

PŘÍKLADY POUŽITÍ DIPÓLOVÉHO ELEKTROMAGNETICKÉHO PROFILOVÁNÍ

EXAMPLES OF THE USE OF DIPOLE ELECTROMAGNETIC PROFILING

Milan Hrutka ¹, Marek Spěšný ²

Abstrakt

Přímé měření vodivosti zeminového popř. horninového prostředí elektromagnetickým dipólovým profilováním (DEMP), v našem případě za použití přístroje CMD – Explorer (Electromagnetic conductivity meter, výrobce GF Instruments, s.r.o. Brno), velmi dobře vystihuje vodivostní charakter zkoumaného území. Tato metoda je vhodná pro zmapování starých skládek komunálního odpadu, rozlišení prostředí na jílovité či písčité partie např. u štěrkopískových teras, zkoumání homogenity masivu a rozdělení na kvazihomogenní bloky nebo pro vymezení a plošné upřesnění rašelinišť. Metoda velmi dobře doplňuje elektrickou odporovou tomografii (ERT) a je vhodná pro rychlý průzkum přípovrchových částí měřeného prostředí.

Abstract

Direct measurement of the conductivity of ground soil and ground rock (dipole electromagnetic profiling – DEMF) describes the character of the investigated territory very well. In our case we used the instrument CMD – Explorer (Electromagnetic conductivity meter, producer GF instruments, s.r.o. Brno). This method is very suitable for mapping old landfills of municipal waste, it is good for the resolution of clay part or sand part of an area in a sandy gravel bench, it is also applicable for exploration homogeneity of rock and it is good for separation quasi homogenous blocks of rocks. This method is also good for the boundary and specification of surface peat. The method DEMF is a good way to do quick exploration of shallow depths of the ground and it complements very well the method of the electrical resistivity tomography (ERT).

Klíčová slova

dipólové elektromagnetické odporové profilování, měrná vodivost, elektrické vlastnosti zemin a hornin, skládka komunálního odpadu, štěrkopísková terasa, homogenita masívu, rašeliniště

1 Úvod – měření elektromagnetického dipólového profilování za použití přístroje CMD

Dipólové elektromagnetické profilování (DEMF) umožňuje přímé měření vodivosti zeminového popř. horninového prostředí. Měření v následujících případech bylo prováděno pomocí přístroje CMD – Explorer (Electromagnetic conductivity meter, výrobce GF Instruments, s.r.o. Brno), který při třech různých vzdálenostech mezi vysílací a přijímací cívkou dipólu umožňuje měření ve třech

různých hloubkových úrovních současně. Tento bezkontaktní geofyzikální přístroj pro vyhodnocování měrné vodivosti umožňuje měření i tzv. „inphase“ (susceptibility) půdy a hornin. Měření mohou být prováděny na profilech jak kontinuálně, tak i bodově.

Metoda indikuje jednak přítomnost vodivých těles v místech měřených profilů a dále vymezuje odporově odlišné plochy proměřovaného zeminového (horninového) prostředí jako např. písčité či jílovité partie. Vodivé nehomogenity odpovídají tektonickým poruchám a porušeným zónám, které mohou indikovat preferenční cesty kontaminovaných vod. Dále metoda detekuje kovové předměty, inženýrské sítě, antropogenní navážky a v určitých případech ji lze využít i pro účely archeologie.

2 Použití a výsledky měření

2. 1. Zruč – Senec – Lokalita I

Oblastí geofyzikálního průzkumu byl prostor bývalé zavezené skládky komunálních odpadů. Existence skládky (laguny) byla z archivních materiálů známá, v současné době ale není patrný plošný rozsah této skládky. Geofyzikální průzkum měl upřesnit plošnou lokalizaci skládky, její hloubku a případně vymapovat potenciální preferenční cesty pohybu podzemní vody. Do těchto míst (tektonické poruchy, deprese) se předpokládá situování pozorovacích (sanačních) HG vrtů.

