



# Zavádění nových postupů a technických zařízení vhodných pro vzorkování vrtů ve specifických podmínkách s. p. DIAMO, o. z. TÚU

**VLADIMÍR EKERT, DIAMO, s. p., o. z. TÚU**

**PETR KOHOUT, Forsapi, s.r.o.**

**TOMÁŠ RULÍK, DIAMO, s. p., o. z. TÚU**



# Monitoring



Hydrogeologický monitoring zaměřený na zjišťování stavu kontaminace v cenomanském, turonském a coniackém kolektoru, pro potřeby bilancování kontaminantů atd.

- probíhá podle čtvrtletních plánů (místa vzorkování, četnost, požadovaný rozsah analýz, objem vzorku)
- řídí se pracovními postupy (např. PP-SMK-01-07 - interní pracovní postup pro vzorkování podzemní vody)

1. Provést vzorkování cenomanských vrtů dle podrobného rozpisu :

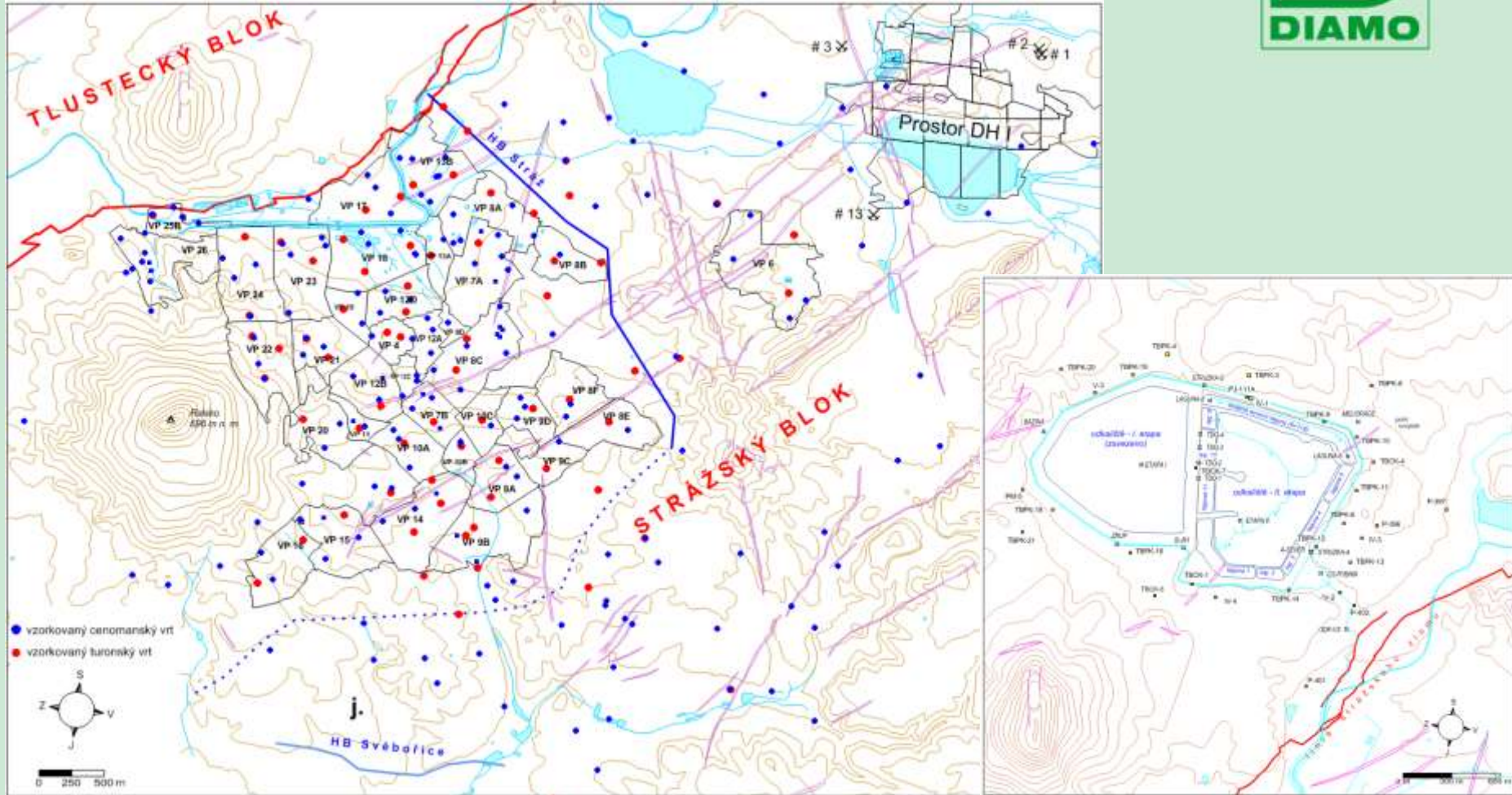
Rozsah analýz: ZCHRC	Rozsah analýz: ÚCHR + redox, As, Be, V, Co, Tl, Ra - nechat stanovit laboratorní Ecochem	Rozsah analýz: pH, redox, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (do pH = 2), RL, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , U, Ca, Fe celk., Al, Cr celk., Tl
Objem vzorku 2 l	Objem vzorku 5 l	Objem vzorku 2 l
Vrt	Vrt	Vrt
MPC-2	228151	VP12B0495
MPC-18	272079	VP12B7099
MPC-24	HLPC-67	VP25B6403
STPC-28	HLPC-69	
STPC-29	STPC-26	
STPC-99	STPC-33	
STPC-101	STPC-67	
STPC-121	STPC-81	
STPC-124	STPC-88	
STPC-224	STPC-128	
VP25B6401	STPC-130	
VP6-331	STPC-131	
VP6-353	STPC-135	
	STPC-138	
	STPC-144	
	STPC-185	
	STPC-206	
	STPC-207	
	STPC-209	
	STPC-210	
	STPC-212	
	STPC-217	
	STPC-218	
	STPC-219	
	STPC-221	
	STPC-222	

