



Publikace

Variantní posouzení scénářů dodávky tepla a el. energie ze zdrojů využívající fosilní paliva nebo OZE

**Dílo bylo zpracováno za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití
obnovitelných zdrojů energie pro rok 2015 – Program EFEKT**

Vypracovala společnost ENVIROS, s.r.o.

Na Rovnosti 1

130 00 Praha 3

Tel.: + 420 284 007 498

www.enviros.cz

Prosinec 2015

Publikace je určena široké veřejnosti k seznámení se s možnostmi zdrojů tepla a el. energie včetně jejich ekonomického a environmentálního hodnocení.

Publikace zároveň slouží jako doplňující podklad pro Ministerstvo průmyslu a obchodu a další resorty k plnění Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/27/EU ze dne 25. října 2012 o energetické účinnosti, konkrétně jejího článku 14 a přílohy IX.

OBSAH

1	ÚVOD	5
2	DEFINICE SCÉNÁŘŮ – VARIANTY A ALTERNATIVY	6
3	STANOVENÍ ENERGETICKÉ BILANCE SCÉNÁŘŮ A SPOTŘEBY FOSILNÍCH PALIV	8
3.1	Stanovení základní koncepce zdrojů ve variantách a alternativách	8
3.2	Stanovení vstupních údajů pro návrh zdrojů a jejich provozní bilance	9
3.2.1	Stanovení účinnosti	9
3.2.2	Stanovení vlastní spotřeby energie	10
	Vlastní spotřeba el. energie a tepla pro jednotlivé zdroje ve výkonových kategoriích je stanovena pomocí koeficientů vztažených k výrobě tepla. Konkrétní hodnoty koeficientů jsou uvedeny v následující tabulce.	10
3.2.3	Stanovení investičních nákladů	10
3.2.4	Stanovení nákladů na palivo	11
3.2.5	Stanovení provozních nákladů bez paliva	12
3.2.6	Ceny elektřiny a tepla	12
3.2.7	Stanovení provozní podpory ERÚ	13
4	STANOVENÍ EKONOMICKÉ BILANCE VARIANT	14
4.1	Ekonomické hodnocení variant a alternativ	14
4.1.1	Varianta 1	14
4.1.2	Varianta 2	16
4.1.3	Varianta 3	18
4.2	Výběr alternativy z hlediska provozovatele	20
4.3	Výběr alternativy z hlediska spotřebitelů energie	20
5	STANOVENÍ BILANCE VARIANT Z HLEDISKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	21
5.1.1	Varianta 1	21
5.1.2	Varianta 2	23
5.1.3	Varianta 3	24
6	HODNOCENÍ ALTERNATIV	26
6.1	Hodnocení varianty 1	26
6.2	Hodnocení varianty 2	26
6.3	Hodnocení varianty 3	26

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Požadované minimální a roční průměrné provozní účinnosti	9
Tab. 2	Koeficienty vlastní spotřeby energie vztažené k výrobě tepla	10
Tab. 3	Základní sazba (Kč/MWh)	13
Tab. 4	Doplňková sazba (Kč/MWh)	13
Tab. 5	Ekonomické hodnocení varianty 1 z hlediska prosté návratnosti investic a NPV	14
Tab. 6	Ekonomické hodnocení varianty 2 z hlediska prosté návratnosti investic a NPV	16
Tab. 7	Ekonomické hodnocení varianty z hlediska prosté návratnosti investic a NPV	18
Tab. 8	Varianta 1 - emise CO ₂ a znečišťujících látek	21
Tab. 9	Varianta 2 - emise CO ₂ a znečišťujících látek	23
Tab. 10	Varianta 3 - emise CO ₂ a znečišťujících látek	24

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Varianta 1 - NPV s podporou a bez podpory	15
Obr. 2	Varianta 1 - prostá návratnost investic s podporou a bez podpory	15
Obr. 3	Varianta 2 - NPV s podporou a bez podpory	17
Obr. 4	Varianta 2 - prostá návratnost investic s podporou a bez podpory	17
Obr. 5	Varianta 3 - NPV s podporou a bez podpory	19
Obr. 6	Varianta 3 - prostá návratnost investic s podporou a bez podpory	19
Obr. 7	Varianta 1 - emise znečišťujících látek	22
Obr. 8	Varianta 1 – emise CO ₂	22
Obr. 9	Varianta 2 - emise znečišťujících látek	23
Obr. 10	Varianta 2 – emise CO ₂	24
Obr. 11	Varianta 3 - emise znečišťujících látek	25
Obr. 12	Varianta 3 - emise CO ₂	25

1 ÚVOD

Publikace „Variantní posouzení dodávek elektřiny a tepla“ tematicky navazuje na předchozí publikaci „Posouzení potenciálu vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny (KVET)“, zpracovanou v minulém roce, která popisuje stávající a výhledovou poptávku po teple a chladu v ČR včetně stávajících instalovaných KVET a návrhy dalších nově instalovaných KVET včetně bilančních údajů o jejich nově instalovaných elektrických a tepelných výkonech a množství dodané el. energie a tepla.

Publikace „Variantní posouzení dodávek elektřiny a tepla“ se od předchozí liší v tom, že posuzuje dodávky tepla nejen ze zdrojů KVET (teplárny), ale též ze zdrojů jen pro výrobu tepla (výtopny).

Publikace v úvodu definuje tři základní varianty zdrojů tepla nebo tepla a el. energie lišící se rozsahem tepelného výkonu. Každá z variant řeší v daném výkonovém rozsahu možnou dodávku energie v několika alternativách lišících se jednak druhem zdroje (výtopna pro dodávku jen tepla nebo teplárna pro dodávku tepla a el. energie) a jednak druhem paliva (zemní plyn, biomasa, odpad) nebo zdrojem nízkopotenciálního tepla pro dodávku tepla z tepelného čerpadla.

Pro každou alternativu ve třech výkonových variantách jsou stanoveny scénáře provozu zdroje energie a odpovídající bilance spotřeby paliva a množství dodaného tepla a el. energie.

Následně jsou v uvedeném členění jednotlivé alternativy takto navržených zdrojů hodnoceny z hlediska ekonomie provozu a vlivu jejich provozu na životní prostředí.

V závěru publikace jsou výsledky hodnocení shrnuty do přehledu, z kterého vychází doporučení pro určení instalace vhodného zdroje energie do daných podmínek. Výběr optimální varianty však vždy bude záležet na komplexním posouzení situace v lokalitě.

2 DEFINICE SCÉNÁŘŮ – VARIANTY A ALTERNATIVY

Pro dodávku jen tepla nebo pro společnou dodávku el. energie a tepla při jeho výrobě v kombinovaném cyklu (KVET) jsou definovány tři základní výkonové varianty zdrojů energie:

- 5-10 MWt
- 0,3 – 5 MWt
- 0,1 – 0,3 MWt

V každé variantě je řešen zdroj energie v několika alternativách, které se liší buď druhem paliva nebo typem zdroje energie. První 3 alternativy jsou v každé variantě stejné. V nejnižší výkonové variantě neuvažujeme samozřejmě s teplárnou. Navíc je však posuzován zdroj tepla na bázi tepelného čerpadla, produkující využitelné teplo z nízkopotenciálního tepla se současnou nízkou spotřebou el. energie. V nejvyšší výkonové variantě je jako 6. alternativa počítána klasická spalovna odpadu.

VAR. I Energetický zdroj s výkonem 5 - 10 MWt s navazující soustavou zásobování teplem

Alt. 1 plynová kotelna, výroba tepla

Alt. 2 kotelna spalující biomasu (štěpka – obsluha)

Alt. 3a plynová teplárna, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu (6000 h/rok)

Alt. 3b plynová teplárna, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu (4400 h/rok)

Alt. 3c plynová teplárna, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu (3000 h/rok)

Alt. 4 teplárna se zplyňováním biomasy, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu

Alt. 5 teplárna na principu pyrolýzy odpadu, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu

Alt. 6 teplárna spalující odpad, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu

VAR. II Energetický zdroj s výkonem 0,3 - 5 MWt s navazujícími rozvody

Alt. 1 plynová kotelna, výroba tepla

Alt. 2 kotelna spalující biomasu (štěpka - obsluha)

Alt. 3a plynová teplárna, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu (6000 h/rok)

Alt. 3b plynová teplárna, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu (4400 h/rok)

Alt. 3c plynová teplárna, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu (3000 h/rok)

Alt. 4 teplárna se zplyňováním biomasy, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu

Alt. 5 teplárna na principu pyrolýzy odpadu, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu

VAR. III Domovní nebo blokový energetický zdroj s výkonem 100 - 300 kWt

Alt. 1 plynová kotelna, výroba tepla

Alt. 2 kotelna spalující biomasu (pelety – automatický provoz)

Alt. 3a plynová teplárna, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu (6000 h/rok)

Alt. 3b plynová teplárna, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu (4400 h/rok)

Alt. 3c plynová teplárna, výroba tepla a el. energie v kombinovaném cyklu (3000 h/rok)

Alt. 4 tepelné čerpadlo vzduch – voda, výroba tepla – zvětšení plochy otopného systému
na nižší teplotu topné vody

3 STANOVENÍ ENERGETICKÉ BILANCE SCÉNÁŘŮ A SPOTŘEBY FOSILNÍCH PALIV

3.1 Stanovení základní koncepce zdrojů ve variantách a alternativách

Zdroje tepla a el. energie (KVET) jsou navrženy tak, aby bylo dosaženo co nejvyššího stupně společné výroby tepla a el. energie což je podmínka pro ekonomicky příznivý provoz zdroje a nižší produkci emisí.

