

18 Příloha 3 – Náklady na hospodaření s BRO, struktura zdrojů a dynamika jejich změn

18.1 Investiční a provozní náklady separovaného sběru BRKO

Pořizovací náklady na plošné zavedení separovaného sběru domovního bioodpadu pro město se 100 000 obyvateli při hustotě sítě 20 obyv./nádoza (240 l) představují cca 5 mil. Kč tj. cca 1000 Kč/t BRKO při účinnosti sběru 50 kg/obyv./rok.

Provozní náklady na separovaný sběr bioodpadu lze odhadnout na 1100 Kč/t tj. o 300 Kč/t více než u sběru a svozu směsného domovního odpadu.

18.2 Investiční a provozní náklady kompostáren BRO

Investiční náklady kompostáren BRO se pohybují v rozpětí 30 – 500 Kč/t ročně zpracovaných BRO. Výši investičních nákladů ovlivňuje:

- a) použitá technologie (bioreaktorové a různé zastřešené systémy jsou nákladnější než klasické kompostování na zakládkách)
- b) míra vodohospodářského zabezpečení (v rozmezí 1000 – 3500 Kč/m² výrobní plochy)
- c) kapacita zařízení (jednotkové investiční náklady klesají se zvyšováním kapacity)
- d) organizační zabezpečení provozu (kompostárny obsluhované službami mobilních linek nebo stroj z půjčoven vykazují nižší investiční náklady)
- e) způsob pořízení (kompostárny budované rekonstrukcí neužívaných vodohospodářsky zabezpečených staveb mají nižší investiční náklady než kompostárny nově budované)
- f) lokalizace (kompostárny budované u skládek odpadů, sběrných dvorů a v areálech zemědělských a zahradnických provozů mají nižší náklady než kompostárny izolovaně budované).

Stavební investiční náklady na kompostárnu o kapacitě 20kt/rok představují cca 15 mil. Kč. Strojní investiční náklady na kompostárnu o kapacitě 20kt/rok za předpokladu že je kompostárna kompletně vybavena technikou (nakladač, drtič, překopávač, rotační síto) činí 8 mil. Kč. Strojní investiční náklady na kompostárnu o kapacitě 20 kt/rok obsluhované mobilní linkou jako službu představují 1,8 mil. Kč (pořizovací náklady nakladače). Investiční náklady mobilní kompostovací linky pro obsluhu cca 6 kompostáren představují (včetně tahače a podvalníku) 11 mil. Kč.

Jednotkové investiční náklady na kompostárně o kapacitě 20 kt/rok vybavené vlastní technikou činí 67 Kč/t BRO. Jednotkové investiční náklady na kompostárně obsluhované mobilní linkou se započtením 1/6 pořizovacích nákladů mobilní linky činí 29 Kč/t BRO.

Souhrnné vyjádření je v následujících tabulkách (Kratochvíl 2004):

<i>Kompostárna 20 tis. tun / rok (vlastní mechanizace)</i>	<i>Stavební investice</i>	<i>Strojně technologická investice</i>
Investice	15 mil. Kč	8 mil. Kč
Doba odpisu	45 let	8 let
Roční odpisy	340 tis. Kč	1 mil. Kč
Měrné náklady	17 Kč / t	50 Kč / t

<i>Kompostárna 20 tis. tun / rok (mobilní linka)</i>	<i>Stavební investice</i>	<i>Strojně technologická investice</i>
Investice	15 mil. Kč	1,8 mil. Kč
Doba odpisu	45 let	8 let
Roční odpisy	340 tis. Kč	230 tis. Kč
Měrné náklady	17 Kč / t	12 Kč / t

Jednotkové investiční náklady malých kompostáren jsou podstatně vyšší např. kompostárna o kapacitě 600t BRO/rok vykazuje stavební investiční náklady cca. 3,3 mil. Kč a za předpokladu, že je vybavena vlastní mechanizací jsou strojní investiční náklady cca 1 mil. Kč. Jednotkové investiční náklady této kompostárny jsou 330 Kč/t BRO.

