

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY

Projekt: GAČR 101/04/1278

**ZDENĚK SKÁLA
TADEÁŠ OCHODEK**

ISBN 978-80-214-3493-6

OBSAH

| | |
|--|----|
| Obsah..... | 2 |
| Seznam obrázků | 2 |
| Seznam tabulek..... | 3 |
| Anotace..... | 4 |
| Anotace..... | 4 |
| 1. Způsoby energetické konverze biomasy | 5 |
| 1.1. Spalování..... | 5 |
| 1.2. Zplyňování | 5 |
| 1.3. Pyrolýza..... | 6 |
| 1.4. Biochemická konverze | 6 |
| 2. Paliva – charakteristika biomasy..... | 7 |
| 2.1. Forma úpravy paliva na jednotlivých stendech..... | 8 |
| 3. Popis zařízení | 10 |
| 3.1. Fluidní zplyňování - Experimentální jednotka Biofluid 100 | 10 |
| 3.2. Spalování - Experimentální ohniště s řízeným spalováním | 12 |
| 3.3. Zplyňování v sesuvné vrstvě - Energoblok Moravská Nová Ves | 13 |
| 4. Metodiky měření | 16 |
| 4.1. Fluidní zplyňování a zplyňování v sesuvné vrstvě..... | 16 |
| 4.2. Spalování..... | 16 |
| 4.3. Popis sledovaných veličin | 16 |
| 4.4. Analýza, rozbor externích firem..... | 21 |
| 4.4.1. Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko – technologická, Katedra dřeva, celulózy a papíru | 21 |
| 4.4.2. TÜV – Praha..... | 24 |
| 4.4.3. VUHU – Stanovení tavitelnosti popela | 25 |
| 4.4.4. Akreditovaná laboratoř ZÚ OVA č.1393.3 | 25 |
| 4.4.5. VÚCHEM, VŠB-TU Ostrava, akreditovaná laboratoř č. 1166..... | 26 |
| 5. Palivové listy | 27 |
| 6. Závěr - interpretace výsledků..... | 87 |
| 7. Poděkování | 88 |
| 8. Použitá literatura, odkazy a normy..... | 89 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| obr. 1 Experimentální jednotka Biofluid 100..... | 10 |
| obr. 2 Schéma experimentálního zařízení Biofluid 100 | 10 |

| | | |
|--------|---|----|
| obr. 3 | Ohniště s řízeným spalováním | 12 |
| obr. 4 | Schéma měřící tratě..... | 13 |
| obr. 5 | Schéma technologie se zplyňovacím reaktorem (sesuvná vrstva)..... | 13 |
| obr. 6 | Zplyňovací technologie v Moravské Nové Vsi..... | 14 |
| obr. 7 | Zplyňovací reaktor - Moravská Nová Ves | 15 |
| obr. 8 | Křivka úbytku hmotnosti během zkoušky a její proložení regresí..... | 20 |
| obr. 9 | Křivka rychlosti hoření paliva během zkoušky..... | 20 |

SEZNAM TABULEK

| | | |
|--------|------------------------|---|
| tab. 1 | Vybraná biopaliva..... | 7 |
|--------|------------------------|---|

ANOTACE

Rostoucí zájem o využívání biomasy k energetickým účelům vede k pozoruhodnému rozvoji technologií. Snahou je dosáhnout vysoké provozní spolehlivosti, vysoké účinnosti transformace energie, co možná nejnižších investičních a provozních nákladů a stále více bude nutné zabývat se minimalizací emisí škodlivin.

V současném pojetí je to téma nové, byť patří dřevo k historicky nejstarším zdrojům energie a vedle klasických energetických oblastí zasahuje také do problematiky zemědělství a lesnictví.

Slabinou současného přístupu k řešení principiálních otázek je pohled na biomasu jako na palivo víceméně jednoduchých vlastností o jehož výhřevnosti rozhoduje obsah vody. Je to silně zjednodušený pohled, vedoucí k ideálnímu univerzálnímu ohništi, či zařízení, přitom však ze zkušeností víme, že například i jednotlivé druhy dřeva se významně liší při spalování v ohništi.

Znalost parametrů biopaliv, ovlivňujících průběh transformačních procesů, je nezbytná pro vývoj moderních zařízení. Bohužel dosud neexistuje dostatečná databáze těchto parametrů, navíc je nutno vzít na vědomí, že kvalitu biopaliv ovlivňují i lokální podmínky jako druh půdy, způsob hnojení, klima apod.

S vědomím těchto skutečností předložili v roce 2003 pracovníci Energetického ústavu VUT v Brně a Výzkumného energetického centra VŠB-TU v Ostravě společně s pracovníky dalších institucí na Grantovou agenturu České republiky výzkumný projekt, nazvaný „Energetické parametry biomasy“. Finančně, organizačně, technicky i personálně náročný projekt byl udělen a tato publikace shrnuje dosažené výsledky. Jsou jimi „palivové listy“ patnácti vybraných druhů biopaliv, udávající jednotnou formou všechny experimentálně hodnocené parametry. Experimenty byly prováděny na spalovacím zařízení, na protiproudém zplyňovacím reaktoru se sesuvným ložem a na atmosférickém fluidním zplyňovacím reaktoru. Pro upřesnění a ujasnění získaných hodnot jsou ve zprávě popsána jednotlivá experimentální zařízení a rovněž použité metody.

Hlavními řešitelskými pracovišti byly: Energetický ústav VUT v Brně (doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.) a Výzkumné energetické centrum VŠB-TU v Ostravě (doc. Dr. Ing. Tadeáš Ochodek). Dále byli spoluřešiteli projektu společnost Agrorobot, Moravská Nová Ves (Prof. Ing. Jiří Surý, DrSc.) a Zdravotní ústav Ostrava (Ing. Tomáš Ocelka). Na řešení projektu se podíleli: Jiří Surý, Ing. Martin Lisý, Ing. Marek Baláš, Ing. Přemysl Kohout, Doc. Ing. Ladislav Ochraňa, Ing. Jaroslav Pavlů, Ing. Michael Landsmann, Ing. Pavel Janásek, Ph.D., Ing. Milan Dej, Ph.D., Ing. Karel Borovec, Ph.D., Ing. František Hopan, Ing. Kamil Krpec, Ing. Josef Kohut, Michal Kubačka.

Potřebné analýzy mimo řešitelský tým provedly akreditované laboratoře VÚCHEM, VŠB-TU Ostrava, akreditovaná laboratoř č. 1166, akreditovaná zkušební laboratoř č. 1060 TÚV NORD Czech, s.r.o. Laboratoř energetické chemie, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s. v Mostě a pracoviště Katedry dřeva, celulózy a papíru, Fakulty chemicko-technologické, při Univerzitě v Pardubicích.

Tato závěrečná zpráva, shrnující výsledky řešení projektu, bude v roce 2007 vydána knižně a rovněž bude zájemcům k dispozici na webových stránkách Odboru energetického inženýrství, Fak. strojního inženýrství, VUT v Brně (www.oei.fme.vutbr.cz) a Výzkumného energetického centra (www.vsb.cz/vec).

1. ZPŮSOBY ENERGETICKÉ KONVERZE BIOMASY

Biomasa využitelná pro energetické účely je dostupná v mnoha různých formách. Všechny tyto formy biomasy mohou být spalovány, čímž je získáváno teplo nebo produkována elektrická energie, příp. je možné současné získávání jak tepelné tak elektrické energie v kogeneračních zařízeních. Biomasa může být také zplyňována nebo pyrolyzována, čímž lze získat spalitelné kapaliny nebo plynná paliva. Vlhká biomasa není vhodná pro termochemickou konverzi, ale lze ji využívat v biologických fermentačních procesech pro produkci plynů, alkoholů a dalších specifických chemikálií.

1.1. Spalování

Přímé spalování je nejčastější způsob přeměny biomasy na tepelnou nebo elektrickou energii. Celosvětově je energie z biomasy získávána z 90 procent právě tímto způsobem konverze, díky poměrně pokročilé znalosti této technologie, komerční dostupnosti a relativní jednoduchosti. Tento způsob konverze proto může být označován jako ověřená technologie.

Moderní energetické centrály jsou vybavovány řídicími systémy, umožňujícími plně automatický provoz, eliminující manuální obsluhu a zaručující stabilní provoz a nízké emise po celou dobu provozu.

Potřeba spalování i méně obvyklých paliv, zvyšování účinnosti spalování, snižování nákladů a snižování množství emisí vede k neustálému zdokonalování těchto technologií. K tomu je potřeba znát také detailnější vlastnosti paliv.

V principu lze rozdělit spalování biomasy v kotlích na:

- spalování v pevném loži (roštové ohniště)
- spalování ve fluidním loži (fluidní ohniště)
- spalování prachu (prášková ohniště)

1.2. Zplyňování

Termochemické zplyňování je složitá termochemická přeměna (konverze) organické hmoty v nízkovýhřevný plyn (CO , H_2 , CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2O), skládající se z celé řady jednoduchých reakcí. Proces probíhá za vyšších teplot, typicky při $750\text{ }^\circ\text{C}$ až $1000\text{ }^\circ\text{C}$. Teplo pro endotermické reakce bývá nejčastěji získáváno částečnou oxidací zplyňovaného materiálu (zplyňování vzduchem nebo kyslíkem) nebo je dodáváno z externích zdrojů [29]. Rozšířenější technologií je zplyňování pomocí vzduchu. Odpadají náklady a riziko pojící se s produkcí kyslíku a jeho využíváním při tomto typu zplyňování, stejně jako složitost a náklady na řadu reaktorů nutných pro zplyňování parou, kdy je zapotřebí dvou reaktorů. Vzniklý plyn je vhodný pro provoz kotlů, motorů a turbín, nikoliv však pro přenos plynovody, a to v důsledku své nízké energetické hustoty ($4\text{--}7\text{ MJ/m}^3_n$). Nízká výhřevnost plynu při fluidaci vzduchem je v důsledku naředění plynu dusíkem (více než 50 %). Při zplyňování směsi vzduchu a kyslíku, popř. při využívání vodní páry jako zplyňovacího media vzniká středně výhřevný plyn o výhřevnosti $10\text{--}15\text{ MJ/m}^3_n$ [30].

Systémy pro zplyňování biopaliv jsou složitější než technologie spalování, proto mají vyšší investiční náklady. Velkou výhodou zplyňovacích systémů však zůstává vyšší účinnost - při menších nebo středních výkonových úrovních mívají klasické spalovací systémy s parní turbínou účinnost 15-20%, zatímco systémy zplyňování okolo 35%. Další výhodou zplyňování zůstává možnost náhrady zemního plynu v jiných technologických procesech.

Rovněž tak lze zplyňováním specifických druhů paliv zabránit potížím při jejich přímém spalování v kotlích, jako např. vznik úsad, vznik škodlivých emisí apod.

Zplyňovací systémy lze rozdělit dle konstrukce zplyňovačů na:

- souprouté zplyňovače
- protiproudé zplyňovače
- zplyňovače s fluidním ložem

1.3. Pyrolýza

Pyrolýza je termická dekompozice paliva odehrávající se za nepřístupu kyslíku (přičemž je také prvním krokem ve spalovacích a zplyňovacích procesech, kde je následována úplnou nebo částečnou oxidací primárních produktů). Cílem pyrolýzy je produkce kapalných paliv, pyrolýzních olejů, které mohou být použity jako palivo pro vytápění nebo výrobu elektrické energie. Výsledný olej je tvořen komplexní směsí oksyločených uhlovodíků. Výhodou pyrolýzy v porovnání s předcházejícími systémy je snadnější transport kapalného paliva. Z toho vyplývá, že není potřeba lokalizovat pyrolýzní stanice blíže koncovým uživatelům, takže mohou být umístěny blíže zdrojům biomasy, což vede k nižším nákladům na její transport. Pyrolýzní reakce jsou velmi složité a vyústí v nerovnovážné produkty, což činí předurčení jejich vlastností velmi obtížným. Jejich vlastnosti závisí na teplotě procesu, délce ohřevu, okolních podmínkách, přítomnosti kyslíku, vody a ostatních plynů, a původu biomasy. Nižší teplota procesu a delší doba ohřevu vede ke vzniku dřevěného uhlí, vyšší teplota a delší doba zdržení zvyšuje konverzi biomasy na plyn, a střední teploty a krátké doby zdržení mají za následek optimální tvorbu kapalin.

Pyrolýzní technologie, v porovnání se spalováním a zplyňováním jsou prozatím na počátku vývoje, a proto jsou investiční náklady stále vysoké. Současné trendy se ubírají cestou rychlé pyrolýzy.

1.4. Biochemická konverze

Termochemické způsoby konverze paliv, jako spalování, zplyňování a pyrolýza, jsou vhodné pro biomasu mající nízký podíl vlhkosti v palivu. Pro materiály obsahující velmi vysoký podíl vlhkosti je vhodnou alternativou pro konverzi na vhodnou využitelnou formu biochemická konverze. Nejběžnější biochemický proces pro konverzi biomasy s vysokým podílem vlhkosti je anaerobní digesce, kde bakterie produkují spalitelný plyn označovaný jako bioplyn. Pomocí biochemické konverze mohou také být vyráběna některá kapalná paliva, např. bio-ethanol, metylester řepkového oleje (bio-diesel), bio-methanol apod.

Z tohoto krátkého přehledu vyplývá jednoznačná potřeba znalosti vlastností a složení biomasy, které jsou důležité pro vývoj všech zařízení využívajících biomasu jako vstupní materiál. Na pracovištích podílejících se na řešení grantu „Energetické vlastnosti biomasy“ jsou umístěny jednotky spalování a zplyňování, představující zástupce nejrozšířenějších a nejdostupnějších technologií. Jejich stručný popis bude uveden dále.

2. PALIVA – CHARAKTERISTIKA BIOMASY

Biomasa se v podmínkách České republiky vyskytuje ve třech základních druzích:

- Dřeviny:
- Stébelniny
- Ostatní biomasa – směsi a odpady

Dřeviny a stébelniny je možno rozdělit do dvou kategorií, na záměrně pěstovanou biomasu pro energetické účely a na odpady vzniklé zpracováním biomasy k jiným účelům. Dřeviny pak mohou být ve formě kusového dřeva, pilin, hoblin, štěpek, kůry, případně dále mechanicky zpracovány na peletky a brikety. Stébelniny lze získat ve formě řezanky, volně ložené slámy, balíků malých i velkoobjemových. Rovněž lze z těchto rostlin vyrábět peletky a brikety, mají však nižší mechanickou odolnost proti rozpadu, z důvodu nižšího obsahu pojivové látky než v případě dřeva, kde tuto funkci zastává *lignin*.

Na základě tohoto stručného přehledu bylo vybráno 15 charakteristických druhů vzorků biomasy určených k detailnějšímu rozboru z pohledu energetických vlastností biomasy. Výčet vzorků je uveden v tab. 1. Při výběru vzorků pro experimenty byla snaha o to, aby byly zastoupeny jak dřeviny, tak stébelniny. Zároveň výčet obsahuje jak biomasu odpadní, tak záměrně pěstovanou. Vybrané vzorky by měly reprezentovat druhy biomasy, která jsou perspektivní pro energetické využívání v České republice.

| | | | | | |
|------------|---------------------------|---------------|-----------------|----------------------|--------------|
| STÉBELNINY | Odpadní biomasa | Jednoletá | Obilnina | Sláma | Pšenice |
| | | | Olejnina | Sláma | Řepka olejná |
| | | | Přadná rostlina | Odpady ze zpracování | Len setý |
| | | | Obilnina | | Kukuřice |
| | | | Olejnina | Celé rostliny | Saflor |
| | | | Pseudoobilnina | Celé rostliny | Amarant |
| | | | Pícnina | Celé rostliny | Sléz krmný |
| Víceletá | Pícnina (původně) | Celé rostliny | Šťovík krmný | | |
| DŘEVINY | Odpadní biomasa | Víceletá | Listnaté | | Buk |
| | | | | | Bříza |
| | | | | | Akát |
| | Jehličnaté | | Borovice | | |
| | | | Smrk | | |
| | Záměrně pěstovaná biomasa | | Listnaté | | Topol |
| Vrba | | | | | |

TAB. 1 VYBRANÁ BIOPALIVA

U každého paliva byl nejprve proveden palivový rozbor, který zahrnoval následující veličiny:

- výhřevnost, spalné teplo
- hrubý rozbor (obsah vody, obsah popelovin, hořlaviny, prchavé hořlaviny)
- základní prvkový rozbor (C, N, O, H, S, Cl)
- biochemický rozbor (třísloviny, pryskyřičné látky, lignin, holocelulóza)
- charakteristické teploty popele (teplota spékání, měknutí, tání, tečení)
- složení popele (P_2O_5 , Al_2O_3 , Na_2O , SO_3 , SiO_2 , CaO , K_2O , Fe_2O_3 , MgO , TiO_2 , MnO , Cl , Pb , Cd , Cu , Hg , Cr , Ni , V , Zn)

Analýzy jednotlivých vzorků byly prováděny v akreditovaných laboratořích. Jejich stručná charakteristika a metodika analýz je uvedena dále v textu.

Hrubý a prvkový rozbor paliv a složení popelovin stanovovala akreditovaná zkušební laboratoř č. 1060 TÜV NORD Czech, s.r.o. Laboratoř energetické chemie [17], charakteristické teploty popelovin stanovovala jednak již zmiňovaná laboratoř TÜV NORD Czech, s.r.o. a dále pak Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s. v Mostě [18]. Biochemický rozbor vzorků paliv provedlo pracoviště Katedry dřeva, celulózy a papíru, Fakulty chemicko-technologické, při Univerzitě v Pardubicích [19].

Při odběrech vzorků paliv byly dodržovány zásady podle ČSN 44 1301 [20] a ČSN 44 1304 [21]. Bylo provedeno více odběrů v různých místech skládky paliva, ve vzorku byly zastoupeny frakce s rozličnou velikostí.

2.1. Forma úpravy paliva na jednotlivých stendech

Při jednotlivých experimentech byla sledována také forma fyzikální úpravy paliva. Bylo věnováno maximální úsilí standardizaci používané formy úpravy paliva a jeho vlhkosti na jednotlivých stendech.

A) Spalování

V případě dřevní hmoty byla úprava paliva na Výzkumném energetickém centru v Ostravě zaměřena nejen na potřebné rozměry, jenž musely být dodrženy pro vhodné umístění do experimentálního ohniště, ale také na velikost měrného povrchu, který byl sledován a následně hodnocen. Dřevní hmota byla vždy spalována ve formě kusových polen, jejichž přesné rozměry jsou uvedeny v palivových listech.

S ohledem na odlišnou frakci u slámy oproti dřevní hmotě byl nalezen způsob, jakým tuto hmotu spojit bez přídavného organického pojiva, které by negativně ovlivňovalo výsledky spalovacích zkoušek a zkruslovalo výsledky vzájemného porovnání jednotlivých paliv. Byl použit vysokotlaký briketovací lis, který zaručuje dostatečnou soudržnost a pevnost vyrobených briket.

B) Fluidní zplyňování na stendu Biofluid 100 na VUT v Brně

U experimentálního stendu Biofluid 100, který je podrobněji popsán v kapitole 3, je palivo do reaktoru dopravováno pomocí šnekového dopravníku. Maximální velikost částic

paliva, které lze dopravníkem transportovat, je cca 2-3 cm. Tomu musely být přizpůsobeny i vzorky paliva.

S výjimkou buku byly všechny vzorky paliv z dřevin zeštěpkovány. Velikost štěpek byla okolo 2 cm. Pouze buk byl zajištěn ve formě hoblin. Průměrná vlhkost dřevních vzorků byla od 15 do 25%. U stébelnin byla použita forma 2-3 cm řezanky, s výjimkou šťovíku, který byl zplyňován v peletách.

C) Zplyňování v pevném loži

Vzorky dřevin byly u zkoušek zplyňování v pevném loži dávkovány ve formě kusového dřeva o rozměrech do 20 cm a o maximální vlhkosti 20%. Stébelniny, s výjimkou amarantu, slézu a safloru, byly zplyňovány ve formě pelet či briket. Amarant bylo možno zplynit ve formě řezanky a nebylo třeba ho upravovat. Sléz a saflor se nepodařilo zajistit ve formě pelet, bohužel řezanku z těchto dvou plodin se nepodařilo kvalitně zplynit. Jak se přepokládalo, není řezanka pro tento typ zplyňovacího generátoru vhodná.

Přesná charakteristika paliv je uvedena v palivových listech u výsledků zkoušek.

Měření hmotnostního toku paliva

Stanovení množství paliva dávkovaného do reaktoru se provádí určením závislosti hmotnostního toku paliva na frekvenci šnekového podavače (resp. hmotnostního průtoku paliva na jednu otáčku podávacího šneku). Tato závislost je stanovována pro každé nové palivo. Pro různé frekvence je opakovaně stanovena hmotnost paliva podávaného šnekem v určitém časovém intervalu. Skutečná hodnota je pak dána aritmetickým průměrem, měření je prováděno vždy pro široký rozsah frekvencí. Hmotnostní tok paliva vstupujícího do reaktoru při ustáleném provozu je pak dán počtem otáček podavače.

Měření průtoku plynu za generátorem

K zjištění toku výstupního plynu se používá normalizovaná clona, která byla navržena dle ČSN ISO 5167-1 [28]. Tento způsob měření průtoku využívá změny tlakové energie tekutin v energii kinetickou při jejich průtoku zúženým průřezem. Změna tlakové energie před a za škrticím průřezem je mírou protékajícího množství. Jedná se o nepřímé měření a pro výpočet se musí měřit tlakový rozdíl před a za clonou Δp , tlak a teplota plynu před clonou.

Záznam dat zplyňovacího procesu

Data jsou zapisována kontinuálně v určitém časovém intervalu řídicím počítačem při každém měření:

- frekvence měniče podávacího šneku
- teploty v různých místech zařízení, které jsou měřeny termočlánky
- tlaková diference dolní a horní části fluidního generátoru
- tlaková diference na cloně
- tlak a teplota plynu na výstupu z reaktoru

Dále je měřen a ručně zaznamenávám průtok zplyňovacího vzduchu a jeho teplota v místě měření průtoku.

