

Ministerstvo zemědělství České republiky (MZe ČR)
Těšnov 17, 117 05 Praha 1

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. (VÚZT, v.v.i.)
Drnovská 507, P.O.Box 54, 161 01 Praha 6 - Ruzyně



MOŽNOSTI ENERGETICKÉHO VYUŽITÍ KOMPOSTŮ A SEPARÁTŮ Z ANAEROBNÍHO ZPRACOVÁNÍ BIOMASY

Expertní neveřejná výzkumná zpráva č. 538-2013-17253-A/6/13

Objednatel: **MZe ČR** – zastoupené **Ing. Petrem Jílkem**, Vrchním ředitelem a ředitelem odboru, Sekce zemědělských komodit, Odbor environmentální a ekologického zemědělství
Odpovědný pracovník za MZe ČR: **Ing. Tereza Musilová**, vedoucí oddělení OZE a environmentálních strategií

Zhotovitel: **VÚZT, v.v.i. Praha**

Autoři zprávy: Ing. Petr Jevič, CSc., prof. h.c.
Ing. Petr Hutla, CSc.
Ing. Zdeňka Šedivá

Schvaluje: **Ing. Marek Světlík, Ph.D.** - ředitel VÚZT, v.v.i.

Praha, 2013

Anotace

Možnosti energetického využití kompostů a separátů z anaerobního zpracování biomasy

Analyzují se možnosti energetického využití kompostů a separovaného tuhého podílu digestátu bioplynových stanic. Pro energetické využívání kompostů a separátů je z hlediska postupů zpracování perspektivním procesem biologické dosoušení biomasy. Procesy řízené termofilní aerobní fermentace probíhají v aerobních fermentorech, žlabech nebo na upravených plochách v teplotním pásmu 60 - 70 °C. Fermentát, který je rovněž vysušen na vlhkost kolem 30 % m/m, dosahuje výhřevnosti až 10 MJ/kg a lze ho tak specifikovat jako tuhé biopalivo určené pro přímé spalování ve středních a velkých energetických zařízeních nebo jako vstupní surovina k thermochemické přeměně procesem karbonizace, zplyňování nebo pyrolýzou. Energetický kompost a separát mohou být expedovány buď v sypkém stavu nebo do formy pelet slisované tuhé palivo.

Klíčová slova: biomasa, energetický kompost, separát bioplynových stanic, aerobní zpracování, tuhé biopalivo

Summary

Possibilities of Energy Utilization of Composts and Separates from Anaerobic Processing of Biomass

There are analyzed the possibilities of energy utilization of composts and separated solid part of digestate from biogas plants. For energy utilization of composts and separates there is perspective, from the processing method point of view, the biologic final drying of biomass. The processes of controlled thermophilic aerobic fermentation take place in aerobic fermenters, troughs or on artificially adapted areas in temperature interval 60 - 70 °C. The digestate, which is also dried to the moisture around 30% m/m, reaches the calorific value up to 10 MJ/kg and can be therefore specified as a solid fuel destined for direct combustion in medium-sized and big energy facilities, or as the input material for thermo-chemical conversion by means of carbonization, gasification and pyrolysis. The energy compost and separate can be dispatched either in bulk, or as solid fuel pressed in the form of pellets.

Keywords: *biomass, energy compost, separate of biogas plants, aerobic processing, solid biofuel*

OBSAH

1. Úvod	4
2. Primární využití kompostů	4
3. Princip zpracování kompostů	6
4. Technologie výroby energetických kompostů	9
5. Palivářské vlastnosti energetických kompostů a separátů bioplynových stanic	18
6. Spalovací a emisní zkoušky energetických kompostů a separátů z bioplynových stanic	24
6.1 Měření peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu v horkovzdušných kamnech KNP	28
6.2 Měření peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1 v horkovzdušných kamnech KNP	33
6.3 Měření peletovaného separátu z bioplynové stanice „Jevíčko“	38
7. Závěr.....	43
8. Literatura	44

PŘÍLOHA 1: Podniková norma PN AE0020905:2005 „Biomasa - Kompost k energetickému využití“. AGRO-EKO, Ostrava - Pustkovec

PŘÍLOHA 2: Komerční nabídka biopaliva - Kompost k energetickému využití

PŘÍLOHA 3: Patentový spis 295922 „Způsob přeměny biodegradabilního hygienicky nestabilizovaného substrátu na hygienicky stabilizovaný výrobek“

PŘÍLOHA 4: Palivářské vlastnosti energetického kompostu - Ekobiopal a AGRO EKO

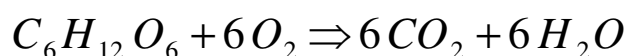
1. Úvod

Kompostování je jednou z možností jak naložit s druhotnými surovinami na bázi fytomasy. Jedná se především o sklizené porosty z trvalých travních porostů. Dalším zdrojem suroviny jsou zbytky produkčních rostlin, tj. obilní a řepková sláma, i sláma dalších plodin. K tomu je možno přidat i dendromasu z údržby parků, sadů, těžební lesní zbytky apod.

Kompost je stabilní a hygienizované pomalu působící organické hnojivo bez přítomnosti vodorozpustných forem dusíku. Má široký poměr živin C : N, mimo základní makroprvky NPK obsahuje Ca, Mg a mikroprvky, stabilní humus, půdní mikroorganismy a zásaditě působící látky. Fosfor, draslík a hořčík jsou schopny pokrývat požadavky vegetace.

2. Primární využití kompostů

Primární využití kompostů spočívá samozřejmě ve zvyšování úrodnosti půd, tj. ve zvyšování obsahu humusu v půdě. Udává se, že pro zajištění dobrého stavu půdy a k zabezpečení vyrovnané bilance humusu v půdě je třeba v průměru na 1 ha orné půdy dodat organickým hnojením 1,5 t čisté organické hmoty [1]. Při pravidelném organickém hnojení se jedná o dlouhodobé opatření. Urychlení se proto děje kompostováním, kdy je proces tvorby humusu urychlen a lze jej technologicky ovládat. Jedná se o mikrobiální proces při dostatečném zásobování kyslíkem. Schématicky lze tento proces popsat následující rovnicí [4].



glukóza + kyslík \Rightarrow oxid uhličitý + voda

Při tomto rozkladu se uvolňuje značné množství energie. Ve srovnání s půdními procesy se vytváří řádově vyšší množství mikroorganismů. Optimálních podmínek je dosaženo úpravou poměru C/N, řízením vlhkosti, přítomností fosforu, úpravou kyselosti, zrnitosti a homogenity, aerací a řízením teploty. Optimální hodnota C/N v čerstvém kompostu má být 30 – 35 : 1. V průběhu procesu se vlivem ztráty uhlíku ve formě CO₂ tento poměr snižuje k hodnotám 25 – 30 : 1. Optimální vlhkost kompostu je závislá na jeho složení a struktuře. Pro komposty s vysokým obsahem organických látek je tato hodnota v rozmezí 60 –

70 %. Jelikož v průběhu kompostovacího procesu klesá pórovitost, snižuje se v důsledku toho požadovaná vlhkost. Požadavek na množství fosforu je minimálně 0,2 % P_2O_5 v sušině. Požadavek na pH je v rozmezí 6 až 8. Technologie kompostování je poměrně jednoduchá a je možno ji rozdělit na 3 fáze [4]:

1. termofilní – v této fázi dochází k zahřátí kompostu na teplotu 50 – 70 °C, pH klesá pod vlivem tvorby organických kyselin (octová, mravenčí, propanová, máselná); začíná rozklad snáze rozložitelných látek, jako jsou: cukry, škroby, bílkoviny, lipidy, dále pokračuje rozklad hůře rozložitelných látek (celulóza, dřevní hmota); pro jeho řádný průběh je nutné zajistit dostatečnou aeraci,
2. mezofilní – teplota klesá na 40 až 45 °C; kompost homogenizuje a vzniká drobtovitá struktura,
3. dozrávání – teplota blízká okolí, pH opět stoupá, kompost získává konečný vzhled.

Základní vlastnosti surovin vhodných pro kompostování jsou uvedeny v tab. 1 [4].

Tab. 1: Základní vlastnosti surovin pro kompostování

Poř. č.	Surovina	Vlhkost	Organ. látky	C	N	C : N
1	hnůj koně	70,5	89	44,5	2,2	20
2	hnůj ovce	67,5	92	46	2,8	16
3	kejda prasat	94,5	75	37,5	5,4	7
4	čerstvá tráva	82,4	85,7	42,8	3,2	13
5	stařina	51,1	57,2	28,6	1,4	20
6	kejda skotu	96,5	75,5	37,8	4,0	9
7	kejda drůbeže	89,5	70,5	35,3	6,6	5
8	sláma obilnin	16,5	94	47	0,5	94
9	sláma řepky	16,5	96	48	0,6	80
10	nať brambor	42,5	89,5	44,8	0,8	56
11	listí	27,5	91	45,5	1,2	38
12	odpad zeleniny	85	87,5	43,8	2	22
13	stařina z luk	20	91,5	45,8	0,9	51
14	výhozy z příkopů	25	17,5	8,8	0,4	22
15	kuchyňský odpad	72,5	81,5	40,8	1,8	23
16	výlisky z ovoce	76	85	42,5	0,3	142
17	piliny	55	98	49	0,1	490
18	stromová kůra	55	96	48	0,3	160
19	zemina cukrovar. a škrob.	25	10	5	0,2	25
20	šáma cukrovarnická	32,5	7,5	3,8	0,3	13
21	kanalizační kal	75,5	36	18	3,3	5,5
22	jímkový kal	94,5	39	19,5	3,1	6,3
23	popel ze dřeva	22,5	7	3,5	0,1	35
24	vytříděný bioodpad	50,5	75,5	37,8	1,5	25
25	pazdeří	12,5	90,5	45,3	0,6	75,5
26	rybníční bahno	52,5	16,5	8,3	0,4	28
27	lihovarské výpalky	86,5	87,5	43,8	3,1	14
28	kostní šrot	12,5	20	10	1,6	6
29	hnědouhelný prach	27,5	47	23,5	0,4	54
30	odpad mlýnský, krmiv.	11,5	75	37,5	1	37,5
31	rašelina	70	72,5	36,3	2,1	17
32	jateční odpad	77,5	85	42,5	7	6
33	močůvka	97,5	1,5	0,8	0,5	1,6
34	hnůj skotu	78,5	81,5	40,8	2,1	19

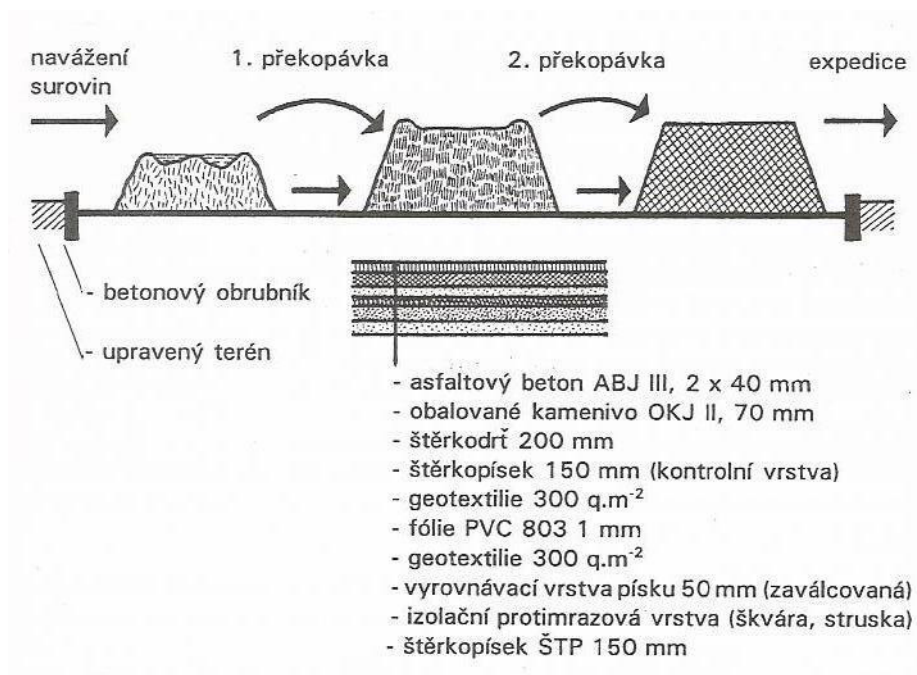
3. Princip zpracování kompostů

Z technologického hlediska lze komposty vyrábět:

- a) v biofermentorech,
- b) v kompostech plošných,
- c) v kompostových zakládkách.

Biofermentory mohou být stabilní zařízení z monolitického železobetonu, nebo jako mobilní, instalované na zpevněnou plochu. Plošné komposty se v minulosti uplatňovaly tam,

kde nebyla vhodná mechanizace k zakládání krechtových kompostů. S výhodou byly zakládány na souvratích. Kompost se zakládá do výšky 50 cm. Plocha s těmito komposty je po 2 – 3 roky využívána jako tučný hon k pěstování krmných plodin nebo teplomilných zelenin. Obdělávání těchto kultur rovněž zčásti nahrazuje překopávku. Po zrušení tučného honu se kompost rozváží na zbývající část pozemku. Při kompostování v zakládkách dochází k překopávání kompostu, což je nejúčinnější forma provzdušňování. Schématicky je tento postup naznačen na obr. 1. – převzato z [1]. Příklady z praxe jsou uvedeny na obr. 2 a 3.



Obr. 1: Výroba kompostu na zpevněné ploše

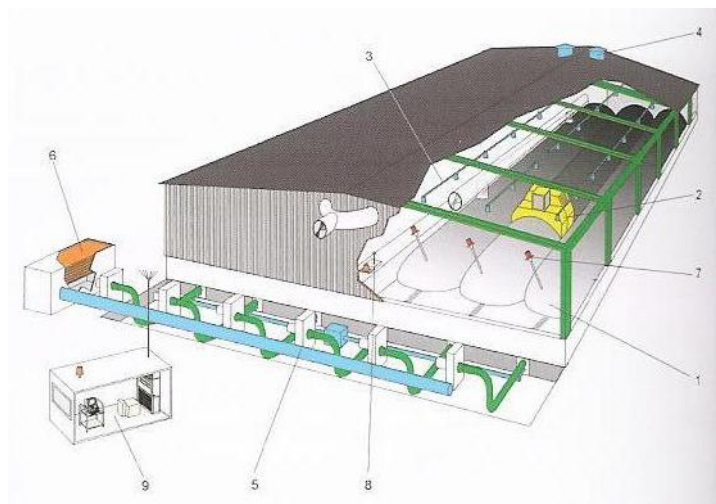


Obr. 2: Kompostování v pásových hromadách



Obr. 3: Překopávání kompostu

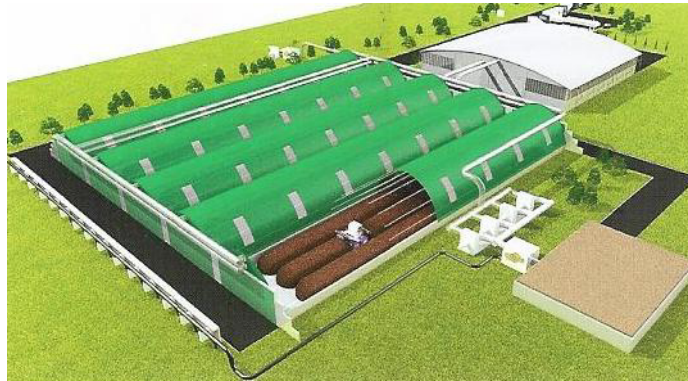
Moderní kompostovací technologie jsou budovány jako zastřešené provozy, které zajišťují řízení parametrů procesu. Příkladem je technologická linka uvedená na obr. 4.



Obr. 4: Moderní technologie kompostování (zdroj: VÚZT, v.v.i. Praha-Ruzyně)
 1) pásová hromada, 2) překopávání kompostu, 3) regulace vlhkosti surovin, 4) větrací šachta,
 5) vzduchotechnické rozvody, 6) biofiltr, 7) měření teploty, 8) měření obsahu vzdušného kyslíku,
 9) velín a administrativní prostor

Vývojovými trendy pro kompostovací provozy je integrace při využití rozdílných technologických postupů v jednom komplexu. Vychází se ze skutečnosti, že biomasa je lokální zdroj a jeho zpracování je nejvhodnější v místě vzniku. Příkladem je provoz

s kombinací technologií anaerobních a aerobních, kdy vstupem do kompostovacího procesu je separát z bioplynové stanice. Takový závod je uveden na obr. 5.



Obr. 5: Závod na zpracování biologicky rozložitelných odpadů (zdroj: Compost Systems)

Zájem o kompost pro zúrodnění půd byl značný v 80tých letech minulého století, od té doby se snižoval a v dnešní době produkce kompostu prakticky převažuje nad poptávkou. V ČR se v současnosti ve statkových hnojivech aplikuje asi 0,6 až 0,7 t organických látek na 1 ha orné půdy. To znamená deficit asi 1 t oproti požadované hodnotě. Komposty jsou tak především surovinou pro optimalizaci půdních vlastností.

4. Technologie výroby energetických kompostů

V průběhu vývoje byly v poslední době vedle klasických kompostářských postupů vyvinuty i technologie výroby energetických kompostů, které jsou určeny pro přímé spalování, zplyňování nebo pyrolýzu. Obecně je takto označováno tuhé palivo z dosoušeného a tvarovaného kompostu. Vhodnějším označením je „biologicky dosoušená biomasa“ - BDB [4]. Příkladem je produkce firmy AGRO-EKO, spol s r.o. [2]. Jedná se o biopalivo vyrobené dle podnikové normy [3], která je uvedena v PŘÍLOZE 1. Vyrábí se procesem řízené aerobní fermentace biologicky rozložitelných odpadů a jiné biomasy. Palivo je certifikováno ve VVÚU a.s. Ostrava.

Parametry výrobku jsou následující:

vlhkost	20 – 45 % m/m
obsah popele	max. 20 % m/m
poměr C : N	min. 20 – 40
výhřevnost	min. 9 MJ/kg
pH	6 – 8,5
sypná hmotnost	170 – 250 kg/m ³

Vstupní materiály do výrobku jsou následující:

Přehled zpracovaných bioodpadů	
02 01 03	Odpad rostlinných pletiv
02 01 06	Zvířecí trus, moč a hnůj (včetně znečištěné slámy)
02 01 07	Odpady z lesnictví
02 03	Odpady ze zpracování ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, droždí, odpady ze zpracování cukrové řepy atp.
02 03 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
02 05	Odpady z mlékárenského průmyslu
02 06	Odpady z pekáren a výroby cukrovinek
02 07	Odpady výroby alkoholických a nealkoholických nápojů
03 01 01	Odpadní kůra a korek
03 01 05	Piliny, hobliny, odřezky, dřevo, dýhy
03 03	Biologicky rozložitelné odpady z výroby celulózy a papíru
04 01	Odpady z kožedělného a kožešnického průmyslu
15 01	Biologicky rozložitelné odpady z papíru, lepenky a dřeva
19 05 03	Kompost nevyhovující jakosti
19 03 05	Kal z čištění průmyslových vod z výroby celulózy
19 06	Odpady z anaerobního zpracování odpadu
19 08 05	Kaly z čištění komunálních odpadních vod
19 08 09	Směs tuků a olejů z odlučovačů obsahující pouze jedlé oleje a tuky
19 08 12	Kaly z biologického čištění průmyslových odpadních vod
20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
20 01 25	Jedlý tuk a olej
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad ze zahrad a parků
20 03 04	Kal ze septiků a žump

Tyto materiály lze pro optimální složení vstupní suroviny míchat podle následujících receptur:

Typové receptury								
receptura	kaly z ČOV	kaly z celulózy	tráva	listí	sláma obilná	sláma řepková	dřevní štěpky, kůra	piliny
% hmotnosti na vstupu do fermentoru								
1	23	-	40	-	24	13	-	-
2	44	-	2	-	30	-	24	-
3	24	-	-	41	-	16	19	-
4	40	-	-	-	50	60	-	-
5	30	-	-	-	-	-	-	20
6	20	40	-	-	-	-	30	-

Vzhled tohoto energetického kompostu je na obr. 6. Podrobnější pokyny k využití výrobku jsou uvedeny v PŘÍLOZE 2.



