

Petr KŘEŠŤAN<sup>1</sup>, Josef PEROUTKA<sup>2</sup>

POUŽITÍ KAROTÁŽNÍCH METOD V RÁMCI EXPERIMENTU „IMOBILIZACE  
KONTAMINANTŮ IN-SITU“

USING OF WELL LOGGING METHODS WITHIN THE FRAME OF THE EXPERIMENT  
„IMMOBILIZATION OF CONTAMINATION IN-SITU“

**Abstract**

An experiment piloting the potential of the new in-situ remedy technique is described in this article. The article shows the well logging methods for the progress monitoring of the experiment on selected part of the uranium deposit in Straz pod Ralskem.

**Key words:** geophysical well logging, immobilization of contamination

**Úvod**

Cílem sanace horninového prostředí ložiska Stráž pod Ralskem je vyvedení kontaminantů z cenomanské zvodně, které se do podzemí dostaly při aplikaci metody podzemního loužení uranové rudy. Jedná se o dlouhodobý proces, na kterém se podílí celá řada technologií. V následující tabulce je uveden podíl použitých technologií na objemu vyvedených látek (Tab.1).

**Tab.1** Vyvedené rozpuštěné látky z podzemí (v tunách).

rok	celkem (t)	z toho			
		SLKR I (kamenec)	NDS ML	NDS 6	NDS 10
2006	12 560	6 260		6 300	
2012	114 840	52 320	33 480	29 040	
2015	202 840	52 320	33 480	29 040	88 000

současnost: SLKR I - 50%, NDS 6 – 50%  
odhad do budoucna – po najetí likvidace ML: SLKR I – 46%, neutralizace – 54%  
odhad do budoucna – po najetí NDS 10: SLKR I – 26%, neutralizace – 74%

*Vysvětlivky:*

**SLKR** – stanice likvidace kyselých roztoků (přepřevádění na kamenec)

**NDS** – neutralizační dekontaminační stanice (výsledný nerozpuštěný produkt neutralizace je ukládán do odkaliště)

**ML** – mateční louh

Již nyní se ukazuje, že bude nutné použít technologie doplnit v závěrečných fázích sanace ještě metodou, která zajistí imobilizaci zbytkových kontaminantů přímo v horninovém prostředí, protože vyvádění a zpracování roztoků s množstvím rozpuštěných látek < 20 g/l je neefektivní. Za tímto účelem proběhne na vybrané ploše uvnitř vyluhovacích polí experiment, který ověří možnost použití imobilizace in-situ jako doplňkové metody sanace cenomanské zvodně. Jako imobilizační činidlo bude do cenomanského kolektoru vtlačěn alkalický sliv přivedený potrubím z technologie NDS 6. Experiment vychází z výsledků dosud provedených laboratorních zkoušek.

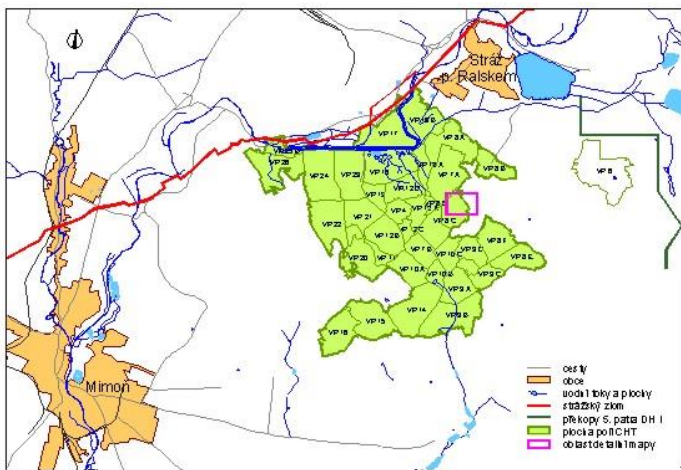
**Popis experimentu**

Pro realizaci experimentu byla vybrána plocha uvnitř vyluhovacího pole VP-8C (Obr.1). Oblast byla vytypována proto, že lze pro monitoring použít v maximální míře vrty, které byly využívány pro chemickou těžbu a současně jsou zde navozeny optimální podmínky pro instalaci

