

Plyny podzemních vod uranových dolů
Vítkov II a Zadní Chodov
1978 - 2008

1. Úvod.

Předmětem tohoto příspěvku týkajícího se plynů na bývalých nyní uzavřených ložisek Vítkov II a Zadní Chodov - v oblasti západní Čechy v okr.Tachov , jsou pouze plyny, které byly pro analýzy vyseparovány z důlních vod a to takových, jež vytékaly do důlních děl nebo později – po roce 1990 - takové, které se z důlních vod vystoupaných až na povrch po zatopení ložisek z nich uvolňovaly.

Zcela první známé - a písemně zachované - analýzy plynů z uranového ložiska Vítkov II pocházejí z července 1979 a tyto analýzy byly provedeny Ing.Věrou Šlechtovou v plynové laboratoři Chemických závodů ČSSP v Záluží u Litvínova.

Následně plyny z uranových ložisek analyzovaly laboratoře Moravských chemických závodů v Ostravě, VŠChT v Praze, ÚÚG v Brně a v Referenční laboratoři pro přírodní léčivé zdroje MZ ČR Mariánské Lázně, pracoviště Františkovy Lázně.

Isotopické analýzy delta ^{15}N , delta ^{18}O a delta ^{13}C (CH_4) byly provedeny na ÚÚG Praha Ing.Václavem Šmejkaem a následně na ČGS Praha, Dr.Františkem Bůzkem,Dr.Vojtěchem Erbanem.

2. Plyny doprovázející výtoky vod na dole Vítkov II a Zadní Chodov v době jejich provozu

2.1. Plyny endogenních solanek spodních horizontů a plyny vod „oldřichovského směru“ 7.patru dolu Vítkov II

Plyny solanek spodních horizontů dolu Vítkov II v úseku 15.p. až 21.p. - (včetně jediného známého a doložitelného výskytu z rozrážky PŠ-30-90 na úrovni 9.patru) - charakterizuje naprostá převaha dusíku, nízký obsah kyslíku a dále jsou významnými složkami metan, helium, argon – ten ale vždy v množstvích nikdy nedosahujících 1 % obj.Zcela zásadním poznatkem u tohoto typu plynu doprovázejícího endogenní solanky je absence kysličníku uhličitého.Zcela jiné složení plynů vykázaly analýzy z oblasti tzv.“oldřichovského směru“ v západní části 7.patru dolu Vítkov II.Tam, podobně jako u endogenních solanek byl rovněž prokázán vysoký obsah dusíku, nízký obsah kyslíku ale na rozdíl od plynů endogenních solanek byl kysličník uhličitý přítomen vždy.Dalším – tehdy nepřehlédnutelným faktem byla skutečnost, že v této západní části 7.patru pod výtoky z vrtů - (vedených na tektonickou strukturu Ol-1) - docházelo v těchto vod bohatých na kysličník uhličitý a teplých kolem $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ k intenzivnímu rozvoji železité bakterie Leptothrix ochracea (Libuše Švorcová 1979).

	Endogenní solanka Vítkov II Dv – 340 15.patro RS-XV/2-10 4.11.1981 obj. %	„Voda z oldřichovského směru“ Vítkov II vrt diamec 7.patro RZ-OI-6-71 červenec 1979 obj. %
Helium	0,46	0,53 (vodík + helium)
Metan	11,92	0,19
Etan	0,37	0,00
Dusík	86,74	90,66
Kyslík	0,24	2,10
Argon	0,26	1,00
CO ₂	0,01	5,52

2.2. Množství plynů unikajících ze solanek 15.patra dolu Vítkov II

V období mezi dubnem až srpnem 1980 bylo na úrovni 15.patra prováděno denní měření množství plynů uvolňovaných se z endogenních solanek. V rozrážce RS-XV/2-10 byly uzavřeny vrty diamec - čísel D – 341 a Dv – 338 obturátory a dále byla vytékající proplyněná solanka vedená přes separátor plynů – upravenou verzi separátoru podle (3) vyrobili na dole Vítkov II pracovníci na odd. mechanika Jaroš V., Ing. Zeman K.

