

5th International Freiberg Conference on IGCC & XtL Technologies

Školení účastníků projektu
„Inovace a rozvoj výuky ekoinovaci v bakalářských
oborech akreditovaných na FTOP VŠCHT Praha“

Zdeněk Beňo

05.10.2012



EVROPSKÁ
UNIE

Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



5th International Freiberg Conference on IGCC & XtL Technologies

21.-24.05.2012

Lipsko, SRN



EVROPSKÁ
UNIE

Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



TU Bergakademie Freiberg

- 6 Fakult
- 40 Institutů
- 54 Studijních programů
- 1,245 Studentů v prvních ročnících
- 5,700 Studentů
- 50.3 mil. euro příjmy z externích zdrojů
- 86 Profesorů
- 1,540 zaměstnanců univerzity



EVROPSKÁ
UNIE

Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



TU Bergakademie Freiberg - struktura

- Fakulta matematiky a informatiky
- 5 ústavů, 16 profesorů
- Fakulta chemie a fyziky
- 9 ústavů, 13 profesorů
- Fakulta geověd, geoinženýrství a těžby
- 7 ústavů, 26 profesorů
- Fakulta strojní a procesně-inženýrská
- Fakulta technologická
- 11 ústavů, 20 profesorů
- Fakulta materiálových věd a technologií
- 7 ústavů, 9 profesorů
- Fakulta ekonomická



EVROPSKÁ
UNIE

Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



The Energy & Environmental Research Center (EERC)

- organizace v rámci University of North Dakota
- Zabývá se inovacemi a aplikací nových technologií v energetice (CCS, alternativní paliva, obnovitelné zdroje energie, vodíková energetika, využití odpadů)



EVROPSKÁ
UNIE

Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Odborné zaměření akce

- Akce se zúčastnilo 270 delegátů
- Konference byla přínosem pro:
palivářské technology
odborníky na analýzu paliv
energetiky
chemické inženýry
strojařské odborníky



EVROPSKÁ
UNIE

Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Tematické zaměření akce

- rozvoj zplyňovacích a ko-zplyňovacích technologií,
- úprava paliv,
- nízkoteplotní konverzní procesy (extrakce, torefakce a pyrolýza),
- úprava syntézního plynu,
- vývoj/rozvoj IGCC zařízení,
- postup v oblasti syntézních technologií a aplikace syntézního plynu,
- podzemní zplyňování uhlí,
- přímé zkapalňování uhlí,
- CCS technologie.

Názvy sekcí

- Zplyňování v únosu
- Zplyňování biomasy
- Popeloviny
- Úprava a dávkování uhlí
- Speciální témata
- IGCC a polygenerace
- Pokročilé technologie
- Zplyňování uhlí na pohyblivém loži
- Pyrolýza
- Využívání nízkokvalitního uhlí
- Čištění plynu
- Modelování zplyňovacího procesu
- Ctl (coal to liquid) procesy
- Vývoj a aplikace procesů parciální oxidace
- Kinetika zplyňovacích procesů

Zplyňování v únosu

- Možnost pro ČR jak efektivněji využít zdroje fosilních paliv => V případě uhlí tato technologie umožňuje transformovat energii z paliva s vysokou účinností.
- Výhodou je rovněž možnost polygenerace (elektrická energie, teplo, plynná a kapalná paliva)

Zplyňování v únosu

- Vývoj/rozvoj existujících energetických celků (Prenflo proces, využití biomasy jako paliva, integrace FT syntézy).
- Vývoj zplyňovacích generátorů Shell nové generace.
- Výzkum a vývoj chlazení syntézního plynu a jeho integrace do konceptu zplyňování - Siemens.

Zplyňování biomasy

- Využití plynu ze zplynění biomasy pro FT syntézu (ETC – Švédsko, CENER Španělsko, DTU dánsko)
- Zplyňování v únosu, problémy s velikostí částic, chováním popela, řešení v podobě palivových mixů a úpravou podmínek (C/pára, C/O, teplota)
- Čištění plynu ze zařízení malých výkonů
- (Indie, Čína – problematické využití vodní výpírky, nestabilita chodu). V případě ČR je problematika zplyňování biomasy v jednotkách malých výkonů v případě některých provozovatelů řešena na vyšší technologické úrovni.

Popeloviny

- Problematika chování popelovin je sledována hlavně u vysokoteplotních procesů.
- Jedním z procesů, pro který je toto chování klíčové, je zplyňování v únosu (entrained flow).
- Práce se zaměřovaly na sledování vlivu složení vstupní směsi (uhlí, uhlí/biomasa), popela, složení plynu (obsah H₂S) a reakčních podmínek na chování taveniny v mírně a silně redukčním prostředí.

