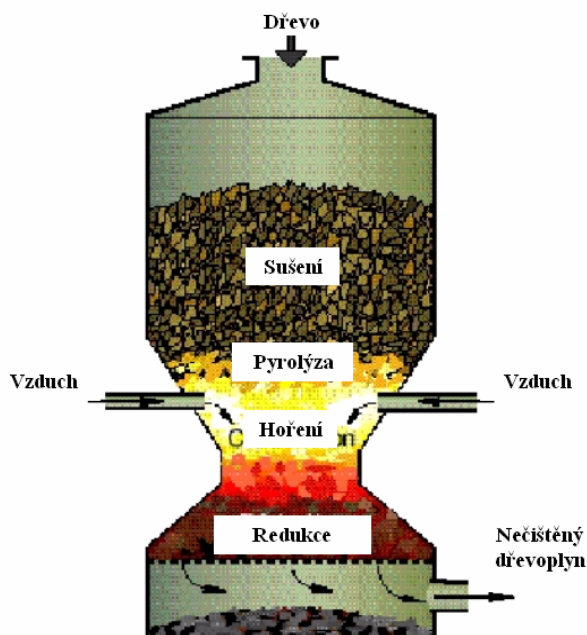


Trocha teorie nikoho nezabije

Všechny historické aplikace používané doposud k pohonu motorových vozidel, jakož i většina pokusů o energetické využití dřevního plynu vycházejí z původního souproutého zplynovače typu IMBERT a jeho dalších modifikací. Natřásání celého generátoru při provozu ve vozidlech pravděpodobně zabezpečovalo sesuv paliva do žárového pásma. Při použití tohoto typu generátoru ve stacionárních aplikacích však ve zúženém prostoru mnohdy vzniká klenba, kterou je nutno rozrušovat pomocí různých mechanismů. I to je mnohdy problematické, proto konstruktéři hledají stále další a další technická řešení.



Při snaze o hlubší pochopení technického principu energetického zplyňování vycházíme ze základního rozdělení jednotlivých druhů a typů zplyňovacích generátorů.

Základní druhy a jednotlivé typy zplyňovacích generátorů

Zplyňovací generátor s pevným ložem, typ:

- souproutý
- protiproutý
- s křížovým proudem

Zplyňovací generátor s fluidním ložem, typ:

- zplyňování při atmosférickém tlaku
- zplyňování v tlakových generátorech při tlaku 1,5 až 2,5 MPa

Zplyňovací generátor s unášivým ložem.

Všechny doposud uvedené instalace reprezentovaly zplyňovací generátory s pevným (sesuvným) ložem, po objasnění jejich technického principu se v rámci následujících kapitol obeznámíme se zplyňovacím generátorem s fluidním ložem.

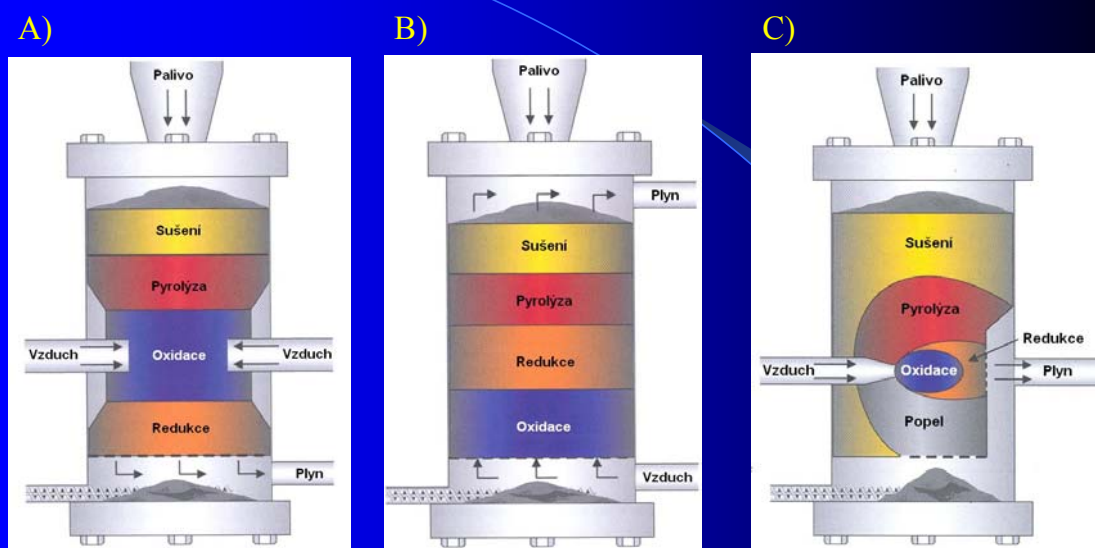
Souproudý zplyňovací generátor má oproti protiproudému složitější konstrukci. Vzduch se přivádí (zhruba) do spodní čtvrtiny paliva, kde vzniká oxidací CO_2 , který postupuje stejným směrem jako palivo – dolů (proto souproudý) a prochází vrstvou žhavého uhlí, kde dochází nejen k jeho redukci na CO ($\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2 \text{CO}$), ale také se zde štěpí podstatná většina vzniklých organických látek (včetně dehtu) na spalitelné plyny, což je jeho velkou výhodou.

Protiproudý zplyňovací generátor – jeho výhodou je jednoduchá konstrukce. Je to v podstatě nádoba s palivem, kde je vzduch nasáván dole roštem a prochází palivem, nejprve zónou oxidace (hořením vzniká CO_2) poté zónou redukce (CO_2 se redukuje na využitelný CO), zónou pyrolýzy, kde se uvolňuje methanol, kyselina octová a dehet, a nakonec přes zónu vysoušení (uvolňování vodní páry) je vzniklý plyn odsáván vrchem generátoru. Hlavní nevýhodou je velké znečištění plynu dehtem.

Zplyňovací generátor s příčným prouděním v sobě sdružuje výhody i nevýhody doposud uvedených typů a reprezentuje vzájemnou kombinaci uvedených systémů. Setkat se však můžeme s celou řadou modifikací. Jednu z nich popisují např. Gorvinovy internetové stránky²⁸:

www.dřevoplyn-gorvinovystranky.cz, odkud pochází uvedená definice souproudého a protiproudého zplyňovače.

Generátory s pevným ložem



Typy zplyňovačů s pevným ložem

- A) souproudý zplyňovač, B) protiproudý zplyňovač,
C) zplyňovač s příčným prouděním

VŠB - Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum



²⁸ www.dřevoplyn-gorvinovystranky.cz

Domácí kůtil a dřevoplyn

Gorvinovy internetové stránky považují sice za svérázné, ale upřímné. Jejich autor upozorňuje na četná úskalí i nebezpečí, která číhají na všechny, kteří se chtějí pokusit o amatérskou výstavbu zplyňovacího generátoru. Autor popisuje svoji vlastní upravenou konstrukci včetně několika nákresů. Zmiňuje pokusy s niklovým katalyzátorem: „*Nikl způsobuje za velké teploty katalytický rozklad dehtu, zejména za přítomnosti vodních par a vodíku obsažených v dřevoplynu za vzniku dalšího oxidu uhelnatého a vodíku. Je možné, že myšlenka čištění plynu od dehtu katalytickým krakováním není nová, osobně jsem se s ní v literatuře však dosud nesetkal.*“ Niklový katalyzátor testují na VUT v Brně, o čemž informuji o několik stánek dál.

