

## KVALITA BIOPLYNU JAKO ZDROJE ENERGIE QUALITY BIOGAS TO ENERGY

<sup>1)</sup>P. Chajma, <sup>2)</sup>J. Kára, <sup>2)</sup>I. Hanzlíková

<sup>1)</sup>Technická fakulta ČZU Praha, <sup>2)</sup>Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha

### ABSTRACT

The work deals with the quality of biogas as a renewable energy. Laboratory experiments dealing with the production of biogas from agricultural substrates using biotech products - including its additive composition in relation to its further use and economic benefits of biogas production in agricultural biogas plants. Laboratory experiments and measurements were conducted in the laboratories of the Research Institute of Agricultural Engineering in Prague. The obtained data were processed and recorded in the attached tables and graphs, were chosen from the following required information (substrates, energy parameters and other items). At the conclusion of this work was based on the results of laboratory experiments discussed question of your own return on total investment of the funds used to purchase biogas plants. Proposed use of biotechnological innovation means to improved biogas pay-back period of almost 3 years.

**Keywords:** biogas, biogas plant, renewable energy source, biogas quality, return on investment funds.

### ÚVOD

Cílem této práce je zhodnotit kvalitu bioplynu ve vybrané zemědělské bioplynové stanici – BPS a optimalizovat výrobu bioplynu v zemědělské BPS s ohledem na podíl CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, případně dalších složek měření v laboratorních podmínkách a navrhnout surovinovou skladbu pro daný výnos bioplynu s ohledem na cenu a množství substrátu pro konkrétní bioplynovou stanici. Při laboratorních pokusech jsme zjišťovali orientační produkci bioplynu při anaerobní fermentaci vzorků fermentačních zbytků dodaných z BPS s aktuálně zpracovávanou surovinovou skladbou substrátu s aditivou a bez aditiv. V současné době se v provozu bioplynových reaktorů, převážně spoléhá na přirozenou bakteriální flóru, jen v ojedinělých případech jsou přidávány různé druhy směsí enzymů a anaerobních bakterií, bez bližších specifikací a tím i velmi nestandardním výsledkem. Většina těchto na trhu dostupných biotechnologických prostředků byla původně vyvíjena pro jiné účely (pro kompostování, podporu růstu a zlepšení zdravotního stavu rostlin, případně odstranění zápachu) a nejsou optimalizovány pro konkrétní surovinovou skladbu substrátů. V zahraničí (zejména v SRN a JAR) bylo vyvinuto několik biotechnologických prostředků speciálně pro

bioplynové stanice, v ČR se však tyto prostředky zatím ve větší míře v provozu neaplikují, čili není možné potvrdit jejich výrobcem proklamované vlastnosti. Určitým problémem může být i vyšší cena. Laboratorní pokusy však naznačují velký potenciál těchto prostředků.

### Materiál a metody

Aditiva, tj. enzymatické, nebo obecně biologicky aktivní prostředky, pomohou obvykle zlepšit rozložitelnost organických substrátů, zvýšit produkci bioplynu a procento výtěžnosti CH<sub>4</sub>. Pro dodané vzorky fermentačních zbytků nebo-li fermentátu se substrátem byly v mezofilních podmínkách (teplota procesu 42 °C) zjišťovány produkce bioplynu a jeho chemické složení. V laboratorních pokusech byly vzorky pro výrobu bioplynu testovány v malých fermentorech o objemu 1 l. Tato malá zařízení slouží k hrubému odhadu produkce bioplynu a dalších vlastností směsí různých substrátů, potravinářských odpadů, jatečních odpadů, fytomasy energetických plodin, kejdy, fugátu a neutralizačních činidel pro snížení kyselosti anaerobně zpracovávané směsi organických substrátů a různých enzymatických a bakteriálních aditiv pro ovlivňování průběhu procesu (viz obr. č. 1–7).



