



OHK Most

HNĚDÉ UHLÍ

TEMA **SPECIÁL**



SPECIÁL

Okresní
hospodářské
komory
Most

OHK Most

ROČNÍK 13 / VYDÁNÍ 64 / ŘÍJEN 2018



IHK

Industrie- und Handelskammer
Halle-Dessau

UHLÍ ZDROJ ENERGIE

Z 1 kg hnědého uhlí se vyrobí více než 1 kWh elektřiny. Z tohoto množství energie bude průměrný notebook nepřetržitě pracovat déle než 50 hodin.



www.sdas.cz



Severočeské doly a.s.

člen Skupiny ČEZ

OBSAH

TEMA

technika | ekonomika | marketing | aktuality

vydává: Okresní hospodářská komora Most,
 Víšňová 666, 434 01 Most, tel.: 417 637 404,
 email: imp@ohk-most.cz, www.ohk-most.cz
 IČ: 48290661

Redakční rada:

vedoucí redakce: Petr Matoušek

předseda redakční rady: Ing. Jiřina Pečnerová
 členové: Ing. Jiří Vích, MBA, Monika Rosová
 sazba a tisk: TISKÁRNA K&B s. r. o., čtvrtletník
 náklad: 800 výtisků, povolení MK ČR E 16676
 Neoznačené fotografie: úřad OHK Most

Editorial – Ing. Rudolf Jung 4

Editorial – Prof. Dr. Thomas Brockmeier 5

Hnědé uhlí přináší energii a inovace 6–8

Ke stavu využití hnědého uhlí v Německu 9

Problematika těžby hnědého uhlí očima studentů a pedagogů Hornicko-geologické fakulty, VŠB-Technická univerzita Ostrava 10–12

Bilance hnědého uhlí v České republice – zásoby vs. spotřeba po roce 2025 13–16

Současný trh hnědého uhlí v ČR a jeho očekávaný vývoj 17–19

Situace a perspektivy hnědého uhlí ve střední Evropě 20–23

Čisté technologie využití uhlí k výrobě elektřiny a tepla 24–28

Nové uhelné technologie budoucnosti pro zplyňování uhlí 29–31

Kontroverzní plyn – Oxid uhličitý CO₂ – technologická výzva 32–34

Uhlí jako surovina pro výrobu chemikálií 35–37

Moderní technologie výroby chemikálií a kalných paliv z uhlí 38–42

Závěrečné slovo 43

Těžba skrývky na Dolech Nástup Tušimice
 – kolesové rýpadlo KU 800.8/K 110.



Editorial

Vážení čtenáři, dostává se vám do rukou speciální vydání magazínu OHK Most TEMA, které je výhradně zaměřeno na témata související s hnědým uhlím. Hnědé uhlí je jednou z mála cenných surovin, které má naše republika k dispozici v ekonomicky zajímavém množství.

Hnědé uhlí se v Evropě stalo v poslední době pohodlným a snadno definovatelným viníkem klimatických změn, kterými naše planeta v současné době svého vývoje prochází. Dlouhodobé a střednědobé klimatické změny a cykly se neberou příliš v úvahu. Jejich příčiny jsou předmětem vášnivých sporů, jak v laických, tak i vědeckých kruzích. Je pravdou, že v nedávné minulosti nebyly nepříznivé dopady pouze energetického využívání hnědé uhlí, jakož i ostatních fosilních paliv, v popředí zájmu společnosti. Tyto doby jsou však již za námi a v Evropě i u nás jsou vynakládány obrovské částky na zmírnění dopadů těžby a využívání hnědé uhlí. Stejně tak jsou v pozornosti následné rekultivace po ukončení těžby. Nástroje jsou stále pokročilejší technologie společně s umem a nápady techniků, energetiků, ale i odborníků na rekultivace a resocializace.

V České republice hrálo hnědé uhlí, jako základní energetická surovina, rozhodující roli v rozvoji českého průmyslu a má stále asi 40 procentní podíl na výrobě elektřiny. Těžba hnědé uhlí, stejně jako těžba dalších surovin, bezesporu výrazně ovlivnila a ovlivňuje regiony, kde se těží. Nalezeme-li však dostatek objektivitu, musíme přiznat, že těžba uhlí je v našich regionech snad jediným odvětvím, které ve vztahu ke krajině po sobě důsledně „uklidilo“ a stále „uklízí“ a to mnohdy s vyšší přidanou hodnotou k využitelnosti území.

Efekt se však často projeví až pro další generace, které to již berou jako samozřejmost. Nebyť například fotodokumentace „Štýsových dvojčat“ (*foto během těžby a po rekultivaci a resocializaci z jednoho a téhož místa*), tak by snad naši potomci v době tzv. čtvrté průmyslové revoluce („4.0“) a následných, ani nevěřili, co všechno se v tomto dokázalo.

V minulosti jsme se více méně lacině a pohodlně spokojili s využitím hnědé uhlí jen pro energetické účely s poměrně nízkou mírou účinnosti a podceňovanou ochranou životního prostředí. To neznamená, že zapojením mozků našich vědeckých elit by nebyl prostor pro gramotné využití této unikátní suroviny, byť jen v energetice. Navíc se před námi otevírá široký prostor i pro neenergetické využití této suroviny v řadě dalších odvětví, zejména v chemickém průmyslu, ale i v jiných oborech.

Připomínat, že energetická bezpečnost je základní podmínkou existence naší vyspělé, až zpohodlněle společnosti, je téměř zbytečné. V dnešním neklidném světě, který je informačními technologiemi silně propojen, ale také již řízen a ovládan, je také nutné vzít na vědomí i jeho zranitelnost, a to i v řídicích systémech již propojených energetických sítí. Zranitelné jsou bohužel nejen na místě samém, ale třeba i z druhého konce planety.

Hnědé uhlí je mimo jiné, způsobilé být jakousi zálohou, stabilizující a spolehlivou podporou nestálých tzv. obnovitelných zdrojů energie, jejichž využívání se stále rozšiřuje, ale na druhé straně také významně ovlivňuje stabilitu a bezpečnost energetické sítě. Bylo by proto velmi nezodpovědné, pod dojmem různých donekonečna opakovaných nepodložených faktů vzdálených realitě a fyzikálním zákonům, jakož i pod dojmem



diskutabilního globálního oteplování, se vzdát využívání bezpečné domácí suroviny, dát vsázku konkurenceschopnost a výkonnost průmyslu. Bylo by nezodpovědné učinit nevratné kroky, což je v zásadě právo jen přírody samé.

Jsem přesvědčen, že při systematickém zmírňování dopadů těžby a využívání hnědé uhlí s implementací výsledků vědy a techniky, bude hnědé uhlí i nadále, i když v omezenější míře, součástí českého, ale i Evropského energetického mixu. Berme proto hnědé uhlí jako „cenný přírodní dar“ a věnujme jeho využití patřičnou péči, protože pro existenci nás, lidí na této planetě stále platí: „Co si neulovíme a nevytěžujeme, musíme vytěžit“.

Ing. Rudolf Jung
předseda OHK Most

Kolesové rýpadlo KU 300.40/K 102 při těžbě uhlí na Dolech Bílina.



Editorial

BUDOUCNOST HNĚDÉHO UHLÍ

Z témat, která spojují Mostecko se Středním Německem, a která jsou v současné době nejčastějším obsahem rozhovorů, se dostala na první místo problematika hnědého uhlí v Německu. Politici se tu střetávají ohledně termínů odstoupení z jeho využívání: Kdy se má ukončit výroba Elektrické energie z hnědého uhlí? Roční číselné údaje ve zdaleka ne příliš vzdálené budoucnosti se pak občas objevují prostřednictvím tisku. Berlínská vláda vytvořila expertní komisi, která si chce koncem září v Halle (Saale) sama udělat obrázek o Středoněmeckém revíru.

Z pohledu z druhé strany hranice by všeobecná výměna názorů ráda vypadala jako čistě „německá“. Nesporně má ochrana životního prostředí v politice i u nás v Německu silné lobby. Průmyslová a obchodní komora Halle-Dessau (IHK) se do této debaty vehementně pouští z pozice hospodářského zdravého rozumu. Cílem může být to, aby se ekologie a ekonomie udržela v rovnováze – a to znamená, že hospodářská fakta musí nyní zase hrát u jednacího stolu ústřední roli.

Proto IHK opakovaně vysvětluje, že v krátkodobém či ve střednědobém horizontu plnohodnotná náhrada za hospodářské využití hnědého uhlí neexistuje. Tržby brutto, spojené s tímto energetickým zdrojem, stojí přece za povšimnutí. Konečně vzato

roční průměr přepočítaný na výdělečnou osobu ve středoněmeckém hornictví vysoko převyšuje šestimístné číslo a výše hrubé mzdy obnáší téměř 50 000 EUR ročně. Samotné provozní investice v uhelném průmyslu Německa se pohybují mezi 500–600 miliony EUR – ročně!

Alternativní zdroje energií jsou dosud drahé nejen pro spotřebitele, ale i pro podniky. To neplatí jen pro podniky s vysokou spotřebou energie; jedním z nich je příkladně náš podnik Chemieparks, tak důležitý pro náš region. Odstoupení z hnědého uhlí by bylo v mezinárodní konkurenci regionální nevýhodou pro místní hospodářství. Vždyť vybudovat alternativní zásobování energiemi by bylo kapitálově velmi náročné.

Fakta jsou tedy takováto: V našem regionu je zprostředkovaně závislé daleko více pracovních míst na hnědouhelné těžbě, než v ostatním hornictví či při výrobě energií – a také více, než je jich u dodavatelů a poskytovatelů služeb těmto podnikům. Dotčena by byla i pracovní místa v průmyslu, pokud by k odstoupení od hnědého uhlí došlo.

Vláda v Berlíně se musí oprostít od představy, že by mohla nějakými pár miliardami přijít s konstruktivním řešením. Strukturální politika zaměřená na budoucnost potřebuje politickou odvahu



a odhodlání rozhodovat, výdrž a hodně peněz. Toto poselství z politiky přichází ale pomalu. Sasko-anhaltský ministerský předseda Dr. Reiner Haseloff nedávno oznámil sumu, která by, z jeho pohledu, byla spojena s odstoupením od hnědého uhlí – 60 miliard EUR minimálně.

Milé čtenářky a čtenáři v Čechách, Vy sami vidíte, že ta „německá“ diskuse ještě není u konce.

Prof. Dr. Thomas Brockmeier
hlavní jednatel IHK Halle-Dessau

Lom ČSA, Severní energetická a.s.



Hnědé uhlí přináší energii a inovace

Rozhovor s Prof. Dr. Thomasem Brockmeierem, hlavním jednatelem IHK Halle-Dessau, o energetickém a materiálovém využití hnědého uhlí, o komisi právě zřízené Spolkovou vládou, a rovněž o pojmech „strukturální změny a udržitelnosti“.



Otázka: Jaký význam mají povrchové doly pro přilehlé regiony?

Brockmeier: Důlní podniky, jako např. MIBRAG v oblasti působnosti Průmyslové a hospodářské (IHK) Halle-Dessau, patří jako výrobní podniky s vysokou přidanou hodnotou brutto k průmyslovému jádru zdejšího regionu. Sasko-Anhaltsko může být stále ještě označováno jako průmyslová oblast, protože je zde dosahováno více než 20 procent celkové přidané hodnoty vytvářené v průmyslu. Těžba hnědého uhlí v povrchových dolech je významným prvkem této průmyslové základny, na kterou navazují další průmyslové podniky. Tím vzniká také výkonné a nosné propojení regionální ekonomiky.



Zdroj fotografie: Felix Abraham

Co je přesně míněno oním pojmem propojení?

Míněny jsou tím mnohostranné zákaznické a odběratelské vztahy mezi množstvím podniků v regionu, které se tu postupně etablovaly, rozvíjely a upevnily. Povrchové doly nepřinášejí jen vysokou přidanou hodnotu, nýbrž také zadávají zakázky mnohým dodavatelům a službám, a jsou pro ně proto nepostradatelné. K nim se řadí také průmyslové podniky, které se zde v regionu usadily, úzce s regionem spolupracují a jejich velké nároky na elektrickou energii jsou z velké části kryty z hnědouhelných elektráren. Tyto průmyslové podniky si ale dovedou vážít energie získané z hnědého uhlí, neboť je cenově dostupná a je vždy spolehlivě k dispozici – to znamená bez kolísání dodávek.

Ale elektrická energie ze spalování hnědého uhlí emituje CO₂. Neškodí to klimatu? Hnědouhelné elektrárny jsou ve veřejných i politických debatách občas označovány jako zdroje znečištění. Je to oprávněná výtku?

Ne, tato výtku je polemická a věcně neoprávněná. Že výroba energie z uhlí vede k emisím CO₂, je fyzikální fakt. CO₂ vzniká také při výrobě větrných elektráren, fotovoltaických zařízení, elektromobilů či při provozu bioplynových stanic. Ale to by nemělo vést k tomu, aby se vzájemně negativně bilancoval výskyt CO₂ z různých energetických nosičů či aby vůbec stály proti sobě. Celkově by mělo jít o vyrovnaný energetický mix, ve kterém by mělo mít své místo i hnědé uhlí. Ale pojďme zpět k oné polemické výhradě o znečišťovateli. Hnědouhelné elektrárny ve Středním Německu patří k nejmodernějším a nejčistším na světě. Všechny zdejší elektrárny jsou postaveny po roce 1990 a dosahují nejvyšších hodnot v účinnosti a v kompatibilitě s životním prostředím.

Ale není to zatížení CO₂ přece jen vyšší, než u jiných energetických zdrojů?

Já bych Vás chtěl odkázat na postulát udržitelnosti. Jedná se o vyváženost v celkem třech dimenzích: ekologické, ekonomické a sociální udržitelnosti. Kdo chce diskutovat výlučně na tématiku CO₂, zůstane stát jen na ekologické úrovni. My ale nesmíme nechat bez povšimnutí ekonomickou stránku. A přece myslet ekonomicky znamená myslet v alternativách. K metodickým výstupům ekonomů jednoduše nemůže patřit, že mu chybí alternativy. Otázka, která zde v těchto souvislostech vyvstává, zní: Nedá se to, co přináší energetické využití hnědého uhlí, spojit s ekologicky a ekonomicky prospěšným řešením? Bohužel tuto diskusi nevede dosud téměř nikdo.

Zůstaňme prosím přece jen ještě chvíli u oné čisté ekologické dimenze: Když by Německo ze dne na den odstoupilo z výroby energie z uhlí, a provoz uhelných elektráren by se ukončil, mohlo by si klima pořádně oddechnout, nebo ne?

Ne, to by si tedy klima oddechnout nemohlo – to je přece absurdní diskuse o odstoupení či jejich odstranění využití hnědého uhlí. Pro světové klima by se nezměnilo zhora nic, ani jedna jediná tuna CO₂ by se neušetřila, kdyby se německé elektrárny odstavily.

Jak prosím? Jak je to možné?

Saldem mechaniky obchodu s emisními certifikáty v Evropě. Povrchové doly v Německu se účastní obchodu s emisními certifikáty v rámci celé EU. Celkový počet obchodovatelných certifikátů je striktně omezen, stlačen takzvaným „Cap“. A to znamená: Když např. provozovatel ve Středním Německu kvůli nějakému politickému rozhodnutí bude muset elektrárny odstavit, pak by už žádné certifikáty nepotřeboval: žádný elektrárnský provoz, žádné emise, nebyla by tedy ani žádná potřeba certifikátů. Tím by se jejich stávající volné certifikáty dostaly do oběhu a získali by je provozovatelé jiných elektráren v jiných zemích. A protože jsou tyto elektrárny zpravidla méně přátelské k životnímu prostředí, nic by se tím pro lepší klima nezískalo. Jako obhájce světového klimatu bych nevěděl, jestli se mám smát či plakat; důvod k onomu oddechnutí bych každopádně neměl.

Pak by bylo zapotřebí tedy alespoň nařízení platné v celé EU, kdyby se chtělo pokročit v politicko-klimatické problematice při využití hnědého uhlí?

Přesně tak. Samotné odstoupení Německa by z hlediska klimatické politiky byla jen hra s nulovými hodnotami. Už to by bylo dost špatné, ale přišlo by ještě něco horšího: Ekonomicky vzato by bylo odstoupení Německa z hnědého uhlí pro dotčené regiony katastrofa. Došlo by ke ztrátě tvorby hodnot v uhelném průmyslu a ke ztrátě pracovních míst v regionech – určitým způsobem by exportovaly, v tak říkajíc víru certifikátů.

Takže by požadavek udržitelnosti nebyl splněn v žádném případě?

Tak to je. Bohužel. Vylíčený scénář by byl přesným opakem udržitelnosti. Bylo by to ekonomicky i ekologicky stejnou měrou nesmyslné. A k tomu by to ještě bylo nesociální, protože ztrátou takových „nosných podniků“, jako jsou povrchové doly a elektrárenské podniky, by se soudržnost regionů v konečných důsledcích celkově oslabila.

Podle nejnovějších informací (6. června 2018) vytvořila Spolková vláda komisi sestávající z 31 členů s názvem „Strukturální změny, růst a zaměstnanost“. Tato komise by se měla hlavně zabývat plánem na ukončení výroby elektřiny z hnědého uhlí. Jinými slovy: ve Spolkové republice Německo se diskutuje o odstoupení od uhlí. Jak hodnotíte tuto diskusi?

Nepovažuji to ani za upřímné, ani za věcné. Vezměme jen pojem strukturální změna, která hraje v této diskusi hlavní roli. Vlastně popisuje pojem strukturální změna jako takový proces, který je v dynamickém hospodářství stálý a běžný – je poháněn stále novými inovacemi a vyvolává následné reakce vedoucí k adaptaci. Politicky nařízené odstoupení od hnědého uhlí nemá s takovou strukturální změnou ani to nejmenší co do činění. Zhroucení struktur by byl vhodnější pojem, vždyť koncem konců bychom měli jen politicky nařízené, z vnějšku vnučené změny. O přirozeně endogenní evoluční změně nemůže být vůbec řeč.

Jaké by byly následky takového zhroucení struktury?

Zlé. Nedá se to zřetelněji říct. Takové zhroucení struktur by mělo zlé následky pro zaměstnanost, vytváření hodnot, kupní sílu, a také na životní úroveň v dotčených regionech. Ostatně jedná se přitom právě o regiony jako je Střední Německo či Lužice, které prošly transformací hospodářského systému po přelomových letech 1989–1990, a také bolestnými změnami, kterým se tehdy byly nuceny přizpůsobit. K tomu ještě dodejme: I přes ztrátu většiny starého průmyslu a téměř všech pracovních sil v uhelném sektoru tehdejší NDR vykázal východ Německa téměř 90 procent tehdejšího celoněmeckého úspěchu ve snížení emisí CO₂. Právě tyto regiony by měly být teď vystaveny politicky nařízenému odstoupení od hnědého uhlí a znovu vystaveny tlaku na další přizpůsobení. To není jen nefér, to je i z celoněmecké ekonomické perspektivy ve velké míře nerozumné. Vždyť pokud budou východoněmecké regiony ve své snaze o hospodářské vyrovnání vrženy zpět, bude tím oslabeno i celoněmecké hospodářství. K tomu ještě budou muset hospodářsky silnější regiony dodatečně podporovat sociální sféru, což asi sotva posílí společenskou soudržnost Německa.

Co Vy konkrétně očekáváte od práce komise?

Nic moc. Jak a také proč? Problémy začínají tím, že chybí jasné stanovení cílů a konkrétní pracovní zadání. K tomu se přidává ještě hodně zúžený časový harmonogram. Komise by měla předložit své výsledky do konce roku 2018 – tedy za šest měsíců. Jen pro objasnění: hovoříme zde o časovém horizontu, který tak sotva stačí pro napsání diplomové či magisterské práce. Spolková vláda dává komisi sotva více času na její důležitou práci, než sama potřebovala, aby tuto komisi postavila na nohy. To si člověk ani neumí představit! Ostatně platí: na těžké otázky nejsou jednoduché odpovědi, na komplexní problémy žádná jednoduchá řešení.

Jsou další důvody pro Vaši skepsi?

Ale ano, těch je vskutku hodně. Tak například vůbec není jasné, podle jakých „herních pravidel“ má tato komise pracovat, popř. pracovat bude. Kdo například stanovil, kdy a za jakých podmínek, jaká dílčí diskuse bude ukončena, jaká opatření budou konkrétně doporučena atd.? Celkem jsou v ní čtyři předsedové; jaké hlasovací právo má ten který z nich? Dále není jasné, zda a jaká míra závaznosti bude pro výsledky a doporučení komise pro konkrétní politické rozhodování. Dalším bodem, který mě ze středoněmecké perspektivy činí skeptickým, je složení komise: Středoněmecký revír je – s ohledem na energetické využití hnědého uhlí – sotva zastoupen.

Připusťme, že na konci to bude politika – z konkrétního důvodu jako vždy – která si vynutí stejně rychlé ukončení těžby hnědého uhlí, podobně jako to bylo v případě ukončení atomové energie. Nedají se pracovní místa a výroba nahradit jinými stejně hodnotnými inovativními obory a projekty?

Ne, rozhodně nikoliv. A proto by se lidem nemělo takového něco předkládat. Nechte mě to zdůvodnit ve dvou argumentačních rovinách. Zaprvé a zásadně by měla být položena otázka proč Vámi zmíněné – a také politiky stále omílané ony jiné inovativní obory a projekty dosud žádné nejsou? Kdyby mohly vzniknout takřka ze dne na den po ukončení využívání hnědého uhlí a byly by na trhu konkureschopné, tak je otázka, proč to tak už ve fungujícím tržním hospodářství dávno není. Nebo si vážně myslíte, že jakýsi vynálezce, inovátor, či investor čeká se svou žhavou myšlenkou úmyslně tak dlouho, až bude s hnědým uhlím konec, aby vytáhl zajíce z pytle? Prosim omluvte mě, ale to už vyžaduje velkou míru naivity, aby se tomu dalo věřit. A pokud by byla možnost konkureschopné podniky či celé branže, popř. dokonce clustery jednoduše politickým rozhodnutím přemístit do určitých regionů, tak bych položil analogicky takovou otázku: Proč už se to dávno nedělá? Na co se čeká, popř. co se očekává? V Lužici nebo ve Středním Německu se mohou velmi dobře využívat inovativní myšlenky, projekty, a rovněž podniky a finančně silní investoři je mohou už teď využívat; na ukončení využívání hnědého uhlí každopádně není třeba s těmito záračnými prostředky čekat, když jsou přece už teď po ruce.

Ale bez inovativních podniků to ale přece úplně nepůjde?

Přirozeně ne, tady s Vámi plně souhlasím. Ale inovace, které se umí prosadit, výkonné podniky a celá odvětví hospodářství se nenechají nadekretovat politicky. Ve funkčním tržním hospodářství se stabilními rámcovými podmínkami procházejí dynamickými procesy proměnné hry vzniku a zániku. Tím je stále technologie, postup, produkt, podnik trhem tlačén, určován. Jistě. Ale sám už ten pojem tlaku implicitně ukazuje, že na jeho místě něco nového vzniká. A toto nové zase zůstane jen tehdy disponibilní, když je lepší, výkonnější, efektivnější než to nahrazené. Z hlediska národního hospodářství zůstane pod čarou tedy i něco pozitivnějšího. To je, když to popíšeme jednoduchými slovy, proces hospodářského rozvoje, který Joseph Schumpeter označil jako tvůrčí odstranění. Čistě politicky nařízené ukončení těžby hnědého uhlí s takovým kreativním odstraněním nemá ani to nejmenší co do činění, bylo by to čistě destruktivní. Vždyť nenastoupí nic nového, dokonce ani nic přibližně podobného na straně zrušeného. Napřed zničit a pak koukat, jestli něco jiného půjde, nestaví na hlavu jen princip hospodářského rozvoje, ale je opakem zodpovědné politiky.

Ještě jeden dotaz: Proč vylučujete, že by mohla být v blízkém či střednědobém časovém horizontu nalezena ekvivalentní náhrada za hnědé uhlí?

Protože využití hnědého uhlí a s ním spojená přidaná hodnota je velmi vysoká. Takovou přidanou hodnotu nemůžete fukáním na hlavu nahradit nějakými alternativami. Podívejte: Průměrná přidaná hodnota brutto výdělečně činných osob v hornictví v Sasku a Sasku-Anhaltsku obnáší kolem 115.000 Eur za rok, výše průměrné mzdy je více než 47.000 Eur ročně. Všimněte si toho: prostými službami nikdy takového výnosu nedosáhnete.

Asi máte pravdu. Ale nechce Spolkové ministerstvo hospodářství těm čtyřem dotčeným hnědouhelným revírům v Německu dát k dispozici na strukturální změny kolem 1,5 miliardy Eur?

Může to tak být. Ale to zdaleka nestačí na skutečné kompenzace. Také zde nám pomůže pohled na čísla: Průměrné investice podniků v hornictví (míněno i černé uhlí) v Německu se pohybují v posledních letech pod hranicí šest set milionů eur ročně. Suma 1,5 miliardy, kterou jste zmínil, by tedy ani nenahradila čistě provozní investice na tři roky, které by v této branži jinak musely být učiněny. Je mi líto: to celé je a zůstane iluzorní amatérská kalkulace.

Politika by se měla pokud možno co nejrychleji oprostít od zásadní představy, že by mohla provést restrukturalizaci za jednu či dvě miliardy. Z toho nebude nic. Strukturální politika v revíru na Rýnu či Nordrhein-Westfalen (Severní Porýní-Vestfálsko) poskytuje skutečně působivý názorný materiál. Tam se jim do rukou dostalo za desetiletí opravdu hodně peněz, aby už předem mohli realizovat vzdělávací opatření a učinit základní rozhodování o restrukturalizaci. Založení univerzit v Duisburgu, Essenu, Bochumi a Dortmundu (nemluvě o odborných vysokých školách) bylo předzvěstí, jakým směrem se bude vývoj pohybovat. Kromě jiného bylo zřejmé, že je zapotřebí politické odvahy a potřebné síly k rozhodování, promyšlené strategie, velmi mnoho peněz a výdrž. To v současné době neumím rozpoznat ve spolkové politice, a ještě méně v Sasku a v uhelní komisi.

Ale je skutečně zapotřebí vždy stejně tolik peněz?

Pro takovou politiku, jak jsem Vám ji právě nastínil, bohužel ano. Ale přirozeně je dost opatření, kterých se politici rádi chopí a mohou je i realizovat, aniž by vydali jediné euro. Ale co by bylo zapotřebí, je duch oné ochoty inovovat a schopnost inovace, který politici podnikům vždy tak rádi předhazují a často ji i vyžadují.

Co tím přesně míníte?

Inu já tím míním konkrétní příklady přesně pro to, co znamená správná politika ve smyslu obezřetné hospodářské politiky: politiku, která usiluje o vytváření dobrých rámcových podmínek pro podnikatelskou činnost. Konkrétně by mohli politici konečně vážně něco dělat s odbouráváním byrokracie: Mohli by se vydat cestou schvalování zákonů o zrychlení procedur a tím konečně urychlit realizaci hospodářsky významných záměrů, místo toho, aby je semleli v mlýnech veřejné správy. Politika by měla snížit náročnost právních stavebních standardů, aby se zatraktivily odpovídající investiční projekty. A politici by měli také provětrat komplikovanou a často i ochromující právní pomoc. To všechno by nic nestálo, ale zcela určitě by to hodně přineslo: totiž hospodářskou dynamiku.

Hnědé uhlí se nemusí jen spalovat. Dá se využít nejen energeticky, nýbrž i materiálově. Jak hodnotíte tyto šance?

Zásadně dobře, především u nás ve Středním Německu máme dlouhou tradici, příkladně mohu odkázat na metodu Haber-Bosch v chemii při syntéze amoniaku, která vedla k průmyslové velkovýrobě. Roli zde v neposlední řadě hrálo i oduhlíčení (redukci uhlíku) uhlíkatých ocelí. Chemická lokalita Leuna by asi bez materiálového využití hnědého uhlí před sto lety vůbec nemohla vzniknout. Inovační impuls, který odtud vzešel, zapříčinil, že zde tepe průmyslové srdce Německa. K takovým inovacím dochází i dnes. Když se neztratíme v malých, málo přínosných soutěžích o malých projektech, které toho málo přinesou v aspektech přidané hodnoty, tak jsem veskrze optimistický, že můžeme dosáhnout opravdový pokrok. Ne cintat, ale prosadit se, tak by mělo znít naše heslo. Vycházím každopádně s plnou důvěrou z toho, že my v regionu budeme mít brzy taková velkoformátová a odpovídající pilotní zařízení, která nám napomohou k tomu, že hnědé uhlí budeme jak materiálově, tak i energeticky ještě lépe využívat než dosud – pro blaho lidí, protože hospodářství i příroda z toho budou profitovat ve stejné míře.

Ke stavu využití hnědého uhlí v Německu

Uhlí přispělo v roce 2015 svým podílem 38,3 % k celosvětové produkci elektřiny, což je více než kterýkoliv jiný energetický zdroj. V Německu je uhlí z pohledu zásob a těžby nejdůležitější domácí energetická surovina. Dobývání černého uhlí, představujícího 0,1 %, nehraje zde ale prakticky žádnou roli. O to větší význam má množství vytěženého hnědého uhlí. Jeho těžba od roku 2012 sice klesá, ale pohybuje se zde svým objemem 171,5 milionu tun na prvním místě a je na světové úrovni. Dobývání hnědého uhlí probíhá ve třech regionech. Nejdůležitější je Rýnský revír s 91 miliony tun v roce 2017. Následují Lužický revír s roční těžbou 61,2 milionů tun v roce 2017 a rovněž Středoněmecký revír s roční těžbou 18,4 milionů tun. Oba tyto revíry se nacházejí ve vlastnictví české skupiny EPH.

Vytěžené hnědé uhlí se využívá především k výrobě elektrické energie. Jako zdroj elektrické energie, který není dotován, ale zajišťuje trvalé zásobování proudem, představuje uhlí důležitou součást německého energetického mixu. Podle aktuálních výpočtů institutu Fraunhofer-Institut pro solární energetické systémy ISE, přispívaly obnovitelné zdroje energie – solární energie, vítr, voda a biomasa v roce 2017 do veřejné energetické sítě kolem 38 % netto. Solární energie a větrné elektrárny předstihly poprvé uhlí a atomovou energii. V důsledku postupného odstoupení Německa z jaderné energie, a rovněž v důsledku pokročilé a subvencované výstavby zdrojů obnovitelné energie, to není žádné překvapení. Hnědé uhlí představuje ale svým podílem 24,3 % stále důležitý energetický potenciál, např. ve srovnání s větrnými elektrárnami s jejich 18,8 %.

I přes výstavbu obnovitelných zdrojů energie zůstává hnědé uhlí na základě dosud chybějící

soustavnosti dodávek z obnovitelných zdrojů energie a pomalé výstavbě přenosových sítí pro transport elektřiny v dohledné době neodmyslitelnou součástí výroby energie. Hnědouhelné revíry mají schválené plány na těžbu a provoz minimálně do třicátých let tohoto století, částečně ale i na delší dobu. V důsledku německé změny energetické koncepce a poklesu podílu hnědého uhlí v energetickém mixu se v současné době neplánuje výstavba žádné nové hnědouhelné elektrárny. Provozovatelé povrchových dolů se dokonce vzdávají odkrytí nových těžebních polí a přizpůsobují se změněným rámcovým podmínkám.

Německo se v rámci politiky ochrany klimatu vydalo na ambiciózní cestu redukce CO₂. Tyto cíle, stanovené na rok 2020, nebude ale podle aktuálních informací možné splnit. Z tohoto důvodu se obrátila spolková vláda na expertní komisi s oficiálním titulem „Růst, strukturální změny a zaměstnanost. V podstatě by měla tato expertní komise se svými 31 členy navrhnout ukončení výroby proudu z uhlí. Z hlediska hospodářství je již vyuhlení povrchových dolů samozřejmě přirozeně stanoveno. Nějaké další závěry a usnesení nejsou proto nutné. Předčasné odstoupení od hnědého uhlí by ale hodilo přes palubu veškeré plánování a také financování rekultivací. Následkem by nebyla strukturální změna, nýbrž druhé zhroucení struktur, jak tomu bylo po roce 1990 ve východních spolkových zemích se všemi s nimi spojenými negativními doprovodnými jevy.

Kromě energetického využití existují další potenciály na materiální využití hnědého uhlí. Podnik ROMONTA v Amsdorfu západně od Halle (Saale) vyrábí od roku 1920 vosk Rohmontanwachs a je dnes světově známý jako největší výrobce této



základní suroviny pro krém na boty, polituru, maivo atd. Další materiální využití uhlí se v současné době zkoumá. Tak třeba institut Fraunhofer-Institut pro mikrostrukturu látek a systémy IWMS plánuje pilotní zařízení na výrobu syntetických plynů po chemický průmysl z uhlého odpadu obsahující uhlík a z hnědého uhlí (CARBONTRANS). Pro výstavbu výrobního zařízení v Leuně je k dispozici na 30 milionů Eur.

Andreas Scholtyssek

IHK Halle-Dessau

Foto: Thomas Reinhardt, IHK Halle-Dessau

Jedno z účinných protiprašných opatření v uhelném lomu Bílina – zkrápění komunikací.



Problematika těžby hnědého uhlí očima studentů a pedagogů Hornicko-geologické fakulty VŠB-Technická univerzita Ostrava

Územní limity těžby hnědého uhlí v severních Čechách jsou stanoveny usnesením vlády č. 444 ze dne 30. října 1991, které bylo přijato na návrh tehdejšího ministra životního prostředí Ivana Dejmala. Důvodem stanovení limitů byla zejména ochrana životního prostředí a krajiny v oblasti severních Čech. Toto opatření mělo mimo jiné zajistit městům a obcím, ležícím na zásobách hnědého uhlí, perspektivu existence v dlouhodobém horizontu a chránit přírodní prvky i dopravní a technickou infrastrukturu severočeské hnědouhelné pánve. Lze konstatovat, že toto usnesení se stalo jedním z nejdiskutovanějších usnesení v oblasti průmyslu vůbec, a téměř od jeho počátku probíhají z různých stran stále se opakující pokusy o úpravu tohoto vládního usnesení. Naposledy došlo k revizi v roce 2015, kdy vláda ČR svým usnesením č. 827/2015 upravila závaznou linii omezení těžby pro lom Bílina. To umožní zachovat dodávky kvalitního hnědého uhlí až do roku 2055 bez toho, že by došlo k narušení lidských sídel či zhoršení života v okolních obcích. Nedošlo však k úpravě limitů v případě lomu Československé armády, kde je ve stanovených dobývacích prostorech k dispozici v rámci tzv. II. etapy lomu ČSA 256 mil tun kvalitního hnědého uhlí. Odborníci uvádějí, že by to prodloužilo životnost lomu až za horizont roku 2070. Znamenalo by to ale nutnost likvidace obcí Černice a Horní Jiřetín. Na téma těžebních limitů a těžby hnědého uhlí byla publikována řada článků a sestavená řada dotazníků.

Kdybychom to vše měli shrnout do stručného výčtu, tak hlavními diskutovanými oblastmi jsou zejména: otázka životního prostředí, zaměstnanost v regionu, ekonomika, krajina a její okolí, energetická náročnost, energetická bezpečnost a další. V každé ze jmenovaných oblastí nalezneme důvody jak pro prolomení těžebních limitů a pokračování v těžbě, tak i důvody pro jejich zachování.

