

OPTIMALIZACE KOMPLEXU GEOFYZIKÁLNÍCH PRACÍ PŘI PRŮZKUMU EKOLOGICKÝCH ZÁTĚŽÍ A JEJICH SANACÍ

Jaroslav Bárta, Dušan Dostál, Vladimír Budinský, Michal Tesař

G IMPULS Praha spol. s r.o., Přístavní 24, 170 00 Praha 7, e-mail: barta@gimpuls.cz

V roce 2009 byla vydána péčí MŽP ČR Metodická příručka týkající se optimalizace komplexu geofyzikálních prací při průzkumu ekologických zátěží a jejich sanací. Příručka, viz link

http://www.mzp.cz/cz/metodiky_ekologicke_zateze

shrnuje rozsáhlé zkušenosti, které získala geofyzikální obec s využitím geofyzikálních metod pro přípravu sanací i pro monitoring úspěšnosti sanačních zásahů. Lze s uspokojením konstatovat, že v posledních dvou letech se projevuje příznivý trend, tj. že téměř všechny nové projekty řízené Ministerstvem životního prostředí obsahují i kapitolu geofyzikálních prací. Postupně se tato zkušenost rozšiřuje i na jiné objednatele náprav ekologických škod. Na druhé straně lze sledovat i méně příznivé trendy, které lze charakterizovat následovně:

a) V zadávací dokumentaci pro veřejné soutěže nejsou pouze vznášeny požadavky, co má geofyzik v rámci úkolu řešit. V dokumentaci se často objevují i detailní požadavky na délku proměřovaných profilů, požadavky na konkrétní geofyzikální metody, které mají být použity či na způsoby jejich zpracování. Tímto způsobem je omezována tvůrčí snaha geofyzika provádět geofyzikální průzkum v optimálním režimu a na základě vlastní odborné erudice podle posledních geofyzikálních poznatků.

b) Obáváme se, že jinak chvályhodná snaha zamezit korupci při výběru dodavatelů a oprávněná tendence snižovat náklady je někdy kontraproduktivní. V posledním období se ve veřejných soutěžích uvádí jako rozhodující či jako jediné kritérium výše ceny. Všichni dobře víme, že optimální poměr mezi kvalitou odvedené práce a cenou je většinou přibližně uprostřed cenových nabídek. Pokud se bude vybírat pouze podle ceny, nastane situace, kdy zadání budou řešit zcela nezodpovědné týmy (firmy) a po několika letech zbudou v republice nedořešené akce, na které nebudou další finanční prostředky. Obdobně možná nebudou k dispozici ani potřební odborníci, protože pro řadu z nich nebude přijatelné dlouhodobě klesnout pod svou standardní odbornou úroveň.

V návaznosti na předchozí konstatování uvádíme několik poznámek a příkladů, které mohou podle našeho názoru pomoci našim kolegům z jiných než geofyzikálních oborů zorientovat se v novějších trendech týkajících se geofyzikální problematiky a rozeznat užitečné nabídky odborných pracovišť od nabídek méně seriózních.

Základními předpoklady pro kvalitní provedení geofyzikálního průzkumu je odborná zkušenost řešitele, technologická úroveň geofyzikální aparatury a kvalita software. Jak již bylo vícekrát zdůrazněno, řešitel musí mít platné oprávnění k projektování, provádění a vyhodnocování geofyzikálních prací vydané MŽP. Dodáváme ještě, že je potřebné, aby se řešitelé mohli prokázat i citacemi odborných zpráv, popřípadě i publikační činností.

Na geofyzikálním trhu se pohybuje několik dobře zavedených společností, o jejichž odborných schopnostech nemůže být pochyb. Zároveň se můžeme setkat s účelově vytvořenými „spolky“, které vlastní například podomácku vyrobený přístroj, o kterém šíří zvěsti, že se jedná o zásadní přelom v geofyzikálním průzkumu. Tyto případy lze snadno vytipovat tím, že skupiny nemají dlouhou tradici, nemají žádnou publikační činnost a provozují vesměs pouze jednu geofyzikální metodu a nejsou vlastníky žádné certifikace prokazující, že mají vlastní politiku řízení jakosti (ISO).

