

MERANIE FILTRAČNÝCH POTENCIÁLOV V OKOLÍ VODNÝCH ZDROJOV

MEASUREMENT OF FILTRATION POTENTIALS IN WATER SOURCE'S AREAS

Vojtech Gajdoš¹, Kamil Rozimant², René Putiška³, Andrej Mojzeš⁴

Abstrakt

V poslednej dobe sa pri prehodnocovaní možných aktivít v oblastiach ochranných pásiem vodných zdrojov stále častejšie vyžaduje aj použitie geofyzikálnych metód. Najčastejšie ide o geoelektrické merania, pričom pri realizácii metódy spontánnej polarizácie (SP) v okolí využívaných vodných zdrojov v intraviláne obcí sa zistilo, že v mieste čerpanej studne sú prítomné výrazné záporné anomálie prírodného elektrického poľa. Z minulosti známa predstava prezentovaná v odbornej literatúre o geofyzikálnych prejavoch pri výstupe vody hovorí o doprevádzaní kladnou anomáliou, čo je však v rozpore z výsledkami viacerých našich meraní. Vysvetlenie pozorovaného javu súvisí zrejme s výrazným odtokom vody zo zdroja do potrubného systému a s pohyblivosťou prítomných iónov.

Abstract

Recently, when reviewing the possible activities in the areas of water resources protection the use of geophysical methods, and mostly geoelectrical measurements, is increasingly required. Applications of the spontaneous polarization (SP) method in the surrounding area of water resources in municipalities show that significant negative anomalies of natural potentials are present in the pumped wells. Former professional idea about geophysical presentation of water upflow in the form of positive anomaly is in contradiction with results of several our measurements. The explanation of the observed phenomenon is probably based on a significant drain of water from the source into the pipeline system and the mobility of ions present.

Kľúčové slová

vodný zdroj, geoelektrika, metóda spontánnej polarizácie (SP), prírodné elektrické pole

Keywords

water source, geoelectrics, spontaneous polarization method (SP), natural electric field

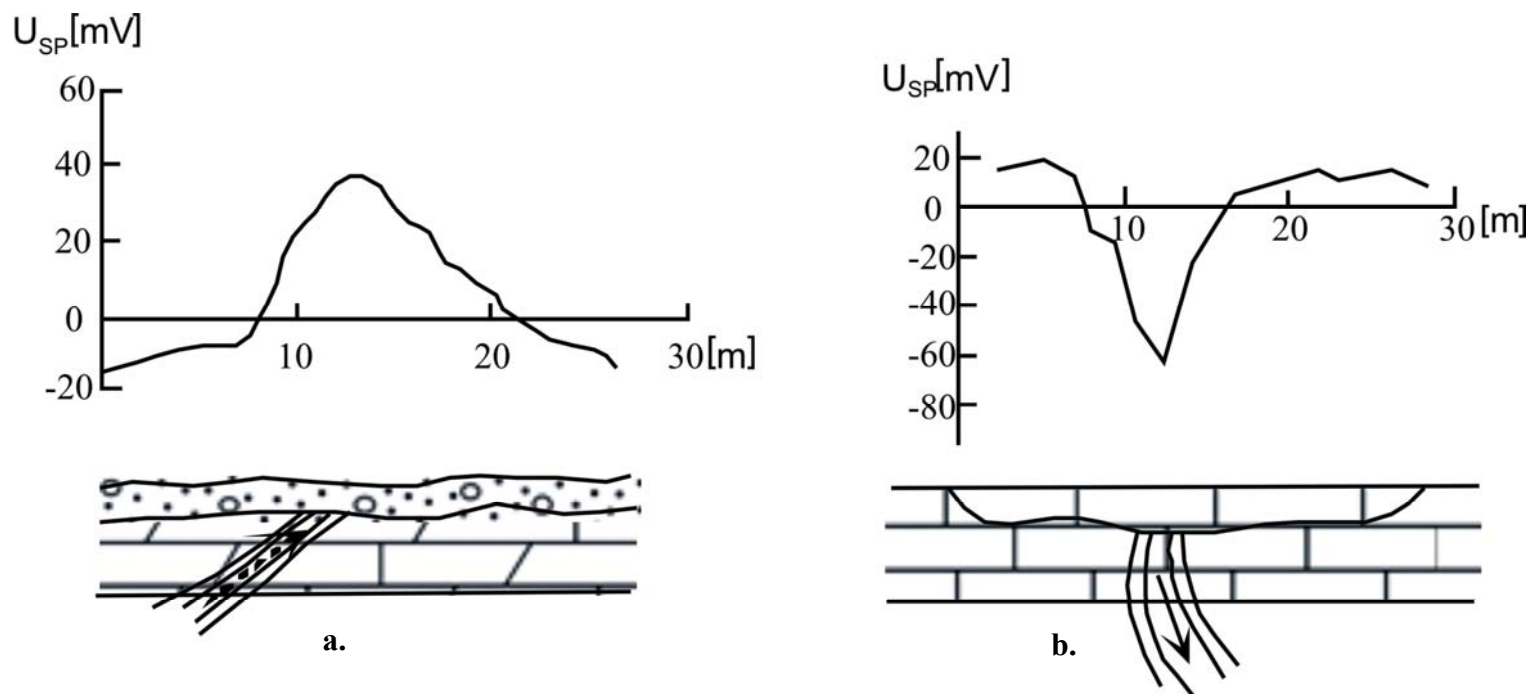
1 Úvod

Meranie prírodného elektrického poľa metódou spontánnej polarizácie (SP) ukazuje, že v okolí prameňov (obr.1), ako aj v okolí studní (obr.2) vykazuje elektrické pole kladné maximum. Tento jav sa vysvetľuje väčšou pohyblivosťou kladných iónov

voči záporným iónom v podzemnej vode (vo fyzikálnej chémii sa tieto potenciály označujú tiež ako potenciály tečenia vznikajúce pri pohybe kvapaliny cez pórové prostredie – Brdička, R., Dvořák, J., 1977).

Grafy na obr.1 poukazujú na skutočnosť, že polarita elektrického poľa závisí na smere pohybu podzemnej vody. Pri výstupe podzemnej vody k povrchu zeme dochádza v mieste výtoku k akumulácii „rýchlejších“ kladných iónov, ktorých časť tu zostáva v sedimente pri povrchu, resp. na samotnom povrchu zeme. Tento ich prebytok spôsobuje, že v okolí výtoku nameriame kladnú anomáliu elektrického poľa.