2. Provést vzorkování cenomanských vrtů dle podrobného rozpisu :

Rozsah analýz: ZCHRC + Co, Cd, Hg, Pb, Cu	Rozsah analýz: ÚCHR + redox, As, Be, V, Co, Cd, Hg, Pb, Cs, Tl, Ra - nechat stanovit laboratorní Ecochem	Rozsah analýz: pH, redox, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (do pH = 2), RL, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , U, Ca, Fe celk., Al, Cr celk., Tl, Co, Cd, Hg, Pb, Cu
Objem vzorku 2 l	Objem vzorku 5 l	Objem vzorku 2 l
Vrt	Vrt	Vrt
238679A	BAPC-57A	VP7B14B
VP6-190	HLPC-56	VP8A1252
VP6-354	HLPC-70	VP6C238



# Monitorované území



*Těžba a její dopady na životní prostředí VI*



# Monitorované objekty

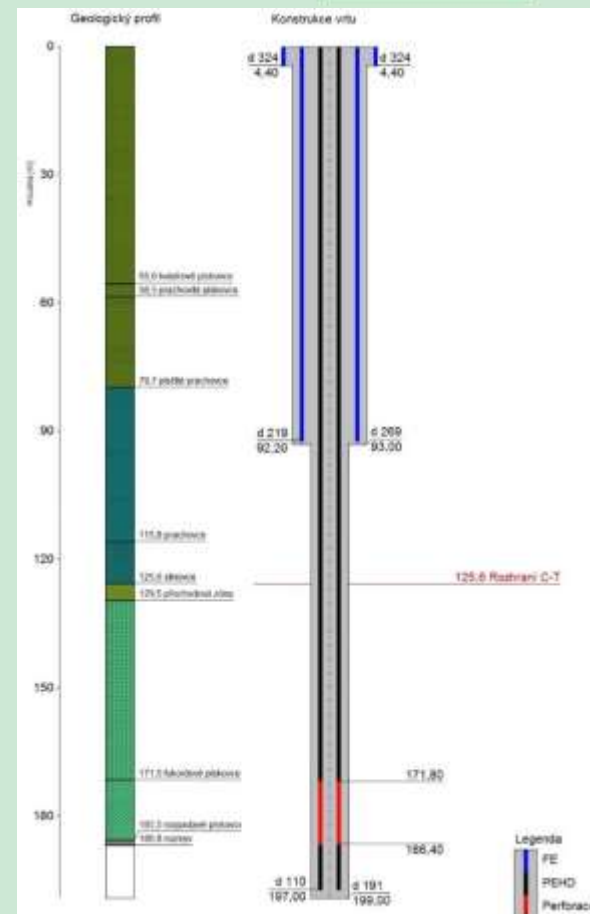
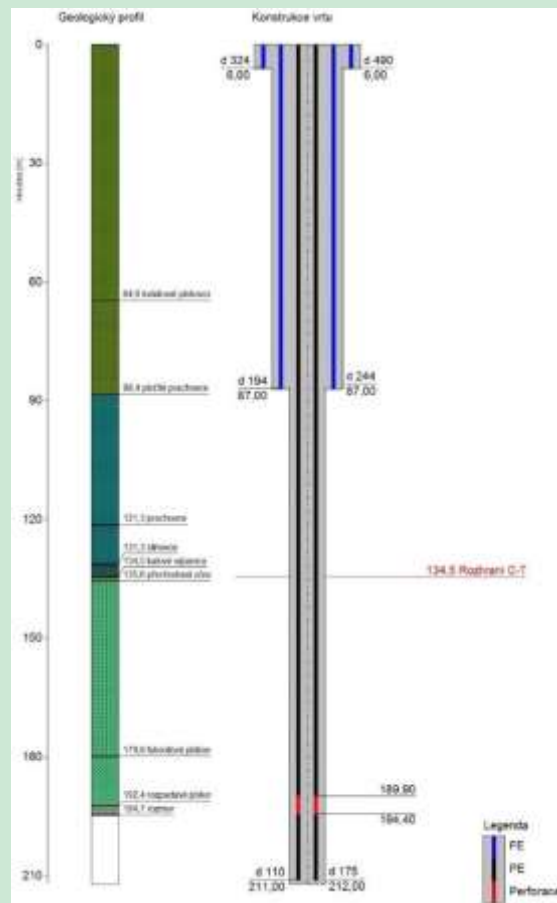
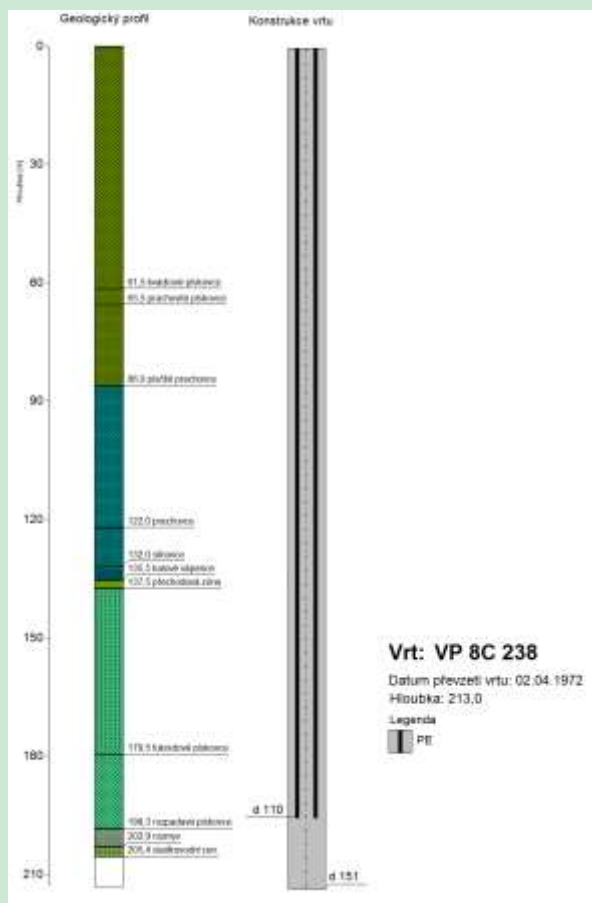
- v roce 2014 monitorováno celkem **354** vrtů ve strážském bloku, **31** vrtů v tlusteckém bloku a **17** povrchových odběrných míst
- dynamické i statické vzorky

