

Pelety z netradičních materiálů

Mgr. Veronika Bogoczová

VŠB - Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum



Pelety z netradičních materiálů

- zvýšení zájmu o využití obnovitelných zdrojů energie
- rostlinná biomasa – CO₂ neutrální
- pelety – perspektivní ekologické palivo
- spotřeba pelet v České republice není prozatím příliš veliká



Pelety z netradičních materiálů

- většina vyrobených pelet se exportuje do zahraničí – Rakousko, Německo a skandinávské země
- největší výrobce a spotřebitel pelet z evropských zemí – Švédsko
- nejčastější materiály pro výrobu pelet – odpady z dřevařského průmyslu, řepková sláma, průmyslový št'ovík



Přehled

- pelety z papíru
- pelety a brikety z papíru v českých podmínkách
- pelety z amerického druhu prosa
- pelety z kompostu a uhlénoho prachu



Pelety z papíru

- výroba pelet nebo briket z papíru se potýká s českou legislativou, která využití odpadního papíru jako paliva nepovoluje
- Unipap v Býšti začal zpracovávat zbytky papírové lepenky do podoby pelet a briket, které slouží k vytápění výrobního areálu
- vzorky procházejí certifikací – výhled na vysoce ekologické palivo



Pelety z papíru - výhody



- kvalita – menší obsah síry a menší produkce CO₂ ve srovnání s uhlím, menší obsah formaldehydu ve srovnání s dřevem
- cena – ovlivněna vzdáleností mezi výrobnou a místem spotřeby
- ŽP – zužitkování nadbytečného materiálu, snížení produkce skleníkových plynů (především methanu)



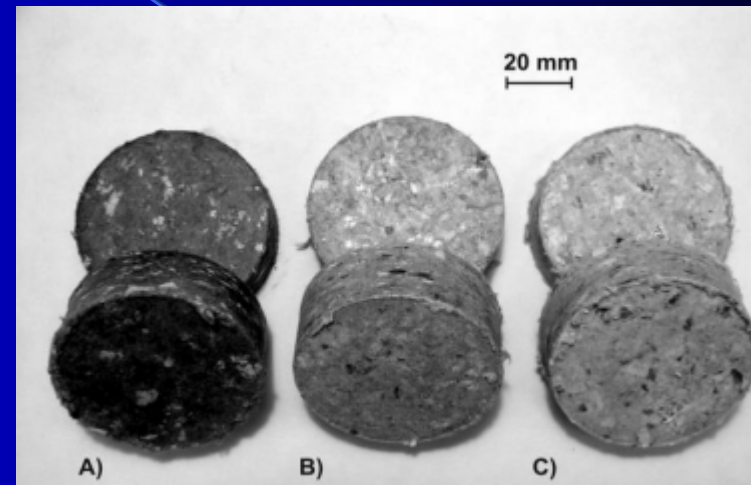
Pelety z papíru v českých podmínkách

- pelety a brikety – z čistého papíru nebo v kombinaci s hnědým uhlím či dřevěnou štěpkou
- návržení vhodného technologického postupu výroby
- SO_2 inhibuje katalytický vznik dioxinů
- CaCO_2 absorbuje vznikající SO_2 a další nežádoucí látky



Brikety

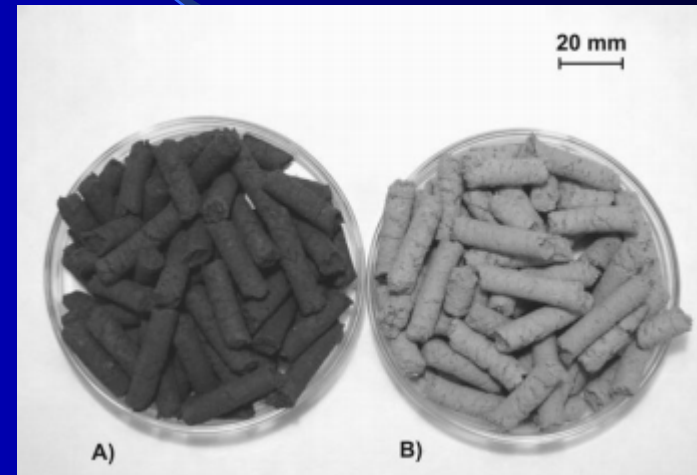
- vysokotlaká aglomerace
- použitý tlak 30, 70, 100 a 130 MPa
- teploty 20°C a 80°C
- brikety ze 100% papíru, ze směsi papíru a hnědého uhlí a ze směsi papíru a dřevěné štěpky v poměrech 9:1 až 7:3