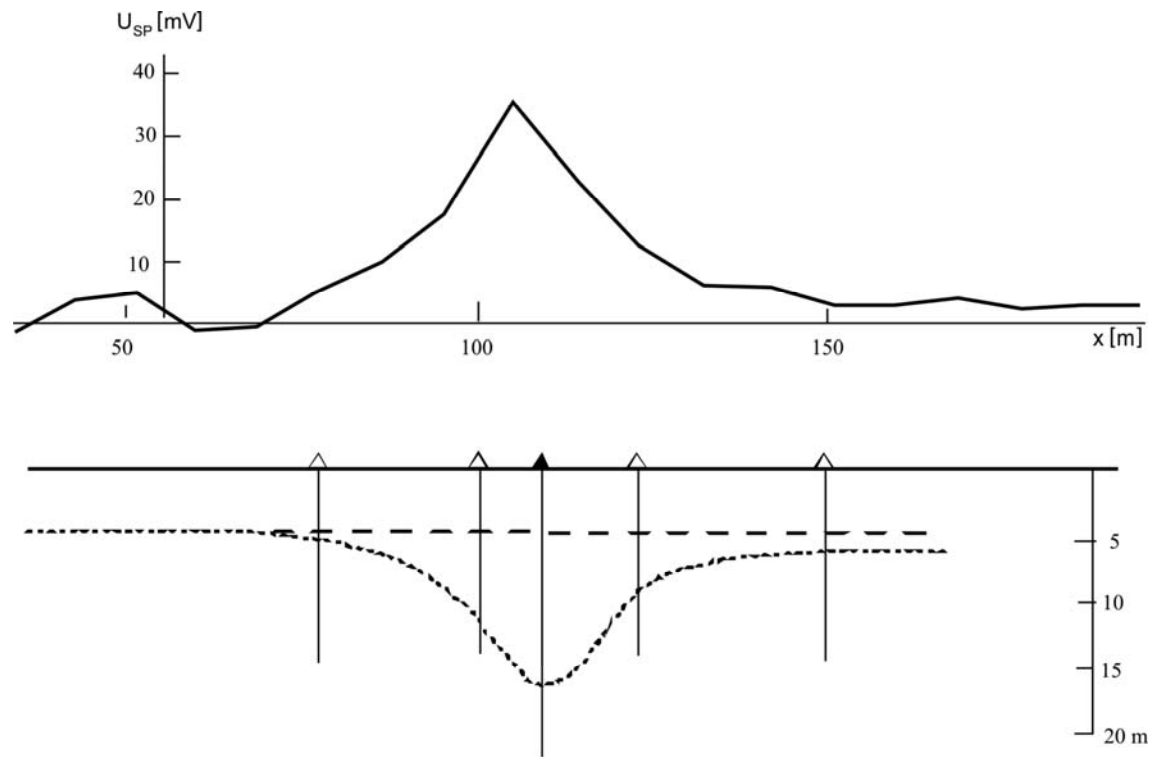
V prípade, že podzemná voda dreňuje do hlbších častí horninového prostredia, zvýšený úbytok kladných iónov pri povrchu zeme v dôsledku ich väčšej pohyblivosti spôsobuje, že v okolí drénu budú záporné ióny v prevahe. Výsledkom je, že v okolí drénu sa vytvára záporná anomália elektrického poľa. Podobný charakter elektrického poľa ako na obr.1a je možné pozorovať aj v okolí studní a hydrogeologických vrtov.



Obr.1 Prírodné elektrické pole nad - a) výstupom podzemnej vody do kvartérneho sedimentu, b) drenovaním podzemnej vody z kvartérneho sedimentu do hlbšej časti rezu (podľa Mareš, S. et al, 1983).

Na obr.2 je uvedený príklad výsledku merania, kde nad studňou má elektrické pole kladné maximum. V okolí studne boli vybudované piezometre – pozorovacie vrty v ktorých sa sleduje výška hladiny podzemnej vody pri jej čerpaní. Podľa údajov, ktoré

boli zisťované v okolitých piezometroch, je možné zrekonštruovať tvar hladiny podzemnej vody v okolí studne jej čerpania. Ako vidieť z obrázku, hladina podzemnej vody má reciprokový tvar voči priebehu nameraného elektrického poľa.

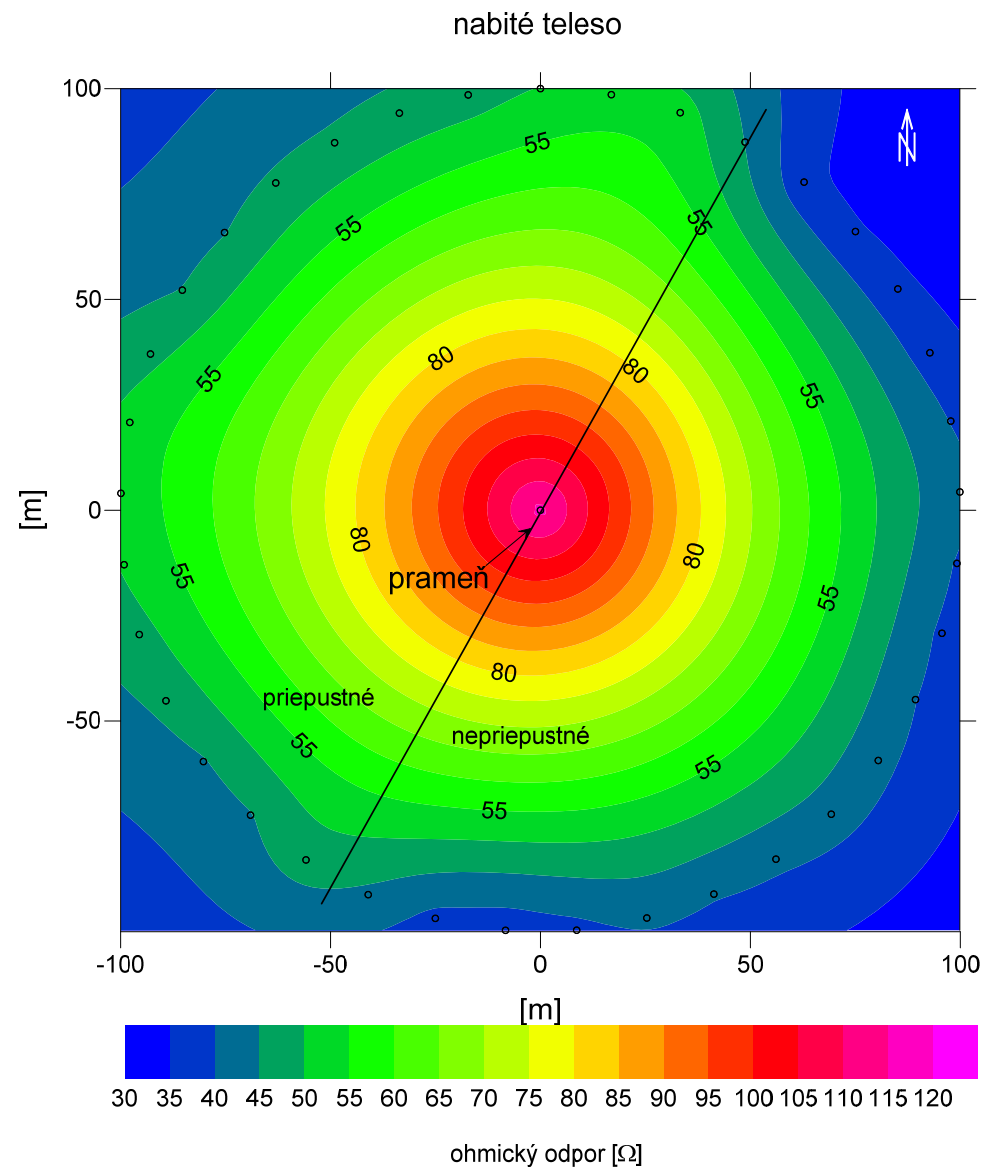
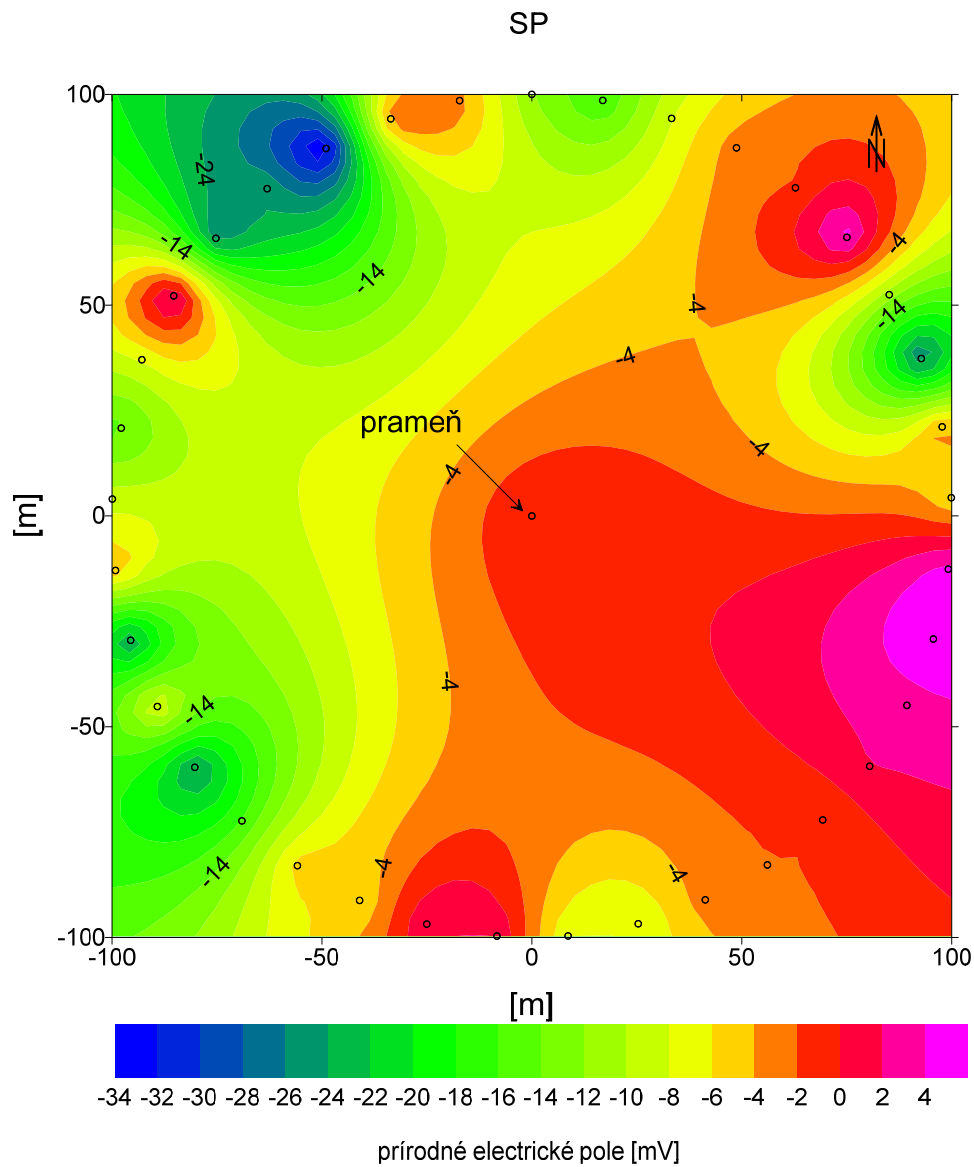