Gorvinovy stránky rovněž doporučují publikaci **Jana Navrátila Domácí kůtil a ... dřevoplyn**, kterou autor vydal vlastním nákladem v roce 1989. Knihu jsem si koupil také, ještě pořád je k dostání za necelých 100 Kč. Z uvedeného pramene jsem čerpal hlavně pasáže týkající se použití dřevoplynu k pohonu historických vozidel. Pan Navrátil však uvádí podstatně větší soubor praktických zkušeností a informací o historických vozidlech. Hluboko do paměti jsem si uložil jeho větu: **Při výrobě dřevního plynu probíhají natolik složité chemické reakce, které se ani nesnažíme pochopit.** Autor dále uvádí, že pro vysvětlení alespoň základního principu **vystačíme s popisem několika reakcí**, které přebírá z knihy *Energie skoro zadarmo*. Pana Navrátila jsem měl možnost osobně potkat na jedné regionální topenářské výstavě, kde prodával svoji knihu *Domácí kůtil a ... tepelné čerpadlo*. Osobně se domnívám, že právě tento „kútilský princip“ bez znalosti hlubších souvislostí je klíčem k pochopení mnoha osobních i firemních neúspěchů i tragédií lidí, kteří neunesli svůj neúspěch a dostali vlivem neúspěšné pokusu o využití dřevního plynu do psychiatrické léčebny nebo se pokusili o sebevraždu. Jeden spolupracovník z vědecko-výzkumné základny, která se zabývá dřevním plynem, mi pro doplnění textu uvedl: „*Celý kútilský přístup, jakkoli nezatrácují zručnost a nadšení jednotlivců, mi přijde jako zásadní nepochopení celého principu procesu zplyňování a jeho praktické aplikace. V současnosti tyto instalace využívají poznatků 20. a 30. let minulého století, bez jakékoliv reflexe současného stavu poznání. Co mě osobně na těchto instalacích dráždí, je skutečnost, s jakou přistupují k životnímu prostředí. Položil si např. někdo otázku, jak se podaří splnit emisní limity nebo limity znečištění odpadních vod, jejichž splnění je pro legální provoz nezbytné?!*“

Pan Navrátil ve své knize na str. 54 uvádí, že se setkal se spoustou případů, kdy mají podnikatelé pro provoz dřevoplynové jednotky ideální podmínky, s čímž se naprosto ztotožňují. Za jedinou nevýhodu, která zabránila rozšíření tohoto systému, považuje fakt, že tyto agregáty u nás v republice nikdo nevyrábí, a proto, jak uvádí tučným písmem, **si potenciální zájemce musí tento agregát na dřevoplyn zhotovit sám**. Někdo může tento názor považovat za svérázný, jiný přímo za diletantský. Mně osobně na naskakuje asociace z filmu o Járovi Cimrmanovi: Cimrman byl pionýrem slepých uliček, někdo přece musel lidstvu oznámit: „Ne, tudy ne, přátelé.“ Dle mého osobního názoru **již bylo slepých uliček dost**. Je sice pravda, že se stále mnozí pokoušejí o výstavbu dřevoplynové aplikace, mnohé aplikace dokonce „nějak“ po nějakou dobu i pracují. Někdy dříve, jindy později, což mnohdy záleží na kvalitě použitých materiálů a dílenském provedení, se ale objeví problém. Provozovatel se z počátku raduje, jak mu ten chladič plynu „pěkně“ chladí, ovšem jen do té doby, než náhodně zjistí, že chladičí kapalina je o několik stupňů teplejší než „chlazený“ plyn. Což většinou evokuje spoustu otázek. Jen víme, že teplo se ztrácí i bez chladiče. Vzpomínáte na „zákon zachování“? Z ničeho se nic neudělá a nic se ani nemůže nikam ztratit.

Dřevní plyn v rukou vědeckovýzkumných institucí



Výzkumné energetické centrum – v.v.i.

VEC je vysokoškolským ústavem ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách. Náplní jeho činnosti je výzkum a vývoj zejména v oblasti spalování tuhých paliv, včetně biomasy, obecně pak v oblasti efektivní energetiky a jejích environmentálních vlivů. Další významnou činností je zkoušení kotlů a spalovacích zařízení, a to jak ve vlastní zkušebně, tak u provozovatele. Součástí VEC je akreditovaná zkušební laboratoř č. 1166.3 pro měření tepelně-technických veličin, pracoviště má také autorizaci MŽP ČR pro měření emisí škodlivin a vzdělávání pracovníků měření emisí ve všech kvalifikačních úrovních.

Vzdělávací činnost je zaměřena na výchovu doktorandů. VEC má statut školícího pracoviště doktorského studijního programu „Energetické stroje a zařízení“. Jako pracoviště se také podílí na výuce v bakalářském a magisterském studiu na Fakultě strojní a Fakultě metalurgie a materiálového inženýrství, pro které v plném rozsahu zajišťuje výuku vybraných předmětů. Pro potřeby výuky slouží kvalitně vybavená pracoviště centra.

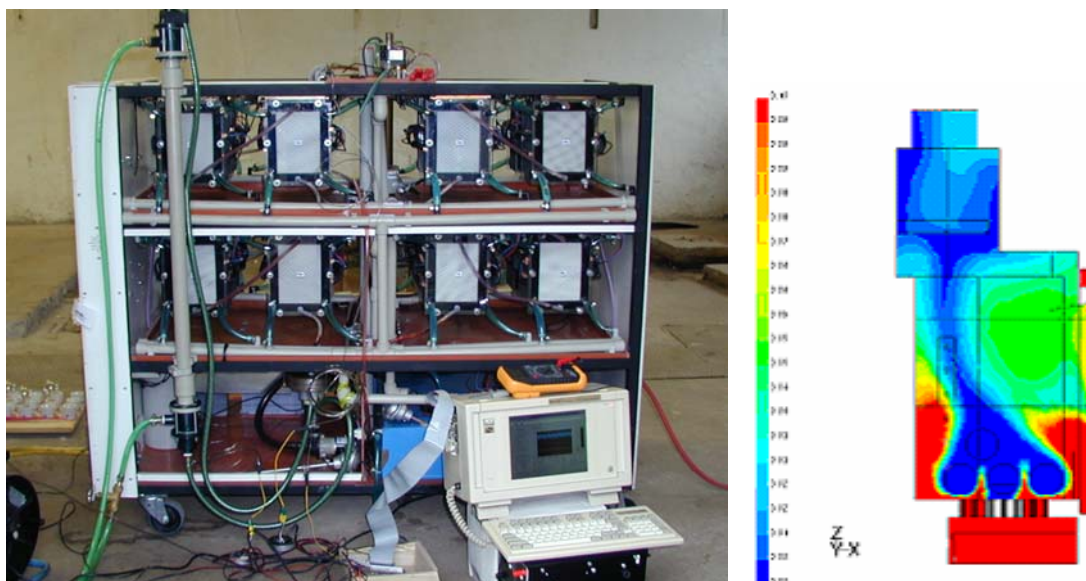
Výzkumná a vývojová činnost se uskutečňuje zejména řešením grantových projektů.