Úprava a dávkování uhlí

- Sekce byla zaměřena především systémy dávkování pevných paliv do generátorů
- Toto souvisí především s požadavky na dávkování paliva do reaktorů, které pracují za vysokých tlaků
- Byly prezentovány vysokotlaká čerpadla pro dávkování pevných látek a těsnící řešení
- Dále byla řešena možnost využití briketovacího lisu pro kontinuální dávkování paliva



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Speciální témata

- V této sekci byly prezentovány příspěvky týkající se progresivních metod a směrů nezapadajících do stávajících sekcí.
- Byla zkoumána možnost využití radiostopovačů pro zjišťování parametrů (čas zdržení, typ proudění, ...) u technologických procesů, jako například míchání či sušení.



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Speciální témata

- Dále byla diskutována možnost vysokoteplotního (1400°C) odstraňování par alkálií za podmínek zplyňování za účelem snížení množství úsad na teplosměnných plochách
- S tím jsou spojeny problémy týkající se vzorkování a analýzy
- Jako vhodný sorbent se osvědčil kaolin



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Speciální témata

- Dále byly prezentovány možnost aplikace multidimenzionální GC analýzy pro analytiku kapalných pyrolyzních produktů – význam z hlediska základního výzkumu, nicméně v provozním měřítku obtížně aplikovatelné
- Z porovnání odběrových a analytických metod využívaných pro odběr a analytiku pevných, kapalných a plyných produktů pyrolýzy lze konstatovat, že na ústavech FTOP VŠCHT jsou používány aktuální metody a instrumentace snese srovnání se špičkovými zahraničními pracovišti.



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



IGCC a polygenerace

- V příspěvcích byly především porovnávány polygenerační koncepty jak s důrazem na technickou proveditelnost, tak na ekonomickou udržitelnost.
- Ve všech příspěvcích byla konstatována technologická schůdnost navrhovaných řešení, ale také vysoké investiční náklady.
- Na náklady a udržitelnost mají největší vliv koncové produkty (elektřina, kapalná paliva) a rovněž přítomnost dalších technologií, jako například separace CO₂.



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Pokročilé technologie

- Pro získávání kyslíku pro zplyňování se slibnou ukazuje být technologie vysokoteplotní separace kyslíku využívající ITM (ion transport membrane).
- Tato technologie může v budoucnu nahradit energeticky velice náročnou kryogenní separaci, která v případě IGCC celku spotřebovává až 15% vyrobené el. Energie a tvoří 15% vstupních nákladů.
- Výhodou technologie je nižší energetická náročnost a rovněž nižší prostorová náročnost.



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Pokročilé technologie

- Využití plynu ze zplynění biomasy jako paliva pro SOFC a CHP.
- Příspěvek se zabýval vysokoteplotním čištěním a kondicionáním vzniklého plynu pomocí nejnovějších filtračních katalytických a adsorpčních technologií.
- Podařilo se vyčistit plyn na čistotu vhodnou pro stabilní funkci palivového článku.
- Samotný článek ovšem vykazoval nižší účinnost díky snížené termomechanické stabilitě.

Pokročilé technologie

- Další příspěvky se týkaly návrhu a konstrukce zařízení aplikovaných v IGCC celcích (turbíny, hořáky, trysky).
- Dále byla prezentována technologie vysokoteplotní elektrolyzy na pevném oxidu (SOE), která umožňuje elektrolyzovat jak molekuly vody, tak oxidu uhličitého.
- Produktem elektrolyzy je vodík, který může být využit v dalších technologiích.

Zplyňování uhlí na pohyblivém loži

- Celosvětovým trendem je optimalizace již existujících zplyňovacích generátorů za účelem rozšíření palivové základny, optimalizace vlastností výstupního plynu a snížení investičních a provozních nákladů.
- V sekci byla například prezentována nová generace FBDB (fixed bed dry bottom) generátorů firmy Lurgi schopných využít palivo s poměrně širokým rozmezím parametrů.
- Vznikající plyn má vyšší obsah methanu a nižší obsah CO_2 .
- Nezanedbatelným faktorem je rovněž pokles provozních nákladů.

Zplyňování uhlí na pohyblivém loži

- Další část sekce byla zaměřena na parametry a chování uhlí při ohřevu a modelování přítomných jevů.
- Na toto chování má vliv mnoho parametrů (vlastnosti uhlí, typ reaktoru, operační podmínky).
- Pro zjištění chování je nutné poměrně široké spektrum analytických metod.

