



ANALÝZA MOŽNOSTÍ ENERGETICKÉHO VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ V KRAJI VYSOČINA

Autor:

Energetická agentura Vysočiny

Nerudova 1498/8, 586 01 Jihlava

Jihlava 2014

Obsah

1 Úvodní informace	5
1.1 Abstrakt	5
1.2 Identifikační údaje o zadavateli a zpracovateli studie.....	5
2 Charakteristika Kraje Vysočina	6
3 Kvantitativní analýza vznikajícího komunálního odpadu	8
3.1 Množství vznikajícího KO	8
3.2 Zařízení pro nakládání s KO v Kraji Vysočina	9
4 Analýza technologických možností nakládání se SKO	14
4.1 Skládkování.....	14
4.2 Mechanicko-biologická úprava.....	15
4.3 Spoluspalování v cementárnách.....	18
4.4 Energetické využití odpadu	19
4.5 Další technologické možnosti	20
4.5.1 Pyrolýzní zplyňování SKO a vysokoteplotní spalování produktů pyrolyzního rozkladu s dodávkou tepla a výrobou el. energie	20
4.5.2 Plazmové zplyňování SKO a následné spalování ve spalovací technologii s dodávkou tepla a výrobou el. energie.....	21
5 Obecný popis metodiky studie	23
5.1 Ekonomické hledisko	24
5.2 Environmentální hledisko.....	30
5.3 Sociální hledisko	37
5.4 Soulad s legislativou	38
6 Popis a rozbor variant vybraných pro analýzu	41
6.1 Více menších zařízení pro energetické využití odpadů – ZEVO malé kapacity.....	42
6.1.1 Varianta A1: vypočítána pro jednu linku (10 000 tun odpadu)	53
6.1.2 Varianta A2: vypočítána pro dvě linky (každá 10 000 tun odpadu, tzn. 20 000 tun).....	61
6.1.3 Environmentální hledisko	67
6.1.4 Analýza SWOT.....	69
6.2 Zařízení pro energetické využití odpadů	71
6.2.1 Varianta B1: vypočítaná pro 95 000 t odpadu	71
6.2.2 Analýza SWOT: Varianta B1.....	79
6.2.3 Varianta B2: vypočítaná pro 150 000 t odpadu	81
6.2.4 Analýza SWOT: Varianta B2.....	88
6.2.5 Environmentální hledisko	88

6.3 Roztřídění a spalování odpadů ve stávajících zařízeních: Varianta C	90
6.3.1 Ekonomické hledisko	92
6.3.2 Environmentální hledisko	96
6.3.3 Analýza SWOT.....	96
7 Souhrn posouzení variant.....	97
8 Shrnutí	99
9 Závěr	100
Seznam použité literatury	103
Seznam tabulek	105
Seznam obrázků	107
Seznam grafů	108

Seznam zkratek

BAT	nejlepší dostupná technologie
BREF	referenční dokumenty o BAT
BRKO	biologicky rozložitelný komunální odpad
BRO	biologicky rozložitelný odpad
CZT	topná soustava
EU	Evropská unie
IRR	vnitřní výnosové procento
ISNOV	Integrovaný systém nakládání s odpady
KO	komunální odpad
KVET	kombinovaná výroba elektřiny a tepla
KVET-el	kombinovaná výroba elektřiny a tepla – důraz na elektřinu
LF	lehká frakce
MaR	měření a regulace
MBÚ	mechanicko-biologická úprava

NN	nízké napětí
NO	nebezpečný odpad
NPV	čistá současná hodnota
OPŽP	operační program životního prostředí
ORP	obec s rozšířenou působností
POH	plán odpadového hospodářství
POÚ	pověřený obecní úřad
RDF	tuhé alternativní palivo
S-IO	skládka inertního odpadu
SKO	směsný komunální odpad
S-OO	skládka ostatního odpadu
TG	technologie
TKO	tuhý komunální odpad
TZS	technické zabezpečení skládek
VN	vysoké napětí
ZEVO	zařízení pro energetické využívání odpadů
ŽP	životní prostředí

1 Úvodní informace

1.1 Abstrakt

Odpadové hospodářství patří mezi relativně mladé technologické odvětví. Legislativně je odpadové hospodářství vymezeno jako: „Činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy, a kontrola těchto činností.“ (Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech v platném znění)

Jedním z hlavních důvodů zpracování této studie je skutečnost postupného zaplňování skládek TKO v Kraji Vysočina. Riziko zaplnění skládek hrozí i v případě, že by občané dosáhli maximální míry třídění využitelných složek odpadů. Studie má za cíl zhodnotit varianty energetického využití odpadů, z pohledu výstavby jednoho zařízení pro energetické využití odpadů, více menších zařízení pro energetické využití odpadů nebo spalování odpadu ve stávajících zařízeních v Kraji Vysočina.

Jednotlivé varianty jsou ve studii hodnoceny z pohledu ekonomického, environmentálního, sociálního a také z pohledu souladu s platnou právní legislativou.

1.2 Identifikační údaje o zadavateli a zpracovateli studie

Zadavatel:

Název: Kraj Vysočina
Sídlo: Žižkova 57, 587 33 Jihlava
IČO: 70890749
Statutární zástupce: MUDr. Jiří Běhounek, hejtmán kraje

Zpracovatel:

Název: Energetická agentura Vysočiny
Sídlo: Nerudova 1498/8, 586 01 Jihlava
IČO: 70938334
Statutární zástupce: jednatel EAV
Zpracovatelé: Zbyněk Bouda, tel. +420 603 212 666
Žaneta Solařová, tel. +420 603 188 103

2 Charakteristika Kraje Vysočina

Z územního hlediska celé ČR je Kraj Vysočina situován centrálně. Administrativně je kraj členěn na 15 správních obvodů ORP a 26 obvodů POÚ. Celkový počet obcí v kraji je 704. Při rozloze kraje o výměře 6 796 km² čítá Kraj Vysočina 511 207 obyvatel (ČSÚ, 2012).



Obr.1: Administrativní členění Kraje Vysočina dle ORP

Zdroj: <http://notes3.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/krajkapitola/13-6301-08-2008-17>

Hledání optimálního způsobu nakládání s odpady se v Kraji Vysočina řeší již několik let.

Již od roku 2008 se v kraji připravuje Integrovaný systém nakládání s odpady v Kraji Vysočina (ISNOV).

Hlavním úkolem ISNOV je navrhnout komplexní systém nakládání s odpady plnící legislativní požadavky, ekonomickou, environmentální a sociální únosnost daného systému. Cílem ISNOV je tedy definovat integrovaný systém nakládání s komunálními odpady, stabilizovat náklady obcí na systém nakládání s odpady a zavést dlouhodobě udržitelné způsoby nakládání s odpady. Cílem tohoto systému je i mimo jiné vytváření integrované a přiměřené sítě zařízení pro nakládání s komunálním odpadem.

Mezi základní pilíře ISNOV patří:

- I. Předcházení vzniku komunálních odpadů a odpadů podobných komunálním

- II. Maximalizace třídění komunálních odpadů a odpadů podobných komunálním a jejich další materiálové využití
- III. Nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a jejich využití
- IV. Energetické využití zbytkového směsného komunálního odpadu a odpadu podobného komunálnímu

Pro problematiku odpadového hospodářství v Kraji Vysočina bylo vypracováno několik studií. Za účelem naplnění závazných cílů POH Kraje Vysočina byla vypracována Variantní studie proveditelnosti naplnění Plánu odpadového hospodářství Kraje Vysočina.

Následně v roce 2010 byla společností FITE, a.s. zpracovaná dokumentace k projektu Integrovaný systém nakládání s odpady v Kraji Vysočina. Tato dokumentace obsahuje část analytickou, návrhovou a směrnou. Výstupem dokumentace ISNOV je posouzení optimálního řešení odpadového hospodářství v Kraji Vysočina s prvkem zařízení pro energetické využití odpadů v Jihlavě. Toto zařízení bylo navrženo s kapacitou 150 kt/rok vstupního odpadu.

V návaznosti na dokumentaci projektu ISNOV byla v roce 2012 vypracována studie Variantní řešení umístění energetického zdroje ZEVO Jihlava pomocí výpočtu do zadaných lokalit v území města Jihlavy a dále také Předběžná studie proveditelnosti projektu ZEVO Vysočina.

Tato studie, Analýza možností energetického využívání odpadů v Kraji Vysočina, má doplnit či rozšířit eventuální energetické využití odpadů v kraji o možnosti výstavby menších zařízení v porovnání s navrhovaným ZEVO o kapacitě 150 kt/rok vstupního odpadu. Do porovnání se v této studii zahrnuje i možnost spalování odpadů ve stávajících zařízeních v kraji.

3 Kvantitativní analýza vznikajícího komunálního odpadu

3.1 Množství vznikajícího KO

V souladu se zákonem č.185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů, je pojem komunální odpad, v § 4b) vymezen takto:

„Komunální odpad je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání.“

Na základě vyhlášky MŽP č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů, je z hlediska evidence odpadů pojem komunální odpad chápán v rozšířené podobě jako odpad skupiny 20 Katalogu odpadů takto:

20 00 00 „Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů), včetně složek z odděleného sběru.“

Tabulka 1 uvádí vyprodukované množství základních složek KO v Kraji Vysočina za roky 2010 – 2012. Údaje o množství, složení a dalších vlastnostech těchto odpadů jsou důležitým podkladem pro rozhodování či plánování systému nakládání s odpady v kraji. Množství směsného komunálního odpadu, který je dominantní složkou KO, se pohybuje v roce 2012 okolo 133 850 t.

Tab.1: Množství KO (dle sk. 20 Katalogu odpadů) v Kraji Vysočina (2010 – 2012)

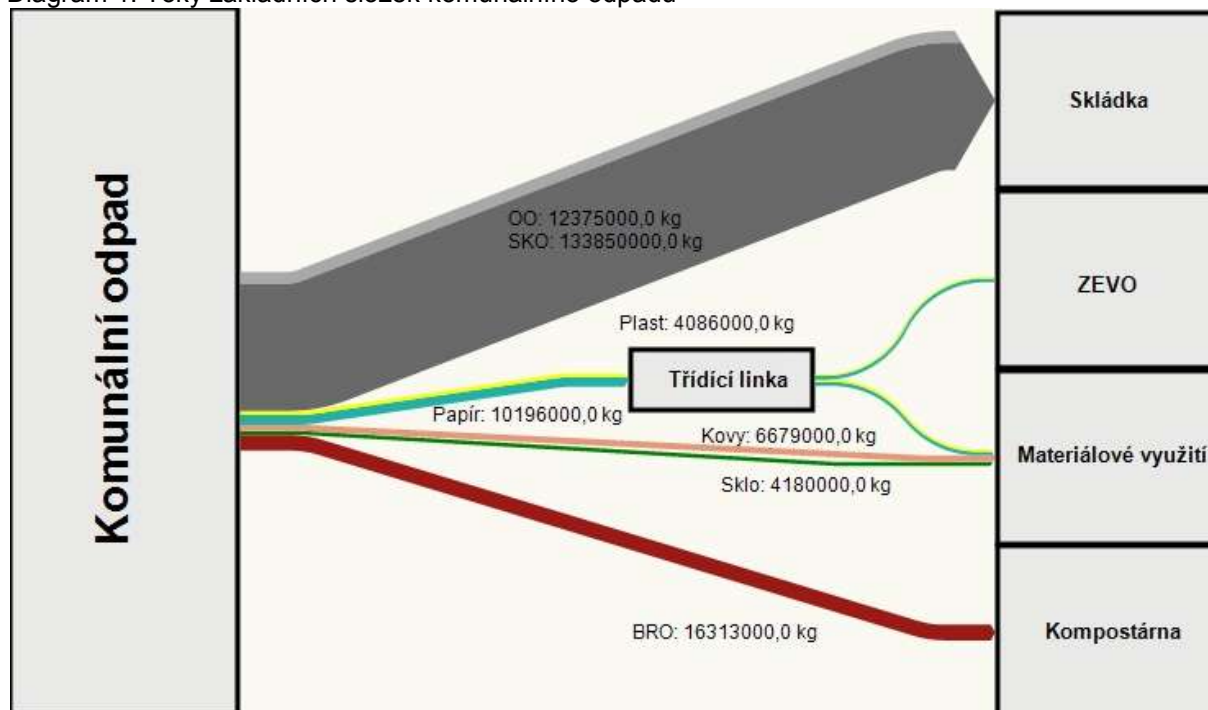
Katalogové číslo odpadu	Název odpadu	Druh odpadu	Množství (t)		
			2010	2011	2012
20 01 01	Papír a lepenka	O	9 675	10 445	10 196
20 01 02	Sklo	O	4 148	4 588	4 180
20 01 39	Plasty	O	3 988	3 934	4 086
20 01 40	Kovy	O	5 573	6 754	6 679
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad	O	8 615	10 858	16 313
20 03 01	SKO	O	135 645	136 023	133 850
20 03 03	Uliční smetky	O	4 316	5 593	5 752
20 03 07	Objemný odpad	O	11 941	12 206	12 375
Celkem			183 901	190 401	193 431

Zdroj dat: ISOH, 2013

Na základě dat uvedených v tabulce 1 byl vytvořen základní diagram, znázorňující současné toky složek komunálního odpadu do koncových zařízení. Diagram uvádí, že směsný

komunální odpad spolu s objemným odpadem se ukládá v celkovém vyprodukovaném množství na skládky, jejichž kapacita bude v horizontu cca 8 - 10 let plně využita (viz. data v podkapitole 3.2).

Diagram 1: Toky základních složek komunálního odpadu



Zdroj: vlastní zpracování, data ISOH

3.2 Zařízení pro nakládání s KO v Kraji Vysočina

V Kraji Vysočina existuje řada zařízení pro nakládání a odstraňování odpadů. Ve zjednodušeném přehledu se jedná o tato zařízení:

a) 14 zařízení k odstraňování odpadů:

- z toho 11 skládek - jedná se o skládky na inertní odpad (S-IO) a skládky ostatních odpadů-komunálních (S-OO). Z celkového počtu skládek TKO není již jedna z nich v provozu, tzn. pouze 10 skládek TKO je „funkčních“. Na území Kraje Vysočina není provozována žádná skládka nebezpečných odpadů (NO)
- z toho 3 funkční spalovny nebezpečného odpadu: Rumpold s.r.o. (Jihlava), Sporten a.s. (Nové Město na Moravě), Envir s.r.o. (Brtnice)

b) 196 zařízení ke sběru a výkupu odpadů - jedná se o sběrný, sběrná místa, výkupny a sběrné dvory, mobilní zařízení.

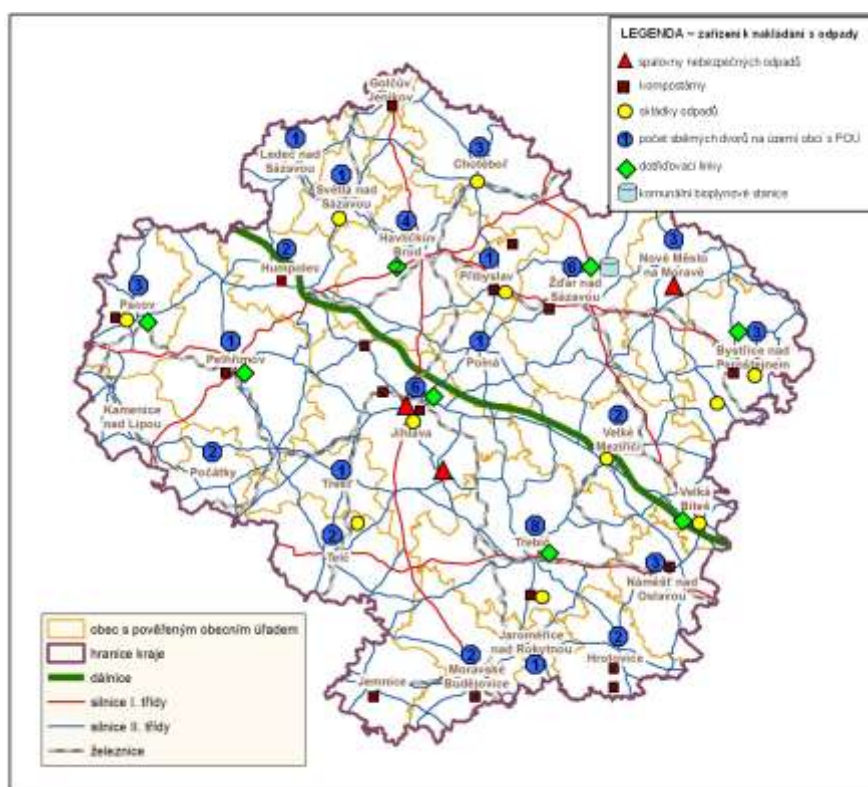
c) 59 zařízení k využívání odpadů: z toho 17 kompostáren, 1 bioplynová stanice na zpracování biologicky rozložitelného komunálního odpadu, dále recyklační linky stavebních sutí vč. mobilních, zařízení dekontaminační, deemulgační či jinak

upravující a využívající odpad. Většina zařízení na recyklaci stavebních sutí je na bázi mobilního dojezdu na konkrétní deponii stavebního odpadu.

- d) 28 zařízení k nakládání s autovraky, která jsou oprávněna odebírat autovraky a vydávat doklad o jejich převzetí. Vzhledem k požadované technologické vybavenosti se počítá s tím, že sice několik takových zařízení ještě přibude, ale významný nárůst nelze očekávat.

Na území Kraje Vysočina existují také další zařízení na využívání odpadů, jako zařízení dekontaminační, deemulgační či jinak upravující a využívající odpad. Jako příklady je možné uvést detoxikační linku DIAMO,o.z., GEAM Dolní Rožínka, dekontaminační plochu Lineo v Čikově či deemulgační linku Agrostroje v Pelhřimově /data pořízena k 30.3.2012/. (Podkladová variantní studie, EAV, 2012)

Obrázek 2 uvádí lokalizace všech stávajících zařízení pro nakládání s odpady v Kraji Vysočina za rok 2012.



Obr.2: Lokalizace zařízení pro nakládání s odpady v Kraji Vysočina

Zdroj: Podkladová variantní studie: Nakládání s komunálními odpady v Kraji Vysočina se zaměřením na SKO, 2012

Jelikož v současné době probíhá finanční podpora ze strany OPŽP na podávání žádostí na zlepšování systémů nakládání s odpady v obcích i o výstavbu jednotlivých zařízení pro nakládání s odpady, lze očekávat zvýšení počtů jednotlivých zařízení. Jedná se zejména o kompostárny a sběrné dvory. V případě kompostáren by mohlo dojít k rovnoměrnému a smysluplnému rozmístění v kraji. Do současné doby nebylo toto zařízení na ukládání BRO v kraji z hlediska lokalizace řešeno optimálně.

Níže lze dále sledovat situaci na skládkách TKO v Kraji Vysočina. Data byla získána od provozovatelů skládek v kraji. Dle jejich odhadu je v tabulce uveden rok, kdy kapacita skládek bude zcela zaplněna – cca za 8 – 10 let. Data jsou uvedena za roky 2012 a 2013.

Tab.2: Data o skládkách v Kraji Vysočina za rok 2012 (vlastní zpracování) * volná kapacita skládky

2012												
Skládka	Provozovatel	Projektovaná kapacita (m ³)	Zaplněná kapacita skládky (m ³)	Celkový návoz odpadu na skládku (t)	Návoz ročně (t)				Materiál na TZS (použitý materiál na TZS)	Množství materiálu na TZS (t)	Svozová oblast	Výhled do budoucna
					SKO	Objemný odpad	Průmyslový odpad	Živnostenský (podnikatelský) odpad				
Bukov	DIAMO, státní podnik	770 000							x			
Petrůvky	ESKO-T, s.r.o.	865 000	565 639	38 941	24 448	3 991	1 635	3 459	x	8 132	Třebíčsko	
Ronov nad Sázavou	Město Přibyslav	615 921	625 000	35 918	30 310	0	429		x	4 916	Havlíčkovobrodsko, Žďársko, Novoměstsko	2022
Sedlejev	Obec Sedlejev	1200	850	47	47	0	0	0	x	0	Sedlejev	2023
Jihlava Henčov	SMJ, s.r.o.	550 000	361 884	37 566,4	19 240,75	2 503,48	15 822,17		x	9 253,38	Jihlavsko	2020
Hrádek u Pacova	SOMPO, a.s.	846 000							x			
Lapíkov	Technická a lesní správa Chotěboř, s.r.o.	370 000	254500	7613,7	3236,7	309,6	901,8	587,5	x	3129	Chotěboř a okolí	2025
Světlá nad Sázavou	Technické a bytové služby Světlá nad Sázavou	194 000	1.etapa 181133, 2.etapa 106618	5143,29	2836,125	522,225	1 319,16	3 010,394	x	630,82	Světlá n.S.+ okolní obce	2025
Osová Bítýška	Technické služby Velká Bíteš, spol. s r.o.	127 500	118000	4946	3855	334	554	203	x	10000	36 obcí (oblast Os.B.)	max. 3-5 let
Velké Meziříčí	Technické služby VM, s.r.o.	417 000	154 319*		6 039,43	1 003,883			x	2 695,76	Velkomeziříčsko	

Tab.3: Data o skládkách v Kraji Vysočina za rok 2013 (vlastní zpracování) *volná kapacita skládky

2013												
Skládka	Provozovatel	Projektovaná kapacita (m ³)	Zaplněná kapacita skládky (m ³)	Celkový návoz odpadu na skládku (t)	Návoz ročně (t)				Materiál na TZS (použitý materiál na TZS)	Množství materiálu na TZS (t)	Svozová oblast	Výhled do budoucna
					SKO	Objemný odpad	Průmyslový odpad	Živnostenský (podnikatelský) odpad				
Bukov	DIAMO, státní podnik	770 000							x			
Petrůvky	ESKO-T, s.r.o.	865 000	599 500	35 727	22 342	3 607	1 542	3 080	x	7 685	Třebíčsko	
Ronov nad Sázavou	Město Přibyslav	615 921	650 000	34 767	24 176,20	5 045,65	431		x	4 888	Havlíčkobrodsko, Žďársko, Novoměstsko	2022
Sedlejev	Obec Sedlejev	1 200	900	50	50	0	0	0	x	0	Sedlejev	2023
Jihlava Henčov	SMJ, s.r.o.	550 000	386 201	31 883,67	16 639,58	2 232,76	13 011,33		x	7 240,4	Jihlavsko	2020
Hrádek u Pacova	SOMPO, a.s.	846 000							x			
Lapíkov	Technická a lesní správa Chotěboř, s.r.o.	370 000	260 400	6 690,5	2 938,1	253,1	970,5	533,7	x	2471,6 t	Chotěboř a okolí	2025
Světlá nad Sázavou	Technické a bytové služby Světlá nad Sázavou	194 000	1.etapa 181090, 2.etapa 110833	5 551,14	3 044,4	547,33	1109,44	3 336,875	x	647,65	Světlá n.S.+ okolní obce	2025
Osová Bítýška	Technické služby Velká Bíteš, spol. s r.o.	127 500	129 900	4 926	3 916	374	473	166	x	10000	36 obcí (oblast Os.B.)	max. 3-5 let
Velké Meziříčí	Technické služby VM, s.r.o.	417 000	145 192*		5 842,58	8 92,245			x	1 573,34	Velkomeziříčsko	

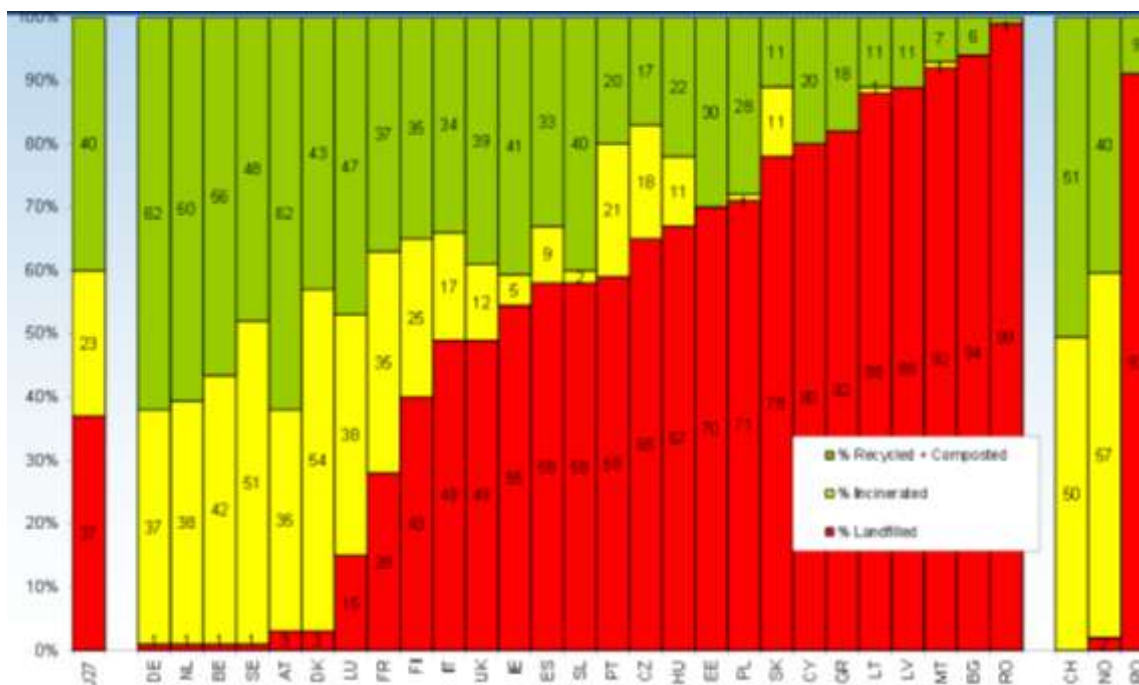
4 Analýza technologických možností nakládání se SKO

4.1 Skládkování

Skládkování je u nás stále nejužívanějším způsobem odstraňování odpadu, přestože jde v podstatě o plýtvání cennými surovinami. I když se situace na skládkách zlepšuje, obce v okolí některých z nich jsou často obtěžovány znečištěním či zápachem.

Příčinou vzniku environmentálních problémů skládek odpadů jsou především provozní problémy. Téměř každý vzniklý provozní problém, ať už je způsobený vinou provozovatele či jiných faktorů, může mít v konečném důsledku za následek negativní vliv na životní prostředí a zdraví lidí.

Jak je názorně vidět z obrázku 3, v západních evropských zemích se postupně od skládkování ustupuje. Česká republika patří mezi země, které většinu odpadů ukládají na skládky, menší množství recyklují a energeticky využívají. Samotný graf vypovídá o situaci, kdy se ČR může rozhodnout začít energeticky využívat vzniklý odpad a řadit se z hlediska odpadového hospodářství mezi ukázkové země jako je Rakousko, země Beneluxu, Dánsko a jiné, a nebo dále ukládat odpad na skládky až do jejich zaplnění či zákazu skládkování neupraveného SKO prostřednictvím legislativy Evropské unie.



Obr.3: Nakládání s odpady v Evropských zemích, 2011

Zdroj: http://www.cewep.eu/information/data/graphs/m_1096

Environmentální problémy skládkování

- Unikání skládkového plynu
- Unikání průsakových vod
- Ukládání využitelného odpadu
- Úlety odpadů
- Prašnost, zápach
- Přemnožení hlodavců

Z uvedených environmentálních problémů skládek odpadů je patrné, že skládka odpadů má neustálý vliv na své okolí, jen rozsah a nebezpečnost se liší.

Jedním z největších environmentálních problémů je skládka odpadů jako celek. Každá skládka je zásah do krajinného rázu.

Pro upřesnění tohoto problému je nutné říci, že skládky odpadů jsou zátěží nejen současností, ale i do budoucnosti. Proces skládkování je soubor procesů, který probíhá uvnitř skládky a probíhá desítky let, tedy i po uzavření a rekultivaci skládkovány. Vždy představuje potenciální riziko pro své okolí.

4.2 Mechanicko-biologická úprava

Mechanicko-biologická úprava představuje technologii nakládání se SKO, živnostenským či průmyslovým odpadem.

