

PROCESY A TECHNOLOGIE PRO ENERGETICKÉ VYUŽÍVÁNÍ BIOMASY

KLÍČOVÁ SLOVA: biomasa, spalování, spalování, spalování, karbonizace, pyrolýza, zplyňování, biochemická přeměna biomasy, fermentace, digestát, bioplyn, skládkový plyn

Z energetického hlediska je i dnes základním a nejčastějším konečným využitím biomasy její spalování. Je podle své formy spalována buď přímo, nebo jsou spalovány plynné či kapalně produkty jejího zpracování.

Stručný přehled základních možností jejího zpracování k energetickým účelům je uveden následující tabulce:

Tabulka : 1 Zpracování biomasy k energetickým účelům

	Přímé spalování	Chemické procesy - suché			Chemické procesy - mokré	
		Fyzikálně chemické zpracování	Zplyňování	Pyrolýza	Alkoholové kvašení (fermentace)	Metanové kvašení
Energetické technické plodiny	***	***	*	*	***	**
Rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a po údržbě krajiny	***	*	**	**		**
Odpady z živočišné výroby	*		*	*		***
Kaly z čistíren odpadních vod	*		*	*		***
Komunální organické odpady	***		**	**		***
Organické odpady z potravin, výroby		** (oleje)				***
Odpady z dřevař. provozů	***		**	**		
Lesní odpad	***		**	**		
Získané produkty	teplo vázané na nosič	olej, metylester (bionafta)	hořlavý plyn	pevné palivo, dehtový plej, plyn	etanol, metanol	metan (bioplyn)

Legenda: aplikace technologie v praxi

* *technicky zvládnutelná technologie, avšak v praxi zatím nepoužívaná*

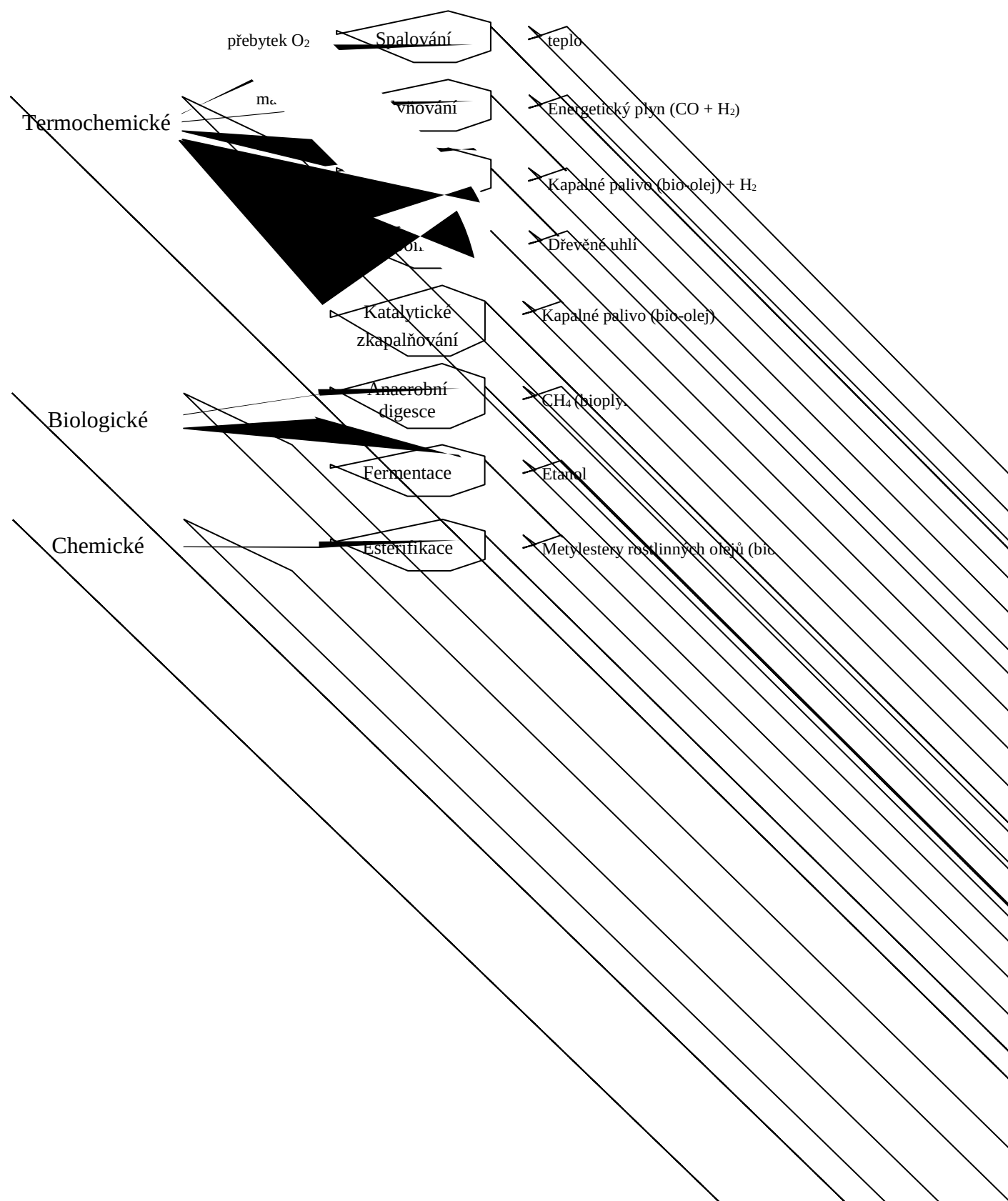
** *vhodné jen pro určité technicko-ekonomické podmínky*