Obr.2 Priebeh elektrického poľa v okolí studne počas čerpania podzemnej vody (podľa Semenov, 1980)

2 Príklady výsledkov terénnych meraní

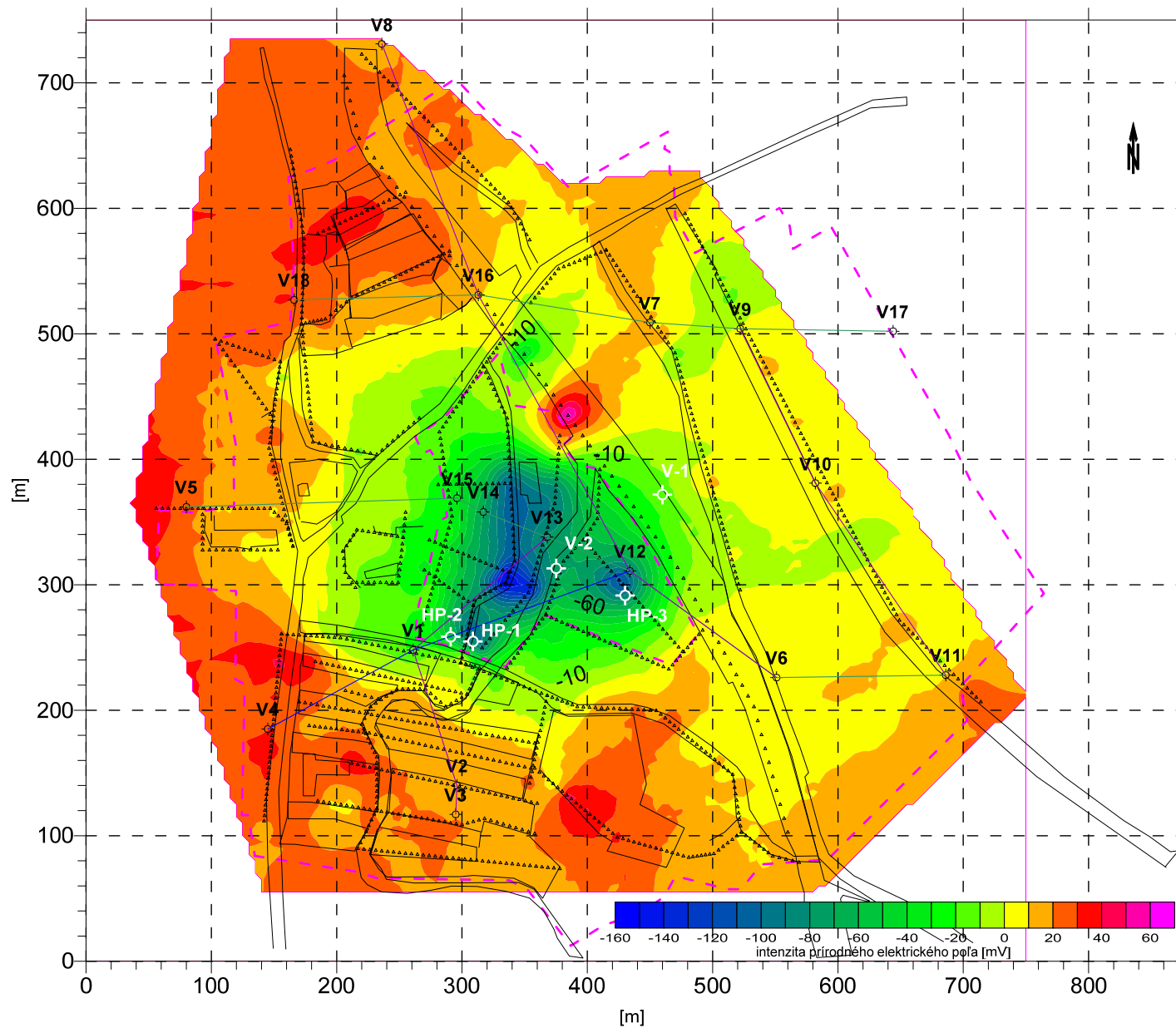
Na dokumentáciu uvedeného vysvetlenia chovania sa priebehu elektrického poľa v okolí čerpaných studní, je k dispozícii viacero príkladov z terénnej geofyzikálnej praxe (Gajdoš, V., Rozimant, K., Putiška, R., 2004). Niektoré vodné zdroje boli premerané geofyzikálnymi metódami v rámci vedeckých projektov alebo pri prehodnocovaní rôznych aktivít, najmä v rámci II ochranného pásma.