V případě spalování zemního plynu anebo výroby plynu z biomasy (zplyňováním) nebo odpadu (pyrolýzou) jsou navrženy do zdrojů plynové kogenerační jednotky pracující na principu Ottova cyklu, tedy s vysokým poměrem vyrobené el. energie vůči vyrobenému teplu. Vyrobená el. energie je po pokrytí vlastní spotřeby zdroje z větší části prodávána do sítě.

Při výrobě plynu zplyňováním biomasy je teplo z chlazení plynu využito pro sušení vstupní biomasy, čímž se zvyšuje účinnost výroby plynu z biomasy. Teplo pro krytí vlastní spotřeby zdroje a pro prodej je bráno jen z tepla vyrobeného v kogenerační jednotce.

V případě spalování odpadu je zdroj navržen s výrobou páry v parním kotli a s parní protitlakou turbínou pracující na principu Rankinova cyklu. Výroba el. energie vůči výrobě tepla je v tomto případě velmi nízká a je uvažována především pro krytí vlastní spotřeby el. energie zdroje s malým množstvím přebytečné el. energie prodané do sítě

Aby bylo možno srovnat provoz vytopen (jen výroba tepla) s teplárnami (výroba el. energie a tepla) je nutno koncipovat teplárenské zdroje se špičkovými kotli. Tím bude zajištěno vyšší roční využití elektrického i tepelného výkonu kogenerační jednotky, což je podmínka pro příznivé ekonomické hodnocení jejího provozu vzhledem k vysokým měrným investičním nákladům.

S přihlédnutím k závěrům předchozí publikace „Posouzení potenciálu vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny“ je dimenzování tepelného výkonu navrženo jako průměr vysokého a nízkého scénáře.

Tepelný výkon kogenerační jednotky je, podle průběhu tepelného výkonu pro vytápění a přípravu TV během roku, dimenzován pro kogenerační jednotky s motorem na zemní plyn (Alt.3a, 3b a 3c) ve výši 10%, 22% a 40% požadovaného jmenovitého tepelného výkonu zdroje a s dobou provozu jednotky 6 000, 4 400 a 3 000 h/r. Tepelný výkon špičkových kotlů bude potom 80, 78 a 60 % celkového tepelného výkonu zdroje.

Tepelný výkon Alt. 4 a 5 je dimenzován jednotně ve výši 20 % jmenovitého tepelného výkonu zdroje pro dobu provozu 5 000 h/r. U Alt. 5 je navíc respektována účinnost výroby pyrolýzního plynu v retortě 83 %.

U Alt. 4 lze případně navržené zplyňování biomasy zaměnit za pyrolýzu biomasy.

Elektrický výkon kogenerační jednotky je dimenzován ve Var. I 95%, ve Var. II 85 % a ve Var. III 70 % tepelného výkonu kogenerační jednotky.

V případě Alt. 5 s výrobou el. energie a tepla pomocí pyrolýzy bude kromě výroby pyrolytického plynu, který bude dodáván do kogenerační jednotky dalším produktem pyrolýzy tzv. „koksový zbytek“ v množství cca 10 %, který je možno následně využít např. jako vstupní surovinu pro výrobu aktivního uhlí. Koksový zbytek je tedy pro provozovatele zdroje dalším výnosem ve výši cca 10 tis. Kč/t.

V alternativě 6 Var. I (soustrojí s parní protitlakou turbínou) je el. účinnost soustrojí brána jen 5 % vzhledem k nízkému entalpickému spádu na turbíně jako důsledku nízkého tlaku páry z kotlů malého výkonu.

Roční využití tep. výkonu výtopny s dodávkou tepla pro vytápění a přípravu TV je možno pro průměrné klimatické podmínky v ČR brát 2 500 h/r.

Špičkové kotle jsou navrženy pro spalování zemního plynu nejen v alternativách 3, 4 a 5, ale i v alternativě 6 Var. I (spalování odpadu s výrobou malého množství el. energie pro vlastní spotřebu). To znamená, že i v alternativě 6 Var. I bude tepelný výkon zařízení na spalování odpadu dimenzován vůči celkovému tepelnému výkonu zdroje stejně jako v ostatních „teplárenských“ alternativách se špičkovými kotli. Toto řešení je vynuceno velmi nízkým rozsahem regulovatelnosti výkonu roštových kotlů na spalování odpadu.

3.2 Stanovení vstupních údajů pro návrh zdrojů a jejich provozní bilance

3.2.1 Stanovení účinnosti

Pro zajištění reálných bilancí jsou u jednotlivých zařízení posuzovaných zdrojů uvažovány roční průměrné účinnosti, které se liší od požadovaných minimálních jmenovitých účinností stanovené Vyhláškou 441/2012 Sb. o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie. Průměrné roční účinnosti respektující skutečný provoz zdrojů s přihlédnutím k využití jmenovitého výkonu, počtu studených startů apod. Konkrétní hodnoty ročních průměrných účinností jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 1 Požadované minimální a roční průměrné provozní účinnosti

Druh zařízení	Var.	Požadovaná minimální účinnost dle vyhlášky 441/2012	Roční průměrná provozní účinnost
		(%)	(%)
Teplovodní kotel na zemní plyn	I	90	88
	II	86	88
	III	85	88
Teplovodní kotel na biomasu	I	74	82
	II	71	78
	III	65	80
Zplyňovací generátor na biomasu pro výrobu dřevoplynu**	I	-	85
	II	-	85
Pyrolýzní jednotka na odpad pro výrobu syntézního plynu**	I	-	85
	II	-	85
Parní kotel na odpad**	I	-	80
El. účinnost kogenerační jednotky na zemní plyn*	I	42	41
	II	38	39
	III	34	30
El. účinnost kogenerační jednotky na dřevoplyn**	I	-	36
	II	-	32

El. účinnost kogenerační jednotky na syntézní plyn**	I	-	35
	II	-	33

* pro el. výkon KJ odpovídající cca 20% tepelného výkonu zdroje

** podle konkrétních instalací

3.2.2 Stanovení vlastní spotřeby energie

Vlastní spotřeba el. energie a tepla pro jednotlivé zdroje ve výkonových kategoriích je stanovena pomocí koeficientů vztahených k výrobě tepla. Konkrétní hodnoty koeficientů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 2 Koeficienty vlastní spotřeby energie vztahené k výrobě tepla

Alternativa	Var.	Koeficient vlastní spotřeby tepla	Koeficient vlastní spotřeby el. energie
		(-)	(-)
Plynová kotelna	I	0,02	0,04*
	II	0,02	0,04*
	III	0,02	0,03
Kotelna spalující biomasu	I	0,04	0,06*
	II	0,04	0,06*
	III	0,02	0,04
Plynová teplárna	I	0,04	0,05*
	II	0,04	0,05*
	III	0,02	0,03
Teplárna se zplyňováním biomasy	I	0,04	0,08*
	II	0,04	0,08*
Teplárna na principu pyrolýzy	I	0,06**	0,06*
	II	0,06**	0,06*
Teplárna spalující odpad	I	0,05	0,06*
Zdroj s tepelným čerpadlem	III	0,01	0,02***

* bez oběhových čerpadel systému CZT

** pro dosušení vstupu

*** kromě pohonu kompresoru

3.2.3 Stanovení investičních nákladů

Měrné investiční náklady na kotle a generátory plynu vztahené na tepelný výkon jsou zadány včetně vyvedení tepla na začátek již existujících rozvodů tepla.

U kogenerační jednotky jsou investiční náklady vztahené na el. výkon včetně nákladů na vyvedení el. výkonu do blízkého stávajícího rozvaděče.

U alternativ 1, 2 a 3 (výtopny a teplárny s kogenerační jednotkou na zemní plyn), se vzhledem k vysokému počtu realizovaných zdrojů tohoto druhu měrné investiční náklady pohybují v relativně úzkém rozsahu.

U alternativ 4,5 a 6 (zplyňování biomasy a energetické využití odpadu) se jedná zatím o ojediněle instalovaná zařízení. Jejich měrné investiční náklady se proto pohybují ve velmi

širokém rozsahu v závislosti na dodavateli a konkrétním provedení zdroje. Uvedené měrné investiční náklady je tedy nutno brát pouze orientačně.

V případě tepelného zdroje s tepelným čerpadlem je v investičních nákladech uvažován i náklad na zvýšení plochy otopných těles vytápěného objektu v důsledku nižší teploty topné vody.

Všechny údaje jsou bez DPH.