Pyrolýza

- V prezentovaných pracích byla především diskutovány nové přístupy k pyrolýze pevných paliv.
- Jedním z hlavních témat byla aplikace katalyzátorů pro zlepšení kvality vzniklých produktů.
- Diskutovala se rovněž možnost využití nízkoteplotní pyrolýzy pro snížení obsahu rtuti v palivu pro elektrárenské bloky.
- Na FTOP VŠCHT je možnost provedení pyrolýzních experimentů v laboratorních podmínkách, analytická a instrumentální vybavenost snese srovnání s jinými pracovišti v zahraničí.

Využívání nízkokvalitního uhlí

- Se snižující se evropskou zásobou „kvalitních“ fosilních pevných paliv se stále více diskutuje problematika využívání těchto nízkokvalitních.
- Paliva nejsou díky svým parametrům vhodná pro použití v zavedených instalacích => nutnost upravit daná zařízení.
- Příspěvky zaměřeny především na postihnutí hlavních vlastností paliv, které mají klíčový vliv na procesy probíhající při jejich pyrolýze a parciální oxidaci a rovněž na vhodné úpravy již existujících celků.
- Na FTOP VŠCHT probíhají výzkumy zaměřené jak na energetické, tak neenergetické využívání nízkokvalitního hnědého uhlí (spolupráce např. s VUHU Most).

Čištění plynu

- V případě čištění plynu ze zplyňování fosilních paliv a biomasy je celosvětovým trendem využití vysokoteplotních katalytických procesů. V případě snižování obsahu dehtu se pozornost stále upírá ke katalyzátorům na bázi Ni (Halder Topsoe – Dánsko, ECN Nizozemsko) => snaha o nalezení optimálních provozních parametrů pro prodloužení životnosti a minimalizaci jejich degradace (katalytické jedy, zauhlikování). Test 20 MWt Skiive – uspokojivé výsledky, nicméně velice závislé na podmínkách procesu.
- Dalším celosvětovým trendem je separace oxidu uhličitého. Kromě požadavků na aplikaci separačních technologií je v případě IGCC celků nutné vzít ohled na změnu parametrů plynu – úpravy spalovacích technologií (turbíny)
- Z příspěvků vyplývá, že pro separaci CO_2 je optimální použití monoethanolaminu (MEA).
- Na FTOP VŠCHT je tato problematika poměrně detailně sledována a probíhá i mezipřevodní spolupráce (UIV Řež). Vzhledem k aktuálnosti problematiky je ovšem potřebné neustále sledovat aktuální trendy.



EVROPSKÁ UNIE
Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Modelování zplyňovacího procesu

- Cílem prací bylo na základě matematických modelů postihnout a modelovat jednotlivá zařízení (zplyňovací generátory), děje (vliv parametrů paliva na výkon generátoru a kvalitu plynu) a komplexní celky.
- Na FTOP VŠCHT se daná problematika do hloubky neprobírá.
- Vzhledem k potenciální výstavbě IGCC celků využívajících republikové zdroje uhlí je na místě zvážení struktury předmětů a zvýšení důrazu na danou problematiku.



EVROPSKÁ UNIE
Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



CtL (coal to liquid) procesy

- V příspěvcích byla diskutována problematika výroby kapalných paliv z technického i ekonomického pohledu.
- Hlavní surovinou pro tyto procesy budou především hnědá uhlí a lignity.
- V podmínkách Evropy za současného stavu nejsou komerční projekty životaschopné.
- Intenzita realizace projektů se bude odvíjet od ceny ropných produktů a rovněž bude záviset na vývoji a inovacích => šance pro Českou Republiku vzhledem k velikosti zásob pevných fosilních paliv.



EVROPSKÁ UNIE
Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Vývoj a aplikace procesů parciální oxidace

- Témata příspěvků reflektovala aktuální stav a problémy řešené při plánování a realizaci projektů parciální oxidace.
- Projekty realizované velkými nadnárodními společnostmi (Shell, Linde AG) z důvodu vysoké finanční náročnosti.
- Ve velkém měřítku se aplikují pouze postupy osvědčené a technicky naprosto zvládnuté.