*** *často používaná technologie*

Vhodných technologií pro přeměnu biomasy a výrobu tepla a elektřiny je mnohem více. Výběr té nejvhodnější záleží na její dostupnosti, ceně, spolehlivosti, efektivitě, vlivu na životní prostředí a dalších kritériích.

Řada technologií je ve stadiu vývoje, demonstrace či testování. Následující schéma podává přehled o technologiích a výsledných produktech technologií pro využití biomasy, které budou popsány v následujícím textu:

Obrázek : 1 Základní procesy a technologie přeměny biomasy



PŘÍMÉ SPALOVÁNÍ A SPOLUSPALOVÁNÍ

Z energetického hlediska je i dnes základním a nejčastějším konečným využitím biomasy její spalování, tedy termická přeměna (oxidace) biomasy za dostatečného přístupu kyslíku. Biomasy je podle své formy spalována buď přímo, nebo jsou spalovány plynné či kapalné produkty jejího zpracování.

Technologie spalování je dokonale zpracovaná a pro investory představuje minimální riziko. Produktem je tepelná energie, která se následně využije pro vytápění, technologické procesy nebo pro výrobu elektrické energie.

Spalování většinou nevyžaduje předběžnou speciální úpravu biomasy. Je přijatelná i vyšší vlhkost suroviny. Vzhledem k charakteru biomasy a jejímu proměnnému složení je nutno věnovat značnou pozornost optimálním podmínkám při spalování a při čištění výstupních spalin, kde je nutno především kontrolovat emise oxidu uhelnatého a tuhých látek, v některých případech i emise oxidů dusíku a organických látek.

Zařízení pro přímé spalování biomasy se výkonově mohou pohybovat od několika kW do desítek MW. Tato zařízení představují u nás nejméně problémový a perspektivní tepelný zdroj využívající spalitelnou biomasu.

Podle výkonu a technického řešení je lze rozdělit na následující skupiny:

Lokální topeniště (obvykle o výkonech několika kW)

klasická kamna - (plechová či litinová) jsou již technicky překonaným řešením, jehož nevýhodou je méně dokonalé spalování (nižší účinnost, více emisí škodlivin do ovzduší) a nutnost časté obsluhy;

klasické krby jsou spíše módním doplňkem interiéru, než energeticky efektivním řešením lokálního vytápění na biomasu.

krbová kamna, případně **moderní krbové vložky** jsou modernějším řešením lokálního vytápění, mají vyšší účinnost a vysoký podíl sálavé složky tepla (až 30 % tepelného výkonu) a obvykle jsou vybavena vzduchovými kanálky pro ohřívání okolního vzduchu. Některá moderní krbová kamna mají také vestavěnou topnou vložku, takže pracují zároveň i jako kotel ústředního vytápění;

cihlové pece a kachlová kamna jsou u nás používány již velmi dlouho a v poslední době jsou módní záležitostí. Obvykle tvoří zajímavou součást interiéru, mají oproti klasickým

kamnům či krbům poměrně vysokou účinnost i akumulární schopnost, takže jsou dostatečným zdrojem tepla po celý den a poskytují příjemné sálavé teplo;

Malé kotle na biomasu- (cca 20 - 100 kW), využívané pro vytápění rodinných domků či menších budov.

zplyňovací kotle na kusové dřevo pracují obvykle tak, že se palivo nejprve zplyňuje a teprve potom se plyn spaluje. Takový systém umožňuje velmi dobrou regulaci výkonu. V kotlích je možno spalovat polenové dřevo či dřevěné brikety, někdy v kombinaci se štěpkou nebo dřevním odpadem. V těchto případech je ovšem nezbytná manuální obsluha kotle (cca 3x - 4x denně přikládání, 1x týdně vybírání popela).

Speciální technické řešení mají **automatické kotle na dřevní pelety** s podavačem palivy a upraveným hořákem. Použití pelet ze dřeva či jiného rostlinného materiálu, které jsou v posledních letech populární nejen v zahraničí, ale i v ČR, umožňuje bezobslužný provoz kotle a komfortní dopravu a skladování.

Střední kotle (nad cca 100 kW) se používají pro větší zdroje ústředního vytápění, malé průmyslové aplikace nebo v menších systémech CZT. Obvykle roštové kotle vybavené posuvným, pásovým či řetězovým rostem spalují nejčastěji dřevěné štěrky a slámu, případně i peletovanou či briketovanou dřevní surovinu.