Cenoman	212 vrtů
Turon	142 vrtů
Coniac	31 vrtů
Povrchové vody	17 míst

- celkem bylo od roku 1963 jen ve strážském bloku odvrtáno 15 178 vrtů (4 408 GP, 2 024 HG, 8 523 technol., 223 ostatních)



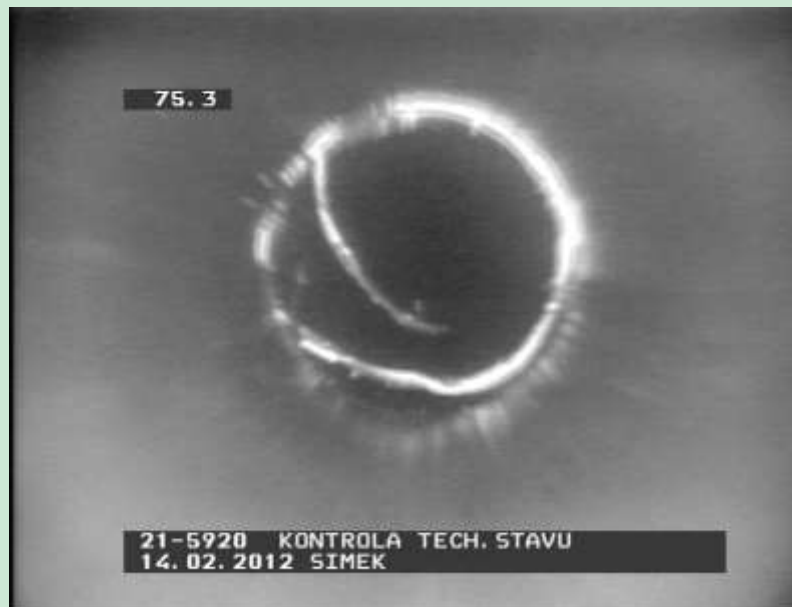
# Faktory omezující vhodnost vrtu k monitoringu



# Faktory omezující vhodnost vrtu k monitoringu



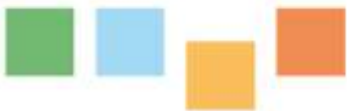
- různé průměry vrtů - štíhlé vrtý, vnitřní  $\varnothing$  90 mm (především VP, monit.)  
- širokoprofilové vrtý, vnitřní  $\varnothing$  až 320 mm (sanační)
- hloubka hladiny podzemní vody pod terénem - v extrémních případech až 200 m
- kvalita podzemních vod - především nízké pH



# Vzorkovací technika

## Ponorná čerpadla

- **turonské vrty** - čerpadlo Grundfos MP1, čerpadla Calpeda
- **coniacké vrty** - čerpadla Calpeda
- **sanační a trvale čerpané vrty** - čerpadla Grundfos různých modelů