„MBÚ lze definovat jako úpravu SKO a průmyslového odpadu svou charakteristikou a složením podobného komunálního odpadu, spočívající v kombinaci fyzikálních postupů, kterými jsou například drcení a třídění, a biologických postupů, jejímž výsledkem je oddělení některých složek odpadu, stabilizace biologicky rozložitelných složek odpadu a případně další úprava oddělených složek odpadu.“ (M.PAVLAS A KOL., 2011)

Obecně je MBÚ definována jako seskupení různých technologií, které představují následné procesy:

Tab.4: Procesy MBÚ

Mechanické procesy	drcení, přesívání, gravitační a větrné třídění, magnetická separace, separace vířivými proudy
Biologické procesy	aerobní fermentace, biologické sušení, anaerobní fermentace

Fyzikální procesy	sušení
-------------------	--------

Zdroj: M.Pavlas a kol., Optimální nastavení výše podpory výroby elektřiny z odpadu ve vztahu k ceně elektřiny pro spotřebitele, Brno 2011

Pomocí mechanického třídění tato technologie rozděluje vstupní materiál na frakci tzv. podsítnou, nadsítnou a těžkou.

Frakce podsítná převážně obsahuje BRKO, frakce těžká zahrnuje hlínu, kameny aj. a poslední frakce lehká, která je definována jako vysoce výhřevná složka SKO, obsahuje především plast, papír, textil, folie aj.

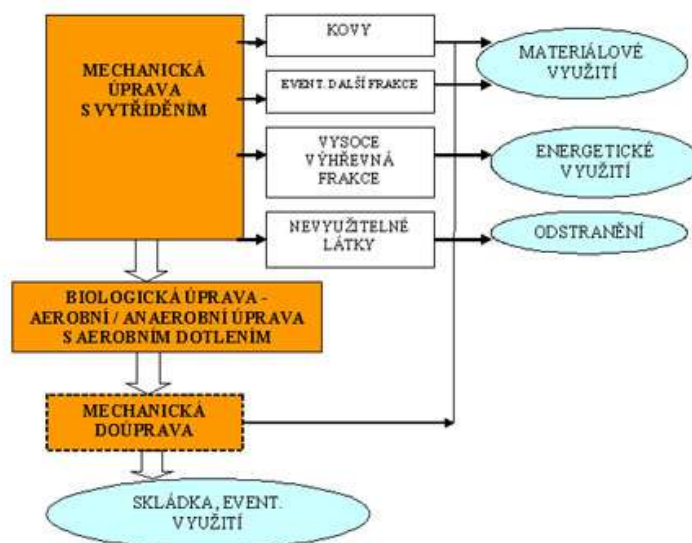
Hlavními účely MBÚ jsou:

- vyřídění využitelných složek ze SKO a umožnění jejich následného materiálového nebo energetického využití
- stabilizace SKO, jehož zbytek po zpracování v MBÚ již není biologicky rozložitelný
- významná redukce tvorby skleníkových plynů (např. emisí metanu ze skládek), ale i redukce emisí a výluhů obecně
- naplnění požadavků legislativy v oblasti omezování ukládání bioodpadů na skládky a v oblasti přednostního využití

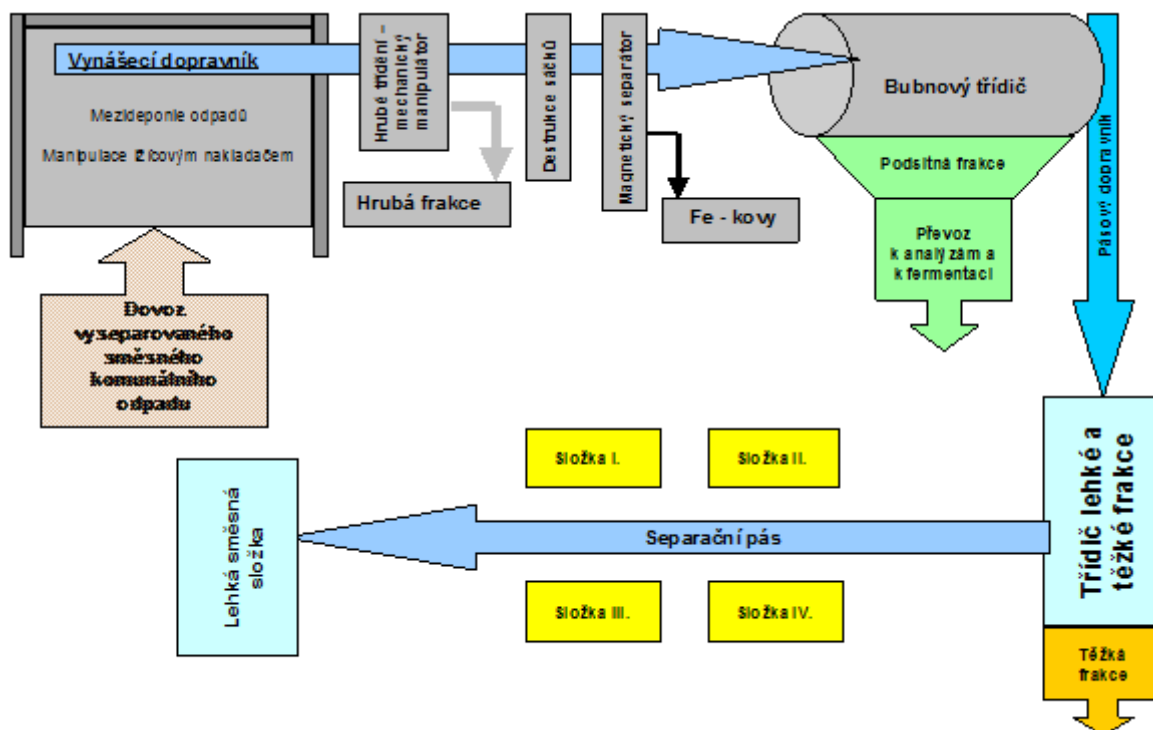
Technologií MBÚ se zabývá několik výzkumných studií. Jednou ze souhrnných studií je „Ověření použitelnosti metody MBÚ komunálních odpadů a stanovení omezujících podmínek z hlediska dopadů na životní prostředí“. Tato studie se zabývá uplatnitelností této technologie v podmínkách ČR. Výsledkem zkoumání již zmíněné uplatnitelnosti je:

- metoda MBÚ, v kterékoli variantě uspořádání a provedení, není metoda zajišťující konečné využívání nebo odstranění odpadů
- metoda MBÚ může smysluplně fungovat pouze v komplexu dalších navazujících technologií, které jsou schopny využívat, popř. odstraňovat, výstupní produkty vzniklé metodou MBÚ
- metoda MBÚ neslouží dle zahraničních zkušeností primárně pro materiálové využívání složek směsných KO
- produkty podsítné frakce po biologickém zpracování mají v zahraničí pouze velmi omezené praktické využití. V zemích s podobným složením KO a porovnatelnými přírodními poměry (Německo, Rakousko) jsou po úpravě a stabilizaci ukládány na skládku

- metoda MBÚ může být úspěšně aplikována v podmínkách ČR jen pokud se najde ekonomicky a legislativně schůdné energetické využití nadsítné kalorické frakce“ (M.PAVLAS A KOL., 2011)



Obr.4: Schéma mechanicko-biologické úpravy
Zdroj: <http://www.mbu.cz/cz/Cojembu.php>



Obr.5: Schéma procesu MBÚ
Zdroj: Studie zdroje pro energetické využití spalitelného odpadu v regionu Vysočina, 2008

Na základě výzkumných studií lze konstatovat, že MBÚ problém se zaplňováním skládek odpady neřeší, pouze odkládá. Z hlediska praxe v zahraničí se po oddělení vstupního materiálu těžká frakce vozí z důvodu znečištění materiálu a tím pádem nevhodnosti kompostování do zařízení pro energetické využití odpadů. U nás by to znamenalo uložení na skládku.

Lehká frakce by měla být energeticky využívána v zařízeních pro energetické využití odpadů. Proces roztržení materiálu na dvě složky tedy představuje mezičlánek, na který lze pohlížet jako na zbytečný a investičně nákladný. Technologie MBÚ tedy slouží pouze pro přípravu paliv pro cementářské procesy.

4.3 Spoluspalování v cementárnách

Komunální odpady je možné využít i v průmyslové oblasti, zejména pak v průmyslu cementářském. „Cementářský pecní agregát na výpal slínku představuje ve své nejrozšířenější variantě téměř ideální zařízení na využívání celé řady různorodých alternativních i odpadových paliv s rozdílným obsahem příměsí.“ (ŘEZNÍČEK, T., PROCHÁZKA O. 2010)

V cementářských pecích lze spalovat odpady a alternativní paliva v širokém rozsahu složení. „Proces je charakterizovaný vysokou filtrační schopností souproudě a protiproudě se pohybujících částic, obsahujících kromě CaCO_3 i volné CaO . Tyto částice díky intenzivnímu styku s kouřovými plyny jsou schopny zachytit ze spalin veškeré kyselé reagující složky, jako jsou SO_2 , Cl^- , F^- . Kromě toho hlavně ve stabilizátoru a elektrostatickém odlučovači slouží jako kondenzační jádra, na nichž se účinně zachycují i sloučeniny těkavých těžkých kovů, kterými jsou Hg a Pb .“ (ŘEZNÍČEK, T., PROCHÁZKA O. 2010)

„Cementárny v současné době využívají celou škálu dalších druhotných paliv pro výpal slínku při výrobě cementu. Cenové hladiny základních cementářských paliv způsobily, že přicházejí v úvahu i certifikovaná paliva tuhá na bázi vybraných průmyslových a komunálních odpadů jako definovaná směs jednotlivých složek s určenou granulometrickou strukturou tak, aby vzniklá palivová směs měla definované a kontrolovatelné palivářské parametry a známý minimalizovaný obsah cementářských a environmentálních škodlivin.“ (ŘEZNÍČEK, T., PROCHÁZKA O. 2010)

„Současné používaná definice tohoto paliva říká, že tuhé alternativní (směsné) palivo TAP je materiál vzniklý separací a následnou úpravou odpadních materiálů na bázi plastů, papíru, textilu, pryže a jiných spalitelných látek. Nasazení tuhé směsné palivo je souběžně limitováno požadavky na nepřekročení obsahu obecně známých cementářských škodlivin a dále neovlivnění emisí.“ (ŘEZNÍČEK, T., PROCHÁZKA O. 2010)

Pro energetické využití odpadů v cementárnách jsou tedy používány RDF, tzn. paliva vyrobená ze složek KO např. pomocí technologie MBÚ. Z důvodu vlastností odpadu není možné odpad přímo zpracovávat v cementářských pecích. Technologií MBÚ jsou přeměněny fyzikální, chemické či biologické vlastnosti odpadu tak, aby bylo možné odpad v cementárnách plně využít.

V Kraji Vysočina se nenachází žádný cementářský průmysl. Nejbližší cementárna se nachází v Prachovicích, v Pardubickém kraji.

4.4 Energetické využití odpadu

Energetické využití odpadu, někdy prezentováno jako termické zpracování odpadů (WTE) se považuje za zdroj obnovitelné energie. Na vznik a využití odpadního tepla ze zařízení pro energetické využití odpadů lze pohlížet jako na opatření napomáhající řešit momentální environmentální problémy.

„Hlavním účelem energetického využití komunálního odpadu je:

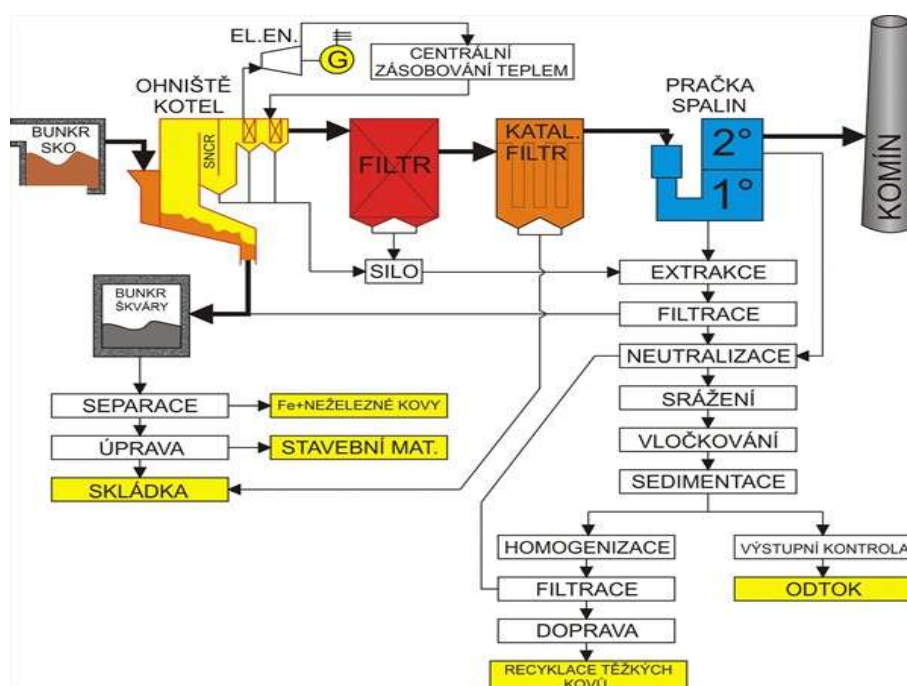
- Snížení objemu odpadu
- Využití kalorického obsahu odpadu (výhřevnost komunálního odpadu je 4 až 11 MJ/kg)
- Zabránění pronikání znečišťujících látek do ŽP (do spodních vod, likvidace choroboplodných zárodků, atd.)
- Nejčistší zdroj energie je získáván právě termicko-oxidačním procesem
- Eliminace emisí skleníkových plynů. Energetické využívání odpadů je z hlediska životního prostředí z větší části neutrální ve vztahu k oxidu uhličitému, který vznikne oxidací organického uhlíku
- Využití odpadu v reálném čase a místě
- Významně přispívá k energetické soběstačnosti“ (KLUČKA, I. 2012)

Důvody pro energetické využívání odpadů:

- Odpad je ideální náhradou přírodních neobnovitelných zdrojů – směsný komunální odpad dosahuje výhřevnosti hnědého uhlí
- ČR dlouhodobě neplní požadované limity EU pro omezování množství skládkovaných biologicky rozložitelných odpadů
- ČR významně zaostává za vyspělými evropskými státy ve využívání odpadů jako zdroje energie

- Energetické využívání spalitelných odpadů, které nelze látkově využívat, vyhovuje všestranným nárokům kladeným na ochranu životního prostředí
- Energetickým využíváním dojde ke snížení dovozní závislosti na primárních energetických zdrojích (zemní plyn, ropa) (ODPAD JE ENERGIE, 2012)

Technologické procesy zařízení pro energetické využití odpadů jsou podrobně popsány níže, v kapitole 6.



Obr.6: Schéma zařízení pro energetické využití odpadů
Zdroj: Ucekaj, V., 2010

4.5 Další technologické možnosti

4.5.1 Pyrolýzní zplyňování SKO a vysokoteplotní spalování produktů pyrolýzního rozkladu s dodávkou tepla a výrobou el. energie

Pyrolýzní zplyňování spolu se zplyňováním plazmovým (viz. níže) se řadí mezi procesy termochemické konverze. Pyrolýzní zplyňování je proces postavený na rozkladu organických látek za účinnosti tepla bez přístupu oxidačních médií.

„V podstatě při tepelném rozkladu dochází k uvolnění prchavé hořlaviny z tuhého odpadního materiálu, kterým mohou být pneumatiky, plasty, brusné kaly, biomasa, uhlí, kaly z čistíren odpadních vod a další. Termickým rozkladem vstupních materiálů v pyrolýzním procesu

vznikají z pravidla tři hlavní produkty: karbonizační pevný zbytek, kapalný kondenzát, pyrolýzní plyn. Tyto výstupy z pyrolýzní technologie lze využít jako opětovnou vstupní surovinu k dalšímu zpracování, ale především k výrobě tepelné a elektrické energie.

Technologický popis pyrolýzní jednotky

Mechanicky upravený materiál je zvážen na požadovanou hmotnost a následně nadávkován pásovým dopravníkem do hermeticky uzavřeného zásobníku, který je proplachován inertním plynem, aby se zamezilo přístupu okysličovacích medií do pyrolýzního procesu. Jakmile je pec vyhřátá na požadovanou teplotu, je materiál postupně dávkován do pyrolýzní retorty. Minimální doba setrvání materiálů v pyrolýzní jednotce je 30 minut.

Pyrolýzní retorta je ohřívána pomocí sekcí plynových hořáků napájených propanem, které umožní dosažení maximální provozní teploty až 800°C. Pyrolýzovaný materiál je tedy rozkládán na pevný uhlíkový zbytek, který je jímán do popelového boxu na konci pyrolýzní trasy a plynou fází, která je odváděna potrubím z retorty do cyklonu.

Cyklon je zařízení, kde dochází ke zpomalení proudu plynu a pomocí gravitace jsou odloučeny tuhé znečišťující látky. Tento vyčištěný plyn je dále odváděn do primárního chladicího stupně s výměníkem (pyrolýzní plyn – vzduch).

Sekundární dochlazování vytvoří výměník pyrolýzního plynu a vody, kde je plyn podchlazován tak, aby nám v potrubí dále již nekondenzoval. Kondenzát vzniklý chlazením pyrolýzního plynu je shromažďován v nádrži na kapalnou pyrolýzní fází. Tato nádrž je vybavena míchadlem, aby se zamezilo sedimentaci těžkých uhlovodíků.

Celá pyrolýzní jednotka je řízena pomocí počítače z velínu, jenž je umístěn v přilehlé budově. Výstupy z odběrové sondy jsou vedeny do analyzátorové skříně, kde jsou analyzovány H₂, CO, CO₂, CH₄ a TOC.“ (ENVIWEB, Pyrolýza odpadů, 2013)

Tato technologie není ve studii nijak dále analyzována z důvodu nižší energetické efektivity a vysokým nákladům na zpracování odpadů.

4.5.2 Plazmové zplyňování SKO a následné spalování ve spalovací technologii s dodávkou tepla a výrobou el. energie

Základním principem plazmové technologie je prudký ohřev odpadů pomocí plazmových hořáků využívajících elektrického oblouku. Teplota ionizovaného plynu se obvykle pohybuje v rozmezí 4000 – 5000°C, čímž je zaručena destrukce škodlivin. V plazmovém reaktoru jsou ve formě strusky oddělovány anorganické látky, které jsou následně skládkovány nebo

materiálově využívány. Organické složky jsou rozkládány pyrolýzním procesem. Pyrolýzní plyn může být oxidován a vzniklé spaliny slouží k výrobě páry, obdobně jako v jednotkách EVO. Nevýhodou plazmové technologie jsou vysoké pořizovací náklady a vysoká energetická náročnost způsobená velkým výkonem hořáků (až 1500 kWe). Plazma bývá proto navzdory nízkým emisním považována pouze za doplňkovou technologii vhodnou k likvidaci menšího objemu nebezpečných odpadů. (O. PUTNA, 2011)

Tato technologie není ve studii nijak dále analyzována z důvodu nižší energetické efektivity a vysokým nákladům na zpracování odpadů.

5 Obecný popis metodiky studie

Posuzováno bylo 5 variant:

Varianta A1: kapacita 10 kt/rok

Varianta A2: kapacita 20 kt/rok

Varianta B1: kapacita 95 kt/rok – **B1a:** kapacita 95 kt/rok s předpokladem využití veškerého tepla

Varianta B2: kapacita 150 kt/rok

Varianta C: kapacita 41,6 kt/rok

Výše uvedené varianty byly posuzovány z hlediska ekonomického, environmentálního a sociálního.

Varianty byly vybrány tak, aby bylo možné pracovat výhradně se zcela konkrétními údaji, zejména s těmi klíčovými, kterými jsou investiční a provozní náklady, technologické parametry zařízení, produkce odpadů apod.

Z výše uvedených důvodů byly pro modelování v této studii použity parametry převzaté z nabídky na dodávku kompletní technologie ZEVO 10 a 20 kt/ rok od společnosti EVECO Brno (odkaz). Dále byly použity parametry zařízení Chotíkov Plzeň 95 kt/rok, protože toto zařízení má kompletně zpracovanou stavební projektovou dokumentaci a má vysoutěženou cenu.

Pro modelování varianty 150 kt/rok byly použity parametry zařízení Komořany, které má rovněž zpracovanou dokumentaci a vysoutěženou cenu.

V celém následujícím textu uvažujeme výhradně s hlediskem ze strany projektu, neuvažujeme vliv ceny vlastních ani cizích peněz a s dotacemi počítáme pouze u těch variant, kde projekt není bez nich realizovatelný. Pokud je pro realizovatelnost dané varianty potřeba využít investiční dotaci, je to vždy u dané varianty zdůrazněno.

Ve všech ekonomických modelech je počítáno s podporovanou cenou elektřiny a tepla. Nastavení a výpočet výše podpory je zřejmé ze samostatné tabulkové přílohy této studie.

5.1 Ekonomické hledisko

Každý projekt využívání energie z odpadů má nejen své ekologické, ale i ekonomické souvislosti. Investor, ať již je to podnikatel, fyzická osoba, nebo obec či jiný subjekt je vždy nějakým způsobem zainteresován na ekonomických výsledcích projektu.

Nezbytným podkladem pro rozhodování investora je výpočet ekonomických dopadů hodnocených projektů na ekonomiku investora při respektování korektních pravidel ekonomického rozhodování i ekonomických podmínek, v nichž se investor při přípravě investice právě nalézá. Výsledky ekonomického hodnocení musí být známy i těm institucím, které na projekt poskytují část potřebných prostředků formou půjček nebo určité finanční podpory, dotace.

Je logické, že se může projevit rozpor mezi výsledky hodnocení podle kritérií, která maximalizují ekonomický efekt, a mezi kritérii či ukazateli, která minimalizují emise škodlivin, spotřebu a ztráty energie. Tento rozpor nevzniká proto, že by některá kritéria byla zásadně chybná, nýbrž proto, že se jedná o různé pohledy na stejný problém. Lze např. dosáhnout velmi nízkých ztrát v rozvodech tepla, ovšem za cenu extrémně vysokých nákladů na izolaci potrubí, které by mohly být účelněji vynaloženy na jiná opatření.

Soulad ekonomických, ekologických, odpadových a jiných kritérií by mohl nastat jen tehdy, pokud by ceny všech forem energií vyjadřovaly nejen náklady na jejich získání, přeměny, přenos a distribuci, ale i ekonomicky vyjádřené důsledky na jiné subjekty (škody na přírodním prostředí, zdraví osob atd.). Tento požadavek na kategorii cen energie je sice teoreticky propracováván, číselně se jej ale dosud spolehlivě nepodařilo naplnit.

Ekonomika jako významný prvek ovlivňující společenské hodnoty velmi podmiňuje činnost výrobních faktorů a stává se pro ně až rozhodující.

Vhodné ekonomické výsledky určitého hodnocení svědčí o realizovatelnosti návrhu, který má velké procento úspěšnosti v tržních podmínkách.

V této situaci výroba bioplynu jako alternativního zdroje má velmi pozitivní výsledky z hlediska mikro- a makro-ekonomického.

Základní zásady ekonomického hodnocení projektů

Máme-li posoudit výnosnost podnikatelského záměru v energetice, nevyhneme se, na rozdíl od některých jiných odvětví, dlouhodobému charakteru úlohy. Při posuzování ekonomické

efektivnosti odpadových projektů je nezbytné respektovat některé obecně uznávané zásady, k nimž patří zejména:

- výpočet na bázi peněžních toků (cash flow), vyvolaných hodnocenou investicí, projektem,
- použití správných kritérií ekonomické efektivnosti NPV nebo IRR,
- zahrnutí veškerých relevantních položek včetně výnosu vlastního kapitálu (diskont, cena peněz v čase) do hodnocení,
- důsledné používání marginálních veličin, vyvolaných rozhodnutím hodnocený projekt realizovat (hodnocení musí zahrnovat budoucí hodnoty všech změn peněžních toků vyvolaných projektem),
- výpočet v běžných (nominálních) cenách s respektováním cenového vývoje jednotlivých položek příjmů a výdajů,
- volba korektní doby porovnání na bázi doby ekonomické životnosti investice, tj. doby, za kterou budou pro daný projekt sledovány peněžní toky,
- respektování případných důsledků projektu po skončení hodnoceného období (likvidace, zůstatková hodnota),
- použití odpovídajícího hlediska pro hodnocení (projekt jako celek, hledisko investora),
- při výpočtu peněžních toků z hlediska z pohledu investora:
- respektování důsledků financování (vlastní prostředky, úvěr, obligace, popř. investiční nebo jiné dotace),
- respektování daňových souvislostí (daňové odpisy, úroky, daňová ztráta atd.).

Úlohou zpravidla není jen vyčíslit hodnoty kritérií ekonomické efektivnosti (NPV, IRR), ale také (nebo zejména) nalézt tzv. minimální cenu produkce, kterou bychom měli považovat za minimální hodnotu, s níž bude pro nás jako pro investora projekt ještě ekonomicky zajímavý. Minimální cena (dodávaného tepla, produkované elektřiny, pěstované biomasy apod.) současně umožňuje investorovi reálně posoudit možnost uplatnění produkce, tj. to, zda při této ceně bude konkurenceschopná.

Hlediska ekonomického hodnocení odpadových projektů

Přístup k ekonomickému hodnocení investic lze rozdělit podle charakteru subjektu, který investici připravuje, hodnotí, popř. vynakládá prostředky na její realizaci a nese ekonomické důsledky její realizace. V zásadě lze charakterizovat následující, více či méně odlišná hlediska:

- **systémové hledisko** (někdy též označované jako hledisko projektu), které respektuje souhrnné nároky a účinky navrhovaného projektu jako celku, bez ohledu na to, jak se

rozdělí celkový ekonomický efekt a jaký je původ vloženého kapitálu (vlastní kapitál investora, zápůjční kapitál, veřejné finance apod.),

- **hledisko celkového kapitálu**, které představuje společný pohled vlastního kapitálu investora (investorů) a cizího, zápůjčního kapitálu, kdy se do hodnocení zahrnují jen podnikatelské subjekty a daně ze zisku a z úrokových výnosů se odečítají jako nezbytná nákladová položka
- **hledisko investora**, které vymezuje hodnocení z pohledu pouze vlastního kapitálu vloženého investorem, přičemž tímto subjektem může být:
 - podnikatelský subjekt, kdy efektivnost projektu musí obstát v konkurenci s jinými podnikatelskými aktivitami (a tím se definuje očekávaný výnos vloženého kapitálu),
 - nepodnikatelský subjekt jako např. domácnost, ale i obec, státní, rozpočtová, či jiná podobná instituce, kdy prostředky na financování projektu mají v určité míře charakter veřejných financí a jejich vynaložení a očekávané ekonomické efekty jsou porovnávány s alternativním užitím prostředků v těchto rozpočtech.

Hledisko projektu lze do určité míry považovat za systémový přístup k hodnocení, ovšem pouze v jeho ekonomické části. Za systémový přístup k hodnocení se ale obvykle chápe zahrnutí více zúčastněných subjektů do hodnocení a respektování finančně nevyjádřitelných efektů projektů. To pak může vést i k nezbytnosti použití metod vícekriteriálního hodnocení variant. Metody vícekriteriálního hodnocení umožňují zahrnout i jiné než přímé ekonomické důsledky projektu (ekologické, sociální,...), jejich použití ale vyžaduje pečlivou formulaci úlohy, použitých kritérií a metod hodnocení a řady dalších předpokladů.

Podívejme se nejprve na možnosti a omezení přístupu, který hodnotí projekt jako celek. Výhodou je, že získáme názor na efektivnost projektu jako celku, neboť budeme poměřovat nároky projektu z pohledu celkového vloženého kapitálu s veškerými (ekonomickými) efekty projektu, bez ohledu na jejich rozdělení a následné užití. Tedy např. i zaplacená daň je výnosem z realizace projektu, i když plyne do státního či jiného rozpočtu.

Nevýhodou je to, že efekt pro investora (čistý zisk popř. volný peněžní tok) je jen částí celkového efektu a tato část nemusí být pro konkrétního investora zajímavá. Může se tedy stát, že projekt jako celek je ekonomicky zajímavý, ale ne pro investora, takže se nakonec nemusí realizovat.

Je zřejmé, že hodnocení z pohledu projektu může velmi dobře posloužit v případě, že potřebuje vyhodnotit různé projekty a řešení právě z hlediska jejich celkových nároků a účinků. Pokud ale není projekt současně ekonomicky zajímavý pro investora, je na místě

hledat nástroje a cesty různých podpor, které posunou projekt mezi zajímavé podnikatelské příležitosti. Uvedený postup je vhodný i v případě, kdy efekty, přínosy projektu nejsou finančně vyjádřitelné, ale jsou v souladu s celospolečenským zájmem.

Postup ekonomického hodnocení

Optimálním se jeví výpočet diskontovaných budoucích hotovostních, peněžních toků za dobu ekonomické životnosti projektu, s respektováním očekávaného vývoje jednotlivých nákladových výnosových (přesněji řečeno výdajových a příjmových) položek.