Oproti kotlům na fosilní paliva mají kotle na biomasu speciální provedení topeniště, variabilní v závislosti na druhu biopaliva. Jsou většinou standardně vybaveny automatickým přikládáním paliva a jsou schopny spalovat i méně kvalitní a vlhčí biomasu.

Pro dopravu paliva jsou obvykle používány šnekové dopravníky či jiná podávací zařízení. Zdroje obvykle pracují jako výtopny, kombinovaná výroba tepla a elektřiny v této výkonové kategorii je spíše výjimkou.

Velké zdroje o tepelných výkonech v řádu MW se používají pro průmyslové aplikace nebo systémy CZT či zdrojích elektřiny, které obvykle pracují v teplárenském režimu. Je možno použít prakticky jakoukoliv biomasu, obvykle se však v těchto zdrojích používá zejména štěrka, sláma a dřevní odpad. Spalování biomasy ve velkých kotlích je v současnosti technicky dostatečně vyřešeno a to ve dvou koncepcích: spalování na roštu, spalování na fluidní vrstvě. Úspěšně bylo otestováno i přidávání biomasy do granulačních kotlů konvenčních uhelných elektráren. Rozšířenější je dosud spalování na roštu, avšak fluidní technologie má některé významné výhody a její technický vývoj stále postupuje. Fluidní technologie spalování je také převážně využívána pro spoluspalování biomasy s tuhými fosilními palivy v elektrárnách a teplárnách.

CVIČENÍ:

KONTROLNÍ OTÁZKY:

1. Jaké jsou výhody a nevýhody vytápění biomasou v lokálních topeništích?
2. Jak probíhá spalování v lokálních komunálních, průmyslových a zemědělských výtopnách ?
3. Jak probíhá spalování biomasy ve velkých energetických zdrojích?

KARBONIZACE

Karbonizace je termická přeměna (suchá destilace) tuhé biomasy, probíhající bez přístupu vzduchu, jejímž hlavním produktem je dřevěné uhlí. Jedná se o tradiční a nejdéle používanou termickou přeměnu biomasy.

Během karbonizace dochází k eliminaci těkavých složek dřeva (proto je také používán termín „suchá destilace“) a je tím snížen obsah kyslíku a vodíku ve dřevě a zvýšena koncentrace uhlíku ve výsledném produktu.

Dřevěné uhlí je drobný až kusovitý, tvrdý, pórovitý, snadno hořlavý, vysoce uhlíkatý (min. 80% C), nekrytalický produkt suché destilace dřeva s černou barvou, kovovým leskem, výraznou dřevitou strukturou, lasturovým lomem a vysokou absorpční schopností. Obsahuje malé procento síry, měrná hmotnost je kolem $0,2 \text{ kg/m}^3$, bod vznícení je mezi 300 – 400 °C a výhřevnost kolem 27 MJ/kg. Čím vyšší je karbonizační teplota, tím tvrdší je dřevěné uhlí a tím větší je obsah uhlíku. V současné době se připravuje v karbonizačních pecích a retortách. Karbonizační pece využívají části vsázky pro produkci tepla, kdežto retortách je teplo dodáváno zvenčí. Dřevěné uhlí se spíše než pro energetické účely používá při tepelné přípravě potravin, ale jeho nejvyšší spotřeba je v průmyslu při obohacování oceli uhlíkem a jako absorbentu při filtraci kapalin a plynů.

PYROLÝZA

Pyrolýza probíhá rovněž za nedostatku kyslíku. Pyrolýzou je míněn termický rozklad organických materiálů za nepřístupu médií obsahujících kyslík. Podstatou pyrolýzy je ohřev materiálu nad mez termické stability přítomných organických sloučenin, což vede k jejich štěpení až na stálé nízkomolekulární produkty a tuhý zbytek.

Z technologického hlediska lze pyrolýzní procesy dále rozdělit podle dosahované teploty na:

1. nízkoteplotní ($< 500^\circ\text{C}$),
2. středněteplotní ($500 - 800^\circ\text{C}$),
3. vysokoteplotní ($> 800^\circ\text{C}$).

Většina v současné době provozovaných pyrolýzních systémů je založena na termickém rozkladu odpadu v rotační peci vytápěné zevně spaliny, které vznikají z následného spalování pyrolýzních plynů v tzv. termoreaktoru. Zbytek energie ze spálení plynů, která se nespotřebuje na ohřev vsázky se využívá v kotlích na odpadní teplo k výrobě páry nebo teplé užitkové vody. Pyrolýzní plyn může být využit jako chemická surovina nebo jako palivo pro motory nebo plynové turbíny kogeneračních jednotek.

Tzv. **rychlá pyrolýza** je jedním z moderních a velmi perspektivních procesů ve skupině technologií, které mění biomasu ve formě dřeva a jiných odpadních materiálů na produkty vyšší energetické úrovně, jako jsou plyny, kapaliny a pevné látky.