Obr. 6: Kompost k energetickému využití (výrobce AGRO-EKO, spol. s r.o.)

Výroba výše uvedeného kompostu probíhá ve speciálním zařízení, které umožňuje zpracovat biomasu s nízkým obsahem sušiny (kaly) spolu s nasávkovou biomasou a vytvořený produkt dosušit bez energetického vstupu. Podniková norma pro kompost k energetickému využití vychází z vynálezu „Způsob přeměny biodegradabilního hygienicky nestabilizovaného substrátu na hygienicky stabilizovaný výrobek“, který je patentově chráněn. Číslo patentu 295922 [PŘÍLOHA 3].

Energetický kompost může být produkován jako sypný nebo může být lisován do pelet. Procesy řízené termofilní aerobní fermentace probíhají v aerobním fermentoru nebo fermentačních žlabech, v teplotním pásmu 60 – 70 °C. V těchto zařízeních probíhají fermentační procesy. Celková délka přeměny zakládky na kompost k energetickému využití

dosahuje 96 hodin. Fermentát, který je vysušen na vlhkost cca 30 % m/m a dosahuje minimální výhřevnosti 10 MJ/1kg se změnil v biopalivo. Kompost k energetickému využití – biomasa, je určen pro přímé spalování nebo jako vsázka pro zařízení k termické přeměně (pyrolýza).

Přímé spalování je možné v kotlích roštových nebo fluidních. Palivo je vhodné pro kotle ke spalování biomasy i pro kotle uhelné. Spalování v uhelných kotlích je možné provádět tak, že biomasa tvoří 10 – 100 % hmotnostních dílů paliva vstupujícího do topeniště. Kompost k energetickému využití je určen pro střední a velká energetická zařízení.

Obsah těžkých kovů v energetickém kompostu je omezen maximálními povolenými hodnotami. Tyto jsou uvedeny v tab. 2.

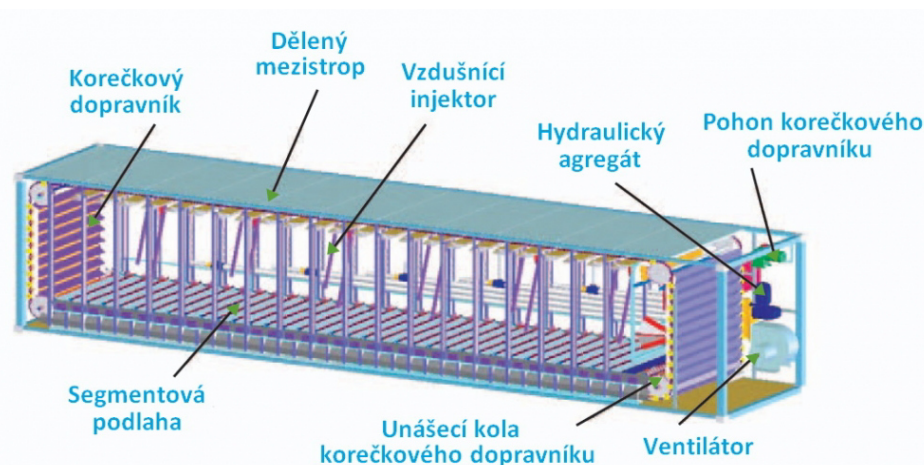
Tab. 2: Povolené hodnoty těžkých kovů v energetickém kompostu (mg na kg sušiny)

Prvek	Značka prvku	Hodnota maximální
Arsen	As	50
Kadmium	Cd	13
Chrom	Cr	1000
Měď	Cu	1200
Rtuť	Hg	10
Molybden	Mo	25
Nikl	Ni	200
Olovo	Pb	500
Zinek	Zn	3000

Pro výrobu energetického kompostu byl ve firmě AGRO-EKO vyvinut aerobní fermentor EWA (Ecological Waste Apparatus) (obr. 7). Jeho principiální schéma je na obr. 8.



Obr. 7: Aerobní fermentor EWA, výrobce AGRO-EKO



Obr. 8: Schéma aerobního fermentoru

Aerobní fermentor EWA tvoří tepelně izolovaný pracovní prostor, systém injektorů k intenzivní aeraci zakládky, systém překopávání zakládky sestávající z kyvných fréz a korečkového dopravníku umístěného po vnitřním obvodu fermentoru a integrovaného zařízení pro naskladnění a vyskladnění. Všechny technologické uzly jsou umístěny uvnitř ISO 40ti stopého kontejneru – koncept ALL IN ONE.

Směs biologicky rozložitelných odpadů a strukturální (nasákové) biomasy se naskladní do pracovní části fermentoru. Optimální vlhkost zakládky (50 – 60 %) a dostupnost vzdušného kyslíku aktivuje metabolický aparát aerobních bakterií. Aerací a překopáváním uvnitř fermentoru dochází k provzdušňování zakládky. Vysoká úroveň metabolické aktivity a současné množení bakterií se navenek projevuje zvyšováním teploty zakládky. Za stejných podmínek probíhá v celém profilu zakládky intenzivní termofilní aerobní fermentace, čímž se urychlují kompostovací procesy. Složité organické látky se rozkládají a přeměňují se v jiné. Díky optimálním podmínkám probíhá ve fermentoru bouřlivá biologická oxidace. Teplota v zakládce se zvyšuje nad 70 °C a dochází k postupné denaturaci bílkovin. Vysoké teploty v zakládce po definovanou dobu způsobují inaktivaci přítomných mikrobů a patogenních organismů (viry, bakterie, kvasinky, plísňe, prvoci, červi). Tento proces se nazývá aerobní termofilní stabilizace a hygienizace zakládky. Působením vysoké teploty se snižuje množství mikroorganismů a semena plevelů ztrácejí svou klíčivost. Tato fáze trvá minimálně 48 hodin od založení zakládky. Výsledkem je kompost k agrotechnickému využití o vlhkosti 40 – 50 %, který lze ihned expedovat nebo nechat dozrát na vhodné ploše. Pokud je cílem výroba kompostu k energetickým účelům – biopaliva, je výhodné snížit obsah vody v zakládce na cca 35 %. Ve druhé fázi zpracování se proto spouští režim biologického dosušování. Jeho podstata spočívá v tom, že se intenzivní, ale řízenou aerací zakládky z fermentoru vytěsňuje

vodní pára. Přitom je důležité, aby se teplota zakládky udržela nad 50 °C. V případě vysoké vlhkosti atmosférického vzduchu je výhodné snížit vlhkost rekuperačním prvkem, řešeného v rámci vzduchotechniky technologie.

Vytvořené palivo je určené ke spalování v kotlích na tuhá paliva. Je vhodné pro kotelní systémy spalující biomasu, ale také pro kotle uhelné. Palivo je možné využívat v kotlích roštových, ale mimořádně dobrých výsledků se dosahuje v kotlích s fluidní vrstvou. Spalování může probíhat samostatně nebo ve směsi s fosilními palivy. Vyrobené palivo se dodává obvykle ve formě sypané.

Technické parametry zařízení jsou následující:

Rozměry	délka šířka výška	12 192 mm 2 438 mm 2 896 mm
Hmotnost prázdného fermentoru		14 800 kg
Maximální hmotnost plného fermentoru		32 000 kg
Objem pracovní části		36 m ³
Hmotnost jedné zakládky		10 - 17 t
Spotřeba el. energie na zpracování	1 t kompostu 1 t biopaliva výhřevnost 1 kg biopaliva	5 kWh 8 kWh cca 10 MJ

Roční kapacita zpracování

- V cyklu 48 hod. se zpracuje 2 000 t (kaly a biomasa) a vyrobí 1 650 t fermentátu (40 % vlhkosti).
- V cyklu 96 hod. se zpracuje 1 000 t (kaly a biomasa) a vyrobí 825 t biopaliva (30 % vlhkosti).

Energetická náročnost

1 t fermentát na výstupu/vlhkost 40 %/cyklus 48 hod. 5 kWh

1 t fermentát na výstupu/vlhkost 30 %/cyklus 96 hod. 8 kWh

Požadavky pro instalaci

- elektrická přípojka 3 x PEN 400 V/32 A
- zpevněná plocha pro ustavení fermentoru EWA

Výroba energetického kompostu probíhá v současné době na zařízení EWA dle licenční smlouvy ve společnosti Technické služby Zlín, s.r.o. (od r. 2007), ve 2 fermentorech. Produkt je dodáván do firmy Alpiq Generation (CZ) s.r.o. pro spoluspalování s hnědým uhlím ve 2 fluidních kotlích 100 a 130 MW. Vedle toho se dodává i pro firmu Dalkia pro aplikaci ve fluidním, tak i roštovém kotli. Palivo, které se vyrábí, bylo ověřováno v kotli na štěpku, výkon 1 MW.

Byl proveden rozbor paliva s následujícími výsledky:

		původní stav	bezvodý stav
obsah vody	% m/m	29,0	-
obsah popele	% m/m	11,39	16,05
výhřevnost	MJ/kg	10,95	16,42
prchavá hořlavina	% m/m	46,86	65,98
neprchavá hořlavina	% m/m	12,76	17,97
pH	%	7	

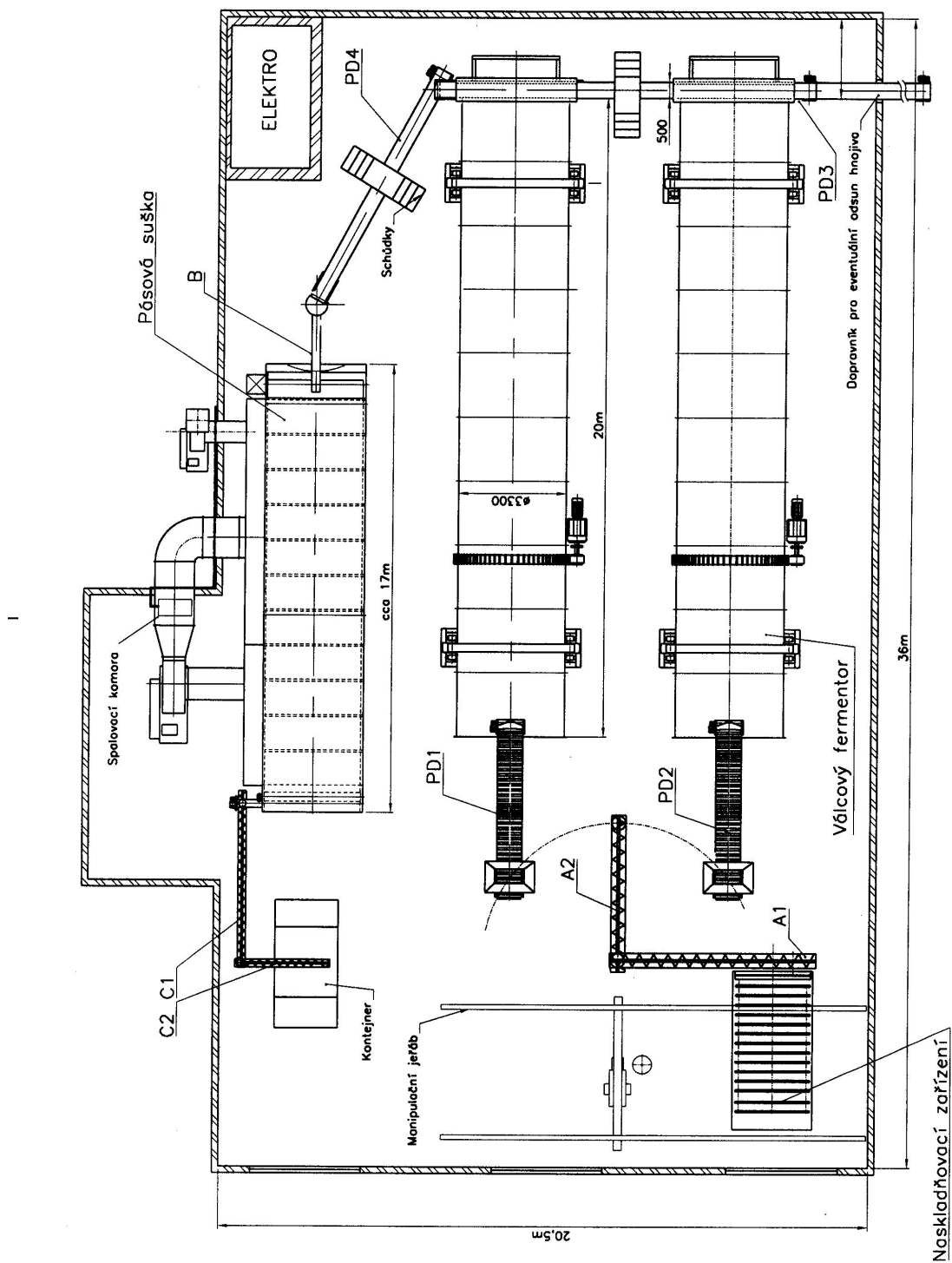
Hodnoty emisí CO při referenční hodnotě kyslíku 11 % byly naměřeny 630 mg/m³, hodnoty NO_x 320 mg/m³, což jsou hodnoty nižší než povolené limity.

Jiným příkladem, dnes již zrušeného, ale v době instalace úspěšného provozu výroby BDB, je linka na zpracování biomasy firmy Ekologie s.r.o. Tato společnost mj. provozuje skládku skupiny S-OO. Mimo zpracování biologicky rozložitelných odpadů řeší i problematiku nakládání s kaly z čistíren odpadních vod, kdy nabídka z čistírenských kalů dlouhodobě převyšuje poptávku. Linka zpracovává ročně 12 000 t biomasy a 5 000 t čistírenských kalů. Linku tvoří dva paralelně umístěné válcové rotační fermentory (obr. 9). Každý z nich má průměr 3,4 m a délku 20 m. Fermentor je uložený na elektricky poháněných valivých rolnách. Fermentor pojme 25 t substrátu. Vnitřní konstrukce fermentoru je řešena tak, aby při rotačním pohybu docházelo k rovnoměrnému posunování materiálu. Substrát ve fermentoru zůstává maximálně 72 hodin. Za tuto dobu dojde díky probíhající fermentaci ke zvýšení teploty substrátu až na 60 °C. V průběhu fermentace je substrát 2-3krát „překopán“. Proces překopání probíhá prostým otočením fermentoru. Nárůst sušiny po fermentaci se pohybuje v rozsahu 10 - 15 %. Zahřátí substrátu je žádoucí nejen z hlediska snížení vlhkosti, ale také z hlediska hygienizace pro případ jeho materiálového využití. Po fermentaci je substrát dopravován do pásové sušárny k dosušení. Dosušený substrát je

určen k distribuci jako biopalivo. Schématicky je celá linka uvedena na obr. 10. Vytvořené palivo bylo označeno obchodním názvem EKOBIPAL.



Obr. 9: Válcové rotační fermentory linky na aerobní zpracování biomasy



Obr. 10: Schéma linky na aerobní zpracování biomasy

LINKA NA ZPRACOVÁNÍ BIOMASY

Příloha Návodu na obsluhu o údržb

5. Palivářské vlastnosti energetických kompostů a separátů bioplynových stanic

Složení energetického kompostu charakterizuje hrubý a prvkový rozbor, energetický obsah, chemický rozbor a stanovení tavitelnosti popela. Hrubý rozbor zahrnuje obsah vody, popela a hořlaviny. Rozhodující jsou v prvkovém rozboru uhlík, vodík, kyslík, dusík, síra a chlor. Energetický obsah určuje spalné teplo a z něho vypočítaná výhřevnost. V biochemickém rozboru se nejčastěji stanovují třísloviny, lignin, pryskyřičné látky a holocelulóza (celulóza + hemicelulóza). Chemický rozbor popela je obvykle dán složením P_2O_5 , Al_2O_3 , Na_2O , SO_3 , SiO_2 , CaO , K_2O , Fe_2O_3 , HgO , TiO_2 , MnO , Cl , Pb , Cd , Cu , Hg , Cr , Ni , V , Zn . Tavitelnost popela je charakterizována teplotou měknutí (teplota deformace), teplotou tání (polokulovitěho tvaru) a teplotou tečení.

Energetické vlastnosti paliva EKOBİOPAL, popsaného v předešlé kapitole, jsou uvedeny podrobně v PŘÍLOZE 4. Z měření je zajímavé, že spalné teplo hořlaviny je vyšší než u běžné biomasy, k čemuž dochází snížením obsahu vázaného kyslíku. V laboratoři VÚZT byla dále zjišťována tavitelnost popela, a to s následujícími výsledky:

teplota měknutí	1070 °C
teplota tání	1175 °C
teplota tečení	1245 °C.

Palivo bylo testováno ve směsi s hnědým uhlím v poměru 1 : 1. spalováním v kotli VARIMATIK 300. Výsledné hodnoty emisí jsou nižší než povolené limity.

Z uvedených výsledků vyplývají závěry, které souvisí mj. s praktickým využíváním Vyhlášky č. 477/2012 o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla nebo biometanu a o stanovení uchovávání dokumentů. Je zde uvedeno jako biopalivo kompost nevyhovující jakostí nebo určený k energetickému využití (energetický kompost) a vyplozené substráty z pěstování hub v podobě energetického kompostu včetně vedlejších a zbytkových produktů jeho zpracování a včetně jeho úprav pro přepravu ke konečnému spotřebiteli biomasy, zbytkový digestát z bioplynových stanic.

Výroba podobných biopaliv se setkává se zájmem obcí a podnikatelů, kteří mají vybudovanou bioteplárnu nebo provozují roštovou uhelnou kotelnu typu Kolbach. Zároveň provozovatelé některých kompostáren s minimálním odbytem kompostu plánují využití svých kompostáren k výrobě biopaliva. Dochází zde k omylu a zaměňování klasického kompostu s BDB.

Pro ověřování byla rovněž použita klasická kompostovací technologie na kompostárně firmy Seiringer Umweltservice GmbH ve Wieselburgu [6]. Důvodem pro provedení zkoušek v zahraničí byl zájem zahraniční firmy vyzkoušet možnost výroby BDB na kompostárně vybavené řízenou aerací, kterou dodala další rakouská firma Compost Systems GmbH se sídlem ve Welsu. U této technologie je průběh fermentačních teplot monitorován a řízen vzdušením nebo odsáváním vzduchu z krechtových hromad substrátu o šířce 4 m a výšce 2 - 2,5 m prostřednictvím provzdušňovacích kanálků pod zakládkou kompostu. Cílem těchto zkoušek bylo potvrzení vědecké hypotézy, že přidavkem vhodných biodegradabilních odpadů k rostlinné biomase je možné provést stabilizaci a vysušení této směsi teplem navozeného aerobního exotermického rozkladu. Druhá vědecká hypotéza měla potvrdit, že stabilizovaná vysušená směs rostlinné biomasy a vhodných biodegradabilních odpadů vykazuje při spalování emise odpovídající požadavku na spalování biomasy. Kompostovací technologie byla naskladněna do kompostovací haly z gumotextilie (obr. 11) na kanálkové podloží umožňující aeraci zakládky.



Obr. 11: Kompostovací hala z gumotextilie (fy. Seiringer ve Wieselburgu)

Pokles vlhkosti z 67,2 % na 26,55 % byl dosažen po 20 dnech biologického sušení. I když intenzita biologického sušení na zařízení ve Wieselburgu nedosahuje intenzity biologického sušení ve fermentoru EWA-FERM, výhodou je vysoká výrobní kapacita a nižší jednotkové náklady. Chemické složení a další parametry jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3: Chemické složení a další parametry vyrobené BDB

vlhkost	% m/m	26,6
popel	% m/m	8,68
síra	% m/m v suš.	0,48
chlor	mg/kg suš.	560
spalné teplo	MJ/kg suš.	15,9
Cd	mg/kg suš.	0,08
Cr	mg/kg suš.	4,58
Hg	mg/kg suš.	0,31
Pb	mg/kg suš.	4,98
Cu	mg/kg suš.	34,9
Zn	mg/kg suš.	157

Při spalovacích zkouškách bylo konstatováno, že sledované znečišťující látky na výstupu z kotle nedosáhly limitních hodnot. Za předpokladu, že bioodpad přidávaný k rostlinné biomase nebude obsahovat nadlimitní množství rtuti, je možné považovat spalování BDB v režimu energeticky využitelné biomasy za bezrizikové. Testované surovinové skladby BDB obsahovaly pouze 0,31 mg Hg/kg sušiny, jak vyplývá z tab. 3.