V tomto článku bychom chtěli poukázat na další oblast, které se otázka pokračování či ukončení těžby hnědého uhlí na severu Čech dotýká, a která je dle našeho názoru neprávem opomíjená. Touto oblastí je **hornické školství**. Mohlo by se zdát, že výrazná spojitost mezi školstvím a limity těžby není. Je nutné si ale uvědomit, že v České republice existuje jediná vysoká škola a jediná fakulta, která připravuje vysokoškolsky vzdělané odborníky pro hornickou činnost (HČ) a činnost prováděnou hornickým způsobem (ČPHZ). Jedná se o Vysokou školu báňskou – Technickou univerzitu Ostrava

a její Hornicko-geologickou fakultu (HGF). Studijní program této fakulty je plně přizpůsoben požadavkům vyhlášky č. 298/2005 Sb., vyhlášky o požadavcích na odbornou kvalifikaci a odbornou způsobilost při hornické činnosti nebo činnosti prováděné hornickým způsobem. V minulosti mířili absolventi oborů, ve kterých se připravují odborníci na lomové dobývání ložisek právě z velké části do firem dobývajících hnědé uhlí. Vyjmenujme aspoň dva důvody, které přímo souvisí s těžbou uhlí a hornickým školstvím. Prvním důvodem je bezesporu výrazný útlum a ukončování těžby uhlí na Ostravsko-Karvinsku. Rozsáhlá mediální kampaň v tomto případě způsobila dezinformaci veřejnosti s tím, že s ukončováním hlubinné těžby již není zapotřebí „horníků“. Tato kampaň nemalou měrou zapříčinila pokles zájmu o studium na HGF, což se následně projevilo a projevuje v hornické praxi nedostatkem nových odborníků v oboru hornické inženýrství. Bohužel, veřejnost si neuvědomuje (není totiž správně informována), že těžba uhlí v České republice nespočívá pouze v těžbě černého uhlí hlubinným způsobem, ale že těžíme i hnědé uhlí povrchovým způsobem a další nerostné suroviny. I tady jsou právními předpisy definované požadavky na řadu profesí s odbornou způsobilostí, i tady je zapotřebí „horníků“. Tím se dostáváme k druhému důvodu, a to ke spojitosti mezi těžebními limity a hornickým školstvím. Právě na základě požadavku hornické praxe byl v roce 1960 zřízen v Mostě Institut kombinovaného studia, který „zásobuje“ Hornicko-geologickou fakultu zájemci o studium a připravuje tak absolventy v hornických profesích, kteří pomáhají udržovat chod všech těžebních organizací v této oblasti. Podíl absolventů z kombinovaného studia, například u oboru „Těžba nerostných surovin“, tvoří mnohdy až 50 % z celkového počtu. V případě, že těžba hnědého uhlí v severočeské uhelné pánvi bude pokračovat za hranice stanovené územními limity pro lom ČSA, bude trvat zájem o odborníky v této oblasti a tím i zájem o studium na HGF VŠB-TUO několik dalších desetiletí. Na druhé straně uhlí je sice strategickou surovinou, ale zdaleka není jedinou důležitou nerostnou surovinou, kterou na území České republiky těžíme. Stavaři se neobejdou bez šterkopísků, písků, cihlářských surovin a stavebního kamene. Bez nerostných surovin se neobejde sklářský a keramický průmysl, výroba cementu, papírenství a mnoho dalších oblastí průmyslu. V poslední době se hodně diskutuje o možné budoucí

těžbě strategické suroviny – Lithia, a o obnově těžby kovů v Krušných horách. K tomu, aby těžba těchto surovin mohla pokračovat, potřebují firmy odborníky, kteří mohou získat nutná osvědčení o odborné způsobilosti. Jedná se například o závodní lomů, báňské projektanty a hlavní důlní měřiče. Těchto funkcí je ale mnohem více a vysokoškolské odborníky, kteří mohou tato osvědčení o stát se tak pro svoje firmy v podstatě nepostradatelnými, zajišťuje právě HGF v Ostravě. Málo naplat, hnědouhelné hornictví bylo ještě v nedávné minulosti „tahounem“ zájmu o absolventy HGF a úbytek zájemců o studium z řad firem v uhelném hornictví z regionu severních Čech může mít za následek tak nízký počet uchazečů o toto studium, že k otevření některých studijních oborů s tím spojených ani nedojde. Zatím se zdá, že je báňských inženýrů stále dostatečně. Většina z nich jsou však lidé nad padesát a šedesát let, kteří končili studium v sedmdesátých a osmdesátých letech minulého století. Pro získání přehledu o vztahu studentů a pedagogů HGF k problematice těžby hnědého uhlí a územních limitů jsme zpracovali dotazník s celkem 17 dotazy na respondenty. Pro následné vyhodnocení byly zvolené kategorie:

1. Pedagog
2. Student
3. Muž
4. Žena
5. Věk: 20–25 let, 26–30, 31–40, 41–50 a 51–61 u žen
6. Věk: 20–25 let, 26–30, 31–40, 41–50 a 51–72 u mužů

Dotazovaných respondentů bylo celkem 111, z toho 93 studentů a 18 pedagogů. U studentů bylo zastoupení muž a žena v poměru 61 ku 32 a u pedagogů 15 ku 3. Měli na výběr z několika variant. Většina otázek se vztahovala k hornictví a energetice, několik z nich se ptala na osobní vztah dotazovaného k hnědouhelným regionům a hornictví.

Respondenti odpovídali na tyto otázky:

1. Jaký je Váš názor na těžbu nerostných surovin?
2. Víte, v jakých typech elektráren je vyráběno nejvíce elektrické energie v ČR?
3. Jaký je Váš názor na těžbu nerostných surovin ve vztahu k životnímu prostředí?
4. Kolik tun uhlí ročně spotřebují tepelné (uhelné) elektrárny pro výrobu potřebného množství energie pro ČR?

5. Je více elektrické energie v tepelných elektrárnách ČR vyrobeno z černého nebo hnědého uhlí
6. Žijete trvale v Ústeckém kraji nebo sokolovském regionu?
7. Jste Vy, nebo někdo z vaší rodiny zaměstnaný v některé těžební společnosti v regionu?
8. Nejvyšší podíl při dodávce tepla pro domácnosti má?
9. Co znamená pojem územní ekologické limity pro těžbu hnědého uhlí?
10. Kdo povoluje těžbu nerostných surovin (hornickou činnost)?
11. V roce 2015 byly upraveny územně ekologické limity pro Doly Bílina, které umožnily těžbu hnědého uhlí až do roku 2055. Budou se v souvislosti s těžbou Dolů Bílina likvidovat nějaké obce?
12. Myslíte si, že souhlas obyvatel obcí (Černice a Horní Jiřetín) s těžbou hnědého uhlí v referendu by mohl být dostatečným podnětem pro změnu usnesení vlády ve věci úpravy územních ekologických limitů v předpolí lomu Československé armády a prodloužení těžby hnědého uhlí hluboce za horizont roku 2070?
13. Kdyby se problematika přesunutí bydlení pro rozšíření těžby týkala vás, byli byste ochotni se přestěhovat?
14. Myslíte si, že jsou těžební organizace svými aktivitami i přínosem v rozvoji kraje?
15. Máte třeba osobní zkušenost ve své rodině, že se vás nějakým způsobem dotkla problematika těžby hnědého uhlí?

16. Myslíte si, že konec těžby hnědého uhlí by snížil význam oboru hornictví ve společnosti i hornického školství v ČR?
17. Myslíte si, že těžba hnědého uhlí výrazně devastuje okolní krajinu nebo její rekultivace naopak přispívá k tvorbě nového krajinného rázu s novými možnostmi využití a vyžití obyvatel?

Vyhodnocení bylo provedeno pomocí tabulek a grafů. Uvedení kompletního vyhodnocení by stačilo na samostatný další článek, proto budeme komentovat jen ty odpovědi, jejichž výsledek byl pro nás buď zajímavý anebo mají přímý vztah k Ústeckému kraji a těžbě hnědého uhlí. Nutno upřesnit, že v případě studentů dotazník vyplňovali studenti Institutu kombinovaného studia v Mostě (IKSM) a všichni uvedli, že trvale žijí v regionu. V případě pedagogů dotazník vyplnili jak zaměstnanci IKSM (celkem 7), kteří trvale v regionu žijí, tak i ti, kteří trvale žijí mimo region (11 celkem, většinou z Ostravy a okolí). Ne všichni studenti odpověděli na všechny otázky.

Už odpověď na první otázku byla pro nás zajímavá.

1. Jaký je Váš názor na těžbu nerostných surovin?
 - a. Těžba nerostných surovin v současnosti není nutná. Stačí recyklace odpadů a energii lze získat jinými způsoby.
 - b. Bez těžby nerostných surovin bychom nedosáhli současného stavu technického rozvoje. Těžba nerostných surovin je nutná jako zdroj materiálů a energie v mnoha

výrobních oborech (elektronika, stavebnictví, automobilový průmysl, energetika).

- c. Těžba nerostných surovin v současnosti je potřebná jen jako doplňková činnost k recyklaci odpadů.

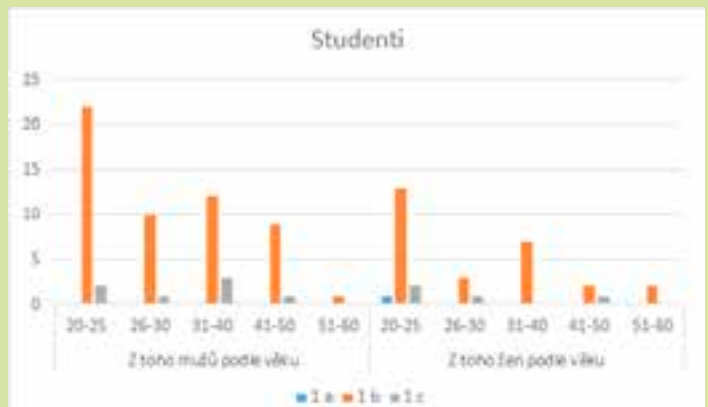
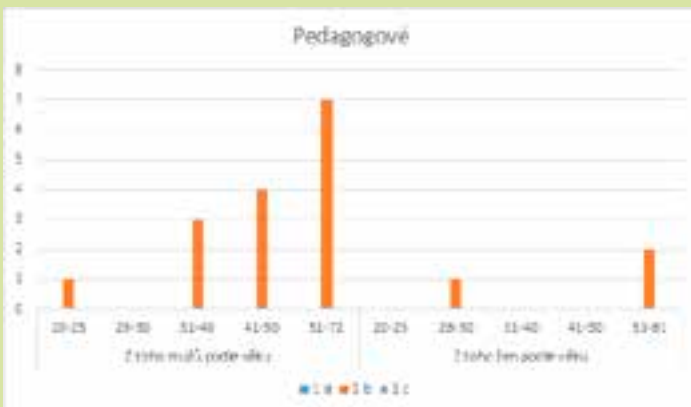
Všichni pedagogové (což se možná dalo předpokládat), ale i drtivá většina studentů (54 z 61) se přiklonila k odpovědi b). Povzbuzující to je především u studentů ve věkové kategorii 20-25, kde se k této odpovědi přiklonilo 35 studentů ze 40.

Ve „znanostních“ otázkách, u kterých je správná odpověď předem známá, dominovali logicky pedagogové. Jednalo se o otázky č. 2, 4, 5, 8, 9, 10 a 11. Jako příklad uvádíme otázku č. 2.

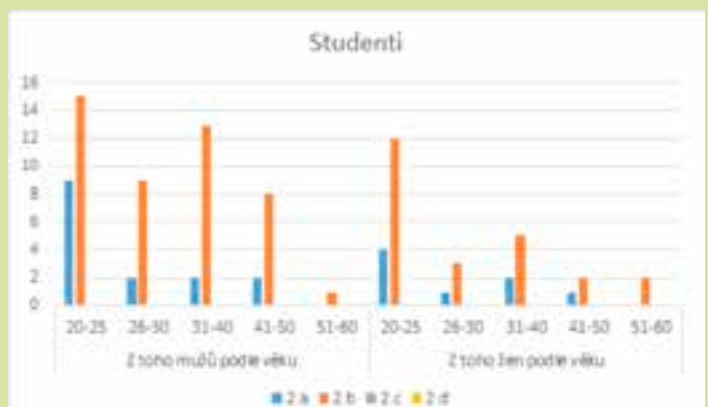
2. Víte, v jakých typech elektráren je vyráběno nejvíce elektrické energie v ČR?
 - a. Jaderné elektrárny
 - b. Uhelné elektrárny (hnědé, černé uhlí)
 - c. Vodní
 - d. Alternativní zdroje (sluneční, větrné, biomasa...)

Pouze jeden pedagog z osmnácti si myslel, že nejvíce elektrické energie je vyráběno v jaderných elektrárnách. Správně odpovědělo 94,4% pedagogů. Jak v roce 2017, tak i dlouhodobě, je zatím vyráběno nejvíce elektrické energie v elektrárnách uhelných a to hnědouhelných. U studentů na tuto otázku odpovědělo správně 70 studentů z celkem 93 (75,3 %).

Jaký je Váš názor na těžbu nerostných surovin?



Víte, v jakých typech elektráren je vyráběno nejvíce elektrické energie v ČR?



Poměrně překvapivě a pro dlouhodobou perspektivu využití hnědého uhlí příznivě dopadla odpověď na otázku 12 a 13:

12. Myslíte si, že souhlas obyvatel obcí (Černice a Horní Jiřetín) s těžbou hnědého uhlí v referendu by mohl být dostatečným podnětem pro změnu usnesení vlády ve věci úpravy územních ekologických limitů v předpolí lomu Československé armády a prodloužení těžby hnědého uhlí hluboce za horizont roku 2070?

- Ano
- Ne

13. Kdyby se problematika přesunutí bydlení pro rozšíření těžby týkala vás, byli byste ochotni se přestěhovat?

- Ano, v případě, že by důlní organizace v předstihu vybudovala novou obec, včetně domu pro mou rodinu na námi vybraném místě.
- S těžbou a s přestěhováním jinde bych nesouhlasil (nesouhlasila).

Většina pedagogů i většina studentů odpověděla na oba dotazy za a) tedy ANO. Zajímavé je, že v těchto otázkách jsou poměrně rozdílné odpovědi u mužů a žen. Jestliže u otázky 12 se pro „ano“ vyslovilo 57 mužů a „ne“ zvolilo 18 mužů, tak u žen jen 17 uvedlo jako odpověď „ano“ a 22

bylo proti. Rovněž u otázky č. 13 byla většina mužů ochotna se stěhovat v případě přesunu vesnice z důvodu těžby a u žen to bylo obráceně.

Velká část běžných věcí, které lidé používají, je vyrobena z nerostných zdrojů. Jsou to budovy, veškeré dopravní prostředky, spotřební elektronika a domácí spotřebiče, elektromotory, nádobí, počítače, keramika – většina věcí okolo nás (stavební materiály, kovy, plasty, sklo...). V současné době je celosvětově nejvíce energie získáváno z nerostných zdrojů (uhlí, ropa, zemní plyn...). Je naivní si myslet, že se mávnutím kouzelného proutku přestaneme tyto nerostné suroviny najeďnou potřebovat. Česká republika má nerostných zdrojů stále poměrně dost. K jejich získání budou i nadále potřební bánští odborníci a jedinou školou – fakultou, která poskytuje potřebné vzdělání je VŠB-TUO, HGF. Pro naši dobrou budoucnost si chraňme životní prostředí, ale zároveň racionálně využívejme nerostné zdroje. V neposlední řadě si zachovejme a udržujme i hornické školství, které má stále dobrý zvuk nejen v Evropě, ale i v USA, Asii a JAR. A co proto můžeme udělat i my? Jednoduše být aktivní a informovat veřejnost o stále významné úloze hornictví v moderní společnosti. Například, že bez těžby nerostných surovin bychom neměli spotřebiče, na které jsme si zvykli, ani energie, jejichž spotřebu považujeme za samozřejmost.

V článku, vzhledem k tématu jsme se nezmínili o významné činnosti, která náš Ústecký kraj mění k lepšímu už mnoho let. Je to sanace a rekultivace. Víte například, že v oblasti Severočeské hnědo-uhelné pánve je dnes více lesů, než bylo před zahájením povrchové těžby hnědého uhlí? To je ale na další článek.

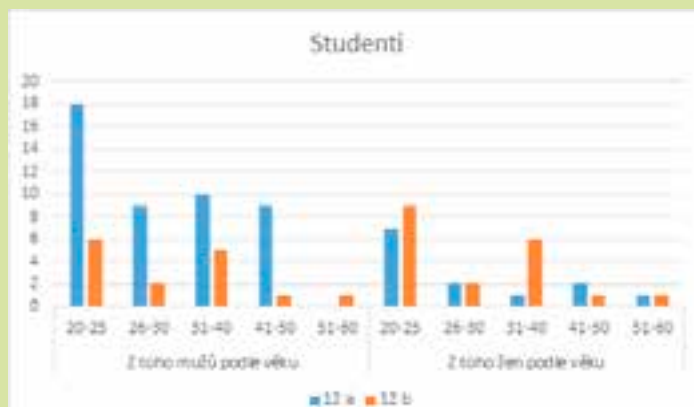
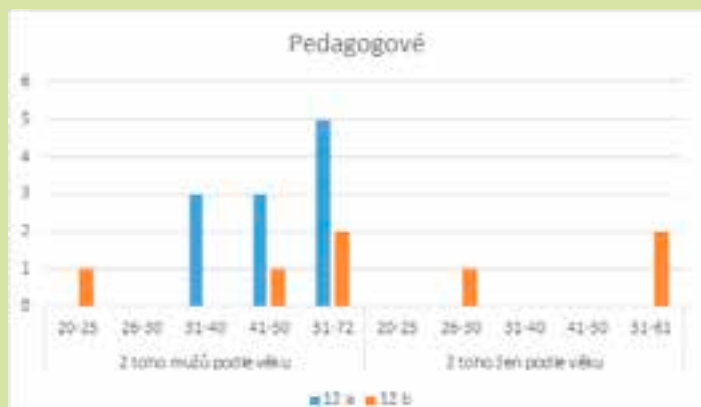
doc. Ing. Dana Vrublová,
Ph.D.
Institut kombinovaného
studia Most, HGF,
VŠB-TUO



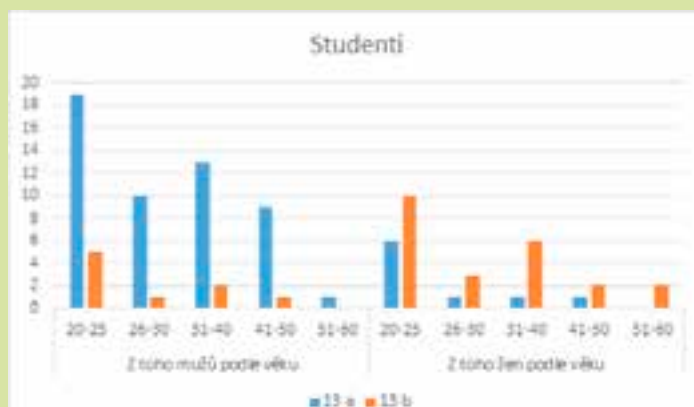
Ing. Mária Jarolimová,
Ph.D.
Katedra hornického
inženýrství
a bezpečnosti, HGF,
VŠB-TUO



Myslíte si, že souhlas obyvatel obcí (Černice a Horní Jiřetín) s těžbou hnědého uhlí v referendu by mohl být dostatečným podnětem pro změnu usnesení vlády ve věci úpravy územních ekologických limitů v předpolí lomu Československé armády a prodloužení těžby hnědého uhlí hluboce za horizont roku 2070?



Kdyby se problematika přesunutí bydlení pro rozšíření těžby týkala vás, byli byste ochotni se přestěhovat?



Bilance hnědého uhlí v České republice – zásoby vs. spotřeba po roce 2025

Informace o těžebních společnostech dobývajících v ČR hnědého uhlí

V České republice se hnědé uhlí nachází v Severočeské hnědouhelné (mostecké) pánvi a v Sokolovské pánvi. V Severočeské hnědouhelné pánvi těží Vršanská uhelná a.s., Most, člen skupiny CzechCoal, Severní energetická a.s., Most, člen skupiny CzechCoal, Severočeské doly, a.s., Chomutov člen skupiny ČEZ a v Sokolovské uhelné pánvi je to Sokolovská uhelná, právní nástupce, Sokolov.

Vršanská uhelná, a.s., (VUAS)

Lom Vršany

Společnost Vršanská uhelná, a.s. těží hnědé uhlí v lomu Vršany v centrální části Severočeské hnědouhelné pánve (při jihozápadním okraji Komořansko-slatinické části severočeské hnědouhelné pánve).

Koncepce rozvoje je založena na postupném vyuhlování dobývacího prostoru severním směrem. Po uvolnění tzv. Hořanského koridoru a po přípravě plochy k dobývání otočí lom Vršany svůj postup směrem do pole Slatinice.

Společnost disponuje uhelnými zásobami s nejděší životností v České republice v rámci stávajících územních limitů.

Využitelné zásoby zahrnují i zásoby v tzv. Hořanském koridoru inženýrských sítí. S jejich využitím a vytěžením pro potřeby české energetiky Státní energetická koncepce z roku 2015 počítá a jejich fyzické uvolnění Vršanská uhelná, a.s. průběžně připravuje.

Uhlí má vyšší popelnatost (okolo 30 %) a nižší výhřevnost (v průměru 11 MJ/kg), a proto se užívá především jako energetické uhlí pro elektrárny.

V roce 2017 vytěžila Vršanská uhelná, a.s. 6,3 mil. t uhlí určeného pro výrobu energie ve velkých energetických zdrojích.

Předpokládána roční těžba do budoucna je cca 6,5 mil. t. A při této roční těžbě zásoby umožňují těžit uhlí až za horizont roku 2055.

Odbyt uhlí z Vršanské uhelné a.s. je směřován do elektrárny Počerady. V roce 2013 společnost uzavřela smlouvu o dodávkách uhlí do této elektrárny s energetickou společností ČEZ až do vyuhlení lomu.

Lom Vršany je jedinou hnědouhelnou lomovou těžební lokalitou v ČR, u níž stanovené územně ekologické limity dle usnesení vlády č. 444/91 původní rozvojové záměry nijak neomezuje. Pro budoucí rozvoj lomu tak bude rozhodující vývoj poptávky po energetickém hnědém uhlí v dlouhodobé perspektivě.

Z územního hlediska nejsou v zájmovém území lomu neřešitelné problémy, protože se zde



Obrázek 1: Rozložení těžebních lokalit HU v Severočeské hnědouhelné pánvi. Zelená barva označuje lokality skupiny CzechCoal, hnědá barva ukazuje lokality společnosti Severočeské doly a.s.

nevyskytují žádná sídla. Uvolnění území pro těžbu tak vyžaduje pouze provedení přeložek všech inženýrských sítí vedených v tzv. Hořanském koridoru (produktovody CHEZA, ropovod, plynovod, průmyslový vodovod z Nechranic, elektrické linky v.n.) přeložku horkovodu Komořany – Most a likvidaci silnice Bylany – Hořany.

Severní energetická, a.s., (SevEn)

Lom ČSA

Společnost Severní energetická a.s. těží uhlí povrchovým způsobem v centrální části Severočeské hnědouhelné pánve v lomu Československá armáda (ČSA) a hlubinným způsobem v bočních svazích tohoto lomu (důvodem pro hlubinnou těžbu je i co neefektivnější využití zbyvajících uhelných zásob).

Lom ČSA disponuje zásobami nejkvalitnějšího hnědého uhlí v ČR. Jeho dobývání je však omezeno usnesením vlády z roku 1991 o územních limitech těžby. Dalšími usnesením nebyly limity v tomto lomu prolomeny, takže v rámci těchto limitů je možné v lokalitě ČSA těžit uhlí přibližně do roku 2024. Těžba skrývky na hlavní porubní frontě už byla ukončena (r. 2016).

Severní energetická a.s. je limity těžby svázána a nemůže rozvíjet těžbu tak, jak by to báňské zásady vyžadovaly. V předpolí lomu jsou lidská sídla – obce Černice a Horní Jiřetín. Státní energetická koncepce doporučuje vyhodnotit situaci a ev. revidovat rozhodnutí o limitech v roce 2019.

Uhlí z lomu ČSA je velmi kvalitní. Průměrná výhřevnost je do 17,5 MJ/kg a obsah popela v sušině je asi 12 %.

V roce 2017 vytěžila Severní energetická, a.s. 3,2 mil. t uhlí. Předpoklad do budoucna je vytěžit

ročně cca 3,0 mil. t. Územní limity umožňují těžit uhlí asi do roku 2024. (Zásoby „za limity“ představují obrovské množství, které by bylo možno využívat až 100 let do budoucna.)

Vytěžené uhlí je přepravováno železničními vozy k dalšímu zpracování do úpravny uhlí Komořany. V úpravně se připravují jednotlivé obchodní druhy uhlí podle přesně stanovených parametrů. Tyto tříděné, prachové a energetické produkty jsou expedovány do domácností, teplárenství a energetiky.

Severočeské doly a.s. (SD a.s.)

těží hnědé uhlí v lomech Libouš a Bílina.

Lom Libouš

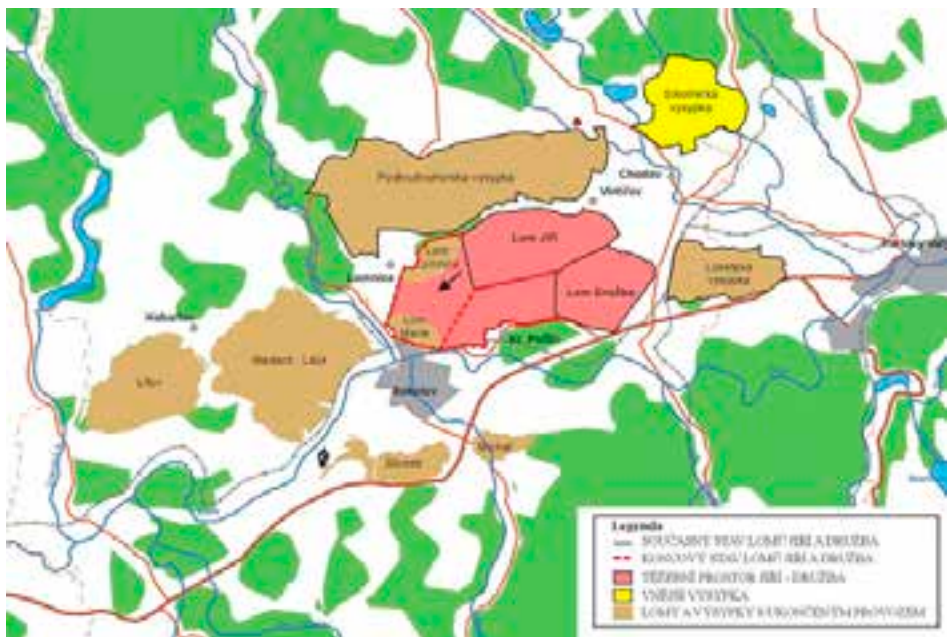
Lom Libouš společnosti Severočeské doly, a.s. těží hnědé uhlí jihozápadně od centra Severočeské hnědouhelné pánve.

Kvalita odpovídá energetickému uhlí. Průměrná výhřevnost je do 11 MJ/kg a uhlí je vhodné pro užití ve velkých energetických blocích.

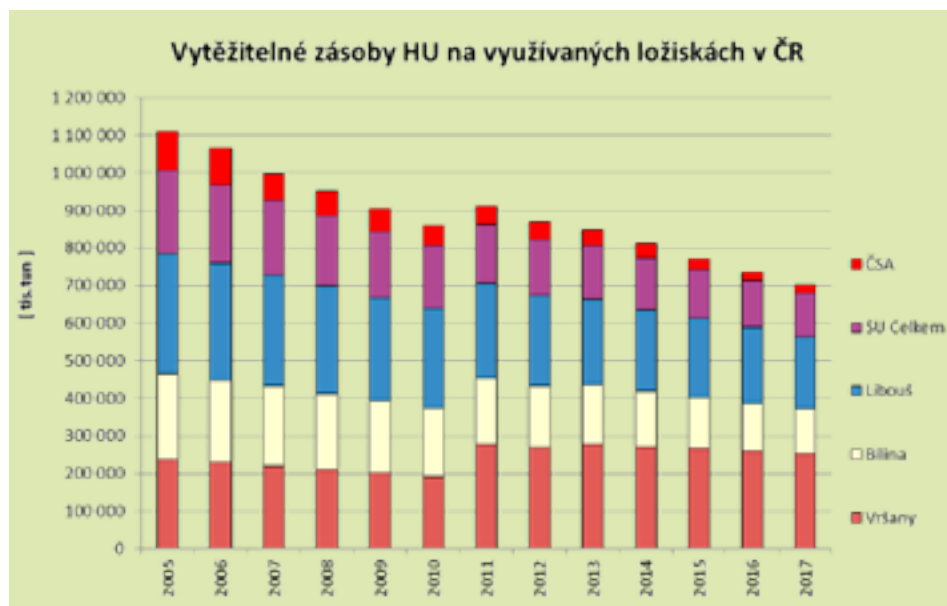
V roce 2017 lom vytěžil 12 mil tun. V budoucnu je těžba možná do maximální výše 13,5 mil. tun ročně. Lze však usuzovat, že výše roční těžby nebude konstantně na vysoké úrovni, ale spíše bude klesat. SD předpokládají, že při snížených těžbách se zásoby DP lomu postupně dotěží cca do roku 2035 (po dosažení linií z Usnesení vlády č. 444/1991). Následně bude zbytková jáma rekultivována na jezero.

Lom Bílina

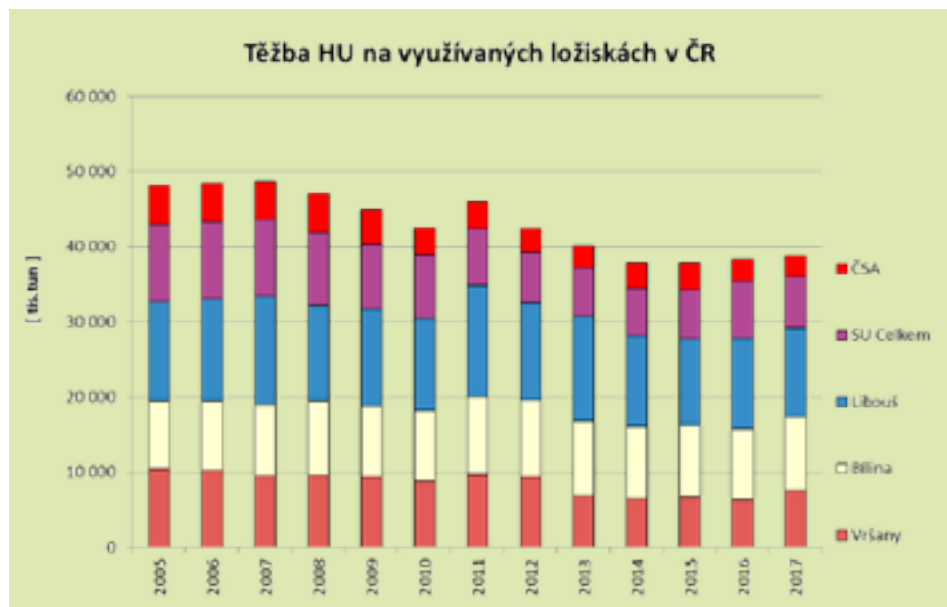
Lom Bílina těží hnědé uhlí severovýchodně od centra mostecké pánve podle korigovaných (územně ekologických) limitů těžby vyplývajících z Usnesení vlády České republiky ze dne 19. října 2015 č. 827



Obrázek 2: Rozložení těžebních lokalit HU v Sokolovské uhelné pánvi.



Graf 1: Vytěžitelné zásoby HU na využívaných ložiskách v ČR



Graf 2: Těžba HU na využívaných ložiskách v ČR

k řešení dalšího postupu územně ekologických limitů těžby hnědého uhlí v severních Čechách. Tímto usnesením byly původní limity z roku 1991 na lomu Bílina „prolomeny“.

V roce 2017 lom Bílina vytěžil 9,5 mil. tun. Uhlí je kvalitní, o čemž svědčí jeho parametry: výhřevnost je průměrně 14,5 MJ/kg a obsah popela v sušině je asi 25 %. Navíc i síra je nízká.

Lom Bílina má v rámci nově korigovaného limitu dostatečný prostor těžít kvalitní nízko-síraté uhlí pro energetiku i teplárenství bez konfliktů s veřejným i soukromým zájmem až cca do roku 2050, kdy definitivně svoji činnost skončí.

Výše těžby bude pravděpodobně do budoucna klesat ze současných cca 9 mil. tun na hodnoty kolem 5 mil. tun za rok.

Sokolovská uhelná, a s. (SUAS)

těží uhlí v lomu Jiří v Sokolovské uhelné pánvi. Lom je situován SV od města Sokolova.

Růžová barva označuje současné lokality společnosti Sokolovská uhelná, a.s. Lom Jiří je aktivní.

Lom Družba v současné době netěží.

Lom Jiří postupuje směrem na západ do prostoru bývalého lomu Lomnice a lomu Marie. Po dotěžení zásob v tomto směru bude těžba pokračovat na jih do dobývacího prostoru lomu Družba (v obrázku je to červeně orámovaná oblast).

V roce 2017 lom Jiří vytěžil 7 mil. tun uhlí, které má výhřevnosti 12,5 MJ/kg a obsah popela asi 20 %. Výše těžby se bude pravděpodobně do budoucna udržovat na cca 6 mil. tun za rok.

Množství zásob umožní při uvedené roční těžbě dobývat asi do roku 2035.

V Sokolovské uhelné a.s. skončila dřívě tradiční výroba tříděného uhlí a briket. Naopak se rozběhla výroba multiprachy v objemu asi 250–300 tis. tun/rok.

Současné a minulé zásoby a těžba hnědého uhlí v České republice

Následující graf ukazuje Vytěžitelné zásoby hnědého uhlí na využívaných ložiskách v České republice k 1. 1. daného roku. Nárůst k 1. 1. 2011 je způsoben jednorázovým navýšením na lomu Vršany – převedením zásob Hořanského koridoru do zásob vytěžitelných.

Zásoby hnědého uhlí k 1. 1. 2017 dosahovaly v České republice stále ještě velkého množství 702 mil. tun. Z grafu je vidět pravidelné odčerpávání prostřednictvím roční těžby.

Další graf představuje právě onu roční těžbu z ložisek v uvedeném roce.

Z grafu je vidět, že těžba od roku 2005 poklesla o zhruba 10 mil. tun na hodnotu 38 mil. tun v roce 2017. Během posledních je zaznamenávám velmi mírný nárůst těžby.

Výhled zásob a těžby hnědého uhlí v České republice

Základním dokumentem pro úvahy o využívání hnědého uhlí v budoucnosti je „Usnesení vlády České republiky ze dne 19. října 2015 č. 827 k řešení

dalšího postupu územně ekologických limitů těžby hnědého uhlí v severních Čechách". Tímto usnesením byly prolomeny limity těžby na lomu Bílina.