Obr. č. 1: Malé laboratorní fermentory o objemu 1 litr



Obr. č. 2 Malé laboratorní plynojemy o objemu 3 litry



Obr. č. 3 Velké laboratorní fermentory



Obr. č. 4 Velké laboratorní fermentory



Obr. č. 5 Analyzátořy plynu AIR LF

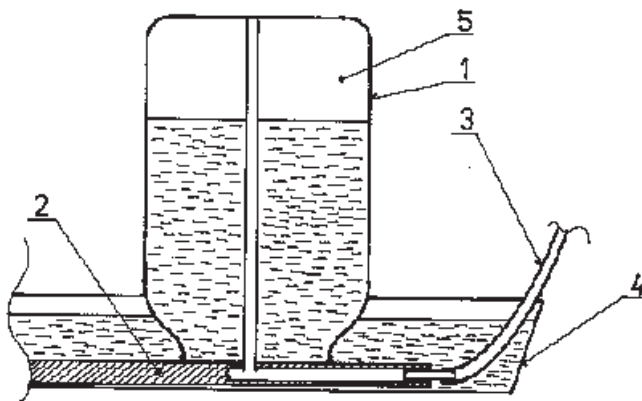


Obr. č. 6 Analyzátořy plynu Dräger X-am 7000

### Laboratorní ověřování možnosti zvýšení produkce bioplynu pomocí aditiv

Během laboratorních pokusů jsme zjišťovali orientační produkci bioplynu při anaerobní fermentaci vzorků fermentačních zbytků (použity jako inokulum) dodaných z BPS Petrovice s aktuální surovinovou skladbou substrátu bez aditiv a s aditivy. Cílem bylo sledovat vliv aditiva na produkované množství a kvalitu bioplynu. Dalším dílčím cílem bylo ověření funkce aditiv na substrát horší kvality, v našem případě touto složkou byla travní senáž. Anaerobní fermentace je biotechnologie, která umožňuje a urychluje biodegradaci a recyklaci přírodních struktur rostlinného nebo živočišného původu na základě degradabilního mezofilního nebo termofilního procesu. Přidávkem

aditiv, tj. enzymatických nebo obecně biologicky aktivních prostředků, lze tento proces příznivě ovlivnit a zvýšit produkci bioplynu nebo  $CH_4$ . Postup stanovení výtěžnosti bioplynu Pro dodané vzorky fermentačních zbytků nebo-li fermentátu se substrátem byly v mezofilních podmínkách (teplota procesu 42 °C) zjišťovány produkce bioplynu a jeho chemické složení. V laboratorních pokusech byly vzorky pro výrobu bioplynu testovány na malých zařizenech o objemu 1 l. Sada fermentorů je ve vyhříváné vodní lázni. Každý fermentor má svůj plynojem pro odečet produkce bioplynu. Pro analýzu vznikajícího bioplynu jsme používali analyzátoř AIR LF, se kterým je možné měřit koncentraci  $CO_2$  a  $CH_4$ , případně i  $O_2$ .



Obr. č. 7 Schéma vodního plynojemu pro jímání bioplynu (1 sekce)

1) skleněná nádržka 3 l, 2) základová deska, 3) pryžová hadice pro přívod bioplynu, 4) vodní nádrž, 5) zadržovaný bioplyn.

Pro přesnější dávkování byl přípravek Gasbacking naředěn takto:

pro dávkování 0,07 g na 1 l bylo rozpuštěno 7 g výrobku ve 100 ml vody a dávkoval se 1 ml připraveného roztoku na 1 l substrátu. Jak již bylo uvedeno, výše specifikovaný pokus byl založen v malých fermentorech o objemu 1 l ve čtyřech sadách se třemi fermentory v každé sadě (celkem tedy 12 fermentorů).

Dávkování každé sady fermentorů bylo provedeno následovně:

1. sada 1, 2, 3- 1 l fermentát z BPS (kontrolní vzorek bez aditiva).
2. sada 4, 5, 6- 1 l fermentát z BPS + 0,07 g Gasbackingu v 1 kg (kontrolní

vzorek s aditivem).

3. sada 7, 8, 9 1 l fermentát z BPS + příměsi aktuálně používaných substrátů bez aditiv.
4. sada 10, 11, 12- 1 l fermentát z BPS + příměsi a aktuálně používaných substrátů s aditivem 0,07 g Gasbackingu v 1 kg.

Doba trvání pokusu by měla obvykle trvat 50 dní, u snadno rozložitelných substrátů můžeme tolerovat dobu trvání i 30 dní. V našem případě po 39-ti dnech byla produkce bioplynu minimální, a proto byl pokus ukončen. Receptura koncentrace aditiva ředění pro dávkování v rámci laboratorního pokusu pro BPS Petrovice je uvedena v tabulce (viz tab. č. 1).

Přípravek	Dávkování 1 l	Ředění
Gasbacking	0,07 g.kg <sup>-1</sup>	7 g výrobku rozpustit ve 100 ml vody. - dávkovat 1 ml
	70,00 g.t <sup>-1</sup>	

Tabulka č. 1 Receptura koncentrace aditiva při laboratorním pokusu

### Výsledky

Pro ověřovací pokus byly použity stejné suroviny jako na BPS v Petrovicích.