Na obr.3 je uvedené porovnanie výsledkov merania prírodného (aplikáciou metódy SP) a umelého (aplikáciou metódy nabitého telesa (NT)) v okolí prameňa, z ktorého podzemná voda vyteká do jeho okolia. Podľa charakteru oboch elektrických polí

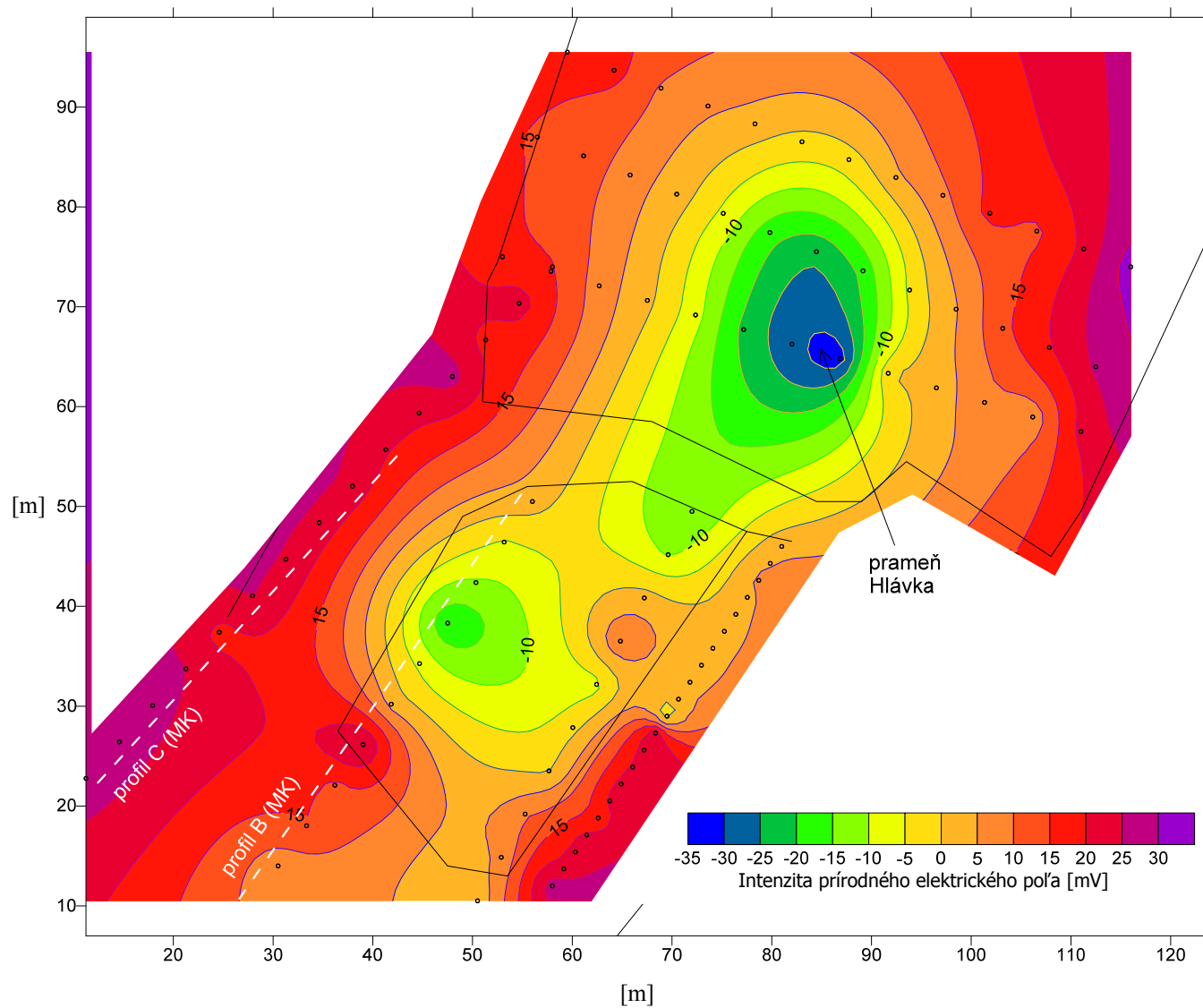


Obr.3. Výsledky merania prírodného (SP) a umelého (NT) elektrického poľa v okolí prameňa Mária v Malých Karpatoch (podľa Gajdoš, V., Rozimant, K., 2003a)

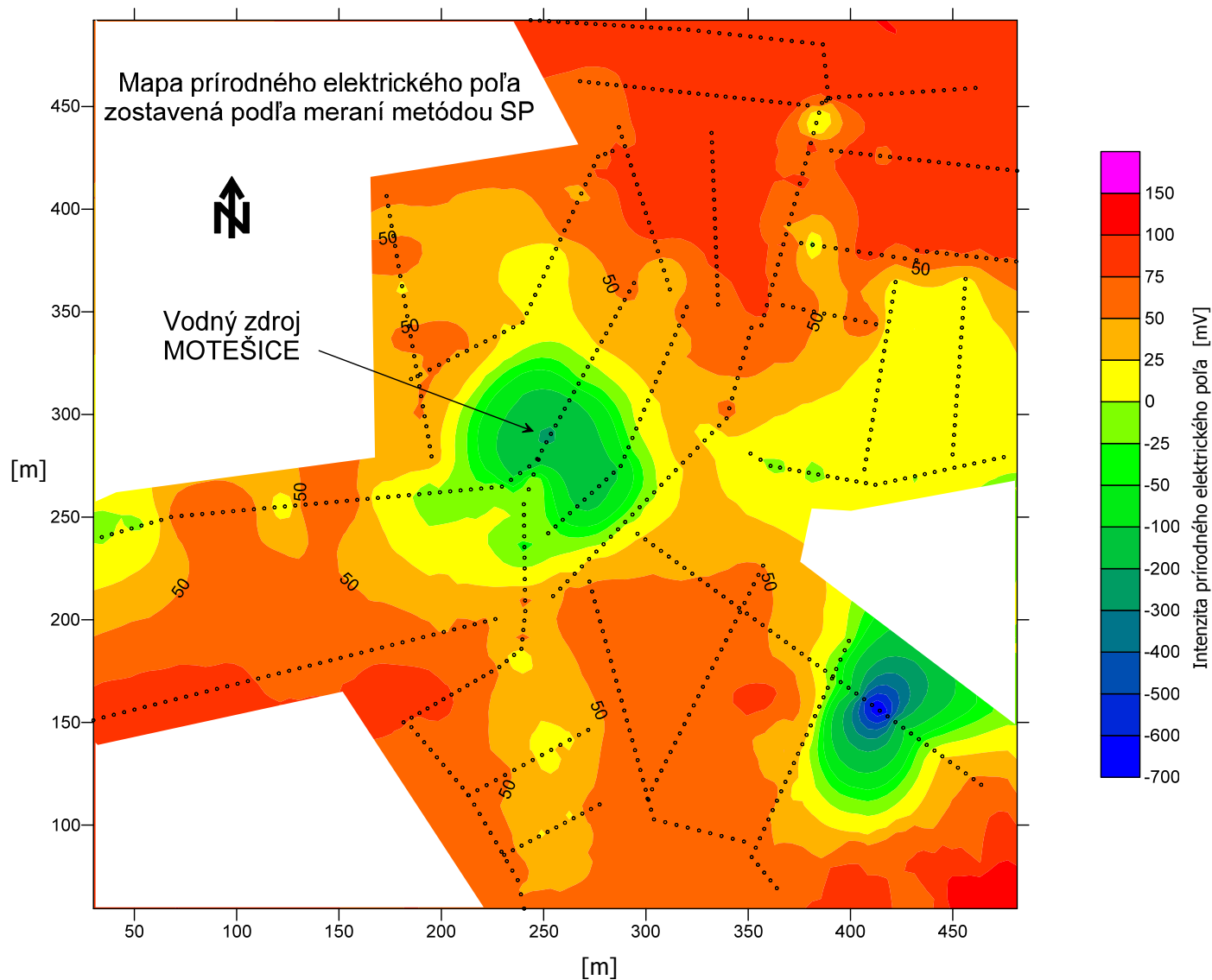
vyplýva, že sa jedná o bariérový prameň, pri ktorom podzemná voda priteká od SZ, naráža na nepriepustné prostredie a vystupuje na povrch zeme. Uvedený príklad potvrdzuje poznatok uvedený na obr.1, že výstup podzemnej vody v mieste jej zdroja (prameň, studňa) sa prejavuje kladnou anomáliou prírodného elektrického poľa. Tento poznatok sa však celkom nezhoduje s výsledkami meraní, ktoré sme vykonali v okolí vodných zdrojov (spravidla v intraviláne obcí), hlavne za účelom hodnotenia a spresnenia ich ochranných pásiem (predovšetkým II – ho).



