

## JAK OVLIVŇUJÍ EMISE PLYNŮ Z UHELNÝCH DOLŮ ATMOSFÉRU

### Abstrakt

Při těžbě uhlí dochází k produkci metanu ( $\text{CH}_4$ ), který výrazně ovlivňuje atmosféru. Díky včasným zásahům pomoci, kterých dochází k odčerpávání tohoto plynu, lze výrazně snížit dopady na znečištění životního prostředí. Zároveň dochází k využívání tohoto plynu pro průmyslové využití. V příspěvku jsou uvedeny ukazatelé k hodnocení vlivů  $\text{CH}_4$  na atmosféru.

**Klíčová slova:** metan, emise, ekvivalent, uhelný důl

### 1. Úvod

V současné etapě rozvoje těžby uhlí způsobuje plyn, zejména  $\text{CH}_4$ , který se v souvislosti s těžbou uvolňuje, nepříznivé ovlivnění atmosféry. Pokud by se neprováděly zásahy ke snížení těchto emisí, docházelo by k dalšímu znečištění. Nepříznivý vývoj očekávaných emisí je doložen celosvětovým přehledem.

I když ČR nemá, z celosvětového měřítka, tak významný podíl na produkci polutantů, je naší povinností zapojit se do řešení této problematiky. Při použití vhodného technického způsobu ke snížení emisí, se zároveň nabízí možnost využít plyn, jako energetický zdroj. V článku se tyto možnosti posuzují a předkládá se řešení, které může přispět k redukci CMM (Coal Mining Methane, metanu z uhelných slojí) a získat nezanedbatelný zdroj energie, v řádech několika MW.

### 2. Emise $\text{CH}_4$ z uhelných dolů ve světě

Uhelné doly uvolňují ve světě  $407,6 \cdot 10^6$  tun  $\text{CH}_4$  ekvivalentu  $\text{MtCO}_{2\text{eq}}$ , tj.  $28 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>  $\text{CH}_4$  ročně. Je to 8 % celkových antropogenních emisí  $\text{CH}_4$ .

Podíl těchto emisí v jednotlivých zemích světa, jak ho produkují uhelné doly je podle [1], v tabulce 1.

**Tab. 1** Prognóza EPA o vývoji emise metanu (CMM, Coal Mining Methane) z uhelných dolů

Země	v 10 <sup>6</sup> MtCO <sub>2eq</sub>			
	2005	2010	2015	2020
Čína	135,7	153,8	171,8	189,9
USA	55,3	51,1	46,4	46,4
Indie	19,5	23,1	28,4	33,6
Austrálie	21,8	26,4	28,2	29,7
Rusko	26,3	27,5	26,9	26,3
Ukrajina	26,3	24,5	23,1	21,9
Severní Korea	25,6	24,3	23,1	21,9
Polsko	11,3	10,8	10,3	9,8
Jižní Afrika	7,4	7,2	7,1	7,4
Velká Británie	6,7	6,6	6,4	6,2
Německo	8,4	7,7	7,1	5,9
Kazachstán	6,7	6,4	6,1	5,8
Kolumbie	3,4	4,0	4,7	5,5
Mexiko	2,5	2,8	3,3	3,7
Česká republika	4,8	3,9	3,1	3,0
Zbytek světa	26,5	27,5	28,9	31,1
<b>Svět celkem</b>	<b>388,1</b>	<b>407,6</b>	<b>425,6</b>	<b>449,5</b>

**Pozn.** Podíl jednotlivých zemí světa na emisi CH<sub>4</sub> z uhlých dolů. (CMM, coal mining methane).

(Zdroj. Global Anthropogenic Emission of Non CO<sub>2</sub> Greenhouse Gases 1990 – 2020).

Přepočítání v tabulce 1 je pro celkové emise, přibližně 400\*10<sup>6</sup> MtCO<sub>2eq</sub>, který odpovídá 28\*10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>, proveden následujícím způsobem:

Nejprve se převedlo 400\*10<sup>6</sup> MtCO<sub>2eq</sub> na CH<sub>4</sub>, tj 400/20 = 20\*10<sup>6</sup> tun CH<sub>4</sub>.

Pak se z hmotnosti 20\*10<sup>6</sup> tun CH<sub>4</sub> vypočítal objem CH<sub>4</sub>, tj. hmotnost se dělíla specifickou vahou CH<sub>4</sub> 0,00072 t/m<sup>3</sup>. Přepočítání 400/20 je postup, kterým se převádí emise CH<sub>4</sub> na ekvivalent MtCO<sub>2eq</sub>.

