

ANALÝZA SLOŽENÍ A TVORBY BIOPLYNU VZNIKAJÍCÍHO PŘI ZPRACOVÁNÍ BIOODPADŮ TECHNOLOGIÍ ANAEROBNÍ DIGESCE

L. Hnilica, J. Fryč, B. Groda

Došlo: 16. června 2010

Abstract

HNILICA, L., FRYČ, J., GRODA, B.: *Analysis of the composition and formation of biogas produced during the processing of biological waste by anaerobic digestion technologies.* Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2010, LVIII, No. 5, pp. 171–178

This work compares the operating system of anaerobic fermentation of agricultural biogas plants with realization using biowaste. It deals with the operation system of anaerobic fermentation of agricultural biogas plants and implement an appropriate system to enable the use of biowaste. Based on the comparison of technological solutions and operational parameters of specific sites has been designed to allow the system biowaste were made a practical experiment to verify the assumption of increased biogas production. In experiments used substrates, which are industrially produced from the available bio-wastes, treated and then provide to operator of biogas plants. The work was carried out practical measurements to verify the production of biogas from different substrates. Utilize of nominal electric power using biowaste amounted up to 97.66%. Processing of such modified substrates in anaerobic digestion technology can greatly affect the amount of energy crops. Benefit of waste is governed primarily by such projects, where is the problem of ensuring sufficient energy crops. The proposed composition of raw materials also allows the implementation of the existing operation of anaerobic digestion. Operational data on real operations demonstrate the real possibility of further development of the area and secondly the use of biogas plants as well as in the preparation of suitably prepared substrates for the operators. The entire data set underwent a complete statistical analysis. Differences between variants were statistically significant.

biogas, anaerobic decomposition, biological waste, treatment and utilization of waste, anaerobic digestive systems

Předmětem práce je analýza provozu systémů anaerobní fermentace zemědělských bioplynových stanic a implementace vhodného systému umožňující využití bioodpadů. Na základě porovnání technologického řešení a provozních parametrů konkrétních provozů byl navržen systém umožňující použití bioodpadů, byly provedeny praktické srovnávací pokusy za účelem ověření předpokladu zvýšené produkce bioplynu. Při pokusech byly použity substráty, které se průmyslově vyrábějí z dostupných bioodpadů, upravují a následně nabízejí provozovatelům bioplynových stanic. V práci bylo provedeno praktické měření za účelem ověření produkce bioplynu z jednotlivých substrátů. Využití nominálního elektrického výkonu při použití bio-

odpadů dosahovalo hodnot až 97,66 %. Zpracování takto upravených substrátů v technologii anaerobní fermentace může velmi výrazně ovlivnit množství dávkovaných energetických plodin. Přínos takto upravených odpadů je především u takových projektů, kde je problém se zajištěním dostatečného množství energetických plodin. Navržená skladba vstupních surovin umožňuje také implementaci do stávajících provozů systému anaerobní fermentace. Provozní údaje získané na reálných provezech dokazují reálné možnosti dalšího rozvoje této oblasti, a to jak v provozu bioplynových stanic, tak i v oblasti přípravy vhodně upravených substrátů pro provozovatele.

Bioplyn vzniká biologickým rozkladem a přeměnou organických látek. K procesu dochází bez přístupu vzduchu a ve vlhkém prostředí vlivem působení metanových bakterií – metanogenů. Anaerobní fermentace je biochemickým procesem, sestávajícím z několika posloupných fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů (PAS-TOREK *et al.*, 2004). Vytváření bioplynu je konečnou fází biochemické konverze organických látek v anaerobních podmínkách na bioplyn a zbytkový fermentovaný substrát. Proces probíhá při teplotách od 0 °C do 70 °C a na rozdíl od jiných procesů nevzniká při anaerobní fermentaci teplo, ale vyvíjí se hořlavý plyn – metan. Současně s ním se vytváří oxid uhličitý a voda.

V literatuře se uvádí rozdělení procesu do čtyř základních fází (HAUER, 1993).

Hydrolyza – tato fáze začíná v době, kdy je v prostředí vzdušný kyslík a dostatečná vlhkost přesahující 50 % hmotnostního podílu. V této fázi mikroorganismy ještě nevyžadují prostředí neobsahující kyslík, dochází k rozkladu polymerů na jednodušší organické látky – monomery.

Acidogeneze – v této fázi dochází k odstranění zbytků vzdušného kyslíku a vytvoření anaerobního prostředí. Tuto přeměnu provádějí fakultativní anaerobní mikroorganismy schopné aktivace v obou prostředích (SCHULZ, 2004).

Acetogeneze – během této fáze převádějí acidogenní kmeny bakterií vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou, vodík a oxid uhličitý (SCHULZ, 2004).

Metanogeneze – v této fázi metanogenní acetotrofní bakterie rozkládají hlavně kyselinu octovou na metan a oxid uhličitý, hydrogenotrofní bakterie produkují metan z vodíku a oxidu uhličitého. Některé kmeny bakterií provádějí obojí (VEZIROGLU, 1991).

Optimální rovnováha v kinetice jednotlivých fází, probíhajících s odlišnou kinetickou rychlostí, je důležitá pro stabilitu procesu anaerobní fermentace organických materiálů (DOHÁNYOS, 2004). Metanová fermentace, při které vzniká vlastní bioplyn, je soubor na sebe navazujících procesů, v nichž metanogeny představují pouze poslední článek v řetězci biochemické konverze (ARCHER *et al.*, 1988).