Svou VaV činnost zaměřuje především na problematiku zvyšování efektivnosti transformace energie v tradičních energetických zdrojích spalujících fosilní paliva v souladu s omezením jejich nepříznivého vlivu na životní prostředí, na využívání netradičních a obnovitelných zdrojů a na snižování spotřeby energie.

V současné době se mj. soustřeďuje na:

- spalování tuhých paliv (především uhlí a biomasy) v zařízeních malých výkonů, kde nás především zajímá problematika emisí některých specifických škodlivin (jako polyaromatické uhlovodíky, dioxiny a další),
- kogeneraci se zplyňováním biomasy (v současné provozují dva zplyňovače),
- výzkum tvorby N_2O při nekatalytických denitrifikačních procesech u energetického využití odpadu,
- výzkum zařízení k ekologickému spalování směsných paliv,
- určení kinetických charakteristik pro spalování různých typů paliv za pomoci tzv. pádové trubky,
- výzkum vysokoteplotní filtrace energoplynu,
- možnosti snižování emisí CO_2 z energetických zdrojů,
- výzkum energetických parametrů biomasy,
- výzkum komponent bezemisního parního cyklu,
- výzkum krbových kamen pro nízkoenergetické domy,
- matematické modelování spalovacího procesu, aj.



Kogenerační jednotka s palivovými články

Výsledkem projektu je funkční kogenerační jednotka s alkalickými palivovými články, spalující vodík. Nízkopotenciální teplo z chlazení elektrolytu lze využít díky instalaci spolehlivého výměníku. Všechny části jednotky jsou domácí produkce. Byly ověřeny a popsány čtyři možné způsoby konverze zemního plynu na palivo, použitelné v palivových článcích. Cenných výsledků bylo dosaženo zejména při výzkumu úpravy paliva pro palivové články a při vývoji plastového výměníku pro využití odpadního tepla z provozu baterií palivových článků. Zkoušky prokázaly dosažení projektových parametrů a poskytly cenné provozní zkušenosti řešitelům. Při ověřování provozních vlastností kogenerační jednotky byl jako palivo používán vodík. Pro ověřování použitelnosti paliva získaného konverzí zemního plynu byla zásadně používána baterie palivových článků o jmenovitém výkonu 250 W.



Pro potřeby výzkumu, vývoje a typových zkoušek v oblasti tepelných zařízení určených především pro vytápění vnitřních prostor vybudovalo Výzkumné energetické centrum moderní zkušební laboratoř (zkušebna). Zkušebna sídlí ve dvou budovách (VEC1 a VEC2). Do prostoru starší budovy VEC1 jsou směřovány převážně výzkumné činnosti v oblasti spalování biomasy v krbových kamnech, krbových vložkách a v obdobných zařízeních.

Velkou předností a všestranným přínosem je přímá spolupráce s průmyslovými podniky. K nejvýznamnějším partnerům patří Biocel Paskov, Dalkia ČR, Romotop Suchdol nad Odrou, Teplárna Liberec. Svou dosavadní činností VEC prokazuje, že i v současných podmínkách může existovat životaschopné a kvalitní univerzitní výzkumné pracoviště, které se orientuje zejména do oblasti energetického využívání biomasy.

Z dlouhého soupisu všech řešených projektů, který je uveden v příloze, uvádím několik projektů, které se tematicky dotýkají koncepce celé práce.

*Projekt: **Nový jaderný zdroj pro energetiku***

číslo projektu: FT-TA/067, doba řešení: 2004-2008,

*Projekt: **Kogenerace se zplyňováním biomasy***

číslo projektu: FT-TA2/061, doba řešení: 2005-2009,

*Projekt: **Krbová kamna pro nízkoenergetické domy***

číslo projektu: FI-IM3/185, doba řešení: 2006-2009.

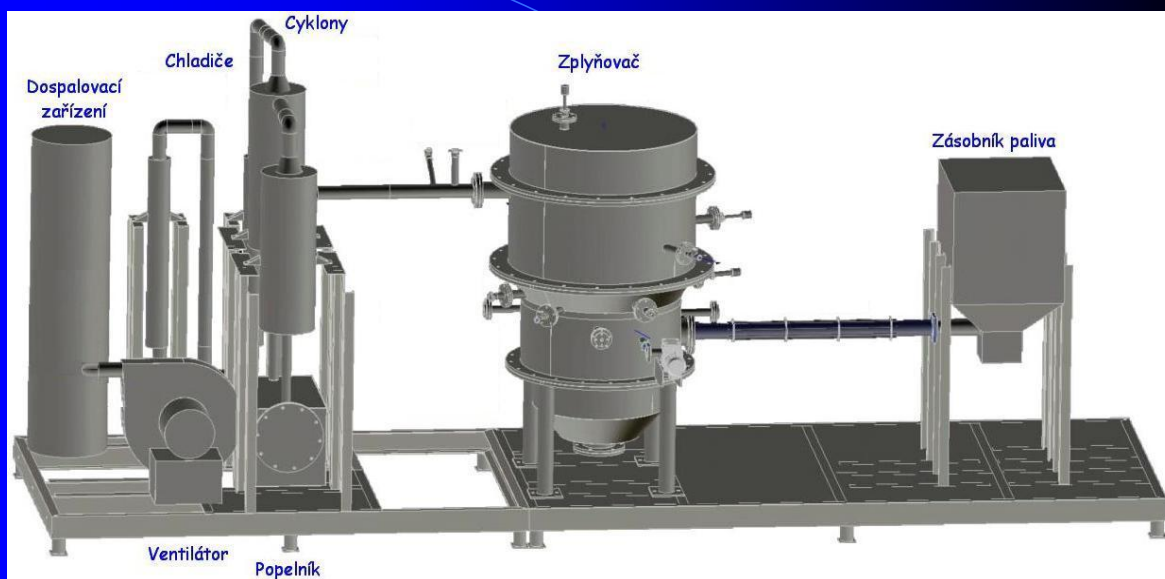
Snížování spotřeby energie na vytápění je jednoznačný trend, který se již dnes silně uplatňuje ve vyspělých zemích. Přitom roste zájem o možnost dodatkového vytápění lokálními topeništi na spalování dřeva. Vyvolává to potřebu přehodnotit výkonovou strukturu vyráběných kamen, ve které dnes jednoznačně převládají výkony blížící se 10 kW, a posílit výrobu kamen menších výkonů na úrovni regulovatelného tepelného výkonu 3-5 kW, odpovídajících technickými i environmentálními parametry současným požadavkům na trhu ve vyspělých evropských zemích a předvídajících svou koncepcí budoucí vývojový trend. Vývoj takových kamen je cílem projektu

*Projekt: **Kogenerovaná výroba elektrické energie a tepla zplyňováním biomasy***

číslo projektu: FT-TA3/122, doba řešení: 2006-2010.

