

BIOLOGIE VOD URANOVÝCH LOŽISEK VÍTKOV II A ZADNÍ CHODOV 1977 - 2013

1. Úvod

V rozmezí let 1977 – 2008 bylo prováděno příležitostné pozorování přítomnosti a rozvoje biocenózy ve vodách na obou uranových ložiscích v okrese Tachov v oblasti západních Čech. Do roku 1990 byla tato pozorování prováděna pouze na podzemních vodách ložiska Vítkov II a po ukončení provozu a zatopení obou dolů byl zájem o tuto problematiku přesunut na výtoky podzemních – důlních vod – na povrch obou výše jmenovaných ložisek.

V průběhu let byla shromážděna řada poznatků, která dovolila se na radioaktivní vody a jejich osídlení biocenózou na uranových dolech v oblasti západních Čech podívat i z jiného úhlu pohledu.

Je zcela samozřejmé, že bez zainteresované pomoci celé řady pracovníků z oblasti laboratoří zabývajících se mikrobiologií – a chemií vod by uvedená data nebylo možné získat. Proto si na tomto místě dovoluji ještě jednou všem poděkovat. Zvláště zavázán jsem paní Ing. Libuši Švorcové CSc z VÚB v Karlových Varech, panu Emilu Janečkovi z Povodí Ohře v Teplicích, Ing. Petru Pumannovi z laboratoře biologie vod SZÚ vinohradské nemocnice v Praze, doc. Stejskalovi z VŠChT Praha, Ing. Jiřímu Jiránkovi z Plzně, paní Ing. Malinovské ved. mikrobiologické laboratoře CHEVAK v Chebu a pečlivým pracovnícím chemicko fyzikální laboratoře DIAMO s.p. v Příbrami pod vedením Ing. Dvořákové Stanislavy, v Zadním Chodově paní Květoňové Václavy a v SÚJCHBO v Kamenné paní Ing. Veselé Zdeňce, a dále panu prof. Pačesovi Tomášovi z ČGS v Praze ale i celé řadě dalších.

2. Mikrobiologické stanovení ve slaných endogenních solankách 15. patra dolu a vod 7. patra „oldřichovského směru“ dolu Vítkov II - (v době provozu dolu).

Mikrobiologická stanovení provedená Ing. Libuší Švorcovou CSc v lednu 1979 na endogenních solankách 15 patra byla zcela první a jsou doposud jediná známá na tomto typu endogenních vod ložiska Vítkov II.

Ve VÚB v Karlových Varech byla současně s mikrobiologickým stanovením ve vodách z dolu Vítkov II počátkem roku 1979 provedena i analýza „sedimentů“ nalézajících se v těsné blízkosti a nebo přímo na výtocích těchto vod ale i na kyslíčnickem uhlíčitým sycených vodách a „sedimentech“ z tzv. „oldřichovského směru“ 7. patra dolu Vítkov II.

	psychrofil. (v ml)	mezofil. (v ml)	enterobakterie (v l)	železité (v l)	manganové (v l)	desulfurikační (v l)
č 7	0	27	0	50	55	0

č.10	0	50	20	20	0	0
č.13	0	3	0	0	30	0

Pozn.Vzorek ozn. č.7 pocházel z úrovně 7.patra - z čelby - (z nadloží tekt.zóny OI-1)
 Vzorek ozn. č.10 pocházel z úrovně 15.patra – vrt Z-177 (endogenní slaná voda)
 Vzorek ozn.č. 13 pocházel z úrovně 15.patra – vrt D-98 (endogenní slaná voda)

Malé počty uvedených zjištěných bakterií byly v dané době vysvětlovány vysokou radioaktivitou vod, pozdější pozorování – po roce 1990 - ukázala, že jako nejpravděpodobnější příčina nízkého počtu bakterií byla vysoká salinita endogenních vod (zjištěných až max.27g/l).

Zajímavostí bylo zjištění - u vzorku vody č.13 – doposud - neurčených manganových bakterií pravděpodobně druhu *Siderocapsa geminata.*, *Siderocapsa rectangulata* a *Siderocapsa lanceolata* - teda bakterií, které jsou schopné oxidovat dvojmocný mangan.

V železitých „sedimentech“ – „kalech“ - z chodby – u čelby Z-VII-2 - byly ojediněle mikroskopicky zjištěny autotrofní železité bakterie *Gallionella ferruginea.*, *Leptothrix ochracea.*, *Leptothrix cylindriceae.*, *Siderocapsa quadrata*.