Zdroje vstupních surovin do technologie anaerobní fermentace lze z hlediska jejího získávání rozdělit na dvě základní skupiny – odpadní a záměrně pěstovanou (SCHULZ *et al.*, 2004).

- Biomasa záměrně pěstovaná v produkci bioplynu: energetické plodiny.
- Biomasa odpadní: rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny, odpady z živočišné výroby, biologicky rozložitelné odpady, organické odpady z průmyslových a potravinářských výrob.

Tato práce se zabývá využitím odpadních substrátů jako vhodných vstupních substrátů vedoucí ke snížení množství záměrně pěstované biomasy vstupující do procesu, což vede k efektivnějšímu provozu systémů anaerobní fermentace.

Různé druhy bioodpadů vykazují rozdílnou produkci bioplynu a vždy je nutné najít vhodné pod-

mínky užití v systémech anaerobní fermentace. Porovnání výtěžnosti bioplynu z kejdy skotu, kde lze očekávat výtěžnost cca 0,03 m³·kg⁻¹, je možno dosáhnout vhodnou přípravou a smícháním kejdy a odpadních substrátů (rostlinných olejů, zbytků jídla...) výtěžnosti z kilogramu cca 0,20 m³ bioplynu (LUSK, 1998). Obsah metanu v bioplynu kolísá v rozmezí 65–70 % (HOBSEN, 1993).

Vznikající fermentační zbytek může být využíván jako vhodné hnojivo a nahradit tak syntetické hnojivé přípravky vykazující mnohdy negativní vlastnosti (VEZIROGLU, 1991).

Ekonomické a sociální benefity jsou prokazatelné především v následujících oblastech (TELEGHANI *et al.*, 2005):

1. Zpracování bioodpadů bez následných nákladů na odstranění (např. skládkování)
2. Dlouhodobé zvýšení kvality půd aplikací fermentačních zbytků
3. Peněžitý příjem za prodanou elektrickou energii a příp. teplo
4. Redukce skládkování a jiných konvenčních způsobů odstranění
5. Zlepšení pozice farmářů jako nejčastějších provozovatelů
6. Redukce zápachu a ostatních negativ spojených s nakládáním s bioodpady
7. Zvýšení zaměstnanosti a péče o krajinu.

Cílem práce bylo poskytnout souhrnný a ucelený pohled na oblast použití a využití technologie anaerobní fermentace v kontextu aktuálního vývoje a poznatků v této oblasti s ohledem a vazbou na zpracování bioodpadů jako vhodné suroviny nahrazující cíleně produkovanou biomasu. Na souboru reálných provozů bylo nejprve provedeno posouzení a porovnání vybraných systémů, kde primárními vstupními surovinami jsou jak energetické plodiny a exkrementy hospodářských zvířat, tak i různé druhy bioodpadů a odpadní biomasy.

Praktická část práce byla zaměřena zcela na praktickou implementaci výsledků porovnání obou toků vstupních substrátů. Byl navržen systém zpracování bioodpadů v technologiích anaerobní fermentace, byla provedena praktická měření účinnosti navrženého systému na reálném zařízení. Na základě získaných poznatků a výsledků je možno navrhnout praktické řešení provozu založené na kofermentaci cíleně pěstované fytomasy a vhodných bioodpadů.

MATERIÁL A METODY

Souhrnná charakteristika provozů anaerobní fermentace na bioplynových stanicích

Na vybraném souboru anonymních provozů a technologických celků byl proveden výzkum a sledování vedoucí ke zpracování přehledu o základních technologických, provozních a výkonových charakteristikách. Výběr se zaměřil pouze na nejvíce rozšířené a ověřené systémy založené na kontinuálním systému provozu. Zjišťovacím řízením

a za pomoci dostupných informací jak od samotných provozovatelů, dodavatelů jednotlivých systémů, tak z volně dostupných databází byl zhotoven ke každému provozu list provozu.

Hodnocení bylo zaměřeno především na technologické aspekty provozu, materiálové a energetické hodnocení. Pomocí zjišťovacího procesu přímo na provezech byly získány tyto údaje:

- technologické specifikace provozních souborů a objektů (objemy nádrží, výkony kogenerační jednotky),
- specifikace parametrů fermentačního zbytku (pH a teplota, sušina, organická sušina, zatížení organickou sušinou),
- specifikace vznikajícího bioplynu a fermentačního zbytku,
- informace o celkové účinnosti systému,
- dostupné informace o údržbě a servisu.

Z vybraného souboru bylo vybráno pět systémů, které byly blíže zkoumány a údaje z provozů byly vyhodnocovány po dobu 12 měsíců.

Kritéria pro výběr vybraných provozů

Soubor vybraných provozů byl vybrán podle následujících kritérií:

- zařízení zpracovávají pouze energetické plodiny a exkrementy zvířat,
- zařízení je v provozu déle než 1 rok a vykazuje dlouhodobou stabilitu provozu,
- zařízení nesloužila k laboratorním či testovacím účelům,
- zařízení umožňovala provádět, ukládat a odesílat potřebná měření a hodnoty.