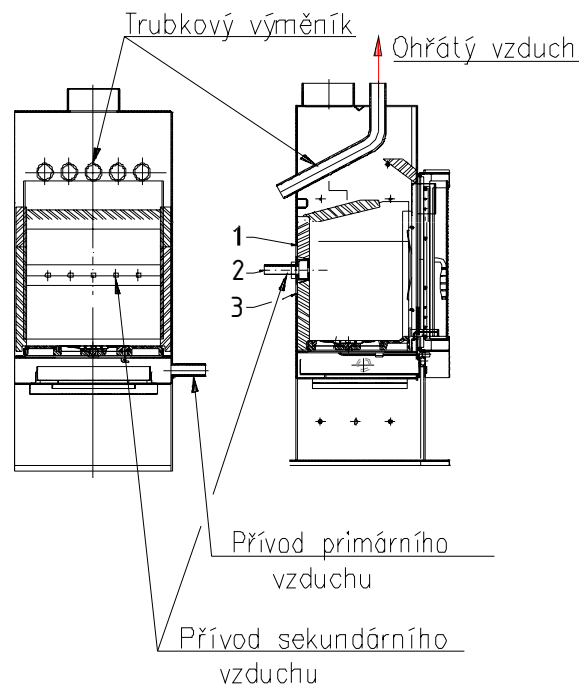
3.2. Spalování - Experimentální ohniště s řízeným spalováním

Spalovací zkoušky byly prováděny na experimentálním ohništi s řízeným spalováním (viz. obr. 3), které je umístěno v prostorách Výzkumného energetického centra VŠB-TU v Ostravě.

Parametry ohniště:

- výkon 8 kW
- objem ohniště 40 dm³
- spotřeba paliva cca 2,7 kg/h
- přívod vzduchu primární, sekundární a terciální

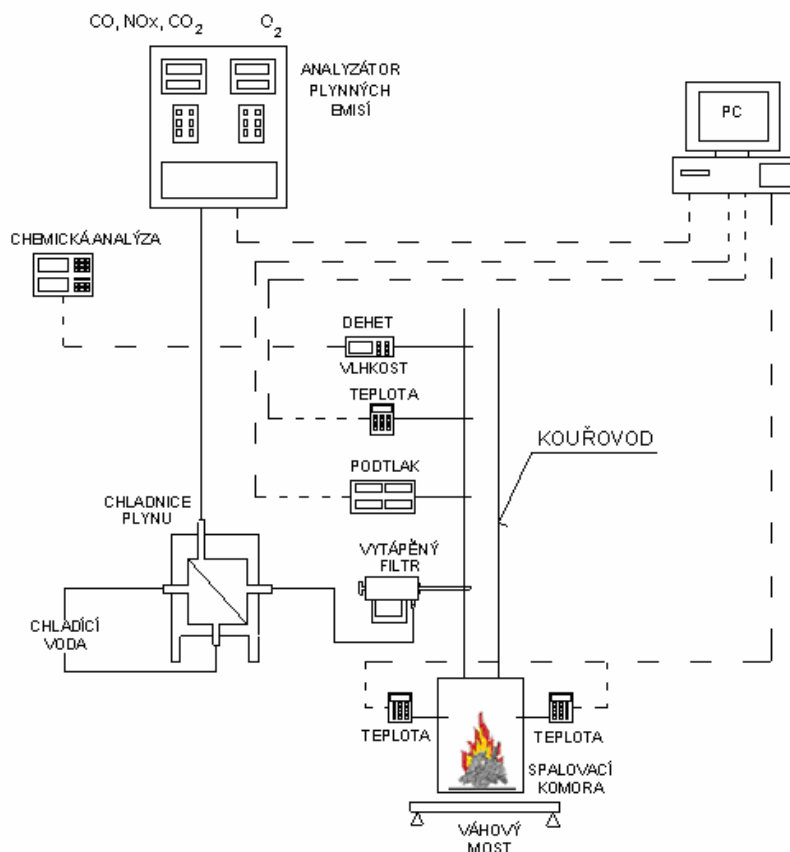
Konstrukce ohniště byla upravena tak, aby umožňovala regulaci přívodu spalovacího vzduchu do ohniště, změnu polohy přívodu sekundárního vzduchu do ohniště a také částečnou změnu velikosti a tvaru ohniště. Primární vzduch je přiváděn roštem, sekundární vzduch je přiváděn otvory ve stěnách ohniště. Přívod terciálního vzduchu pro ofuk skla je umístěn v horní části prosklených dveří ohniště. Regulace spalovacího vzduchu umožňuje nastavení jednotlivých přívodů vzduchu nezávisle na ostatních.



OBR. 3 OHNIŠTĚ S ŘÍZENÝM SPALOVÁNÍM

Sekundární vzduch je do ohniště přiváděn přes zadní stěnu pomocí jednoduchého kompaktního prvku. Ten je možno v ohništi přesouvat do několika poloh podle potřeby. Tím se dá měnit výška přívodu sekundárního vzduchu do ohniště (viz. obr. 3). Výškové nastavení sekundárního vzduchu je zobrazeno polohami 1, 2, 3.

Během spalovacích zkoušek bylo ohniště umístěno na tenzometrické váze, která umožňuje sledovat úbytek paliva po dobu zkoušky. Schéma měřicí tratě je vidět na obr. 4.

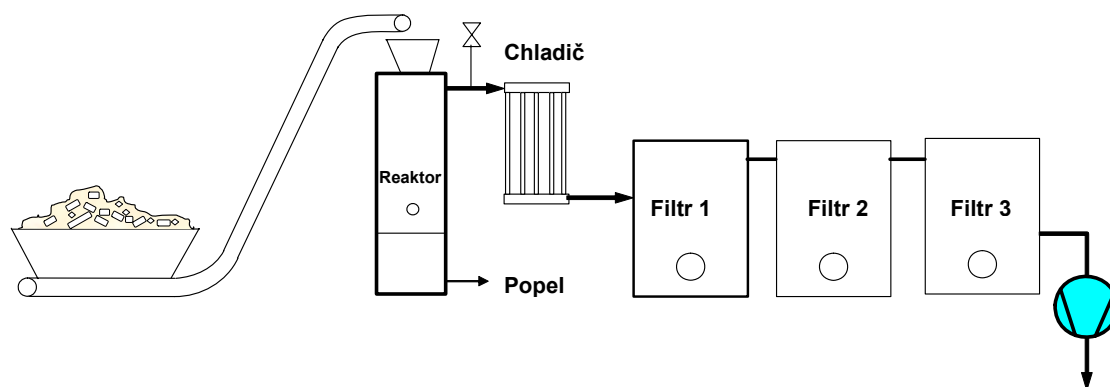


OBR. 4 SCHÉMA MĚŘÍCÍ TRATĚ

Měření teplot v kouřovodu a ve spalovacím prostoru bylo prováděno pomocí termočlánků typu K. Podtlak v kouřovodu byl měřen elektronickým mikromanometrem.

3.3. Zplyňování v sesuvné vrstvě - Energoblok Moravská Nová Ves

Jedná se o sesuvný, protiproudý zplyňovací generátor s pevným ložem skládající se z následujících částí: zásobník paliva, plnicí dopravník, nástavba zásobníku (násypka), vyvíječ plynu, expanzní a filtrační kolona, plynové dmychadlo, odvod plynu a elektrorozvaděč (viz. obr. 5)



OBR. 5 SCHÉMA TECHNOLOGIE SE ZPLYŇOVACÍM REAKTOREM (SESUVNÁ VRSTVA)

Palivo je ze zásobníku dopravováno do násypky generátoru pomocí dvou samostatných dopravníků. Systém může pracovat v ručním nebo automatickém režimu. Nástavba reaktoru je vybavena pojistkou proti přeplnění, expanzní a uzavírací klapkou a odměřovací tyčí pro měření výšky hladiny v generátoru. Těleso vyvíječe je válcového tvaru s dvojitým pláštěm uloženým na základovém rámu. Ve spodní části tělesa je žároviště navazující na vzduchovou komoru s tryskami a regulační klapkou. Získávaný plyn, odsávaný pomocí plynového dmychadla, je odváděn z horní části generátoru do chladiče. Díky odtahu plynu se ve vyvíječi vytváří podtlak. Ten způsobuje přisávání potřebného množství vzduchu přes trysky do žároviště.



OBR. 6 ZPLYŇOVACÍ TECHNOLOGIE V MORAVSKÉ NOVÉ VSI

Za vyvíječem je umístěna tzv. expanzní kolona sloužící pro expanzi plynu, zpomalení proudění a následné odloučení jemných částí úletu popela a dřevěného uhlí. Současně zde dochází k první fázi chlazení plynu. Ve filtračních kolonách se pak plyn chladí a zároveň se zbavuje od jemných frakcí uhlíku, včetně vodních par, kyseliny dřevité a fenolů. Produkovaný plyn je pak spalován na kontrolním hořáku, v plynových kotlech nebo ve spalovacím motoru.



OBR. 7 ZPLYŇOVACÍ REAKTOR - MORAVSKÁ NOVÁ VES

Pod vyvíječem je umístěn mechanismus pro pohon roštování. Na boku generátoru je umístěn odnímatelný poklop, který slouží k servisním účelům a pro doplnění dřevěného uhlí do prostoru mezipláště.

Jako paliva se používá kusové dřevo, pelety či brikety z biomasy o maximální vlhkosti 20%. Nevhodné se jeví využití štěpky, hoblin nebo řezanky.

4. METODIKY MĚŘENÍ

4.1. *Fluidní zplyňování a zplyňování v sesuvné vrstvě*

Na experimentální jednotce Biofluid 100 (fluidní zplyňování) a na Energobloku v Moravské Nové Vsi byly měřeny následující veličiny: oxid uhelnatý (CO), oxid uhličitý (CO₂), oxidy dusíku (NO_x), kyslík (O₂), celkový organický uhlík (TOC), fluorovodík (HF), chlorovodík (HCl), amoniak (NH₃), voda (H₂O), benzen, toluen, xylen, etylbenzen, styren (BTXES), benzofuran, inden, naftalen, metylnaftaleny, gravimetrický dehet, polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), dibenzofuran, bifenyl, fenoly, vodík (H₂), metan (CH₄), uhlovodíky (C₂-C₆) a sulfan (H₂S).

4.2. *Spalování*

Na experimentálním ohništi s řízeným spalováním byly měřeny následující veličiny: oxid uhelnatý (CO), oxid uhličitý (CO₂), oxidy dusíku (NO_x), kyslík (O₂), celkový organický uhlík (TOC), fluorovodík (HF), chlorovodík (HCl), benzen, toluen, xylen, etylbenzen, styren (BTXES), benzofuran, inden, naftalen, metylnaftaleny, gravimetrický dehet, polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), dibenzofuran, bifenyl, fenoly, perzistentní organické polutanty (POP) a tuhé znečišťující látky (TZL). Po dobu zkoušení byl také zaznamenáván úbytek paliva, díky čemuž mohla být sestavena křivka rychlosti hoření paliva.

4.3. *Popis sledovaných veličin*

Oxid uhelnatý (CO), oxid uhličitý (CO₂) a oxidy dusíku (NO_x)

Měření vycházelo z postupů uvedených v ČSN ISO 10396 [1], ČSN ISO 10849 [2], ČSN 83 4711 část 7 [3] a ČSN 83 4740 [4]. Koncentrace CO, CO₂ a NO_x byly měřeny kontinuálním analyzátozem Advance OPTIMA, URAS 14 od firmy Hartmann & Braun pracujícím na principu absorpce infračerveného záření. Odběr vzorku plynu byl uskutečňován pomocí sondy s vyhřívaným keramickým filtrem pro odloučení tuhých částic, za kterým byla připojena vytápěná hadice z teflonu (PTFE) k zabránění kondenzace vody v odebíraném vzorku plynu při jeho dopravě. Na konci vytápěného vedení byl zařazen konvertor (převádí NO₂ na NO) a za ním následovala chladnice plynu, v níž byla odloučena vlhkost z plynu. Takto upravený vzorek byl zaveden do analyzátoru, který byl před měřením zkalibrován pomocí kalibrační směsi.

Kyslík (O₂)

Koncentrace O₂ v plynu byla měřena kontinuálním analyzátozem PMA 30 od firmy AFRISO s.r.o., využívajícím paramagnetických vlastností kyslíku. Odběr vzorku plynu byl uskutečňován stejným způsobem jako v případě měření CO, CO₂ a NO_x. Přístroj byl před měřením kalibrován čistým dusíkem pro kalibraci nuly (0% O₂) a okolním vzduchem (21% O₂) a měřil v rozsahu 0 – 30%.

Celkový organický uhlík (TOC)

Ke stanovení koncentrace celkového obsahu uhlovodíků v plynu byla použita metoda plamenoionizační detekce (FID). Plyn byl kontinuálně odebírán vytápěným vedením (vytápěná hlavice s keramickým filtrem a vytápěná hadice z PTFE) napojeným na vstup vytápěné filtrační jednotky, ze které byl dále veden do analyzátoru Signal 3000M firmy

Signal Instrument Co. Ltd., pracujícím na principu FID. Vzorek plynu je veden do vodíkového plamene hořícího mezi dvěma elektrodami, kde dochází k ionizaci molekul uhlovodíků a ke vzniku elektrického náboje. Náboje iontů umožňují vznik proudu mezi elektrodami FID, který je úměrný koncentraci uhlovodíků. Koncentrace uhlovodíků je vyjádřena sumárně jako C_xH_y bez kvalitativního rozlišení. Jako standard ke kalibraci sloužil metan v dusíku. Získané výsledky byly přepočteny na celkový obsah organického uhlíku (TOC).

Fluorovodík (HF) a chlorovodík (HCl)

Odběry vzorků plynu pro stanovení plyných sloučenin fluoru vyjádřených jako HF a plyných sloučenin chloru vyjádřených jako HCl vycházely z postupů uvedených v ČSN 83 4752 část 2 [7] a ČSN EN 1911-1 [8]. Plyn byl odsáván proporcionálně přes odběrovou sondu s vyhříváním keramickým filtrem pro odloučení tuhých částic do dvou za sebou zařazených promývaček naplněných absorpčním roztokem (vodný roztok NaOH, koncentrace 0,1 mol/l). Odběrová trať dále pokračovala silikonovou hadicí do sušicí věže naplněné silikagelem, do čerpadla plynu, před kterým byl zařazen regulátor průtoku a do přesného kapalinového plynoměru. Po dokončení odběru byl vzorek z obou promývaček smíchán, doplněn demineralizovanou vodou na známý objem a transportován do laboratoře k analýze, viz. kapitola 4.4.5.

Amoniak (NH_3)

Vzorkování plynu pro stanovení koncentrace amoniaku bylo provedeno podle ČSN 83 4828 část 2 [6]. Plyn byl odsáván proporcionálně přes odběrovou sondu s vyhříváním keramickým filtrem pro odloučení tuhých částic do dvou za sebou zařazených promývaček naplněných absorpčním roztokem (vodný roztok H_2SO_4 , koncentrace 0,05 mol/l). Odběrová trať dále pokračovala silikonovou hadicí do sušicí věže naplněné silikagelem, do čerpadla plynu, před kterým byl zařazen regulátor průtoku a do přesného kapalinového plynoměru. Po dokončení odběru byl vzorek z obou promývaček smíchán, doplněn demineralizovanou vodou na známý objem a transportován do laboratoře k analýze, viz. kapitola 4.4.4.

Voda (H_2O)

Vlhkost plynu byla stanovena gravimetricky pomocí kondenzační metody. Vzorek plynu byl odsáván proporcionálně přes odběrovou sondu s vyhříváním keramickým filtrem pro odloučení tuhých částic a přiveden do kondenzátoru, kde bylo zachyceno převážné množství vodní páry obsažené v plynu ve formě kondenzátu. Hmotnost kondenzátu se zjistí z rozdílu hmotností kondenzační baňky s kondenzátem a prázdné kondenzační baňky. Z kondenzátoru vystupuje plyn s obsahem vodní páry na mezi sytosti tzv. sytý plyn, jehož teplota a tlak jsou měřeny. Odběrová trať dále pokračovala silikonovou hadicí do sušicí věže naplněné silikagelem, do čerpadla plynu, před kterým byl zařazen regulátor průtoku a do přesného kapalinového plynoměru. Výsledná vlhkost plynu je dána součtem vlhkosti zachycené v kondenzátoru a zbytkové vlhkosti sytého plynu.

Benzen, toluen, xylen, etylbenzen, styren (BTXES), benzofuran, inden, naftalen, metylnaftaleny

Měření bylo provedeno podle postupů uvedených v ČSN EN 13649 [9]. Vzorek plynu byl odsáván proporcionálně přes odběrovou sondu s vyhříváním keramickým filtrem pro odloučení tuhých částic a hadicí z PTFE do sorpční trubičky ORBO 32 firmy Supelco obsahující dvě sekce s aktivním uhlím (400 a 200 mg). Odběrová trať dále pokračovala

silikonovou hadicí do sušicí věže naplněné silikagelem, do čerpadla plynu, před kterým byl zařazen regulátor průtoku a do přesného kapalinového plynoměru. Po dokončení odběru byly sorpční trubičky uzavřeny hermetickými zátkami a transportovány do laboratoře k analýze, viz. kapitola 4.4.4.

Gravimetrický dehet, polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), dibenzofuran, bifenyly a fenoly

Metodika měření vycházela ze “Směrnice pro měření a analýzu dehtu a částic v plynech ze zplyňování biomasy“ [14]. Vzorek plynu byl izokineticky odebírán sondou, za kterou byl zařazen vyhřívaný zachycovač s filtrem ze skleněných vláken, na němž byly zachyceny tuhé částice (teplota filtru byla udržována na 200°C). Dále plyn procházel sedmi promývačkami naplněnými isopropanolem, ve kterých docházelo k zachycení dehtovitých látek. Poslední tři promývačky byly umístěny v mrazícím boxu chlazeném směsí ledu a soli na teplotu -20°C. V této části odběrové aparatury byly zachyceny případné zbytky dehtovitých látek z plynu. Veškeré nevyhřívané části odběrové aparatury až k poslední promývačce byly zhotoveny ze skla nebo PTFE, aby byla vyloučena sorpce dehtovitých látek na stěnách aparatury. Odběrová trať dále pokračovala silikonovou hadicí do sušicí věže naplněné silikagelem, do čerpadla plynu, před kterým byl zařazen regulátor průtoku a do membránového plynoměru.

Po ukončení odběru byl filtr se zachycenými prachovými částicemi přenesen do vzorkovnice a tvořil první část vzorku transportovanou do laboratoře. Skleněná a teflonová část aparatury byla několikrát opláchnuta čistým isopropanolem a všechny kapalné podíly byly přeneseny do laboratoře ve skleněné uzavřené nádobě jako druhá část vzorku, viz. kapitola 4.4.4.

Vodík (H₂), metan (CH₄), uhlovodíky (C₂-C₆), sulfan (H₂S), oxid uhelnatý (CO), oxid uhličitý (CO₂)

Vzorky plynu pro selektivní analýzu plynných složek byly jednorázově odebírány do skleněných vzorkovnic. Skleněná vzorkovnice, předem naplněná vodou, byla připojena na výstupní část odběrové sondy s vyhřívaným keramickým filtrem. Otevřením zábrusových ventilů došlo k vypuštění vody a naplnění skleněné vzorkovnice plynem, která byla ihned poté hermeticky uzavřena a následně přepravena k analýze do laboratoře, viz. kapitola 4.4.5.

Perzistentní organické polutanty (POP)

Skupina POP zahrnuje polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDD), polychlorované dibenzofurany (PCDF), polychlorované bifenyly (PCB) a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) v rozsahu uvedených ve vyhlášce MŽP č. 356/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů [15]. Měření bylo provedeno podle ČSN EN 1948 [10].

Vzorek spalin byl odebírán izokineticky vyhřívanou titanovou sondou (opatřenou vyměnitelnou hubicí), za kterou byl zařazen vyhřívaný zachycovač s filtrem ze skleněných vláken, na němž byly zachyceny tuhé částice (teplota filtru byla udržována pod 125°C, ale nad teplotou rosného bodu spalin). Dále plyn procházel kondenzátorem a baňkou na jímání kondenzátu. Spaliny byly v kondenzátoru ochlazeny na teplotu pod 20°C. Za baňkou následovaly dvě promývačky, každá naplněná 0,5 l směsí ethylenglykolmonoethylether/voda (1:2 v/v). Na konci odběrové trati (za sušicí věží s náplní silikagelu) bylo čerpadlo plynu, regulační člen a membránový plynoměr. Vzorkovací trať byla před vzorkováním spikována PCDF značenými 13C12 (filtr a roztok v první promývačce).

Filtr (typ GF8 od fy Schleicher&Schuell) se zachycenými prachovými částicemi byl po ukončení odběru přenesen do skleněné vzorkovnice a tvořil první část složeného vzorku převezeného do laboratoře. Vnitřní část vyhřívané titanové sondy byla po ukončení opláchnuta demineralizovanou vodou, acetonem a hexanem. Oplach sondy tvořil druhou část složeného vzorku a byl transportován do laboratoře v uzavřené skleněné nádobě. Kondenzát, jehož hmotnost byla stanovena vážením, byl smíchán s obsahem promývaček. Všechny nevyhřívané části aparatury přicházející do styku s emisemi včetně promývaček byly opláchnuty acetonem a hexanem a oplachová kapalina byla přidána ke kondenzátu. Tyto kapalné podíly, tvořící třetí část složeného vzorku, byly transportovány do laboratoře v uzavřené skleněné nádobě. Laboratorní analýza vzorku viz. kapitola 4.4.4.