**Celý výpočet je následující:**

$$V = \frac{400}{20} * 10^6 = 27\,777 * 10^6 = 28 * 10^9 = 28 * 10^9 \text{ m}^3 \text{ CH}_4.$$

Podle prognózy z tabulky 1 je zřejmé, že bez zavedení technologií a k omezení volného výstupu CH<sub>4</sub> do atmosféry, by se tento nežádoucí vliv znečištění prostředí, stále zhoršoval.

Nejnámější způsob organizovaného svedení CH<sub>4</sub> a jeho dalšího využití, je degazace [3]. Podíl degazace na celkovém objemu emisí je v různých zemích světa odlišný. Poměrně vysokou úroveň degazace mají USA a Austrálie. Výsledky z USA jsou uvedeny v tabulce 2. Tabulka 3 uvádí situaci v ČR v letech 2011.

**Tab. 2** Podle U. S. CMM emission inventory, 1990 – 2009 dosáhla těžba, emise a degazace z hlubinných uhelných dolů v USA tyto hodnoty.

Kategorie	2007	2009
Těžba (mil. tun)	352	330
<b>Emise a degazace</b>	<b>milion m<sup>3</sup> CMM</b>	
	<b>2007</b>	<b>2009</b>
CMM emise	4 318	5 358
CMM degazace	1 058	1 144
Využití %	24	21

**Tab. 3** Situace v ČR (využití degazace v ČR)

Důl	Období 2011		
	Degazace (m <sup>3</sup> )	emise (m <sup>3</sup> )	Využití %
Karviná	11 070 258	24 754 836	45
Paskov	20 895 936	63 055 068	33
Darkov	11 743 233	18 524 661	63
ČSM	11 404 042	19 671 707	58
<b>Celkem</b>	<b>55 113 469</b>	<b>126 006 272</b>	<b>44</b>

Pokud bychom chtěli porovnat údaj v tabulce 2, s údajem v tabulce 1, pak MtCO<sub>2eq</sub> určíme jako  $4\,318 \cdot 0,00072 \cdot 20 \cdot 10^6 = 62,1 \cdot 10^6$ . Údaj v tabulce 1 je  $55,3 \cdot 10^6$ , takže je zde přibližná shoda.

### 3. Ukazatelé k hodnocení vlivu plynů na ovlivnění atmosféry

Ekvivalent MtCO<sub>2eq</sub> vyjadřuje podle přijaté klasifikace, vliv skleníkových plynů na znečišťování atmosféry, ve srovnatelném měřítku k CO<sub>2</sub>.

Plyny bez vazby na CO<sub>2</sub> obsahují širokou kategorii skleníkových plynů, jiných než je oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), takových jako je metan (CH<sub>4</sub>), oxidy dusíku (N<sub>2</sub>O) a

poměrně vysoký počet plynů s globálním tepelným potenciálem. Plyny bez vazby na CO<sub>2</sub> jsou více účinné než s vazbou na CO<sub>2</sub> (na jednotku váhy), a významně přispívají ke globálnímu oteplení. Takže redukcí emisí plynů bez vazby na CO<sub>2</sub> je možno zmírnit globální klimatické změny a dosáhnout většího ekonomického prospěchu a zlepšit životní prostředí.

Jako skleníkový plyn je CH<sub>4</sub> např. 20krát účinnější co se týče udržování tepla v atmosféře než CO<sub>2</sub> v časovém horizontu 100 let (tab. 4). CH<sub>4</sub> je emitován z různých přírodních zdrojů a také vlivem lidské činnosti. Vliv lidské činnosti obsahují skládky deponií, využití přírodního plynu a nafty, zemědělské aktivity, uhelné hornictví, tepelné zdroje, úprava vody a jiné průmyslové procesy. Jako primární složka přírodního plynu je CH<sub>4</sub> také důležitý jako poměrně čistý energetický zdroj. Tento způsob využití emise CH<sub>4</sub> může znamenat významný přínos v oblasti ekonomiky, energie a životního prostředí.

### 3.1. Ekvivalent MtCO<sub>2eq</sub>

Pro přepočítání nepříznivého vlivu CH<sub>4</sub> na znečišťování atmosféry, se ekvivalent MtCO<sub>2eq</sub> vyjadřuje přibližně, jako 20ti násobek obsahu CH<sub>4</sub>. Jinými slovy 1 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> ovlivní atmosféru jako 20 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>. Pro výpočet ekvivalentu je nutno zohlednit měrné hmotnosti plynu. Údaj o emisi CH<sub>4</sub> se obvykle uvádí v m<sup>3</sup> za jednotku času (minuta, hodina, den, rok). Kalkulátor na vyhledávači <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html#res>, kterým se obvykle přepočítání provádí, vyžaduje zadání emise CH<sub>4</sub> v tunách. Výsledný MtCO<sub>2eq</sub>, je také vyjádřen v tunách.

