



IV. International Slovak Biomass Forum, Bratislava
February 9th – 10th, 2004

DAY 1, Parallel Session II

First Part

Combustion and Boiler System, Technology

Miroslav Mravec

Chairperson

Ivan Binovsky

Worldwide Activities of SES Tlmace Joint Stock Company

Zbigniew Kocur

Utilisation of Biofuels in CHP System

Daniel Dymanus

Fullautomatic Boilers for Biofuels Combustion

Miroslav Mravec

New Biomass Boiler in the City of Lubochna



VYUŽITIE BIOPALÍV V KOGENERAČNÝCH JEDNOTKÁCH

Ing. Zbigniew Kocur
INTECH Slovakia, s.r.o.
Palárilova 31, P.O.Box 232
810 00 Bratislava
tel. 02/6381 4343
e-mail: centrum@intechenergo.sk
www.intechenergo.sk

Príspevok je venovaný možnostiam využitia bioplynu na energetické účely prostredníctvom uplatnenia kombinovanej výroby elektriny a tepla. Ako príklad takéhoto využitia je uvedená ČOV Lučenec.

Zhodnotenie zámeru využitia bioplynu pre pohon kogeneračnej jednotky.

Každý, kto bude zhodnocovať možnosť inštalácie kogeneračnej jednotky na využitie biopalív, musí poznať niektoré informácie, ktoré majú rozhodujúci vplyv na realizáciu uvažovaného zámeru. Ide predovšetkým o:

1. Vlastnosti bioplynu – sú základnou informáciou o vlastnostiach paliva, predovšetkým o jeho použiteľnosti z pohľadu škodlivých prímiesí a tiež informácie o energetických vlastnostiach, teda o výhrevnosti. Dôležitými informáciami sú predovšetkým:
 - obsah metánu (najlepšie celé zloženie plynu)
 - stálosť kvality plynu
 - obsah škodlivých prímiesí
2. Produkcia bioplynu, možnosť uskladňovania do plynojemu – informácie o možnostiach a množstvách plynu
3. Dostupnosť rozvodu zemného plynu. Zvážiť, ktorý z nasledujúcich spôsobov prevádzky sa aplikuje:
 - prevádzka KJ len na bioplyn
 - kombinovaná prevádzka zemný plyn + bioplyn (prepínanie palív)
 - zmiešavanie bioplynu a zemného plynu
4. Požiadavky na funkciu kogeneračnej jednotky:
 - paralelná prevádzka so sieťou (P)
 - paralelná s možnosťou ostrovnej prevádzky (P, I)
 - paralelná prevádzka s funkciou záložného zdroje (P, E)
5. Spotreba elektrickej energie, sadzba odberu elektrickej energie

Limitné vlastnosti bioplynu.

Vlastnosti bioplynu sú jedným zo základných parametrov, ktoré majú vplyv na využitie bioplynu pre pohon motora kogeneračnej jednotky. Niektoré vlastnosti

bioplynu môžu uvažovaný zámer významne predražiť, alebo úplne znemožniť. Je preto nutné ku zhodnocovaniu vlastností bioplynu pristupovať veľmi zodpovedne. Pri hodnotení je potrebné poznať nasledujúce vlastnosti bioplynu:

1. Obsah metánu – obsah metánu v bioplyne sa pohybuje v rozsahu 55 až 65%. Za minimálnu hranicu obsahu metánu sa všeobecne považuje koncentrácia 50%.
2. Tlak plynu – pre spaľovanie bioplynu v plynovom motore je zodpovedá hodnotw tlaku v rozsahu 1,5 až 10kPa.
3. Stálosť kvality plynu (stabilita zloženia a tlaku) – ovplyvňuje predovšetkým stabilitu chodu jednotky a úroveň emisií škodlivých látok. Stálosťou kvality plynu sa rozumie stabilita zloženia (koncentrácia metánu) a stabilita tlaku plynu.
4. Obsah škodlivých prímiesí (zlúčeniny síry, fluóru a chlóru). Tie môžu spôsobiť koróziu dielov sacieho traktu motora, ale tiež vnútorných dielov motora, prichádzajúcich do styku s mazacím olejom. V čističkových bioplynoch je obvyklý obsah sírovodíka. Limit pre jeho koncentráciu stanovuje výrobca motora a zvyčajne sa pohybuje okolo 1,5 g/m³ plynu. Okrem sírovodíka je potrebné zohľadňovať všetky zlúčeniny síry, ktoré môžu byť v bioplyne obsiahnuté (sírouhlík).

Nasledujúca tab. 1 prehľadne uvádza prípustný obsah hlavných sledovaných zložiek a tab. 2 limitné hodnoty fyzikálnych parametrov bioplynu pre spoľahlivú prevádzku spaľovacieho motora.