3.Biologické a mikrobiologické stanovení na výtocích na povrchu ze zatopeného dolu Vítkov II - včetně analýz popelů - po roce 1990.

Na povrchu zatopeného dolu Vítkov II analyzovali první vzorky – převážně rezavě zbarvených masivně červených „sedimentů“ - železitých bakterií - z výtoku ze zóny O - 9 do řeky Mže Emil Janeček a Petr Pummann.

Druhové stanovení vodních rostlin - ostřice řízná a rdest vzplývavý (rdesno obojživelné ?) z úseku melioračních struh těsné blízkosti pravého břehu řeky Mže - (u meandru) – bylo provedeno v laboratoři CHEVAK v Chebu a popel analyzoval ČGS Praha.

3.1. Mikrobiologické stanovení rezavě zbarvených „sedimentů“ z „výtoku“ ze zóny O – 9 a z východního přítoku do „východní strouhy“ na povrchu dolu Vítkov II provedené v roce 2005 :

Výtok ze zóny O - 9
ID – 301

pravostranný přítok do strouhy
„východ“ v nivě řeky Mže
(mezi zátěží A - 002 a měřidlem vody ID - 36)

Železitá bakterie

Železitá bakterie

Leptothrix ochracea

Leptothrix ochracea

Rozsivky (rody)

Pinnularia

Nitschia

Stauroneis

Cymbella

Sinice (zelená vlákna)

Oscillatoria

3.1.1 Analýza vody z výtoku ze zóny O – 9 výtok do řeky Mže (ID – 301)

teplota	17,5	°C
množství	30	l/min
pH	7,10	
Cl ⁻	148,9	mg/l
SO ₄ ²⁻	6,2	mg/l
nerozp.látky	28	mg/l
rozp.látky	528	mg/l
uran	0,11	mg/l
radium	2717	mBq/l

Titan

ve vodě stanovený metodou ICP – MS

titan méně než 1,0 ug/l

3.1.2. Stanovení stopových prvků v sušině „rezavých sedimentů“ s převahou železitých bakterií druhu Leptothrix ochracea na výtoku ze zóny O – 9 do Mže (ID – 301). Stanovení provedeno metodou ICP - MS

Al	=	9 246
Be	=	2
Cd	=	0,5
Co	=	7,9

Cr	=	12,1
Fe	=	345 900
Mg	=	4 100
Mn	=	1 610
Mo	=	0,02
Ni	=	56,3
Pb	=	9,9
Ti	=	790
V	=	23,4
Zn	=	97,3

Všechny hodnoty jsou uvedeny v ppm

3.1.3. Stanovení radionuklidů v sušině rezavých „sedimentů“ s převahou železitých bakterií druhu Leptothrix ochracea na výtoku ze zóny O - 9 do Mže (ID – 301).

²³⁸ U	méně 0,61
²²⁶ Ra	24
²²⁸ Th	0,093
⁴⁰ K	0,25

Výše uvedené hodnoty jsou uvedeny v Bq/g

3.2. Biologické stanovení biocenózy ze spojovací strouhy mezi tzv. „východní“ a „střední strouhou“.

Zde odebrána ostřice řízná a rovněž i rdest vzplývavý (pouze části nad vodní hladinou) a analyzován popel.

Ostřice řízná

Ca	1,94 %
Fe	0,2 %
Ti	122 ppm
Mn	823 ppm
Sr	55 ppm
Rb	124 ppm

Ostřice řízná

K ⁴⁰	=	4,32 Bq . g ⁻¹
Ra ²²⁶	=	0,16 Bq . g ⁻¹
Th ²²⁸	=	1,6 Bq . g ⁻¹
U ²³⁸	=	0,48 Bq . g ⁻¹

4. Biologické stanovení na výtocích na povrch a to z PK-Ch-2b-121/123 a v akumulární jímce kontaminovaných vod ze zatopeného dolu Zadní Chodov po roce 1993.

Zcela první mikrobiologické stanovení biocenózy - (u proplyněné vody, celoročně teplé kolem 16 °C) - nad ústím zatopeného komína PK- Ch - 2b - 121/123 - (jižně pod dolem číslo 2) a v akumulární jímce kontaminovaných důlních vod v Zadním Chodově provedl pan Emil Janeček z Povodí Ohře v Teplicích. Výsledky tohoto mikrobiologického stanovení ukazuje tabulka :

Povrch
důl Zadní Chodov
ústí komína PK-Ch-2b-121/123

Řasy

Stigeoclonium sp.div.