Investice na plynovou kotelnu

Var. I	5 mil.Kč/MWt (nová výstavba)
Var. II	3 mil.Kč/MWt (pro instalaci do stávajícího objektu)
Var. III	4,5 mil.Kč/MWt (pro instalaci do stávajícího objektu)

Investice na kotelnu na spalování biomasy

Var. I a II	8 mil.Kč/MWt
Var. III	5 mil.Kč/MWt

Investice na plynovou kogenerační jednotku

Var. I	18 mil.Kč/MWe
Var. II	28 mil.Kč/MWe
Var. III	45 mil.Kč/MWe

Investice na teplárnu na spalování odpadu včetně malé parní turbíny

Var. I	70 mil.Kč/MWt
--------	---------------

Investice na generátor na zplyňování biomasy včetně KJ

Var. I a II	130 mil.Kč/MWe
-------------	----------------

Investice na pyrolýzu odpadu včetně KJ

Var. I a II	120 mil.Kč/MWe
-------------	----------------

Investice na zdroj tepla s tepelným čerpadlem

Var. III	20 mil.Kč/MWt
----------	---------------

3.2.4 Stanovení nákladů na palivo

Cena zemního plynu

Var. I	270 Kč/GJ
Var. II	290 Kč/GJ

Var. III 310 Kč/GJ

Cena biomasy

Štěpka (Var. I a II) 120 Kč/GJ

Pelety (Var. III) 250 Kč/GJ

Cena odpadu

Var. I a II -111 Kč/GJ

Přijetí odpadu je příjem provozovatele. Uvažovaná výhřevnost 9 GJ/t a cena 1000 Kč/t.

Cena el. energie pro tepelné čerpadlo v sazbě C

Var. 3 2 600 Kč/MWh

3.2.5 Stanovení provozních nákladů bez paliva

Roční náklady na opravy a údržbu kotlů a generátorů

3 % z investičních nákladů

Roční náklady na opravy a údržbu KJ vztažené na vyrobenou el. energii

Var. I 250 Kč/MWh

Var. II 350 Kč/MWh

Var. III 460 Kč/MWh (pro výkon 30 kWe)

Mzdové náklady

Předpokládaný úvazek pro 3 zaměstnance ve výši 27000 Kč hrubé mzdy. U varianty III uvažujeme pouze s občasným dohledem ve výši 0,1 mil.Kč/r.

Var. I a II 1,0 mil.Kč/r

Var. III 0,1 mil.Kč/r

3.2.6 Ceny elektřiny a tepla

Prodejní ceny elektřiny a tepla jsou stanoveny z pohledu provozovatele zdroje. Ceny tepla jsou tedy brány stejné jak pro vytopny, tak pro teplárny, kde vyšší investice a vyšší náklady na palivo jsou redukovány ziskem z prodeje dodané el. energie.

Teplo

Při stanovení průměrné ceny tepla jsme vycházeli z cenového vyhodnocení ERÚ pro rok 2014. Průměr cen v kategorii „z výroby při výkonu do 10 MWt“ je následující:

- ze zemního plynu 460 Kč/GJ
- z biomasy 300 Kč/GJ
- z odpadu (jako bio) 300 Kč/GJ

Jednotlivé alternativy ve variantách vzájemně porovnáváme, a proto musíme počítat s jednotnou cenou prodaného tepla. Pro variantu 1 a variantu 2 je to cena 460 Kč/GJ.

Pro variantu 3 používáme jednotnou cenu tepla 600 Kč/GJ, která byla stanovena jako průměr cen tepelné energie v kategorii „z rozvodů z blokové kotelny“ a „z domovní kotelny“ cenového vyhodnocení ERÚ pro rok 2014. Výsledné průměrné ceny jsou následující:

- ze zemního plynu 600 Kč/GJ
- z biomasy 490 Kč/GJ

Elektrická energie

Ve variantě 1 a 2 uvažujeme s prodejem do sítě.

- 1 100 Kč/MWh pro provoz 4400 a 3000 h/rok
- 950 Kč/MWh pro 6000 h/rok

Ve variantě 3 je vyrobená elektrická energie prodávána přímo do bytů a nahrazuje tak cenu za silovou elektřinu a cenu za distribuci v sazbě D

- 2 400 Kč/MWh

3.2.7 Stanovení provozní podpory ERÚ

Pro navržený provoz KJ bude prakticky využito veškeré vyrobené teplo v kombinovaném cyklu s výrobou el. energie – bude tedy zajištěna tzv. vysokoúčinná kogenerace a je možno využít následující základní a doplňkové sazby.

V době zpracování publikace je platné Cenové rozhodnutí ERÚ č. 1/2014. Pro základní a doplňkové sazby platí následující hodnoty:

Tab. 3 Základní sazba (Kč/MWh)

	8 400 h	4 400 h	3 000 h
Var. 1	75	500	830
Var. 2	170	780	1 180
Var. 3	250	1 180	1 640

Tab. 4 Doplňková sazba (Kč/MWh)

Pro zemní plyn	455
Pro odpad	155
Pro zplyňování biomasy	755

S provozní podporou tepla z biomasy neuvažujeme.

4 STANOVENÍ EKONOMICKÉ BILANCE VARIANT

4.1 Ekonomické hodnocení variant a alternativ

4.1.1 Varianta 1

Ekonomické hodnocení ve Variantě 1 je provedeno pro ilustrativní výkon 7,5 MWt a cenu tepla 460 Kč/GJ (na patě zdroje)

Tab. 5 Ekonomické hodnocení varianty 1 z hlediska prosté návratnosti investic a NPV

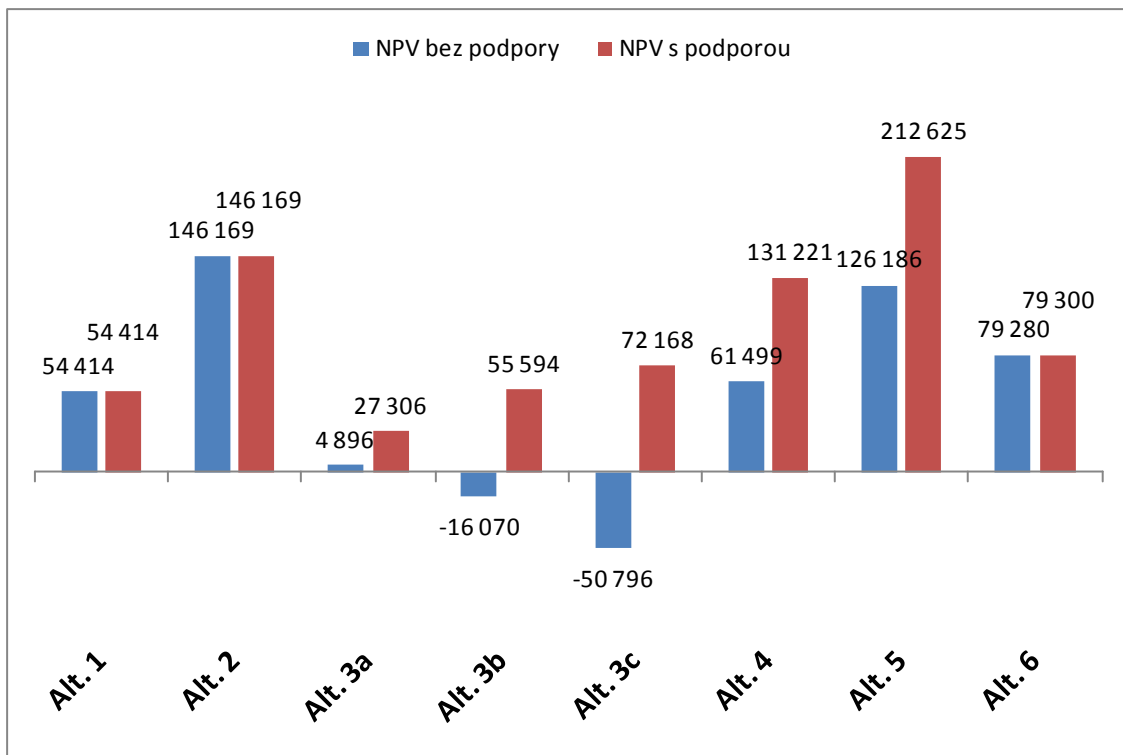
	Alt.1 plynová kotelna	Alt.2 kotelna spalující biomasu	Alt.3a plynová teplárna 6000 h/r	Alt.3b plynová teplárna 4400 h/r	Alt.3c plynová teplárna 3000 h/r	Alt.4 teplárna se zplyňováním biomasy	Alt.5 teplárna na principu pyrolýzy odpadu	Alt.6 teplárna spalující odpad
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
NPV bez podpory	54 414	146 169	4 896	-16 070	-50 796	61 499	126 186	79 280
NPV s podporou	54 414	146 169	27 306	55 594	72 168	131 221	212 625	79 300
	let	let	let	let	let	let	let	let
Prostá doba návratnosti bez podpory	4,9	3,5	11,2	17,1	33,4	8,2	5,9	6,3
Prostá doba návratnosti s podporou	4,9	3,5	7,7	6,4	6,6	6,0	4,3	6,3

Z hlediska ekonomiky **bez podpory** (podle kritéria NPV) je nejlepší kotelna spalující biomasu (Alt. 2) následovaná teplárnou s pyrolýzou odpadu (Alt. 5), dále teplárna spalující odpad (soustrojí s parní protitlakou turbínou, Alt. 6), teplárna se zplyňováním biomasy (Alt. 4), plynová kotelna (výtopna, Alt. 1) a plynová teplárna s dobou provozu 6000 h/rok (Alt. 3a). Alternativy 3b a 3c vycházejí bez podpory se záporným NPV.