Tuhé znečišťující látky (TZL)

Stanovení koncentrace tuhých znečišťujících látek v místě měření bylo provedeno podle ČSN ISO 9096 [11]. Spaliny byly izokineticky odebírány elektricky vyhřívanou sondou, která byla napojena na elektricky vyhřívaný zachycovač, kde se na filtru ze skleněných mikrovláken zachytila většina TZL z odsávaného vzorku kouřových plynů. Po zachycení TZL byly odsáté spaliny zavedeny do kondenzátoru, kde byla zachycena většina vodní páry obsažené ve spalinách ve formě kondenzátu, který byl po ukončení odběru vzorku zvážen.

Z kondenzátoru vystupují spaliny ochlazené na měřenou teplotu s obsahem vodní páry na mezi sytosti při dané měřené teplotě, tzv. syté spaliny. Spaliny byly vedeny přes membránové čerpadlo do vyhřívaných membránových plynových hodin, na jejichž vstupu byly měřeny tlak a teplota spalin. Z plynových hodin byly spaliny vyvedeny do ovzduší. Požadovaný průtok byl regulován podle rotometru nastavením regulačního ventilu. Před počátkem odběru byl zaznamenán počáteční a po odběru konečný stav na membránových plynových hodinách. Po ukončení odběru v kouřovodu bylo provedeno zvážení exponovaných filtrů. Koncentrace TZL byla stanovena jako podíl množství zachycených TZL k celkovému objemu odsátých spalin.

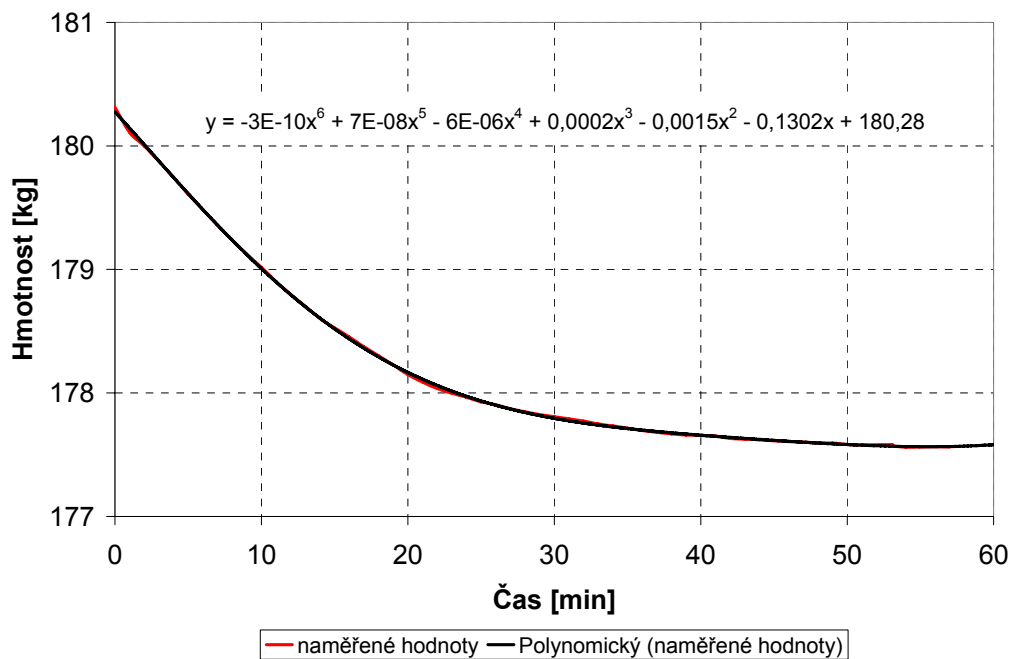
Rychlost hoření (pouze u spalování)

Pro hodnocení kvality průběhu spalovacího procesu bylo nezbytné stanovit jeho základní parametr, kterým je rychlost hoření. Jelikož byl znám průběh vyhořívání paliva, následně bylo možné určit rychlost hoření derivací křivky vyhoření podle času:

$$v = \frac{dm}{dt}$$

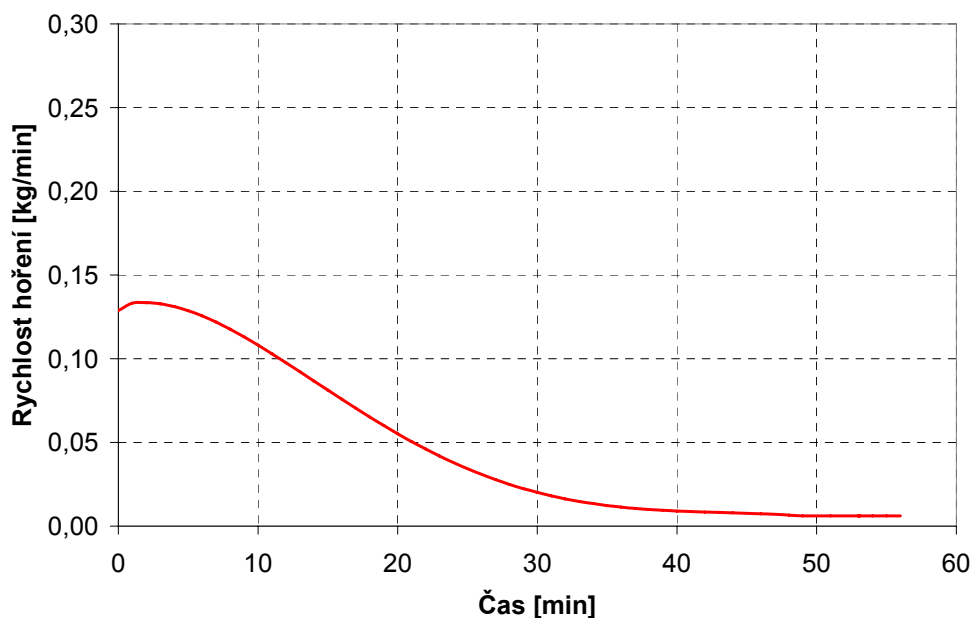
kde v je rychlost hoření [kg/min]
 t čas [min]
 m hmotnost [kg]

Praktický výpočet rychlosti hoření byl proveden tak, že v programu Excel byla vytvořena křivka úbytku hmotnosti během spalovací zkoušky. Tato křivka byla proložena trendovou křivkou takového stupně, aby si průběhy skutečného úbytku paliva a regresní křivka co nejvíce odpovídaly (viz. obr. 8). Z grafu je patrné, že se křivka úbytku hmotnosti a regresní křivka téměř shodují. V našem případě bylo použito polynomické regrese 6.stupně.



OBR. 8 KŘIVKA ÚBYTKU HMOTNOSTI BĚHEM ZKOUŠKY A JEJÍ PROLOŽENÍ REGRESÍ

Pomocí regresní rovnice byly vypočítány upravené hodnoty úbytku paliva během zkoušky. Pro naše účely bylo možno derivaci nahradit rozdílem. Rozdíl hmotnosti mezi dvěma po sobě jdoucími minutami nám dává rychlost hoření (viz.obr. 9).



OBR. 9 KŘIVKA RYCHLOSTI HOŘENÍ PALIVA BĚHEM ZKOUŠKY

4.4. Analýza, rozbor externích firem

4.4.1. Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko – technologická, Katedra dřeva, celulózy a papíru

Dodány byly vzorky různých dřevin a travin. U všech testovaných vzorků paliv byl proveden biochemický rozbor paliva, resp. byly stanoveny vybrané hlavní složky, jako jsou:

- alkylaromatická složka dřeva představovaná ligninem
- polysacharidická složka dřeva představovaná holocelulózou (celulózou a hemicelulózou)
- další doprovodné látky jako jsou třísloviny a pryskyřičné látky obvykle terpenické povahy

Chemický rozbor biomasy byl zaměřen na stanovení:

- vlhkosti (x_h, X_h)
- tříslovin (x_T, X_T)
- pryskyřičných látek (x_r, X_r)
- ligninu (dle Klasona) (x_l, X_l)
- obsahu popele (x_a, X_a)
- holocelulózy (celulóza + hemicelulózy) (x_c, X_c)

Ukazatelé $x_h, x_T, x_r, x_l, x_a, x_c$ jsou relativní hmotnostní zlomky, resp. $x \cdot 100$ procentické vyjádření složení vzduchosuchého (v.s.) dřeva za předpokladu, že platí :

$$x_h + x_T + x_r + x_l + x_a + x_c = 1 \quad \text{resp.} \quad 100 \text{ (v \%)}, \text{ protože}$$

$$x = m / m_{v.s.},$$

kde m – množství (v g) stanovené složky ve dřevě o množství vzduchosuché zanášky hmoty $m_{v.s.}$ (v g).

V případě vyjádření výsledků stanovení v relativních hmotnostních množstvích (X_T, X_r, X_l, X_a, X_c), resp. v procentech vztažených na jednotku absolutně suché hmoty (a.s.) platí:

$$X_T + X_r + X_l + X_a + X_c = 1 \quad \text{resp.} \quad 100 \text{ (v \%)}, \text{ protože}$$

$$X = m / m_{a.s.},$$

Kde $m_{a.s.}$ značí množství a.s. navážky dřevních pilin. Pro přepočet tak platí, že:

$$X = x / (1 - x_h) \quad \text{v procentuálním vyjádření}$$

$$X = x / (100 - x_h).$$

Způsob úpravy dodaných vzorků

Dřeviny o průměru 5 až 10 cm a délce 20 až 30 cm byly odkorněny doběla. Chemický rozbor byl prováděn z pilin získaných z jednotlivých vzorků dodaných dřevin. Vzorky byly zpracovány tím způsobem, že z nich byly připraveny piliny broušením rašplí v příčném směru každé kulatiny. Získané piliny pak byly roztříděny prosíváním přes síto o velikosti ok 0,4 mm (40 mesh). Provedení odpovídá TAPPI normě T 257 cm-85.

Rostlinná hmota ve formě stvolů nebo řezanky se nechala usušit v prostředí o relativní vlhkosti $40 \pm 5\%$ a teplotě 22 ± 1 °C do konstantní hmotnosti. Takto upravená hmota se potom rozdrtila na laboratorním mlýnu a prošla přes síto o velikosti ok 0,4 mm (40 mesh). Provedení odpovídá TAPPI normě T 257 cm - 85 pro rozbor dřevní hmoty.

Stanovení vlhkosti

Vlhkost pilin (prášku) byla stanovena dle TAPPI normy T 264 cm - 97 tak, že odvážené množství pilin ($m_{v.s.}$, cca 2 g s přesností na 0,001g) se sušilo v sušárně ve váženice při 105 ± 3 °C po dobu 2 hodin, ochladilo se v exsikátoru a vážilo do konstantní váhy. Vrátilo se opět do sušárny na 1 hodinu a celý postup se opakoval tak dlouho, dokud se hmotnost pilin ($m_{a.s.}$) neměnila.

Vlhkost $x_h = (m_{v.s.} - m_{a.s.}) / m_{v.s.}$ resp.

x_h (%) = $((m_{v.s.} - m_{a.s.}) * 100) / m_{v.s.}$

Zbývající usušený vzorek se dále použil na stanovení popele.

Stanovení množství popele

Množství popele ve dřevě se stanovilo v souladu s TAPPI normou T 211 om-93 spálením vzorku v peci při 525 ± 25 °C, ochlazením v exsikátoru a určením jeho hmotnosti m_a běžným způsobem.

Obsah popele byl následně vypočten dle vzorce:

$x_a = m_a / m_{v.s.}$ vztaženo na vzduchosuchý (v.s.) vzorek

nebo

$X_a = x_a / (1 - x_h)$ vztaženo na absolutně suchý (a.s.) vzorek,

resp. v % (* 100).

Stanovení tříslovin

Stanovení odpovídá TAPPI normě T 264 cm - 97, které se používá při stanovení ligninu dle Klasona. Je jeho modifikovanou podobou. Třísloviny byly stanoveny extrakcí 95% -ním etanolem.

Rostlinné piliny ($m_{v.s.}$) připravené výše uvedeným způsobem se odvážily do patrony (cca 2g) Soxhletova přístroje a extrahovaly se intenzivně po dobu 4 hod. 95% etanolem (smí být denaturován 5% methanolu nebo isopropanolu). Po skončení extrakce se opatrně patrona se vzorkem pilin vysušila v digestoři v proudu vzduchu a určila se hmotnost zbývajících pilin (m_1). Množství tříslovin x_T se následně určila ze vztahu:

$x_T = (m_{v.s.} - m_1) / m_{v.s.}$ resp. $x_T (\%) = x_T * 100$ vztaženo na vzduchosuchý (v.s.) vzorek.

$X_T = x_T / (1 - x_h)$ vztaženo na absolutně suchý (a.s.) vzorek, resp. v % (*100).

Takto upravený vzorek se dále použil na stanovení pryskyřičných látek.

Stanovení pryskyřičných látek

Stanovení odpovídá TAPPI normě T 264 cm - 97, které se používá při stanovení ligninu dle Klasona. Je jeho modifikovanou podobou. Pryskyřičné látky byly stanoveny vyextrahováním pomocí benzen-etanolické směsi.

Patrona s odextrahovanými pilinami se opět vložila do Soxhletova přístroje, který byl však v tomto případě naplněn směsí benzenu a etanolu v poměru 1:2. Extrakce se prováděla dle TAPPI normy T 264 cm - 97 po dobu 6 až 8 hodin. Po skončení extrakce byly dřevní piliny převedeny na Büchnerovu nálevku a byl odsán přebytek extrakčního činidla. Vzorek se dále promyl nejdříve etanolem tak dlouho, až odtékající kapalina byla bezbarvá. Potom bylo provedeno promytí destilovanou vodou (cca 100 ml) k odstranění alkoholu. Vzorek byl převeden do 1000 ml Erlenmayerovy nádoby a byl přidán do 500 ml horké destilované vody. Nádoba se následně zahřívala na vodní lázni po dobu 1 hodiny. Po skončeném promývání se obsah nádoby opět přefiltroval na Büchnerově nálevce a promyl 500 ml horké destilované vody. Vzorek se následně usušil v sušárně při 105°C a určila se jeho hmotnost m_2 .

Množství pryskyřičných látek byl vypočten ze vztahu:

$x_r = (m_1 - m_2) / m_{v.s.}$ vztaženo na vzduchosuchou (v.s.) hmotu

nebo

$X_r = x_r / (1 - x_h)$ vztaženo na absolutně suchou (a.s.) hmotu, resp. v % (*100).

Takto upravený vzorek se následně použil na stanovení ligninu.

Stanovení ligninu dle Klasona

Stanovení ligninu dle Klasona je založeno na hydrolýze a rozpuštění všech polysacharidických (holocelulózy) podílů ve fytohmase pomocí 72%-ní kyseliny sírové.

Stanovení odpovídalo TAPPI normě T 264 cm-97.

Množství m_2 zbývajících a.s. pilin bylo přelito 72%-ní kyselinou sírovou 10 až 15°C teplé, v množství odpovídající 15 ml této kyseliny na 1 g vzduchosuchého vzorku. Směs se intenzivně promíchala po dobu 1 minuty a posléze ponechala stát 2 hodiny při teplotě 18 až 20°C za občasného zamíchání. Potom se směs zředila přídatkem destilované vody tak, aby koncentrace kyseliny klesla na hodnotu 3% (např. použije-li se na začátku 15 ml 72%-ní kyseliny sírové, tak se směs zředí přídatkem 345 ml destilované vody). Dřevní piliny s kyselinou se potom daly do varné baňky a směs se vařila pod zpětným chladičem po dobu 4

hodin. Nerozpustný hnědý až tmavohnědý zbytek se následně odfiltroval přes odvážený skleněný pórovitý filtr S₂ a pomalu promyl 500 ml horké destilované vody.

Vzorek se pak sušil při teplotě $105 \pm 3^\circ\text{C}$ do konstantní hmotnosti, ochladil v exsikátoru a zvažil, čímž se určila jeho hmotnost m_3 .

Obsah ligninu ve vzorku se určil ze vztahu:

$$x_l = (m_3 - x_a \cdot m_{v.s.}) / m_{v.s.} \text{ vztaženo na vzduchosuchou (v.s.) hmotu}$$

nebo

$$X_l = x_l / (1 - x_h) \text{ vztaženo na absolutně suchou (a.s.) hmotu, resp. v \% (*100).}$$

Stanovení holocelulózy

Množství holocelulózy ve dřevě bylo získáno dopočtem.

K výpočtu se použil následující vztah:

$$x_c = 1 - x_T - x_r - x_l - x_a - x_h \text{ vztaženo na vzduchosuchý vzorek (v.s.) hmoty}$$

nebo

$$X_c = 1 - X_a - X_T - X_r - X_l \text{ vztaženo na absolutně suchou (a.s.) hmotu, resp. v \% (*100).}$$

4.4.2. TŮV – Praha

Hrubý a prvkový rozbor vzorků biomasy a složení popelovin stanovovala akreditovaná zkušební laboratoř č. 1060 TŮV NORD Czech, s.r.o. Laboratoř energetické chemie [17].

Stanovení obsahu vody bylo provedeno dle ČSN 441377 [22]. Stanovení množství popela bylo provedeno dle ČSN ISO 1171. Při obou analýzách byla použita gravimetrická metoda.

Určení spalného tepla bylo v souladu s ČSN ISO 1928 [24], za použití kalorimetrické metody v tlakové nádobě při konstantním objemu a referenční teplotě 25°C .

Princip stanovení vodíku a uhlíku spočíval v dokonalém spálení vzorku v proudě kyslíku na katalyzátoru a absorpci vzniklého oxidu uhličitého a vody. Byl proveden dle ČSN 441355 [25].

Pro stanovení veškeré síry byla použita metoda Eschka - ČSN 441379 [26], kdy zkušební vzorek promísený se směsí Eschka se žihá v oxidační atmosféře k odstranění spalitelné hmoty a převedení síry na sírany, které byly stanoveny vázkově srážením chloridem barnatým.

Byl také stanoven obsah dusíku. Podstata metody spočívá v zahřívání vzorku s koncentrovanou kyselinou sírovou za přítomnosti katalyzátorů, organicky vázaný dusík byl převeden na amonné soli a ze zpětné titrace byl vypočten obsah dusíku.

V palivových listech lze shlédnout také množství prchavé hořlaviny. Podstata metody spočívá v zahřívání vzorku bez přístupu vzduchu a gravimetrické stanovení úbytku hmotnosti.

Chemický rozbor popela byl proveden na základě metody optické emisní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou.

4.4.3. VUHU – Stanovení tavitelnosti popela

Stanovení tavitelnosti popela byla stanovena dle ČSN ISO 540 [16] a spočívá v zahřívání válcového zkušebního tělíska, jehož tvar se s postupným zvyšováním teploty charakteristicky mění. Zaznamenávají se teplotní údaje, které dokumentují průběh tání popela. Zahřívání se provádí při různých vlastnostech okolí tělíska (oxidační, slabě redukční nebo redukční atmosféře). V našem případě byla použita oxidační atmosféra.

Teplota deformace (DT) je teplota, při níž nastávají první změny nebo deformace okrajů zkušebního tělíska.

Teplota měknutí popela (t_A , resp. ST) je teplota, při níž nastává úplné zaoblení horní plošky zkušebního tělíska (zaoblení hran) beze změny výšky.

Teplota tání popela (t_B , resp. HT) je teplota, při níž se tvar tělíska změní v polokruhový.

Teplota tečení popela (t_C , resp. FT) je teplota, při níž se zkušební tělísko roztéká po podložce a jeho výška je 1/3 výšky při teplotě tání.

4.4.4. Akreditovaná laboratoř ZÚ OVA č.1393.3

Analýzy byly provedeny ve Zdravotním ústavu se sídlem v Ostravě., Odbor hygienických laboratoří Frýdek–Místek, Národní referenční laboratoř pro analýzu POP, Akreditovaná laboratoř č.1393.3

Amoniak (NH_3)

Zachycený amoniak byl v absorpčním roztoku stanoven spektrometricky na přístroji Hitachi 118-0102 (Merk-Hitachi, Německo) podle ČSN ISO 7150-1 [12] jako obsah amonných iontů (NH_4^+).

Benzen, toluen, xylen, etylbenzen, styren (BTXES), benzofuran, inden, naftalen, metylnaftaleny

Odebraný vzorek (aktivní uhlí v trubičce) byl extrahován sirouhlíkem (2 ml, resp. 1 ml kontrolní zóna) po dobu 1 hodiny na třepačce v uzavřené nádobce. Poté byl extrakt zfiltrován a analyzován plynovou chromatografií na přístroji HP 5980 (Agilent Technologies, USA), vybaveném plamenovým ionizačním detektorem. K separaci byla použita křemenná kapilární kolona Vocol, 105m x 0,53 mm, 3 μ m tloušťka filmu (Supelco, USA).

Gravimetrický dehet, polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), dibenzofuran, bifenyl a fenoly

Z kapalně části směšného vzorku (cca 250 ml) byl odebrán alikvot 5-10 ml (podle zabarvení vzorku) a v něm byly spektrometricky stanoveny fenoly těkající s vodní parou na přístroji Hitachi 118-0102 (Merk-Hitachi, Německo) podle ČSN ISO 6439 [13]. Objem zbytku kapalného podílu vzorku byl zmenšen pomocí rotační vakuové odparky. Pokud kapalně vzorek obsahoval vodu, vodná fáze byla od organické oddělena a extrahována hexanem. Exponovaný filtr byl extrahován 150 ml dichlormetanu v Soxhletově extraktoru. Obě frakce byly spojeny, zakoncentrovány na 20-25 ml a následně byl odebrán alikvot 0,5 ml pro stanovení PAU. Zbytek vzorku byl převeden do předem zvážené baňky, vakuově odpařen, dosušen při teplotě nepřekračující 65°C a zvážen (stanovení gravimetrického dehtu). Alikvot pro stanovení PAU byl doplněn dichlormetanem na 20 ml a z takto ředěného vzorku byly připraveny dílčí vzorky pro stanovení PAU. Lehké PAU (naftalen, metylnaftaleny, acenaften, acenaftylen, fluoren), bifenyl a benzofuran byly stanoveny plynovou chromatografií s

hmotnostní detekcí (GC/MS) na plynovém chromatografu Trace 2000, spojeném s iontovou pastí Polaris Q (vše z produkce Thermo, USA), k separaci byla použita křemenná kapilární kolona DB-5ms, 30m x 0,25mm, 0,25 μ m tloušťka filmu (Agilent Technologies, USA). Ostatní PAU byly stanoveny metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie s fluorescenčním detektorem (HPLC/FLD) na přístroji HP 1100/HP 1050 (Agilent Technologies, USA). K separaci byla použita kolona Lichrospher PAH, 3 x 250mm, 5 μ m průměr částic (Merck, Německo).