<i>Kompostárna 600 tis. tun / rok (vlastní mechanizace)</i>	<i>Stavební investice</i>	<i>Strojně technologická investice</i>
Investice	3,3 mil. Kč	1 mil. Kč
Doba odpisu	45 let	8 let
Roční odpisy	73 tis. Kč	125 tis. Kč
Měrné náklady	120 Kč / t	210 Kč / t

Úplné provozní náklady většiny kompostáren v ČR jsou v rozmezí 500 – 1500 Kč/t BRO. Výnosy z prodeje kompostu představují 0 – 500 Kč/t BRO. Cena za zpracování BRO činí cca 2/3 provozních nákladů kompostárny a po odečtení výnosu z prodeje kompostu činí 650 – 1100 Kč/t BRO.

18.3 Investiční náklady kompostování BRKO včetně separovaného sběru do roku 2020

<i>položka</i>	<i>jednotka</i>	<i>do r. 2010</i>	<i>do r. 2013</i>	<i>do r. 2020</i>	<i>celkem</i>
Kompostárny 20kt celkem	kt/rok	260	100	100	460
Malé kompostárny celkem	kt/rok	169	385	334	681
Separovaný sběr celkem	kt/rok	100	400	400	900

Investiční náklady kompostáren 20 kt (915Kč/t/rok)	mil. Kč	237,9	91,5	91,5	420,9
Investiční náklady malých kompostáren (4500 Kč/t/rok)	mil. Kč	760,5	1732,5	1503	3996,0
Pořizovací náklady separovaného sběru (1000 Kč/t)	mil. Kč	100,0	400,0	400,0	900,0
Investiční náklady celkem	mil. Kč	1098,4	2224,0	1994,5	5316,9

Provozní náklady kompostování BRKO včetně separovaného sběru do roku 2020 v mil. Kč

<i>položka</i>	<i>do r. 2010</i>	<i>do r. 2013</i>	<i>do r. 2020</i>	<i>celkem</i>
Vícenáklady separovaného sběru	30	120	120	270
Náklady kompostáren 20 kt (700 Kč/t BRO)	182	70	70	322
Náklady malých kompostáren (1000 Kč/t BRO)	169	385	334	888
celkem	381	575	524	1480

18.3.1 Provozní a investiční náklady technologie Bricolare na 1 t vstupů, náročnost na obsluhu

Investiční náklady jsou ve SRN cca 6.500 Kč, z toho je 4.500 Kč investiční náklad na strojní a technologické soubory a 2.000 Kč/t investiční náklady na stavební objekty. Tuto technologii je možno provozovat při minimálních plošných požadavcích přímo v průmyslových zónách měst.

Specifická potřeba pracovních sil na 1.000 t vstupů je 0,28 pracovníka. Provozní náklady jsou uvedeny v následující tabulce.

Roční a jednotkové provozní náklady zpracování bioodpadů technologií Bricolare na závodě o roční kapacitě 20 000 t.

Položka	výpočet	Kč celkem	Kč/t
osobní náklady	mzda 5,6 prac. x 1,37	1 496 000 Kč	75 Kč
opravy a údržba	7% odpisů	371 000 Kč	19 Kč
ostatní přímé náklady	exp. odhad	840 000 Kč	42 Kč
odpisy	5% techn., 2% staveb.	5 300 000 Kč	265 Kč
režie správní a výrob.	14% odpisů	742 000 Kč	37 Kč
Celkem	x	8 749 000 Kč	437 Kč

18.4 Investiční náklady u technologií anaerobní digesce domovních bioodpadů

Tato kapitola vychází z výsledků průzkumu 21 různých bioplynových stanic a 17 různých kompostáren na zpracování domovních bioodpadů v roce 2000, který provedl Institut für Abfall,

Umwelt und Energie ve Witztenhausenu pro Ministerstvo životního prostředí a dopravu Baden - Württemberg. Tento průzkum zahrnuje údaje z celé SRN.