Složení směsného substrátu bylo pro pokus

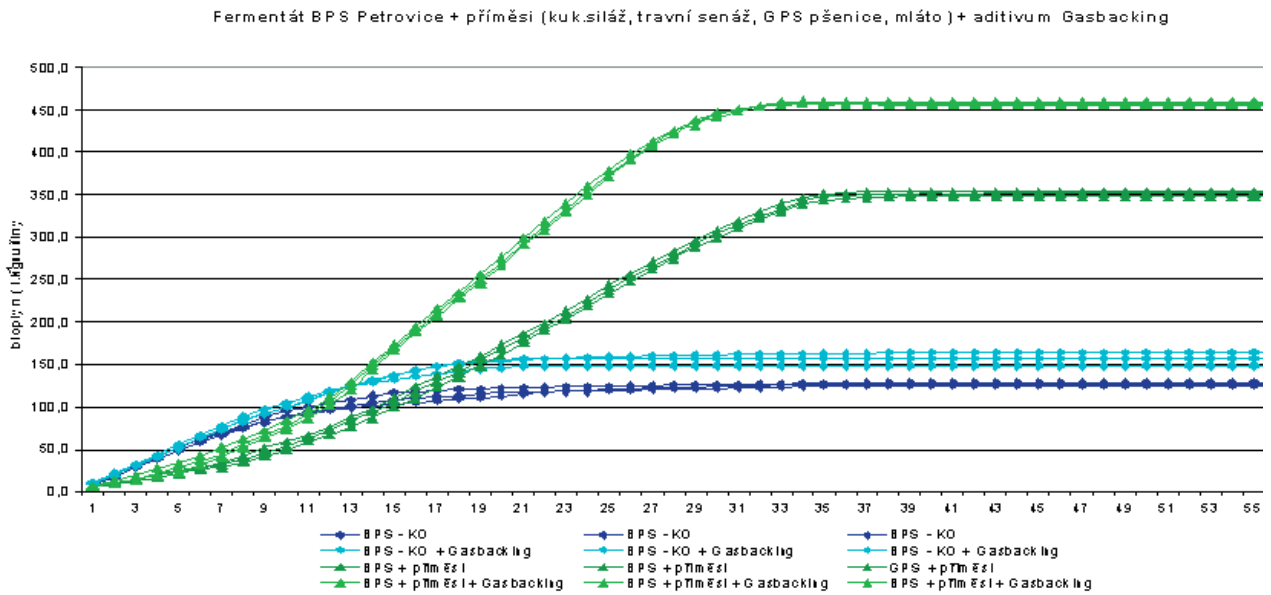
naváženo jako v provozních podmínkách a je uvedeno v následující tabulce (viz tab. č. 2).

Sušina materiálu byla namíchána na 8 %, což je stejně jako na BPS.

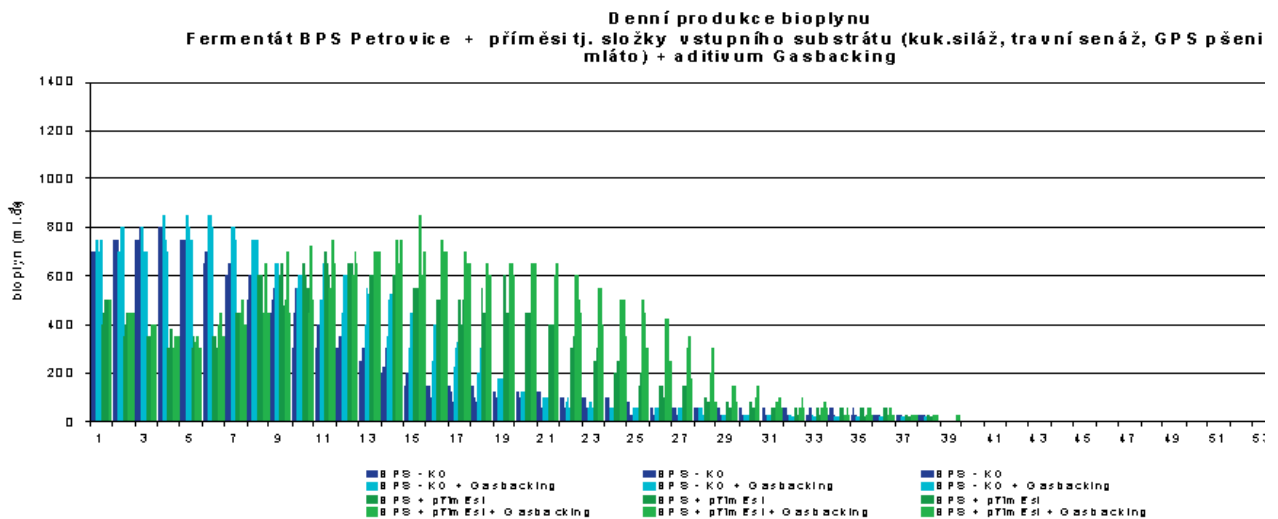
Materiál	Hmotnost materiálu	Sušina materiálu	Hmotnost sušiny	H <sub>2</sub> O	Hmotnost .poměr mat.	Navážka vkládaného materiálu na 1 kg směsi	poměr sušiny
	g	(%)	(g)	(g)	(%)	(g)	(%)
fermentát	36,5	7,20	2,63		20,5	204,94	18,4
kukuř.siláž	12,8	27,67	3,54		7,2	71,87	24,8
travní senáž	12,8	37,86	4,85		7,2	71,87	33,9
GPS pšenice	5,5	37,92	2,09		3,1	30,88	14,6
mláto	5,5	21,90	1,20		3,1	30,88	8,4
voda	105,0	0,00	0,00		59,0	589,56	0,0
směs	178,1	8,03	14,31	164	100,0	1 000,00	100,0