Sinice

Phormidium sp.div.

Rozsivky

Navinula sp.div.

Euglena

Trachelomonas

Povrch
důl Zadní Chodov
akumulační jímka kontamin.vody
z „výronu“ na poli pod š.č.2

Řasy

Ulotichales sp.div.

Sinice

Oscillatoria limosa
Pseudanabaena ef.catenata
Pseudanabaena sp.div
Phormidium sp.div.

Xanthophyceae

Tribonema sp.div.

Rozsivky

Cymbella minuta
Fragilaria tenera
Fragilaria ulna
Gomphonema parvulum
Meridion circulare
Melosira variant
Navicula sp.div
Navicula ef.gregaria
Navicula lanceolata
Nitschia acicularis
Nitschia ef.palea
Nitschia ef.sigmoidea
Nitschia linearis

Ruduchy

Bactrospermum sp.div

K výše uvedeným stanovením provedeným na ústí komína PK – Ch – 2b – 121/123 je nutné uvést, že byla provedena pouze z materiálu, odebraného ze středu „louže“ nad zatopeným ústím tohoto komína a to prvotně se záměrem stanovení dlouhých vláken řas a sinic vyrůstajících ze dna a to z největší hloubky tj.cca 1,5 m.Po okrajích komína – volně plovoucí na hladině – byly rozšířeny zelené řasy.

A vzorek sinic a řas vyrůstajících ze středu komína byl – jako jediný ze všech uvedených v tomto příspěvku uvedených analýz - před usušením a spálením a následnou rtg.fluorescenční analýzou předem „vyprán“ v pitné vodě.

V následujících letech – v období po roce 2008 - bylo laboratoří CHEVAK v Chebu provedeno opakované mikrobiologické stanovení biocenózy – se zaměřením na zelené řasy žijících na hladině akumulací jímky kontaminovaných důlních vod pod „výronem“ na poli pod šachtou číslo 2.

V biocenóze vzorku odebraného z hladiny akumulací jímky kontaminovaných důlních vod byly v mikrobiologické laboratoří CHEVAK byly stanoveny jak zelené řasy, rozsivky tak i sinice. Ze zelených řas jsou zastoupeny rody Spirofyra, Zygnema, Closterium a Chlorophyceae. Sinice jsou zastoupeny rody Oscillatoria, Phormidium. Z rozsivek jsou přítomny rody Synedra, Oinnularia, Navinula, Nitschia, Fragillaria, Tabellaria a rod Achnanthes.

4.1. Na vzorku těchto usušených a spálených zelených řas žijících ve vodách vypouštěných ze zatopeného dolu Zadní Chodov - (prostřednictvím vrtu HVM – 1) byla v roce 2013 provedena analýza na kovy metodou ICP - MS s tímto výsledkem :

Al	= 25 726
As	= 68,6
Be	= 3
Cd	= 0,8
Co	= 10,6
Cr	= 43,0
Cu	= 52,5
Mn	= 14 466
Mo	= 2,54
Ni	= 25,8
Pb	= 15,7
Ti	= 25 022
U	= 66,5
V	= 82,6
Zn	= 90,9

Všechny výše uvedené výsledky jsou uvedeny v ppm

Na totožném vzorku popela zelených řas z povrchu akumulací jímky bylo rovněž provedeno měření radionuklidů s tímto výsledkem :

⁴⁰ K	=	0,26
²²⁶ Ra	=	33,0

$$^{228}\text{Th} = 0,042$$

$$^{238}\text{U} = 1,05$$

Všechny výše uvedené výsledky jsou uvedeny v Bq/g

4.2. Vybrané - dílčí - výsledky rtg. fluorescencenčních analýz popelů Zadní Chodov

	Sinice a řasy PK-Ch-2b-121/123	Olše lepkavá „výron“ pod křížovatkou ZCh-Broumov	Orobinec širokolistý „výron“
	Stigeoclonium sp.div. Phormidium sp.div.	dřevo s kůrou	Typha latifolia
	vz.vody číslo ZCh-91/2007	vz.vody číslo ZCh-92/2007	vz.vody číslo ZCh -
„výron“			
Ti	7 170	-	-
Mn	3 760	2960	35 050
Fe	91 300	504	1 140
Zn	264	169	220
Sr	247	263	623
V	200	-	-

Všechny výše uvedené výsledky uvedeny v ug/g

5. Závěr

Závěrem je možné na tomto místě uvést, že v průběhu let po uzavření a zatopení uranových dolů Vítkov II a Zadní Chodov po roce 1990 byly „teplé“ – často i intenzivně proplyněné - radioaktivní vody vytékající na povrch rychle osídleny zelenými řasami a sinicemi a v jejich tělech docházelo k akumulaci nejenom radionuklidů ale i celé řady dalších prvků.