Obr. 1: Brikety ze směsi uhlí+papír (A), dřev+papír (B), čistý papír (C)

Pelety

- nízkotlaká aglomerace
- použitý tlak 5 MPa
- nutnost vlhčení (na 30-45 %)
- vzorky z čistého papíru a ze směsi papíru a hnědého uhlí



Obr. 2: Pelety ze směsi hnědé uhlí+papír (A) a čistý papír (B)

Vlastnosti vylisovaných pelet a briket

- hustota briket v rozmezí 0,78 až 1,21 g/cm³
- nižší tlaky – lepší vlastnosti s papírem o obsahu vlhkosti 14%
- se stoupajícím tlakem se snižoval vliv vlhkosti
- výrazný vliv přehřevu na hustotu vylisku u papíru bez vlhčení
- tlakové pevnosti srovnatelné s hnědouhel. briketami

Tab. 1: Základní vlastnosti připravených vzorků

	Qs (MJ/kg)	Vdaf (hm.%)	Ad (hm.%)	hustota (g/cm ³)	sypná hm. (g/cm ³)	wa (hm.%)
pelety	15	77,5	9-14	0,9-1,1	-	5-12
brikety	15	77,5	9-14	0,8*	0,4-0,5	8**

* určeno výpočtem z rozměrů a hmotností, ** vlhkost po vysušení, u briket vyrobených w > 30%



Spalovací zkoušky

- spalovací zkoušky na kotli Dakon o výkonu 24 kW
- spalování v topeništích malých výkonů produkuje vyšší koncentrace škodlivin v porovnání se středními a velkými zdroji znečištění ovzduší

Popis	Složení	W (hm.%)	Ad (hm.%)	Qi (MJ/kg)
papírové brikety	100% směsný papír	7,4	17	13,5
papírové brikety	80% papír – 20% hnědé uhlí	7,6	17	15
brikety papír- dřevo	80% papír – 20% dřevo	7,5	14	14,2
papírové pelety	100% směsný papír	6,5	17	13,5
pelety papír-uhlí	80% papír – 20% hnědé uhlí	6,4	17	15
dřevěné brikety	100% dřevo	9,0	2,5	17,2

Spalovací zkoušky

- emisní faktory alternativních paliv na bázi papíru jsou velmi podobné a v některých ohledech příznivější než u porovnávaných dřevěných briket
- u pelet se projevila nevhodnost granulometrie (vyšší emisní faktory CO a TOC)

Emisní faktory vztažené na hmotnost paliva (ζ_m):

Označení	ζ_m (g/kg)				
	CO	Nox	SO ₂	TOC	TZL
papírové brikety	8,1	0,9	< 0,1	1	0,3
brikety papír-uhlí	9,8	1,2	< 0,1	0,9	0,16
brikety papír-dřevo	23	0,6	< 0,1	3	0,21
papírové pelety	95	4,7	< 0,1	20,9	0,14
pelety papír-uhlí	140	1,2	< 0,1	26	0,31
dřevěné brikety	34	0,7	< 0,1	3,5	0,75



Spalovací zkoušky na VEC

- pelety z kancelářského papíru
- při peletizaci palivo mícháno s vodou
- automatické podávání – ucpávání šneku a rozpad paliva
- ruční přikládání – nedocházelo k rozpadu
- vlastní spalování problematické – samovolné ukončení spalovacího procesu



Obr. 3: Pohled do spalovací komory během zkoušky.