Perzistentní organické polutantů (POP)

Kondenzát s absorpčním roztokem a proplachovací roztoky (druhá a třetí část složeného vzorku) byly v laboratoři spojeny a byly k nim přidány izotopicky značené vnitřní standardy. Vzorek byl naředěn vodou a třikrát extrahován hexanem (objem rozpouštědla byl 10/5/5% objemu spojeného vzorku). Na exponovaný filtr byly přidány izotopicky značené vnitřní standardy a filtr byl extrahován 24 h v Soxhletově extraktoru toluenem. Po extrakci byly hexanový i toluenový podíl spojeny a převedeny do 10 ml hexanu. Z tohoto množství byl odebrán alikvot pro stanovení PAU.

PAU byly stanoveny metodou kapalinové chromatografie s fluorescenční detekcí (HPLC/FLD) - viz výše. Vzorek pro stanovení PCDD/F a PCB byl přečištěn kyselinou sírovou a sloupcovou chromatografií (silikagel/alumina/aktivní uhlí). Po zkoncentrování na objem 50-100 μ l byly vzorky analyzovány metodou plynové chromatografie s tandemovou hmotnostní detekcí (GC/MS/MS) na plynovém chromatografu Trace 2000, spojeném s iontovou pastí Polaris Q (vše z produkce Thermo, USA). K separaci byly použity křemenné kapilární kolony DB-5 ms a DB-17, obě 30m x 0,25mm, 0,25 μ m tloušťka filmu (Agilent Technologies, USA).

4.4.5. VÚCHEM, VŠB-TU Ostrava, akreditovaná laboratoř č. 1166

fluorovodík (HF), chlorovodík (HCl)

Sloučeniny fluoru a chloru v absorpčním roztoku byly stanoveny jako koncentrace fluoridových (F⁻) a chloridových (Cl⁻) iontů metodou iontové chromatografie na přístroji firmy WATERS.

vodík (H₂), metan (CH₄), uhlovodíky (C₂-C₆), sulfan (H₂S), oxid uhelnatý (CO), oxid uhličitý (CO₂)

Plyny ze skleněných vzorkovnic byly analyzovány na plynovém chromatografu AGILENT 6890 (Agilent Technologies, USA). Pro analýzu anorganických plynů (H₂, H₂S, CO₂) byla použita kolona GS-GASPRO 30m x 0,32mm a detekce pomocí tepelně vodivostního detektoru (TCD), pro analýzu uhlovodíků (CH₄, C₂-C₆) byla použita kolona HP-PLOT/Al₂O₃ "S" 50m x 0,32mm, 8,0 μ m tloušťka filmu a detekce pomocí plamenoionizačního detektoru (FID). Nosným plynem bylo helium.

5. PALIVOVÉ LISTY

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY
BIOMASS ENERGY PARAMETERS

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Skupina (Group): | Dřevo (Wood) |
| Podskupina (Subgroup): | Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): | Akát (Acacia) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|------------|--|-----------|--|----|-------|-------|-------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 42,9 | 47,9 | 48,4 |
| - hrubá (Coarse) | 2,32 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,45 | 6,09 | 6,15 |
| - zbytková (Residual) | 8,24 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 39,8 | 44,6 | 45,0 |
| - celková (Total Water) | 10,6 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,38 | 0,43 | 0,43 |
| popel (Ashes) | 0,88 | 0,98 | - | chlór (Chlorine) | Cl | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 88,6 | 99,0 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 73,7 | 82,4 | 83,2 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 14,9 | 16,6 | 16,8 | <i>Obsah síry (Sulphur Content) S:</i> | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | v popelu (Suphat. ash) | | 0,01 | 0,01 | - |
| | r | d | daf | veškerá (Total) | | 0,02 | 0,02 | - |
| spalné teplo (HHV) | 17,3 | 19,3 | 19,5 | | | | | |
| výhřevnost (LHV) | 15,8 | 18,0 | 18,2 | | | | | |
| Biochemický rozbor [%_{hm.}] (Bio-Chemical Analysis[%_{wt.}]): | | | | | | | | |
| - třísloviny (Tannins) | 10,02±0,78 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 5,30±0,24 | | | | | |
| - lignin (Lignin) | 14,58±0,02 | - holocelulóza (Holocellulose) | 61,85 | | | | | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------------|---------|-----|--------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 2,59 | CaO | 57,8 | MnO | 0,24 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 2,48 | K ₂ O | 8,52 | Cl | 4,81 | Cr | 0,001 |
| Na ₂ O | 2,04 | Fe ₂ O ₃ | 1,34 | Pb | 0,016 | Ni | 0,081 |
| SO ₃ | 2,27 | MgO | 5,29 | Cd | <0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 12,2 | TiO ₁ | 0,14 | Cu | 0,19 | Zn | <0,001 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžihaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1109 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1389 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1114 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | 1394 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranicí stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--------------------------------------|---|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): Akát (Acacia) | Forma (Shape): štěpka 2-3 cm (Wood Chips 2-3 cm) |

**Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 430 °C | relat.vlhkost okolí | 43 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 6,16 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 37 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 11 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 15 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 15 kg.h ⁻¹ |
| atmosfér. tlak (Atmosph. Pressure) | 1013 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 10,8 | 17,5 | 28341 | 0,10 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 12,1 | 16,1 | ND | ND | ND | ND | ND | <0,01 | 0,10 | 0,023 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 5217 |
|---------------------|--|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 104 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 1578 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 1669 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 189 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 3536 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 22,0 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 1640 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 0,88 |
| HF [mg.m _n ⁻³] | 0,20 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas [MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|----|
| Spalné teplo (HHV): | ND |
| Výhřevnost (LHV): | ND |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--------------------------------------|--|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Akát (Acacia) | Forma (Shape): polena - 20 cm (Logs - Length 20 cm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 334 °C | relat.vlhkost okolí | 46,0 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | -1,31 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 13 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 24 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 990 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 8,81 | 18,4 | 29558 | 0,30 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 11,8 | 15,3 | ND | ND | 11,2 | 2,28 | 0,42 | <0,01 | 0,04 | 0,009 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³]:

| | | |
|---------------------|---|------|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 629 |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 42,3 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 621 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 234 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 21,6 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 1337 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 9,95 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 1316 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 5,43 |
| HF [mg.m _n ⁻³] | <0,04 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,33 |
| Výhřevnost (LHV): | 3,98 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Dřevo (Wood)**Podskupina (Subgroup):** Odpadní (Waste)**Druh (Species):** Akát (Acacia)**Forma (Shape):** Polena - délka 30 cm (Logs - Length 30 cm)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**
(Combustion Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 281 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 22 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -12 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 2,4 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 27,2 m _n ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 35 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 991 hPa | Interval přikládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 5 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 12,9 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| CO | CO ₂ | NO | TOC |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| 0,41 % _{vol} | 8,0 % _{vol} | 72 ppm _{vol} | 160 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

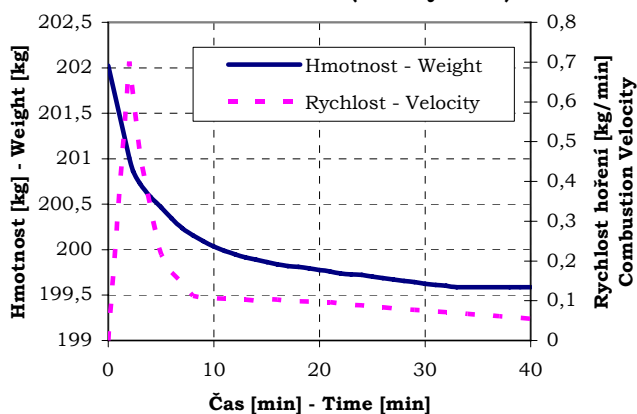
| Dehty (Tars) [mg.m _n ⁻³] | | |
|---|---|-----|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 40 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 1,0 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 3,2 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 11 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 3,7 |

POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|--------------------------------------|-----|---|--------|--|
| PAU (PAH) | #### μg.m _n ⁻³ | PCB | 0,017 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ | PCDD/F | 0,45 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ |
|-----------|--------------------------------------|-----|---|--------|--|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|--------|---------------------------------|
| Benzen (Benzene) | 25 | mg.m _n ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 39 | mg.m _n ⁻³ |
| HF | < 0,02 | mg.m _n ⁻³ |
| HCl | 0,08 | mg.m _n ⁻³ |

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:
(Maximum Combustion Velocity)
0,701 kg.min⁻¹ (2.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY **BIOMASS ENERGY PARAMETERS**

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Skupina (Group): | Stébelnina (Culm plant) |
| Podskupina (Subgroup): | Záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh (Species): | Amarant (Amaranth) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|------|------|------|---|----|---------|--|----------|
| Hrubý rozbor [%_{hmo}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmo}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 37,9 | 42,5 | 45,2 |
| - hrubá (Coarse) | 1,25 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,15 | 5,77 | 6,14 |
| - zbytková (Residual) | 9,51 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 40,1 | 44,9 | 47,8 |
| - celková (Total Water) | 10,8 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,71 | 0,8 | 0,85 |
| popel (Ashes) | 5,38 | 6,03 | - | chlór (Chlorine) | Cl | <0,01 | 0,01 | 0,01 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 83,9 | 94,0 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 67,9 | 76,0 | 80,9 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 16,0 | 17,9 | 19,1 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| | r | d | daf | v popelu (Suphat. ash) | | 0,03 | 0,03 | - |
| spalné teplo (HHV) | 15,2 | 17,0 | 18,1 | veškerá (Total) | | 0,04 | 0,04 | - |
| výhřevnost (LHV) | 13,8 | 15,7 | 16,7 | Biochemický rozbor [%_{hm}.] (Bio-Chemical Analysis[%_{wt}.]): | | | | |
| | | | | - třísloviny (Tannins) | | 4,3±0,4 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 23,0±0,2 |
| | | | | - lignin (Lignin) | | 6±2 | - holocelulóza (Holocellulose) | 51,2±2,8 |
| | | | | Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|------|--------------------------------|-----------------------------------|-----|--------|---------|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmo}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 5,29 | CaO | 51,9 | MnO | 0,01 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 0,55 | K ₂ O | 18,9 | Cl | 3,93 | Cr | <0,001 |
| Na ₂ O | 4,53 | Fe ₂ O ₃ | 0,47 | Pb | 0,12 | Ni | 0,04 |
| SO ₃ | 1,35 | MgO | 8,14 | Cd | <0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 4,60 | TiO ₁ | 0,05 | Cu | 0,067 | Zn | <0,001 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | | 1078 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | | | 1496 °C | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | | 1088 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | | | 1499 °C | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranicí stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Skupina (Group): | Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): | záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh(Species): | Amarant (Amaranth) | Forma (Shape): | řezanka 2-3 cm (Shreddings 2-3 cm) |

**Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 365 °C | relat.vlhkost okolí | 33,0 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 5,84 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 25,5 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 11,0 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 21 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 10,5 kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 983 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)
Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 14,3 | 17,2 | 45559 | 0,35 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 12,7 | 15,8 | ND | ND | 18,9 | 1,42 | 1,41 | <0,01 | 0,07 | 0,023 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 2373 |
|---------------------|--|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 46,1 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 1497 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 672 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 48,2 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas):**

| | |
|---|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 2483 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 13,4 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 3661 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 0,22 |
| HF [mg.m ⁻³] | <0,04 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 6,16 |
| Výhřevnost (LHV): | 5,62 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): záměr.pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh(Species): Amarant (Amaranth) | Forma (Shape): řezanka 2-3 cm (Shreddings 2-3 cm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 325 °C | relat.vlhkost okolí | 42,0 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | -1,24 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 11 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 23 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmos. Pressure) | 1001 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 12,2 | 15,0 | 26075 | 0,60 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 13,4 | 16,2 | ND | ND | 16,0 | 1,09 | 0,16 | <0,01 | 0,04 | 0,008 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³]:

| | | |
|---------------------|---|-------|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 5086 |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 69,05 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 671 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 416 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 36,90 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 1533 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 14,9 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 766 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 0,71 |
| HF [mg.m _n ⁻³] | 0,85 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,4 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,03 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Stébelnina (Culm plant)**Podskupina (Subgroup):** Záměr.pěst. (Wilful Growned)**Druh (Species):** Amarant (Amaranth)**Forma (Shape):** Brikety - ϕ 6,5 cm, l= 5 cm (Briquettes)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**
(Combustion Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 266 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 21 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -12 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 3,1 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 66,4 m _n ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 40 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 992 hPa | Interval příkládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 5,4 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 17,4 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF}=13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF}=13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| CO | CO ₂ | NO | TOC |
|-----------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|
| 0,38 % _{vol} | 7,6 % _{vol} | 153 ppm _{vol} | 1 148 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

| Dehty (Tars) [mg.m _n ⁻³] | | |
|---|--|-----|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 537 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 2,5 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 16 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 9,9 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 2,3 |

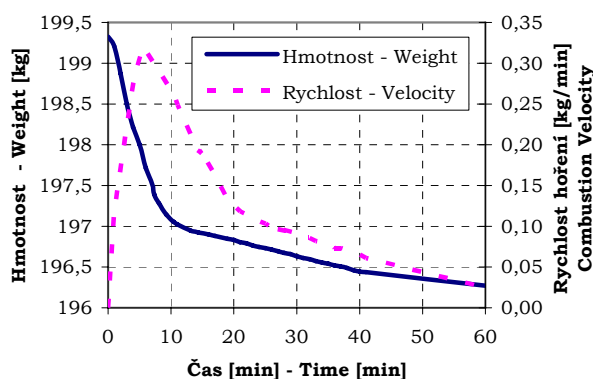
POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|-------------------------------------|-----|---|--------|--|
| PAU (PAH) | 303 µg.m _n ⁻³ | PCB | 0,019 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ | PCDD/F | 0,42 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ |
|-----------|-------------------------------------|-----|---|--------|--|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|--------|---------------------------------|
| Benzen (Benzene) | 16 | mg.m _n ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 220 | mg.m _n ⁻³ |
| HF * | < 0,34 | mg.m _n ⁻³ |
| HCl | 1,8 | mg.m _n ⁻³ |

* mez stanovitelnosti byla ovlivněna organickým znečištěním vzorku
(determination limit was affected by organic contamination of a sample)

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:
(Maximum Combustion Velocity)
0,32 kg.min⁻¹ (6.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY BIOMASS ENERGY PARAMETERS

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Skupina (Group): | Dřevo (Wood) |
| Podskupina (Subgroup): | Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): | Borovice (Pine) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|------|------|------|--|-----------|--|-----------|-------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 43,9 | 49,4 | 49,6 |
| - hrubá (Coarse) | 2,13 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,72 | 6,44 | 6,47 |
| - zbytková (Residual) | 8,99 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 38,7 | 43,5 | 43,7 |
| - celková (Total Water) | 11,1 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,13 | 0,15 | 0,15 |
| popel (Ashes) | 0,41 | 0,46 | - | chlór (Chlorine) | Cl | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 88,5 | 99,5 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 73,8 | 83,0 | 83,4 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 14,7 | 16,5 | 16,6 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| | r | d | daf | v popelu (Suphat. ash) | <0,01 | <0,01 | - | - |
| spalné teplo (HHV) | 18,0 | 20,3 | 20,4 | veškerá (Total) | 0,01 | 0,01 | - | - |
| výhřevnost (LHV) | 16,5 | 18,9 | 19,0 | Biochemický rozbor [%_{hm}] (Bio-Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | |
| | | | | - třísloviny (Tannins) | 9,36±0,28 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 2,78±0,32 | |
| | | | | - lignin (Lignin) | 24±0,2 | - holocelulóza (Holocellulose) | 55,86 | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------------|---------|-----|--------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 3,34 | CaO | 46,3 | MnO | 2,74 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 3,25 | K ₂ O | 9,26 | Cl | 2,42 | Cr | 0,003 |
| Na ₂ O | 4,00 | Fe ₂ O ₃ | 1,51 | Pb | 0,009 | Ni | 0,13 |
| SO ₃ | 1,60 | MgO | 11,7 | Cd | <0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 12,7 | TiO ₁ | 0,16 | Cu | 0,91 | Zn | 0,007 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): | | | | | | | |
| <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1031 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1211 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1038 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | 1218 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranici stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--|---|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): Borovice (Pine) | Forma (Shape): štěpka 2-3 cm (Wood Chips 2-3 cm) |

**Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 407 °C | relat.vlhkost okolí | 35 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 5,44 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 38,5 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 12 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 26 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 20 kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 975 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 10,8 | 16,9 | 30492 | 0,12 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 14,5 | 14,0 | ND | ND | 12,5 | 1,11 | 0,75 | <0,01 | 0,12 | 0,026 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 6103 |
|---------------------|---|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 115 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 1834 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 2069 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 253 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas):**

| | |
|---|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 4173 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 16,1 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 541 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 0,24 |
| HF [mg.m ⁻³] | <0,04 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas [MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,87 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,51 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---------------------------------------|--|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Borovice (Pine) | Forma (Shape): polena - 20 cm (Logs - Length 20 cm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 326 °C | relat.vlhkost okolí | 64 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | -1,32 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 13 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 33 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 991 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 21,0 | 10,7 | 21131 | 0,50 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|-------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 23,60 | 13,70 | ND | ND | ND | ND | ND | <0,01 | 0,02 | 0,002 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³):

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 221 |
|---------------------|---|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 10,9 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 123 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 161 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings) | 19,0 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 530 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 4,39 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 217 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 0,40 |
| HF [mg.m _n ⁻³] | <0,06 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹):**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹):**

| | |
|---------------------|----|
| Spalné teplo (HHV): | ND |
| Výhřevnost (LHV): | ND |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Dřevo (Wood)**Podskupina (Subgroup):** Odpadní (Waste)**Druh (Species):** Borovice (Pine)**Forma (Shape):** Polena - délka 30 cm (Logs - Length 30 cm)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**
(Combustion Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 284 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 23 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -12 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 2,7 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 52,8 m _n ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 35 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 992 hPa | Interval přikládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 5,0 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 16,3 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| CO | CO₂ | NO | TOC |
| 0,11 % _{vol} | 7,5 % _{vol} | 43 ppm _{vol} | 137 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

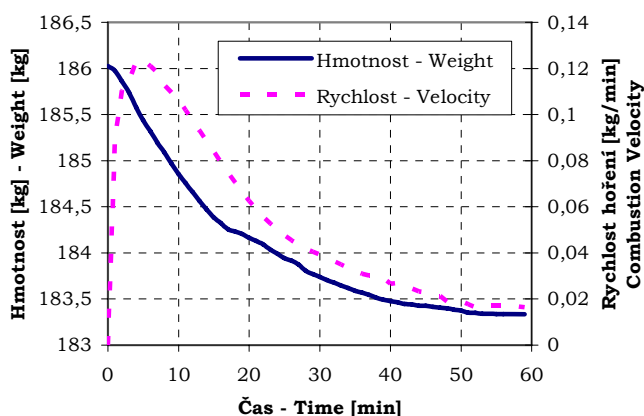
| Dehty (Tars) [mg.m ⁻³] | | |
|------------------------------------|---|-----|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 53 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 2,3 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 2,5 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 4,1 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 1,1 |

POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|---------------------------------------|-----|---|--------|--|
| PAU (PAH) | 1 923 µg.m _n ⁻³ | PCB | 0,010 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ | PCDD/F | 0,30 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ |
|-----------|---------------------------------------|-----|---|--------|--|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|------|---------------------------------|
| Benzen (Benzene) | 9,7 | mg.m _n ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 176 | mg.m _n ⁻³ |
| HF | 0,68 | mg.m _n ⁻³ |
| HCl | 13 | mg.m _n ⁻³ |

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:
(Maximum Combustion Velocity)
0,124 kg.min⁻¹ (5.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY **BIOMASS ENERGY PARAMETERS**

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Skupina (Group): | Dřevo (Wood) |
| Podskupina (Subgroup): | Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): | Bříza (Birch) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|------|------|------|--|----|-------|-------|-------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 39,2 | 48,0 | 49,1 |
| - hrubá (Coarse) | 10,4 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,01 | 6,14 | 6,29 |
| - zbytková (Residual) | 7,97 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 35,4 | 43,3 | 44,3 |
| - celková (Total Water) | 18,3 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,2 | 0,25 | 0,26 |
| popel (Ashes) | 1,91 | 2,34 | - | chlór (Chlorine) | Cl | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 79,8 | 97,7 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 66,4 | 81,3 | 83,3 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 13,4 | 16,4 | 16,8 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| | r | d | daf | v popelu (Suphat. ash) | | <0,01 | <0,01 | - |
| spalné teplo (HHV) | 16,1 | 19,7 | 20,2 | veškerá (Total) | | 0,02 | 0,02 | - |
| výhřevnost (LHV) | 14,5 | 18,3 | 18,8 | Biochemický rozbor [%_{hm.}] (Bio-Chemical Analysis[%_{wt.}]): | | | | |
| - třísloviny (Tannins) 12,25±0,64 - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) 3,73±0,12 | | | | | | | | |
| - lignin (Lignin) 13,33±0,6 - holocelulóza (Holocellulose) 63,59 | | | | | | | | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------------|---------|-----|--------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 2,25 | CaO | 16,3 | MnO | 1,68 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 9,35 | K ₂ O | 7,41 | Cl | 1,15 | Cr | 0,009 |
| Na ₂ O | 2,00 | Fe ₂ O ₃ | 3,80 | Pb | <0,001 | Ni | 0,009 |
| SO ₃ | 1,02 | MgO | 3,96 | Cd | <0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 48,4 | TiO ₁ | 0,57 | Cu | 0,046 | Zn | 0,018 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžihaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1032 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1132 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1038 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | 1140 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranici stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--------------------------------------|---|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Bříza (Birch) | Forma (Shape): štěpka 2-3 cm (Wood Chips 2-3 cm) |

Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 460 °C | relat.vlhkost okolí | 30 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 5,40 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 36 m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 21 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 22 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 16 kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 977 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|----------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppmvol] | [%vol] |
| 10,5 | 18,4 | 32316 | 0,25 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 11,6 | 12,6 | ND | ND | 18,7 | 1,96 | 0,98 | <0,01 | 0,07 | 0,014 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³):

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 628 |
|---------------------|--|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 31,8 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 913 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 375 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 35,4 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas):**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 2276 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 2,91 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 786 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 0,94 |
| HF [mg.m _n ⁻³] | 0,24 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹):**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹):**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 5,76 |
| Výhřevnost (LHV): | 5,23 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--------------------------------------|--|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Bříza (Birch) | Forma (Shape): polena - 20 cm (Logs - Length 20 cm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě
(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)
Podmínky zkoušení (Testing Conditions):

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 361 °C | relat.vlhkost okolí | 65 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | -1,32 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 20 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 33 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 991 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)
 Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 18,9 | 12,9 | 21931 | 0,26 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 20,3 | 18,4 | ND | ND | 9,59 | 0,98 | 0,21 | <0,01 | 0,14 | 0,004 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 131 |
|---------------------|---|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 9,44 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 269 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 138 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 11,5 |

Další sledované hodnoty:
(Other Elements of Syngas):

| | |
|--|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 4740 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 9,82 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 405 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 1,60 |
| HF [mg.m ⁻³] | 0,07 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:
Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,62 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,37 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Dřevo (Wood)**Podskupina (Subgroup):** Odpadní (Waste)**Druh (Species):** Bříza (Birch)**Forma (Shape):** Polena - délka 30 cm (Logs - Length 30 cm)**Výstupy ze spalovacích zkoušek** - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**(Combustion Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|--------------------------------------|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 258 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 27 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -11 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 2,7 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 62,7 m ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 20 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 963 hPa | Interval příkládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 3,9 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 17,5 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| CO | CO ₂ | NO | TOC |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| 0,12 % _{vol} | 7,8 % _{vol} | 62 ppm _{vol} | 176 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

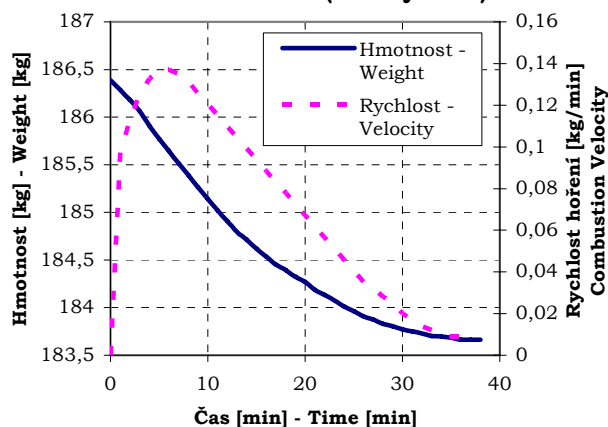
| Dehty (Tars) [mg.m _n ⁻³] | | |
|---|---|------|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 43 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 1,7 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 2,2 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 3,0 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 0,69 |

POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|-------------------------------------|-----|--|--------|---|
| PAU (PAH) | 575 µg.m _n ⁻³ | PCB | 0,0046 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ | PCDD/F | 0,027 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ |
|-----------|-------------------------------------|-----|--|--------|---|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|-----|---------------------------------|
| Benzen (Benzene) | 7,7 | mg.m _n ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 85 | mg.m _n ⁻³ |
| HF | 3,3 | mg.m _n ⁻³ |
| HCl | 7,5 | mg.m _n ⁻³ |

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:
(Maximum Combustion Velocity)
0,137 kg.min⁻¹ (6.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY **BIOMASS ENERGY PARAMETERS**

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Skupina (Group): | Dřevo (Wood) |
| Podskupina (Subgroup): | Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): | Buk (Beech) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|------------|--|----------|--|------|-------|-------|-------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 42,0 | 48,6 | 48,8 |
| - hrubá (Coarse) | 6,90 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,41 | 6,26 | 6,29 |
| - zbytková (Residual) | 6,68 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 38,5 | 44,5 | 44,8 |
| - celková (Total Water) | 13,6 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,11 | 0,13 | 0,13 |
| popel (Ashes) | 0,44 | 0,51 | - | chlór (Chlorine) | Cl | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 86,0 | 99,5 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 72,0 | 83,3 | 83,8 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 13,9 | 16,2 | 16,8 | <i>Obsah síry (Sulphur Content) S:</i> | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | 0 | 0 | 0 | |
| | r | d | daf | v popelu (Suphat. ash) | 0,01 | 0,01 | - | |
| spalné teplo (HHV) | 16,5 | 19,1 | 19,2 | veškerá (Total) | 0,01 | 0,01 | - | |
| výhřevnost (LHV) | 15,0 | 17,7 | 17,8 | | | | | |
| Biochemický rozbor [%_{hm.}] (Bio-Chemical Analysis[%_{wt.}]): | | | | | | | | |
| - třísloviny (Tannins) | 10,41±0,62 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 3,6±0,05 | | | | | |
| - lignin (Lignin) | 17,13±0,25 | - holocelulóza (Holocellulose) | 60,68 | | | | | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|--|---------|-----------------------------------|---------|-----|---------|----|---------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | ND | CaO | 7,92 | MnO | 0,45 | Hg | <0,0001 |
| Al ₂ O ₃ | 9,77 | K ₂ O | 6,20 | Cl | 4,28 | Cr | 0,082 |
| Na ₂ O | 1,38 | Fe ₂ O ₃ | 9,98 | Pb | 0,02 | Ni | 0,048 |
| SO ₃ | 0,12 | MgO | 2,34 | Cd | <0,0001 | V | ND |
| SiO ₂ | 56,3 | TiO ₁ | 0,53 | Cu | 0,021 | Zn | 0,07 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžihaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): <i>poloredukční atmosféra (Half-reduction Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1170 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1280 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1190 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | 1370 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranicí stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--------------------------------------|---|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): Buk (Beech) | Forma (Shape): hobliny (Wood Shavings) |

Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 341 °C | relat.vlhkost okolí | 15 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 3,8 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 33 m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 13 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 28 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 16 kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 988 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 16,20 | 154,00 | 45560 | 0,30 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 15,1 | 15,5 | 55,5 | 0,82 | 8,29 | 3,06 | 1,47 | ND | 0,14 | 0,012 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³):

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 963 |
|---------------------|---|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 171 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 828 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 1184 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 97,5 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas):**

| | |
|---|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 4987 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 15,2 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 72,2 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 3,4* |
| HF [mg.m _n ⁻³] | <0,07 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹):**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹):**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 5,51 |
| Výhřevnost (LHV): | 5,03 |

Pozn. (Notes): *

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--------------------------------------|--|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Buk (Beech) | Forma (Shape): polena - 20 cm (Logs - Length 20 cm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě
(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)
Podmínky zkoušení (Testing Conditions):

| | | | | |
|---|-------------------------------------|------------------------------------|----|--------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 314 °C | relat.vlhkost okolí | - | % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | -1,43 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 128 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 11 | % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 9 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 24 | kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 986 hPa | | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)
 Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 15,2 | 13,0 | >23965 | 0,90 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 18,4 | 12,7 | 48,6 | 1,30 | 17,3 | 1,40 | 0,23 | ND | 0,02 | 0,007 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 184 |
|---------------------|---|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 229 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 373 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 1003 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 59,0 |

Další sledované hodnoty:
(Other Elements of Syngas):

| | |
|--|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 789 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 11,0 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 282 |
| HCl [mg.m ⁻³] | <0,18 |
| HF [mg.m ⁻³] | <0,18 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:
Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 5,34 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,72 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Dřevo (Wood)**Podskupina (Subgroup):** Odpadní (Waste)**Druh (Species):** Buk (Beech)**Forma (Shape):** Polena - délka 30 cm (Logs - Length 30 cm)**Výstupy ze spalovacích zkoušek -** Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8 \text{ kW}$ (Experimental Furnace)**(Combustion Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|--------------------------------------|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 304 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 26 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -11 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 2,7 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 43,9 m ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 38 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 992 hPa | Interval příkládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 5,2 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 15,6 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| CO | CO ₂ | NO | TOC |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| 0,18 % _{vol} | 7,5 % _{vol} | 56 ppm _{vol} | 134 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

| Dehty (Tars) [mg.m ⁻³] | | |
|------------------------------------|---|-----|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 131 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 3,5 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 3,2 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 4,0 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | nd |

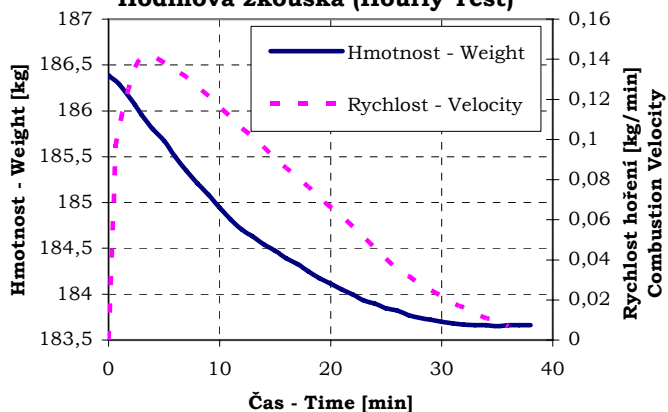
POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|------------------------|-----|--|--------|---|
| PAU (PAH) | 726 µg.m ⁻³ | PCB | 0,011 ng _{TEQ} .m ⁻³ | PCDD/F | 0,31 ng _{TEQ} .m ⁻³ |
|-----------|------------------------|-----|--|--------|---|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|--------|--------------------|
| Benzen (Benzene) | 14 | mg.m ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 92 | mg.m ⁻³ |
| HF * | < 0,66 | mg.m ⁻³ |
| HCl * | < 65 | mg.m ⁻³ |

* mez stanovitelnosti byla ovlivněna organickým znečištěním vzorku
(determination limit was affected by organic contamination of a sample)

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:
(Maximum Combustion Velocity)
0,142 kg.min⁻¹ (6.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY BIOMASS ENERGY PARAMETERS

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Skupina (Group): | Stébelnina (Culm plant) |
| Podskupina (Subgroup): | Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): | Kukuřice (Corn) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|------|------|------|---|----------|--|----------|------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 36,6 | 40,2 | 47,4 |
| - hrubá (Coarse) | 0,33 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,03 | 5,52 | 6,5 |
| - zbytková (Residual) | 8,61 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 34,5 | 37,9 | 44,6 |
| - celková (Total Water) | 8,94 | - | - | dušík (Nitrogen) | N | 0,92 | 1,01 | 1,19 |
| popel (Ashes) | 13,8 | 15,1 | - | chlór (Chlorine) | Cl | 0,24 | 0,26 | 0,31 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 77,3 | 84,9 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 61,4 | 67,5 | 79,5 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 15,9 | 17,4 | 20,5 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | 0,01 | 0,02 | 0,02 | |
| Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | v popelu (Suphat. ash) | 0,05 | 0,05 | - | |
| | r | d | daf | veškerá (Total) | 0,06 | 0,07 | - | |
| spalné teplo (HHV) | 15,0 | 16,5 | 19,4 | Biochemický rozbor [%_{hm}] (Bio-Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | |
| výhřevnost (LHV) | 13,7 | 15,3 | 18,0 | - třísloviny (Tannins) | 10,8±0,1 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 19,9±1,0 | |
| | | | | - lignin (Lignin) | 4,2±0,6 | - holocelulóza (Holocellulose) | 44,4±1,7 | |
| | | | | Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------------|---------|-----|--------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 1,74 | CaO | 4,43 | MnO | 0,10 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 6,14 | K ₂ O | 10,7 | Cl | 0,95 | Cr | 0,006 |
| Na ₂ O | 0,52 | Fe ₂ O ₃ | 2,61 | Pb | 0,001 | Ni | 0,01 |
| SO ₃ | 0,91 | MgO | 1,89 | Cd | <0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 69,3 | TiO ₁ | 0,62 | Cu | 0,022 | Zn | 0,024 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): | | | | | | | |
| <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1044 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1257 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1052 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | 1264 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranici stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): Kukuřice (Corn) | Forma (Shape): řezanka 3-4 cm (Shreddings 3-4 cm) |

Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)
Podmínky zkoušení (Testing Conditions):

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 310 °C | relat.vlhkost okolí | 26 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 4,28 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 33 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 27 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 26 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 21 kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 982 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 11,1 | 16,1 | 7179 | 0,50 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 9,83 | 18,3 | ND | ND | 15,6 | 1,83 | 1,48 | <0,01 | 0,11 | 0,028 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 10638 |
|---------------------|---|-------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 113 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 2066 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 1418 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 181 |

Další sledované hodnoty:
(Other Elements of Syngas):

| | |
|---|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 3771 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 21,7 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 3145 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 0,77 |
| HF [mg.m ⁻³] | <0,04 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:
Energy parameters of Syngas [MJ.kg⁻¹]:

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 5,69 |
| Výhřevnost (LHV): | 5,18 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Kukuřice (Corn) | Forma (Shape): pelety ø 20 mm (pellets ø 20 mm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě
(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)
Podmínky zkoušení (Testing Conditions):

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 320 °C | relat.vlhkost okolí | 41 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | -1,36 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 11 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 22 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 999 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 12,4 | 18,2 | ND | 0,59 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 11,2 | 12,9 | ND | ND | 9,93 | 3,15 | 1,22 | <0,01 | 0,04 | 0,14 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| | | |
|---------------------|---|------|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 1993 |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 41,9 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 928 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 347 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 26,2 |

Další sledované hodnoty:
(Other Elements of Syngas):

| | |
|--|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 1321 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 12,3 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 3309 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 0,37 |
| HF [mg.m ⁻³] | 1,65 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:
Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 5,26 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,83 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Stébelnina (Culm plant)**Podskupina (Subgroup):** Odpadní (Waste)**Druh (Species):** Kukuřice (Corn)**Forma (Shape):** Brikety - ϕ 6,5 cm, l= 5 cm (Briquettes)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**
(Combustion Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 269 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 22 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -11 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 2,9 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 55,9 m _n ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 34 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 991 hPa | Interval příkládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 5,5 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 17 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| CO | CO ₂ | NO | TOC |
|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| 0,31 % _{vol} | 7,2 % _{vol} | 171 ppm _{vol} | 817 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

| Dehty (Tars) [mg.m _n ⁻³] | | |
|---|---|-----|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 756 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 2,0 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 18 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 5,8 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 1,1 |

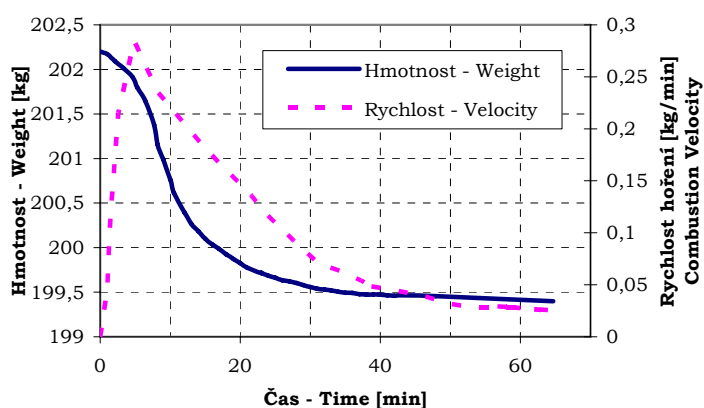
POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|-------------------------------------|-----|--|--------|---|
| PAU (PAH) | 436 μg.m _n ⁻³ | PCB | 0,10 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ | PCDD/F | 3,5 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ |
|-----------|-------------------------------------|-----|--|--------|---|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|--------|---------------------------------|
| Benzen (Benzene) | 22 | mg.m _n ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 210 | mg.m _n ⁻³ |
| HF * | < 0,59 | mg.m _n ⁻³ |
| HCl | 2,1 | mg.m _n ⁻³ |

* mez stanovitelnosti byla ovlivněna organickým znečištěním vzorku
(determination limit was affected by organic contamination of a sample)

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:

(Maximum Combustion Velocity)

0,284 kg.min⁻¹ (5.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY BIOMASS ENERGY PARAMETERS

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Skupina (Group): | Stébelnina (Culm plant) |
| Podskupina (Subgroup): | Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): | Len (Flax) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|-------|------|------|--|----------|--|----------|------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 42,5 | 47,4 | 50,4 |
| - hrubá (Coarse) | 3,15 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,30 | 5,91 | 6,28 |
| - zbytková (Residual) | 7,10 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 36,2 | 40,4 | 42,9 |
| - celková (Total Water) | 10,25 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,39 | 0,44 | 0,47 |
| popel (Ashes) | 5,3 | 5,9 | - | chlór (Chlorine) | Cl | <0,01 | 0,01 | 0,01 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 84,5 | 94,1 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 68,4 | 76,2 | 81,0 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 16,1 | 17,9 | 19,0 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | |
| | r | d | daf | v popelu (Suphat. ash) | 0,02 | 0,02 | - | |
| spalné teplo (HHV) | 17,1 | 19,0 | 20,2 | veškerá (Total) | 0,03 | 0,03 | - | |
| výhřevnost (LHV) | 15,7 | 17,8 | 18,9 | Biochemický rozbor [%_{hm.}] (Bio-Chemical Analysis [%_{wt.}]): | | | | |
| | | | | - třísloviny (Tannins) | 5,3±1,2 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 19,1±0,3 | |
| | | | | - lignin (Lignin) | 12,1±1,2 | - holocelulóza (Holocellulose) | 46,2±3,0 | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|--|---------|-----------------------------------|---------|-----|--------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 3,26 | CaO | 9,64 | MnO | 0,12 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 5,18 | K ₂ O | 9,58 | Cl | 0,47 | Cr | 0,003 |
| Na ₂ O | 0,67 | Fe ₂ O ₃ | 2,06 | Pb | 0,002 | Ni | 0,009 |
| SO ₃ | 1,65 | MgO | 2,02 | Cd | <0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 62,0 | TiO ₁ | 0,27 | Cu | 0,041 | Zn | 0,016 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): <i>poredukční atmosféra (Half-reduction Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1120 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1320 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1200 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | 1460 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranici stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Len (Flax) | Forma (Shape): řezanka 0-1 cm (Shreddings 0-1 cm) |

Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)

Podmínky zkoušení (Testing Conditions):

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 180 °C | relat.vlhkost okolí | 28 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 8,23 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 44 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 11 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 9 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 21 kg.h ⁻¹ |
| atmosf. tlak (Atmosph. Pressure) | 1015 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 10,9 | 17,2 | 16109 | 2,4 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|----|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | ND |
|---------------------|--|----|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | ND |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | ND |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | ND |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | ND |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|----|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | ND |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | ND |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | ND |
| HCl [mg.m ⁻³] | ND |
| HF [mg.m ⁻³] | ND |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|----|
| Spalné teplo (HHV): | ND |
| Výhřevnost (LHV): | ND |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Len (Flax) | Forma (Shape): pelety ø 8 mm (pellets ø 8 mm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 357 °C | relat.vlhkost okolí | 55 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | -1,21 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 10 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 25 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 999 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 11,5 | 15,0 | 30545 | 0,92 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 14,5 | 15,0 | ND | ND | 6,50 | 1,40 | 0,78 | <0,01 | 0,03 | 0,013 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³):

| | | |
|---------------------|---|------|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 3312 |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 51,3 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 920 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 352 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 29,0 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 894 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 7,14 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 2465 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 0,93 |
| HF [mg.m _n ⁻³] | 1,40 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹):**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹):**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,07 |
| Výhřevnost (LHV): | 3,82 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Stébelnina (Culm plant)**Podskupina (Subgroup):** Odpadní (Waste)**Druh (Species):** Len (Flax)**Forma (Shape):** Brikety - ϕ 6,5 cm, l= 5 cm (Briquettes)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**
(Combustion Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|------------------------------------|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 278 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 23 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -13 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 2,9 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 47 m ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 35 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 987 hPa | Interval přikládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 5,3 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 15,4 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| CO | CO₂ | NO | TOC |
| 0,13 % _{vol} | 7,2 % _{vol} | 104 ppm _{vol} | 225 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

| Dehty (Tars) [mg.m ⁻³] | | |
|------------------------------------|---|-----|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 85 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 3,4 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 4,7 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 14 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | nd |

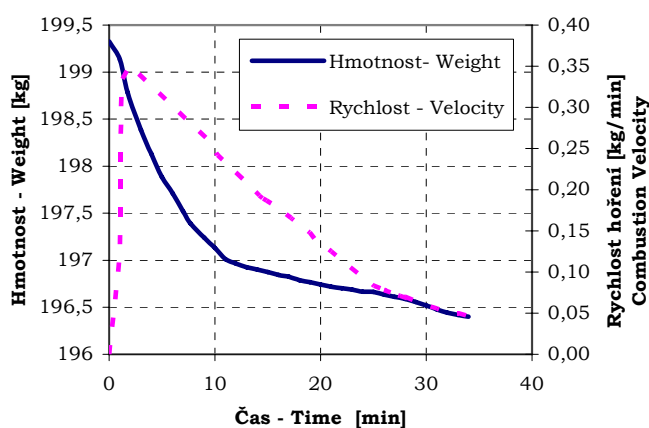
POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|------------------------|-----|---|--------|---|
| PAU (PAH) | 773 µg.m ⁻³ | PCB | 0,0058 ng _{TEQ} .m ⁻³ | PCDD/F | 0,17 ng _{TEQ} .m ⁻³ |
|-----------|------------------------|-----|---|--------|---|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|--------|--------------------|
| Benzen (Benzene) | 27 | mg.m ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 115 | mg.m ⁻³ |
| HF * | < 0,14 | mg.m ⁻³ |
| HCl * | < 13 | mg.m ⁻³ |