EVROPSKÁ UNIE
Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Kinetika zplyňování

- V pracích byly prezentovány výsledky experimentů a jejich následná aplikace k vytvoření počítačových modelů.
- Zkoumány rozličné druhy materiálů (biomasa, lignit, koks a polokoks) a jejich reaktivita za různých teplot a tlaků.
- Problematika důležitá v oblasti návrhu zplyňovacích a ko-zplyňovacích zařízení a technologií.
- v rámci ČR není tato problematika příliš řešena.



EVROPSKÁ UNIE
Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Výroba energie z biomasy

Problematické vlastnosti biomasy:

- Nízká energetická hustota ($\text{LHV} = 10\text{--}17 \text{ MJ/kg}$).
- Hydrofilita.
- Náchylnost k biodegradaci.
- Houževnatost & vláknitost (problém při mletí).
- Heterogenní.



EVROPSKÁ UNIE
Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Výroba energie z biomasy

Aplikace torefakce pro úpravu biomasy

- Biomasa je z hlediska svých parametrů nevhodná jak z hlediska logistiky, tak koncového využití
- Torefakce je jedním ze způsobů, které umožňují kvalitativně zlepšit parametry biomasy jako paliva



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Výroba energie z biomasy

Typy torefakčních reaktorů



ZWART, Robin et al. SECTOR: Production of solid sustainable energy carriers from biomass by means of torrefaction. In: 5th International Freiberg Conference on IGCC & XL Technologies [online presentation]. 2012 [cit. 2012-11-11]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/desktopdefault.aspx/tabid-25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Výroba energie z biomasy

Sources: ECN (table, fig.1, 3) Paxillo (fig. 2, 5) Ofi (fig. 4)	Wood chips	Wood pellets	Torrefied wood pellets	Charcoal	Coal
Moisture content (wt%)	30 - 55	7 - 10	1 - 5	1 - 5	10 - 15
Calorific value (LHV, MJ/kg)	7 - 12	15 - 17	18 - 24	30 - 32	23 - 28
Volatile matter (wt% db)	75 - 84	75 - 84	55 - 70	10 - 12	15 - 30
Fixed carbon (wt% db)	16 - 25	16 - 25	22 - 35	85 - 87	50 - 55
Bulk density (kg/l)	0.2 - 0.3	0.55 - 0.65	0.65 - 0.80	0.18 - 0.24	0.80 - 0.85
Vol. energy density (GJ/m ³)	1.4 - 3.6	8 - 11	12 - 19	5.4 - 7.7	18 - 24
Hygroscopic properties	Hydrophilic	Hydrophilic	Moderately Hydrophobic	Hydrophobic	Hydrophobic
Biological degradation	Fast	Medium	Slow	None	None
Milling requirements	Special	Special	Standard	Standard	Standard
Product consistency	Limited	High	High	High	High
Transport cost	High	Medium	Low	Medium	Low

ZWART, Robin et al. SECTOR: Production of solid sustainable energy carriers from biomass by means of torrefaction. In: 5th International Freiberg Conference on IGCC & XL Technologies [online presentation]. 2012 [cit. 2012-11-11]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/desktopdefault.aspx/tabid-25>

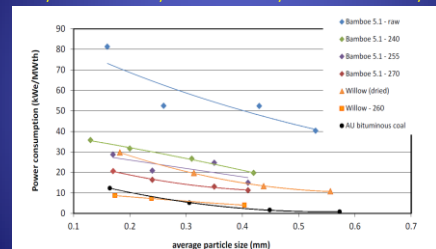


Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Výroba energie z biomasy

U specifických druhů biomasy může torefakce významně snížit náklady na mletí



CARBO, Michiel et al. Enhanced flow gasification of coal/torrefied woody biomass blends. In: 5th International Freiberg Conference on IGCC & XL Technologies [online presentation]. 2012 [cit. 2012-11-11]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/desktopdefault.aspx/tabid-25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Výroba energie z biomasy

Klady

- Rozšíření palivové základny.
- Vysoká energetická hustota produktů.
- Snížené zadržování vody (hydrofobita).
- Snížená možnost biodegradace.
- Zlepšená melitelnost.
- Nižší náklady na přepravu a skladování.

Zápory/výzvy

- Při teplotách mezi 150-170°C dochází k samovznícení a zahoření.
- Riziko výbuchu je vyšší ve srovnání s konvenční biomasou, ale pravděpodobně ne ve srovnání s uhlím.
- Obtížnější příprava peletek/briket.
- Musí být definovány dodatečné vlastnosti paliv (např. stupeň torefakce, melitelnost, hydrofobita, odolnost vůči biodegradaci) a další kritéria udržitelnosti (vytvoření norem).



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Výroba energie z biomasy

Spontánní zahoření torefakovaného materiálu.



