

KAROTÁŽ NA ZAKÁZCE „REBILANCE ZDROJŮ PODZEMNÍCH VOD ČESKÉ REPUBLIKY“

WELL LOGGING FOR PROJECT „GROUND WATER SOURCES EVALUATION OF THE CZECH REPUBLIC“

Martin Procházka ¹

Abstrakt

Během řešení projektu „Rebilance zdrojů podzemních vod České republiky“ se široce uplatnila karotáž vrtů. V rámci projektu bylo vyhloubeno 212 nových vrtů. Vrtý se řadily do jedné ze tří kategorií: geologické, hydrogeologické a kvartérní. Pro každou kategorii byl stanoven optimální soubor karotážních metod. Obecně lze říci, že cílem karotáže bylo v případě geologických-jádrových vrtů přinést co nejvíce informací o litologii včetně stratigrafických rozhraní, o stupni porušení hornin, o režimu proudění podzemní vody a místech přítoků. Na závěr byly geologické vrtý zlikvidovány cementací. U hydrogeologických vrtů kromě údajů zjišťovaných podobně jako ve vrtech geologických bylo cílem navrzení optimální výstroje s ohledem na litologii a podzemní vodu. Všechny vrtý, které byly vystrojeny pažnicí a budou dále fungovat jako pozorovací, byly kontrolovány revizním karotážním měřením. Výsledky tohoto měření byly základním podkladem pro rozhodnutí, zda vrt splňuje všechny podmínky pro zařazení do celostátní pozorovací sítě podzemních vod. Případně bylo nutno vrtý buď opravit, nebo přímo zlikvidovat, pokud tyto podmínky nesplňovaly. Hlavním řešitelem úkolu byla Česká geologická služba.

Abstract

Well logging has been widely used at „Review of Groundwater Resources“ project. New 212 boreholes were drilled during the project run. Boreholes spread over three categories: geological, hydrogeological and quaternary. Optimal set of well logging methods was defined for each borehole category. Lithological information, including stratigraphical boundaries, rock's disintegration level, natural ground water flow and inflow's positions were main targets of geological borehole's logging. Geological boreholes were disposed at the end. Same targets and borehole casing design based on lithology and ground water flow were main outputs of hydrological borehole's logging. Logging borehole revision was performed at every cased borehole which shall be used for monitoring. Results of revision logging were principal materials used for approval of boreholes for nationwide groundwater monitoring net. Not approved boreholes were corrected or disposed. The Czech Geological Survey agency was main investigator of this project.

Klíčová slova

Karotáž, rebilance, podzemní vody, vrt, revizní karotážní měření

Keywords

Well logging, evaluation, ground water, borehole, revision well-logging

1 Úvod - popis akce „Rebilance“

Rozsáhlý výzkumný úkol „Rebilance podzemních vod České republiky“ obsahoval jako jednu ze svých podstatných částí karotážní měření. Projekt byl částečně financován z prostředků Operačního programu EU. Jednalo se svým druhem a rozsahem o první zakázku regionálního hydrogeologického průzkumu od roku 1986, kdy byly velké regionální průzkumy ukončeny (syntéza křídý, syntéza moldanubika...). Zakázka zahrnovala celou řadu výzkumných činností, na nichž se podíleli odborníci z celé ČR. Z jednotlivých činností, prováděných na projektu, lze namátkou jmenovat plánování a administrativu terénních vrtných prací, hloubení nových vrtů, geologické a technické expertízy, hydraulické modelování, supervizní činnosti, správu dat atd.

Cílem výzkumného úkolu bylo vyhodnocení současného stavu (bilance) podzemních vod ve vybraných, z hydrogeologického hlediska významných hydrogeologických regionech České republiky. V projektu byly nejen znovu zhodnocovány dříve získané informace, ale byly především doplňovány nové údaje, a to v místech, která nebyla dříve dostatečně prozkoumána, nebo kde přetrvávala nejistota. Hlavní těžiště projektu tedy spočívalo ve hloubení a zkoumání nových vrtů. Celkem bylo v rámci projektu zhotoveno 212 nových vrtů. Kromě karotážních měření v nově hloubených vrtech bylo součástí projektu také měření ve vybraných starších vrtech v zájmových oblastech (ve vybraných hydrogeologických regionech).

