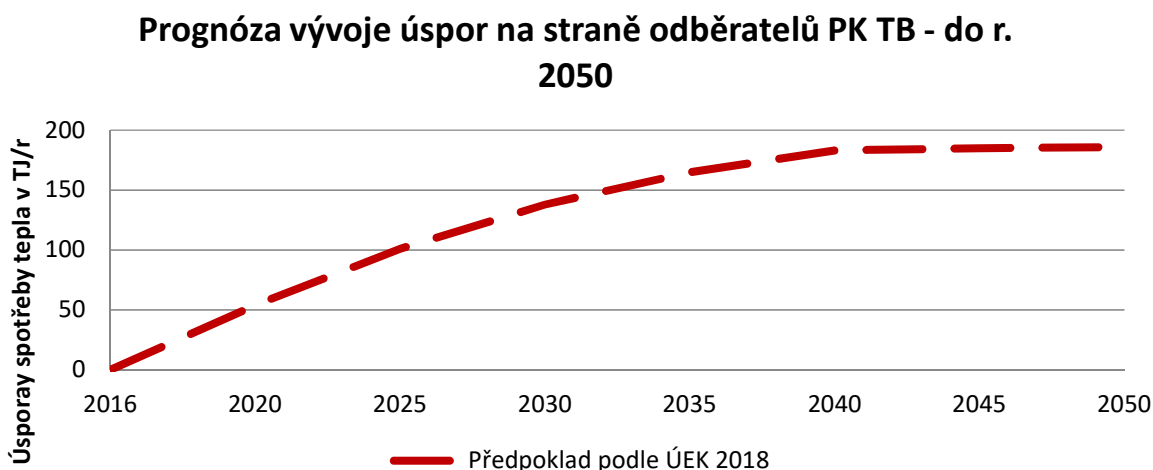
Předpokládaný průběh úspor (poklesu spotřeby) v období let 2016 až 2050 u stávajících odběratelů napojených na SZTE je graficky znázorněn na obrázku č. 24, pro plynové kotelny (PK TB, a.s.) pak na obrázku č. 25.

Obrázek 24: Předpoklad vývoje úspor stávajících odběratelů na SZTE



Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Obrázek 25: Předpoklad vývoje úspor stávajících odběratelů na PK TB, a.s.



Zdroj: Vlastní výpočty [3]

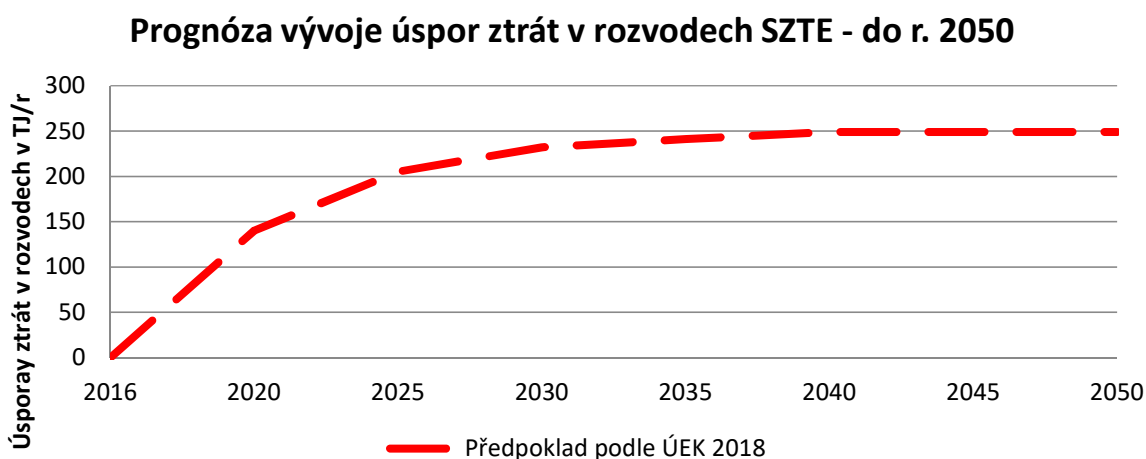
Předpoklady vývoje úspor ve spotřebě tepla stávajících odběratelů napojených na plynové kotelny ostatních vlastníků jsou patrné z příslušného řádku tabulky č. 9.

2.3 | Rozbor trendů úspor na straně distribuce tepla v SZTE

Rovněž trendy v úsporách ztrát tepla v primárních a sekundárních rozvodech respektují zjištění shrnutá v rámci AP ÚEK 2018, kde se předpokládal nejpodstatnější potenciál úspor v části tepelných sítí v integrované SZTE v Brně s přestavbou parních rozvodů na horkovodní, u horkovodních sítí úspory z titulu snižování teplot teplonosného média a zlepšování izolace nebo snižování dimenzí u dožívajících úseků potrubí, v případě sekundárních teplovodních sítí rovněž v důsledku rekonstrukce stávajících 4-trubních systémů na systémy 2-trubní (tam, kde je to vhodné).

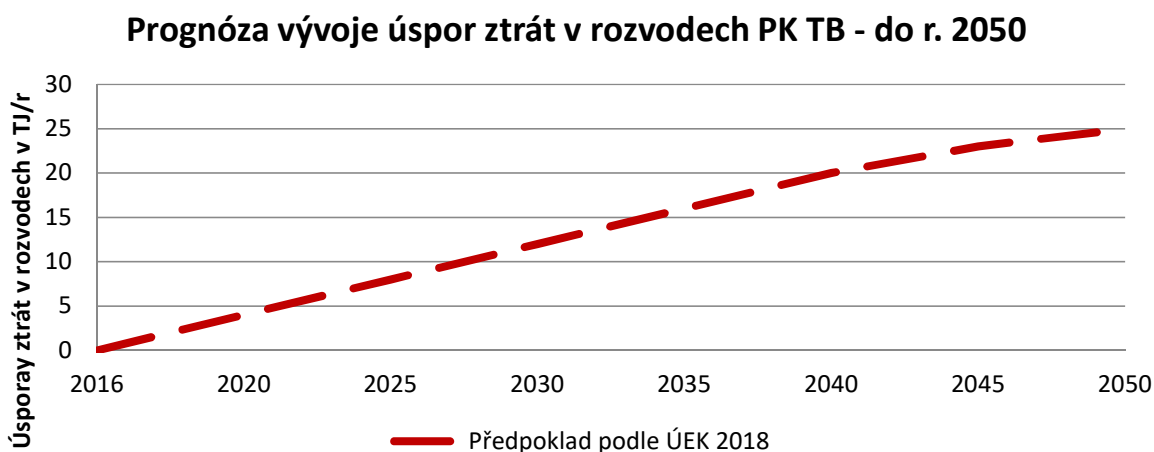
Předpokládaný průběh úspor (poklesu ztrát) v rozvodech tepla integrované SZTE v období let 2016 až 2050 je graficky znázorněn na obrázku č. 26, pro rozvody z plynových kotelen (PK TB, a.s.) pak na obrázku č. 27.

Obrázek 26: Předpoklad vývoje úspor ztrát v rozvodech integrované SZTE



Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Obrázek 27: Předpoklad vývoje úspor ztrát v rozvodech z PK TB, a.s.



Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Předpoklady vývoje úspor ztrát v rozvodech ostatních plynových kotelen jsou patrné z příslušného řádku tabulky č. 9.

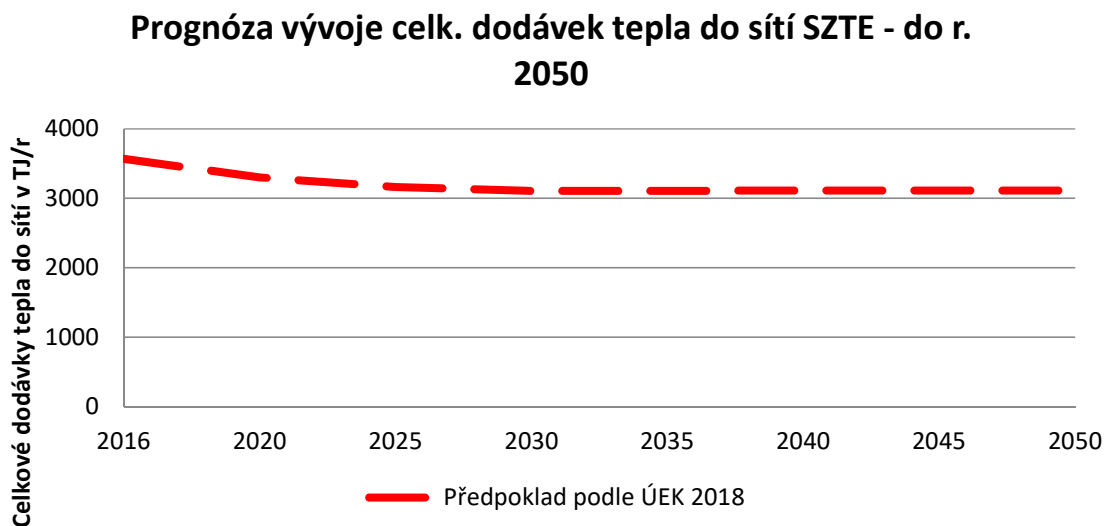
2.4 | Celkové shrnutí trendů vývoje poptávky po teple v SZTE

Předpokládaný vývoj poptávky po teple, jak jej predikuje ÚEK 2018, bude ovlivňován zejména:

- Napojováním nových odběratelů v rozvojových lokalitách, a to především na integrovanou SZTE, částečně i na lokální systémy plynových kotelen v majetku TB, a.s., nebo ostatních subjektů s příslušnou autorizací.
- Úspory na straně spotřeby tepla budou pokračovat, v rámci tzv. druhé etapy zateplování a regulací se očekávají poklesy odbytu tepla u stávajících odběratelů napojených jak na SZTE, tak i na PK.
- Poklesy (snižování) ztrát tepla v rozvodech budou pokračovat i v následujícím období, budou odrazem postupující přestavby parního systému na horkovodní, snižování parametrů teplotnosných médií a dalších racionalizačních opatření.

Vývoje celkových předpokládaných dodávek tepla ze zdrojů do sítí integrované SZTE Teplárny Brno, a.s., jak s nimi uvažuje ÚEK 2018, jsou uvedeny v předchozí tabulce č. 7 a graficky znázorněny na obr. č. 28.

Obrázek 28: Předpoklad vývoje celkových dodávek tepla v SZTE do r. 2050



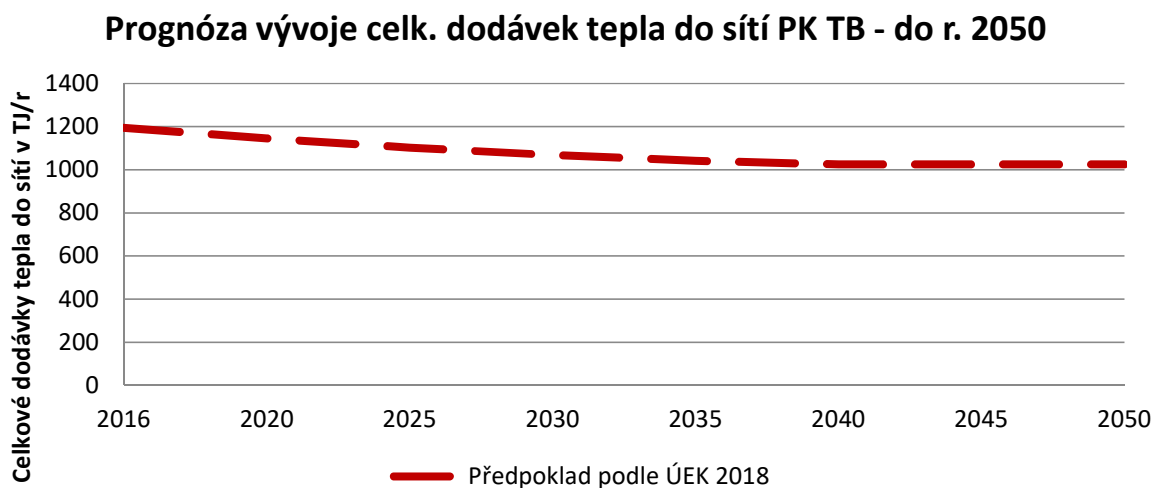
Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Převažujícím faktorem ovlivňujícím pokračující pokles spotřeby tepla bude další zlepšování tepelně technických vlastností obvodových plášťů zásobovaných budov a další nástup prvků měření, řízení a regulace spotřeby tepla v otopných systémech.

Vývoje celkových dodávek tepla z PK Teplárny Brno, a.s., jak je předpokládá ÚEK 2018, jsou uvedeny v předchozí tabulce č. 8 a graficky znázorněny na obr. č. 29.

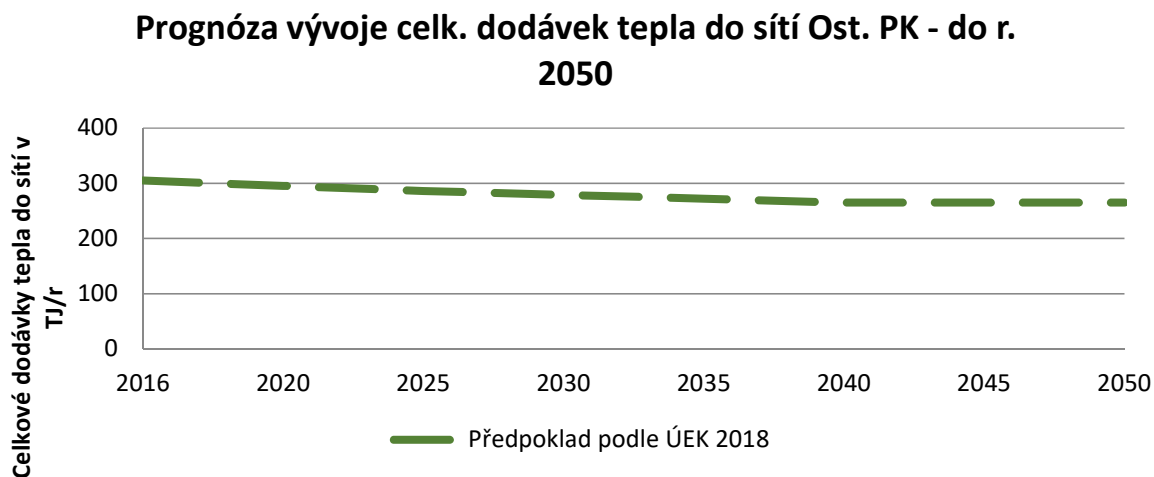
Vývoje celkových dodávek tepla z ostatních PK jsou uvedeny v předchozí tabulce č. 9 a graficky znázorněny na následujícím obrázku č. 30.