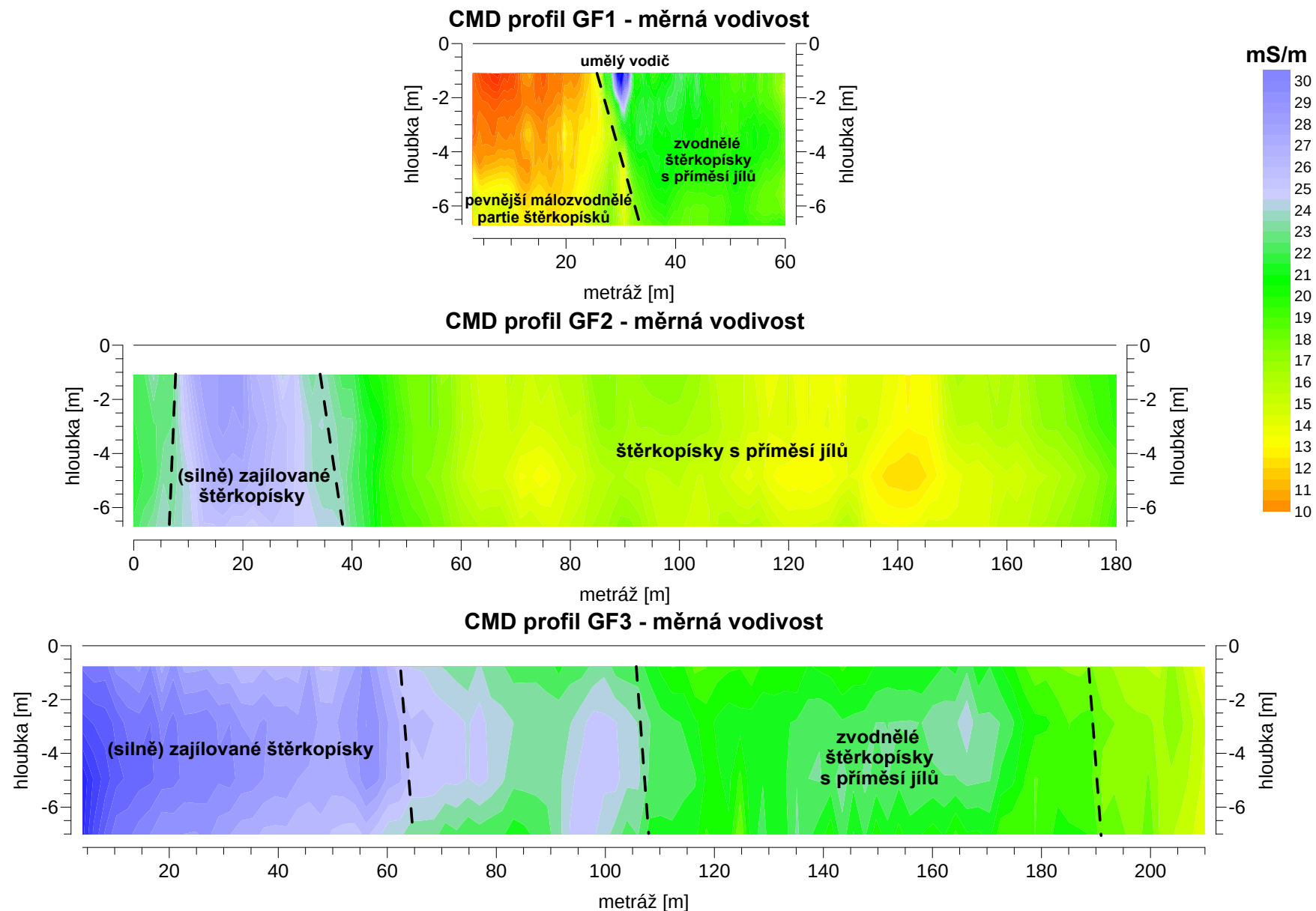
Byla použita metoda elektromagnetického dipólového profilování (DEMP) v kombinaci s metodou elektrické odporové tomografie (ERT) a mělkou refrakční seismikou (MRS). Metoda DEMP byla měřena kontinuálně po profilu a výsledky byly prezentovány ve formě profilových křivek měrných vodivostí viz Obr. 1. Na každém profilu byly změřeny 3 křivky měrné vodivosti s různým hloubkovým dosahem. Jednotlivé vzdálenosti mezi proudovým a potenčním dipólem (1,48, 2,28 a 4,49 m) odpovídají hloubkovým dosahům cca 2,2, 4,2 a 6,7 m. Prostor skládky se projevil jednoznačně na všech proměřovaných rozestupech vyššími hodnotami měrné vodivosti oproti původnímu zeminovému (horninovému) prostředí. V místech laguny byly ukládány nehomogenní skládkové materiály, které jsou celkově vodivější. Záporné hodnoty na nejdelším dipólu (4,49 H) v metrážích 66 až 68 m si vysvětlujeme projevem indukce blízkého telekomunikačního vysílače.