Čistý hotovostní tok finančních prostředků investora (cash flow) CF_t , je dán vztahem

$$CF_t = V_t - N_{pt} - N_{út} - D_t - ZS_t - N_{ivlt} - S_{plt}$$

kde jsou:

V příjmy (tržby, úspory) plynoucí z realizace hodnocené varianty,

N_p provozní výdaje zařízení (materiál, palivo, energie, voda, opravy a údržba, mzdy a ostatní náklady včetně emisních poplatků),

$$D = d_z (V - N_p - N_{od} \pm P)$$

N_u úroky placené z úvěrů,

D daň z příjmů investora, vypočtená podle vztahu

N_{od} odpisy (amortizace) sledovaného zařízení,

P připočitatelné (+) resp. odpočitatelné (-) položky při výpočtu základu daně z příjmů (např. poplatky a penále, nezahrnované do základu daně),

ZS jednorázové výdaje na pořízení nezbytných zásob (např. náhradních dílů), hrazené obvykle v době výstavby,

S_{pl} úmor úvěrů v době splácení úvěrů,

N_{ivl} investiční prostředky, hrazené z vlastních zdrojů investora

d_z sazba daně z příjmů investora,

t jednotlivé roky hodnoceného období

Počítáme-li efektivnost z pohledu reálného investora, měli bychom znát předpoklady o možných způsobech financování, a samozřejmě do výpočtu zahrneme i reálné důsledky zdanění. Přitom se nám může stát, že se doba hodnocení, za níž sčítáme ekonomické důsledky projektu, může i významně lišit od doby životnosti odepisování jednotlivých souborů majetku. Obvykle se nám bude i lišit od doby tzv. daňového odepisování. Pak je vhodné

zabývat se i případnými cykly obnovy těch částí a zařízení, které mají kratší dobu ekonomické životnosti než je doba hodnocení, porovnání.

Věcně správné kritérium hodnocení je založeno na maximalizaci budoucích peněžních toků. S ohledem na cenu peněz v čase je musíme převést na sčitatelnou hodnotu, což nejlépe provedeme výpočtem tzv. čisté současné hodnoty (NPV, *Net Present Value*) jejich diskontováním k vhodně zvolenému okamžiku (obvykle k počátku prvního roku provozu).

$$NPV_{T_i} = \sum_{T=1}^{T_i} CF_T \cdot (1+r)^{-T}$$

Toto kritérium splňuje všechny požadované podmínky, neboť:

- používá důsledně změny peněžních toků, vyvolané hodnoceným projektem (relevantní, marginální veličiny),
- kritérium pracuje s budoucími výdaji a příjmy, čímž automaticky vynechává z hodnocení již "utopené" finanční prostředky,
- zahrnuje veškeré relevantní částky včetně výnosu vlastního kapitálu (diskont),
- umí respektovat strukturu financování a zdanění dle konkrétní situace investora

Matematicky lze dojít ke třem základním výsledkům:

NPV > 0 projekt lze doporučit k realizaci, výnos z projektu je vyšší než je cena kapitálu do něj vloženého

NPV = 0 projekt je na hranici rentability

NPV < 0 projekt není vhodné realizovat

Pokud máme na výběr několik variant, vybíráme podle tohoto kritéria tu variantu, která má největší NPV.

$$NPV \rightarrow \max$$

V případě, že neexistuje možnost tzv. nulové varianty (možnost nerealizovat projekt) a všechny varianty použité technologie řešení nabízí pouze záporné hodnoty NPV, pak vybíráme tu variantu, která má NPV nejbližší k nule tj. nejmenší ztrátu.

Kritérium NPV umožňuje určit i **tzv. minimální cenu produkce** (tj. cenu produkce v 1. roce hodnoceného období) z podmínky $NPV=0$. Investor v tomto případě pak realizuje výnos z vloženého kapitálu ve výši diskontu.

Dalším používaným kritériem pro hodnocení investic je **vnitřní výnosové procento**, vnitřní úroková míra (*Internal Rate of Return* - IRR), což je taková hodnota úrokové míry, která použita pro diskontování dává za dobu životnosti právě nulovou hodnotu diskontovaného toku hotovosti. Jeho jistou výhodou je to, že jej lze interpretovat ve srovnání s úrokovou mírou, takže se často používá pro porovnání projektů různé velikosti. Jeho nevýhodou je ale právě jeho relativní podstata, takže se nehodí pro srovnání investic, které se značně odlišují svojí velikostí. Další nevýhodou tohoto kritéria je, že jeho výpočet není matematicky vždy jednoznačný, popř. nemusí hodnota IRR vůbec existovat. Platí následující vztah:

$$NPV_{T_i} = \sum_{T=1}^{T_i} CF_T \cdot (1 + IRR)^{-T} \rightarrow 0$$

$$IRR \rightarrow \max$$

Mezi další, často užívaná kritéria hodnocení investic, patří doba návratnosti, resp. diskontovaná doba návratnosti. Kriteriaální podmínkou je zde co nejrychlejší splacení investice z budoucích výnosů. To ale vůbec neznamená, že za celou dobu životnosti bude efekt maximální. Chybou obou modifikací tohoto kritéria návratnosti je, že zanedbává všechny příjmy i výdaje po době splacení, čímž dochází k nežádoucí eliminaci dlouhodobých řešení. Lze je použít jen jako orientační porovnávací údaj pro jednoduché projekty, které mají podobné technické řešení, se stejnou dobou životnosti a shodným způsobem financování.

Pro hodnocení jednotlivých variant je vytvořen ekonomický SW model. Tento rozsáhlý nástroj umožňuje modelovat každou změnu a každou novou variantu dané úlohy.

Data použitá pro výpočty jsou převzata z konkrétních údajů pro zařízení ZEVO, která jsou v ČR provozována nebo plánována a z nabídky společnosti EVECO. Ve výpočtech je uvažováno s cenovou podporou podle Zákona č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a změně některých zákonů (viz. záložka Příjmy-E v SW nástroji). Ostatní náklady vycházejí z reálných obvyklých cen. Pouze malá část nákladů je stanovena odborným odhadem, to se týká zejména položky poplatky a daně. Slovem poplatky se však nemyslí poplatek za komunální odpad. Výše tohoto poplatku se do výpočtů nijak nepromítá. Výše poplatků za uložení na skládky je zahrnuta v položce „Platby“ (viz. záložka Výdaje v SW nástroji)

Tento výstup studie je přímo uplatnitelný a využitelný pro investory. Nástroj je částečně dílem zhotovitele studie a částečně využívá produkt EFEKT (ČVUT Praha). Každý, kdo bude chtít tento nástroj využívat, musí být majitelem licence na využívání tohoto SW. Cena licence je cca 1000,- Kč. V jednotlivých variantách jsou použity výstupy tohoto nástroje.“ (J.KNÁPEK a kol.)

5.2 Environmentální hledisko

Kritéria, která můžeme použít pro environmentální hodnocení jednotlivých variant projektu, tvoří zejména:

- emise unikající do ovzduší ze skládkování komunálních odpadů
- emise vznikající při výrobě energie z primárních zdrojů a při přeměně jednotlivých forem energie (emise vznikající při provozu konkrétního zařízení pro nakládání s odpady)
- množství a složení kapalných a pevných odpadů vznikajících při jednotlivých procesech
- ostatní hlediska specifická pro jednotlivé technologie

Při skládkování KO mají největší podíl na vzniku emisí biologicky rozložitelné odpady.

Důvody pro snižování ukládání biologicky rozložitelných odpadů na skládky jsou zejména následující:

- snížení emisí skleníkových plynů,
- vracení organické hmoty a živin do půdy,
- snížení záboru půdy skládkami,
- zisk energie (v případě využívání BRO anaerobní digescí, spalováním, apod.).

Snižování emisí skleníkových plynů

Úsilí o snížení či eliminaci skleníkového efektu, které se promítá do snahy o snížení množství emisí tzv. skleníkových plynů je v současné době hlavním iniciátorem snah o omezení skládkování biologicky rozložitelných odpadů. Tyto snahy stály u stanovení požadavku směrnice Rady 1999/31/EC o skládkách odpadů na snížení množství biologicky rozložitelného odpadu putujícího na skládky na 75% celkové hmotnosti v roce 1995 do roku 2010, na 50% do roku 2013 a 35% do roku 2020. Podílely se na požadavku 6. akčního programu pro životní prostředí na snížení množství odpadů určených ke konečnému zneškodnění o 20% do roku 2010 a o 50% do roku 2050 ve vztahu k údajům z roku 2000. A iniciovaly vznik Kjótského protokolu o klimatických změnách, který ovlivní i

využívání biologicky rozložitelných odpadů např. díky možnosti zařazení sekvestrace do systému obchodování s emisemi skleníkových plynů.

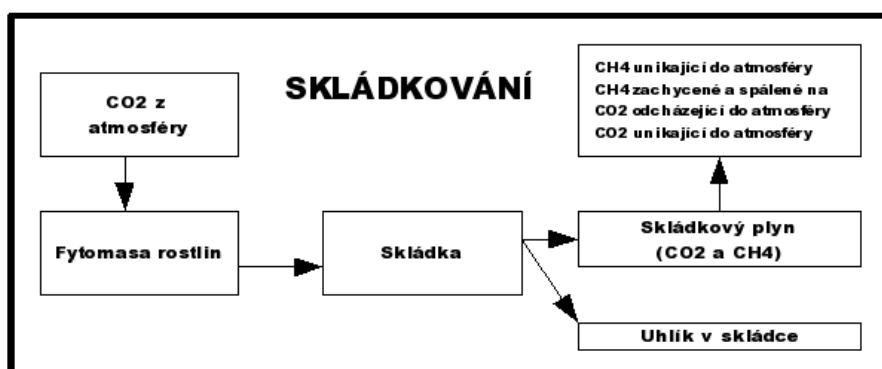
V roce 1990 činily emise skleníkových plynů z odpadového hospodářství v Evropské unii 155 Mt CO₂, což představovalo 4% všech emisí skleníkových plynů EU (SLEJŠKA, 2014).

Emise plynů na skládkách vznikají jak v průběhu výstavby skládky, tak i během provozu. Emise vzniklé při výstavbě skládky jsou však oproti emisím vzniklým ze skládkovaných odpadů zanedbatelné (SLEJŠKA, 2014).

Avšak vedle složení odpadu je produkce skládkového plynu ovlivněna rovněž:

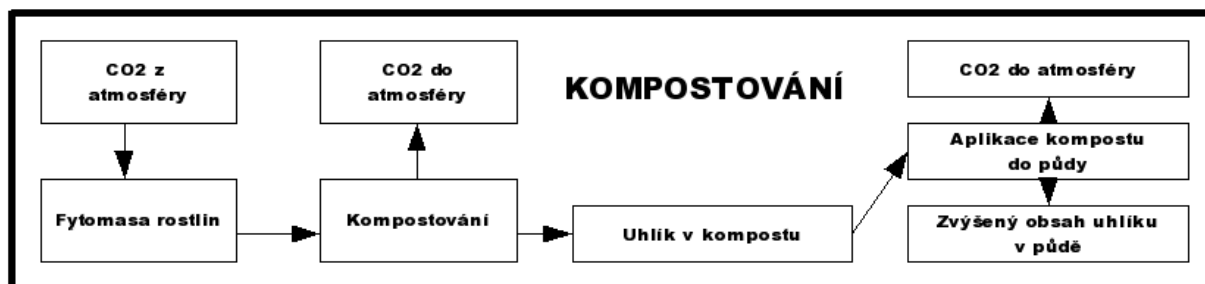
- vlhkostí a homogenitou odpadu,
- hloubkou a stářím skládky,
- typem systému pro sběr skládkového plynu,
- přítomností látek inhibujících mikrobiální život,
- infiltrací kyslíku do tělesa skládky a způsobem zakrytí skládky,
- srážkami,
- teplotou,
- pH ve skládce,
- atmosférickým tlakem.

Pro názornost jsou níže uvedena schémata toku uhlíku u hlavních metod zpracování odpadů obsahujících biologicky rozložitelné složky.



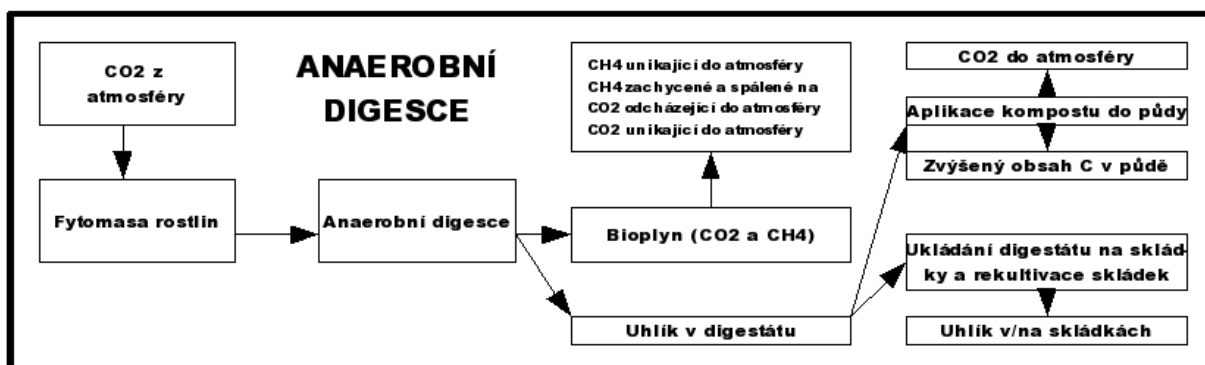
Obr.7: Schéma toku uhlíku při skládkování

Zdroj: <http://biom.cz/cz/obrazek/toky-uhliku-pri-mechanicko-biologicke-uprave-biologicky-rozlozitelnych-odpadu-smith-et-al-2001>



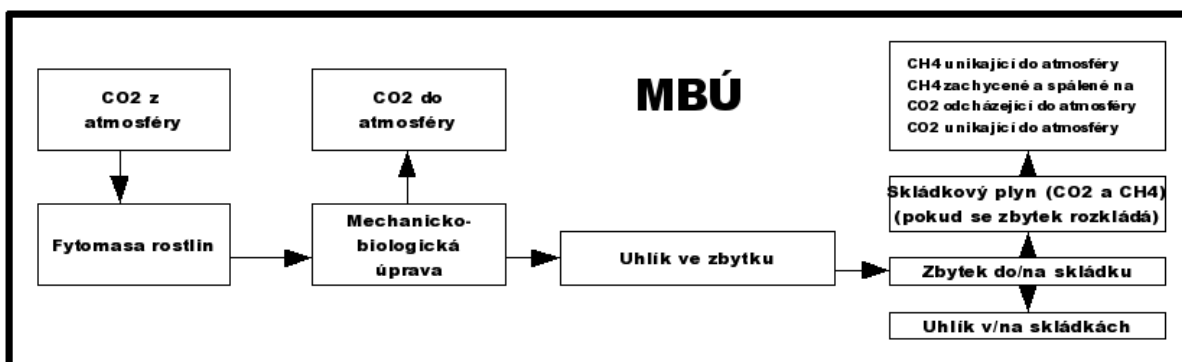
Obr.8: Schéma toku uhlíku při kompostování

Zdroj: <http://biom.cz/cz/obrazek/toky-uhliku-pri-mechanicko-biologicke-uprave-biologicky-rozlozitelnych-odpadu-smith-et-al-2001>



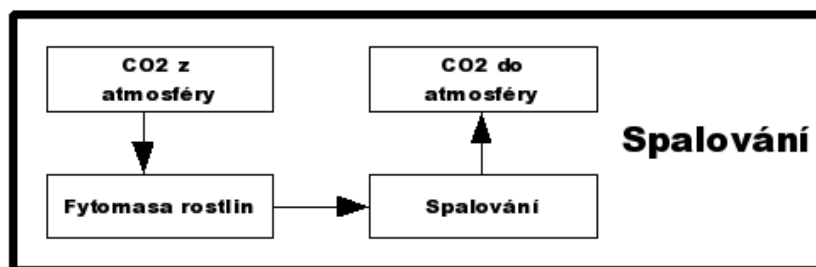
Obr.9: Schéma toku uhlíku při anaerobní digestaci

Zdroj: <http://biom.cz/cz/obrazek/toky-uhliku-pri-mechanicko-biologicke-uprave-biologicky-rozlozitelnych-odpadu-smith-et-al-2001>



Obr.10: Schéma toku uhlíku při mechanicko-biologické úpravě

Zdroj: <http://biom.cz/cz/obrazek/toky-uhliku-pri-mechanicko-biologicke-uprave-biologicky-rozlozitelnych-odpadu-smith-et-al-2001>



Obr.11: Schéma toku uhlíku při spalování

Zdroj: <http://biom.cz/cz/obrazek/toky-uhliku-pri-mechanicko-biologicke-uprave-biologicky-rozlozitelnych-odpadu-smith-et-al-2001>

Energetické využití skládkového plynu

Skládky komunálního odpadu jsou významnými zdroji znečišťování ovzduší. V důsledku rozkladných procesů uložených odpadů vzniká skládkový plyn, skládající se zejména z metanu a oxidu uhličitého. Protože je metan významným skleníkovým plynem, je nutné co nejvíce omezit jeho emise.

Na skládkách komunálního odpadu mimo jiné dochází ke vzniku plynu obsahujícího převážně metan a oxid uhličitý. Takovému plynu se říká skládkový plyn. Tento plyn je legislativou nařízeno buď spálit bez dalšího užítu, aby se zabránilo jeho úniku do atmosféry (metan je ekvivalentem asi 20 násobku oxidu uhličitého) nebo použít jako palivo pro kogenerační jednotku a vyrábět elektřinu a teplo.

Složení skládkového plynu se mění v závislosti na stáří skládky a rychlosti jeho čerpání. Optimální podmínky pro jeho tvorbu jsou: pH 6,5 - 8, vlhkost větší než 20 – 30 %, teplota 25 – 40 °C. Celková možná produkce skládkového plynu se odhaduje na 100 – 300 m³ z 1 tuny tuhého komunálního odpadu. Z tohoto množství lze zachytit a využít 20 - 70 %. Nejvyšší produkce je 5 až 13 let po uložení odpadu. Skládkový plyn vzniká v procesu rozkladu organických složek skládkovaného odpadu a jeho hlavními složkami jsou metan, oxid uhličitý a dusík. V tělese skládky probíhají procesy rozkladu biogenních odpadů v obou formách (aerobní i anaerobní) neřízeně.

Vlastnosti skládkového plynu

Skládkový plyn je vysoce hodnotný nositel energie, tzn. může být mnohostranně a velmi účinně využit, především pro výrobu elektrického proudu, vytápění a přípravu teplé vody, k sušení a chlazení. V poměru k objemu má podstatně menší výhřevnost než zemní plyn, propan a butan. Jeho spalováním vznikají neškodné produkty: vodní pára a oxid uhličitý. Skládkový plyn se jímá plynovými studnami, které jsou rozmístěny víceméně rovnoměrně na

skládce a na které je napojeno sběrné potrubí. Plyn je obvykle znečištěn, proto na konci hlavního plynového vedení bývá zabudován čistič plynu (filtr). Podle způsobu využívání následuje další technologické zařízení. Pro vyrovnávání výkyvu plynu je zařazen do okruhu plynem. Plyn je možné u velkých skládek energeticky využít pro výrobu elektrické energie.

Odplynění skládky má zabránit hromadění skládkového plynu, které by mohlo mít za následek porušení izolační bariéry skládky, a předejít jeho úniku či případné příčině výbuchu. 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, není-li 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.

Emise vznikající při výrobě energie z primárních zdrojů a při přeměně jednotlivých forem energie a při energetickém využití odpadů

Pro všechna spalovací energetická zařízení, elektrárny, teplárny, kotelny s různými druhy paliva stanovuje naše legislativa limity znečišťujících látek, odcházejících do ovzduší. Tyto emisní limity jsou pravidelně kontrolovány a zařízení je nesmí překročit, jinak mu hrozí vysoká pokuta nebo i vyřazení z provozu. Tyto limity se vztahují i na zařízení pro energetické využívání odpadu (zdroje tepelně zpracovávající odpad).

Emisní limity pro zdroje tepelně zpracovávající odpad stanovuje emisní limity směrnice EU č. 76/2000 o spalování odpadů a Příloha č. 4 k vyhlášce č. 415/2012 Sb. (Prováděcí vyhláška 415/2012 Sb., metodické pokyny a stanoviska MŽP k zákonu o ovzduší), která je přílohou Zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. V tabulce jsou porovnány emisní limity různých energetických zařízení. Jak je vidět, emise ZEVO se nejvíce blíží množství znečišťujících látek, které vypouštějí do vzduchu zařízení spalující zemní plyn.

U ZEVO závisí množství znečišťujících látek na složení komunálního odpadu a způsobu, jakým je spalován. I nejkvalitnější technologie spalování není nic platná, když se v odpadu ocitnou předměty s obsahem těžkých kovů, PVC, žárovky, akumulátory, léky, barvy a podobně. Všechny tyto věci je ZAKÁZÁNO vyhazovat do komunálního odpadu, měly by být odděleně sbírány v rámci separovaného sběru.

Dioxiny

U ZEVO se nejvíce mluví o produkci tzv. dioxinů (PCDD/PCDF, polychlorované dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany). Je však omyl si myslet, že tyto sloučeniny produkují pouze ZEVO. Dioxiny se vyskytují běžně – vznikají totiž při každém spalovacím procesu (elektrárny, lesní požáry, domácí topeniště, ohňostroje, grilování), kde dojde k nedokonalému spalování. Kromě ZEVO se však koncentrace dioxinů nikde nesleduje, a proto o jejich vzniku nemá veřejnost informace.

Běžná ZEVO má technologii nastavenou tak, aby ke vzniku dioxinů docházelo co nejméně (nastavení spalovacích poměrů v kotli, teplota hoření min. 850 °C a doba zdržení spalin 2 sekundy). Pokud dioxiny přece jen vzniknou, zachycují se ve vysoce účinném, několikastupňovém čištění spalin.

Emisní limit látek PCDD/PCDF ve spalinách stanovila Evropská unie na 0,1 nanogramu v m³. Je to velmi malé číslo – nanogram je 0,000000001=10⁻⁹ gramu. Přesto všechny ZEVO u nás tento limit s velkou rezervou plní. (Zdroj: Norma ČSN)

Tab.5: Porovnání emisních limitů vybraných zařízení (v miligramech na m³)

Emisní parametr	ZEVO	Uhlé kotle	Kotle na dřevo	Kotle na mazut	Plynové kotle	Fluidní kotle
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Tuhé látky	10	100	250	55	28	67
Organický dusík	10		50			
SO ₂	50	1 667	2500	945	19	533
NO ₂	200	435	650	250	111	267
CO	100	267	650	97	55	167
HCl	10					
HF	2					
PCDD/PCDF	0,1					
Hg	0,05					
Cd	0,05					
Ostatní těžké	0,5					

kovy						
------	--	--	--	--	--	--

Pozn.: Použity limity podle Směrnice 76/2000/EC, o spalování odpadů. Hodnoty jsou přepočteny na 11% O₂, uvedeny v mg/m³ (kromě PCDD/PCDF) a vztaženy na suchý plyn při normálních stavových podmínkách (273K, 1013mbar).

Zdroj: Směrnice 76/2000/EC, o spalování odpadů

Hodnoty z tabulky č. 5 představují povolené maximální limity, kterých většina zařízení nedosahuje. Tyto limitní hodnoty mohou být pro zdroje energie přepočteny ve vztahu k množství vyrobené energie, jak ukazuje následující tabulka:

Tab.6: Množství emisí vztažené k množství vyrobené energie

Typ znečišťující látky	Emise BP	Kotelna biomasa	ZEVO	Emise elektrina	Kotelna ZP	Kotelna HU
	[g/GJ]	[g/GJ]	[g/GJ]	[g/GJ]	[g/GJ]	[g/GJ]
TL	8,7	934,9	1,7	25,9	0,6	711,0
SO ₂	69,9	74,8	8,6	489,4	0,3	1 342,0
NO _x	209,8	224,4	79,2	415,7	47,1	171,0
CO	69,9	74,8	3,3	39,3	9,4	2 564,0
CxHy	69,9	66,6	0,5	39,0	1,9	570,0
CO ₂	0,0	0,0	–	325 000,0	55 560,0	100 000,0

Zdroj: EAV

Pro porovnání jsou u jednotlivých variant uvedeny tzv. vytěsněné emise, tedy emise, které by unikly do ovzduší při dodávce stejného množství energie z klasického zdroje, jako je množství energie vyrobené v ZEVO.

Další hlediska pro environmentální hodnocení projektů pro zpracování odpadů jsou:

- množství a složení kapalných a pevných odpadů vznikajících při jednotlivých procesech
- ostatní hlediska specifická pro jednotlivé technologie, zejména:

- nárůst autodopravy a množství dopravovaných materiálů pro jednotlivé technologie
- opatření ke snižování hlučnosti zařízení
- zamezení úniku zápachu do okolí

5.3 Sociální hledisko

Z pohledu dopadu na obyvatele je nejdůležitější, aby došlo co nejrychleji k rozhodnutí o jednoznačné variantě, kterou bude řešena problematika nakládání s odpady v Kraji Vysočina. Realizace opatření bude časově náročná a případné zpoždění, nebo realizování až po termínu zákazu skládkování neupraveného odpadu bude mít za následek zdražení nakládání se směsným komunálním odpadem. Toto zdražení se promítne i do zvýšení poplatku hrazeného občany. Z tohoto pohledu se jeví jako nejrizikovější varianta s technologií MBÚ. Vlivy, které mohou vést k odkládání realizace jsou uvedeny v částech „HROZBY“ jednotlivých SWOT analýz.

Z pohledu komfortu jsou všechny varianty pro obyvatele rovnocenné.

Dále uvedená tabulka ukazuje vliv jednotlivých variant na počet nově vytvořených pracovních míst. Uvedena jsou pouze pracovní místa přímo v závodě ZEVO. Dá se předpokládat, že vzniknou další místa např. na překladištích, v souvislosti s přepravou a podobně.

Tab.7: Nově vzniklá pracovní místa

Zařízení	Kapacita	Nově vytvořená prac. místa	Nově vytvořená prac. místa	Cena teplo	Cena odpad
	(kt/rok)	počet	počet na 1 kt odp.	(Kč/GJ)	(Kč/t)
Varianta A1	10	17	1,70	346	1 400
Varianta A2	20	17	0,85	200	1 079
Varianta B1	95	55	0,58	320	1 800
Varianta B1a	95	55	0,58	200	1 800
Varianta B2	150	68	0,45	200	1 067
Varianta C	41,6	8	0,19	-53	1 217

Zdroj: vlastní zpracování

Nejdůležitějším přímým dopadem na obyvatele je cena za využívaný odpad a cena za prodávané teplo. Při využití tepla pro zásobování sítí CZT dojde ke stabilizaci ceny v důsledku využití místní suroviny. Cena za odpad na bráně je s výjimkou variant A2 a B2 výrazně vyšší, než cena současná. I při realizaci variant A2, nebo B2 je nutno počítat s mírným nárůstem platby obyvatel. Nárůst ceny musí být kompenzován snížením množství

SKO. Toho lze dosáhnout zejména vyšší mírou třídění využitelných složek a BRO. Motivační účinek vyšší ceny je zohledněn ve SWOT položkou „vyšší míra uvědomělosti a zodpovědnosti občanů“.

Při hodnocení variant je základním hlediskem pro posouzení cena placená za 1 t odpadu „na bráně“ každého uvažovaného zařízení. Tedy sociálním hlediskem je cena, která se promítne do celkových nákladů měst a obcí na nakládání s odpady a v konečném důsledku také do výše poplatku za odpady pro občany.

Druhým posuzovaným hlediskem je cena za dodávanou tepelnou energii, která představuje významný podíl pro stabilizaci a snížení ceny dodávkového tepla do soustavy CZT v dané lokalitě.

Sociálních kritérií je v souvislosti s provozem zařízení pro energetické využití odpadů veliká škála. I jejich pouhý výčet je nad rámec této studie a bude zpracován ve studii pro posouzení vlivů na životní prostředí pro konkrétní zvolenou variantu.

5.4 Soulad s legislativou

Legislativa v souvislosti s výstavbou ZEVO představuje velmi složitý problém. Výstavba a provoz jsou podmíněny dodržáním celé řady legislativních opatření. Souvislosti provozu ZEVO s platnými zákony byly dostatečně rozvedeny ve studii Předběžná studie proveditelnosti projektu ZEVO Vysočina.

Tato studie je pouze doplněním a rozšířením uvedené a proto není soulad s legislativou podrobněji rozebírán.