Obrázek 29: Předpoklad vývoje celk. dodávek tepla v PK TB, a.s. do r. 2050



Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Obrázek 30: Předpoklad vývoje celk. dodávek tepla z ost. PK do r. 2050



Zdroj: Vlastní výpočty [3]

Pro informaci je ještě v tabulce č. 10 provedeno shrnutí vývoje celkové poptávky po teple z SZTE, PK, TB, a.s. a ostatních PK

Tabulka 10: Vývoj celk. bilancí dodávek tepla do systémů podle ÚEK 2018

Všechny systémy SZTE a PK	jeden.	skutečnost		Prognóza dle ÚEK 2018					
		2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Položka / rok									
Dodávka do integr. SZTE	TJ/r	3567	3300	3162	3105	3107	3110	3110	3110
Dodávka z PK TB, a.s.	TJ/r	1195	1146	1102	1068	1042	1025	1025	1025
Dodávka z ostatních PK	TJ/r	305	295	286	279	272	265	265	265
Dodávky do syst. celkem	TJ/r	5067	4741	4550	4452	4421	4400	4400	4400

Zdroj: Vlastní výpočty [3]

3 | Rozbor zdrojů a způsobů nakládání s energií

3.1 | Analýza dostupnosti paliv a energie pro zdroje SZTE

Využitelná paliva a energie pro výrobu a dodávku tepla do SZTE lze dělit do několika skupin, kterými jsou:

Fosilní paliva

- Zemní plyn (ZP)
- Topné oleje (TO)
- Hnědé uhlí (HU)
- Černé uhlí (ČU)

Ostatní pevná paliva

- Komunální a průmyslový odpad (KPO)
- Tuhá alternativní paliva (TAP)

Obnovitelné zdroje

- Biomasa
- Bioplyn
- Solární energie
- Ostatní OZE

Ostatní a druhotná energie

- Elektrická energie (EE)
- Druhotné zdroje energie (DZE)

Zemní plyn

Zemní plyn je palivo nejvíce využívané k výrobě tepla na území statutárního města Brna. Zajištěnost dodávek ZP je podrobně popsána v AP pro ÚEK 2018, pro informaci jsou v následujícím rekapitulovány pouze zásadní informace.

Plyn je pro město Brno dodáván z tranzitního plynovodní soustavy a nadřazené VTL vnitrostátní soustavy plynovodů s tlakem nad 40 barů na jižní Moravě a podzemních zásobníků plynu Dolní Dunajovice a Hrušky. Do sítě města je plyn dodáván přes dvě měřicí a před-regulační stanice, a to PRS Velké Němčice a PRS Podolí.

Koncepce zásobování plynem spočívá ve vybudovaném vysokotlakém obchvatu kolem města Brna. Z tohoto vysokotlakého obchvatu celého města jsou realizovány přípojky pro jednotlivé regulační stanice VTL/STL (celkem 46) a k velkoodběratelům napojeným přímo na vysokotlakou síť. Západní a východní část obchvatu vysokotlaku je v dobrém stavu. Jižní část vysokotlakého obchvatu se postupně rekonstruuje v kapacitnějších profilech na základě modelových výpočtů (zvětšení profilu DN 300 na DN 500).

Z vysokotlakových regulačních stanic vychází síť středotlakových plynovodů (STL) jednak pro přímé zásobování odběratelů a pro napájení regulačních stanic STL/NTL ve městě. Na území města Brna je vybudováno 77 regulačních stanic STL/NTL. Středotlaký plynovod tvoří okružní síť se vzájemným propojením.

Ze STL/NTL regulačních stanic je proveden uliční rozvod nízkotlakého plynovodu pro zásobení obyvatel a dalších odběratelů. Nízkotlaká síť je zastaralá a je postupně rekonstruována včetně přípojek. Rekonstrukce se uskutečňují převážně v koordinaci s celkovou rekonstrukcí vybraných ulic na území města.

Dostupnost distribučního systému zemního plynu je velmi dobrá díky velké kapacitě distribuční soustavy a husté síti plynovodů. Spotřeba zemního plynu je, z globálního pohledu, velmi dobře zajištěna, v minulých letech stagnovala vlivem propadu výroby a aplikací úsporných opatření, předpokládá se mírný růstový trend spotřeby plynu v ČR zhruba do roku 2040.

Plynárenská soustava je v Brně a celém Jihomoravském kraji jak v komunální, tak ostatních odvětvích nadprůměrně rozvinutá a připravená pružně reagovat na požadavky na zajištění připojení rozvojových oblastí v budoucnosti. Zemní plyn je a bude perspektivním palivem na území statutárního města Brna, předpokládaná ÚEK s jeho dalším využíváním (v různé míře) počítá v každé z variant.

Topné oleje

Topné oleje, ať již se jedná o lehký, popřípadě extra lehký topný olej, nebo o těžký topný olej, pyrolýzní olej, či jiné druhy, se na území statutárního města Brna pro výrobu dodávkového tepla nevyužívají.

Topné oleje sloužily jako záložní, nebo špičková paliva v centrálních zdrojích tepla Teplárny Brno, a.s., konkrétně ve zdroji Provoz Brno sever (PBS) to byl těžký topný olej a ve zdroji Provoz Červený mlýn (PČM) – lehký topný olej, v současné době se však od jejich skladování a využívání upustilo.

Topné oleje nejsou s ohledem na cenu a zejména s ohledem na emise vznikající při jejich spalování perspektivním palivem pro výrobu tepla v centrálních zdrojích a Územní energetická koncepce statutárního města Brna s jejich budoucím využitím v žádné z technických variant rozvoje SZTE neuvažuje.

Hnědé a černé uhlí

Rovněž uhlí, černé, nebo hnědé, se na území statutárního města Brna pro výrobu a dodávku tepla nevyužívá.

Ačkoli v původní územní energetické koncepci z roku 2005 (ÚEK 2005) bylo ve Variantě „V3 – Rozvoj, konverze paliva“ uvažováno s výstavbou nového zdroje v areálu Provozu Brno Sever s kotlovými jednotkami na spalování tuhých paliv (černého uhlí), a tato varianta byla hodnocena jako druhá nejlepší, od tohoto záměru investor – Teplárny Brno, a.s. upustil a nadále se již s touto alternativou neuvažuje.

Příčinou opuštění myšlenky využívání uhelných paliv byly zejména nové environmentální požadavky na zdroje tohoto typu, konkrétně velice přísné limity čistoty kouřových plynů, což spolu se stále horší a horší dostupností kvalitních tuhých paliv činí takovéto zdroje vysoce investičně, ale i provozně náročné.

Hnědá a černá uhlí nejsou perspektivním palivem pro výrobu tepla v centrálních zdrojích v Brně a Územní energetická koncepce statutárního města Brna s jejich budoucím využitím v žádné z technických variant rozvoje SZTE neuvažuje.

Tuhý komunální a průmyslový odpad

Energetické využívání komunálních a průmyslových odpadů pro potřeby zásobování teplem má ve statutárním městě Brně poměrně dlouhou tradici a KPO je zde významnou složkou místního palivového mixu.

Komunální a průmyslový odpad určený k energetickému využití tvoří zpravidla vybrané (vysoko výhřevné) složky průmyslových odpadů a dále bezúčelně skládkovaný směsný komunální odpad (SKO). Dle Plánu odpadového hospodářství (dále jen POH) statutárního města Brna na roky 2017-2025 je klíčovým zařízením pro nakládání s odpady ve městě Brně zařízení pro energetické využívání odpadu (ZEVO) podniku SAKO Brno, a.s.

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 kraje Olomouckého. Toto zařízení zpracovalo v roce 2016 celkem 225 226 tun odpadu, přičemž projektovaná kapacita zařízení pro energetické využívání odpadu je stanovena na úrovni 248 000 tun odpadu/rok při výhřevnosti 8-9,6 MJ/kg.

V současné době bylo rozhodnuto o výstavbě další linky na spalování odpadů v podniku SAKO Brno, a.s., čímž dojde k navýšení kapacity využití odpadu až na úroveň 330 000 tun/rok.

Tuhý komunální a průmyslový odpad tak nabude do budoucna ještě většího významu jakožto „palivový“ zdroj využívaný pro dodávky tepla do integrované SZTE a v tomto kontextu s KPO počítají všechny varianty budoucího řešení energetického zásobování statutárního města Brna.

Tuhá alternativní paliva

Plán odpadového hospodářství statutárního města Brna nepředpokládá výstavbu linek na výrobu tuhých alternativních paliv z odpadů, jelikož pro energetické využití jejich spalitelných složek již je ve městě vybudováno zařízení – ZEVO v podniku SAKO Brno, a.s. (viz výše).

Podnik Teplárny Brno, a.s., ani podnik SAKO Brno, a.s. či jiné subjekty nepředpokládají na území statutárního města Brna výstavbu energetického zdroje (kotle) na spalování tuhých alternativních paliv (TAP), tudíž s jejich budoucím využitím se v žádné z technických variant rozvoje SZTE neuvažuje.

Biomasa

Biomasa je pro energetické účely v současnosti spalována pouze ve zdroji Teplárny Brno, a.s. – Teyschlova 33 v podobě dřevní štěpky ve 2 kotlích. Potřebné množství dřevní štěpky je smluvně zajištěno a dodáváno z lesů v majetku Města Brna.

Podle statistik ČHMÚ využívá palivové dříví případně komprimovaná paliva typu dřevních briket či pelet ve městě Brně více než 500 domácností s roční spotřebou cca 3 tis. tun. Investice do nových zdrojů k využití biomasy k vytápění domácností je aktuálně podporováno na národní úrovni – Operační program životní prostředí.

V posledních letech se v okolí Brna rozvíjí také pěstování rychle rostoucích dřevin, které mohou sloužit jako trvale udržitelný vhodný zdroj biomasy. Rychle rostoucí dřeviny nezabírají bonitní zemědělskou půdu, ale jsou pěstovány v místech, kde by jiné vhodnější využití nebylo možné.

Na tomto místě je třeba rovněž zmínit určitý potenciál fytomasy, tj. obilní či jiné slámy, sena apod., jakožto odpadu z rostlinné výroby, nebo údržby zelených ploch, která je potenciálně využitelná jako palivo pro kotle v okrajových čtvrtích města Brna.

Za biomasu je rovněž podle současné legislativy považována biologicky rozložitelná složka komunálních, průmyslových a jiných odpadů (viz předchozí kapitola).

Biomasa je obnovitelný zdroj energie, kterým SEK ČR (2015) předpovídá poměrně dynamický rozvoj v dalších letech. Očekává se zvýšení využití biomasy v ČR do roku 2040 více než 1,7 krát, na území města Brna je stále prostor pro zvyšování množství odpadních či záměrně získávaných surovin organického původu.

Z výše uvedených důvodů ÚEK 2018 v jedné ze svých rozvojových variant (varianta OZE) počítá se zvýšeným využíváním biomasy, a to jak v centrálních zdrojích integrované SZTE či v kotelnách sídlištních soustav, tak i při individuálním vytápění objektů zejména v okrajových, nebo řídko osídlených částech města Brna.

Bioplyn

Na území Statutárního města Brna není zaveden na úrovni svozu komunálního odpadu samostatný separovaný sběr biologicky rozložitelných komunálních odpadů za účelem jejich využívání pro výrobu bioplynu v bioplynové stanici.

Samostatné zpracování bioodpadů ze separovaných sběrů v bioreaktoru není nyní řešeným problémem, z důvodů jiných investičních priorit (3. linka v ZEVO SAKO Brno, a.s.). Realizace takového projektu však nemusí být do budoucna vyloučena, nicméně žádná z variant s využitím biologicky rozložitelného odpadu jakožto složky komunálního odpadu v bioplynové stanici pro účely následné výroby a dodávky tepla nepočítá.

Dalším energeticky využitým zdrojem je spalování skládkového plynu v kogenerační jednotce bioplynové stanice Černovice (Ústav využití plynu Brno, s.r.o.). Plyn je zde zachycován 15-ti jímacími studněmi ze skládky o ploše cca 25 ha, která byla provozována do r. 1994.

Zařízení skládkové bioplynové stanice zahájilo zkušební provoz roku 2003. V roce 2016 zde bylo vyrobeno cca 641 MWh elektřiny a cca 0,5 TJ nacházelo využití ve formě odpadního tepla, které je vedlejším produktem konverze bioplynu do elektřiny.

S životností tohoto zařízení se počítá do roku 2019, jeho další využití, resp. prodloužení životnosti zařízení je závislé na množství uvolňujícího se skládkového plynu, určeného ke spalování.

Solární energie

Solární energie je svojí povahou rozptýlená, tj. málo koncentrovaná a její dostupnost je závislá jak na počasí, tak i na ročním období. Současně je však dostupná a využitelná prakticky všude. Území města Brna a jeho okolí patří v rámci republiky mezi oblasti s největší průměrnou roční délkou slunečního svitu (v rozmezí 1700 – 1750 hod/rok) a tím také k oblastem s největší roční dopadající sluneční energií.

Využívání sluneční energie se i v zeměpisných šířkách, ve kterých leží území města Brna, může stát důležitou složkou pro krytí energetické potřeby především domácností. Její přímé využití však naráží na některé podstatné potíže. Především je to malá plošná hustota záření a jeho nerovnoměrnost v průběhu roku.

V období největší potřeby tepla jsou nejmenší možné zisky ze solárních zařízení. To znamená, že se sluneční energií lze počítat pouze jako s doplňkovým zdrojem energie vhodným zejména pro decentralizované a lokální zásobování teplem.

U příslušných objektů, zpravidla rodinných domků, obytných budov či objektů služeb a lehkého průmyslu lze pro výrobu tepla použít tzv. aktivní termosolární systémy (TS), u nichž se energie dopadajícího slunečního záření zachycuje kolektory a přeměňuje v teplo sloužící nejčastěji k ohřevu teplé užitkové vody.

Více informací o technologiích využívajících solární energii k výrobě tepla je v kapitole „Analýza využitelnosti obnovitelných zdrojů energie“.

Ostatní OZE

K ostatním OZE lze řadit energii větru, energii vody, energii okolního prostředí, nebo geotermální energii.