Tabulka č. 2 Složení směsného substrátu

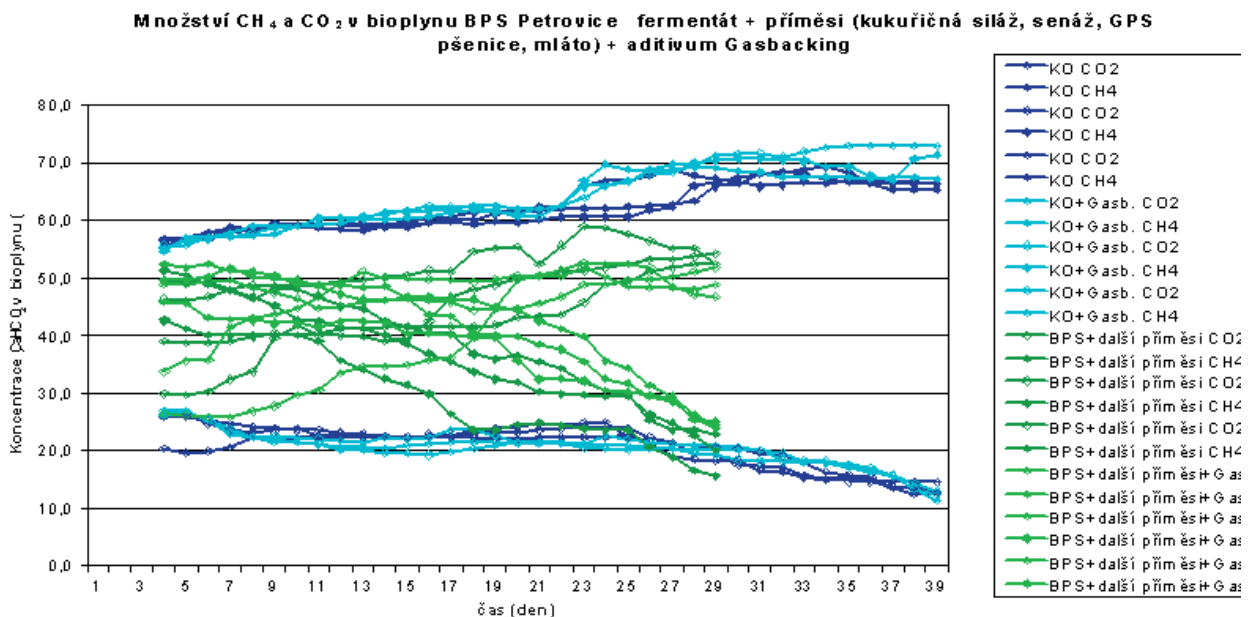
Aditivum obvykle pomůže zlepšit rozložitelnost organických substrátů, zvýšit produkci bioplynu a procento výtěžnosti CH<sub>4</sub>. Produkce bioplynu v rámci laboratorního pokusu při teplotě 42 °C a době trvání 50 dnů je znázorněna v tabulce (viz tab. č. 3). Průběh pokusu kumulativní produkce bioplynu z laboratorních vzorků formou součtového diagramu je uveden v grafu na obrázku č. 8.



Obr. č. 8 Průběh kumulativní produkce bioplynu z laboratorních vzorků



Obr. č. 9 Průběh denní produkce bioplynu z laboratorních vzorků



Obr. č. 10 Průběh denní produkce hlavních složek bioplynu CH<sub>4</sub> a CO<sub>2</sub> po dobu průběhu pokusu laboratorních vzorků

BPS kontrolní fermentát						
Číslo vzorku	1b		2b		3b	
Plyn	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
Průměr ze vzorku %	19,86	61,73	21,06	62,27	21,40	62,99
Průměr ze tří vzorků %			20,77	62,33		
BPS kontrolní fermentát + Gasbacking						
Číslo vzorku	1b		2b		3b	
Plyn	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
Průměr ze vzorku %	21,15	63,67	20,37	64,14	20,05	64,77
Průměr ze tří vzorků %			20,52	64,19		
BPS + další příměsi						
Číslo vzorku	1b		2b		3b	
Plyn	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
Průměr ze vzorku %	43,43	29,88	51,98	36,48	43,92	38,72
Průměr ze tří vzorků %			46,44	35,03		
BPS + další příměsi+Gasbacking						
Číslo vzorku	1b		2b		3b	
Plyn	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
Průměr ze vzorku %	38,74	41,9	46,86	43,03	48,13	37,50
Průměr ze tří vzorků %			44,49	40,83		

