

Oponentský posudek k diplomové práci Bc. Žanety Rodovské: „Využití konduktometru LTC pro charakterizaci proudění vody ve vrtech: Umělý vrt a terénní měření“

Předkládaná diplomová práce se zabývá podrobným testováním konduktometru LTC jako případné možné alternativy při aplikaci metody ředění označené kapaliny ve vrtech. Hlavním cílem testování konduktometru bylo zjistit, do jaké míry bude v budoucnosti případně možné provádět a vyhodnocovat metodu ředění označené kapaliny finančně méně náročným postupem v porovnání s klasickou karotáží.

Diplomová práce je rozdělena do několika kapitol, které na sebe logicky navazují.

Hodnocena je každá kapitola zvlášť včetně kritických poznámek, na závěr jsem se pokusil o celkové zhodnocení.

První poznámka se týká již obsahu- přehledu kapitol. Kapitola „2“ je nazvána „Rezistivimetrie označené kapaliny“, což není správně, toto označení postrádá význam. Kapitola by měla znít: „Rezistivimetrie v aplikaci metody ředění označené kapaliny.“ Stejná chyba se pak v textu opakuje několikrát.

Druhá poznámka se týká předposlední věty uvedené v abstraktu. V něm autorka uvádí, že rychlosti proudění nižší než 0,02 m/den lze měřit pouze čidly stabilně umístěnými ve vrtu. (Nazývá je extrémně pomalá, což není úplně přesné, neboť rychlosti proudění v řádu centimetrů za den i nižší je bývají horninovém prostředí převládající.) To je v rozporu s naší dlouholetou praxí, neboť skutečně pomalá proudění jsou běžně registrována pohybujícími se čidlem. Na lokalitu je však nutno se vracet opakovaně v intervalech týdnů nebo měsíců. To však je pouze na vysvětlenou. Autorka nemá zkušenost z praxe, a proto nemůže znát stovky úspěšných měření velmi pomalých proudění.

Měření provedla autorka celkem ve 26 vrtech, což je úctyhodné číslo, které překračuje rámec běžné diplomové práce.

V úvodu je uvedeno, že v minulosti byla otázka, jak proudí voda ve vrtech, ve většině případů okrajová. To není přesné. Prof. Mareš metodu ředění úspěšně aplikoval na řadě regionálních výzkumných projektů již od 60.let 20.století. Tato metodika byla dále rozvíjena komerčními firmami v ČR a úspěšně byla uplatňována na stovkách projektů regionálního hydrogeologického průzkumu, řádově v tisícovkách vrtů v 70. a 80.letech (PřfUK, Geoindustria, Stavební geologie, Geotest, méně často i UP). Znalost propustných poloh a dynamiky vody ve vrtech byla tehdy jedním ze základních údajů pro hydrogeology a i na nich jsou založeny základní hydrogeologické práce z té doby: regionální syntézy sedimentárních pánví v ČR i oblastí krystalinika. Je pravdou, že v té době neexistovaly ještě programy pro odstranění ekologických zátěží. Aplikaci metody ředění do těchto programů prosadili do prováděcích projektů až pracovníci firmy Aquatest v první polovině 90.let. V průběhu dalších let tuto metodu začali využívat v těchto projektech i další firmy a jednotlivci.

Žaneta Rodovská zmiňuje autory, kteří se zasloužili o rozvoj metody. Není zmíněn hlavní otec myšlenky metody ředění označené kapaliny a její interpretace: I.I.Grınbaum (jeho práce vyšla v roce 1965 v nakladatelství Nedra v Moskvě).

V posledním odstavci na str.8 autorka mylně uvádí, že metoda rezistivimetrie je založena na snížení měrného elektrického odporu kapaliny ve vrtu přidáním roztoku kuchyňské soli. To není pravda. Správně by bylo: „metoda rezistivimetrie v aplikaci metody ředění označené kapaliny je založena...“. Toto označení pak používat v dalším textu.