Ze separátoru plynů byl plyn následně veden na membránový plynoměr a na něm byl prováděn denní odečet množství unikajícího plynu.

Tato měření množství unikajících plynů provedená na solankách v období 1978 – 1990 byla jediná tohoto druhu, provedená na dole Vítkov II.

Na dole Zadní Chodov měření množství plynů unikajících z vrtů prováděna nebyla.

2.3. Plyny 19.patra dolu číslo 3 v Zadním Chodově

V oblasti Zadního Chodova - š.č.3. - byly zkoumány plyny nejenom z pohledu doprovodu důlních vod ale i jako součást důlního ovzduší.

Autory těchto prací byli především K. Romanidis a F. Pospíšil, kteří kolem roku 1982 řešili přítomnost metanu a dusíku v důlním ovzduší a jejich dopad na větrání dolu a bezpečnost provozu.

Informativní analýzy plynů provedených na ložisku Zadní Chodov dokumentují výsledky z roku 1980 u vzorků odebraných na vrtech z chodby V-19-37.

Analýza vody

Analýza plynu

důl š.č.3 ZCh

důl č.3 ZCh

Index chodby

V – 19 - 37

V – 19 - 37

Analýzoval :

UD – ZČ

Chemopetrol Litvínov

Datum

3.7.1980

3.7.1980

obj. %

pH	8,0	He	0,70
měr.elekt.vodivost	969,0	CO ₂	0,27
alkalita (mmol ⁻¹)	6,10	H ₂	0,96
Tvrdost celk. (°N)	2,1	O ₂	0,40
Ca (mg/l)	8,0	Ar	0,85
Fe (mg/l)	0,0	CH ₄	7,16
Mn (mg/l)	0,0	C ₂	0,13
Cl (mg/l)	131,4	N ₂	89,53 (dopočtem)
SO ₄ (mg/l)	16,8		
NO ₂ (mg/l)	0,0		
NO ₃ (mg/l)	0,0		
Odparek 105 °C (mg/l)	623,0		
Nerozp.látky (mg/l)	10		
Oxidovatelnost	4,6		

3. Plyny uvolňující se z „důlních“ vod po zatopení uranových dolů Vítkov II a Zadní Chodov po jejich zatopení po roce 1990.

3.1. Plyny a průběh změn jejich obsahu na dole Vítkov II

Průběh změn obsahu jednotlivých plynů na povrchu po zatopení dolu Vítkov II byl nejdéle – počínaje rokem 1993 do 2008 - sledován na třech vrtech diamec na zátěži A - 002.

V prvních letech po zatopení byly plyny rovněž sledovány a analyzovány i na zátěži A - 001, dále na vrtu č.297 a na vrtu ZIF čísla Z – 08. U těchto intenzivně proplyněných vod byly prováděny analýzy plynů a příležitostně i rtg. fluorescenční analýzy odparů vod a to až do doby jejich uzavření.

Zcela zásadním poznatkem změn plynného složení na zátěži A – 002 bylo narůstání obsahu metanu a to na hodnoty 40% obj (2008).Dalším poznatkem – bylo zjištění, že na proplyněných „důlních vodách“ vytékajících po zatopení ložiska dochází u těchto celoročně 16 °C „teplých“ vod k intenzivnímu rozvoji železité bakterie *Leptothrix ochracea* (Janeček E., Pumann P. 2006).Vůbec nejrozsáhlejší kolonie tohoto typu železité bakterie byly pozorovány na „východních“ přítocích do tzv. „východní“ strouhy v nivě řeky Mže - (v severní části ložiska v blízkosti pravého břehu řeky).

U podobného typu vody stejné teploty – ale neproplyněné - na výtoku ze zóny O-9 (výtok na ID-301 do Mže), dochází v závislosti na množství vytékající vody i k občasnému rozvoji kolonií doposud neurčených manganových bakterií.

3.2. Plyny a průběh změn jejich obsahu na dole Zadní Chodov

Průběh změn obsahu jednotlivých plynů odebraných na povrchu zatopeného dolu Zadní Chodov.