Energie větru a potenciální energie vodních toků je využitelná především pro výrobu elektrické energie, pro výrobu tepla, ať již centrálního, nebo decentralizovaného, jsou tyto zdroje nevhodné.

Na území města Brna jsou však možnosti využití energie okolního prostředí, tj. např. nízkoteplotního geotermálního tepla obsaženého v zemi, nebo energii obsaženou v okolním vzduchu, a to při nasazení tepelných čerpadel.

Tepelná čerpadla umožňují odnímat nízko potenciální teplo a převádět je na vyšší teplotní hladinu, při které je možné teplo využívat např. pro potřeby přípravy teplé vody, ale i pro potřeby vytápění v objektech s nízkoteplotními otopnými systémy. Takováto zařízení jsou potom vhodná opět především jako doplňkové, nebo bivalentní zdroje v oblasti lokálního, nebo decentralizovaného zásobování teplem.

Více informací o tepelných čerpadlech využívaných k výrobě a dodávce tepla je v kapitole „Analýza možných zdrojů pro výrobu tepla v SZTE“.

Elektrická energie

Využití elektrické energie k přímé výrobě tepla pro SZTE se předpokládá a dává smysl pouze ve vazbě na regulaci elektrizační soustavy (ES). V PČM byl aktuálně instalován elektrokotel 20 MWe, jehož primárním úkolem je však zajistit vyšší rozsah a vyšší rychlost záporné regulace. Zda bude tento elektrokotel využíván i pro výrobu dodávkového tepla mimo regulační zásahy, tj. například při záporných cenách elektřiny, je otázkou, spíše s tím nelze počítat, jelikož snahou regulátora bude přes sazby provozních dotací a s využitím dalších prostředků regulace tyto jevy eliminovat.

Druhou cestou využití elektrické energie pro zásobování teplem je aplikace kompresorových tepelných čerpadel, kdy je elektřina spotřebovávána právě pro pohony kompresorů těchto zařízení.

Pro SZTE jsou perspektivní větší kompresorová tepelná čerpadla v případě, kdy existuje zdroj odpadního tepla pro technologii TČ voda/voda s celoročně vyšším topným faktorem a vyššími dosažitelnými teplotami výstupní vody. Takovými zdroji mohou být například ohřáté technologické či chladicí vody, ideálně teplé geotermální vody, popřípadě i odpadní kanalizační vody poblíže jejich zdrojů.

Obecně lze konstatovat, že elektrická energie pro účely vytápění, a to jak ve formě přímé výroby tepla v elektrokotlích, nebo ve formě spotřeby pro pohony tepelných čerpadel, bude vhodná u malých decentralizovaných či lokálních zdrojů, v případě SZTE pouze výjimečně, budou-li k tomu vhodné místní podmínky (viz elektrokotel v PČM).

Druhotné zdroje energie

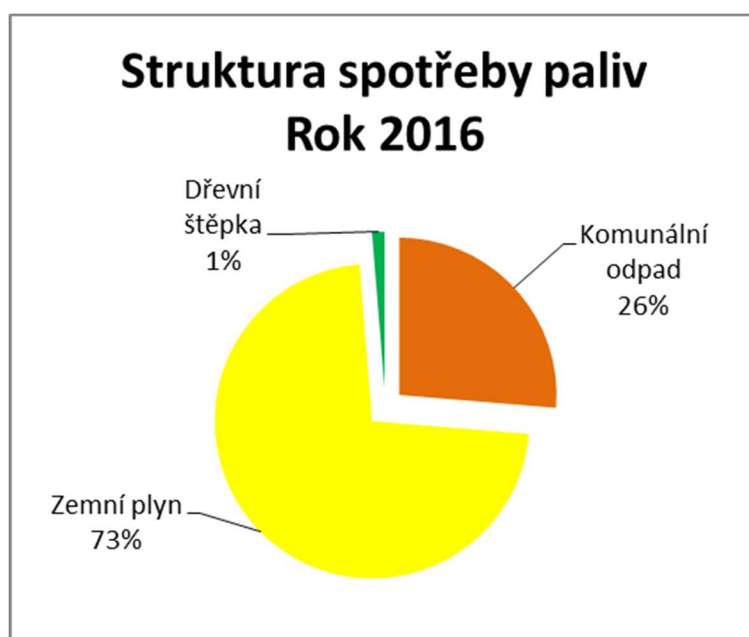
Druhotné zdroje energie jsou zdroje vznikající lidskou činností. Patří sem zejména komunální odpad a skládkové plyny, o kterých bylo pojednáno v samostatných odstavcích, a odpadní teplo vznikající při různých technologických, nebo výrobních procesech.

V případě integrované SZTE může být za odpadní teplo považováno citelné teplo ve spalinách, toto je však v současné době ve zdrojích TB, a.s. v rámci možností využíváno (kondenzační výměník u K1 v PŠ, ekonomizér ve spalínovém kotli PPC v PČM), nebo odpadní teplo z technologických procesů (chlazení v rámci výroby, nebo provozu velkých spotřebičů elektrické energie), které se vyskytuje především v sektoru služeb a průmyslu, kde může být v rámci lokálních, nebo sekundárních otopných systémů využito.

Na území statutárního města Brna však nelze nalézt výrazný potenciál druhotných energetických zdrojů, s výjimkou již energeticky využívaných odpadů, které by mohly citelněji přispět ke krytí potřeb tepla v SZTE.

Pro informaci je na následujícím obrázku č. 31 rekapitulována výchozí struktura využívaných paliv v SZTE pro zásobování statutárního města Brna teplem.

Obrázek 31: Struktura využívaných paliv pro SZTE v Brně



Zdroj: Analytické podklady pro ÚEK SMB 2018 [2]

3.2 | Analýza možných zdrojů pro výrobu tepla v SZTE

Pro výrobu tepla, ať již ve formě páry pro přímé dodávky do sítí, výměňkových stanic, nebo turbosoustrojí, nebo ve formě horké či teplé vody, jsou a budou využívány kotle. V podmínkách statutárního města Brna se bude jednat o:

Kotle

- Parní na spalování zemního plynu
- Horkovodní (teplovodní) na spalování zemního plynu
- Horkovodní (teplovodní) na spalování biomasy (dřevní štěpky, slámy)
- Parní na spalování tuhého komunálního a průmyslového odpadu

Pro kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla (KVET) jsou v podmínkách statutárního města Brna perspektivní:

Technologie KVET

- Parní protitlaková turbína
- Parní odběrová turbína
- Točivé redukce páry
- Plynová turbína
- Paroplynový cyklus
- Plynový motor
- Další technologie KVET

Jako doplňkové zdroje pro systémy centralizovaného zásobování teplem dále připadají v úvahu zařízení:

Doplňkové zdroje

- Elektrokotle
- Absorpční tepelná čerpadla
- Akumulátory tepla

Parní kotle na spalování zemního plynu

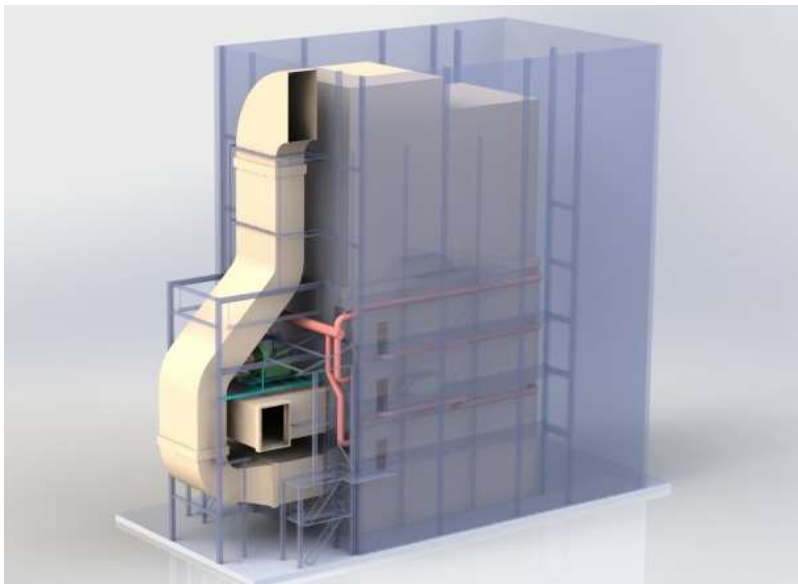
Parní kotle na spalování zemního plynu byly historicky základními zdroji brněnské teplárenské soustavy, na provozu Špitálka (PŠ) se jednalo o vysokotlaké parní kotle vyrábějící páru pro pohon parních turbosoustrojí, na provozech Brno Sever (PBS) a Staré Brno (PSB) se jednalo o kotle středotlaké, využívané buď k přímé dodávce tepla do parní soustavy CZT, nebo k dodávce páry jakožto topného média do výměňkových stanic pára/voda.

Do budoucna se uvažuje s rekonstrukcí a dalším provozem pouze jednoho vysokotlakého parního kotle na provozu Špitálka (kotel K1), a to buď po dobu následujících minimálně dvaceti let (pro Variantu ZP), nebo po dobu omezenou (cca 10 let ve Var. OZE a EDU).

Specifickým prvkem tohoto kotle je kondenzační výměník, využívající specifického tepla ve spalinách pro předehřev směsi vratného kondenzátu ze sítě a doplňované vody z CHUV. Po přestavbě parovodní tepelné sítě na horkovodní nebude potřeba, respektive bude minimalizována potřeba doplňovaných kondenzátů, tj. příslušný výměník nebude moci plnit svůj původní účel a bude vhodné zvážit jeho další využití.

Pohled na typové provedení velkého vysokotlakého parního kotle je na obrázku č. 32

Obrázek 32: Typové provedení velkého vysokotlakého parního kotle na ZP



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Do budoucna se rovněž uvažuje s rekonstrukcí, nebo výstavbou středotlakých parních kotlů středního výkonu, které budou sloužit jako záložní (případ PŠ), nebo špičkové, dodávající páru do již instalovaných HVS (případ PSB). Zařízení tohoto typu se předpokládá v menším rozsahu využívat ve všech variantách rozvoje SZTE

Pohled na typové provedení středotlakého parního kotle středního výkonu na zemní plyn je uveden na obrázku č. 33.

Obrázek 33: Typové provedení středního středotlakého parního kotle na ZP



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Horkovodní (teplvodní) kotle na spalování zemního plynu

V rámci integrované SZTE Teplárny Brno, a.s. jsou již dnes a do budoucna nadále budou využívány horkovodní kotle středního výkonu (PČM, PBS), a to jako špičkové zdroje pro období s nejnižšími venkovními teplotami, nebo jako záložní či regulační zdroje pro případ odstávky nebo výpadku některého ze zdrojů základních.

Pohled na typové provedení horkovodních kotlů středního výkonu na zemní plyn je uveden na obrázku č. 34.

Obrázek 34: Typové provedení středních horkovodních kotlů na zemní plyn



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Pravděpodobně nejrozšířenější budoucí technologií aplikovanou v menších zdrojích tepla spalujících zemní plyn, tj. v plynových kotelnách TB, a.s. a plynových kotelnách ostatních vlastníků s příslušnou autorizací, budou kondenzační kotle. Tyto typy kotlů jsou na trhu již v současné době, jejich širšímu uplatnění však brání především tradiční otopné soustavy konstruované původně na vyšší teploty topné vody.

Při spalování zemního plynu (metanu CH_4) vzniká určité množství vody. Hořením dochází k jejímu ohřevu. Ta pak v podobě vodní páry spolu s oxidem uhličitým tvoří spaliny hoření a odchází do komína. Spaliny s sebou nesou část skryté tepelné energie, tzv. latentní teplo. Pokud tyto spaliny ochladíme pod teplotu jejich rosného bodu (cca 57°C), dojde ke změně skupenství - kondenzaci obsažené vodní páry a k následnému uvolnění tohoto tepla. V kondenzačním kotli se takto uvolněná energie pomocí výměníku využívá k předehřevu vratné vody.

Pokud však teplota vratné vody ze systému bude vyšší než teplota rosného bodu spalin, nedojde ke kondenzaci a uvolnění kondenzačního tepla. Kotel sice nebude využívat této své přednosti, ale stále bude pracovat s účinností kotle klasického. Z výše uvedeného důvodu je tedy nezbytné, aby otopné systémy byly provozovány jako nízkoteplotní, například s teplotními spády $70/50^\circ\text{C}$, což se zdaleka ne vždy u stávajících systémů vytápění podaří zařídit.

Pohled na typové provedení teplvodních kondenzačních kotlů menšího výkonu na zemní plyn je uveden na obrázku č. 35.

Obrázek 35: Typové provedení menších kondenzačních kotlů na zemní plyn



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Horkovodní (tepl vodní) kotle na spalování biomasy

Ve větších zdrojích tepla a tam, kde je vyžadován provoz s minimální obsluhou, automatická manipulace s palivem a kde existuje dodavatel předupraveného paliva (granulí, pelet, štěpky, atd.) budou aplikovány automatické kotle na spalování biomasy.

Jedná se obvykle o roštové kotle se šnekovým podavačem paliva, který odebírá granule, pelety, brikety, nebo štěpku určité velikosti z velkoobjemového zásobníku a dávkuje je do kotle podle potřebného výkonu a intenzity procesu hoření.

Samotné spalování probíhá ve třech fázích. Za využití primárního vzduchu dochází v první fázi k odparu vlhkosti a uvolnění spalitelných plynů. Ve druhé fázi dochází k úplnému uvolnění všech spalitelných látek a jejich dohoření v sekundárním spalovacím vzduchu, ve třetí fázi jsou pak po zchlazení odváděny uhelnaté a popelnaté zbytky.

Na trhu se setkáme i s mnoha typy speciálních kotlů pro spalování různých druhů biomasy. Nejčastěji to jsou roštové kotle na spalování dřevní štěpky, často také kotle na slámu (technologie tzv. doutníkového odhořívání), nebo další typy kotlů, například s fluidním ložem.

Kotle pro využití v SZTE jsou konstruovány v širokém výkonovém rozsahu, obvykle o výkonu až několik desítek MWt. Kotle na spalování biomasy jsou v současné době využívány v kotelně Teyschlova, v podmínkách SZTE v Brně se do budoucna předpokládá ve variantě OZE osazení kotli na biomasu menšího výkonu dalších dvou samostatných kotel a především instalace jednoho většího horkovodního kotle na spalování biomasy v provozu Brno Sever.