Thermometer → Smoke in 24 Minutes → Fire in 32 Minutes

ZWART, Robin. SECTOR: Production of solid sustainable energy carriers from biomass by means of torrefaction. In: 5th International Freiberg Conference on IGCC & XL Technologies [online presentation]. 2012 [cit. 2012-11-11]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/desktopdefault.aspx/tabid-25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Čištění plynu

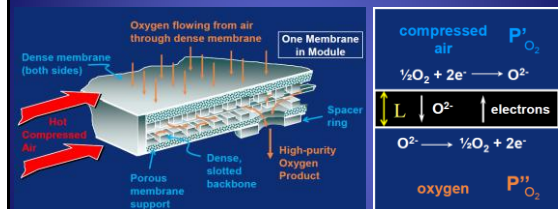
- Jedním z problémů, které negativně ovlivňují investiční a provozní náklady IGCC celků je získávání čistého kyslíku.
- Možnost nahrazení kryogenní separace vzduchu spočívá ve využití IT (ion transport) membrán.
- Jedná se o keramické neporézní membrány operující při 800-900°C, se 100% selektivitou na kyslík.
- Výhodou jsou nižší investiční a provozní náklady, než při aplikaci kryogenní destilace vzduchu.



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Čištění plynu



STEIN, Vančrč et al. ITM Oxygen Supply: Scaling Up Toward Gasification and Energy/Industrial Applications. In: [online]. [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/decktopdefault.aspx?tabid=25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Čištění plynu

Technologie je vhodná pro:

- Zplyňování: IGCC, Ctl, Xtl.
- Spalování kyslíkem s/bez zachytu CO₂.
- Tradiční energeticky náročné průmyslové procesy
 - ocel, železné a neželezné kovy
 - cement, hnojiva, sklo, papír
 - chemikálie paliva



STEIN, Vančrč et al. ITM Oxygen Supply: Scaling Up Toward Gasification and Energy/Industrial Applications. In: [online]. [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/decktopdefault.aspx?tabid=25>

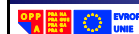


Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Čištění plynu

- Problematika separace CO₂ je stále více aktuální, ať už z hlediska ekologického (snížení emisí), tak z hlediska procesního (zvýšení výhřevnosti plynu, snížení objemu plynu, snížení parciálního tlaku CO₂).
- Pro odstranění se nejčastěji využívá absorpční čištění pomocí aminů. V současné době se v případě reálného plynu ze zplyňování např. v IGCC jeví jako optimální použití 30% roztoku MEA.



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Čištění plynu

- Chemická absorpce pomocí aminů - schéma

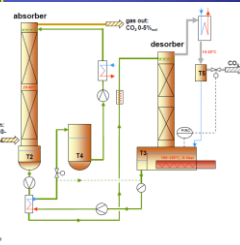
• Dissociation and ionization of CO₂



• Protonation of alkanolamine:



• Carbamate formation:



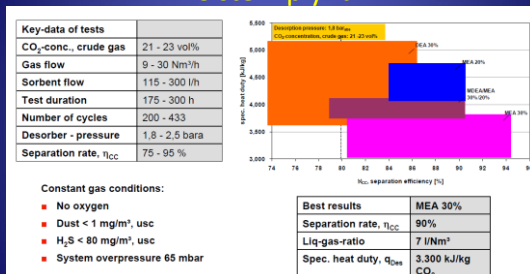
KLEINHAPPL, Markus et al. Process Integrated Carbon Capture: Field Tests And Further Perspectives In Industrial Processes. In: [online]. [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/decktopdefault.aspx?tabid=25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Čištění plynu



KLEINHAPPL, Markus et al. Process Integrated Carbon Capture: Field Tests And Further Perspectives In Industrial Processes. In: [online]. [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/decktopdefault.aspx?tabid=25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Čištění plynu

- Nasycení sorbentu CO_2

	CO_2 -rich sorbent – CO_2 -load		CO_2 -lean sorbent – CO_2 -load		Δc
	c [g/l]	α [mol/mol Amino]	c [g/l]	α [mol/mol Amino]	[g/l]
MEA 20	80 - 89	0,55 - 0,61	52 - 57	0,36 - 0,39	23 - 35
MEA 30	115 - 132	0,53 - 0,62	59 - 81,5	0,28 - 0,38	38 - 55
DEA 30	34 - 44,2	0,27 - 0,35	8,5 - 18,7	0,06 - 0,15	18 - 26
MEA20/MDEA30	72 - 75	0,30 - 0,31	37,6 - 40,7	0,15 - 0,16	32 - 47