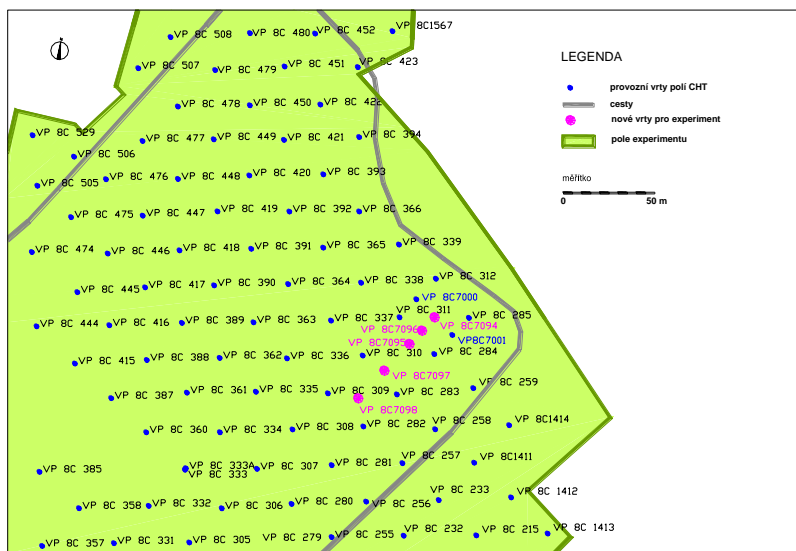
<sup>1</sup> Ing., Diamo s. p., o. z. TÚU, Středisko monitoringu a karotáže, Stráž pod Ralskem; krestan@diamo.cz

<sup>2</sup> RNDr., Diamo s. p., o. z. TÚU, Středisko monitoringu a karotáže, Stráž pod Ralskem; peroutka@diamo.cz

zařízení pro vtláčení roztoků a monitorování celého průběhu experimentu. Kontaminace uvnitř zmíněné plochy je rovnoměrná a obsah rozpuštěných látek je menší než 30 g/l.



**Obr.1** Oblast vyluhovacích polí leží na jihozápad od města Stráž pod Ralskem.



**Obr.2** Detail pole VP 8C pro realizaci experimentu.

V rámci experimentu bude odvrtno 5 nových vrtů (Obr.2).

#### **Vtláčecí vrt (VP 8C7094)**

Vrt bude odvrtnán do hloubky cca 190 m průměrem 295 mm a zapažen PEL pažnicí 160 mm.. Aktivní část vrtu v intervalu rozpadavých pískovců tzn. 155 – 170 m bude zapažena perforovanou pažnicí.

#### **Monitorovací vrt pro zonální vzorkování (VP 8C7095)**

Uvažované zonální vzorkování s oddělením jednotlivých horizontů pomocí sestavy mechanických pakrů je podmíněno použitím Fe pažnice těžební kolony. Vrt bude odvrtnán do konečné hloubky průměrem 295 mm a zapažen Fe pažnicí o průměru 160 mm s dodatečnou perforací v aktivní části vrtu (tzn. v rozpadavých pískovcích), která bude provedena pomocí kumulativních perforátorů. V intervalu 140 – 175 m bude vrt jádrován.

#### **Monitorovací vrty (3 ks – VP 8C7096, VP 8C7097, VP 8C7098)**

Vrty budou odvrtnány do konečné hloubky průměrem 190 mm a zapaženy PEL pažnicí 110 mm s prořezávanou perforací v aktivní části vrtu. Tyto vrty budou osazeny ponornými čerpadly Grundfos.

#### **Použití karotáže v jednotlivých fázích experimentu**

##### *1. Kontrola technického stavu vybrané sítě vrtů pro experiment*

Pro experiment musí být použity vrty v dokonalém technickém stavu. Protože vrty sloužily v minulosti jako vtláčecí vrty loužičího roztoku, je nutné ověřit těsnost pažnicové kolony, průchodnost vrtů až na úroveň báze rozpadavých pískovců.