Pohled na typové provedení takového kotle je uveden na obrázku č. 36

Obrázek 36: Pohled na typové provedení velkého kotle na biomasu



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Možné provedení menších kotlů na spalování dřevní štěpky, nebo obilní slámy, je patrné z obrázku č. 37.

Obrázek 37: Kotle středního výkonu na spalování štěpky a slámy



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Parní kotle na spalování tuhého komunálního a průmyslového odpadu

Cílem spalování odpadů je snížení jejich objemu, celkové snížení dopadů na životní prostředí a využití energie obsažené v odpadu. V případě velkých zařízení na energetické využití odpadů (ZEVO) ve městech se jedná o spalování směsného komunálního odpadu, který je tvořen z velké části neupraveným domovním odpadem (z domácností), případně i průmyslovými a živnostenskými odpady, nebo také o spalování předběžně upraveného komunálního odpadu, kde je použito zařízení k předběžné úpravě odpadu.

Pro spalování komunálních tuhých odpadů se uplatňují systémy roštových kotlů, rotačních pecí a fluidních kotlů (reaktorů).

Spalovny s roštovými topeništi jsou vzhledem ke své univerzálnosti pro spalování tuhého komunálního odpadu nejvíce rozšířeny. Roštová topeniště jsou vysoce flexibilní z hlediska typů odpadu, jejich fyzikální vlastností, velikosti i sezónní změny. Příklad spalovací komory s roštovým topeništěm je uveden na následujícím obrázku č. 38.

Obrázek 38: Příklad spalovací komory s roštovým topeništěm



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

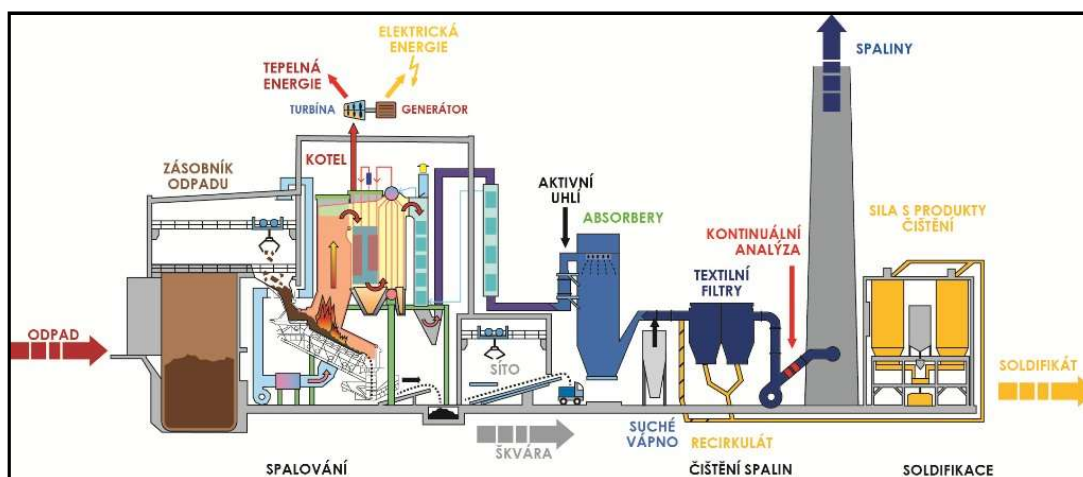
Spalovny s rotačními pecemi mají rovněž velmi široké uplatnění a lze v nich spalovat téměř všechny odpady bez ohledu na druh či složení. Jejich nevýhodou je vysoká provozní náročnost a ve většině případů nízká účinnost energetického využití.

Výhodou spalovny s fluidním ložem je vzhledem k vysokému stupni homogenizace odpadu velmi dobrá stabilita provozu a nízká emisní úroveň. Dostí značnou nevýhodou je nutnost předúpravy odpadu, aby se velikost odpadu přizpůsobila specifikaci fluidního reaktoru.

V ZEVO (závodu na energetické využívání odpadů) podniku SAKO Brno, a.s. jsou v současné době provozovány dva velké parní kotle s roštovými topeništi na spalování tuhého komunálního a průmyslového odpadu. Popis základních parametrů tohoto zařízení je uveden v „Analytických podkladech pro územní energetickou koncepci statutárního města Brna“.

Na následujícím obrázku č. 39 je znázorněn princip spalování a čištění spalin aplikovaný v ZEVO podniku SAKO Brno, a.s. dnes.

Obrázek 39: Princip spalování a čištění spalin v ZEVO pod. SAKO Brno, a.s.

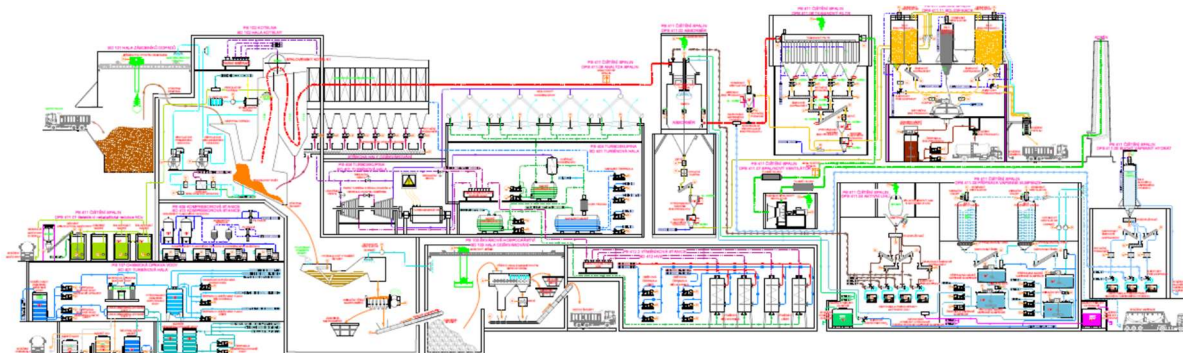


Zdroj: SAKO Brno, a.s. [5]

V rámci předkládané územní energetické koncepce se předpokládá nejen další využívání stávajících kotlů (po nezbytných rekonstrukcích kotlů samotných i linek na čištění spalin), ale i rozšíření ZEVO o jeden další kotel obdobných parametrů, jako mají kotle stávající.

Celkové technologické schéma plánované 3 linky v závodě ZEVO podniku SAKO Brno, a.s. je uvedeno na obrázku č. 40.

Obrázek 40: Technolog. schéma příprav. 3. linky na spal. odpadů v ZEVO



Zdroj: SAKO Brno, a.s. [5]

Parní protitlaková turbína

Parní protitlaková turbína, jakožto technologie kombinované výroby elektřiny a tepla bývá zpravidla navazující technologií využívající vysokotlakou páru vyráběnou ve spalovacích kotlích (na uhlí, plyn, odpadky, adt.), nebo ve spalinových kotlích (za plynovou turbínou apod.) či parogenerátorech (např. v jaderných zdrojích).

U protitlakových parních turbín se zpravidla využívá veškerá pára na výstupu z turbíny k dodávce užitečného tepla, tj. veškerou vyráběnou elektrickou energii je u turbosoustrojí s protitlakovou turbínou možno považovat za KVET.

Základní výhodou protitlakové parní turbíny je vysoká celková účinnost zařízení (bez odpadního tepla mařeného v kondenzačním okruhu), naopak nevýhodou je přímá závislost výkonu stroje, tedy i kotle jakožto zdroje páry na aktuálních potřebách tepla.

V případě parních turbín, ať již protitlakových, nebo kondenzačních odběrových (viz dále) nelze do budoucna očekávat dramatické změny v konstrukci či materiálech, půjde spíše o další evoluční vývoj, tj. prosazovat se nadále budou vysokootáčkové stroje s lepší termodynamickou účinností (zejména u menších výkonových jednotek), vyšší nároky budou kladeny na provozní a regulační rozsahy turbín (minima do kondenzace, částečné zatížení, atd.), vyžadovány budou i lepší regulační vlastnosti, tj. kratší doby najíždění a odstávek a strmější křivky povolených změn zatížení.

V případě relativně drahého paliva a kotlů s dostatečně velkým regulačním rozsahem, což je případ kotle K1 na zemní plyn v PŠ a spalinového kotle PPC v PČM, bude protitlaková parní turbína jedinou nadále ekonomicky přijatelnou technologií KVET. Z tohoto důvodu se také předpokládá další využití protitlakových parních turbín v PŠ (do konce životnosti K1) a v PČM (po dobu využívání spalovací turbíny a spalinového kotle v rámci PPC).

Pohled na možné provedení protitlakové parní turbíny je na obrázku č. 41.

Obrázek 41: Protitlaková parní turbína



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

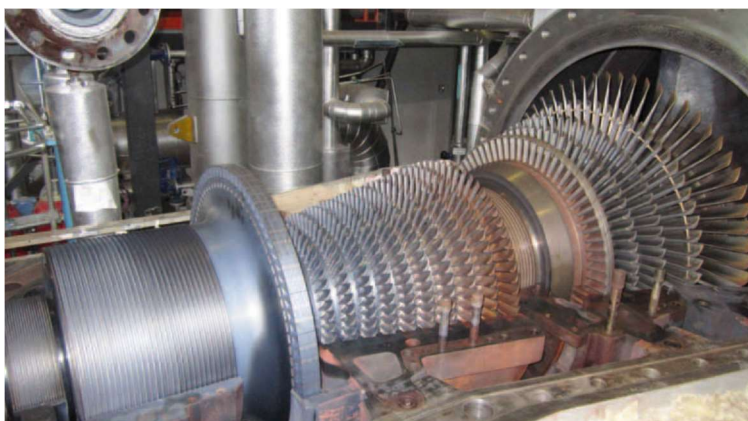
Parní kondenzační odběrová turbína

Parní kondenzační odběrová turbína je rovněž technologií kombinované výroby elektřiny a tepla a stejně jako parní protitlaková turbína zpracovává vysokotlakou páru vyráběnou spalovacími, nebo spalinovými kotlíky, či parogenerátorech. U kondenzačních odběrových parních turbín se využívá pouze část páry odebírané z turbíny pro dodávky užitečného tepla, tj. pouze adekvátní část vyráběné el. energie je zde možno považovat za KVET.

Základní výhodou parní kondenzační odběrové turbíny je nezávislost výkonu stroje, tedy i kotle jakožto zdroje páry na aktuálních potřebách tepla do SZTE, naopak nevýhodou se stává nižší celková účinnost bloku s takovouto turbínou, a to v důsledku maření části energie emisní páry v kondenzačním chladícím okruhu.

V případě levného paliva a kotlů s požadavkem na pokud možno stabilní provoz, což je případ kotlů na spalování odpadů instalovaných v ZEVO podniku SAKO Brno, a.s., bude parní kondenzační odběrová turbína dlouhodobě vhodnou a ekonomicky výhodnou technologií KVET. Z tohoto důvodu se také předpokládá další využití parní kondenzační odběrové turbíny ve zdroji ZEVO podniku SAKO Brno, a.s. Pohled na možné provedení parní kondenzační odběrové turbíny je na obrázku č. 42.

Obrázek 42: Parní kondenzační odběrová turbína



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Točivé redukce páry

Točivé redukce páry jsou v principu parní protitlakové turbíny menšího výkonu, zpracovávající páru nižších parametrů, zpravidla středotlakou.

Parní točivá redukce je v současné době provozována v PBS, svým způsobem je parní točivou redukcí i TG 20 v PŠ. S ohledem na nízkou výtěžnost výroby elektrické energie (v důsledku malého adiabatického spádu mezi admisní a emisní parou) a nižší termodynamické účinnosti je ekonomická efektivnost takového stroje při relativně drahém palivu (případ zemního plynu spalovaného v PBS a PŠ) sporná.

S ohledem na výše uvedené se s dalším využíváním točivé redukce v PBS po odstavení stávajících parních středotlakých kotlů neuvažuje, využití TG20 v PŠ po odstavení předřazeného bloku K1 + TG27 (TG28) bude předmětem technických a provozních analýz v době, kdy tato situace nastane, nicméně případné využití či odstavení TG20 v PŠ neovlivní základní bilanční a ekonomické ukazatele příslušných variant dalšího rozvoje integrované SZTE v Brně.

Pohled na možné provedení točivé redukce páry je na obrázku č. 43.

Obrázek 43: Točivá redukce páry



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Plynové turbíny

Plynové turbíny jsou stroje, které mění mechanickou a tepelnou energii proudících plynů na mechanickou práci a roztáčí tak hnací hřídel generátoru, nebo jiného mechanického pohonu.

Pracovní látkou jsou horké plyny, nebo spaliny, odcházející ze spalinové komory, kde je prostřednictvím hořáků (na zemní plyn, nebo lehký topný olej) ohříván stlačený vzduch. Plynová turbína je součástí stejnojmenného tepelného motoru, který navíc obsahuje kompresor a spalovací komoru.

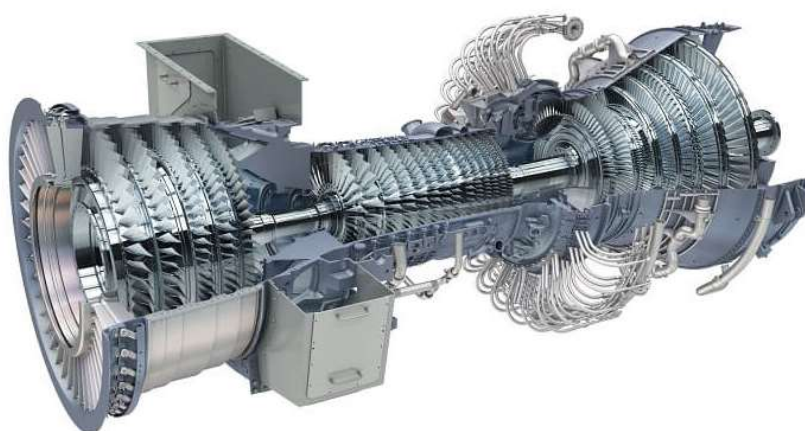
K využití pouze plynových turbín, za které je případně zařazen spalínový kotel, se přistupuje tam, kde jsou vyžadovány časté starty a odstávky a tam, kde je požadováno teplo ve formě páry (což nejsou schopny zajistit pístové plynové motory), nebo ve formě horkých plynů s dostatečným obsahem kyslíku.

Plynová turbína je v současné době využívána jako jeden ze stavebních prvků paroplynového cyklu (PPC – viz dále) na PČM, v zimním období jako zdroj KVET v rámci PPC s dodávkami tepla, v letním období samostatně jako rychle startující regulační zdroj ES.