Průběh procesu rychlé pyrolýzy je dán rychlým přívodem tepla do suroviny, udržováním potřebné teploty v pyrolýzním reaktoru (cca 450°C až 600°C) a krátkou dobou pobytu suroviny v reakční zóně (maximálně do 2 sekund). Produktem jsou pak zejména páry a aerosoly, v menší míře pak plyn a tuhé částice. Produkty tohoto procesu se musí ihned rychle ochladit, čímž zkondenzují a vznikne velký podíl tmavohnědé kapaliny o nízké viskozitě. Tuto kapalinu, bio-olej, s hustotou asi 1200 kg/m³ a výhřevností 16 až 20 MJ/kg, lze snadno skladovat a přepravovat a po další úpravě může sloužit jako kvalitní kapalné palivo. Výtěžek bio-oleje z biomasy může být až 70% hmotnostních. Vedlejšími produkty rychlé pyrolýzy jsou pyrolýzní koks (do 15%) a pyrolýzní plyn (do 51%), které jsou obvykle využity ve vlastním pyrolýzním procesu pro výrobu tepla. Topení reaktoru může být provedeno různými způsoby, např. recirkulováním horkého písku nebo plynů, přídavným spalováním nebo horkými stěnami.

Produkcí bio-oleje pyrolýzou lze uskutečnit z libovolného tuhého biopaliva. Protože jednou z nevýhod je, že bio-olej může obsahovat až 15-20% vody, je nezbytným předpokladem pro omezení obsahu vody v bio-oleji je použití předsušené biomasy o vlhkosti nižší než 10%. Další podmínkou je potřeba rozdrčení biomasy na částice o velikosti cca 3 mm, což zajišťuje rychlý průběh reakce a snadnou separaci pevných částí..

Procesy rychlé pyrolýzy jsou ve světě intenzivně vyvíjeny řadou institucí a výrobců zejména během posledních cca 10 let a je na nich založen koncept tzv. biorafinérií, které jsou jednou z nadějných cest, jak využít biomasu pro výrobu kapalných paliv. Bio-olej získaný procesy rychlé pyrolýzy může být použit, po dalším čištění a úpravě, pro chemickou výrobu a pro mobilní diesellové motory nebo přímo sloužit jako topný olej pro kotle či jako palivo pro výrobu elektřiny ve spalovacích motorech a spalovacích turbínách. Jeho velkou výhodou je skladovatelnost a snadná přeprava. V posledních letech je řadou firem a organizací vyvíjeno velké úsilí o rozvoj kogeneračních jednotek využívajících toto kapalné palivo, zejména jednotek se spalovacími turbínami a mikroturbínami.

Obrázek :2 Pilotní pyrolýzní jednotka na biomasu s kapacitou výroby bio-oleje 5t/den firmy BTG



Zdroj. BTG

CVIČENÍ:

KONTROLNÍ OTÁZKY:

1. Jaké využití má plyn vzniklý v procesu pyrolýzy?

ZPLYŇOVÁNÍ

Další metodou přeměny biomasy je termochemická přeměna biomasy při vyšších teplotách a za přívodu omezeného množství kyslíku. Při pečlivé kontrole teploty (800°C až 900°C), obsahu kyslíku a doby setrvání částic biomasy v reaktoru (sekundy až desítky sekund), je možno prakticky všechn organický materiál přeměnit na plyn. Tento proces je označován jako zplyňování. Pokud je jako okysličovadlo použit vzdušný kyslík, což je v případě biomasy nejčastější, má vzniklý surový plyn nízkou výhřevnost (4 až 6 MJ/m³), obsahuje cca 18-20% CO, 18-20% H₂, 2-3 % CH₄ a zbytek dusíku, obsahuje dehty, fenoly a tuhé částice..

Technologie zplyňování biomasy byla poměrně rozšířená v Evropě za 2. světové války v dopravě, kdy byl nedostatek paliv na bázi ropy.

V současné době jsou pro zplyňování biomasy používány dva základní způsoby: **zplyňování v generátorech s pevným ložem** a **zplyňování ve fluidních generátorech**. Při obou způsobech dochází ke zplyňování při atmosférickém tlaku.

První z obou metod - **zplyňování v generátorech s pevným ložem** - je jednodušší, méně investičně náročná, avšak je použitelná jen pro malé tepelné výkony.

Zplyňování probíhá při nižších teplotách (kolem 500°C) a za atmosférického tlaku ve vrstvě biomasy. Vzduch jako okysličovací médium proudí buď v souproudu (směr dolů) nebo v protiproudu (směrem nahoru) vzhledem k postupnému pohybu zplyňovaného biopaliva. Popelové zbytky se odvádějí ze spodní části reaktoru. Nevýhodou tohoto systému je značná tvorba dehtových látek, fenolů a pod., jejichž odstranění je pak největším problémem.