Výsledky měření metodou ERT vhodně doplňují výsledky získané metodou elektromagnetického profilování a dávají dobrou představu o rozložení elektrického pole v závislosti na hloubce. Modrá přerušovaná čára δ nám reprezentuje kontakt pánevních sedimentů převážně tvořenými pískovci a proterozoických jílovitých břidlic.

Účelem seismického měření bylo zjistit mocnosti skládkových materiálů (zóna rychlostí do 537 m.s^{-1}) a stupeň zvětrání skalního podloží v závislosti na hloubce, který může souviset s tektonikou a případnými preferenčními cestami šíření kontaminovaných vod.

2. 2. Příšovice u Turnova

Účelem geofyzikálního průzkumu bylo zjistit průběh rozhraní mezi povrchovými hlínami (jíly) a šterkopískovou terasou a celkový charakter pokryvných útvarů v prostoru plánované protipovodňové hráze u obce Příšovice u Turnova. Pokryvné útvary jsou tvořeny humózní hlínou, povodňovou hlínou, povodňovou hlínou s organickou příměsí a šterkopískovou terasou. Křídové podloží je tvořeno



Obr.2 *Příšovice u Turnova – protipovodňová hráz: Dipólové elektromagnetické profilování (DEMP), řezy měrných vodivostí*

převážně pískovci a slínovci. V zájmovém území byly změřeny geofyzikální profily GF1, GF2 a GF3 v délkách 60 m (GF1), 180 m (GF2) a 210 m (GF3). Výsledky elektromagnetického profilování na lokalitě jsou uvedeny na Obr. 2 ve formě řezů měrné vodivosti. Výsledky měření dávají představu o heterogenitě vodivostních poměrů horninového prostředí. Zvýšené hodnoty měrné vodivosti bývají indikátorem zvodnělých zón a geologického prostředí s vyšším obsahem jílovité složky. Na všech třech proměřených profilech (GF1, GF2 a GF3) byly vymezeny oblasti se zvýšenou měrnou vodivostí, které mohou odpovídat zvodnělým povodňovým sedimentům či sedimentům se zvýšeným obsahem jílovitých složek, případně organických látek.