* mez stanovitelnosti byla ovlivněna organickým znečištěním vzorku
(determination limit was affected by organic contamination of a sample)

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:

(Maximum Combustion Velocity)

0,351 kg.min⁻¹ (3.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY BIOMASS ENERGY PARAMETERS

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Skupina (Group): | Stébelnina (Culm plant) |
| Podskupina (Subgroup): | Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): | Pšenice (Wheat) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|---------|--|----------|--|------|------|------|------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 41,7 | 46,0 | 48,5 |
| - hrubá (Coarse) | 1,30 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,41 | 5,97 | 6,29 |
| - zbytková (Residual) | 8,06 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 38,3 | 42,3 | 44,5 |
| - celková (Total Water) | 9,36 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,53 | 0,59 | 0,62 |
| popel (Ashes) | 4,59 | 5,06 | - | chlór (Chlorine) | Cl | 0,07 | 0,08 | 0,08 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 86,1 | 94,9 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 69,2 | 76,3 | 80,4 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 16,9 | 18,6 | 19,6 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | 0,02 | 0,03 | 0,03 | |
| | r | d | daf | v popelu (Suphat. ash) | 0,05 | 0,05 | - | |
| spalné teplo (HHV) | 16,8 | 18,5 | 19,5 | veškerá (Total) | 0,07 | 0,08 | - | |
| výhřevnost (LHV) | 15,3 | 17,2 | 18,1 | | | | | |
| Biochemický rozbor [%_{hm}] (Bio-Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | | |
| - třísloviny (Tannins) | 4,4±0,2 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 20,7±0,7 | | | | | |
| - lignin (Lignin) | 9,0±0,3 | - holocelulóza (Holocellulose) | 51,1±1,5 | | | | | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|--------|-----------------------------------|---------|-----|--------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 5,92 | CaO | 6,17 | MnO | 0,07 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 3,21 | K ₂ O | 9,55 | Cl | 0,53 | Cr | 0,007 |
| Na ₂ O | 0,38 | Fe ₂ O ₃ | 1,49 | Pb | 0,003 | Ni | 0,08 |
| SO ₃ | 1,35 | MgO | 4,25 | Cd | <0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 57,4 | TiO ₁ | 0,20 | Cu | 0,08 | Zn | 0,027 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): | | | | | | | |
| <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 979 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1128 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 987 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | 1138 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranici stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Pšenice (Wheat) | Forma (Shape): řezanka 2-3 cm (Shreddings 2-3 cm) |

**Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 248 °C | relat.vlhkost okolí | 23 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 10,8 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 31 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 10 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 20 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 15 kg.h ⁻¹ |
| atmosf. tlak (Atmosph. Pressure) | 1028 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 11,8 | 10,8 | 22598 | 2,5 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 12,1 | 8,00 | ND | ND | 7,40 | 1,90 | 0,93 | <0,01 | 0,06 | 0,017 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| | | |
|---------------------|--|------|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 5785 |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 9,40 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 1231 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 854 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 103 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas):**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 2202 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 17,9 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 1289 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 6,30 |
| HF [mg.m ⁻³] | ND |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,27 |
| Výhřevnost (LHV): | 3,97 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Pšenice (Wheat) | Forma (Shape): pelety ø 8 mm (pellets ø 8 mm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 323 °C | relat.vlhkost okolí | 51 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | ND kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 10 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 24 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 988 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 6,93 | 18,4 | 41655 | 0,31 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 9,85 | 14,7 | ND | ND | 8,83 | 1,66 | 0,71 | <0,01 | 0,07 | 0,016 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| | | |
|---------------------|---|------|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 2566 |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 66,2 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 1087 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 649 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 71,8 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|--|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 2293 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 15,4 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 1835 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 1,90 |
| HF [mg.m ⁻³] | <0,05 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 3,89 |
| Výhřevnost (LHV): | 3,59 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Stébelnina (Culm plant)**Podskupina (Subgroup):** Odpadní (Waste)**Druh (Species):** Pšenice (Wheat)**Forma (Shape):** Brikety - ϕ 6,5 cm, l= 5 cm (Briquettes)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**
(Combustion Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|--|--|-----------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 276 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 22 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -12 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 3 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 127 m _n ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 33 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 993 hPa | Interval příkládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 3,8 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 19,1 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| CO | CO ₂ | NO | TOC |
|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| 0,34 % _{vol} | 8,6 % _{vol} | 130 ppm _{vol} | 670 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

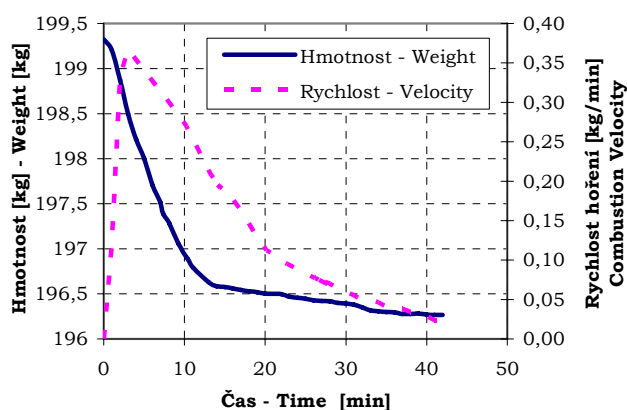
| Dehty (Tars) [mg.m _n ⁻³] | | |
|---|---|-----|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 421 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 1,8 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 16 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 5,6 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 2,0 |

POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|-------------------------------------|-----|--|--------|---|
| PAU (PAH) | 641 µg.m _n ⁻³ | PCB | 0,21 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ | PCDD/F | 3,7 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ |
|-----------|-------------------------------------|-----|--|--------|---|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|--------|---------------------------------|
| Benzen (Benzene) | 13,5 | mg.m _n ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 242 | mg.m _n ⁻³ |
| HF | < 0,11 | mg.m _n ⁻³ |
| HCl | 0,90 | mg.m _n ⁻³ |

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:

(Maximum Combustion Velocity)

0,367 kg.min⁻¹ (3.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY BIOMASS ENERGY PARAMETERS

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Skupina (Group): | Stébelnina (Culm plant) |
| Podskupina (Subgroup): | Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): | Řepka (Rape) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|---------|--|----------|--|------|------|------|------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 40,9 | 45,2 | 48,1 |
| - hrubá (Coarse) | 1,00 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,26 | 5,81 | 6,19 |
| - zbytková (Residual) | 8,45 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 37,9 | 41,9 | 44,6 |
| - celková (Total Water) | 9,45 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,57 | 0,63 | 0,67 |
| popel (Ashes) | 5,50 | 6,07 | - | chlór (Chlorine) | Cl | 0,27 | 0,3 | 0,32 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 85,1 | 93,9 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 68,0 | 75,1 | 79,9 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 17,1 | 18,9 | 20,1 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | 0,07 | 0,08 | 0,09 | |
| | r | d | daf | v popelu (Suphat. ash) | 0,27 | 0,3 | - | |
| spalné teplo (HHV) | 16,3 | 18,0 | 19,2 | veškerá (Total) | 0,34 | 0,38 | - | |
| výhřevnost (LHV) | 14,9 | 16,7 | 17,8 | | | | | |
| Biochemický rozbor [%_{hm}] (Bio-Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | | |
| - třísloviny (Tannins) | 6,7±0,2 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 20,9±1,3 | | | | | |
| - lignin (Lignin) | 4,5±0,8 | - holocelulóza (Holocellulose) | 47,4±2,6 | | | | | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------------|---------|-----|--------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 3,93 | CaO | 31,1 | MnO | 0,06 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 0,23 | K ₂ O | 33,8 | Cl | 0,20 | Cr | 0,009 |
| Na ₂ O | 2,09 | Fe ₂ O ₃ | 0,21 | Pb | 0,002 | Ni | 0,11 |
| SO ₃ | 10,1 | MgO | 5,04 | Cd | <0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 1,63 | TiO ₁ | 0,02 | Cu | 0,03 | Zn | 0,001 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): | | | | | | | |
| <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1054 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1273 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1062 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | 1279 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranici stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): Řepka (Rape) | Forma (Shape): řezanka 2-3 cm (Shreddings 2-3 cm) |

**Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 320 °C | relat.vlhkost okolí | 29 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 4,35 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 28 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 10 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 20 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 8 kg.h ⁻¹ |
| atmosf. tlak (Atmosph. Pressure) | 1025 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 11,2 | 15,2 | 49623 | 2,1 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 12,5 | 6,50 | ND | ND | 1,60 | 0,80 | 0,24 | <0,01 | 0,03 | 0,016 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 9017 |
|---------------------|--|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 9,50 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 1230 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 461 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 49,6 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas):**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 994 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 23,5 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 902 |
| HCl [mg.m ⁻³] | ND |
| HF [mg.m ⁻³] | ND |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas [MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 2,24 |
| Výhřevnost (LHV): | 2,15 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Řepka (Rape) | Forma (Shape): pelety ø 8 mm (pellets ø 8 mm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 369 °C | relat.vlhkost okolí | 35 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | -1,56 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 11 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 24 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 998 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 13,6 | 15,0 | 77253 | 0,64 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 11,9 | 12,0 | ND | ND | 11,5 | 2,34 | 0,43 | <0,01 | 0,033 | 0,009 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³]:

| | | |
|---------------------|---|------|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 1077 |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 28,0 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 570 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 411 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 26,4 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 1133 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 7,23 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 2048 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 0,52 |
| HF [mg.m _n ⁻³] | 1,33 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,41 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,05 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Stébelnina (Culm plant)**Podskupina (Subgroup):** Odpadní (Waste)**Druh (Species):** Řepka (Rape)**Forma (Shape):** Brikety - ϕ 6,5 cm, l= 5 cm (Briquettes)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**
(Combustion Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|------------------------------------|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 305 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 19 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -11 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 3,1 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 66 m ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 34 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 990 hPa | Interval přikládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 4,2 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 17 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| CO | CO₂ | NO | TOC |
| 0,57 % _{vol} | 7,7 % _{vol} | 120 ppm _{vol} | 283 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

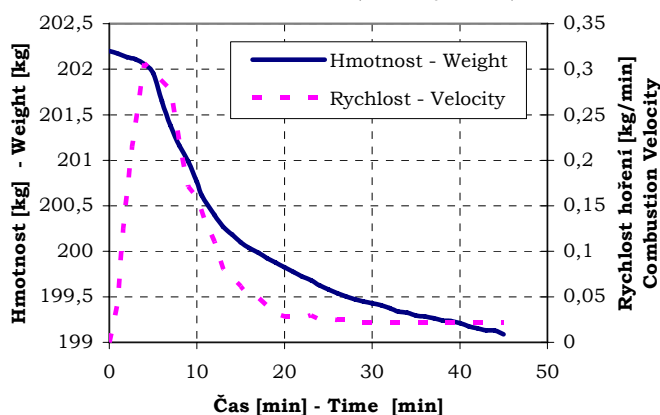
| Dehty (Tars) [mg.m ⁻³] | | |
|------------------------------------|---|------|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 146 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 0,56 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 4,7 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 2,1 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 0,64 |

POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|------------------------|-----|---|--------|--|
| PAU (PAH) | 321 µg.m ⁻³ | PCB | 0,19 ng _{TEQ} .m ⁻³ | PCDD/F | 5,1 ng _{TEQ} .m ⁻³ |
|-----------|------------------------|-----|---|--------|--|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|--------|--------------------|
| Benzen (Benzene) | 8,6 | mg.m ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 319 | mg.m ⁻³ |
| HF | < 0,04 | mg.m ⁻³ |
| HCl | 0,30 | mg.m ⁻³ |

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:

(Maximum Combustion Velocity)

0,306 kg.min⁻¹ (6.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY **BIOMASS ENERGY PARAMETERS**

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Skupina (Group): | Stébelnina (Culm plant) |
| Podskupina (Subgroup): | Záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh (Species): | Saflor (Safflower) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|-----------|--|----------|--|------|------|------|------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 42,5 | 47,1 | 49,0 |
| - hrubá (Coarse) | 2,60 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,40 | 5,99 | 6,23 |
| - zbytková (Residual) | 7,18 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 37,8 | 41,8 | 43,5 |
| - celková (Total Water) | 9,78 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,66 | 0,73 | 0,76 |
| popel (Ashes) | 3,47 | 3,85 | - | chlór (Chlorine) | Cl | 0,44 | 0,49 | 0,51 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 86,8 | 96,2 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 68,7 | 76,2 | 79,2 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 18,0 | 20,0 | 20,8 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | 0,02 | 0,03 | 0,03 | |
| | r | d | daf | v popelu (Suphat. ash) | 0,03 | 0,03 | - | |
| spalné teplo (HHV) | 17,0 | 18,8 | 19,5 | veškerá (Total) | 0,05 | 0,06 | - | |
| výhřevnost (LHV) | 15,5 | 17,5 | 18,2 | | | | | |
| Biochemický rozbor [%_{hm}] (Bio-Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | | |
| - třísloviny (Tannins) | 6,24±0,02 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 20,0±0,6 | | | | | |
| - lignin (Lignin) | 11,6±0,3 | - holocelulóza (Holocellulose) | 47,2±1,1 | | | | | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------------|---------|-----|-------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 9,86 | CaO | 30,0 | MnO | 0,08 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 0,95 | K ₂ O | 26,7 | Cl | 17,2 | Cr | 0,001 |
| Na ₂ O | 2,40 | Fe ₂ O ₃ | 0,59 | Pb | 0,005 | Ni | 0,009 |
| SO ₃ | 2,38 | MgO | 3,42 | Cd | 0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 6,45 | TiO ₁ | 0,08 | Cu | 0,043 | Zn | 0,024 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1052 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1147 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1057 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | 1153 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranicí stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Skupina (Group): | Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): | záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh(Species): | Saflor (Safflower) | Forma (Shape): | řezanka 2-3 cm (Shreddings 2-3 cm) |

Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)
Podmínky zkoušení (Testing Conditions):

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 220 °C | relat.vlhkost okolí | 36 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 12,5 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 33 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 10 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 25 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 20 kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 979 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 11,5 | 16,5 | 31130 | 0,20 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 11,9 | 15,3 | ND | ND | 10,2 | 1,90 | 0,60 | <0,01 | 0,06 | 0,018 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 996 |
|---------------------|--|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 40,7 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 1184 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 396 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 22,9 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 2228 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 2,68 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 2969 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 0,67 |
| HF [mg.m ⁻³] | 0,17 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,27 |
| Výhřevnost (LHV): | 3,95 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): záměr.pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh(Species): Saflor (Safflower) | Forma (Shape): řezanka 2-3 cm (Shreddings 2-3 cm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | ND °C | relat.vlhkost okolí | 67 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | ND Pa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 10 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 22 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 999 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| ND | ND | ND | ND |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|----|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³]:

| | | |
|---------------------|---|----|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | ND |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | ND |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | ND |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | ND |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | ND |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|----|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | ND |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | ND |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | ND |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | ND |
| HF [mg.m _n ⁻³] | ND |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|----|
| Spalné teplo (HHV): | ND |
| Výhřevnost (LHV): | ND |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Stébelnina (Culm plant)**Podskupina (Subgroup):** Záměr.pěst. (Wilful Growned)**Druh (Species):** Saflor (Safflower)**Forma (Shape):** Brikety - ϕ 6,5 cm, l= 5 cm (Briquettes)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**
(Combustion Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 277 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 23 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -11 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 3,1 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 56,7 m _n ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 34 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 993 hPa | Interval přikládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 6,3 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 16,1 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| CO | CO₂ | NO | TOC |
| 0,25 % _{vol} | 7,4 % _{vol} | 150 ppm _{vol} | 541 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

| Dehty (Tars) [mg.m _n ⁻³] | | |
|---|---|-----|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 347 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 1,4 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 11 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 5,3 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 1,1 |

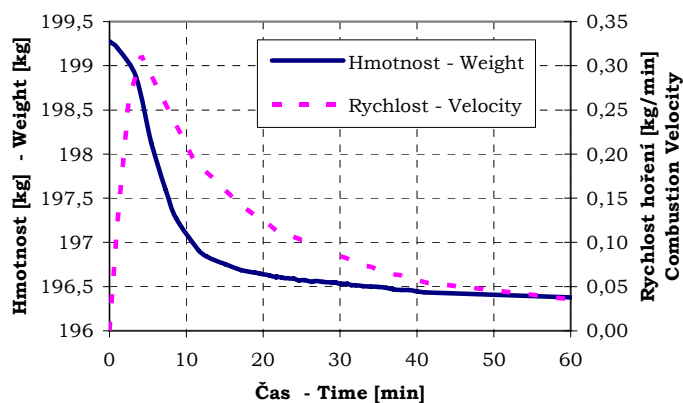
POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|-------------------------------------|-----|--|--------|---|
| PAU (PAH) | 425 µg.m _n ⁻³ | PCB | 0,18 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ | PCDD/F | 5,0 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ |
|-----------|-------------------------------------|-----|--|--------|---|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|--------|---------------------------------|
| Benzen (Benzene) | 19 | mg.m _n ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 153 | mg.m _n ⁻³ |
| HF * | < 0,49 | mg.m _n ⁻³ |
| HCl | 14 | mg.m _n ⁻³ |

* mez stanovitelnosti byla ovlivněna organickým znečištěním vzorku
(determination limit was affected by organic contamination of a sample)

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:
(Maximum Combustion Velocity)
0,311 kg.min⁻¹ (4.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY BIOMASS ENERGY PARAMETERS

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Skupina (Group): | Stébelnina (Culm plant) |
| Podskupina (Subgroup): | Záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh (Species): | Sléz (Mallow) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|-------|------|------|--|------|------|------|------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 38,3 | 43,8 | 47,2 |
| - hrubá (Coarse) | 5,20 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,01 | 5,73 | 6,18 |
| - zbytková (Residual) | 7,42 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 36,1 | 41,3 | 44,5 |
| - celková (Total Water) | 12,62 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,99 | 1,13 | 1,22 |
| popel (Ashes) | 6,32 | 7,23 | - | chlór (Chlorine) | Cl | 0,70 | 0,80 | 0,86 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 81,1 | 92,8 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 63,8 | 73,0 | 78,7 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 17,3 | 19,8 | 21,3 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | 0,04 | 0,05 | 0,05 | |
| | r | d | daf | v popelu (Suphat. ash) | 0,14 | 0,16 | - | |
| spalné teplo (HHV) | 15,4 | 17,6 | 19,0 | veškerá (Total) | 0,18 | 0,21 | - | |
| výhřevnost (LHV) | 14,0 | 16,4 | 17,7 | Biochemický rozbor [%_{hm}] (Bio-Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | |
| - třísloviny (Tannins) 7,7±0,8 - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) 25,1±1,1 | | | | | | | | |
| - lignin (Lignin) 4,4±0,8 - holocelulóza (Holocellulose) 41,5±3,2 | | | | | | | | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------------|---------|-----|-------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 3,73 | CaO | 25,4 | MnO | 0,08 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 1,97 | K ₂ O | 23,8 | Cl | 9,93 | Cr | 0,004 |
| Na ₂ O | 3,47 | Fe ₂ O ₃ | 0,91 | Pb | 0,003 | Ni | 0,007 |
| SO ₃ | 5,56 | MgO | 5,91 | Cd | 0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 19,1 | TiO ₁ | 0,15 | Cu | 0,04 | Zn | 0,006 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1045 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1454 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1050 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | 1459 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranici stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh(Species): Sléz (Mallow) | Forma (Shape): řezanka 2-3 cm (Shreddings 2-3 cm) |

**Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 180 °C | relat.vlhkost okolí | 30 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 11,00 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 33 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 14 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 26 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 22 kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 978 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)
Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 11,0 | 17,2 | 24997 | 0,23 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 9,56 | 12,2 | ND | ND | 11,5 | 0,90 | 0,48 | <0,01 | 0,09 | 0,012 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 2285 |
|---------------------|--|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 89,6 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 706 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 793 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 190 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 2949 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 11,5 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 2775 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 1,54 |
| HF [mg.m ⁻³] | <0,17 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 3,68 |
| Výhřevnost (LHV): | 3,37 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): záměr.pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh(Species): Sléz (Mallow) | Forma (Shape): řezanka 2-3 cm (Shreddings 2-3 cm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | ND °C | relat.vlhkost okolí | 67 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | ND Pa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 16 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 22 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 999 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| ND | ND | ND | ND |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|----|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³]:

| | | |
|---------------------|---|----|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | ND |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | ND |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | ND |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | ND |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | ND |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|----|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | ND |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | ND |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | ND |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | ND |
| HF [mg.m _n ⁻³] | ND |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|----|
| Spalné teplo (HHV): | ND |
| Výhřevnost (LHV): | ND |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Stébelnina (Culm plant)**Podskupina (Subgroup):** Záměr.pěst. (Wilful Growned)**Druh (Species):** Sléz (Mallow)**Forma (Shape):** Brikety - ϕ 6,5 cm, l= 5 cm (Briquettes)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**
(Combustion Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|--|-----------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 267 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 19 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -12 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 3 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 73,6 m _n ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 33 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 990 hPa | Interval přikládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 6,0 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 17,8 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| CO | CO ₂ | NO | TOC |
|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| 0,28 % _{vol} | 6,2 % _{vol} | 167 ppm _{vol} | 992 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

| Dehty (Tars) [mg.m _n ⁻³] | | |
|---|---|-----|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 815 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 3,7 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 39 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 9,1 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 1,5 |

