

VYUŽITÍ PŘIROZENÝCH A VYZVANÝCH ELEKTRICKÝCH POLÍ PŘI DETEKCI EKOLOGICKÝCH ZÁTĚŽÍ

Jaroslav Bárta, Jaroslav Jirků, Tomáš Belov

G IMPULS Praha spol. s r.o., Přístavní 24, 170 00 Praha 2, e-mail: post@gimpuls.cz

Geofyzikální průzkumy a výzkumy pro detekci ekologických zátěží využívají komplex geofyzikálních metod, ale prakticky na žádné z lokalit se neobejdeme bez zařazení některé z metod geoelektrických, z nichž v poslední době začínají hrát významnou roli aplikace přirozených a vyzvaných elektrických polí.

Aplikace přirozených polí je pro hydrogeologické účely známá již od třicátých let minulého století.

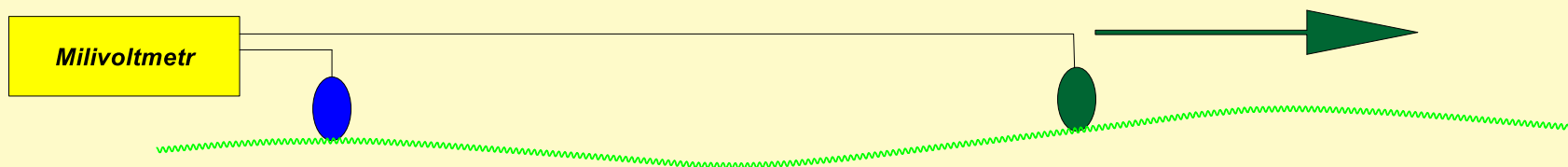
Metody vyzvané polarizace dosáhly v poslední době větší pozornosti mimo jiné proto, že došlo k velkému rozvoji slaboproudé techniky a počítačových technologií.

Měření přirozených elektrických stacionárních polí se běžně označuje jako metoda spontánní polarizace (SP). V této metodě bývá měřen potenciální rozdíl (napětí) elektrického pole mezi dvěma či více body na povrchu. Příčin vzniku přirozeného stacionárního elektrického pole v zemi je mnoho a tyto jevy jsou souborně označovány pojmem elektrochemická aktivita prostředí. **Z přirozených polí lze jmenovat:**

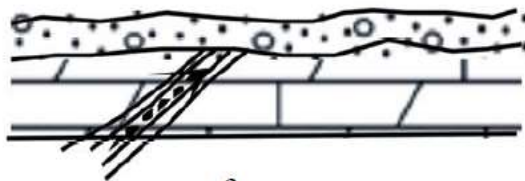
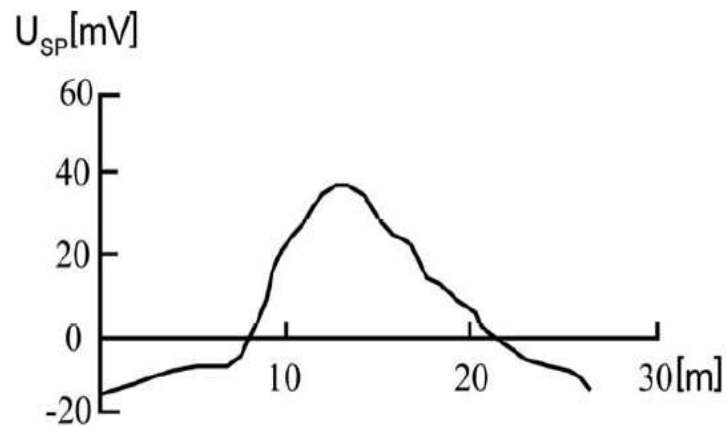
- **oxidačně – redukční potenciály (ORP) v okolí vodivých rudních žil a kovových objektů,** které se chovají jako elektroda v elektrolytu (podzemní voda) a zároveň zkreslují přirozený vertikální gradient potenciálu v zemi.