K zvláště významné akumulaci titanu - ale i celé řady dalších prvků - bylo pozorováno u biocenózy – řas a sinic - na povrchu dolu Zadní Chodov. Titan, jehož obsahy zjištěné analýzami popelů dosahují tak mimořádně vysokých hodnot, si nepochybně zaslouží další pozornost i do budoucna.

Analýze byl podroben i popel dalších rostlin a to z nadzemních částí sítiny klubkaté, v listech a dřevu olše lepkavé, kopřivy žahavé, orobince širokolistého.

Obecným závěrem z předložených faktů je m.j. zřejmá skutečnost – platící pro osídlení biocenózou na ložiscích jak Vítkov II tak i Zadní Chodov, že nejvýraznějším faktorem

limitujícím osídlení je vysoká salinita - (endogenní solanky z dolu Vítkov II) a teplota - a nikoliv vysoká radioaktivita důlních vod.

Seznam literatury

- 1.Fiala Viktor : Hydrotermální alterace hornin ložiska Vítkov II,UD-ZČ Zadní Chodov 1979
2. Hindák František : Sladkovodné riasy, Bratislava 1978
3. Holt J.G. et al. : Bergey´s Manual of determinative Bakteriology, Williams + Wilkins 1994
4. Kuchař Lumír., Drápala Jaromír : Metalurgie čistých kovů, vydala : Nadácia R.Kammela Košice 2000
- 5.Markovič Fedor : Příspěvek k otázce geneze vod U - ložiska Vítkov II, UD-ZČ Zadní Chodov 1979, Závěrečná zpráva V.postgraduálního kurzu pořádaného PŘF UK pro geology UD, Praha 1977-1979,Vedoucí prof.Zdeněk Pouba
6. Markovič Fedor., Markovič Šimon : Akumulace kovů v řasách a sinicích dolu Zadní Chodov Časopis Český les 2009
7. Meyer R.J., Pietsch E.H. – Gmelins Handbuch der Anorganischen Chemie, System Nr.41 – Titan, vydal : Verlag Chemie, G.m.b.H.,Weinheim/Bergstrasse,1951
8. Romanidis Kleantis : Uranová ložiska v granitoidech, Uranové doly Západní Čechy, koncernový podnik v Zadním Chodově, okres Tachov
9. Říhová Ambrožová Jana : Encyklopedie hydrobiologie, VŠChT Praha 2013
- 10.Sládeček Vladimír : Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod,VŠChT Praha 1996
- 11.Straškrabová Věra : Mikrobiální ekologie vody,MŽP Praha, Program Phare 1996
- 12.Švorcová Libuše : Vliv životní činnosti mikroorganismů na chemismus přírodních vod,eologické práce, Správy, GÚDŠ Bratislava 1975
- 13.Švorcová Libuše : Iron bacteria of the genus Siderocapsa in mineral waters Zeitschrift fuer Allg.Mikrobiologie 1975
- 14.Švorcová Libuše : Vorkommen von desulfurizierenden Bakterien in Mineralwassern Zeitschrift fuer Allg.Mikrobiologie 1973
15. Švorcová Libuše : Sukzesionen der Biozenosen und die Kristallbildung in der Karlsbader Mineralwassern , Balneologia Bohemica ě.1, 1977
- 16.Tapia J.M., Munoz J.A., González F., Blázquez M.L., Ballester A. : Mechanism of Adsorption of ferric iron by extracellular polymeric substances (EPS) from a bakterium Acidiphilium sp.,IWA Publishing 2011,Water Science and Technology 64.8 /2011
- 17.Tesař Jiří : Studium výskytu a geneze uhlovodíků v minerálních vodách, Výzkumný ústav balneologický, Mariánské Lázně,Františkovy Lázně 1987