

Možnosti využití uhlí jako potenciální suroviny pro chemický průmysl

datum: 25/11/2021

jméno: J. Lederer, P. Svoboda

oddělení: ORLEN UniCRE, VUHU

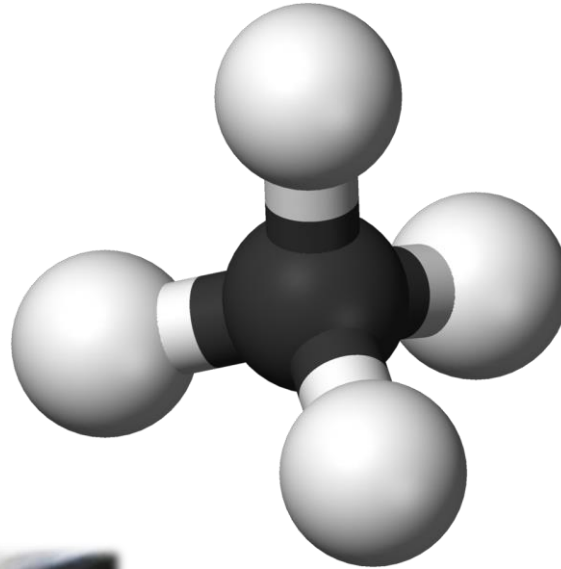
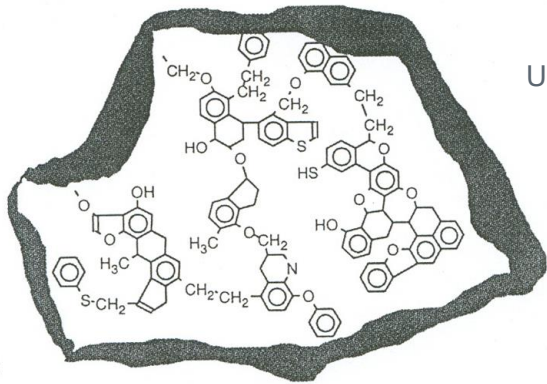


OBSAH

1. PROČ UHLÍK A UHLÍ ?
2. „TROCHA“ HISTORIE
3. SOUČASNÉ ZÁSoby UHLÍ V REGIONU
4. PRINCIPY TRANSFORMACE UHLÍ NA CHEMIKÁLIE
5. MOŽNÝ POTENCIÁL DO BUDOUCNA



Uhlík jako základ života na zemi – uhlíkové suroviny



ROPA



BIOMASA



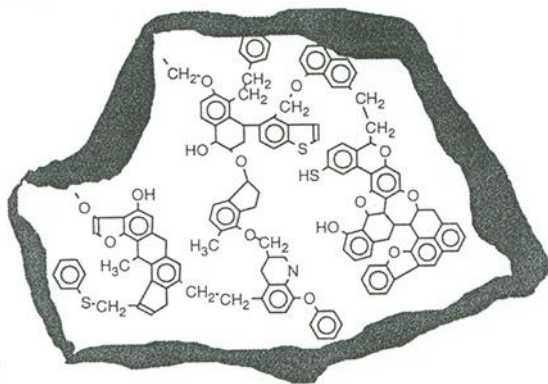
Uhlí z pohledu chemie – srovnání fosilních paliv

Látka	Uhlík	Vodík	Kyslík	Ostatní
Černé uhlí	90	4	5	1
Hnědé uhlí	75	6	16	3
Dřevo	50	7	42	0
Ropa	85	13	1	1
Zemní plyn	75	25	0	0
Řepkový olej	77	12	11	0
Polysacharidy	44	6	50	0

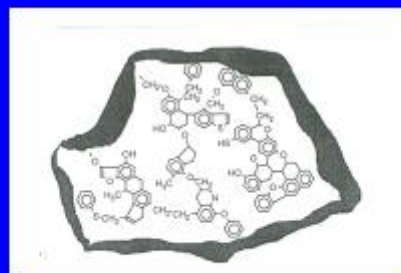


„Trocha“ historie chemického zpracování uhlí

Základní práce věnované hydrogenaci uhlí provedl v r. 1913 Friedrich Bergius, který hydrogenoval uhlí v autoklávech při teplotě 400 – 500 °C a tlaku 10 – 70 MPa vodíku za vzniku kapalných olejových podílů. První průmyslová jednotka podle tohoto postupu byla uvedena do provozu v r. 1919.