- **difuzní (DP) a filtrační potenciály (FP),** vznikající difúzí iontů v podzemní vodě a filtrací podzemní vody (s nosiči elektrického náboje – ionty) průlinčným heterogenním geologickým prostředím.

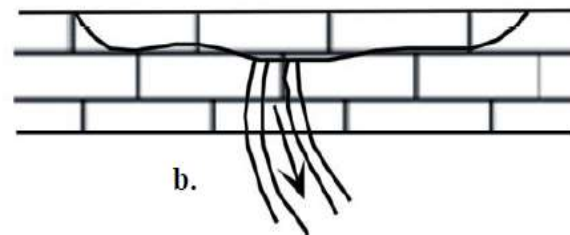
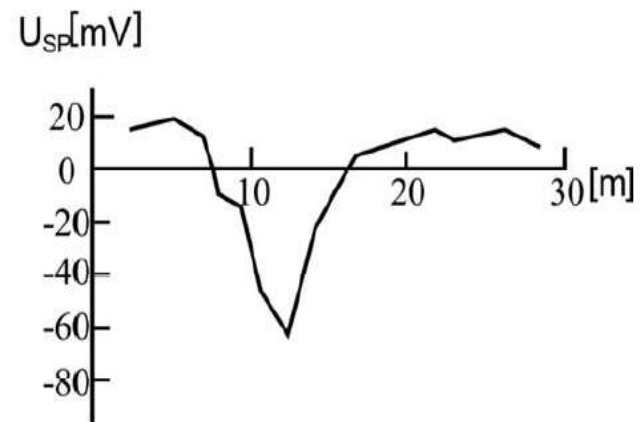
Využití přirozených elektrických polí (v zásadě filtračních potenciálů) pro detekci míst, kde dochází k průsakům či významným pohybům podzemních vod, vychází primárně z elektrochemických poznatků. V kapilárním systému se snadněji pohybují kladně nabitě ionty, zatímco ionty záporně nabitě mají tendenci zůstat při stěně kapiláry. V důsledku tohoto jevu můžeme očekávat, že ve směru pohybu podzemní vody naměříme rozdíl elektrického potenciálu. Ve směru pohybu podzemní vody potenciál narůstá.



**Nejjednodušší uspořádání při měření SP.
Nepolarizovatelné elektrody vyžadují
vodivý kontakt se zemí.**



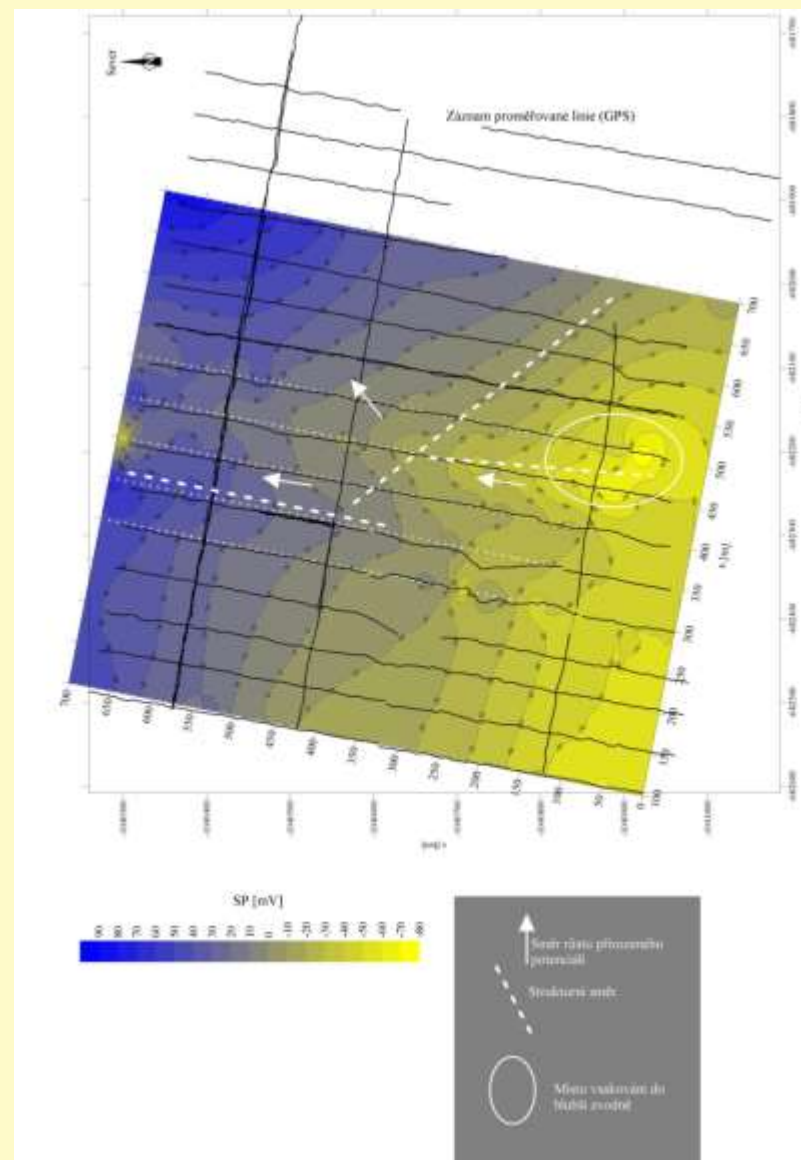
a.