Kromě výše uvedených poznámek bychom rádi připomněli, že každá odbornost vyžaduje své. Některé tendence, kdy naši kolegové z příbuzných oborů (hydrogeologie, geografie apod.) mají snahu pracovat sami s geofyzikálními přístroji a sami provádět interpretaci pomocí interpretačního software, nejsou šťastné. Dojem, že pomocí zdánlivě snadno ovladatelného programu dosáhneme automaticky pravdivého výsledku, je mylná. Interpretaci má provádět školený geofyzik. Naopak geofyzik nemůže například bez řádného školení provést čerpací zkoušku, mapovat apod.

Nové tendence v geofyzikálních průzkumech

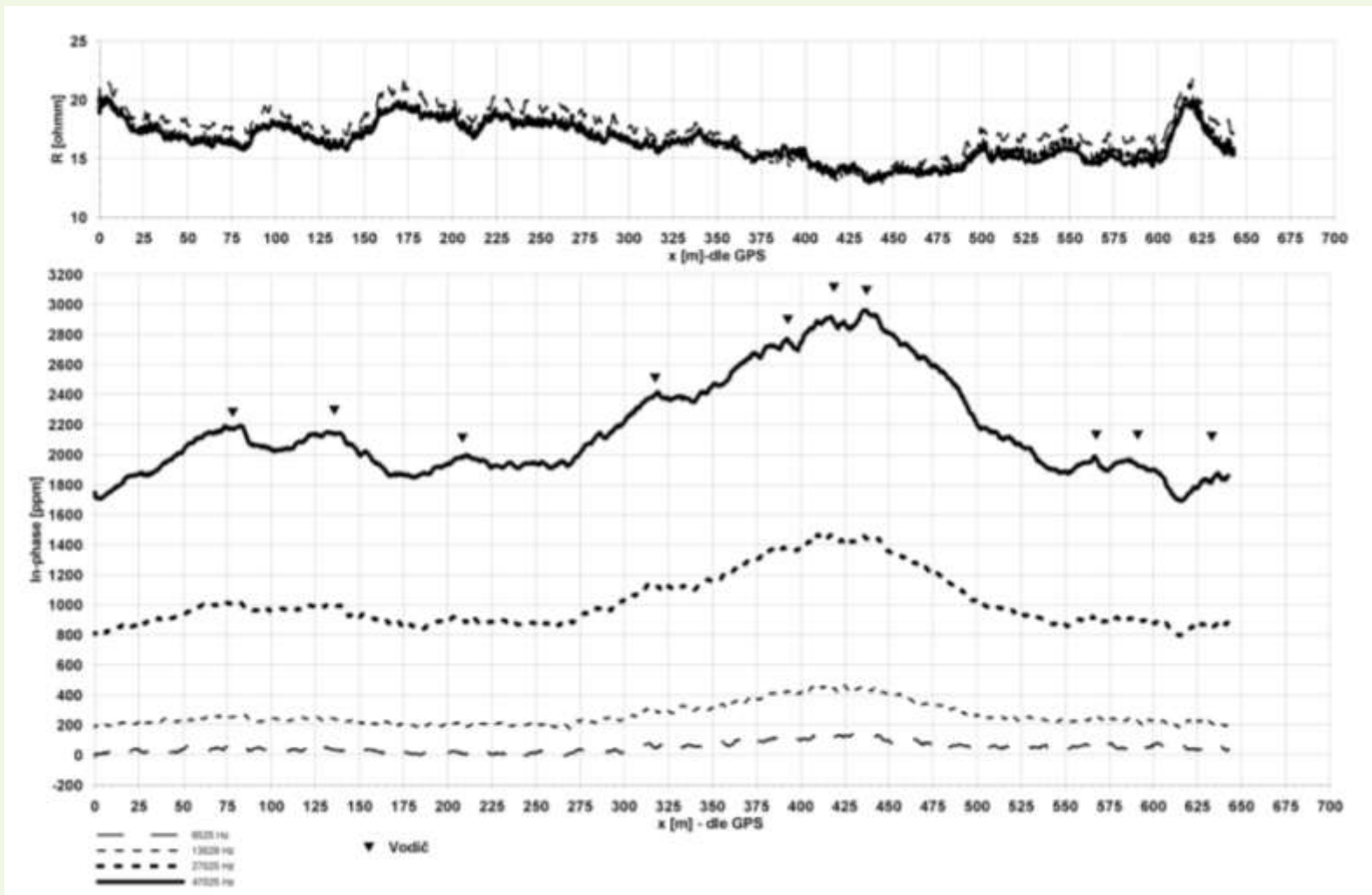
Za poslední tři roky se dají vysledovat tendence, které mohou napomoci k získání hodnověrnějších výsledků, a to v některých případech i s vyšší produktivitou práce.