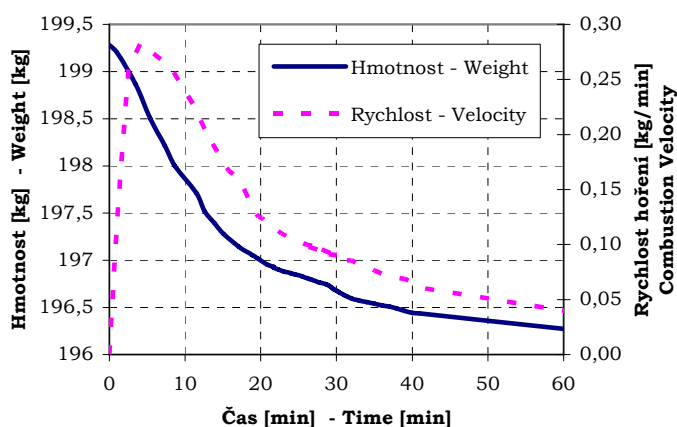
POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|-------------------------------------|-----|--|--------|---|
| PAU (PAH) | 924 μg.m _n ⁻³ | PCB | 0,26 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ | PCDD/F | 6,2 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ |
|-----------|-------------------------------------|-----|--|--------|---|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|-------|---------------------------------|
| Benzen (Benzene) | 19 | mg.m _n ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 458 | mg.m _n ⁻³ |
| HF * | < 1,7 | mg.m _n ⁻³ |
| HCl | 62 | mg.m _n ⁻³ |

* mez stanovitelnosti byla ovlivněna organickým znečištěním vzorku
(determination limit was affected by organic contamination of a sample)

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:
(Maximum Combustion Velocity)
0,283 kg.min⁻¹ (4.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY **BIOMASS ENERGY PARAMETERS**

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Skupina (Group): | Dřevo (Wood) |
| Podskupina (Subgroup): | Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): | Smrk (Spruce) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|------|----------|--|--|----------|-------|-------|-------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 44,6 | 50,1 | 50,3 |
| - hrubá (Coarse) | 2,46 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,46 | 6,13 | 6,16 |
| - zbytková (Residual) | 8,54 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 38,4 | 43,1 | 43,4 |
| - celková (Total Water) | 11,0 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,11 | 0,12 | 0,12 |
| popel (Ashes) | 0,47 | 0,53 | - | chlór (Chlorine) | Cl | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 88,5 | 99,5 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 74,1 | 83,2 | 83,7 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 14,5 | 16,3 | 16,4 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | | | | |
| | r | d | daf | v popelu (Suphat. ash) | | | | |
| spalné teplo (HHV) | 17,9 | 20,1 | 20,2 | veškerá (Total) | | | | |
| výhřevnost (LHV) | 16,4 | 18,8 | 18,9 | 0,01 0,01 - | | | | |
| Biochemický rozbor [%_{hm}] (Bio-Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | | |
| - třísloviny (Tannins) | | 10,8±0,1 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | | 19,9±1,0 | | | |
| - lignin (Lignin) | | 4,2±0,6 | - holocelulóza (Holocellulose) | | 44,4±1,7 | | | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|---------|--------------------------------|-----------------------------------|---------|-------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 3,53 | CaO | 43,5 | MnO | 3,78 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 2,66 | K ₂ O | 9,24 | Cl | 0,49 | Cr | 0,12 |
| Na ₂ O | 0,59 | Fe ₂ O ₃ | 1,53 | Pb | 0,023 | Ni | 0,78 |
| SO ₃ | 2,15 | MgO | 6,68 | Cd | 0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 8,54 | TiO ₁ | 0,18 | Cu | 0,038 | Zn | 0,14 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): | | | | | | | |
| <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1044 °C | | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1257 °C | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1052 °C | | teplota tečení (Flow Temperature) | 1264 °C | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranici stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--------------------------------------|---|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh (Species): Smrk (Spruce) | Forma (Shape): štěpka 2-3 cm (Wood Chips 2-3 cm) |

Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)
Podmínky zkoušení (Testing Conditions):

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 362 °C | relat.vlhkost okolí | 12 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 21,8 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 30 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 27 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 26 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 12 kg.h ⁻¹ |
| atmosf. tlak (Atmosph. Pressure) | 1027 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 11,2 | 15,6 | 32004 | 0,50 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 13,1 | 15,6 | ND | ND | 10,0 | 0,80 | 0,21 | <0,01 | 0,07 | 0,009 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 681 |
|---------------------|--|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 15,5 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 588 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 1299 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 63,5 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas):**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 2443 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 18,1 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 535 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 9,4 |
| HF [mg.m ⁻³] | ND |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas [MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 3,59 |
| Výhřevnost (LHV): | 3,34 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--------------------------------------|--|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): Odpadní (Waste) |
| Druh(Species): Smrk (Spruce) | Forma (Shape): polena - 20 cm (Logs - Length 20 cm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 364 °C | relat.vlhkost okolí | 40,0 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | -1,39 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 15 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 28 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 990 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 20,5 | 11,1 | 23650 | 0,17 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 17,9 | 14,1 | ND | ND | 14,2 | 1,03 | 0,31 | <0,01 | 0,05 | 0,007 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³):

| | | |
|---------------------|--|------|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 355 |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 22,6 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 493 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 199 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 21,7 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 1568 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 6,89 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 492 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 0,19 |
| HF [mg.m _n ⁻³] | <0,09 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹):**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹):**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,88 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,53 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Dřevo (Wood)**Podskupina (Subgroup):** Odpadní (Waste)**Druh (Species):** Smrk (Spruce)**Forma (Shape):** Polena - délka 30 cm (Logs - Length 30 cm)**Výstupy ze spalovacích zkoušek** - Experimentální ohniště, $P_{jm} = 8 \text{ kW}$ (Experimental Furnace)**(Combustion Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|------------------------------------|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 304 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 27 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -11 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 2,6 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 74 m ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 12 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 1 003 hPa | Interval příkládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 3,7 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 17,7 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalínách za normálních podmínek při $O_{2 \text{ REF}} = 13 \text{ \%}_{\text{vol}}$
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; $O_{2 \text{ REF}} = 13 \text{ \%}_{\text{vol}}$)

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| CO | CO₂ | NO | TOC |
| 0,25 % _{vol} | 7,4 % _{vol} | 60 ppm _{vol} | 203 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

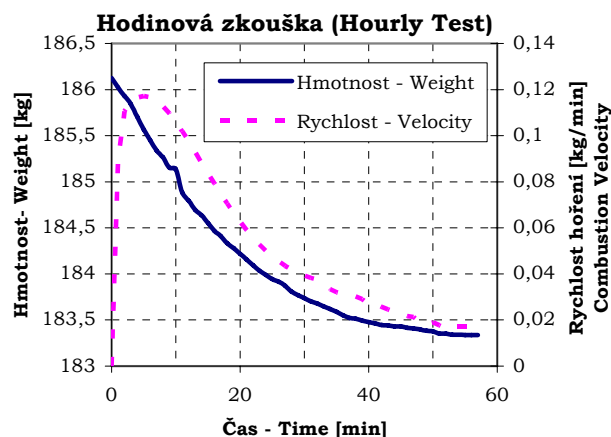
| Dehty (Tars) [mg.m ⁻³] | | |
|------------------------------------|---|------|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 66 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 2,5 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 2,3 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 2,0 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 0,18 |

POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|------------------------|-----|---|--------|--|
| PAU (PAH) | 423 µg.m ⁻³ | PCB | 0,0026 ng _{TEQ} .m ⁻³ | PCDD/F | 0,047 ng _{TEQ} .m ⁻³ |
|-----------|------------------------|-----|---|--------|--|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|-----|--------------------|
| Benzen (Benzene) | 5,5 | mg.m ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 90 | mg.m ⁻³ |
| HF | 6,2 | mg.m ⁻³ |
| HCl | 17 | mg.m ⁻³ |



Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:
(Maximum Combustion Velocity)
0,117 kg.min⁻¹ (5.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY BIOMASS ENERGY PARAMETERS

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Skupina (Group): | Stébelnina (Culm plant) |
| Podskupina (Subgroup): | Záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh (Species): | Šťovík (Sorrel) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|------|------|------|--|---------|--|----------|------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 42,3 | 47,0 | 49,2 |
| - hrubá (Coarse) | 0,62 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,20 | 5,77 | 6,05 |
| - zbytková (Residual) | 9,34 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 37,2 | 41,3 | 43,3 |
| - celková (Total Water) | 9,96 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 1,04 | 1,15 | 1,2 |
| popel (Ashes) | 4,10 | 4,55 | - | chlór (Chlorine) | Cl | 0,15 | 0,02 | 0,18 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 85,9 | 95,5 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 66,1 | 73,4 | 76,9 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 19,8 | 22,0 | 23,1 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | 0,05 | 0,06 | 0,06 | |
| | r | d | daf | v popelu (Suphat. ash) | 0,04 | 0,04 | - | |
| spalné teplo (HHV) | 16,9 | 18,7 | 19,6 | veškerá (Total) | 0,09 | 0,1 | - | |
| výhřevnost (LHV) | 15,5 | 17,5 | 18,3 | Biochemický rozbor [%_{hm}] (Bio-Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | |
| | | | | - třísloviny (Tannins) | 5,9±0,3 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 23,0±0,5 | |
| | | | | - lignin (Lignin) | 14±6 | - holocelulóza (Holocellulose) | 36±8 | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------------|----------|-----|--------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 8,71 | CaO | 30,4 | MnO | 0,30 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 0,53 | K ₂ O | 27,8 | Cl | 1,63 | Cr | <0,001 |
| Na ₂ O | 0,49 | Fe ₂ O ₃ | 0,66 | Pb | 0,002 | Ni | 0,160 |
| SO ₃ | 2,72 | MgO | 9,19 | Cd | <0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 4,49 | TiO ₁ | 0,04 | Cu | 0,01 | Zn | 0,001 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): | | | | | | | |
| <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1086 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | >1500 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1093 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | >1500 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranici stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh(Species): Štovník (Sorrel) | Forma (Shape): pelety ø 6 mm (pellets ø 6 mm) |

**Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 357 °C | relat.vlhkost okolí | 63 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 10,4 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 45 m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 10 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 19 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 18 kg.h ⁻¹ |
| atmosf. tlak (Atmosph. Pressure) | 1010 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)
Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 14,8 | 17,0 | 18624 | 0,27 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 14,6 | 14,0 | ND | ND | 12,5 | 1,10 | 0,73 | 0,02 | 0,08 | 0,033 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 6212 |
|---------------------|--|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 26,4 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 2260 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 907 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 66,2 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas):**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 2683 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 19,1 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 3058 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 0,06 |
| HF [mg.m _n ⁻³] | 1,93 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,77 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,41 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---|--|
| Skupina (Group): Stébelnina (Culm plant) | Podskupina (Subgroup): záměr.pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh(Species): Štovník (Sorrel) | Forma (Shape): pelety ø 6 mm (pellets ø 6 mm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 379 °C | relat.vlhkost okolí | 39 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | ND kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 10 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 25 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 998 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 10,5 | 16,9 | 55484 | 1,06 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 12,3 | 19,7 | ND | ND | 8,24 | 2,13 | 0,99 | 0,01 | 0,04 | 0,025 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| | | |
|---------------------|---|-------|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 13723 |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 125 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 1945 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 452 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 20,0 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 1344 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 21,7 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 3884 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 0,89 |
| HF [mg.m ⁻³] | ND |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,57 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,24 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Stébelnina (Culm plant)**Podskupina (Subgroup):** Záměr.pěst. (Wilful Growned)**Druh (Species):** Štovník (Sorrel)**Forma (Shape):** Brikety - ϕ 6,5 cm, l= 5 cm (Briquettes)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**
(Combustion Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|--------------------------------------|--|-----------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 243 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 27 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -11 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 3 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 80,2 m ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 20 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 983 hPa | Interval přikládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 4,2 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 17,8 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| CO | CO₂ | NO | TOC |
| 0,23 % _{vol} | 7,5 % _{vol} | 155 ppm _{vol} | 351 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

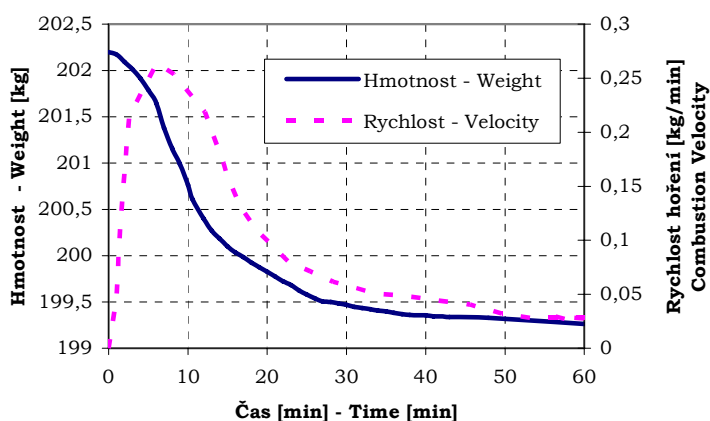
| Dehty (Tars) [mg.m ⁻³] | | |
|------------------------------------|---|------|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 227 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 3,2 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 10 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 2,5 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 0,47 |

POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|------------------------|-----|---|--------|--|
| PAU (PAH) | 477 µg.m ⁻³ | PCB | 0,27 ng _{TEQ} .m ⁻³ | PCDD/F | 9,5 ng _{TEQ} .m ⁻³ |
|-----------|------------------------|-----|---|--------|--|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|--------|--------------------|
| Benzen (Benzene) | 7,6 | mg.m ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 179 | mg.m ⁻³ |
| HF | < 0,08 | mg.m ⁻³ |
| HCl | 4,0 | mg.m ⁻³ |

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:

(Maximum Combustion Velocity)

0,264 kg.min⁻¹ (6.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY BIOMASS ENERGY PARAMETERS

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Skupina (Group): | Dřevo (Wood) |
| Podskupina (Subgroup): | Záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh (Species): | Topol (Poplar) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|------|------|------|---|------------|--|-----------|-------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 44,4 | 49,4 | 50,3 |
| - hrubá (Coarse) | 1,76 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,40 | 6,01 | 6,12 |
| - zbytková (Residual) | 8,40 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 38,2 | 42,5 | 43,3 |
| - celková (Total Water) | 10,2 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,25 | 0,28 | 0,29 |
| popel (Ashes) | 1,64 | 1,82 | - | chlór (Chlorine) | Cl | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 88,2 | 98,2 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 72,3 | 80,5 | 81,9 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 15,9 | 17,7 | 18,1 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | v popelu (Suphat. ash) | | 0,02 | 0,02 | - |
| | r | d | daf | veškerá (Total) | | 0,04 | 0,04 | - |
| spalné teplo (HHV) | 17,7 | 19,7 | 20,0 | Biochemický rozbor [%_{hm}] (Bio-Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | |
| výhřevnost (LHV) | 16,2 | 18,3 | 18,7 | - třísloviny (Tannins) | 8,84±0,35 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 3,20±0,45 | |
| | | | | - lignin (Lignin) | 19,02±0,22 | - holocelulóza (Holocellulose) | 60,98 | |
| | | | | Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------------|---------|-----|--------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 3,79 | CaO | 43,8 | MnO | 0,11 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 1,70 | K ₂ O | 14,6 | Cl | 0,96 | Cr | 0,009 |
| Na ₂ O | 0,63 | Fe ₂ O ₃ | 1,14 | Pb | 0,007 | Ni | 0,012 |
| SO ₃ | 2,57 | MgO | 7,05 | Cd | <0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 8,77 | TiO ₁ | 0,78 | Cu | 0,022 | Zn | 0,045 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): | | | | | | | |
| <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1032 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | 1391 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1041 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | 1398 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranici stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|---------------------------------------|--|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh (Species): Topol (Poplar) | Forma (Shape): štěpka 2-3 cm (Wood Chips 2-3 cm) |

Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)
Podmínky zkoušení (Testing Conditions):

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 395 °C | relat.vlhkost okolí | 12 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 9,86 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 40 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 20 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 29 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 19 kg.h ⁻¹ |
| atmosf. tlak (Atmosph. Pressure) | 1112 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 15,90 | 14,30 | ND | 0,45 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|-------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 16,40 | 11,80 | ND | ND | 14,90 | 1,21 | 0,65 | 0,01 | 0,08 | 0,011 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 1547 |
|---------------------|--|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 37,9 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 671 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 1637 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 301 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 2601 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 18,1 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 883 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 0,96 |
| HF [mg.m ⁻³] | 0,60 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas [MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,85 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,49 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--------------------------------------|--|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): záměr.pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh(Species): Topol (Poplar) | Forma (Shape): polena - 20 cm (Logs - Lenght 20 cm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 403 °C | relat.vlhkost okolí | 36 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | ND Pa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 13 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 29 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 988 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 20,8 | 10,9 | 22778 | 0,10 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 22,1 | 14,6 | ND | ND | ND | ND | ND | <0,01 | 0,03 | 0,005 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³):

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 161 |
|---------------------|---|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 14,1 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 337 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 144 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings) | 12,4 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 1178 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 9,95 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 498 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 1,18 |
| HF [mg.m _n ⁻³] | <0,07 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹):**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹):**

| | |
|---------------------|----|
| Spalné teplo (HHV): | ND |
| Výhřevnost (LHV): | ND |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Dřevo (Wood)**Podskupina (Subgroup):** Záměr.pěst. (Wilful Growned)**Druh (Species):** Topol (Poplar)**Forma (Shape):** Polena - délka 30 cm (Logs - Length 30 cm)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8 \text{ kW}$ (Experimental Furnace)
(Combustion Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 270 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 27 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -12 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 2,5 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 47,6 m _n ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 20 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 983 hPa | Interval příkládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 5,0 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 16,2 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF}=13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF}=13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| CO | CO ₂ | NO | TOC |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| 0,58 % _{vol} | 7,3 % _{vol} | 31 ppm _{vol} | 566 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

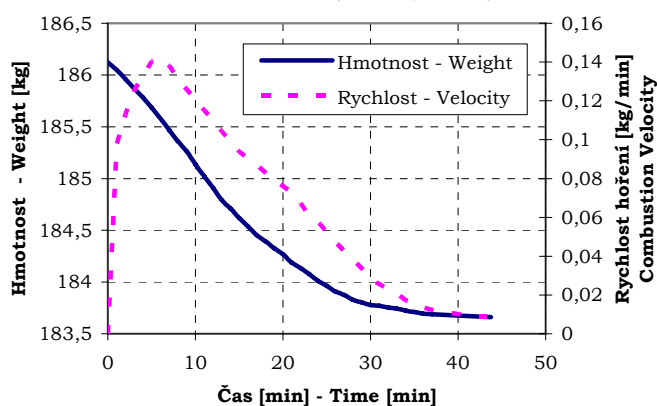
| Dehty (Tars) [mg.m _n ⁻³] | | |
|---|---|-----|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 81 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 24 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 12 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 17 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 4,0 |

POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|---------------------------------------|-----|--|--------|--|
| PAU (PAH) | 4 649 µg.m _n ⁻³ | PCB | 0,0098 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ | PCDD/F | 0,27 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ |
|-----------|---------------------------------------|-----|--|--------|--|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|------|---------------------------------|
| Benzen (Benzene) | 73 | mg.m _n ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 140 | mg.m _n ⁻³ |
| HF | 0,42 | mg.m _n ⁻³ |
| HCl | 1,2 | mg.m _n ⁻³ |

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:
(Maximum Combustion Velocity)
0,133 kg.min⁻¹ (3.min.)