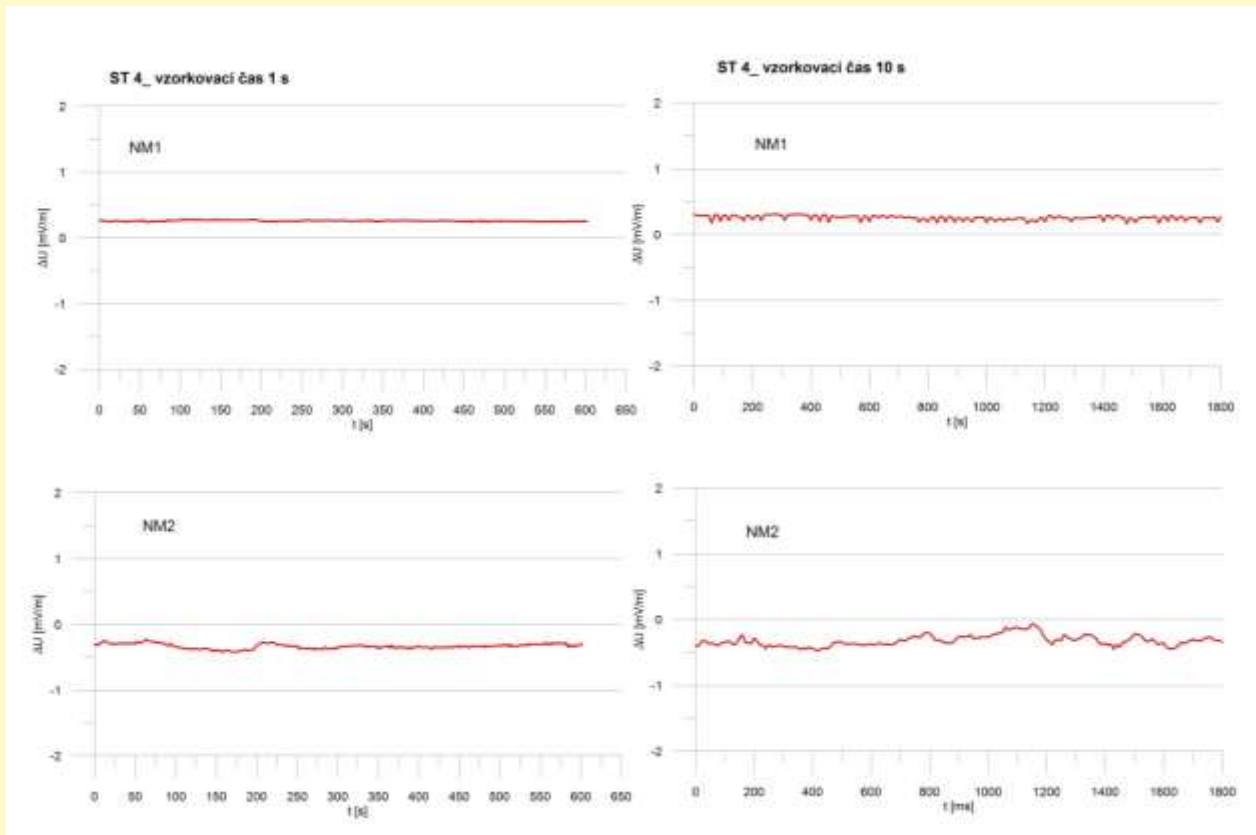


b.

Projev přirozeného elektrického pole v místě vzestupu podzemní vody do kvartérních sedimentů (obr. a) a naopak v případě filtrace vody od povrchu do hloubky (obr. b).

Na slajdu vpravo je uveden příklad plošné aplikace měření spontánní polarizace s následnou interpretací. V naměřeném poli lze