2. 3. Divoká Šárka – test

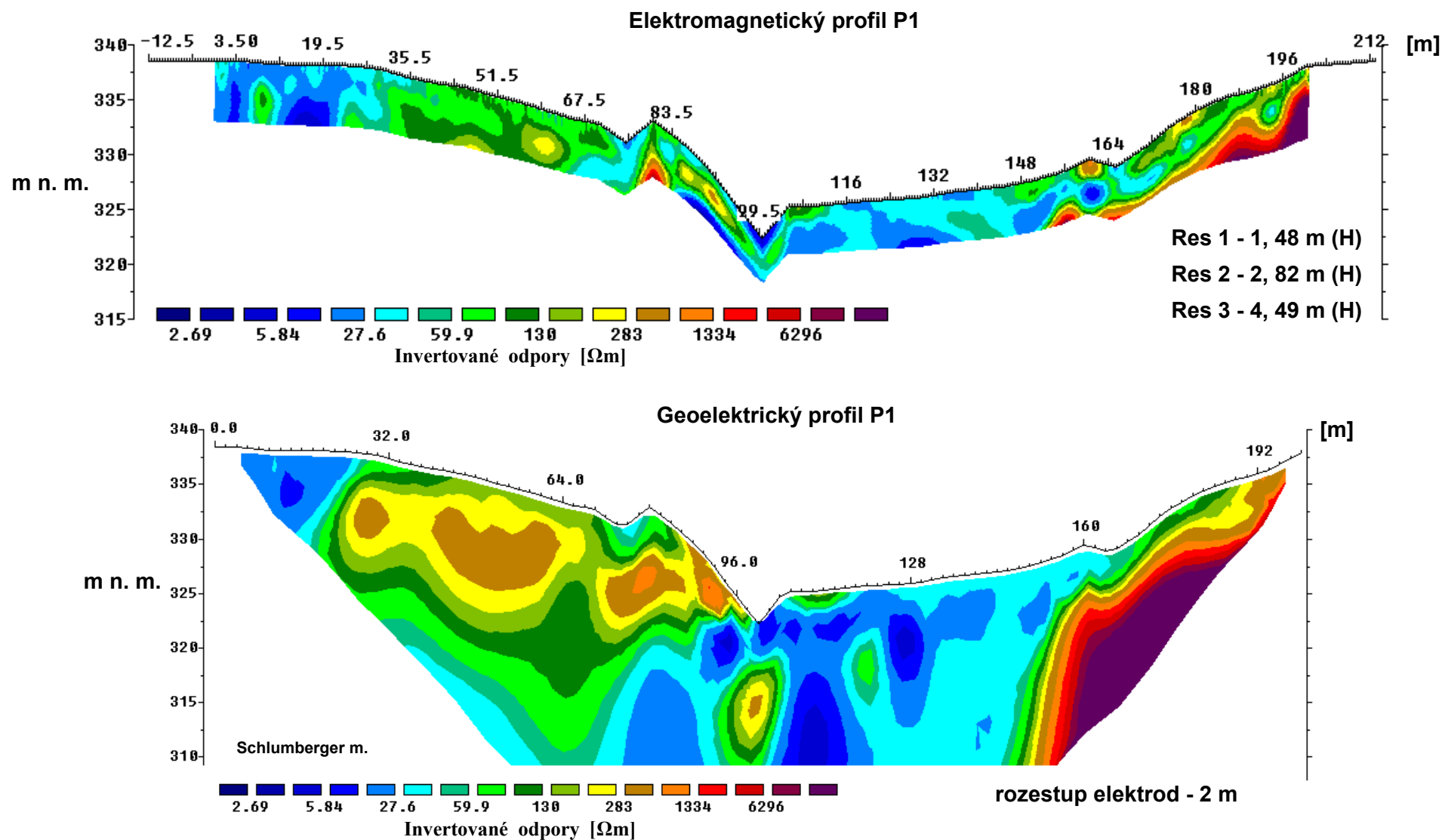
Úkolem testovacího měření na lokalitě Divoká Šárka bylo porovnání výsledků elektromagnetického profilování měřené metodou DEMP s měřením elektrické odporové tomografie (ERT). Obě metody byly proměřeny na stejném 200 metrovém profilu a zpracovány v programu RES2DINV do formy odporových řezů. Na lokalitě se elektrické vlastnosti jednotlivých přítomných hornin zřetelně liší od vysoce odporových silicitů (bulizníků), nízkoodporových břidlic a jílovitých údolních sedimentů, které vykazují velice nízké měrné odpory. Výsledné odporové řezy, které jsou zobrazeny na Obr. 3, vykazují stejnou charakteristiku měřeného odporového pole. Metoda DEMP detailněji zmapovala proměřované území do nižších hloubek (do cca 6 m), metoda ERT dává celkový obraz území do větších hloubek.