Na lomu ČSA však limity prolomeny nebyly a pro něj tak zůstává v platnosti „Usnesení vlády České republiky ze dne 30. října 1991 č. 444 ke zprávě o územních ekologických limitech těžby hnědého uhlí a energetiky v Severočeské hnědouhelné pánvi“. Dalším důležitým dokumentem je Státní energetická koncepce České republiky, schválená Usnesením vlády České republiky ze dne 18. května 2015 č. 362 o Státní energetické koncepci České republiky. V kapitole 6.2 Nástroje v oblasti výkonu státní správy je uveden bod d. „Provádět periodické vyhodnocení naplňování Státní energetické koncepce“.

Úkolem je zde „Zpracovat a podat zprávu vládě ČR o vývoji energetiky a naplňování SEK, včetně případného doporučení k aktualizaci nástrojů“ v termínu nejpozději do 31. 12. 2019. MPO samozřejmě tento úkol splní, tj. provede analýzu stavu a navrhne vládě doporučení a event. nové nástroje Státní energetické koncepce. V rámci toho se MPO bude zabývat dostatkem uhlí pro bezpečnou energetiku České republiky.

Současná situace je tedy taková, že lom Bílina může pokračovat a svou těžbu rozvíjet, zatímco lom ČSA zatím postupně těžbu utlumuje (neprovádí se už další předstihová skrývka).

Vzhledem k těmto skutečnostem MPO přepokládá životnosti lomů a výhled těžeb znázorněné v následujícím grafu.

Samozřejmě k tomu je nutno poznamenat, že skutečné těžby a tím i životnost lomů bude záviset na skutečné situaci, tedy potřebě uhlí pro hospodářství České republiky.

Informace o budoucí spotřebě hnědého uhlí v ČR

Současná spotřeba

Co se týče současné spotřeby hnědého uhlí, tak aktuálně naprostá většina uhlí směřuje do procesu transformace, tedy do procesu přeměny na elektrickou energii a teplo (respektive na produkci energoplynu). V roce 2016 se jednalo o téměř 35 tis. tun (včetně vsázky uhlí pro výrobu energoplynu), což tvořilo přibližně 91 % celkových primárních energetických zdrojů, které odpovídaly 38 tis. tun.

Přibližně 2,3 tis. tun pak bylo spotřebováno v rámci konečné spotřeby. Zde hlavní část tvořila spotřeba v sektoru domácností, která odpovídala spotřebě na úrovni 1,4 tis. tun, tedy (61 % celkové konečné spotřeby).

Zde se jednalo zejména o tříděné hnědé uhlí. Dále se jednalo o sektor průmyslu, který tvořil přibližně 35 %, zbylé sektory pak spotřebovali pouze cca 4 % celkové konečné spotřeby v roce 2016.

Zbylá část spotřeby, přibližně 1 tis. tun připadala na vlastní spotřebu energetického sektoru a tzv. neenergetickou spotřebu.

Následující graf ukazuje vývoj role hnědého uhlí v energetickém mixu České republiky na úrovni primárních energetických zdrojů.

Hnědé uhlí hraje neoddiskutovatelně velmi významnou roli ve výrobě elektřiny a tepla.

V roce 2016 bylo z hnědého uhlí vyrobeno přibližně 36,25 GWh elektrické energie, což odpovídalo podílu na celkové hrubé výrobě elektrické energie na úrovni 43,6 %.

Tento podíl dílčím způsobem klesá, kupříkladu v roce 2010 podíl dosahoval 47,6 %, ale stále se jedná o nejdůležitější zdroj elektřiny.

Pro ilustraci druhým nejdůležitějším zdrojem je jaderná energetika s podílem přibližně na úrovni 30–35 %. Podobně významnou roli hraje hnědé uhlí v oblasti výroby tepla.

V roce 2016 pocházelo z hnědého uhlí 41,8 % celkové hrubé výroby tepla.

Očekávaný vývoj budoucí spotřeby

S ohledem na výhled spotřeby hnědého uhlí panuje samozřejmě velká řada nejistot, kterými jsou kupříkladu klimatická politika a politika v oblasti ochrany ovzduší, vývoj trhu s elektřinou a vývoj

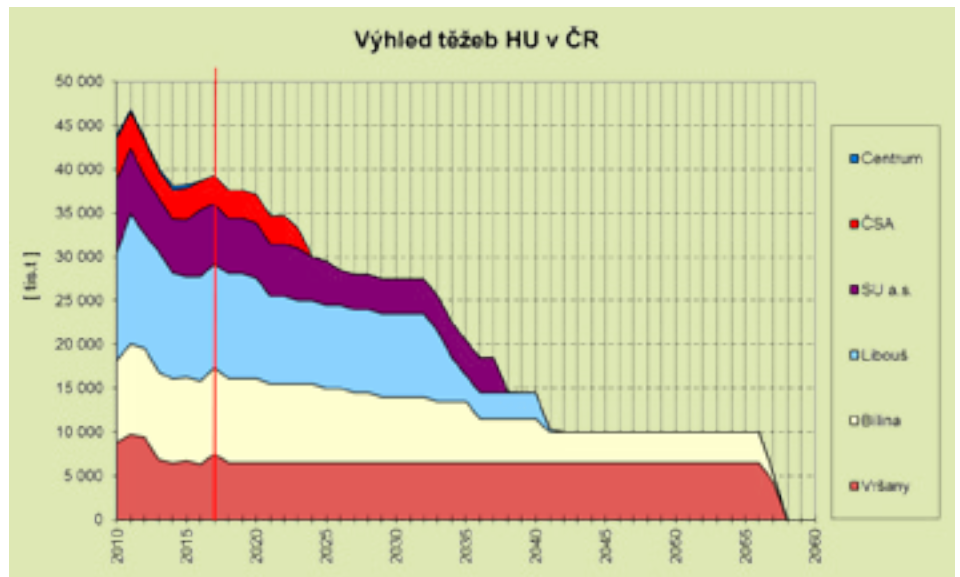
cen jednotlivých komodit a potenciálně i tzv. „mothballing“, tedy předčasné odstavení na základě politického rozhodnutí.

Ministerstvo průmyslu a obchodu průběžně analyzuje možné výhledy velkých výroben elektřiny a tepla. Konkrétně se jedná o 81 největších výroben elektřiny, které jsou zejména tvořeny výrobami spalujícími hnědé uhlí.

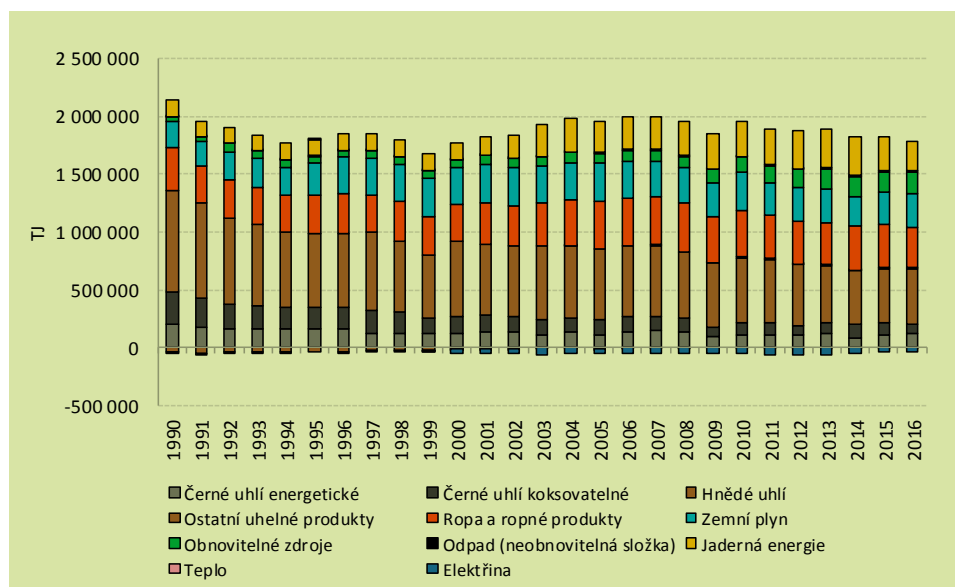
Na základě této analýzy je možné si udělat přibližný přehled vývoje vsázky hnědého uhlí na výrobu elektřiny a tepla. Výhled respektuje záměry provozovatelů, ale je provedena korekce v návaznosti na zajištění palivové struktury a další aspekty.

Z výše uvedených grafů je patrné, že ČR čeká v průběhu následujících několika let poměrně významný pokles využití hnědého uhlí, který v tomto směru odpovídá výhledům těžeb.

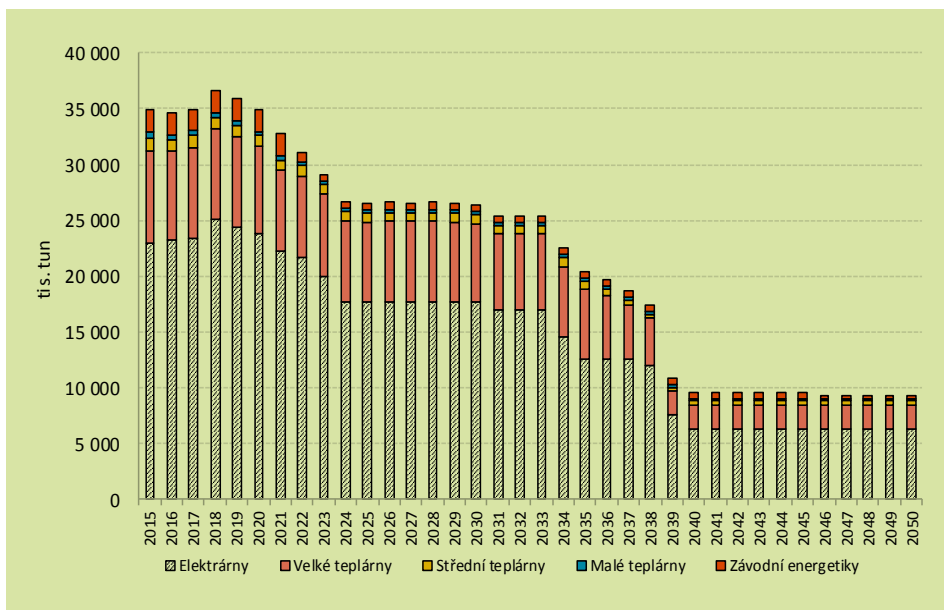
Výše uvedený pokles vsázky hnědého uhlí do transformace pak odpovídá poklesu výroby elektrické energie.



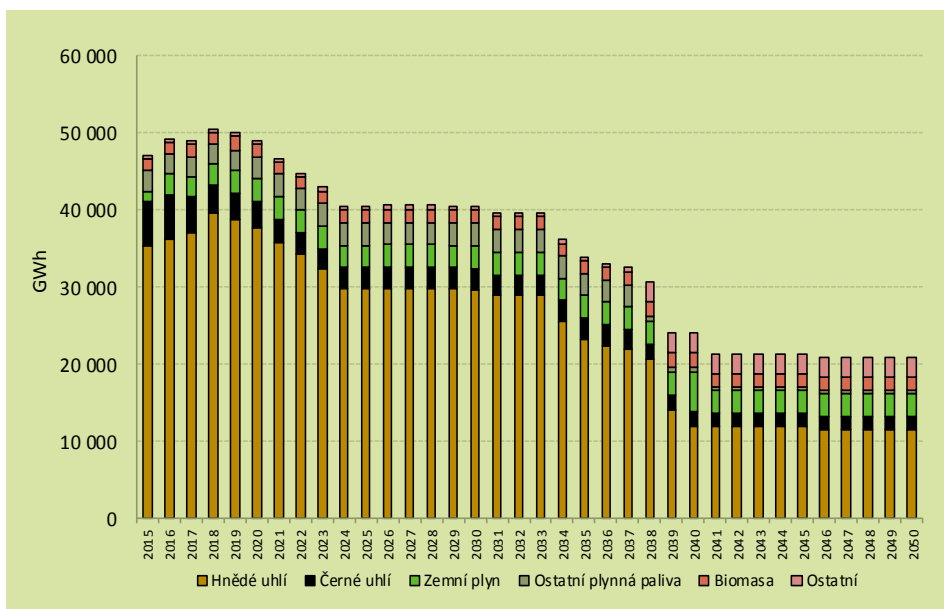
Graf 3: Výhled těžeb HU v ČR



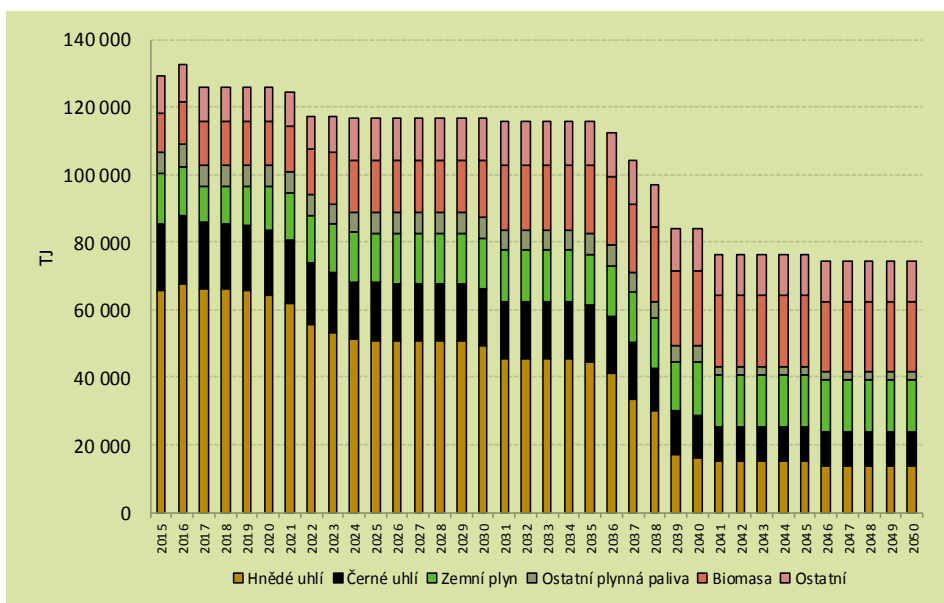
Graf 4: Vývoj primárních energetických zdrojů v letech 1990–2016 dle zdrojových paliv



Graf 5: Výhled celkové vsázky hnědého uhlí dle jednotlivých kategorií spotřeby



Graf 6: Očekávaná hrubá výroba elektřiny dle jednotlivých paliv



Graf 7: Očekávaná hrubá výroba tepla dle jednotlivých paliv

Na základě těchto předpokladů klesne výroba elektřiny kolem roku 2025 ze současných 36 GWh přibližně na 29 GWh a kolem roku 2040 se jedná už cca pouze o 12 GWh.

Situace v případě poklesu hrubé výroby tepla z hnědého uhlí je situace obdobná, i když pokles přibližně před rokem 2035 je relativně pozvolnější. V tomto ohledu je nutné zdůraznit, že uvedené grafy uvádějí „pouze“ spotřebu paliv tzv. velkých zdrojů, které však s ohledem na hnědé uhlí tvoří naprostou většinu spotřeby hnědého uhlí pro účely transformaci.

Problematika tříděného uhlí

S ohledem na výhled spotřeby hnědého uhlí je také relativně důležité komentovat výhled produkce, a tedy také související výhledy spotřeby tříděného uhlí. Toto je důležité zejména s ohledem na fakt, že tříděné uhlí je spalováno zejména v sektoru domácností, případně sektoru služeb, kde je substituce jinými palivy samozřejmě možná (a také do velké míry potřebná) s ohledem na zlepšování kvality ovzduší. Zároveň je však nutné poznamenat, že hnědé uhlí spalují často domácnosti s relativně nízkými příjmy, u nichž je možnost změny paliv omezena právě hlediskem finanční dostupnosti. V roce 2017 odpovídala produkce tříděného uhlí přibližně 2 800 tis. tunám.

Za přibližně tři čtvrtiny produkce odpovídala společnost Severočeské doly, a.s. (specificky lom Bílina) a Úpravna uhlí Ledvice.

Jedna třetina produkce pak pocházela z lomu ČSA (ve kterém těží společnost Severní energetická a.s.) a na něj navazující Úpravny uhlí Komofany. Pouze relativně marginální objem produkce pocházel z lomů Sokolovské uhelné, a.s.

Produkce tříděného uhlí na lomu ČSA bude postupně klesat v souvislosti s předpokládaným ukončením těžby v roce 2023. Po tomto roce bude tedy docházet k významné produkci tříděného uhlí pouze z lomu Bílina. Výroba tříděného uhlí bude dle předpokladů společnosti do roku 2024 zachována přibližně na úrovni 2 mil. tun, od roku 2025 pak dojde k poklesu produkce přibližně na 1,5 mil. tun a následně od roku 2030 nebude produkce přesahovat 1. mil. tun. S ohledem na tento očekávaný pokles produkce je nutné počítat s postupným poklesem spotřeby tříděného uhlí a nutností využití jiných paliv, zejména zemního plynu, nebo biomasy.

Ing. Dušan Dokoupil, odbor surovinové politiky MPO,

Ing. Tomáš Smejkal, odbor strategie a mezinárodní

spolupráce v energetice MPO



Současný trh hnědého uhlí v ČR a jeho očekávaný vývoj

Hnědé uhlí (HU) je v ČR stále nejvýznamnějším zdrojem energie. V roce 2016 činila jeho spotřeba 476,7 PJ (v naturálním vyjádření 37,8 mil. tun), což představovalo 27,3 % celkové spotřeby primárních energetických zdrojů (PEZ). Tendencí ve vývoji spotřeby PEZ je její pozvolný pokles a dílčí změny ve struktuře spotřeby.

Důvodem této pozice HU v bilanci PEZ je jeho vysoké zastoupení ve výrobě elektřiny a centrálně vyráběného tepla. Výroba elektřiny z HU v roce 2017 činila cca 37 TWh (42,5 % celkové výroby elektřiny), při připočtení výroby z ertogplynu z HU pak téměř 45 %. Meziroční nárůst výroby z HU činil 2 %. I díky HU je elektrizační soustava ČR hodnocená jako robustní a spolehlivá, s přebytkem instalovaných výkonů, které se dočasně realizují v poměrně velkých vývozech elektřiny.

V centrální výrobě tepla činil v roce 2016 podíl HU na jeho celkové výrobě 41%, což i zde představovalo největší výrobu.

přibližně 500 tisíc uhelných kotlů se spotřebou 1,4 mil. tun, což jsou necelá 4 % celkové spotřeby HU v ČR.

Velmi malá spotřeba HU je v kategorii středních zdrojů (1–50 MWt), kde došlo k velké plynofikaci dříve velmi rozsáhlého parku HU spotřebičů. Těch bylo v roce 2016 provozováno 215 a spotřeba HU v této kategorii klesla z dřívějších několika milionů tun na necelých 340 tis. tun. Strukturu spotřeby HU doplňuje kolem dvou set ostatních malých zdrojů s marginální spotřebou HU. Počty zdrojů spalujících HU a jejich spotřebu v roce 2016 ilustruje graf. Spotřeba HU má v ČR sice stále plošný charakter, mezi kraji jsou však velké rozdíly, což ovlivňuje

především umístění velkých hnědouhelných elektráren.

Všechny oblasti spotřeby HU dlouhodobě regulovala především národní legislativa, v poslední době ale přebírá iniciální roli unijní legislativa, směrnicemi a nařízeními v oblasti ochrany klimatu (EU ETS), ochrany ovzduší a integrované prevence, které jsou postupně implementovány do národní legislativy. Základem změn legislativy je Road Map 2050 z roku 2011, politicko-strategická vize EU požadující snížení spotřeby zdrojů energie, nízkouhlíkovou energetiku a snížení emisí skleníkových plynů. Tato strategie je konkretizovaná do desetiletých horizontů realizačními Směrnicemi,

Současný trh HU představuje na straně zdrojů jeho těžba v pěti lomech tří HU společností. Ke zdrojům HU patří i jeho nevelký dovoz. Domácí produkce HU v posledních čtyřech letech dosahovala úrovně 38–39 mil. tun. Dovozy HU, po výkyvu v letech 2013 a 2014 (dovozy z Mibragu), klesly na dnešních necelých 100 tis. tun. Kromě toho se z Německa dováží cca 150 tis. tun HU briket.

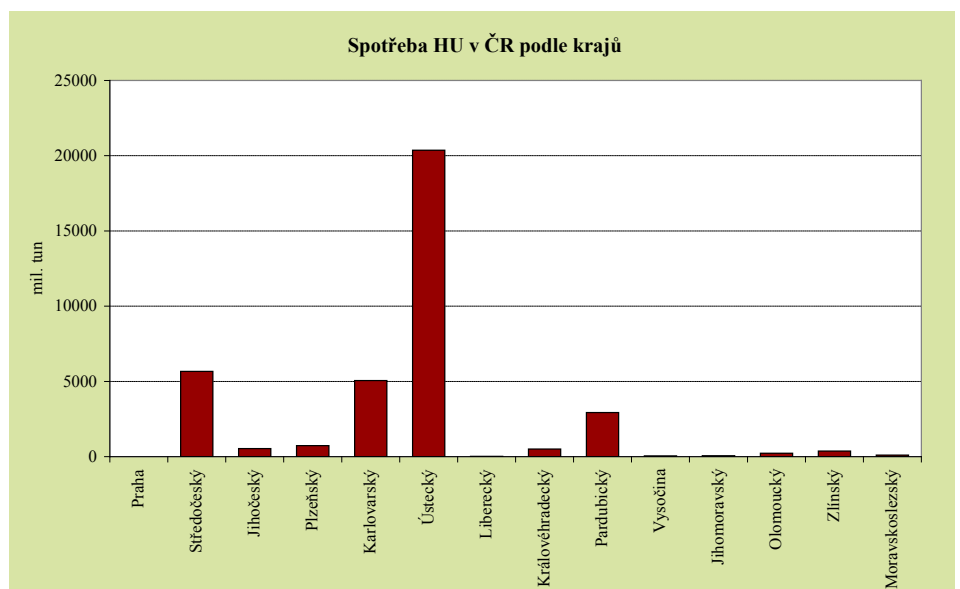
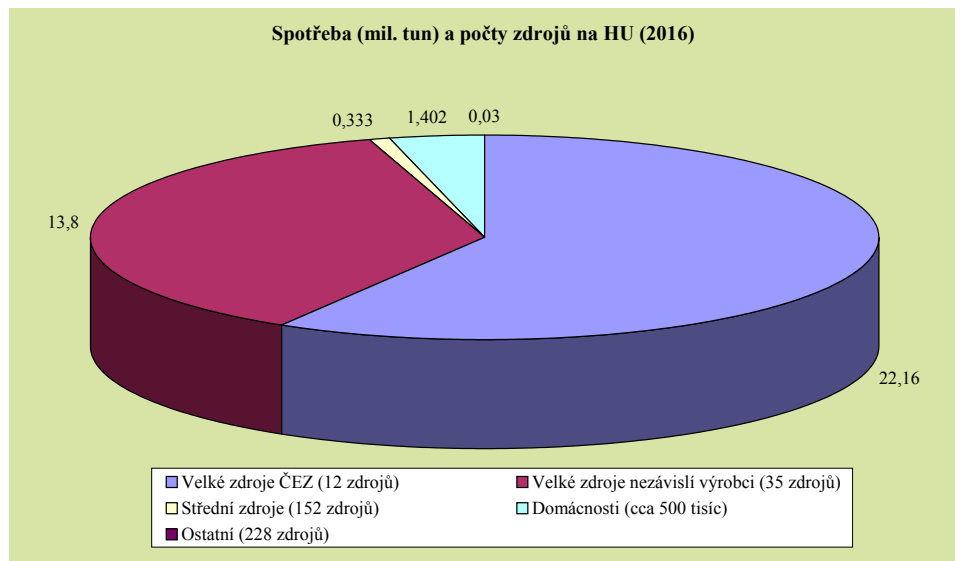
Stranu potřeb trhu HU představuje domácí spotřeba a vývoz HU. Domácí spotřeba HU se v posledních letech ustálila na úrovni cca 37,5 mil. tun, vývoz na přibližně 900 tis. tunách.

Trh HU měřený počtem provozovaných zdrojů a v nich provozovaných kotlů na HU se změnil. Je dnes poměrně úzký, se zcela dominantním postavením velkých zdrojů, systémových elektráren a průmyslových a komunálních tepláren.

Pro trh HU a jeho perspektivu, především jeho průmyslových druhů, je rozhodující spotřeba velkých energetických zdrojů (nad 50 MWt), kterých je v ČR aktuálně v provozu 47 (se 145 práškovými, resp. fluidními uhelnými kotli). V tom je 46 spalovacích zdrojů + plynárna ve Vřesové. Tyto zdroje spotřebovaly v roce 2016 celkem 35,96 mil. tun HU. V tom 12 výroben ČEZ spotřebovalo 22,2 mil. tun HU a 35 výroben ostatních výrobců energie 13,8 mil. tun HU.

Podíl velkých zdrojů na celkové spotřebě HU dnes činí cca 95 %. Jeho nejdůležitější částí je 20 zdrojů s příkonem nad 300 MWt – systémových elektráren a průmyslových a komunálních tepláren patřících ČEZ a nezávislým výrobcům energie.

Druhým nejdůležitějším a dočasně relativně stabilním trhem HU je trh tříděného HU, a to zejména díky spotřebě domácností. Podle ČSÚ (Energ 2017) je v ČR v domácnostech provozováno



resp. „Balíčky“. Spotřeba fosilních paliv, především uhlí, se má utlumovat a nahrazovat bezemisními zdroji.

V oblasti legislativy ochrany klimatu jsou schválena nová pravidla EU ETS pro 4. obchodovací období (pro léta 2021 až 2028), která mají zajistit především růst cen emisních povolenek (což se dosud nepodařilo v žádném z dosavadních obchodovacích období).

Druhou oblastí regulace je legislativa ochrany ovzduší a integrované prevence. Ta je pro svou přímou a razanci dnes považována za účinnější nástroj. Zásadní změnu přinesla Směrnice IED (2010/75/EU), implementovaná do národní legislativy Zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a prováděcí vyhláškou č. 415/2012 Sb. K přípravě uhelných výroben energie na zprísněné emisní limity byl poskytnut časový odklad do poloviny roku 2020 (Přechodový národní plán – PNP), řada uhelných výroben dosáhla i na finanční podporu svých investic.

V době realizace ekologizačních investic, vyvolaných uvedenou vyhláškou, však v roce 2017 došlo ke schválení nových podmínek povolení provozu velkých uhelných spalovacích zařízení, tzv. BAT-LCP. U nejdůležitější kategorie, u HU zdrojů nad 300 MWt došlo:

- ke zprísnění emisních limitů TZL (z 20 mg/m³ dle vyhl. č. 415/2012 až na 8 mg/m³),
- ke zprísnění emisních limitů SO₂ (z 200 mg/m³ až na 130 mg/m³),
- ke zprísnění emisních limitů NO_x (z 200 mg/m³ až na 175 mg/m³),
- ke zprísnění emisních limitů Hg a ke stanovení emisních limitů látek dosud nelimitovaných, tj. NH₃, HCl, HF,
- do limitovaných podmínek provozu se dostala i čistá elektrická účinnost a celkové čisté využití paliva (%) ve velkém energetickém zdroji.

Požadavky na snížení emisí a na zvýšení energetické účinnosti však jdou ale částečně proti sobě, neboť každé další zvyšování účinnosti odlučovacími zařízeními klade nemalý nárok na spotřebu energie a tím snižuje celkovou energetickou účinnost zařízení.

Nové podmínky BAT-LCP zprísní režim monitoringu emisí na vesměs kontinuální, v případě HCl a HF na 4x ročně.

Po oznámení Nařízení v Úředním věstníku začala běžet 4letá lhůta, do kdy se musí provozovatelům energetických zdrojů upravit integrovaná povolení, aby byly v souladu s požadavky BAT-LCP. Jedinou úlevou ze zprísněných podmínek provozu velkých uhelných výroben energie dle BAT-LCP může být poskytnutí časově omezené výjimky. Proceduru upravující postup poskytnutí výjimky má upravit MŽP podrobnou metodikou. Návrh metodiky je v procesu projednávání, obsahuje však složité propočty, zahrnující i tzv. negativní externalitu. Dnes je nevyjasněný jak způsob zpracování žádosti o výjimku, tak i způsob jejího poskytnutí.

Výjimku mohou dostat jen centrální zdroje tepla, které nejméně 50 % vyrobeného tepla dodávají ve formě páry nebo horké vody do soustavy zásobování tepelnou energií, tedy nikoliv kondenzační uhelné elektrárny. Nové podmínky BAT-LCP dnes patří k nejtvrdějším opatřením k regulaci uhelných spotřebičů a je otázkou, jak bude vypadat konečná procedura jejich aplikace.

Pro velké zdroje nad 50 MWt tedy dnes platí dva termíny jejich ekologizace. Emisní limity podle Směrnice IED (a dle zákona č. 201/2012 Sb., a vyhlášky č. 415/2012 Sb.) musí tyto výroby splnit v termínu dle PNP nejpozději do 30. 6. 2020, a nové a ještě přísnější emisní limity dle BAT-LCP do podzimu 2021 (pokud nebude poskytnuta výjimka).

Byla provedena analýza připravenosti velkých uhelných výroben energie na nové legislativní podmínky provozu porovnáním dosahovaných měrných emisí TZL, SO₂, NO_x a rtuti v roce 2016 s emisními limity dle vyhlášky č. 415/2012 Sb. a s emisními limity dle BAT-LCP.

Analýza zjistila velké „neplnění“ emisních limitů dle vyhlášky č. 415/2012, ale ještě větší neplnění přísnějších emisních limitů BAT-LCP. Je zřejmé, že požadavky vyhlášky 415/2012 uhelné výroby energie, díky zařazení do PNP a poskytnutých podpor, bezesporu splní, jak plyne z porovnání meziočnických měrných emisí i z informací o probíhající rozsáhlém procesu jejich ekologizace. Se splněním přísnějších emisních limitů BAT-LCP ale bude mnohem větší problém. Bude chybět jak čas, tak finanční podpora, reálné je i riziko zmaření již provedených investic. V grafu uvádíme výsledky provedené analýzy zachycující, kolik HU zdrojů (výroben energie) v roce 2016 již „plnilo“ emisní limity dle vyhlášky a kolik jich plnilo nové požadavky BAT-LCP.

V případě SO₂ volnější emisní limit BAT-LCP „plnily“ jen 3 zdroje, u emisí TZL jen 27 zdrojů, u emisí NO_x jen 13 zdrojů. Bylo rovněž provedeno hodnocení

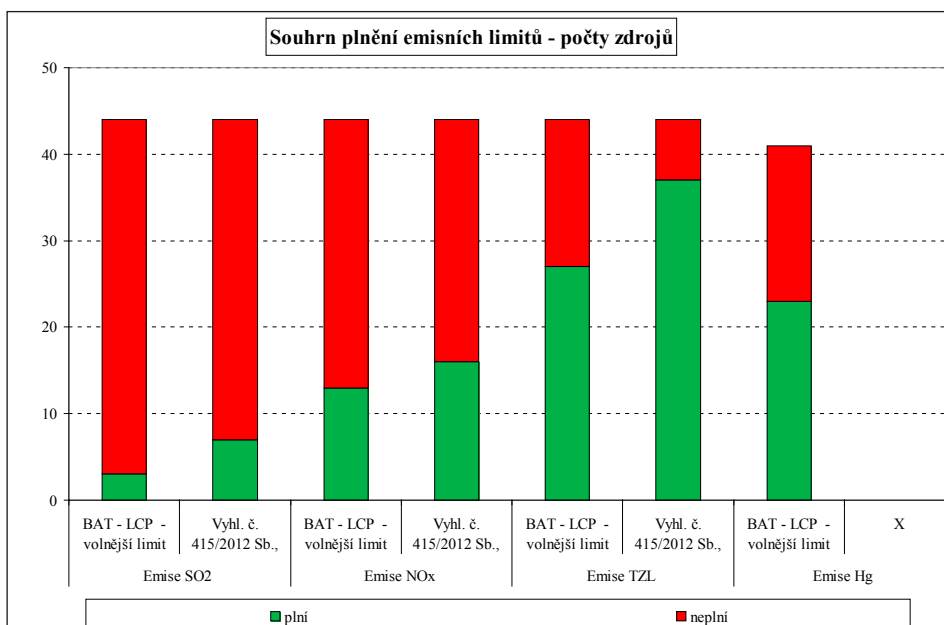
„plnění“ emisních limitů rtuti, které ale narazilo na nekomplexní a méně spolehlivá data o jejich měření.

Tuto relaci „plnění a neplnění“ lze převést i do tepelných příkonů a elektrických výkonů energetických výroben, které ještě více ilustrují rozsah ohrožené části elektrizační soustavy náročností možným nesplněním nových podmínek jejich provozu.

Nové podmínky provozu velkých uhelných výroben energie bezesporu ovlivní jejich dnešní soubor a zredukuje trh HU. Tyto změny budou probíhat hlavně kolem roku 2021, který je rokem, kdy podmínky BAT-LCP začnou platit. Ze 47 analyzovaných HU výroben energie dnes signalizují brzký odchod od uhlí jen dvě (Teplárna Náchod a Teplárna Varnsdorf), 43 HU výroben energie počítá s ekologizací výrobní technologie, přihlásilo se do PNP a s HU počítají i po 1. červenci 2020. To je základním faktorem stabilizace trhu HU minimálně do roku 2021. Jak budoucnost trhu HU ovlivní požadavky BAT-LCP v období od podzimu 2021 je zatím nejasné, je ale zřejmé, že jde dojde k jeho redukcí, protože jde zatím o nejvýraznější zásah do podmínek provozu velkých uhelných výroben energie. Současná pozice ČR při implementaci požadavků BAT-LCP je poměrně vlažná a rezignační, o čemž svědčí nepřihlášení se ČR k žalobám na EK i diskuse kolem připravované metodiky žádostí o poskytnutí výjimek z BAT-LCP.

Jaká je reakce na zprísněné podmínky provozu uhelných spotřebičů? Řada zemí v EU si již stanovila termín ukončení spalování uhlí. Velká Británie do roku 2025, v Německu má konkrétní termín stanovit v první polovině roku 2019 staronová vládní koalice. Úplný odklon od využívání uhlí pro výrobu elektřiny připravuje do roku 2030 Rakousko a Maďarsko a zvažuje ho také Slovensko.

V ČR dnes deklaruje postupný odchod od uhlí po roce 2021 jen ČEZ. Chce do roku 2035 snížit kapacitu svých uhelných elektráren na cca 2800



MWe, přičemž většina uhelných bloků má být odstavena nejpozději do konce roku 2025. Jde o částečné nebo úplné odstavení provozů Ledvice II, Mělník II a III, Pruněřov I, Hodonín. Velký otázník je nad perspektivou Elektrárny Počerady, zda ji prodat či odstavit v režii ČEZ.

Nezávislí výrobci tak razantní odchod od HU nepřipravují, u každého z nich je situace ale odlišná. Z velkých elektráren se počítá jen s ukončením provozu elektrárny Tisová. Hnědouhelné teplárny vesměs svůj provoz neplánují ukončit a chtějí u HU zůstat.

Z uvedených informací plyne, že současné uspořádání elektrizační soustavy ČR jak z hlediska její velikosti, tak i struktury by mělo trvat cca do první třetiny dvacátých let, poté se očekávají rozsáhlé

změny a odstávky kapacit, především uhelných výroben energie.