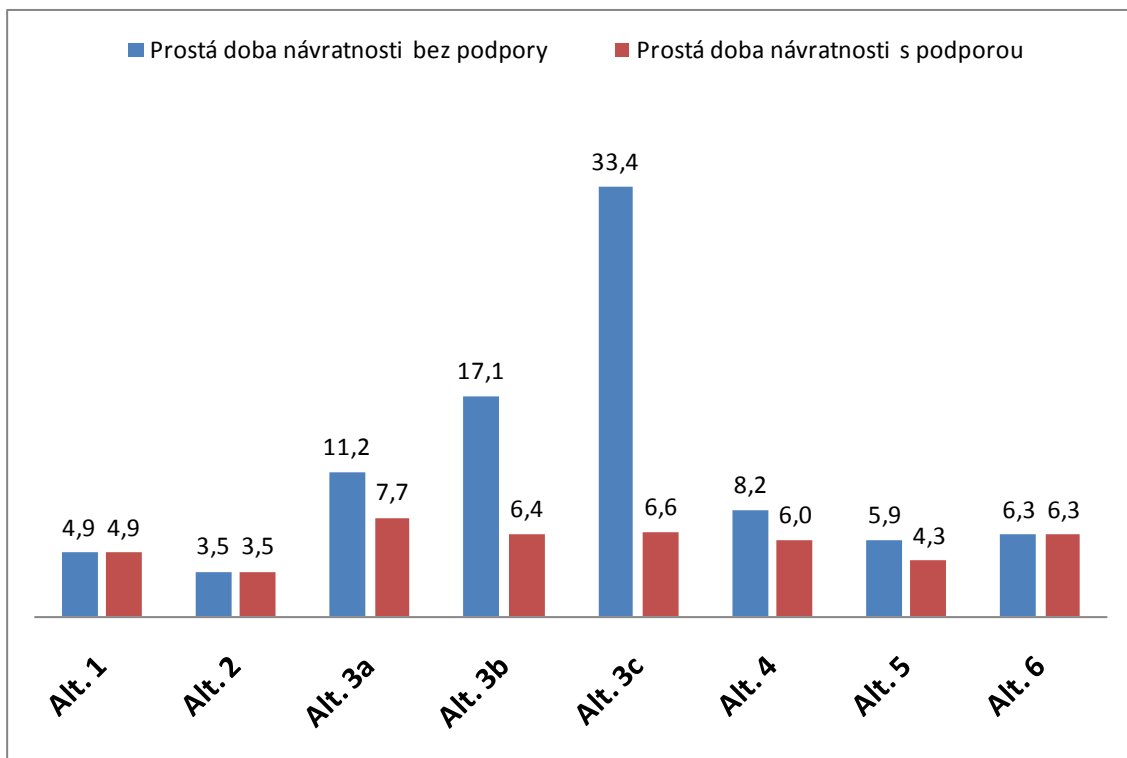
Z hlediska ekonomiky **s podporou** (podle kritéria NPV) se z druhé příčky na první posune teplárna s pyrolýzou odpadu (Alt. 5), čímž předstihne kotelnu spalující biomasu (Alt. 2). Na třetím místě je teplárna se zplyňováním biomasy (Alt. 4). Další pořadí je již stejné jako bez podpory s výjimkou alternativ 3b a 3c, které vycházejí lépe než plynová kotelna (Alt. 1).

Srovnání ekonomiky provozu jednotlivých alternativ zobrazují následující 2 grafy.

Obr. 1 Varianta 1 - NPV s podporou a bez podpory



Obr. 2 Varianta 1 - prostá návratnost investic s podporou a bez podpory



4.1.2 Varianta 2

Ekonomické hodnocení ve Variantě 2 je provedeno pro ilustrativní výkon 2,7 MWt a cenu tepla 460 Kč/GJ (na patě zdroje).

Tab. 6 Ekonomické hodnocení varianty 2 z hlediska prosté návratnosti investic a NPV

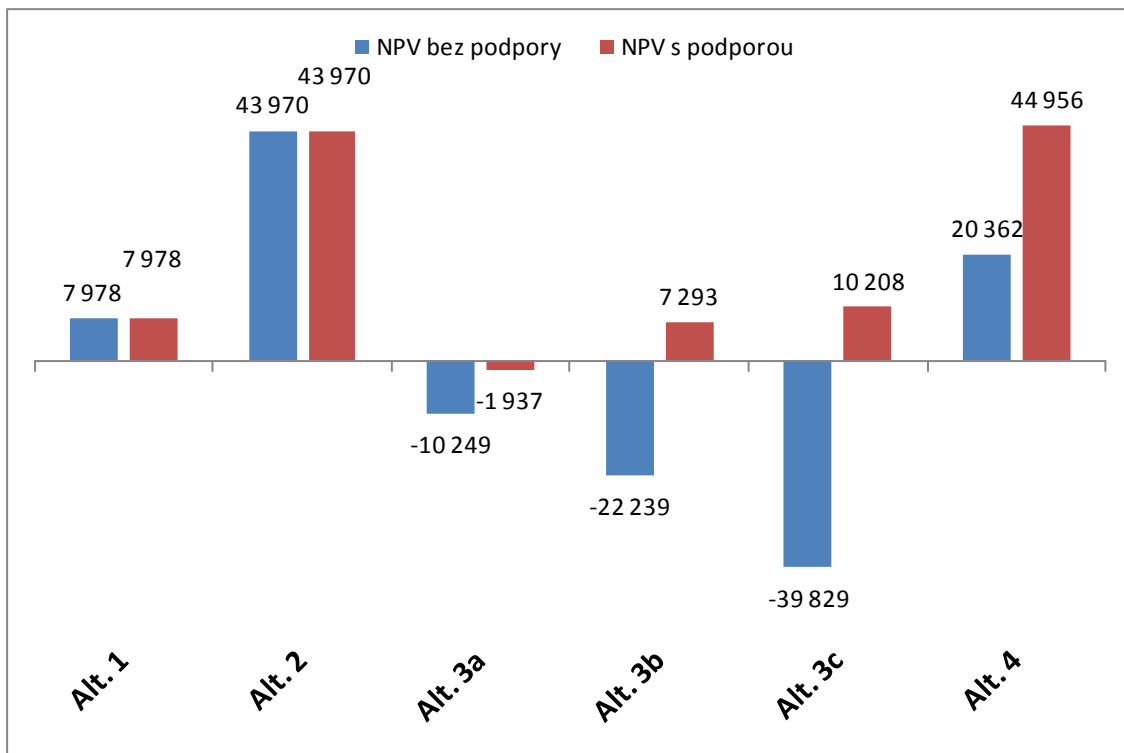
	Alt.1 plynová kotelna	Alt.2 kotelna spalující biomasu	Alt.3a plynová teplárna 6000 h/r	Alt.3b plynová teplárna 4400 h/r	Alt.3c plynová teplárna 3000 h/r	Alt.4 teplárna se zplyňováním biomasy
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
NPV bez podpory	7 978	43 970	-10 249	-22 239	-39 829	20 362
NPV s podporou	7 978	43 970	-1 937	7 293	10 208	44 956
	let	let	let	let	let	let
	Alt.1 plynová kotelna	Alt.2 kotelna spalující biomasu	Alt.3a plynová teplárna 6000 h/r	Alt.3b plynová teplárna 4400 h/r	Alt.3c plynová teplárna 3000 h/r	Alt.4 teplárna se zplyňováním biomasy
Prostá doba návratnosti bez podpory	6,1	4,0	57,9	-138,8	-46,6	7,9
Prostá doba návratnosti s podporou	6,1	4,0	14,6	9,2	9,4	5,5

Z hlediska ekonomiky **bez podpory** (podle kritéria NPV) je nejlepší kotelna spalující biomasu (Alt. 2) následovaná teplárnou se zplyňováním biomasy (Alt. 4) a plynovou kotelnou (Alt. 1). Plynové teplárny (Alt. 3a, 3b a 3c) vycházejí bez podpory nepříznivě, což je značně ovlivněno volbou ilustrativního výkonu 2,7 MWt. Měrná investiční náročnost KJ je totiž v tomto výkonovém rozsahu vysoká. Jak ve variantě 1 (Tab. 5) tak i ve variantě 3 (Tab. 7 Obr. 7) jsou plynové kogenerace ekonomicky zajímavější.