V naší práci se soustředíme pouze na ta legislativní kritéria, která mohou ovlivnit kritéria pro hodnocení jednotlivých variant. Jedná se zejména o dodržení podmínek pro povolení k provozu a kritérií pro získání cenové podpory k vyrobené energii.

Minimální účinnost užití energie

Podmínky nutné pro získání podporované ceny energie, kterými jsou zejména kritéria související s dosažením minimální účinnosti výroby energie v parním turbosoustrojí pro kogeneraci definuje Příloha č. 18 k vyhlášce č. 441/2012 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie.

Úspora primární energie

Tento ukazatel vyjadřuje úsporu primárních energetických zdrojů. Metodika výpočtu je definována ve vyhlášce č. 453/2012 Sb., o elektřině z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla a elektřině z druhotných zdrojů. Obecně ukazatel představuje úsporu energie v GJ za rok, která by byla potřeba k výrobě takového množství elektřiny a tepla (sníženého o vlastní spotřebu), jež se vyrobí v ZEVO v klasických zdrojích (elektrárna, výtopna).

SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic zahrnuje přesnou definici (kritérium Energy Efficiency R1), kterou musí splnit ZEVO, aby mohlo být zařízením pro využití odpadu. Při nesplnění tohoto kritéria se jedná o zařízení pro odstranění odpadu.

Pokud je kritérium R1 větší než 0,65, tak se dle výše uvedené směrnice jedná o energetické využití odpadů. Toto kritérium je v podstatě vyjádřením měrné úspory primární energie.

Zahrnuje zařízení pro spalování, která zpracovávají pevný komunální odpad, pouze pokud se jejich energetická účinnost rovná nebo je vyšší než:

- 0,60 pro zařízení v provozu povolená v souladu s použitelnými právními předpisy Společenství před 1. lednem 2009,
- 0,65 pro zařízení povolená po 31. prosinci 2008,

$$\text{Energetická účinnost} = (E_p - (E_f + E_i)) / (0,97 \times (E_w + E_f))$$

kde:

E_p se rozumí roční množství vyrobené energie ve formě tepla nebo elektřiny. Vypočítá se tak, že se energie ve formě elektřiny vynásobí faktorem 2,6 a teplo vyrobené pro komerční využití faktorem 1,1 (GJ/rok)

E_f se rozumí roční energetický vstup do systému z paliv přispívajících k výrobě páry (GJ/rok)

E_w se rozumí roční množství energie obsažené ve zpracovávaných odpadech vypočtené s použitím výhřevnosti odpadů (GJ/rok)

E_i se rozumí roční dodaná energie bez E_w a E_f (GJ/rok)

0,97 je činitelem k započtení energetických ztrát v důsledku vzniklého popela a vyzařování

Tento vzorec se použije v souladu s referenčním dokumentem o nejlepších dostupných technikách pro spalování odpadů.

Všechna zařízení použitá pro porovnání variant jsou volena tak, aby splňovala výše uvedená účinnostní kritéria.

V tom případě má zařízení nárok na bonus dle níže uvedené tabulky:

Tab.8: Příjmy - energie

	OZE - *1	Druhotný zd.*2	KVET-el., do 5MW	KVET-el., do 5MW- DS1.	Teplo
	(Kč/MWh)	(Kč/MWh)	(Kč/MWh)	(Kč/MWh)	(Kč/GJ)
SKO	0	0	45	155	50
BRO	690	0	0	0	0
neBRO*	0	45	0	0	0

*biologicky
nerozložitelná
část odpadů

Poznámky:

*1 vztahuje se pouze na elektrickou energii z OZE, zde BRO - cca 40% hmotnosti

*2 vztahuje se pouze na elektrickou energii z neOZE - cca 60% hmotnosti

Bonus teplo	50	(Kč/GJ)
Bonus elektřina	0,503	(Kč/kWh)

Zdroj: vlastní zpracování

6 Popis a rozbor variant vybraných pro analýzu

Pro analýzu byly vybrány varianty, které by potenciálně mohly být realizovány na Vysočině. Jako podkladový materiál (data) byly použity konkrétní projekty v realizaci v podmínkách ČR a nabídky možných dodavatelů technologií.

Projekty v jednotlivých variantách jsou hodnoceny podle následujících kritérií:

- Cena odpadu na bráně
- Cena tepla dodávaného do teplotní sítě, tato cena je nastavena na 200,- Kč/GJ, pokud to ekonomické podmínky dovolí. Tato cena je jednoznačně výhodná pro distributora i pro konečného spotřebitele, vyšší cena musí být diskutována v konkrétních podmínkách
- Potřeba investiční dotace – dotace je uvažována pouze u těch variant, kde by cena za využitou tunu odpadu byla vyšší než 1 800,- Kč/t nebo kde cena za teplo převyšuje uvedenou částku
- Cena tepla na úrovni 200 Kč za GJ je nastavena po konzultaci s dodavateli tepla v regionech, kde se využívá primární palivo zemní plyn. Pro lokality, kde je primárním palivem hnědé uhlí nebo biomasa musí být tento údaj upraven na hodnotu odpovídající ceně energie ve využívaném palivu.

Podmínky

Všechny varianty jsou počítány pro reálné provozní parametry, které jsou u každé varianty uvedeny. Parametry pro výpočet návratnosti investic jsou:

- Míra diskontu 5% - tato hodnota je obvyklá v municipálních projektech
- Výpočet návratnosti vlastního kapitálu, vytvořený výpočtový nástroj umožňuje i modelaci s úvěrovými prostředky, toho se dá využít při modelování konkrétních příkladů
- Parametry výpočtu (cena za odpad, cena za teplo, potřeba dotace) jsou vždy vztaženy k požadovanému výsledku NPV=0, tedy IRR=5%

Uvažovaná životnost investice je 20 let.

Výše daní a poplatků a cen je uvažována na úrovni roku 2014.

V dalším textu je podrobně popsána technologie ZEVO malých kapacit, technologie pro větší kapacity (95 a 150 kt) jsou popsány pouze stručně, protože již byly podrobně rozebrány v předchozích studiích.

6.1 Více menších zařízení pro energetické využití odpadů – ZEVO malé kapacity
Posuzované zařízení je dodávkou společnosti EVECO Brno, s.r.o., Březinova 42, 616 00 Brno. Tato kapitola je zpracována na podkladě konkrétní nabídky uvedené společnosti, s jejím souhlasem.

Popis technologie

Účel a funkce připravované stavby

Hlavním účelem části stavby uvedené pod názvem „ZAŘÍZENÍ PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ MALÉ KAPACITY“ (dále jen „ZEVO“) je zajistit termické zpracování komunálních odpadů vznikajících v zájmovém území a současně využít tepelnou energii uvolňovanou při tomto procesu na výrobu páry a generování elektrické energie.

Pod pojmem tuhé komunální odpady (TKO) se rozumí odpadové materiály vznikající v sídelních útvarech a zahrnující zejména:

- směsný komunální odpad,
- uliční odpady a smetky,
- velkoobjemový odpad,
- odpady služeb a malých výroben,
- odpady ze škol, úřadu, obchodu a institucí,
- kaly z čistíren odpadních komunálních vod,
- další odpady vznikající v komunální sféře.

Spalováním odpadu se dosáhne odstranění nežádoucích fyzikálních vlastností odpadu (redukce objemu, hmotnosti). Některé biologicky nebo chemicky aktivní odpady nelze jinou cestou zneškodnit. K úplnému nebo částečnému odstranění nebezpečných vlastností odpadu dochází termickou a oxidační destrukcí jak na molekulární, tak i na buněčné úrovni (různé chemické, převážně oxidační přeměny látek způsobujících nebezpečnost odpadu).

Základní charakteristiky

Při návrhu technického řešení termického zpracování odpadu s výrobou páry a následným generováním elektrické energie v zájmovém území je nutné před zpracováním konečného návrhu zejména shromáždit informace o množství a složení komunálních odpadů.

Pro účely této orientační nabídky se uvažují následující zadávací údaje:

Jako odpad pro spalovnu je uvažován především směsný komunální odpad v množství 10 000 t/r. Jako stabilizační a přídatné palivo je uvažován primárně zemní plyn.

Energie spalin bude využita pro výrobu páry sloužící pro generování elektrické energie turbínou pracující v Rankinově cyklu.

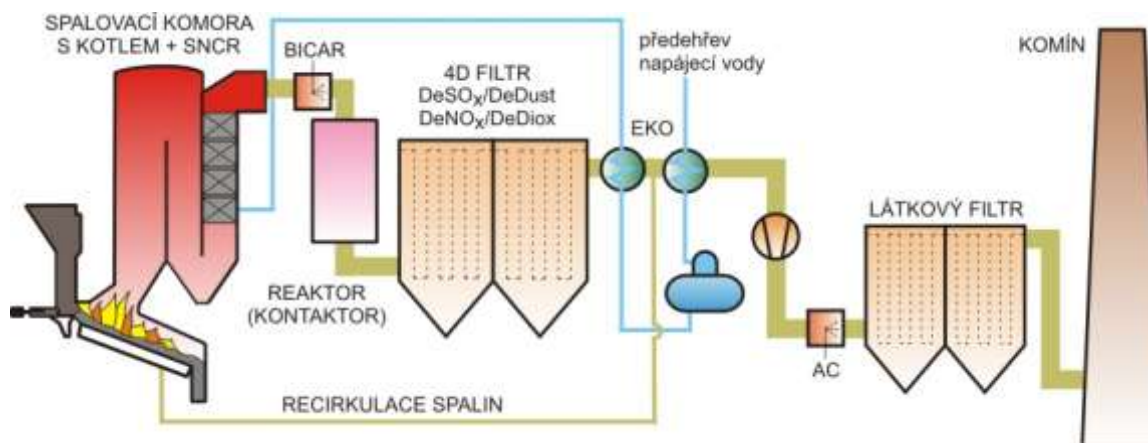
Předpokládá se, že odpad získaný v dané lokalitě bude zbaven nespalitelných látek jako hlína, kameny, suť, velké kusy kovu, popel a podobně. Rovněž se předpokládá, že ve směsi odpadu se nebudou vyskytovat odpady svým charakterem patřící do kategorie zvláště nebezpečných odpadů, tzn. mj. patologické nemocniční odpady, odpady z kafilérií, léky, radioaktivní odpady, látky s vysokým obsahem chlóru, fluóru, síry, PCB a případně další nebezpečné látky. Tyto předpoklady platí pro všechny varianty této studie.

Obecně se předpokládá průměrná výhřevnost komunálního odpadu je min 8,7 až 12 MJ/k. Fond pracovní doby zařízení je 8 000 h/r.

Technické řešení

Nabídka je vypracována na dodávku jednotky s roční zpracovatelskou kapacitou 10 kt odpadu v jedné lince.

Základem této jednotky je spalovací komora s přesuvným roštem chlazeným vzduchem. Zjednodušené technologické schéma je uvedeno na následujícím ilustračním obrázku.



Obr.12: Schéma energetického využití odpadů

Zdroj: Pavlas 2011

Energetické centrum je koncipováno jako samostatný provozní soubor závodu. Jeho účelem je využití páry vyrobené v kotli spalovenské linky ke generování elektrické energie. Elektrická energie je generována pomocí jednoduché točivé redukce.

Součástí Energocentra je parní točivá redukce s příslušenstvím, dále provozy pro úpravu surové vody, úpravu kondenzátu, napájecí a kondenzátní nádrž, napájecí a kondenzátní čerpadla, kondenzátor, ohříváky napájecí vody, vzduchové chladiče a trafostanice.

Technologická část

Technologické zařízení spalovny je rozděleno na PROVOZNÍ SOUBORY (PS) a DÍLČÍ PROVOZNÍ SOUBORY (DPS). Popis některých nejdůležitějších z nich následuje.

Provozní soubory

PS 01 Příjem a skladování tuhých komunálních odpadů

Tuhé komunální odpady (TKO) jsou přiváženy do areálu spalovny pomocí nákladních automobilů. Příjem TKO a výjezd vozidel z areálu je prováděn přes silniční váhu. Poté co je TKO zaregistrován, je uložen do příjmové části zásobníku odpadu, ze kterého je polypovým drapákem po kontrole přemístěn do provozní uskladňovací části bunkru. V bezprostřední blízkosti příjmové části bunkru je umístěn drtič odpadu sloužící k drcení větších částí odpadu.

PS 02 Technologie spalování TKO

Spalování komunálního odpadu probíhá ve spalovací komoře moderní konstrukce s pohyblivým roštem.

Dokonalé spálení odpadu je zajištěno vícestupňovým přívodem spalovacího vzduchu a změnou rychlosti posuvu odpadu na roštu. Spalovací rošt je navržen tak, aby byla zajištěna doba zdržení dostatečně dlouhá pro vyhoření spalitelných složek odpadu při současně nízkých emisích CO a NO_x. Rošt je skloněn vůči horizontální rovině a je tvořen střídavě pevnými a pohyblivými roštnicemi. Díky pohybu pohyblivých roštnic je spalovaný odpad promícháván. Rošt je ovládán hydraulicky. Primární spalovací vzduch předehřátý v parním ohříváku se přivádí řízeně pod rošt spolu s recyklovanými spaliny. Recyklované spaliny jsou také přiváděny do spalovacího prostoru parními dýzami spolu se sekundárním vzduchem tak, aby bylo podpořeno dokonalé promísení spalin ve spalovací a dohořívací komoře. Legislativou požadovaná teplota spalin **850°C** na konci spalovací komory je udržována v případě nestandardních podmínek stabilizačním výkonovým hořákem na zemní plyn. Velikost a tvar dohořívací komory za posledním přívodem vzduchu je volena tak, aby

byla zaručena zdržná doba spalin **2 s** při **850°C** při všech uvažovaných spalovacích režimech. Škvára vzniklá spalováním odpadu je odstraňována pomocí extraktoru škváry.

PS 03 Čištění spalin

Jednou z nejdůležitějších částí ZEVO je technologie čištění spalin, která především určuje výsledný efekt zneškodňování odpadu spalováním. Spaliny jsou kontaminovány TZL (prachové částice), kyselými plyny (SO_2 , HCl , HF), oxidy dusíku NO_x , těžkými kovy, organickými látkami a látkami typu PCB, PCDD/F.

Pro čištění spalin je použita primárně tzv. suchá technologie čištění spalin spolu katalytickou povrchovou filtrací. Sekundárně je nasazena mokrá louhová vypírka. Mokrá vypírka však nemusí být v některých případech použita nebo je možné použít i druhý stupeň v tzv. suchém provedení s injektáží aktivního uhlí.

Jednotka je vybavena filtrem s filtračními elementy pracujícími na principu katalytické filtrace a suchým čištěním spalin za použití hydrogenuhličitanu sodného (tj. jedlé kuchyňské sody). Problematika snižování NO_x je řešena primárně technologií selektivní nekatalytické redukce - SNCR.

Nabízená koncepce čištění spalin představuje uspořádání vyhovující nejprísnějším požadavkům a zahrnuje progresivní technologii katalytického rozkladu látek typu NO_x a PCDD/F. Použité technologie splňují poslední požadavky BAT / BREF dokumentu a jsou vyžadovány pro nové ZEVO případně čerpající dotace z fondu EU.

DPS Suchá sorpce

Pro čištění spalin je použita technologie suché sorpce za použití hydrogenuhličitanu sodného (NaHCO_3), kdy se do spalinovodu dávkuje tento jemně mletý sorbent, který neutralizuje kyselé složky spalin (HF , HCl a SO_2)

Míru vyčištění spalin od kyselých složek lze regulovat množstvím dávkovaného sorbentu. Dávkovaný sorbent NaHCO_3 se skladuje v big-bagu a přes provozní zásobník a dávkovací šnek je pneumaticky dopravován do spalinovodu. Vhodné podmínky pro průběh sorpčních procesů, (dosažení požadované reakční doby a promísení spalin s částicemi sorbentu), jsou zajišťovány speciálním reaktorem – kontaktozem. Reakcemi sorbentu s kyselými polutanty vznikají tuhé sodné soli, které se odlučují ze spalin společně s popílkem v odprašovací zařízení – ve filtru.

DPS 4D filtrace

Výstupní zaprášené spaliny z kontaktoru obsahující popílek, sorbent a soli vzniklé neutralizací kyselých složek jsou přiváděny spalínovým potrubím do vstupního kolektoru filtru a odtud jsou rozváděny do jednotlivých komor filtru, ve kterých dochází na filtračních elementech k dokonalému odprášení a ke snížení emisí dioxinu, oxidu dusíku a těkavých uhlovodíků.

4D filtrace je představována technologií povrchové katalytické filtrace, slučuje více jednotkových operací do jednoho aparátu. Jedná se o následující operace:

- | | |
|---|-------------|
| • odloučení tuhých znečišťujících látek ze spalin (TZL) | DeDusting |
| • snížení obsahu kyselých složek ve spalinách | DrySorption |
| • snížení obsahu oxidu dusíku | DeNOx |
| • snížení obsahu PCDD/F | DeDiox |

Jádrem technologie jsou filtrační elementy, v jejichž matici je implementován katalyzátor na bázi V_2O_5/TiO_2 zajišťující možnost rozkladu PCDD/F, těkavých uhlovodíků i redukci oxidu dusíku. Spojení všech výše uvedených jednotkových operací v rámci jednoho aparátu přináší nemalé úspory investičních a provozních nákladů. U klasických technologií jsou výše uvedené operace řešeny souborem několika samostatných zařízení propojených do technologické linky, což zvyšuje nároky na zastavený prostor, obsluhu, údržbu a opravy.

Při průchodu spalin přes filtrační element jsou na jeho povrchu zachyceny tuhé částice (tj. také popílek s dioxiny navázanými na svém povrchu). Tento popílek se periodicky odstraňuje při regeneraci filtru a shromažďuje ve výsypce filtru. Odprášené spaliny dále proudí přes katalytický substrát, na kterém reagují molekuly PCDD/F v plynné fázi a transformují se na nepatrná množství CO_2 , H_2O a HCl . Podobně je tomu i v případě redukce NOx , které jsou redukovány spolu s čpavkem pocházejícím z metody SNCR (tzn. čpavkový skluz) na vodu a dusík. Moderní technologie katalytické filtrace PCDD/F navržená v této nabídce se vyznačuje těmito rysy:

- Požadovaný emisní limit ($0,1ng/Nm^3$) PCDD/F je garantován použitým principem (nemusí se provádět náročné provozní zkoušení a hledání „vhodného sorbentu“).
- Nejsou žádné provozní náklady spojené s dopravou, skladováním, manipulací, dávkováním a v konečné fázi i zneškodňováním použitého sorbentu nasyceného dioxiny – nebezpečného odpadu.
- Množství zachycených odprašků je rovno jen množství prachu obsaženého ve spalinách a množství zreagovaného sorbentu z odstraňování kyselých složek spalin, což je menší množství v porovnání s množstvím při použití technologie injektáže práškového sorbentu (např. Sorbalit, Vapecarb, uhlíkatý sorbent apod.).

- Snížení negativního čpavkového skluzu jako důsledku nasazení SNCR jako primární metody na odstranění NO_x . Čpavek je využit nasazením metody SCR v rámci 4D filtrace, kdy čpavek ve směsi s oxidy dusíku a přechodem přes katalyzátor zajišťuje další redukci NO_x a zároveň je sám také rozkládán na dusík a vodu.

DPS SNCR technologie

Technologie SNCR slouží ke snížení emisí NO_x na legislativou požadovanou úroveň. Jedná se o nekatalytickou selektivní metodu spočívající v rozprašování redukčního roztoku (močovina se speciálními aditivy) do spalovací komory kotle v pásmu teplot 880 -1050°C. Redukční roztok je tvořen 40% roztokem technické močoviny se surovou, filtrovanou vodou, obohacenou speciálním koncentrátem. Čpavkový skluz, který je nedílnou součástí metody SNCR v případě, kdy jsou požadovány vyšší účinnosti, je pozitivně zužitkován a snižován pomocí nasazení katalytické selektivní redukce NO_x v rámci 4D filtrace.

DPS Mokrý vypírka

Primárním úkolem mokré vypírky je odstranění těžkých kovů a poskytnutí pufrací kapacity v případě koncentračních špiček kyselých polutantů. Díky tomu, že mokrá vypírka není nasazena jako primární technologie na odstranění kyselých polutantů, je uvažována pouze jako jednoduchá protiproudě skrácená stříkačová kolona, před kterou jsou spaliny prudce ochlazeny vstřikováním prací vody na teplotu okolo 70°C ve quenchy. Spaliny jsou nasycovány vodou, dochází ke kondenzaci plyných oxidů těžkých kovů a jsou absorbovány případné zbývající kyselé složky obsažené ve spalinách (SO_2 , HCl a HF). Stříkače ve válcové části pračky zajišťují intenzivní styk spalin a pracího roztoku, do kterého je regulovaně dávkován hydroxid sodný (NaOH). Spaliny směřují zdola nahoru a prochází protiproudě válcovou částí pračky zkrácenou pracím roztokem. Na výstupu z pračky je instalován odlučovač kapek. Teplota spalin na výstupu z pračky odpovídá saturační teplotě vodní páry a pohybuje se v rozmezí od 50 do 60 °C dle absolutního tlaku v pračce. Doplnění chemických činidel (NaOH , popř. Na_2SO_3 nebo Na_2S) a procesní vody se provádí automaticky dle kontinuálně měřeného pH. Prací roztok je shromažďován v zásobní nádrži na spodku pračky, odkud je čerpadlem recirkulován. Část pracího roztoku je svedena do zásobní nádrže.

Do provozního souboru pračky patří dále provozní a skladové zásobníky louhu, zásobní nádrž, příslušná dávkovací a cirkulační čerpadla jednotlivých okruhů. Zasolený prací roztok je zneškodňován v odparce. Pro případný havarijní nouzový stav, kdy by nebylo možné

teplotu spalin před vstupem do pračky snížit zástříkem prací vodou, je celý druhý stupeň čištění spalin vybaven by-passem.

PS 04 Pomocné provozy

Pomocné provozy závodu jsou představovány kompresorovou, úpravnou tlakového vzduchu a hydraulickými stanicemi pro pohon příslušných zařízení (mj. rošt).

PS 05 Energocentrum

Využití tepelné energie spalin probíhá v utilizačním kotli, který navazuje na spalovací komoru. Kotel je vodotrubný s membránovou stěnou. Součástí kotle je také oddělený ekonomizér, který je zařazen až za prvním stupněm čištění spalin.

Parní výkon kotle je určen složením a množstvím paliva - odpadu vstupujícího do spalovacích zařízení. Teplo vzniklé při tepelném zpracování odpadu je využito k výrobě přehřáté páry. Parametry vyráběné páry jsou následující:

- Teplota: cca 220 °C
- Tlak: cca 12 bar (abs.)

Vyrobená pára je parovodem přivedena k parní točivé redukci. Parní kotel je napájen chemicky a termicky upravenou vodou. Po expanzi na točivé redukci je energie páry předávána v kodenzátoru vodě, která je využívána jako topná (teplotní spád 90/70 °C). V případě nemožnosti odběru tepla prostřednictvím topné vody je energocentrum vybaveno vzduchovými kondenzátory dimenzovanými na plný výkon závodu.

PS 6 až 9 Elektro VN, NN, MaR, řídicí a informační systém

Součástí nabídky jsou veškeré potřebné pohony ventilátoru, čerpadel, ventilu a klapky, elektroinstalace, kabeláže, a veškeré snímače a měření pro bezpečný provoz jednotky. Provoz technologie bude řízen řídicím systémem. Součástí dodávky je též zbudování místního osvětlení technologie a provedení uzemnění ocelových konstrukcí.

Provozní soubor ELEKTRO - SILNOPROUD zahrnuje všechna zařízení potřebná pro napájení a jištění jednotlivých elektrických spotřebičů celé technologie, spouštění a řízení pohonu (čerpadla, ventilátory atd.), včetně silnoproudé kabeláže, rozvaděčů a trafostanice. Patří sem rovněž silnoproudá zařízení související s napájením přístrojů MaR.

Provozní soubor Elektro obsahuje:

- elektropohony (pro ovládání klapky) solenoidových a regulačních ventilů, dodávku frekvenčních měničů, dodávku jisticích a spínacích prvku, dodávku kabeláže, kabelových tras, sdužovacích a napájecích skříněk a rozvaděčů Elektro,
- kompletní elektromontáž dodaného zařízení,
- kompletní projektovou a provozní dokumentaci a inženýrskou činnost včetně uvedení do provozu a garančních zkoušek.

Soubor MaR zahrnuje veškerou potřebnou “polní instrumentaci” technologie. Jsou to všechna potřebná čidla teplot, tlaku, průtoku, hladin a dalších fyzikálních veličin a analyzátor koncentrace O₂ a složení spalin na komíně (AMS). Do procesní polní instrumentace patří i některé akční členy, měřicí a regulační okruhy, potřebná kabeláž, místní rozvodné skříňky a rozvaděče.

Provozní soubor MaR obsahuje:

- potřebné přístroje MaR (čidel teploty, tlaku, průtoku, hladiny, měření pH) včetně odběrových ventilů a ventilových souprav, návarku a montážního materiálu
- dodávku kabeláže, kabelových tras, sdužovacích a napájecích skříněk a rozvaděčů pro přístroje MaR
- kompletní elektromontáž dodaného zařízení
- kompletní projektovou a provozní dokumentaci a inženýrskou činnost včetně uvedení do provozu a garančních zkoušek.

Systém řízení je na základní úrovni rozdělen na funkční subsystémy (jako např. vstupy médií a surovin, spalovací zařízení, utilizace tepla spalin, atd.). Subsystémy jsou řízeny podružnými řídicími stanicemi, které zpracovávají a vyhodnocují signály přicházející z technologického procesu na jeho vstupy (vstupní signály) a na základě naprogramovaných algoritmů vydávají na své výstupy povely (výstupní signály), kterými se ovládají jednotlivé akční členy (klapky, ventily, topná tělesa apod.).

Pro ovládací a vizualizační stanici je uvažováno se systémem Siemens včetně PC + monitoru, na kterém bude realizována vizualizace a řízení technologického procesu. Monitorovací systém zabezpečuje komfortní styk operátora s vlastním technologickým procesem. Plní funkce vizualizační, ovládací a dozorovací.

Vizualizační funkce spočívá v zobrazení přehledové obrazovky s hrubým přehledem o celé technologii s možností několikastupňového “zamoření” až k zobrazení jednotlivých aparátů a strojů s detailními informacemi o teplotách, tlacích, hladinách, průtocích a dalších údajích.

Ovládací funkce monitorovacího systému umožňuje operátorovi provádět ruční řízení vybraných okruhu, přestavování požadovaných hodnot regulačních smyček a mezí pro akční zásahy, signalizaci a alarmy.

Úroveň povolených zásahů jednotlivých pracovníků do systému je dána definovaným stupněm přístupových práv.

Dozorovací funkce zajišťuje zobrazení okamžitých hodnot technologických veličin na schématu na displeji, archivaci technologických veličin s možností tisku číselných a grafických průběhů. V rámci dozorovací funkce disponuje řídicí systém několika úrovněmi alarmu a hlášením poruchových stavů i s výstupem na tiskárnu, signalizačními prvky pro zobrazení polohy hlavních armatur a stavu elektropohonu atd.