V ČR bude obtížné nalezení nové podoby energetických mixů při výrobě elektřiny a tepla při realizaci antifosilní energetické strategie EU v ČR, spojené především s výrazným snížením významu uhlí. Nástroje této strategie dnes pokrývají všechny oblasti spotřeby uhlí. Vedle nejvýznamnějšího segmentu trhu HU, na jehož změny se zaměřil tento příspěvek, budou působit zesílená regulační opatření uhelných spotřebičů i v dalších kategoriích jeho spotřeby. V oblasti středních zdrojů jde o implementaci Směrnice č. 2015/2193 (Směrnice MCP) a u zdrojů pod 1 MWt Směrnice o ecodesignu. Při jejich implementaci by ale měl být brán ohled na skutečnost, že ČR má v HU jediný velký domácí

zdroj energie, který je zárukou její dosud velké energetické nezávislosti a snižování jeho podílu v energetických bilancích by mělo mít zvládnutelný průběh.

Ing. Ladislav Pelcl,
VUPEK-ECONOMY, s.r.o.



Uhelné safari 2018, Ing. Jaroslava Kašparová



Situace a perspektivy hnědého uhlí ve střední Evropě

1. Současná produkce hnědého uhlí v Evropě

Hnědé uhlí je v Evropě významnou domácí surovinou. Celkové zásoby se odhadují na 400 mld. t. V roce 2017 bylo vytěženo přes 380 mil. t hnědého uhlí, které společně s černým uhlím zajišťuje téměř čtvrtinu výroby elektřiny v EU. Největšími producenty hnědého uhlí jsou Německo, Polsko, ČR a Řecko (viz obr. 1).

2. Situace a budoucnost hnědého uhlí ve středoevropských zemích

Tento článek je zaměřen na situaci v zemích střední Evropy s významnou těžbou hnědého uhlí. Největším producentem hnědého uhlí v této oblasti je **Německo**, které je zároveň největším producentem hnědého uhlí nejen v Evropě, ale i na světě. V roce 2017 bylo ve třech německých hnědouhelných revírech vytěženo přes 171 mil. t.

Nejvyšší měrou se na této těžbě podílel Rýnský hnědouhelný revír s 91 mil. t, následovaný Lužickým hnědouhelným revírem se zhruba 61 mil. t a Středoněmeckým hnědouhelným revírem s necelými 19 mil. t. Na výrobě elektřiny se hnědé uhlí v roce 2017 podílelo 22,5 %, společně s černým uhlím pak téměř 37 %. Stále platí, že každá **čtvrtá kWh, která se v Německu spotřebuje, pochází z hnědého uhlí.**

Německo v rámci své Energiewende (transformace energetiky) přijalo ambiciózní cíl snížit emise skleníkových plynů do roku 2020 o 40 % ve srovnání s rokem 1990. V oblasti hnědouhelného průmyslu bylo rozhodnuto **převést do tzv. bezpečnostní rezervy 8 hnědouhelných elektrárenských bloků** o celkovém instalovaném výkonu 2,7 GW. První elektrárenský blok byl převeden do bezpečnostní rezervy v roce 2016 a poslední bude převeden

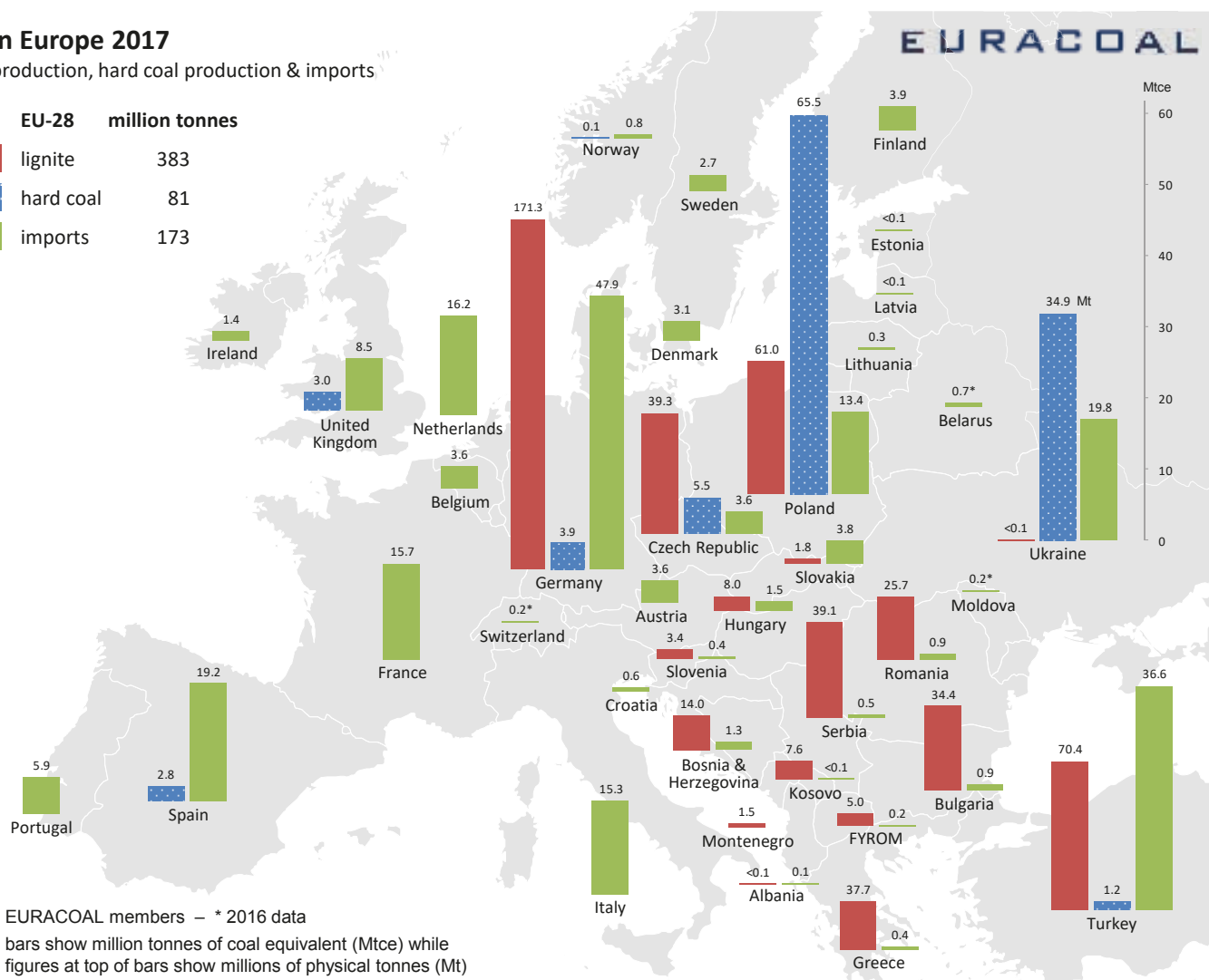
ve roce 2019. Tyto elektrárenské bloky **zůstávají v bezpečnostní rezervě 4 roky a následně budou odpojeni.**

Co se týče **budoucnosti** těžby a užití hnědého uhlí, významný vliv bude mít rozhodnutí „Komise pro růst, strukturální změny a zaměstnanost“, která byla vytvořena v rámci koaliční dohody mezi CDU, CSU a SPD. Komise začala pracovat v červenci letošního roku. Je složená ze zástupců uhelných regionů, průmyslu, obchodních organizací, odborů, ekologických organizací i vědeckých a výzkumných organizací. Působí v ní dvě pracovní skupiny – jedna zabývající hospodářským rozvojem a pracovními místy v uhelných regionech a druhá zaměřená na energetiku a plnění německých klimatických cílů. Dle schváleného harmonogramu má být do konce října předložen návrh na sociální a strukturální

Coal in Europe 2017

lignite production, hard coal production & imports

EU-28	million tonnes
lignite	383
hard coal	81
imports	173



Source: EURACOAL members – * 2016 data

Note: bars show million tonnes of coal equivalent (Mtce) while figures at top of bars show millions of physical tonnes (Mt)



Obr. 2: Elektrárna Niederaußem, jejíž bloky E a F budou v letošním roce v Německu převedeny do bezpečnostní rezervy. Zdroj: RWE Power AG

změny v uhelných regionech. V oblasti energetiky má být o konce roku 2018 stanoven **termín pro odklon Německa od uhlí a předložen akční plán pro postupné uzavírání hnědouhelných elektráren.**

Ministr hospodářství a energetiky Peter Altmaier uvedl, že **odklon od uhlí nebude náhlý a potrvá několik desítek let.** I přes pozvolný odklon od uhlí však zvažuje **snížit výrobu elektřiny z uhlí do roku 2030 na polovinu.** Připustil však, že nebude jednoduché vypořádat se s dvojnásobným úkolem, tj. odstavit do roku 2022 jaderné elektrárny a současně snížit na polovinu výrobu uhelných zdrojů do roku 2030. Aby nebyly ohroženy dodávky energie, navrhuje německý regulátor výstavbu nových plynových elektráren. Zatím však chybí potřebná infrastruktura.

Na záměr Německa snížit výrobu elektřiny z uhlí do roku 2030 na polovinu reagoval **Spolkový svaz energetiky a vodohospodářství (BDEW)** analýzou rozvoje německé elektrárenské flotily. Vyplynulo z ní, že **současný nadbytek výkonu vymizí nejpozději do roku 2023.** BDEW také nedoporučuje spoléhat se na dovoz elektřiny ze zahraničí, protože i v dalších zemích EU je předpokládán pokles výkonu u konvenčních zdrojů a zvýšení poptávky po elektřině. Podle Společného

výzkumného střediska EK by měl výkon v evropských uhelných elektrárnách mezi lety 2016 a 2025 poklesnout ze 150 na 105 GW, do roku 2030 dále na 55 GW. V řadě evropských zemí má přitom klesat i podíl jaderných zdrojů.

Druhou nejvýznamnější evropskou zemí z hlediska těžby hnědého uhlí je **Polsko.** V roce 2017 bylo ve 4 společnostech vytěženo 61 mil. t. Jednotlivé společnosti se na této těžbě podílely následovně: Turów – 6,9 mil. t, Konin – 8,6 mil. t, Belchatów – 42,6 mil. t a Adamów 2,9 mil. t. S těžbou hnědého uhlí se v současné době počítá do roku 2044.

Na výrobě elektřiny se v roce 2017 podílelo hnědé uhlí 31 % a černé uhlí 46 %. Na bázi uhlí tak bylo v Polsku vyrobeno 77 % elektřiny. I v roce 2030 se předpokládá podíl černého a hnědého uhlí v energetickém mixu ve výši zhruba 60 % a v roce 2050 pak ve výši 50 %.

Pro bezpečné a cenově přijatelné zásobování elektřinou Polsko i nadále sází na **využívání domácích uhlí a v energetické politice počítá s náhradou dožívajících uhelných elektráren novými konvenčními zdroji.** V současné době se staví 450 MW hnědouhelný blok v Turowě a ve výstavbě jsou i 4 černouhelné bloky (1 075 MW Kozienice, 910 MW Jaworzno III a 2× 900 MW v Opole). Bylo rovněž rozhodnuto o výstavbě

1 000 MW černouhelného bloku Ostroleka C. **Intenzivně se také pracuje na získání povolení pro těžbu hnědého uhlí v nových lokalitách.** Jedná se lokalitu Złoczew (geologické zásoby 611 mil. t, očekávaná roční těžba 18–20 mil. t), lokalitu Ościsłowo (geologické zásoby 50 mil. t, očekávaná těžba 3 mil. t) a o lokalitu Gubin (geologické zásoby 1 624 mil. t, očekávaná roční těžba 18–20 mil. t.)

30. května 2018 přijala polská vláda **Program pro hnědouhelný sektor do roku 2030 s výhledem do roku 2050.** Program obsahuje 3 scénáře: rozvojový scénář, nerozvíjející a základní scénář. Rozvojový scénář předpokládá otvorku 3 nových hnědouhelných lokalit Legnica, Oczkowice a Deby Szlacheckie, nerozvíjející scénář předpokládá těžbu lokalit s platnými nebo plánovanými povoleními a základní scénář, který je nejpravděpodobnější, počítá s těžbou ve výše uvedených lokalitách Złoczew, Ościsłowo a Gubin.

Ministr energetiky Krzysztof Tchórzewski prohlásil, že energetická bezpečnost Polska je a bude dlouhodobě založena na uhlí. **„Revoluce tady není možná, ale zajistíme evoluční změny“**, uvedl. Jednou ze zvažovaných změn je i oživení projektu výstavby jaderné elektrárny. Rozhodnutí o jaderném programu by mělo padnout do konce letošního roku.

Česká republika zaujímá z pohledu těžby hnědého uhlí 3. místo v EU. V roce 2017 bylo celkem vytěženo 39,3 mil. t, a to ve 4 společnostech: SD 21,7 mil. t, SU 6,9 mil. t, VUAS 7,5 mil. t a Sev.en 3,2 mil. t. Těžba v dolech Bílina a Vršany se plánuje až do roku 2050. V roce 2017 bylo na bázi hnědého uhlí vyrobeno přes 42 % elektřiny. Dle Státní energetické koncepce se v roce 2040 očekává podíl uhlí v energetickém mixu pro hrubou výrobu elektřiny ve výši 11–21 %. Hodnocení SEK bude provedeno v roce 2020.

I naše sousední země na východě a jihu, tj. **Maďarsko** a **Slovensko**, jsou producenty hnědého uhlí. Maďarská produkce v roce 2017 dosáhla v hnědouhelné společnosti Mátraerőmű ZRT s dvěma povrchovými doly Bükkabrány a Visonta 8 mil. t. Podíl uhlí v maďarském energetickém mixu činí v současné době 10 %. Do roku 2020 by měl tento podíl poklesnout na zhruba 5 %. Slovensko ve společnosti Hornonitranske Bane Prievidza produkuje necelé 2 mil. t. hnědého uhlí. V roce 2017 bylo ve 3 hlubinných dolech Nováky, Handlová a Čáry vytěženo 1,8 mil. t. S těžbou se počítá u dolu Handlová do roku 2022, u dolu Nováky do roku 2030 a po tomto období bude ještě pokračovat těžba v dole Čáry.

Další informace o hnědouhelném průmyslu v členských zemích EU, např. v Řecku, Rumunsku a Bulharsku, či o dalších evropských zemích s významnými zásobami hnědého uhlí a výrazným podílem v energetickém mixu, např. v Srbsku nebo Turecku, lze najít v publikaci EURACOAL „Coal Industry across Europe“, 6. vydání – <https://euracoal.eu/library/publications/>

3. Faktory ovlivňující budoucnost uhlí

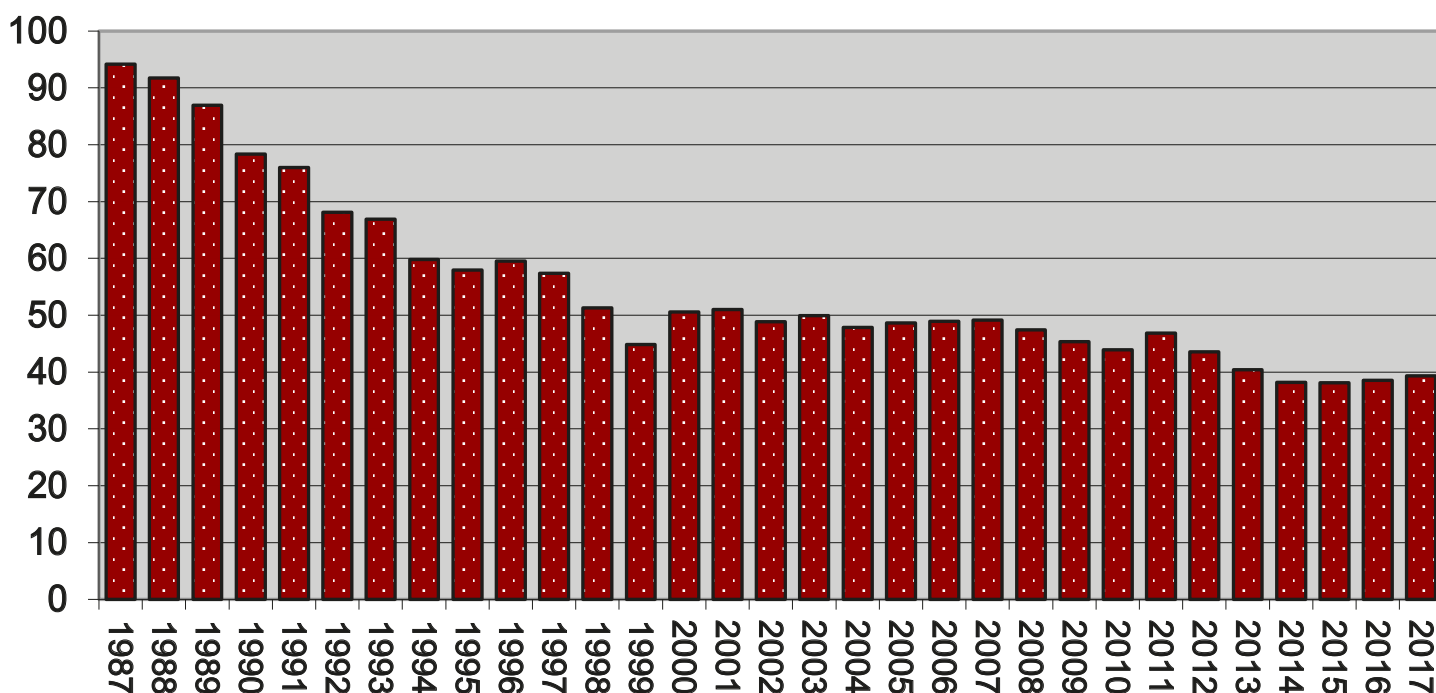
Nejvýznamnějšími faktory, které ovlivní budoucnost uhlí v EU, jsou: energeticko-klimatické cíle EU do roku 2030 a národní energetické klimatické plány členských zemí EU do roku 2030, dále revidovaný evropský systém obchodování s emisními povolenkami (EU ETS), prováděcí rozhodnutí EK o nejlepších dostupných technikách pro velké spalovací zdroje a nařízení o jednotném trhu s elektřinou s diskutovanými emisními standardy pro kapacitní mechanismy. V neposlední řadě je nutno zmínit jako významný ovlivňující faktor konkurenci jiných zdrojů energie.

Klimaticko-energetické EU cíle do roku 2030 požadují 40% snížení emisí skleníkových plynů oproti roku 1990, 32% podíl energie z OZE na konečné hrubé spotřebě energie s přezkumem v roce 2023 pro případné navýšení podílu, a 32,5% zlepšení energetické účinnosti, rovněž s přezkumem v roce 2023. Pro splnění těchto cílů jsou členské státy EU povinny předložit v souladu s nařízením o správě energetické unie do 31. prosince 2019 finální národní klimaticko-energetické plány na období 2021–2030. K 1. lednu 2020 rovněž připraví dlouhodobé strategie s výhledem do roku 2050.

Cílem **revize EU ETS na období 2021–2030**, která vstoupila v platnost na jaře letošního roku, je urychlit snižování emisí skleníkových plynů. Do roku 2030 mají být u sektorů spadajících pod EU ETS sníženy emise o 43 % ve srovnání s rokem 1990. Množství povolenek uváděných na trh se bude od roku 2021 snižovat o 2,2 % ročně. Protože v EU ETS je výrazný nadbytek

povolenek, který snižuje cenu povolenky, usiluje EK o snížení tohoto nadbytku a vyrovnání nabídky a poptávky. Tento proces bude zahájen již od 1. ledna 2019, kdy do rezervy tržní stability (MSR – Market Stability Reserve) budou stahovány přebytečné povolenky. Do MSR bude převedeno i 900 milionů „odložených“ povolenek namísto jejich vydražení v letech 2019–2020. Trh na tato rozhodnutí již reaguje. Koncem srpna vzrostla cena dle údajů Carbon Pulse na více než 20 € t/CO₂. Od začátku letošního roku se cena emisních povolenek zvýšila již o více než 140 %. Analytici předpovídají, že cena povolenek v příštím roce vystoupí až na 25 € a v roce 2020 na 30 €. **Růst ceny povolenky a nákup dražších povolenek bude pro hnědouhelné elektrárny nepříznivým faktorem prodražujícím výrobu elektřiny s očekávaným dopadem na cenu elektřiny.**

Zásadní vliv na budoucnost a náklady uhelných elektráren bude mít prováděcí **rozhodnutí EK o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro velké spalovací zdroje**. V rozhodnutí jsou stanoveny emisní rozsahy, při nichž EK vycházela z teoretických předpokladů a které jsou velmi vzdálené realitě. Týká se to především emisí rtuti a NOx. Jejich splnění by si vyžádalo neúměrné náklady nebo vedlo k uzavření uhelných elektráren. Polsko se proto s podporou Bulharska rozhodlo EK zažalovat. V žalobě poukázalo také na procesní pochybení v průběhu jednání. Žalobu podaly i EURACOAL, německé energetické společnosti i české elektrárny Chvaletice, Počerady a Opatovice. Rozhodnutí o emisních limitech, které budou dle rozhodnutí EK platné od roku 2021, je nyní v rukách Evropského soudního dvora.



Obr. 3: Vývoj těžby hnědého uhlí v ČR v letech 1987–2017. Zdroj: MPO

Nařízení o jednotném trhu s elektřinou s diskutovanými emisními standardy pro kapacitní mechanismy, je vedle již dohodnuté směrnice o podpoře OZE, úspor energie a správně energetické unie jedním z 8 legislativních návrhů z balíčku EK z roku 2016 „Čistá energie pro všechny Evropany“. EK v nařízení předložilo **návrh emisního standardu 550g CO₂/kWh pro zařazení elektráren do kapacitních mechanismů**. Tento emisní standard nezávládnou ani nejmodernější uhelné elektrárny, a dokonce ani některé plynové elektrárny. O návrhu v současné době jedná dialog, tj. EK, EP a Rada.

4. Spravedlivý pohled na hnědé uhlí a jeho příležitosti

Na hnědé uhlí, i uhlí obecně, je třeba mít celostní pohled. Není spravedlivé vyzdvihovat jen emisní stránku a zcela přehlížet jeho přínosy. Předně se nedoceňuje, že hnědé uhlí je **domácím zdrojem energie** a že země disponující tímto zdrojem energie mají výhodu nižší dovozní závislosti. Vzhledem k dovozům jiných zdrojů energie, např. plynu, z politicky nestabilních zemí, a k cenovému vývoji v případě zvýšeného zájmu o tuto komoditu, je existence domácího zdroje nezpochybnitelnou výhodou.

V politických diskusích je bohužel často **podceňována energetická bezpečnost a skutečnost, že v řadě evropských zemí je uhlí páteří zásobování elektřinou a teplem**. EU žádá rychlou dekarbonizaci, ale v těchto zemích bude **energetická transformace** a přechod k nízkoemisním zdrojům vyžadovat delší dobu. Energetickou transformaci nelze provést mávnutím kouzelného proutku. Pro provedení změn je nezbytná dobře promyšlená strategie, aby výsledkem ukvapených

a neuvážených kroků a přecenění přínosu některých zdrojů energie nebyly blackouty a vyřazené neperspektivní regiony.

Bylo by nemoudré nevyužít, co nám příroda nabízí: slunce, vítr, vodu. Jenže příroda nenabízí 24 hodin, ani vždy v dostatečné kapacitě. Pro stále narůstající podíl OZE v energetickém systému, je proto třeba mít flexibilní záložní zdroj, a zde se může velmi dobře uplatnit **hnědé uhlí jako podpora OZE, která pomůže udržet stabilitu sítě**.

Je také třeba si přiznat, že **EU se na globálních emisích podílí nějakými 10 %** a vzhledem k stále ambicióznějším environmentálním cílům **klesá podíl evropského průmyslu i jeho konkurenceschopnost**. EU tak může být do budoucna environmentálním lídrem, ale stěží významným globálním hráčem. Bylo by rozumné oba pohledy vybalancovat.

Je dobrým signálem, že **EK** si začala uvědomovat problémy, které vzniknou v uhelných regionech po ukončení těžby uhlí a uzavření uhelných elektráren, a že ustanovila **Platformu pro transformaci uhelných regionů**. Vzala na vědomí, že existují regiony, ve kterých bude těžba v dohledné době ukončena v důsledku ekonomiky těžby nebo vytěžení ložiska a že tyto regiony si zaslouží podporu při restrukturalizaci. Je potěšující, že bere rovněž na vědomí, že v EU je řada regionů, kde bude těžba pokračovat ještě po desetiletí.

Je proto nutné věnovat náležitou pozornost **uhelnému výzkumu**, aby bylo uhlí možné využívat co nejefektivněji a co nejekologičtěji. Kromě energetického využití hnědého uhlí ve stále účinnějších a flexibilnějších elektrárnách s nižší spotřebou

uhlí a tím i nižšími emisemi, je třeba zmínit i jeho **neenergetické využití**. Jako příklad lze uvést chemický průmysl, kde lze hnědé uhlí využít jako výchozí látku pro výrobu umělých hmot, maziv, dieselového paliva a kerosinu. Zplyňování (CtG) a zkapalňování (CtL) hnědého uhlí jsou v současné době předmětem řady výzkumných projektů. Plyn z hnědého uhlí může sloužit také jako surovina k výrobě vodíku a vodík může být využíván např. pro výrobu elektřiny nebo pro vodíkový pohon automobilů. Vozidlům na vodíkový pohon má i domáci japonská Toyota. Není proto opodstatněné považovat hnědé uhlí jen za zdroj minulosti.

Žádný zdroj energie není zcela bez problémů – využívání plynu je spojeno s dovozní závislostí a výstavbou infrastruktury, výstavba nových jaderných zdrojů je finančně velmi náročná a OZE jsou závislé na rozmarech počasí. Vyuvážený energetický mix může synergicky využít přednosti jednotlivých zdrojů. V takovém energetickém mixu má i domácí, flexibilní a stále ekologičtěji využívané hnědé uhlí u rozumného hospodáře své místo.

Dr. Renata Eisenvortová
člen Výkonného výboru EURACOAL



Nedílnou součástí Dolů Bílina je modernizovaný provoz Úpravny uhlí Ledvice.



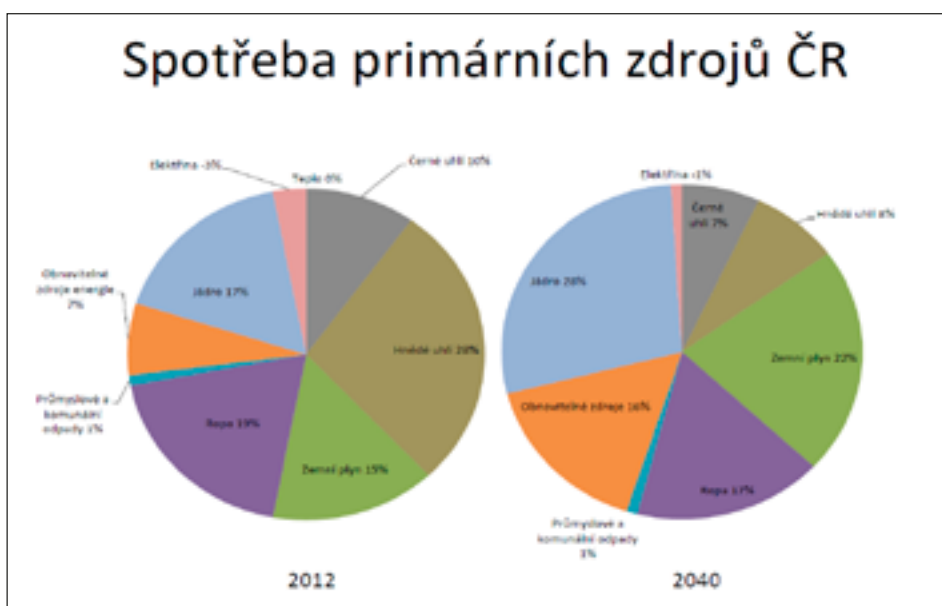
Čisté technologie využití uhlí k výrobě elektřiny a tepla

Abstrakt

Obliba uhlí k výrobě tepla a elektřiny ve vyspělých průmyslových zemích v posledních letech klesá. Mohou za to především postoje politiků v těchto zemích, kteří tvoří nové legislativní zákony a vyhlášky vedoucí ke zpřísnění emisních limitů pro technologie používající uhlí k výrobě elektřiny a tepla. Snahou politiků je patrně přiblížení ceny energií vyráběných z uhlí k ceně stejných komodit vyráběných na bázi obnovitelných zdrojů. To však vede ke snižování konkurenceschopnosti energeticky náročných výrobců na světových trzích. Energetická politika ČR je založena především na uhlí a jaderné energetice. Tyto technologie budou hrát rozhodující roli při výrobě elektřiny a tepla i v budoucnu. Musíme se proto připravit na přechod od současně používaných technologií k tzv. čistým uhelným technologiím, jinak budeme muset v budoucnu značnou část elektřiny nakupovat na světových trzích za světové ceny.

Postavení uhlí mezi primárními zdroji energie

Uhlí je v posledních sto letech jednou z nejvýznamnějších surovin používaných ve světě k výrobě tepla a elektřiny. Jeho použití k těmto účelům je preferováno především v zemích s vlastními vysokými disponibilními zásobami, mezi které patří



Obr. 1: Spotřeba primárních zdrojů energie v ČR v r. 2012 (údaj u elektřiny představuje vývoz)

Zdroj: Územně ekologické limity těžby hnědého uhlí na Mostecku – studie, <http://docplayer.cz/22472392-Uzemne-ekologicke-limity-tezby-hnedeho-uhli-na-mostecku-studie.html>

i ČR. Výši těžby uhlí v posledních letech v nejvýznamnějších zemích světa uvádí tabulka 1.

ČR zaujímá v tomto přehledu významné místo. Na rozdíl od většiny jiných zemí však zde dominuje těžba hnědého uhlí nad těžbou uhlí černého.

Přehled těžby hnědého uhlí v České republice v posledních letech uvádí tabulka 2.

Hnědé uhlí představuje v ČR nejvýznamnější palivo mezi primárními zdroji energie. Většina vytěženého hnědého uhlí se využívá na území ČR k výrobě elektřiny a tepla. Podíl jednotlivých energetických zdrojů na energetickém mixu v ČR v roce 2012 uvádí obr. 1.

Očekává se, že významné postavení uhlí mezi primárními zdroji energie v ČR zůstane zachováno i v dalších letech. Odhadovaný vývoj struktury primárních energetických zdrojů v ČR v dalších letech znázorňuje obr. 2. Předpokládá se pokles spotřeby uhlí k výrobě tepla a elektřiny oproti současnému stavu asi na 1/3 do roku 2040, kdy bude uhlí nahrazeno pravděpodobně hlavně jádrem a částečně pak zemním plynem a obnovitelnými zdroji energie.

Tabulka 1: Největší světoví producenti uhlí (v mil. tun)

Největší světoví producenti uhlí (Mt)			
	2012	2013	2014p
Čína	3 532,5	3 843,6	3 747,5
Spojené státy	953,3	903,7	916,2
Indie	602,9	610,0	668,4
Austrálie	430,8	458,9	491,2
Indonésie	444,5	487,7	470,8
Rusko	329,4	326,0	334,1
Jižní Afrika	258,6	256,3	253,2
Německo	197,0	191,0	186,5
Polsko	144,1	142,9	137,1
Kazachstán	120,5	119,6	115,5
Kolumbie	89,0	85,5	88,6
Kanada	66,5	68,9	69,0
Turecko	71,5	60,4	64,1
Řecko	63,0	53,9	48,0
Česká republika	55,9	49,1	46,9
Ukrajina	67,7	68,8	44,7
Další	358,0	349,2	340,8
Celkem – SVĚT	7 763,9	8 075,5	8 022,5

Zdroj: IEA a <http://oenergetice.cz/elektrina/nova-zprava-iea-o-trendech-v-uhelnem-sektoru/>

Tabulka 2: Přehled těžby hnědého uhlí v ČR (v tis. t)

	2013	2014
Severní energetická	4 348	5 238
Vršanská uhelná	5 945	5 000
SD Doly Bílina	9 801	9 405
SD Doly Nástup	13 865	12 168
SD celkem	23 666	21 573
Sokolovská uhelná	6 497	6 386
Celkem	40 456	38 197

Zdroj: Carbounion Bohemia – Bilance těžby a spotřeby hnědého uhlí v ČR a <http://oenergetice.cz/elektrina/tezba-a-spotreba-uhli-v-ceske-republice/>

Uhlí však bude i po roce 2040 hrát významnou roli při zajišťování primárních energetických potřeb ČR. Aby to bylo možné, bude nutné postavit nové technologické zdroje patřící do skupiny CCT (Clean Coal Technology), které se podílejí menší mírou na produkci CO₂ a znečišťování životního prostředí než současné technologie.

Technologie ekologicky přijatelného využití uhlí

Tyto technologie (CCT) musí splňovat následující ekologické a technické požadavky:

- vysoká účinnost přeměny energie obsažené v uhlí na el. energii,
- nízká produkce škodlivin do ovzduší,
- dekarbonatace spalin (záchyt CO₂ ze spalin),
- nízká produkce odpadů,
- minimální požadavky na spotřebu pomocných látek (např. vápenc pro odsíření či čpavek pro denitrifikační spalin).

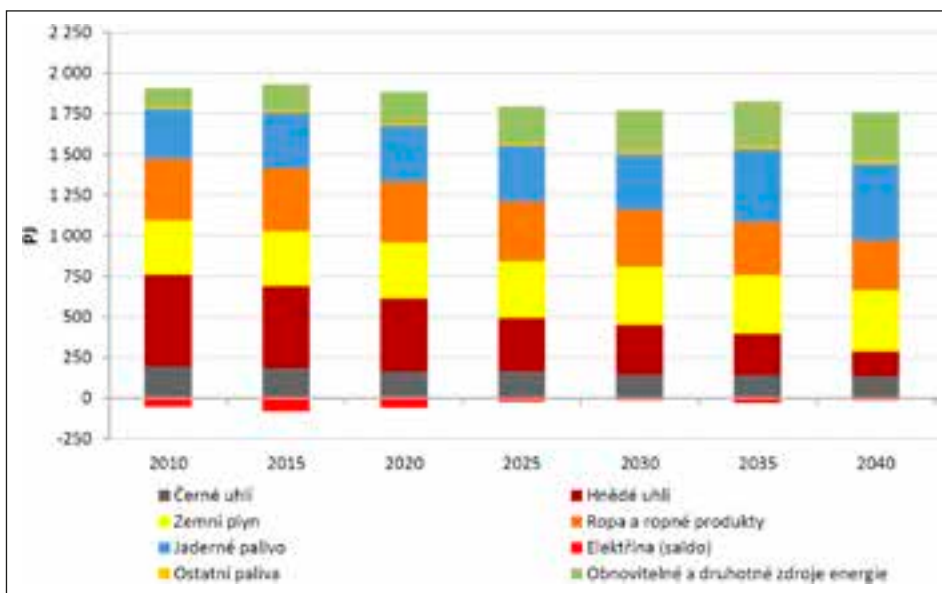
Do skupiny technologií ekologického využití uhlí k výrobě elektřiny a tepla patří následující typy technologií:

- klasické technologie pracující s nadkritickou parou (krit. bod: 374 °C, 22 MPa), vybavené odsířením a denitrifikační spalin, příp. dekarbonatací spalin,
- zplynění uhlí, vyčištění plynu a jeho spalování v turbínách (paroplynové elektrárny),
- spalování uhlí v prostředí kyslíku (oxy-fuel proces),
- tlakové spalování uhlí s plynovou a parní turbínou,
- klasické technologie dovybavené zařízením pro záchyt CO₂ ze spalin,
- technologie s vysokoteplotní karbonátovou smyčkou.