Sledované hodnoty

Za účelem vyhodnocení provozu jednotlivých systémů byl zvolen monitorovací systém spočívající ve sledování níže specifikovaných parametrů a charakteristik po dobu trvání jednoho roku a vyhodnocování údajů po týdnech. Dále jsou popsány sledované hodnoty a metodika vyhodnocování.

Technologické parametry zařízení – dle dostupných podkladů a vlastního zjištění byly zjištěny parametry jednotlivých systémů, byl proveden popis jednotlivých technologických částí zařízení.

Provozní parametry zařízení – v týdenních intervalech byly zaznamenány především tyto hodnoty: poměr a množství substrátů vstupujících do fermentačního procesu, přehled o celkovém množství dávkovaných substrátů, obsah metanu v bioplynu.

Výpočtem byly stanoveny tyto hodnoty:

- využití nominálního elektrického výkonu kogenerační jednotky (KGJ) podle vztahu:

$$N = \frac{P_{skut}}{P_{max}} \cdot 100 [\%], \quad (1)$$

kde

Nvyužití nominálního elektrického výkonu KGJ (%),

P_{skut} skutečný střední elektrický výkon KGJ (kW),
 P_{max} ... nominální elektrický výkon KGJ (kW),

- výpočet zatížení organickou sušinou podle vztahu:

$$X = \frac{c}{V_f \cdot 100} \cdot m [\text{kg} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}], \quad (2)$$

kde

X ... zatížení organickou sušinou ($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$),

m ... hmotnost sušiny substrátu dávkovaného za jednotku času ($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$),

c organická sušina (%),

V_f ... objem fermentoru (m^3),

- výpočet doby zdržení podle vztahu:

$$T = \frac{V_f}{V_{sub}} [\text{d}], \quad (3)$$

kde

T doba zdržení (dny),

V_{sub} objem dávkovaných substrátů za jednotku času ($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$),

V_f objem fermentoru (m^3),

Hodnoty využití nominálního elektrického výkonu KGJ byly podrobeny statistické analýze. Homogenita rozptylů byla otestována pomocí F-testu a na základě jeho výsledku byl použit příslušný test pro testování nezávislých souborů (T-test).

Metodika vyhodnocení porovnání provozů

Vybraný provoz anaerobní fermentace byl nejprve zkoumán a vyhodnocován při použití vstupních surovin bez použití bioodpadů. Doba sledování byla určena na 25 dnů. Bylo provedeno vyhodnocení provozních údajů, zaznamenána výroba elektrické energie.

Následně byla provedena změna vstupních substrátů za účelem dávkování vstupních substrátů obsahujících bioodpady. Pro účely měření byly zvoleny substráty, které jsou průmyslově připraveny k použití do systémů anaerobní fermentace, glycerinová voda a obsahy žaludků zvířat. Specifikace těchto substrátů je uvedena níže. Porovnání provozů, kdy byl dávkován bioodpad, bylo provedeno ve třech různých intervalech tak, aby bylo možno sledovat různé poměry stupních substrátů.

Specifikace vybraných vstupních substrátů určených pro měření

Pro provoz a následné měření byly vybrány čtyři různé vstupní substráty. Biogranmix a Biofrit jsou substráty, které jsou připravovány ve specializovaných závodech a jsou určeny výhradně pro použití v zařízení na výrobu bioplynu. Glycerinová voda (G-fáze) je odpadní látka vznikající při výrobě metylesteru řepkového oleje. Poslední skupinou použitých odpadů byly obsahy žaludků zvířat.

Biogranmix – obsah sušiny: 70–80%, obsah org. sušiny: > 90%, výtěžnost bioplynu: 0,45–0,50 $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$. Jedná se o směs olejových emulzí pocházejících z vý-

roby bionafty a obilovin pocházejících ze zpracovatelských závodů, mlýnů obilí a centrálních skladů obilovin. Smíchání a skladování se děje ve zpracovatelském závodě, odkud se expedují ke koncovým uživatelům. Směs je možno dále stlačovat a vyrábět granulát. Materiál je lehce manipulovatelný. K přepravě slouží dopravní návěsy. Ke skladování na místě spotřeby slouží zásobní silo.

Biofrit – obsah sušiny: 20–25 %, obsah org. sušiny: > 88 %, výtěžnost bioplynu: 0,16–0,18 m³·kg⁻¹. Jedná se o produkt vznikající ve specializovaném závodě, kde jsou shromažďovány odpady z potravinářského průmyslu jako např. průmyslové kuchyně, pekárny, zpracovatelé konzerv, zařízení na zpracování mléka apod. Jednotlivé odpady jsou skladovány zvlášť a při zpracování dochází k jejich úpravě, třídění, příp. rozbalování a vzniku nového produktu, který zaručuje dobrou výtěžnost bioplynu. Vzniklý produkt je v tekutém stavu a dopravovatelný pomocí cisteren. V místě využití je skladován v nerezových zásobních jímkách a následně prochází hygienizací.