18.4.1 Potřeba plochy na bioplynovou stanici pro zpracování bioodpadu

Specifické nároky na plochu jsou závislé na kapacitě bioplynové stanice a na tom, zda je bioplynová stanice vybavena kompostárnou. Údaje průzkumu jsou uvedeny v následující tabulce.

Nároky na plochu u bioplynových stanic v m²/t

Kapacita stanice	bez kompostárny	s kompostárnou
5000 t/rok	0,20 - 0,45	0,25 - 0,95
10 000 t/rok	0,17 - 0,38	0,22 - 0,65
20 000 t/rok	0,07 - 0,32	0,12 - 0,62

18.4.2 Investiční náklady

Rozdíl mezi jednotlivými technologiemi a též mezi dodavateli technologie je značný. Bioplynové stanice vybavené kompostárnou jsou o cca 50% investičně náročnější. Přehled investičních nákladů v hodnoceném souboru bioplynových stanic je uveden v následující tabulce.

Investiční náklady německých bioplynových stanic v přepočtu na Kč a na 1 t roční kapacity zpracovávání bioodpadů

Kapacita stanice	bez kompostárny	s kompostárnou
5000 t/rok	17 000 - 38 000	25 500 - 57 000
10 000 t/rok	9 800 - 22 000	15 300 - 33 000
20 000 t/rok	8 000 - 21 000	12 000 - 31 500

V České republice zatím nemáme bioplynovou stanici pro zpracování domovních bioodpadů. Specifické investiční náklady těchto bioplynových stanic v České republice se dají očekávat nižší až o jednu třetinu (expertní odhad) a to z důvodu nižších cen stavebních prací a doplňkových nákladů a z reálných slev zahraničních dodavatelů technologií snažících se dostat na náš trh. Kogenerační jednotky a některé části plynového hospodářství by bylo možné získat výhodněji a v lepší kvalitě od tuzemských dodavatelů. V současné době jsou zpracovány studie proveditelnosti na různé bioplynové stanice. Investiční náklady na vybudování jednotky na 12 000 t tuhých bioodpadů s využitím technologického postupu suché fermentace BEKON vychází (bez kompostárny) běžné investiční náklady 2.795 Kč/t (Lambein 2003). Tyto náklady jsou podstatně nižší než investiční náklady v SRN pohybující se v rozpětí 9.800 – 22.000 Kč. Rozpis nákladů je uveden v následující tabulce.

Rozpočet bioplynové stanice pro zpracování bioodpadů (12 000 t/rok) - ceny bez DPH.

Etapa I	
Kompletní BPS	-12 500 000 Kč
KJ TEDOM 2 X, Cento L 150 SP, BIO	-4 200 000 Kč

Zapojení KJ ,ÚT, BP, elektro, MaR)	-600 000 Kč
Celkem strojní část	-17 300 000 Kč
PD	-1 240 000 Kč
Inženýring	-730 000 Kč
Celkem etapa I	-19 270 000 Kč
Etapa II	
3 fermentační komory	-13 250 000 Kč
Napojení na ÚT, BP, elektro, MaR	-450 000 Kč
Celkem strojní část	-13 770 000 Kč
PD	-350 000 Kč
Inženýring	-150 000 Kč
Celkem Etapa II	-14 200 000 Kč
Celková cena díla (etapy I a II)	-33 540 000 Kč

Investiční náklady na vodohospodářsky zabezpečenou kompostárnu s roční kapacitou 10 000 t jsou v České republice cca 10 mil. Kč.

18.4.3 Provozní náklady na zpracování 1 t domovních bioodpadů

V průzkumu provozních nákladů na německých bioplynových stanicích bylo dosaženo v závislosti na kapacitě bioplynové stanice a zda je materiál kompostován, dosaženo rozpětí specifických provozních nákladů uvedených v následující tabulce.