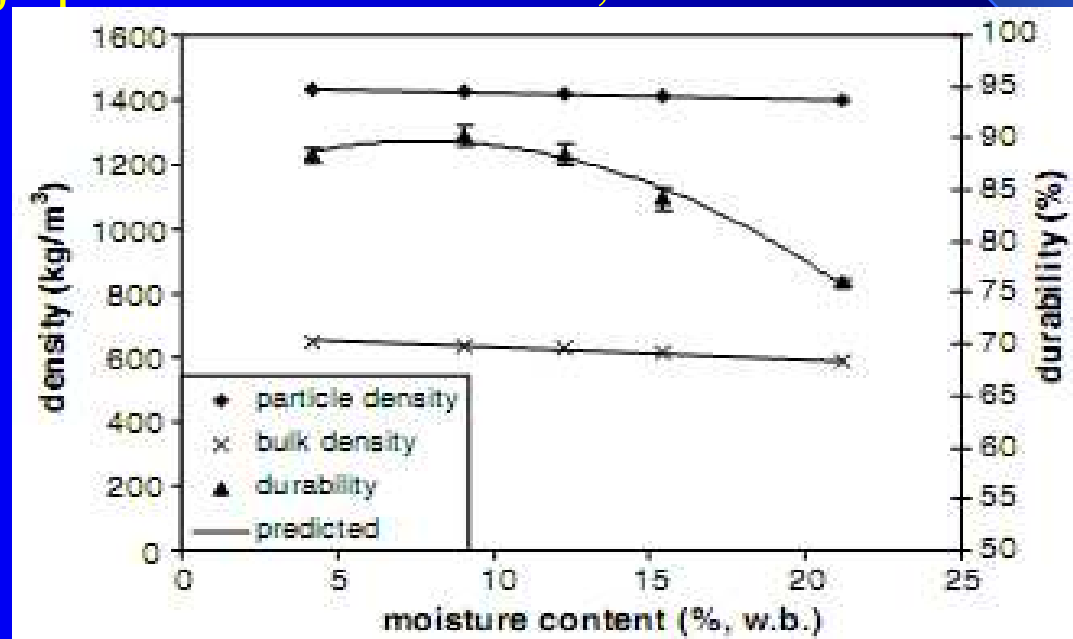
Pelety z arašídových slupek

- zkoumaly se vlastnosti pelet z arašídových slupek (objemová hmotnost, hustota částic, pevnost pelet, rychlost sorpce vlhkosti)
- údaje z analýzy pelet (výhřevnost, popelnatost, obsah uhlíku) byly porovnávány s údaji amerického druhu prosa
- získané hodnoty byly velice podobné – oba materiály se jeví jako vhodný materiál pro výrobu pelet



Pelety z arašídových slupek

- snížení hustoty částic a objemové hmotnosti znamená lineární navýšení obsahu vlhkosti
- se zvyšující se vlhkostí se pevnost pelet zvyšuje, maxima dosahuje při obsahu vlhkosti 9,1%



Graf 1: Vliv obsahu vlhkosti na hustotu částic, objemovou hmotnost a pevnost pelet z arašídových slupek.



Pelety z amerického druhu prosa

- vlastnosti pelet jsou ovlivněny charakteristikou postupu použitého při výrobě
- nejdůležitější faktory – teplota a tlak použitý při procesu peletizace
- zkoumá se vliv podoby vstupního materiálu – nařezané, nadrcené, nasušené proso
- přísadky těžkých pyrolýzních olejů
- cílem bylo vytvořit scénář pro porovnávání odlišných druhů pelet a porozumění vlivu rozdílných parametrů na kvalitu pelet