Glycerinová voda – obsah sušiny: 90–98 %, obsah org. sušiny: > 90 %, výtěžnost bioplynu: 0,55–0,65 m³·kg⁻¹. Glycerinová voda (G-fáze) je vedlejším produktem při výrobě biopaliv. Vzniká esterifikací, kdy se metanol s katalyzátorem, kterým je hydroxid draselný či sodný, smíchá s přehřátým řepkovým olejem. Při reakci vznikají dvě fáze: fáze metylesteru řepkového oleje a G – fáze. Opakovaným usazováním v usazovacích nádržích dochází k oddělení obou fází, které se přečerpávají do skladovacích nádrží a odtud se expedují.

Obsahy žaludků – obsah sušiny: 15–20 %, obsah org. sušiny: > 90 %, výtěžnost bioplynu: 0,40–0,80 m³·kg⁻¹. Obsahy žaludků jsou dodávány z jatka a porážkových závodů. Jedná se o směsici exkrementů, krve i částí tkání. Doprava je prováděna v uzavřených boxech, skladování na místě zpracování pak v uzavřené nádrži vně provozní budovy.

Charakteristika sledovaného provozu

Zařízení na výrobu bioplynu vybráno k ověření složení použitých vstupních surovin jak z energetických plodin, tak i z dostupných bioodpadů. Plánovaný hmotnostní poměr je 60 % kejdy a kukuřičné siláže a 40 % bioodpadů. Bioplynová stanice byla v počátku provozována pouze na 100 % složení substrátů pouze z kejdy a kukuřičné siláže. Kogenerační jednotka s generátorem má nominální elek-

trický výkon 1 063 kW_{el} a zařízení bylo uvedeno do provozu v lednu 2009.

Systém je vybaven železobetonovými nádržemi, fermentory o objemu 2 × 2 200 m³, fermentační zbytek je skladován ve stávajících nádržích. Všechny vstupní suroviny jsou před dávkováním do fermentoru smíchávány v nerezové směšovací nádrži o objemu 8 m³. Součástí technologie je i zařízení pro příjem sypkých bioodpadů, dvě nerezové nádrže na příjem tekutých bioodpadů, nádrž na glycerin.

Kukuřičná siláž je dávkována do příjmového zásobníku o objemu 80 m³. Zásobník je vybaven systémem posuvného dna, které společně se systémem šnekových dopravníků zajišťuje dávkování do směšovacího zásobníku. Dávkování kejdy se děje ze sběrné jímky na kejdu o objemu 200 m³. Substráty vyžadující hygienizaci procházejí hygienizační jednotkou instalovanou v provozní budově a následně jsou přečerpávány do směšovací nádrže. Fermentor je vybaven integrovaným plynojemem o objemu 800 m³, k míchání uvnitř fermentoru slouží čtyři vrtulová míchadla. Odsíření se děje vháněním malého množství vzduchu do prostoru plynojemu. Vznikající bioplyn je přeměňován na elektrickou energii pomocí generátoru kogenerační jednotky o elektrickém výkonu 1 063 kW. Vznikající odpadní teplo je využíváno k ohřevu fermentoru, k vytápění zemědělských objektů a hospodářských budov.

Zařízení umožňuje měřit a zaznamenávat množství jednotlivých vstupních surovin, produkci elektrické energie, produkci tepla pro vlastní spotřebu a pro externí využití, množství, teplotu a tlak vzniklého bioplynu, analýzu bioplynu (CH₄, O₂ a H₂S).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Návrh složení vstupních surovin

Vstupní suroviny bez bioodpadů

V prvních měsících provozu bylo zařízení dávkováno pouze substráty skládající se z hovězí kejdy, kukuřičné siláže a recirkulačního substrátu. Plánovaný (projektovaný) poměr a složení vstupních substrátů jsou uvedeny v tab. I.

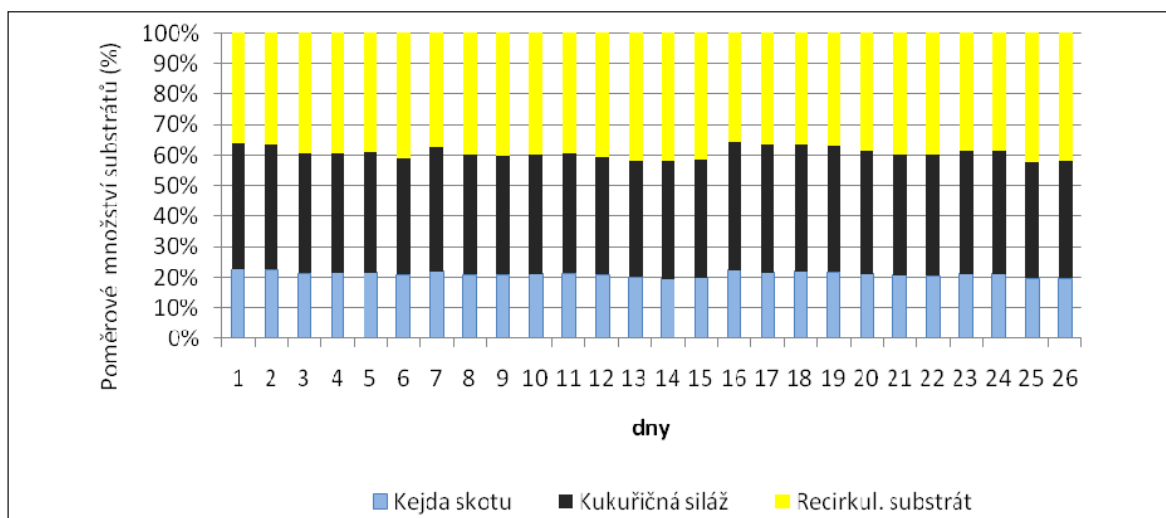
Výroba energie v provozu bez dávkování bioodpadů