Na počátku projektu byla ve fázi plánování provedena reinterpretace starších karotážních měření s důrazem na chování podzemní vody, a to ve 400 vrtech situovaných v zájmových oblastech.

Zakázka probíhala v období červen 2014 - prosinec 2015, s doměřením posledních vrtů a vyhotovením posledních karotážních zpráv na začátku roku 2016.

2 Rozdělení vrtů dle geografických oblastí

Práce na projektu se soustředily do vybraných hydrogeologických regionů, které jsou z hlediska zásob podzemních vod v ČR rozhodující. Tyto regiony byly rozděleny do 3 pracovních oblastí: 1 Morava a Slezsko / 2 východočeská křída a jihočeské pánve / 3 křída střední a severozápadní část.

Každá pracovní oblast měla své geology, techniky i supervizi.

3 Rozdělení vrtů dle zaměření a hloubky

Nové vrty byly rozděleny do tří kategorií: geologické vrty, hydrogeologické vrty, kvartérní vrty. Geologické vrty byly jako jediné hloubeny jádrovou technologií. Vrty hydrogeologické a kvartérní byly hloubeny bezjádrovou technologií. Každé kategorii vrtů příslušela přesně definovaná karotážní metodika a karotážní postupy.

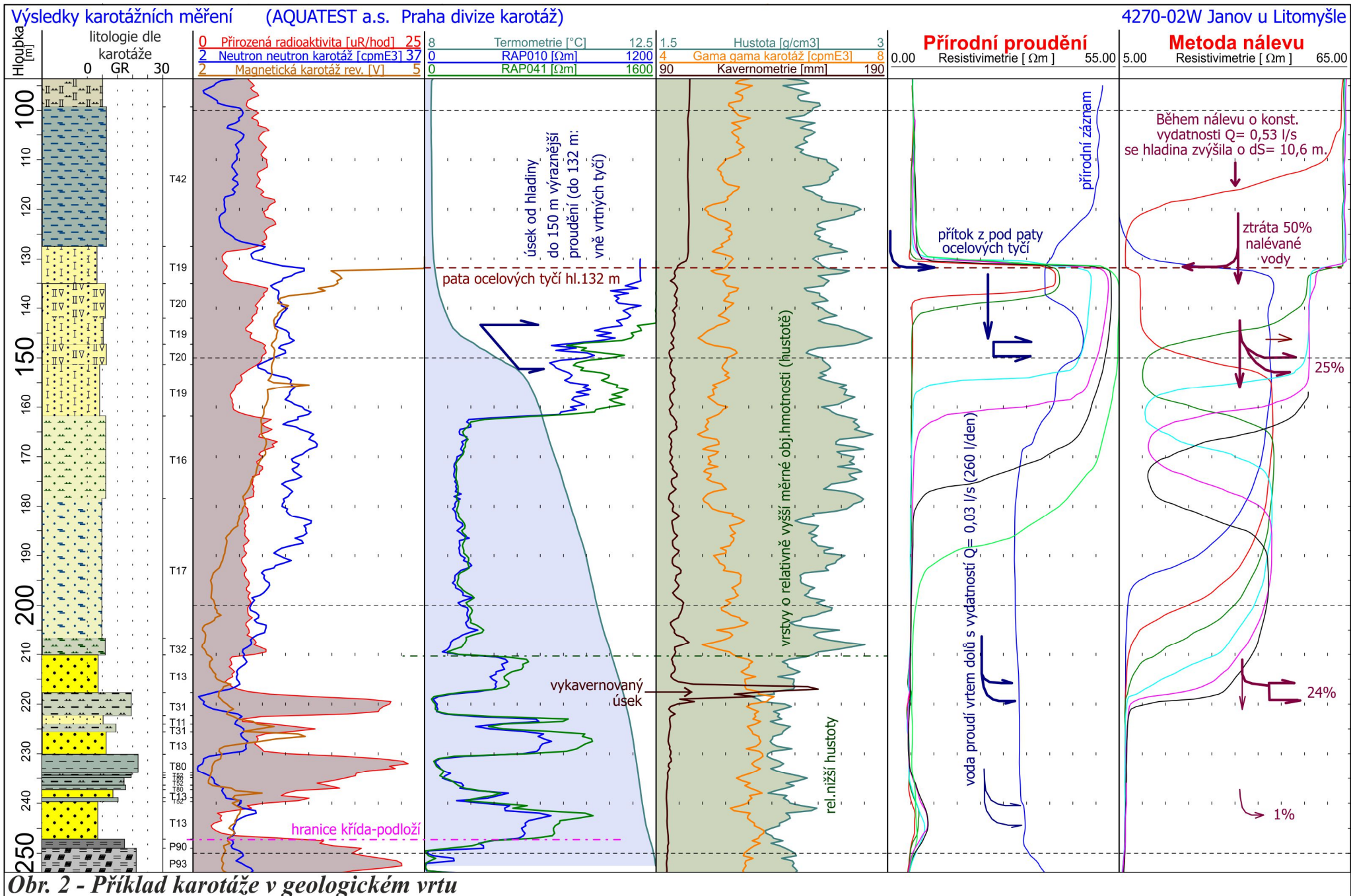
3.1 Karotážní metody použité v geologických vrtech