2. 4. Krásno – lom

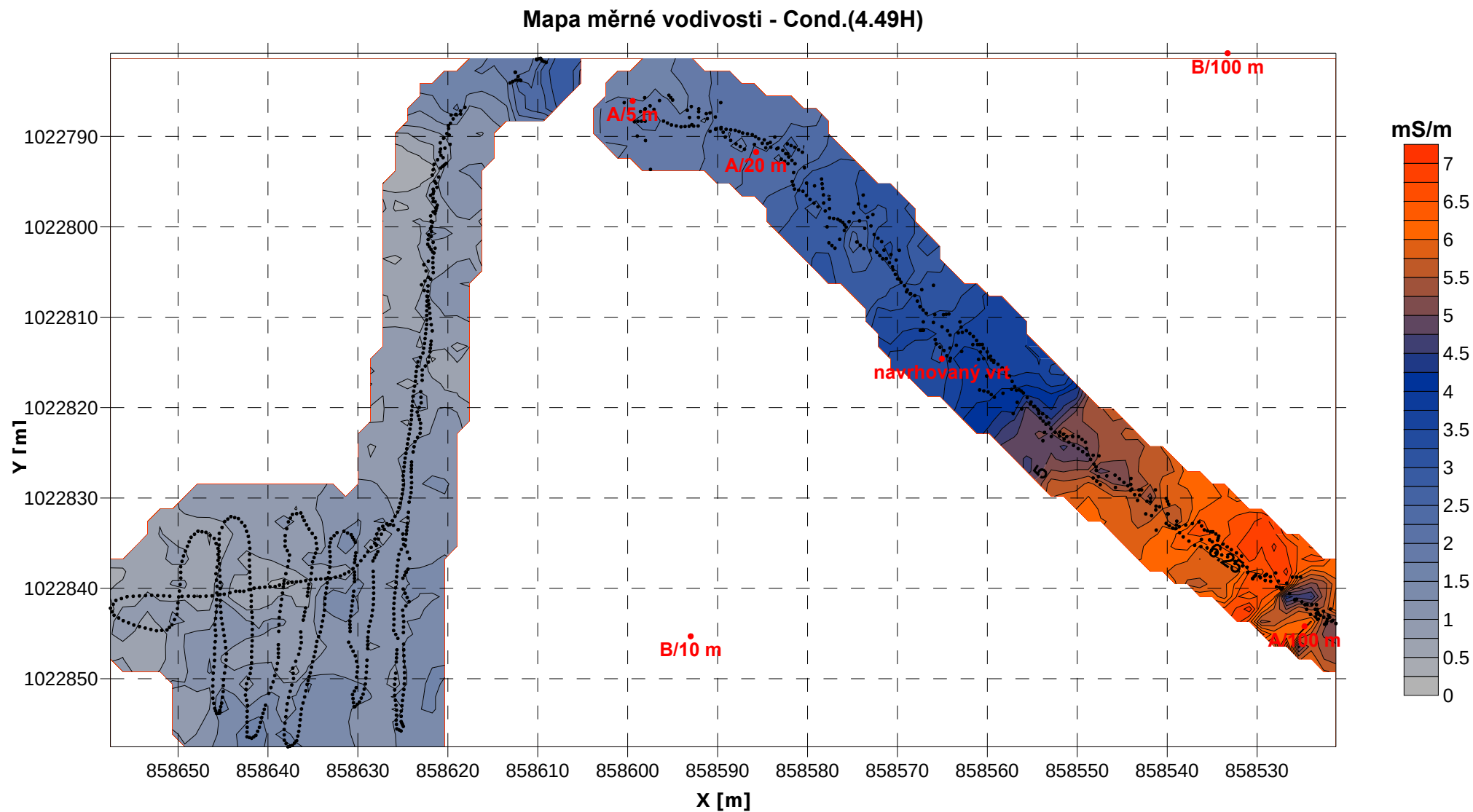
Účelem geofyzikálního měření na lokalitě Krásno bylo posouzení homogenity masivu jako podklad pro situování průzkumného vrtu. Z geologického hlediska je horninové prostředí tvořeno greisenovými granitoidními horninami. Měření v zájmovém území bylo provedeno plošně systémem nepravidelných profilů směrem ke stávajícímu lomu a jeho blízkému okolí. Měření bylo uskutečněno kontinuálně se zabudovaným systémem GPS. Z naměřených hodnot byla sestrojena mapa měrných vodivostí. Z měření je možné vymežit 3 odlišné kvazihomogenní bloky, které se zřetelně projeví na všech proměřovaných rozestupech. Situace měření spolu s naměřenými vodivostmi nejdelšího dipólu (4.49H), který odpovídá hloubkové úrovni cca 6,7 m, je uvedena na Obr. 4. Měrné vodivosti postupně narůstají od západu na východ, kde jsou hodnoty nejvyšší a odpovídají horninám s nejvyšším stupněm celkového porušení, v našem případě pravděpodobně vyššímu stupni kaolinizace. Situování vrtu bylo doporučeno v místech bloku 2 s případným posunem ve směru sz v případě obtížné přístupnosti pro vrtnou soupravu.