Ve sledovaném období byly do systému dávkovány substráty bez přidání bioodpadů. Průměrné

I: Specifikace vstupních substrátů bez použití bioodpadů

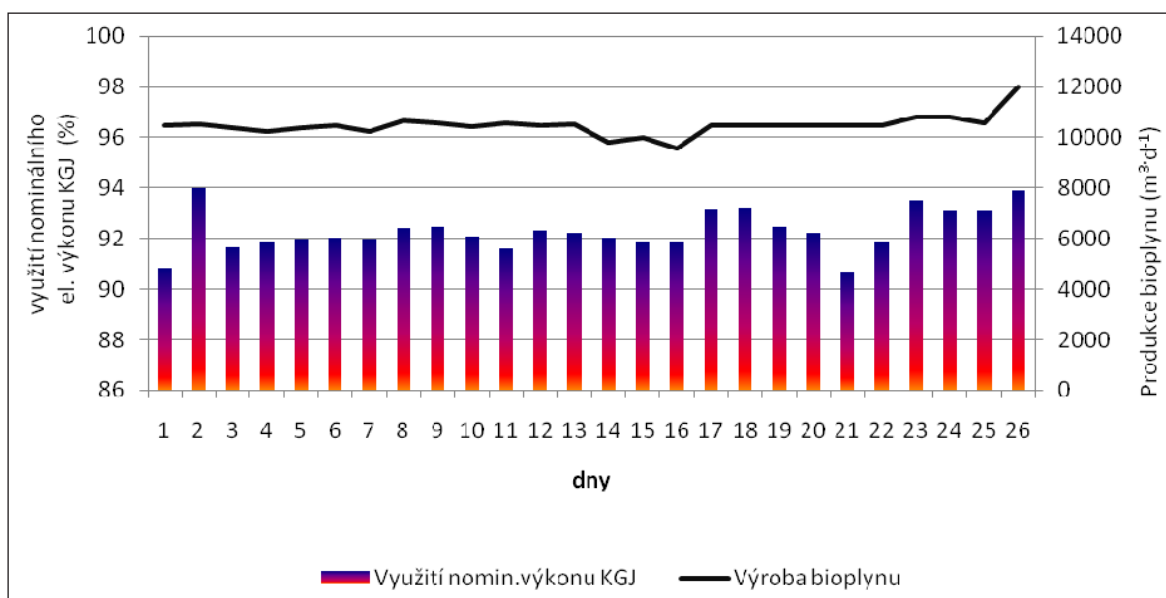
I: Specification of input substrates without the using of biowaste

Substrát	Množství substrátu kg·r ⁻¹	Množství substrátu kg·d ⁻¹	Poměr %	Sušina %	Org. sušina %
Kejda skotu	9,0·10 ⁶	24,7·10 ³	25	10	67,0
Kukuřičná siláž	16,5·10 ⁶	45,3·10 ³	46	32,0	98,0
Recirkulovaný substrát	10,0·10 ⁶	27,3·10 ³	29	7,5	65
CELKEM	35,5·10 ⁶	97,3·10 ³	100		



1: Poměrné složení vstupních substrátů

1: The proportional composition of the inputs substrates



2: Využití nominálního elektrického výkonu KGJ a výroba bioplynu

2: Using of nominal electric power CHP and biogas production

využití nominálního elektrického výkonu KGJ bylo 92,33%. Průměrná denní výroba elektrické energie byla 23 578 kWh. Sledované hodnoty využití nominálního elektrického výkonu KGJ jsou uvedeny na obr. 2. Průměrná výroba bioplynu za den byla 10 462 m³ bioplynu s průměrným obsahem metanu 51,7%.

Zatížení organickou sušinou bylo v rozpětí 1,77–1,85 kg·d⁻¹·m⁻³, průměrná doba zdržení byla 55 dnů.

Výroba energie v provozu s využitím bioodpadů

Ve sledovaných časových úsecích byly do systému dávkovány substráty s přidáním bioodpadů.

Zařízení je vybaveno hygienizační jednotkou, která je pro zpracování některých bioodpadů ne-