Konečným cílem je vybudovaná a ve zkušebním provozu ověřená demonstrační jednotka technologie kombinované výroby elektrické energie a tepla z biomasy s elektrickým výkonem 200-300 kW_e, schopná používat jako palivo poměrně široký sortiment dřeva případně biomasy ze zemědělství, resp. další energetické plodiny.

Popis experimentálního zařízení



Technologické schéma zplyňovací jednotky



VŠB - Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum

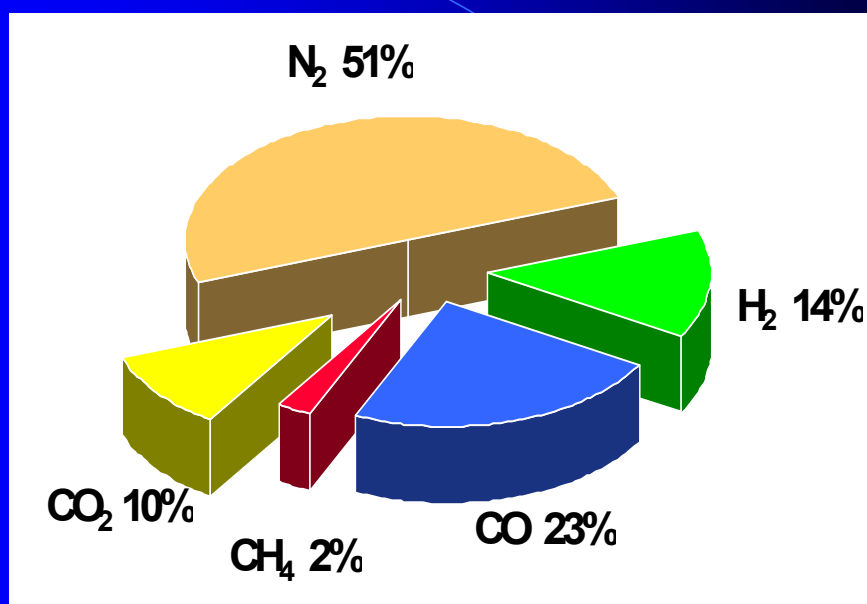


Zplyňovací reaktor



VŠB - Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum

Průměrné složení plynu



VŠB - Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum

Uvedený koláčový graf zobrazuje průměrné hodnoty složení dřevního plynu. Při zevrubném pohledu na uvedenou tabulku, která porovnává složení plynu z jednotlivých typů, na první pohled není patrný zásadní rozdíl, protože veškeré sledované parametry mírně kolísají. Oko zkušeného pozorovatele však u fluidních zplyňovačů zaznamená podstatný nárůst prachových částic a dehtů, což je dáno naprosto odlišnou konstrukcí zplyňovače. To pochopitelně vyžaduje zcela odlišnou filtrační cestu. Na následujících stránkách dalších vědecko-výzkumných institucí tedy budeme mít co dočinění s fluidním zplyňováním. Autorem uvedené tabulky je Ing. Sergej Skoblja z Ústavu plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší Vysoké školy chemicko-technologické v Praze.

Složení plynu / reaktor	Protiproudý	Souproudý	Fluidní
H ₂ [% vol]	10 – 15	15 – 20	10 – 15
CO ₂ [% vol]	15 – 20	8 – 15	15 – 20
CO [% vol]	15 – 20	25 – 30	15 – 20
CH ₄ [% vol]	2 – 5	1 – 1,5	1 – 3
C ₂ ⁺ [% vol]	5	< 1	2 – 3
N ₂ [% vol]	43 – 47	45 – 50	45 – 55
Prach [g.m ⁻³]	1 – 20	1 – 20	5 – 50
Dehet [g.m ⁻³]	> 100	0,1 – 1	1 – 20
Výhřevnost [MJ.m ⁻³]	5,5 – 7	5 – 6,5	4,5 – 5
Výstupní teplota [°C]	150 – 300	750 – 850	600 – 750



Věda a výzkum na fakultě strojního inženýrství VUT Brno je financována z dostupných tuzemských i zahraničních dotačních programů.

Jedná se o projekty aplikovaného a základního výzkumu v oblasti strojního inženýrství, strojírenských technologií a aplikovaných věd, do jejichž řešení je zapojena většina akademických pracovníků a také studentů-doktorandů FSI.

Před několika lety tomuto ústavu firma ATEKO dodala fluidní zplyňovač, kde probíhá ověřování energetického využití celé řady plodin. O tomto projektu podrobně informuje článek doc. Ing. Ladislava Ochraný, CSc. a Ing. Petra Dvořáka – Technicko-ekonomická problematika centrál se zplyňováním alternativních paliv²⁹. Celý článek najdete v elektronické příloze. Agregát byl v roce 2007 doplněn malou kogenerační jednotkou TEDOM o výkonu 22 kW s motorem Škoda Favorit, který ale při provozování na dřevní plyn poskytuje výkon necelých 15 kW_e. Technologie fluidního zplyňování je použitelná pro výkony v řádech stovek kW až MW. Agregát na VUT Brno má charakter školního demonstračního zařízení, na kterém probíhá další výzkum a vývoj. V současné době probíhají zkoušky filtrů s dolomitickým vápencem a katalyzátoru s niklovou náplní. Za zmínku spojí, že 1 kg niklového katalyzátoru si můžete koupit za 1.000 Eur. Kdo však již nějaké zkušenosti s dřevním plynem má, ví, že v tomto oboru nic není levnou záležitostí.



Fluidní zplyňovač, rovněž částečně z dílen firmy ATEKO, avšak přibližně 10x menší, pracuje v Ústavu chemických procesů Akademie věd ČR v Praze, kde se rovněž intenzivně zabývají studiem procesů probíhajícími při energetickém zplyňování různých materiálů a následným čištěním dřevního plynu.

²⁹ Technicko-ekonomická problematika centrál se zplyňováním alternativních paliv. Časopis 3T Teplo, Technika, Teplárenství číslo 4/2003.



Ústav chemických procesů AVČR, v.v.i.