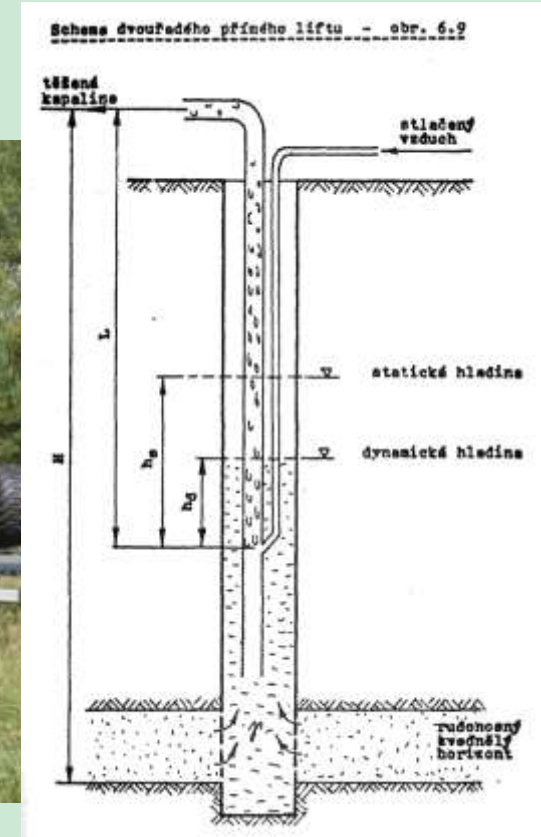


# Vzorkovací technika



**Airlift** (cenomanské vrty, tuonské vrty se zakleslou hladinou)

- jednořadý (vrty do  $\varnothing$  200 mm)
- dvouřadý (vrty nad  $\varnothing$  200 mm)





# Nedostatky monitoringu



Odběr směsného vzorku reprezentujícího dlouhý úsek perforace –  
poloha rozpadavých cenomanských pískovců a rozmyvu –  
průměrně 20 m (někdy až 30 m)

Použití airliftu k odběru vzorků může ovlivňovat některé sledované ukazatele – např. redox potenciál Eh, pH,  $\text{HCO}_3^-$ , příp. rozpuštěné plyny,...



Omezení použitelnosti dat např. pro  
hydrochemického modelování





# Požadavky na technické prostředky



- postupy vzorkování musí být operativně jednoduché, aby umožnily plošnou aplikaci
- technické prostředky musí být ekonomicky přijatelné (tzn. nepředstavovat významné pořizovací a provozní náklady)
- výsledky poskytované novým zařízením či postupem musí být hodnověrné a reprodukovatelné



# Možnosti vzorkování hlubokých štíhlých vrtů



## V popředí zájmu zařízení umožňující odebrat bodový vzorek

- vzorkování ve speciálních konstrukcích monitorovacích vrtů
- vzorkování zvolených úseků zvodně pomocí pakrů
- pasivní vzorkování
  - nízké ekonomické nároky
  - bez složitých instalací technických zařízení
  - bez dlouhého čerpání
  - využití stávající monitorovací sítě



# Možnosti vzorkování hlubokých štíhlých vrtů



## Vzorkovač typu Hydrasleeve

### Umístění vzorkovače

Vzorkovač je zapouštěn do vrtu. Hydrostatický tlak působí na stěny vzorkovače a zajišťuje tak jeho uzavření.



### Odběr vzorku

Při rychlém pohybu směrem nahoru se vzorkovač začne plnit. Během odběru nedojde ke změně hladiny podzemní vody.



### Vyzvednutí vzorkovače

Po naplnění již vzorkovač není schopen nabrat další vodu z okolí a může být z vrtu vytažen.



# Možnosti vzorkování hlubokých štíhlých vrtů



## Vzorkovač typu Hydrasleeve



# Možnosti vzorkování hlubokých štíhlých vrtů



## Vzorkovač SMK

- vzorkovač vyvinut na SMK, základem stará karotážní sonda s elektromotorem poháněným uzavíratelným ventilem
- ke vzorkovači našroubována vzorkovnice ve 3 variantách objemu (0,2 l a 2 l)
- vzorkovač lze připevnit na karotážní vrátek - komfortní zapouštění do přesně stanovené hloubky
- vhodný i pro štíhlé vrty o vnitřním průměru 90 mm