U fluidního zplyňování probíhá zplyňovací proces při vyšších teplotách – cca 850 až 950°C a je tak minimalizován obsah zbytků dehtových látek a vyšších uhlovodíků v plynu.

Souběžně se zplyňováním při atmosférickém tlaku probíhá vývoj **zplyňování v tlakových generátorech** při tlaku 1,5 až 2,5 MPa. Tlakové zplyňování biomasy vychází bezprostředně z vývoje zplyňovacích technologií uhlí, v nichž byly z mnoha důvodů používány výlučně tlakové generátory.

Obecně menší jednotkové výkony zařízení s biomasou a její specifické vlastnosti vedou k tomu, že v současné době je dávána přednost systémům s atmosférickým zplyňováním a s tlakovým zplyňováním se uvažuje až u případných budoucích projektů tepelných centrál s výkony většími než asi 60 MWe.

Výhřevnost energetického plynu vyrobeného zplyněním biomasy se pohybuje v rozmezí 4 až 6 MJ/m³, přičemž tento plyn je bez větších úprav použitelný pro spalování v klasických kotlových hořácích, a po dodatečném vyčištění i ve spalovacích komorách spalovacích turbín a upravených spalovacích motorů.

Využití plynu vyrobeného zplyněním biomasy je vhodné i pro řadu technologických procesů, kde tento plyn může nahradit zemní plyn. Příkladem je použití ve vápenkách, cementárnách a pod. Výhodou je skutečnost, že plyn po výstupu z generátoru nemusí být speciálně čištěn, postačí jeho ochlazení na teplotu vhodnou pro klasické kotlové hořáky.

V ČR vyrábí fluidní technologii pro zplyňování biomasy pod názvem BIOFLUID firma Ateko, která nabízí komplexní řešení včetně kogenerační jednotky o výkonu od 250 do 1000 kW_e.

KATALYTICKÉ ZKAPALŇOVÁNÍ (HYDROLÝZA)

Katalytické zkapalňování je procesem, který může potenciálně produkovat kvalitnější produkty s vyšší energetickou hustotou než ostatní termochemické procesy. Je to nízkoteplotní, vysokotlaký termochemický konverzní proces, který probíhá při teplotě cca 300 – 350°C a tlaku 12-20 MPa ve vodním prostředí. Při reakci však vyžaduje katalyzátor (NaOH) nebo vysoký parciální tlak vodíku. Primárním produktem je organická kapalina (bio-olej) se sníženým obsahem kyslíku (kolem 10%) a vedlejším produktem je voda obsahující rozpustné organické látky. Tato technologie je zatím ve stádiu vývoje, ovšem vzhledem k vysoké kvalitě výsledných produktů může být v budoucnosti velmi zajímavá.

CVIČENÍ:

KONTROLNÍ OTÁZKY:

1. Co je zplyňování biomasy a za jakých podmínek vzniká?

BIOCHEMICKÁ PŘEMĚNA BIOMASY

Anaerobní digesce (anaerobní fermentace, anaerobní stabilizace či anaerobní vyhnívání) spočívá v mikrobiologické transformaci organických látek - biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu, složek zvířecích exkrementů, organických kalů v čistírnách odpadních vod a jiné vhodné biomasy v podmínkách bez přístupu vzduchu při mírně zvýšené teplotě (35-45°C), za vzniku **bioplynu** a **digestátu**, který splňuje kvalitativní požadavky vyhlášky o biologických metodách zpracování biologicky rozložitelných odpadů.

Bioplyn je směsí plynů tvořenou z 50 – 80 % hořlavým metanem, z 20 – 40 % oxidem uhličitým a 1 – 3 % připadá na další plyny jako jsou dusík, sirovodík nebo vzácné plyny. Výhřevnost bioplynu je závislá na obsahu metanu – a pohybuje se obvykle mezi 20- 24 MJ/m³.

Zbytek hmoty po fermentaci (digestát) má vlastnosti výrazně lepší než původní biomasa a představuje výborné hnojivo. Jsou v něm zachovány hlavní živiny a humusotvorné komponenty a naopak zničeny patogenní zárodky a semena plevelů. Je bez zápachu a při použití na polích neohrožuje podzemní ani povrchové vody.

Tabulka : 2 Srovnání vlastností různých druhů bioplynu

Parametr	Bioplyn ze skládky odpadů	Bioplyn z ČOV	Bioplyn z prasečí kejdy
Výhřevnost (MJ/m ³)	16,9	21,1	24,0
H ₂ (%)	1	1	-
CO (%)	1	-	-
O ₂ (%)	3	-	-
N ₂ (%)	-	-	-
Cl-, F- (mg/m ³)	-	-	-
NH ₃ (mg/m ³)	-	-	40
CO ₂ (%)	46	38	31
CH ₄ (%)	49	61	69
H ₂ S (mg/m ³)	350	1000	2300

Zdroj: www.bioplyn.cz

Bakteriální produkce metanu se vyskytuje v přirozených anaerobních prostředích, jež vznikají v sedimentech, zamokřených půdách, rýžových polích, trávících systémech apod.