Z těchto technologií ČR zatím využívá pouze technologie s nadkritickou parou v Elektrárně Ledvice a technologie zplynění uhlí, vyčištění plynu a jeho spalování v plynových turbínách v Paroplynové elektrárně SU a.s. ve Vřesové. Tato technologie však není vybavena zařízením pro zpracování zachyceného CO₂, který je ponechán v plynu za účelem zvýšení účinnosti plynové turbíny. V daném uspořádání tedy technologie nevyhovuje požadavkům pro čisté uhelné technologie. Její transformace na tuto úroveň je však technicky proveditelnou záležitostí.

Technologie s nadkritickou parou

Jedná se o oblíbený a ve světě značně rozšířený typ technologií, které dosahují ve srovnání s technologiemi pracujícími s podkritickou parou vyšší účinnosti výroby el. energie. To je však kompenzováno vyšší ekonomickou náročností při stavbě zařízení, protože se pro exponované části kotle používají speciální materiály odolávající dlouhodobě vysokým teplotám, vysokým tlakům páry a silně korozivnímu prostředí. Tento typ technologií



Obr. 2: Odhadovaný vývoj struktury primárních energetických zdrojů v ČR

Zdroj: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/jaderna-energetika/nove-jaderne-zdroje/novy-temelin/proc-nova-jaderna-elektrarna/asek-a-nap.html>

zřejmě představuje pro ČR jednu z nejlepších variant pro budoucí rozvoj uhelné energetiky, pokud budou dovybaveny zařízením na odstraňování CO₂ ze spalin.

V ČR je daná technologie realizována v Elektrárně Ledvice, která má následující parametry:

- kotel s práškovým topeništěm, výška 141 m, 8 ventilátorových mlýnů,
- spotřeba uhlí 72 t/hod.,
- teplota páry je 610 °C, tlak páry 28 MPa, množství páry je 1680 t/hod., tlak napájecí vody 28 MPa,
- blok je vybaven kondenzační turbínou,
- max. elektrický výkon bloku je 660 MW,
- čistá el. účinnost nového bloku je 42,5 %, hrubá el. účinnost 47 %,
- mokrá vápencová metoda odsíření spalin (SO₂ < 150 mg/m³),
- spaliny jsou odváděny do chladicí věže,
- elektrárna spaluje uhlí z Lomu Bílina,
- součástí zařízení není technologie pro zachycování CO₂ ze spalin.

Technologie založené na zplynění uhlí, vyčištění plynu a jeho spalování v turbínách

Tato technologie v modifikované podobě je dnes provozována v Tlakové plynárně Vřesová SU a.s. Původně byla vybudována v 60. letech min. století pro účely výroby svítiplynu pro rozvodné plynárenské síť. Vyrobený plyn je čištěn technologií Rectisol, která umožňuje odstranění CO₂, H₂S, vyšších uhlovodíků a dalších org. látek z plynu. Oxid uhličitý odstraněný z plynu během provozu tlakové plynárny v režimu výroby svítiplynu však nebyl zpracován a ukládán, nýbrž byl vypouštěn do ovzduší. Po přechodu plynárenské soustavy ČR na zemní plyn byla plynárna přestavěna na paroplynovou elektrárnu. Přestavba spočívala především v doplnění technologie o dvě plynové turbíny

s generátory spalujícími vyrobený plyn a dvě parní turbíny s generátory poháněné parou vyrobenou z odpadního tepla spalin. Dále byl upraven provozní režim technologie čištění plynu Rectisol zvýšením teploty pracího média (methanolu), což vedlo k tomu, že hlavní díl CO₂ nebyl již z plynu vypírán. Důvodem úpravy pracovního režimu technologie Rectisol byla úspora provozních nákladů (energie na chlazení pracího média) a dále také skutečnost, že CO₂ ponechaný v plynu zvyšuje účinnost plynové turbíny, protože funguje jako účinné expanzní médium.

Po případném zavedení přísných legislativních požadavků na omezení emisí CO₂ z energetických zdrojů spalujících fosilní paliva by bylo technicky možné přizpůsobit technologii ve Vřesové i k zachytu CO₂ z plynu. Konkrétní způsob úpravy zařízení by se odvíjel od legislativních požadavků (nároků na úroveň snížení emisí CO₂). Při nižších nárocích na snížení emisí CO₂ o méně než 50 % by bylo postačující nastavení technologie čištění plynu Rectisol do původního režimu provozu a dovybavení zařízení o technologii zpracování zachyceného CO₂ (komprese + zkvalnění + skladování kapalného CO₂). Dále by bylo potřeba vyřešit expedici CO₂ do prostoru budoucího úložiště, a to buď po železnici, nebo potrubím. Vhodná úložiště pro ukládání zachyceného CO₂ do podzemí byla vytipována v okolí Žatce.

Při přísnějších legislativních požadavcích na účinnost zachycování CO₂ by bylo zapotřebí technologii dovybavit ještě dalším zařízením. Vyčištěný plyn obsahuje jako hlavní složky vodík a oxid uhelnatý, který není v technologii čištění plynu Rectisol odstraňován. Jeho spalováním ve spalovací komoře plynové turbíny je produkován další CO₂. Moderní technologie tohoto typu realizované ve světě proto obsahují jako další stupeň úpravy plynu technologii katalytické konverze CO v plynu jeho reakcí s vodní parou na CO₂ a vodík. Technologie

odstranění CO₂ z plynu je v tomto případě instalována až za konverzní katalytický stupeň, aby bylo zajištěno odstranění veškerého CO₂ z plynu. Vyčištěný a upravený plyn tak obsahuje pouze vodík. Aby jej bylo možné spalovat ve vhodné turbíně, míchá se vodík obvykle s dusíkem produkovaným v kyslíkárně, která je zapotřebí pro výrobu kyslíku pro tlakové zplyňování uhlí, a která jako další produkt poskytuje dusík.

Jako příklad takové provozní jednotky realizované ve světě je možné uvést Paroplynovou elektrárnu Kemper County realizovanou v USA (Mississippi). Tato elektrárna byla původně postavena jako paroplynová elektrárna používající hnědé uhlí v technologii zplyněného uhlí, konverze CO na CO₂ a spalování vyčištěného plynu v plynové turbíně. El. výkon bloku je 582 MW, roční množství zachyceného CO₂ činí asi 3,5 mil. tun. Provoz elektrárny byl zahájen v roce 2016. Objevily se technické problémy v prvních stupních technologie (výroba plynu), proto byla elektrárna v roce 2017 upravena na provoz na zemní plyn, který je konvertován na CO a vodík tak, aby bylo možné provozovat technologii zachytu CO₂, která pracuje na principu aminové vypírky.

Technologie založené na spalování uhlí v prostředí kyslíku

Jedná se o nový typ technologií (označovaných jako oxy-fuel) vyvíjených speciálně pro účely možného zachycování CO₂. Palivo se v tomto případě spaluje nikoliv ve směsi se vzduchem, nýbrž ve směsi kyslíku (cca 20 %) a CO₂ (zbytek). Spaliny tak obsahují jako hlavní složky pouze CO₂ a vodní páru, takže je relativně jednoduché

jejich zpracování na čistý CO₂. Ten je možné ukládat do podzemí nebo využít k jiným účelům. Schématické znázornění technologie oxy-fuel je na obr. 3.

Technologie je vybavena klasickým zařízením na odstraňování SO₂ ze spalin pracujícím na principu mokré vápencové vypírky. Množství spalin, které je nutné vyčistit od SO₂ a zbit vodní páry, je ve srovnání s klasickým elektrárenským blokem asi pětikrát nižší, protože spaliny neobsahují dusík ze spalovacího vzduchu. Množství recyklovaných spalin je asi čtyřikrát větší než množství spalin odváděných ke zpracování.

Pilotní jednotka technologie oxy-fuel byla postavena v německém Schwarze Pumpe a uvedena do provozu v září 2008. Výkon zařízení je 30 MWel, účinnost odstranění CO₂ cca 95 %, čistota produkovaného CO₂ vyšší než 99 %. Náklady na odstraňování CO₂ se pohybovaly kolem 20 €/t. Zachycený CO₂ byl ukládán v salinném aquiferovém zásobníku Altmark (vytěžené plynové ložisko). Jeho kapacita je odhadována na 508 mil. t CO₂. Doprava zkapalněného CO₂ byla realizována nákladními automobily. V roce 2010 byl provoz zařízení ukončen z důvodů protestů obyvatelstva v místě ukládání CO₂.

Technologie oxy-fuel je jistě jednou z technologií, které najdou průmyslové uplatnění při energetickém využití uhlí v budoucnosti. Její aplikace je však možná pouze v podobě nových elektrárenských bloků. Nevýhodou je nutnost stavby kyslíkárny oproti stávajícím technologiím, výhodou pak menší zařízení pro zpracování spalin a skutečnost, že v procesu spalování bez dusíku vzniká minimum oxidů dusíku, které pocházejí především z paliva.

Technologie založené na tlakovém fluidním spalování uhlí s plynovou a parní turbínou

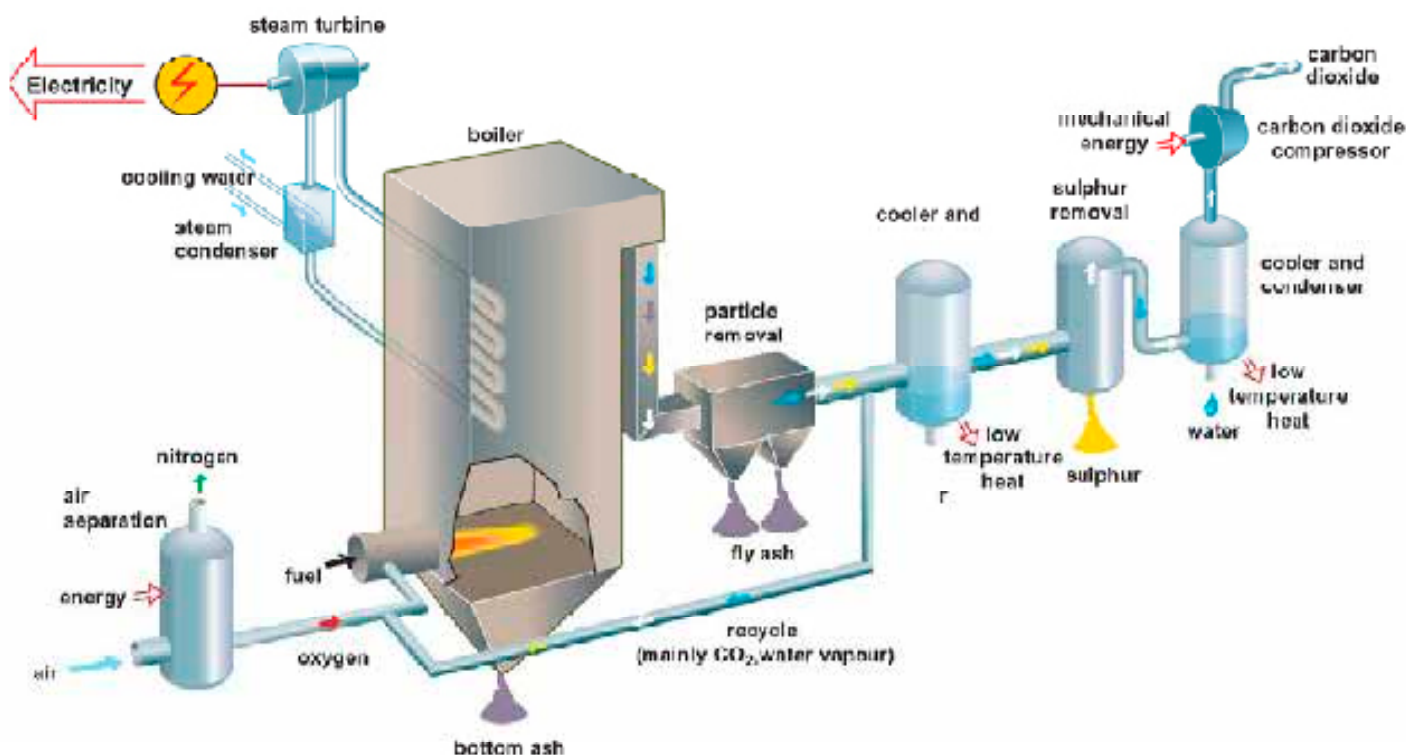
Tyto moderní technologie spalování uhlí za zvýšeného tlaku (až 1,6 MPa) se do provozní praxe začínají prosazovat v posledních 20 letech. Aby byl umožněn provoz spalovacího kotle při zvýšeném tlaku, je celé spalovací zařízení umístěno v tlakové nádobě, do které je pod zvýšeným tlakem přiváděn komprimovaný spalovací vzduch. Tento vzduch, který slouží jako tepelná ochrana vnějšího tlakového pláště, se po předehřátí teplem sálajícím ze spalovacího kotle používá jako spalovací vzduch. Konstrukce vlastního spalovacího zařízení tedy nemusí být v tlakovém provedení, protože na obou stranách zřízení je přibližně stejný tlak.

Základní pracovní podmínky provozu tlakových spalovacích kotlů:

- spalovací teplota: 850 – 900 °C
- tlak: až 1,6 MPa
- účinnost procesu: cca 45 % pro výrobu el. energie
- produkce el. energie v parní turbíně: cca 80 %
- produkce el. energie v plynové turbíně: cca 20 %, turbína pohání také vzduchový kompresor

Elektrárna pracující na principu tlakového spalování uhlí má ve srovnání s klasickou elektrárnou následující výhody:

- menší velikost zařízení,
- vyšší účinnost spalování,
- možnost účinného omezení emisí již ve spalovacím zařízení (při zvýšeném tlaku je lepší koeficient přestupu hmoty).



Obr. 3: Schématické znázornění technologie oxy-fuel

Zdroj: <https://hub.globalccsinstitute.com/publications/defining-ccs-ready-approach-international-definition/b2-oxy-fuel-based-capture>

Nevýhodou je složitější konstrukce zařízení daná nutností tlakového provedení technologie.

Schématické znázornění technologie tlakového fluidního spalování je na obr. 4. Tyto jednotky tlakového fluidního spalování byly realizovány na mnoha místech na světě, např. Stockholm (Švédsko), Escatron (Španělsko), Tidd (USA), Wakamatsu (Japonsko), Cottbus (Německo) a další.

Klasické technologie dovybavené zařízením pro zachyt CO_2 ze spalin

V těchto případech se předpokládá, že současně provozované technologie výroby elektřiny a tepla budou dovybaveny zařízením pro zachyt CO_2 ze spalin. V současné době jsou vyvíjeny technologie pracující na principu absorpce CO_2 v alkalických pracích roztocích nebo technologie adsorpce CO_2 na vhodných adsorbentech. Schématické uspořádání absorpční technologie zachytu CO_2 ze spalin je na obr. 5.

Jako prací roztoky se používají buď roztok amoniaku nebo roztoky org. aminů ve vodě. Firmy vyvíjející tyto technologie mají obvykle patentově chráněno své složení pracího roztoku, který kromě alkalické složky a vody obsahuje také různé anti-korozní přísady a stabilizátory.

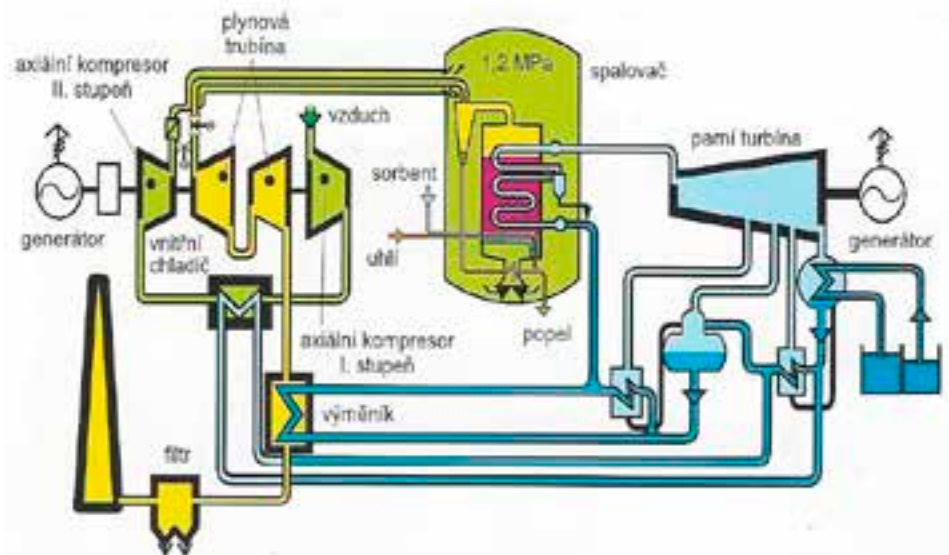
Tyto technologie jsou provozně realizovány na dvou uhelných elektrárnách v Kanadě (Boundary Dam) a v USA (Thompson). V prvním případě je k zachytu CO_2 ze spalin použita aminová vypírka vyvinutá firmou Cansolv, která je instalována na uhelném bloku o el. výkonu 130 MW. Technologie byla uvedena do provozu v roce 2016, ročně zachytí asi 1 mil. t CO_2 .

V případě uhelné elektrárny Thompson (Texas) je použita aminová vypírka vyvinutá firmou PETRA NOVA, která je nainstalována na uhelném bloku o výkonu 650 MW. Zařízení bylo uvedeno do provozu v roce 2017 a zachytí asi 1,6 mil. t CO_2 ročně. Zachycený CO_2 je vtlačěn do nedalekého ropného ložiska, což přispívá k podstatnému zvýšení jeho výtečnosti.

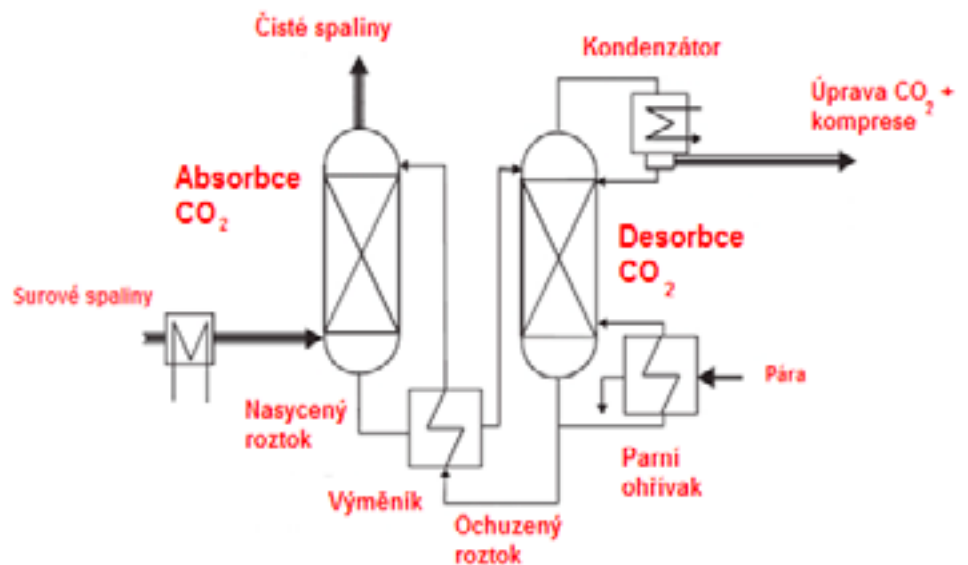
Další technologií vyvíjenou pro zachyt CO_2 ze spalin je technologie pracující na principu adsorpce CO_2 na vhodných adsorbentech s následnou termickou desorpce zachyceného CO_2 zvýšením teploty. Tuto technologii označovanou jako VeloxoTherm (adsorpční kolo) vyvíjí firma Inventys. Schématické znázornění technologie VeloxoTherm je na následující obrázku č. 6.

Jednotlivé segmenty adsorpčního kola jsou vyplněny speciálním strukturovaným adsorbentem na bázi aktivního uhlí. Fotografie modulů tvořících výplň kola je na obrázku 7.

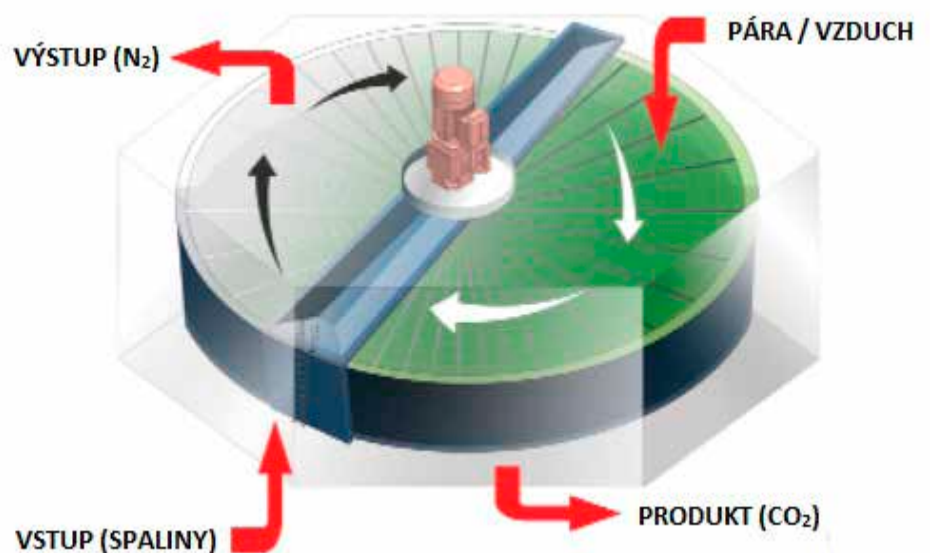
Zachyt CO_2 ze spalin v adsorpčním kole probíhá při teplotách 50–60 °C (spaliny za výstupem z odsířeni). Regenerace sorbentu saturovaného CO_2 se provádí zahřátím pomocí vodní páry, přičemž dojde u desorpce CO_2 v čisté podobě. Po jeho následném ochlazení (kondenzace vody) je možné CO_2 z plynu komprimovat a zkapalnit. Provoznímu nasazení této technologie zatím brání nízká



Obr. 4: Schématické znázornění technologie tlakového fluidního spalování uhlí
Zdroj: Roubíček V., Buchtele J.: Uhlí – zdroje – procesy – užití; Montanex 2002.



Obr. 5: Schéma absorpční technologie odstraňování CO_2 ze spalin
Zdroj: Výzkum vysokoteplotní sorpce CO_2 ze spalin s využitím karbonátové smyčky, projekt Hitecarlo, NF-CZ08-OV-1-005-2015.



Obr. 6: Schéma technologie VeloxoTherm

Zdroj: <http://inventysinc.com/>



Obr. 7: Moduly tvořící výplň jednotlivých segmentů adsorpčního kola
Zdroj: <http://inventysinc.com/>

chemisorpce škodlivin (SO_2 , CO_2) na vhodných alkalických sorbentech, nejčastěji na CaO . Aby dané chemické reakce probíhaly s dostatečnou rychlostí, je třeba pracovat při vyšších teplotách (ideálně kolem 650°C). Reakční teplo, které se uvolní při reakcích SO_2 a CO_2 se sorbentem,

a využití je však třeba aplikovat moderní technologie ze skupiny CCT, které mají vysokou účinnost a nižší vliv na životní prostředí. Budoucnost využití uhlí závisí především na vývoji klimatických podmínek způsobujících zvyšování teploty na Zemi. Podle vědeckých modelů je bezpodmí-

„Budoucnost naší planety závisí na tom, jak dobře a jak rychle se vše podaří realizovat. Času už moc nezůstává.“

přechází do spalin a je využitelné k výrobě vysokotlaké páry. Regenerace produktů čištění se provádí jejich zahřátím na teploty nad 850°C , při kterých se uhlíčenat vápenatý vzniklý v procesu dekarbonatace spalin rozloží zpět na oxid vápenatý a CO_2 o vysoké koncentraci. Ten je možné po ochlazení a kompresi zkapalnit. Síran vápenatý, který se tvoří při odsíření spalin, je tepelně stabilní a při teplotách do 1300°C se nerozkládá. Proto je nutné jej z procesu oddělovat a nahrazovat novým vápencem. Jak zařízení pro chemi-

nečně nutné udržet koncentraci CO_2 v ovzduší pod 0,045 % obj. Tato koncentrace by měla zajistit zvýšení průměrné teploty Země o max. 2°C ve srovnání s dlouhodobým stavem. Udržení limitní koncentrace CO_2 v ovzduší na výše uvedené hodnotě nebude technicky možné bez instalace technologií zachycování CO_2 ze spalin vznikajících při spalování uhlí a dalších fosilních paliv. Ve světě je v posledních 30 letech k tomuto účelu vyvíjena řada technologií, z nichž některé již byly realizovány i v provozním měřítku. Česká repub-

„Uhlí je určitě energetickou i chemickou surovinou s velkou budoucností.“

sorpci škodlivin ze spalin, tak i zařízení pro regeneraci sorbentu používají fluidní reaktory, které zaručí vysokou rychlost výměny tepla i hmoty. Schématické znázornění procesu vysokoteplotní karbonátové smyčky je na obr. 8. Technologie vysokoteplotní karbonátové smyčky pracující s fluidní vrstvou sorbentu má následující výhody:

- intenzivnější přestup tepla a hmoty ve srovnání se stacionární vrstvou sorbentu,
- menší velikost zařízení,
- stejná teplota v celém prostoru reaktoru,
- současné odsíření a dekarbonatace spalin,
- možnost separace těžších částic síranu vznikajících reakcí SO_2 s adsorbentem.

Nevýhodou procesu karbonátové smyčky je skutečnost, že jej nelze aplikovat na již provozované elektrárenské bloky, protože čističí zařízení je integrováno do vysokoteplotní části spalínového traktu a vyžaduje jinou konstrukci celého zařízení.

Technologie vysokoteplotní karbonátové smyčky je zatím realizována pouze v pilotním měřítku. To slouží k ověření a testování celého procesu. Největší pilotní zařízení je v provozu v Elektrárně La Pereda (Španělsko). Jednotka má výkon 1,7 MWth a pracuje se dvěma fluidními reaktory o průměrech 70 cm a výškách 15 m.

Závěr

Uhlí je určitě energetickou i chemickou surovinou s velkou budoucností. Pro jeho zpracování

lika, jejíž energetický mix je založen především na hnědém uhlí, má pro realizaci technologií zachytu CO_2 ze spalin dobré předpoklady (Paroplynová elektrárna ve Vřesové). Provozované uhelné elektrárny bude nutné výhledově dovybavit technologií zachytu CO_2 pracující na principu absorpce nebo adsorpce. U nově realizovaných zdrojů bude výhodnější zvolit některou z technologií, které vykazují příznivější ekonomické parametry (oxy-fuel, vysokoteplotní karbonátová smyčka). Posledně zmíněná technologie je velmi vhodná také pro zachyt CO_2 z technologických zdrojů (např. cementárny). Zavedení CCT a technologií zachycování CO_2 ze spalin do provozní praxe je záležitostí politických rozhodnutí, nikoliv technologických limitů. Budoucnost naší planety závisí na tom, jak dobře a jak rychle se vše podaří realizovat. Času už moc nezůstává.

Doc. Ing. Karel Ciahotný, CSc.,

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.

Ustav plyných a pevných paliv a ochrany ovzduší
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze



Obr. 8: Schéma procesu vysokoteplotní karbonátové smyčky.

Zdroj: Výzkum vysokoteplotní sorpce CO_2 ze spalin s využitím karbonátové smyčky, projekt Hitecarlo, NF-CZ08-OV-1-005-2015.

sorpční kapacita sorbentu použitého pro záchyt CO_2 . Firma Mitsubishi však vyvíjí speciální sorbent na bázi organických polyaminů, který má pro CO_2 podstatně vyšší sorpční kapacitu. Provozní náklady této technologie jsou ve značné míře ovlivněny právě tímto parametrem.

Technologie s vysokoteplotní karbonátovou smyčkou

Technologie s vysokoteplotní jsou vyvíjeny speciálně s cílem využití procesního tepla uvolňovaného v procesu zachytu CO_2 , což vede ke snížení provozních nákladů čističích zařízení i menšímu poklesu čisté el. účinnosti bloku ve srovnání s jinými technologiemi. Technologie vysokoteplotní karbonátové smyčky pracují na principu

Nové uhelné technologie budoucnosti pro zplyňování uhlí

1. Úvod

Zplyňování (gasifikace) je pojem obecně užívaný pro termickou přeměnu hlavně tuhých paliv na plynné palivo. Například, uhlí může být takto přeměněno na palivový nebo syntézní plyn, složený hlavně z vodíku a oxidu uhelnatého. Důvodem ke zplyňování uhlí a spolu-zplyňování s biomasou a odpady může být následně zlepšené využití, doprava apod. plynného paliva, výroba chemikálií, kapalných paliv a často výroba plynu pro efektivní využití v kombinovaných cyklech s vysoce-účinnou výrobou elektrické energie nebo kombinovanou výrobou elektrické energie a tepla. Pevná paliva pro zplyňování zahrnují uhlí, biomasu (hlavně dřevo), petrochemický koks, hořlavé břidlice, těžké oleje a pevné odpady. Konverze syntézního plynu na kapalná paliva je také doprovázena reformovací procesem (konverze CH_4 a jiných uhlovodíků na CO a H_2) a katalytickou konverzí části CO na CO_2 pomocí reakce s vodní parou (tzv. WGS proces), kterou se upravuje poměr H_2/CO v plynu, který slouží potom k následné výrobě kapalných paliv katalytickými procesy (např. Fischer-Tropschův proces). Nejdůležitější a k vlastnímu pojmu zplyňování je nejbližší zplyňování tuhých paliv.

Transformace pevných paliv na plynná paliva zahrnuje obecně následující procesy:

1. Vypařování vlhkosti
2. Pyrolyzu a následné uvolnění těkavých látek
3. Sekundární reakce ofrchavých látek v plynné fázi
4. Heterogenní reakce uhlikatého zbytku na plyny (hoření a vlastní zplyňování uhlíku)
5. Transformaci minerálních látek z původního paliva na popel.
6. Zdrojem tepla jsou buď spalovací (exotermní) reakce nebo dodávka tepla z okolí

2. Technologie zplyňování uhlí

Zplyňovací zařízení vhodné zvláště pro kombinované paroplynové cykly (IGCC) [1–3].

Základní rozdělení zplyňovacích technologií je podle velikostí částic uhlí, jejich pohybu v zařízení a provozní teploty. Podle těchto parametrů se obvykle rozdělují zplyňovací technologie na tři typy: s nehybnou či pomalu se sunoucí vrstvou větších částic uhlí (nad asi 10 mm), s fluidní vrstvou (stacionární nebo cirkulující) a s hořákovým zplyňováním (entrained flow gasification) malých částic uhlí (pod asi 0,1 mm).

V případě zplyňovacích reaktorů s pomalu klesajícím ložem uhelných částic (např. v kombinátu Vřesová) se využívá tlakové technologie, uhlí se přivádí shora a pomalu klesá v reaktoru do dolní části, kde se přivádí kyslík s vodní parou. Tam je nejvyšší

teplota (teplota stoupá shora směrem dolů). Teplota v dolní části reaktoru je buď pod teplotou tání popela nebo (při výtavném uspořádání, typ BGL) je teplota vyšší než bod tání popela. V důsledku relativně nižších teplot v horní části reaktoru, kde se odvádí surový plyn, je v surovém plynu relativně vysoká koncentrace dehtových sloučenin. Dodávání uhlí do tlaku vyžaduje tzv. systém tlakových zásobníků s oddělovacími zámky (pressurized lock hoppers system).

Zplyňovací reaktory s fluidní vrstvou se vyznačují tím, že zplyňovací plynné médium (směs vzduch/pára nebo O_2 /pára) zároveň udržuje vrstvu částic uhlí a popela ve vznosu (fluidační médium). Teplotní pole je ve fluidní vrstvě vyrovnané (uniformní, izotermní) a teplota ve fluidní vrstvě (obvykle 830–920 °C) je pod teplotou tavení popelovin, aby nedocházelo k aglomeraci částic popela. Podle typu zařízení je většina popela odváděno přes cyklon (zařízení s cirkulující fluidní vrstvou) nebo z fluidní vrstvy spodem, jako tzv. spodní popel. V důsledku podmínek zplyňování konverze uhlí u fluidního zplyňování není nikdy 100 % (jsou ztráty uhlíku v popelu) a surový plyn obsahuje obvykle významné koncentrace dehtových aromatických sloučenin. Zařízení s fluidní vrstvou mohou být provozována jak za atmosférického tlaku, tak i za zvýšeného tlaku.

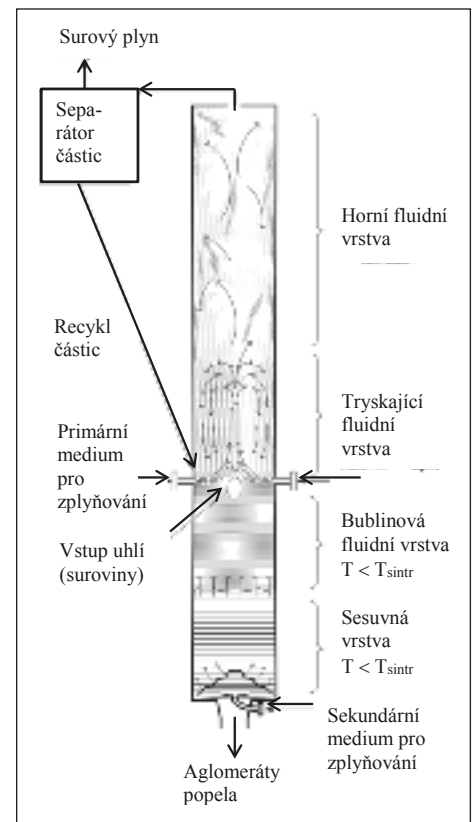
U hořákového zplyňování uhlí může být uváděno nahoře nebo blízko spodku reaktoru bočními hořáky. Částice uhlí se mohou pohybovat směrem dolů nebo směrem nahoru. Ke zplyňování se používá směs $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ pára, aby se dosáhlo vyšší teploty (obvykle nad 1 300 °C, nad teplotou tání popela). Popel se tudíž odvádí v podobě taveniny (strusky). V případě jak systému s pohybem částic směrem dolů, tak i nahoru se také surový plyn pohybuje stejným směrem jako částice (soproud). Teplotní profil je v hořákovém zplyňovacím reaktoru prakticky blízko izotermnímu chování, s výjimkou oblasti, kde probíhá hlavně spalování. Doba prodlení části uhlí ve zplyňovacím reaktoru je krátká, několik sekund. Vysoká teplota má výhodu v tom, že se termicky rozloží dehtovité látky (plyn je směsí H_2 , CO , CO_2 , H_2O a něco málo CH_4). U vyrobeného plynu je důležité využití citelného tepla (např. výroba vysokotlaké páry). U hořákového zplyňování uhlí je možné využít také dvou-
stupňový zplyňovací proces. Komerční hořákové zplyňovací reaktory pro vyšší provozní tlak s odváděním roztaveného popela a využitím citelného tepla vyrobeného plynu jsou velmi užitečné pro IGCC aplikace i pro výrobu vodíku, amoniaku a metanolu, protože neobsahují dehty v surovém plynu. Několik typů hořákových zplyňovacích uspořádání, vyvinutých a postavených firmami

GE, Shell, Siemens, CB&I, MHI a Thyssen-Krupp prokázalo svoji velmi dobrou využitelnost pro tyto účely [1–2] (IGCC a polygenerace pro výrobu chemikálií).