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY **BIOMASS ENERGY PARAMETERS**

Obecné informace (General Information)

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Skupina (Group): | Dřevo (Wood) |
| Podskupina (Subgroup): | Záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh (Species): | Vrba (Willow) |

Složení paliva (Fuel composition):

| | | | | | | | | |
|---|------------|--|----------|--|-------|-------|-------|-------|
| Hrubý rozbor [%_{hmot}]: (Proximate analysis [%_{wt}]) : | | | | Prvkový rozbor [%_{hmot}]: (Ultimate analysis [%_{wt}]) : | | | | |
| | r | d | daf | | r | d | daf | |
| voda (Water) | | | | uhlík (Carbon) | C | 44,6 | 49,6 | 50,4 |
| - hrubá (Coarse) | 1,54 | - | - | vodík (Hydrogen) | H | 5,34 | 5,93 | 6,03 |
| - zbytková (Residual) | 8,41 | - | - | kyslík (Oxygen) | O | 38,2 | 42,5 | 43,2 |
| - celková (Total Water) | 10,0 | - | - | dusík (Nitrogen) | N | 0,3 | 0,33 | 0,34 |
| popel (Ashes) | 1,50 | 1,67 | - | chlór (Chlorine) | Cl | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| hořlavina (Flammable Mat.) | 88,6 | 98,3 | 100 | fluór (Fluorine) | F | ND | ND | ND |
| - prchavá (Volatile) | 72,6 | 80,6 | 82,0 | brom (Bromine) | Br | ND | ND | ND |
| - neprchavá (Non-volatile) | 15,9 | 17,7 | 18,0 | Obsah síry (Sulphur Content) S: | | | | |
| Energetický obsah [MJ.kg⁻¹]: | | | | prchavá (Volatile) | <0,02 | <0,02 | 0,02 | |
| Energy content [MJ.kg⁻¹]: | | | | v popelu (Suphat. ash) | <0,02 | <0,02 | - | |
| | r | d | daf | veškerá (Total) | 0,02 | 0,02 | - | |
| spalné teplo (HHV) | 17,5 | 19,5 | 19,8 | | | | | |
| výhřevnost (LHV) | 16,1 | 18,2 | 18,5 | | | | | |
| Biochemický rozbor [%_{hm}] (Bio-Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | | |
| - třísloviny (Tannins) | 7,44±1,85 | - pryskyřičné látky (Resinous Compounds) | 4,0±0,75 | | | | | |
| - lignin (Lignin) | 21,22±0,92 | - holocelulóza (Holocellulose) | 58,93 | | | | | |
| Pozn.: holocelulóza = celulóza + hemicelulóza (Note: Holocellulose = Cellulose + Hemicellulose) | | | | | | | | |

Složení popela (Ash Composition):

| | | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------------|----------|-----|-------|----|--------|
| Chemický rozbor [%_{hmot}] (Chemical Analysis [%_{wt}]): | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 4,29 | CaO | 49,7 | MnO | 0,35 | Hg | <0,001 |
| Al ₂ O ₃ | 1,06 | K ₂ O | 10,7 | Cl | 2,28 | Cr | 0,001 |
| Na ₂ O | 0,59 | Fe ₂ O ₃ | 0,79 | Pb | 0,006 | Ni | 0,003 |
| SO ₃ | 3,52 | MgO | 5,54 | Cd | 0,001 | V | ND |
| SiO ₂ | 4,60 | TiO ₁ | 0,25 | Cu | 0,014 | Zn | 0,043 |
| Stanovení teplot tavitelnosti vyžíhaného popela (Anneal Ash Fusibility Determination): | | | | | | | |
| <i>oxidační atmosféra (Oxidation Atmosphere)</i> | | | | | | | |
| teplota deformace (Deformation Temp.) | 1064 °C | teplota tání (Hemisphere Temp.) | >1500 °C | | | | |
| teplota měknutí (Sphere Temperature) | 1072 °C | teplota tečení (Flow Temperature) | >1500 °C | | | | |

Označení (Nomenclature):

r - palivo v dodaném stavu (Sample in Delivered State)
d - palivo v bezvodém stavu (Probe Water-free Sample)
daf - hořlavina vzorku (Sample inflammable matter)
ND - nestanoveno (Not Determinated)
HHV - High Heating Value

PAU - polyaromatické uhlovodíky (multiring hydrocarbons)
TOC - celkový organický Uhlík (Total Organic Carbon)
POP - perzistentní organické látky (Persistent Organic Pollutants)
<...pod hranici stanovitelnosti (Bellow the Detection Limit)
LHV - Low Heating Value

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--------------------------------------|--|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): záměrně pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh(Species): Vrba (Willow) | Forma (Shape): štěpka 2-3 cm (Wood Chips 2-3 cm) |

**Výstupy ze zkoušek atmosférického fluidního zplyňování
(Atmospheric Fluidized-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 462 °C | relat.vlhkost okolí | 12 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | 7,87 kPa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | 38 m ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 13 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 30 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 17 kg.h ⁻¹ |
| atmosf. tlak (Atmosph. Pressure) | 1009 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)
Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| [% _{vol}] | [% _{vol}] | [ppm _{vol}] | [% _{vol}] |
| 13,8 | 15,4 | 19638 | 0,40 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%_{obj.}] (Gas Composition [%_{vol}]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 15,5 | 12,8 | ND | ND | 13,5 | 0,84 | 0,24 | <0,01 | 0,07 | 0,025 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m⁻³]:

| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 662 |
|---------------------|--|------|
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 24,1 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 1220 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 490 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 68,4 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|------|
| Benzen (Benzene) [mg.m ⁻³] | 2327 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [% _{vol}] | 16,2 |
| NH ₃ [mg.m ⁻³] | 1223 |
| HCl [mg.m ⁻³] | 0,27 |
| HF [mg.m ⁻³] | 0,60 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹]:**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹]:**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,40 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,08 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)

| | |
|--------------------------------------|--|
| Skupina (Group): Dřevo (Wood) | Podskupina (Subgroup): záměr.pěstovaná (Wilful Growned) |
| Druh(Species): Vrba (Willow) | Forma (Shape): polena - 20 cm (Logs - Lenght 20 cm) |

Výstupy ze zkoušek zplyňování v pevné vrstvě**(Down-Draft Fixed-Bed Gasification Results)****Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|
| teplota plynu (Syngas Temperature) | 388 °C | relat.vlhkost okolí | 39 % |
| tlak plynu (Syngas Pressure) | ND Pa | (Ambient Air Relative Humidity) | |
| průtok plynu (Syngas Flow Rate) | ND m _n ³ .h ⁻¹ | vlhkost paliva (Fuel Moisture) | 12 % |
| teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 27 °C | spotřeba paliva (Fuel Consumption) | ND kg.h ⁻¹ |
| atmosférický tlak (Atmosph. Pressure) | 990 hPa | | |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Koncentrace v suchém plynu při normálních podmínkách (20°C; 1,01325 MPa)

Dry Syngas Concentration, Standard Conditions (20°C; 1,01325 MPa)

On-line měření produkovaného plynu (On-line Measurement of Syngas):

| CO | CO ₂ | TOC | O ₂ |
|--------|-----------------|-----------------------|----------------|
| [%vol] | [%vol] | [ppm _{vol}] | [%vol] |
| 21,6 | 11,4 | ND | 0,34 |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Syngas):**Složení plynu [%obj.] (Gas Composition [% vol]) :**

| CO | CO ₂ | N ₂ | O ₂ | H ₂ | CH ₄ | C ₂ -C ₆ | H ₂ S | Benzen | Toluen | Ostatní |
|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|---------|
| 19,5 | 10,5 | ND | ND | 5,23 | 1,33 | 0,44 | <0,01 | 0,1 | 0,009 | ND |

Dehty (Tars) [mg.m_n⁻³):

| | | |
|---------------------|---|------|
| Skupina 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 350 |
| Skupina 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 31,7 |
| Skupina 3 (Group 3) | Toluen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toluene, Xylenes, Ethylbenzene, Styrene) | 578 |
| Skupina 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyl, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 283 |
| Skupina 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-vice jaderné), (Heavy PAH (4-more rings) | 26,0 |

Další sledované hodnoty:**(Other Elements of Syngas:)**

| | |
|---|-------|
| Benzen (Benzene) [mg.m _n ⁻³] | 1890 |
| Vlhkost plynu (Syngas Moisture) [%vol] | 8,13 |
| NH ₃ [mg.m _n ⁻³] | 781 |
| HCl [mg.m _n ⁻³] | 0,10 |
| HF [mg.m _n ⁻³] | <0,07 |

Energetické parametry plynu [MJ.kg⁻¹):**Energy parameters of Syngas[MJ.kg⁻¹):**

| | |
|---------------------|------|
| Spalné teplo (HHV): | 4,21 |
| Výhřevnost (LHV): | 4,01 |

Pozn. (Notes):

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY (BIOMASS ENERGY PARAMETERS)**Skupina (Group):** Dřevo (Wood)**Podskupina (Subgroup):** Záměr.pěst. (Willow Growned)**Druh (Species):** Vrba (Willow)**Forma (Shape):** Polena - délka 30 cm (Logs - Length 30 cm)**Výstupy ze spalovacích zkoušek - Experimentální ohniště, $P_{jm.} = 8$ kW (Experimental Furnace)**
(Combustion Results)**Podmínky zkoušení (Testing Conditions):**

| | | | |
|---|---|--|------------------------|
| Teplota spalin (Flue Gases Temperature) | 261 °C | Teplota okolí (Ambient Air Temperature) | 21 °C |
| Tlak spalin (Flue Gases Pressure) | -12 Pa | Spotřeba paliva (Fuel Consumption) | 2,5 kg.h ⁻¹ |
| Průtok vlh.spal.(Flow of Moist F. Gases) (stoichiometry, 101 325 Pa, 273 K, O ₂ Real) | 31,8 m _n ³ .h ⁻¹ | Relativní vlhkost okolí (Ambient Air Relative Humidity) | 40 % |
| Atm. tlak (Atmospheric Pressure) | 992 hPa | Interval příkládání (Fuelling Frequency) | 20 min |
| Vlhkost spalin (Flue Gases Moisture) | 4,7 % _{vol} | Koncentrace O ₂ (O ₂ concentration) | 13,7 % _{vol} |

Přehled sledovaných veličin (Measurand Overview):

Uvedené koncentrace jsou vyjádřeny v suchých spalinách za normálních podmínek při O_{2 REF} = 13 %_{vol}
(Dry Flue Gases Concentration; Standard Conditions; O_{2 REF} = 13 %_{vol})

On-line měření spalin (On-line Measurement of Flue Gases):

| CO | CO ₂ | NO | TOC |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| 0,58 % _{vol} | 7,8 % _{vol} | 42 ppm _{vol} | 276 ppm _{vol} |

Jednorázová měření (Off-line Measurement of Flue Gases):

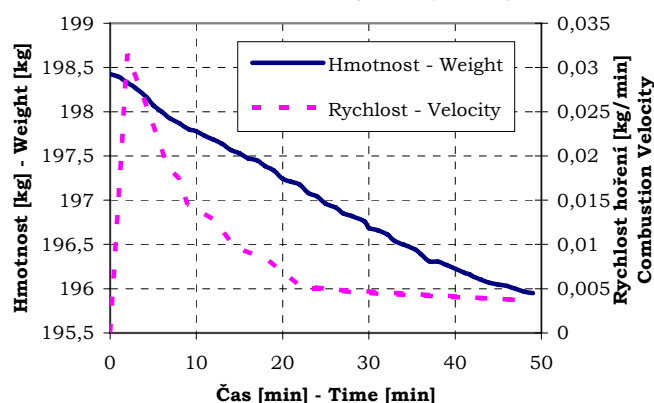
| Dehty (Tars) [mg.m _n ⁻³] | | |
|---|--|-----|
| Sk. 1 (Group 1) | Gravimetrický dehet (Gravimetric Tar) | 43 |
| Sk. 2 (Group 2) | Fenoly, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofuran (Phenols, Dibenzo-furan, 2-3 Benzofurane) | 1,4 |
| Sk. 3 (Group 3) | Toulen, Xyleny, Etylbenzen, Styren (Toulene, Xylenes, Ethylbenzene, Styren) | 3,7 |
| Sk. 4 (Group 4) | Lehké PAU (2-3 jaderné), Bifenyly, Inden (Light PAH (2-3 rings), + Biphenyl + Indene) | 11 |
| Sk. 5 (Group 5) | Těžké PAU (4-více jaderné), (Heavy PAH (4-more rings)) | 2,8 |

POP - rozsah dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb., (POPs - range according to MŽP order no. 356/2002 Sb.)

| | | | | | |
|-----------|---------------------------------------|-----|--|--------|---|
| PAU (PAH) | 2 411 µg.m _n ⁻³ | PCB | 0,0042 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ | PCDD/F | 0,098 ng _{TEQ} .m _n ⁻³ |
|-----------|---------------------------------------|-----|--|--------|---|

**Další sledované složky spalin:
(Other Elements of Flue Gases)**

| | | |
|-----------------------------|--------|---------------------------------|
| Benzen (Benzene) | 23 | mg.m _n ⁻³ |
| TZL (Particulate Matter) | 67 | mg.m _n ⁻³ |
| HF | < 0,03 | mg.m _n ⁻³ |
| HCl | 0,11 | mg.m _n ⁻³ |

Hodinová zkouška (Hourly Test)

Maximální rychlost hoření při hodinové zkoušce:

(Maximum Combustion Velocity)

0,033 kg.min⁻¹ (2.min.)

6. ZÁVĚR - INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

Na základě provedených spalovacích a zplyňovacích zkoušek bylo získáno několik desítek parametrů, které vychází z tříletého trvání projektu „Energetické parametry biomasy“. Souhrn těchto parametrů byl přehledně zpracován do palivových listů, které se skládají ze čtyř částí - výsledky rozborů paliv, výsledky zkoušek atmosférického fluidního zplyňování, výsledky zplyňování v pevném loži, výsledky spalování. Rozsáhlé množství analýz nejen samotné biomasy, ale také složek spalín a plynu představuje unikátní přehled pro patnáct testovaných paliv. Při všech těchto postupech byla dodržována jednotná metodika provozu zařízení a měření. Nicméně je důležité si uvědomit, že výsledné hodnoty jsou takto komplexně zpracovány poprvé. Proto je třeba věnovat pozornost interpretacím dosažených výstupů a doplnit je komentářem a stručnými poznámkami pro upřesnění sledovaných parametrů:

- dle normy ČSN ISO 540 [16] byla stanovena teplota deformace, měknutí, tání a tečení. V některých případech mohou být výsledné hodnoty těchto teplot diskutabilní. Pro určení přesných hodnot je podstatný vliv přípravy popela na stanovení jeho tavitelnosti od samotného způsobu spalování, přes úpravu zrnitosti po přípravu zkušebních tělísek - válečků. Další význam má také vliv plynného prostředí a chemického složení vzorků popela a významnost vlivu obsahu alkálií v popelech biomasy;

- je třeba si uvědomit, že na složení biomasy má vliv lokalita a podmínky její produkce. Rozbory různých vzorků biomasy stejného druhu tedy nemohou dosahovat totožných výsledků;

- pro hodnocení průběhu spalovacího procesu se vycházelo ze získaných křivek vyhořívání paliva. V ideálním případě je průběh vyhořívání lineární. Skutečný průběh křivky vyhořívání je exponenciální. Derivací křivky vyhoření v čase byla získána křivka rychlosti hoření, která má maximum v inflexním bodě křivky vyhořívání. Hodnota tohoto maxima a jeho poloha na časové ose nabízí možnost objektivně srovnávat průběh hoření jednotlivých paliv. Teoretický průběh rychlosti hoření, který byl v minulosti popsán, je ve skutečnosti mírně odlišný. Výsledky z rozsáhlých experimentů ukazují, že maximální rychlost hoření, charakterizovaná inflexním bodem, je dosažena v prvních minutách po přiložení paliva. V závěru popisu průběhu spalovacího procesu lze dojít k obecnému hodnocení, že exponenciální křivky vyhořívání bude dosaženo při vysokých hodnotách rychlosti hoření a malé rychlosti hoření budou vždy spojené s téměř lineárním (ideálním) průběhem úbytku paliva. Tento poznatek by měl být využit při konstrukci spalovacích zařízení;

- v průběhu realizace projektu byly při spalovacích i zplyňovacích zkouškách paliv měřeny také obsahy oxidů síry. U spalování, ale byly při vzájemném porovnávání výsledků, zjištěny rozdílné koncentrace oxidů síry. Pokud vezmeme v úvahu, že biomasa obsahuje velmi malé množství síry, což je z provedených analýz patrné, neměla by být výsledná hodnota oxidů síry příliš vysoká. Při zplyňování, které probíhá v redukčním prostředí, přechází síra zejména do H_2S . Proto veškeré naměřené obsahy oxidů síry v plynu byly pod hranicí detekce dostupných on-line analyzátorů (<10ppm). Navíc při velmi nízkých koncentracích síry v palivech je otázkou, nakolik přesné je stanovení jejího obsahu v palivu (řada hodnot byla pod hranicí stanovitelnosti akreditované palivové laboratoře);

- na všech stenech byly také stanovovány koncentrace fluorovodíku (HF) a chlorovodíku (HCl). Přítomnost organických sloučenin v sorpčním roztoku znesnadňovala, a v některých případech zcela znemožňovala, stanovení přesných koncentrací v odebraných vzorcích. Zejména nebylo možno dosáhnout obvyklých mezí stanovitelnosti. Pohledově byly některé vzorky znečištěny a vyžadovaly před analýzou filtraci. Zvýšené koncentrace F^- a Cl^-

by pravděpodobně mohly být způsobeny náhodným průnikem minerálních složek z popela do sorpčního roztoku (v popelu dochází k prekoncentraci minerálních látek);

- výsledky jednorázových měření koncentrace složek plynu mohly být ovlivněny nestabilitou provozu zplyňování, zejména při zplyňování stébelnin. Odběry těchto vzorků totiž probíhají v krátkých časových intervalech;

- při zplyňovacích zkouškách také probíhalo on-line měření obsahu oxidů dusíku. Tyto koncentrace jsou však velmi nízké (řádově v desítkách ppm). Stanovení takovýchto nízkých hodnot při nízkém obsahu kyslíku v plynu (pod 1%_{obj.}) je diskutabilní. Produkovaný plyn navíc není konečný produkt a obsah NO_x není pro další použití podstatný.

7. PODĚKOVÁNÍ

Tato publikace vznikla na základě finanční podpory Grantové agentury ČR při řešení projektu GAČR 101/04/1278 „Energetické parametry biomasy“.

8. POUŽITÁ LITERATURA, ODKAZY A NORMY

- [1] ČSN ISO 10396 Stacionární zdroje emisí - Odběr vzorků pro automatizované stanovení hmotnostních koncentrací plyných složek
- [2] ČSN ISO 10849 Stacionární zdroje emisí - Stanovení hmotnostní koncentrace emisí oxidů dusíku - Charakteristiky automatických měřicích metod
- [3] ČSN 83 4711 část 7 Měření emisí oxidu siřičitého, oxidu sírového, kyseliny sírové a celkového obsahu oxidů síry ze zdrojů znečišťování ovzduší - Kontinuální stanovení celkového obsahu oxidu siřičitého
- [4] ČSN 83 4740 Stanovení emisí oxidu uhelnatého ze stacionárních zdrojů - Metoda infračervené absorpční spektroskopie
- [5] ČSN EN 12619 Stacionární zdroje emisí - Stanovení nízkých hodnot hmotnostní koncentrace celkového plyného organického uhlíku ve spalinách - Kontinuální metoda využívající plamenového ionizačního detektoru
- [6] ČSN 83 4728 část 2 Měření emisí amoniaku ze zdrojů znečišťování ovzduší - Odběr vzorku pro manuální metody měření
- [7] ČSN 83 4752 část 2 Stanovení emisí fluoru ze stacionárních zdrojů - Odběr vzorku pro manuální metody měření
- [8] ČSN EN 1911-1 Stacionární zdroje emisí - Manuální metoda stanovení HCl – Část 1: Vzorkování
- [9] ČSN EN 13649 Stacionární zdroje emisí - Stanovení hmotnostní koncentrace jednotlivých organických sloučenin - Metoda založená na použití aktivního uhlí a následné desorpci rozpouštědlem
- [10] ČSN EN 1948 Stacionární zdroje emisí - Stanovení hmotnostní koncentrace PCDD/PCDF
- [11] ČSN ISO 9096 Stacionární zdroje emisí - Stanovení hmotnostní koncentrace a hmotnostního toku tuhých částic v potrubí - Manuální gravimetrická metoda
- [12] ČSN ISO 7150-1 Jakost vod. Stanovení amonných iontů. Část 1: Manuální spektrometrická metoda
- [13] ČSN ISO 6439 Jakost vod. Stanovení jednosytných fenolů. Spektrofotometrická metoda se 4-aminoantipyrinem po destilaci

- [14] J.P.A. Neeft, H.A.M. Knoef, U. Zielke, K. Sjöström, P. Hasle, P.A. Simell, M.A. Dorington, L. Thomas, N. Abatzoglou, S. Deutch, C. Greil, G.J. Buffinga, C. Brage, M. Suomalainen : Guideline for Sampling and Analysis of Tar and Particles in Biomass Producer Gases (version 3.3), Energy project ERK6-CT 1999 – 2002 (Tar protocol)
- [15] Vyhláška MŽP č.356/2002 Sb. ze dne 11.7.2002, kterou se stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, způsob předávání zpráv a informací, zjišťování množství vypouštěných znečišťujících látek, tmavosti kouře, přípustné míry obtěžování zápachem a intenzity pachů, podmínky autorizace osob, požadavky na vedení provozní evidence zdrojů znečišťování ovzduší a podmínky jejich uplatňování
- [16] ČSN ISO 540 Stanovení tavitelnosti popela
- [17] TÜV NORD Czech, s.r.o., <http://www.tuev-nord.cz/>
- [18] Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s. v Mostě , <http://www.vuhu.cz>
- [19] Katedry dřeva, celulózy a papíru, Fakulty chemicko-technologické, při Univerzitě v Pardubicích, <http://www.upce.cz/fakulty/fcht/fcht-katedry/fcht-katedry-kdcp>
- [20] ČSN 44 1301 Tuhá paliva - Nomenklatura znaků jakosti. Nomenklatura pro spolupráci v RVHP
- [21] ČSN 44 1304 Tuhá paliva - Metody odběru a úpravy vzorků pro laboratorní zkoušení.
- [22] ČSN 441377 Tuhá paliva – Stanovení obsahu vody
- [23] ČSN ISO 1171 (441378) Tuhá paliva – Stanovení popela
- [24] ČSN ISO 1928 Tuhá paliva – Stanovení spalného tepla kalorimetrickou metodou v tlakové nádobě při konstantním objemu a referenční teplotě 25⁰C .
- [25] ČSN 441355 Tuhá paliva – Stanovení vodíku a uhlíku
- [26] ČSN 441379 Tuhá paliva – Stanovení veškeré síry metodou Eschka
- [27] SKÁLA, Z., LISÝ M., FAJMAN, M.: Fluidní zplyňování biomasy, Agromagazín, ČZT s.r.o., 11/2006, str. 74-77, ISSN 1214-0643

- [28] ČSN ISO 5167-1 Měření průtoku tekutin pomocí snímačů diferenčního tlaku.
Část 1: Clony, dýzy a Venturiho trubice vložené do zcela vyplněného potrubí kruhového průřezu (nahrazeno ČSN EN ISO 5167-2 Měření průtoku tekutin pomocí snímačů diferenčního tlaku vložených do zcela zaplněného potrubí kruhového průřezu - Část 2: Clony)
- [29] HOFBAUER, H., RAUCH, R., BOSCH, K., KOCH, R., AICHERNING, Ch.: Biomass CHP Plant Güssing – A Sukces Story, Proceedings of Expert Meeting „Pyrolysis and Gasification of Biomass Waste“, Edited by A.V. Bridgwater, CPL Press, Newbury, UK, (2003), ISBN1872691773
- [30] BRIDGWATER, A. V.: The Technical and Economic Feasibility of Biomass Gasification fot Power Generation. Energy Research Group, Aston University, Birmingham, (1995) Fuel Vol.74 -No. 5

Autoři:

Doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.

Doc. Ing. Tadeáš Ochodek, CSc.

ENERGETICKÉ PARAMETRY BIOMASY

Projekt: GAČR 101/04/1278

Vydavatel: Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství

Tisk: MANTILA REPRO, Žižkova 5, 603 00 Brno

Vydání: první

Rok vydání: 2007

Náklad: 15

Počet stran: 91

ISBN 978-80-214-3493-6