Orientační technologické parametry

Základní parametry

Typ zařízení:	Zařízení na termické zpracování komunálních odpadů s výrobou páry a generováním elektrické a tepelné energie
Celková kapacita zařízení:	10 kt/rok SKO a dalších odpadů typu „O“
Výkon náporové turbíny:	180 kW el.
Výkon v topné vodě:	2 380 kW, teplotní spád 90/70
Celkový fond pracovní doby:	max. 8.000 h/r

Typ spalovacího zařízení:

- spalovací komora s posuvným roštem
- vodotrubný parní kotel s membránovou stěnou
- teplota ve spalovacím prostoru nad 850°C
- min. zdržná doba 2 s,
- produkovaná pára 220°C/12 bar(abs)

Výkonnost zařízení:	1,25 t/h komunálního odpadu (při max. 8000 h/r a výhřevnosti 9 MJ/kg)
---------------------	--

Stabilizační a přídatné palivo zemní plyn, výhřevnost **35 MJ/mN³**

Využití tepla: výroba **přehřáté páry** ke generování elektrické energie
a využití zbytkového tepla pro účely vytápění

Čištění spalin:

- SO₂, HCl, HF: suchá technologie čištění spalin s injektáží hydrogenuhličitanu sodného se separací vzniklých solí povrchovou filtrací
- NO_x: Selektivní nekatalytická redukce nástřikem roztoku močoviny do spalovacího prostoru
- Selektivní katalytická redukce na katalyzátoru implementovaném ve filtračních elementech
- PCDD/F: Selektivní katalytická redukce na katalyzátoru implementovaném v keramických filtračních elementech
- Těžké kovy: Injektáž aktivního uhlí a následné odloučení povrchovou filtrací na filtračních elementech
- TZL: Povrchová filtrace

Tab.9: Orientační údaje o výstupních produktech

• ORIENTAČNÍ ÚDAJE O VÝSTUPNÍCH PRODUKTECH	
Parametry produkované páry:	pára je vyráběná pro pohon turbíny teplota 220 °C , tlak 12 bar (abs.) celkové množství cca 4,4 t/h
Produkce spalin:	množství cca 7 800 Nm³/h teplota na vstupu do komína cca 60 °C
Produkce kapalných odpadu:	odluh kotle, prací voda, soc. zařízení cca 0,3 m³/h
Produkce pevných odpadu:	množství škváry dle složení odpadu cca 320 kg/h množství popílku cca 69kg/h kal z kalosisu cca 5 kg/h
Pozn.: Bilanční data platí pro výhřevnost odpadu 9,4 MJ/kg	

Zdroj: EVECO Brno, 2014

Tab.10: Orientační údaje o spotřebě

ORIENTAČNÍ ÚDAJE O SPOTŘEBĚ	
Spotřeba zemního plynu	průměrně cca 25 kWh/t odpadu
Spotřeba elektrické energie	vlastní spotřeba cca 280 kW el.
Spotřeba vody	cca 0,8 m³/h
Spotřeba aditiv	množství NaHCO ₃ cca 37 kg/h množství HCl, NaOH, Na ₃ PO ₄ , hydrazin, aminy, metalsorb cca 2,6 kg/h redukční činidlo pro SNCR cca 13 kg/h
Pozn.: Bilanční data platí obvyklé složení odpadu, tzn. obsah Cl do 0,8% hm., S do 0,2 % hm. vlhkého vzorku paliva	

Zdroj:EVECO Brno, 2014

V této variantě jsou zahrnuty dvě podvarianty, z nichž:

Více menších zařízení pro energetické využití odpadů – ZEVO malé kapacity

Varianta A1: jedna linka (10 000 tun odpadu)

6.1.1 Varianta A1: vypočítána pro jednu linku (10 000 tun odpadu)

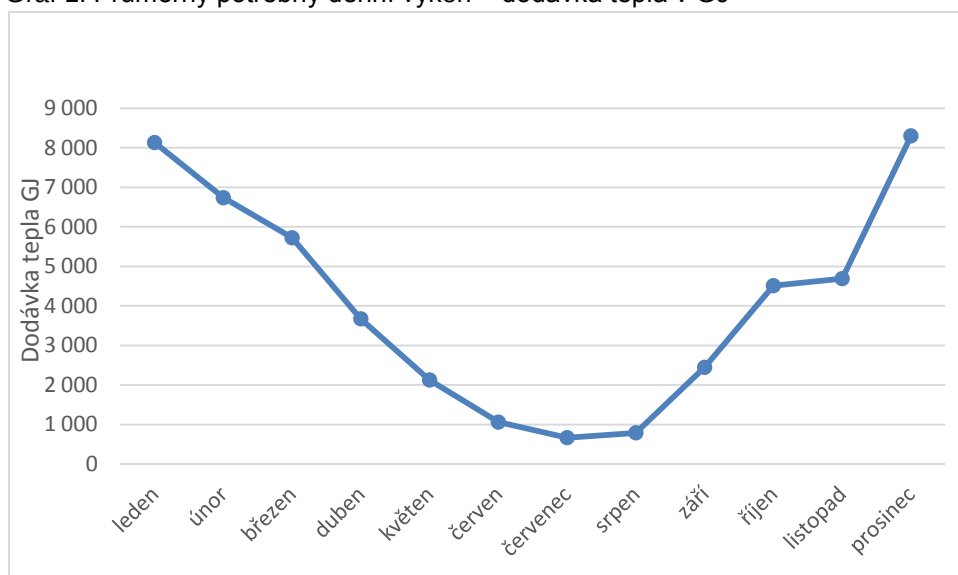
Předpokládaná dodávka tepla plně pokrývá současnou dodávku tepla z kotelny U Hřbitova 21, Jihlava.

Tab.11: Průběh roční dodávky tepla

Lokalita	Měsíce												Celkem
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Dodávka tepla GJ												
U Hřbitova 21	8 132	6 736	5 723	3 673	2 126	1 059	666	789	2 445	4 511	4 689	8 301	48 850

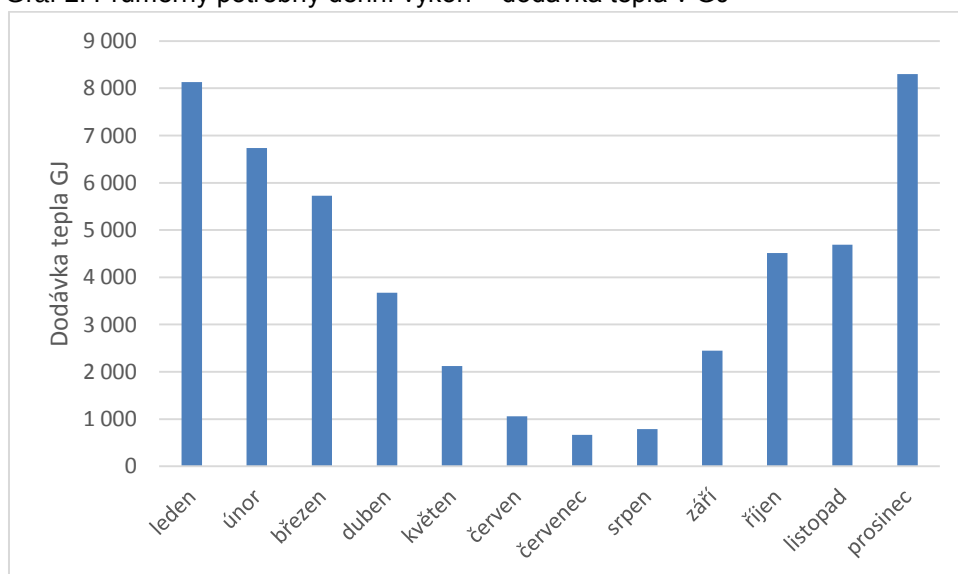
Zdroj: vlastní zpracování, Jihlavské kotelny

Graf 1: Průměrný potřebný denní výkon – dodávka tepla v GJ



Zdroj: vlastní zpracování

Graf 2: Průměrný potřebný denní výkon – dodávka tepla v GJ



Zdroj: vlastní zpracování

Tab.12: Využití kapacity ZEVO

Lokalita	Měsíce												Roční využití
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Využití průměrného potřebného denního výkonu (v %) (1 linka)												
U Hřbitova 21	100,0	100,0	92,8	59,5	34,5	17,2	10,8	12,8	39,6	73,1	76,0	100,0	59,7

Zdroj: vlastní zpracování

Energetická bilance a bilance výroby

Roční využití výkonu: 8000 hodin

Výhřevnost paliva 9 MJ/kg

Tabulka ukazuje, že při dané konfiguraci zařízení a daném výkonu zařízení bude dodáno do veřejných sítí uvedené roční množství tepelné a elektrické energie.

Tab.13: Výroba

	Výkon	Roční dodávka	
	(kW)	(kWh)	(GJ)
Teplo	2 380	19 040 000	68 544
El.energie	180	1 440 000	5 184
Energie v palivu			90 000

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.14: Spotřeba

		Množství	Pozn.
ZP	(kWh)	250000	25kWh/t
EE	(kWh)	2240000	280 kW
PHM	(l)		
SKO, OO	(t/rok)	10000	1,25t/h
voda	(m ³ /rok)	6400	0,8 m3/h

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.15: Vstupy

	Energie v palivu	
	(kWh)	(GJ)
SKO	25 000 000	90 000
ZP	250 000	900
EE	800 000	2 880
Celkem	26 050 000	93 780

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.16: Výstup

	(kWh)	(GJ)
Prodej EE	0	0
Prodej teplo	11 365 195	40 915
Celkem	11 365 195	40 915

Zdroj: vlastní zpracování

Ekonomické hledisko

Celková orientační investiční cena za dodávku na klíč v rozsahu definovaném touto nabídkou je stanovena odborným odhadem následovně:

Cena technologické části: 112 mil. Kč

Cena stavební části: 43 mil. Kč

Celková orientační cena: 155 mil. Kč

Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Tab.17: Výdaje-nákup

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
ZP (nájezd)	(kWh)	250 000	2	500 000
EE	(kWh)	800 000	4	3 200 000
Voda	(m ³)	0	43	0
PHM	(l)	880	30	25 967
NaOH	(kg)	4 400	30	132 000
HCl	(kg)	4 400	40	176 000
Fosfáty Na₃PO₄	(kg)	4 400	350	1 540 000
O₂ reducer - hydrazin	(kg)	1 600	1 000	1 600 000
Aminy	(kg)	1 600	1 000	1 600 000
Satamin (SNCR)	(kg)	104 000	6	624 000
Bicar	(kg)	4 400	7	30 800
Zeolit+ akt. uhlí	(kg)	5 000	14	70 000
				9 498 767

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.18: Výdaje – platby

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
Spaliny	(Nm ³)	62 400 000		0
Kapalné odp.(odluh, soc.zař.)	(m ³)	2 400	29	69 120
Škvára	(kg)	2 560 000	1	2 560 000
Popílek	(kg)	552 000	5	2 760 000
Kal z kalolisu	(kg)	40 000	5	200 000
				5 589 120

Zdroj: vlastní zpracování

Údaje o nákladech jsou převzaty z konkrétních údajů výrobců a dodavatelů technologií.

Tab.19: Náklady (uvedeno v Kč)

Nákup materiálu+provozní spotřeba	9 498 767
Platby za odpad, poplatky	5 589 120
Režie	1 000 000
Opravy a údržba	100 000
Poplatky a daně	85 000
Mzdy	6 946 560
Emisní poplatky	0
Celkem	23 219 447

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.20: Personální obsazení pro ZEVO a pro svozovou činnost

č.	Pozice	Kvalifikace	Počet	Hrubá mzda/měsíc (Kč)	Roční mzdový náklad (Kč)
1	Vedoucí	V 6	1	50 000	804 000
2	THP-technolog	V 3	1	35 000	562 800
4	Admin. Prac.	V 3 / ÚSO 5	1	22 000	353 760
8	Údržba	V 6	1	30 000	482 400
14	Operátor příjmu (vážný)	ÚSO 3	2	20 000	643 200
15	Jeřábník operátor	ÚSO 3	5	20 000	1 608 000
17	Topič kotlů – velínář	ÚSO 3	5	28 000	2 251 200
21	Úklid pracovních ploch a údržba zeleně		1	15 000	241 200
	CELKEM		17		6 946 560

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.21: Příjmy

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
SKO, OO	(t)	10 000	1 400	14 000 000
Kovový šrot	(t)	180	3 300	594 000
nonFe kovy	(t)	13	54 000	702 000
Prodej tepla	(GJ)	40 915	346	14 168 762
Prodej elektřiny	(kWh)	0	4	0
Bonus teplo	(GJ)	40 915	50	2 045 735
Bonus elektřina	(kWh)	0	1	0
Celkem				31 661 881
Obsah Fe		1,80%		
Obsah nonFe		0,13%		

Zdroj: vlastní zpracování

Pro uvedené parametry je dále uveden výpočet návratnosti investic.

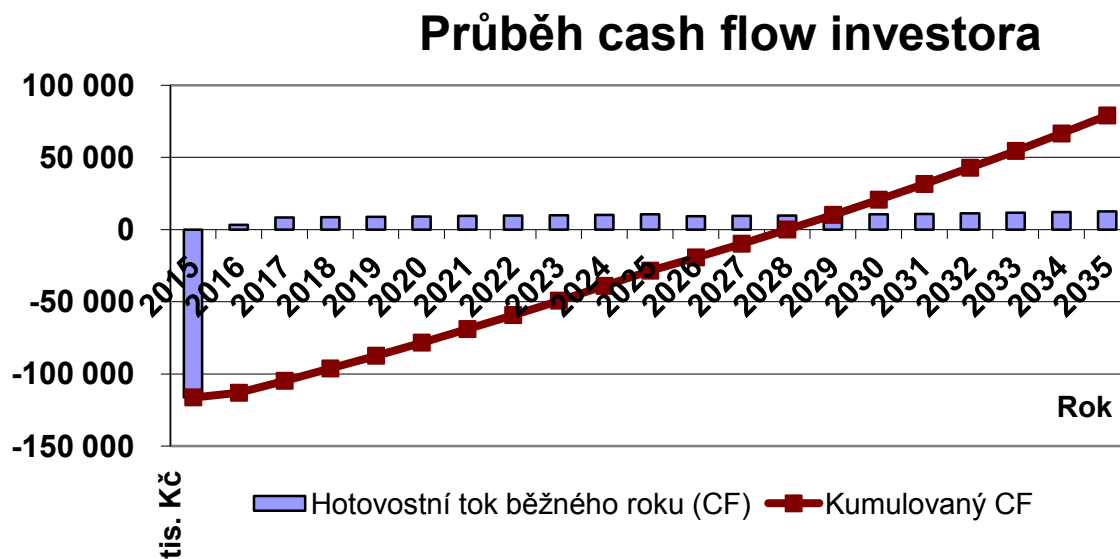
Parametry výpočtu jsou nastaveny pro hraniční výsledek NPV=0 (odchylka je dána složitostí výpočtu, jedná se o iterační postup, odchylka je zanedbatelná).

Tab.22: Návratnost investic

Hodnotící kritéria			
Čistá současná hodnota	9,28	tis. Kč	NPV
Vnitřní výnosové procento	5,00%		IRR
Doba splacení (prostá)	14	let	Ts
Doba splacení (diskontovaná)	20	let	Tsd
Rok hodnocení	2016		
Doba životnosti (hodnocení)	20	let	
Diskont	5,00 %		

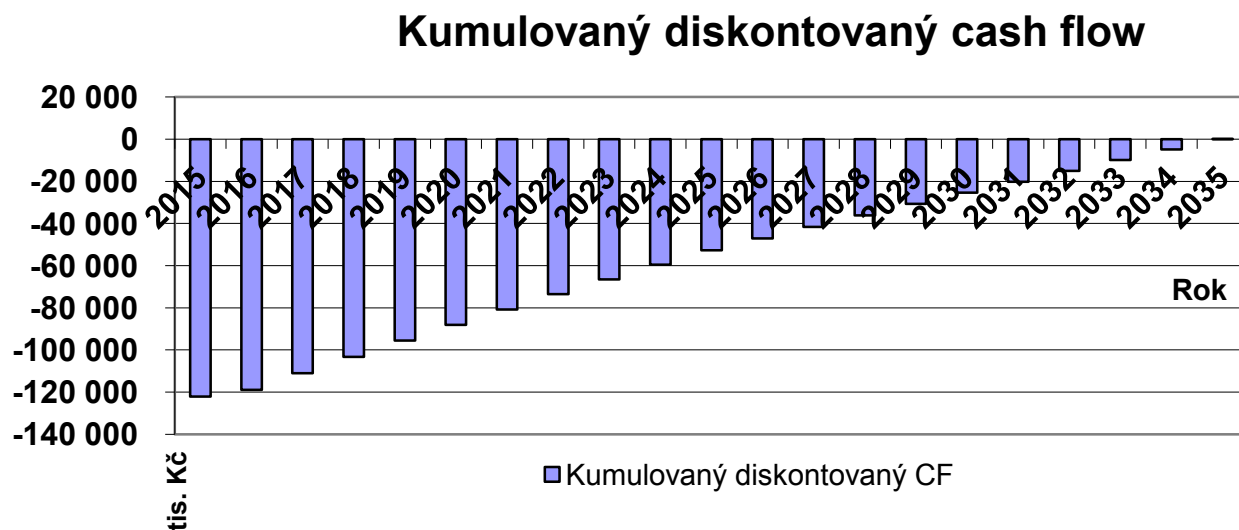
Zdroj: vlastní zpracování

Graf 3: Průběh cash flow investora



Zdroj: vlastní zpracování

Graf 4: Kumulovaný diskontovaný cash flow



Zdroj: vlastní zpracování

Základní parametry výstupu jsou cena za dodávkové teplo 346 Kč/GJ a cena za odpad na bráně 1 400 Kč/t. Pro dosažení výše uvedených parametrů je navíc nutná investiční podpora ve výši 25 %.

Varianta A2: dvě linky (každá 10 000 tun odpadu, tzn.
20 000 tun)

6.1.2 Varianta A2: vypočítána pro dvě linky (každá 10 000 tun odpadu, tzn. 20 000 tun)

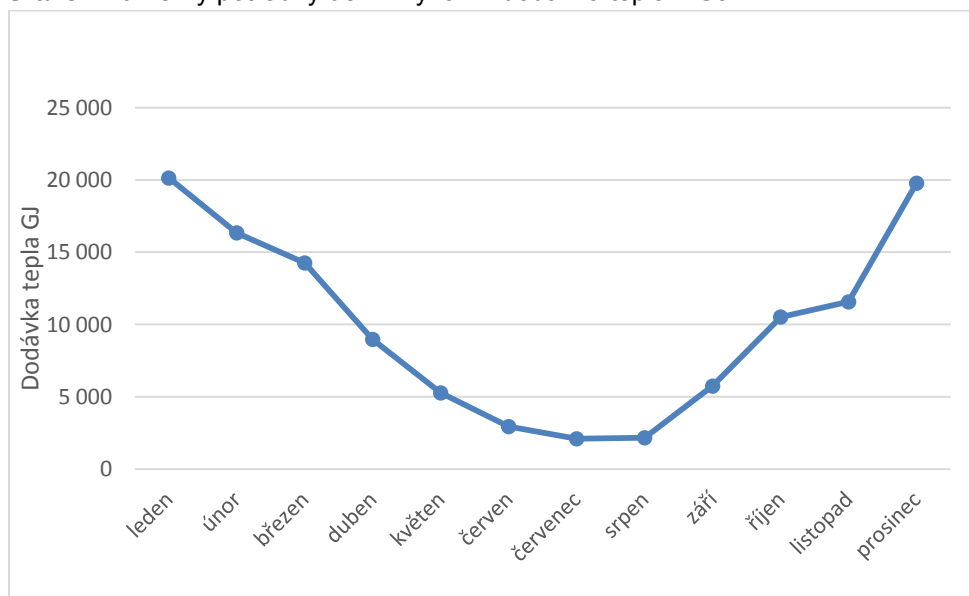
Předpokládaná dodávka tepla plně pokrývá současnou dodávku tepla z kotelny U Břízek 15, Jihlava

Tab.23: Průběh roční dodávky tepla

Lokalita	Měsíce												Celkem
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Dodávka tepla GJ												
U Břízek 15	20 135	16 343	14 263	8 974	5 274	2 943	2 100	2 172	5 745	10 525	11 568	19 778	119 820

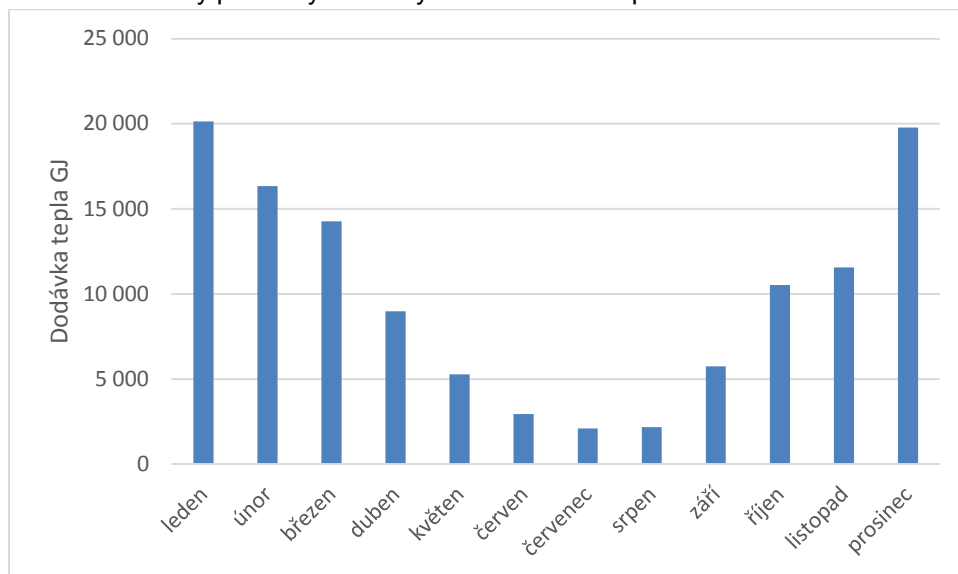
Zdroj: vlastní zpracování

Graf 5: Průměrný potřebný denní výkon – dodávka tepla v GJ



Zdroj: vlastní zpracování

Graf 6: Průměrný potřebný denní výkon – dodávka tepla v GJ



Zdroj: vlastní zpracování

Tab.24: Využití kapacity ZEVO

Lokalita	Měsíce												Roční využití
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Využití průměrného potřebného denního výkonu (v%) (1 linka)												
U Břízek 15	100.0	100.0	100.0	100.0	85.5	47.7	34.0	35.2	93.1	100.0	100.0	100.0	83.0

Zdroj: vlastní zpracování

Energetická bilance a bilance výroby

Roční využití výkonu: 8000 hodin

Výhřevnost paliva 9 MJ/kg

Tab.25: Výroba

	Výkon	Roční dodávka	
	(kW)	(kWh)	(GJ)
Teplo	4 760	38 080 000	137 088
El.energie	360	2 880 000	10 368
Energie v palivu			180 000

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.26: Spotřeba

		Množství	Pozn.
ZP	(kWh)	500 000	25kWh/t
EE	(kWh)	4 480 000	280 kW
PHM	(l)		
SKO, OO	(t/rok)	20 000	1,25t/h
Voda	(m ³ /rok)	9 600	0,8 m ³ /h

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.27: Vstupy

	Energie v palivu	
	(kWh)	(GJ)
SKO	50 000 000	180 000
ZP	500 000	1 800
EE	1 600 000	5 760
Celkem	52 100 000	187 560

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.28: Výstup

	(kWh)	(GJ)
Prodej EE	0	0
Prodej teplo	31 592 963	113 735
Celkem	31 592 963	113 735

Zdroj: vlastní zpracování

Ekonomické hledisko

Celková orientační investiční cena za dodávku na klíč v rozsahu definovaném touto nabídkou je stanovena odborným odhadem následovně:

Cena technologické části: 190 mil. Kč

Cena stavební části: 73 mil. Kč

Celková orientační cena: 263,5 mil. Kč

Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Tab.29: Výdaje-nákup

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
ZP (nájezd)	(kWh)	500 000	2	1 000 000
EE	(kWh)	1 600 000	4	6 400 000
Voda	(m3)	9 600	53	508 800
PHM	(l)	880	30	25 967
NaOH	(kg)	4 400	30	132 000
HCl	(kg)	4 400	40	176 000
Fosfáty Na₃PO₄	(kg)	4 400	350	1 540 000
O2 reducer - hydrazin	(kg)	1 600	1 000	1 600 000
Aminy	(kg)	1 600	1 000	1 600 000
Satamin (SNCR)	(kg)	104 000	6	624 000
Bicar	(kg)	4 400	7	30 800
Zeolit+ akt. uhlí	(kg)	5 000	14	70 000
				13 707 567

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.30: Výdaje – platby

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
Spaliny	(Nm3)	124 800 000		0
Kapalné odp.(odluh, soc.zař.)	(m3)	4 800	29	138 240
Škvára	(kg)	5 120 000	1	5 120 000
Popílek	(kg)	1 104 000	5	5 520 000
Kal z kalolisu	(kg)	80 000	5	400 000
				11 178 240

Zdroj: vlastní zpracování

Hodnota ve sloupci cena za jednotku (Kč) jsou předpokládané náklady za odebrání uvedené látky, např. za uložení na skládku nebezpečného odpadu.

Hodnoty v tabulce 31 jsou převzaty z údajů konkrétních dodavatelů uvedeného zařízení. Bližší rozpis je zřejmý z tabulek v příloze.

Tab.31: Náklady (uvedené v Kč)

Nákup materiálu+provozní spotřeba	13 707 567
Platby za odpad, poplatky	11 178 240
Režie	1 200 000
Opravy a údržba	200 000
Poplatky a daně	110 000
Mzdy	6 946 560
Emisní poplatky	0
Celkem	33 342 367

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.32: Personální obsazení pro ZEVO a pro svozovou činnost

č.	Pozice	Kvalifikace	Počet	Hrubá mzda/měsíc (Kč)	Roční mzdový náklad (Kč)
1	Vedoucí	V 6	1	50 000	804 000
2	THP-technolog	V 3	1	35 000	562 800
4	Admin. Prac.	V 3 / ÚSO 5	1	22 000	353 760
8	Údržba	V 6	1	30 000	482 400
14	Operátor příjmu (vážný)	ÚSO 3	2	20 000	643 200
15	Jeřábník operátor	ÚSO 3	5	20 000	1 608 000
17	Topič kotlů – velínář	ÚSO 3	5	28 000	2 251 200
21	Úklid pracovních ploch a údržba zeleně		1	15 000	241 200
	CELKEM		17		6 946 560

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.33: Příjmy

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
SKO, OO	(t)	20 000	1 079	21 580 000
kovový šrot	(t)	360	3 300	1 188 000
nonFe kovy	(t)	26	54 000	1 404 000
Prodej tepla	(GJ)	113 735	200	22 746 933
Prodej elektřiny	(kWh)	0	4	0
Bonus teplo	(GJ)	113 735	50	5 686 733
Bonus elektřina	(kWh)	0	1	0
Celkem				52 605 667
Obsah Fe		1,80%		
Obsah nonFe		0,13%		

Zdroj: vlastní zpracování

Pro uvedené parametry je dále uveden výpočet návratnosti investic

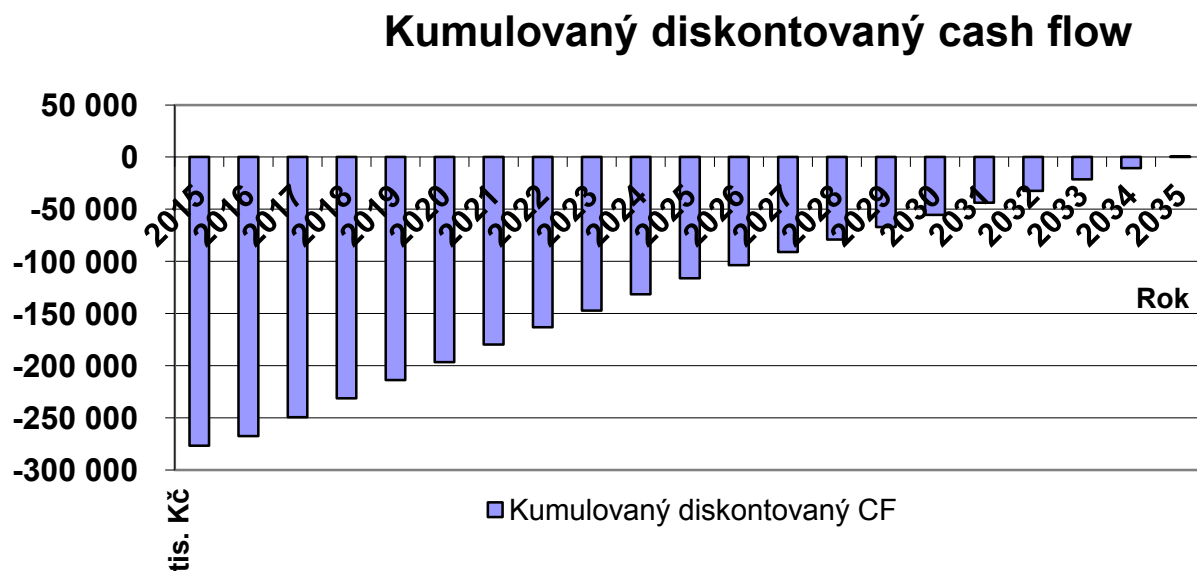
Parametry výpočtu jsou nastaveny pro hraniční výsledek NPV=0 (odchylka je dána složitostí výpočtu, jedná se o iterační postup, odchylka je zanedbatelná)

Tab.34: Návratnost investic

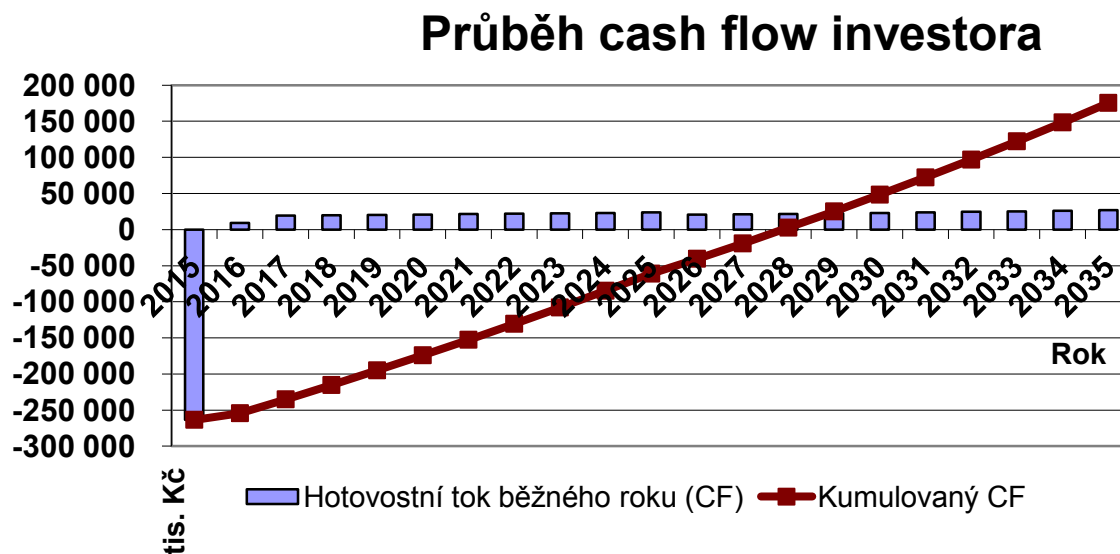
Hodnotící kritéria			
Čistá současná hodnota	126,27	tis. Kč	NPV
Vnitřní výnosové procento	5,00%		IRR
Doba splacení (prostá)	13	let	Ts
Doba splacení (diskontovaná)	20	let	Tsd
Rok hodnocení	2016		
Doba životnosti (hodnocení)	20	let	
Diskont	5,00 %		

Zdroj: vlastní zpracování

Graf 7: Kumulovaný diskontovaný cash flow



Graf 8: Průběh cash flow investora



Základní parametry výstupu jsou cena za dodávkové teplo 200 Kč/GJ a cena za odpad na bráně 1 079 Kč/t. Pro dosažení výše uvedených parametrů není nutná investiční podpora.