2. 5. Fláje – rašelinště

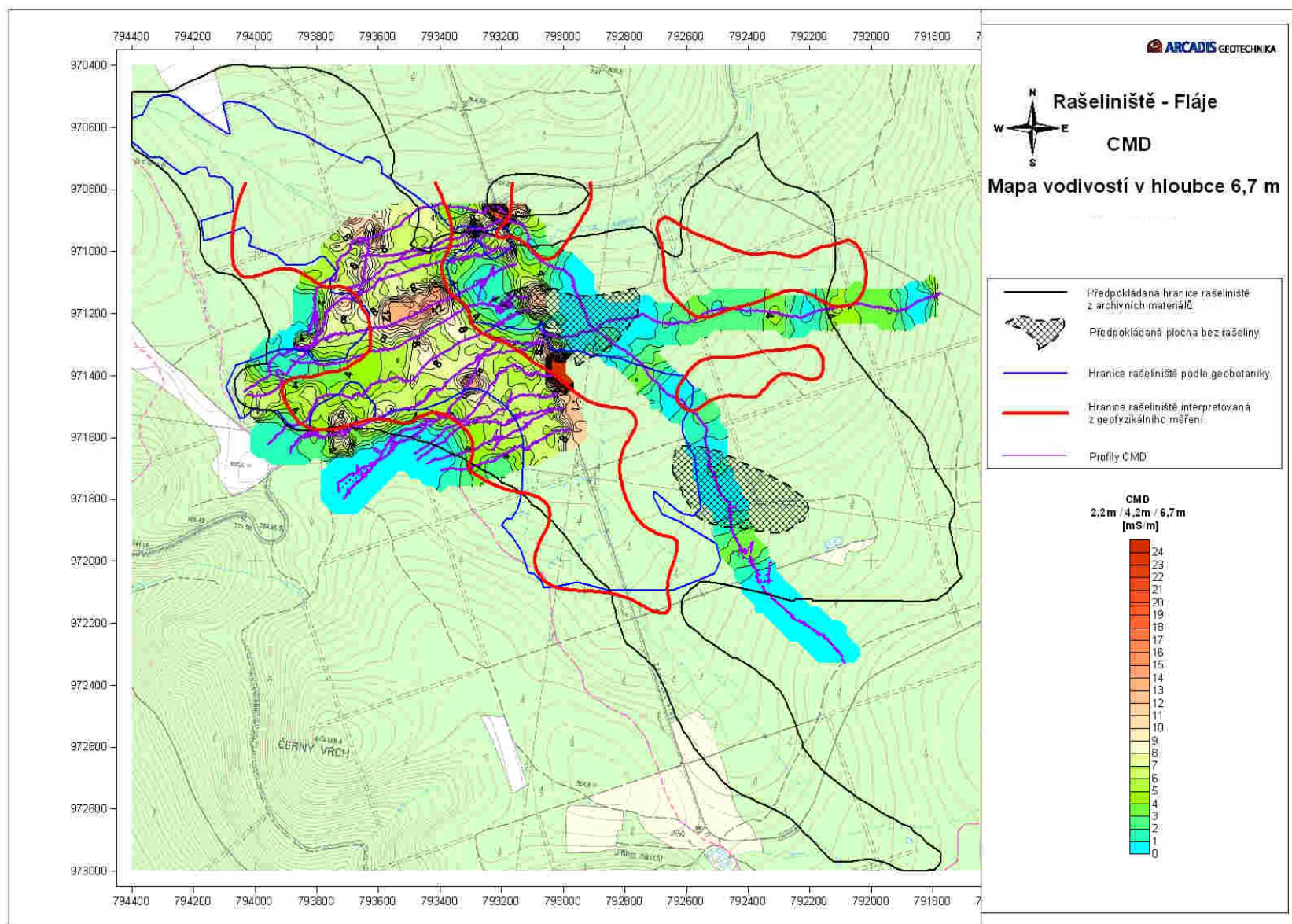
Geofyzikální měření na této lokalitě mělo za úkol vymezení a plošné upřesnění rašelinště, současně s ověřením jeho hloubky. Vzhledem k předpokládanému odporovému kontrastu mezi vrstvou rašeliny a horninovým podložím lze předpokládat úspěšné rozlišení vrstev rašeliny od horninového podloží pomocí geoelektrických metod průzkumu. Ke splnění zadaného úkolu byl použit komplex geoelektrických metod. Měření měrné vodivosti metodou DEMP sloužilo k plošnému vymezení a případnému upřesnění zonálnosti rašelinných sedimentů. Pro vymezení a rozlišení vrstev rašeliny se osvědčila metoda vertikálního elektrického sondování (VES), pomocí které se ověřila hloubka depresí vyplněných rašelinou.