Specifické provozní náklady německých bioplynových stanic v přepočtu na Kč a na 1 t zpracovávaných bioodpadů

Roční kapacita bioplynové stanice	bez kompostárny	s kompostárnou
5 000 t	3.600 – 5.400 (Ø 4.400)	5.400 – 8.100 (Ø 6600)
10 000 t	3.000 – 5.000 (Ø 3.600)	4.500 – 7.500 (Ø 5400)
20 000 t	2.000 – 4.000 (Ø 2.800)	3.000 – 6.000 (Ø 4200)

Provozní náklady v České republice se budou podstatně lišit nižšími osobními náklady a nižšími odpisy. Na bioplynové stanici o roční provozní kapacitě 12.000 t s investičními náklady 33,54 mil. Kč, z toho technologické soubory 31,07 mil. Kč, stavební část 2,17 mil. Kč, bez kompostárny (podle vlastního výpočtu) jsou provozní náklady uvedené v následující tabulce.

Roční a jednotkové provozní náklady na bioplynové stanici

Položka	výpočet	Kč	Kč/t
osobní náklady	mzda 5 pracovníků x 1,37	1 335 750 Kč	111 Kč
opravy a údržba	7% odpisů	111 790 Kč	9 Kč

Položka	výpočet	Kč	Kč/t
ostatní přímé náklady		138 818 Kč	12 Kč
odpisy	5% technol. a 2% stavební a PD	1 597 000 Kč	133 Kč
režie správní a výrobní	14% odpisů	223 566 Kč	19 Kč
Celkem		3 406 924 Kč	284 Kč

18.4.4 Náročnost bioplynových stanic na obsluhu

V případě, že jde o ruční dotřídňování bioodpadů, stoupá náročnost bioplynových stanic na potřebu pracovních sil. Kromě běžné údržby a navážení bioodpadu je možno veškeré práce zautomatizovat a zásah obsluhy je nutný jen na přivolání při chybových hlášeních. Specifická potřeba pracovních sil v průměru vyplývá z následujících údajů.

Specifická potřeba pracovních sil na bioplynových stanicích ve SRN na 1000 t zpracovaných bioodpadů včetně kompostárny

Kapacita zařízení	rozpětí počtu pracovních sil	průměr
5.000 t/rok	0,4 - 1,6	0,7
10.000 t/rok	0,3 - 0,7	0,46
20.000 t/rok	0,2 - 0,4	0,25

18.4.5 Ekonomická efektivnost bioplynových stanic na zpracování domovních bioodpadů

Z dříve uvedených ekonomických údajů z průzkumu ve SRN se dá předpokládat dobrá ekonomická efektivnost investic a uspokojivá návratnost vynaložených investičních prostředků. V době provádění průzkumů některých bioplynových stanic byly příjmy za zpracování domovních bioodpadů (Biotone) cca 200 DM/t. V současné době se pohybují v rozmezí 2.000 – 3.000 Kč. Dotovaná cena při výkupu elektrické energie bioplynových stanic zůstává cca 0,15 DM/kWh. Efektivnost německých bioplynových stanic podle českých metodik hodnocení přepočítával Váňa (2000).

Bioplynová stanice v Teugenu o roční kapacitě 12.000 t bioodpadů s investičními náklady 16,5 mil. DM s ročními provozními náklady 2,94 mil. DM a s ročními příjmy 4.687 mil. DM dosáhla návratnosti investice za dobu 9,4 let (cena elektřiny 0,15 DM/kWh, cena tepla 12 DM/GJ, cena kompostu 160 DM/t, cena služby zpracování odpadu 150 DM/t).