Použitý konduktometr nezaznamenává hloubky, ale na základě hydrostatického tlaku je lze dopočítat od hladiny. To platí ale pouze při splnění dvou podmínek: 1.) hladina zůstává

konstantní po celou dobu měření, 2.) vrt je vertikální. V případech zahnutých- šikmých či horizontálních vrtů přístroj použit nelze.

Gramatická poznámka, která se opakuje v celé práci: měření se provádí ve vrtech a nikoliv na vrtech, přestože toto nepřesné spojení uváděla, zvláště v minulosti, řada autorů.

Ke kapitole č.2 věnované „Rezistivimetrii v aplikaci metody ředění označené kapaliny“ mám tyto poznámky: V textu se na více místech hovoří současně o rezistivimetrii a o konduktivitě (konduktometrii). Rezistivimetrie je metoda, která zaznamenává měrný el.odpor, zatímco konduktometrie elektrickou vodivost vody- konduktivitu. Jedná se o dvě rozdílné metody, o dva rozdílné registrované parametry, třebaže jeden z nich je převrácenou hodnotou druhého. Je však potřeba při odkazu na rezistivimetrii neuvádět konduktivitu, je nutno obě metody a oba měřené parametry rozlišovat.

V kapitole 2.1. je uvedeno, že uměle vyvolané proudění se používá tam, kde nebylo zjištěno žádné přirozené proudění vody. To je pravda, ale používá se i v mnoha dalších případech: pro zjištění všech propustných poloh včetně těch, které se neprojevily za přírodních poměrů, pro potvrzení či vyvrácení podezření hydraulického zkratu, pro ocenění vydatností jednotlivých přítoků a podobně. Doplnuje tak informaci z metody ředění za přírodních poměrů.

Nesouhlasím s vysvětlením autorky, proč jsou záznamy pořízené při pohybu čidla shora dolů více reprezentativní než při opačném směru pohybu, že důvodem je zatlačování kapaliny do obsypu (při pohybu směrem dolů) a naopak její vytlačování při pohybu nahoru. Čidlo je umístěno zhruba uprostřed sondy, k případným uváděným pohybům či turbulencím může docházet před sondou a za ní, nikoliv v místě čidla. Rušivým elementem je kabel, k němuž je sonda připojena.

Ke vzorci na str.13 dodávám, že pro úzké rozpětí teplot není nutné přepočítávat měření hodnoty konduktivity resp.měrného el.odporu na koncentrace NaCl, ale existuje podobný vzorec, do něhož vstupují přímo měrné el.odpory (Lukeš 1973).

Str.14: Není pravda, že vrt vykazuje vždy vyšší propustnost než okolní horninové prostředí. U vrtů s kolmatovaným obsypem či kolmatovanou perforací to bývá naopak.

V kapitole č.3 se autorka podrobně věnuje charakteristice zájmových území: Káraný, Hradec Králové, Černá za Bory, Lanškroun. Je uváděna i řada údajů, které nemají k vlastní práci přímý vztah. Údaje jsou však zajímavé, kvalitu diplomové práce nesnižují. Sledované horninové prostředí je obdobné, tvoří ho ve všech případech fluviální hlinitopísčité a jílovitopísčité sedimenty.

Kapitola č.4 je věnována metodice prací. Autorka přehledně popisuje použité přístroje i metodiku měření v terénu i v laboratorních podmínkách.

Na str.31 se hovoří o „zatopeném“ úseku vrtu. Správně má být „zvodnělý“ úsek vrtu.

Při pokusech s barevnou značkou (fluorescein) při měření ve vrtu, kde je používán jako značkovač NaCl, je nutno si uvědomit, že se jedná o fyzikálně rozdílná prostředí. Sůl ve vodě na rozdíl od barviva tvoří pravý roztok, dochází k disociaci Na^+ a Cl^- . Z tohoto důvodu se obě značkové látky chovají poněkud odlišně. Na řadě případů bylo v minulosti prokázáno rozdílné chování nízkoodporové značky (značkovačem byl NaCl) a značky barevné- fotometrie v aplikaci metody ředění označené kapaliny, u níž dochází pravidelně k výraznějším rozmyvům.

Použitá úprava geometrie čidla nutně vede ke vzniku turbulentního proudění vody. Jedná se však o originální nápad, který byl velmi pečlivě a poctivě otestován.