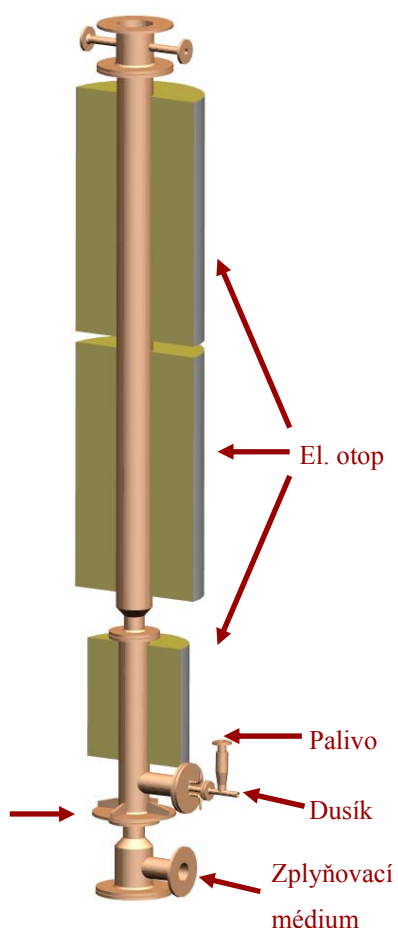
Ústav chemických procesů (ÚCHP) patří mezi šest ústavů Sekce chemických věd Akademie věd České republiky. Ústav je významným centrem výzkumu v oblasti chemie, biochemie, katalýzy a životního prostředí a působí jako školicí pracoviště doktorandského studia v oboru chemického inženýrství, fyzikální chemie, chemické technologie a biotechnologie.

Experimentální zařízení

V Ústavu chemických procesů AV ČR jsou k dispozici dva fluidní zplyňovací generátory. Menší reaktor je tvořen svislým válcem ze žáruvzdorné nerezavějící oceli o průměru 94 mm a výšce 1.008 mm. Zplyňovací médium je vedeno přes elektrický přehřev pod rošt, který je umístěn ve spodní části reakčního prostoru. Reakční zóna je ohřívána elektrickým topením rozděleným na dva nezávislé segmenty, což umožňuje nastavení teploty zvlášť ve fluidní vrstvě a zvlášť v prostoru nad vrstvou. Palivo je dávkováno ze dvou zásobníků posuvným komůrkovým dávkovačem a do vlastního reakčního prostoru je přiváděno pneumotransportem inertním plynem. Surový generátorový plyn vystupující z reaktoru je od tuhých látek čištěn v cyklonovém odlučovači, za kterým je plyn odebírán pro on-line i off-line analýzy složení.



Větší reaktor má celkovou výšku 2200 mm a vnitřní průměr 51,1 mm do výšky 500 mm nad roštem, v horní části pak 99 mm. Zplyňovací generátor je k vyrovnání tepelných ztrát otápen elektrickým topením rozděleným na tři nezávislé segmenty, což umožňuje nastavení teploty zvlášť ve fluidní vrstvě a zvlášť ve dvou sekcích v prostoru nad vrstvou. Palivo je ze zásobníku dávkováno šnekovým podavačem s následným pneumotransportem inertním plynem. Surový generátorový plyn vystupující z reaktoru je od tuhých látek čištěn v cyklonovém odlučovači, za kterým je plyn odebírán pro on-line i off-line analýzy složení. Zplyňovací médium požadovaného složení je připravováno pomocí směšovací jednotky s výparníkem na výrobu vodní páry a před vstupem do reaktoru je předeheříváno na 800 °C. Na výstupu z reaktoru je možné vést část surového generátorového plynu na aparaturu pro vysokoteplotní čištění. Aparaturu mohou tvořit až tři reaktory, které slouží jako filtr nebo katalytický reaktor. Každý reaktor je vybaven vlastní elektrickou pecí, maximální provozní teplota prvního reaktoru je 600 °C, ostatních dvou reaktorů 1.000 °C.



Svoji výzkumnou činností ústav výrazně přispívá k získávání a ověřování nových poznatků týkajících se energetického zplyňování, které je zahrnuté mezi výzkumné a vývojové priority EU. Ústav se v uplynulých letech podílel na těchto projektech:

Zplyňování směsi uhlí a plastu

Cílem tohoto projektu bylo posoudit možnosti využití odpadního plastu pro spoluzplyňování s uhlím a vyhodnotit rozdíly ve složení plynu ze zplyňování čistého uhlí a směsného paliva.

Zplyňování směsi biomasy a plastu

Cílem tohoto projektu bylo posoudit možnosti využití odpadního plastu pro spoluzplyňování s biomasou a vyhodnotit rozdíly ve složení plynu ze zplyňování biomasy a paliva s přídavkem plastů.

Zplyňování biomasy vodní parou a směsí vodní páry a CO₂

Tento projekt byl zaměřen na sledování vlivu použitého zplyňovacího média za různých experimentálních podmínek.

Úprava složení generátorového plynu použitím aktivních materiálů fluidního lože

Při těchto experimentech byly testovány katalyticky aktivní materiály fluidního lože (dolomit, olivín) a sledována jejich účinnost štěpení dehtovitých látek v porovnání s inertním materiálem lože (písek).

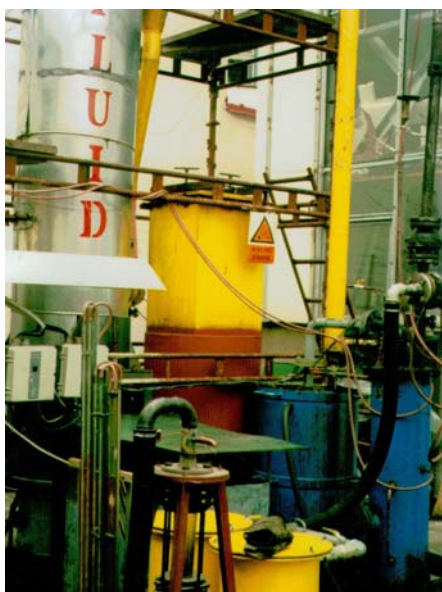
Vysokoteplotní čištění generátorového plynu na katalyzátorech

Generátorový plyn byl při těchto experimentech čištěn až za vlastním zplyňovacím generátorem v soustavě vyhřívaných vysokoteplotních reaktorů. Zkoumaným materiálem byl dolomit, jehož účinnost pro odstraňování dehtu byla porovnána s účinností dolomitu v loži. Vedle toho bylo zkoumáno i odstraňování dehtu na komerčním katalyzátoru.



ATEKO, a.s. je inženýrská, výrobní a dodavatelská firma nabízející komplexní dodávky investičních celků formou "na klíč" v oborech chemický, strojírenský a potravinářský průmysl, chlazení, energetika a ochrana životního prostředí.

Společnost existuje od roku 1949, přičemž pod názvem ATEKO, a.s. (Aparáty technologie konstrukce) působí od 1. 1. 1994. Firma vznikla privatizací Výzkumného ústavu potravinářské a chladicí techniky Hradec Králové. V letech 1994 – 1995 ve svých prostorách postavili prototypové zařízení BIOFLUID. Zkoušky probíhaly **ve spojení s kogenerační jednotkou TEDOM – MT 22.** Zkouška prokázala funkčnost navržené technologie včetně spojení s kogenerační jednotkou i schopnost dlouhodobě zpracovávat odpadní dřevo.