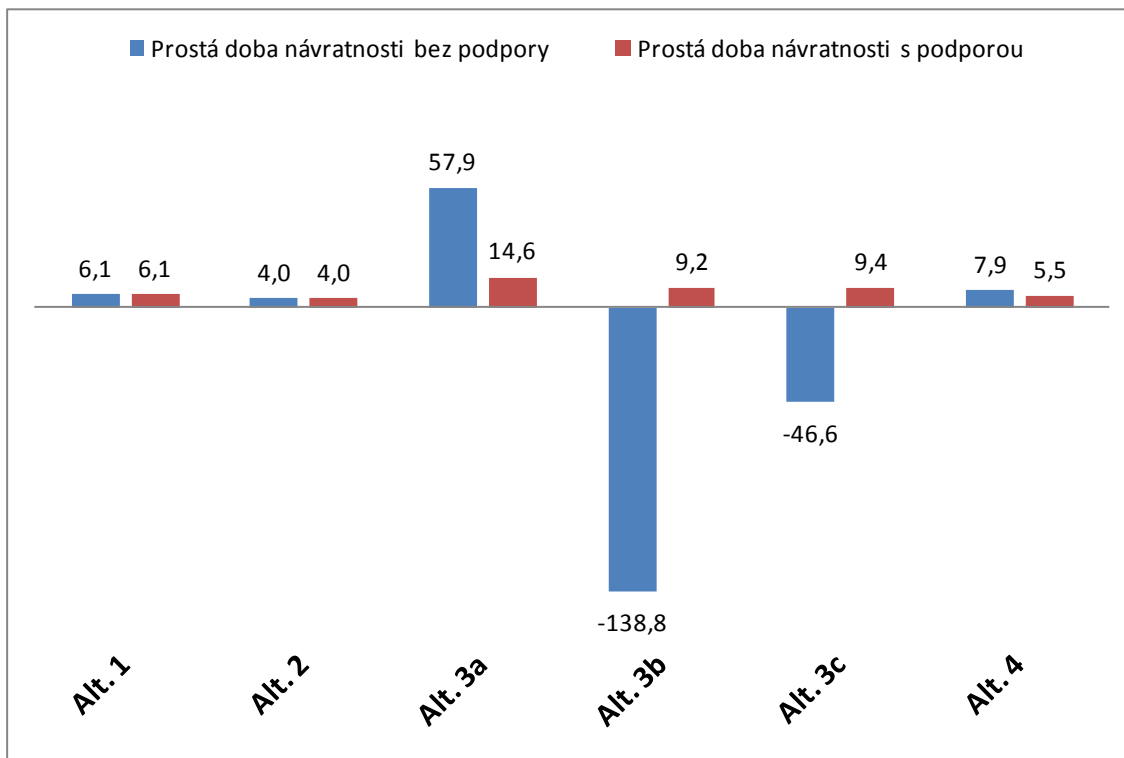
Z hlediska ekonomiky **s podporou** (podle kritéria NPV) vychází kotelna spalující biomasu (Alt. 2) prakticky stejně výhodně jako teplárna se zplyňováním biomasy (Alt. 4). Plynové kogenerace s dobou provozu 4400 h/rok (Alt. 3b) a 3000 h/rok (Alt. 3c) vychází podobně jako plynová kotelna. Nejméně výhodná je v této variantě plynová kogenerace s dobou provozu 6000 h/rok (Alt. 3a).

Srovnání ekonomiky provozu jednotlivých alternativ zobrazují grafy.

Obr. 3 Varianta 2 - NPV s podporou a bez podpory



Obr. 4 Varianta 2 - prostá návratnost investic s podporou a bez podpory



4.1.3 Varianta 3

Ekonomické hodnocení ve Variantě 3 je provedeno pro ilustrativní výkon 0,2 MWt a cenu tepla 600 Kč/GJ (u konečného odběratele).

Tab. 7 Ekonomické hodnocení varianty z hlediska prosté návratnosti investic a NPV

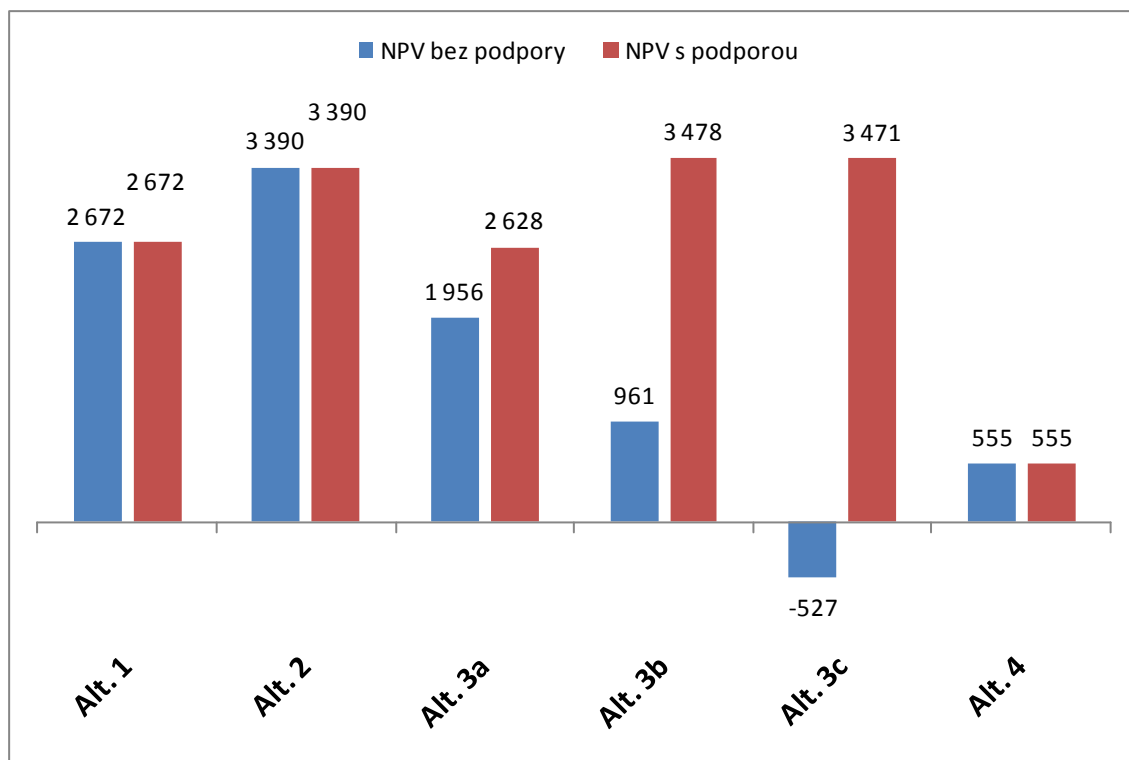
	Alt.1 plynová kotelna	Alt.2 kotelna spalující biomasu	Alt.3a plynová teplárna 6000 h/r	Alt.3b plynová teplárna 4400 h/r	Alt.3c plynová teplárna 3000 h/r	Alt.4 tepelné čerpadlo vzduch-voda
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
NPV bez podpory	2 672	3 390	1 956	961	-527	555
NPV s podporou	2 672	3 390	2 628	3 478	3 471	555
	let	let	let	let	let	let
Prostá doba návratnosti bez podpory	3,0	2,7	5,1	8,5	14,9	10,9
Prostá doba návratnosti s podporou	3,0	2,7	4,3	4,7	5,9	10,9

Z hlediska ekonomiky **bez podpory** (podle kritéria NPV) vycházejí nejlépe výtopenské zdroje - kotelna spalující biomasu (Alt. 2) a plynová kotelna (Alt. 1). S mírným odstupem následuje plynová kogenerace s dobou provozu 6000 h/rok a 4400 h/rok (Alt. 3a). Tepelné čerpadlo (Alt. 4) je na předposledním místě, těsně před plynovou teplárnou s dobou provozu 3000 h/rok (Alt. 3c). Ta se bez podpory nevyplatí.

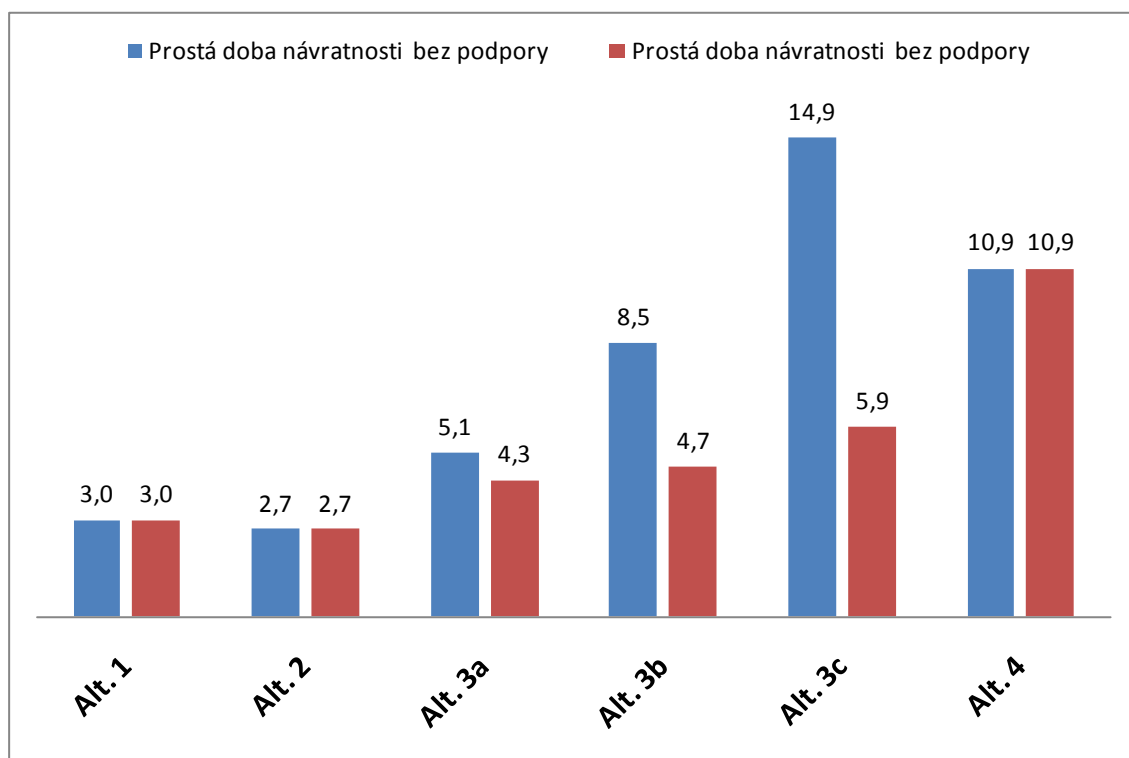
Z hlediska ekonomiky **s podporou** (podle kritéria NPV) vycházejí nejlépe plynové teplárny s dobou provozu 4400 h/rok a 3000 h/rok (Alt. 3b a 3c) a kotelna spalující biomasu (Alt. 2). S odstupem přibližně 600 tis. Kč následuje plynová teplárna s dobou provozu 6000 h/rok (Alt. 3a) a plynová kotelna (Alt. 1). Tepelné čerpadlo vychází sice nejhůře, ale prostá doba návratnosti 10,9 let zvláště pro domácnosti je přijatelná.