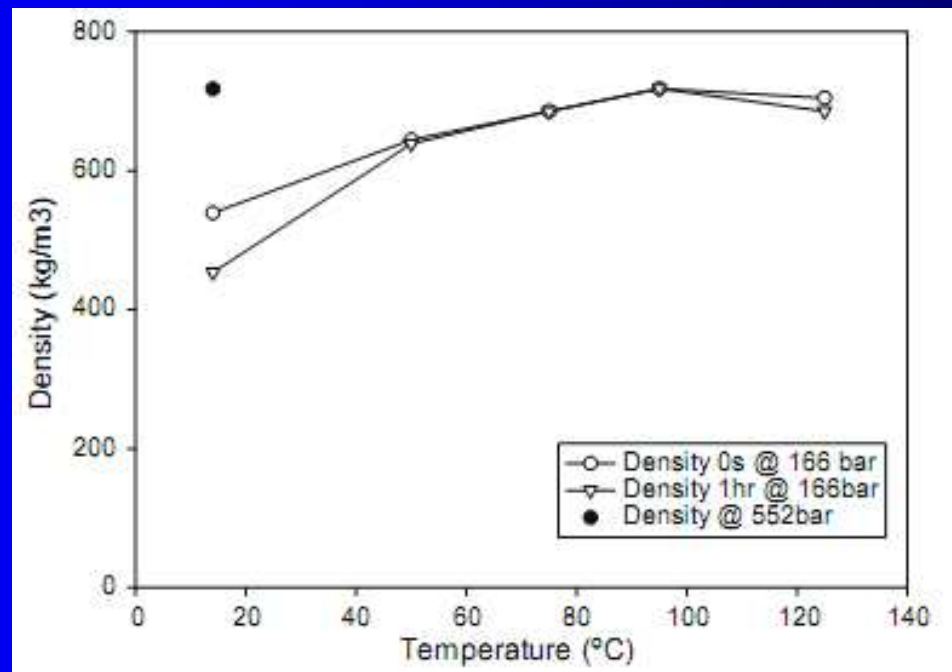
Pelety z nařezaného prosa

- použití vysokého tlaku – jednodušší tvar pelet
- hustota v rozmezí 250 kg/m³ při tlaku 5520 kPa až 720 kg/m³ při tlaku 55,2 MPa
- dřevěné pelety 500-700 kg/m³, hodnoty cca 6krát vyšší než u pelet vyrobených z trávy (55-68 kg/m³)
- v rozmezí teplot 14°C až 50°C došlo k významnému nárůstu hustoty
- při teplotách 75°C a 95°C již nedocházelo k dalšímu navyšování hustoty



Pelety z nařezaného prosa

- lignin – přirozené pojivo, při zvýšených teplotách dochází ke změknutí, což umožňuje lepší vaznost částic v průběhu peletizace
- vliv přítomnosti ligninu je patrný jen do 100°C, další navýšení má negativní vliv – třepení pelet



Graf 2: Vztah mezi hustotou pelet a teplotou.



Pelety z nadrceného prosa

- celkový vzhled a tvar pelet vyrobených z nadrceného prosa je mnohem jednodušší než u pelet z prosa nasekaného
- pelety mají podobnou hustotu v porovnání s peletami z nařezaného prosa, ale menší mechanickou pevnost
- v testech odolnosti pelety z drceného prosa nevykazovaly tak dobré výsledky jako pelety z prosa nařezaného



Pelety z nasušeného prosa

- proces sušení ukončen před samotnou peletizací, poté byl peletizovaný materiál ochlazen
- vzhledově byly pelety tmavě hnědé barvy, velmi křehké, nestejného a nehomogenního tvaru
- snížení obsahu vlhkosti a rozklad hemicelulózy měly za následek křehkost vyrobených pelet



Pelety ze směsi prosa a těžkého pyrolýzního oleje

- proso bylo smícháno s těžkým pyrolýzním olejem v poměru 2:1 a 1:1
- pelety byly vyrobeny za nízké teploty a tlaku, za vysokého tlaku a nízké teploty a za nízkého tlaku a vysoké teploty
- hustota pelet se pohybovala v rozmezí 560-999 kg/m³ při poměru 2:1 a při poměru 1:1 se hustota pohybovala okolo 1000 kg/m³



Pelety ze směsi prosa a oleje

- přítomnost ligninu a oleje způsobila významný nárůst v tažné síle u pelet smíchaných v poměru 2:1
- přidavek pyrolýzního oleje je výhodný v případech, kdy je vstupní biomasa v drcené podobě, jako jsou piliny nebo hobliny
- úskalí - toxický, korosivní a vysoce viskózní materiál

Vlastnosti pelet vytvořených ze směsi prosa a těžkého pyrolýzního oleje.

Podmínky peletizace			Vlastnosti pelet	
Poměr proso:olej	Tlak (MPa)	Teplota (°C)	Hustota (kg/m ³)	Tažná síla (kPa)
2:1	16,6	14	560	90
2:1	55,2	14	756	170
2:1	16,6	95	999	1110
1:1	16,6	14	999	350
1:1	55,2	14	1076	600

Pelety z pšeničné slámy

- pelety se vyráběly z nařezané pšeničné slámy, byly použity k porovnání analýzy s peletami z amerického druhu prosa
- hustota pelet byla u obou typů velice podobná
- obsah ligninu byl stanoven na 17%, z čehož vyplývá, že vliv ligninu na kvalitu není tak veliký
- výsledky testů potvrdily vliv zvýšeného tlaku na pevnost pelet



Spalovací zkoušky

- spalovací zkoušky byly prováděny na kotlích o výkonu 10 kW až 10 MW
- nelepších výsledků se dosáhlo při vysokých teplotách s ustáleným složením plynu