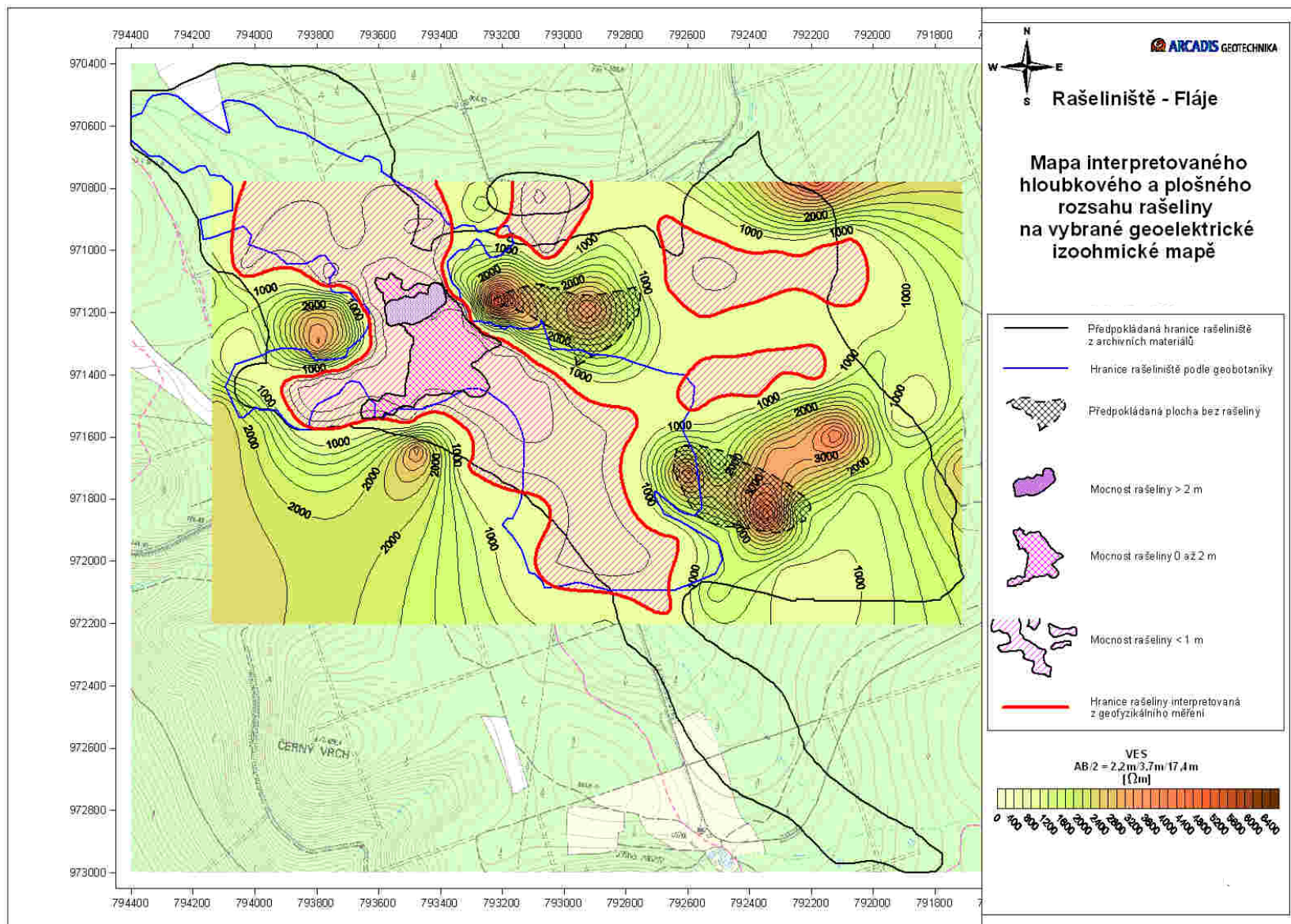
Obr.3 Divoká Šárka – test: Odporové řezy elektromagnetického profilování (DEMP) a elektrické odporové tomografie (ERT)