Srovnání ekonomiky provozu jednotlivých alternativ zobrazují následující grafy.

Obr. 5 Varianta 3 - NPV s podporou a bez podpory



Obr. 6 Varianta 3 - prostá návratnost investic s podporou a bez podpory



4.2 Výběr alternativy z hlediska provozovatele

Provozovatel zdroje prodává teplo za cenu, kterou jsou ochotni akceptovat koneční spotřebitelé. Provozovatel nebo investor (dosadí tuto cenu do bilanční tabulky) si může vybrat vhodnou alternativu (tedy druh zdroje pro dodávku tepla) z hlediska svého hodnotícího kritéria, obvykle je to NPV. Je nutno připomenout, že bilance jsou provedeny pro cenu tepla na patě zdroje. Není tedy uvažováno se ztrátami v rozvodu.

Cenu tepla uvažujeme pro variantu 1 a 2 460 Kč/GJ. Pro variantu 3 uvažujeme cenu tepla 600 Kč/GJ.

Pokud si provozovatel (investor) vybere zdroj se současnou výrobou elektřiny, kterou (po odečtení vlastní spotřeby) prodává na trhu, tak výnosy z prodeje elektřiny samozřejmě zlepšují ekonomiku projektu. Prodej elektřiny má na rozdíl od prodeje tepla tu výhodu, že každá vyrobená MWh je na trhu uplatnitelná.

Cenu elektřiny uvažujeme pro variantu 1 a 2 1100 Kč/MWh. Pro variantu 3 uvažujeme 2400 Kč/MWh.

4.3 Výběr alternativy z hlediska spotřebitelů energie

Spotřebitel, pokud se chová zcela racionálně, tak se v každém případě snaží o co nejnižší cenu tepla v kombinaci s odpovídajícím komfortem dodávky. Například obyvatelé vytápějící uhlím mohou akceptovat vyšší cenu tepla z CZT, ale bez nutnosti opatřování uhlí, obsluhování kotle, vynášení popele atd.).

Pokud se jedná o rekonstrukci stávajícího zdroje (např. výtopny na teplárnu) je stávající konečný zákazník prakticky odkázán na tohoto dodavatele tepla.

Hledisko životního prostředí (popsané v kapitole 5) je částečně zohledněno tím, že zdroj musí splňovat příslušnou emisní třídu. Spotřebitel si tedy koupí dražší kotel s vyšší emisní třídou, vyšší účinností a nižšími emisemi.

5 STANOVENÍ BILANCE VARIANT Z HLEDISKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Varianty z hlediska jejich vlivu na životní prostředí byly hodnoceny podle emisí znečišťujících látek – tuhých znečišťujících látek (TZL), oxidu siřičitého (SO₂), oxidů dusíku (NO_x), oxidu uhelnatého (CO) a emisí oxidu uhličitého (CO₂).

Množství emisí znečišťujících látek bylo spočítáno u plynových kotlů jako množství spalin v Nm³ x příslušný emisní limit, u kotlů na biomasu jako množství biomasy v t x příslušný emisní limit.

Množství emisí CO₂ (t) pak bylo spočítáno vynásobením spotřeby paliva (GJ/r) koeficientem 0,055 (t/GJ).

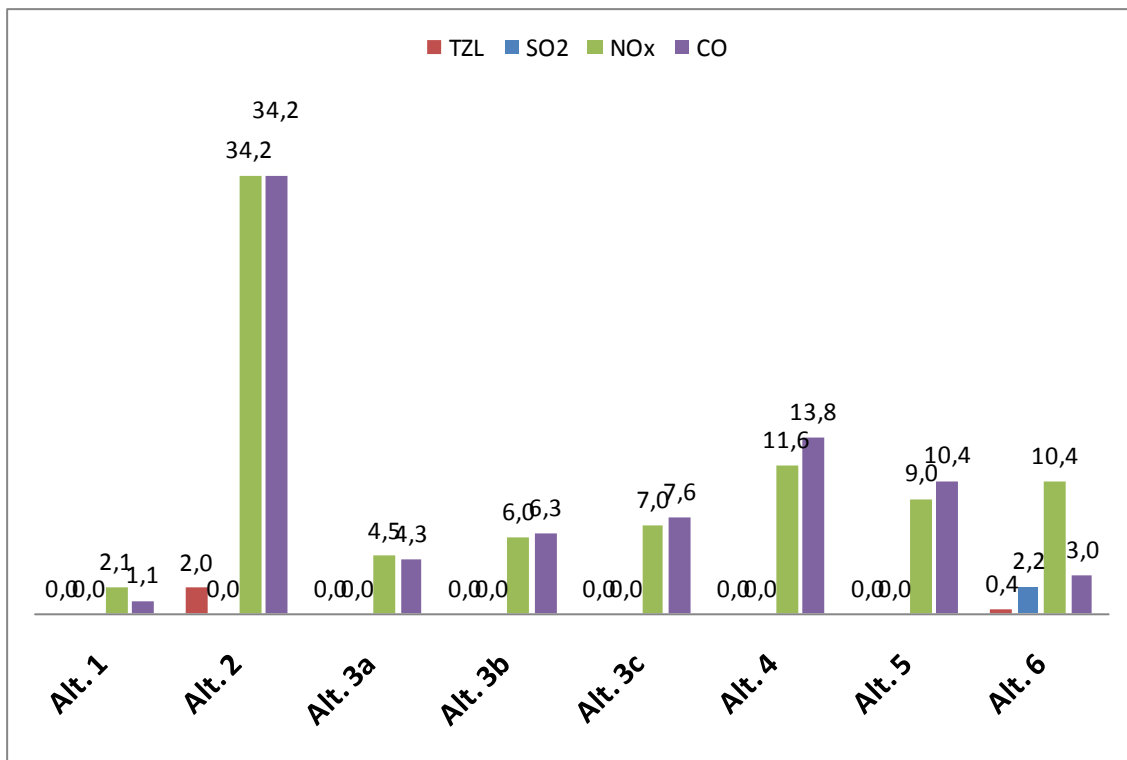
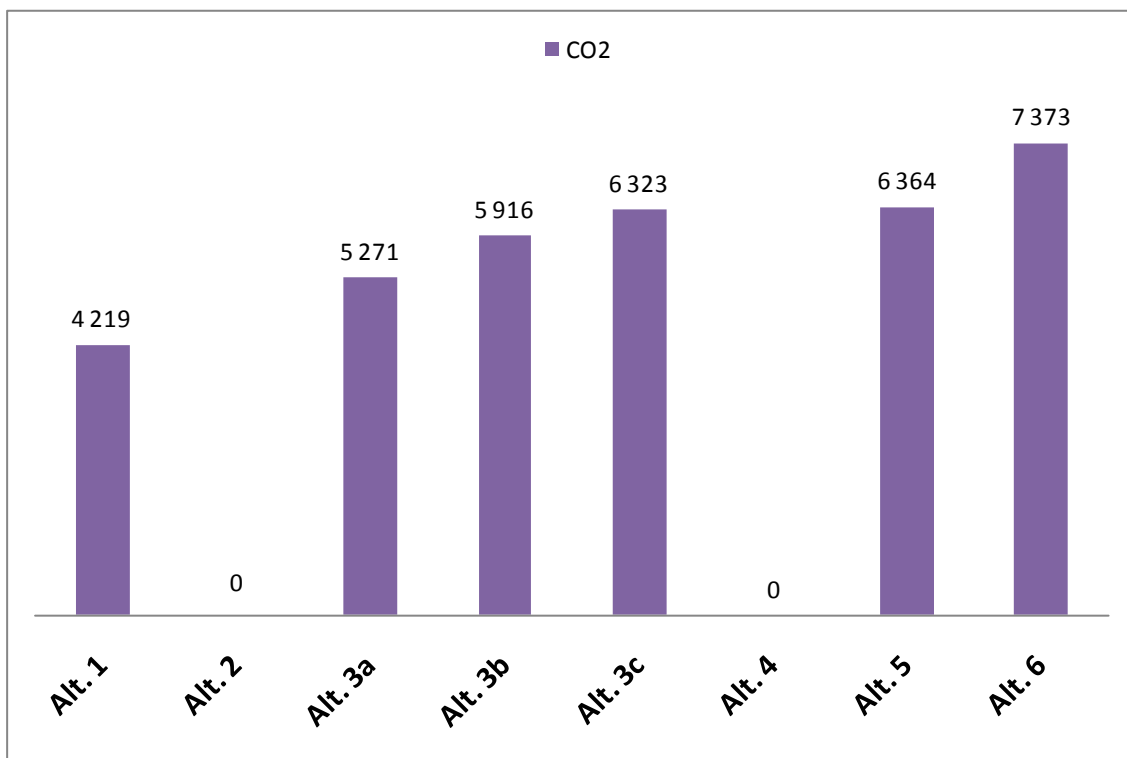
Množství emisí v jednotlivých variantách zobrazují následující tabulky a grafy.