sledovat hlavní strukturní směry (čárkované linie), které částečně ovlivňují směr pohybu podzemní vody (směry šipek). Pohyb vody má jasně definovaný zdroj (světlá oblast, zvýrazněná elipsou).





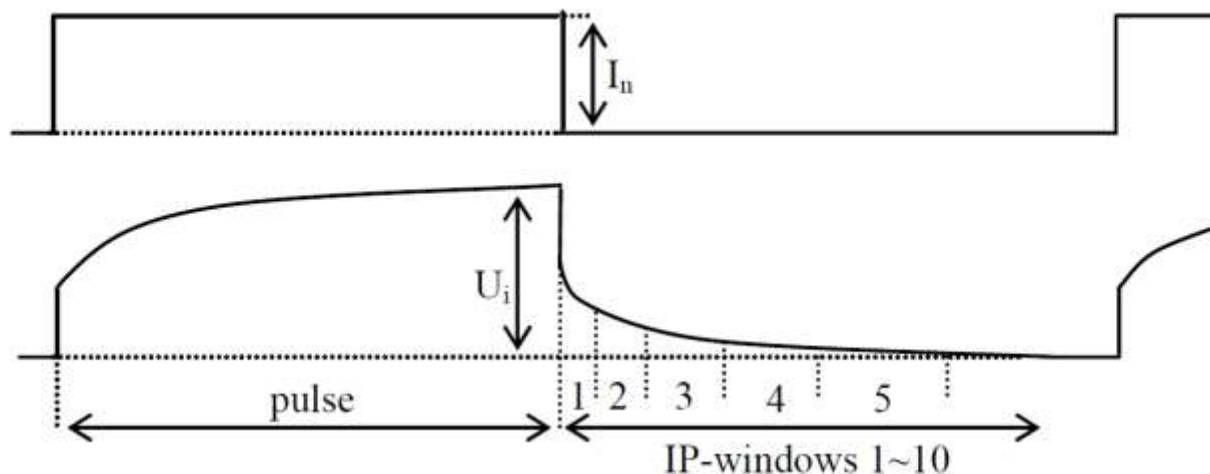
Specifické, ale časté je použití metody SP v rámci detekce bludných proudů pro posouzení nebezpečí koroze.