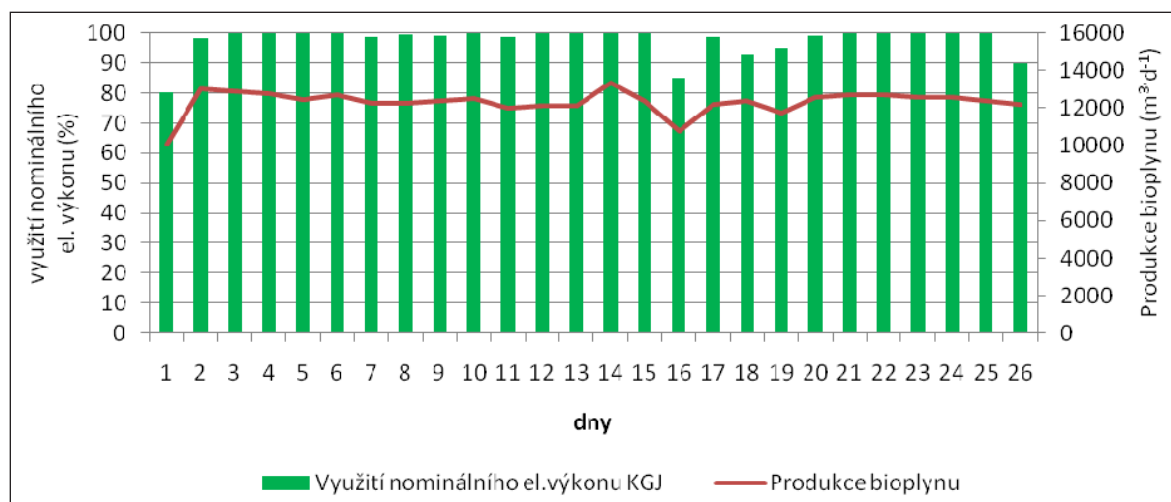
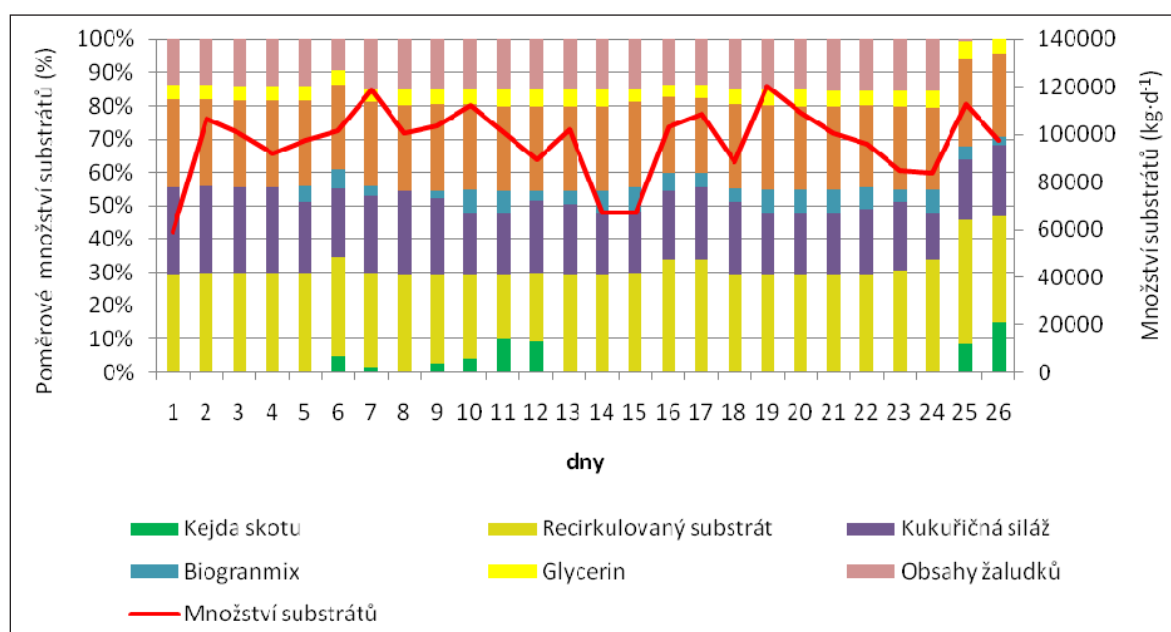
zbytná. Plánovaný (projektovaný) poměr a množství vstupních substrátů je uvedeno v Tab. II.

Z Obr. 3 je patrné složení vstupních substrátů za použití vstupních substrátů obsahujících bioodpad. Z důvodu provádění měření v reálném provozu byly zaznamenány dva mírně rozdílné poměry vstupních substrátů, a to jednak v závislosti na aktuální dostupnosti, vlastnostech a následné produkci bioplynu. Poměrné složení vstupních substrátů za použití všech plánovaných složek podle Tab. II uvádí Obr. 3. Oproti plánovaným hodnotám došlo k navýšení vstupních substrátů vstupujících do procesu na 97,1·10³ kg za den. To bylo způsobeno recirkulační technologií, která část fermentovaných substrátů využívá k homogenizaci čerstvých substrátů.

II: Specifikace vstupních substrátů včetně bioodpadů

II: Specification of input substrates including biowaste

Substrát	Množství substrátu $\text{kg} \cdot \text{r}^{-1}$	Množství substrátu $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$	Poměr %	Sušina %	Org. sušina %
Kejda skotu	$1,0 \cdot 10^6$	$2,8 \cdot 10^3$	3	10	67
Kukuřičná siláž	$3,5 \cdot 10^6$	$5,5 \cdot 10^3$	6	32	98
Bioopad tekutý	$7,3 \cdot 10^6$	$20,0 \cdot 10^3$	21	27	96
Bioodpad pevný	$2,6 \cdot 10^6$	$7,2 \cdot 10^3$	7	76	98
Glycerin	$1,8 \cdot 10^6$	$5,0 \cdot 10^3$	5	98	95
Živočišné odpady	$4,4 \cdot 10^6$	$12,1 \cdot 10^3$	13	13	98
Recirkulovaný subst.	$16,0 \cdot 10^6$	$43,9 \cdot 10^6$	45	7,5	65
CELKEM	$35,1 \cdot 10^6$	$96,2 \cdot 10^3$	100		



Výroba bioplynu dosahovala v průměru $12\,309\text{ m}^3$ za den a kogenerační jednotka vyprodukovala elektrickou energii ve výši $24\,939\text{ kWh}$ za den. Využití nominálního elektrického výkonu bylo $97,66\%$. Sledované hodnoty i vývoj tvorby bioplynu jsou uvedeny na Obr. 4.