Trocha historie a technologie



Hydrogenační závody postavené na území tehdejšího Německa do r. 1945

Závod	Surovina	Tlak v komorách (MPa)		Kapacita (tis. t·r ⁻¹)
		Těžké fáze	Plynné fáze	
Leuna	hnědé uhlí, hnědouhelný dehet	20	20	600
Böhlen	hnědouhelný dehet	30	30	240
Magdeburg	hnědouhelný dehet	30	30	230
Zeitz	hnědouhelný dehet	30	30	300
Wesseling	hnědé uhlí	70	30	200
Litvínov	hnědouhelný dehet	30	30	400
Scholven	černé uhlí	30	30	200
Gelsenberg	černé uhlí	70	30	350
Blechhammer	černé uhlí	70	30	500
Welheim	vysoкотeplotní dehet	70	70	180
Lützkendorf	ropné zbytky + dehet	70	70	50
Pöhlitz	černé uhlí, dehet, ropné zbytky	70	30	600
Celkem				3 850

Nejvíce uhlí se zpracovávalo v šedesátých letech.

Celkem se v období 1945 – 1972 zpracovalo okolo 100 mil. t uhlí.

V minulosti existovaly v ČR celkem 3 tlakové plynárny vyrábějící svítiplyn, v Litvínově, Ústí n. Labem a Vřesové.

„TROCHA“ HISTORIE CHEMICKÉHO ZPRACOVÁNÍ UHLÍ

- **Říjen 1938** – po obsazení pohraničí byla zahájena příprava výstavby.
- Léto 1941 – spuštěny první karbonizační pece.
- Leden 1942 – plánované dokončení 1. etapy, nebylo splněno!
- Listopad 1942 – uvedena do provozu první komora těžké fáze.
- **Prosinec 1942** – expedován první benzín.
- **16. leden 1945** – největší nálet, který výrobu zcela ochromil. Zařízení bylo z cca 70 % zničeno nebo vážně poškozeno.
- 1946 – zahájeno paralelní zpracování ropných destilátů a v dalších letech i surové ropy.
- 1953 – vyrobeno nejvíce paliv, a to 328 tis. t a při tom bylo zpracováno 416 tis. t dehtů (včetně dovezených). Na karbonizaci bylo zpracováno 3,2 mil. t uhlí.
- 1963 – dodáno celkem 6,8 mil. t uhlí, z toho v rámci karbonizace zpracováno 4,1 mil. t, a bylo vyrobeno 279 tis. t dehtů.
- **1972** – chemické zpracování uhlí v Litvínově ukončeno.

Zplyňování uhlí ve Vřesové



Technologická jednotka IGCC o celkovém výkonu 400 MW se zplyňovacími reaktory se sesuvným ložem byla provozována ve Vřesové

- 26 reaktorů Lurgi – sesuvné lože
- zplyňovací médium – kyslík, vodní pára
- tlaková varianta – 2,7 MPa, 1000°C



Těžitelné zásoby uhlí v ČR a jeho disponibilita pro neenergetické využití

Rok	2015	2016	2017	2018	2019
Počet ložisek celkem	52	51	52	52	52
z toho těžených	9	10	10	10	10
Zásoby celkem (mil. t)	8 775	8 729	8 673	8 633	8 595
bilanční prozkoumané	2 239	2 203	2 210	2 174	2 139
bilanční vyhledané	2 062	2 060	2 060	2 060	2 060
nebilanční	4 473	4 465	4 403	4 399	4 397
vytěžitelné	749	714	682	647	613
Těžba (mil. t·r⁻¹)	38,4	38,6	39,3	39,2	37,5

K čemu vlastně potřebujeme uhlíkové suroviny ?

Meziprodukt	Svět (mil. t·r ⁻¹)	ČR (tis. t·r ⁻¹)
Ethylen	140	500
Propylen	57	300
Buta-1,3-dien	9	90
Benzen	40	300



HDPE, PP, PS, PET, PVC, PUR, SBR, ABS



Základní technologické varianty zpracování uhlí na chemické produkty

- **Pyrolýza / karbonizace / tepelný rozklad:**

- Standardní pyrolýza.
- Hydrogenační pyrolýza, za přítomnosti vodíku.
- Katalytická pyrolýza za přítomnosti rozpouštědla jako donoru vodíku.