S využitím plynové turbíny v PČM se uvažuje i nadále, další možnou aplikací by mohla být alternativní instalace plynové turbíny na PŠ, jakožto součást obnovy tohoto zdroje v rámci jedné ze zvažovaných variant.

Pohled na možné provedení plynové turbíny je na obrázku č. 44.

Obrázek 44: Plynová turbína



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Paroplynové cykly

Paroplynové cykly jsou sériové sestavy plynových turbín, kde je spalováno palivo (zpravidla zemní plyn) a vyráběna elektrina v generátoru plynové turbíny, spalínového kotle, který využívá tepla ve spalínách k výrobě vysokotlaké páry a parní turbíny, která je touto parou poháněna, vyrábí elektrinu v generátoru parní turbíny a dodává teplo v případě, že parní turbína je konstruována jako protitlaková, nebo kondenzační s odběrem tepla.

S aplikací tohoto zařízení se můžeme setkat v PČM, s jeho využíváním se počítá i nadále (v dlouhodobém horizontu). S výstavbou dalších PPC v některém ze zdrojů integrované SZTE se však neuvažuje, jelikož zařízení tohoto typu jsou ekonomicky efektivní pouze v případě velkých jednotek, pro které již z pohledu potřebných dodávek tepla v integrované SZTE není prostor.

Plynové motory

V současné době nejrozšířenějším zdrojem KVET v malých a středních zdrojích na zemní plyn jsou pístové stroje s vnitřním spalováním a tepelnými výměníky, nazývané též plynové motory. Pro tyto stroje, respektive pro tato soustrojí (motor, generátor, výměník) se v České republice vžil název kogenerační jednotky.

Po technické stránce se jedná o elektrocentrálu. Pístový plynový spalovací motor je spojený s asynchronním (nebo synchronním) generátorem. Motor je konstruován pro dlouhou životnost a malou spotřebu oleje. Jeho směšovač (paliva a spalovacího vzduchu) může být řešen nejen na zemní plyn, ale i na propan-butan, bioplyn, nebo i svítiplyn.

Vodní chlazení bloku motoru bývá spojeno s chladičem oleje a s chladičem výfukových plynů. Chladicí voda může být táž voda, která cirkuluje v SZTE, nebo přímo v okruzích ústředního topení či TV. Chladicí voda je odpadním teplem bloku motoru a jeho zplodin ohřívána až na teplotu 95 °C, což je teplota dostatečná pro tyto účely.

Kogenerační jednotky jsou konstruovány pro výkonový rozsah od několika desítek kW až po několik MW elektrického výkonu. Kogenerační jednotky (menších výkonů do 100 kW) bývají většinou vybaveny asynchronními generátory pro paralelní provoz se sítí. Asynchronní generátory nemají synchronizační zařízení, jsou jednodušší a levnější. Je možné je doplnit mikroprocesorovým řídicím systémem, který umožňuje dálkové sledování provozu.

Se zařízeními tohoto typu (kogeneračními jednotkami) se můžeme setkat v několika plynových kotelnách TB, a.s. a Ostatních vlastníků (zpravidla se jedná o výkonovou kategorii několika set kW), s obnovou, nebo výstavbou nových zařízení v rozsahu dle příslušných variant se uvažuje v sektoru PK i do budoucna. Pohled na typické provedení kogenerační jednotky menšího a velkého výkonu je na obr. č. 45.

Obrázek 45: Plynový motor menšího a velkého výkonu



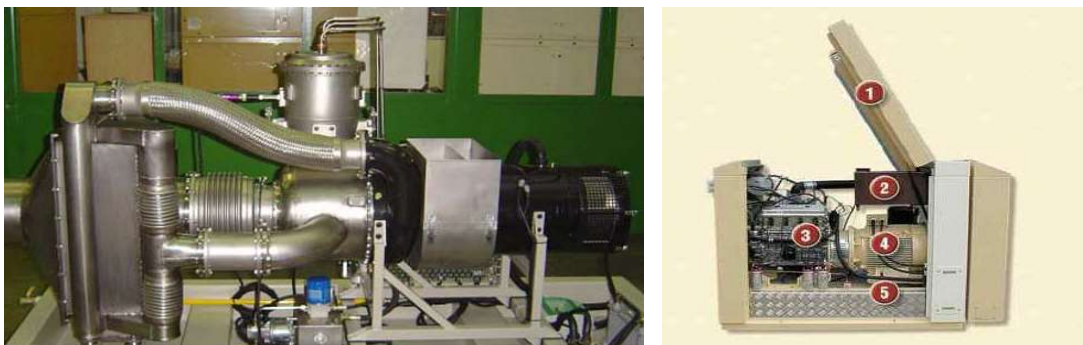
Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Instalace velkých plynových motorů (kogeneračních jednotek) v centrálních zdrojích integrované SZTE může být rovněž alternativou, například jako náhrada za odstavený blok K1 + TG 27 (TG 28) na PŠ. Sada takovýchto zařízení o jednotkových výkonech 5 až 10 MWe může v topné sezóně sloužit jako zdroj KVET s dodávkami tepla do SZTE, v dalším období pak jako rychle startující zdroj využívaný pro regulaci ES.

Další technologie KVET

K dalším technologiím KVET, využitelným především v menších decentralizovaných zdrojích patří mikroturbíny, pracující na stejném principu jako plynové turbíny, nebo mikrokogenerace, pracující na stejném principu jako plynové motory. Pohled na tato zařízení je uveden na obrázku č. 46.

Obrázek 46: Mikroturbína a mikrokogenerace pro decentralizované zdroje

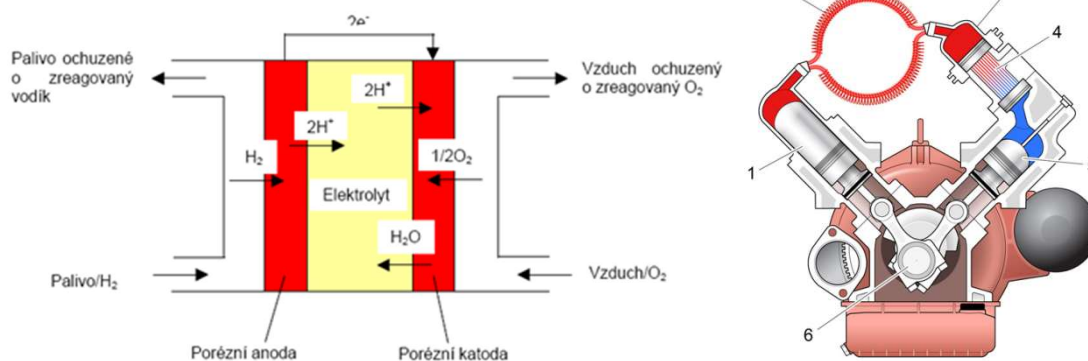


Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

K zajímavým zdrojům KVET do budoucna mohou patřit palivové články, což jsou zařízení, produkující elektrickou energii přímou konverzí chemické energie paliva na energii elektrickou. Pracují tiše, spolehlivě, s vysokou účinností a jejich provoz má jen zcela minimální negativní vliv na životní prostředí.

Dalším zajímavými zdroji KVET jsou tzv. stirlingovy motory, což jsou v podstatě plynové motory s vnějším spalováním, vhodné tam, kde je k dispozici pouze nekvalitní palivo s četnými příměsími. Funkční principy palivového článku a stirlingova motoru jsou znázorněny na obrázku č. 47.

Obrázek 47: Funkční principy palivového článku a Stirlingova motoru



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Obecně platí, že technologie KVET typu mikrokogeneračních jednotek, mikroturbín, palivových článků či stirlingových motorů najdou případné uplatnění pouze v malých lokálních a decentralizovaných zdrojích, tj. v systémech integrované SZTE a systémech s centrálními plynovými kotelny s nimi nelze počítat.

Poslední dvojicí zařízení KVET, se kterými se dnes můžeme setkat, jsou tzv. organické rankinovy cykly (ORC), nebo pístové parní motory.

S těmito zařízeními se můžeme setkat ve zdrojích spalujících biomasu, nebo v průmyslových podnicích, kde příslušné zdroje tepla (kotle, nebo průmyslová pára) nedosahují parametrů vhodných pro aplikaci technologií popsaných v předchozích odstavcích.

Příklady praktického provedení ORC a parního pístového motoru jsou uvedeny na obrázku č. 48.

Obrázek 48: Příklady provedení ORC a parního pístového motoru



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Rovněž pro zařízení tohoto typu platí, že potenciál jejich uplatnění je pouze ve speciálních případech menších a středních například průmyslových zdrojů, tj. s aplikací ORC, nebo parních pístových motorů ve zdrojích integrované SZTE či v systémech CZT se sídlištními kotelnyami nelze do budoucna počítat.

Doplňkové zdroje v soustavách SZTE

Doplňkovými zdroji v soustavách SZTE jsou elektrokotle, bateriová úložiště, absorpční a kompresorová tepelná čerpadla a akumulátory tepla, které se na výrobě dodávkového tepla podílí pouze částečně, jejich hlavním úkolem je však zvýšení provozní efektivity zdroje, popřípadě i zvýšení jeho celkové účinnosti.

Elektrokotle a bateriová úložiště

Účelem instalace elektrokotlů, popřípadě bateriových úložišť ve zdrojích SZTE je podpora klasických technologií výroby elektřiny při poskytování podpurných služeb, a to buď z hlediska rozšíření regulačního pásma disponibilního výkonu (do plusu nebo do mínusu), nebo z hlediska rychlosti regulace (opět směrem nahoru, nebo směrem dolů). Sekundárním efektem elektrokotlů, nebo bateriových úložišť může být i výroba tepla, nebo ukládání elektrické energie v obdobích s velmi nízkými, nebo zápornými cenami elektřiny.

Elektrokotel je aktuálně aplikován v již zmiňovaném PČM, další jednotky by potenciálně připadaly v úvahu v případě realizace dalšího zdroje s regulačními schopnostmi dodávek elektřiny do ES, což alternativně připadá v úvahu v PŠ ve variantě budoucí náhrady kotle K1 a TG27 (TG28) za nový rychle startující kogenerační zdroj (sada plynových motorů, nebo plynová turbína). Bateriová úložiště jsou zmiňována zejména v souvislosti rozšíření možností startů místních zdrojů „ze tmy“ a jejich práce do ostrovních soustav.

Pohled na možné provedení velkého elektrokotle instalovaného v teplárenském provozu a většího bateriového úložiště je uveden na obrázku č. 49.

Obrázek 49: Velký elektrokotel v teplárně a bateriové úložiště elektřiny



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla se řadí mezi alternativní zdroje energie, protože umožňují odnímat teplo z okolního prostředí (vody, vzduchu nebo země), převádět ho na vyšší teplotní hladinu a následně účelně využít pro vytápění nebo přípravu teplé vody. Pro přečerpání tepla na vyšší teplotní hladinu je třeba dodat určité množství energie.

Podle principu funkce a formy dodané energie rozdělujeme čerpadla na tzv. kompresorová, kde je využívána elektřina jako vnější forma energie k pohonu kompresoru a absorpční, kde je jako vnější energie využíváno teplo ve spalinách, v páře, nebo i v horké vodě k odpaření pracovní látky. Konstrukčně jsou kompresorová a absorpční tepelná čerpadla dosti odlišná, nicméně pracují na stejném principu.

Podle prostředí, ze kterého je teplo odebíráno a teplotní média, kterým je teplo dodáváno k užití, rozlišujeme několik druhů tepelných čerpadel a to vzduch/voda, což je nejčastější provedení malých jednotek pro rodinné domky či menší objekty, nebo voda/voda, používané tam, kde je k dispozici odpadní, geotermální, nebo jiná voda o dostatečné teplotě, a nebo země/voda tam, kde je k dispozici dostatečná plocha pro instalaci horizontálních výměníků pod povrchem země.

Vzhledem k dosažitelným parametrům teplotního média a topným faktorům v zimním období jsou pro SZTE nevhodná kompresorová TČ vzduch/voda (ty se hodí do lokálních a decentralizovaných zdrojů), pro centrální zdroje jsou využitelná spíše TČ voda/voda v případě, že jako zdroj tepla je možno využít např. sběrná místa odpadních vod, nebo vody průmyslové chladicí, nebo vody z podzemních vrtů.

Své uplatnění mohou ve zdrojích SZTE nalézt i absorpční tepelná čerpadla, ovšem bude se jednat spíše o ojedinělé případy tam, kde jsou k tomu vhodné provozní podmínky (zdroj topného média), nebo technické podmínky (např. již existující výměníky o velké teplosměnné ploše), což je případ PŠ (kondenzační výměník).

Pohled na provedení kompresorového a absorpčního tepelného čerpadla je uveden na následujícím obrázku č. 50.

Obrázek 50: Typická provedení kompresorových a absorpčních TČ



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Akumulátory tepla

Akumulátory tepla se stávají v posledních letech nedílnou součástí zdrojů, kde je třeba vyrovnat časový nesoulad mezi okamžitou výrobou a okamžitou spotřebou tepla. Nejčastější aplikace jsou u zdrojů KVET, ať již u těch největších s instalovanými výkony až desítky MW, což je případ i akumulátorů tepla v PČM, nebo u zdrojů malých s výkony několik desítek kW.

Časté instalace akumulátorů tepla jsou u kotlů, kde je potřeba vyrovnat výkonové změny např. v období nočních útlumů a ranních špiček (např. u kotlů na spalování slámy), nebo u obnovitelných zdrojů energie (např. termosolárních systémů ohřevu vody).

Existuje celá řada technických provedení akumulátorů podle teplot akumulovaného média a akumulačních kapacit (beztlaké, tlakové, ocelové, betonové, atd.), v teplárenství se nejčastěji jedná o ocelové beztlaké nádoby s příslušnými vestavbami a antikorozními opatřeními (parním, nebo dusíkovým polštářem).

S aplikací akumulátorů tepla v dalších zdrojích integrované SZTE je možno do budoucna uvažovat (např. v ZEVO podniku SAKO), rovněž tak budou akumulátory tepla instalovány u plynových kotelů v souvislosti s rozšířeným využíváním OZE a KVET. Pohled na možná provedení statických beztlakých akumulátorů tepla je na obrázku č. 51.