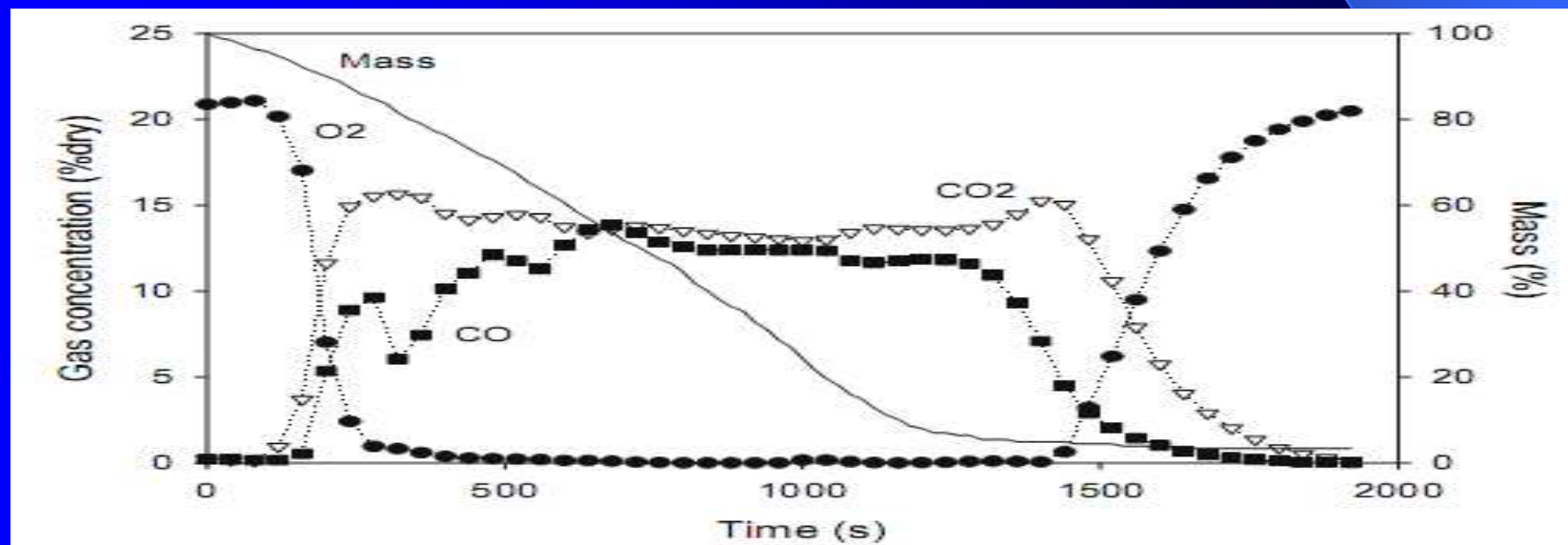
Klíčové parametry spalování pelet z nařezaného prosa a surového prosa při průtoku vzduchu 936 kg/m²h. IPS – počáteční fáze hoření

Vstupní materiál	Pelety z nařezaného prosa	Surové nařezané proso
Objemová hmotnost	370	57
Ztráta hmotnosti během IPS (%)	90	65,6
Rychlost spalování během IPS (kg/m ² h)	312	385
Celková rychlost spalování (kg/m ² h)	252	253

Spalovací zkoušky

- u surového prosa klesla rychlost spalování rychle, u pelet došlo k navýšení rychlosti spalování
- větší a hustší části jsou odolnější vůči konvektivnímu chlazení
- peletizace materiálu je vhodná k dosažení stabilního teplotního profilu

Graf 3: Složení plynu a úbytek hmotnosti při spalování pelet z prosa na pevném loži.



Pelety z kompostu a uhelného kalu

- kompost i uhelný kal jsou odpadními produkty
- uhelný kal vzniká při procesu čištění uhlí, ukládá se bez využití do lagun
- kompost je tvořen vlákny kompostového substrátu a vlhkou obalovou vrstvou používanou při pěstování hřibů
- proces peletizace dává tomuto materiálu větší homogenitu, zajišťuje snazší skladování a transport