Obr. 1 Karotáž geologického vrtu

Geologické vrty byly hloubeny jádrovou technologií. Po provedení všech zkoušek a měření byly tyto vrty likvidovány, vrtné jádro bylo svázeno do prostor určených Českou geologickou službou. Ve vrtech hlubokých do 100 m byla karotáž prováděna po dosažení konečné hloubky. Ve vrtech hlubších bylo měřeno na úseky, dle rozvážení zodpovědného geologa. U zvláště hlubokých či komplikovaných vrtů byla provedena měření na tři úseky. Na obr. 1 je znázorněno karotážní měření v terénu.

Bez ohledu na počet úseků byly nejprve ve vrtných tyčích měřeny především metody používající radioaktivní zářiče. Jednalo se o metody: gama karotáž (přirozená radioaktivita), neutron-neutron karotáž (obsah vodíku-jílovitost, porozita, litologie), gama-gama karotáž (měrná objemová hmotnost, litologie, porušení, kaverny). Dále byly změřeny: termometrie (jako indikátor ověřování případného proudění vody vně vrtných tyčí) a inklinometrie (úklon vrtné kolony). Příklad karotážního měření v geologickém vrtu je uveden na obr. 2.



Obr. 2 - Příklad karotáže v geologickém vrtu

Po vytažení vrtných tyčí, pokud se vrt nezavalil, bylo pokračováno v karotáži těmito metodami: odporová elektrokarotáž s různými rozestupy elektrod (litologie) v kombinaci s indukční karotáží (litologie) nad hladinou podzemní vody, karotáž magnetické susceptibility (litologie), kavernometrie (tvar stěny vrtu), rezistivimetrie (stratifikace elektrického odporu vody), metoda ředění (přirozené proudění vody ve vrtu), metoda čerpání, nebo nálevu (propustné polohy), akustický orientovaný skener (plošné nehomogenity ve stěně vrtu a jejich orientace- viz obr. 3) a opakovaná inklinometrie (prostorový průběh vrtu, tentokrát i s azimutem úklonu). Na závěr byla v rámci dodatečných prací zařazena ještě vlnová akustická karotáž a to především pro zjištění rychlostí seismických vln, se kterými dále operovali geofyzici provádějící reflexně seismické sondování v řezech regionální velikosti.