Tab. 1 – Hlavné sledované zložky bioplynu a ich prípustná koncentrácia.

Zložka bioplynu	Max. koncentrácia
Mín obsah metánu	50 % _{OBJ}
Max. obsah sírnych zlúčenín	57 mg/MJ
Max. obsah zlúčenín Cl ⁻ a F ⁻	19 mg/MJ
Max. množstvo oleje	1,19 mg/MJ
Max. množstvo kremičitých zlúčenín	0,5 mg/MJ
Max. množstvo čpavku	2,8 mg/MJ

¹ Údaje sa vzťahujú k výhrevnosti daného plynu.

² Pre prepočet H₂S ako najčastejšej sírnej zlúčeniny platí: 1000 ppm (0,1%_{OBJ}) = 1,516 g/m³

Tab. 2 – Požiadavky na fyzikálne vlastnosti bioplynov.

Sledovaný parameter	Hodnota
Mín ³ metánové číslo	100
Voda v kvapalnom skupenstve	Nepripustná
Max. veľkosť pevných častíc	5.10 ⁻³ (mm)
Max. veľkosť kvapiek oleja	5.10 ⁻³ (mm)
Mín. teplota paliva	-30 (°C)
Max. teplota paliva	+30 (°C)
Mín. výhrevnosť	16,0 (MJ/Nm ³)
Mín. vstupný tlak paliva	1 (kPa)
Max. kolísanie tlaku paliva	10 (%)



IV. International Slovak Biomass Forum, Bratislava February 9th – 10th, 2004

³ Metánové číslo vyjadruje odolnosť plynného paliva k tzv. detonačnému spaľovaniu (obdoba oktánového čísla pri kvapalných palivách - benzínov).

Rekonštrukcia ČOV Lučenec

Rekonštrukcia ČOV Lučenec bola zahájená v auguste 2001. Z pôvodných objektov nezostal prakticky ani jediný, ktorý by nebolo nutné rekonštruovať, respektíve vybaviť novou technológiou. Navyše bolo potrebné dostaviť 5.900 m³ aktivačných nádrží a dve 2.200 m³ veľké nádrže dosadzovacie. Z viac ako 80-tich strojov inštalovaných na ČOV je z pôvodných v prevádzke necelá desiatka.

Základné údaje o ČOV

Vstup:

Počet ekvival. obyvateľov		64 690 EO
Q ₂₄	m ³ .d ⁻¹	17 885
Q _{max}	l.s ⁻¹	426
BSK ₅	kg.d ⁻¹	3881
NL	kg.d ⁻¹	2897
N-NH ₄ ⁺	kg.d ⁻¹	697,5
P _{celk.}	kg.d ⁻¹	51,9

Garantované výstupy:

BSK ₅	8 mg.l ⁻¹
CHSK _{Cr}	60 mg.l ⁻¹
NL	15 mg.l ⁻¹
N-NH ₄ ⁺	5 mg.l ⁻¹
P _{celk.}	1 mg.l ⁻¹
NEL	1 mg.l ⁻¹
PAL-A	1 mg.l ⁻¹

Za normálnych podmienok odpadová voda nateká do žľabu v novej strojovni mechanického predčistenia, kde sú osadené hrubé a jemné strojne stierané hrablice. Tieto hrablice zachytávajú nerozpustené znečistenie rozmerov väčších ako 6 mm. Zhrabky z oboch hrablic sú lisované a dopravované do prístaveného kontajnera zhrabkov umiestneného mimo strojovni. Odhaduje sa, že na predmetnom zariadení sa ročne zachytí až 390 t znečistenia.

Následne je odpadová voda privádzaná na dva vertikálne vírové lapače piesku. Zachytený piesok z lapačov je odčerpávaný mamutkami do sedimentačnej nádrže, z dna ktorej je po sedimentácii vyhrňovaný závitkovým dopravníkom do kontajnera na tuhý odpad za súčasného premývania. Ročné množstvo zachyteného piesku by sa malo pohybovať okolo hodnoty 420 t.

Voda po lapačoch piesku nateká do pôvodného - rekonštruovaného lapača tukov, v ktorom dochádza k zachytávaniu kvapiek tuku. Odtiaľ je vedená do dvoch usadzovacích nádrží.

V usadzovacích nádržiach sa zachytáva sedimentovateľné znečistenie (primárny kal). Jeho produkcia by sa mala pohybovať na úrovni cca 1.150 kg sušiny za deň. Tento kal, vzhľadom na vysoké množstvo organického znečistenia v ňom obsiahnutého, je pri správnom nakladaní s ním zdrojom veľkého množstva energie. Predčistená



IV. International Slovak Biomass Forum, Bratislava February 9th – 10th, 2004

odpadová voda je následne prečerpávaná do anaeróbného stupňa čistenia a primárny kal do vyhnívacej nádrže.