Obr.4 *Prírodné elektrické pole (SP) v okolí vodného zdroja v Čachticiach (podľa Gajdoš, V., Rozimant, K., 2003a)*

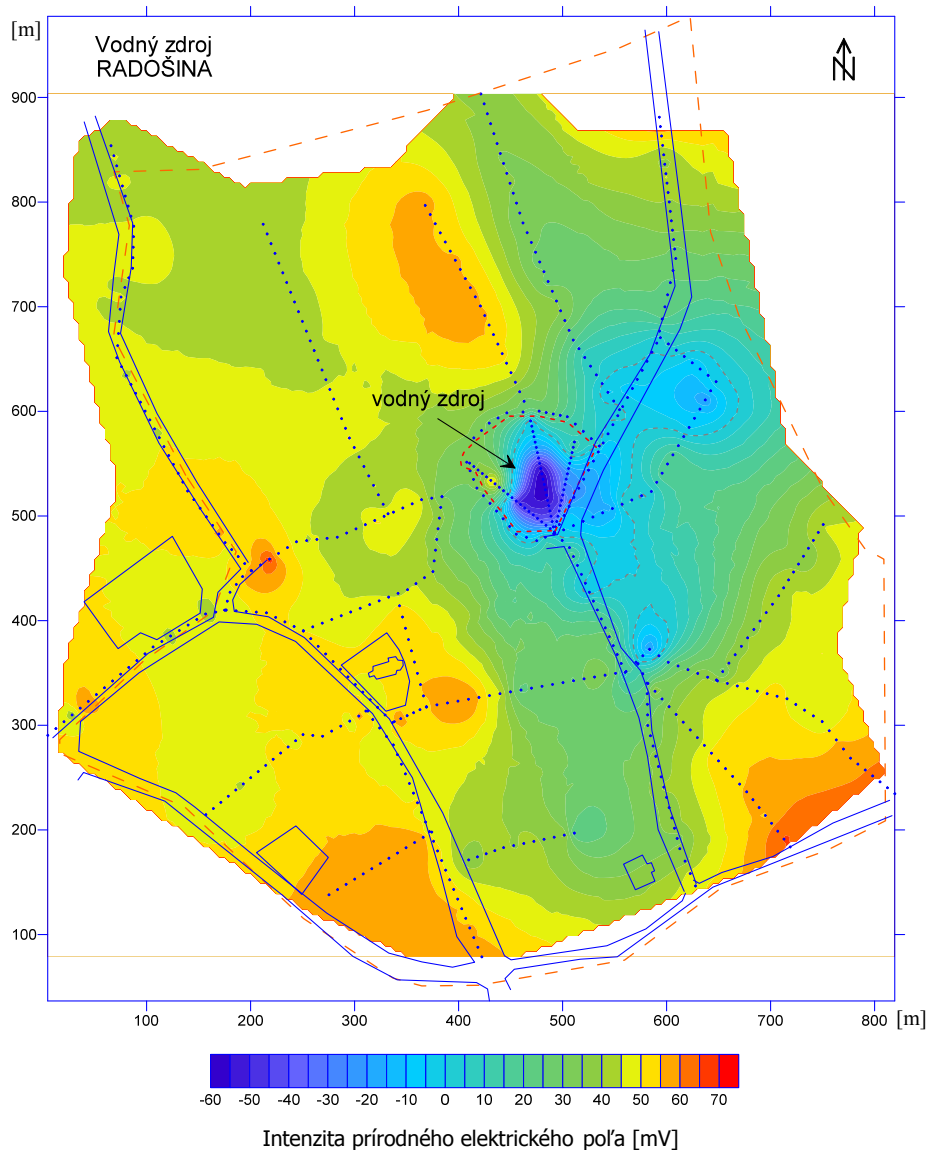


Obr.5 *Prírodné elektrické pole (SP) v okolí vodného zdroja v Dobrej Vode (podľa Gajdoš, V., Rozimant, K., 2000)*



**Obr.6 Prírodné elektrické pole (SP) v okolí vodného zdroja v Motešiciach
(podľa Gajdoš, V., Rozimant, K., 2003b)**

Na obr.4 je uvedené rozloženie prírodného elektrického poľa v okolí Vodného zdroja v Čachticiach. V areáli studní má elektrické pole zápornú anomáliu členenú na tri centrá. Centrá anomálií sú viazané nie na studne, ale zberné akumuláčn é nádrže, odkiaľ je voda odvádzaná do systému. Výnimkou je studňa HP-3, na ktorú je viazané jedno anomálne centrum.



Obr.7 Prírodné elektrické pole (SP) v okolí vodného zdroja v Radošinej (podľa Gajdoš, V., Rozimant, K., Putiška, R., 2003)