5.1.1 Varianta 1

Tab. 8 Varianta 1 - emise CO₂ a znečišťujících látek

	Alt. 1 plynová kotelna	Alt. 2 kotelna spalující biomasu	Alt. 3a plynová teplárna 6000 h/r	Alt. 3b plynová teplárna 4400 h/r	Alt. 3c plynová teplárna 3000 h/r	Alt. 4 teplárna se zplynov. biomasy	Alt. 5 teplárna na principu pyrolýzy odpadu	Alt. 6 teplárna spalující odpad
	t/r	t/r	t/r	t/r	t/r	t/r	t/r	t/r
TZL	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
SO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2
NO _x	2,1	34,2	4,5	6,0	7,0	11,6	9,0	10,4
CO	1,1	34,2	4,3	6,3	7,6	13,8	10,4	3,0
CO ₂	4 218,8	0,0	5 270,8	5 916,0	6 322,8	0,0	6 364,0	7 372,8

Obr. 7 Varianta 1 - emise znečišťujících látek

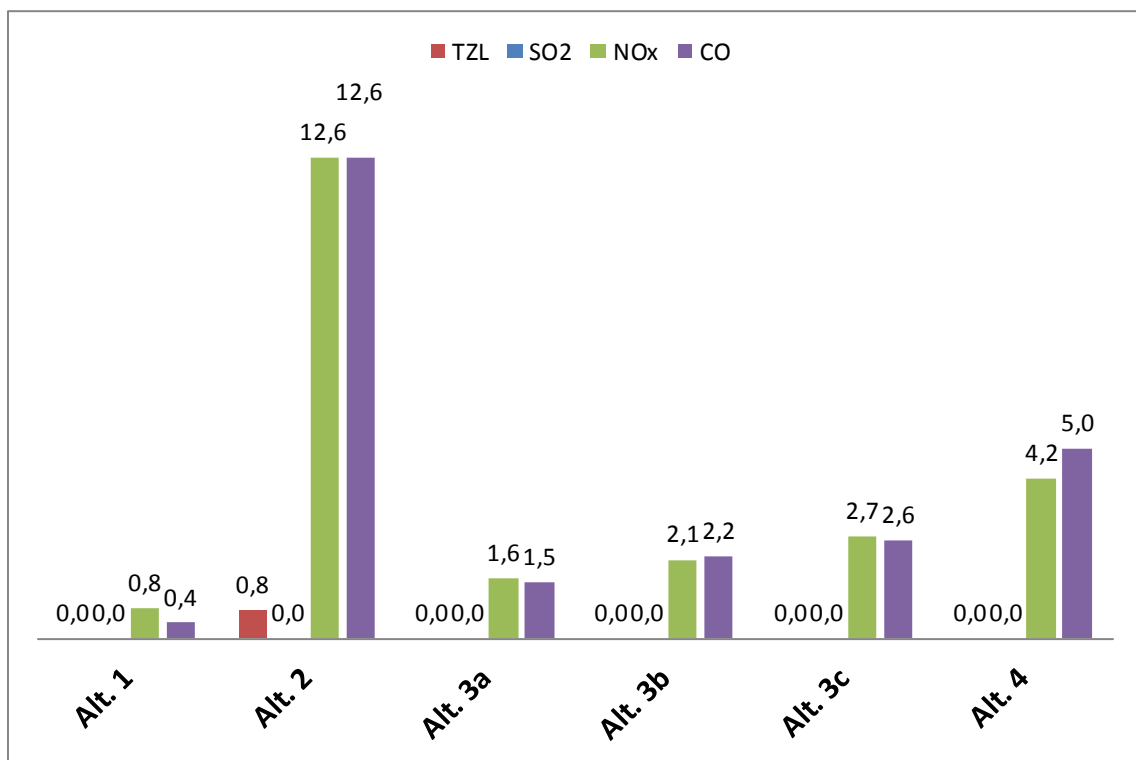
Obr. 8 Varianta 1 – emise CO₂

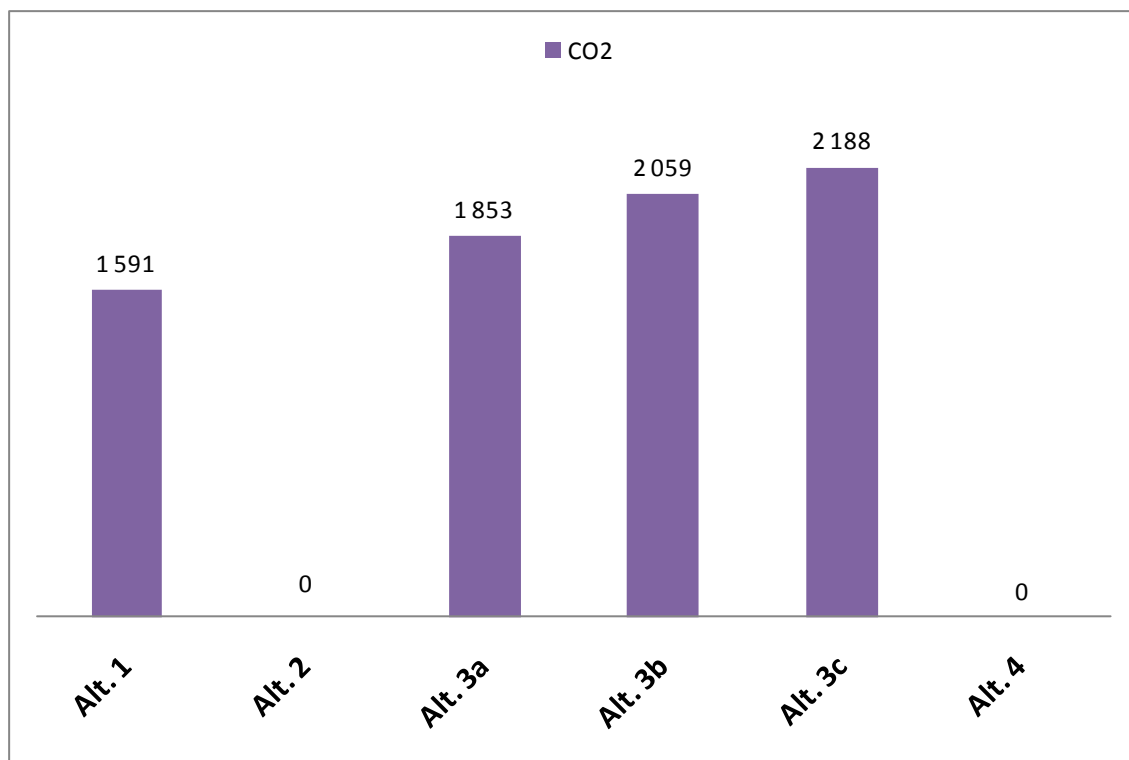
5.1.2 Varianta 2

Tab. 9 Varianta 2 - emise CO₂ a znečišťujících látek

	Alt. 1 plynová kotelna	Alt. 2 kotelna spalující biomasu	Alt. 3a plynová teplárna 6000 h/r	Alt. 3b plynová teplárna 4400 h/r	Alt. 3c plynová teplárna 3000 h/r	Alt. 4 teplárna se zplyňov. biomasy
	t/r	t/r	t/r	t/r	t/r	t/r
TZL	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NO _x	0,8	12,6	1,6	2,1	2,7	4,2
CO	0,4	12,6	1,5	2,2	2,6	5,0
CO ₂	1 591,1	0,0	1 853,3	2 058,6	2 187,9	0,0