Kapitola 5 – Vyhodnocení a diskuze výsledků je zpracována velmi podrobně a pečlivě. Jsou shrnuta laboratorní pozorování mísení roztoku fluoresceinu při měření s původní i upravenou geometrií čidla konduktometru. Závěry pozorování jsou správné. Dále jsou zpracovány výsledky měření z vrtů na všech čtyřech lokalitách.

Na lokalitě Káraný se v létě tohoto roku shodou okolností uskutečnila ve třiceti případech karotážní měření prováděná naší firmou, a proto můžeme porovnávat výsledky našich měření s měřeními, jež uskutečnila autorka diplomové práce. Rychlosti proudění se řádově shodují karotážní měření (metoda řadění na základě metody rezistivimetrie), karotážní měření vykazují zhruba dvakrát vyšší rychlosti horizontální a několikrát vyšší rychlosti vertikální složky proudění. Ve vrtech V02, V03, V05, V09, V10 dochází převážně k vertikálnímu proudění (tedy ve více vrtech, než autorka uvádí), někde jsou patrná i místa přítoků. I vertikální proudění je pro tuto oblast s heterogenním rozmístěním písčitých a jílovitých sedimentů typické. Ve vrtu V08, kde došlo zpočátku k rychlému procesu ředění. Souhlasím s autorkou, že se jedná o vyrovnávání koncentrací ve vrtu a obsypu. K vrtu V10: nulový pokles konduktivity v čase není typický pro vertikální složku proudění, může být maximálně jeho průvodním jevem.

Ve vrtu HV201 dochází k vertikálnímu proudění dolů, přítok je v hloubce 12 m.

V několika případech autorka provádí výpočty rychlostí na základě posunu křivek k závěru procesu ředění. To může vést k nesprávným závěrům, zdánlivě nižším rychlostem proudění než je realita. Tento postup se v práci několikrát opakuje. Optimální je však využít křivek zhruba uprostřed procesu ředění.

Co se týká grafů, nejsou mi zcela jasné jejich nadpisy: „Intenzita proudění vůči vystrojení vrtu XX za čerpání“. Jedná se zřejmě o intenzitu proudění v různých hloubkách vrtu (?). Bylo by vhodné tyto nadpisy upravit, aby byly čtenářovi srozumitelné.

Při porovnání rychlostí proudění vypočtených při měření s původním čidlem, upraveným čidlem a statickými čidly umístěnými ve vrtu došla autorka k různým výsledkům. Rozdíly činí až 500%. To souvisí pravděpodobně nikoliv s chybou měření, ale spíše s konstrukcí sondy.

Následuje kapitola 6 - diskuze výsledků. Výsledky měření jsou podrobně komentovány, autorka z nich vyvodila závěry. Zvláštní je disproporce výsledků měření při opakovaných měření různými třemi způsoby.

V závěru –kapitola 7 autorka shrnuje postup prací, způsoby úpravy čidla a způsob měření. Shrnuje výsledky měření na všech čtyřech lokalitách. Poctivě uvádí i rozdíly ve výsledcích měření, které jsou dle mého názoru alespoň zčásti způsobeny konstrukcí samotného čidla. Závěrem je konstatování, že LTC čidla jsou v podstatě vhodná při aplikaci metody ředění označené kapaliny. S tímto závěrem souhlasím, pokud má měření za úkol zjistit pohyb podzemní vody. Kvantitativní zpracování výsledků měření je však zatíženo značnou chybou.

K diplomové práci přísluší příloha, která nejlépe dokumentuje rozsah prací.

Posuzovaná práce svým rozsahem překračuje běžnou diplomovou práci. Autorka strávila množství času měřeními v terénu, v laboratoři a i zpracováním velkých souborů dat, výsledky detailně popisuje. Přestože je práce zatížena chybami vyplývajícími z především nedostatku zkušeností, vysoce oceňuji skutečnost, že autorka dokázala všechny údaje vyhodnotit a logicky uspořádat. Doporučuji ocenit diplomovou práci stupněm výborný.