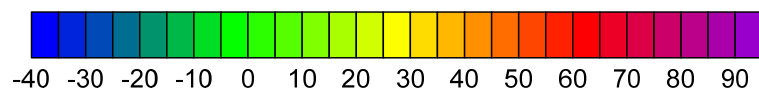
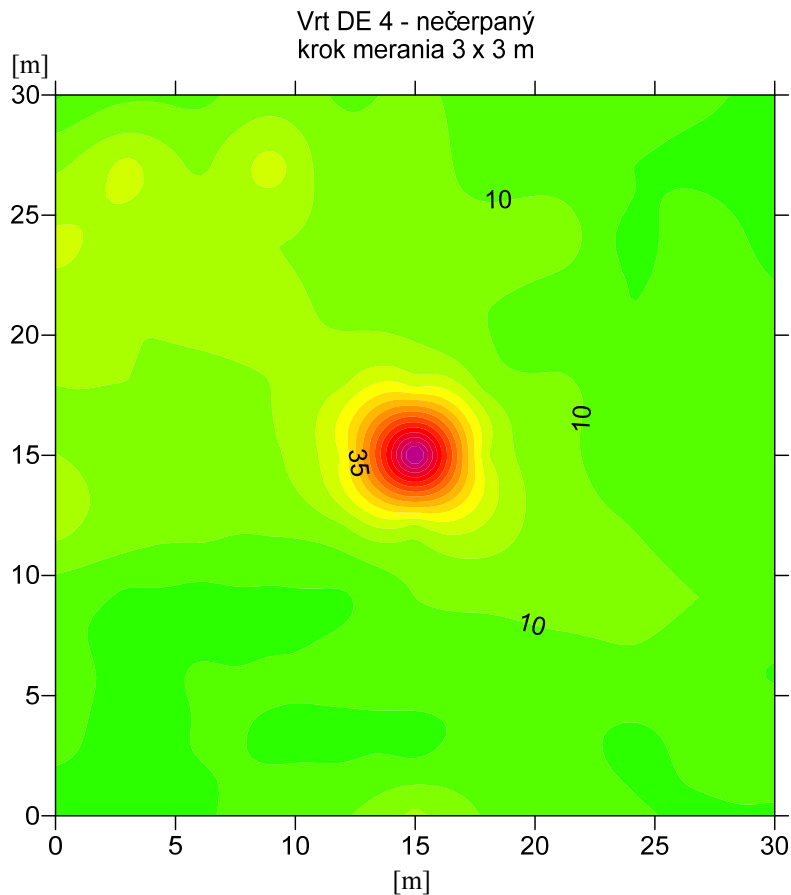
Na obr.5 je zobrazené elektrické pole okolo vodného zdroja v Dobrej Vode. V tomto prípade je akumulčná nádrž zdroja v mieste prameňa a záporná anomália je lokalizovaná v jeho mieste.

Duálny prejav rozloženia iónov vo vode vodného zdroja je dobre ilustrovaný na obr.6, ktorý prezentuje elektrické pole v okolí vodného zdroja v Motešiciach. V elektrickom poli sú dve záporné anomálie, jedna je viazaná na samotný prameň, pri ktorom je vybudovaná akumulčná nádrž. Z nej je voda odvádzaná do medzi nádrže, umiestenej juhovýchodne od vlastného prameňa a z nej je voda odvádzaná do systému.

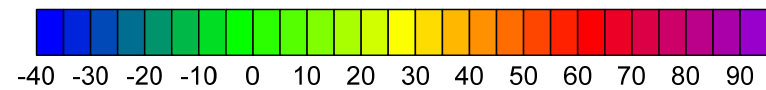
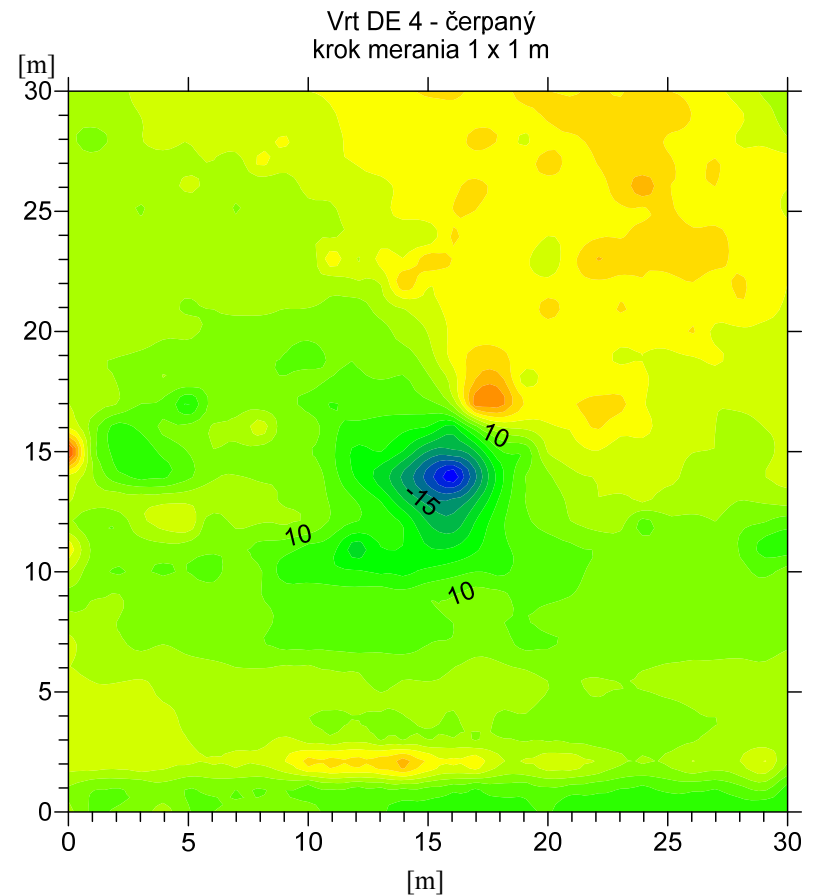
Na obr.7 je uvedené elektrické pole v okolí vodného zdroja v Radošine. V tomto prípade je akumulčná nádrž vybudovaná v susedstve prameňa. Z nádrže je voda priamo odvádzaná do systému. Záporná anomália okolo zdroja nie je viazaná iba na samotný vodný zdroj, ale vytvára asymetrický útvar, ktorý je možné využiť na spresnenie tvaru prvého ochranného pásma vodného zdroja.

Ako vidieť z príkladov na obr.4 až obr.7, prírodné elektrické pole v okolí viacerých využívaných vodných zdrojov vykazuje výraznú zápornú anomáliu. Tento fakt je však v rozpore s tým, čo bolo prezentované na obr.1 až obr.3. Určité vysvetlenie ponúkajú výsledky meraní na vodnom zdroji v Nemšovej. Vodný zdroj má viacero studní a počas merania bolo možné meniť ich režim, t.j. buď bola studňa čerpaná, alebo nečerpaná.

Na obr. 8 a 9 sú uvedené výsledky porovnania elektrických polí pre oba režimy na troch studniach.



Intenzita prírodného elektrického poľa [mV]



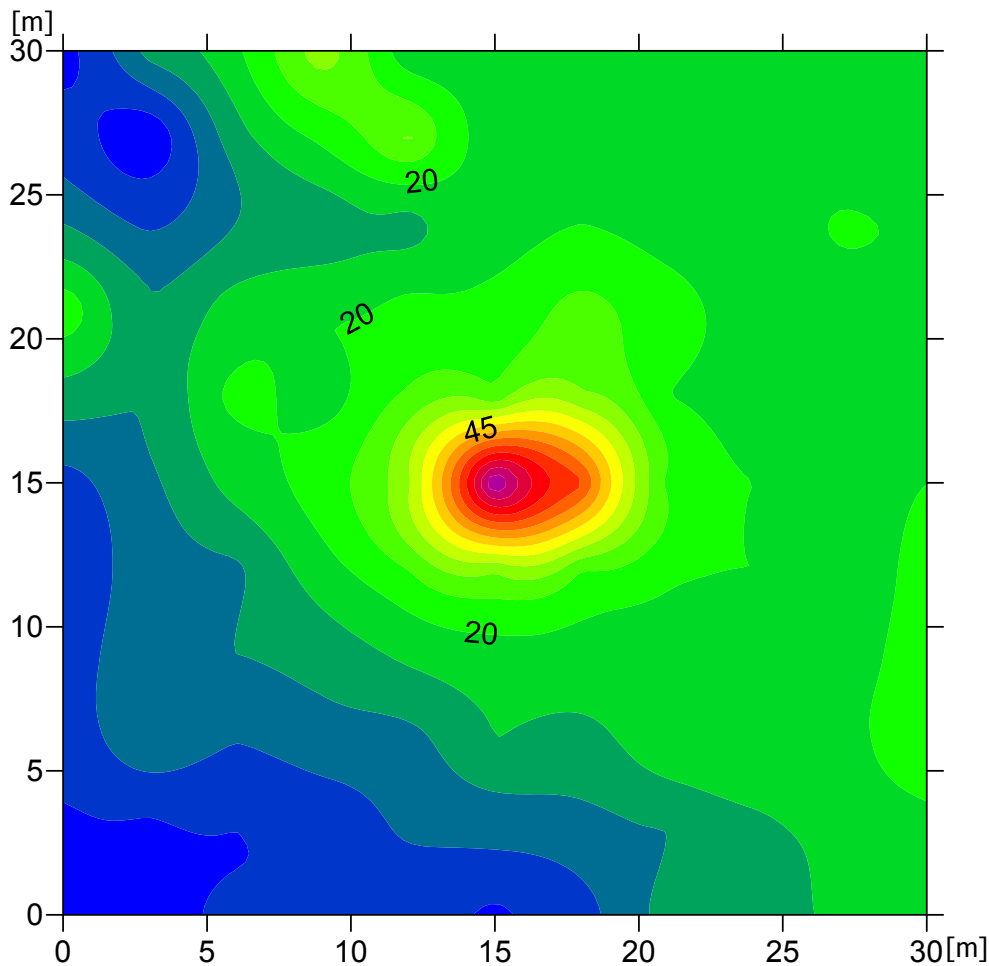
Intenzita prírodného elektrického poľa [mV]