- **Přímé zkapalňování:**

- Hydrogenační zkapalňování v suspenzi za přítomnosti vodíku.

- **Nepřímé zkapalňování s využitím syntézního plynu jako suroviny:**

- Fischer-Tropschova syntéza (FTS).
- **Syntéza methanolu**
- Syntéza amoniaku z vodíku ze syntézního plynu a vzdušného dusíku.



Zplyňování uhlí na syntézní plyn – „trocha“ chemie

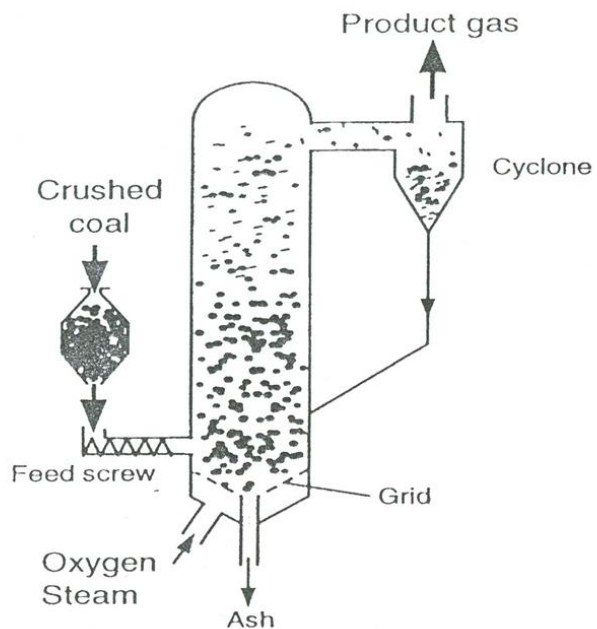
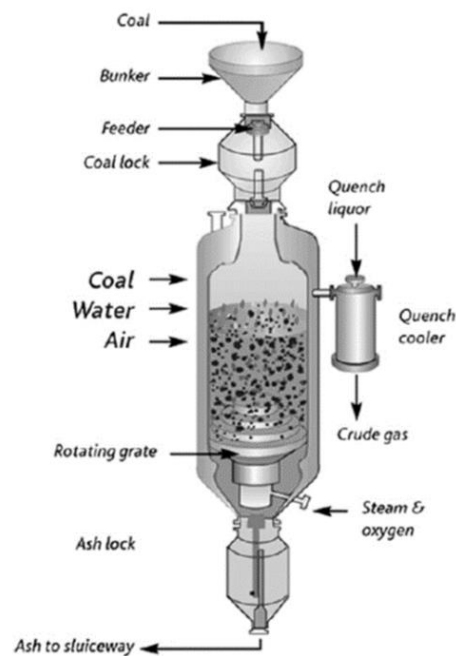
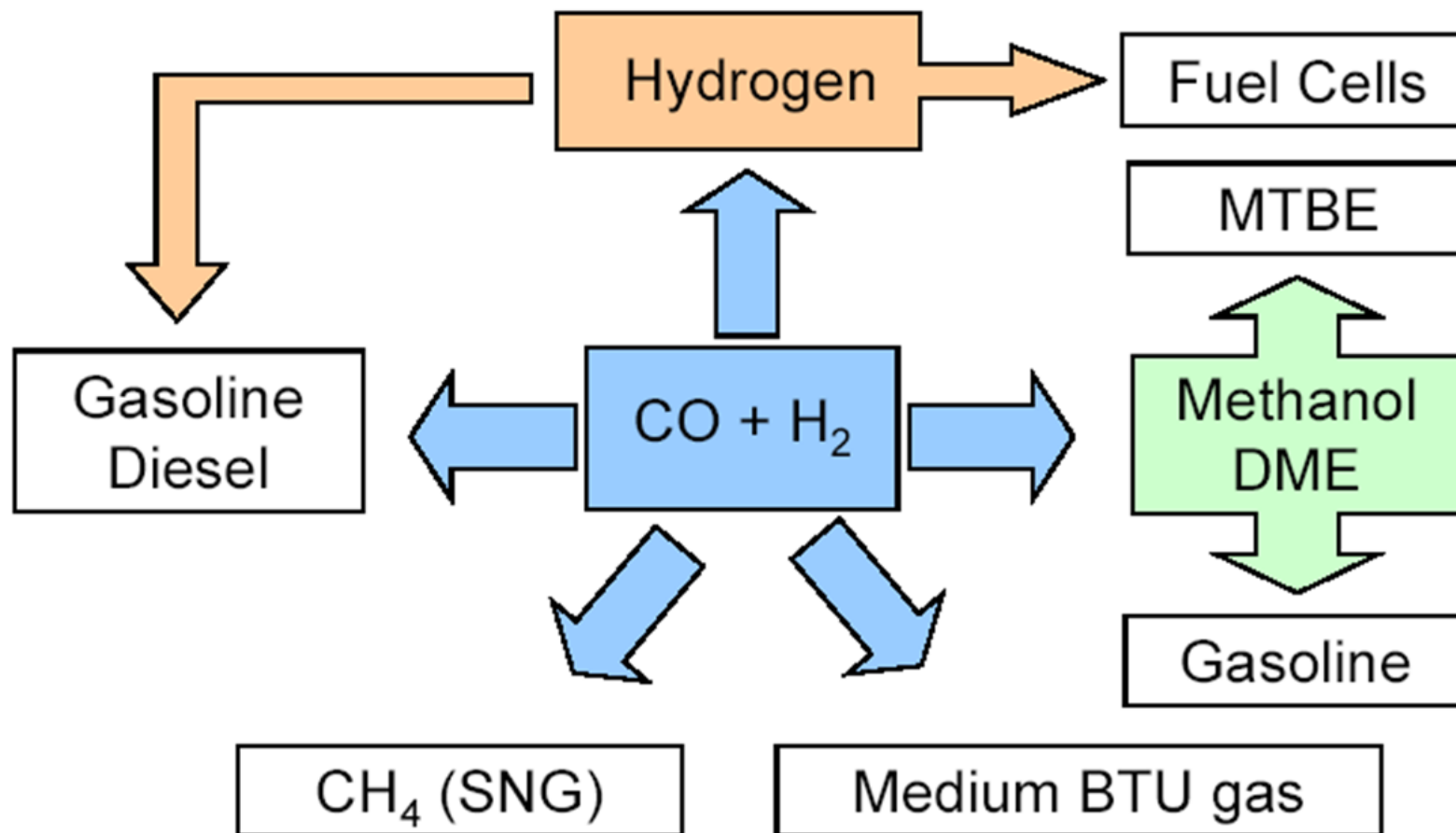


