

OPONENTNÍ POSUDEK

Oponovaný projekt

NÁVRH CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika vodních tlakových zkoušek v prostředí pevných hornin s nízkou propustností

Projekt FR-TI 3/325

Autoři:

Mgr. Lenka Rukavičková, Ph.D.

Mgr. Jan Holeček

Vladimír Bláha

Prof. RNDr. Tomáš Pačes, DrSc

Předkládá ředitel ČGS Zdeněk Venera

Česká geologická služba

Klárov 3

118 00 Praha 1

2014

1/ Struktura návrhu metodiky

Metodika vodních tlakových zkoušek (dále VTZ) obsahuje ve smyslu pokynu „Jak na MŽP certifikovat metodiku jako výsledek projektu VaVaI nebo výzkumného záměru“ požadované části, které jsou rozčleněny do 9 kapitol. Cílem metodiky a její potřebnost jsou zpracovány v prvních dvou kapitolách, ze kterých vyplývá dosavadní absence kvalitních informací o hydraulických vlastnostech hornin pro složité projekty jako umístování podzemních zásobníků ropy či zemního plynu nebo pro úložiště nebezpečných látek. Je zdůrazněna i inovativnost metodiky, která podstatným způsobem doplňuje staré normové předpisy a metodiky.

Popis metodiky VTZ je podrobně popsán v kap. 3, členěné do 7 podkapitol. Je v ní popsána vedle základních principů tlakových zkoušek i jejich fázovitost a „předpříprava“ (parametry vrtu a karotáž). Z nich je odvozována technická zabezpečení VTZ a vyčlenění úseků horninového prostředí, ve kterých má smysl VTN provádět.

Konfigurace a skladba technického zabezpečení je podrobně a vhodně komentována v textu, schématických obrázcích a fotografiích.

V podkapitole 3.5 Průběh a základní parametry vodních tlakových zkoušek je dostatečným a podrobným způsobem metodika VTZ rozvedena.

Ve smyslu požadavku na certifikaci metodiky jsou strukturovány kap. 4 až 9. Je komentován popis uplatnění metodiky, pro koho je určena, dále jsou uvedena jména oponentů (kap. 5). V kap 6 je seznam projektů a dotačních programů, v rámci kterých byla metodika vyvíjena. V kap. 7 je uveden návrh uživatelů metodiky, což vyplývá i z přílohy VTZ

(Smlouva o využití metodiky mezi ČGS a SÚRAO). V kap. 8 je souhrn použité literatury a v kap. 9 seznam publikací předcházejících oponované metodice.

2/ Zhodnocení metodiky VTZ

Odhlédneme-li od formální struktury metodiky VTZ (kap. 3), poté lze konstatovat, že:

- Vyplňuje mezery v hodnocení VTZ v maloprofilových vrtech při hydrogeologickém průzkumu či výzkumu lokalit v pevných horninách. Je zde předkládán metodický postup, který vychází z poněkud změněné situace, kdy, na rozdíl od poměrně nedávných let, byly na vrty pro hydrogeologický průzkum kladeny nároky na odpovídající technické parametry vrtu, které eliminovaly získávání málo reprezentativních dat při „klasických“ hydrodynamických zkouškách (dále HDZ). Jinými slovy, byl kladen důraz na zachování dostatečného „minimálního“ vrtného profilu, který zpravidla nebyl nižší než 160 mm. Zároveň, z hlediska metodiky hodnocení HDZ, ať metodou ustáleného či neustáleného proudění, byl kladen důraz na jejich dostatečnou délku, a to jak pro fázi odběrovou, tak pro fázi následných stoupacích zkoušek.
- Budování úzkoprofilových vrtů o hloubkách vyšších stovek metrů, při kterých je využívána vrtná technologie s výnosem jádra, a kde z ekonomických a technických důvodů je velmi obtížné dodržet „maximální profil“ v rozmezí 80 mm – 90 mm (pro možnost karotážních měření), vytváří tlak na získání metodiky provádění testování hydraulických vlastností v prostředí pevných hornin.
- Jsem názoru, že předkládaný materiál je vhodný pro základní orientaci ve způsobu provádění VTZ. V přesnosti jejich provádění (dle uvedených popisů) spatřuji největší přínos článku (Metodická kuchařka).
- Vycházím-li ze zkušeností, které byly získány např. při hloubení podzemního zásobníku plynu u Příbrami, kde v rozsáhlém obnaženém systému bylo možné dokumentovat na poměrně krátkou vzdálenost výraznou anizotropii horninového prostředí (hlubinné vyvěřeliny středočeského plutonu), kdy tlakové a deformační projevy nastupovaly či vyznívaly v rozmezí prvních a vyšších desítek metrů, přičemž zvodnělých pasáží v hloubce 1 000 m až 1 100 m bylo minimum, pak upřednostňuji aplikaci metod založených na neustáleném proudění.
- Vyhodnocení vodních tlakových zkoušek podle metod pro ustálené proudění je založeno na Dupuitově hypotéze, kde se zanedbává vertikální složka proudění. Základním předpokladem aplikace této metody je radiální šíření tlakových změn vlivem čerpání či nálevu. Ten může být splněn pouze v homogenním izotropním prostředí. Vzhledem k tomu, že navrhovaná metodika je určena do maloprofilových vrtů při hydrogeologickém průzkumu či výzkumu lokalit v pevných horninách, považuji tento přístup za neodůvodněný. Ve skalních horninách se uplatňuje především propustnost puklinová, obvykle s efektem dvojí pórovitosti. Zde aplikace založené na Dupuitově teorii nemohou ze své podstaty dát ani přibližně správné výsledky.
- Východiskem je aplikace metod založených na neustáleném proudění. Avšak i zde je základní Theisova hypotéza založena na homogenním a izotropním prostředí. Podle jeho modelu se voda uvolňuje z pružné zásobnosti kolektoru. Na základě analogie šíření tepla