Bakterie zodpovědné za produkci metanu patří do unikátní genealogické skupiny, o které panuje přesvědčení, že se vytvořila dávno před tím, než se v zemské atmosféře objevil kyslík.

Jako surovinu pro výrobu bioplynu lze použít odpady živočišné i rostlinné výroby - v největší míře se využívá kejda (tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou), případně i slamnatý hnůj, kal z ČOV, organický odpad, zelená biomasa a další.

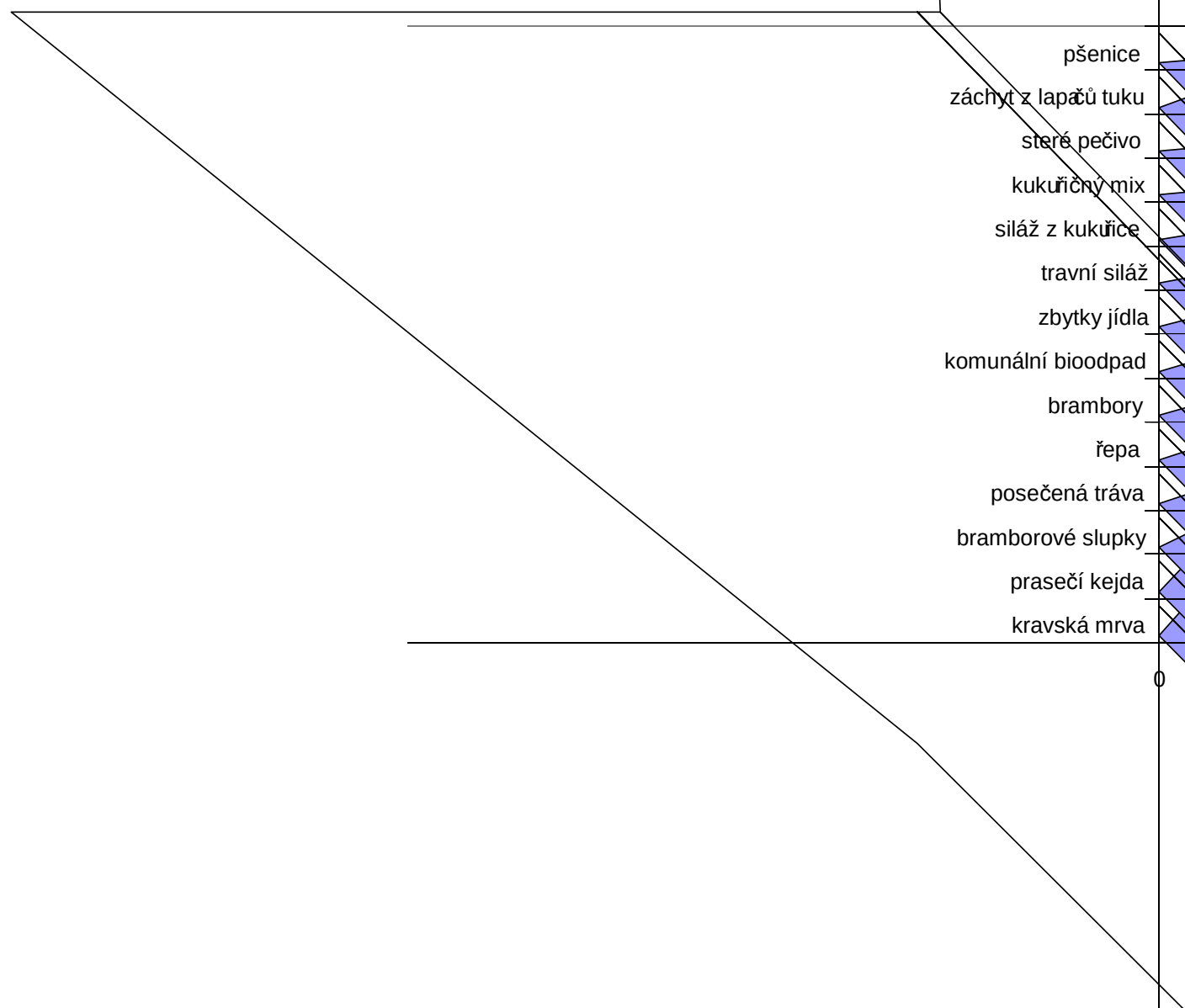
V případě využití zelené biomasy pro výrobu bioplynu jsou vhodné rostliny dužnaté, špatně vysychající, s vyšším obsahem dusíku. Je to zejména nadbytečná tráva, víceleté píce, kukuřice, řepka a slunečnice. Z vytrvalých energetických rostlin je možno využít např. mužák prorostlý.

Biomasa pro výrobu bioplynu se hodí jak čerstvá, tak i silážovaná nebo senážovaná, případně i sušená. Zelenou rostlinnou biomasu je vhodné míchat se zvířecími fekáliemi (hnojem, kejdou) a s dalšími biologicky rozložitelnými odpady (odpady z jídelen, separovaný domovní odpad, tukové odpady a pod.) pro zlepšení procesu fermentace a zvýšení výtěžnosti bioplynu.