3. Nové technologie zplyňování uhlí a kombinace IGCC se zachycováním CO_2 (IGCC-CCS procesy)

3.1 Nová technologie využívající kombinace pomalu se sunoucího lože a fluidní vrstvy s vnitřní cirkulací (INCI).

Pro zplyňování nízko-kvalitních popelnatých uhlí, hlavně prachových zbytků (pod 0,25 mm) z těžby a úpravy uhlí a kvůli snížení investičních nákladů byla vyvinuta tato technologie INCI [1,4,5]. Technologie (obr. 1) využívá na vstupu suchého uhlí a je založena na kombinaci pomalu se sunoucí vrstvy a fluidní vrstvy v jedné reakční komoře. Vstupní proudy plynných jsou rozděleny na dva (do sunoucí se vrstvy a pro tvorbu tryskající fluidní vrstvy). Směsi plynů mohou obsahovat kyslík s vodní parou, O_2+CO_2 nebo i kombinované směsi, dokonce i s menší koncentrací dusíku. Výstupní teplota plynů může být (podle chování

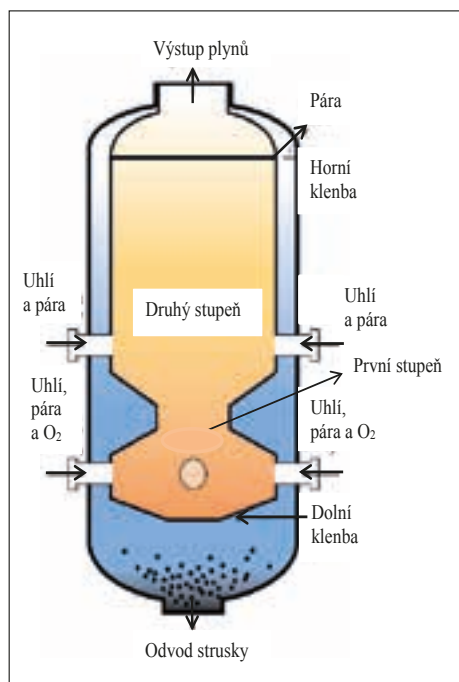


Obr. 1 Schéma reaktoru INCI s kombinací sunoucí se vrstvy ve spodní části zplyňovacího reaktoru a fluidní vrstvy s vnitřní cirkulací v horní části reaktoru [4]

popelovin) asi 1 000 až 1 100 °C, provozní tlak 20–30 barů, čímž se snižuje potřeba kyslíku pro spalovací proces a vývoj tepla ve srovnání s hořákovým zplyňováním. Popel není roztaven, jen může aglomerovat a klesat do spodní části, kde ovšem uhlík, i v popelových aglomerátech, je oxidován a zplyňován. Výstupní spodní popel má údajně obsah uhlíku pod 5 %. Uvádí se, že tento koncept zlepšuje účinnost IGCC asi o 3–5 % při snížení investičních nákladů o 20–30 % oproti hořákovému výše-teplotnímu zplyňování. Výstupní plyn při teplotě nad asi 1050 °C už má jen nízký obsah dehtu. Další energetické úspory se mohou dosáhnout vhodným uspořádáním chlazení surového plynu (pro další čištění s využitím absorpce) s využitím citelného tepla plynu k ohřevům a tvorbě páry [4,5].

3.2 Dvou-stupňová hořáková technologie TPRI

V Číně (Huaneng Clean Energy Research Institute) byl vyvinut dvoustupňový hořákový způsob zplyňování (známý jako TPRI zplyňovací reaktor) založený na dvou-stupňovém uvádění suchého uhlí do reaktoru, přičemž v dolním stupni reaktoru se uvádí uhlí (asi 80 % celkového množství) s kyslíkem a vodní parou, kde hlavním procesem je hoření (teplota nad 1400 °C) a v horním stupni se uvádí uhlí (asi 20 % celkového množství) a vodní pára pro využití tepla z dolní části pro zplyňování (obr. 2). Teplota výstupního surového plynu je asi 900 °C. Zařízení se může dodávat s chladičem pro využití tepla pro výrobu páry nebo s přímým chlazením pomocí odpařování vody (hlavně pro následnou WGS reakci a výrobu chemikálií a paliv). Jako palivo se dá použít hnědé i černé uhlí, petrochemický koks apod. Pilotní jednotka o kapacitě 36 t uhlí/den sloužila k ověření



Obr. 2: Dvou-stupňový hořákový zplyňovací reaktor TPRI [2]

použitelnosti této technologie a účinnosti zplyňování. Konverze uhlíku dosahovala více než 98,9 % při energetické účinnosti (jako studený plyn) nad 83%. [1,2].

3.3 Technologie IGCC pro dosažení vyšších koncentrací CO₂ pro CCS procesy

Princip oxy-fuel zplyňování vychází ze stejného principu jako oxy-fuel spalování, tj. z náhrady vzduchu směsí kyslík a CO₂. Dále se předpokládá vysokoteplotní čištění produkovaného plynu, spalování plynu v komoře pomocí směsi kyslíku s CO₂ [5,6], využití tepla spalin ke generaci páry, parní okruh s parní turbínou, ochlazení spalin, separace CO₂ v absorbéru a částečné využití CO₂ pro zplyňování a pro sekvestraci či aplikaci metody CCU. Schéma zařízení je na obr. 3 [5,6]. Horký surový plyn pro čištění musí být zředěn, protože vysoká koncentrace CO v surovém plynu vede při ochlazení na teploty 400–700 °C ke generaci sazí. Aby se snížila tvorba sazí, je plyn ředěn horkými spalinami, které obsahují CO₂ a vodní páru [5,6]. Samotná vodní pára by byla nevhodná k ředění, protože by významně zvyšovala rovnovážnou koncentraci H₂S v čištěném plynu [5,6] při využití sorbentů sloučenin síry na bázi ZnO a ZnFe₂O₄. Výhodou oxy-fuel procesu svázaného s IGCC je celkově vyšší účinnost celého procesu (asi 40–42 %) ve srovnání s IGCC s odstraňováním CO₂ po snížení teploty plynu, aplikaci WGS procesu pro zvýšení koncentrace CO₂ a separaci CO₂ klasickými způsoby. Účinnost celé takové kombinace IGCC+CCS procesu je pod 38 %.

3.4 Technologie využívající kombinace zplyňování a palivových článků (IGFC)

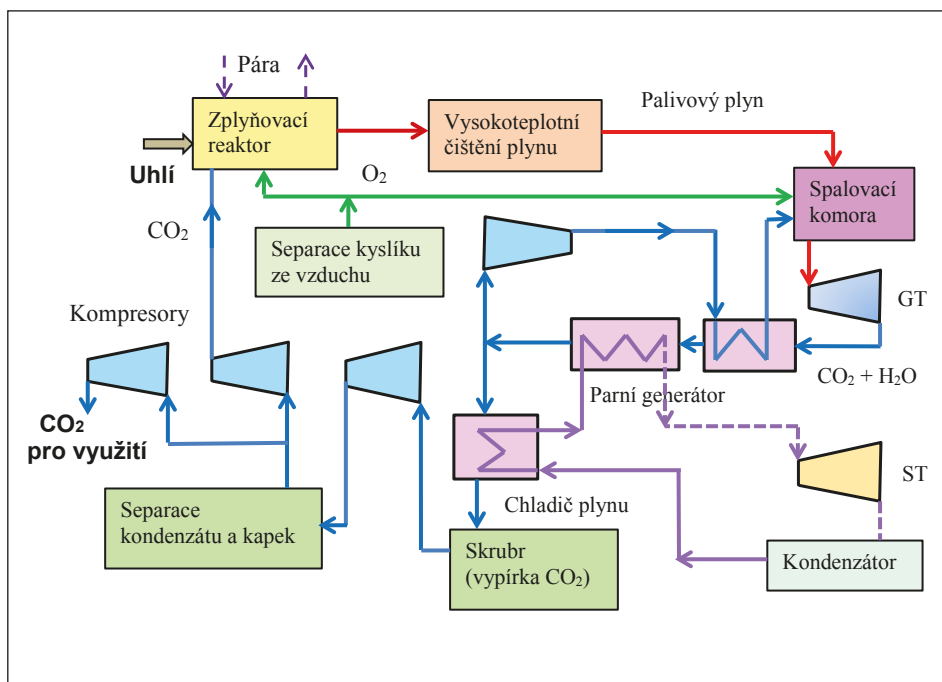
Další možnost jak zvýšit účinnost výroby elektrické energie na bázi uhelného zplyňovacího

procesu je kombinace zplyňování, středně nebo vysoko-teplotního čištěním palivového plynu a využití palivových článků (MCFC nebo SOFC). Výhodnější se zdají pro tento účel palivové články typu SOFC (Solid Oxide Fuel Cell), protože mohou pracovat při vyšších teplotách (nad 700 °C), mohou dosahovat vyšší účinnosti a jako palivo mohou využívat dokonce i metan, směs CO+H₂ apod., zvláště s využitím vnitřního reformingu pro konverzi paliva na vodík. Obr. 4 [8,9]. Jednotky na bázi zplyňování uhlí kombinované s SOFC mohou dosahovat celkové účinnosti výroby elektrické energie nad 52 %.

Obecně, na základě analýz vyplývá, že integrace IGFC s CCS procesem k odstraňování CO₂ [10,11] vede jen k malému snížení celkové účinnosti (asi 3–4 %) ve srovnání s kombinací klasické IGCC s CCS procesem, kde ztráta účinnosti je nad 5 % (asi 5–10 %). Demonstrační jednotka s kombinací IGFC v kombinaci s CCS je plánována v Japonsku (realizace v tomto nebo v dalším roce). Problémem je technologické nedořešení středně a vysokoteplotního čištění palivového plynu [11] a problémy s dlouhodobější provozní spolehlivostí palivových článků typu SOFC.

4. Závěr:

I když naprostá většina velkých jednotek využívajících IGCC k výrobě elektrické energie byla v Evropě a USA zavřena pro neefektivnost (např. Elcogas ve Španělsku, Buggenum v Nizozemí, Kemper County Power plant v USA, atd.), v Číně, Indii, Kazachstánu, Brazílii a dalších zemích je zájem o zplyňovací technologie na bázi uhlí hlavně pro výrobu vodíku, náhradního zemního plynu a chemikálií (amoniak, metanol, močovina apod.). Technologický vývoj v oblasti zplyňování uhlí pro výrobu elektrické energie i pro výrobu



Obr. 3: Schéma vysoce účinného oxy-fuel IGCC systému pro separaci a využití CO₂ [6].

syntézního plynu v rámci IGCC a polygenerace pokračuje. Výsledkem jsou nové koncepce efektivního zplyňování popelnatých uhlí s využitím kombinace sesuvné vrstvy a fluidní vrstvy s vnitřní cirkulací, nové varianty více-stupňového hořákového zplyňování a snaha o integraci IGCC procesů se zachycováním CO₂ (IGCC+CCS a oxy-fuel IGCC). Nově se objevují také projekty usilující o efektivní integraci IGCC s vysokoteplotními palivovými články.

Podobně jako u spalovacích procesů se objevují také u zplyňování snahy využít oxidů kovů jako přenašečů kyslíku a ušetřit tím relativně drahý kyslík separovaný ze vzduchu.

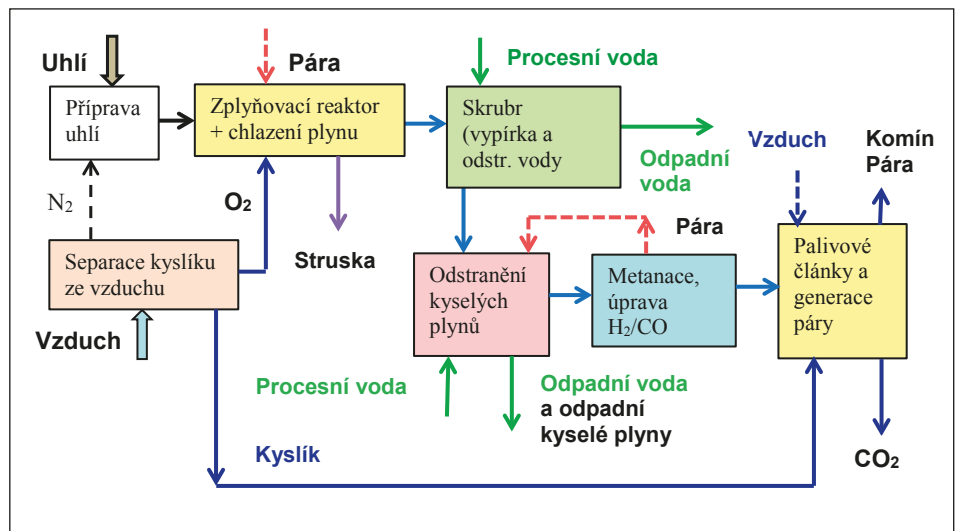
Technologicky a ekonomicky zůstává k dořešení u zplyňovacích technologií pro uhlí (IGCC, výroba vodíku a chemikálií) levnější separace kyslíku ze vzduchu, spolehlivé dávkování suchého uhlí do tlakových zplyňovacích reaktorů, účinné a z hlediska účinnosti efektivní chlazení surového plynu. Jedním z hlavních výzkumných úkolů zůstává ovšem prakticky využitelné středně a vysokoteplotní čištění plynů (odstranění H₂S, HCl apod.) pomocí tuhých, nejlépe regenerovatelných, sorbentů, tak, aby se dalo efektivněji využít citelné teplo vyrobeného palivového plynu bez složitých výměníků tepla. V souvislosti s likvidací odpadů jde také o možnosti využití spolu-zplyňování odpadní biomasy a před-tříděných plastů s uhlím. Využitelnost takových koncepcí a praktická omezení (koroze, úsady, čištění plynu, vliv na výhřevnost produkovaného plynu, technologické problémy) byly částečně ověřeny i na velkých zařízeních s různými typy zplyňovacích technologií.

I přes nesporný pokrok ve vývoji metod podzemního zplyňování uhlí (UCG) pro výrobu surového palivového plynu, zůstává tato technologie relativně riziková, závislá na geologických podmínkách, vlastnostech hornin, uhlí a přítomnosti podzemní vody. Využití podzemního zplyňování uhlí zůstává rizikové hlavně v hustěji zalidněných oblastech.

Doc. Ing. Karel Svoboda, CSc.,

doc. Ing. Michael Pohořelý, Ph.D.

Ústav chemických procesů AVČR, v.v.i.



Obr. 4: Zjednodušené schéma integrace zplyňování a využití palivových článků (IGFC) [8].

5. Literatura–reference

1. Integrated gasification combined cycle (IGCC) Technologies, Edited by Ting Wang and Gary Stiegel, Woodhead Publishing Series in Energy, Elsevier 2017, ISBN 978-0-08-100167-7 (print version).
2. Minchener A.: Challenges and opportunities for coal gasification in developing countries, IEA Clean Coal Center, October 2013, ISBN 978-92-9029-545-7.
3. Kapr S., Jonát Z. Záruba P.: Operational experience with coal gasification in Vřesová, Prezentace Sokolovskám Uhelna a.s. 2016.
4. Schimpke, R., Laugwitz, A., Schurz, M., Krzack, S., Meyer, B.: Flow pattern Evaluation of the internal circulation gasifying principle. Fuel 147, 221–229 (2015).
5. Schurz M., Laugwitz A., Krzack S., Meyer B.: Comparison of Two Coal-Gasifier-Designs with Moving-Bed and Internal-Circulating-Fluidized-Bed Configuration in One Reactor, The Open Fuels & Energy Science J. 10, 48-67 (2017).
6. Oki, Y., Hara, S., Umemoto, S., Kidoguchi, K., Hamada, H., Kobayashi, M.: Development of high-efficiency oxy-fuel IGCC system. Energy Procedia 63, 471–475 (2014).
7. Kobayashi, M., Nakao, Y., Oki, Y.: Exhaust circulation into dry gas desulfurization process to prevent carbon deposition in an oxy-fuel IGCC power generation. Energy Convers. Manag. 87, 1315–1323 (2014).
8. Lanzini, A., Kreutz, T., Martelli, E., Santarelli, M., 2014. Energy and economic performance of novel integrated gasifier fuel cell (IGFC) cycles with carbon capture. Int. J. Greenhouse Gas Control 26, 169–184 (2014).
9. Li, M., Rao, A.D., Brouwer, J., Samuelsen, G.S.: Design of highly efficient coal-based integrated gasification fuel cell power plants. J. Power Sources 195 (17), 5707–5718 (2010).
10. Li, M., Rao, A.D., Brouwer, J., Samuelsen, G.S.: Effects of carbon capture on the performance of an advanced coal-based integrated gasification fuel cell system. Proc. Inst. Mech. Eng. A: J. Power Energy 225 (2), 208–218 (2011).
11. Giuffrida, A., Romano, M.C., Lozza, G.: Efficiency enhancement in IGCC power Plants with air-blown gasification and hot gas clean-up. Energy 53, 221–229 (2013).

Kontroverzní plyn – Oxid uhličitý CO₂

– technologická výzva

Vědecká obec již v minulosti prokázala svoji důležitou roli, když přibližně dva roky po objevu ozónové díry – tedy v roce 1987, zástupci některých států podepsali Montrealský protokol o látkách poškozujících ozónovou vrstvu. Následně se začalo pracovat na eliminaci freonů, resp. chlor-fluorovaných uhlovodíků (CFC) které sice v atmosféře vydrží hodně dlouhou dobu, nicméně Země se dnes evidentně zotavuje a ozónová díra mizí.

Dnes se pozornost lidstva zaměřuje na globální změny klimatu. Za příčinu většina vědců považuje celosvětové emise skleníkových plynů, které nejvíce přispívají k tzv. skleníkovému efektu. CFC, které měli (a stále mají) významný podíl na tvorbě skleníkového jevu, dnes nahrazuje především problematika emisí metanu (CH₄) a oxidu uhličitého (CO₂). Z hlediska skleníkového efektu je metan agresivnějším plynem a táním permafrostu se ho uvolňuje stále více, pozornost se soustřeďuje ale především na nejrozšířenější skleníkový plyn CO₂, který je natolik rozšířený, že jeho podíl na skleníkovém efektu je nejvýznamnější.

Rozvoj života na Zemi vedl v minulosti k pozvolnému snižování obsahu CO₂ v atmosféře tím, že se uhlík spolu s těly mrtvých rostlin a živočichů ukládal do vrstev vápence, dolomitu a biogenních sedimentů, které dnes známe jako ložiska fosilních paliv (uhlí, ropa, plyn). Tento stav, během kterého teploty kolísaly kolem rovnovážné polohy, zůstával donedávna zachován. Teprve rozvoj průmyslu dokázal rovnováhu narušit. Tím, že lidé za posledních 150 let spálili

velkou část světových zásob fosilních paliv, uvolnili ve velmi krátké době do atmosféry obrovské množství CO₂. Jeho koncentrace byla v středověku 280 ppm (částic na jeden milion) v roce 2015 už 400 ppm a v roce 2016 uvádí WMO (World Meteorological Organization) rekordních 403,3 ppm. To je podle ní 145 procent množství CO₂ v předindustriálním období, tedy před rokem 1750, pro který byla stanovena radiační účinnost (W/m²) jako výchozí hodnota. Z celkového množství skleníkových plynů je podíl oxidu uhličitého kolem 60 %, metanu 20 % a o zbylou pětinu se dělí ostatní plyny.

Ještě před čtvrtstoletím byla pozornost motoristů zaměřena především na prudce jedovatý oxid uhelnatý (CO). Po masovém zavedení katalyzátorů měnících jedovatý CO na „pouze“ nedýchateľný oxid uhličitý (CO₂) se tak významně snížilo riziko otrav v uzavřených prostorech garáží. Dnes je to tedy oxid uhličitý (CO₂), který se stal synonymem pro globální oteplování.

Oxid uhličitý se stal fenoménem dnešní doby. Co všechno o něm ale víte?

Co je vlastně CO₂ a škodí jeho vdechování zdraví?

Molekula oxidu (postaru kyslíčnicku) uhličitého (CO₂) představuje sloučeninu dvou atomů kyslíku a jednoho uhlíku. Vzniká při spalování uhlovodíkových paliv, ale i při obyčejném dýchání. Jedná se o plyn bez barvy chuti i zápachu. Na rozdíl od CO (oxid uhelnatý) CO₂ není jedovatý. Naopak je součástí potravinářských procesů v oblasti syčení nápojů.

Jak v přírodě vzniká CO₂?

Většina oxidu uhličitého, který je obsažen v atmosféře, je přírodního původu. Vzniká např. při erupci sopek, při kompostování, při spalování biomasy apod. Oxid uhličitý dokonce vzniká při dýchání živých tvorů. Když se nadechneme, nasáváme vzduch kde je přibližná koncentrace CO₂ cca 0,03 %, ale když vzduch opouští naše plíce koncentrace CO₂ je cca 4 %.

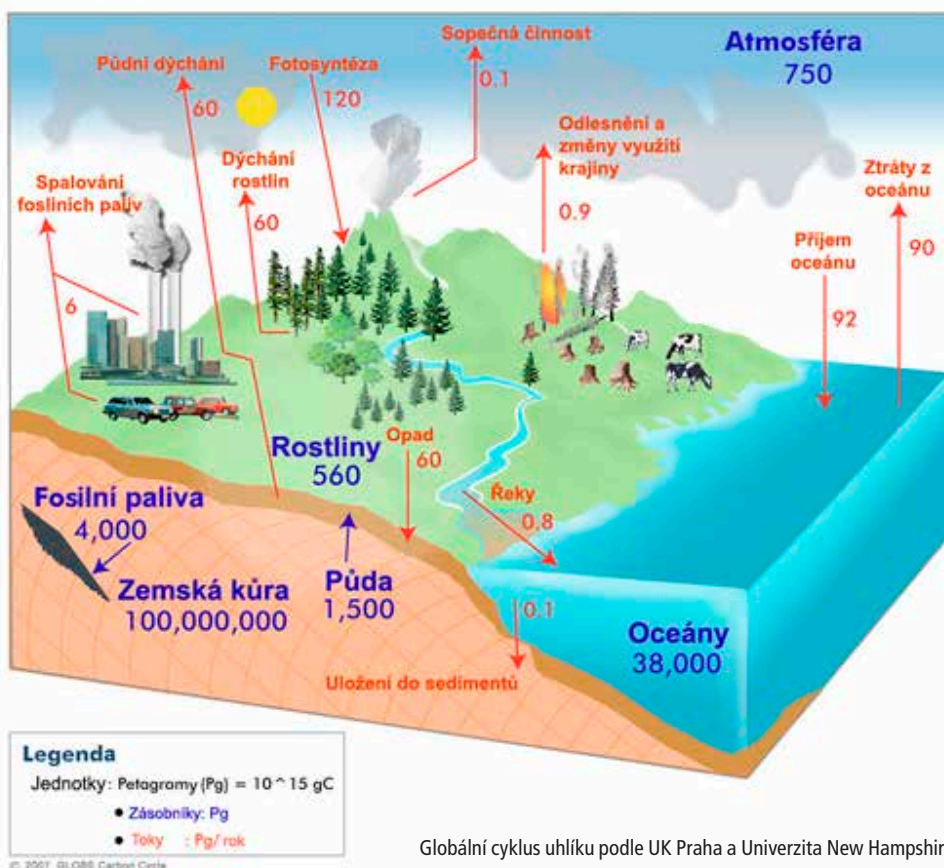
Z pohledu industriální doby ale vzniká především spalováním – reakce uhlíku s vodíkem (C + O₂ = CO₂), vždy se jedná o reakci exotermickou s uvolňováním tepla.

Jak spočítáme emise CO₂ u svého starého automobilu?

Ač to pro mnohé může znít překvapivě, emise CO₂ lze spočítat velmi jednoduchým přibližným výpočtem. Pokud znáte průměrnou spotřebu na 100 km, vynásobíte litry benzínu koeficientem 23,69 (pro naftu 26,58) vyjde vám produkce CO₂. Např. sedmi litrům benzínu tudíž odpovídá 166 g CO₂ na km.

Co je to vlastně koloběh uhlíku na zemi?

Oxid uhličitý je jednou z forem, v jaké se na Zemi vyskytují klíčový organický prvek – uhlík. Ten je aktivním účastníkem řady procesů na zemském povrchu. Neustále putuje oběma směry mezi jednotlivými sférami Země, včetně atmosféry. Během těchto cest dochází k chemickým procesům, kdy se uhlík dostává do jiných sloučenin, nejen CO₂. Proto tedy budeme hovořit o „koloběhu uhlíku“, což je přesnější. Koloběh uhlíku funguje na Zemi prakticky od jejího vzniku. Rostliny i živočichové vážou uhlík ve své biomase. Během svého růstu odčerpávají uhlík z atmosféry a tím rostou. Každá rostlina, zvíře, ale i sám člověk je tak zásobárnou uhlíku. Rostlina je po odumření rozkládána organismy, které díky dýchání vrací uhlík zpět



Globální cyklus uhlíku podle UK Praha a Univerzita New Hampshire

do atmosféry v podobě CO_2 , ale také ho ukládají v půdě.

Důležitá je role oceánu – oxid uhličitý se do něj rozpouští v chladných vodách kolem pólů. Zde se reakcí s vodou přeměňuje na kyselinu uhličitou (Carbonic acid – H_2CO_3) a okyseluje tak celé oceány. Naopak v teplých tropických vodách se do atmosféry zase uvolňuje. Z toho vyplývá, že postupně oteplování oceánů může snížit jejich schopnost pohlcovat uhlík a tím nás přivést do spirály výrazného růstu koncentrací v atmosféře a následně oteplování. Velká část CO_2 je spotřebována podmořskými organismy, zejména mořskými řasami, které se vyskytují zejména v chladných vodách. V podstatném množství se také ukládá na dně oceánů do sedimentů na dně oceánských pánví. Zde se ukládá na dobu milionů let...

Celkově se díky změnám v posledních dvou staletích množství rozpuštěného uhlíku v oceánech výrazně zvýšilo. V důsledku toho máme nyní nejkyselější oceány za posledních 650 000 let, pokles pH oceánů ohrožuje zejména korálové útesy a v návaznosti může způsobit další ekologické problémy. Toky uhlíku na Zemi jsou na jedné straně přirozené a velmi vysoké. Na straně druhé je rovnováha mezi přísunem a odběrem uhlíku z atmosféry velice křehká a v minulosti byla často narušována přirozenými procesy. Množství uhlíku v atmosféře kolísalo a ruku v ruce s tím kolísaly i teploty.

Lidská činnost se na koloběhu uhlíku významněji podepisuje až od 19. století. Zejména tím, že hluboko uložený a od atmosféry izolovaný uhlík začala těžit ve formě ropy a uhlí, pálit a tím uhlík uvolňovat do atmosféry, k čemuž by přirozenou cestou nedošlo. Kromě toho lidé způsobili odlesnění části Země, díky čemuž se uhlík již nemůže v takové míře vázat v biomase, jako dřívě. (Hluboký les váže více uhlíku než rozorané pole.)

I když v rámci mohutných toků uhlíku na Zemi je lidský vliv jen malý a zdá se být téměř zanedbatelný, ovšem právě tento malý vliv narušil křehkou rovnováhu. Ukazují to přístrojová měření a vzhledem k tomu, že se vzestup koncentrací shoduje s nástupem industrializace, tak se vliv člověka nepřímou prokazuje. Uhlíku v atmosféře přibývá, což má vliv na její fyzikální vlastnosti.

CO_2 z chemického pohledu

Oxid uhličitý je sloučenina dvou chemických prvků. Důležité je si uvědomit, že tyto prvky jsou svázané dvojnou vazbou (dvěma vazebními elektronovými páry) $\text{O}=\text{C}=\text{O}$, laicky řečeno vazba je poměrně silná, což znamená, že na její rozbíjení je potřebná vyšší energie, neboli jasněji, tato sloučenina je poměrně stabilní a málo reaktivní.

CO_2 je pro život na zemi nepostradatelný. V zelených rostlinách je oxid uhličitý asimilován v procesu zvaném fotosyntéza. Katalyzátorem je chlorofyl a nutná je i dodávka kvantové energie (světla) podle rovnice: $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$ Taký přímé využití CO_2 v chemii je poměrně široké. Nicméně z pohledu dalšího energetického využití

je k dalším chemickým reakcím směrem k energetickému využití (recyklaci uhlíku) vhodnějším plynem oxid uhelnatý (CO).

CO_2 z celospolečenského pohledu – Pařížská dohoda

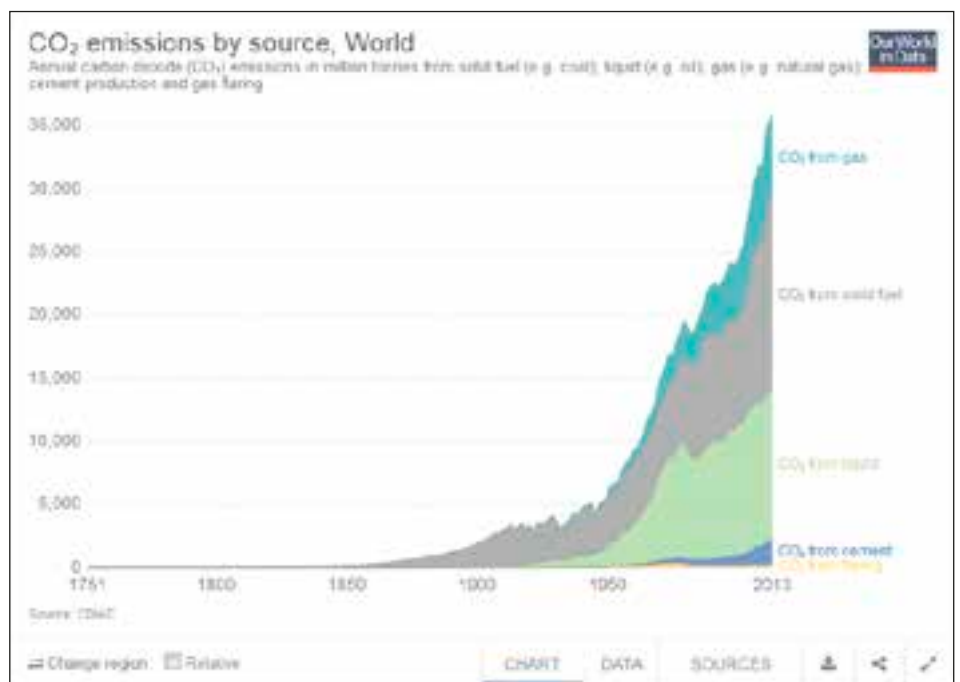
V rámci úmluvy OSN o změně klimatu, která navazuje na Kjótský protokol byla během klimatické konference v Paříži 2015 schválena dohoda o snížení emisí skleníkových plynů. Schválena byla všemi 195 smluvními stranami a přijata 12. prosince 2015.

Dohoda vstoupila v platnost 4. listopadu 2016 a stanovuje závazky všech smluvních stran, včetně největších světových producentů emisí skleníkových plynů jako je Čína, Indie, USA.

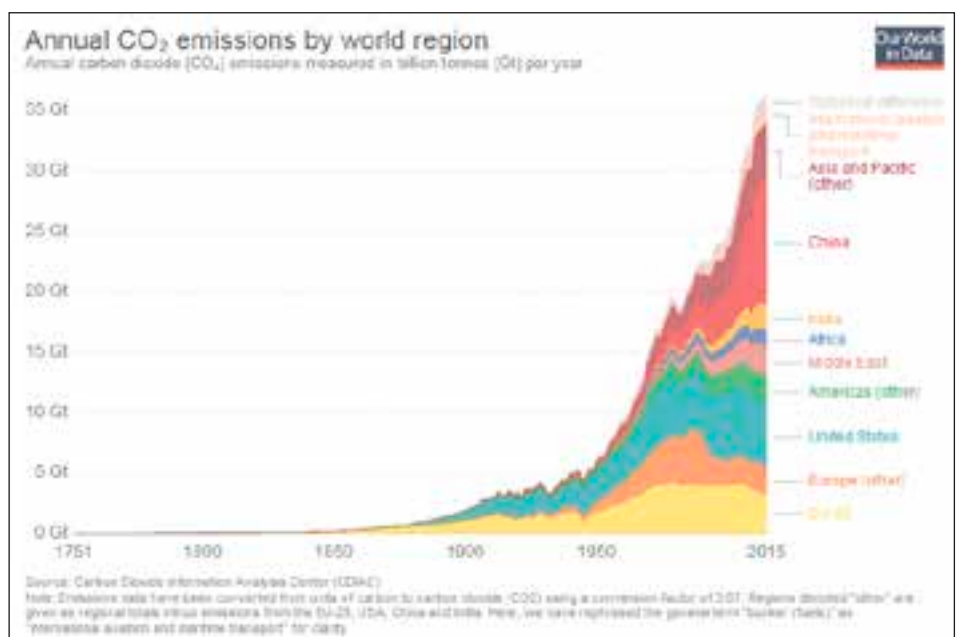
USA dne 1. 7. 2017 však od smlouvy odstoupili. Ratifikace v ČR nastala 5. října, samotná dohoda pro Českou republiku vstoupila v platnost 4. listopadu 2017. Účelem dohody mimo jiné je „sladění finančních toků s rozvojem nízko emisních technologií.“ Pod tím se rozumí financování výzkumu zaměřeného na transformaci CO_2 a rozvoj nízkouhlíkových technologií všeobecně.

Reakce vědy na Pařížskou dohodu

Pro většinu vyspělých zemí byla Pařížská dohoda silným signálem pro vědu a výzkum. Jelikož Dohoda stanovuje, i výhledově, dlouhodobou záruku atraktivnosti „likvidace“ CO_2 , stala se silným impulsem rozvoje výzkumu problematiky konverze CO_2 .



Roční emise dle regionu

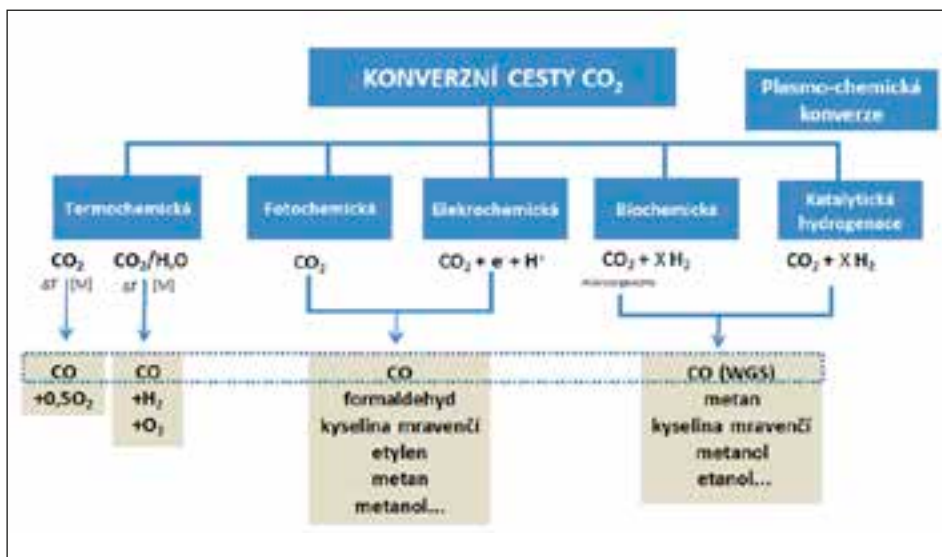


Roční emise dle zdroje vzniku

Faktem je, že se jedná o komplikovaný ale „nevyčerpatelný“ zdroj, kterého následná transformace nemá konflikt (na rozdíl od biomasy).