KLEINHAPP, Markus et al. Process Integrated Carbon Capture: Field Tests And Further Perspectives In Industrial Processes. In: [online]. [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/desktopdefault.aspx/tabid-25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy zpracování a využití uhlí a plynu

Jednou z cest, jak efektivnějším způsobem získat energii z uhlí s možností separace CO_2 , je vysokotlaký oxyfuel* proces se stupňovým spalováním – koncept Linde AG

- Účinnost výroby el. Energie vyšší o 4-10% ve srovnání s klasickým oxyfuel procesem
- Redukce velikosti kotle o 80%
- nároky na množství konstrukčního materiálu (vysokoteplotní ocel) nižší o 80-90% => nižší investiční náklady

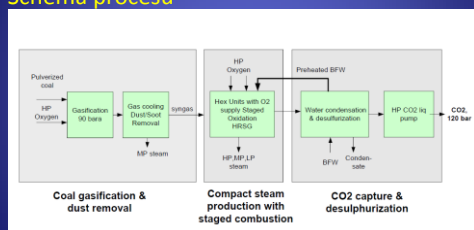
* proces, při kterém se k oxidaci paliva nevyužívá vzduch, ale čistý kyslík



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy zpracování a využití uhlí a plynu Schéma procesu



RAUTZ, Marco. High pressure Oxyfuel process with staged combustion. In: [online]. [cit. 2012-11-21]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/desktopdefault.aspx/tabid-25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy zpracování a využití uhlí a plynu

Klíčovým bodem při výrobě páry vysokých parametrů je optimalizované vícestupňové spalování vzniklého plynu



RAUTZ, Marco. High pressure Oxyfuel process with staged combustion. In: [online]. [cit. 2012-11-21]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/desktopdefault.aspx/tabid-25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy zpracování a využití uhlí a plynu

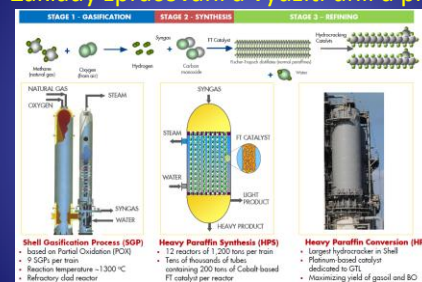
- Vysoká cena fosilních paliv těžených klasickým způsobem umožňuje stavbu instalací na produkci kapalných paliv ze syntézního plynu
- Příkladem takovéto instalace je Pearl GTL společnosti Shell (Katar)
- Pomocí parciální oxidace zemního plynu je vyvíjen syntézní plyn, který je použit pro syntézu kapalných paliv



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy zpracování a využití uhlí a plynu



Shell Gasification Process (SGP)

- based on Partial Oxidation (POX)
- 9 SGP per train
- Reaction temperature >1300 °C
- Reflector dual reactor

Heavy Paraffin Synthesis (HPS)

- 12 reactors of 1.200 tons per train
- Tens of thousands of tubes containing 200 tons of Cobalt based FT catalyst per reactor

Heavy Paraffin Conversion (HPC)

- Larger hydrotreater in Shell
- Platinum based catalyst dedicated to GTL
- Maximizing yield of gasoil and BO

WOLFF, Joachim. SHELL IN GASIFICATION: DELIVERING PERFORMANCE TODAY AND DEVELOPING AND DEPLOYMENT SOLUTIONS FOR TOMORROW. In: [online]. [cit. 2012-11-21]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/desktopdefault.aspx/tabid-25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy zpracování a využití uhlí a plynu

Výchozí surovina: zemní plyn
Spotřeba: 45.307 mil. m³ denně

Produkce:
19.078 mil. l kapalného methanu/ethanu denně
22.258 mil. l kapalných produktů denně

Investiční náklady: 18 mld. \$



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy zpracování a využití uhlí a plynu



WOLFF, Joachim. SHILL IN GASIFICATION: DELIVERING PERFORMANCE TODAY AND DEVELOPING AND DEPLOYMENT SOLUTIONS FOR TOMORROW. In: [online]. [cit. 2012-11-25]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiburg.org/desktopdefault.aspx/tabid-25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy spalovacích procesů

- Celosvětovým trendem je v současné době separace oxidu uhličitého
- V případě zplyňování fosilních paliv je možné odstranit CO₂ ještě před energetickým využitím plynu
- Důsledkem je zisk plynu obsahující vysoké procento vodíku => nutnost upravení energetických zařízení - turbín



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy spalovacích procesů

Hlavní problematické faktory použití plynu bohatého na vodík oproti zemnímu plynu jsou:

- Vysoká rychlost hoření.
- Riziko vysokých emisí NOx.
- Velký nárůst objemového toku paliva.