Na povrchu zatopeného dolu Zadní Chodov byly plyny analyzovány po prvním zjištění výtoku „důlních“ vod na tzv. „výronu“. Po svedení těchto vod do akumulací jímky došlo ke „ztrátě“ této proplyněné vody. Následně ale nově zjištěný výtok nad ústím zasypaného komína PK-Ch-2b-121/123 pod š.č.2 se stal novým místem, kde byly plyny odebírány k příležitostným analýzám.

Zde, podobně jako na zatopeném dole Vítkov II dochází – téměř okamžitě po nastoupení hladiny nad ústí tohoto komína – k velmi intenzivnímu rozvoji biocenózy a to i přes skutečnost, že u této vody byly zjištěny vysoké obsahy a to jak uranu, tak i radia. Tyto prvky nejenomže nijak nebránily rozvoji řas, sinic a dalších, ale dokonce u řas *Stigeoclonium* a *Phormidium* došlo k velmi intenzivní akumulaci titanu v jejich tělech. Zdrojem titanu u tohoto typu „důlních vod“ vytékajících na povrch po zatopení dolu Zadní Chodov patrně brannerit (uranotitanát) a primárně asi biotit žul borského žulového masivu.

Výsledek analýz plynů unikajících na povrch zatopených uranových dolů Vítkov II a Zadní Chodov

	Vítkov II	Zadní Chodov
místo odběru :	A- 002	PK-Ch-2b-121/123
datum odběru :	19.4.2005	27.4.2005
analyzoval :	Referenční laboratoř pro přírodní zdroje Františkovy Lázně	
	obj. %	obj. %
He	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴
CO ₂	nestanoven	nestanoven
H ₂	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴
O ₂	10 ⁻³	10 ⁻³
Ar	0,70	0,95
CH ₄	38,2	9,60
N ₂	60,6	84,4

3.3. Isotopické stanovení delta ¹³ C v metanu unikajícího ze zatopených uranových dolů Vítkov II a Zadní Chodov

Na obou dolech – a to jak na dole Vítkov II tak i na dole Zadní Chodov byly změny v plynném složení po jejich zatopení sledovány průběžně v rozmezí let 1990 – do 2008.

K snad nejvýraznějším změnám plynného složení došlo na dole Vítkov II u metanu, kdy docházelo k jeho pozvolnému nastoupení v plynech unikajících z vod zátěže A - 002, zatímco na ložisku Zadní Chodov zůstal obsah metanu na hodnotách srovnatelných – nebo mírně vyšších - s jeho obsahy v plynném doprovodu vod stejný – nebo podobný - jako na indexu V-19-37.

V roce 2005 bylo provedeno první – a doposud jediné – změření isotopu delta $^{13}\text{C}(\text{CH}_4)$ na metanu unikajícího ze zatopených dolů Vítkov II a Zadní Chodov.

Z předložených výsledků lze usuzovat, že nárůst obsahu metanu na „vítkovské zátěži“ A - 002, která dosáhla až na hodnoty 40% obj. – (stav červen 2008), je možné dávat do souvislosti s činností bakterií.

Výsledek isotopického stanovení delta $^{13}\text{C}(\text{CH}_4)$ z metanu unikajícího s ostatními plyny na povrch zatopených uranových dolů Vítkov II a Zadní Chodov ze dne 22.4.2005

	Vítkov II	Zadní Chodov
místo odběru :	A-002 (diamec jih)	PK-Ch-2b-121/123
analyzoval :	ČGS Praha Dr.Bůzek Fr.	ČGS Praha Dr.Bůzek Fr.
delta $^{13}\text{C}(\text{CH}_4)$:	- 63,3	- 49,0

4. Z á v ě r

Závěrem je možné ve stručnosti k otázce plynů na - nyní uzavřených uranových dolech Vítkov II a Zadní Chodov – konstatovat, že :