Vyspělý vědecký chemický svět pojal toto téma jako výzvu.

Hovoří se o umělé fotosyntéze (Artificial Photosynthesis). Kde člověk kopíruje přírodní postupy a vychází z nekonfliktních zdrojových surovin: voda (resp. vodík), slunce (resp. kvantová energie) a CO₂. Klasický přístup k biopalivům první generace B1G či druhé generace B2G, využívá slunce, vodu a CO₂ k produkci biomasy a ta je následně transformována na biopaliva. Samotná efektivita využití energie fotosyntézou je přitom nízká – v řádu jednotek procent. Opatrnost k pojmu „nevyčerpatelná zdrojové báze“ je ale vždy na místě. Je však bezesporu nulová u slunce, minimální u CO₂ a fakt, že hladiny oceánů stoupají ročně o cca 3,2 mm/rok, vytváří dlouhodobě stabilní základ pro budování efektivní technologické nadstavby. Klíčovou roli v přechodu na produkci alternativních paliv však hraje dostupnost levného vodíku.



Schematické znázornění možných transferů CO₂

reaktivní sloučenina a tak se zkoumá několik konverzních technologických cest jak CO₂ v prvním kroku transformovat na již reaktivní CO a další chemikálie jako kyselinu mravenčí, formaldehyd, metanol, etanol, metan apod.

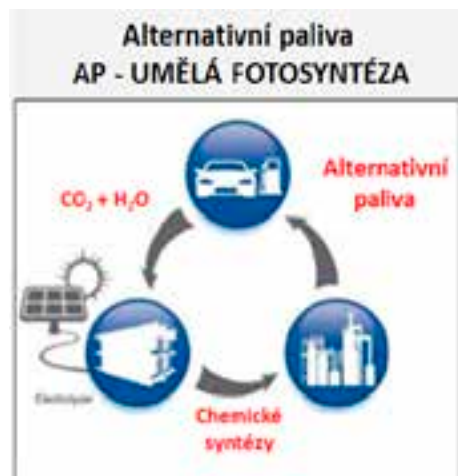
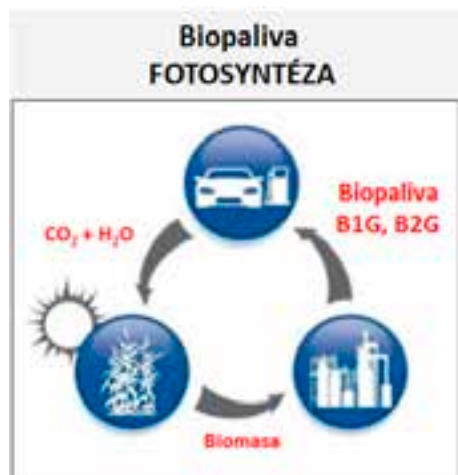
procesy. V oblasti CCS (Carbon Capture Storage) – zachytávání a ukládání CO₂ do geologicky vhodných lokalit již ČR tuto cestu nastoupila. Preferovaná varianta CCU (Carbon Caprute Utilization) tedy především využití zachyceného CO₂, vyžaduje systematizaci různých cest transformace CO₂. Otázkou zůstává, jestli i naše věda prokáže potřebnou flexibilitu, schopnost kooperovat a také tuto výzvu přijme.

Výzva pro českou vědu

ČR je nejprůmyslovější zemí EU (v přepočtu na počet obyvatel), což znamená i vyšší energetickou potřebu. Na druhou stranu ročně vyprodukujeme cca 66 miliónů tun CO₂.

Česká republika nemá ropu ani významné ložiska zemního plynu, stále má však zásoby hnědého uhlí. Energetickému využití brání právě problematika emisí a CO₂ uvolňovaného spalováním. Tyto skutečnosti by se mohly (a měly) stát iniciačním faktorem mobilizace vědeckého potenciálu ČR tak, aby nebylo vnímáno pouze negativně, ale stalo se vstupní surovinou pro následné chemické

Ing. Leoš Gál
předseda řídicího
výboru
České technologické
platformy pro užití
biosložek v dopravě
a chemickém průmyslu



Principy umělé fotosyntézy a výroby alternativních paliv, kopírují principy přírodní fotosyntézy, která je dnes základem výroby biopaliv první generace (B1G) a druhé generace (B2G) a která je předmětem mnoha sporů a konfliktů. Chemické syntézy ovšem nejsou zdaleka tak jednoduché. Jak již bylo zmiňováno, CO₂ je málo



Schematické znázornění potenciálu ČR pro vývoj alternativních paliv

Uhlí jako surovina pro výrobu chemikálií

Relativně vysoké zásoby uhlí (hnědého i černého) nás v České republice nutí zamýšlet se, zda by bylo vhodné tyto vlastní zdroje uhlíkové suroviny využívat do budoucna jako suroviny pro výrobu chemikálií. Státy, které jsou bohaté na uhlí (Německo, Řecko, Velká Británie) takto uvažují a pokládají stále uhlí za strategickou surovinu, nad kterou mají kontrolu a kterou by bylo možné využít v případě naplnění nejčernějších scénářů dalšího vývoje ve světě – ropa a plyn se v těchto zemích masivně nevyskytuje. Tento odstavec lze zakončit lakonickým tvrzením: vše, co dnes vyrábíme z ropy nebo zemního plynu lze vyrobit z uhlí. Vzhledem k vnitřní struktuře uhlí, kdy se jedná na rozdíl od ropy o pevnou makromolekulární látku, to ovšem bude vždy obtížnější a energeticky náročnější.

Toto tvrzení lze opřít o historii chemického průmyslu v minulém století. Chemické závody v Litvínově vyráběly pohonné hmoty a chemikálie z místního hnědého uhlí. Jen co možná nejstručněji zmiňme technologie, jejichž pamětníky potkáváme ještě dnes v Mostě nebo Litvínově.

Po obsazení pohraničí v roce 1938 se v Záluží u Litvínova začalo s výstavbou závodu, vyrábějícího motorová paliva a svítiplyn z hnědého uhlí podle postupů vyvinutých v Německu a založených na hydrogenaci. Základní práce věnované hydrogenaci uhlí provedl v roce 1913 Friedrich Bergius, který hydrogenoval uhlí v autoklávech při 400–500 °C a 10–20 MPa vodíku za vzniku olejů. Technické propracování hydrogenace uhlí se provádělo ve dvacátých letech u tehdejší IG Farbenindustrie v závodech Ludwigshafen (BASF). Vycházelo se i z poznatků získaných při vysokotlaké syntéze metanolu a čpavku. Byl vyvíjen postup katalyzované hydrogenace uhlí, dehtů a olejů. Výzkumné práce vedl Mathias Pier se spolupracovníky. Přitom byly učiněny dva důležité pokroky-byly vyvinuty síře odolné katalyzátory a hydrogenace uhlí byla rozdělena do dvou stupňů. První stupeň, ve kterém se uhlí hydrogenovalo, byl označen jako „těžká fáze (Sumpffphase)“. Druhý stupeň, ve kterém se olejové podíly hydrogenačně rafinovaly, byl označen jako „plynná fáze (Gasphase)“. Tato výroba, jak se někdy píše, nebyla ukončena Druhou světovou válkou. Od roku 1945 se postupně zvyšovala výroba podle původní technologie. Vychází surovinou pro hydrogenaci na paliva byly dehty z karbonizace (pyrolýzy) nebo z plynáren. Zpracování uhlí na dehty, a dále na motorová paliva, se v Záluží provozovalo až do roku 1972. Nejvíce uhlí se zpracovávalo v šedesátých letech. Např. v roce 1963 bylo dodáno celkem téměř 7 milionů tun uhlí, z toho na karbonizaci postoupilo 4 mil. tun a bylo vyrobeno 300 tisíc tun dehtů. Celkem se od roku 1945 do roku 1972 zpracovalo okolo 100 mil. tun uhlí.

Vraťme se ovšem k tématu – tedy uhlí jako zdroj chemikálií, kterým dnes říkáme petrochemikálie. Při hledání odpovědi na tuto otázku si musíme především ujasnit, jaké typy základních chemikálií budeme v budoucnu potřebovat. Odhaduje se, že na trhu se vyskytuje kolem 30 tisíc výrobků

Tabulka 1: Přibližná produkce klíčových chemikálií ve světě a v ČR

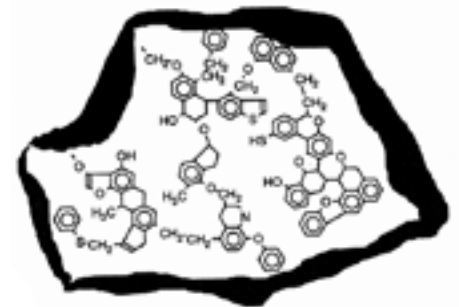
	mil. t/rok	podíl výroby (%)	ČR (mil.t/rok)
Ethylen	140	100	0,5
Propylen	57	67	0,3
1,3-Butadien	9	91	0,09
Benzen	40	55 (Evropa)	0,30

chemického charakteru. Pro celou toto velkou škálu produktů však potřebujeme velmi omezené množství poloproductů, pro jejichž výrobu používáme jen několik málo přírodních surovin. Klíčovými základovými látkami jsou především ethylen, propylen, benzen, butadien a samozřejmě uhlovodíková paliva. Dnes se tyto látky vyrábějí převážně z ropy. Bilance pro ČR je patrná z tabulky 1.

Výhoda ropy spočívá především v tom, že se svým frakčním i prvkovým složením blíží finálním výrobkům, a že tedy relativně jednoduchými procesními postupy převádíme uhlovodíky kapalného charakteru obsažené v ropě na komponenty paliv a monomery pro výrobu polymerů. Většina makromolekulárních látek vychází právě z etylenu, propylenu, butadienu a benzenu. Je možno učinit téměř jistý předpoklad, že tyto základní látky jako klíčové chemikálie budeme potřebovat i v budoucnosti. Je tedy otázkou, zda lze tyto uvedené klíčové látky vyrobit též z uhlí.

Uhlí je sice obdobně jako ropa koncentrovaný zdroj uhlíku (uvědomme si, že jsme v podstatě „uhlíková“ společnost), má však některé podstatné nevýhody. Jde o pevnou látku, která strukturálně odpovídá zesíťované makromolekule, navíc obsahuje významné množství nežádoucích prvků a jako pevný substrát vykazuje pomalé reakce při jeho chemických přeměnách. (Obr.1).

Základní nevýhoda, tzn. jeho struktura, vždy znamená, že prvním krokem při přeměně uhlí je rozrušení jeho makromolekulárního charakteru.



Obr. 1: Představa o struktuře uhlí

Přerušení uhlíkových vazeb v pevné struktuře uhlí a navíc velký obsah balastní vody vyžaduje vždy velké množství energie a účinnost energetická nebo materiálová je vždy podstatně nižší než v případě kapalné (ropa) nebo plynné (zemní plyn) suroviny. Vysoký obsah kontaminujících prvků (především síry, dusíku, těžkých kovů) pak v případě uhlí vždy znamená dosti velkou ekologickou zátěž. Pevný charakter pak obvykle komplikuje dávkování uhlénoho substrátu do chemických reaktorů a znamená vždy podstatně složitější zařízení, než je tomu v případě dávkování tekutin. Přesto zůstává otázka využití uhlí pro chemikálie aktuální, a to především ve chvíli, kdy si lze představit, že bezproblémové dodávky ropy a plynu ze zahraničí mohou být komplikovány jejich objektivně klesajícími zásobami, vysokou cenou nebo politickými problémy. Objektivním argumentem pro využití uhlí je údaj o jeho světových zásobách podstatně převyšujících těžitelné zásoby ropy nebo plynu (Tabulka 2). V České republice je chemické využití

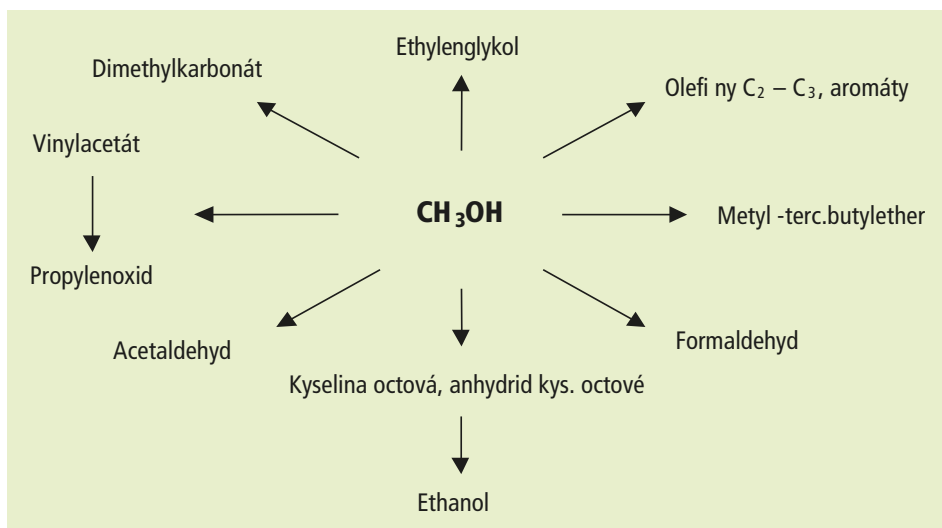
Tabulka 2: Zásoby fosilních surovin a předpokládaný počet let jejich těžby jako podíl zásob (R) a roční produkce (P)

Palivo	Zásoby ve světě	Těžba	Těžba OE (Gt)	R/P
Ropa	164 Gt	3,89 Gt	3,89	41
Zemní plyn	180 Tm ³	2,76 Tm ³	2,49	67
Uhlí	909 Gt	5,85 Gt	2,93	164

uhlí aktuální i proto, že tyto technologie mají u nás tradici (pohonné hmoty, svítíplyn) a v případě černého uhlí existují významné a komerčně úspěšné zpracovatelské kapacity pro zpracování černouhelného dehtu na převážně aromatické chemikálie (DEZA, a.s., Valašské Meziříčí). Produkce benzenu z uhlí je tak v ČR již dnes významná.

Pokud odhlédneme od občas publikovaných speciálních anebo nízkokapacitních postupů využití, lze v oblasti chemického využití uhlí mluvit o třech základních technologických variantách: pyrolýze (karbonizaci), přímém zkapalňování a nepřímém zkapalňování. Krátce tyto postupy popíšeme.

V případě pyrolýzy uhlí můžeme tento postup představit sumarizací údajů o procesu karbonizace, která byla v Československu v provozu až do 60. let minulého století. Karbonizace spočívala v zahřátí hnědého uhlí na teploty 550 až 750 °C, přičemž se kromě plynů a tuhých zbytků uvolňovala po ochlazení kapalina – dehet – s výtěžkem okolo 10 %. Výtěžek uhlovodíkových frakcí získaných následnou hydrogenací dehtů pak byl okolo 8 %. To znamenalo, že se z 1 tuny uhlí vyprodukovalo necelých 80 kg využitelných uhlovodíkových frakcí. Tyto frakce bylo možné využít i pro výrobu chemikálií. Jednalo se však o složitou



Obr. 2: Schéma možností chemických přeměn metanolu

vnáší potřebnou energii (vysoké teploty) a umožňuje tak průběh endotermních reakcí s vodou za vzniku převážně vodíku a oxidu uhelnatého, tedy na tzv. syntézní plyn. Syntézní plyn, jak plyne již z názvu, je reaktivní směs vodíku a oxidu uhelnatého. Pro jeho využití jsou k dispozici v principu dvě základní – obě využívané a pokládané za stejné perspektivní – syntetické cesty. První je tzv. Fischerova a Tropschova syn-

z nich je transformace na klíčové olefiny (etylen a propylen). Syntézní cesty jsou patrné ze schématu. (Obr. 2.)

Přesto, že se nepřímé zkapalňování uhlí považuje za neekonomičtější postup, výtěžky důležitých výrobků jsou (ze shora uvedených důvodů) podstatně nižší, než je tomu v případě ropy. Odhadované produkce některých klíčových chemikálií vztahované ke zpracování 10 mil. tun uhlí jsou patrné z tabulky 3.

Pro nepřímé zkapalňování mluví zejména jeho univerzálnost, kdy je možné jako substrát použít ve směsi veškeré možné uhlikaté suroviny – též obnovitelné i odpadní a získat jednotnou škálu cenných produktů. Často se publikuje následující názorný obrázek (Obr. 3).

Z uvedených úvah lze vyvodit, že pro země, které mají dostatečné zásoby, představuje uhlí spolehlivý zdroj pro výrobu chemikálií, a to zejména jako „partner“ pro klasické ropné technologie nebo procesy na bázi obnovitelných zdrojů. Je tedy zřejmé, že ropu a zemní plyn lze nahradit, ovšem dnes nepříliš výhodně, též uhlím. Pro jeho využití pro chemický a palivářský průmysl je perspektivní nepřímé zkapalňování, a to buď s využitím Fischerovy a Tropschovy syntézy, při které vznikají přednostně uhlovodíky nebo cestou metanolu. Oba tyto poloproducty lze již v současnosti známými postupy transformovat na základní chemikálie a monomery pro výrobu komoditních polymerů. Nutno ale konstatovat, že stav výzkumu a vývoje u nás těmto výzvám neodpovídá.

Doc. Ing. Jaromír Lederer, CSc.

Unipetrol výzkumně vzdělávací centrum, a.s. (UniCRE)

„Z hlediska dnešního poznání je ovšem zdaleka nejperspektivnějším postupem nepřímé zkapalňování uhlí.“

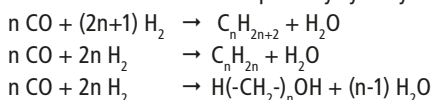
technologii náročnou na množství surovin, energie, výrobní zařízení, údržbu a rovněž i na obsluhu.

Přímé zkapalňování uhlí v podstatě znamená jeho destruktivní hydrogenaci, kdy působením vodíku, katalyzátorů a za vysokých teplot (500 °C) a tlaků (30 MPa), štěpíme již zmíněnou zesíťovanou strukturu uhelné molekuly na menší fragmenty, které odpovídají frakčně složení ropy, jsou kapalné a lze je současnými rafinérskými procesy zpracovat obdobně jako ropu. Hydrogenaci uhlí, respektive jeho směsi např. s ropnými zbytky (tzv. koprocesing), byla věnována v 70. a 80. letech ve světě velká pozornost a výzkum těchto procesů byl prováděn i v ČR.

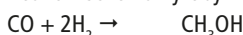
Z hlediska dnešního poznání je ovšem zdaleka nejperspektivnějším postupem nepřímé zkapalňování uhlí. Prvním krokem je jeho zplyňování, kdy za přítomnosti vodní páry a menšího množství kyslíku je uhelná hmota jen parciálně spalována za současného působení vodní páry. Teplo ze spalování do systému

téza (FT), druhou syntézní cestou je výroba metanolu. FT syntézou se produkují, kromě vyšších alkoholů, zejména uhlovodíkové směsi. V tomto stádiu máme k dispozici uhlovodíkové frakce prakticky shodného charakteru, jaké dnes produkujeme při zpracování ropy. Jejich transformaci na uvedené klíčové chemikálie – etylen, propylen, butadien, benzen apod. lze pak realizovat (typicky ethylenovou pyrolýzou) běžnými petrochemickými postupy.

Reakční schéma Fischer Tropschovy syntézy:



Reakční schéma výroby metanolu:



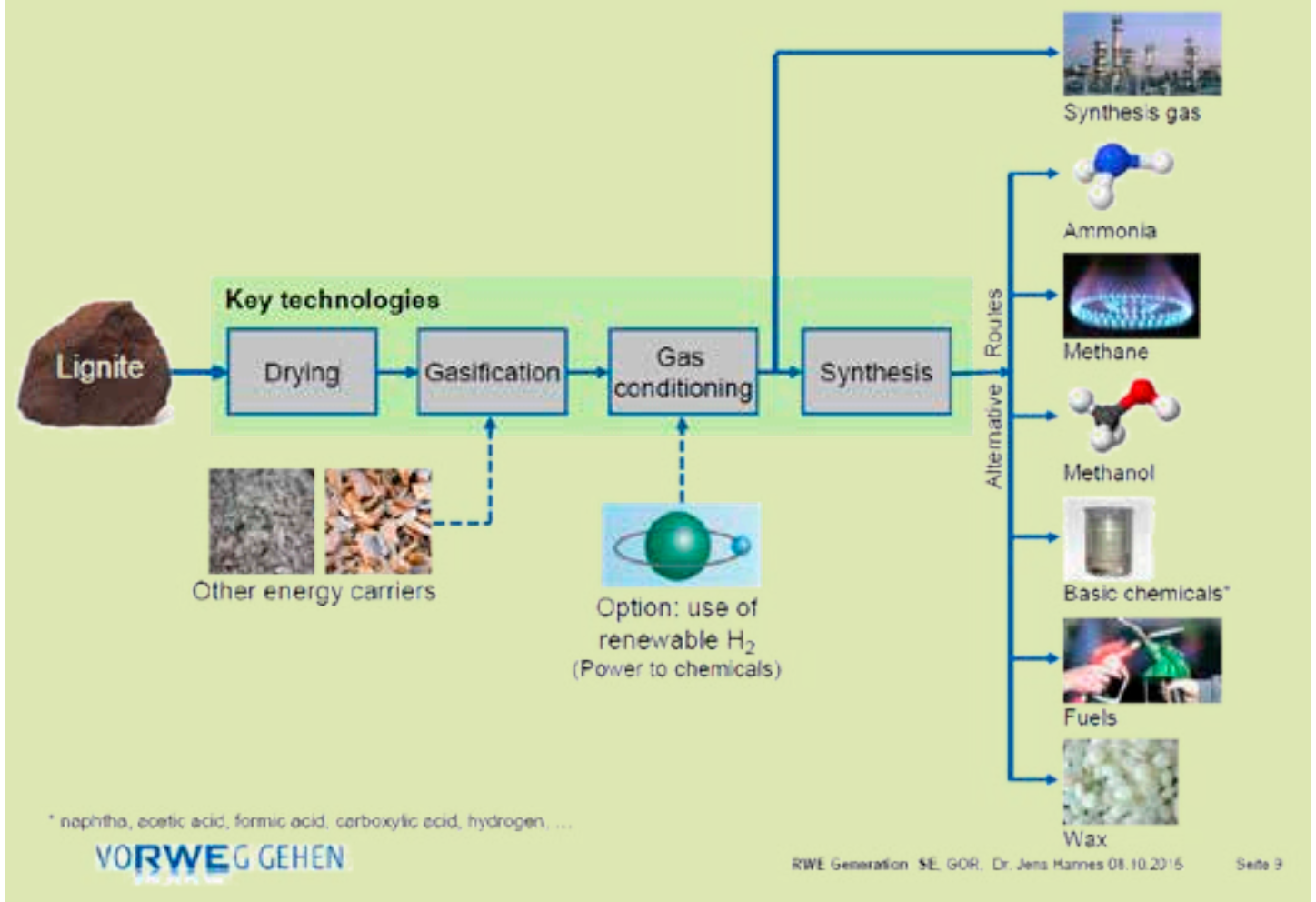
Metanol pak představuje chemikálii s rozsáhlými možnostmi dalších chemických přeměn. Jednou

Tabulka 3: Odhadované výtěžky chemikálií vyrobitelných z 10 mil. tun uhlí

Primární produkt	Koncový produkt	Výtěžek
FTS – produkt	Plasty, maziva, paliva	1,2 mil. tun
Autobenzin	Automobilismus	0,8 mil. tun
Močovina	Hnojiva	4 mil. tun
Metan	Chemie, energetika	1,4 mil. tun
Vodík	Amoniak, čistá paliva	0,5 mil. tun



Lignite to chemicals opens up potentials...



Obr. 3

Lom ČSA, Severní energetická a.s.



Moderní technologie výroby chemikálií a kapalných paliv z uhlí

Abstrakt

ČR patří k zemím s velkými zásobami kvalitního hnědého uhlí, které se nabízí jako vhodná surovina pro chemický a petrochemický průmysl. Použití uhlí k výrobě chemikálií a kapalných paliv umožňuje přeměnit uhlí na výrobky s daleko vyšší přídavnou hodnotou, než jsou elektřina a teplo vyráběné spalováním uhlí v tepelných elektrárnách. Je proto žádoucí využít zejména kvalitnější druhy uhlí právě k tomuto účelu. Potenciál dalšího rozvoje regionu Krušnohoří je z tohoto pohledu značně velký. Bude však záležet na odvaze investorů, zda se rozhodnou vložit finanční prostředky do nesmírně náročného investičního záměru, který představuje výstavba nového chemického závodu pracujícího na bázi uhlí.

Pohled do historie

Historie chemické přeměny uhlí je spjata se jmény několika významných německých chemiků. Prvním z nich je Friedrich Karl Rudolf Bergius, který v roce 1931 získal spolu s Carlem Boschem Nobelovu cenu za chemii za „příspěvky k chemickým vysokotlakým metodám“. Bergius objevil proces, při kterém se vyrábí syntetické palivo z uhlí jeho vysokotlakou hydrogenací. Tento proces byl později v modifikované podobě realizován na několika místech v Německu a také v Záluží u Mostu, kde byla v době 2. sv. války vystavěna továrna na výrobu syntetických paliv Sudetenländische Treibstoffwerke AG. Byl to jeden z nejvýznamnějších milníků dlouhodobého rozvoje chemického průmyslu v Severních Čechách. Továrna vyexpedovala první železniční cisterny s benzínem v prosinci 1942. Proces realizovaný v Záluží je označován jako proces přímého zkapalňování uhlí, při kterém se působením vodíku za vysokého tlaku na suspenzi uhlí rozmíchaného v dehtu získá určitý podíl kapalných uhlovodíků využitelných jako surovina pro výrobu pohonných hmot. Nedostatkem tohoto procesu jsou poměrně drastické pracovní podmínky (vysoké teploty a tlaky) a relativně malé výtěžky žádaných kapalných produktů.

Proto byly paralelně vyvíjeny také procesy označované jako procesy nepřímého zkapalňování uhlí. Tyto procesy jsou založeny na přeměně uhlí na tzv. syntézní plyn a následné syntéze kapalných paliv z vyrobeného plynu. Na vývoji procesů nepřímého zkapalňování uhlí se podíleli němečtí chemici Franz Fischer a Hans Tropsch. Druhý ze jmenovaných v době 2. sv. války pro nesouhlas s názory Hitlera opustil Německo a přesídlil do Prahy, kde proces dále vyvíjel v Ústavu pro výzkum paliv v Běchovicích. Donedávna tam stála provozní hala naplněná tlakovými reaktory, které se říkalo Tropschovna. Po válce odešel Hans Tropsch do Ameriky a své

patenty na výrobu kap. paliv z uhlí postupem nepřímého zkapalňování prodal firmě Shell, která je využila při výstavbě závodu Sasol v JAR.

Další technologie výroby chemikálií na bázi uhlí byla v Čechách kdysi realizována v Chemických závodech MCHZ v Ostravě (dnešní Borschod). Jednalo se o výrobu amoniaku a navazujících produktů (kyselina dusičná, ledek amonný). Jako surovina bylo v daném případě využíváno černé uhlí koksované v nedaleké Koksovňě Šverma. Koksárenský plyn byl zpracováván technologií expanzního chlazení na čistý vodík, který byl spolu s dusíkem využíván pro tlakovou syntézu amoniaku. Po realizaci výstavby transičních plynovodů na dopravu zemního plynu z Ruska do západní Evropy však byla výroba vodíku z koksárenského plynu nahrazena jeho výrobou ze zemního plynu. Dále je nutné vzpomenout výrobní technologie realizované na bázi tepelného zpracování černouhelného dehtu produkovaného vysokoteplotní karbonizací černého uhlí na českých koksovárnách. Tyto technologie se dodnes využívají k získávání celé řady chemických produktů v závodech DEZA ve Valašském Meziříčí. K nejvýznamnějším produktům patří aromatická rozpouštědla (benzen, toluen, xyleny, ethylbenzen), dále naftalen a výrobky založené na jeho dalším zpracování (ftalanhydrid, kyselina ftalová, ftaláty), antracen a produkty vzniklé jeho zpracováním (antrachinon), silniční asfalty, černouhelná smola a další výrobky. Významným produktem jsou také saze používané při výrobě pneumatik.

Současný stav technologií výroby chemikálií a pohonných hmot na bázi uhlí

V současné době jsou na bázi uhlí provozovány především následující technologie sloužící k výrobě chemikálií a pohonných hmot:

- Fischer-Tropschova syntéza
- výroba methanolu a navazujících produktů (např. formaldehyd, kys. mravenčí)
- navazující proces MTG sloužící k přeměně methanolu na benzín
- výroba amoniaku a navazujících produktů (kys. dusičná, dusíkatá hnojiva, močovina, močovino-formaldehydové pryskyřice)

Většina těchto procesů je ve světě realizována paralelně také s použitím zemního plynu či jiných surovin (např. ropných zbytků).

Fischer-Tropschova syntéza

Technologie Fischer-Tropschovy syntézy byla v průmyslovém měřítku poprvé realizována v Sasolu (JAR). Důvodem bylo uvalení embarga na dovoz

ropy do JAR, která však disponuje velkými vlastními zásobami uhlí. První závod označovaný jako Sasol I byl uveden do provozu v roce 1956. Později byla realizována výstavba dvou dalších identických závodů Sasol II (1977) a Sasol III (1982).

Dnešní produkce pohonných hmot ve všech třech závodech dohromady je asi 6,8 mil. tun za rok, což představuje více než 30 % spotřeby pohonných hmot v JAR. Kromě pohonných hmot se v Sasolu vyrábí další chemické produkty (alkoholy, ketony, org. kyseliny a další rozpouštědla, síra, amoniak, etylén, propylén, alfa-olefiny, energetické plyny). Roční spotřeba uhlí ve všech třech závodech dohromady činí asi 46 mil. tun.

Popis jednotlivých technologických stupňů Sasol I až III:

- uhlí se nejdříve zplyňuje ve sesuvném loži v generátorech Lurgi kyslíko-paní směsí za tlaku 3 MPa; (stejný typ generátorů, avšak o menším průměru, je použit např. ve Vřesové)
- vyrobený plyn se následně čistí systémem Rectisol (vypírka podchlazeným methanolem), přičemž dojde k odstranění H₂S, CO₂ a methanu a vyšších uhlovodíků z plynu
- následuje úprava (navýšení) poměru vodík:CO v plynu katalytickou reakcí CO s vodní parou
- dalším (nejdůležitějším) stupněm je konverze syntézního plynu na kapalnou uhlovodíky (Fischer-Tropschova syntéza)
- posledním stupněm je rafinace produktů, jejich úprava a separace na výrobky uplatnitelné na trhu (zkapalněný uhlovodíkový plyn, vysokooktanový benzín, nafta, rozpouštědla, olefiny pro petrochemii, další chemikálie)

Klíčovým prvkem technologie je proces Fischer-Tropschovy syntézy, který je v Sasolu realizován v různých typech reaktorů. V závodech Sasol I jsou použity tzv. ARGE reaktory. Jedná se o klasické trubkové reaktory s náplní katalyzátoru uvnitř trubek, pracovní teplota těchto reaktorů je 220–250 °C, pracovní tlak 2,5–4,5 MPa. Jako katalyzátor se používají oxidy železa dotované mědí a draslíkem. Je dosažováno 60–90 % konverze plynu na kapalnou produkty a uhlovodíkové plyny. Prohlašující reakce jsou exotermní, proto se reaktory chladí vodou a vyrábí se vodní pára.

Dalším typem reaktorů v použitých v závodech Sasol I jsou tzv. SLURRY reaktory. Jedná se o novější typ reaktoru, který je používán od roku 1993. Reaktor tvoří nádoba naplněná roztaveným parafinem obsahujícím jemně dispergovaný katalyzátor. Syntézní plyn bublá roztavenou lázní, ve které dochází k jeho přeměně na kapalnou uhlovodíky. Reakční podmínky jsou stejné, jako u reaktorů ARGE. Vznikající teplo je odváděno chladícím

hadem procházejícím lázni roztaveného parafinu, k chlazení reaktoru se také používá voda a vyrábí se vodní pára.

Schématické znázornění obou typů reaktorů použitých v závodě Sasol I je na obr. 1.

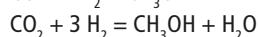
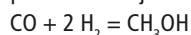
V modernějších závodech Sasol II a Sasol III jsou použity jiné typy reaktorů. Jsou to tzv. Synthol reaktory (fluidní reaktory s cirkulující vrstvou katalyzátoru). Tyto reaktory poskytují ve srovnání s reaktory ARGE a SLURRY vyšší výtěžky kapalných uhlovodíků a mají mnohem větší výkon. Je dosaženo asi 85 % konverze plynu na kapalnou produkci, pracovní teplota těchto reaktorů je 330–350 °C, pracovní tlak 2,5 MPa. Používá se stejný katalyzátor, jako v závodě Sasol I. Nově byly vyvinuty tzv. SAS reaktory (Sasol Advanced Synthol), které poskytují stejné spektrum produktů, jsou však konstrukčně jednodušší a pracují s vyšší efektivitou. Schématické znázornění reaktorů použitých v závodech Sasol II a Sasol III je na obr. 2.

Složení produktů vyráběných v jednotlivých typech reaktorů je uvedeno v tabulce 1.

Z tabulky 1 je zřejmé, že reaktory použité v závodech Sasol II a Sasol III poskytují příznivější spektrum produktů, než reaktory pracující v nejstarším závodě Sasol I. Je to dáno mnohem nižší dobou zdržení reagujících látek ve fluidních typech reaktorů, které tak nemají dostatečný čas k tvorbě delších uhlovodíkových řetězců.