Bioplyn se využívá jako technologické palivo v provozovnách, souvisejících s jeho výrobou (např. v čistírnách odpadních vod pro vyhřívání vyhnívacích nádrží), pro výrobu tepla v plynových kotlích a také jako palivo pro stacionární motory kogeneračních jednotek, vyrábějících teplo a elektrickou energii. V některých případech je nutné předčištění (odsíření) bioplynu před jeho spalováním, aby byly sníženy emise oxidů síry do ovzduší.

Oproti spalitelné biomase jsou výroba a využití bioplynu obtížnější - pro vysoké investiční náklady a tím i vysokou cenu vyrobené energie. Pro využití bioplynu je potřeba pečlivě vybrat vhodnou lokalitu s vysokou a celoročně stálou poptávkou po teple a pokud možno i po elektřině z kogenerační jednotky.

Obrázek :3 Výtěžnost bioplynu z různých surovin



Zdroj: GE Jenbacher

MOKRÝ ZPŮSOB FERMENTACE

Při tomto způsobu, obdobném jako v komunálních čistírnách odpadních vod, se vhodné organické odpady dopraví do míchací a homogenizační nádrže, kde se s přidáním cirkulační vody upraví do podoby čerpatelného substrátu. Ten je pak veden do velkorozměrové

fermentační nádrže - bioreaktoru ve které probíhá vlastní fermentační proces. Zbytek po fermentaci se uskládňuje ve sběrných nádržích a může se přímo aplikovat v zemědělské výrobě. Proces je kontinuální a pro zvýšení kvality výstupního hnojiva se obvykle zařazuje stupeň, v němž proběhne rozdělení suroviny na tuhý a kapalný podíl. Odloučená voda se vrací do technologického procesu. Získaný bioplyn se skladuje v plynojemu a nejčastěji je použit pro pohon kogenerační jednotky se spalovacím motorem. Tento způsob zpracování je vhodný pro surovinu s větším podílem vody (keřda z chovu vepřů, exkrementy drůbežářských podniků apod.). Zařízení je investičně dosti náročné, avšak vyznačuje se vysokým využitím energetického potenciálu.

SUCHÝ ZPŮSOB FERMENTACE

Organický odpad, například slamnatý kravský hnůj lze zpracovat také suchou metodou. Hnůj se plní do velkých košů válcového tvaru (průměr 3,5-5 m), které se po naplnění přiklopí plechovým zvonem. V krátké době po naplnění se teplota hnoje počne samovolně zvyšovat v důsledku probíhajících mikrobiologických procesů.

Vznikající bioplyn je odsáván potrubím zaústěným z podlahy do prostoru pod zvonem, který je vůči okolí utěsněn jednoduchým vodním uzávěrem. Celý proces fermentace trvá čtyři až šest týdnů. Poté je zvon zvednut a zbývající substrát z koše se použije jako kvalitní hnojivo. Aby proces byl kontinuální, je bioplynová stanice zpravidla vybavena šesti koši a pěti zvony. Bioplyn odsávaný ventilátorem z pracujících zvonů se promíchává a uskládňuje v tlakových nebo atmosférických plynojemech. Odtud je veden ke kogenerační jednotce vyrábějící elektřinu a dodávající teplo. Zařízení může být navrženo na zpracování slamnatého hnoje již od cca 100 kusů skotu.

CVIČENÍ:

KONTROLNÍ OTÁZKY:

1. V jakém procesu a za jakých podmínek a z čeho vzniká bioplyn a digestát?
2. Jaké vlastnosti a možnosti dalšího využití má digestát?

VYUŽITÍ KALOVÉHO PLYNU V ČISTÍRNÁCH ODPADNÍCH VOD

V čistírnách odpadních vod dochází k anaerobní digesci v rámci technologického procesu čištění odpadních vod. Produkovaný bioplyn je obvykle jímán a může být využíván pro vytápění reakčních nádrží a v případě jeho přebytku i pro další energetické účely.

Čistírny odpadních vod jsou jednou z mála oblastí v nichž jsou i u nás již dlouhodobě používány kogenerační jednotky a to jak se spalovacími motory, tak se spalovacími turbínami. Použití kogeneračních jednotek je zde výhodné a tyto jednotky se stávají jednotnou

součástí celého technologického procesu čištění odpadních vod. V současné době se zde dává přednost kogeneračním jednotkám se spalovacími motory.

VYUŽITÍ SKLÁDKOVÉHO PLYNU

Uvnitř těles skládek komunálního odpadu který obsahuje určitý podíl organické složky odpadu probíhají anaerobní procesy analogické procesům v bioplynových stanicích. V prostředí s malým podílem kyslíku se samovolně množí bakterie produkující bioplyn, který může obsahovat až 50 až 70 % metanu. Zbytek je tvořen převážně CO_2 a dusíkem.