Proces biologického čistenia sa uskutočňuje v dvoch hlavných typoch nádrží:

- anaeróbne nádrže
- nádrž biologického čistenia

Organické biologicky rozložiteľné látky v rozpustenej, emulgovanej i suspendovanej forme sú rozkladané pomocou aktivovaného kalu, ktorého základ je tvorený vločkami zmesi baktérií spolu s ďalšími mikroorganizmami ako sú napr. nálevníky a vírniky.

Odpadová voda sa kontaktuje so zmesou aktivovaného kalu v anaeróbnej nádrži, kde sú vytvorené vhodné podmienky pre zvýšené biologické odstraňovanie fosforu. Aktivačná zmes preteká anaeróbnymi nádržami do anoxických zón nádrže biologického čistenia a následne do oxických zón, ktoré sú prevzdušňované tlakovým vzduchom. V anoxických a oxických zónach dochádza okrem odstraňovania organických biologicky rozložiteľných látok aj k zvýšenému biologickému odstraňovaniu dusíka.

Dosadzovacie nádrže DN1 a DN2 slúžia na separáciu biologicky vyčistenej odpadovej vody od kalu z aktivačnej zmesi privádzanej z nádrže biologického čistenia. Aktivačná zmes z nádrže biologického čistenia nateká do rozdeľovacej šachty pred dosadzovacími nádržami. Z rozdeľovacej šachty sú potrubia vedené zospodu do stredu každej dosadzovacej nádrže. Z aktivačnej zmesi privedenej do dosadzovacích nádrží sa oddelí kal, ktorý sedimentuje na dne a zároveň sa odsadí voda, ktorá odteká odtokovými žlabmi z dosadzovacích nádrží na terciárne dočistenie.

Kal je transportovaný späť na začiatok biologického stupňa čistenia, alebo ako kal prebytočný na zahusťovacie zariadenie. Množstvo prebytočného kalu vyjadrené v sušine je odhadované na cca 2000 kg za deň. Rovnako ako kal primárny, aj kal prebytočný je následne energeticky využívaný.

Vyčistená voda z dosadzovacích nádrží je dočisťovaná v objekte terciárneho dočistenia, kde je osadených päť bubnových filtrov. Bubnové filtre dočisťujú odpadovú vodu, ktorá odteká cez merné zariadenie do recipientu.

Ako už bolo vyššie spomenuté, kal je ďalej spracovávaný. Pre jeho ďalšie využitie je potrebné aby sa v čo najväčšej možnej miere zbavil vody. Primárny kal sa zahusťuje v usadzovacích nádržiach. Za týmto účelom je na výusti kalu z usadzovacích nádrží inštalované on-line meranie koncentrácie kalu, ktoré v súčinnosti s ríadiacim systémom znemožňuje, aby do procesu vyhnívania bol dopravený s vysokým obsahom vody a tým zhrušoval energetickú bilanciu vyhnívania. Sekundárny kal je zahusťovaný strojne.

Takto zahustený sekundárny a surový (primárny) kal je privedený do vyhnívacej nádrže (fermetora). Tu je ohrievaný na teplotu 38-40°C a dochádza k jeho stabilizácii. Na uskladňovanie vyhnitého kalu sa využíva existujúca kruhová



IV. International Slovak Biomass Forum, Bratislava February 9th – 10th, 2004

uskladňovacia nádrž. Odvodňovanie vyhnitého kalu na sušinu cca 25% sa realizuje na odstredivke v strojovni odvodnenia kalu.

Pri procese fermentácie je odbúravaná organická sušina a vytvára sa bioplyn. Tento bioplyn sa akumuluje v plynojeme a slúži na výrobu tepla a elektrickej energie pre potreby ČOV. Na tejto ČOV je ako jednej z prvých na území SR inštalovaná kogeneračná jednotka TEDOM Cento 150 s tepelným výkonom 220 a elektrickým 140 kW. Predmetné zariadenie výrazne zvyšuje celkovú ekonomickú bilanciu prevádzky ČOV.

Anaeróbna fermentácia kalov je technológia používaná na väčšine čistiarní odpadových vôd s kapacitou vyššou ako 10.000 EO. Energia získaná daným procesom sa využíva spravidla iba na ohrev samotného anaeróbneho reaktora, respektíve v zimnom období na vykurovanie prevádzkových priestorov. Pritom je preukázané, že pri správnom prevádzkovaní kalového hospodárstva, je možné, zvlášť mimo vykurovaciu sezónu, sa priblížiť takmer k energetickej sebestačnosti ČOV. Náklady na vybavenie ČOV Lučenec kogeneráciou tvorili menej ako 2% - tá z celkových nákladov stavby.