Tabulka č.4 Složení bioplynu z laboratorního pokusu

Průběh kumulativní produkce bioplynu z laboratorních vzorků je zobrazen v grafu (viz graf na obr. č. 8). Všechny produkce jsou vyjádřeny v litrech na 1 kg sušiny. Tmavě modře jsou znázorněny produkce bioplynu z kontrolního vzorku fermentátu z BPS. Světle modré křivky znázorňují průběhy vývoje bioplynu z kontrolního vzorku obohaceného aditivem Gasbacking. Tmavě zelené křivky jsou produkce bioplynu fermentátu z BPS a příměsí biomasy. Světle zelenou barvou jsou znázorněny produkce bioplynu stejné směsi jako v předešlém případě, ale s přidavkem aditiva Gasbacking. Složení směsného substrátu je uvedené v tabulce (viz tab. č. 2). Průběh denní produkce bioplynu z laboratorních vzorků je zobrazen v grafu (viz graf č. 9). Barvy produkcí vzorků jsou stejné jako v grafu na obr. č. 8. Z grafu denní produkce bioplynu je dobře vidět, na velikosti světle modrých a světle zelených sloupků, vliv aditiva na zvýšení produkce bioplynu. Podíl hlavních složek bioplynu CH<sub>4</sub> a CO<sub>2</sub> po dobu průběhu pokusu je zobrazen v grafu (viz graf č. 10). Velmi zajímavý je průběh koncentrace složek. V laboratorních fermentorech s kontrolním fermentátem z

BPS a kontrolou s aditivem Gasbacking během pokusu až do konce stále stoupal podíl CH<sub>4</sub> a klesal podíl CO<sub>2</sub> v bioplynu. Vzorky fermentátu s dalšími příměsemi a aditivem Gasbacking měly naopak největší podíl CH<sub>4</sub> na začátku fermentace s postupným poklesem okolo desátého dne a velmi rychlým poklesem procentního podílu od 19 do 29 dne pokusu. Vývoj CO<sub>2</sub> měl opačný trend, z nízkých hodnot na začátku stoupal procentický poměr ke konci pokusného období. Pro lepší přehled jsem zpracoval do tabulky (viz tab. č. 4) průměry produkce CO<sub>2</sub> a CH<sub>4</sub> ke všem vzorkům a poté průměr ze tří opakování vzorku. To dává názornější přehled o celkové produkci složek bioplynu a vlivu aditiva na koncentraci těchto složek.

Substrát	Produkce bioplynu	Podíl CH <sub>4</sub> v bioplynu
	l.kg <sup>-1</sup> <sub>sušiny</sub>	%
1. sada: Fermentát z BPS - kontrolní vzorek	127	62
2. sada: Fermentát z BPS + Gasbacking - kontrolní vzorek	156	64
3. sada: Fermentát z BPS + další příměsi	351	35
4. sada: Fermentát z BPS + další příměsi + Gasbacking	458	41

Tabulka č. 3 Produkce bioplynu z laboratorního pokusu

Pro vzorek fermentátu z BPS je při použití Gasbackingu patrné zvýšení produkce CH<sub>4</sub> oproti kontrole z 62,33 % na 64,18 %, tj. poměrově o 3 %. U fermentátu s dalšími příměsemi se zvýšila při použití Gasbackingu koncentrace metanu z 35,03 % na 40,83 %, což je poměrově o 17 %. Vzhledem ke špatným kvalitativním vlastnostem travní senáže, která tvořila 34 % hmotnosti sušiny vsázky, byla celková produkce bioplynu poměrně dobrá.

#### Produkce bioplynu

Při použití aditiva Gasbacking byly větší produkce bioplynu ze samotného fermentátu o 22 % a u směsi používané jako hlavní náplň fermentoru BPS Petrovice dokonce o 30 %.

#### Produkce metanu

Zvýšení produkce metanu u fermentátu činilo 3% a u směsi používané jako hlavní náplň fermentoru BPS Petrovice dokonce 17 %. To znamená, že produkce metanu byla u substrátu s Gasbackingem vyšší o 64 l.kg<sup>-1</sup><sub>sušiny</sub>. Po očištění od vlivu inokula (fermentátu) byla produkce bioplynu pouze ze substrátu 484 l.kg<sup>-1</sup><sub>sušiny</sub> a podíl CH<sub>4</sub> byl 41 % (tj. 198 l.kg<sup>-1</sup><sub>sušiny</sub>).

## DISKUZE

Výstavba a provoz bioplynové stanice nejsou jednoduchou záležitostí. Poměrně složité stavební a technické řešení s potřebou kvalifikovaného provozního dozoru vyžaduje zacvičenou obsluhu. Z uvedených údajů je zřejmé, že ZD naplňuje u kmenových pracovníků potřebnou kvalifikaci. Průměrné (tržní) ceny v Kč níže uvedených substrátů za 1 t jsou obvyklé v místě [126]. Cena u substrátu kukuřičné siláže činí

celkem 900 Kč.t<sup>-1</sup>, travní senáže celkem za 700 Kč.t<sup>-1</sup>, mláta celkem za 650 Kč.t<sup>-1</sup>, kukuřičného zrna celkem za 4 000 Kč.t<sup>-1</sup> a silážované zelené pšenice celkem za 750 Kč.t<sup>-1</sup> (viz tab. č. 5).

Uvedené plodiny vystačí na 100% krmné dávky.

Prodejní cena vyrobené elektrické energie činí (smluvní cena) 4,12 Kč.kWh<sup>-1</sup>.

Celkové investiční výdaje pro pořízení BPS činily 96,9 mil. Kč.

Průměrné roční provozní výdaje jsou uvedeny v následujících tabulkách č. 19 a č. 21.