Obrázek 51: Možné provedení statických akumulátorů tepla



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

3.3 | Analýza využitelnosti obnovitelných zdrojů energie

Obnovitelná energie je energie vyrobená z obnovitelných zdrojů, které se v lidském časovém měřítku přirozeně obnovují, na rozdíl od neobnovitelných zdrojů energie jako jsou například fosilní paliva, která se neobnovují v lidském časovém měřítku a jsou tedy vyčerpateľné.

Obnovitelná energie je využitelná jak k výrobě elektřiny, tak i k výrobě a dodávce užitečného tepla. Do kategorie obnovitelných zdrojů energie (OZE) patří:

- Sluneční energie
- Vodní energie
- Větrná energie
- Geotermální energie
- Biopaliva
- Další druhy obnovitelných zdrojů

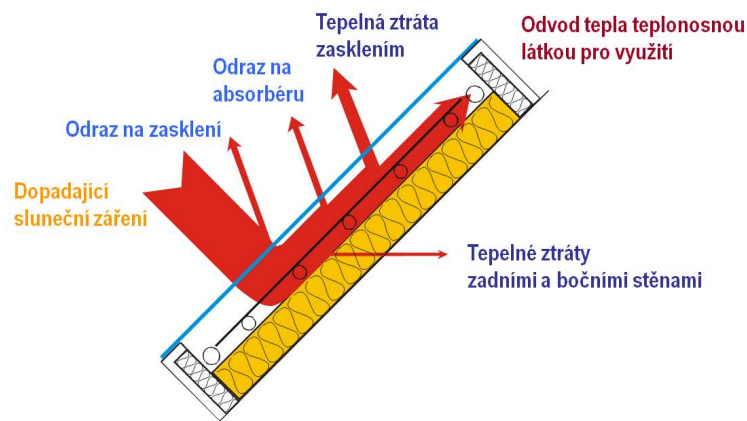
Sluneční energie

Energii slunečního záření lze využít k přímé výrobě elektrické energie prostřednictvím fotovoltaických panelů s příslušnou elektronikou, nebo k přímé výrobě užitečného tepla prostřednictvím fototermálních (někdy také nazývaných termosolárních) kolektorů s příslušenstvím.

Z hlediska systému zásobování teplem bude v následujícím pojednáno pouze o využití fototermálních systémů určených k přímé výrobě užitečného tepla o potřebných teplotních parametrech.

Základním principem funkce slunečního fototermálního kolektoru je přeměna dopadající zářivé energie Slunce na teplo, která probíhá v absorbéru slunečního záření s vysokou pohltivostí a jeho následný odvod teponosnou kapalinou či vzduchem do spotřeby nebo akumulace. Princip funkce fototermálního solárního kolektoru je uveden na obrázku číslo 52.

Obrázek 52: Princip funkce fototermálního kolektoru

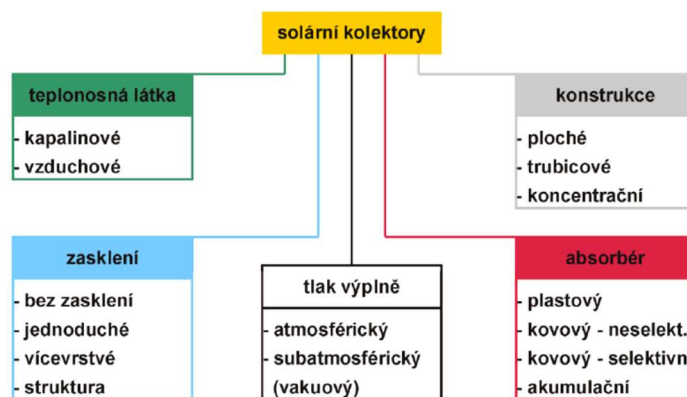


Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

V České republice je v prodeji dostatečně široký sortiment kolektorů i ostatních součástí solárních soustav, který umožňuje z těchto zdrojů realizovat prakticky libovolnou aplikaci od malých přenosných systémů až po výrobu horké technologické vody, vhodné k distribuci prostřednictvím systémů CZT.

Na efektivní provoz solární soustavy má rozhodující vliv výběr typu kolektoru vhodného pro danou aplikaci. Úkolem kolektoru je zachytit sluneční energii a s co nejmenšími ztrátami jí předat teplotně látce. Základní rozdělení kolektorů slunečního záření je na obrázku č. 53.

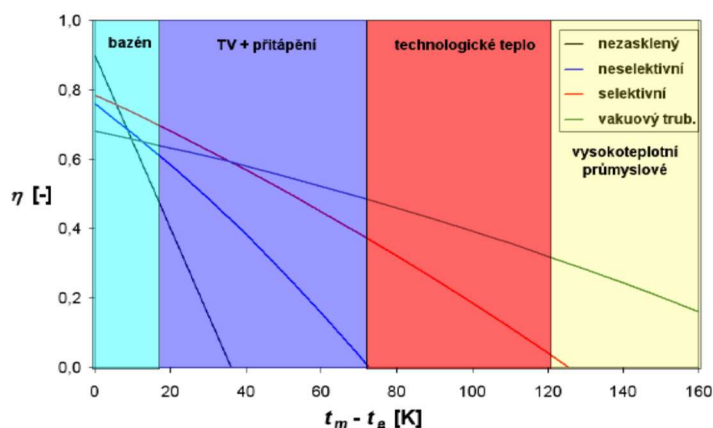
Obrázek 53: Základní rozdělení solárních kolektorů



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

V současnosti se u nás i ve světě vyrábí několik typů kapalinových kolektorů slunečního záření. Během jejich vývoje došlo k celkovému sjednocení koncepce a jednotlivé typy se dnes liší jen v konstrukčních detailech a použitých materiálech. Přehled o pásmech využitelnosti jednotlivých typů kolektorů je uveden na obrázku č. 54.

Obrázek 54: Pásma využitelnosti solárních kolektorů



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Jak je zřejmé z obrázku č. 54, pro běžné teplotní parametry v SZTE jsou vhodné solární panely vakuové, popřípadě selektivní. Vakuové trubicové kolektory jsou kolektory s vysokou účinností zejména v zimním období. To je dáno podtlakem (vakuum) uvnitř trubice. Tím jsou téměř eliminovány tepelné ztráty konvekcí.

Výhodou přímo protékajících trubkových kolektorů (U-trubice) je variabilita jejich umístění, jejich nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady a nemožnost obnovit vakuum uvnitř trubice. Pohled na možné provedení solárních kolektorů s vakuovými trubicemi je na obrázku č. 55.

Obrázek 55: Pohled na provedení solárních kolektorů s vakuovými trubicemi



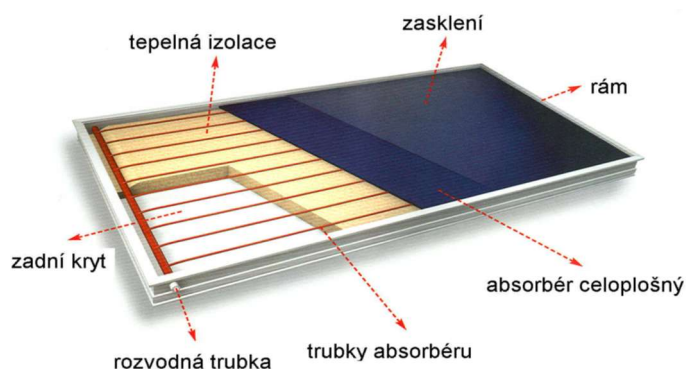
Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Alternativou ke kolektorům s vakuovými trubicemi jsou ploché vakuové kolektory. Ploché vakuové kolektory jsou jedním z nejmodernějších výrobků v oblasti solární techniky. Spojují v sobě výhody trubkových vakuových kolektorů (nízké tepelné ztráty konvekcí do okolí) a plochých zasklených kolektorů se selektivní vrstvou (nižší pořizovací náklady při zachování vysoké účinnosti, vyšší optická účinnost). Jedná se o technický i cenový kompromis mezi vakuovými a plochými kolektory, který je v blízké budoucnosti předurčen k masovému využití. Jejich nespornou výhodou je možnost kdykoliv obnovit vakuum uvnitř kolektorů.

Pro decentralizované vytápění (lokální systémy a zdroje) s přímými dodávkami tepla do otopných systémů a rozvodů ÚT v objektech jsou vhodné ploché kolektory pro celoroční použití. Tyto kolektory v současnosti představují nejrozšířenější typ instalovaných kolektorů. Jejich pořizovací náklady jsou oproti vakuovým kolektorům zhruba poloviční až třetinové. Nevýhodou oproti vakuovým kolektorům jsou větší tepelné ztráty konvekcí a nebezpečí kondenzace vodní páry uvnitř kolektoru, která v konečném důsledku snižuje účinnost celého systému.

Pohled na provedení plochého kolektoru k celoročnímu využití je na obrázku č. 56.

Obrázek 56: Konstrukce plochého solárního kolektoru k celoročnímu využití



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Vodní a větrná energie

Vodní a větrná energie je v intencích svého potenciálu v Brně využitelná primárně pro výrobu elektrické energie, pro výrobu užitečného tepla nejsou tyto formy OZE vhodné.

Geotermální energie

Geotermální energie je přirozený projev tepelné energie zemského jádra, která vzniká rozpadem radioaktivních látek a působením slapových sil. Jejimi projevy jsou erupce sopek a gejzírů, horké prameny či parní výrony.

Tuto energii lze v příznivých podmínkách využívat k vytápění nebo výrobě elektřiny v geotermálních elektrárnách. Takové využití je ale většinou technologicky náročné, protože horká voda z vrtů je obvykle silně mineralizovaná a zanáší technologická zařízení, což má za následek nutnost časté výměny potrubí a čištění systému. Navíc je dostatečný tepelný spád obvykle zároveň spojen s geologickou nestabilitou oblasti, v níž se nachází, což klade vysoké nároky na kvalitní stavbu schopnou odolávat zemětřesením.

Na základě současných znalostí lze potenciál geotermální energie na území statutárního města Brna kvantifikovat dle kritérií používaných v EU jako nulový.

Na území města Brna jsou však možnosti využití nízkoteplotního geotermálního tepla obsaženého v zemi. Nízko potenciální teplo je pro svou nízkou teplotu běžným způsobem nevyužitelné. Využití tohoto tepla je podmíněno instalací tepelných čerpadel – viz předchozí kapitola. Teplo se odebírá z půdy pomocí kolektorů – velikost plochy kolektorů by měla být 3 x větší než vytápěná plocha, tj. tyto systémy jsou předurčeny jen a pouze pro individuální roztroušenou zástavbu, nikoli pro zdroje SZTE.

Geotermální energii lze rovněž získat z hlubinných vrtů. Teplo se získává pomocí suchých nebo zvodnělých vrtů. Okolní prostředí je ochlazováno zapuštěným výměníkem z plastových trubek. Vrty se umísťují nejméně 10m od sebe. Množství odebraného tepla závisí na geologických podmínkách – složení hornin, hloubce vrtu, složení pracovní látky, atd. Rovněž tyto systémy tepelných čerpadel jsou určeny spíše pro roztroušenou zástavbu, než pro koncentrované odběry v systémech SZTE.

Biopaliva

Biopaliva můžeme v principu rozdělit na biopaliva tuhá (biomasa), kapalná (biooleje) a plynná (bioplyny).

Biomasou se rozumí bio rozkladné frakce z plodin, odpadů a zbytků vyprodukovaných v zemědělství (a to jak rostlinných, tak i živočišných substancí), v lesnictví a dřevozpracujícím průmyslu a také bio rozkladné frakce z komunálních a průmyslových odpadů.

Z hlediska vzniku lze biomasu vhodnou pro energetické využití rozdělit na zbytkovou biomasu (těžební odpad z lesního hospodářství, rostlinné sklizňové zbytky ze zemědělské prvovýroby, biologicky rozložitelné složky odpadu komunálního či průmyslového, atd.) a cíleně pěstovanou biomasu (rychle rostoucí dřeviny, nedřevnaté plodiny - energetické byliny, produkty zemědělské prvovýroby pěstované v zemědělských oblastech záměrně pro energetické využití - obilí, len, atd.)

Město Brno vlastní cca 7 300 ha lesa. Z tohoto množství se jen 800 ha nachází na vlastním území města Brna. Ostatní lesy ve vlastnictví „Města Brna“ se nacházejí v okrese Brno – venkov (70%), v okrese Blansko (25%) a na Žďársku (5 %). Lesy v majetku „Města Brna“ spravuje firma Lesy města Brna, s.r.o.

Zbývající lesy na území města Brna jsou většinou ve správě firmy Lesy České republiky, s.p. (lesy v majetku ČR). Část lesů má soukromého vlastníka.

Dřevní biomasa (odpadní z těžby) z lesů v majetku Města Brna je energeticky využívána pro výrobu tepla v kotelně Teyschlova, palivo (dřevní štěpka) pro tuto kotelnu je smluvně zajištěno roční množství cca 5 500 t/rok.

Další objemy dřevní štěpky, nebo peletek v případě významnějšího rozšíření zdrojů spalujících biomasu (např. v PBS), by bylo třeba zajistit od externích dodavatelů (dovoz z větší vzdálenosti).

Obdobně přímo na území města Brna nelze počítat s významnějším podílem slámy, nebo dalších rostlinných zbytků (sena), v případě výstavby kotlů na tyto druhy biopaliva je opět třeba počítat s dovozem od soukromých producentů a s tím spojenou zvýšenou zátěží daného území dopravou a poměrně vysokými nároky na logistiku (distribované sklady slámy).

Kapalná biopaliva, vyráběná zpravidla z účelově pěstovaných plodin (řepka, brambory, atd.) najdou uplatnění spíše v dopravě, s jejich využitím pro výrobu dodávkového tepla se do budoucna neuvažuje.

Bioplyn, nebo skládkový plyn

Odpady organického původu (biologicky rozložitelná odpadní biomasa) mohou být efektivně využity pro energetické účely, a to jak pro výrobu a dodávku užitečného tepla, tak i pro výrobu a dodávku elektrické energie, popřípadě i pro výrobu a přímou dodávku bioplynu do plynovodní sítě.

Tento druh odpadní biomasy je charakterizován především způsobem využití a tou je anaerobní fermentace. Jedná se o mikrobiální rozklad organických látek bez přítomnosti kyslíku za současného vzniku bioplynu. Bioplyn je směsí plynů, ve které je významným podílem obsažen metan (zpravidla 55-75 %). Podíl metanu určuje výhřevnost bioplynu.