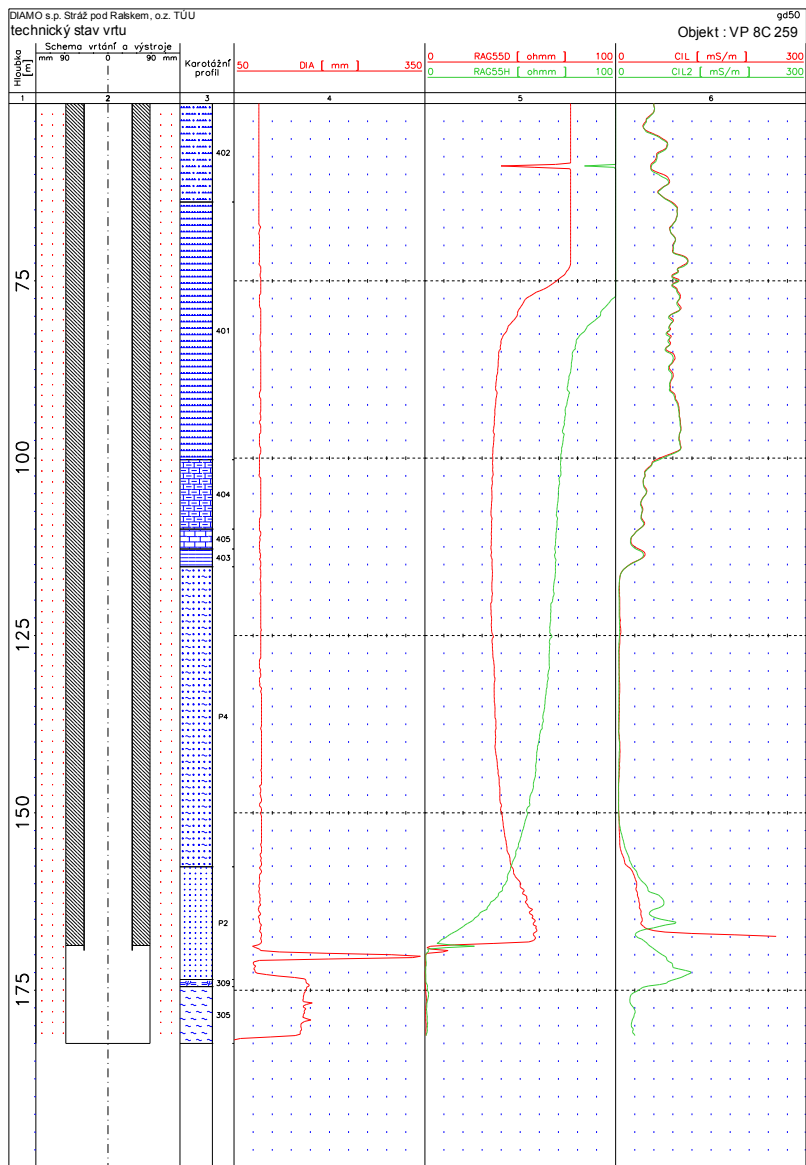
Pro první krok ověření technického stavu vrtů se jeví jako nejvhodnější metoda TV karotáž, která jednoznačně určí zda ve vrtu nejsou nežádoucí předměty, případně zda není v některém intervalu hrubě porušena pažnicová kolona (Obr.3). TV prohlídky skutečně dokumentovaly přítomnost cizích těles a na jejich základě byly vrty vyčištěny.

Pro ověření těsnosti a neporušenosti pažnicové kolony jsou použity následující metody (Obr.4):

- KM** (kavernometrie) - měření vnitřního průměru vrtu;
- Rag** (odporová karotáž) – měření přesné polohy perforací a případných netěsností ve svárech;



**Obr.3** Ukázka TV prohlídky na vrtu VP8C1411 – přítomnost PVC hadice ve vrtu.



Grafické záznamy karotážních měření

**Obr.4** Ukázka karotážního záznamu z měření technického stavu vrtu na poli VP 8C.

2. *Výchozí stav před experimentem*

Před zahájením vtláčení imobilizačního činidla je nutné stanovit výchozí stav rozpuštěných látek. Nezávisle na sobě se provádí **indukční karotáž a odběr vzorků** podzemních vod čerpáním.

### 3. Karotáž při konstrukci nových vrtů

Při zhotovení vrtů bude použit soubor karotážních metod pro geofyzikální interpretaci:

**KM** (kavernometrie) - měření vnitřního průměru vrtu;

**GK** (gama karotáž) - měření dávkového příkonu přírodní gama záření, vhodné pro stanovení litologie;

**LL7** (laterolog sedmižilový) – měření zdánlivého měrného el. odporu ;

**RapVP** (odporová karotáž+vyvolané potenciály) - kombinovaná metoda pro měření zdánlivého měrného el. odporu a vyvolaných potenciálů;

**Rag0,5 D+H** (odporová karotáž) – měření zdánlivého měrného el. odporu (nejednou dolní a horní gradientové měření);

**IL** (indukční karotáž) – měření zdánlivé měrné el. vodivosti v okolí vrtu (za nevodivými pažnicemi), není potřeba přímý elektrický kontakt s horninovým prostředím;

**NNK** (neutro-neutronová karotáž) – měří prostupnost pro uměle vytvářená pole tepelných a nadteplných neutronů;

**KMS** (karotáž magnetické susceptibility) – měření magnetické susceptibility;

**IM** (inklinometrie) – měření odklonu vrtu od svislice + azimut;

Pro ověření technického nového stavu vrtů bude použit soubor karotážních metod:

**KM** (kavernometrie) - měření vnitřního průměru vrtu;

**RM** (resistivimetrie) - měření měrného el. odporu kapaliny ve vrtu;

**Rag** (odporová karotáž) – měření přesné polohy perforací a případných netěsností ve svárech;

**KMS** (karotáž magnetické susceptibility) - vyplnění mezikruží cementovou směsí;

**HC** (hustotní cementoměr) - všesměrná gama gama karotáž;

**TV** (televizní karotáž) – vizuální kontrola technického stavu vrtu.

### 4. Monitorování procesu šíření alkalického slivu

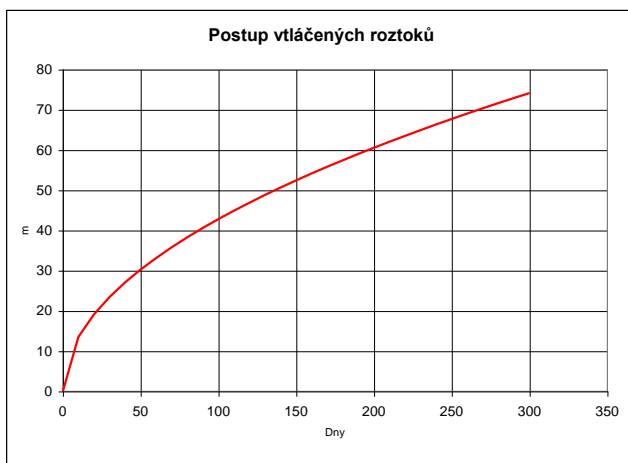
V okamžiku zahájení vtláčení alkalického slivu bude jeho postup monitorován pomocí indukční karotáže. Pomocí této metody jsme schopni určit, kdy čelo slivu dosáhne k monitorovanému vrtu. Dojde totiž ke změně vodivosti, která se ještě výrazněji projeví při následné neutralizaci. Lze předpokládat, že nerozpustný produkt neutralizace bude mít výrazně nižší elektrickou vodivost a to se projeví výrazně u křivky indukční karotáže. Následující obrázek znázorňuje teoreticky odvozenou rychlost šíření čela alkalického slivu v závislosti od vtláčecího vrtu (Obr.5)

### 5. Dlouhodobé sledování změn vyvolaných experimentem

Úkolem karotáže v této fázi bude dlouhodobé sledování změn v zasaženém horninovém prostředí. Budou porovnávány výsledky karotáže s výsledky hydrochemie (laboratorní rozbory odebíraných vzorků). Časové intervaly měření IL již budou řidší se zaměřením na potvrzení dlouhodobých účinků imobilizace in-situ.

l/min 200 Mocnost [m] 20 Pórovitost 0,25

Dny	Postup
0	0,0
10	13,5
20	19,2
30	23,5
40	27,1
50	30,3
60	33,2
70	35,8
80	38,3
90	40,6
100	42,8
110	44,9
120	46,9
130	48,8
140	50,7
150	52,5
160	54,2
170	55,8
180	57,5
190	59,0
200	60,6
210	62,1
220	63,5
230	65,0
240	66,4
250	67,7
260	69,1
270	70,4
280	71,7
290	72,9
300	74,2



Obr.5 Teoretická rychlost šíření čela alkalického slivu.

### Závěr

Celý experiment je naplánován přibližně na 2 roky. V prosinci r. 2008 bude vyhodnocen a budou posouzeny možnosti celoplošné aplikace této metody v závěrečném stadiu sanace ložiska Stráž pod Ralskem.

### Literatura

- [1] Peroutka, J. a Stojte (2007): Zprávy o karotážních měřeních na poli VP8C. DIAMO s.p., o. z. TÚU, Stráž p. R.
- [2] Kolektiv DIAMO, s. p. (1996): Experimentální ověřování způsobů likvidace zbytkových technologických roztoků (neutralizace „in situ“).
- [3] Simgeo, s. r. o. (2003): Výpočet variant sanace cenomanské zvodně a revize projektu experimentu imobilizace kontaminantů. VZ-711, Brno.
- [4] DIAMO, s. p., o. z. TÚU, Stráž p. R. (2003): Aktualizace projektu „Experiment imobilizace kontaminantů v ploše VP8C“. DIAMO s. p., o. z. TÚU, Stráž p. R.
- [5] Gombos, L. (2003): Interakce technologických vod z NDS s vodami cenomanského kolektoru. I. etapa. Návrh projektu laboratorních ověřovacích prací pro rok 2004. DIAMO s. p., o. z. TÚU, Stráž p. R.
- [6] Slovák, J. (2004): Posudek na aktualizaci projektu „Experiment imobilizace kontaminantů v ploše vyluhovacího pole VP8C“. Česká Lípa.
- [7] Gombos, L. (2005): Imobilizace – laboratorní ověřovací práce. Etapa I. Statické dávkové testy. DIAMO, s. p., o. z. TÚU, Stráž p. R.
- [8] Gombos, L. (2006): Laboratorní testy imobilizace kontaminantů. Etapa II. Dynamické průtočné testy. Část 1. – injektáž “slivu A”. DIAMO, s. p., o. z. TÚU, Stráž p. R.
- [9] Wasserbauer, V. (2006): Model poloprovodního testu imobilizace. DIAMO, s. p., o. z. TÚU, Stráž p. R.