# Možnosti vzorkování hlubokých štíhlých vrtů



## Vzorkovač SMK





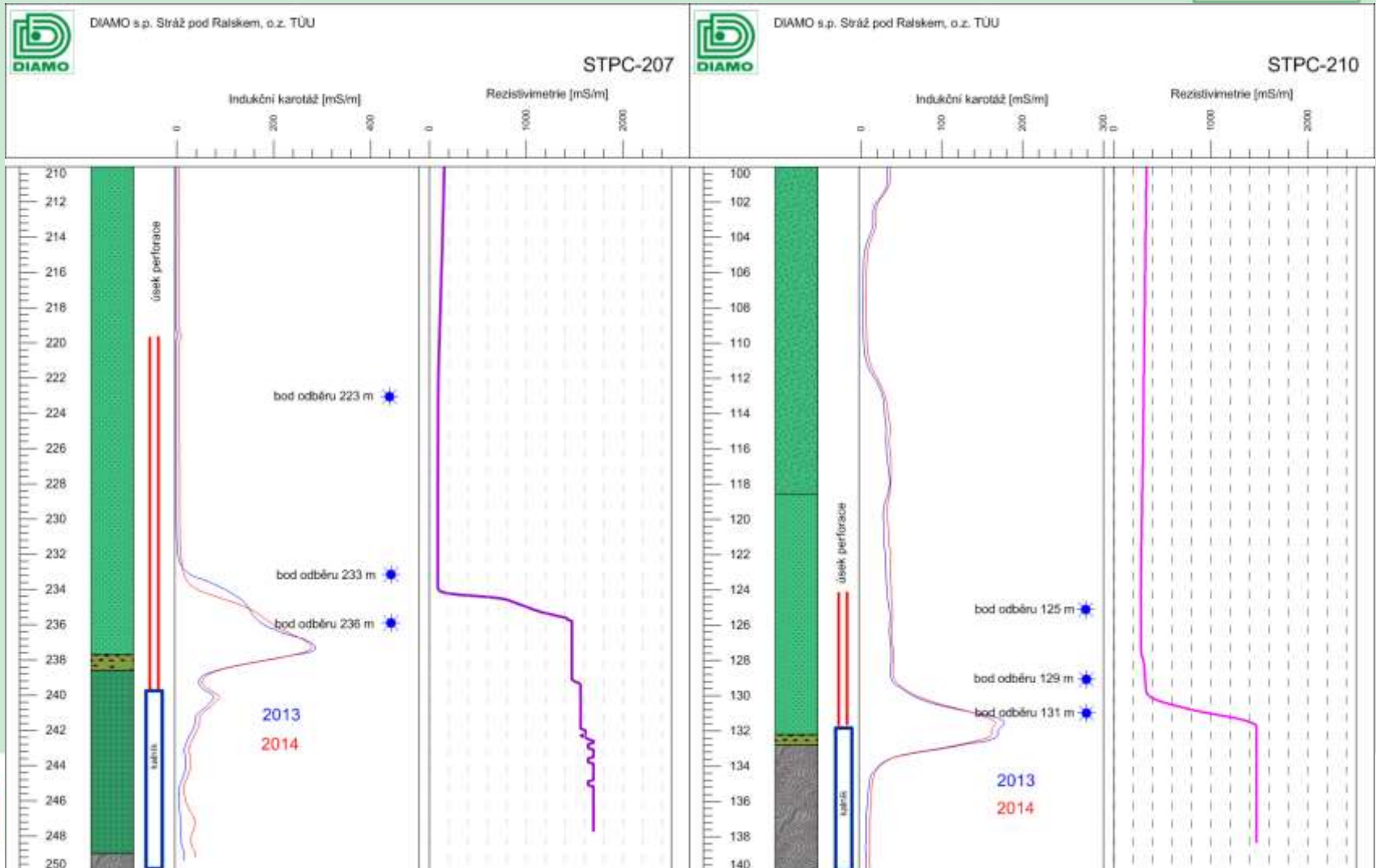
# Možnosti vzorkování hlubokých štíhlých vrtů