Předností všech metod na výrobu bioplynu je, že plní dvě nezastupitelné funkce, tj. zpracovávají se všechny organické odpady s vyšším obsahem vody (nad 50 %), nevhodné pro spalování, na kvalitní organické hnojivo a vytváří se vysoce hodnotné plynné palivo – bioplyn.

V případě výskytu odpadní biomasy ze zemědělské produkce (živočišné i rostlinné) bývají tyto zpracovávány v tzv. bioplynových stanicích. Bioplynová stanice zpracovává vstupní substráty, ze kterých se ve fermentoru při anaerobních podmínkách získává bioplyn, jenž je dále dodáván do kogeneračních jednotek, kde je energeticky transformován s nejvyšší možnou účinností na elektrickou energii a užitečné teplo.

Bioplynová stanice je tvořena mnoha provozními soubory, které zajišťují bezpečný a spolehlivý provoz této technologie. Jedná se jak o podpůrné provozní soubory, mezi které patří soubory čerpání či dávkování substrátů, homogenizace vsázky, fermentace substrátu, separace digestátu atd. tak soubory, které mají vztah k následné výrobě a distribuci tepla a elektřiny.

Pohled na typické provedení bioplynové stanice je na obrázku č. 57.

Obrázek 57: Pohled na bioplynovou stanici



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Na území města Brna však s ohledem na skutečnost, že se jedná o rozsáhlou městskou aglomeraci s poměrně hustou zástavbou, nelze kalkulovat s potenciálem bioplynu z živočišné, nebo zemědělské produkce.

Dalším zdrojem bioplynu jsou čistírny odpadních vod. Odpadní vody obsahují odpadní látky, které, pokud by se dostaly bez čištění do povrchových vod, by způsobily jejich znečištění, což by se projevilo zhoršením jejich kvality jak po stránce hygienické a estetické, tak i z hlediska jejich dalšího využití. Vody by zapáchaly a vymizely by z nich původní organismy, které by byly vystřídány především hnilobnými bakteriemi. Na dně by docházelo k ukládání zahnilých sedimentů.

Z fyzikálního hlediska lze znečišťující látky rozdělit na nerozpuštěné (NL) a rozpuštěné (RL) látky. Po stránce chemické lze nerozpuštěné látky dělit na anorganické a organické. Organické RL tvoří zhruba 70 % všech organických látek v odpadní vodě, takže na nerozpuštěné organické látky připadá pouze 30 %. Z toho vyplývá, že rozhodující částí procesu čištění je biologický stupeň.

Při biologickém čištění se do odpadní vody přivádí kyslík aeračním zařízením a současně se voda promíchává, aby bakterie, které rozkládají organické látky, měly dostatek kyslíku a neusazovaly se na dně, kde by zahnilaly a odumřely. Bakterie se množí a slepují se ve vločky, které vytvářejí tzv. aktivovaný kal. Protože do ČOV přitéká stále odpadní voda je nutno odstraňovat část vznikajícího kalu jako přebytečný kal.

Rozklad organických látek provádějí heterotrofní (hnilobné) bakterie aktivovaného kalu. Ty se intenzívně množí a jsou schopny se přizpůsobit vysokému látkovému zatížení, široké škále organických látek i změnám teploty, tj. výkyvům ve znečištění i složení odpadních vod. Rozhodující podmínkou jejich činnosti, a tím i čištění odpadních vod, je dostatečný přísun kyslíku.

Při rozkladu organických látek vzniká kromě dalších plynů i tzv. čistírenský bioplyn, který se využívá v kogeneračních jednotkách, jejichž produkce (výroba elektřiny a tepla) je zpravidla plně využita pro vlastní spotřebu ČOV. Z tohoto důvodu nelze předpokládat, že by mohl bioplyn z ČOV tvořit významnější složku palivového mixu využitelnou pro krytí energetických potřeb statutárního města Brna.

Významným zdrojem jedné z forem bioplynu, tzv. skládkového plynu, jsou rovněž skládky komunálního odpadu. Odplynění skládky má zabránit hromadění skládkového plynu, které by mohlo mít za následek porušení izolační bariéry skládky (foliové nebo jílové) a předejít jeho úniku či případné příčině výbuchu.

Při biologickém rozkladu některých organických látek uložených ve skládkovém tělese vzniká skládkový plyn, jehož podstatnou část tvoří metan a oxid uhličitý. Jeho vznik závisí na tom, jaký materiál je na skládku ukládán, a ve kterém stadiu rozkladu uložených organických látek se skládka nachází. Vzniká však vždy u skládek komunálního odpadu.

Skládkový plyn, pokud není ze skládky uměle odčerpáván, migruje vrstvami uložených odpadů i vrstvami podloží skládky nerovnoměrně všemi směry. Tím hrozí nebezpečí vytvoření výbušné směsi se vzduchem a to i ve vzdálenosti několika set metrů od tělesa skládky. Kromě toho skládkový plyn snižuje koncentraci kyslíku ve vrchní, krycí vrstvě skládky, což často znemožňuje provedení biologické rekultivace.

Odvádění plynu tedy není nutné jen z důvodu možnosti energetického využití plynu, ale i z důvodu ochrany životního prostředí, tedy prevence znečištění atmosféry, ale i z důvodu nebezpečí exploze nahromaděného plynu. Každá skládka však nemusí mít odvod plynu. I když jsou skládky technicky odplyňované, může být zachycena pouze část mezi 20 – 70 % skutečně vzniklého plynu.

Podle způsobu odtahování plynu dělíme skládky na pasivní, kdy plyn uniká vlivem vlastního rozdílu hustot a aktivní, kdy je plyn odsáván vhodným potrubím do sběrného a jímacího zařízení.

V případě ekonomicky přijatelné vzdálenosti takovéto skládky od míst se stabilní potřebou tepla je možno z jímacího zařízení po dobu cca 15 let odebírat skládkový plyn a ten prostřednictvím plynovodního potrubí dopravovat do blízkého zdroje, kde se tento využije pro výrobu tepla, nebo elektřiny, nejlépe v kombinovaném cyklu (KVET).

Vzhledem k budoucím legislativním podmínkám (omezení množství odpadů deponovaných na skládkách) a zejména s ohledem na základní koncepci odpadového hospodářství v Brně, která předpokládá energetické využití odpadů v již provozovaném a do budoucna rozšiřovaném závodě ZEVO podniku SAKO Brno, a.s., nelze do budoucna počítat s dalším využitím skládkového plynu ze stávající skládky, tedy s podílem skládkového plynu na krytí energetických potřeb statutárního města Brna.

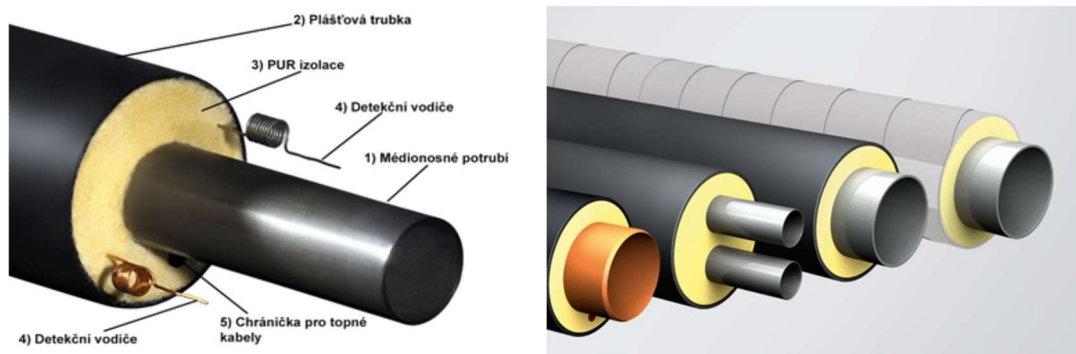
3.4 | Vhodné technologie pro distribuci tepla

Potrubí

V souvislosti s přestavbou parovodního systému distribuce tepla v centru města na systém horkovodní a dalším postupem obnovy stávajících horkovodních a teplovodních rozvodů tepla se předpokládá aplikace předizolovaných potrubních systémů rozvodů ukládaných přímo do země, nebo využívajících původních kanálových tras.

Tyto potrubní systémy budou kromě kvalitních izolačních vlastností umožňovat rychlou a přesnou identifikaci poruch. Pohled na typová provedení horkovodních, nebo teplovodních potrubí je na obrázku č. 58.

Obrázek 58: Konstrukce potrubí pro horkovodní a teplovodní rozvody



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

Předávací stanice

Předávací, nebo odběratelské stanice budou využívat moderní technologie kompaktního provedení stanic s deskovými výměníky a plně automatickou regulací s programovatelnými režimy útlumů a teplotních křivek. Pohled na možné provedení takovýchto stanic (od malé kompaktní až po velkou okrskovou) je na obrázku č. 59.

Obrázek 59: Předávací a odběratelské stanice tepla ze SZTE



Zdroj: Volně dostupné zdroje [4]

4 | Zásobování chladem

S potřebou produkce chladu se aktuálně setkáváme v řadě oborů. Zcela nezbytnou je produkce chladu při skladování a výrobě potravin, provozu vybraných technologií, zajištění provozu sportovišť s lednovou plochou a zajištění pohody prostředí v moderních obchodních a administrativních budovách. Hlavním důvodem je stavba moderních budov s velkými tepelnými zisky. Této skutečnosti napomáhá významné užití prosklení na fasádách budov, které v letních měsících umožňuje intenzivní příspěvek solárního záření do bilance tepelných zisků objektu. Dalším důvodem je nutný provoz velkého množství trvale provozovaných elektrických spotřebičů, kterými jsou ledničky, počítače, monitory a další kancelářská technika. Výstavba nových obchodních a administrativních budov bez klimatizačních systémů je již prakticky nemožná a řada starších objektů je aktuálně klimatizací doplňována.

Maximální požadovaný chladicí výkon je blízký 80 % výpočtového tepelného výkonu na vytápění.

Roční potřeba chladu odpovídá cca 25 % roční potřeby tepla. Meziroční srovnání jednotlivých chladicích sezón vykazuje výrazně větší variabilitu, než vykazuje srovnání sezón topných.

Přenos tepelné energie z nižší teplotní hladiny na teplotní hladinu vyšší je obecně možno realizovat různými způsoby. Chladicí zařízení pracují na principu odpařování a kondenzace chladiva. Chladicí zařízení dělíme do skupin podle způsobu dopravy par chladiva.

- **Kompresorová chladicí zařízení**

Kompresorové chlazení je jednou z nejpoužívanějších metod chlazení s širokým rozsahem použití.

Páry chladiva z výparníku do kondenzátoru jsou dopravovány pomocí elektrického kompresoru. Kompresní chladicí zařízení se skládá z výparníku, kompresoru, kondenzátoru a regulačního (škrťacího) ventilu. Způsob funkce kompresorového chlazení je založen na principu, kdy se chladicí látka odpařuje ve výparníku a při odpařování pohlcuje teplo z místa (systému), které má být ochlazeno. Páry chladiva (freony) se v kompresoru stlačují a přivádí do kondenzátoru, kde zkondenzují. V kondenzátoru vysrážené chladivo přechází do sběrače, odkud jej dle potřeby přepouštíme přes regulační (škrťací) ventil do výparníku. Zde dojde k prudkému snížení teploty a přeměně z kapalné fáze na plynnou, tím vznikne chlad. Z výparníku se vrací plynné chladivo ke kompresoru.

- **Absorpční chladicí zařízení**

Páry chladiva z výparníku do kondenzátoru jsou dopravovány pomocí „tepelného“ kompresoru - hnací energií je teplo z vysokoteplotního zásobníku. Využití tepelné energie pro pohon chladicího zařízení předurčuje absorpční chladicí zařízení pro produkci chladu středních a velkých výkonů v místech s dostupným zdrojem levné tepelné energie. Způsob funkce absorpčního chlazení je založen na fyzikálních vlastnostech dvou látek (chladivo a absorbent), a to na schopnosti jejich vzájemné absorpce.

- **Výhody a nevýhody použití**

Odlišnosti v provedení absorpčních a kompresorových chladicích zařízení formují výhody a nevýhody jejich použití. Základní myšlenkou uplatnění absorpčních oběhů je nahrazení hnací elektrické energie potřebné pro chod chladicího oběhu, levnější energií tepelnou. Ne vždy je ale uplatnění absorpční technologie vhodné a skutečností zůstává **dominantní množství instalací využívajících kompresorové chladicí jednotky.**

Jednotlivé výhody a nevýhody jsou srovnány v následující tabulce.

Tabulka 11: Výhody a nevýhody absorpčního a kompresorového oběhu

Porovnávaný parametr	Absorpční oběh	Kompresorový oběh
rozměry	velké	malé
spotřeba elektrické energie	nízká (5% výkonu)	vysoká (30 - 50 % výkonu)
investiční náročnost	vysoká	nízká
nároky na obsluhu	žádné	žádné
nároky na servis	velmi malé	malé
životnost	vysoká	nízká
požadavek na dodávku řídicího tepla	vysoký	žádný
množství pracovních náplní	velké	malé
hmotnost	velká	malá
hlučnost	nízká	střední

Z výše uvedeného porovnání parametrů chladicích oběhů nevznívá jednoznačné rozhodnutí pro žádnou z posuzovaných technologií. Vhodnost užití záleží vždy na konkrétních podmínkách a potřebách návazných systémů.

- **Dálkové chlazení**

Pojmem dálkové chlazení označujeme centralizovanou produkci a distribuci chladu. Dále je za systém dálkového chlazení označována i produkce chladu realizovaná v lokálních absorpčních chladicích stanicích využívajících jako hnací tepelnou energii teplo z dálkového rozvodu systému CZT.

- **Centralizovaná produkce chladu**

V případě centralizované produkce chladu je v místě energetické centrály instalována chladicí stanice, která může využít tepelné energie o vyšší teplotě v porovnání s koncovými větvemi SZTE. Vyšší teplota umožňuje nasazení absorpční chladicí technologie s vyšší efektivností produkce chladu. Vychlazená voda je prostřednictvím potrubní sítě dopravována z centrálního zdroje do hotelů, administrativních, průmyslových a obytných objektů.

Nevýhodou tohoto řešení je nutnost zbudovat dálkové rozvody chladné vody. Potrubní systém chladné vody neklade velké nároky na tepelnou izolaci, neboť teplotní spád mezi chladnou vodou a zemí v nezámrzné hloubce je minimální. Ale s ohledem na provozní teploty rozvodu chladné vody 6 °C/12 °C klade tento rozvod značně větší nároky na průřezy použitých potrubí. Značně citlivý je rozvod chladné vody na provedení konečného připojení ke spotřebiteli, kdy je nutno zamezit nežádoucímu ohřátí chladné vody.