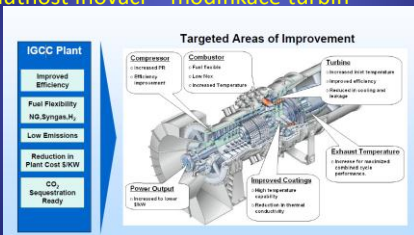


Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy spalovacích procesů

- nutnost inovací – modifikace turbín



SOBOLEVSKY, Anatoly. Development of the advanced hydrogen turbine technology for IGCC plants with low emissions. In: [online]. [cit. 2012-12-10]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiburg.org/desktopdefault.aspx/tabid-25>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy spalovacích procesů

- Možnost vysokých hodnot emisí NOx si žádá i vývoj nových druhů katalyzátorů.
- Vývoj směřuje k tzv. multifunkčním katalyzátorům snižování emisí (polyfunctional emission reduction catalyst – PERC).
- Požadavky na katalyzátory:
- Vysoká účinnost odstraňování NOx (až 95%+).
- Vysoká selektivita k N₂ v prostředí bohatém na síru, kyslík a vodní páru.
- Flexibilita k použitému palivu – ZP, syntézní plyn, vodík.



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy energetiky

- Z důvodu zvýšení účinnosti, ekologičnosti a efektivity procesu zplyňování je nutné přizpůsobení technologie danému druhu paliva



TUCKER, Rhye et al. Gasification Technologies: Concepts for clean, economic fuel and energy production. In: [online]. [cit. 2012-12-18]. Dostupné z: <http://www.gasification-technology.com/technology/technology.html>

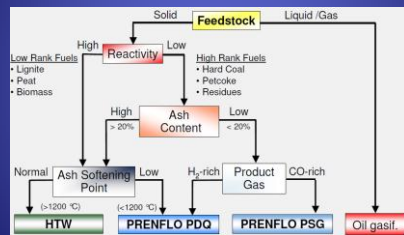


Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy energetiky

- Faktory mající vliv na výběr vhodné technologie



TUCKER, Rhye et al. Gasification Technologies: Concepts for clean, economic fuel and energy production. In: [online]. [cit. 2012-12-18]. Dostupné z: <http://www.gasification-technology.com/technology/technology.html>

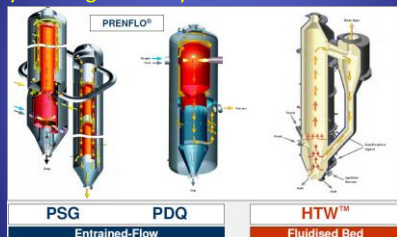


Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy energetiky

- Zplyňovací generátory



TUCKER, Rhye et al. Gasification Technologies: Concepts for clean, economic fuel and energy production. In: [online]. [cit. 2012-12-18]. Dostupné z: <http://www.gasification-technology.com/technology/technology.html>

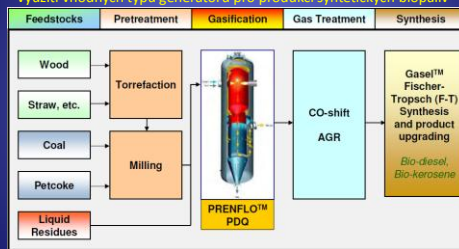


Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy energetiky

- Využití vhodných typů generátorů pro produkci syntetických biopaliv



TUCKER, Rhye et al. Gasification Technologies: Concepts for clean, economic fuel and energy production. In: [online]. [cit. 2012-12-18]. Dostupné z: <http://www.gasification-technology.com/technology/technology.html>

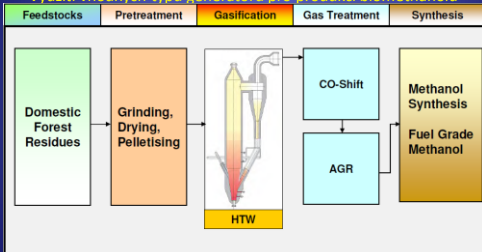


Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy energetiky

- Využití vhodných typů generátorů pro produkci biomethanolu



TUCKER, Rhye et al. Gasification Technologies: Concepts for clean, economic fuel and energy production. In: [online]. [cit. 2012-12-18]. Dostupné z: <http://www.gasification-technology.com/technology/technology.html>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Základy energetiky

- Při plánování a stavbě energetického celku je nutné vzít v úvahu především druh a vlastnosti používaného paliva.
- Následné technologie úpravy plynu je nutné navrhovat jak s ohledem na parametry plynu, tak rovněž na konečnou technologii jeho využití (FT syntéza – vysoká citlivost na katalytické jedy).