Těchto parametrů lze dosáhnout i pro lokalitu ve variantě A, pokud se podaří zvýšit dodávka tepla z této lokality. Toho lze dosáhnout např. navýšením dodávky tepla do areálu Nemocnice Jihlava.

6.1.3 Environmentální hledisko

Tab.35: Parametry emisí z „malého ZEVO“

GARANTOVANÉ PARAMETRY KONTAMINANTU VE VÝSTUPNÍM VYČIŠTĚNÉM PLYNU (DENNÍ LIMITY)		
KONTAMINANT	KONCENTRACE	JEDNOTKA
Prach	10	mg/m ³
SO ₂	50	mg/m ³
NO _x	200	mg/m ³
CO	100	mg/m ³
Suma C	10	mg/m ³
HCl	10	mg/m ³
HF	2	mg/m ³
Těžké kovy:		mg/m ³
Cd + Th	0,05	mg/m ³
Hg	0,05	mg/m ³
Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V	0,5	mg/m ³
PCDD/F	0,1	ng TEQ/m ³

Pozn.: Koncentrace jsou vztaženy na suché spaliny při normálních podmínkách a referenčním obsahu kyslíku 11 %.

Zdroj: EVECO Brno, 2014

Současně dojde k „vytěsnění“ emisí nahrazovaného zdroje v poměru dle tabulky 6.

Ostatní výstupy ze zařízení jsou:

Pro variantu A1:

Tab.36: Ostatní výstupy ze zařízení

Spaliny	(Nm ³)	62 400 000
Kapalné odp.(odluh, soc.zař.)	(m ³)	2 400
Škvára	(kg)	2 560 000
Popílek	(kg)	552 000
Kal z kalolisu	(kg)	40 000

Zdroj: vlastní zpracování

Pro variantu A2:

Tab.37: Ostatní výstupy ze zařízení

Spaliny	(Nm ³)	124 800 000
Kapalné odp.(odluh, soc.zař.)	(m ³)	4 800
Škvára	(kg)	5 120 000
Popílek	(kg)	1 104 000
Kal z kalolisu	(kg)	80 000

Zdroj: vlastní zpracování

6.1.4 Analýza SWOT

Silné stránky - nízké investiční náklady - malé dojezdové vzdálenosti při převozu odpadu - minimalizace vynucených investic (produktovody) - optimalizace na místní produkci - vysoké využití vyrobené tepelné energie - při variantě 20 kt není potřeba inv. dotace - konkurenceschopná cena za odpad - dodávka tepla z místního zdroje - minimalizace zátěže pro ŽP - dlouhodobé řešení problematiky nakládání s odpady v regionu - udržitelnost projektu - vyšší míra uvědomělosti a zodpovědnosti občanů	Slabé stránky - pouze dílčí řešení problematiky SKO - návratnost investice je velmi závislá na detailech provozu (zejména na ceně tepla) - nutnost shody na úrovni mnoha uskupení (podnikatelských, veřejnoprávních, zájmových, politických...) - vysoké provozní náklady - odvoz malé části produkce na skládku NO
Příležitosti - posílení energetické soběstačnosti regionu - příspěvek k energetické bezpečnosti - členek do SMART GRIDS regionu - snížení ceny tepla - snížení emisí znečišťujících látek do ovzduší (náhrada stávajícího zdroje) - zvýšení zaměstnanosti v regionu - zvýšení nezávislosti regionu - splnění legislativy ČR i EU - snížení spotřeby primárních surovin - zvýšení udržitelnosti systému nakládání s odpady - energetické využití složek odpadu, které nyní končí na skládce - prodloužení životnosti skládek	Hrozby - odpor laické veřejnosti - protesty nevládních organizací - nedohoda dotčených subjektů - legislativa - zájmy lobbystických skupin - nezájem řešit uvedenou problematiku - odkládání řešení - nedodržení provozních nákladů

Pozn.: Silnou stránkou vyšší míra uvědomělosti a zodpovědnosti občanů je zohledněna skutečnost, že čím více bude občan platit za využívání systému nakládání s odpady, tím více se bude snažit svým uvědomělým chováním tuto platbu snižovat, tedy např. více třídit využitelné složky komunálního odpadu. Tato míra uvědomělosti roste s cenou za využití odpadu v dané variantě.

Zařízení pro energetické využití odpadů

Varianta B1: 95 000 t odpadu

6.2 Zařízení pro energetické využití odpadů

6.2.1 **Varianta B1:** vypočítaná pro 95 000 t odpadu

Pro porovnání vybral zpracovatel zařízení ZEVO Chotíkov. Toto zařízení je ve výstavbě a má vysoutěženou reálnou cenu (výši investice).

Jedná se o výstavbu zařízení na energetické využívání (spalování) jinak nevyužitelného komunálního odpadu (po separaci plastů, skla, papíru apod.) ve stávajícím areálu skládky komunálního odpadu Chotíkov

Parametry zařízení

Kapacita (rozsah) záměru

Záměr lze charakterizovat v cílovém stavu energetickým využitím komunálního odpadu v objemu **95 000 t/rok, tj. 12,369 t/hod** při fondu pracovní doby a technických parametrech jak jsou uvedeny v tabulce 37.

Tab.38: Kapacitní parametry ZEVO Chotíkov

Název	
Množství energeticky využívaného komunálního odpadu	95 000 t/rok
Výhřevnost SKO	6 – 14 MJ/kg
Průměrná výhřevnost uvažovaná pro návrh zařízení	10 MJ/kg
Tepelný příkon na vstupu	34,36 MW
Výkon parního kotle (regulační rozsah 60 – 110 %)	38,7 tun páry/hod. (4,1 MPa, 400 o C)
Teplota spalování	850 - 1 100 oC
Kondenzační turbogenerátor s odběrem páry	1
Výkon instalovaného turbogenerátoru	7,3 MW
Dodávka tepla do horkovodu (140/70°C)	max. 22,1 MW
Spotřeba vody	75 900 m ³ /rok
Celková plocha zájmového území – areálu ZEVO	2,99 ha
Zastavěná plocha objekty	0,53 ha
Fond pracovní doby (FPD) a	7 680 hod./rok
Vyráběné energie:	
Elektrická energie – výroba	45 064 MWh/rok
Elektrická energie dodávaná do sítě ČEZ	22 408 MWh/rok
Tepelná energie dodávaná do sítě CZT ¹⁾	107 984 MWh/rok

¹⁾ Závod na energetické využití odpadu bude provozován v celoročním nepřetržitém provozu a jeho tepelný výkon v horké vodě bude nahrazovat odpovídající výkon v Plzeňské teplárenské a.s. V době uvedení do trvalého provozu a dosažení požadovaného výkonu, PT, a.s. se předpokládá odstavení jednoho ze dvou horkovodních kotlů o výkonu 35 MW v Plzeňské teplárenské

Provoz:	nepřetržitý, čtyřsměnný
Počet pracovních dní:	320 dní/rok ¹⁾
FPD:	7 680 hodin/rok ¹⁾
Příjem SKO:	v pracovní dny od 6 do 17.30 hod., tzn. 11,5 hod/den
Koeficient nerovnoměrnosti dovozu:	1.5
Počet zaměstnanců:	55 ²⁾

z toho počet zaměstnanců v 1. směně 23, ve 2. směně 15, ve 3. směně 10, a 4. směna 7

Pozn. 1) Zařízení ZEVO je tvořeno jednou linkou a je počítáno, že doba po kterou bude zařízení provozováno pro výrobu energií, bude 320 dnů. Zbylé dny v roce jsou určeny na odstávky zařízení z důvodů jeho čištění, revizí a oprav.

Pozn. 2) V personálním zajištění ZEVO Chotíkov nejsou zahrnuty nároky na činnosti a výkony nesouvisející se zpracováním a využitím odpadu v ZEVO Chotíkov a jeho energetickým provozem a vyvedením tepelné energie (např. logistika svozu odpadů, řízení horkovodní sítě apod.).

Zdroj: Závod na energetické využití komunálního odpadu Chotíkov, 2011

Popis technologie

Velmi podrobný a vyčerpávající popis technologie je obsažen ve Studii proveditelnosti Chotíkov: porovnání variant závodů na využití SKO dostupné z: <http://www.pltep.cz/skladka/index.php?goto=rBHDtsFF&sekce=rBHDtsFF&lng=cz>

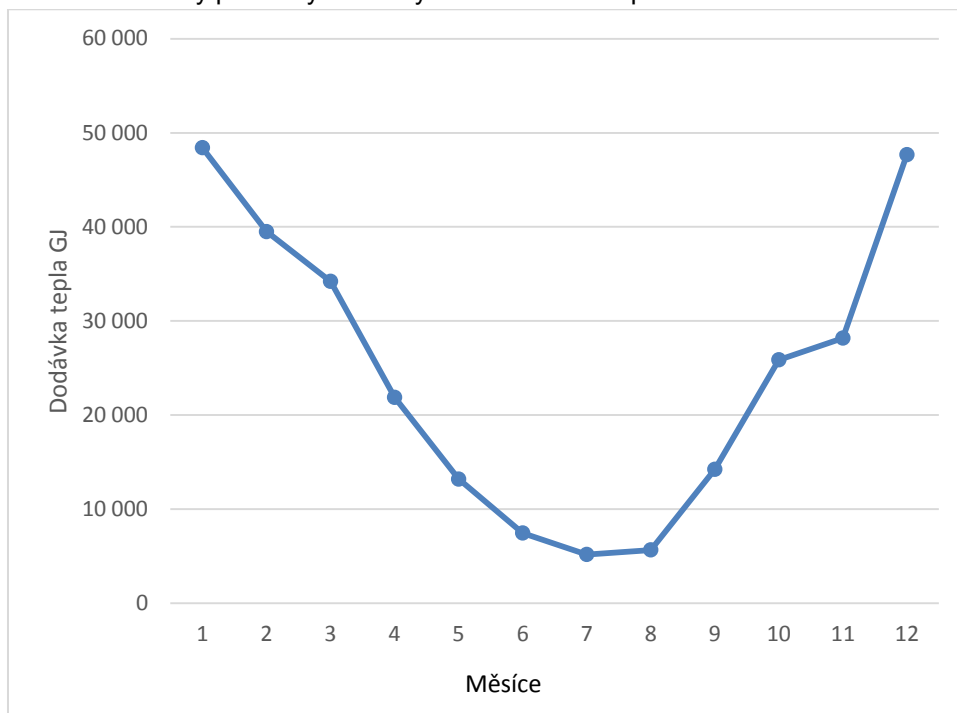
Předpokládaná dodávka tepla plně pokrývá současnou celkovou dodávku tepla ze všech kotelen v Jihlavě, bez navýšení kapacity dodávky tepla.

Tab.39: Průběh roční dodávky tepla

Lokalita	Měsíce												Celkem
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Dodávka tepla GJ												
U Břízek 15	20 135	16 343	14 263	8 974	5 274	2 943	2 100	2 172	5 745	10 525	11 568	19 778	119 820
U Hřbitova 21	8 132	6 736	5 723	3 673	2 126	1 059	666	789	2 445	4 511	4 689	8 301	48 850
Slavičková 48	3 966	3 198	2 776	1 800	923	437	278	294	1 097	2 022	2 261	3 905	22 957
U Pivovaru 14	3 149	2 600	2 254	1 495	933	409	249	265	1 127	1 917	2 022	3 054	19 474
Jarní 26a	3 079	2 486	2 141	1 351	796	480	358	380	873	1 593	1 795	3 049	18 381
Královský Vršek 58	2 866	2 321	1 988	1 296	719	372	246	258	825	1 491	1 655	2 815	16 852
Za Prachárnou 7a	2 674	2 148	1 817	1 158	706	374	272	273	766	1 399	1 575	2 708	15 870
Nad Plovárnou 5a	2 450	2 024	1 712	1 051	599	331	214	225	624	1 193	1 296	2 188	13 907
Vodní Ráj	991	847	801	589	678	845	664	850	340	619	706	955	8 885
Srážná	972	789	734	487	432	209	131	157	383	598	611	920	6 423
Celkem	48 414	39 492	34 209	21 874	13 186	7 459	5 178	5 663	14 225	25 868	28 178	47 673	291 419

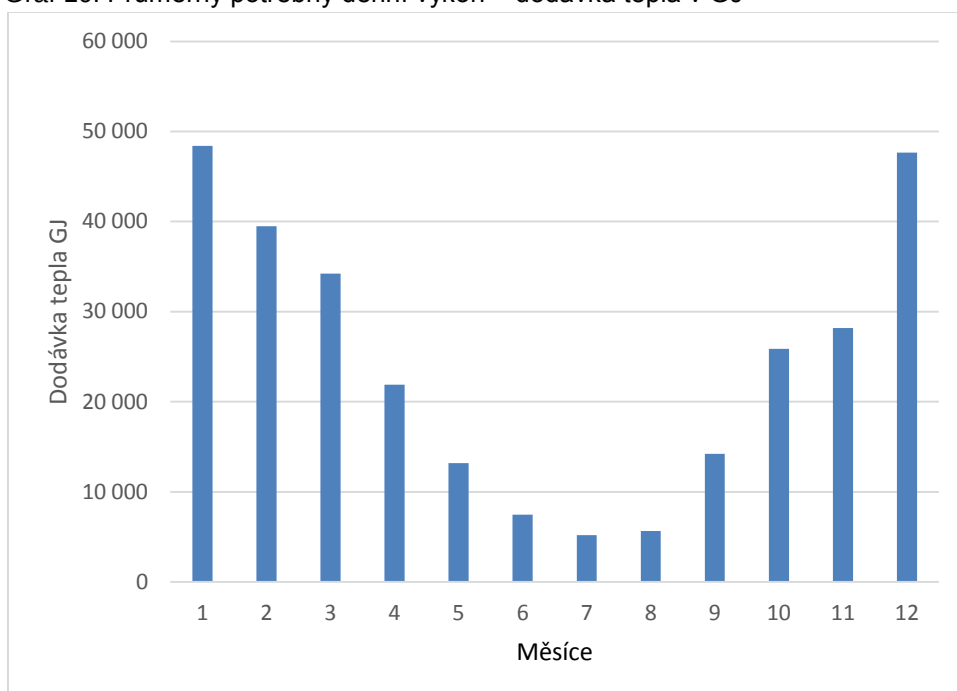
Zdroj: vlastní zpracování

Graf 9: Průměrný potřebný denní výkon – dodávka tepla v GJ



Zdroj: vlastní zpracování

Graf 10: Průměrný potřebný denní výkon – dodávka tepla v GJ



Zdroj: vlastní zpracování

Tab.40: Využití kapacity ZEVO

Lokalita	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	Roční využití
Využití průměrného potřebného denního výkonu ZEVO 95kt													
U Bržek 15	35,15%	28,53%	24,90%	15,67%	9,21%	5,14%	3,67%	3,79%	10,03%	18,37%	20,19%	34,53%	17,43%
U Hřbitova 21	14,20%	11,76%	9,99%	6,41%	3,71%	1,85%	1,16%	1,38%	4,27%	7,87%	8,19%	14,49%	7,11%
Slavičková 48	6,92%	5,58%	4,85%	3,14%	1,61%	0,76%	0,49%	0,51%	1,92%	3,53%	3,95%	6,82%	3,34%
U Pivovaru 14	5,50%	4,54%	3,93%	2,61%	1,63%	0,71%	0,43%	0,46%	1,97%	3,35%	3,53%	5,33%	2,83%
Jarní 26a	5,38%	4,34%	3,74%	2,36%	1,39%	0,84%	0,62%	0,66%	1,52%	2,78%	3,13%	5,32%	2,67%
Královský Vršek 58	5,00%	4,05%	3,47%	2,26%	1,26%	0,65%	0,43%	0,45%	1,44%	2,60%	2,89%	4,91%	2,45%
Za Prachánou 7a	4,67%	3,75%	3,17%	2,02%	1,23%	0,65%	0,47%	0,48%	1,34%	2,44%	2,75%	4,73%	2,31%
Nad Plovárnou 5a	4,28%	3,53%	2,99%	1,83%	1,05%	0,58%	0,37%	0,39%	1,09%	2,08%	2,26%	3,82%	2,02%
Vodní Raj	1,73%	1,48%	1,40%	1,03%	1,18%	1,48%	1,16%	1,48%	0,59%	1,08%	1,23%	1,67%	1,29%
Srážná	1,70%	1,38%	1,26%	0,85%	0,75%	0,36%	0,23%	0,27%	0,67%	1,04%	1,07%	1,61%	0,93%
Celkem	84,52%	68,94%	59,72%	38,19%	23,02%	13,02%	9,04%	9,89%	24,83%	45,16%	49,19%	83,22%	42,39%

Zdroj: vlastní zpracování

Energetická bilance a bilance výroby

Roční využití výkonu: 7680 hodin

Výhřevnost paliva 10 MJ/kg

Tab.41: Výroba

	Výkon	Roční dodávka	
	(kW)	(kWh)	(GJ)
Teplo	22 100	107 984 000	388 742
El.energie	7 300	45 064 000	162 230
Energie v palivu			950 000

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.42: Spotřeba

		Množství	Pozn.
ZP	(kWh)	9 353 000	
EE	(kWh)	22 656 000	
PHM	(l)		
SKO, OO	(t/rok)	95 000	
Voda	(m ³ /rok)	75 900	

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.43: Vstupy

	Energie v palivu	
	(kWh)	(GJ)
SKO	263 888 889	950 000
ZP	9 353 000	33 671
EE		0
Celkem	273 241 889	983 671

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.44: Výstup

	(kWh)	(GJ)
Prodej EE	22408000	80668,8
Prodej teplo	45 779 259	164 805
Celkem	68 187 259	245 474

Zdroj: vlastní zpracování

Celková orientační investiční cena za dodávku na klíč v rozsahu definovaném touto nabídkou je stanovena odborným odhadem následovně:

Celková výše investice (bez nákladů na propojení sítí CZT) cena: 2 000 mil. Kč

Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Tab.45: Výdaje-nákup

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
ZP (nájezd)	(kWh)	9 353 000	2	18 706 000
EE	(kWh)	0	4	0
Voda	(m ³)	1 000	43	42 540
PHM	(l)	21 600	30	637 377
NaOH	(kg)	42 240	30	1 267 200
HCl	(kg)	42 240	40	1 689 600
Fosfáty Na₃PO₄	(kg)	42 240	350	14 784 000
O₂ reducer - hydrazin	(kg)	15 360	1 000	15 360 000
Aminy	(kg)	15 360	1 000	15 360 000
Satamin (SNCR)	(kg)	998 400	6	5 990 400
Bicar	(kg)	42 240	7	295 680
Zeolit+ akt. uhlí	(kg)	48 000	14	672 000
				74 804 797

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.46: Výdaje – platby

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
Spaliny	(Nm ³)	1 899 400		0
Kapalné odp.(odluh, soc.zař.)	(m ³)	1 000	29	28 800
Škvára	(kg)	20 155 000	1	20 155 000
Popílek	(kg)	3 951 000	5	19 755 000
Filtr. koláč a reakč.prod.	(kg)	2 659 400	5	13 297 000
				53 235 800

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.47: Náklady (uvedené v Kč)

Nákup materiálu+provozní spotřeba	74 804 797
Platby za odpad, poplatky	53 235 800
Režie	5 000 000
Opravy a údržba	1 000 000
Poplatky a daně	850 000
Mzdy	20 083 920
Emisní poplatky	0
Celkem	154 974 517

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.48: Personální obsazení pro ZEVO a pro svozovou činnost

č.	Pozice	Kvalifikace	Počet	Hrubá mzda/měsíc (Kč)	Roční mzdový náklad (Kč)
1	Vedoucí	V 6	1	50 000	804 000
2	THP-technolog	V 3	1	35 000	562 800
4	Admin. Prac.	V 3 / ÚSO 5	4	22 000	1 415 040
5	Laborant	V 6	2	30 000	964 800
8	Údržba	V 6	8	30 000	3 859 200
14	Operátor příjmu (vážný)	ÚSO 3	2	18 000	578 880
15	Jeřábík operátor	ÚSO 3	5	18 000	1 447 200
17	Topič kotlů – velínář	ÚSO 3	8	28 000	3 601 920
18	Obsluha strojů		19	18 000	5 499 360
20	Obsluha drtiče		2	18 000	578 880
21	Úklid pracovních ploch a údržba zeleně		1	15 000	241 200
24	Řidič VZV, traktoru a malého transporteru		1	18 000	289 440
25	Uklízečka		1	15 000	241 200
	CELKEM		55		20 083 920

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.49: Příjmy

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
SKO, OO	(t)	95 000	1 800	171 000 000
Kovový šrot	(t)	1 710	3 300	5 643 000
nonFe kovy	(t)	124	54 000	6 669 000
Prodej tepla	(GJ)	164 805	320	52 737 706
Prodej elektřiny	(kWh)	22 408 000	1	29 130 400
Bonus teplo	(GJ)	164 805	50	8 240 267
Bonus elektřina	(kWh)	22 408 000	1	11 271 224
Celkem				284 691 597
Obsah Fe		1,80%		
Obsah nonFe		0,13%		

Zdroj: vlastní zpracování

Pro uvedené parametry je dále uveden výpočet návratnosti investic

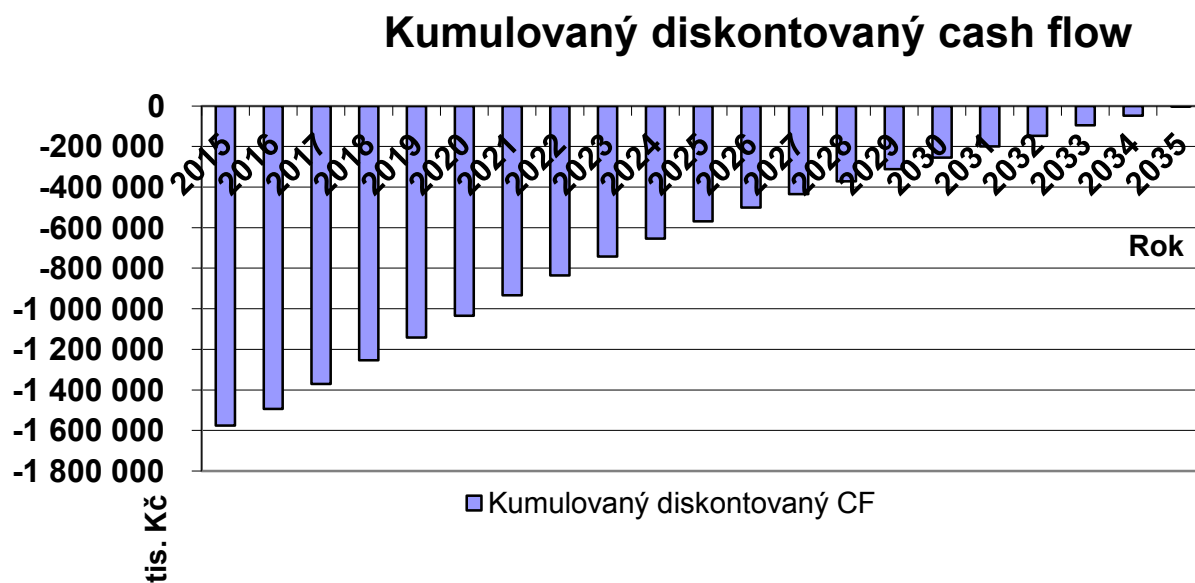
Parametry výpočtu jsou nastaveny pro hraniční výsledek NPV=0 (odchylka je dána složitostí výpočtu, jedná se o iterační postup, odchylka je zanedbatelná)

Tab.50: Návratnost investic

Hodnotící kritéria			
Čistá současná hodnota	-581,26	tis. Kč	NPV
Vnitřní výnosové procento	5,00%		IRR
Doba splacení (prostá)	13	let	Ts
Doba splacení (diskontovaná)	> TŽ	let	Tsd
Rok hodnocení	2016		
Doba životnosti (hodnocení)	20	let	
Diskont	5,00 %		

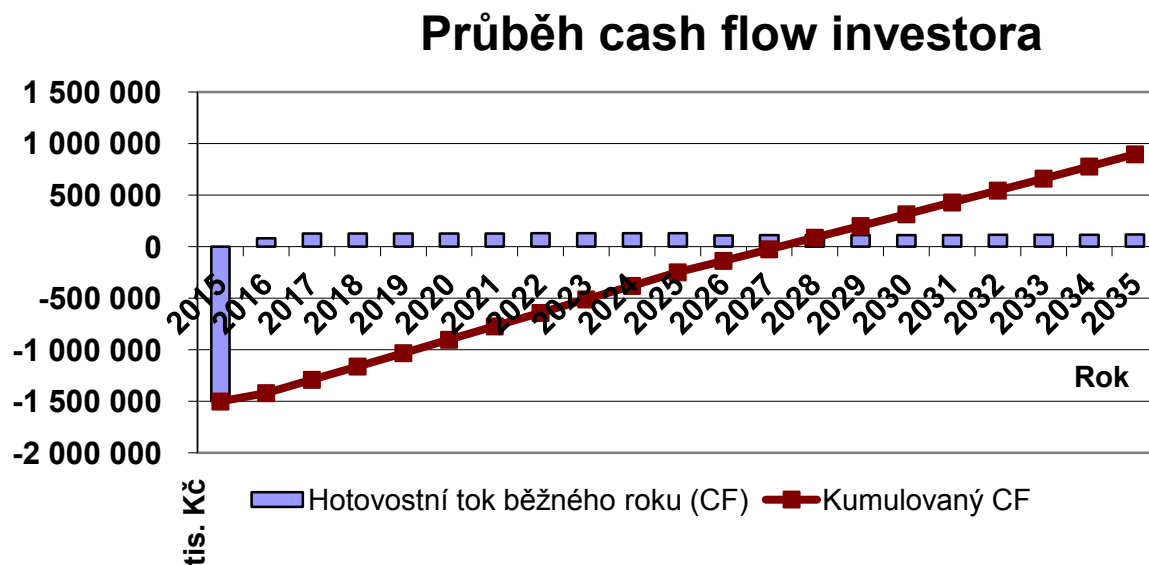
Zdroj: vlastní zpracování

Graf 11: Kumulovaný diskontovaný cash flow



Zdroj: vlastní zpracování

Graf 12: Průběh cash flow investora



Zdroj: vlastní zpracování

Základní parametry výstupu jsou cena za dodávkové teplo 320 Kč/GJ a cena za odpad na bráně 1 800 Kč/t. Pro dosažení výše uvedených parametrů je navíc nutná investiční podpora ve výši 25 %.