- Na uranovém dole Vítkov II – pokud hovoříme o době, kdy byl důl v provozu, můžeme zcela nepochybně hovořit o 2 zcela odlišných typech atmosfér, doprovázejících vody, přítékající do důlních děl. U první z nich – to jsou plyny endogenních solanek – naprosto převažoval dusík, Vždy byl ale přítomen i metan a to až do 17 % obj., helium do 3,5 % obj., argon nikdy nedosáhl hodnoty 1 % obj, vždy se jeho analýzy pohybovaly pod touto hodnotou. Pokud bychom chtěli stručně charakterizovat plyny uvolňující se nyní z vod na povrchu zatopeného dolu tam je - (stav do konce června 2008) - nejmarkantnějším poznatkem plynulý nárůst obsahu metanu dosahující až hodnot 40 % obj.
Na tomto místě je nutné - k doplnění této otázky ještě uvést skutečnost, že ve vzdálenosti cca 3 km západně od dolu Vítkov II se na východním okraji města Tachova ve východním konci tzv.“Císařské aleje“ nalézají studna označovaná jako „Minerálka, kde voda je velmi intenzivně proplyněná a jediným plynem – z 99% - je kysličník uhličitý.
- Na uranovém dole Zadní Chodov - opět za doby provozu – byl vždy jako jeden z plynné složky zjišťován metan a to v obsazích pohybujiících se kolem

7 % obj. Na tomto dole byl potvrzen únik tohoto plynu i ze „suchých“ vrtů, tzn. z vrtů bez výtoku vody.

Po zatopení dolu Zadní Chodov a nastoupaní hladiny až na povrch byly intenzivně proplyněné vody zjištěny na tzv. „výronu“, krátce na to i na ústí zasypaného komína PK-Ch-2b-121/123. Složení plynů nad ústím tohoto komína bylo trvale sledováno - (stav ke konci června 2008) - a na tomto místě je nutné uvést, že nárůst obsahu metanu v plynech – tak jak k němu docházelo na dole Vítkov II nebyl zjištěn.

Zásadním - stav k červnu 2008 - bylo zjištění rozsáhlé biocenózy v těchto „důlních“ vodách“ na povrchu dolu Zadní Chodov, kdy počet jednotlivých - (k tomuto datu zjištěných) - druhů bakterií a řas dosáhl počtu kolem 30 druhů. Patrně nejzajímavějším zjištěním bylo to, že u as Stigeoclonium a Phormidium dochází v velmi intenzivní koncentraci titanu.

Seznam literatury :

1. Jetelová Jarmila : Zpráva o výskytu křemičité dusíkové termy v Batňovicích u Úpice
Zprávy v geologických výzkumech v roce 1967-svazek 1 (str.116-117)
ÚÚG Praha v ČSAV 1969
2. Fiala Viktor – Romanidis Kleantis
: Výskyt plynu s vysokým obsahem volného dusíku v moldanubických horninách
ložiska Okrouhlá Radouň
Časopis pro mineralogii a geologii., roč. 24, č.4/1979
3. Krajča Jaromil : Plyny v podzemních vodách
(Jejich vlastnosti, průzkum a využití)
SNTL Praha 1997
4. Krásný Jiří et al. : Podzemní vody České republiky
ČGS 2012
5. Markovič Fedor : Stabilní isotopy stroncia v endogenních vodách
uranového ložiska Vítkov II
47.ročník symposia Hornická Příbram ve vědě a technice 2008
sekce S
6. Markovič Fedor : Minerálka Tachov a uranové doly
Časopis „Český les“
č.6/2009
7. Markovič Fedor : Stabilní isotopy, vodíku, kyslíku, dusíku, síry
a stroncia a jejich význam pro objasnění genese
endogenních vod uranového ložiska Vítkov II
52.ročník symposia Hornická Příbram ve vědě
a technice 2013
sekce V.
8. Pačes Tomáš : Úvod do hydrogeochemie
Vydal ARTEC 2011
Praha - Liberec

9. Prokeš Stanislav : Výskyt metanu na příbramském uranovém ložisku
 Separát přednášky na : 20.ročníku symposia
 Hornická Příbram ve vědě a technice 1996
 Sekce D 14
10. Stejskal Michal : Ropné indicie uranových ložisek
 Aprochem 2005