Prostá návratnost celkových investičních prostředků použitých pro pořízení této BPS v dotčené lokalitě byla plánována na 15 let. Podle navržených úprav a opatření při zásobování substrátem návratnost BPS odpovídá 12-ti letům. Navržené inovace tedy přinášejí příznivější dobu návratnosti BPS o 3 roky příznivější (viz tab. č. 5).

Druh vsázky	Kč.t <sup>-1</sup>	Kč.rok <sup>-1</sup>	t.rok <sup>-1</sup>	sušina %	sušiny t.rok <sup>-1</sup>	produkce bioplynu m <sup>3</sup> .t <sup>-1</sup>	produkce bioplynu m <sup>3</sup> .rok <sup>-1</sup>
kejda skotu	10	175 000	17 500	7,90	1 383	320	442 400
kukuř.siláž	900	9 180 000	10 200	27,67	2 822	640	1 806 298
senáž	700	2 450 000	3 500	37,86	1 325	560	742 056
GPS pšenice	750	1 725 000	2 300	37,92	872	630	549 461
kukuř.zrno	4 000	0	0	86,00	0	841	0
mláto	650	0	0	21,90	0	560	0
<b>Celkem</b>		13 530 000	33 500	19,11	6 402	-	3 540 214

Tabulka č. 5 Složení vsázky, náklady a produkce bioplynu pro návratnost 12 let

<b>Provozní výnosy a náklady BPS Petrovice</b>	<b>(Kč.rok-1)</b>
Prodej elektřiny	25 715 658
Využité teplo	5 720 486
Prodej hnojiva	
Spotřeba elektřiny BPS	- 591 316
Servis KJ	-2 299 561
Údržba a servis BPS	-2 357 132
Mzdové náklady včetně povinných odvodů	-400 000
Režie	-150 000
Rezerva	-100 000
Příplatek za kombinovanou výrobu	0
Příplatek za decentralizovaný zdroj	0
Náklady na surovinu	-13 530 000
Odpisy	-6 664 616
Splátky	0
Daně	0
Pojištění	0
<b>Roční provozní výsledek hospodaření</b>	<b>5 343 519</b>
Prostá návratnost investice	bez dotace
Celková investice bez DPH (Kč)	96 522 028
Roční provozní výnos (Kč)	5 343 519
<b>Prostá návratnost (roky)</b>	<b>18,1</b>
Prostá návratnost investice	s dotací 30 %
Investice po odečtení dotace (Kč)	67 565 420
Roční provozní výnos (Kč)	5 343 519
<b>Prostá návratnost (roky)</b>	<b>12,6</b>

Tabulka č. 6 Návratnost investičních prostředků BPS pro 12 let

Druh vsázky	Kč.t <sup>-1</sup>	Kč.rok <sup>-1</sup>	t.rok <sup>-1</sup>	sušina %	sušiny t.rok <sup>-1</sup>	produkce bioplynu m <sup>3</sup> .t <sup>-1</sup>	produkce bioplynu m <sup>3</sup> .rok <sup>-1</sup>
kejda skotu	10	175 000	17 500	7,90	1 383	320	442 400
kukuř.siláž	850	4 692 000	5 520	27,67	1 527	640	977 526
senáž	700	4 104 100	5 863	37,86	2 220	560	1 243 050
GPS pšenice	800	136 000	170	37,92	64	630	40 612
kukuř.zrno	950	930 050	979	86,00	842	841	708 072
mláto	650	951 600	1 464	21,90	321	560	179 545
<b>Celkem</b>		<b>10 988 750</b>	<b>31 496</b>	<b>19,11</b>	<b>6 357</b>	<b>-</b>	<b>3 591 204</b>

Tabulka č. 7 Složení vsázky, náklady a produkce bioplynu pro návratnost 10 let

Z tabulek č. 5 a 6 je zřejmé, že základní kombinací substrátů pro zásobování BPS z vlastní produkce je nejvhodnější kejda, silážní kukuřice, travní senáž a GPS pšenice.

Vstupy kejdy mají trvale rovnoměrný charakter 45–50 t.den<sup>-1</sup>. Tato kombinace substrátů se jeví z

ekonomického pohledu jako nejvhodnější a jak již bylo uvedeno, s dobou návratnosti investičních nákladů ve výši 12 let (viz tab. č. 5). V případě nákupu mláta do ceny 650 Kč.t<sup>-1</sup> a kukuřičného zrna do ceny 950 Kč.t<sup>-1</sup> by byla návratnost na tuto investici řádově 10 let (viz tab. č. 7 a 8).