Pokud by se podařilo prodat veškeré teplo ze ZEVO, pak by byla cena za dodávkové teplo 200 Kč/GJ a cena za odpad na bráně 1 800 Kč/t. Investiční dotace by nebyla potřeba. Vyvolá to však další návazné investice do sítí CZT.

6.2.2 Analýza SWOT: Varianta B1

Silné stránky - využití vyrobené tepelné energie - dodávka tepla z místního zdroje - minimalizace zátěže pro ŽP - dlouhodobé řešení problematiky nakládání s odpady v regionu - udržitelnost projektu - vyšší míra uvědomělosti a zodpovědnosti občanů - řešení problematiky SKO na úrovni kraje	Slabé stránky - potřeba inv. dotace - vyšší cena za odpad, nebo vyšší cena za teplo - návratnost investice je velmi závislá na ceně za odpad - menší konkurenceschopnost projektu - nutnost shody na úrovni mnoha uskupení (podnikatelských, veřejnoprávních, zájmových, politických...) - vysoké provozní náklady - odvoz malé části produkce na skládku NO - vysoké investiční náklady - vyvolané investice do logistiky přepravy odpadů a do sítí CZT - závislost na dovozu odpadu odjinud
Příležitosti - posílení energetické soběstačnosti regionu - snížení spotřeby primárních surovin - příspěvek k energetické bezpečnosti - článek do SMART GRIDS regionu - snížení ceny tepla (vazba na cenu za odpad) - zvýšení zaměstnanosti v regionu - zvýšení nezávislosti regionu - splnění legislativy ČR i EU - zvýšení udržitelnosti systému nakládání s odpady - energetické využití složek odpadu, které nyní končí na skládce - prodloužení životnosti skládek	Hrozby - odpor laické veřejnosti - protesty nevládních organizací - nedohoda dotčených subjektů - legislativa - zájmy lobbystických skupin - nezájem řešit uvedenou problematiku - odkládání řešení - nedodržení provozních nákladů

Pozn.: Silnou stránkou vyšší míra uvědomělosti a zodpovědnosti občanů je zohledněna skutečnost, že čím více bude občan platit za využívání systému nakládání s odpady, tím více se bude snažit svým uvědomělým chováním tuto platbu snižovat, tedy např. více třídit využitelné složky komunálního odpadu. Tato míra uvědomělosti roste s cenou za využití odpadu v dané variantě.

Varianta B2: 150 000 t odpadu

6.2.3 **Varianta B2:** vypočítaná pro 150 000 t odpadu

Pro porovnání vybral zpracovatel zařízení ZEVO Komořany. Toto zařízení je ve výstavbě a má vysoutěženou reálnou cenu (výši investice).

Jedná se o výstavbu zařízení na energetické využívání (spalování) jinak nevyužitelného komunálního odpadu (po separaci plastů, skla, papíru apod.) ve stávajícím areálu teplárny Komořany, více viz. <http://www.evokomorany.cz/>

Parametry zařízení

Kapacita (rozsah) záměru

Záměr lze charakterizovat v cílovém stavu energetickým využitím komunálního odpadu v objemu **150 000 t/rok, tj. 18,75 t/hod** při fondu pracovní doby a technických parametrech

Kapacita (rozsah) záměru

Kapacita zařízení je 150 tisíc tun komunálního odpadu za rok; 1 zpracovací linka. Z hlediska kapacity a typu využívaného odpadu se jedná o zařízení, které bude plnit následující kritéria:

Hlavní účel a cíle záměru

- Využití 150 tis. tun komunálních odpadů na výrobu energie, zásobování občanů vyrobenou energií z obnovitelných zdrojů (odpady).
- Zavedení moderní technologie využívání odpadů splňující podmínky BAT, která nahradí dosavadní převažující technologii skládkování.
- Významné snížení znečišťování životního prostředí a rizik s tím spojených v souvislosti s dosavadním způsobem nakládání se směsným komunálním odpadem

Popis technického a technologického záměru

Principem zařízení energetického využití odpadu v této variantě je roštové spalování komunálního odpadu s vyvedením vzniklé energie mimo zařízení EVO do sítě CZT. Je zahrnut mokrá způsob čištění spalin, čištění vod z pračky spalin, příp. dalších technologických vod. Součástí záměru je příjem odpadů, popílkové hospodářství, ČOV pro splaškové vody, zpevněné plochy, vnitřní komunikace, napojení na inženýrské sítě aj.

Tab.51: Kapacitní parametry ZEVO Komořany

		Jednotky	Poznámka
množství energeticky využívaného komunálního odpadu	150 000	t/rok	
prosazení odpadu (hodinový výkon)	18,75	t/h	
předpokládaná výhřevnost komunálního odpadu	10,0	MJ/kg	
počet technologických linek	1		
fond pracovní doby	8 000	h/r	
teplota spalování	min. 850	°C	
spalovací teplota	900 – 1 100	°C	
účinnost kotle	0,83		minimální hodnota
výkon kotle	43,2	MW	
zdržení spalin při teplotě 850 °C po posledním přívodu sekundárního vzduchu	2	s	minimálně
teplota v 1. tahu kotle po posledním přívodu sekundárního vzduchu	850 - 950	°C	
teplota spalin na výstupu z kotle	max. 220	°C	
teplota přehřáté páry	400		
množství vyrobené páry	55,9		
parametry páry na výstupu z kotle	42	bar/408 °C	
parametry páry na vstupu do turbíny	40	bar/400 °C	
použitá metoda čištění spalin	mokrý		
spotřeba užitkové vody	42 000	m ³ /rok	pro technologii bez

			napájení
podpůrné palivo – zemní plyn	160 000	m ³ /rok	
předpokládané množství spalovacího vzduchu	max. 90 000	Nm ³ /h	primární + sekundární, bez recirkulace spalin
množství odpadních plynů za normálních podmínek	101 562	Nm ³ /h	
množství pevných produktů ze spalování	46 225	t/rok	
vlastní spotřeba elektrické energie	9 060	MWh/r	
vlastní spotřeba tepla	9 750	MWh/r	
dodávka elektřiny	76 460	MWh/r	
dodávka tepla	64 306	MWh/r	

Pozn.: Údaje množství vyrobené páry jsou výpočtové hodnoty.

Zdroj: Studie pro posouzení EIA

Velmi podrobný a vyčerpávající popis technologie je obsažen ve Studii pro posouzení EIA dostupné z: <http://projekt-evo.blogspot.cz/p/eia-energeticke-vyuziti-komunalnich.html>

Pro výpočet předpokládaná dodávka tepla plně pokrývá současnou celkovou dodávku tepla ze všech kotelen v Jihlavě, bez navýšení kapacity dodávky tepla.

Energetická bilance a bilance výroby

Roční využití výkonu: 8 000 hodin, výhřevnost paliva 10 MJ/kg

Tab.52: Výroba

	Výkon	Roční dodávka	
	(kW)	(kWh)	(GJ)
Tepl	22 100	74 056 000	266 602
El.energie	7 300	85 520 000	307 872
Energie v palivu			1 500 000

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.53: Spotřeba

		Množství	Pozn.
ZP	(kwh)	1 488 000	
EE	(kWh)	9 060 000	
Teplo	(kWh)	9 750 000	
SKO, OO	(t/rok)	150 000	
Voda	(m3/rok)	42 000	

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.54: Vstupy

	Energie v palivu	
	(kWh)	(GJ)
SKO	416 666 667	1 500 000
ZP	1 488 000	5 357
EE		0
Celkem	418 154 667	1 505 357

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.55: Výstup

	(kWh)	(GJ)
Prodej EE	76 460 000	275256
Prodej teplo	97 222 222	350 000
Celkem	173 682 222	625 256

Zdroj: vlastní zpracování

Celková orientační investiční cena za dodávku na klíč v rozsahu definovaném touto nabídkou je stanovena odborným odhadem následovně:

Celková výše investice (včetně nákladů na propojení sítí CZT ve výši 300 mil. Kč)

cena: 3 000 mil. Kč

Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Tab.56: Výdaje-nákup

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
ZP (nájezd)	(kWh)	1 488 000	2	2 976 000
EE	(kWh)	0	4	0
Voda	(m3)	42 000	10	420 000
PHM	(l)	21 600	30	637 377
Suroviny na čištění		150 000	250	37 500 000
				41 533 377

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.57: Výdaje - platby

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
Spaliny	(Nm3)	0		0
Kapalné odp. (odluh, soc.zař.)	(m3)	48 400	29	1 393 920
Kategorie O	(kg)	36 150 000	1	36 150 000
Popílek	(kg)	1 540 000	5	7 700 000
Kategorie N	(kg)	6 225 000	5	31 125 000
				76 368 920

Zdroj: vlastní zpracování

Údaje o nákladech jsou převzaty z konkrétních údajů výrobců a dodavatelů technologií.

Tab.58: Náklady (uvedené v Kč)

Nákup materiálu+provozní spotřeba	41 533 377
Platby za odpad, poplatky	76 368 920
Režie	5 000 000
Opravy a údržba	1 000 000
Poplatky a daně	850 000
Mzdy	24 345 120
Emisní poplatky	0
Celkem	149 097 417

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.59: Personální obsazení pro ZEVO a pro svozovou činnost

č.	Pozice	Kvalifikace	Počet	Hrubá mzda/měsíc (Kč)	Roční mzdový náklad (Kč)
1	Vedoucí	V 6	1	50 000	804 000
2	THP-technolog	V 3	2	35 000	1 125 600
4	Admin. Prac.	V 3 / ÚSO 5	4	22 000	1 415 040
5	Laborant	V 6	2	30 000	964 800
8	Údržba	V 6	8	30 000	3 859 200
14	Operátor příjmu (vážný)	ÚSO 3	3	18 000	868 320
15	Jeřábík operátor	ÚSO 3	10	18 000	2 894 400
17	Topič kotlů – velínář	ÚSO 3	10	28 000	4 502 400
18	Obsluha strojů		20	18 000	5 788 800
20	Obsluha drtiče		2	18 000	578 880
21	Úklid pracovních ploch a údržba zeleně		2	15 000	482 400
24	Řidič VZV, traktoru a malého transporteru		2	18 000	578 880
25	Uklízečka		2	15 000	482 400
	CELKEM		68		24 345 120

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.60: Příjmy

Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
SKO, OO	(t)	150 000	1 067
Kovový šrot	(t)	2 700	3 300
nonFe kovy	(t)	195	54 000
Prodej tepla	(GJ)	350 000	200
Prodej elektřiny	(kWh)	76 460 000	1
Bonus teplo	(GJ)	350 000	50
Bonus elektřina	(kWh)	76 460 000	1
Celkem			404 847 380
Obsah Fe		1,80%	
Obsah nonFe		0,13%	

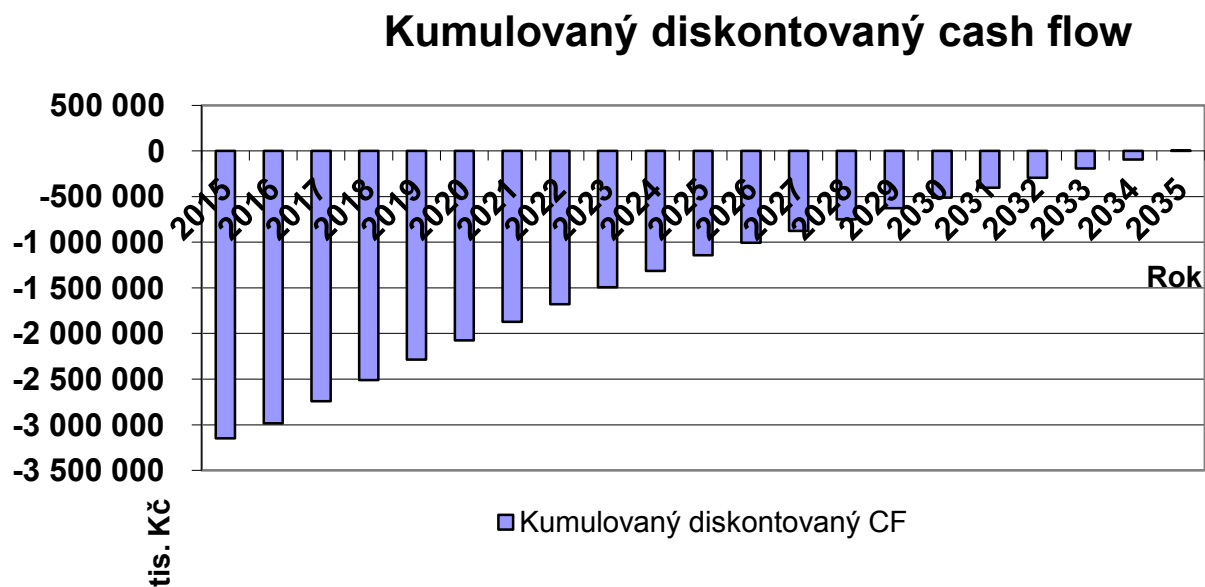
Zdroj: vlastní zpracování

Tab.61: Hodnotící kritéria

Hodnotící kritéria			
Čistá současná hodnota	671,75	tis. Kč	NPV
Vnitřní výnosové procento	5,00%		IRR
Doba splacení (prostá)	13	let	Ts
Doba splacení (diskontovaná)	20	let	Tsd
Rok hodnocení	2016		
Doba životnosti (hodnocení)	20	let	
Diskont	5,00 %		

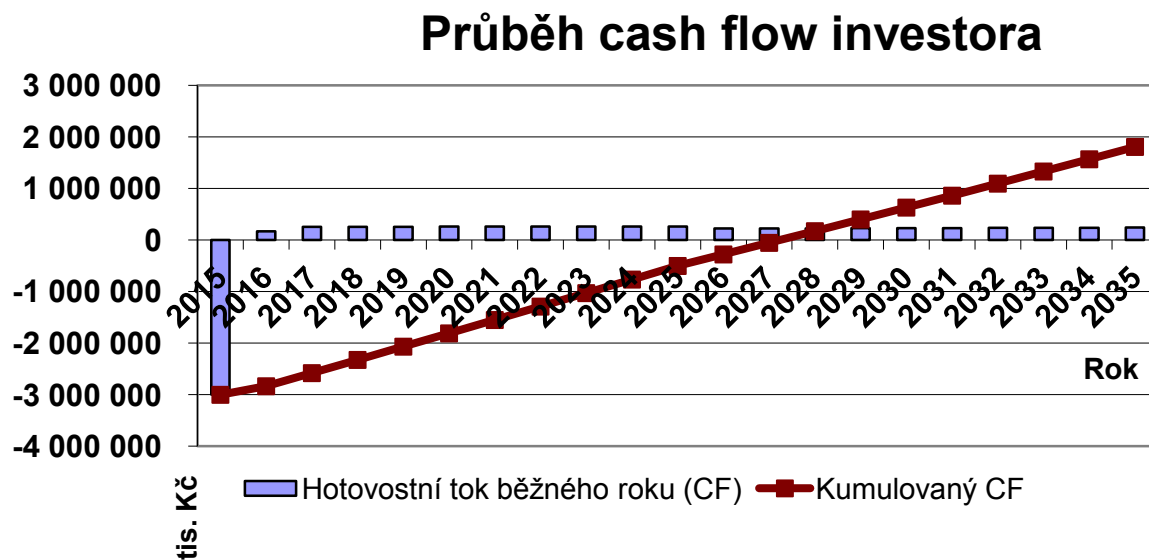
Zdroj: vlastní zpracování

Graf 13: Kumulovaný diskontovaný cash flow



Zdroj: vlastní zpracování

Graf 14: Průběh cash flow investora



Zdroj: vlastní zpracování

6.2.4 Analýza SWOT: Varianta B2

Silné stránky - využití vyrobené tepelné energie - není potřeba inv. Dotace - konkurenceschopná cena za odpad - dodávka tepla z místního zdroje - minimalizace zátěže pro ŽP - dlouhodobé řešení problematiky nakládání s odpady v regionu - udržitelnost projektu - vyšší míra uvědomělosti a zodpovědnosti občanů - komplexní řešení problematiky SKO	Slabé stránky - nutnost shody na úrovni mnoha uskupení (podnikatelských, veřejnoprávních, zájmových, politických...) - vyšší provozní náklady - odvoz malé části produkce na skládku NO - vysoké investiční náklady - vyvolané investice do logistiky přepravy odpadů a do sítí CZT - závislost na dovozu odpadu odjinud
Příležitosti - posílení energetické soběstačnosti regionu - příspěvek k energetické bezpečnosti - článek do SMART GRIDS regionu - snížení spotřeby primárních surovin - snížení ceny tepla - zvýšení zaměstnanosti v regionu - zvýšení nezávislosti regionu - splnění legislativy ČR i EU - zvýšení udržitelnosti systému nakládání s odpady - energetické využití složek odpadu, které nyní končí na skládce - prodloužení životnosti skládek	Hrozby - odpor laické veřejnosti - protesty nevládních organizací - nedohoda dotčených subjektů - legislativa - zájmy lobbystických skupin - nezáměr řešit uvedenou problematiku - odkládání řešení - nedodržení provozních nákladů

Pozn.: Silnou stránkou vyšší míra uvědomělosti a zodpovědnosti občanů je zohledněna skutečnost, že čím více bude občan platit za využívání systému nakládání s odpady, tím více se bude snažit svým uvědomělým chováním tuto platbu snižovat, tedy např. více třídít využitelné složky komunálního odpadu. Tato míra uvědomělosti roste s cenou za využití odpadu v dané variantě.

6.2.5 Environmentální hledisko

Současně dojde k „vytěsnění“ emisí nahrazovaného zdroje v poměru dle tabulky 6.

Ostatní výstupy ze zařízení jsou:

Tab.62: Ostatní výstupy ze zařízení

Spaliny	(Nm ³)	1 899 400
Kapalné odp.(odluh, soc.zař.)	(m ³)	1 000
Škvára	(kg)	20 155 000
Popílek	(kg)	3 951 000
Filtr. koláč a rekč.prod.	(kg)	2 659 400

Zdroj: vlastní zpracování

Základní parametry výstupu jsou cena za dodávkové teplo 200 Kč/GJ a cena za odpad na bráně 1 067 Kč/t. Pro dosažení výše uvedených parametrů není nutná investiční podpora.

Varianta C: Roztřídění a spoluspalování odpadů ve stávajících zařízeních

6.3 Roztřídění a spalování odpadů ve stávajících zařízeních: **Varianta C**

Zdůvodnění potřeby záměru a jeho umístění

V úvodu studie je konstatováno, že tato studie porovnává tři různé technologie pro využití SKO, dvě pracující zejména na bázi energetického využití odpadů a jednu na bázi mechanicko-biologické úpravy. Nutno konstatovat, že technologie na bázi mechanicko-biologické úpravy neřeší problematiku využití SKO do finálního stavu, ale potřebují za sebou ještě externí zařízení pro termickou likvidaci zbytků, případně vhodnou skládku, a proto nejsou oba typy technologií zcela srovnatelné.

Produktem technologie MBÚ je odpad roztržiděný do několika využitelných, či odstraňovaných frakcí. Těmito produkty jsou zejména nadsítná (lehká-spalitelná) frakce, která se obvykle připravuje pro další energetické využití. Tato frakce se čistí a drtí na požadovaný rozměr pro potřeby návazné energetické technologie, obvykle se nazývá TAP nebo RDF. Dalším produktem je těžká-podsítná frakce, která se obvykle po aerobní stabilizaci skládá. Existovaly i snahy podsítnou frakci využít anaerobně s energetickým využitím produktu (bioplynu), ale tyto pokusy skončily ekonomickým neúspěchem.

Podle současné legislativy je možné RDF (druhotné palivo) spalovat pouze v zařízeních, která splňují přísné emisní limity pro spalování odpadů, tj. některé cementárny (Mokrá, Čebín, Čížkovice, Radotín) nebo ZEVO (Praha, Liberec, Brno), plynárny (Vřesová). V kraji Vysočina se žádné takovéto zařízení nenachází. Sice by bylo možné uvažovat o spalování v některém z provozovaných zdrojů (Žďas, Chotěboř, Pelhřimov, TTS), ale to by vyvolalo vysoké potřebné investice, zejména do čištění paliv.

Nevýhodou Mechanicko – biologické úpravy odpadu je vysoká produkce odpadu určeného na skládku a vysoká produkce odpadu určeného k využití v jiných zařízeních pro energetické využití odpadů nebo na jiných zařízeních mimo region. Její ekonomika je tedy vysoce závislá na ceně za likvidaci (využití) odpadu na jiném zařízení pro energetické využití odpadů.

Tab.63: Vstup

SKO+OO	13	(t/h)
Roční využití	3 200	(h)
Roční kapacita	41 600	(t)

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.64: Výstup

LF	24 960	(t)
HF	10 400	(t)
Kovy Fe	749	(t)
Kovy nonFe	54	(t)
ostatní (odpad...)	5 437	(t)

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.65: Vlastnosti

	Výhřevnost
	(GJ/t)
SKO	9
LF	19

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.66: Energie

	Vstup	Výstup
	(kWh)	(kWh)
SKO	104 000 000	
LF		131 733 333
EE	2 560 000	0
Celkem	106 560 000	131 733 333

Zdroj: vlastní zpracování

6.3.1 Ekonomické hledisko

Ekonomika využití technologie MBÚ pro energetické využití odpadů nemůže být spočítána výše uvedenou metodou, protože je závislá na všech propojených technologiích v řetězci *MBÚ – doprava – energetické využití – uplatnění produktů*. Tento výpočet by mohl být proveden pouze pro konkrétní místo, které se však, jak již bylo uvedeno, v kraji Vysočina nenachází.

Rozhodujícím vlivem při ekonomickém posuzování je cena produkovaného vysocevýhřevného paliva. Ta bývá často udávána na úrovni ceny uhlí. V zahraničí má však obvykle toto palivo cenu zápornou, stejně jako odpad.

Tab.67: Vstupy

	Jednotka	Množství
SKO, OO	(Kč/t)	1217
HF	(Kč/t)	800
Prodej LF	(Kč/t)	1 000
Roční využití	(h)	3200
Příkon	(kW)	800

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.68: Nákup

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
EE	(kWh)	2 560 000	4	10 240 000
Voda	(m3)	1 000	43	42 540
PHM	(l)	10 000	30	295 082
				10 577 622

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.69: Platby

HF	(Kč/t)	800	8 320 000 Kč
Prodej LF	(Kč/t)	1 000	24 960 000 Kč
			33 280 000 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Údaje o nákladech jsou převzaty z konkrétních údajů výrobců a dodavatelů technologií.

Tab.70: Náklady (uvedené v Kč)

Nákup materiálu+provozní spotřeba	10 577 622
Platby za odpad, poplatky	33 280 000
Režie	250 000
Opravy a údržba	50 000
Poplatky a daně	20 000
Mzdy	2 733 600
Emisní poplatky	15 000
Celkem	46 926 222

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.71: Příjmy

	Jednotka	Množství	Cena za jedn. (Kč)	Celkem (Kč)
SKO, OO	(t)	41600	1 217	50 627 200
Kovový šrot	(t)	748,8	3 300	2 471 040
nonFe kovy	(t)	54,08	54 000	2 920 320
Celkem				56 018 560
Obsah Fe		1,80%		
Obsah nonFe		0,13%		

Zdroj: vlastní zpracování

Tab.72: Personální obsazení

č.	Pozice	Kvalifikace	Počet	Hrubá mzda/měsíc (Kč)	Roční mzdový náklad (Kč)
1	Vedoucí	V 6	1	40 000	643 200
4	Admin. Prac.	V 3 / ÚSO 5	1	18 000	289 440
8	Údržba	V 6	1	25 000	402 000
14	Operátor příjmu (vážný)	ÚSO 3	1	18 000	289 440
15	Jeřábčík operátor	ÚSO 3	3	18 000	868 320
21	Úklid pracovních ploch a údržba zeleně		1	15 000	241 200
	CELKEM		8		2 733 600

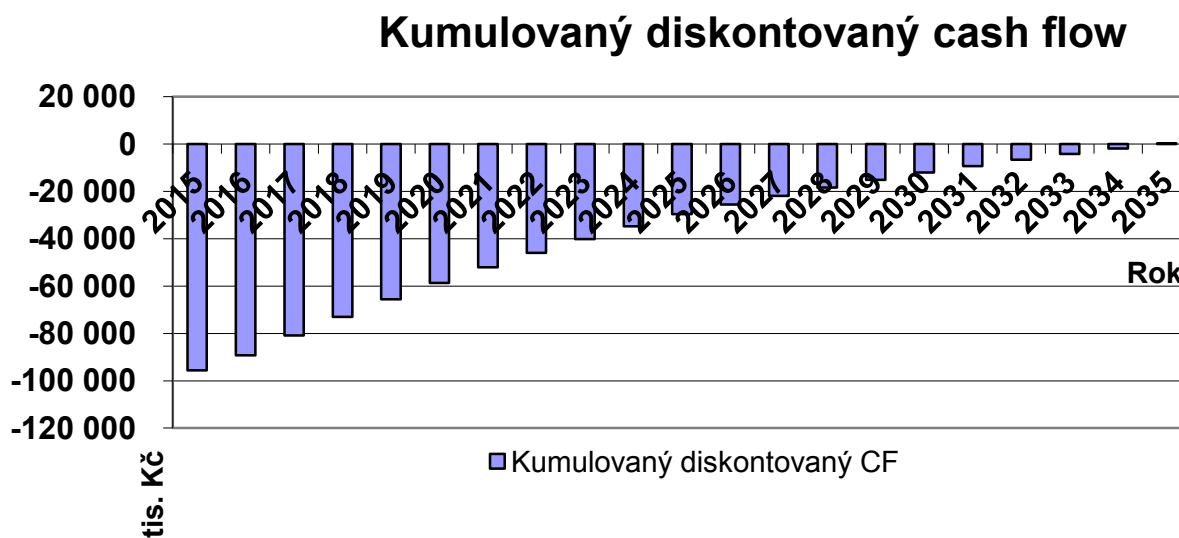
Zdroj: vlastní zpracování

Tab.73: Hodnotící kritéria

Hodnotící kritéria			
Čistá současná hodnota	273,80	tis. Kč	NPV
Vnitřní výnosové procento	5,04%		IRR
Doba splacení (prostá)	12	let	Ts
Doba splacení (diskontovaná)	20	let	Tsd
Rok hodnocení	2016		
Doba životnosti (hodnocení)	20	let	
Diskont	5,00 %		

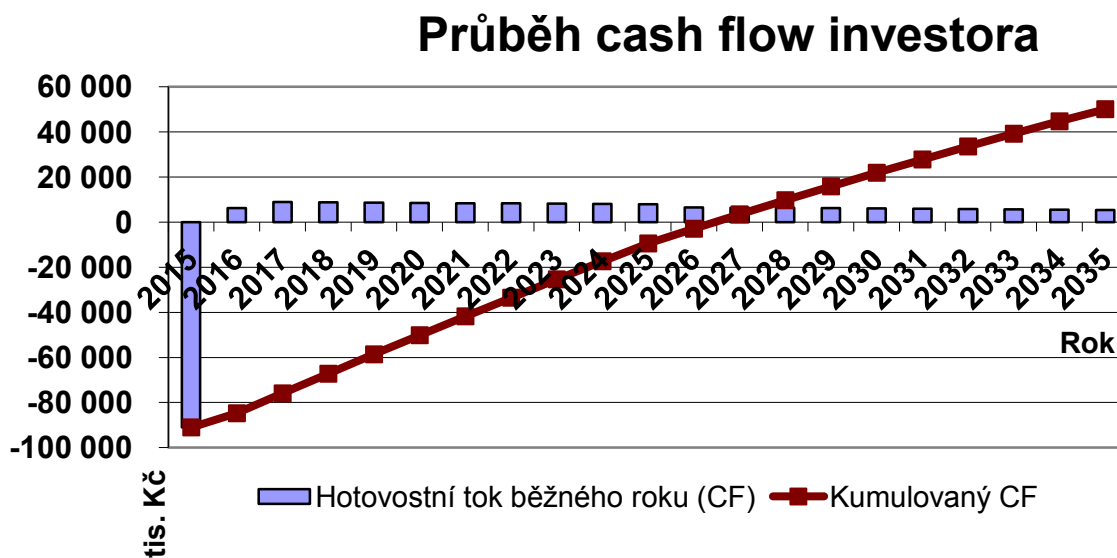
Zdroj: vlastní zpracování

Graf 15: Kumulovaný diskontovaný cash flow



Zdroj: vlastní zpracování

Graf 16: Průběh cash flow investora



Zdroj: vlastní zpracování

6.3.2 Environmentální hledisko

Konvenční technologie termické konverze a pyrolýzní technologie mají srovnatelné hodnoty emisí většiny škodlivin. Rozdíl je u oxidů dusíku, oxidu uhelnatého a dioxinů, kde pyrolýzní technologie vykazuje nižší hodnoty.