Například když emise CH<sub>4</sub> na dolech v ČR (tab. 5) jsou 319,7\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, přepočteme měrnou hmotností metanu 0,00072 t/m<sup>3</sup>, dostaneme 230\*10<sup>3</sup> t. A kalkulátor, pro tuto hmotnost vypočítá MtCO<sub>2eq</sub> jako 4,382\*10<sup>6</sup> t. To je velmi přibližná shoda s údajem v tabulce 1.

### 3.2. Ukazatel GWP

Dalším ukazatelem, který vyjadřuje vliv skleníkových plynů na znečišťování ovzduší je GWP (globální tepelný potenciál). Jeho stanovení je zkráceně uvedeno v tabulce 4, podle [5].

**Tab. 4** Životnost v atmosféře a GWP relativně k CO<sub>2</sub> a časový horizont pro skleníkové plyny (zkráceno pro vybrané plyny, které jsou nejvíce zastoupeny v uhelných slojích).

Plyn	Chemický vzorec	Životnost (roky)	Globální tepelný potenciál pro daný časový úsek		
			20-roků	100-roků	500-roků
<a href="#">Oxid uhličitý</a>	CO <sub>2</sub>	1	1	1	1
<a href="#">Metan</a>	CH <sub>4</sub>	12	72	25	7.6
<a href="#">Oxidy dusíku</a>	N <sub>2</sub> O	114	289	298	153
<a href="#">CFC-12</a>	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	100	11 000	10 900	5 200
<a href="#">HCFC-22</a>	CHClF <sub>2</sub>	12	5 160	1 810	549

GWP globální tepelný potenciál je závislý jak na účinnosti molekuly jako skleníkový plyn, tak na atmosférické životnosti. GWP je měřen relativně ke stejné hmotnosti CO<sub>2</sub> a vyhodnocen pro specifickou časovou stupnici. Jestliže tedy má plyn vysokou radioaktivní sílu, ale také krátkou životnost v atmosféře, bude mít vyšší GWP na stupnici po dobu 20 let, ale nižší po dobu 100 let. A naopak, pokud má molekula delší životnost v atmosféře než CO<sub>2</sub>, její GWP bude na časové stupnici klesat. Definovaný CO<sub>2</sub> má na časové stupnici po celou dobu hodnotu 1.

CH<sub>4</sub> má atmosférickou životnost 12 ± 3 roky a GWP 72 po dobu 20 roků, 25 po dobu 100 roků a 7,6 po dobu 500 roků. Pokles hodnoty GWP v delším časovém období nastává proto, že CH<sub>4</sub> je v atmosféře chemickou reakcí degradován na vodu a CO<sub>2</sub>.

Umělý zásah k urychlení této chemické reakce je jedním z námětů řady výzkumných úkolů, zatím ovšem bez možnosti širší praktické aplikace.

#### 4. Situace v České republice

Situaci v České republice vyjadřuje tabulka 5, podle [6] a tabulka 6. V tabulce 5 jsou uvedeny hodnoty emisí CH<sub>4</sub> a to jak na hlubinných aktivních a uzavřených dolech, tak na povrchových činných a uzavřených dolech. Dále jsou zde uvedeny

hodnoty degazace a jejich využití. Tabulka 6 znázorňuje ekvivalent  $\text{MtCO}_{2\text{eq}}$  na hlubinných činných dolech v ČR.

**Tab. 5** Česká republika - emise  $\text{CH}_4$  v  $10^6 \text{ m}^3$

Kategorie	1995	2003	2007
Hlubinné doly aktivní	298,5	247,0	232,3
Hlubinné doly uzavřené	39,3	33,0	31,1
Povrchové doly činné	70,7	52,6	51,7
Povrchové doly uzavřené	5,6	4,5	4,5
Celkové emise	408,5	337,3	319,7
Svedeno a využito	152,4	116,6	neuvedeno
Využito %	37	34,5	Neuvedeno