Skládkový plyn dále obsahuje stopové množství vodíku, kyslíku, sirovodíku apod.

Výhřevnost skládkového plynu se v závislosti na obsahu metanu pohybuje v rozpětí 18 až 24 MJ/m^3 .

Skládkový plyn se jímá pomocí řady odběrných sond a sběrným potrubím se svádí do strojovny kogeneračních jednotek se spalovacími motory.

Poměrně problematickým může být využití tepla, pokud se skládka nachází ve větší vzdálenosti od potenciální poptávky po vyrobeném teple. Je vhodné, pokud teplo vyrobené v kogeneračních jednotkách může být využito pro vytápění průmyslových či komunálních objektů, otop skleníků nebo zemědělských sušáren, apod.

V některých případech (skládka Ďáblice v Praze) bylo výhodnější dovést skládkový plyn do několik set metrů vzdáleného průmyslového podniku než vyrábět teplo a elektřinu přímo na skládce.

CVIČENÍ:

KONTROLNÍ OTÁZKY:

1. Jakým způsobem je také možné využít skládkový plyn mimo skládku?

CVIČENÍ:

KONTROLNÍ OTÁZKY A ODPOVĚDI:

1. Jaké jsou výhody a nevýhody vytápění biomasou v lokálních topeništích?

Výhody: nezávislost na ostatních zdrojích energie, možnost topení podle potřeb, státní podpora na pořízení kotlů.
Nevýhody: dostupnost a cena biomasy, možnosti uskladnění biomasy, potřeba obsluhy.

2. Jak probíhá spalování v lokálních komunálních, průmyslových a zemědělských výtopnách

Obvykle roštové kotle vybavené posuvným, pásovým či řetězovým roštem spalují nejčastěji dřevěné štěpky a slámu, případně i peletovanou či briketovanou dřevní surovinu.

Oproti kotlům na fosilní paliva mají kotle na biomasu speciální provedení topeniště, variabilní v závislosti na druhu biopaliva. Jsou většinou standardně vybaveny automatickým přikládáním paliva a jsou schopny spalovat i méně kvalitní a vlhčí biomasu.

3. Jak probíhá spalování biomasy ve velkých energetických zdrojích?

Spalování biomasy ve velkých zdrojích je v současnosti technicky dostatečně vyřešeno a to ve dvou koncepcích: spalování na roštu, spalování na fluidní vrstvě. Úspěšně bylo otestováno i přidávání biomasy do granulačních kotlů konvenčních uhelných elektráren. Rozšířenější je dosud spalování na roštu, avšak fluidní technologie má některé významné výhody a její technický vývoj stále postupuje. Fluidní technologie spalování je také převážně využívána pro spoluspalování biomasy s tuhými fosilními palivy v elektrárnách a teplárnách.

4. Jaké využití má plyn vzniklý v procesu pyrolýzy?

Pyrolýzní plyn může být využit jako chemická surovina nebo jako palivo pro motory nebo plynové turbíny kogeneračních jednotek.

5. Co je zplyňování biomasy a za jakých podmínek vzniká?

Zplyňování je termochemická přeměna biomasy při vyšších teplotách a za přívodu omezeného množství kyslíku. Při pečlivé kontrole teploty (800°C až 900°C), obsahu kyslíku a doby setrvání částic biomasy v reaktoru (sekundy až desítky sekund), je možno prakticky všechny organický materiál přeměnit na plyn. Pokud je jako okysličovadlo použit vzdušný kyslík, což je v případě biomasy nejčastější, má vzniklý surový plyn nízkou výhřevnost (4 až 6 MJ/m³), obsahuje cca 18-20% CO, 18-20% H₂, 2-3 % CH₄ a zbytek dusíku, obsahuje dehty, fenoly a tuhé částice..

6. V jakém procesu a za jakých podmínek a z čeho vzniká bioplyn a digestát?

Anaerobní digesce (anaerobní fermentace, anaerobní stabilizace či anaerobní vyhnívání) spočívá v mikrobiologické transformaci organických látek - biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu, složek zvířecích exkrementů, organických kalů v čistírnách odpadních vod a jiné vhodné biomasy v podmínkách bez přístupu vzduchu při mírně zvýšené teplotě (35-45°C), za vzniku bioplynu a digestátu,

7. Jaké vlastnosti a možnosti dalšího využití má digestát?

Zbytek hmoty po fermentaci (digestát) má vlastnosti výrazně lepší než původní biomasa a představuje výborné hnojivo. Jsou v něm zachovány hlavní živiny a humusotvorné komponenty a naopak zničeny patogenní zárodky a semena plevelů. Je bez zápachu a při použití na polích neohrožuje podzemní ani povrchové vody.

8. Jakým způsobem je také možné využít skládkový plyn mimo skládku?

Mnohdy je výhodnější dovést skládkový plyn do několik set metrů vzdáleného průmyslového podniku než vyrábět teplo a elektřinu přímo na skládce.