V dalším sledování provozu zařízení bylo upuštěno od dávkování vstupního substrátu Biogranmix. Složení vstupních substrátů i výkonnostní hodnoty jsou uvedeny na Obr. 5 a 6.

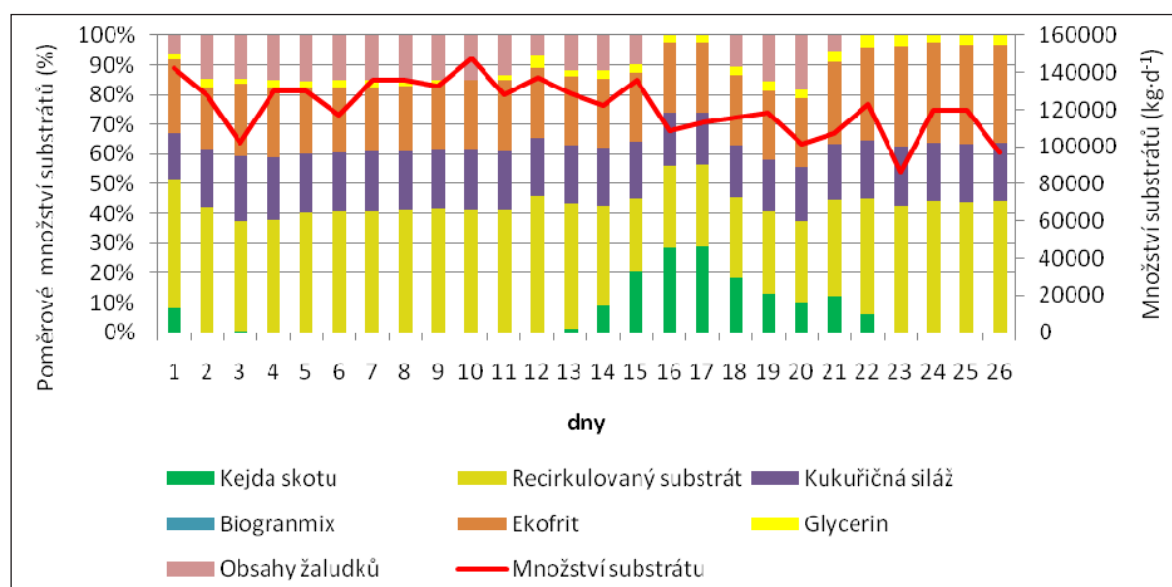
Hmotnost průměrné denní dávky vstupních substrátů byla $121\,580$ kilogramů, což je navýšení oproti plánovaným hodnotám, ale bylo způsobeno především navýšením množství recirkulované části substrátu.

Jak je patrné z uvedených obrázků, využití nominálního elektrického výkonu KGJ bylo pouze o $0,48\%$ nižší než v případě komplexního dávko-

vání. Podobný poměr byl u celkové průměrné denní výroby elektrické energie, která činila $24\,816\text{ kWh}$. Průměrná výroba bioplynu byla $11\,761\text{ m}^3$ za den.

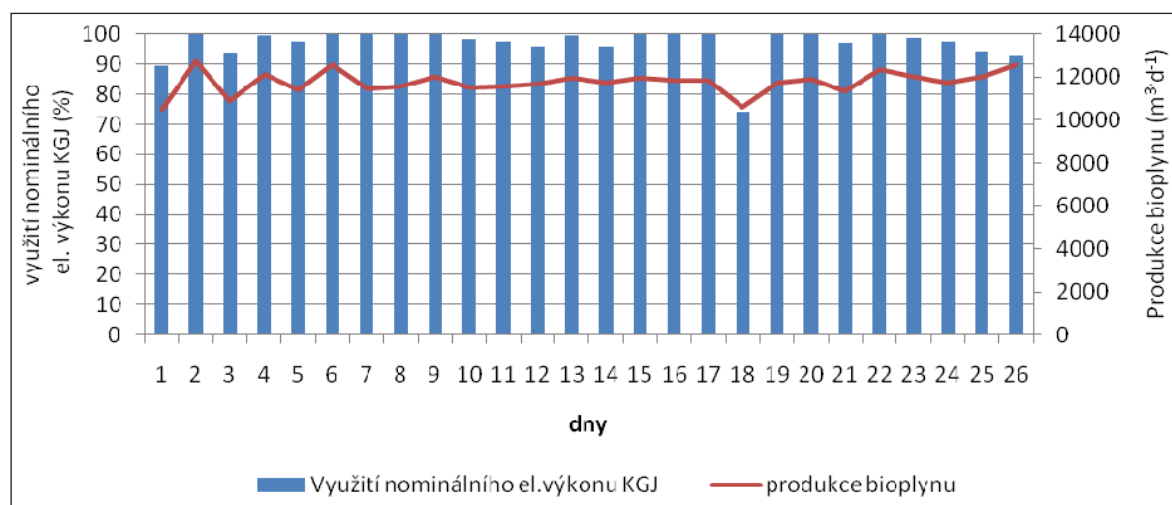
Doba zdržení substrátů ve fermentoru byla v rozmezí 50 a 62 dnů, což je pro proces dostatečné a zatížení organickou sušinou bylo v rozmezí $4,51\text{--}5,18\text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{m}^{-3}$, což je nižší hodnota než uvádějí někteří autoři v odborných publikacích (WEILAND, 1992).