**Tab. 6** Česká republika – emise  $\text{CH}_4$  a výpočet ekvivalentu  $\text{MtCO}_{2\text{eq}}$

Důl	Situace na hlubinných dolech v ČR			
	Rok 2010 (Březen - Prosinec)		Rok 2011	
	Emise $\text{CH}_4$ ( $\text{m}^3$ )	Emise $\text{CH}_4$ (t)	Emise $\text{CH}_4$ ( $\text{m}^3$ )	Emise $\text{CH}_4$ (t)
Karviná	26 544 249	19 112	32 546 112	23 433
Darkov	15 961 026	11 492	18 524 661	13 338
Paskov	48 333 039	34 800	63 055 068	45 400
ČSM	16 643 021	11 983	19 671 707	14 164
<b>Celkem</b>	107 481 334	77 387	133 797 548	96 334
<b><math>\text{MtCO}_{2\text{eq}}</math></b>	<b><math>1,5 \cdot 10^6</math></b>		<b><math>1,8 \cdot 10^6</math></b>	

Stejným postupem, jako u tabulky 1 a 2, bychom se přesvědčili, že  $\text{MtCO}_{2\text{eq}}$  pro  $319 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$  je  $4,5 \cdot 10^6 \text{ MtCO}_{2\text{eq}}$ .

Údaj v tabulce 2, zahrnuje emise z hlubinných a povrchových dolů činných i uzavřených v USA. Jsou tedy údaje o svedení a využití plynu v tabulce 2, srovnatelné s údaji v tabulce 5 a mohou tak naznačit, že úroveň degazace v ČR je na přijatelné úrovni. V USA kolem 20 %. V ČR kolem 35 %.

Emise  $\text{CH}_4$  z hornické činnosti představují v jednotlivých zemích, včetně ČR, jen malé procento celkových emisí (nepřesahují nikde 10 %). Přesto je nutno věnovat možnosti snížení jejich úniků do atmosféry pozornost.

V současné době existují v ČR tyto způsoby svedení  $\text{CH}_4$ :

- na hlubinných činných dolech, při vlastním dobývání pomoci degazace.

- na hlubinných uzavřených dolech se k svedení  $\text{CH}_4$  zřizují odplyňovací vrty, nebo se svádí plyn obdobným způsobem jako při degazaci činných pracovišť, případně se zavádějí tzv. kogenerační jednotky (obr. 1 a 2).



**Obr. 1** Kogenerační jednotka na dole Jan Karel



**Obr. 2** Kogenerační jednotka na dole Paskov č.1

- na povrchových dolech činných i utlumených, že žádné způsoby svedení  $\text{CH}_4$  nepoužívají.

Odplyňovací vrty představují v podstatě pasivní odplyňovací systém. Odvádějí určitou zásobu plynu z podzemí v okolí vrtu, ale plyn uniká do atmosféry. K ochraně atmosféry tak v podstatě nepřispívají. Jejich význam spočívá v tom, že zamezují výstupu plynů na povrch v určitých místech, a to bez stálé kontroly.

V současné době jsou tedy jedinými prostředky ochrany proti polutantům z hornické činnosti:

- zavedení degazace na činných dolech,
- zavedení speciální způsob degazace na uzavřených dolech,
- využití kogeneračních jednotek.

Možnosti degazace činných pracovišť jsou uvedeny v řadě odborných pojednání [3].

## Literatura

- [1] [http://www.epa.gov/cmop/docs/profiles\\_2008\\_final.pdf](http://www.epa.gov/cmop/docs/profiles_2008_final.pdf)
- [2] [http://www.globalmethane.org/documents/toolsres\\_coal\\_overview\\_ch7.pdf](http://www.globalmethane.org/documents/toolsres_coal_overview_ch7.pdf)
- [3] Prokop, P.: Exhalation and drainage of gas. Textbook. Technical University Ostrava CR, 2008.
- [4] Urban, P.: Odsávání a využití plynu z utlumovaného dolu - závod Paskov, Důl Paskov, o. z. OKD, a.s. Nerostné suroviny a hornická činnost 21. století. Ostrava, VŠB-TU, 2001.
- [5] <http://www.epa.gov/cmop/basic.html>
- [6] [www.google.com](http://www.google.com). CMM emission in Czech Republic
- [7] Dr.-Ing. Heribert Meiners, Dipl.-Ing. Michael Opahle, DMT GmbH  
Gaspotential, Gasfassung und Gasverwertung in aktiven und geschlossenen Bergwerken 2007.
- [8] Prokop, P.: Prognosis of residual coal gas capacity made by the “express” method.  
Journal of Coal Science and Engineering (China). Volume 14.
- [9] Vavrušák, Z.: Informace o aktivitách společnosti Green Gas International Limited. Horník č.23/2008.