## Vzorkovač SMK



# Odběr vzorků vzorkovačem SMK



# Výsledky testování se vzorkovačem SMK



## Zonální vzorkování STPC-207

složka	jednotka	o. z. TÚU	SMK				SMK				o. z. TÚU	SMK				o. z. TÚU	SMK			
		8.6.2014	10.6.2014				8.9.2014				14.9.2014	16.9.2014				13.12.2014	11.3.2015			
		monitoring	etáž <sup>1)</sup>				etáž <sup>1)</sup>				monitoring	etáž <sup>1)</sup>				monitoring	etáž <sup>1)</sup>			
		223 m	233 m	236 m	246 m	223 m	233 m	236 m	246 m		223 m	233 m	236 m	246 m		223 m	233 m	236 m	246 m	
pH		2,64	3,73	4,00	3,95	2,13	3,70	4,30	2,32	2,02	2,60	2,98	3,54	2,47	2,18	2,87	4,15	4,32	2,70	3,05
Eh <sub>ABS</sub>	[mV]	546	409	424	454	665	546	474	525	554	509	601	529	568	582	514	377	391	564	703
S	[mS.m <sup>-1</sup> ]	740	133,2	101,2	107,7	2630	98,7	48,3	1322	2670	700	378	167,3	1168	2060	600	80	70	1398	720
Cl <sup>-</sup>	[mg.l <sup>-1</sup> ]	<10	6,4	6,3	6,2	19,4	6,7	6,4	14,5	19,7	10,7	7,8	6,8	12,8	15,9	<10	6,9	6,9	15,0	10,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	[mg.l <sup>-1</sup> ]	7040	1007	747	793	42244	663	259	17550	44656	7160	3820	1367	14882	34169	6870	528,4	448,7	18226	9125
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	[mg.l <sup>-1</sup> ]	135	22,8	17,2	17,2	864	13,1	5,8	388	844	139	65,0	25,9	369	660	131,3	11,5	10,9	353,0	175,1
Al	[mg.l <sup>-1</sup> ]	1060	163,6	118,2	133,3	7858	87,4	24,2	2788	6929	1132	594	208	2409	5090	1129	74,7	64,1	3171	1555
Ca	[mg.l <sup>-1</sup> ]	68,1	36,4	36,2	36,4	242,4	38,8	31,7	187,9	270,7	67,1	58,1	41,0	145,4	214,1	84,9	34,6	34,2	182,8	125,2
Fe	[mg.l <sup>-1</sup> ]	135,8	19,7	14,1	15,3	969,6	12,9	8,9	258,6	972,6	146,7	73,8	28,3	307,0	638,3	134,4	1,15	1,27	330,3	130,3