Obr.8 Prírodné elektrické pole (SP) v okolí studne DE 4 v Nemšovej (podľa Gajdoš, V., 1996)

Na základe vizuálnej analýzy prejavov prírodného elektrického poľa pozorovaných v okolí čerpaných a nečerpaných výstupov podzemnej vody a v okolí vodných zdrojov (vrtov, studní) je možné sformulovať nasledovnú hypotézu: pri výstupe podzemnej vody vo vode, ktorá sa rozlieva na povrchu zeme, sú kladné ióny v početnej prevahe vďaka svojej väčšej mobilite v porovnaní so zápornými iónmi a vo vystupujúcej vode prevládajú.

Ak je však vystupujúca voda odvádzaná mimo miesto výstupu, kladné ióny sa tu nekumulujú a v okolí výstupu budú prevládať záporné ióny. Navyše je tu možné uvažovať aj s efektom pozorovaným pri meraní prírodného elektrického poľa na profile vedenom naprieč vodným tokom: elektrické pole (obr.10) tu má pozorovateľnú zápornú anomáliu (Semenov, 1980).

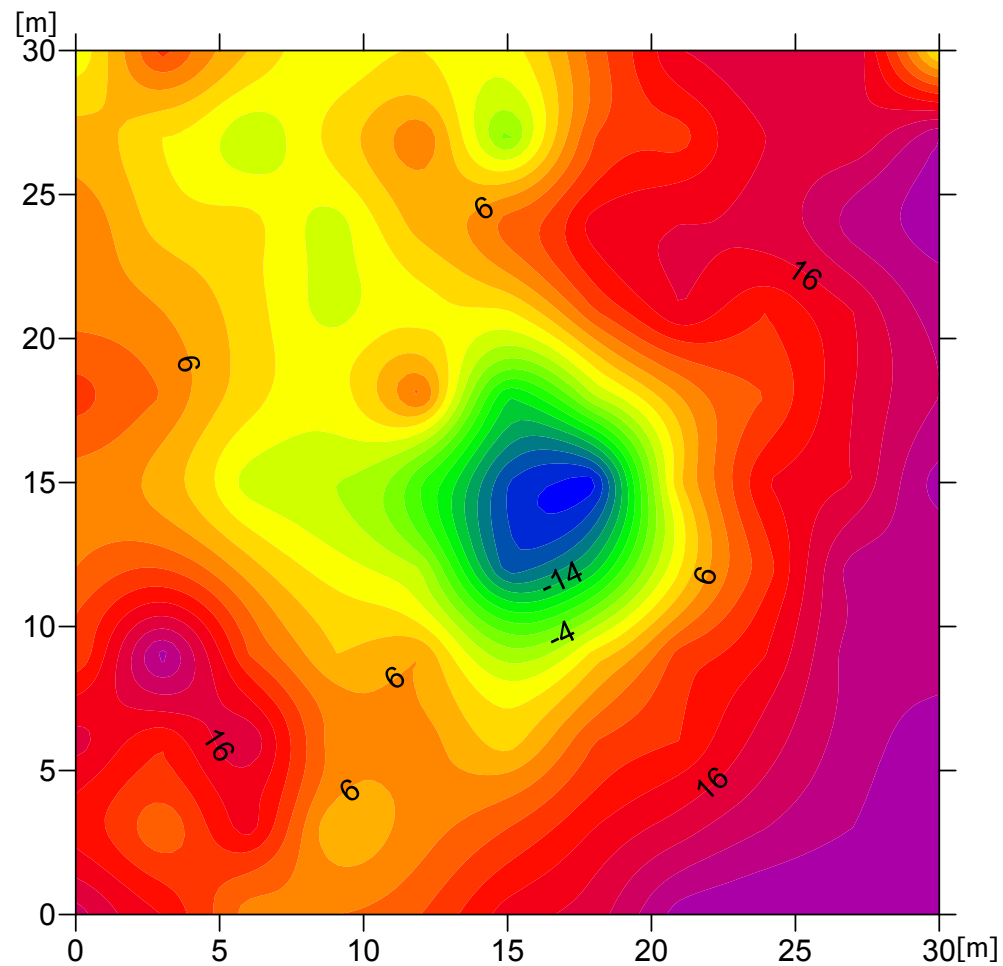
Vrt DE 6 - nečerpaný
krok merania 3 x 3 m



-5 5 15 25 35 45 55 65 75 85

Intenzita prírodného elektrického poľa [mV]