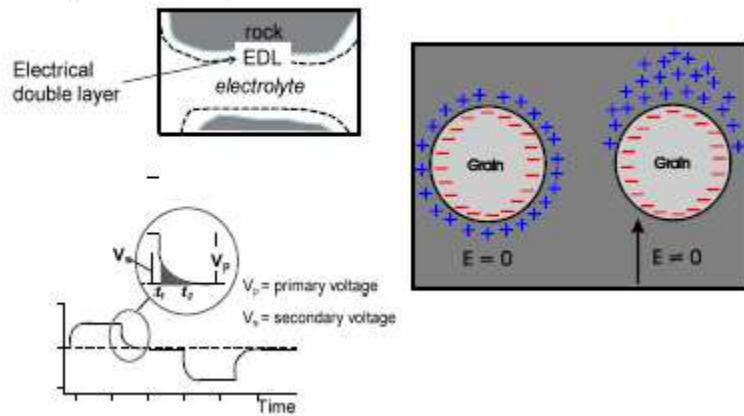
| Měrný odpor [Ωm] | Proudová hustota J_p [mA/m^2] | Charakteristika koroze | Stupeň koroze |
|----------------------------------|---|------------------------|---------------|
| více jak 100 | méně než 0,0001 | velmi nízká | I |
| 50 - 100 | 0,0001 – 0,003 | střední | II |
| 23 - 50 | 0,003 – 0,1 | zvýšená | III |
| méně než 23 | více než 0,1 | velmi vysoká | IV |

Tab. 1: Nebezpečí koroze dle ČSN 03 8372

Elektrochemickou aktivitu prostředí je možné také vyvolat uměle zavedeným proudem do země - pak hovoříme o metodě vyzvané polarizace (VP). Po vypnutí budícího stacionárního elektrického pulzu (impulzní varianta metody VP) se měří vyvolané napětí na povrchu, které s časem vymizí (řádově v sekundách až minutách). Charakter ubývání pole (dynamika pole VP) závisí na chemických a fyzikálních podmínkách třífázového geologického prostředí a lze proto usuzovat na přítomnost určitých látek. Pole VP je možné registrovat i frekvenčně buzeným polem (frekvenční varianta metody VP).



An electrical geophysical measurement with unique sensitivity to the interfacial surface



VP (resp. IP) metoda původně pracovala pouze s představou elektronové vodivosti. V současnosti, pro potřeby environmentálních studií, se uvažuje hlavně s polarizovatelností iontového prostředí.



ENVIRONMENTAL APPLICATIONS OF THE INDUCED POLARIZATION METHOD

Instructors: Lee Slater and Dimitrios Ntarlagiannis
Rutgers-Newark, New Jersey, USA

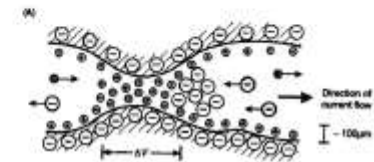
Assistant: Pantelis Soupios, Technological Educational Institute of Crete, Chania, Crete

RUTGERS

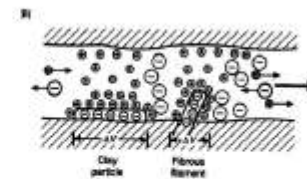
Measurements and models

Interpretation Framework/Model?

- Ionic accumulation at pore throats?



- Ion selective membranes enhanced by clay particles?

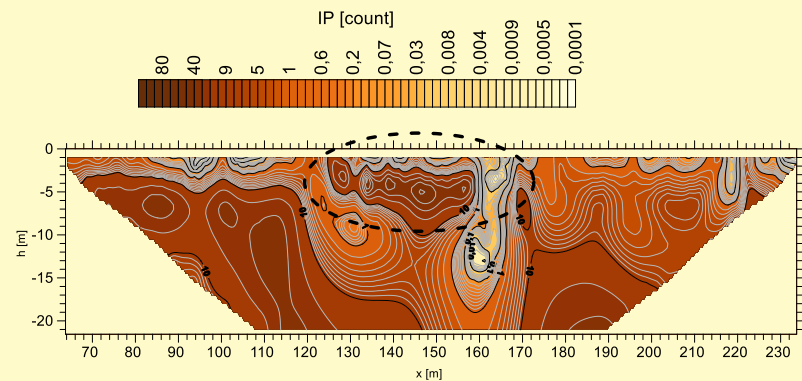
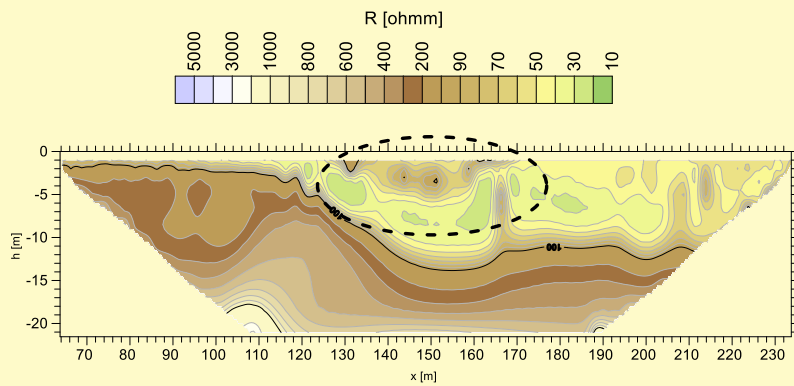