Plazmová technologie vykazuje vyšší hodnoty emisí, zejména u oxidů dusíku, vlivem spalování syntézního plynu ve spalovací turbině.

Roční hodnoty emisí u technologií MBÚ jsou výrazně nižší. Emise CO u MBÚ s anaerobní fermentací jsou uvedeny v souladu s platným zákonem. Osvědčení výrobci spalovacích motorů kogeneračních jednotek dosahují polovičních hodnot již dnes a lze předpokládat, že emise CO budou poloviční.

6.3.3 Analýza SWOT

Silné stránky - nízké investiční náklady do jednotky MBÚ - malé dojezdové vzdálenosti při převozu odpadu - optimalizace na místní produkci - dostupnost investičních dotací - možnost zachování stávající logistiky (MBÚ na skládkách) - minimalizace zátěže pro ŽP	Slabé stránky - úzká technologická i ekonomická propojenost s návaznými technologiemi (energetické využití, skládka) - neexistence navazujících technologií - vysoká spotřeba energie při procesu MBÚ - pouze dílčí řešení problematiky SKO - nejasná cena produktu (kladná i záporná) - nutnost shody na úrovni provozovatelů mnoha technologií - Převážení odpadu a výrobků z něj
Příležitosti - využití dotací - snížení spotřeby primárních surovin - splnění legislativy ČR i EU - zvýšení udržitelnosti systému nakládání s odpady - využití materiálově využitelných složek odpadu, které nyní končí na skládce - prodloužení životnosti skládek	Hrozby - nedohoda dotčených subjektů - vzájemná provázanost mnoha technologií a jejich vlastníků - legislativa - nezájem řešit uvedenou problematiku - odkládání řešení - nedodržení provozních nákladů

7 Souhrn posouzení variant

Cílem studie je dodat podklady pro další rozhodování, jak postupovat při řešení problematiky nakládání se směsným komunálním odpadem v Kraji Vysočina.

Z výsledků modelování jednotlivých variant vyplývají následující závěry:

- ZEVO o kapacitě 20 kt (varianta A2) je z ekonomického pohledu plně konkurenceschopné s variantou B2, tj. se zařízením o kapacitě 150 kt. Všechny ostatní varianty vycházejí z ekonomického pohledu podstatně hůře.
- Pro řešení problematiky nakládání se SKO v Kraji Vysočina je potřeba vybudovat 6 – 8 ZEVO o kapacitě 20 kt.
- Pro realizaci varianty A2 (ZEVO o kapacitě 20 kt/rok) je rozhodující dostatečný odběr tepelné energie v místě realizace. Místo výstavby musí být voleno tak, aby nedocházelo k žádným následným vyvolaným investicím do výstavby sítě CZT. Z uvedeného vyplývá, že lokality pro výstavbu zařízení podle varianty A2 v Kraji Vysočina jsou pouze tam, kde je dostatečná kapacita sítě CZT. Konkrétně se jedná o města Jihlava, Žďár nad Sázavou, Třebíč, Pelhřimov. Pokud by se mělo uvažovat o výstavbě těchto zařízení v jiných sídlech, je potřeba dopočítat použitý matematický model v širších souvislostech, tzn. zahrnout do modelu i náklady na výstavbu nebo doplnění sítě CZT a zahrnout i další kritéria jako je úspora emisí ze stávajících zdrojů apod. Za takovýchto podmínek je možné navrhnout realizaci i v menších sídlech Kraje Vysočina (např. Světlá nad Sázavou, Chotěboř, Bystřice nad Pernštejnem apod.).
- Samostatným problémem při navrhování ZEVO podle varianty A2 do každého sídla je problematika ceny tepla, na které je tato varianta extrémně závislá.
- Z pohledu vlivu na životní prostředí lze uvedené varianty posuzovat podle několika kritérií. Jedním kritériem je absolutní hodnota emisí ze ZEVO. Množství těchto emisí je dáno výše uvedenou normou a pro výpočet, protože máme k dispozici u každé konkrétní technologie pouze limitní údaj, můžeme uvažovat, že toto je množství úměrné využívanému množství odpadů. Rozdíl mezi jednotlivými variantami je tedy pouze v rozložení produkovaných emisí do jedné či více lokalit. V případě realizace malých ZEVO je výhodné, že dochází k produkci odpadů z těchto ZEVO ve více lokalitách, a tím k rovnoměrnému rozložení návozu těchto vznikajících odpadů, zejména strusky na jednotlivé skládky. Současně dojde k výraznému snížení dopravní zátěže v důsledku dislokace malých ZEVO blíže míst produkce odpadu.
- Jak již bylo výše uvedeno, dojde při výstavbě ZEVO k vytvoření nových pracovních míst. Dá se říci, že čím je menší kapacita zařízení, tím více pracovních míst ve

vztahu k využívanému množství odpadu vznikne. Při realizaci varianty A2 budou tato nově vzniklá pracovní místa rozmístěna do více sídel.

- Při realizaci více menších ZEVO se dá předpokládat, že se na realizaci bude podílet více investorů, v důsledku čehož se zvýší konkurence mezi jednotlivými zařízeními. Tím dojde ke zvýšení stability, zejména cen.
- Při realizaci více menších ZEVO nebude potřeba vybudovat síť překladišť.
- Nejhorší realizovatelnou se ukázala varianta B1 (výstavba jednotky o kapacitě 95 kt/rok). Tato varianta je podmíněna získáním investiční dotace, zároveň je velmi závislá na prodeji velkého množství vyrobeného tepla, potřebuje rozsáhlou logistiku svozu, včetně vybudování překladišť, je nutné počítat s investicemi do přizpůsobení sítí CZT.
- Spoluspalování a jednotky MBÚ pro výrobu paliva představují specifický problém, který může být řešen jen pro zcela konkrétní místo. Pokud dojde k výběru vhodné lokality pro tuto technologii, bude možné na základě vytvořeného SW modelu dopočítat i tuto variantu.
- Z pohledu zkvalitnění nakládání s odpady je potřeba vzít v úvahu skutečnost, že realizace více menších ZEVO může vést k vytvoření přesnějšího motivačního regionálního systému a v důsledku toho k větší míře zapojení občanů do celého systému nakládání s odpady.

Z výše uvedeného vyplývá, že nelze jednoznačně doporučit nejlepší variantu.

8 Shrnutí

Studie se zabývá porovnáním různých možností energetického využívání směsného komunálního odpadu se zaměřením na možnou aplikovatelnost v podmínkách Kraje Vysočina. Celá studie je koncipována jako doplněk k již vytvořeným studiím a podkladovým materiálům, zejména k dokumentaci k projektu Integrovaný systém nakládání s odpady v Kraji Vysočina, k Variantní studii proveditelnosti pro naplnění POH Kraje Vysočina a také k Předběžné studii proveditelnosti projektu ZEVO Vysočina. V teoretické části je nově zejména rozbor současného stavu skládkování v Kraji Vysočina včetně názorného zobrazení odpadových toků.

V praktické části studie se autoři zaměřili na vypracování metodického postupu, podle kterého je možno porovnávat různé technologie pro využití směsného komunálního odpadu ve vztahu k různým lokalitám v Kraji Vysočina. Základním nástrojem je nově vytvořený softwarový model. Tento model se skládá ze dvou bloků, z nichž první blok je zaměřen na modelování všech hmotnostních energetických a finančních toků pro zadané podmínky, a druhý blok je výpočtovým nástrojem pro výpočet návratnosti investic. Základními parametry, pro které jsou výpočty prováděny, je využívané množství odpadu, cena odpadu na bráně zařízení, cena a množství produkované energie a potřeba (nepotřeba) dotace. Zohledňovanými parametry jsou všechny související provozní a investiční náklady, náklady na odbyt všech produktů, související vyvolané náklady (např. investice do rozvodných sítí). Výstupem modelu jsou ekonomické parametry návratnosti investic vyplývající z cash flow každé jedné varianty, zejména prostá a reprodukováná návratnost, NPV, IRR. Uvedený první blok byl vytvořen v rámci vypracování této studie a je volně k dispozici zadavateli. Druhý blok je aplikace postavená na softwarovém modelu EFEKT, k němuž autorská práva vlastní FEL ČVUT Praha. Program EFEKT podléhá licenci. Zpracovatel studie dodává spolu s vlastní vypracovanou studií jednu výhradní licenci zadavateli. Celý uvedený výpočtový model je uceleným nástrojem pro modelování budoucích investic v odpadovém hospodářství.

V praktické části studie porovnává různé možnosti vybudování ZEVO a zařízení pro výrobu paliva z odpadů.

9 Závěr

Studie se zabývá možnostmi energetického využívání odpadů v pěti variantách. Tyto varianty jsou postaveny na předpokládaných v současné době známých možnostech, jak uvedený problém řešit. Do budoucna lze množinu variant libovolně a velmi rychle doplňovat vzhledem k adaptabilitě vytvořeného výpočtového nástroje. Varianty a lokality byly zvoleny s ohledem na známé skutečnosti tak, aby na vypracovaném základě bylo možné posoudit aplikovatelnost pro různé lokality v Kraji Vysočina. Výsledky výpočtů jsou nastaveny jako limitní, tedy jako spodní hranice, od kdy projekt začíná být návratný. Použité kritérium je NPV = 0, při diskontu 5 %, to znamená, že výnosnost vložených investičních prostředků je 5 %. Ve finančních nákladech všech variant není uvažováno s použitím bankovních úvěrů. Uvedený softwarový model však umožňuje velmi jednoduše vložit parametry konkrétního úvěru a případné dotace nebo jiné varianty investorského financování. Použitá výpočtová metoda se vztahuje k využití vlastních finančních zdrojů. Potřeba/nepotřeba investičních dotací je u každé jedné varianty popsána.

Modelované varianty:

Varianta A1 se zabývá možnostmi využití jednotky velmi malé kapacity pro 10 kt SKO ročně. Dle výpočtu je zřejmé, že aplikovatelnost takto malé jednotky bude vždy na hraně efektivnosti. Ekonomicky efektivní provozování by bylo velmi citlivé na dodržení všech vstupních parametrů.

Varianta A2 je spočítána pro jednotku dvojnásobné kapacity, než je varianta A1. Tato varianta již vychází mnohem lépe a je optimální variantou pro využití jednotek malých kapacit.

Varianta B1 je srovnávací variantou pro kapacitu 95 kt SKO ročně. Při výpočtu se jasně projevilo, že takto koncipované „malé“ velké ZEVO je na hranici ekonomické rentability.

Varianta B1a je upravenou variantou B1. Změna spočívá ve využití veškerého vyrobeného tepla. Tato varianta není modelována pro žádnou konkrétní konfiguraci teplotní sítě. Při tomto zadání již vychází jednotka kapacity 95 kt SKO ročně realizovatelně.

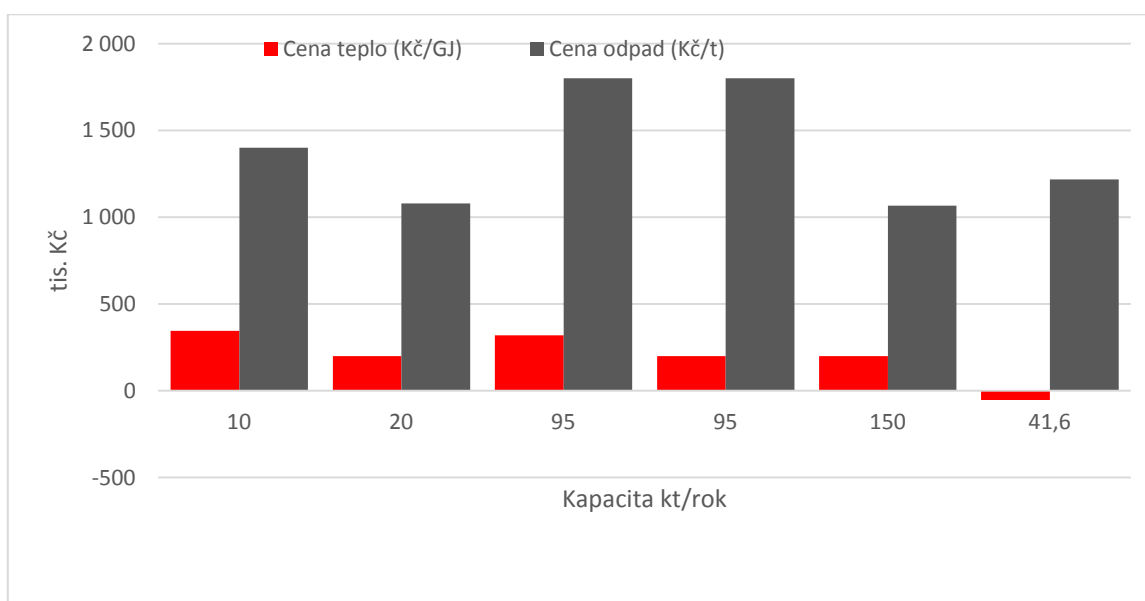
Varianta B2 je vypočítána pro standardní ZEVO o kapacitě 150 kt SKO ročně. Oproti variantě B1 došlo navýšením kapacity k výraznému zlepšení ekonomických parametrů. Rentabilita projektu je mnohem méně závislá na množství prodaného tepla a většina výnosů již pochází z platby za využitý směsný komunální odpad. Jednoznačně lze konstatovat, že u jednotek malých kapacit je rozhodujícím ekonomickým činitelem tržba za prodané teplo a naopak u jednotek standardních kapacit lze říci, že ekonomičnost projektu roste s množstvím

využívaného SKO. Závislost na množství prodaného tepla se s rostoucí kapacitou zařízení zmenšuje.

Varianta C je alternativní ke všem předchozím variantám. Celkový výpočet realizovatelnosti a návratnosti investice nelze provést. Posouzení by bylo nutné počítat v kombinaci s konkrétním technologickým zařízením, kde by byl vzniklý produkt spalován. Takové zařízení se však v Kraji Vysočina nenachází. Nejbližším takovým zařízením je cementárna Práchev v Pardubickém kraji. Z uvedených důvodů je zmíněn pouze orientační výpočet s využitím parametrů obvyklých pro srovnatelná zařízení v zahraničí.

Výpočtové výsledky uvedených variant jsou shrnuty v tabulce a grafu viz níže. Všechny uvažované varianty splňují legislativní požadavky České republiky z pohledu ochrany životního prostředí. Sociální únosnost pro obyvatele vyplývá u každé varianty zejména z ceny za zpracovávání odpad a ceny za produkováné teplo.

Zařízení						Množství teplo			
	Kapacita	Investice	Dotace	NPV	IRR	Výroba	Dodávka	Cena teplo	Cena odpad
	(kt/rok)	(tis. Kč)	(%)	(tis. Kč)	(%)	(GJ/rok)	(GJ/rok)	(Kč/GJ)	(Kč/t)
Varianta A1	10	155 000	25	9	5	68 544	40 915	346	1 400
Varianta A2	20	263 500	0	126	5	137 088	113 735	200	1 079
Varianta B1	95	2 000 000	25	-581	5	388 742	164 805	320	1 800
Varianta B1a	95	2 000 000	0	-581	5	388 742	388 742	200	1 800
Varianta B2	150	3 000 000	0	672	5	607 803	350 000	200	1 067
Varianta C	41,6	91 000	0	274	5	474 240	474 240	-53	1 217



Závěrem lze konstatovat, že v různých lokalitách Kraje Vysočina lze z výše uvedených hledisek uvažovat o výstavbě jednotek ZEVO malých kapacit při dodržení podmínek vyplývajících ze specifik těchto zařízení tak, jak byly uvedeny v celém textu, mohou být i tyto jednotky ekonomicky návratné při vstupní ceně za odpad stejné jako u klasických ZEVO.

Seznam použité literatury

- BOUDA, Z a kol. *Studie zdroje pro energetické využití spalitelného odpadu v regionu Vysočina*. Jihlava, 2008
- COGEN Czech. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.cogen.cz/>
- DOHÁNYOS, M., ZÁBRANSKÁ, J., JENÍČEK, P. *Anaerobní technologie v ochraně životního prostředí*. Ministerstvo životního prostředí, 1996.
- ENVIROS, s.r.o., *Předběžná studie proveditelnosti projektu ZEVO Vysočina*, Praha, 2012
- ENVIWEB: Pyrolýza odpadů. [online]. 2013 [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/odpady/94618/pyrolyza-odpadu-moderni-zpusob-jejich-zneskodneni>
- EUROSTAT. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>
- EVO Komořany. [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: • <http://projekt-evo.blogspot.cz/p/eia-energeticke-vyuziti-komunalnich.html>
- EVO Komořany: "Rozumné řešení pro využití odpadů". [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.evokomorany.cz/>
- HAVLÍČKOVÁ, K. *Metodika analýz potenciálu na konkrétním případě Semilská*. Pardubice: Parexpo Pardubice, 2004. ISBN 80-239-2824-4.
- KLUČKA, I. *Energetické využití odpadů v Evropské unii: VÚT Brno, Fakulta strojního inženýrství*. Brno, 2012
- KNÁPEK, J. a VAŠÍČEK, J. *Hodnocení ekonomické efektivnosti projektů využívajících obnovitelné zdroje energie: ČVUT FEL*. Praha 6, 2007.
- Obnovitelné zdroje energie. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://enviport.cz/>
- ODPAD JE ENERGIE. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/>
- PAVLAS, M. *Optimální nastavení výše podpory výroby elektřiny z odpadu ve vztahu k ceně elektřiny pro spotřebitele*. Brno, 2011.
- Podkladová variantní studie: *Nakládání s komunálními odpady v Kraji Vysočina se zaměřením na SKO*. Energetická agentura Vysočiny, Jihlava, 2012
- PODMÍNKY PROVOZU PRO STACIONÁRNÍ ZDROJE TEPELNĚ ZPRACOVÁVAJÍCÍ ODPAD. In: *Příloha č. 4 k vyhlášce č. 415/2012 Sb.* 2012. Dostupné z: <http://www.inisoft.cz/strana/vyhlaska-415-2012-p4>
- PUTNA, O. *Potenciál výroby energií z odpadu* [online]. Brno, 2011[cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/18991/Hlavn%C3%AD%20dokument.pdf?sequence=1>
- ŘEZNÍČEK, T., PROCHÁZKA O., *Energetické využití odpadů: Odpad je nevyčerpatelný zdroj energie*. In: [online]. 2010 [cit. 2014-04-28]. Dostupné z: <http://kicodpady.cz/dokumenty/energeticke-vyuziti-odpadu-2011.pdf>
- SCHULZ, H. a EDER, B. *Bioplyn v praxi*. 2004. ISBN 80-86167-21-6.
- Skládka odpadů Chotíkov. [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://www.pltep.cz./skladka/index.php?goto=rBHDtsFF&sekce=rBHDtsFF&lng=cz>

- SLEJŠKA, A. *Možnosti snižování množství skládkovaných BRKO*. BIOM.cz, 2014, Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-snizovani-mnozstvi-skladkovanych-brko>
- STRAKA, F. a DOHÁNYOS, M. *Bioplyn v praxi*. Říčany, 2003.
- Studie proveditelnosti Chotíkov: Porovnání variant závodů na využití SKO. In: [online]. 2014 [cit. 2014-04-28]. Dostupné z: <http://www.pltep.cz./skladka/index.php?goto=rBHDtsFF&sekce=rBHDtsFF&lng=cz>
- TEDOM. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://kogenerace.tedom.com/>
- UCEKAJ, V. *Analýza možností nakládání s komunálními odpady v rámci mikroregionu*. Brno, 2010
- VÁŇA, J. a SLEJŠKA, A. *Bioplyn z rostlinné biomasy*. Praha, 1998. Dostupné z: <http://stary.biom.cz/publikace/bioplyn/>
- VYHLÁŠKA č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. 2001, Dostupné z: <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/d8ba26756f2f18b5c1257561003d1242?OpenDocument>
- ZÁKON č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. 2001, Dostupné z: <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8fc3e5c15334ab9dc125727b00339581?OpenDocument>
- ZÁKON č. 201/2012 sb., o ochraně ovzduší a související předpisy. 2012, Dostupné z: <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/9f4906381b38f7f6c1257a94002ec4a0?OpenDocument>
- ŽÍDEK, M. *Alternativní využití bioplynu: (Alternative use of biogas)*. 2003.

Seznam tabulek

TAB.1: MNOŽSTVÍ KO (DLE SK. 20 KATALOGU ODPADŮ) V KRAJI VYSOČINA (2010 – 2012)	8
TAB.2: DATA O SKLÁDKÁCH V KRAJI VYSOČINA ZA ROK 2012	12
TAB.3: DATA O SKLÁDKÁCH V KRAJI VYSOČINA ZA ROK 2013	13
TAB.4: PROCESY MBÚ	15
TAB.5: POROVNÁNÍ EMISNÍCH LIMITŮ VYBRANÝCH ZAŘÍZENÍ (V MILIGRAMECH NA M ³).....	35
TAB.6: MNOŽSTVÍ EMISÍ VZTAŽENÉ K MNOŽSTVÍ VYROBENÉ ENERGIE	36
TAB.7: NOVĚ VZNIKLÁ PRACOVNÍ MÍSTA	37
TAB.8: PŘÍJMY - ENERGIE	40
TAB.9: ORIENTAČNÍ ÚDAJE O VÝSTUPNÍCH PRODUKTECH	51
TAB.10: ORIENTAČNÍ ÚDAJE O SPOTŘEBĚ	51
TAB.11: PRŮBĚH ROČNÍ DODÁVKY TEPLA	53
TAB.12: VYUŽITÍ KAPACITY ZEVO	54
TAB.13: VÝROBA.....	54
TAB.14: SPOTŘEBA	54
TAB.15: VSTUPY	54
TAB.16: VÝSTUP	55
TAB.17: VÝDAJE-NÁKUP	55
TAB.18: VÝDAJE – PLATBY	56
TAB.19: NÁKLADY (UVEDENO V KČ)	56
TAB.20: PERSONÁLNÍ OBSAZENÍ PRO ZEVO A PRO SVOZOVOU ČINNOST	56
TAB.21: PŘÍJMY	57
TAB.22: NÁVRATNOST INVESTIC	57
TAB.23: PRŮBĚH ROČNÍ DODÁVKY TEPLA	61
TAB.24: VYUŽITÍ KAPACITY ZEVO	62
TAB.25: VÝROBA.....	62
TAB.26: SPOTŘEBA	63
TAB.29: VÝDAJE-NÁKUP	64
TAB.30: VÝDAJE – PLATBY	64
TAB.31: NÁKLADY (UVEDENÉ V KČ)	64
TAB.32: PERSONÁLNÍ OBSAZENÍ PRO ZEVO A PRO SVOZOVOU ČINNOST	65
TAB.33: PŘÍJMY	65
TAB.34: NÁVRATNOST INVESTIC	66
TAB.35: PARAMETRY EMISÍ Z „MALÉHO ZEVO“	67
TAB.36: OSTATNÍ VÝSTUPY ZE ZAŘÍZENÍ	68
TAB.37: OSTATNÍ VÝSTUPY ZE ZAŘÍZENÍ	68
TAB.38: KAPACITNÍ PARAMETRY ZEVO CHOTÍKOV	71
TAB.39: PRŮBĚH ROČNÍ DODÁVKY TEPLA	72
TAB.40: VYUŽITÍ KAPACITY ZEVO	74
TAB.41: VÝROBA.....	74
TAB.42: SPOTŘEBA	74
TAB.43: VSTUPY	74
TAB.44: VÝSTUP	75
TAB.45: VÝDAJE-NÁKUP	75
TAB.46: VÝDAJE – PLATBY	75
TAB.47: NÁKLADY (UVEDENÉ V KČ)	76
TAB.48: PERSONÁLNÍ OBSAZENÍ PRO ZEVO A PRO SVOZOVOU ČINNOST	76
TAB.49: PŘÍJMY	76
TAB.50: NÁVRATNOST INVESTIC	77
TAB.51: KAPACITNÍ PARAMETRY ZEVO KOMOŘANY	82
TAB.52: VÝROBA.....	83
TAB.53: SPOTŘEBA	84

TAB.54: VSTUPY	84
TAB.55: VÝSTUP	84
TAB.56: VÝDAJE-NÁKUP	85
TAB.57: VÝDAJE - PLATBY.....	85
TAB.58: NÁKLADY (UVEDENÉ V KČ)	85
TAB.59: PERSONÁLNÍ OBSAZENÍ PRO ZEVO A PRO SVOZOVOU ČINNOST	86
TAB.60: PŘÍJMY	86
TAB.61: HODNOTÍCÍ KRITÉRIA.....	86
TAB.62: OSTATNÍ VÝSTUPY ZE ZAŘÍZENÍ	88
TAB.63: VSTUP	91
TAB.64: VÝSTUP	92
TAB.65: VLASTNOSTI	92
TAB.66: ENERGIE	92
TAB.67: VSTUPY	92
TAB.68: NÁKUP	93
TAB.69: PLATBY	93
TAB.70: NÁKLADY (UVEDENÉ V KČ)	93
TAB.71: PŘÍJMY	93
TAB.72: PERSONÁLNÍ OBSAZENÍ	94

Seznam obrázků

OBR.1: ADMINISTRATIVNÍ ČLENĚNÍ KRAJE VYSOČINA DLE ORP	6
OBR.2: LOKALIZACE ZAŘÍZENÍ PRO NAKLÁDÁNÍ S ODPADY V KRAJI VYSOČINA.....	10
OBR.3: NAKLÁDÁNÍ S ODPADY V EVROPSKÝCH ZEMÍCH, 2011	14
OBR.4: SCHÉMA MECHANICKO-BIOLOGICKÉ ÚPRAVY	17
OBR.5: SCHÉMA PROCESU MBÚ.....	17
OBR.6: SCHÉMA ZAŘÍZENÍ PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ	20
OBR.7: SCHÉMA TOKU UHLÍKU PŘI SKLÁDKOVÁNÍ	31
OBR.8: SCHÉMA TOKU UHLÍKU PŘI KOMPOSTOVÁNÍ.....	32
OBR.9: SCHÉMA TOKU UHLÍKU PŘI ANAEROBNÍ DIGESCI	32
OBR.10: SCHÉMA TOKU UHLÍKU PŘI MECHANICKO-BIOLOGICKÉ ÚPRAVĚ	32
OBR.11: SCHÉMA TOKU UHLÍKU PŘI SPALOVÁNÍ.....	33
OBR.12: SCHÉMA ENERGETICKÉHO VYUŽITÍ ODPADŮ.....	43

Seznam grafů

GRAF 1: PRŮMĚRNÝ POTŘEBNÝ DENNÍ VÝKON – DODÁVKA TEPLA V GJ.....	53
GRAF 2: PRŮMĚRNÝ POTŘEBNÝ DENNÍ VÝKON – DODÁVKA TEPLA V GJ.....	53
GRAF 3: PRŮBĚH CASH FLOW INVESTORA	58
GRAF 4: KUMULOVANÝ DISKONTOVANÝ CASH FLOW	58
GRAF 5: PRŮMĚRNÝ POTŘEBNÝ DENNÍ VÝKON – DODÁVKA TEPLA V GJ.....	61
GRAF 6: PRŮMĚRNÝ POTŘEBNÝ DENNÍ VÝKON – DODÁVKA TEPLA V GJ.....	62
GRAF 7: KUMULOVANÝ DISKONTOVANÝ CASH FLOW	66
GRAF 8: PRŮBĚH CASH FLOW INVESTORA	67
GRAF 9: PRŮMĚRNÝ POTŘEBNÝ DENNÍ VÝKON – DODÁVKA TEPLA V GJ.....	73
GRAF 10: PRŮMĚRNÝ POTŘEBNÝ DENNÍ VÝKON – DODÁVKA TEPLA V GJ.....	73
GRAF 11: KUMULOVANÝ DISKONTOVANÝ CASH FLOW	77
GRAF 12: PRŮBĚH CASH FLOW INVESTORA	77
GRAF 13: KUMULOVANÝ DISKONTOVANÝ CASH FLOW	87
GRAF 14: PRŮBĚH CASH FLOW INVESTORA	87
GRAF 15: KUMULOVANÝ DISKONTOVANÝ CASH FLOW	95
GRAF 16: PRŮBĚH CASH FLOW INVESTORA	95