Lze upozornit na metodu dipólového elektromagnetického profilování (DEMP), která zaznamenala v poslední době větší rozšíření i v problematice ekologických zátěží. Tato metoda je bezkontaktní. Sleduje změny elektromagnetického pole mezi vysílačem a přijímačem. Může pracovat na více frekvencích. S nižší frekvencí roste hloubkový dosah měření. Společnost G IMPULS pracuje s americkou aparaturou *GEM-2 (Geophex)*. V České republice je však k dispozici i jiná varianta elektromagnetické aparatury (výrobce *GF Instruments*), která má také dobré reference. Aparatura *GEM-2*, s níž je vybaven G IMPULS, umožňuje měřit I (In-phase) a Q složku elektromagnetického pole. Základní přístrojový software umožňuje následně data přepočíst na zdánlivý měrný odpor a zároveň vyhodnotit objekty s vysokou susceptibilitou (feromagnetické materiály). Autoři tohoto příspěvku prokázali, že primární složku I (In-phase) a fázově posunutou složku Q lze také zpracovat do grafů a ty vyhodnocovat na přítomnost tenkých vodičů (tektonické linie). Tímto způsobem byly rozšířeny interpretační možnosti při práci s naměřenými daty metodou DEMF.

Vyhodnocování tenkých vodičů je obdobné jako při měření poněkud zastaralou metodou VDV (pro tuto metodu již není dostatek vysílacích dlouhovlnných stanic). Měření přístrojem *GEM-2* je účinné zejména v oblastech s nízkými až středními odpory (do 500 ohmm). Nízkými odpory se vyznačují například jílovité až písčitojílovité zeminy, střední odpory jsou charakteristické například pro eluvia vyvřelin. Přístroj *GEM-2* je schopen měřit prakticky průběžně a jeho pozice může být sledována pomocí *GPS*. Měření je tedy předurčeno pro lokality, které jsou velkoplošné a vyžadují hustou profilovou síť. Pro zpracování naměřených rozsáhlých databází se nabízí možnost pracovat v programu americké společnosti *Geosoft*, konkrétně v centrálním zpracovatelském modulu *Oasis Montaje*. Tento program je schopen zvládat velké objemy naměřených dat, kde již tabulkové procesory Excel či Surfer svým rozsahem nestačí.

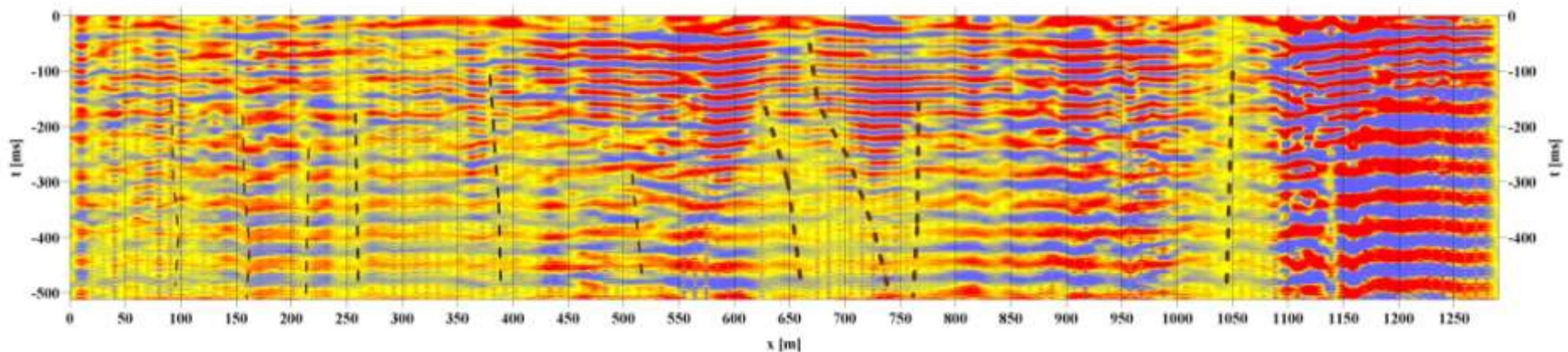


Aparatura GEM-2 při měření v terénu.