Vrt DE 5 - čerpaný
krok merania 3 x 3 m

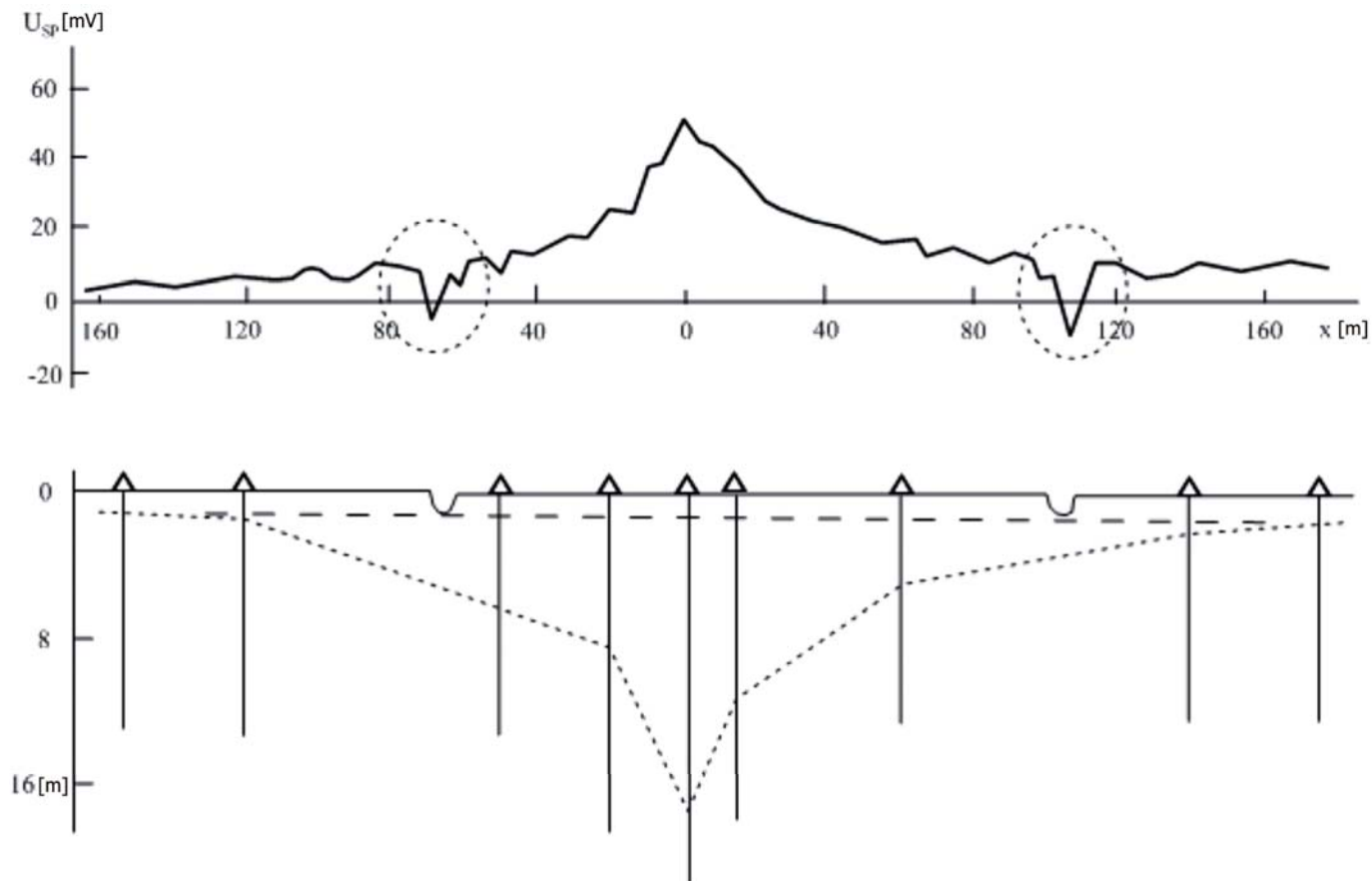


-24 -20 -16 -12 -8 -4 0 4 8 12 16 20 24

Intenzita prírodného elektrického poľa [mV]

Obr.9 Prírodné elektrické pole (SP) v okolí studní DE 5 a DE 6 v Nemšovej (podľa Gajdoš, 1996)

V prípade, že je studňa čerpaná a voda je odvádzaná mimo okolie čerpanej studne, budú v jej okolí prevládať záporné ióny a teda bude pozorovaná záporná anomália elektrického poľa. Ak sa čerpanie preruší, kladné ióny, ktoré sa ešte zotrvačnosťou sústredili v okolí studne tu vytvoria kladnú anomáliu elektrického poľa.



Obr.10 Meranie SP na profile vedenom nad viacerými zdrojmi prírodných elektrických polí (Semenov, 1980)

Na obr.10. je priebeh prírodného elektrického poľa na profile vedenom naprieč kanálmi s tečúcou vodou a čerpanou studňou. Nad kanálmi má elektrické pole záporné anomálie, nad studňou kladnú anomáliu. Podľa prezentovanej hypotézy nie je čerpaná voda odvádzaná mimo areál studne. Priebeh hladiny podzemnej vody je zostavený z údajov v piezometroch v okolí studne (podľa Semenov, 1980). Záporné anomálie nad kanálmi sú vyvolané prúdiacou vodou v kanáloch v ktorej je lokálny prebytok záporných iónov voči okoliu. Tento efekt bol pozorovaný vo viacerých prípadoch (Semenov, 1980) a môže sa využiť na lokalizáciu preferovaných kanálov prúdenia podzemnej vody.

Uvedenú hypotézu je možné využiť ako pri interpretácii charakteru a tvaru elektrického poľa v okolí studní a prameňov, ako aj pri určovaní tvaru ochranného pásma vodných zdrojov pri určovaní preferovaných ciest prítoku podzemnej vody do prameňa, resp. do studní.

3 Záver

Výrazné záporné anomálie prírodných elektrických polí v okolí využívaných vodných zdrojov zrejme súvisia s výrazným odtokom vody zo zdroja do potrubného systému a s pohyblivosťou prítomných iónov. Takýmto spôsobom sú kladné ióny odvedené prúdiacou vodou a v mieste zdroja zostáva potom prebytok záporných iónov.

Na základe empirických poznatkov získaných pri meraní prírodných elektrických polí v okolí prameňov a studní bolo zistené, že preferencia mobility kladných iónov v podzemnej vode voči záporným iónom určuje polaritu zmeraného prírodného elektrického poľa ako aj jeho tvar, čo zase umožňuje hodnotiť polohu a smer preferovaných ciest prítoku podzemnej vody. Tieto poznatky je možné využiť pri interpretácii prírodných elektrických polí zmeraných v okolí vodných zdrojov ako aj pri prehodnocovaní hraníc ochranných pásiem vodných zdrojov.

Literatúra

BRDIČKA, R., DVOŘÁK, J. *Základy fyzikální chemie*. Praha, Academia, 1977.

SEMENOV, A.S. *Elektrorazvedka Metodom jestestvennogo polja*. Leningrad, Nedra, 1980.

MAREŠ, S. et al. *Geofyzikální metody v hydrogeologii a inženýrské geologii*. Praha, SNTL, 1983.

GAJDOŠ, V. (1996): *Geofyzikálne meranie v areáli vodného zdroja Nemšová*. KAEG PriFUK, Bratislava, 1996, MS.

GAJDOŠ, V., ROZIMANT, K. *Geofyzikálne meranie na lokalite Dobrá Voda - prameň Hlávka*. KAEG PriFUK, Bratislava, 2000, MS.

GAJDOŠ, V., ROZIMANT, K. Application of Geophysical Measurements for Water Sources Investigation. In: *DGG Mitteilungen*, Sonderband III/2003, ISSN-Nr.0947-1944, 2003a, p.36-41.

GAJDOŠ, V., ROZIMANT, K. *Geofyzikálne meranie pre posúdenie ochranného pásma vodného zdroja Dolné Motešice*. KAEG PriFUK, Bratislava, 2003b, MS.

GAJDOŠ, V., ROZIMANT, K., PUTIŠKA, R. *Geofyzikálne meranie pre posúdenie ochranného pásma vodného zdroja Radošiná*. KAEG PriFUK, Bratislava, 2003, MS.

GAJDOŠ, V., ROZIMANT, K., PUTIŠKA, R. Pole filtračných potenciálov v okolí vodných zdrojov. *Transactions of the VŠB*, Technical University of Ostrava, roč.IV, No.2, 2004, p.101-104.

Autori

¹ Doc. RNDr. Vojtech Gajdoš, CSc - Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky PriF UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, tel. 421 02 602 96 363, gajdos@fns.uniba.sk

² RNDr. Kamil Rozimant, PhD - Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky PriF UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, tel. 421 02 602 96 364, rozimant@fns.uniba.sk

³ RNDr. René Putiška, PhD - Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky PriF UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, tel. 421 02 602 96 357, putiska@fns.uniba.sk

⁴ RNDr. Andrej Mojzeš, PhD - Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky PriF UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, tel. 421 02 602 96 359, mojzes@fns.uniba.sk