K využívání BDB panuje značná nedůvěra, jak odborníků ve spalování odpadů a následně i úředníků. Všeobecně se hovoří o spalování kompostů, které by měly být použity pro hnojení nebo dokonce o neověřených technologiích spalování čistírenských kalů. Uvedené výsledky dokazují, že nejde o spalování kompostů, pro které není odbyt, ale o cílené biologické dosoušení rostlinné biomasy. U kompostů se požaduje vysoká stabilita dosažená vyzráním a zvýšený obsah humusových látek a rostlinných živin. U BDB je stabilita zabezpečována sušením, které se snažíme zajistit v co nejkratší době za minimálních ztrát uhlíku a energetického obsahu. V době útlumu zemědělské výroby by měla být poskytnuta technologii BDB stejná šance, jako má výroba bioplynu nebo kompostování. Tato technologie nám zajistí další obnovitelnou energii, umožní vyšší využití zemědělské půdy a navíc nám pomůže řešit odklon bioodpadů od skládek odpadů.

S problematikou paliv BDB úzce souvisí i možnosti energetického využívání separátů z bioplynových stanic (BPS). Tyto materiály jsou výstupem z anaerobního technologického procesu a v současné praxi jsou buďto používány přímo jako organické vstupy do půdy, nebo jsou kompostovány pro následné hnojivé využití. Příkladem kompostovací technologie separátu je produkce firmy Regent plus se sídlem ve Žluticích. Separát z vlastní BPS je

kompostován na zastřešených zpevněných plochách v pásových hromadách. Celý provoz je uveden na obr. 12 a 13.



Obr. 12: Kompostování na bázi separátu z BPS



Obr. 13: Kompost ze směsi slámy a separátu bioplynových stanic

Pro účely posouzení možností energetického využití separátu byly provedeny palivo-energetické rozbory materiálů. V první fázi byly porovnávány 3 vzorky z různých BPS. Výsledky jsou uvedeny v tab. 4. U všech materiálů jsou dále srovnávány teploty tavení popelů.

Tab. 4: Palivo-energetické rozborů separátu z BPS (v % m/m)

	Žlutice		Jevíčko		Krásná Hora	
	původní stav	bezvodý stav	původní stav	bezvodý stav	původní stav	bezvodý stav
voda	67,7	-	28,43	-	74,2	-
prchavá hořlavina	21,58	66,82	49,30	68,86	18,73	72,61
nepřchavá hořlavina	6,47	20,02	14,68	20,51	4,87	18,86
popel	4,25	13,16	7,59	10,6	2,20	8,53
N	0,97	2,99	1,49	2,08	0,73	2,82

		Žlutice	Jevíčko	Krásná Hora
teplota měknutí	°C	1066	1140	1110
teplota tání	°C	1110	1170	1160
teplota tečení	°C	1150	1210	1190

Separát z BPS Žlutice byl následně podroben řízenému kompostovacímu procesu. V tab. 5 jsou uvedeny změny vybraných palivo-energetických parametrů.

Tab. 5: Změny palivo-energetických vlastností kompostovaného separátu z BPS (v % m/m)

	Doba kompostování - dny											
	0		10		20		28		35		42	
voda	67,7	-	45,66	-	48,58	-	63,86	-	52,45	-	53,24	-
prchavá hořlavina	21,58	66,82	32,75	60,27	29,97	58,25	20,40	56,45	27,01	56,81	15,21	41,39
nepřchavá hořlavina	6,47	20,02	11,02	20,28	10,67	20,76	8,04	22,25	7,28	15,32	8,18	22,26
popel	4,25	13,16	10,57	19,45	10,77	20,95	7,69	21,29	13,25	27,87	13,36	36,35
N	0,91	2,81	1,62	2,99	1,55	3,02	1,17	3,23	1,60	3,37	1,66	3,56

V následujícím přehledu je uvedena změna teploty tavení popelů.

		Čas kompostování - dny					
		0	10	20	28	35	42
teplota měknutí	°C	1066	1120	1080	1110	1090	1170
teplota tání	°C	1110	1150	1110	1130	1120	1200
teplota tečení	°C	1150	1180	1150	1200	1190	1240

Pro srovnání byly rovněž provedeny palivo-energetické rozborů klasických kompostů. Jedná se o vzorek z kompostárny VÚZT a z kompostárny firmy Chmelík. Výsledky jsou uvedeny v tab. 6.

Tab. 6: Palivo-energetické rozborů kompostů

		Kompost VÚZT		Kompost Chmelík	
		původní stav	bezvodý stav	původní stav	bezvodý stav
voda	% m/m	9,58	-	22,19	-
popel	% m/m	58,85	65,09	53,25	68,43
prchavá hořlavina	% m/m	19,87	21,98	15,34	19,72
nepřchavá hořlavina	% m/m	11,69	12,93	9,22	11,85
C	% m/m	15,79	17,46	12,28	15,78
N	% m/m	1,09	1,20	1,01	1,30
spalné teplo	MJ/kg	6,15	6,80	4,58	5,87
S	% m/m	0,16	0,18	0,17	0,22

Pro úplnost jsou dále uvedeny teploty tavení obou kompostů.

		Kompost VÚZT	Kompost Chmelík
teplota měknutí	°C	1180	1160
teplota tání	°C	1220	1190
teplota tečení	°C	1250	1220

6. Spalovací a emisní zkoušky energetických kompostů a separátů z bioplynových stanic

Referenční zkoušky paliva firmy AGRO-EKO v sypkém stavu, popsaného v kap. 4, byly provedeny firmou VERNER v hořákovém kotli VERNER se jmenovitým tepelným výkonem 900 kW. Hlavní parametry paliva v době zkoušek byly následující.

voda - původní stav	29 % m/m
popel - původní stav	11,39 %
výhřevnost - původní stav	10,95 MJ/kg
spalné teplo v hořlavině	20,72 MJ/kg
prchavá hořlavina v hořlavině	78,60 %
měrná hmotnost paliva	250 kg/m ³

Průměrné hodnoty emisí při výchozích zkouškách, vztažené na 11 % V/V kyslík, činily: CO - 800 mg/m³_N, NO_x - 300 mg/m³_N, O₂ - 15 % V/V.

Palivo se velmi dobře dávkovalo do prostoru hořáku kotle šnekovým dopravníkem. rozhořívání probíhalo pozvolna. Po jedné hodině provozu se prohřála vyzdívka a kotel začal toto palivo spalovat dobře. Dalším seřízením kotle se průměrné emise CO dostaly pod limitní hodnotu 650 mg/m³_N při referenčním obsahu kyslíku 11 % V/V.

U energetických kompostů z travin a směsi koňského hnoje se slámou u stejného typu kotle nebyly limitní hodnoty CO překročeny s přidavkem do 20 % dřevěné štěpky. Tím se dosáhly potřebné teploty spalovacího prostoru nutné k dohoření spalitelných emisí CO.

Podrobné zkoušky proběhly při spalování peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu, peletované směsi kompost + smrkové piliny a peletovaného usušeného separátu z bioplynových stanic (viz analýza Jevíčko). Palivářské parametry kompostu VÚZT jsou uvedeny v tab. 6 a pelet separátu Jevíčko v tab. 4. Dosoušená štěpka z nadsítného při prosévání kompostu měla následující palivářské vlastnosti v původním stavu.

voda	5,43 %
prchavá hořlavina	69,36 % m/m
nepřchavá hořlavina	17,86 % m/m
popel	7,35 % m/m
C	41,31 % m/m
H	5,11 % m/m

N	0,46 % m/m
S	0,09 % m/m
O	40,12 % m/m
Cl	0,13 % m/m
spalné teplo	16,89 MJ/kg
výhřevnost	15,65 MJ/kg

Teploty tavení

teplota měknutí	1240 °C
teplota tání	1250 °C
teplota tečení	1260 °C

Smrkové piliny jsou charakterizovány těmito parametry analyzovaného vzorku v původním stavu.

voda	7,55 %
prchavá hořlavina	77,49 % m/m
nepřchavá hořlavina	14,38 % m/m
popel	0,58 % m/m
C	46,24 % m/m
H	5,6 % m/m
N	0,08 % m/m
S	0,01 % m/m
O	39,91 % m/m
Cl	0,04 % m/m
spalné teplo	18,61 MJ/kg
výhřevnost	17,20 MJ/kg

Teploty tavení

teplota měknutí	1180 °C
teplota tání	1265 °C
teplota tečení	1310 °C

Tepelně emisní měření bylo uskutečněno na horkovzdušných kamnech s automatickým podáváním paliva KNP společnosti KOVO NOVÁK s hořákovým topeništěm (obr. 14) s peletami z nadsítné štěpky z kompostovacího procesu a peletované směsi kompost + smrkové piliny v poměru 1 : 1. Pelety ze sušeného separátu byly zkoušeny v teplovodním kotli PETROJET BIOROBOT 30 s rotačním hořákem systému PETROJET A70 (obr. 15).



Obr. 14: Horkovzdušná kamna na pelety KNP KOVO NOVÁK - zkoušky peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu a peletované směsi kompost + smrkové piliny v poměru 1 : 1



Obr. 15: Teplovodní kotel EKOEFEKT PETRO 49 s rotačním hořákem PETROJET A70 - zkoušky peletovaného vysušeného separátu z BPS

V tab. 7 jsou uvedeny tepelně technické parametry kamen KNP a v tab. 8 EKOEFEKT PETRO 49.

Tab. 7: Technická data horkovzdušných kamen KNP - doporučené palivo: dřevěné pelety

Parametr	Hodnota	
Jmenovitý výkon	18 kW	
Regulovatelný výkon	8 - 18 kW	
Spotřeba paliva	1,5 - 4,9 kg/hod.	
Teplota spalin	při jmenovitém výkonu	210 °C
	při minimálním výkonu	110 °C
Účinnost při jmenovitém výkonu	88 %	

Tab. 8: Technická data teplovodního kotle EKOEFEKT PETRO 49 s rotačním hořákem A70 PETRO - doporučené palivo: dřevěné pelety

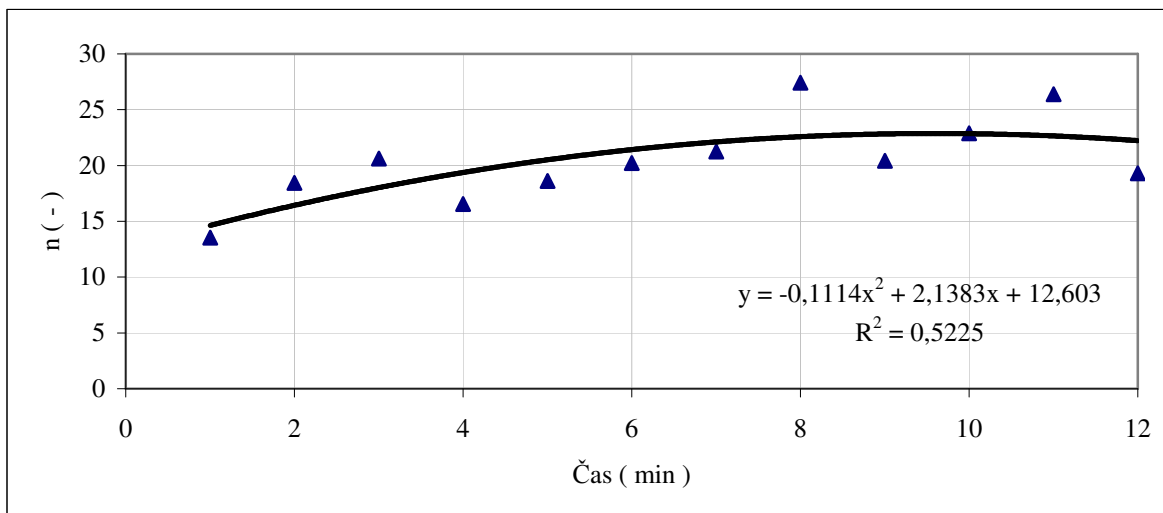
Parametr	Hodnota	
Jmenovitý výkon	49 kW	
Regulovatelný výkon	14 - 60 kW	
Spotřeba paliva	5 - 15 kg/hod.	
Teplota spalin	při jmenovitém výkonu	120 °C
	při minimálním výkonu	100 °C
Účinnost při jmenovitém výkonu	90 %	

6.1 Měření peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu v horkovzdušných kamnech KNP

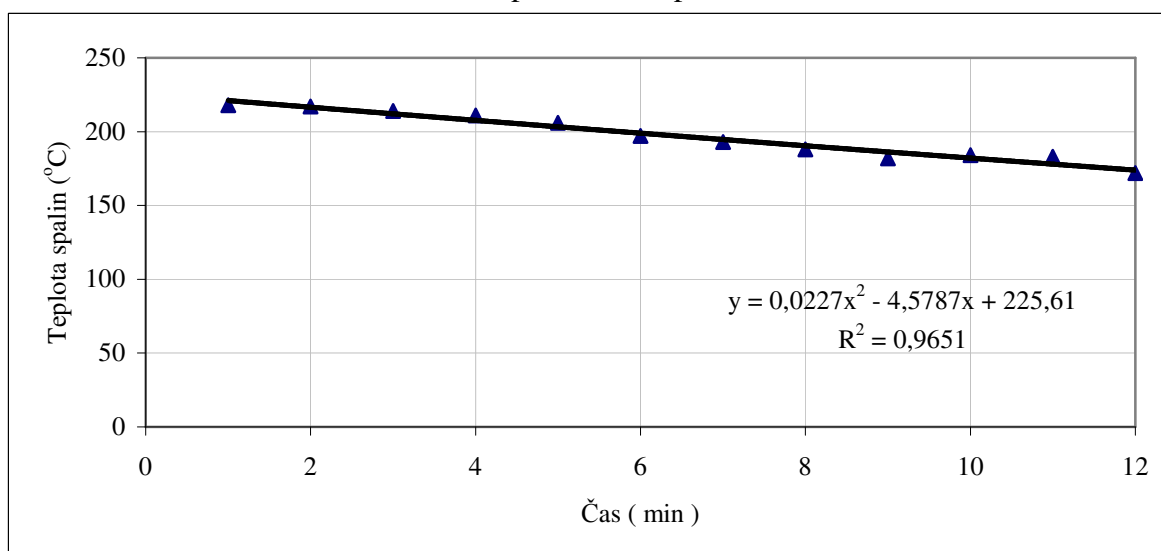
Výsledné průměrné parametry uvádí tab. 9. Následující grafy ukazují postupně závislost součinitele přebytku vzduchu (n) na čase měření, teplotu spalin, kyslík, oxid uhličitý CO_2 , oxid uhelnatý CO a oxid dusíku NO_x ve spalinách, tepelně technickou účinnost spalování a závislosti CO a CO_2 na součiniteli přebytku vzduchu. Obdobně pak závislost NO_x a teploty spalin na součiniteli přebytku vzduchu.

Tab. 9: Výsledné průměrné parametry při spalování nadsítné štěpky z kompostovacího procesu

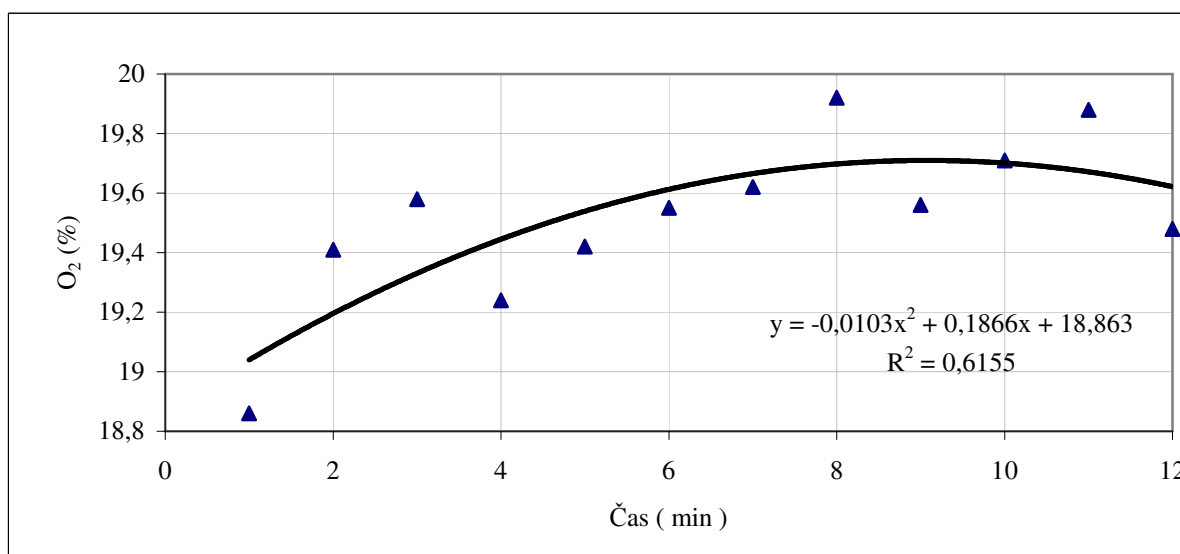
		Průměr	s^2	s	V	Max.	Min.
T _{ok}	°C	38,42	0,63	0,79	0,02	39,00	37,00
T _{pl}	°C	197,08	247,17	15,72	0,08	218,00	172,00
O ₂	%	19,52	0,08	0,28	0,01	19,92	18,86
n z O ₂		14,63	7,11	2,67	0,18	19,44	9,81
CO ₂	%	1,05	0,04	0,21	0,20	1,54	0,76
n z CO ₂		20,47	14,75	3,84	0,19	27,41	13,53
CO	ppm	23,08	288,63	16,99	0,74	54,00	8,00
CO	mg/m ³	28,86	451,30	21,24	0,74	67,52	10,00
CO (O ₂ =10%)	mg/m ³	215,89	32949,16	181,52	0,84	558,24	56,84
NO	ppm	110,25	1733,48	41,64	0,38	178,00	38,00
NO	mg/m ³	147,64	3108,61	55,75	0,38	238,37	50,89
NO (O ₂ =10%)	mg/m ³	1040,67	167728,30	409,55	0,39	1568,20	287,85
NO ₂	ppm	13,58	103,36	10,17	0,75	27,00	2,00
NO ₂	mg/m ³	27,89	435,67	20,87	0,75	55,43	4,11
NO ₂ (O ₂ =10%)	mg/m ³	211,86	32936,84	181,49	0,86	494,27	19,19
NO _x	ppm	123,83	1915,61	43,77	0,35	186,00	41,00
NO _x	mg/m ³	254,24	8074,71	89,86	0,35	381,88	84,18
NO _x (O ₂ =10%)	mg/m ³	1807,36	503030,78	709,25	0,39	2512,35	460,51
ETA	%	21,81	131,89	11,48	0,53	40,00	0,90



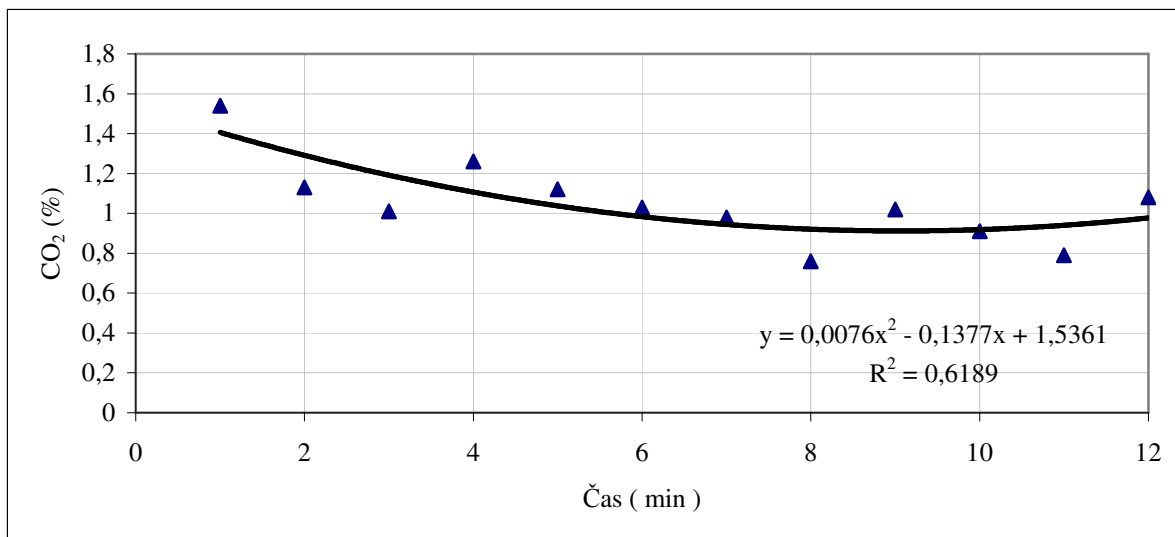
Závislost součinitele přebytku vzduchu na čase měření - spalování peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu



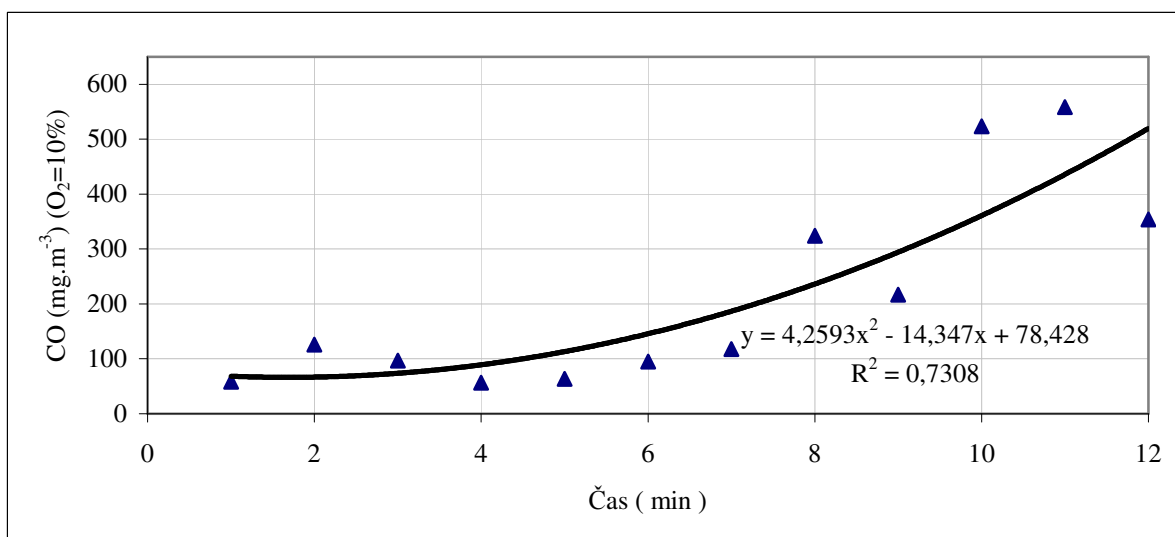
Teplota spalin - spalování peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu



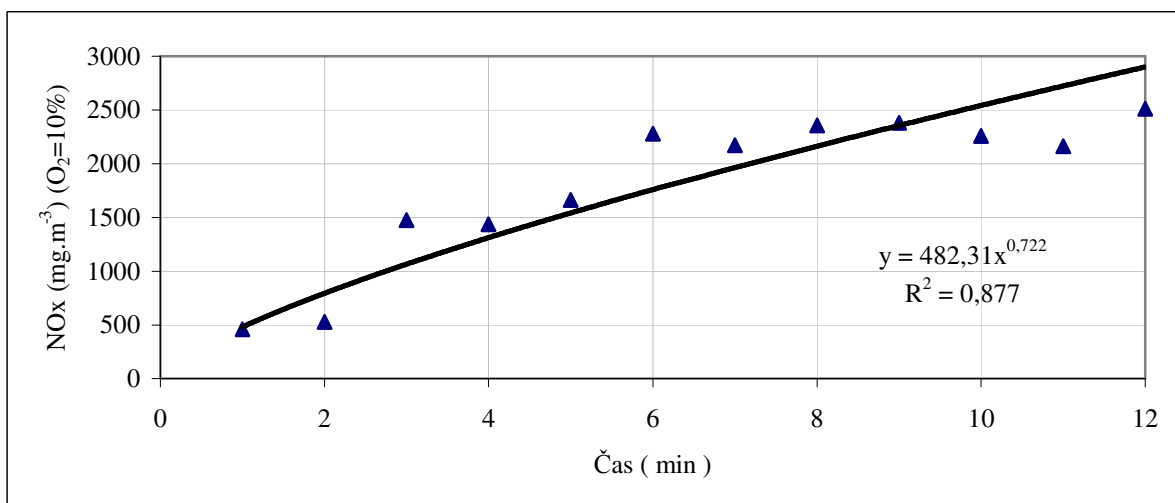
Kyslík ve spalinách - spalování peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu



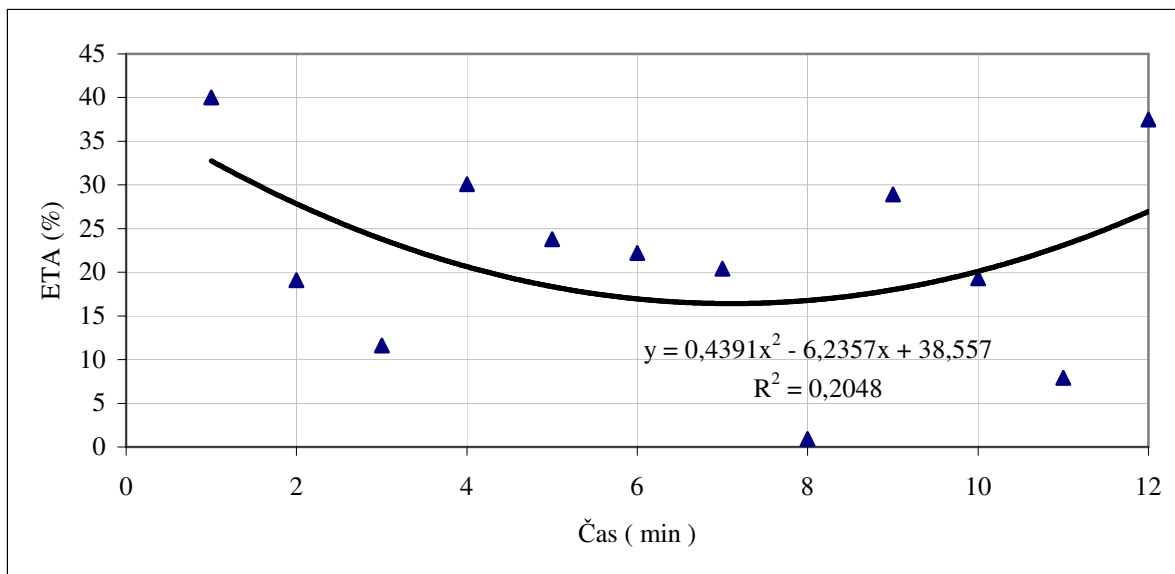
Oxid uhličitý ve spalinách - spalování peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu



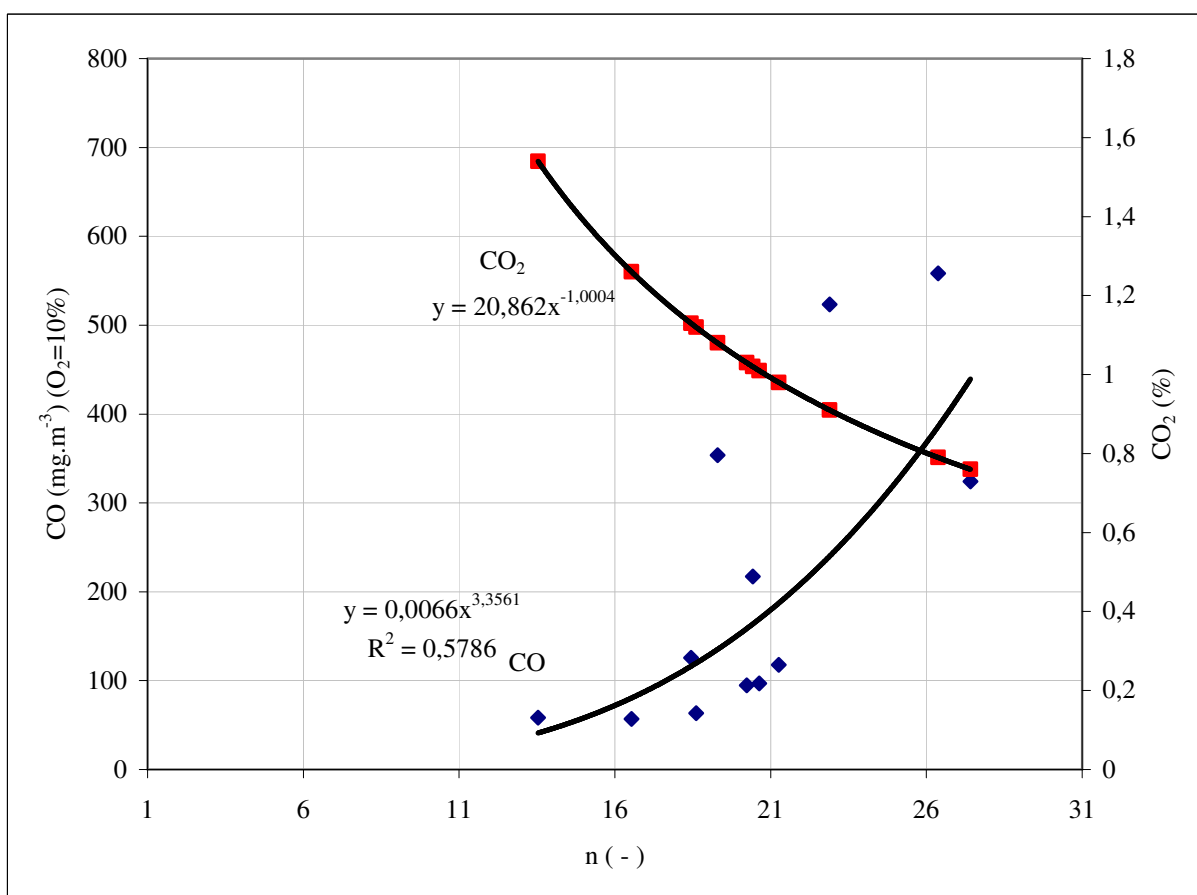
Oxid uhelnatý ve spalinách - spalování peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu



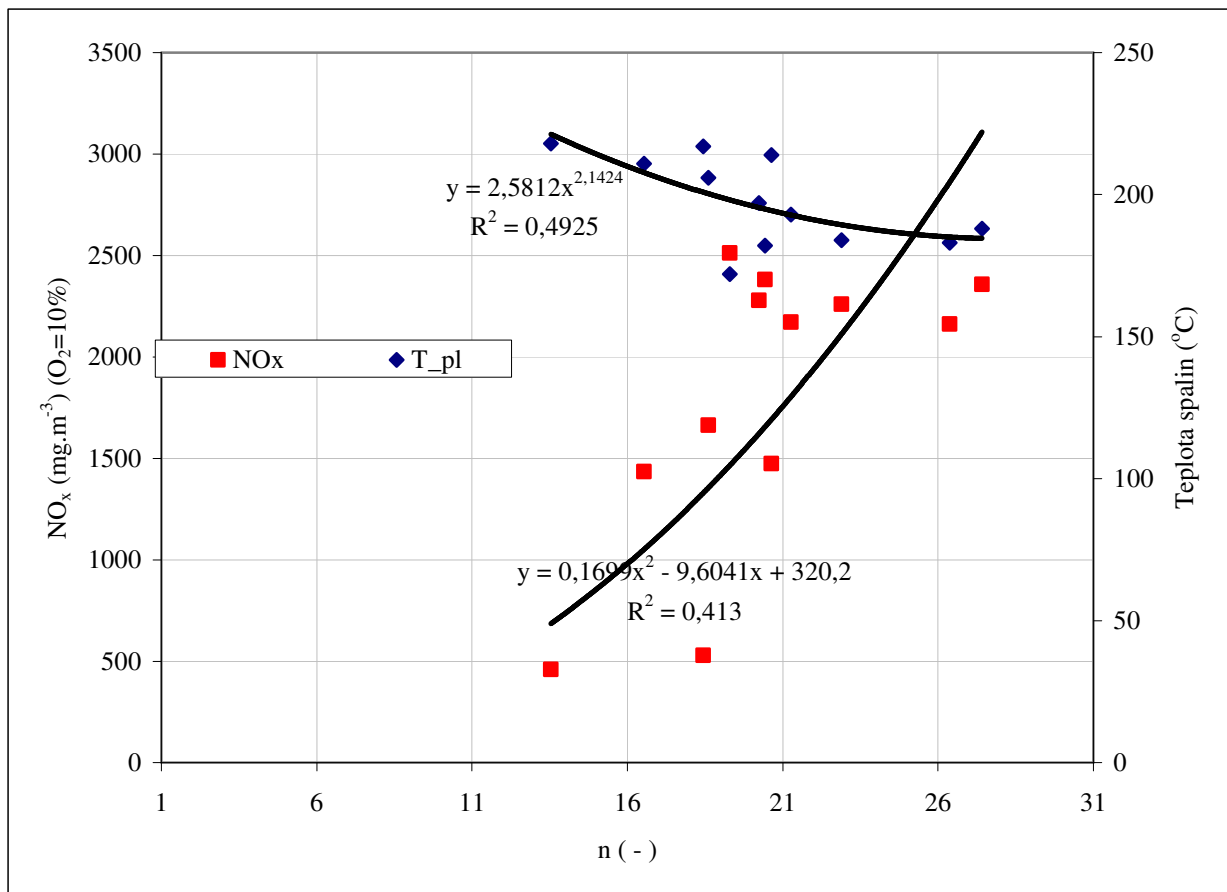
Oxidy dusíku ve spalinách- spalování peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu



Účinnost spalovacího zařízení podle analyzátoru spalin - spalování peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu



Závislost oxidu uhelnatého a uhličitého na součiniteli přebytku vzduchu - spalování peletované nadsítné štěpky z kompostovacího procesu



Závislost oxidů dusíku a teploty spalin na součiniteli přebytku vzduchu - spalování peletované nadsítné štěrky z kompostovacího procesu

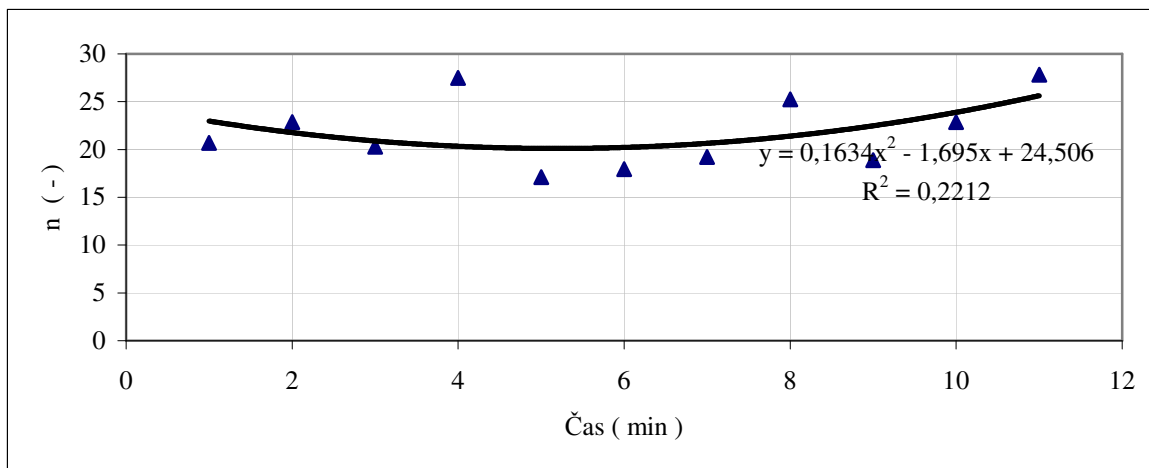
Průměrná hodnota emisí CO 216 mg/m⁻³_N (O₂= 10 %) odpovídá 5. třídě (nejpřísnější) mezních hodnot emisí podle ČSN EN 303-5:2013 „Kotle pro ústřední vytápění na pevná paliva, s ruční a samočinnou dodávkou o jmenovitém tepelném výkonu nejvýše 500 kW - Terminologie, požadavky, zkoušení a značení“. Tepelně technická účinnost zahrnuje ztrátu citelným teplem spalin (tzv. komínová ztráta) a chemickým nedopalem, resp. nedokonalým spalováním. Kotel zajišťuje vytápění prostoru horkým vzduchem.

6.2 Měření peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1 v horkovzdušných kamnech KNP

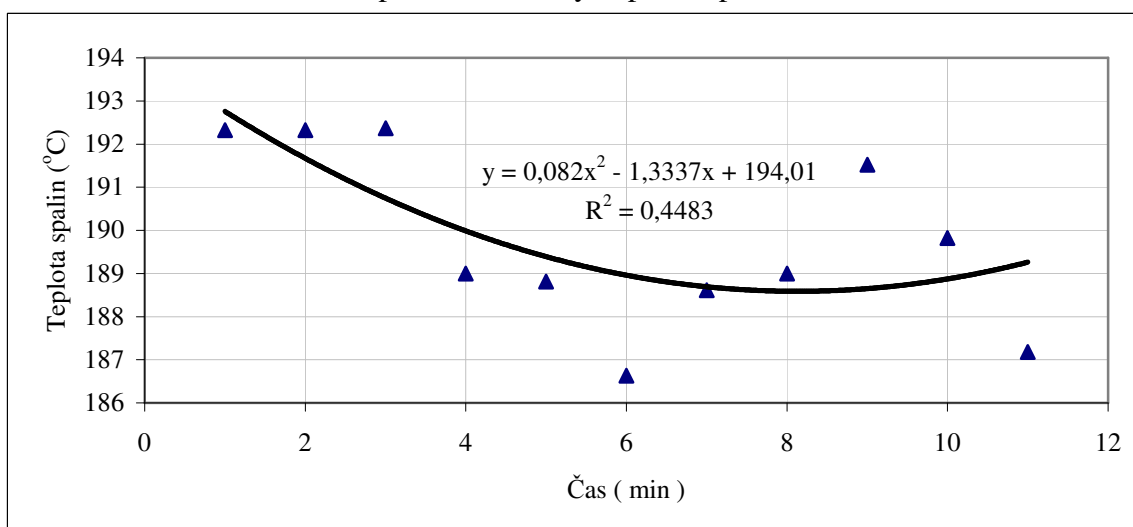
Výsledné průměrné parametry uvádí tab. 10. Následující grafy ukazují postupně závislost součinitele přebytku vzduchu (n) na čase měření, teplotu spalin, kyslík O_2 , oxid uhličitý CO_2 , oxid uhelnatý CO a oxid dusíku NO_x ve spalinách, tepelně technickou účinnost spalování a závislosti CO a CO_2 na součiniteli přebytku vzduchu. Obdobně pak závislost NO_x a teploty spalin na součiniteli přebytku vzduchu.