Výroba methanolu

Technologie výroby methanolu vycházejí ze stejného syntézního plynu, jako používá Fischer-Tropschova syntéza. Tento syntézní plyn je možné opět vyrábět buď zplyněním uhlí, či štěpením zemního plynu, příp. i jiných org. látek (např. ropné zbytky). Technologie vycházející z uhlí jsou dnes rozšířeny především v Asii. V devadesátých letech minul. století byla zvažována výstavba technologie výroby methanolu jako navazující technologie využití syntézního plynu v Tlakové plynárně v Ústí n. Labem – Užíně. Nakonec však k realizaci této technologie nedošlo. Bývalé Československo však bylo výrobcem technologií syntézy methanolu pro celý východní blok (Královopolská strojírna Brno). Syntéza methanolu ze syntézního plynu probíhá podle následujících rovnic:



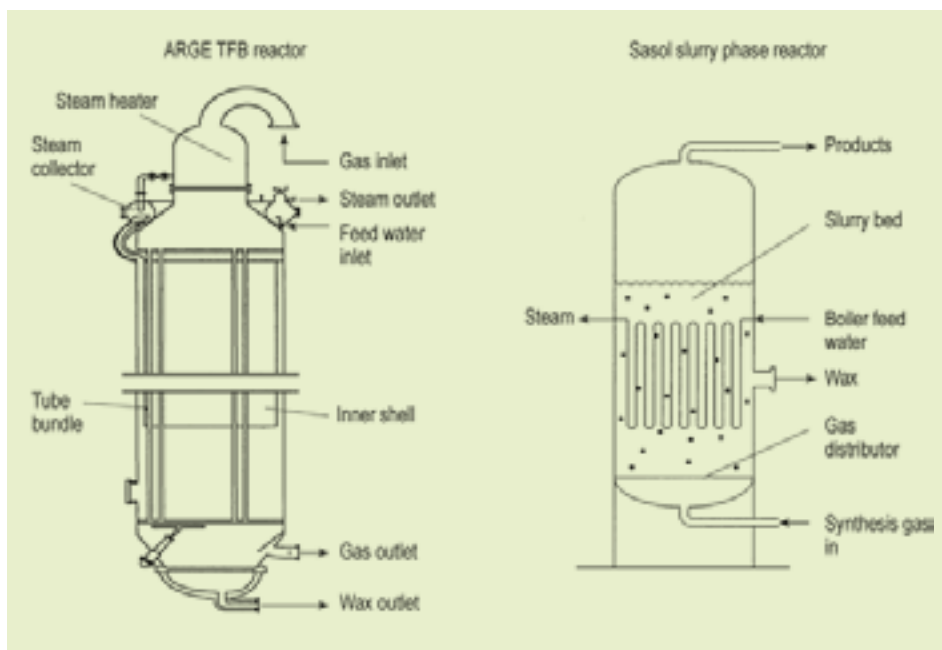
Obě probíhající reakce jsou exotermní a probíhají za zvýšeného tlaku (až 30 MPa).

Ve světě jsou nejvíce rozšířeny dvě základní technologie výroby methanolu:

- technologie ICI (kterou se vyrábí asi 60 % světové produkce methanolu)
- technologie Lurgi (kterou se vyrábí asi 30 % světové produkce methanolu)

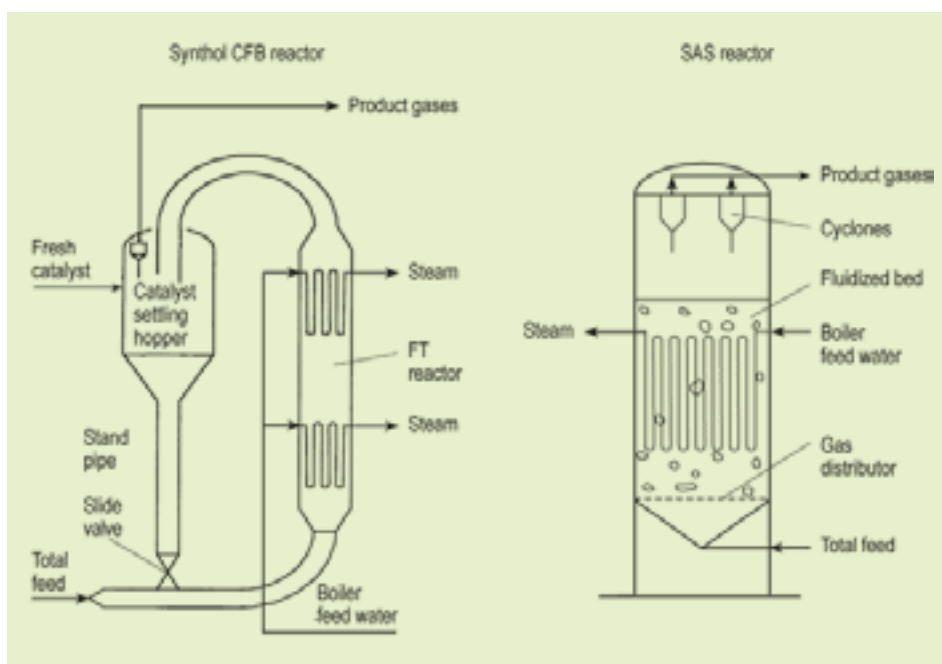
Technologie ICI

Syntéza methanolu probíhá v adiabatickém katalytickém reaktoru (bez výměny tepla s okolím). Jako



Obr. 1: Schématické znázornění reaktorů použitých v závodě Sasol I

Zdroj: Ullmann – encyklopedie průmyslové chemie: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>



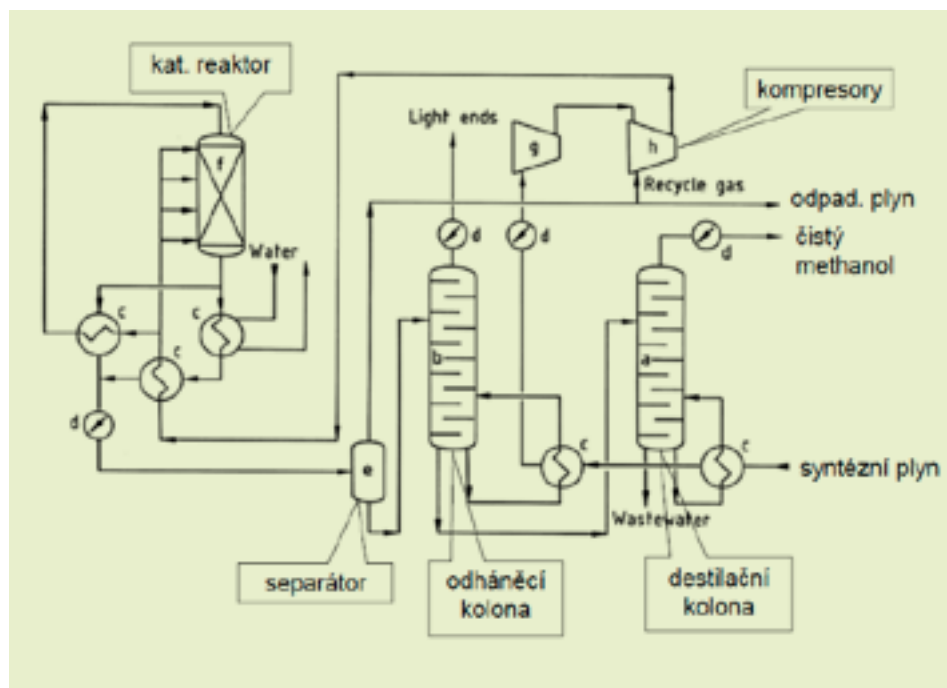
Obr. 2: Schématické znázornění reaktorů použitých v závodech Sasol II a Sasol III

Zdroj: Ullmann – encyklopedie průmyslové chemie: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>

Tabulka 1: Složení produktů vyráběných v jednotlivých typech reaktorů (výtěžky v %)

závod:	Sasol I		Sasol II a Sasol III	
	ARGE	SLURRY	SYNTHOL	SAS
typ reaktoru:				
CH ₄ :	2	5	10	11
uhlovodíkové plyny C ₂ –C ₄ :	11	14	29	29
C ₅ –C ₁₁ (benzín):	18	22	40	37
C ₁₂ –C ₁₈ (nafta):	14	15	7	11
C ₁₉ –C ₂₃ (lehké vosky):	7	6	4	3
C ₂₄ –C ₃₅ (střední vosky):	20	17	4	3
C ₃₅₊ (tvrdé vosky):	25	18	-	-
další chemikálie:	3	3	6	6

Zdroj: Ullmann – encyklopedie průmyslové chemie: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>



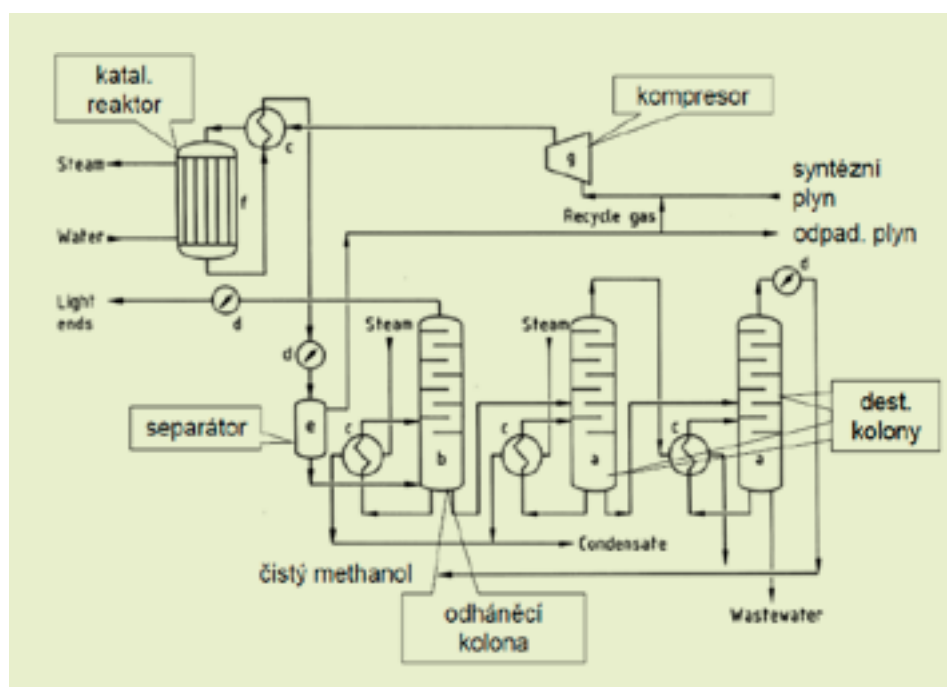
Obr. 3: Schématické znázornění technologie ICI pro výrobu methanolu

Zdroj: Ullmann – encyklopedie průmyslové chemie: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>

katalyzátor se používají sloučeniny na bázi Cu, Zn a Cr, pracovní tlak reaktoru je 5–10 MPa, pracovní teplota 220–230 °C. Životnost katalyzátoru je asi 3 roky. Poměr vodík : CO v syntézním plynu je 2,2. Část plynu se po průchodu reaktorem recykluje. Poměr recyklovaného a nově přiváděného plynu je asi 5 : 1. Konverze CO na methanol při jednom průchodu reaktorem je asi 20 %. V odháněcí koloně se z produktu oddělují dimethyleter, methan, aceton a další těkavé produkty. V navazující destilační koloně se odděluje voda a získává čistý methanol. Schématické znázornění technologie ICI je na obr. 3.

Technologie LURGI

Tato technologie výroby methanolu ze syntézního plynu používá izotermní trubkový reaktor chlazený vodou. Jako katalyzátor se používá CuO a ZnO. Technologie pracuje za obdobných podmínek, jako technologie ICI. Syntézní plyn je komprimován na 5 MPa a předehříván na reakční teplotu 250 °C. Reakční teplo je z reaktoru odváděno do vroucí vody. Také separace produktů je řešena obdobně, jako u procesu ICI, destilace směsi methanol – voda se provádí ve dvou za sebou zařazených destilačních kolonách. Schématické znázornění technologie LURGI pro výrobu methanolu ze syntézního plynu je na obr. 4.

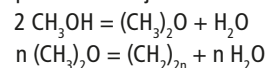


Obr. 4: Schématické znázornění technologie LURGI pro výrobu methanolu

Zdroj: Ullmann – encyklopedie průmyslové chemie: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>

Technologie MOBIL MTG používaná pro přeměnu methanolu na benzin

Tato technologie umožňuje selektivní přeměnu uhlí na benzin bez nutnosti výroby vyšších kapalných uhlovodíků. V procesu MOBIL MTG je methanol dehydratován na uhlovodíky do C₁₀ za použití katalyzátoru na bázi zeolitického molekulového síta. Reakce probíhá přes mezistupeň dimethyletheru podle následujících rovnic:



Obě probíhající reakce jsou exotermní, uvolněné teplo činí 1,5–1,75 kJ/g přeměněného methanolu. Výtěžky uhlovodíků činí asi 43 %, zbytek tvoří reakční voda (vztaženo na hmotnost methanolu vstupujícího do procesu).

Proces MOBIL MTG je průmyslově realizován od roku 1980 na Novém Zélandě; denně se zpracovává 4 500 t methanolu, ze kterého se vyrobí 1 700 t vysokooktanového benzínu. Jako surovina pro výrobu syntézního plynu se používá zemní plyn.

Popis technologie MOBIL MTG:

- používají se dva různé typy katalytických reaktorů: adiabatický reaktor s pevným ložem katalyzátoru, nebo reaktor s fluidním ložem katalyzátoru
- u reaktoru s pevným ložem katalyzátoru se používají dva reaktory zapojené v sérii
- v prvním reaktoru probíhá dehydratace methanolu na dimethyleter
- reakční směs z prvního reaktoru se míchá s recyklovaným plynem z druhého reaktoru a vstupuje do druhého reaktoru, kde je konvertována na kapalně uhlovodíky
- katalyzátor v reaktorech je postupně deaktivován těžšími uhlovodíky, které nejsou schopny opustit porézni systém katalyzátoru
- asi po každých 20 dnech provozu se provádí reaktivace katalyzátoru vypalováním těžších uhlovodíků v proudu plynu s řízeným obsahem kyslíku

Fluidní reaktory mají oproti reaktorům s pevným ložem katalyzátoru následující výhody:

- možnost odvodu reakčního tepla a jeho využití k odpařování methanolu
- možnost kontinuální regenerace části odváděného katalyzátoru

Složení produktů technologie MOBIL MTG při použití různých typů reaktorů uvádí následující tabulka 2.

Možná podoba moderního závodu na výrobu kapalných paliv z uhlí

Všechny moderní technologie výroby kapalných paliv a chemikálií provozované v současné době ve světě vycházejí ze syntézního plynu. Jednou

z variant jeho výroby je zplynění uhlí. Tato technologie je použita např. v Sasolu, jsou zde však provozovány generátory LURGI se sesuvnou vrstvou paliva, které byly vyvinuty před cca 80 lety. Ve světě je dnes provozována řada modernějších generátorů, které umožňují vyrobit ze stejného uhlí kvalitnější syntézní plyn, který nevyžaduje tak náročné čištění, jako plyn vyráběný v generátorech se sesuvnou vrstvou paliva. Jedná se zejména o fluidní generátory s cirkulující fluidní vrstvou paliva, nebo tzv. hořákové generátory, ve kterých je palivo zplyňováno v úletu. Princip činnosti generátorů se sesuvnou vrstvou paliva, fluidních generátorů a hořákových generátorů je znázorněn na obrázku 5.

Provozní příklady použití těchto typů generátorů uvádí následující tabulka 3.

Pro výrobu syntézního plynu určeného k výrobě kapalných paliv a chemikálií, jsou vhodné zejména generátory hořákového typu, které pracují při teplotách až 1500 °C. Při těchto teplotách se všechny org. látky přítomné v plynu rozloží a syntézní plyn tak neobsahuje žádný dehet ani jiné uhlovodíky, které působí problémy při jeho další úpravě. Je tak možné upustit od systému čištění plynu Rectisol, který je použit v Sasolu (vypírka methanolem podchlazeným na -78 °C). Používá se pouze odprašení plynu za horka a odstranění sírných látek jejich vysokoteplotní sorpcí na vápenatých sorbentech (CaO). Mezi nejvýznamnější světové výrobce hořákových generátorů patří následující firmy: Shell,

Tabulka 2: Složení reakčních produktů při použití jednotlivých typů reaktorů technologie MOBIL MTG

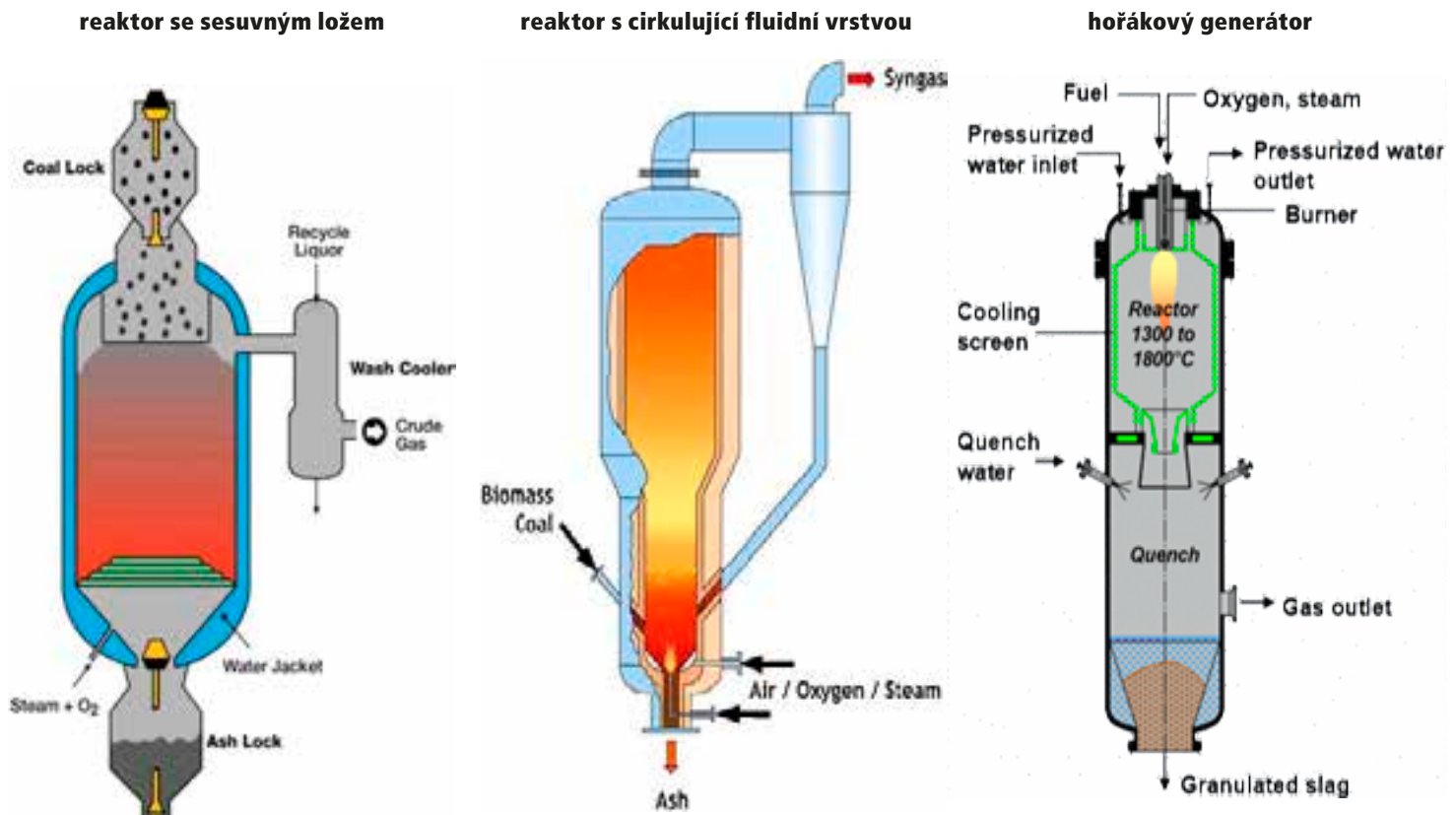
	reaktor s pevným ložem	fluidní reaktor
pracovní podmínky reaktoru		
teplota na vstupu do reaktoru (°C)	360	413
teplota na výstupu do reaktoru (°C)	412	413
molární poměr recyklovaného plynu	9	0
pracovní tlak v reaktoru (MPa)	2,2	0,3
výtěžky produktů (% hm.)		
uhlovodíky	44	44
voda	56	56
složení uhlovodíkového produktu (% hm.)		
plyny C1–C4	23	39
benzín C5–C10	76	60

Zdroj: Ullmann – encyklopedie průmyslové chemie: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>

Tabulka 3: Provozní příklady použití různých typů generátorů

typ reaktoru:	sesuvné lože paliva	cirkulující fluidní vrstva	hořákový generátor
lokality	Sasol	Berrenrath	Ningxia
země	JAR	Německo	Čína
spotřeba uhlí (t/hod.)	5300	30	2300
produkty	paliva + chemikálie	methanol	paliva + chemikálie
hodinová produkce (t/hod.)	780	12,5	500

Zdroj: Hydrogen and Syngas Production and Purification Technologies, ed. by Ke Liu, Chunshan Song, Velu Subramani, John Wiley & Sons, Inc. 2010



Obr. 5: Různé typy generátorů používané pro zplynění uhlí

Zdroj: Hydrogen and Syngas Production and Purification Technologies, ed. by Ke Liu, Chunshan Song, Velu Subramani, John Wiley & Sons, Inc. 2010

Tabulka 4: Příklady složení plynu produkovaného v různých typech generátorů

typ geretátoru:	sesuvná vrstva	hořákový	hořákový
výrobce:	LURGI	Shell	Texaco
palivo:	kusové uhlí	uhelný prášek	uhelná pasta ve vodě
zplyňovací médium:	O ₂ + H ₂ O	O ₂	O ₂
složka plynu	složení plynu (%)		
CO	38	65	49
H ₂	22	29	34
CH ₄	12	0,1	0,2
CO ₂	28	2	10
N ₂	12	2	1

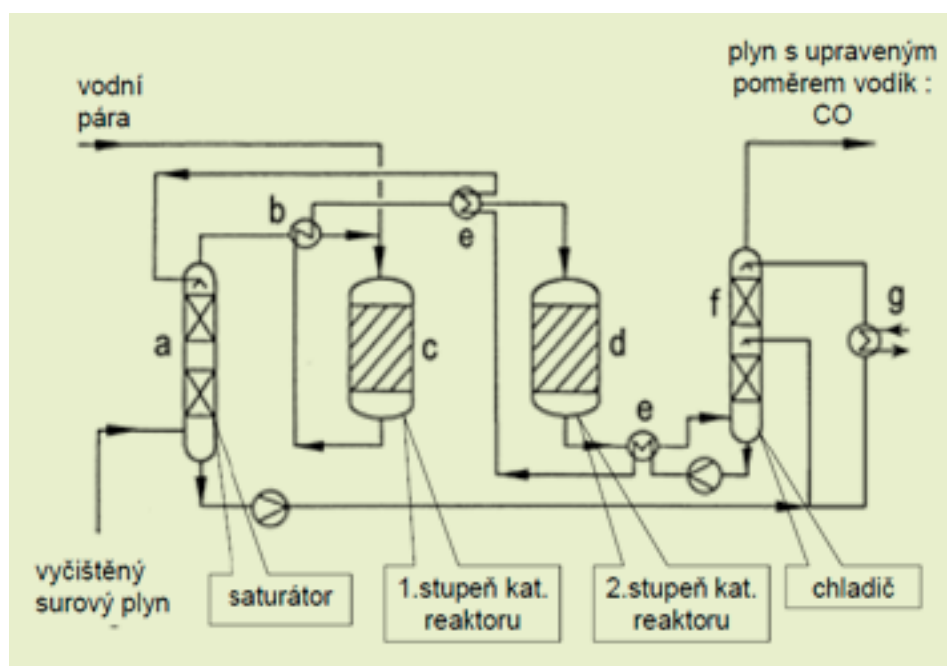
Zdroj: Hydrogen and Syngas Production and Purification Technologies, ed. by Ke Liu, Chunshan Song, Velu Subramani, John Wiley & Sons, Inc. 2010

„Je nutné však mít na vědomí, že složení plynu je kromě typu použitého generátoru závislé také na typu a složení použitého uhlí.“

Siemens, Texaco a Prenflo. V Asii jsou velmi rozšířené především generátory prvních dvou výrobců. Příklady složení syntézního plynu produkovaného při zplynění uhlí v různých typech generátorů uvádí tabulka 4.

Je nutné však mít na vědomí, že složení plynu je kromě typu použitého generátoru závislé také na typu a složení použitého uhlí. Ne všechny generátory jsou vhodné ke zplyňování všech typů uhlí. Typ generátoru je proto nutné vybírat na základě

„Typ generátoru je proto nutné vybírat na základě pilotních zkoušek zplynění vzorku daného uhlí, které prokážou vhodnost použití daného typu generátoru ke zplyňování daného uhlí.“



Obr. 6: Schéma zařízení pro úpravu poměru vodík : CO v syntézním plynu

Zdroj: Ullmann – encyklopedie průmyslové chemie: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>

pilotních zkoušek zplynění vzorku daného uhlí, které prokážou vhodnost použití daného typu generátoru ke zplyňování daného uhlí. Pro výrobu syntézního plynu určeného k syntéze kapalných paliv se jako nejvhodnější jeví hořákové generátory Shell a Siemens, které produkují syntézní plyn s nízkým obsahem org. látek a CO₂.

Pro syntézu kapalných paliv je v syntézním plynu nutné navýšit obsah vodíku na úkor obsahu CO. Požadovaný poměr H₂ : CO v syntézním plynu, který je vhodný pro syntézu kapalných uhlovodíků, je 1,7–2,5 ku 1. Konverze CO na vodík a CO₂ se provádí reakcí syntézního plynu s vodní parou za použití katalyzátoru (tzv. water gas shift reaction). Katalyzátory v daném případě používají obvykle sloučeniny na bázi Co a Mo, které jsou relativně málo citlivé na sloučeniny síry. Pracovní teploty katalytického reaktoru se pohybují v rozmezí od 340 do 450 °C. Probíhající reakce je exothermní. Schéma zařízení pro úpravu poměru vodík : oxid uhelnatý je na obrázku 6.

Plyn s upraveným poměrem vodík : oxid uhelnatý je pak možné použít buď pro Fischer-Tropschovu syntézu uhlovodíků a dalších chemikálií, nebo pro výrobu methanolu a navazující výrobu benzínu technologií MOBIL MTG. Obě tyto technologie byly podrobně popsány výše. Výběr jedné nebo druhé cesty bude záležet na pečlivém rozhodnutí investora a zvažování situace na trhu. Technologie takového typu se obvykle stavějí na minimálně 30 a více let a z tohoto pohledu je velmi obtížné predikovat budoucí vývoj. Technologie Fischer-Tropschovy syntézy produkuje široké spektrum výrobků a chemikálií, zatímco technologie MOBIL MTG je omezena na produkci uhlovodíkových plynů C₁–C₄ a benzínu. Z hlediska podnikatelského rizika proto asi bude vhodnější první z těchto technologií, která poskytuje široce diversifikované portfolio výrobků s menším rizikem výkyvů cen jednotlivých komodit na světových trzích. Je však třeba mít na paměti, že konkurence v této oblasti nespí (viz výše zmiňovaný závod Ningxia v Číně).

Doc. Ing. Karel Ciahotný, CSc., Ing. Zdeněk Beňo, Ph.D.
Ústav plyných a pevných paliv a ochrany ovzduší
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze



Závěrečné slovo

Vážení čtenáři, pokud jste v letošním vydání TEMA speciál dorazili až na tuto stránku, je zřejmé, že vás problematika těžby a využití hnědého uhlí zajímá. Hlavním důvodem pro vydání tohoto speciálu bylo znovu zahájit diskusi o tom, zda je uhlí, a v tomto případě přímo hnědé uhlí, jako významná surovina a cenné přírodní bohatství na konci svého tzv. „životního cyklu“ a zda máme skutečně s využíváním jeho energetického potenciálu skončit. Tlak evropských neziskových organizací, které se věnují problematice kvality životního prostředí, a tím pádem i evropské a samozřejmě i české veřejnosti na zvyšování kvality životního prostředí je v posledních letech enormní a je přitom ještě populisticky podporován jak českými, tak i evropskými politiky. Ano, je možné souhlasit s tím, že bychom se kvalitou životního prostředí měli intenzivně zabývat, je však otázka, zda uhlí a jeho využití pro výrobu energií, které všichni ti, kteří jsou proti využívání uhlí, tak rádi dnes a denně spokojeně využívají. Evropská společnost si postupně a velice rychle zvykla na vysoký životní standard a tento standard by ráda měla zajištěna stále. Zapomíná přitom na to, že právě dosažení tohoto životního standardu bylo a stále ještě je podmíněno snadnou dostupností energií. Málokdo je dnes připraven na to, že si řadu svých životních potřeb bude muset zajišťovat sám. Všichni spoléháme na stát a politiky, kteří nám tento komfort určitě zajistí. Otázkou zůstává, zda jsme na krok zajištění snadné dostupnosti energií bez využití uhlí skutečně technologicky připraveni.

Odhlédneme-li od problematiky globálního oteplování a jeho zpomalení, které je velice často spojováno pouze s využitím uhlí v energetice, zahájila všechny dnešní změny v sektoru energetiky německá strategie nazvaná svými autory „Energiewende“. Strategie Energiewende vyjadřuje přechod od energie z fosilních a jaderných paliv na obnovitelné zdroje energie. Cílem je do roku 2050 získávat v Německu energii především z obnovitelných zdrojů jako větrná, vodní, solární a geotermální energie nebo jiná energie z obnovitelných zdrojů. Jak se daří naplňovat cíle této strategie, sestavené a schválené německou vládou si můžete přečíst v příspěvku pana Scholtyska a také v jiných zdrojích. Většina zdrojů konstatuje, že se cíle stanovené pro rok 2020 pravděpodobně nepodaří naplnit. Nedávno vydal svou studii věnovanou této problematice také Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI – Svaz německého průmyslu) – viz <https://e.issuu.com/embed.html#2902526/57478058>.

Studie konstatuje, že dosažení cíle redukce emisí CO₂ o 80 až 95 % v roce 2050 je dlouhodobý politický, ekonomický a sociální projekt enormních rozměrů. Při současném trendu snižování emisí by Německo dosáhlo úrovně snížení o 61 %. BDI uvádí,

že cíl snížení emisí skleníkových plynů o 80 % je technicky proveditelné pouze při propojení jednotlivých sektorů hospodářství. Znamenalo by to používání elektřiny pro vytápění (instalace 14 milionů tepelných čerpadel) a dopravu (26 milionů plug-in nebo hybridních osobních vozidel do roku 2050 a nákladní dopravu elektrickými vozidly v podobě tramvaje). Spotřeba elektřiny by tedy stoupla (715 TWh v roce 2050 ve srovnání s 610 TWh v roce 2015) a musela by být produkována pouze z obnovitelných zdrojů. Dosažení cíle 95 % redukce by roční spotřebu ještě zdvojnásobilo. Rozšíření potenciálu obnovitelných zdrojů by bylo předmětem technické, ekologické, ekonomické a veřejné podpory přijetí ročního limitu růstu: BDI předpokládá limit 800–1 000 TWh za rok.

Dále by bylo nutno aplikovat záchyt a ukládání uhlíku (CCS), i když není v Německu zrovna populární, pro výrobu oceli a cementu, parní reformování, rafinaci ropy a spalování odpadů, nebo mnohem dražší alternativy jako je např. „zelený“ vodík. V odvětví zemědělství by krávám musely být podávány „metanové prášky“ ke snížení nadýmání. Podle BDI je dosažení cíle redukce emisí skleníkových plynů o 80 % makro ekonomicky životaschopné s dalšími ročními investičními náklady asi 1,2 % až 1,8 % HDP (dalších 1,5 až 2,3 bilionu EUR celkem do roku 2050). Některá další opatření, jako je energetická účinnost, které by mělo za následek úsporu nákladů, by snad náklady na dodatečné investice snížilo asi o polovinu. Zvýšit kapacitu větrných a solárních elektráren o 240 GW by vyžadovalo zvýšit dnešní tempo růstu na 4,7 GW za rok – o cca 1 GW nad nedávné tempo růstu – a stavět více nepopulárních přenosových linek. Plyn by musel nahradit uhlí pro dostatečnou zálohu energetické soustavy a dřevo by muselo nahradit uhlí a zemní plyn pro nízké a střední teploty při průmyslové spotřebě tepla.

Přes tyto zjevné problémy s dosažením stanovených cílů je Energiewende stále, dle mého názoru, hnacím motorem politiky Evropského společenství a Evropského parlamentu. Příkladem jsou nové emisní standardy Evropské unie pro velká spalovací zařízení (Large Combustion Plants BAT reference documents – LCP BREF), které mají začít platit v roce 2021, a jsou součástí směrnice EU o průmyslových emisích z roku 2010. Emisní limity se vztahují na elektrárny s tepelným příko-nem nad 50 MW. Nejvíce ohrožené jsou elektrárny ve střední a východní Evropě, kde je okolo 25 GW instalovaného výkonu hnědouhelných elektráren nad povolenými limity NO_x.

Zpřísnění emisních limitů souvisí s odchodem řady evropských zemí od spalování uhlí. Od okamžiku schválení těchto limitů velmi razantně roste cena povolenky CO₂, když se posunula během jednoho roku z 6 EUR až k dnešním 21 EUR/t, tj. o 250 %. A to zřejmě ani zdaleka není pro následující roky

konec. Podle řady odborníků se Německo tímto postupem snaží dosáhnout ceny povolenky někde mezi 35 až 45 EUR/t. Taková cenová úroveň může totiž přispět k přirozenému překloupení výroby uhelných elektráren v plynové, jejichž emise jsou méně než poloviční proti uhlí. Taková cena povolenky by plynovým elektrárnám, poslední roky vymírajícím energetickým mamutům, navrátila statut rentability. Polila je živou vodou a to přesně Německo potřebuje. – Zdroj <http://oenergetice.cz/nazory/nemecky-rozbresk/>

Že přesto ani v Německu není relativní klid kolem energetické koncepce a její budoucnosti, ukazují poslední zprávy ze zasedání zvláštní komise německé vlády pro plánovaný odklon od uhlí – Kohleausstieg. V komisi sedí zástupci státu, odborů, ekologů i vědců. Komise na svých zasedáních zaznamenala již dva velké konflikty. První se týkal požadavku společnosti RWE na vykácení další části Hambašského lesa v Rýnském revíru a druhý potom vyjádření jednoho ze zástupců státu kolem ukončení provozu posledních uhelných elektráren v Německu v letech 2035–2038. – zdroj – *Hospodářské noviny*, 19. 9. 2018 – *Němci se přou o budoucnost uhlí*.

Z výše uvedených skutečností je zřejmé, že sektor energetiky ještě stále nenašel svůj klid a je nadále velice turbulentní. Stejně tak je tomu i v otázce jaký bude další osud uhlí a jeho využití. Kromě toho, že řada odborníků nesdílí názor, že se podaří v dohledné době vyrábět energie bez využití uhlí, hledá také řada evropských „uhelných států“ nové technologie, jak uhlí využívat jako cennou surovinu i v budoucnosti. O tom svědčí např. skutečnost, že se v říjnu letošního roku koná v Drážďanech již druhý Workshop věnovaný této problematice – „2nd Germany–Poland–Czech Republic Workshop on Integrated Technology Development for Effective and Sustainable Utilization of Domestic Carbon Resources“. Právě na tyto nové technologie je také zaměřeno toto speciální vydání TEMA. Věřím, že se vám příspěvky tohoto speciálu TEMA líbily, že vás zaujaly a poskytly vám nové informace o budoucích možnostech využití uhlí a jeho budoucnosti.

Ing. Petr Svoboda, CSc.
předseda představenstva
Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a. s.



Těžební fronta Lomu ČSA, Ing. Stanislav Štýs, DrSc.
Die Abaufrent des Tagebaus ČSA