vyvinul Theis řešení rovnice neustáleného proudění, kde neinterpretuje závěrečné snížení, ale snížení v čase. Podmínkami použití rovnice je laminární proudění popsané Darcyho zákonem, při snížení hydraulické výšky se voda okamžitě uvolňuje, kolektor je homogenní a izotropní s konstantní mocností, jeho horizontální rozsah nekonečný a zvoďeň je před čerpáním v klidu. Hydraulická výška v čase nula je před čerpáním konstantní, snížení nulové v nekonečné vzdálenosti od vrtu a čerpané množství Q pro čas $t > 0$ konstantní.

Ani tyto podmínky nejsou většinou při hydrogeologickém průzkumu v pevných horninách splněny.

- Z metod vyhodnocení podle neustáleného proudění lze proto doporučit především ty, které do výpočtu zavádějí efekt dvojí pórovitosti (Hamm a Bideaux, Barker, Ozkan-Raghavan). Obecným problémem vyhodnocení tohoto druhu zkoušek bude nedostatek dat o prostředí a jejich obtížné získání z terénních testů a datová a výpočetní náročnost numerických simulací. To souvisí se složitým popisem prostředí – nehomogenita, škálová závislost (rozdíl mezilaboratorními podmínkami a realitou in-situ). Velmi složitá situace pro aplikaci výpočtových metod nastane v případě, že průzkumný vrt zastihne nezvodnělé prostředí. V takovém případě je aplikovatelných teoretických modelů minimum.
- V současné době se ve srovnatelných podmínkách s úspěchem využívají teoretické modely založené na matematické analogii s geotechnickými výpočty. Zde se například pružnost materiálu popisuje jako potenciálové pole, hydraulická vodivost jako analog modulu pružnosti a vodivé pukliny jako analog „vyztužení“ materiálu. Puklina zde hraje roli nespojitosti a předpokládá se malá tuhost na ploše porušení.

Uplatnění metodiky VTZ v kap. 4 je stručné a logické, ostatně práce byly směřovány do prostředí pevných hornin ve větších hloubkách, ve kterých přípovrchový kolektor se již nevyskytuje a ve kterém se uplatňuje „hlubinná zvoďeň v ryzí podobě“. Získávání těchto dat je žádoucí pro náročné projekty související (jak bylo řečeno v úvodu) s prospekci vhodných lokalit, např. pro hlubinné úložiště odpadů z provozu jaderných elektráren či zásobníků ropy nebo zemního plynu.

V souvislosti se specifikací cílové skupiny (kap. 7), která může využívat tuto certifikovanou metodiku, předpokládám její rozšíření na více než dva uživatele; lze očekávat i zájem od subjektů využívajících geotermální energii z velkých hloubek či v prospekci „břidličných plynů“, byť v podmínkách ČR velmi kontroverzní.

Ke kap. 8 a 9 nemám připomínky, doporučuji revidovat formální strukturu citací, čárky a tečky mezi příjmením a jmény autorů.

3/ Další doporučení

- Použitou terminologii a jednotky SI pokládám za správnou a korektní. Základní pojmy jsou přehledně vysvětleny na začátku práce, navrhuji doplnit pojmy „hydrogeologický kolektor“, „hydrogeologický izolátor“, „propustnost“, „pórovitost“, „efektivní pórovitost“.
- Na str. 8 doporučuji doplnit zkratky NQ, BQ a HQ se vsuvkou s odkazem na warline vrtnou technologii.

4/ Závěr

Metodiku doporučuji pro praktické využívání.

5/ Poznámka

Oponentovi nepřísluší hodnotit smluvní vztah mezi ČGS a SÚRAO, nicméně v souvislosti se zkušenostmi z komerčních aktivit si dovoluji poznamenat, že uzavření smlouvy pouze na období jednoho roku je omezující z hlediska praktického ověření a vyhodnocení této metodiky v různých horninových prostředích.

V Chrudimi dne 13.11.2014

Vypracoval: RNDr. Daniel Smutek