Tab. 10: Výsledné průměrné parametry při spalování peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1

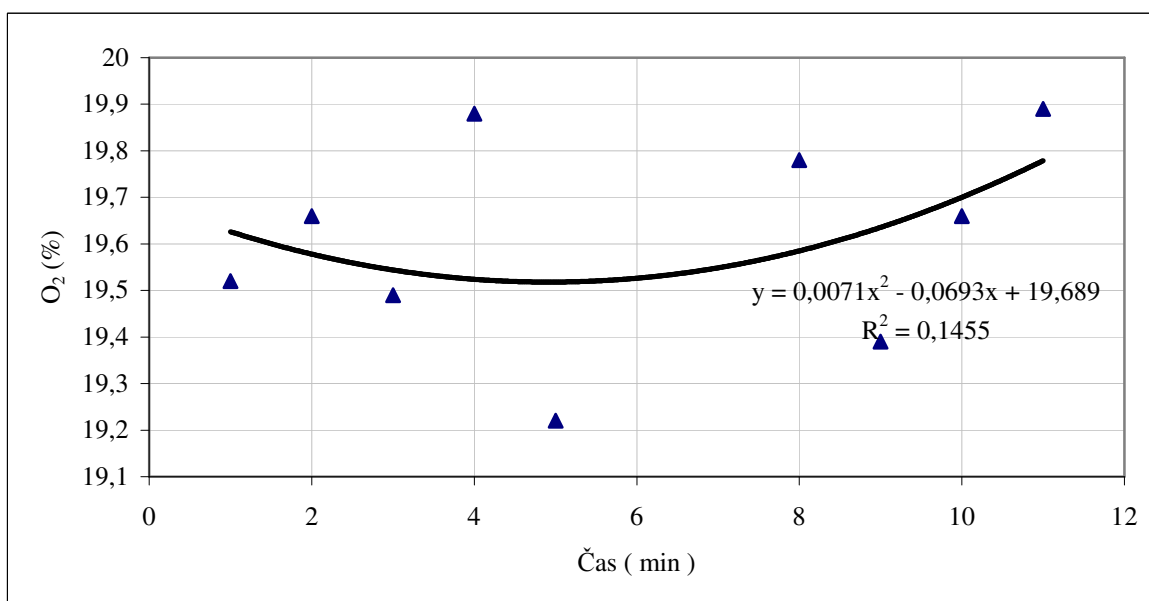
		Průměr	s^2	s	V	Max.	Min.
T _{ok}	°C	40,00	0,00	0,00	0,00	40,00	40,00
T _{pl}	°C	189,78	4,28	2,07	0,01	192,37	186,63
O_2	%	19,61	76,95	8,77	0,45	19,89	19,22
n z O_2		12,83	39,15	6,26	0,49	18,92	1,00
CO_2	%	1,02	0,03	0,17	0,16	1,27	0,78
n z CO_2		21,85	22,43	4,74	0,22	27,83	17,09
CO	ppm	19,09	121,09	11,00	0,58	49,00	11,00
CO	mg/m ³	23,87	189,34	13,76	0,58	61,27	13,75
CO ($O_2=10\%$)	mg/m ³	165,86	22409,87	149,70	0,90	552,00	6,55
NO	ppm	114,64	274,25	16,56	0,14	152,00	92,00
NO	mg/m ³	153,51	491,82	22,18	0,14	203,55	123,20
NO ($O_2=10\%$)	mg/m ³	911,46	205613,69	453,45	0,50	1556,29	68,87
NO_2	ppm	19,91	73,29	8,56	0,43	31,00	6,00
NO_2	mg/m ³	40,88	308,94	17,58	0,43	63,65	12,32
NO_2 ($O_2=10\%$)	mg/m ³	234,00	24657,92	157,03	0,67	474,97	20,53
NO_x	ppm	134,55	393,27	19,83	0,15	180,00	112,00
NO_x	mg/m ³	276,24	1657,73	40,72	0,15	369,56	229,95
NO_x ($O_2=10\%$)	mg/m ³	1631,40	628280,35	792,64	0,49	2497,02	126,12
ETA	%	21,43	130,93	11,44	0,53	40,30	4,70



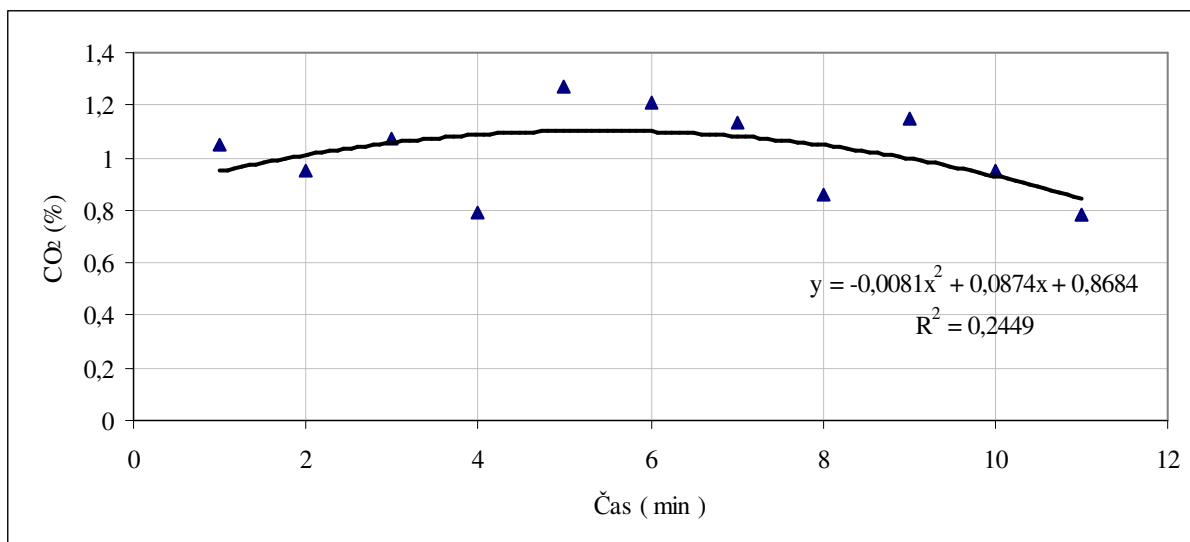
Závislost součinitele přebytku vzduchu na čase měření - spalování peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1



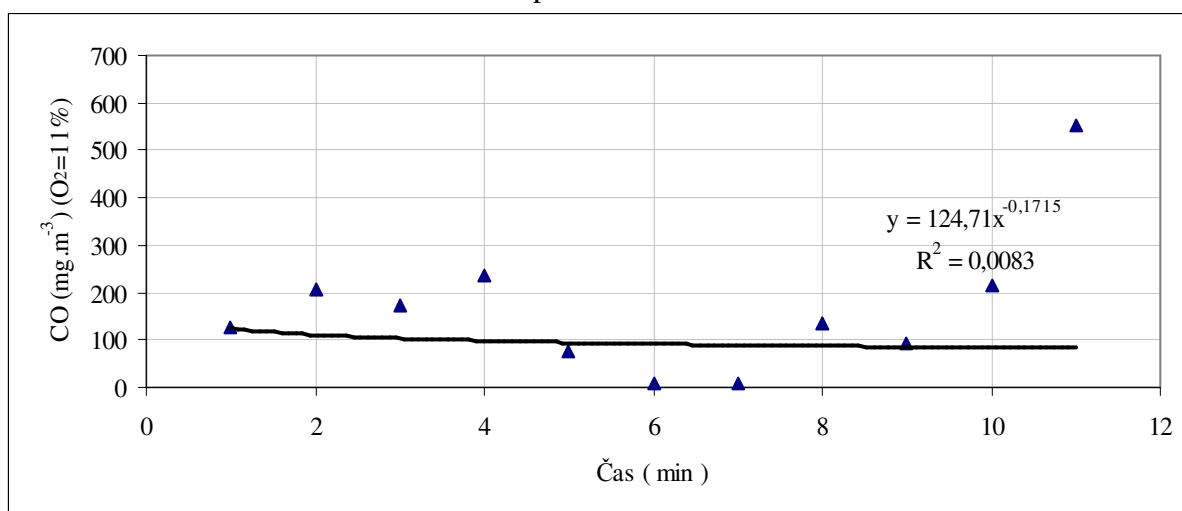
Teplota spalin - spalování peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1



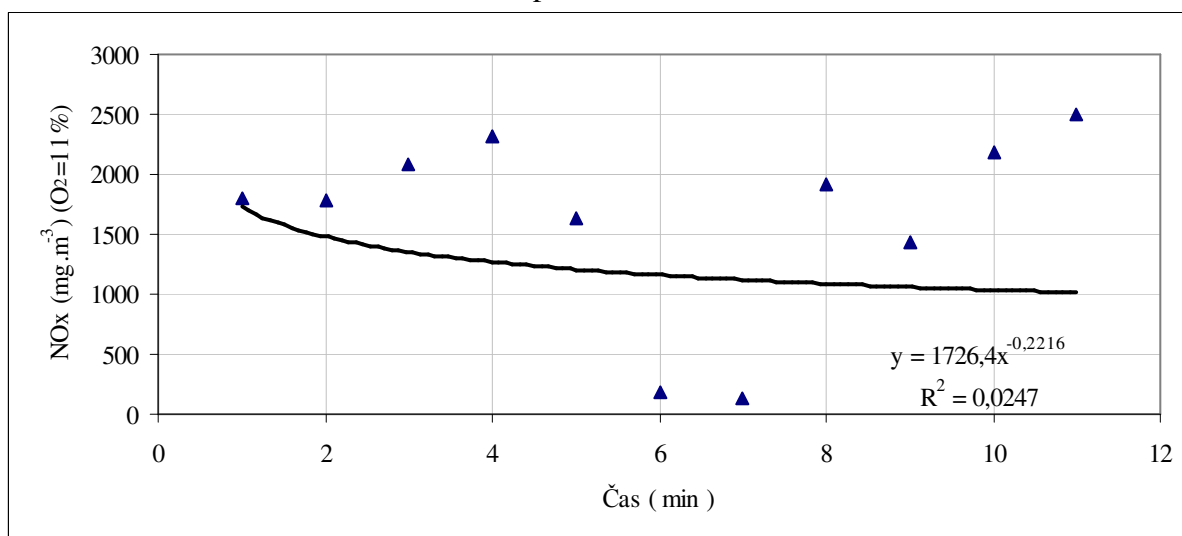
Kyslík ve spalinách - spalování peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1



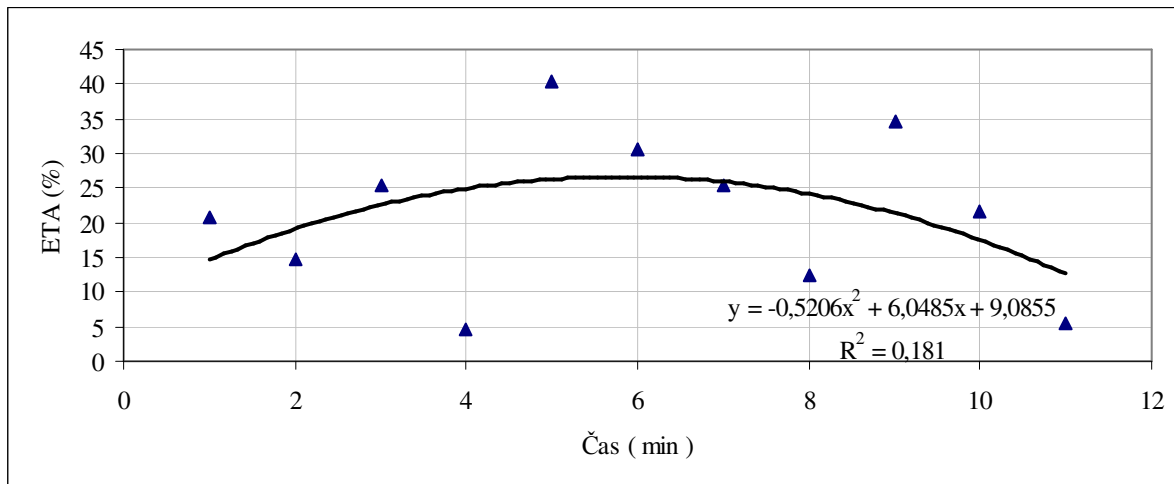
Oxid uhličitý ve spalínách - spalování peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1



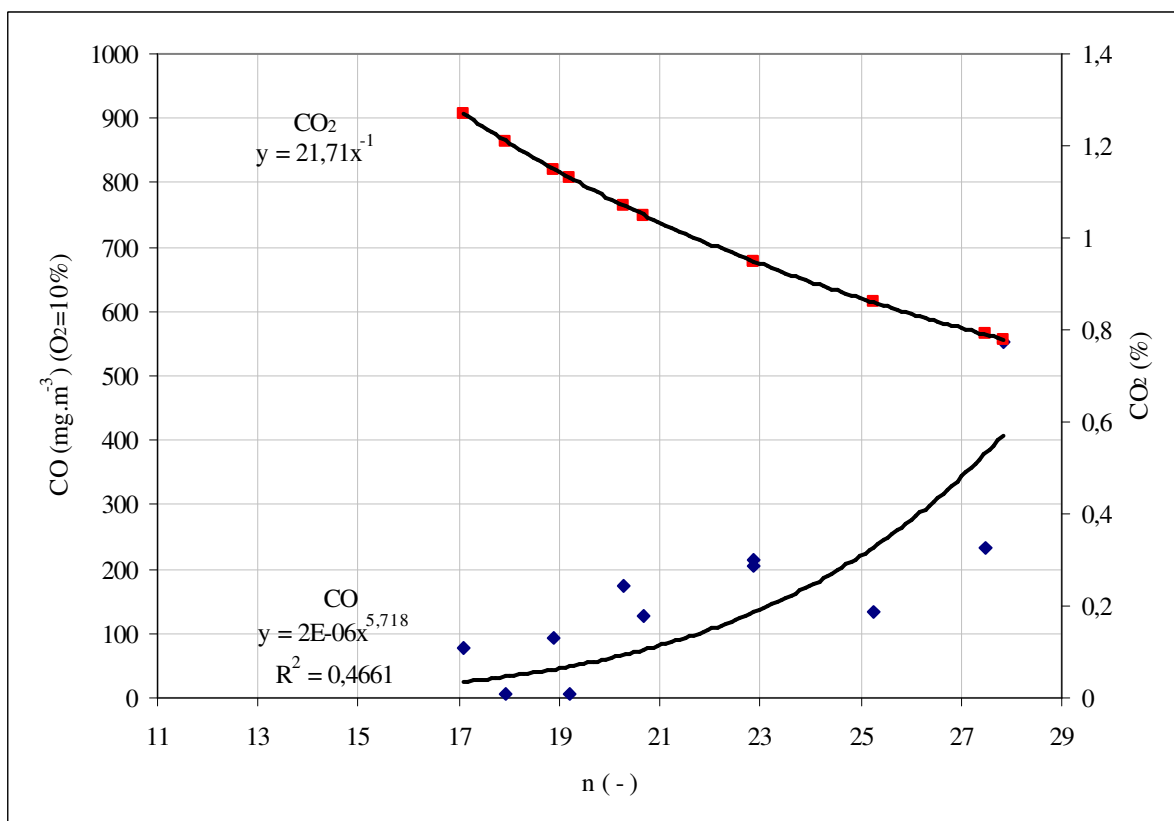
Oxid uhelnatý ve spalínách - spalování peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1



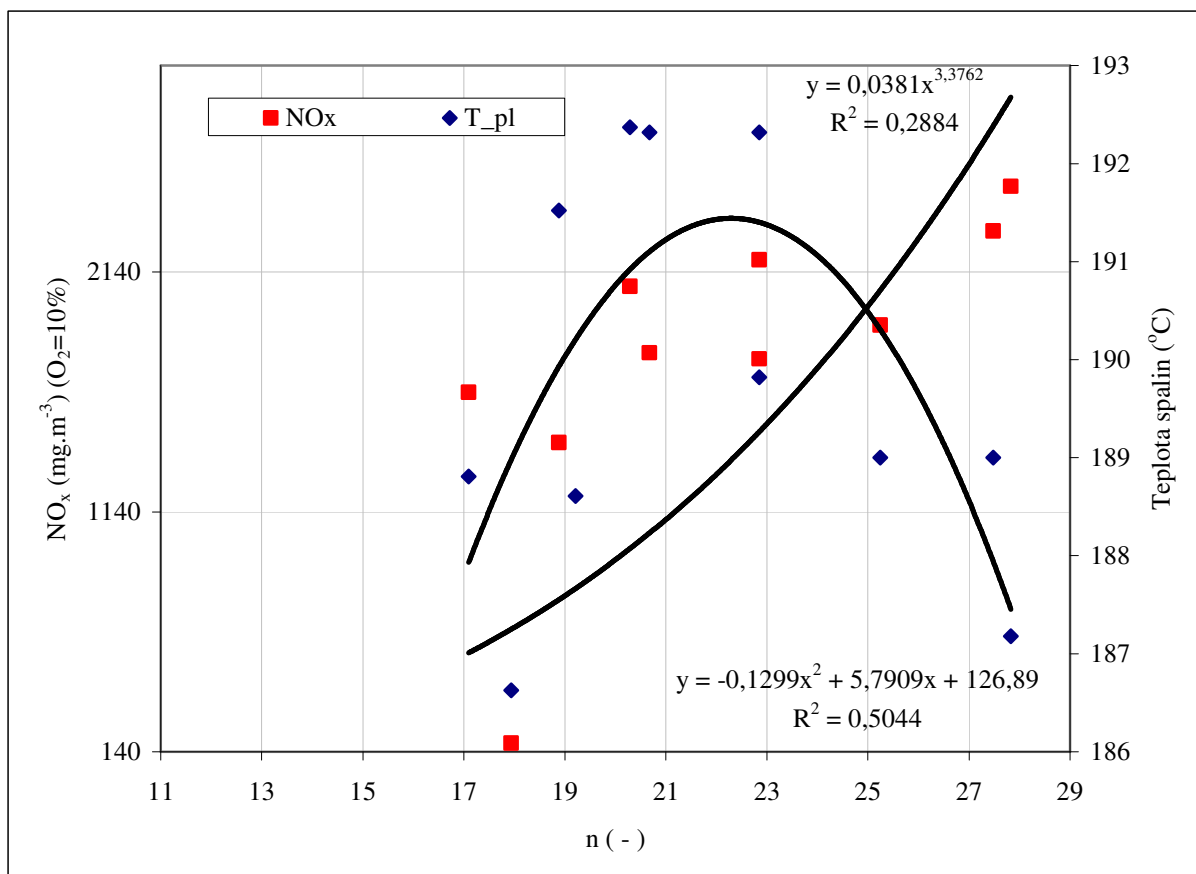
Oxidy dusíku ve spalínách - spalování peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1



Účinnost spalovacího zařízení podle analyzátoru spalin - spalování peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1



Závislost oxidu uhelnatého a uhličitého na součiniteli přebytku vzduchu - spalování peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1



Závislost oxidů dusíku a teploty spalin na součiniteli přebytku vzduchu - spalování peletované směsi kompostu a smrkových pilin v poměru 1 : 1

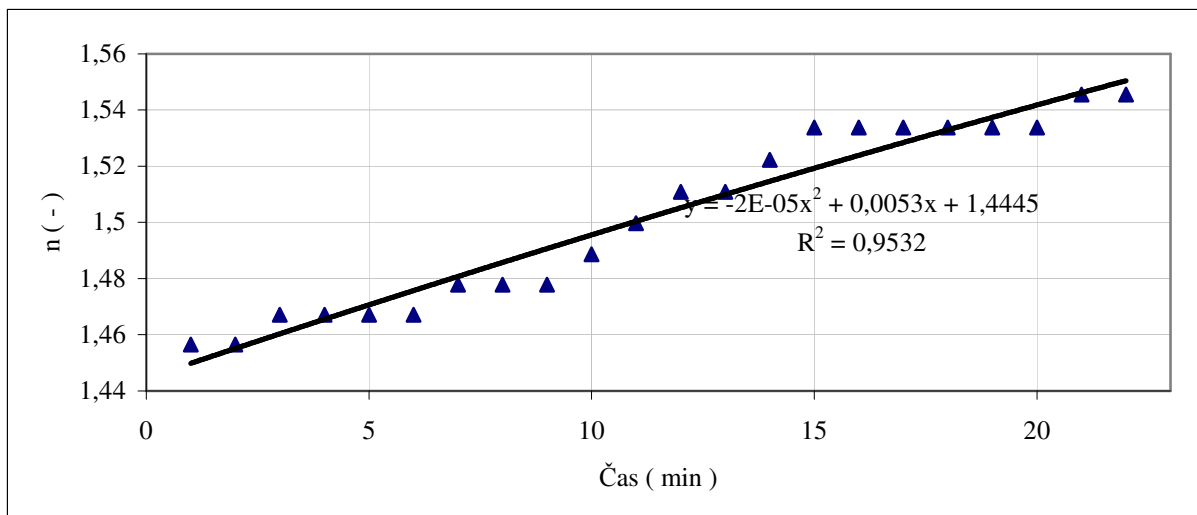
Průměrná hodnota emisí CO ve výši $166 \text{ mg/m}^{-3}_{\text{N}} (\text{O}_2 = 10 \%)$ je rovněž výrazně nižší než je mezní hodnota pro nejpřísnější třídu 5. normy ČSN EN 303-5:2013. Přebytek vzduchu při spalování je ovšem vysoký a odráží se i ve vysokých ztrátách citelným teplem spalin (komínové ztráty). Kamna zajišťují vytápění prostoru horkým vzduchem a jako palivo jsou doporučeny dřevěné pelety. Výsledky měření ale poskytly další náměty k optimálnímu procesu energetického využití kompostů a separátů, které nejsou z různých důvodů vhodné jako hnojivo.