Figure 5.13 Fluidized-bed gasifier (Winkler) [21].



Složka	mol. %
Methan	6,10
Oxid uhelnatý	56,00
Oxid uhličitý	4,42
Vodík	30,76
Voda	0,24
Celk. obsah uhlovodíků	6,76

Chemie syntézního plynu

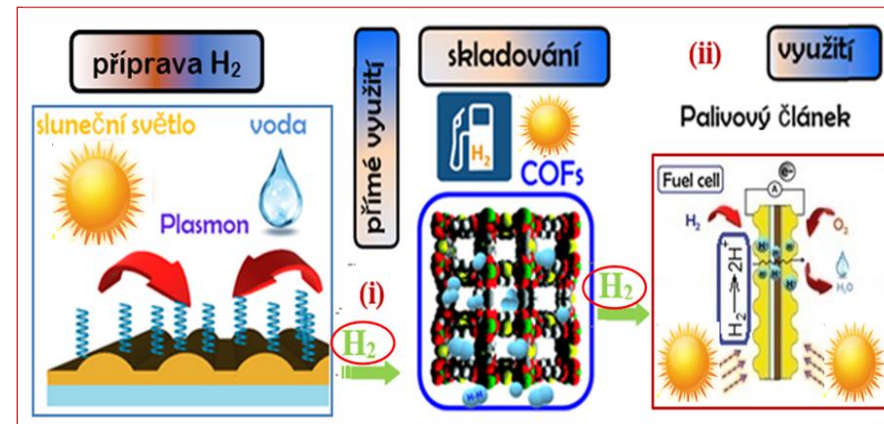
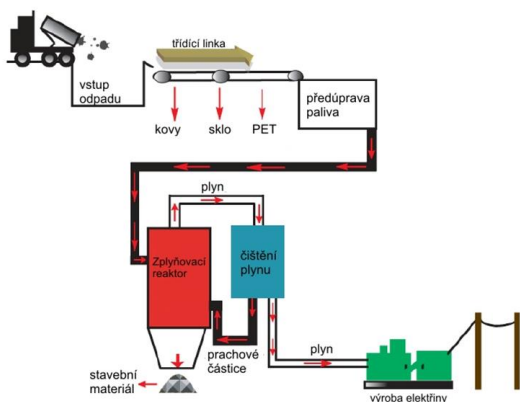
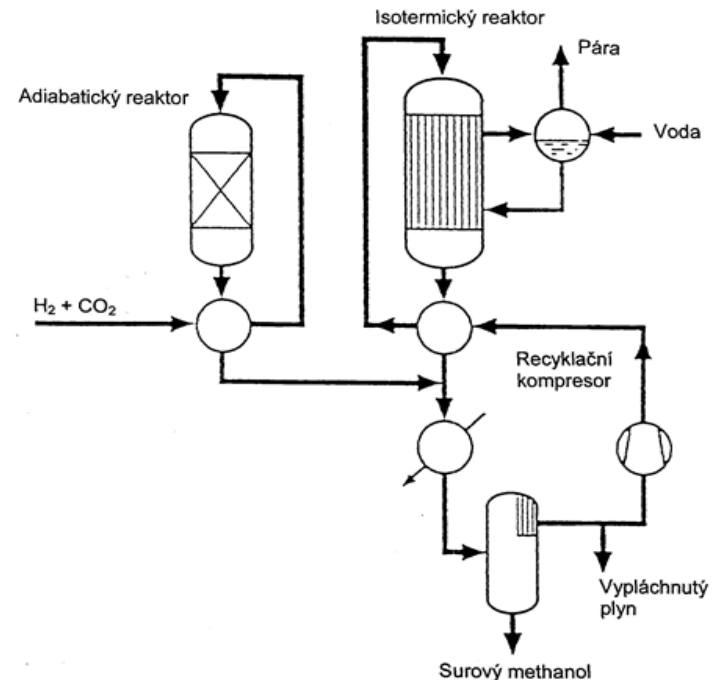


Syntéza methanolu

Při katalytické syntéze methanolu probíhají následující hlavní reakce:

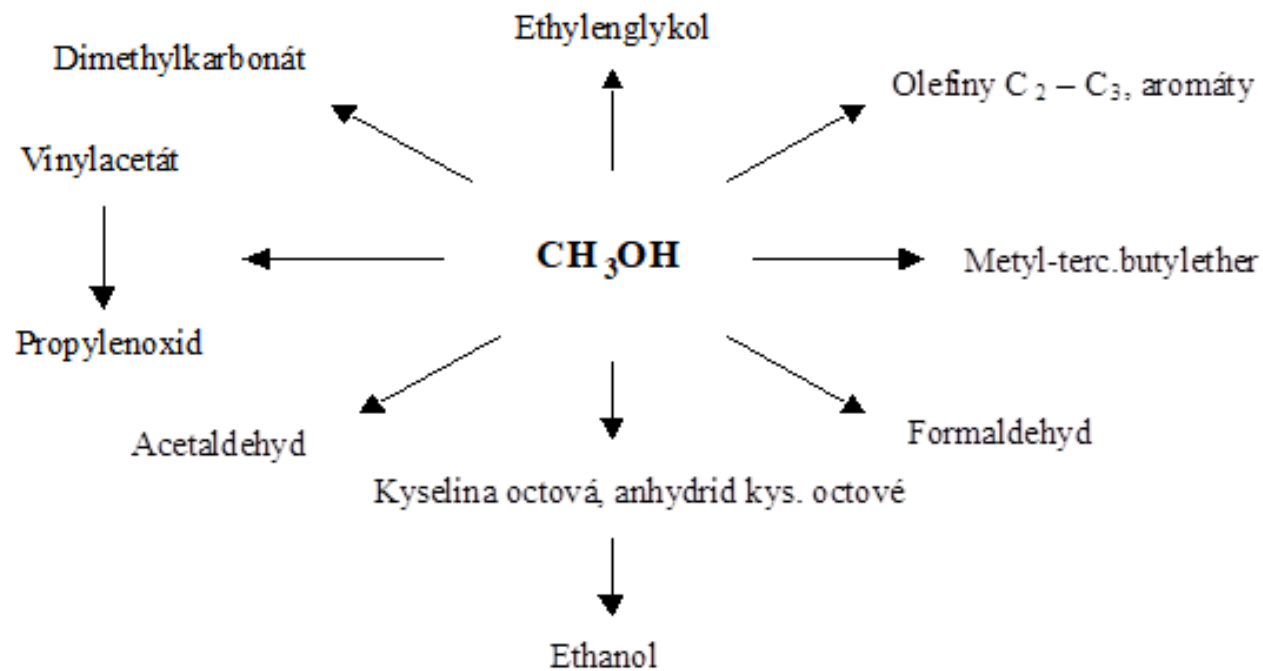


Při syntéze methanolu probíhá paralelně i reakce *WGS*:



+ VODÍK Z BIOMASY NEBO VODÍK Z ELEKTROLÝZY NEBO FOTOLÝZY VODY

Využití methanolu jako udržitelné petrochemické suroviny

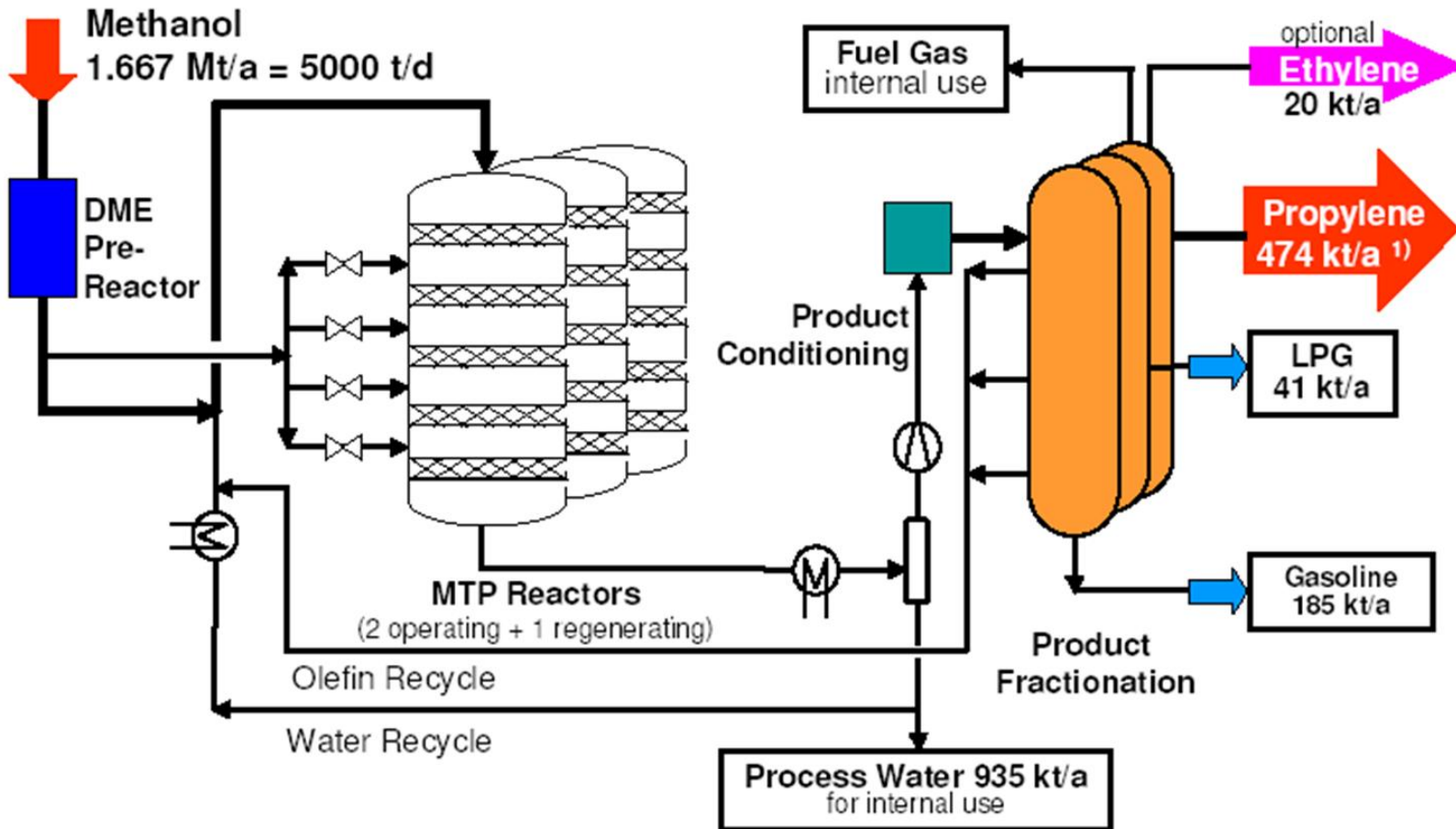


Methanol = „ropa budoucnosti“

Methanol = přenašeč vodíku



Methanol na alkeny



Uhlí není jen uhlík - využití popílku jako suroviny pro získávání vzácných kovů

Obsah vybraných kovů vzácných zemin v popílku ze spalování uhlí

Kov	V ČR	Ve světě
Cer, Ce (mg·kg ⁻¹)	57 – 293	31 – 290
Dysprosium, Dy (mg·kg ⁻¹)	5 – 10	3 – 21
Erbium, Er (mg·kg ⁻¹)	2 – 4	2 – 12
Europium, Eu (mg·kg ⁻¹)	1 – 5	1 – 4
Gadolinium, Gd (mg·kg ⁻¹)	5 – 14	3 – 23
Holmium, Ho (mg·kg ⁻¹)	1 – 2	2 – 4
Lanthan, La (mg·kg ⁻¹)	28 – 147	16 – 139
Lutecium, Lu (mg·kg ⁻¹)	<1	0 – 2
Neodym, Nd (mg·kg ⁻¹)	26 – 113	13 – 115
Praseodym, Pr (mg·kg ⁻¹)	7 – 31	3 – 48
Skandium, Sc (mg·kg ⁻¹)	13 – 59	7 – 45
Samarium, Sm (mg·kg ⁻¹)	5 – 19	3 – 22
Terbium, Tb (mg·kg ⁻¹)	1 – 2	1 – 3
Thulium, Tm (mg·kg ⁻¹)	<1	0 – 2
Yttrium, Y (mg·kg ⁻¹)	23 – 43	18 – 110
Ytterbium, Yb (mg·kg ⁻¹)	2 – 4	2 – 11



Uhelné technologie - představa o investiční náročnosti

Jednotka	Výroba	Investice US\$
Latrobe Valley, Victoria, Austrálie	Hydrogen Energy Supply Chain – výroba vodíku 10 mil. t·r ⁻¹	390 mil.