<b>Provozní výnosy a náklady BPS Petrovice</b>	<b>(Kč.rok<sup>-1</sup>)</b>
Prodej elektřiny	26 086 043
Využití tepla	4 150 000
Prodej hnojiva	
Spotřeba elektřiny BPS	-599 832
Servis KJ	-2 332 681
Údržba a servis BPS	-2 366 185
Mzdové náklady včetně povinných odvodů	-400 000
Režie	-150 000
Rezerva	-100 000
Příplatek za kombinovanou výrobu	0
Příplatek za decentralizovaný zdroj	0
Náklady na surovinu	-10 988 750
Odpisy	-6 690 264
Splátky	0
Daně	0
Pojištění	0
<b>Roční provozní výsledek hospodaření</b>	<b>6 608 331</b>
Prostá návratnost investice	bez dotace
Celková investice bez DPH (Kč)	96 893 472
Roční provozní výnos (Kč)	6 608 331
<b>Prostá návratnost (roky)</b>	<b>14,7</b>
Prostá návratnost investice	s dotací 30 %
Investice po odečtení dotace (Kč)	67 825 430
Roční provozní výnos (Kč)	6 608 331
<b>Prostá návratnost (roky)</b>	<b>10,3</b>

Tabulka č. 8 Návratnost investičních prostředků BPS pro 10 let

Důležité jsou pro praktické použití laboratorní zkoušky, které jsme provedli s modelovým složením substrátu s vyloučením kukuřičného zrna. Při laboratorních zkouškách jsme ověřili použití aditiv pro zvýšení produkce bioplynu, případně metanu ze směsi kukuřičné siláže, travní senáže, GPS (zelená siláž – Green Plant Silage) pšenice a mláta. Podíl GPS pšenice byl minimální, pouze cca 3 %, to by prakticky mohlo vyloučit z osevního postupu produkci GPS pšenice. Zvýšení laboratorní produkce bioplynu o 30 % a metanu z 35 % na 41 % umožňuje snížit proporcionálně množství substrátu pro výrobu bioplynu až o 30 %, tj. o 9 500 t ročně. Snížení nákladů na substrát by pak činilo 3,3 mil Kč za rok. Zvýšení nákladů na aditiva by činilo při dávkování 0,07 g do 1 000 ml při ročním objemu 70 629 m<sup>3</sup> substrátu o sušině cca 9 % a z toho vyplývající roční hmotnosti aditiva 4 944 kg a jeho ceně 380 Kč za 1 kg celkové náklady 1,38 mil. Kč. To znamená, že celková úspora při použití aditiva by na nákladech za

substrát činila téměř 2 mil. Kč. Tato varianta umožňuje zcela z vlastních zdrojů, bez použití nákupu mláta a kukuřičného zrna, zásobovat BPS vlastními surovinami s dobou návratnosti také 10 let. Pro tuto úspornou variantu platí pro množství substrátů stejné údaje jako z tabulek č. 5 a 6 (tj. bez zrna kukuřice a mláta), snížené o výše uvedených 30 %.

#### ZÁVĚR

Pro úsporu provozních nákladů, tj. jak substrátu, tak i aditiv, doporučujeme využívat základní kombinaci substrátů pro zásobování BPS z vlastní produkce. Zatím se jeví jako nejvhodnější kejda, silážní kukuřice, travní senáž a GPS pšenice. V případě nákupu mláta do ceny 650 Kč.t<sup>-1</sup> a kukuřičného zrna do ceny 950 Kč.t<sup>-1</sup> by bylo možné využívat i tyto substráty. Návratnost za tohoto předpokladu by byla 10 let. Zvýšení laboratorní produkce bioplynu o 30 % a metanu z 52 % na 56 % umožňuje snížit proporcionálně množství substrátu



pro výrobu bioplynu až o 30 %, tj. o 9 500 t ročně při celkové úspoře cca 2 mil. Kč. I tato varianta umožňuje zcela z vlastních zdrojů, bez použití nákupu mláta a kukuřičného zrna, zásobovat BPS vlastními surovinami s dobou návratnosti také 10 let. Zvýšení laboratorní produkce bioplynu o 30 % a metanu z 35 % na 41 % umožňuje snížit proporcionálně množství substrátu pro výrobu bioplynu až o 30 %, tj. o 9 500 t ročně při celkové úspoře cca 2 mil. Kč. Procento metanu se může u tohoto pokusného vzorku jevit poměrně nízké, je to způsobeno nekvalitní travní senáží, která je obsažena 34 % hmotnostního podílu v sušině. Nicméně při použití kvalitní senáže a hmotnostním podílu sušiny kejdy 22 % je v provozních podmínkách BPS Petrovice koncentrace metanu na úrovni hranice 52 %. Laboratorní pokus ale ukázal, že je možné zvýšit produkci bioplynu i jeho koncentraci metanu při použití substrátů, které mají velmi problematickou možnost uplatnění (na krmení se nehodí a v bioplynové stanici jsou spíše balastem než hodnotnou surovinou). I tato varianta umožňuje zcela z vlastních zdrojů, bez použití nákupu mláta a kukuřičného zrna, zásobovat BPS vlastními surovinami s dobou návratnosti také 10 let.