Návratnost investice na bioplynovou stanici s kompostárnou v České republice o výkonu zpracování 12.000 t bioodpadu/rok (při výkupní ceně elektřiny 2,50 Kč/kWh, tepla 180 Kč/GJ a služby zpracování bioodpadu 400 Kč/t, při ceně kompostu 350 Kč/t) bude následující: celkové investiční náklady představují 52 mil. Kč, roční provozní náklady 5,2 mil. Kč a roční příjmy 14,15 mil. Kč. Návratnost investice z ročního hrubého zisku 8,95 mil. Kč představuje 5,8 let, což představuje méně než polovinu životnosti investice. V České republice byly vytvořeny podmínky pro budování ekonomicky efektivních bioplynových stanic.

18.5 Provozně - ekonomické parametry výroby bioetanolu z domovních bioodpadů

Z navrhovaných řešení výroby bioetanolu ze slámy, dřeva a papíru ze separovaného sběru (Váňa, Kratochvíl 2002, Váňa 2003) je možno expertně odhadnout investiční a provozní náklady při zpracování domovních bioodpadů na základě poloprovozních experimentů v USA a dalších státech.

Jelikož je z 1 t bioodpadů jen 128 l bezvodého bioetanolu (v ceně 12,- Kč/l), bude nutné linku na výrobu bioetanolu budovat tak, aby došlo k dalšímu zpracování odpadů z výroby bioetanolu, nejlépe u bioplynové stanice.

Linka, která bude zpracovávat bioodpad na bioetanol s roční kapacitou zpracování 10.500 t domovních bioodpadů, bude vykazovat roční náklady 46 mil. Kč při příjmech pouze 16,15 mil. Kč za bioetanol a 4,21 mil. za zpracování odpadů. Výroba je zatím neefektivní díky vysoké ceně investice (87 mil. Kč), spotřebě energie a nárokům na pracovní sílu (2,6 prac./1000 t bioodpadů).

Na základě experimentů z Holandska a z USA bude zřejmě výhodnější z domovních bioodpadů vyrábět místo čistého bioetanolu směs acetonu, butanolu a etanolu (ABE), neboť produkt bude využit v palivových benzínových směsích (Classen, Budde, Lopez 2000; Blackburn, Teague, Finkelstein, 1998). V Holandsku se používá následujícího postupu: domovní bioodpad je omyt a vysušen na 85% sušinu způsobem "VAM". Tento materiál obsahoval 25,1 g glukózy, 8,4 xylózy a 5,8 g jiných monosacharidů na 100 g sušiny. Použitím toku "Mansonitové exploze" a enzymatické hydrolyzy byl vyroben hydrolyzát obsahující 15,4 g glukózy, 2,2 g xylózy a 0,8 g jiných monosacharidů na litr. *Clostridium acetobutylicum* DSM 1731 produkovalo 1,5 a *C. beijerinckii* B-592 0,9 g litr ABE (Acetonu, butanolu a etanolu) a *clostridium* LMD 84,48 1,9 g/litr IBE (isopropanolu, butanolu a etanolu), z tohoto hydrolyzátu bez dalších úprav. Inkubace s dvojnásobně koncentrovaným hydrolyzátem kompletně porušil produkci ABE. Po odejmutí koncentrovaných nespecifikovaných inhibujících komponentů byl výtěžek ABE produkovaný *C. acetobutylicum* DMS 1731 zhruba trojnásobně vyšší oproti neupravené variantě. Z čtyřnásobně koncentrovaného částečně vyčištěného hydrolyzátu obsahujícího 34,2 g glukózy na litr byla produkce ABE 9,3 g/litr po 120 hodinách, ve srovnání s 3,2 g/litr ABE z neupraveného hydrolyzátu, který obsahoval 12,0 g/litr glukózy po vypírání v totožném sloupci. Koncentrace kyseliny máselné ve fermentovaném hydrolyzátu byla 2,2 a 0,4 g/litr. Tento důvodně nízký obsah k. máselné ukazuje, že fermentace probíhá docela dobře.

V Itálii se na směs metyl a etylalkoholu a příměsí vyšších alkoholů zpracovávají mezofilní anaerobní fermentací bioodpady ze skladů zeleniny a ovoce (Traverso, Pavan, Boltzonella 2000).