Víceméně jako „by product“ při jiných výzkumných pracích bylo zjištěno, že efekty vyzvané polarizace mohou dobře detekovat některé typy znečištění, zejména znečištění s přítomností uhlovodíků. Při průzkumu je optimální používat multielektrodový systém měření, což v praxi znamená, že lze získat tomografický obraz zájmového prostředí. Pro zpracování dat se osvědčil software Res2Dinv (Loke). Pro měření v terénu se osvědčila multielektrodová souprava ARES II (GF Instruments). Pro praktická měření tedy dáváme přednost měření v časové doméně nikoliv v doméně frekvenční.

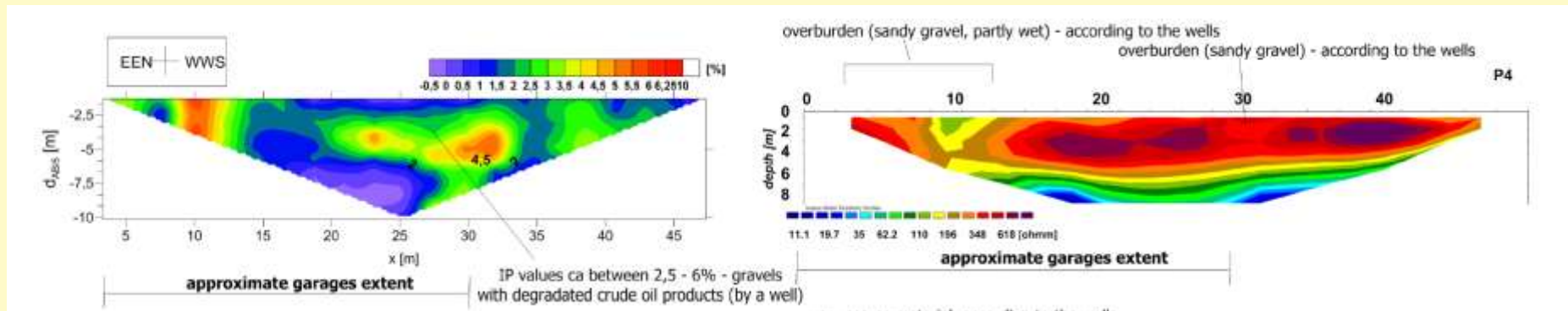
Při interpretaci dat si je zapotřebí uvědomit, že **kontaminované prostředí nemusí být vždy charakterizováno nejvyššími anomáliemi polarizovatelnosti**. Jako nejvyšší se mohou projevit například staré železné konstrukce nebo výrazné kontakty mezi jílovými vrstvami a krystalinickými horninami (kontakt nízkého a vysokého odporu).

V naměřených datech se **překvapivě objevují i záporné anomálie polarizovatelnosti**, což je z prvního pohledu vlastně technicky, nemožné. Teoreticky na několika výpočtech tyto anomálie vysvětlili, viz lit Dahlin a Locke.

S ohledem na to, že **měření probíhají vesměs v industriálních krajinách, je nutno přijmout i vliv přítomnosti bludných proudů**.