Obr.4 Krásno – lom: Elektromagnetické profilování (DEMP), mapa měrných vodivostí el. mag. dipólu (4.49H)



Obr.5 Fláje – rašeliniště: Elektromagnetické profilování (DEMP), mapa měrných vodivostí el. mag. dipólu (4.49H)



Obr.6 Fláje – rašeliníště: Interpretace elektromagnetického profilování (DEMP) a metody VES

Z map vodivosti, které byly sestrojeny na základě měření metodou DEMP, jsou patrná výrazně odlišná vodivostní rozhraní. Z map pro všechny tři měřené hloubkové úrovně je rovněž patrný odlišný hloubkový dosah vodivějších poloh, které jsme interpretovali jako místa s výskytem rašeliny. Žlutočervené plochy viz Obr. 5 (mapa měrných vodivostí el. Mag. dipólu 4.49H v hloubce cca 6,7 m) odpovídají vodivým partiím rašeliny, které se s nárůstem hloubky projevují stále na menší ploše. Interpretace hloubek byla provedena z naměřených křivek VES. Vzhledem k tomu, že dosud nebylo možné ověřit geofyzikální interpretaci pomocí parametrických sond, lze interpretované mocnosti vrstev rozdílných měrných odporů posuzovat pouze kvalitativně. Zjištěné mocnosti svrchní nízkoodporové vrstvy se pohybují převážně v rozmezí 0,2 – 2,5 m. Výsledná mapa interpretovaného hloubkového a plošného rozsahu rašeliny na základě provedeného geofyzikálního průzkumu je uvedena na Obr. 6.

3 Závěr

Z výše uvedených příkladů dipólového elektromagnetického profilování, které byly v našem případě změřeny přístrojem CMD (Electromagnetic conductivity meter), vyplývá široké spektrum použití této metody. Metoda je vhodná pro rychlý průzkum svrchních partií zeminového popřípadě horninového prostředí s rozdílnými vodivostními vlastnostmi. Dobré vypovídající výsledky jsme získali při měření na bývalé skládce komunálních odpadů, kde skládkový materiál byl vodivější oproti okolním zeminám. Dále se metoda osvědčila při vymezení jílovitých partií zkoumané štěrkopískové terasy, při posuzování homogenity masivu a rozčlenění hornin do kvazihomogenních bloků, tak i pro průzkum rašelinišť. Metoda je citlivá na umělé předměty a velmi dobře doplňuje metodu elektrické odporové tomografie (ERT).

Autoři

¹ Mgr. Hrutka Milan, ARCADIS Geotechnika a.s., Geologická 988/4, 152 00 Praha 5, hrutka@arcadisgt.cz

² Mgr. Spěšný Marek, ARCADIS Geotechnika a.s., Geologická 988/4, 152 00 Praha 5, spesny@arcadisgt.cz