6.3 Měření peletovaného separátu z bioplynové stanice „Jevíčko“

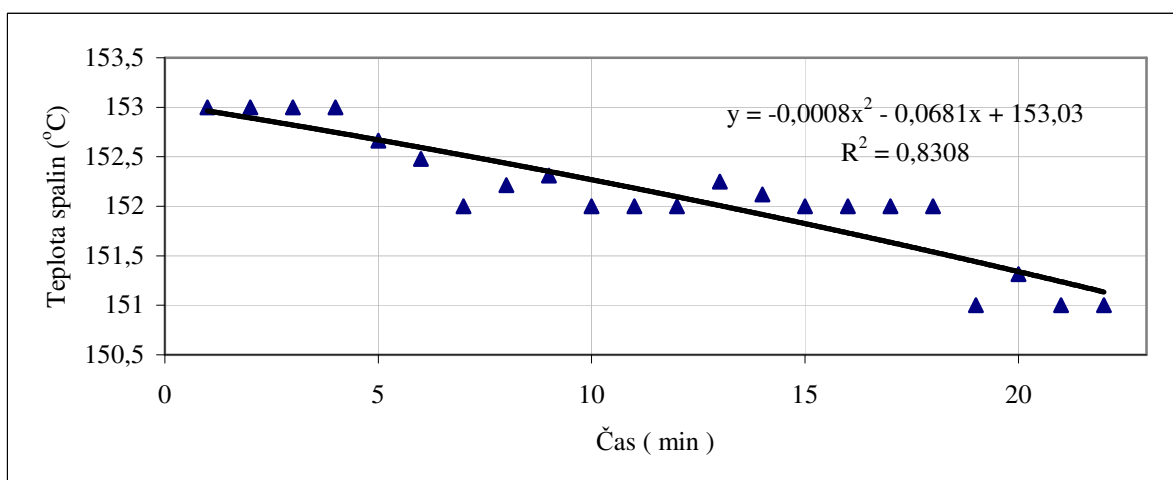
Zkoušky proběhly na teplovodním kotli s rotačním hořákem zapojeným ve zkušební smyčce pro měření tepelného výkonu. Výsledné průměrné parametry uvádí tab. 11. Následující grafy ukazují obdobně jako u předešlých měření časovou závislost teploty spalin, kyslíku O₂, oxidu uhličitého CO₂, oxidu uhelnatého CO a oxidu dusíku NO_x ve spalinách, tepelně technickou účinnost spalovacího zařízení, závislost CO na přebytku vzduchu, závislost NO_x a teploty spalin na přebytku vzduchu.

Tab. 11: Výsledné průměrné parametry při spalování peletovaného separátu „Jevíčko“

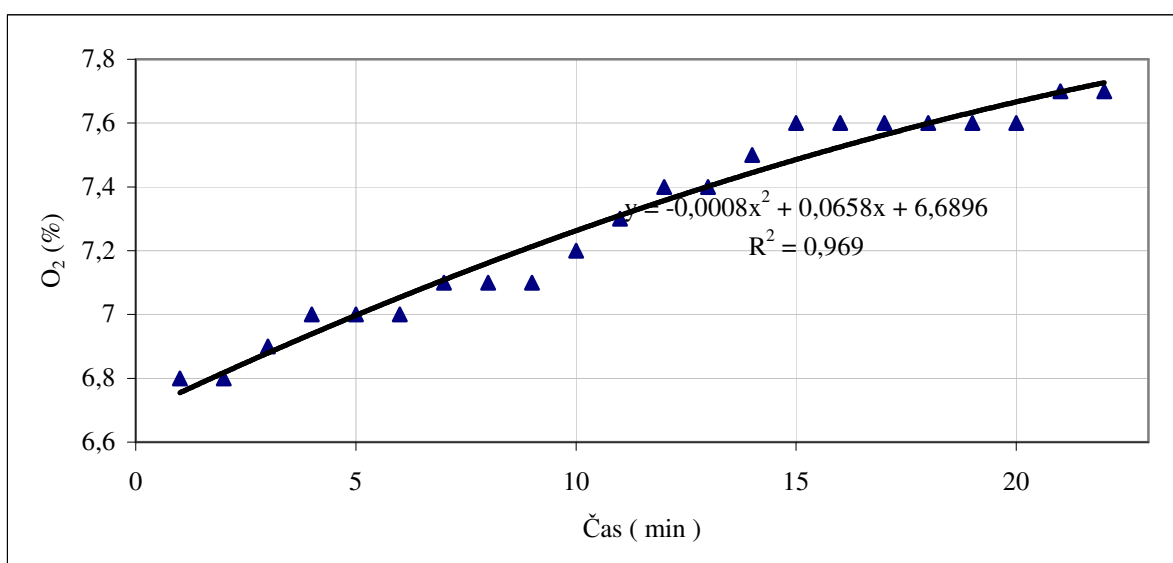
		Průměr	s ²	s	V	Max.	Min.
T _{ok}	°C	18,48	0,01	0,11	0,01	18,80	18,30
T _{pl}	°C	152,11	0,39	0,62	0,00	153,00	151,00
O ₂	%	7,30	0,09	0,31	0,04	7,70	6,80
n z O ₂		1,53	0,00	0,03	0,02	1,58	1,48
CO ₂	%	13,29	0,08	0,29	0,02	13,70	12,90
n z CO ₂		1,50	0,00	0,03	0,02	1,55	1,46
CO	ppm	100,73	302,59	17,40	0,17	137,00	77,00
CO	mg/m ³	125,95	473,13	21,75	0,17	171,31	96,28
CO (O ₂ =10%)	mg.m ⁻³	100,89	246,94	15,71	0,16	132,71	79,04
NO	ppm	165,91	47,42	6,89	0,04	174,00	155,00
NO	mg/m ³	222,17	85,04	9,22	0,04	233,01	207,57
NO (O ₂ =10%)	mg/m ³	178,63	128,60	11,34	0,06	192,71	160,79
NO ₂	ppm	5,05	0,05	0,21	0,04	6,00	5,00
NO ₂	mg/m ³	14,23	329,32	18,15	1,28	95,46	10,27
NO ₂ (O ₂ =10%)	mg/m ³	11,32	195,81	13,99	1,24	73,95	7,95
NO _x	ppm	170,95	47,85	6,92	0,04	179,00	160,00
NO _x	mg/m ³	350,99	201,72	14,20	0,04	367,51	328,50
NO _x (O ₂ =10%)	mg/m ³	282,19	310,52	17,62	0,06	303,95	254,47
ETA	%	93,08	0,01	0,11	0,00	93,20	92,90



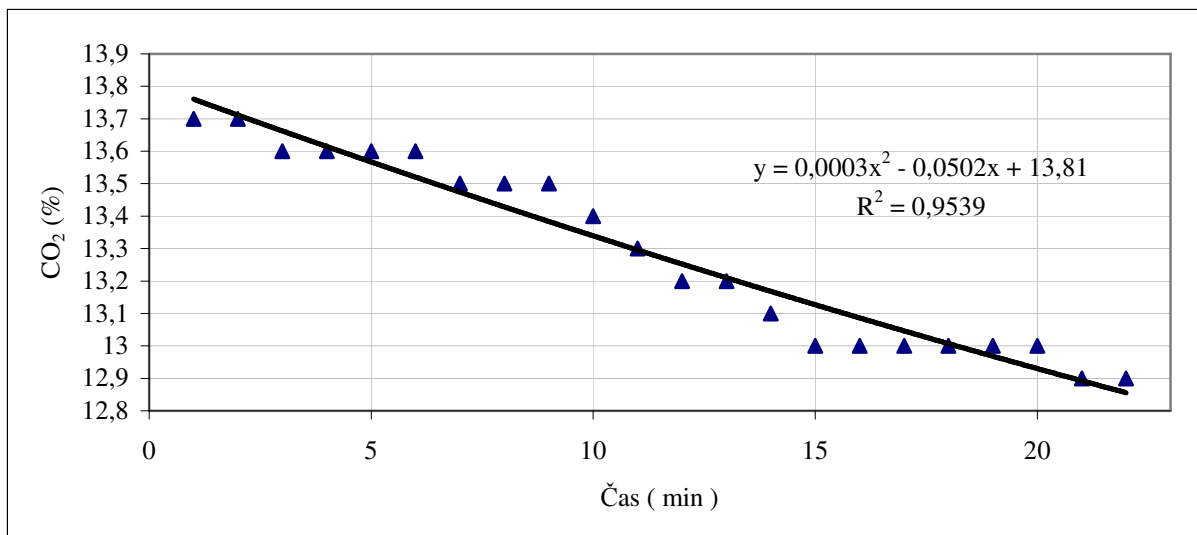
Závislost součinitele přebytku vzduchu na čase měření - spalování peletovaného separátu „Jevíčko“



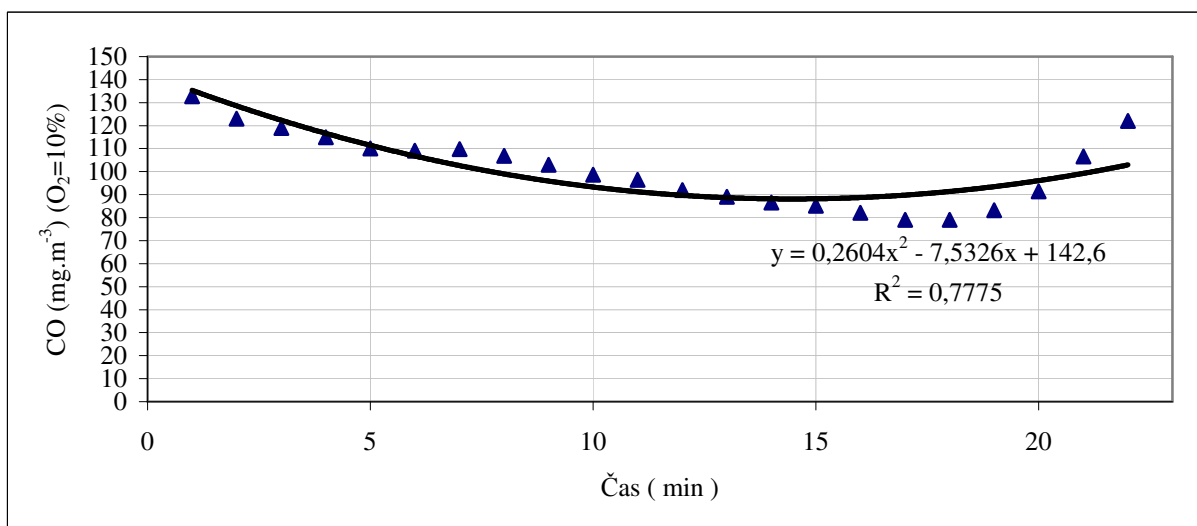
Teplota spalin - spalování peletovaného separátu „Jevíčko“



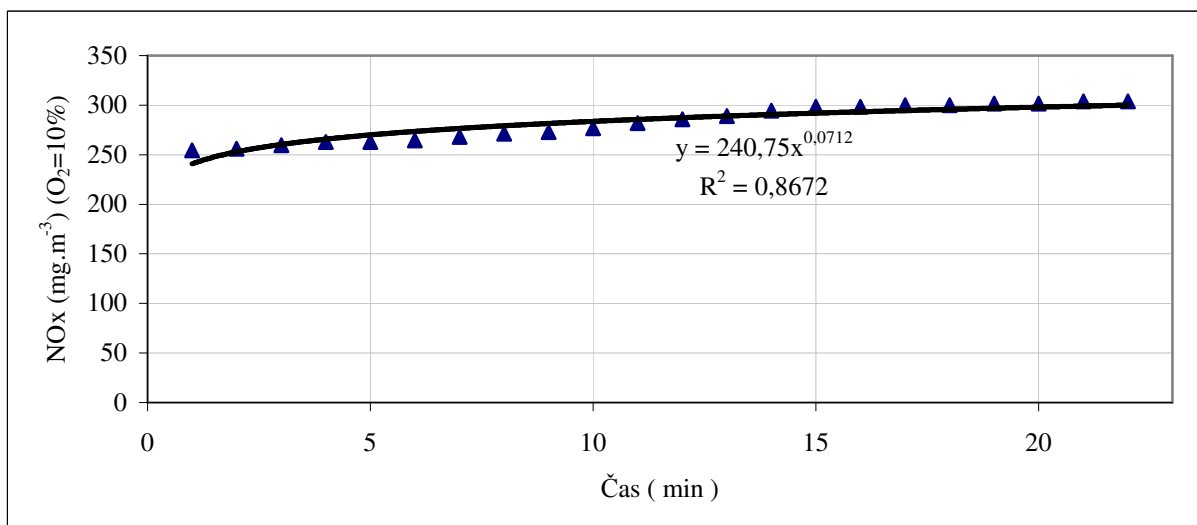
Kyslík ve spalinách - spalování peletovaného separátu „Jevíčko“



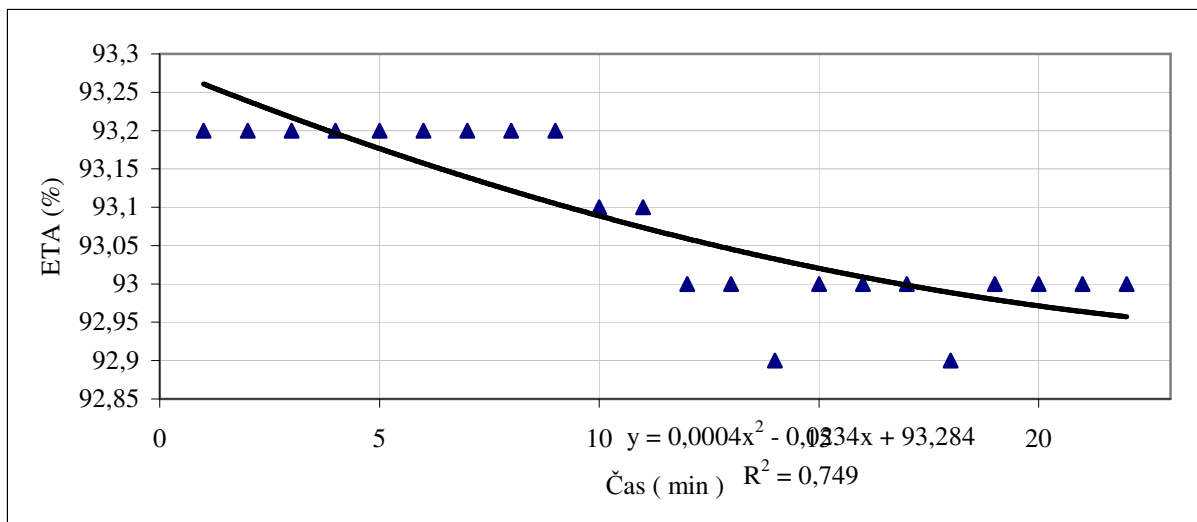
Oxid uhličitý ve spalinách - spalování peletovaného separátu „Jevíčko“



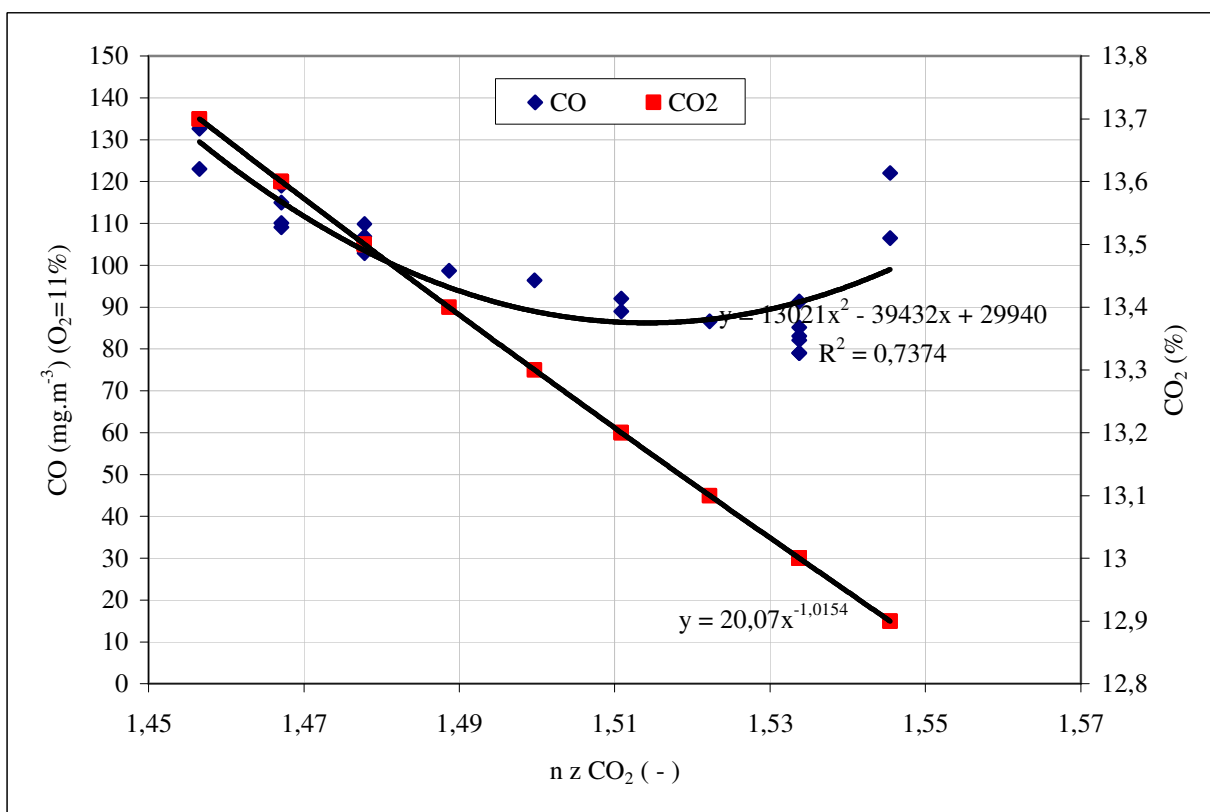
Oxid uhelnatý ve spalinách - spalování peletovaného separátu „Jevíčko“



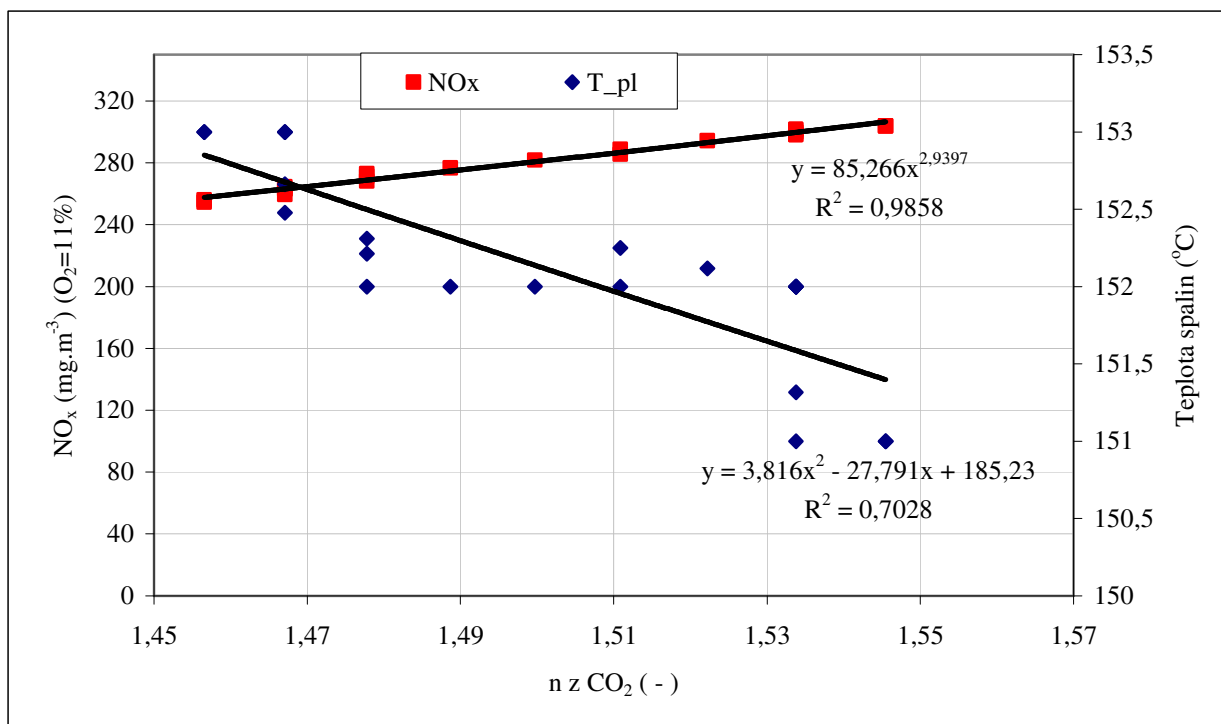
Oxidy dusíku ve spalinách - spalování peletovaného separátu „Jevíčko“



Účinnost spalovacího zařízení podle analyzátoru spalin - spalování peletovaného separátu „Jevíčko“



Závislost oxidu uhelnatého a uhličitého na součiniteli přebytku vzduchu - spalování peletovaného separátu „Jevíčko“



Závislost oxidů dusíku a teploty spalin na součiniteli přebytku vzduchu

Proces spalování peletovaného separátu ve zkušebním zařízení proběhl velmi dobře. Při průměrném přebytku vzduchu $n = 1,5$ byla průměrná hodnota emisí CO 101 mg/m^{-3}_N ($O_2 = 10 \%$). To je téměř 5x nižší hodnota než max. limit 500 mg/m^{-3}_N pro 5. třídu podle ČSN EN 303-5:2013. To potvrzuje i dosažená tepelně technická účinnost přesahující 93 %. Na základě těchto výsledků lze konstatovat, že spalování aerobně zpracovaného separátu, upraveného do formy pelet, jakož i energetické komposty obdobného složení, lze na tomto zařízení spalovat při dodržení platných velmi přísných požadavků zkušebních norem. Nutnou podmínkou je zajištění spolehlivosti celého systému, s čímž souvisí dořešení některých funkčních částí rotačního hořáku a optimální volba konstrukčních materiálů.