Fullautomatic Boilers for Biofuels Combustion

Daniel Dymanus
ŽDB, a.s., závod topenářské techniky VIADRUS, Bohumín
Bezručova 300
735 93 Bohumín
Česká republika
Tel: 00420 59 60 830 50
ddymanus@zdb.cz

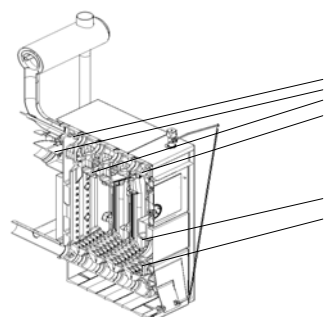
VIADRUS

VIADRUS

Výhody kotle VIADRUS U26

- vysoká životnost litinového výměníku a armatury
- dlouhodobě ověřená konstrukce
- propracovaná výrobní technologie na automatických formovacích linkách se stálou a ověřenou kvalitou výrobního procesu (ISO 9001, ISO 14 001)
- jednoduchá obsluha a údržba
- odstupňování výkonu dle počtu článků

Kotel VIADRUS HERCULES U26 - řez kotlovým tělesem



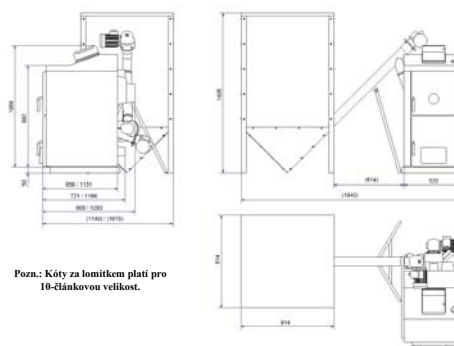
Tepelné technické parametry kotle HERCULES ECO

	5 článků	10 článků
Jmenovitý výkon	24 kW	48 kW
Regulovatelný výkon	7 - 24 kW	13 - 48 kW
Spotřeba paliva (Q=17 MJ/kg)	1,8 - 5,9 kg/h	3,9 - 11,6 kg/h
Teplota spalin	110 - 170 °C	110 - 142 °C
Účinnost	85 %	80 %
Hmotnost	441 kg	645 kg
Obsah vodního prostoru	40,9 l	64,4 l
Průměr kouřovodu	160 mm	160 mm
Kapacita dodávaného zásobníku	725 l	725 l
	470 kg	470 kg
Připojky vody	2 "	2 "
Připojovací napětí	1 PEN 230V 50Hz TN-S	
Max. elektrický příkon	230 W	295 W

VIADRUS

VIADRUS

Kotel VIADRUS HERCULES ECO - základní rozměry



Pozn.: Kóty za lomítkem platí pro 10-čláňkovou velikost.

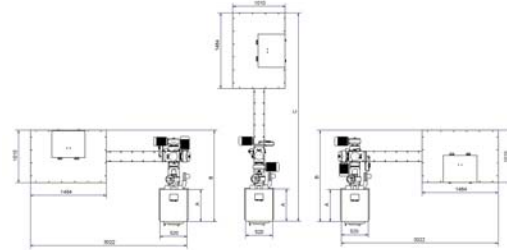
VIADRUS

VIADRUS

**Tepelně technické parametry kotle
HERCULES BIO**

Kotel VIADRUS HERCULES BIO - rozměry a možnosti uspořádání

	5 článků	7 článků	10 článků
Jmenovitý výkon	25 kW	35 kW	48 kW
Regulovatelný výkon	7 - 25 kW	10 - 35 kW	14 - 48 kW
Spotřeba paliva (štepka, w=18%)	3,1 - 9,4 kg/h	4,2 - 12,1 kg/h	5,3 - 15,8 kg/h
Teplota spalin	170 - 265 °C	160 - 245 °C	150 - 220 °C
Účinnost	80 %	80 %	80 %
Hmotnost	643 kg	731 kg	864 kg
Obsah vodního prostoru	40,9 l	50,3 l	64,4 l
Průměr kouřovodu	160 mm	160 mm	160 mm
Kapacita dodávaného zásobníku	1 140 l	1 140 l	1 140 l
Připojky vody	2 "	2 "	2 "
Připojovací napětí	3/N/PE AC 400/230V 50Hz TN-S		
Max. elektrický příkon	1000 W	1000 W	1000 W



	A (mm)	B (mm)	C (mm)
HERCULES BIO 5 článků	825	1700	4025
HERCULES BIO 7 článků	825	1920	4215
HERCULES BIO 10 článků	1100	2245	4500