Grant Plains Synfuel Plant, Beulah, Severní Dakota	Výroba syntetického zemního plynu	2,1 mld.
Hainan Dongfang Henghe Energy Development Co., Čína	zpracování uhelného odpadu s produkcí 2 mld Nm ³ ·r ⁻¹ SNG	1,6 mld.
Shenhua Ningxia Coal Industry Group, Čína	výroba 1,8 mil. t·r ⁻¹ methanolu a z něho 470 tis. t·r ⁻¹ propylenu	2,7 mld.
Projekt SYNCHEM, ČR, 1992	Výroba syntézního plynu, zpracování 2,1 mil t. lokálního uhlí + 630 000 t těžkých ropných zbytků	1,4 mld.



Tedy sumarizujme

1. Česká republika je jednou z nemnoha evropských zemí, které disponují dostatečnými vlastními zásobami kvalitního hnědého uhlí.
2. Zplyňování uhlí prošlo značným vývojem. Do budoucna lze o tomto procesu uvažovat jako o způsobu výroby syntézního plynu pro chemické výroby s těmito předpoklady:
 - Potřebná energie pro zplyňování nebude kryta spalováním části uhelné hmoty
 - Minoritně vznikající oxid uhličitý bude využit (methan, methanol, syntetická ropa)
3. Za předpokladu důsledné eliminace emisí oxidu uhličitého, pocházejícího z energetického využití uhlí, lze o využití uhlí jako o uhlíkové surovině pro chemikálie a plasty s dlouhodobou využitelností a recyklovatelností nadále uvažovat.



Patří uhlí do obrazu budoucnosti ?