## PODĚKOVÁNÍ

Tyto výsledky byly získány s přispěním výzkumného záměru MZE 0002703102 „Výzkum efektivního využití technologických systémů pro setrvalé hospodaření a využívání přírodních zdrojů ve specifikovaných podmínkách českého zemědělství“

## LITERATURA

1. Archer D.B., Robertson J.A., Peck M.W.: The Microbiology and Biochemistry of Biogas Production from Solid Waste, pp. 393-405, Oxfordshire 1988.
2. Schulz H., Eder B.: Bioplyn v praxi. Ostrava 2004.
3. Váňa J., Slejška A.: Bioplyn z rostlinné biomasy, Studijní informace ÚZPI. Rostlinná výroba č. 5/1998
4. Dohányos M.: Anaerobní technologie v ochraně životního prostředí, Frýdek-Místek: Kleinwachter, 1996, s. Straka F. a kol.: Bioplyn.GAS, s. r. o. Praha 2006.
5. Janča E., Kára J. Energie z biomasy III, Praha: ČZU 2004.
6. Michal P. Informační přehledy ÚZPI, Praha: ÚZPI, 2005, s. 3,4,6,9,11,16 a 21.
7. Šilhánková L. Mikrobiologie pro potravináře a biotechnologie, Praha: Academia, 2002. s. 22, 168.
8. Šmejkalová P., Dohányos M. Biotechnologie v ochraně životního prostředí. Vydavatelství VŠCHT: Praha, 2006. s. 5, 89, 90, 96-97, 108, 110.
9. Dohányos M., Jeníček P. Anaerobic digestion of solid waste, VODA – elektrotechnický odborný časopis, červen 2005, ročník I.
10. Slejška A. Bioplynové zajímavosti z různých koutů světa. BIOM
11. dostupné dne 1.10.2010 na [http://stary.biom.cz/clen/as/a\\_chom99.html](http://stary.biom.cz/clen/as/a_chom99.html).
12. Schneiderová P. Likvidace odpadů živočišného původu, Praha: ÚZPI, 2005. s. 12.
13. <http://i.info.cz/urs/biostanice2-preview-118692647436821.png>, text dostupný dne 7.11.2008.
14. Stupavský V.: Víme, co se pod pojmem biopaliva ve skutečnosti skrývá? Mají biopaliva negativní vliv na rostoucí ceny potravin? Biom.cz [online]. 2008-09-29 [cit.2009-01-14].
15. Petr J.: Jak ekologická jsou biopaliva? Biom.cz [online]. 2008-11-12 [cit. 2009-01-14].
16. www: <<http://biom.cz/cz-pestovanibiomasy/odborne-clanky/jak-ekologicka-jsou-biopaliva>>. ISSN: 1801-2655.
17. VÁŇA J.: Ekologické aspekty energetického využití biomasy. Sborník „Biomasa pro energii v obcích a městech ČR s využitím zahraničních zkušeností“. CZ-BIOM, s.30-33, 1998.
18. Kára J., Pastorek Z., Příbyl E. a kol.: Výroba a využití bioplynu v zemědělství. [Biogas production and utilization in agriculture]. Praha: VÚZT, 2007. 117 s. ISBN 978-80-86884-28-8.
19. Straka F. a kol. BIOPLYN - příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů, Říčany, GAS, 2003. 517 s. ISBN 80-7328-029-9.
20. Kolektiv autorů: Trockenfermentation-Evaluierung des Forschungs und Entwicklungsbedarfs. Gülzower Fachgespräche: Band 23. Gülzow, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2004
21. Firemní podklady Kompogas, Švýcarsko 2011.
22. Firemní podklady Eisenman - Archaea, Německo 2011.
23. Ceny zemědělských komodit a energií, obrázky VÚZT, 2012.

**ABSTRAKT**

Práce se zabývá kvalitou bioplynu jako jednoho z obnovitelných zdrojů energie. Laboratorní pokusy se zabývají výrobou bioplynu ze zemědělských substrátů při použití biotechnologických prostředků - aditiv včetně jeho složení v návaznosti na jeho další využití a ekonomický přínos výroby bioplynu v bioplynových stanicích zemědělských podniků. Laboratorní pokusy a měření proběhly v laboratořích Výzkumného ústavu zemědělské techniky, v.v.i. v Praze. Získaná data byla zpracována a zaznamenána do příložených tabulek a grafů, z nichž byly vybrány následující požadované údaje (substráty, energetické parametry a další položky). Na závěr této práce byla na základě výsledků laboratorních pokusů diskutována otázka vlastní návratnosti celkových investičních prostředků použitých pro pořízení bioplynové stanice. Navržená inovace využití biotechnologických prostředků přináší zlepšení doby návratnosti bioplynové stanice téměř o 3 roky.

*Klíčová slova:* bioplyn, bioplynová stanice, obnovitelný zdroj energie, kvalita bioplynu, návratnost investičních prostředků.

***Kontaktní adresa:***

*Ing. Jaroslav Kára, CSc.  
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.  
Drnovská 507, 161 01 Praha 6- Ruzyně  
Tel.: 233022334  
e-mail: jaroslav.kara@vuzt.cz*

***Recenzovali:*** prof. Ing. H. Raclavská, CSc., Ing. J. Skalický, CSc.