7. Závěr

Kompost je stabilní a hygienizované pomalu působící organické hnojivo bez přítomnosti vodorozpustných forem dusíku. Má široký poměr živin C : N, mimo základní makroprvky NPK obsahuje Ca, Mg a mikroprvky, stabilní humus, půdní mikroorganismy a také zásaditě působící látky. Fosfor, draslík a hořčík jsou schopny pokrývat požadavky vegetace.

Organická hmota obsažená v kompostu slouží v půdě jako významný zdroj energie a živin. Činností půdních mikroorganismů a působením biochemických pochodů se rozkládá, živiny a bioenergie se uvolňují a opět slouží rostlinám k novému růstu.

Kompost k energetickému využití, představující energeticky využitelnou biomasu, je specifickým druhem kompostu. Vyrábí se cílevědomě za účelem energetického využití biologicky rozložitelných zbytků a biogenních odpadů ve speciálním zařízení nebo na přizpůsobených plochách, umožňující zpracovat biomasu s nízkým obsahem sušiny, jako jsou např. kaly, separáty po anaerobním zpracování, spolu s nasákovou biomasou a vytvořený produkt dosušit bez vnosu externí energie.

Zbytky a biomasa z lesnictví a zemědělství a biologicky rozložitelná část komunálních a průmyslových odpadů se mísí a zpracovává podle typových receptur. Zakládka se za přístupu vzduchu intenzivně zahřívá, což způsobuje vysoká metabolická aktivita mikroorganismů - probíhá biochemická aerobní stabilizace zakládky. Jestliže teploty v celém profilu zakládky vystupují nad 60 °C, dochází k devitalizaci mikroorganismů přítomných v zakládce. Tento proces se označuje jako hygienizace zakládky.

Výroba kompostů k energetickému využití metodicky a terminologicky souvisí s ČSN 46 5736 „Průmyslové komposty“.

Průkopníkem komerčního využívání energetických kompostů je společnost AGRO-EKO, Ostrava - Pustkovec.

Z dostupných údajů vyplývá, že pro energetické využití kompostů formou spalování je možno použít biologicky dosoušenou biomasu, tedy speciální produkty kompostovacího procesu.

Energetické využití separátů z bioplynových stanic vyžaduje jejich usušení, neboť při výstupu z bioplynových stanic zjištěnou vlhkost 60 % m/m je třeba zásadně snížit. Pro tento účel je v principu možno použít sušárnu využívající odpadního tepla z bioplynových stanic, nebo řízený kompostovací proces s technologií výroby biologicky dosoušené biomasy. Pro usušení je možno materiál spalovat v kotlích velkých výkonů, zřejmě nejlépe fluidních,

příp. spalovat s uhlím. Výborných výsledků bude zřejmě dosaženo při peletizaci takového biopaliva a jeho spalování v kotlích malých nebo středních výkonů, avšak s použitím vybraných principů hořáků. Uvedené směry použití biopaliv se jeví jako velmi perspektivní a nabízí se vycházet z jejich principů při formulaci směrů výzkumu obnovitelných zdrojů energie. Jedná se tedy o:

- optimalizaci výroby biopaliv technologií biologicky dosoušené biomasy,
- biopaliva na bázi separátů z bioplynových stanic dosoušených odpadním teplem nebo řízeným kompostováním,
- vývoj a optimalizace spalovacích zařízení pro biopaliva na bázi biologicky dosoušené biomasy a separátů z bioplynových stanic.

8. Literatura

- 1) Váňa, J.: Výroba a využití kompostů v zemědělství. Praha, IVV MZe ČR 1997, 88 s. ISBN 80-7105-144-6
- 2) www.agro-eko.cz
- 3) Podniková norma PN AE0020905:2005 „Biomasa - Kompost k energetickému využití“. AGRO-EKO, spol. s r.o. Ostrava - Pustkovec, 2005
- 4) Kolektiv autorů: Obnovitelné zdroje energie. Kapitola: Šrefl, J.: Kompost – zdroj energie v půdě. Praha, Profi Press 2012. ISBN 978-80-86726-48-9
- 5) Žák, V., Mužík, O.: Komplexní systém energetického využití biomasy – linka na zpracování biomasy. In: Zemědělská technika a biomasa 2004. Praha, VÚZT-MZe ČR 2004. s. 97-102. ISBN 80-86884-00-7
- 6) Váňa, J., Ust'ak, S.: Biologicky dosoušená biomasa ne bázi bioodpadů jako palivo pro kotelny a bioelektrárny. [www.biom.cz/cz.odborne-clanky]

PŘÍLOHA 1

VÝROBCE	NÁZEV VÝROBKU	PODNIKOVÁ NORMA
AGRO-EKO, spol. s r.o. Technologická 372/2 708 00 Ostrava - Pustkovec	Biomasa KOMPOST K ENERGETICKÉMU VYUŽITÍ	číslo : PN AE0020905 platí od : 01.09.2005 vydáno : 19.08.2005

Tato podniková norma specifikuje podmínky pro výrobu, zkoušení, dodávky a použití kompostu, který je určen k energetickému využití.

1. VÝROBEK

1.1. Všeobecně o výrobku

Kompost k energetickému využití je specifický druh kompostu - energeticky využitelná biomasa. Vyrábí se cílevědomě za účelem energetického využití biologicky rozložitelných odpadů (BRO). Výroba probíhá ve speciálním zařízení, která umožňují zpracovat biomasu s nízkým obsahem sušiny (kaly), spolu s nasávkovou biomasou a vytvořený produkt dosušit bez vnosu externí energie.

BRO a biomasa z lesnictví a zemědělství se mísí a zpracovává podle typových receptur. Zakládka se za přístupu vzduchu intenzivně zahřívá, což způsobuje vysoká metabolická aktivita mikroorganismů – probíhá biochemická aerobní stabilizace zakládky.

Jestliže teploty v celém profilu zakládky vystupují nad 60°C dochází k devitalizaci mikroorganismů přítomných v zakládce. Tento proces se označuje jako hygienizace zakládky.

Výroba kompostu k energetickému využití metodicky a terminologicky souvisí s ČSN 46 5736 Průmyslové komposty.

Podniková norma pro kompost k energetickému využití vychází z vynálezu „Způsob přeměny biodegradabilního hygienicky nestabilizovaného substrátu na hygienicky stabilizovaný výrobek“, který je patentově chráněn. Číslo patentu 295922.

1.2 Vzhled výrobku a vlastnosti výrobku

Kompost k energetickému využití je směs biomasy složená z kalů, slámy, dřevní štěpky, pilin a dalších BRO. Kompost k energetickému využití má drobtovitou, hrudkovitou až vláknitou strukturu, barva je hnědá až hnědočerná. Ve směsi jsou patrné složky vstupní biomasy jako např. stébla slámy a části rostlinných těl, dřevěné štěpky, kousky kůry. Maximální velikost jednotlivých kousků biomasy je 50 x 50 mm, stébla slámy nebo velmi tenké větvičky mohou být dlouhé až 100 mm. Vyrobený kompost k energetickému využití je vlhký, nepráší, prachové složky zůstávají nalepeny na strukturální biomasu. Při manipulaci se snadno sype, v uzavřených zásobnících může tvořit klenby. Při skladování na volných hromadách dochází k povrchovému vysychání, ale uvnitř hromad si kompost podržuje původní vlhkost. Manipulací s kompostem dochází k opětovnému nalepování suchých částic na vlhký povrch, což je žádoucí, aby nedocházelo k prášení. Vyrobený kompost může být cítit po houbách nebo vlhkém lese. Nevykazuje pachy svědčící o přítomnosti nežádoucích látek.

Kompost k energetickému využití může být jako palivo vyráběn a dodáván ve formě sypané (jak byl vyroben) nebo může být tvarován do granulí o průměru 12 mm.

1.3 Způsob výroby

V homogenizačním zařízení probíhá řezání strukturální biomasy a promíchání s biomasou o nízkém obsahu sušiny (kaly). Dávkování surovin je sledováno pomocí elektronické váhy. Surovinová skladba je tvořena cca 50% hm. dílů strukturální a nasákové biomasy s cca 50% hm. dílů kalů – biomasy o nízkém obsahu sušiny. Vlhkost při založení zakládky se pohybuje mezi 50 – 60%.

Kompost k energetickému využití se vyrábí jako vícesložková směs. Zakládka se připraví tak, aby byla vstupní vlhkost, pH a struktura směsi umožnily rozvoj procesů aerobní termofilní fermentace. Zakládka je naskladněna do fermentačního zařízení, kde probíhá aerobní fermentace (intenzivní kompostovací proces). Aby biochemické procesy probíhaly intenzivně, je třeba zajistit dodávku dostatečného množství vzduchu do zakládky. To se provádí nucenou aerací nebo překopáváním. Překopávání je proces, při kterém jsou spodní vrstvy zakládky odebírány a přemísťovány na povrch zakládky. Optimální způsob výměny vzduchu v zakládce nesmí snižovat teplotu zakládky, o více než 5 °C.

Procesy řízené termofilní aerobní fermentace probíhají v aerobním fermentoru nebo fermentačních žlabech, v teplotním pásmu 60 – 70 °C. V těchto zařízeních probíhají fermentační procesy. Směs biomasy se za přítomnosti kyslíku biochemicky mění – degraduje. Původní organické látky v zakládce se přeměňují v jiné látky a probíhá syntéza stabilních organických látek – probíhá aerobní termofilní stabilizace zakládky. Působením bakterií se ve fermentačním zařízení mění zakládka ve fermentát – mladý kompost. Teploty v zakládce vyšší než 70°C způsobují devitalizaci mikroorganismů – probíhá termofilní hygienizace. Tato fáze trvá minimálně 48 hodin od založení zakládky.

V další časové fázi se fermentát vysušuje, vlhkost se snižuje na cca 30% a tato fáze trvá cca 48 hodin, v závislosti na vstupní vlhkosti zakládky a dalších podmínkách zpracování. Těmi jsou počet, délka a časový nástup provzdušňování a počet a časový nástup překopávání. Vysušování probíhá tak, že voda obsažená v zakládce se mění na páru. Pára vzniká jako produkt buněčného dýchání mikroorganismů a také odpařováním volné vody. Odpařování napomáhá teplota zakládky, která je vyšší než teplota okolního prostředí. Řízenou aerací zakládky se vlhký vzduch dostává mimo zakládku a odchází do atmosféry. Celková délka přeměny zakládky na kompost k energetickému využití dosahuje 96 hodin. Fermentát, který je vysušen na vlhkost cca 30% a dosahuje minimální výhřevnosti 10 MJ/kg se změnil v biopalivo.

Hotové biopalivo – kompost k energetickému využití - je možné ihned dodávat ke spalování nebo může být po vyskladnění krátkodobě uskladněno. Při tom dochází k vychlazování na okolní teplotu.

1.4 Použití

Kompost k energetickému využití – biomasa, je určen pro přímé spalování nebo jako vsázka pro zařízení k termické přeměně (pyrolýza).

Přímé spalování je možné v kotlích roštových nebo fluidních. Palivo je vhodné pro kotle ke spalování biomasy i pro kotle na uhelné. Spalování v uhelných kotlích je možné provádět tak, že biomasa tvoří 10 – 100% hmotnostních dílů paliva vstupujícího do topeniště. Kompost k energetickému využití je určen pro střední a velká energetická zařízení.

Kompost k energetickému využití není možné, s ohledem na platnou legislativu, využívat v tzv. malých energetických zdrojích. Bližší podmínky pro využití kompostu na konkrétních energetických zařízeních se řídí požadavky platné legislativy a souhlasem orgánů státní správy.

2. VSTUPNÍ SUROVINY

Vstupními surovinami do kompostu k energetickému využití jsou biomasa ze zemědělství a lesnictví a biologicky rozložitelné odpady.

2.1 Biomasa

sláma z obilovin, kukuřice, amarantu a pohanky

sláma z luskovin

sláma z technických plodin (řepka olejka, slunečnice)

šťovík energetický

rákos a orobinec

piliny

dřevní štěpky všech druhů (energetická, zelená, bílá, hnědá)

2.2 Biologicky rozložitelné odpady

OZNAČENÍ	NÁZEV ODPADŮ
02 01 03	Odpad rostlinných pletiv
02 01 06	Zvířecí trus, moč a hnůj (včetně znečištěné slámy)
02 01 07	Odpady z lesnictví
02 03	Odpady ze zpracování ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, droždí atp.
02 03 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
02 05	Odpady z mlékárenského průmyslu
02 06	Odpady z pekáren a výroby cukrovinek
02 07	Odpady výroby alkoholických a nealkoholických nápojů
03 01 01	Odpadní kůra a korek
03 01 05	Piliny, hobliny, odřezky, dřevo, dýhy
03 03	Biologicky rozložitelné odpady z výroby celulózy a papíru
04 01	Odpady z kožedělného a kožesnického průmyslu
15 01	Biologicky rozložitelné odpady z papíru, lepenky a dřeva
19 05 03	Kompost nevyhovující jakosti
19 03 05	Kal z čištění průmyslových vod z výroby celulózy
19 06	Odpady z anaerobního zpracování odpadu
19 08 05	Kaly z čištění komunálních odpadních vod
19 08 09	Směs tuků a olejů z odlučovačů obsahující pouze jedlé oleje a jedlé tuky
19 08 12	Kaly z biologického čištění průmyslových odpadních vod
20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
20 01 25	Jedlý tuk a olej
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad ze zahrad a parků
20 03 04	Kal ze septiků a žump

Použití BRO pro kompost k energetickému využití je limitováno obsahem cizorodých a sledovaných látek. Některé mohou negativně ovlivňovat zpracovatelnost a použití paliva. Do základek je možné použít jen biologicky rozložitelné odpady jasně definované dle zákona o odpadech, aby nedošlo ke omezení použitelnosti výrobku.

3. KVALITATIVNÍ POŽADAVKY NA VÝROBEK

Kompost k energetickému využití musí splňovat uvedené jakostní znaky paliva. Dále jsou stanoveny další významné vlastnosti a také maximální přípustný obsah rizikových prvků v palivu.

Tab. č. 1 Kompost k energetickému využití – jakostní znaky paliva

VELIČINA	JEDNOTKA	POPIS VELIČINY	HODNOTA
W_t^r	%	vlhkost	20 - 45
A^r	%	popeloviny	max. 20
Q_i^r	MJ/kg	výhřevnost	min. 9

Tab. č. 2 Kompost k energetickému využití - rizikové prvky v palivu (v mg na 1 kg sušiny)

PRVEK	ZNAČKA PRVKU	HODNOTA MAXIMÁLNÍ
Arsen	As	50
Kadmium	Cd	13
Chrom	Cr	1000
Měď	Cu	1200
Rtuť	Hg	10
Molybden	Mo	25
Nikl	Ni	200
Olovo	Pb	500
Zinek	Zn	3000

Tab. č. 3 Kompost k energetickému využití - další typové znaky

TYPOVÝ ZNAK	JEDNOTKA	HODNOTA
Měrná hmotnost sypná	kg/ 1m ³	170 - 250
Hodnota	pH	6,0 - 8,5
Obsah částic nad 50 mm	hm. %	max. 30
Obsah uhlíku	poměr C:N	20 - 40
Termotolerantní bakterie	KTJ/1 g suš.	max. 10 ³
Enterokoky	KTJ/1 g suš.	max. 10 ³
Salmonella	KTJ/1 g suš.	negativní

Nakládání s výrobní partií, která nesplňuje uvedené kvalitativní znaky, podléhá zvláštnímu režimu. Rozhodnutí o nakládání s touto partií vydá vedoucí projektu. Dodávka a použití neshodného výrobku je možná jen po předchozím souhlasu odběratele.

4. VZORKOVÁNÍ A ZKOUŠENÍ

4.1 Vzorkování s následnou analýzou se provádí

- při příjmu vstupních surovin
- při výrobě (technologická)

výstupní kontrola (před expedicí)

4.2 Vzorkování se provádí pravidelně, dle plánu vzorkování a analýz nepravidelně, jako namátková kontrola

4.3 Vzorkování provádí pověřený a zaškolený pracovník výrobce nebo odborně způsobilý pracovník akreditované laboratoře.

4.4. Výstupní kontrolu provádí externí odborně způsobilá laboratoř na základě objednávky

4.5. Odběr vzorků a vyšetřovací metody se provádí podle platné legislativy (vyhlášky č. 273/1998 Sb. ve znění vyhlášky č. 475/2000 Sb. o odběrech a chemických rozbořech vzorků hnojiv)

4.6. Metody zkoušení podle ČSN 465735 Průmyslové komposty

- poměr C:N
- senzorické posouzení

4.7. Výsledky analýz výrobce uchovává po dobu 36 měsíců od provedení odběru a analýzy.

Tab. č. 4 Kompost k energetickému využití – plán vzorkování

ZKOUŠKA	ČETNOST	SLEDOVANÉ HODNOTY
Vstupní	každá nová partie	vlhkost, těžké kovy, C:N
Výrobní	dle potřeby	vlhkost, pH
Výstupní	každá partie	vlhkost, popeloviny, výhřevnost, těžké kovy hygienizace, C:N

5. MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ VE VÝROBĚ

Tab. č. 4 Kompost k energetickému využití – přehled měřicích zařízení

NÁZEV ZAŘÍZENÍ	TYP	UMÍSTĚNÍ	ČETNOST MĚŘENÍ
surovinová a expediční váha	Kovonyt	externí zařízení	každá dodávka a expedice
dávkovací váha	SEKO	výrobní hala	každá partie zakládky
měření teploty	PT 100	měřicí tyče	kontinuálně při fermentaci
měření teploty		přenosné měřidlo	dle potřeby

Kontrola přesnosti a kalibrace měřicích zařízení a pomůcek se provádí dle doporučení výrobce, doklady o revizi se archivují. Provozní zkoušení měřidel provádí vedoucí pracoviště.