<sup>1)</sup> PERFORACE: 218,8 m - 238,7 m

## Zonální vzorkování STPC-210

složka	jednotka	o. z. TÚU	SMK				o. z. TÚU	SMK				SMK				o. z. TÚU	SMK					SMK			
		6.3.2014	3.6.2014				7.6.2014	9.6.2014				9.9.2014				10.9.2014	17.9.2014				11.12.2014	10.3.2015			
		monitoring	etáž <sup>1)</sup>				monitoring	etáž <sup>1)</sup>				etáž <sup>1)</sup>				monitoring	etáž <sup>1)</sup>				monitoring	etáž <sup>1)</sup>			
		125 m	129 m	131 m	136 m		125 m	129 m	131 m	136 m	125 m	129 m	131 m	136 m		125 m	129 m	131 m	136 m		125 m	129 m	131 m	136 m	
pH		2,11	2,93	2,85	2,34	2,13	2,29	2,95	2,97	2,67	2,15	2,87	2,77	2,15	2,06	2,25	2,80	2,75	2,14	2,06	2,29	3,40	3,49	2,60	2,40
Eh <sub>ABS</sub>	[mV]	614	688	658	651	647	611	708	709	677	649	675	657	655	653	606	729	723	655	657	625	575	510	646	650
S	[mS.m <sup>-1</sup> ]	1360	373	448	1510	2530	1330	418	414	697	2470	363	404	1873	2660	1340	414	479	1857	2520	1218	384	379	1183	2310
Cl <sup>-</sup>	[mg.l <sup>-1</sup> ]	<10	8,1	8,0	10,7	13,5	10,8	8,1	8,0	8,7	13,0	8,1	7,8	11,9	14,2	11,8	8,4	8,4	11,5	13,4	10,4	8,2	8,3	10,1	13,2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	[mg.l <sup>-1</sup> ]	12740	2359	4269	17449	38861	13420	3798	3536	6878	39169	3060	3442	25412	40893	15200	4184	5003	24597	37818	15500	3697	3669	16455	3645
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	[mg.l <sup>-1</sup> ]	461	97,7	116,5	573	1123	412,3	120,2	116,1	215,3	1094	91	106	692	1170	448,1	120,8	141,9	744	1106	420	102,7	111,0	463,6	1043
Al	[mg.l <sup>-1</sup> ]	2025	434	494,5	2890	6170	2019	556	545,4	1040,3	5878	383,8	419,2	3515	6141	2159	525,2	636,3	3707	5727	2027	575,7	555,5	2404	5505
Ca	[mg.l <sup>-1</sup> ]	156,3	104,0	120,0	830,0	197,0	145,4	100,5	110,1	122,2	211,1	112,6	118,7	188,9	260,6	144,3	111,1	93,9	252,5	255,5	176,9	121,7	120,2	180,8	296,9
Fe	[mg.l <sup>-1</sup> ]	551,9	137,5	133,5	706,0	1330	597	143,4	203,0	219,0	1737	61,9	86,1	1002	1616	629,8	137,9	170,2	848,4	1677	579	131,8	132,8	620,1	1439

<sup>1)</sup> PERFORACE: 124,2 m - 131,7 m



Těžba a její dopady na životní prostředí VI

# Výsledky testování se vzorkovačem SMK



- mezi **výsledky indukčního měření vodivosti horninového prostředí** podél vrtu, **výsledky karotážního měření rezistivity podzemní vody** ve vrtu a **výsledky analytického stanovení měrné vodivosti podzemní vody** existuje velmi vysoká korelace
- **výsledky laboratorních analýz vzorků odebraných pomocí vzorkovače SMK** na základě karotážních měření **vykazují výraznou vertikální heterogenitu podzemní vody, která se projevuje ve většině sledovaných ukazatelů**
- **koncentrace sledovaných ukazatelů v podzemní vodě v kalnicích vybraných vrtů dosahují několikanásobků koncentrací nacházejících se ve vzorcích ze standardního monitoringu podzemních vod (směsné vzorky získané pomocí airliftu)**



# Výsledky testování se vzorkovačem SMK



- **shoda mezi výsledky analýz zonálních vzorků odebraných při stabilizovaném režimu ve vrtu (tzn. vzorků odebraných minimálně měsíc po předchozím vyčištění vrtu čerpáním) je obecně vyšší, než je shoda mezi výsledky analýz zonálních vzorků, které byly odebrané před vyčištěním vrtu a krátce po něm**



# Závěr



**Výsledky zonálního vzorkování zcela korelují s výsledky karotážních měření (indukční karotáž a rezistivimetrie) a navíc umožňují poskytnout kvantifikaci chemických parametrů podzemní vody v polohách geofyzikálních anomálií.**

**Jako nejefektivnější systém pro uplatnění v provozních podmínkách s. p. DIAMO, o. z. TÚU byl vyhodnocen vzorkovač SMK vyvinutý v 90. letech 20. století Střediskem monitorování a karotáže. Vzorkovač SMK, který dosud nebyl ve s. p. DIAMO, o. z. TÚU prakticky využíván, nabízí široké využití pro potřeby vyhodnocování postupu při odstraňování následků po bývalé chemické těžbě uranu, včetně získání podkladů pro další postup sanačních prací, hydrogeochemické modelování apod.**



Děkuji za pozornost



*Těžba a její dopady na životní prostředí VI*