- **Decentralizovaná produkce chladu**

Další možností realizace dálkového chlazení je použití lokálních absorpčních chladicích stanic napojených na rozvod SZTE. Tato koncepce je v podmínkách ČR již využívána z důvodu menší investiční náročnosti. Menší investiční náročnost souvisí s využitím již zbudovaných rozvodů SZTE bez budování dálkových rozvodů pro chlad. Výhodou je i lepší zajištění parametrů chladné vody předávané zákazníkovi na minimální vzdálenost mezi absorpční chladicí jednotkou a předávací bodem.

Nevýhodou tohoto systému je nutnost užití lokálních absorpčních chladicích jednotek pracujících s nižší teplotou hnací tepelné energie, což nutí provozovatele volit z nabídky méně efektivních chladicích strojů. Hlavní

nevýhodou zůstává potřeba udržovat v nejteplejších obdobích roku, s minimálním odběrem tepla zákazníky, teplotu v celém systému ZTE na dostatečně vysoké teplotě, potřebné pro zajištění chodu absorpčních chladicích jednotek. Vysoká teplota rozvodů tepla při malých předávaných množstvích tepelné energie vytváří podmínky pro vyšší tepelné ztráty, což může v konečném důsledku toto řešení ekonomicky výrazně zhoršit.

Investiční náklady na vybudování systému absorpčního chlazení jsou i v dnešní době stále vyšší než systémy s kompresním cyklem.

- **Dálkové zásobování chladem**

S dodávkou chladu prostřednictvím systému dálkového zásobování chladem má v ČR zkušenosti pouze několik společností, mezi které patří např. Dalkia Česká republika, a.s., Plzeňská teplárenská, a.s., Elektrárny Opatovice, a.s. Systémy dálkového zásobování chladem přináší uživatelům výhody v podobě vysoké spolehlivosti, stability ceny chladu, úspor prostor a personálních nákladů na zajištění technického zázemí výroby chladu. Dodavatelé chladu jsou motivováni jediným impulzem, kterým je letní odbyt tepelné energie. V neprospěch dodavatelů hovoří krátká doba ročního využití produkce chladu a značné výkyvy v meziročních odběrech chladu.

Například Plzeňská teplárna dodává páru pivovaru, která v absorpčních chladicích jednotkách vyrábí potřebný chlad k výrobě piva. Jedná se o dvě absorpční chladicí jednotky CARRIER 16 JB 068, chladicí výkon je 2 x 1,5 MW.

- **Trendy v zásobování chladem**

Produkce chladu je dnes dominantně realizována s využitím kompresorových chladicích jednotek. Po mechanické stránce jsou kompresorové oběhy plně zvládnuty, jejich provoz je spojen s nutnou spotřebou významného množství elektrické energie a environmentální slabinou zůstávají nežádoucí vlivy chladiv nekontrolovatelně vstupujících do atmosféry při poruchách a poškození zařízení. Absorpční chladicí jednotky stále nalezneme u chladicích výkonů od jednotek MW výše, ve vhodných aplikacích a vybraných místech.

Dosavadní zkušenosti s provozem absorpčních chladicích jednotek na území ČR dokládají řadu komerčně úspěšných aplikací. Na druhé straně však existuje řada aplikací s „dětskými chorobami“. Požadavky na chlazení se budou stále zvyšovat a tomuto trendu musí odpovídat i narůstající počet instalací chladicích jednotek. Nárůst počtu instalací chladicích absorpčních jednotek lze očekávat v souvislosti s případným nárůstem ceny elektrické energie.

- **Požadavky developerů**

V současné době je evidován zájem o vybudování absorpčního chlazení i zájem o kompresorové chlazení. Např. společnost Teplárny Brno realizovaly výstavbu zdroje chladu jen ve dvou objektech. První objekt je administrativní centrum Platinium na ulici Veveří. Je zde použita kompresorová technologie o výkonu 840kW s roční dodávkou chladu cca 750 GJ, provozovaná od roku 2006. Druhým je objekt krasobruslařské haly na ul. Křídlovická. Je zde použita kompresorová technologie o výkonu 420kW s roční dodávkou chladu cca 4 000 GJ, provozovaná od roku 2017.

V bytové výstavbě se vyskytuje převážně individuální řešení výroby chladu, zato v polyfunkčních objektech pak centrální chlazení na principu kompresorového chlazení.

Z významných developerských projektů je instalováno centrální chlazení např. v objektech AZ Tower, kde jsou instalována tepelná čerpadla země/voda, dále objekt Titánium na Nových sadech, kde jsou využity kompresorové jednotky. Mezi další objekty z instalovaným centrálním chladem jsou výškové objekty Šumavská Tower.

Některé připravované projekty budou rovněž využívat centrální systém chlazení. Jedná se např. o projekty Nová Vlněna (zde je řešena dodávka chladu kompresorovou technologií), výstavba bytového komplexu Maloměřické nábřeží na ulici Obřanská, kde budou instalována rovněž pro chlazení tepelná čerpadla země/voda, Nová Zbrojovka, Mendel Quarter na ul. Porgesova, Polyfunkční objekt Koliště-Vlhcá, Palác Trnitá, nová centrální budova magistrátu města Brna na ulici Benešova.

Zdroj dat

- [1] Územní energetická koncepce Statutárního města Brna 2005
- [2] Analytické podklady pro Územní energetickou koncepci Statutárního města Brna 2018
- [3] Vlastní výpočty ORTEP, s.r.o. se zohledněním podkladů TB, a.s. a SAKO Brno, a.s.
- [4] Volně dostupné zdroje
- [5] SAKO Brno, a.s.

Seznam tabulek a obrázků

Seznam tabulek

Tabulka 1:	Bilance výr., ztrát a dod. tepla podle ÚEK 2005 – var. stagnační.....	4
Tabulka 2:	Bilance výr., ztrát a dod. tepla podle ÚEK 2005 – var. rozvojová	5
Tabulka 3:	Bilance výr., ztrát a dod. tepla – skuteč. a prognóza ÚEK 2018.....	5
Tabulka 4:	Bilance ztrát a dod. tepla z PK podle ÚEK 2005 – var. stagnační	7
Tabulka 5:	Bilance ztrát a dod. tepla z PK podle ÚEK 2005 – var. rozvojová.....	7
Tabulka 6:	Bilance ztrát a dod. tepla z PK – skuteč. a prognóza ÚEK 2018	7
Tabulka 7:	Vývoj bilancí dodávek tepla v SZTE do r. 2050 podle ÚEK 2018	18
Tabulka 8:	Vývoj bilancí dod. tepla z PK TB, a.s. do r. 2050 podle ÚEK 2018	19
Tabulka 9:	Vývoj bilancí dod. tepla z Ostat. PK do r. 2050 podle ÚEK 2018.....	19
Tabulka 10:	Vývoj celk. bilancí dodávek tepla do systémů podle ÚEK 2018	26
Tabulka 11:	Výhody a nevýhody absorpčního a kompresorového oběhu	57

Seznam obrázků

Obrázek 1:	Výsledky multikriteriálního hodnocení původních V1, V2 a V3	3
Obrázek 2:	Předpokládaný a skutečný trend nových odběrů na SZTE.....	6
Obrázek 3:	Trendy nových odběrů na SZTE podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018.....	6
Obrázek 4:	Předpokládaný a skutečný trend nových odběrů na PK TB, a.s.	8
Obrázek 5:	Trendy nových odběrů na PK TB, a.s. dle ÚEK 2005 a ÚEK 2018	9
Obrázek 6:	Předpokládaný a skutečný trend úspor u odběrů SZTE	9
Obrázek 7:	Trendy úspor u odběratelů SZTE podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018	10
Obrázek 8:	Předpokládaný a skutečný trend úspor u odběrů na PK TB, a.s.	11
Obrázek 9:	Trendy úspor u odběratelů PK podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018	11
Obrázek 10:	Předpokládaný a skutečný trend úspor ztrát v rozvodech SZTE	12
Obrázek 11:	Trendy úspor v rozvodech SZTE podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018	13
Obrázek 12:	Předpokládaný a skutečný trend úspor v rozvod. z PK TB, a.s.....	13
Obrázek 13:	Trendy úspor ztrát v rozvod. z PK podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018.....	14
Obrázek 14:	Předpokládaný a skutečný trend dodávek tepla ze zdr. do SZTE.....	15
Obrázek 15:	Trendy celk. dodávek tepla do SZTE dle ÚEK 2005 a ÚEK 2018.....	15
Obrázek 16:	Předpokládaný a skutečný trend dodávek tepla z PK TB, a.s.....	16
Obrázek 17:	Trendy celk. dodávek tepla z PK podle ÚEK 2005 a ÚEK 2018.....	16
Obrázek 18:	Zákres rozmístění plánovaných rozvojových lokalit	17
Obrázek 19:	Předpoklad vývoje napojování nových odběratelů na SZTE	18
Obrázek 20:	Předpoklad vývoje napojování nových odběratelů na SZTE	19
Obrázek 21:	Vývoj spotř. tepla v typovém domě a obvyklá spotřeba 2017	20
Obrázek 22:	Vývoj měrné spotřeby tepla v typovém domě	21

Obrázek 23:	Struktura dosažených úspor v typovém domě	21
Obrázek 24:	Předpoklad vývoje úspor stávajících odběratelů na SZTE.....	22
Obrázek 25:	Předpoklad vývoje úspor stávajících odběratelů na PK TB, a.s.....	22
Obrázek 26:	Předpoklad vývoje úspor ztrát v rozvodech integrované SZTE.....	23
Obrázek 27:	Předpoklad vývoje úspor ztrát v rozvodech z PK TB, a.s.....	23
Obrázek 28:	Předpoklad vývoje celkových dodávek tepla v SZTE do r. 2050.....	24
Obrázek 29:	Předpoklad vývoje celk. dodávek tepla v PK TB, a.s. do r. 2050	25
Obrázek 30:	Předpoklad vývoje celk. dodávek tepla z ost. PK do r. 2050.....	25
Obrázek 31:	Struktura využívaných paliv pro SZTE v Brně	32
Obrázek 32:	Typové provedení velkého vysokotlakého parního kotle na ZP	34
Obrázek 33:	Typové provedení středního středotlakého parního kotle na ZP	34
Obrázek 34:	Typové provedení středních horkovodních kotlů na zemní plyn.....	35
Obrázek 35:	Typové provedení menších kondenzačních kotlů na zemní plyn	36
Obrázek 36:	Pohled na typové provedení velkého kotle na biomasu.....	37
Obrázek 37:	Kotle středního výkonu na spalování štěrky a slámy	37
Obrázek 38:	Příklad spalovací komory s roštovým topeništěm	38
Obrázek 39:	Princip spalování a čištění spalin v ZEVO pod. SAKO Brno, a.s.	38
Obrázek 40:	Technolog. schéma příprav. 3. linky na spal. odpadů v ZEVO.....	39
Obrázek 41:	Protitlaková parní turbína.....	40
Obrázek 42:	Parní kondenzační odběrová turbína.....	40
Obrázek 43:	Točivá redukce páry	41
Obrázek 44:	Plynová turbína	42
Obrázek 45:	Plynový motor menšího a velkého výkonu	43
Obrázek 46:	Mikroturbína a mikrokogenerace pro decentralizované zdroje	44
Obrázek 47:	Funkční principy palivového článku a Stirlingova motoru	44
Obrázek 48:	Příklady provedení ORC a parního pístového motoru	45
Obrázek 49:	Velký elektrokotel v teplárně a bateriové úložiště elektřiny	46
Obrázek 50:	Typická provedení kompresorových a absorpčních TČ.....	47
Obrázek 51:	Možné provedení statických akumulátorů tepla	47
Obrázek 52:	Princip funkce fototermálního kolektoru	48
Obrázek 53:	Základní rozdělení solárních kolektorů.....	49
Obrázek 54:	Pásma využitelnosti solárních kolektorů	49
Obrázek 55:	Pohled na provedení solárních kolektorů s vakuovými trubicemi.....	50
Obrázek 56:	Konstrukce plochého solárního kolektoru k celoročnímu využití.....	50
Obrázek 57:	Pohled na bioplynovou stanici.....	53
Obrázek 58:	Konstrukce potrubí pro horkovodní a teplovodní rozvody.....	55
Obrázek 59:	Předávací a odběratelské stanice tepla ze SZTE	55

Seznam zkratk

AP ÚEK SMB	Analytické podklady pro územní energetickou koncepci statutárního města Brna
CH ₄	metan
CZT	centrální zásobování teplem (=SZTE)
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	čistička odpadních vod
ČR	Česká republika
ČU	černé uhlí
DN	diametr nominal – jmenovitý průměr
DZE	druhotné zdroje energie
EDU	elektrárna Dukovany
EE	elektrická energie
ES	elektrizační soustava
EU	Evropská unie
HU	hnědé uhlí
HVS	horkovodní výměňková stanice
CHUP	chemická úpravna vody
JE	jaderná elektrárna
KPO	komunální a průmyslový odpad
KVET	kombinovaná výroba elektřiny a tepla
NL	nerozpustné látky
NL	nízkotlaký plynovod
ORC	organický Rankinův cyklus
OÚPR	Odbor územního plánování a rozvoje
OZE	obnovitelné zdroje energie
PBS	provoz Brno Sever
PČM	provoz Červený Mlýn
PK	plynová kotelna
POH	plán odpadového hospodářství
PPC	paroplynový cyklus
PSB	provoz Staré Brno
PRS	před-regulační stanice
PŠ	provoz Špitálka
RL	rozpustné látky
SAKO	SAKO Brno, a.s.
SEK	státní energetická koncepce
SKO	směsný komunální odpad
SMB	statutární město Brno
STL	středotlaký plynovod
SZTE	soustava zásobování tepelnou energií
TAP	tuhé alternativní palivo
TB, a.s.	Teplárny Brno, a.s.
TČ	tepelné čerpadlo
TEZA	tepelné zásobování Brno
TO	topný olej
TS	termosolární systém
TV	teplá voda
ÚEK	územní energetická koncepce
ÚP	Územní plán
UT	ústřední topení
VTL	vysokotlaký plynovod
ZEVO	zařízení pro energetické využívání (využití) odpadu
ZP	zemní plyn