Na svých internetových stránkách společnost ATEKO, a.s. uvádí:

BIOFLUID - technologie energetického zpracování odpadů a biomasy

Technologie BIOFLUID je založena na procesu zplyňování ve fluidní vrstvě. Upravená surovina vstupuje do zplyňovacího reaktoru, kde při teplotách 750 °C probíhají ve vznosu vzduchu a vyrobeného plynu zplyňovací reakce.

Zplyňování suroviny se provádí vzduchem ve fluidním zplyňovacím generátoru. Dehty, které při pyrolýze suroviny vznikají, se odstraňují termickým štěpením v reaktoru a dočišťují praním v ledové vodě (teplota cca +5 °C). Teplo získané při chlazení plynu v tepelných výměnících se dá využít pro sušárnu řeziva, pro otop budov, ohřev vody či pro předsušení vstupní suroviny. Ochlazený energoplyn je spalován v kogenerační jednotce. Vzhledem k neustálému stoupajícímu trendu cen fosilních paliv je další možností využití vyrobeného energoplynu přímá náhrada klasických paliv (zemní plyn, propan-butan, topné oleje, mazut aj.) při provozu vápenek, cihlen, keramiček, žíhacích pecí a všude tam, kde jsou tato paliva spalována. Při těchto aplikacích není nutné energoplyn ochlazovat a jeho čištění od tuhých částic je zajištěno cyklonovým odlučovačem. Případné zbytkové dehtovité látky jdou spolu s plynem k přímému spálení.

Na sklonku minulého století firma ATEKO a.s. fluidní zplyňovač dodala pro podnik Povodí Odry ve Skotnici na Příborsku. Tento demonstrační projekt byl prostřednictvím České energetické agentury ze státního rozpočtu dotován částkou několika milionů.

Vlivem nedostatku financí a značných technických problémů se nikdy nepodařilo agregát natolik dokončit. Jak nám řekl pamětník tehdejší instalace Ing. Najser, který se na tomto projektu podílel, *další důvod, proč technologie ve Skotnici nebyla uvedena do trvalého procesu, byl, že zemřel vedoucí provozu ve Skotnici a nové vedení zjednodušeně řečeno bylo proti technologii zplyňování – preferovali spalování. Dále je potřeba říci, že technologie zplyňování ve fluidní vrstvě se obecně využívají v řádů MW tepelných – a proto čím nižší výkon, tím jsou vyšší měrné investiční náklady! Demonstrační jednotka ve Skotnici poskytla provozní zkušenosti pro stavbu větších jednotek (v řádu MW tepelných) s možností použití daleko náročnějších surovin, jako jsou tříděné odpady a komunální odpad (zplyňování takových surovin bylo ve Skotnici úspěšně vyzkoušeno).*



Na základě těchto zkušeností postavila firma ATEKO, a.s. někdy okolo roku 2000 technologii na zplyňování biomasy a odpadů o tepelném výkonu 2,6 MW. Tato technologie byla úspěšně provozována k otopu vápenkářských pecí ve vápence Prachovice až do doby, kdy vápenku koupil a zavřel (aby se zbavil konkurence) zahraniční vlastník.

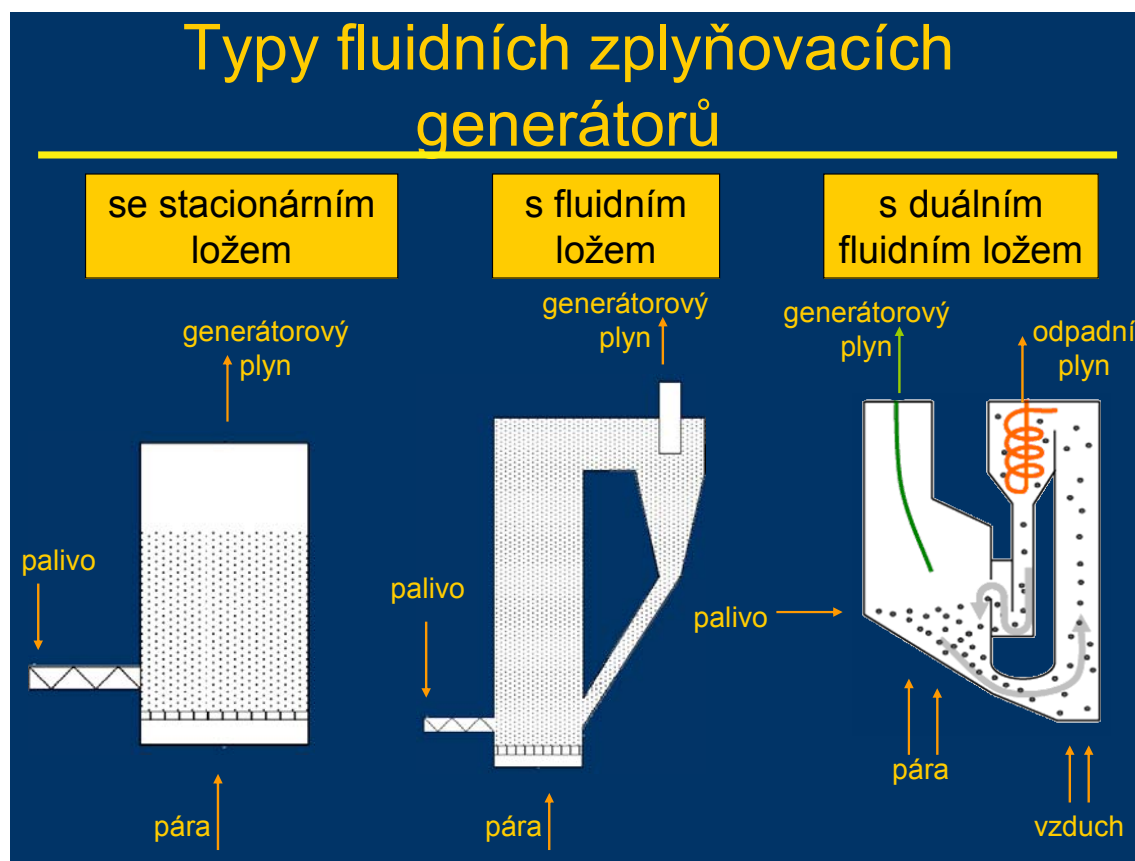
Ať se již jedná o UCHP AV ČR Praha, nebo VUT FSI Brno, něco mají výše uvedené vědecko-výzkumné základny společného i s firmou ATEKO – všechny subjekty se zabývají principem fluidního zplyňování a všechny jejich školní demonstrační aparáty dodala právě firma ATEKO, která se také vývojem zabývá, i když na dodávce zařízení pro UCHP-AVČR se podílelo více subjektů. Posledním vědecko-výzkumným pracovištěm, kam firma ATEKO dodala svůj aparát, je Ústav fyziky plazmatu AV ČR.