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Alternativní zdroje energie

- Hlavní nevýhodou větrné a solární energie je jejich fluktuace.
- Díky těmto fluktuacím je celková roční doba produkce elektrické energie na plný výkon velice nízká.
- Jedním z řešení tohoto problému je využití el. energie z těchto zdrojů k elektrolýze vody a využití produktů v následných technologiích.



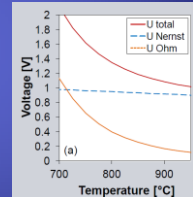
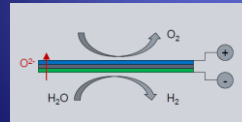
Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Alternativní zdroje energie

- K danému účelu je výhodné využít vysokoteplotní elektrolýzátor s pevným oxidem (SOE).

Výhodou vysokoteplotní elektrolýzy je možnost užití nižšího napětí => vyšší účinnost.



TREMEL, Alexander et al. Flexible Energy Storage by High Temperature Electrolysis and Gasification. In: [online]. [cit. 2012-12-18]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/techreportfiles/2012/12/18>

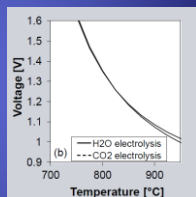
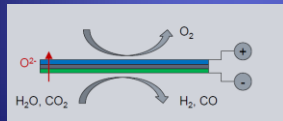


Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Alternativní zdroje energie

Další výhodou je možnost ko-elektrolýzy vody a CO₂



TREMEL, Alexander et al. Flexible Energy Storage by High Temperature Electrolysis and Gasification. In: [online]. [cit. 2012-12-18]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/techreportfiles/2012/12/18>

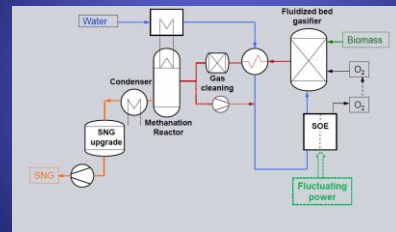


Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Alternativní zdroje energie

- Jako efektivní využití se jeví integrace SOE do zplyňovacího celku



TREMEL, Alexander et al. Flexible Energy Storage by High Temperature Electrolysis and Gasification. In: [online]. [cit. 2012-12-18]. Dostupné z: <http://www.gasification-freiberg.org/techreportfiles/2012/12/18>



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Ekoinovace pro předmět Alternativní zdroje energie

Jako efektivní využití se jeví integrace SOE do zplyňovacího celku což má za následek:

- Zajištění operace SOE za vysokých teplot a omezení teplotních šoků.
- Zlepšení flexibility zatížení.
- Snížení nákladů, neboť elektrolýzátor je zařazen do již fungujícího celku.
- Významné zvýšení ekologičnosti celého celku z důvodu využívání pouze obnovitelných zdrojů energie (biomasa, energie vody, energie větru).



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Shrnutí konference

- Z hlediska mého zaměření byla konference velkým přínosem.
- Je to především z toho důvodu, že se konference zúčastnilo velké množství zástupců jak velkých energetických koncernů, tak špičkových vědeckých a výzkumných pracovišť => rozmanitost příspěvků.
- Velká rozmanitost sekcí a široká škála probíraných problematik na jednom místě mi umožnily rozšířit si přehled o informace a poznatky, které jsou z hlediska mnou zaobírané problematiky okrajové a jejichž vyhledání by bylo při běžném studiu problematické a časově neefektivní => inspirace pro odlišně profesně zaměřené kolegy.



Evropský sociální fond
Praha & EU: investujeme do vaší budoucnosti



Shrnutí konference

Jednoznačným trendem v problematice energetického využívání fosilních a alternativních paliv je zajištění vyšší účinnosti transformace energie, snižování investičních a provozních nákladů energetických celků a minimalizace emisí polutantů do ovzduší.



Evropský sociální fond
Praha & EU: Investujeme do vaší budoucnosti



Děkuji za pozornost



Evropský sociální fond
Praha & EU: Investujeme do vaší budoucnosti