Pelety z kompostu a uhelného prachu

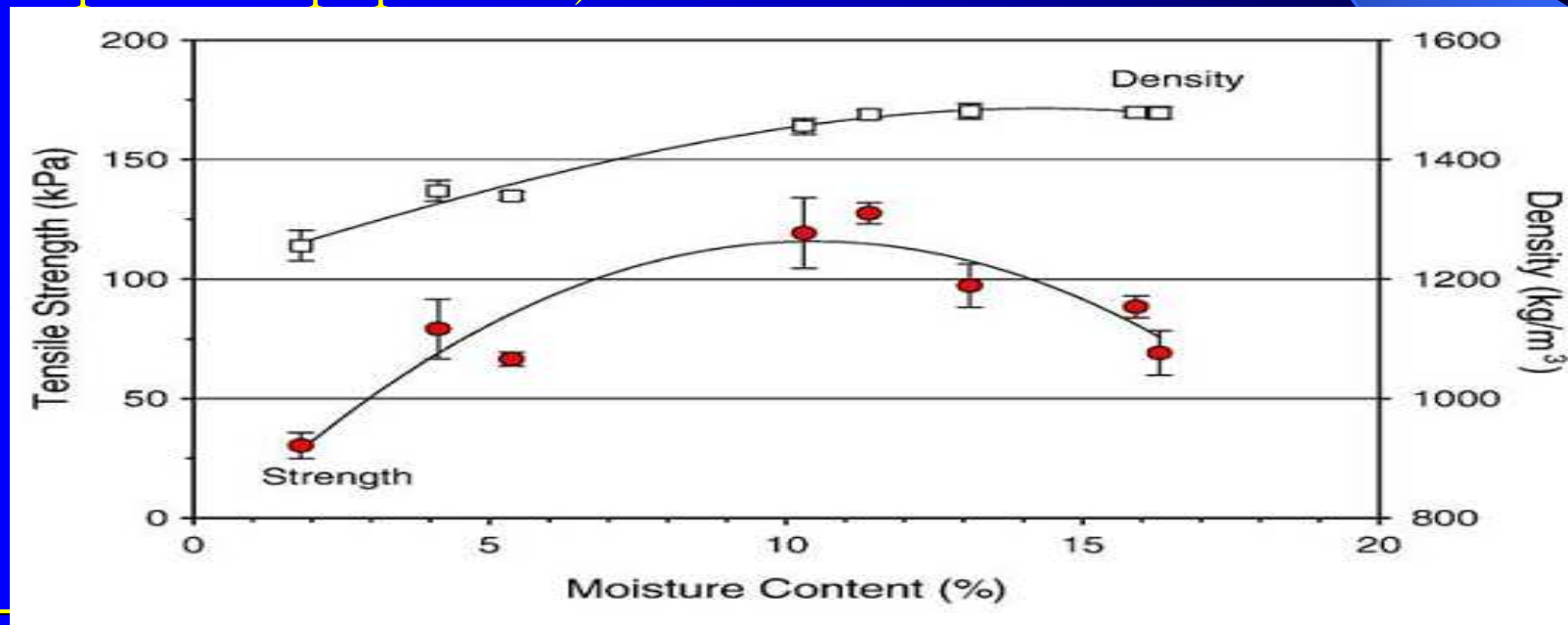
- pelety jsou vhodné ke spalování v elektrárnách či k použití ve zplyňovačích
- charakteristika paliva naznačuje, že oba materiály jsou vhodné k peletizaci a výrobě energie z hlediska velikosti částic, obsahu uhlíku, výhřevnosti a množství těkavých látek
- kvalita vyrobených pelet byla hodnocena z hlediska hustoty, mechanické pevnosti a odolnosti
- optimální obsah vlhkosti pro peletizaci byl pro uhlí 10% a pro kompost 20%
- tlaky vyšší než 41,3 MPa již nepřinesly znatelně větší vliv na hustotu a pevnost pelet



Pelety z kompostu a uhlénoho prachu

- pelety z kompostu byly více stabilní než pelety z uhlénoho kalu z důvodu navzájem propletených vláken přítomných v kompostu
- přidavek kompostu k uhlénoému kalu významně nezvýšil pevnost pelet

Graf 4: Vliv počáteční vlhkosti na kvalitu pelet (tlak 16,8 MPa, zkoušeno bezprostředně po peletizaci).



Pelety z kompostu a uhelného prachu

- obsah vlhkosti v surovém kompostu byl okolo 70% a výhřevnost okolo 11 MJ/kg (vysušený)
- vysušený uhelný kal měl výhřevnost okolo 22 MJ/kg
- u obou materiálů měl významný vliv na kvalitu pelet obsah vlhkosti
- pelety vyrobené z vlhčího nebo suššího materiálu měly podstatně menší mechanickou pevnost



Pelety z kompostu a uhelného prachu

- výsledky naznačily, že přidavek kompostu nemá nijak významný přínos z hlediska kvality pelet
- přidavek kompostu má několik výhod – při výrobě se chová jako CO₂ neutrální plyn, má potenciální schopnosti zachytit SO₂ díky v sobě obsaženému vápenci
- přidavek kompostu k uhelnému kalu mírně zvýšil mechanickou pevnou pelet, ale snížil hustotu a výhřevnost
- změny v mechanické pevnosti pelet byly úměrné frakci kompostu ve směsi



Děkuji za pozornost.

VŠB - Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum