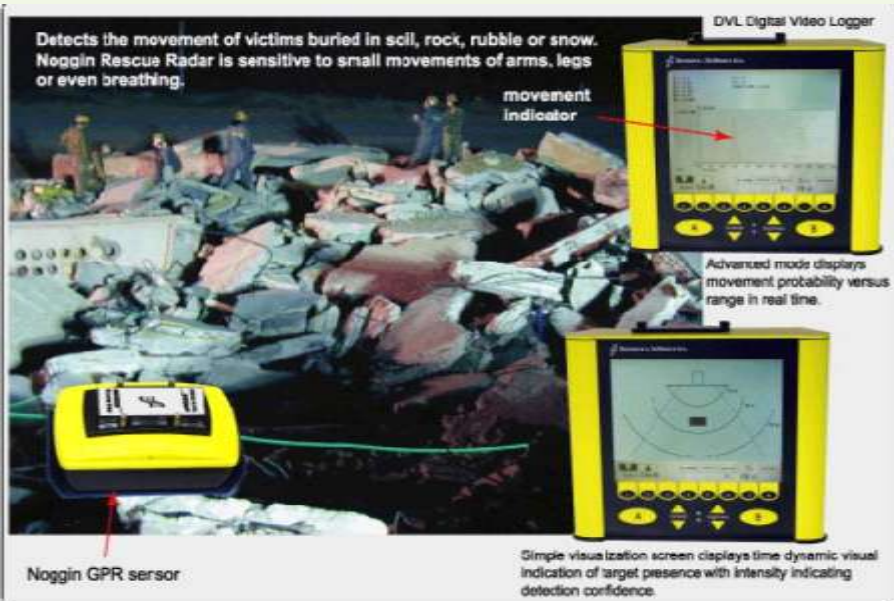
Příklad komplexního výsledku z profilu P1, lokalita budovaná slínovci, východní Čechy. Ve spodní části obrázku jsou grafy In - phase složek pro frekvence 6525, 13028, 27025, 47025 Hz. V horní části jsou uvedeny grafy zdánlivých odporů.

V současné době lze na odborných konferencích zachytit prezentace výsledků spojených s termínem „Near-Surface Seismic-Reflection Data“, tedy mělké reflexní seismiky (viz obr. níže). Jak známo, reflexní seismika byla dříve realizována spíše v hloubkách od 1 km, kde jsou pro reflexní vlny vhodnější podmínky. Nicméně, s rozvojem možností software vznikají stále častěji příklady reflexních měření i do hloubek prvních desítek metrů.

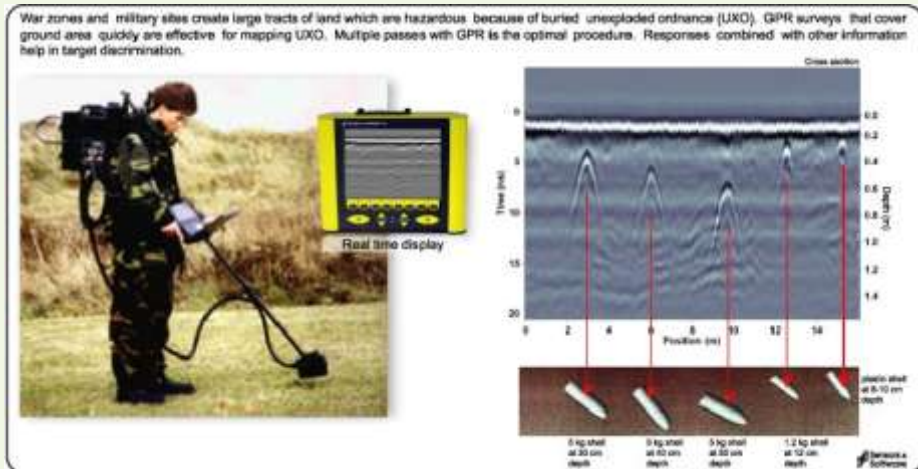


Výřez ze seismického reflexního řezu. Čárkované linie označují místa interpretovaných porušených struktur (tektoniky)

S rozvojem informačních technologií a zobrazovacích metod se naskýtá možnost propojení užité geofyziky s těmito obory. Společnost G IMPULS ve spolupráci s Technickou univerzitou v Liberci podniká první kroky v záměru zpracovávat naměřená geofyzikální data tak, aby postupně vznikla rozsáhlá databáze 1D až 3D (popřípadě i v časové doméně) zobrazení z různých geofyzikálních měření. Tato databáze by byla následně k dispozici s tím, že bude možno nově naměřené lokality porovnávat se staršími obdobnými případy. To umožní rychlou aplikaci starších poznatků na nové případy. Podrobněji je tato nová tematika prezentována na jednom z posterů této konference (Ing. Lenka Kosková a kol.).



Zapojení informačních technologií a zlepšení zobrazovacích metod otvírá možnost aplikace geofyzikálních metod i při havarijních situacích, kdy je potřebné provádět rozhodovací procesy rychle a rutinně.



Z výše uvedeného je zřejmé, že certifikovaná, prověřená geofyzikální pracoviště mají k dispozici rozsáhlou škálu geofyzikálních metod a tato škála se dále rozšiřuje a zkvalitňuje. Pokud bude geofyzikovi přesně popsán zadaný úkol, který má řešit, je zejména na něm, aby navrhnul optimální rozsah geofyzikálních prací. V zadáních veřejných soutěží se někdy objevují diskutabilní až chybné požadavky, na které bychom při této příležitosti rádi upozornili:

a)Zadavatel vyjmenuje v požadavku na geofyziku všechny metody, které zná. Tím se zbytečně rozšiřuje komplex měření a dochází k nárůstu ceny projektu. V zájmu optimalizace odborné i ekonomické je účelné pracovat vždy s pečlivě vybraným komplexem měření. Na jedné straně dlouhodobá praxe ukazuje, že použití jedné geofyzikální metody vesměs nestačí. Vždy je potřebné detekovat hledanou strukturu dvěma metodami, a to nejlépe založenými na různých fyzikálních vlastnostech. Například pokud se nám projeví tektonická linie jak v odporovém multielektrodovém řezu, tak i seismickém řezu, můžeme s jistotou říci, že tektonická linie se projevuje jako vodič a zároveň jako pásmo snížených seismických rychlostí. Zjištění jedné metody je potvrzeno druhou. Na druhé straně je však většinou zbytečné prověřovat toto zjištění ještě například metodou VDV, radarem apod., což je neekonomické.

b) V řadě zadání je kladen neúměrný požadavek na rozsah měření metodou vertikálních elektrických sond (VES). Jakmile mají být elektrické sondy měřeny s krokem například po 10 metrech, je z hlediska ekonomického (a hlavně odborného) účelnější měřit metodou odporové tomografie (multielektrodová metoda).

c) Metoda vertikálního elektrického sondování je určena pro stanovení mocností přibližně horizontálně uložených vrstev. Interpretace vertikálních elektrických sond může být významně ovlivněna přítomností lokálních nehomogenit, které se nacházejí mezi proudovými nebo potenčními elektrodami měřícího systému. Tak například, přejde-li vnější, proudová elektroda náhle vertikální rozhraní (hranice dvou petrografických typů, vodivá poruchová struktura), dochází k ovlivnění naměřené odporové křivky a k obtížím při její kvantitativní interpretaci. Nelze proto doporučit na příklad hustou síť vertikálních elektrických sond v místech s pestrá tektonickou stavbou. Detekci skalního podloží či jiných přibližně horizontálně uložených rozhraní je v tomto případě snadnější provádět seismickou refrakcí a přítomnost tektonických linií lze ještě prověřit některou z profilových geoelektrických metod (metoda kombinovaného odporového profilování, DEMP apod.).

d) Při požadavku provést v terénu detekci vodivých linií metodou velmi dlouhých vln (VDV) si je nutno uvědomovat, že v současné době je k dispozici málo vysílacích stanic, které lze použít pro měření. Touto metodou tedy nelze sestavit komplexně tektonickou stavbu zájmového území. Na druhé straně zůstává tato metoda vhodná pro detekci tektoniky některých vybraných směrů, které jsou na daném zkoumaném místě v době měření aktuálně k dispozici (některé stanice pracují jenom některé dny či ve vybraných hodinách).

e) Často se setkáváme s požadavky na použití geologického radaru. Tato metoda má vysokou produktivitu práce a je úspěšná při zadávání úkolů pro hloubky cca do 10 m. Dále si je potřebné uvědomit, že sledovaným parametrem je v podstatě odraznost od struktur s rozdílnou permitivitou (nepřímo měrným odporem). Z tohoto důvodu nelze z radarových měření soudit na geomechanické parametry prostředí, naopak je doložena úspěšná detekce prostředí se zvýšenou koncentrací ropných látek či ředidel.



Děkujeme za pozornost