V prostorách Ústavu fyziky plazmatu AV ČR je instalováno třetí experimentální a vývojové pracoviště, kam firma ATEKO dodala svůj agregát. Technologie je postavena na zplyňování nebezpečných odpadů (včetně radioaktivních) plazmou, která dosahuje teploty až 20.000 °C. Kromě zplyňování odpadu byla vyzkoušena také biomasa, ale to již přesahuje rámec naší práce.

Na základě této úspěšné instalace ATEKO připravuje projekt zplyňování odpadů plazmou s několikanásobně větším výkonem v zahraničí. Další zkoušky a ověřování principů budou probíhat a částečně již probíhají na jejich instalaci na VUT v Brně.

Plazmový reaktor v Ústavu fyziky plazmatu v Praze

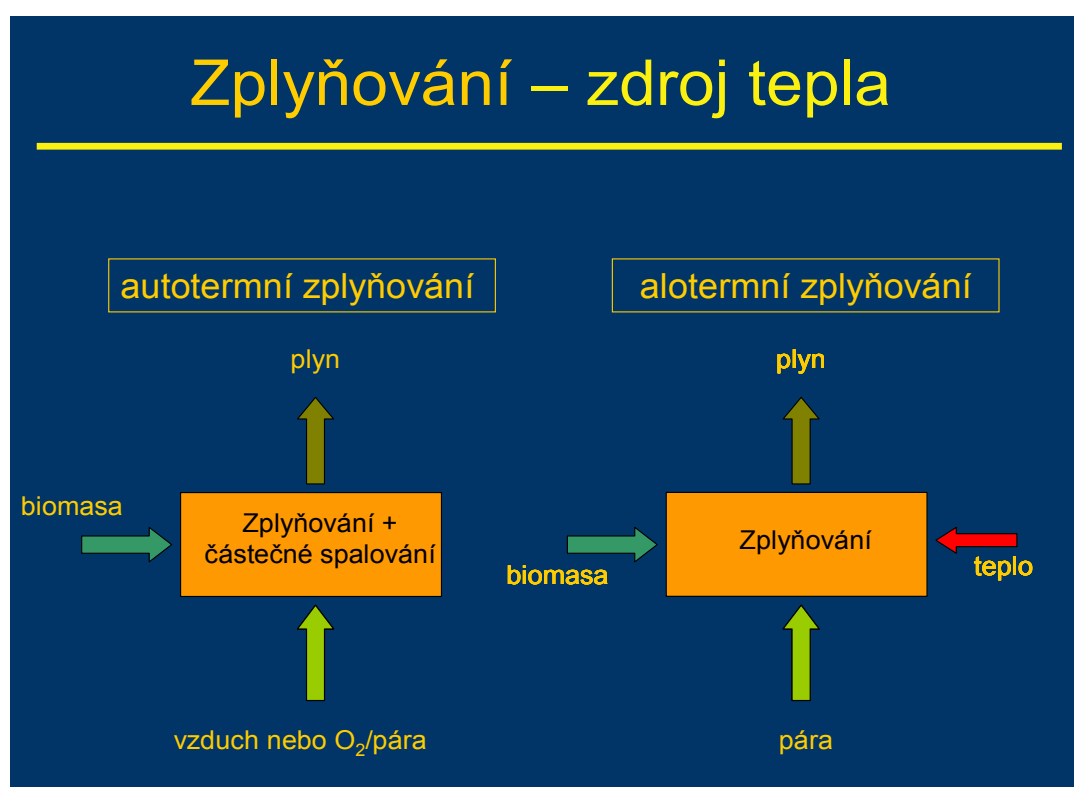




V závěru kapitoly popisující aktivity Výzkumného energetického centra –VEC Ostrava na str. 99 je uvedena tabulka, která porovnává složení plynu z jednotlivých typů zplyňovačů: protiproudého, souprroudého a fluidního. Na první pohled jsou jednotlivé rozdíly zanedbatelné až na zvýšený obsah prachových částic a dehtů. Ovšem při pohledu na složení dřevního plynu při zplyňování parou jeho kvalita všem zasvěceným bere dech. Snad za jediný handicap je možné považovat vyšší obsah nehořlavého CO_2 , což bohatě vyvažuje obsah methanu i vyšší podíl ostatních spalitelných složek. Téměř zanedbatelný je obsah dusíku, který u předchozích principů představuje cca 50 %! Právě dusík je z energetického hlediska nevyužitelným plynem, který pouze zabírá prostor ve válcích spalovacího motoru, proto je energetický obsah (výhřevnost) tak nízký.

		Zplyňování vzduchem (autotermní)	Zplyňování parou (alotermní)
Výhřevnost	MJ/m^3	4 - 6	12 - 14
H_2	%	11- 16	35 - 40
CO	%	13 - 18	25 - 30
CO_2	%	12 - 16	20 - 25
CH_4	%	3 - 6	9 - 11
N_2	%	45 - 60	<1

Částečně pro zlepšení kvality dřevního plynu při zplyňování v sesuvném loži pomůže molekulové síto, které ze spalovacího vzduchu odfiltruje část přebytečného dusíku. Abychom však dosáhli nulového podílu dusíku jako u zplyňování parou, bylo by nutné zplyňovat čistým kyslíkem, jak v našem rozhovoru prohlásil Ing. Pohořený z Ústavu chemických procesů AV ČR: „Zplyňování v sesuvném loži čeká na levný zdroj kyslíku.“ Díky podstatně vyšší kvalitě a výhřevnosti dřevního plynu získaného při aloterním zplyňování však odpadá řada problémů s kvalitou a čištěním dřevního plynu. Pochopitelně čištění plynu se rozhodně nevyhneme ani v tomto případě. Plyn je nutné čistit nejen od prachových částic, ale i od dehtů a podle cílové aplikace i dalších látek. Pro energetické využití plynu v kogenerační jednotce je nutný funkční systém čištění plynu, který je zdrojem obtíží snad u všech známých aplikací. Zplyňování s duálním fluidním ložem je proto použitelné pouze pro vyšší výkony v řádech několika MW, i přes tento handicap se vzhledem k vysoké kvalitě a výhřevnosti plynu ale stává závěrečným a navíc zlatým hřebíčkem celé kapitoly.



Za technickým principem aloterního zplyňování musíme překročit technické možnosti zplyňování v sesuvném loži i skutečné hranice naší republiky. Musíme navštívit zemi našich jižních sousedů a posunout se o několik set km na jihovýchod, protože se jedná o výzkum technické univerzity ve Vídni, jejíž demonstrační jednotka od roku 2002 spolehlivě pracuje v Güessingu. Uvedená tabulka a schémata pocházejí ze společné prezentace³⁰ našich vědecko-výzkumných institucí (VŠCHT a UCHP – AVČR), které na řešení problematiky energetického zplyňování s Technickou univerzitou ve Vídni spolupracují. Nezbyvá tedy nic jiného, než krátkou upoutávkou upozornit na z energetického hlediska zajímavou lokalitu, která se stává cílem mnoha odborných exkurzí, i zajímavý projekt bioelektrárny s duálním fluidním ložem, který v Güessingu provozují.