Obr. 9 Varianta 2 - emise znečišťujících látek



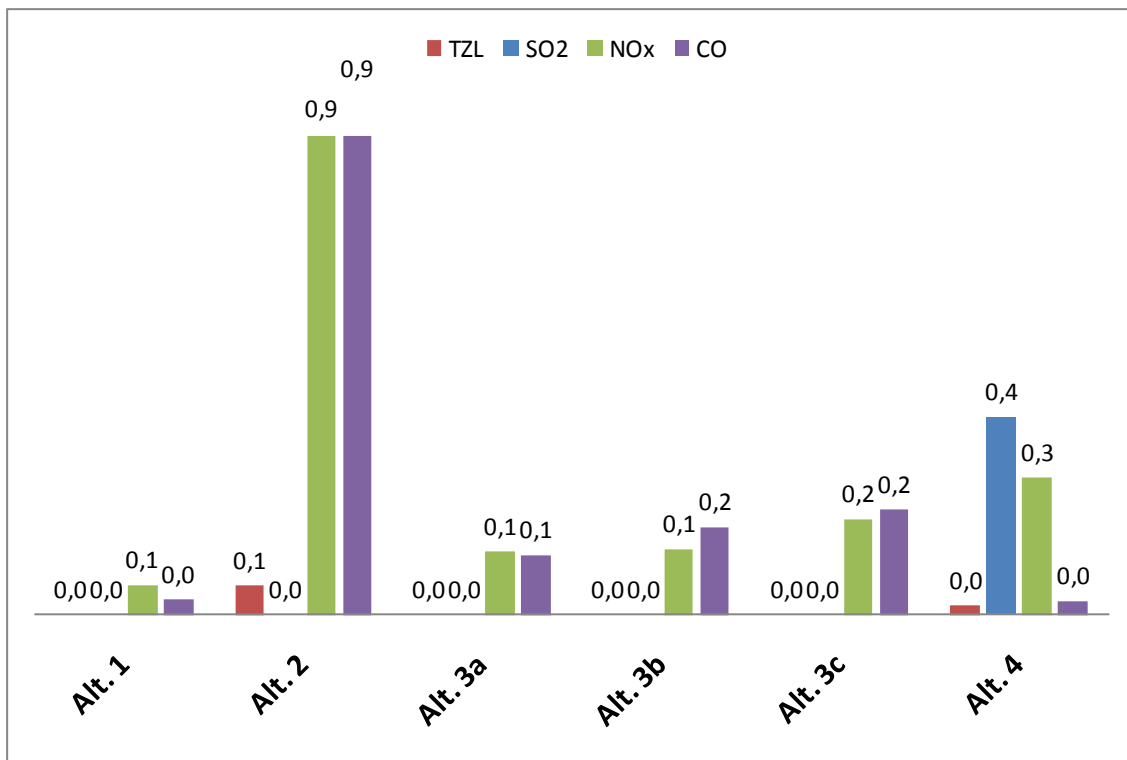
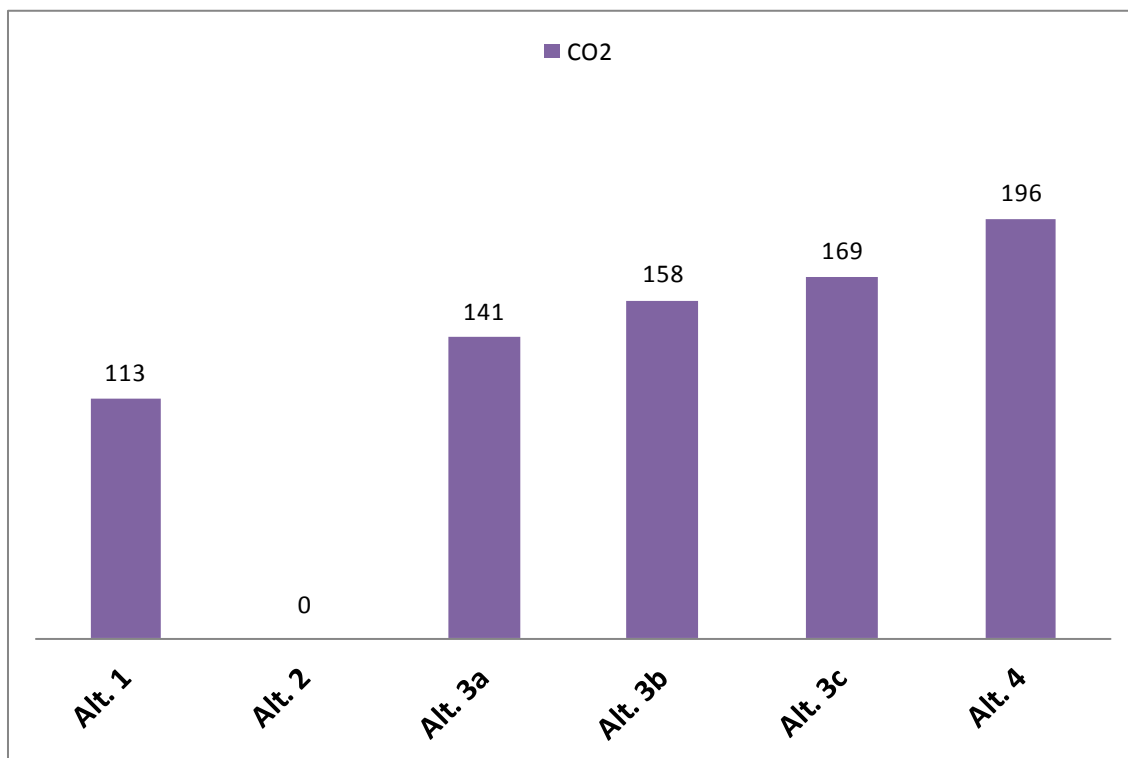
Obr. 10 Varianta 2 – emise CO₂

5.1.3 Varianta 3

Tab. 10 Varianta 3 - emise CO₂ a znečišťujících látek

	Alt. 1 plynová kotelna	Alt. 2 kotelna spalující biomasu	Alt. 3a plynová teplárna 6000 h/r	Alt. 3b plynová teplárna 4400 h/r	Alt. 3c plynová teplárna 3000 h/r	Alt. 4 tepelné čerpadlo vyduch- voda
	t/r	t/r	t/r	t/r	t/r	t/r
TZL	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
NO _x	0,1	0,9	0,1	0,1	0,2	0,3
CO	0,0	0,9	0,1	0,2	0,2	0,0
CO ₂	112,5	0,0	140,9	158,4	169,4	196,3

Obr. 11 Varianta 3 - emise znečišťujících látek

Obr. 12 Varianta 3 - emise CO₂

6 HODNOCENÍ ALTERNATIV

Jednotlivé alternativy ve třech variantách byly hodnoceny z těchto hledisek:

- energetická bilance – jaké množství tepla a jaké množství elektřiny zdroj vyrábí?
- ekonomika provozu zdroje – je provoz zdroje rentabilní i bez podpory?
- životní prostředí – jaké množství emisí znečišťujících látek a CO₂ zdroj produkuje?

Ve třech výkonových variantách jsme se snažili popsat výhody a nevýhody jednotlivých variant. Výběr konkrétní optimální alternativy však vždy bude záležet na komplexním posouzení situace v lokalitě.

6.1 Hodnocení varianty 1

Alternativa 2 v podobě monovýroby tepla v kotli na biomasu je ve všech variantách velice zajímavá jak z hlediska ekonomiky, tak i nulové bilance CO₂. Ekonomika vychází velmi dobře i bez podpory ERÚ (NPV 150 mil. Kč, prostá doba návratnosti 3,5 roku). Samozřejmě by se dalo polemizovat s cenou štěpky, kterou uvažujeme 120 Kč/GJ a která může být vyšší. Z hlediska emisí CO, NO_x a TZL je však alternativa 2 nejhorší ze všech alternativ.

Alternativa 4 (Teplárna se zplyňováním biomasy a plynovou kogenerační jednotkou) má přibližně třetinové emise oproti alternativě 2. Emise CO₂ jsou nulové. Ekonomika provozu se však pravděpodobně bez provozní podpory neobejde.

Alternativa 1 (plynový kotel) produkuje nejnižší emise znečišťujících látek, ekonomika provozu je příznivá a emise CO₂ jsou ze všech alternativ vyjma zdrojů spalujících biomasu nejnižší.

Alternativy 3 (plynová teplárna s KJ) vycházejí s podporou ekonomicky příznivě, což potvrzuje rozumné nastavení výše podpory. Emise CO₂ jsou vyšší než u alternativy 1, což je dáno vyšší spotřebou paliva pro výrobu el. energie.

6.2 Hodnocení varianty 2

Alternativa 2 vychází stejně jako ve variantě 1 ekonomicky i z hlediska emisí CO₂ nejlépe, avšak emise znečišťujících látek jsou opět jednoznačně nejvyšší.

Alternativa 4 jako druhá ekonomicky nejzajímavější alternativa má nulové emise CO₂ a více než poloviční emise znečišťujících látek než alternativa 2, avšak stále přibližně dvojnásobné oproti alternativě 3.

Alternativy 3a, 3b, 3c jsou dobré alternativy jak z pohledu znečišťujících látek, tak i CO₂. Stejně jako ve variantě 1 je nutná provozní podpora pro zajištění rentability provozu.

6.3 Hodnocení varianty 3

Alternativy 1 a 2 (tedy výtopenské zdroje) jsou z hlediska ekonomiky bez podpory nejlepších. Za nimi následují alternativy 3.

Alternativa 4 (tepelné čerpadlo) má nulové přímé emise, proto je vhodné do lokalit se špatnou kvalitou ovzduší. S orientační dobou návratnosti 11 let může být zajímavou alternativou.



PŘÍLOHY

Výpočtový model v Excelu je přiložen ke zprávě na CD.