6.

BALENÍ, OZNAČOVÁNÍ A SKLADOVÁNÍ

6.1 Kompost k energetickému využití se dodává volně ložený nebo částečně komprimovaný ve speciálních typech vozidel. Způsob dodávky a dopravy je předmětem smlouvy mezi odběratelem a dodavatelem.

6.2. Nedílnou součástí první dodávky je příbalový leták, který obdrží odběratel spolu s dodacím listem viz - příloha č. 1 této normy

6.3. Kompost k energetickému využití musí být skladován na vodohospodářsky zabezpečených plochách, chráněných proti srážkové vlhkosti, na hromadách o maximální výšce 3 m..

6.4. Kompost k energetickému využití musí být skladován tak, aby nemohlo dojít k podstatné změně původní vlhkosti (zbahňování nebo vysýchání).

6.5. Dlouhodobé skladování vede ke snížení vlhkosti, což může způsobit vyšší prašnost při manipulaci. Maximální doba skladovatelnosti je 12 měsíců od data výroby.

7.

BEZPEČNOST PRÁCE A POŽÁRNÍ OCHRANA

Kompost k energetickému využití může dráždit pokožku a sliznice. Při práci s ním je třeba dodržovat základní pravidla osobní hygieny a používat ochranné rukavice. Po práci je třeba umýt ruce vodou a mýdlem a ošetřit ruce reparačním krémem. V případě zasažení očí je třeba provést výplach očí pitnou vodou. Při potřísnění pokožky umýt vodou a mýdlem. I drobná povrchová poranění je nutno řádně desinfikovat. Výrobek se musí používat v souladu s příbalovým letákem.

Výrobek není nebezpečný samovznícením a je nevýbušný.

8.

SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY

- ČSN 46 5735 Průmyslové komposty
- Zákon č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech
- Vyhláška č. 381/ 2001 Sb. Katalog odpadů
- Vyhláška č. 383 / 2001 Sb. O podrobnostech nakládání s odpady
- Nařízení vlády č. 352/2002 Sb. Emisní limity a podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší
- Vyhláška č. 482/2005 Sb. Druhy, způsoby využití a parametry biomasy k výrobě elektřiny

9.

REVIZE A ZMĚNY

8.1. Revize a změny této podnikové normy je možné provádět vždy, když k tomu existují důvody technologické nebo legislativní.

8.2 Změny je možné provádět pouze písemnou formou.

8.3 Změnová podoba normy se označí změnovým kódem (např. PN AE0020905-Z1)

10. NÁZVOSLOVÍ, VÝKLAD NĚKTERÝCH POJMŮ

biochemická aerobní stabilizace – změny fyzikálně-chemických vlastností vstupních surovin v zakládce, způsobené metabolickým aparátem mikroorganismů, při kterých jsou lehce rozložitelné a nestabilní látky přeměněny do stabilní formy

devitalizace mikroorganismů – usmrcování životních forem mikroorganismů

hygienizace zakládky – snižování počtu mikroorganismů v zakládce, zejména těch skupin, které označujeme jako patogenní

biodegradabilní – synonymum výrazu biologicky rozložitelný, tj. rozkládající se za spolupůsobení mikroorganismů

aerobní termofilní fermentace – procesy rozkladu a přeměny biomasy působením mikroorganismů za přístupu vzdušného kyslíku, probíhá v teplotním rozmezí 50 – 70°C, hlavním produktem je fermentát (syn. čerstvý kompost), procesy probíhají zpravidla ve specializovaném zařízení, které umožňuje řízení a intenzifikaci procesů fermentace

termotolerantní bakterie – též termotolerantní koliformní bakterie, gramnegativní tyčinky netvořící spóry, které vytvářejí za aerobních podmínek kolonie do 24 hodin kultivace při teplotě 44°C

enterokoky – též intestinální enterokoky, kulovité bakterie, jsou indikátorem fekálního znečištění vody, mohou vyvolávat akutní průjemová onemocnění (enterotoxikózy)

salmonella sp. – rod salmonela, jsou tyčinkovité bakterie, fakultativně anaerobní, netvořící spóry, na selektivních kultivačních mediích tvoří charakteristické kolonie, některé kmeny jsou původci onemocnění trávicího traktu

KTJ – zkratka označení kolonie tvořící jednotky, vyjadřuje počet bakterií schopných rozmnožování

biomasa – veškerá organická hmota rostlinného nebo živočišného původu včetně doprovodných produktů, vznikajících při transformaci a spotřebě původní hmoty

biologicky rozložitelné odpady – zbytky z výroby, zpracování a spotřeby biomasy vhodné ke zpracování kompostováním nebo v bioplynových stanicích

zakládka – cílevědomě vytvořená směs biomasy – vstupních surovin – určená k přeměně procesem aerobní fermentace (intenzivní způsob) nebo kompostováním (extenzivní způsob)

fermentát – (synonymum čerstvý kompost) produkt fermentace, vstupní suroviny jsou v počátečním stupni biochemické degradace a přeměny, jsou patrné jednotlivé vstupní suroviny a fermentát je dokonale stabilizovaný a hygienizovaný

překopávání zakládky – převrstvování zrající zakládky biomasy, s cílem provzdušnění a promísení

kompost – produkt rozkladu a přeměny biomasy pomocí mikroorganismů v prostředí se vzdušným kyslíkem

technologie kompostování – postup výroby kompostů nebo aerobně fermentovaných zakládek, zahrnující zejména. přípravu surovin, postup jejich míchání, způsob, intenzita a četnost ventilace zakládky, opatření k úpravě vlhkosti zakládky, udržování teplotního režimu v zakládce a celková doba zrání

typová receptura – procentuální zastoupení vstupních surovin určitých vlastností zastoupených v zakládce, opakovaně odzkoušená s požadovanými parametry

partie – (též šarže) je výrobní název pro množství výrobku, vyrobeného stejným postupem, ze stejných surovin s přibližně stejným složením a vyznačuje se stejnými vlastnostmi pro účel použití

PŘÍLOHA 2

BIOPALIVO

Kompost k energetickému využití

(BIOMASA)

Výrobce: AGRO-EKO, spol. s r.o., Technologická 372/2, 708 00 Ostrava – Pustkovec
Tel / FAX: 597 325 890 e-mail: info@agro-eko.cz www.agro-eko.cz
IČO: 451 939 67
Provozovna: Albrechtice (okr. Karviná), ul. Obecní 811, PSČ 735 43

Kompost k energetickému využití se vyrábí procesem řízené aerobní fermentace biologicky rozložitelných odpadů a jiné biomasy. Certifikace paliva provedena VVÚU, a.s. Ostrava .

Chemické a fyzikální vlastnosti:

Vlhkost v %	20 - 45
Popeloviny v %	max. 20
Poměr C:N	20 - 40
Výhřevnost v MJ/ 1kg	min. 9
pH	6,0 – 8,5
Měrná hmotnost sypaného v kg na 1 m ³	170 – 250

Rozsah a způsob použití

Je určen jako palivo pro kotelní jednotky středního a velkého výkonu s roštovým nebo fluidním spalováním. Může být používán v kotlích na biomasu, jakož i v kotlích uhelných. Není určen pro malé energetické zdroje. *Výrobek není určen pro aplikaci na půdu.*

Doporučené dávkování

V závislosti na podmínkách může být spalován jako jediné palivo nebo spolu s fosilním palivem v poměru 10 – 100% hm. dílů vstupního paliva.

Pokyny pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci

Kompost k energetickému využití může dráždit pokožku a sliznice. Při práci dodržujte základní pravidla osobní hygieny a používejte ochranné rukavice a další doporučené prostředky ochrany zdraví. Po práci umyjte ruce vodou a mýdlem, ošetřete reparačním krémem. Při nevhodném skladování, kdy srážková voda způsobí zbahnění skladovaného paliva, může být cítit čpavek. Takové palivo co nejrychleji spalte.

První pomoc

Při zasažení očí rychle a důkladně vypláchnout oči proudem čisté vody. Při ušpinění pokožky omýt vodou a mýdlem. V závažnějších případech, při požití nebo zasažení očí vyhledat lékařskou pomoc. I drobná povrchová poranění je nutno řádně desinfikovat.

Podmínky skladování

Volně ložený výrobek skladujte na zastřešeném místě, aby nedošlo k podstatné změně původní vlhkosti. Výrobek je třeba skladovat na vodohospodářsky zabezpečené ploše. Především je nutné palivo chránit před vniknutím srážkové vody. Dlouhodobé skladování vede ke snížení vlhkosti, což může způsobit vyšší prašnost při manipulaci. Skladujte odděleně od krmiv a potravin. Chraňte před otevřeným ohněm, dětmi a nepovolanými osobami.

Doba použitelnosti

12 měsíců od data výroby při dodržení skladovacích podmínek.

PŘÍLOHA 3

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2004-1094
(22) Přihlášeno: 04.11.2004
(40) Zveřejněno: 16.11.2005
(Věstník č. 11/2005)
(47) Uděleno: 22.09.2005
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: 16.11.2005
(Věstník č. 11/2005)

(11) Číslo dokumentu:

295 922

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁷:

B 09 B 3/00

(56) Relevantní dokumenty:
JP 07126092 A; CZ 286614 B6; CS 257064 B1.

- (73) Majitel patentu:
AGRO-EKO spol. s r. o., Ostrava, CZ
- (72) Původce:
Holuša Václav, Dolní Lhota, CZ
Vaníček Petr Ing., Jindřichovice pod Smrkem, CZ
Šindelář David, Ostrava, CZ
- (74) Zástupce:
HM PARTNERS s. r. o., Ing. Zdeněk Michálek, 28. října
150, Ostrava, 70200

(54) Název vynálezu:
**Způsob přeměny biodegradabilního hygienicky
nestabilizovaného substrátu na hygienicky
stabilizovaný výrobek**

(57) Anotace:
Zakládka tvořená biodegradabilním, hygienicky
nestabilizovaným substrátem se umístí do prostoru odděleného
od okolní atmosféry, načež se podrobí aerobní fermentaci,
přičemž se v průběhu aerobní fermentace vystaví současně v
celém objemu teplotě v rozmezí od 70 °C do 80 °C, a to po
dobu 30 až 60 minut. S výhodou se teplota zakládky v
průběhu fermentace řídí množstvím externě přiváděného
vzduchu a intenzitou převrstvování zakládky. Produktem
aerobní fermentace je hygienicky stabilizovaný výrobek
vhodný k dalšímu zpracování bez nutnosti dodržovat zvláštní
hygienická opatření, např. kompostování nebo zpracování na
palivo.

CZ 295922 B6

Způsob přeměny biodegradabilního hygienicky nestabilizovaného substrátu na hygienicky stabilizovaný výrobek

5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu zpracování biologických odpadů, zejména takových odpadů, které jsou schopny kontaminovat životní prostředí, odpadů produkujících zápach a odpadů hygienicky závadných a řeší zajištění hygieny při další manipulaci s tímto materiálem. Hygienicky stabilizovaný substrát může být bez nebezpečí poškození životního prostředí následně zpracováván, např. kompostováním nebo může být použit jako palivo.

15 Dosavadní stav techniky

Je známo, že odpady biologického původu jsou ukládány na skládky. Nevýhodou skládkování je, že si klade stále větší nároky na prostor, přičemž předpisy pro provozování skládek jsou stále přísnější. Dále je známo, že odpady biologického původu jsou bez dalších úprav kompostovány. Nevýhodou kompostování bez předchozí úpravy je, že se zpracováváný materiál stává hygienicky nezávadným až po několika měsících. Nevýhodou skládkování i kompostování je, že biologické odpady na skládkách a kompostárnách představují většinou zvýšené nebezpečí především kontaminací spodních vod, unikajícím zápachem nebo díky své podmíněčné patogenitě jsou potenciálním zdrojem nákazy. Rovněž je známo, že biologické odpady lze spalovat, přičemž vysoký obsah vody ve spalovaném materiálu je nežádoucí, neboť výhřevnost paliva se stoupajícím obsahem vody klesá. Při vysokém obsahu vody v palivu se palivo stává nehořlavým. Dále je známo, že biologické odpady lze aerobně fermentovat. Z patentu CZ 286 614 je znám způsob zpracování směsi čistírenského kalu a tuhého bioodpadu, např. dřevěných štěrků, pilin nebo separovaného komunálního bioodpadu. Uvedená směs tvořící základku se podrobí 2 až 4denní aerobní fermentaci, načež se dále suší na obsah sušiny 70 až 90 % a poté se granuluje nebo briketuje. Uvedeným postupem se získá palivo. Nevýhodou tohoto způsobu je, že hygienizace celého objemu základky není zabezpečena, neboť se proces neprovádí v uzavřeném, od okolí tepelně izolovaném prostředí, takže dochází k úniku tepla, což se nejvíce projeví nižší teplotou u povrchu základky, kde proces fermentace neprobíhá dostatečně intenzivně a celková doba zpracování je tudíž delší. Další nevýhodou je, že se při manipulaci se základkou do okolí šíří společně s odpařovanou vodou, aerosoly a tuhými částicemi též patogenní organismy. Další nevýhodou je energetická náročnost procesu, neboť k sušení substrátu je nutný externí zdroj tepla.

40 Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody řeší způsob přeměny biodegradabilního, hygienicky nestabilizovaného substrátu na hygienicky stabilizovaný výrobek podle vynálezu, jehož podstatou je, že se základka umístí do prostoru oddělené od okolní atmosféry, načež se podrobí aerobní fermentaci. Aerobní fermentace zahrnuje krok vystavení základky po dobu 30 až 60 minut teplotě v rozmezí od 70 °C do 80 °C, a to současně v celém objemu. Alternativně je podstatou, že teplota základky se v průběhu fermentace řídí množstvím externě přiváděného vzduchu a intenzitou převrstvování základky.

Výhodou způsobu dle vynálezu je, že biologický odpad je přeměněn na surovinu, která není biologicky aktivní, neznečišťuje životní prostředí a není zdrojem obtěžujícího zápachu. Další výhodou je krátká doba zpracování, takže zařízení, ve kterém se způsob realizuje, nemusí být ani při značné výrobní kapacitě nepřiměřeně velké. Výhodou je rovněž nízká energetická náročnost, neboť pro průběh procesu není nutný externí zdroj tepla.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Zakládka obsahující aerobní mikroorganismy, tvořená směsí obilné slámy, štěpků a kalů z komunální čistírny odpadních vod v hmotnostním poměru 1:1:1 se umístí do uzavřeného, tepelně izolovaného fermentačního reaktoru, který je opatřen přívodem vzduchu a odvodem vznikajících plynů.

Maximální velikost neoddělitelných částí v základce je 50 mm. Při procesu aerobní fermentace dochází ke stoupání teploty základky, takže po osmi hodinách dosahuje teplota ve fermentačním reaktoru hodnoty 40 °C až 50 °C. V této fázi je z fermentačního reaktoru odváděna vodní pára. Vlastní fermentace se provádí za převrstvování základky a regulování množství externě přiváděného vzduchu po dobu 36 hodin v tomto rozmezí teplot. Intenzita fermentace se řídí množstvím externě přiváděného vzduchu na základě měření teploty a zjišťování obsahu CO₂ v odcházejících plynech. Poté se množství externě přiváděného vzduchu sníží, takže nastává postupné zvyšování teploty po dobu 24 hodin až do dosažení teploty v rozmezí 70 °C až 80 °C. Na teplotě v tomto rozmezí je základka udržována po dobu 35 minut. Další fází je intenzivní provzdušňování, které se provádí až do dosažení maximálního obsahu vlhkosti 10%.

Příklad 2

Příklad 2 se od příkladu 1 liší tím, že základku tvoří směs 40 % kalů z textilního průmyslu s 60 % řepkové slámy.

Příklad 3

Příklad 3 se od příkladu 1 liší tím, že základku tvoří směs 35 % kalů z výroby papíru a celulózy, 15 % hoblin a pilin ze dřeva, 20 % zelené štěpky a 30 % řepkové slámy.

Příklad 4

Příklad 4 se od příkladu 1 liší tím, že základku tvoří směs 15 % kalů ze zpracování škrobu, 25 % řepkové slámy, 25 % hoblin a pilin ze dřeva, 25 % zelené štěpky a 10 % jehličnaté kůry.

Příklad 5

Příklad 5 se od příkladu 1 liší tím, že základku tvoří směs 50 % kalů z komunální čistírny odpadních vod, 25 % nestandardního starého papíru a 25 % řepkové slámy.

Do základky mohou být také použity odpady z kuchyní, sláma z energetického šťovíku, drcený komunální odpad, odpady z potravinářského průmyslu nebo plastový substrát.

Všechna uvedená % jsou hmotnostní.

PATENTOVÉ NÁROKY

5

1. Způsob přeměny biodegradabilního, hygienicky nestabilizovaného substrátu na hygienicky stabilizovaný výrobek, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se zakládka umístí do prostoru odděleného od okolní atmosféry, načež se podrobí aerobní fermentaci, přičemž aerobní fermentace zahrnuje krok vystavení zakládky po dobu 30 až 60 minut teplotě v rozmezí od 70 °C do 80 °C, a to současně v celém objemu.

10

2. Způsob dle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že teplota zakládky se v průběhu fermentace řídí množstvím extemě přiváděného vzduchu a intenzitou převrstvování zakládky.

15

Konec dokumentu

20



CZ 295922B6
Batch : N1105P

Date : 28/11/2005

Number of pages : 4

Previous document : CZ 295921B6

Next document : CZ 295923B6

PŘÍLOHA 4

ÚSTAV PRO VÝZKUM A VYUŽITÍ PALIV, A.S.
PODNIKATELSKÁ 552
190 11 PRAHA 9 - BĚCHOVICE

ZKUŠEBNÍ VYSVĚDČENÍ č. 101-2005.....

Vzorek: Fermentovaná biomasa EKOBIOFAL pro výrobu briket průměru 25 až 90 mm

Převzat dne:

Obal:

Hmotnost:

Zasílatel: EKOLOGIE spol. s r.o., Školní 418, 270 61 Lány

Poznámka: Obsahy stopových prvků jsou přepočteny na bezvodý stav vzorku a vyjádřeny v g/t (mg/kg, µg/g). Obsahy oxidů v popelu jsou vyjádřeny v hmotnostních %.

As	10,00	SiO ₂	32,62
Cd	0,60	Al ₂ O ₃	8,05
Co	2,54	Fe ₂ O ₃	14,79
Cr	15,20	TiO ₂	0,51
Cu	48,82	P ₂ O ₅	15,34
Ni	15,36	CaO	16,18
Pb	18,09	MgO	2,12
Sb	1,96	Mn ₃ O ₄	0,95
Tl pod	0,7	SO ₃	3,99
V	7,72	Na ₂ O	0,98
Zn	352,42	K ₂ O	4,16
Hg	0,64		
Cl	625		

Praha dne:

Za ředitele ústavu:



Granulometrie (sítový rozbor) a stanovení vybraných těžkých kovů a síry 3 vzorků biopaliv, vyráběných technologií AGRO-EKO v aerobním fermentoru EWA

(podklady pro uživatele biopaliva – vlhkost 30%, výhřevnost 10 MJ/kg, sypná hmotnost cca 300 kg.m⁻³)

Granulometrické složení biopaliva

Druh biopaliva	Sítový rozbor – dílčí zbytky síta v % hmotnosti						
	Síta (mm)						
	nad 32	16	8	4	1	0,5	pod 0,5
Koňský trus, piliny (I)	0	1,9	7,7	8,7	26,7	28,6	26,4
Městská zeleň (II) (tráva, listí, štěpky)	0	17,3	25,2	17,6	16,8	7,7	15,4
Městská zeleň (III) (tráva, papír, štěpka, gastro)	1	12	25	28	26	7	1

Obsah vybraných těžkých kovů (mg/kg sušiny) a síry (%) v kompostu pro energetické využití

Látka	Koňský trus, piliny (I)	Městská zeleň (II)	Městská zeleň (III)	Limit (ČSN)
As	pod 1	2,76		50
Cd	0,728	2,563		13
Hg	0,07	0,23		10
Pb	15,7	29,8		500
Zn	124	290		3000
Síra veškerá	0,46	0,49		0,5
pH	7,7	7,5		6-8,5