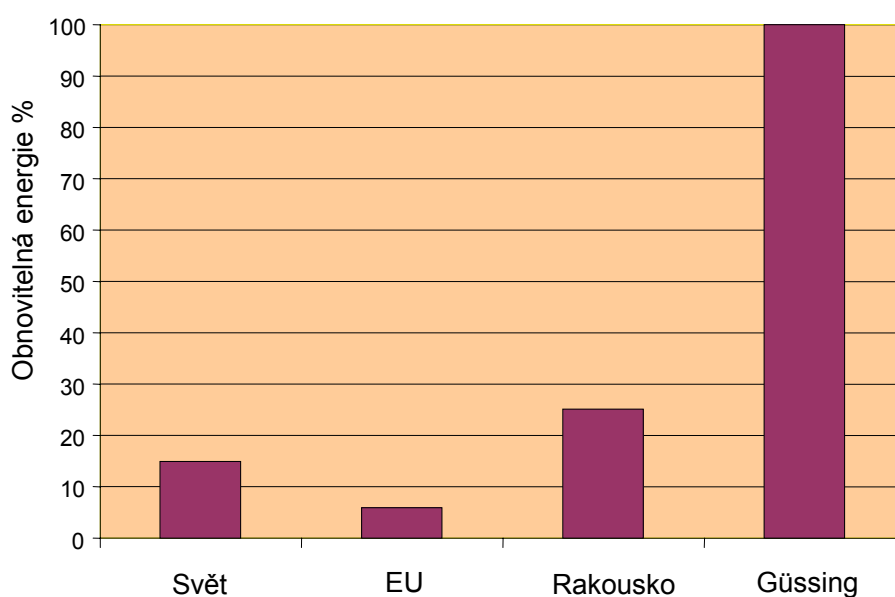
³⁰ Konference: **Energie z Biomasy VII 2007**, kterou ve dnech 21-22.11. 2007 uspořádal energetický ústav FSI na VUT v Brně.

Alotermní zplyňování s duálním fluidním ložem v praxi

Lokalita Güssing je z energetického hlediska velice zajímavým místem, neboť díky mnoha zajímavým environmentálním aktivitám, jako jsou lisování bionafty pro celý okres a provozování několika dalších centrálních vytopen na biomasu, celá oblast vykazuje stoprocentní podíl obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě energie a stojí za podrobnější seznámení. Svým obsahem a rozsahem však již překračuje rámec této práce i současné možnosti autora, tak alespoň celkový pohled na bioelektrárnu a sloupcový graf využití OZE v lokalitě Güssing.



Podíl obnovitelné energie na celkově vyrobené energii



Uhlí je také biomasa

Co že ? Uhlí je také obnovitelný zdroj. Slunce svým zářením pohání fotosyntézu a právě ta z prvohorních plavin a přesliček umožnila vznik ropy, uhlí i zemního plynu. Jenom je o nějaký ten „milínek“ roků starší a „obnovuje“ se trochu pomaleji. Z geologického hlediska čas ale nehraje hlavní roli.

Uhelná energetika má budoucnost

Zplyňování uhlí je samostatnou kapitolou, která svým obsahem i rozsahem překračuje rámec této práce. Kapitolou natolik zajímavou, že si v samém závěru práce dovoluji malinkou upoutávku na technické možnosti a environmentální souvislosti spojené se zplyňováním uhlí. V elektronické příloze proto najdete článek **Vývoj a využívání zplyňování ve světě**. Jeho autorem je Ing. Pavel Slouka, CSc., který se více než 20 let věnoval výzkumu zplyňování uhlí a později i biomasy. Od roku 2000 pracuje v divizi Energoprojektu ÚJV Řež. Z energetického hlediska technologii zplyňování uhlí dominuje podstatně vyšší účinnost. Z environmentálního hlediska je podstatně jednodušší a účinnější škodlivé látky odstranit v průběhu zplyňování uhlí nebo z plynu a ne až ze spalín, které jsou rozředěny spalovacím vzduchem.

Z článku paní Marcely Šafářové Uhelná energetika má budoucnost³¹ proto vybírám:

*Zásoby uhlí jsou celosvětově mnohem větší než zásoby ropy nebo zemního plynu, i když se o této skutečnosti příliš nemluví. Role klíčové energetické suroviny se proto přesune na uhlí. Proto bychom dnes uhlí neměli zatracovat a vzdávat se možnosti na jeho využívání. Při bližším pohledu totiž zjistíme, že také uhlí lze využívat k výrobě energie „ekologicky přátelským“ způsobem. Nikdo nechce, aby výroba elektrické energie poškozovala životní prostředí. Proto byly vyvinuty moderní čisté uhelné technologie (CCT). Mezi ně patří práškové technologie spalování s výrobou páry s nadkritickými a ultrakritickými parametry, cirkulační fluidní technologie a integrovaný paroplynový cyklus (IGCC technologie). Vývoj směřuje k dosažení vyšších účinností přeměny uhlí na energii při maximálním omezení škodlivých dopadů na životní prostředí. V současné době je ve světě provozováno více než 200 bloků s cirkulující fluidní vrstvou o celkovém výkonu 26 000 MW_e a **15 bloků s tlakovým fluidním spalováním o celkovém výkonu okolo 5 000 MW_e**. Vyšší účinnost a nízké hodnoty emisí pak nabízí spojení tlakového zplyňování uhlí a paroplynového cyklu (IGCC). Emise jsou o řád nižší než u klasických elektráren. Příkladem úspěšně provozované technologie IGCC je v Holandsku s výkonem 253 MW, z roku 1993, která pracuje s účinností 43 %. Největším evropským projektem IGCC je elektrárna ELCOGAS ve španělském Puertollano s výkonem 300 MW a účinností 45 %, z roku 1997. V Německu byla v roce 2001 uvedena do provozu demonstrační jednotka s celkovým výkonem 376 MW_e. Také naše elektrárna ve Vřesové (Sokolovská uhelná a. s.) s výkonem 400 MW se zplyňovacími reaktory se sesuvným ložem je příkladem této technologie. „Uhelnou rafinerii“ na bázi zplyňování uhlí provozuje společnost SASOL v Jihoafrické republice. Ta jako jediný světový výrobce vyrábí z uhlí motorová paliva a další produkty pro chemický průmysl. Také v USA úspěšně pracuje řada zplyňovacích elektráren. **V posledních letech nabývá na významu také společné zplyňování uhlí, biomasy a odpadních plastů.***

³¹ Czech Industri 20.9.2006, Marcela Šafářová. Článek je v plném znění uvedený na informačním serveru Mostecké uhelné společnosti.