Provedenou statistickou analýzou bylo zjištěno, že rozdíly mezi soubory dat využití nominálního elektrického výkonu KGJ bez použití bioodpadů ve srovnání s oběma variantami s použitím bioodpadů jsou statisticky vysoce průkazné.



5: Složení vstupních substrátů bez složky biogranmix

5: Composition of the inputs substrates without biogranmix



6: Výroba bioplynu a využití nominálního elektrického výkonu KGJ bez složky biogranmix

6: Use of nominal electric power CHP and biogas production without biogranmix

ZÁVĚR

Předmětem práce bylo porovnání provozu reálných systémů anaerobní fermentace zemědělských bioplynových stanic se systémy využívající bioodpady. Na základě porovnání technologického řešení a provozních parametrů konkrétních provozů byl navržen systém umožňující kofermentaci bioodpadů, které je možné aplikovat na většinu běžných zemědělských bioplynových stanic. Bylo docíleno zvýšené výroby bioplynu i elektrické energie, kdy využití nominálního elektrického výkonu KGJ dosahovalo 97,66 %. Spolupráce zemědělců jako nejčastějších provozovatelů systému anaerobní fermentace a podniků zajišťujících dodávku bioodpadů je oblastí, která umožňuje do budoucna další spolupráci zvláště za předpokládaného zvýšení cen komodit a růstu cen nakládání s odpady. S rostoucím zájmem investorů z nezemědělského sektoru je možno očekávat také zvýšený zájem o vstupní substráty vznikající úpravou různých druhů biologicky rozložitelných odpadů.

bioplyn, anaerobní fermentace, biologicky rozložitelný odpad, využití bioodpadů

Poděkování

Tento článek vzniknul jako součást řešení grantového projektu číslo TP 5/2010 Interní grantové agentury Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně.

SUMMARY

This work compares the operating system of anaerobic fermentation of agricultural biogas plants with realization using biowaste. Based on the comparison of technological solutions and operational parameters of specific sites has been designed the system to allow using of biowaste, were carried out practical experiments and correlation with liquid and solid biowaste. When using biowaste was achieved an average overall recovery of the nominal power output of up to 97.66 %. The work was proposed composition of raw materials to enable a smooth implementation into the existing operation of anaerobic digestion plants. Operational data on real operations demonstrate the real opportunities for further development of this area. The entire data set underwent a complete statistical analysis.

LITERATURA

- ARCHER, D. B., ROBERTSON, J. A., PECK, M. W., 1988: *The Microbiology and Biochemistry of Biogas Production from Solid Wastes*, Publikace Harwell Laboratory Oxfordshire 1988.
- DOHÁNYOS, M., 2004: Faktory ovlivňující produkci bioplynu. In: *Možnosti zvýšení výroby bioplynu v ČR po vstupu do EU*. Třeboň: Česká bioplynová asociace, s. 178.
- HAUER, I., 1992: *Biogas-, Klärgas- und Deponiegasanlagen im Praxisbetrieb*. Landtechnische Schriftenreihe. Wien: Österreichisches Kuratorium für Landtechnik, 126 s.
- HOBSEN, P. N., 1993: *Anaerobic Digestion; Modern Theory and Practice*, London; New York: Elsevier Applied Science.
- LUSK, P., 1997: *Methane Recovery from Animal Manures: A Current Opportunities Casebook*. Washington: National Renewable Energy Laboratory.
- PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P., 2004: *Biomasa – obnovitelný zdroj energie*, FCC Public Praha, 2004, s. 56, ISBN: 80-86543-06-5.

- SCHULZ, H., EDER, B., 2004: *Bioplyn v Praxi*. Ostrava: HeL, 167 s. ISBN 80-86167-21-6.
- STRAKA, F. et al., 2003: *Bioplyn – příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových stanic*. Praha: Gas Říčany.
- TALEGHANI, G., KIA, A. S., 1966: *Technical – economical analysis of the Saveh biogas power plant*. Renewable Energy, 534 s.
- UŠŤÁK, S., VÁŇA, J., 2004: *Anaerobní digesce biomasy a komunálních odpadů*. Praha: CZ Biom a VÚRV.
- VEZIROGLU, T. N., 1992: *Energy and Environmental Progress I – Volume B: Solar energy Applications, bioconversion and synfuel*. New York, USA, Nova Science Publishers.
- WEILAND, P., 1992: One- and two-step anaerobic digestion of solid agroindustrial residues. In: *Proc. Int. Symp. on Anaerobic Digestion of Solid Waste*, Venice.

Adresa

Ing. Lubomír Hnilica, doc. Ing. Jiří Fryč, CSc, prof. Ing. Bořivoj Groda, DrSc., Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, e-mail: lhnilica@centrum.cz