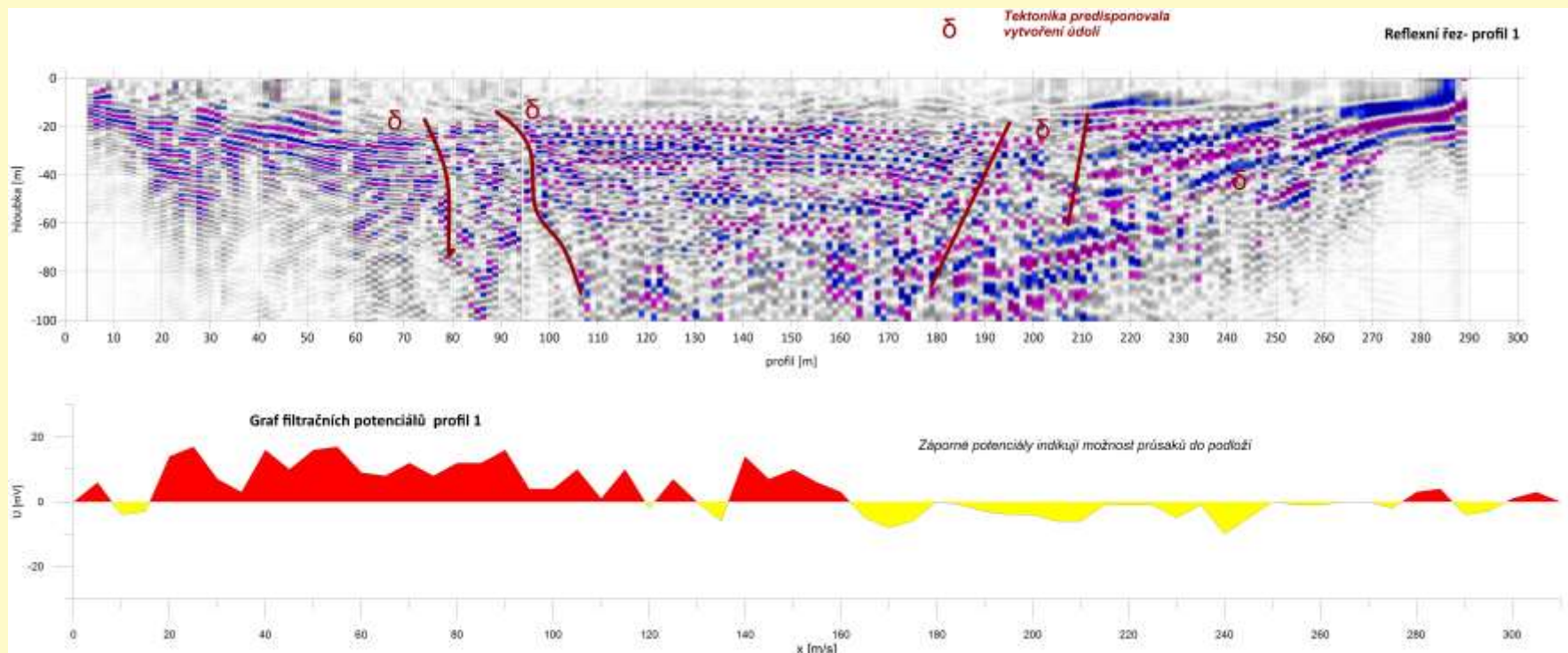


Skládka odpadů s ropnými zbytky. Vlevo výsledek odporové tomografie, vpravo výsledek vyzvané polarizace. Anomální zóna je zvýrazněna elipsou.



Opuštěný vojenský prostor. Bývalá opravná tanků. Vyhledání míst se zvýšenou kontaminací ropnými látkami.





Pro geofyziku platí zásada: jedna metoda, žádná metoda. Příklad kombinace seismiky s měřením filtračních potenciálů (SP). Teprve více metod umožní získat úplnější obraz o stavbě lokality.

Děkujeme za pozornost