3.2 Karotážní metody použité v hydrogeologických vrtech

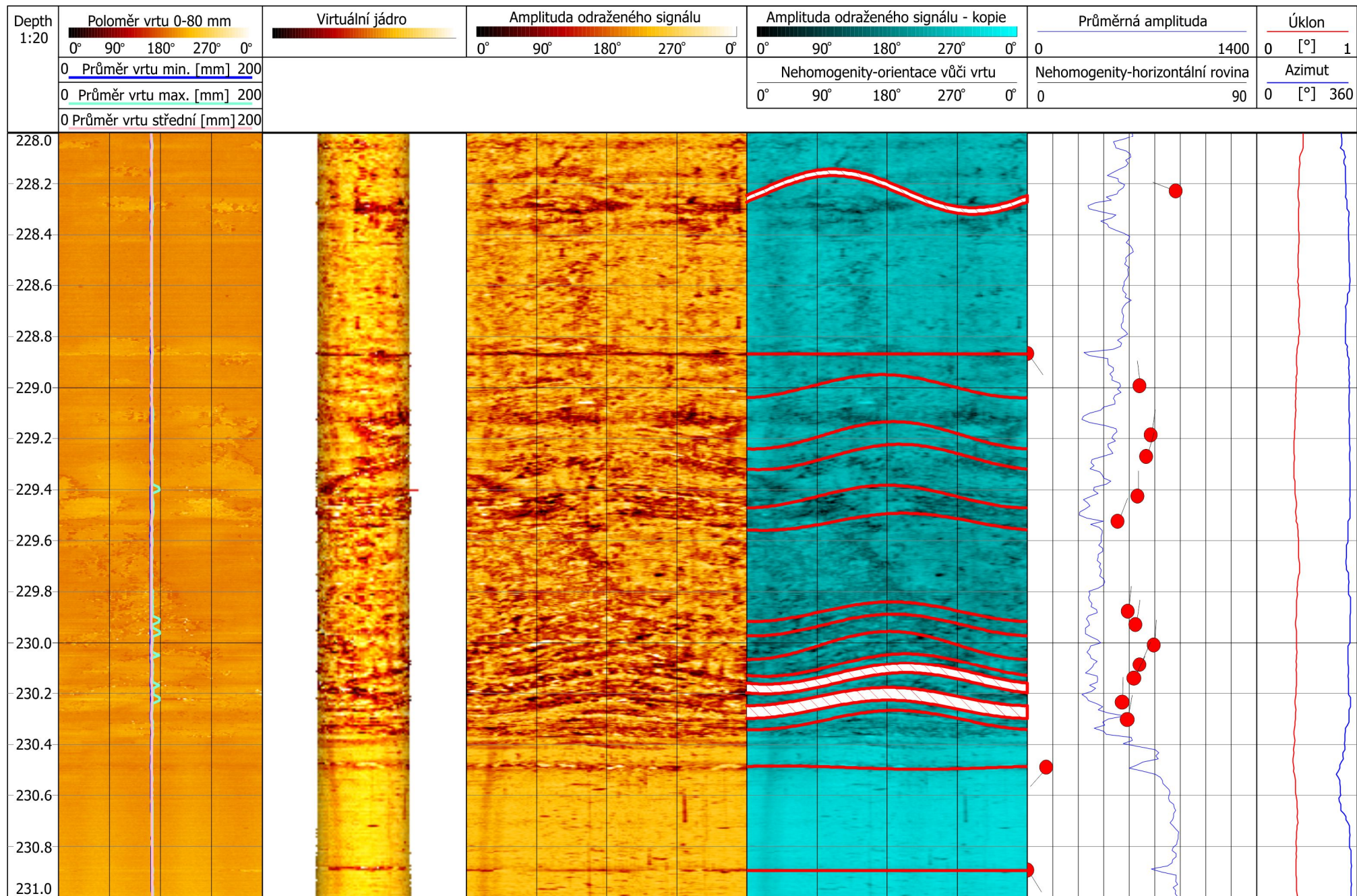
Hydrogeologické vrty byly vrtány bezjádrovou technologií. Pokud byl hydrogeologický vrt vyhlouben poblíž geologického vrtu, měření před výstrojí se většinou neprováděla. Ovšem byla řada výjimek (opět v kompetenci příslušného geologa po schválení vedoucím projektu, který s námi danou problematiku před vydáním verdiktu projednával). Pokud byly dva či tři hydrogeologické vrty vedle sebe, každý o jiné hloubce (sledující jinou zvěď), měření před výstrojí se provádělo jen v tom nejhlubším. Pokud byl hydrogeologický vrt jediným na dané lokalitě, měření před výstrojí se v něm provádělo (až na několik výjimek mělkých vrtů, opět v kompetenci geologa a vedoucího projektu).

V rámci měření před výstrojí hydrogeologického vrtu se uskutečnila gama karotáž, neutron-neutron karotáž, termometrie, kavernometrie, inklinometrie, magnetická karotáž a odporová elektrokarotáž s různými rozestupy elektrod v kombinaci s indukční karotáží.

Ve všech hydrogeologických vrtech na celé zakázce bylo provedeno revizní karotážní měření po jejich definitivním vystrojení. Během revizní karotáže se měřila TV prohlídka vrtu, gama-gama karotáž, karotáž magnetické susceptibility, kavernometrie, vlnová akustická karotáž ve variantě cementlog, termometrie, rezistivimetrie, metoda ředění a metoda čerpání, nebo nálevu. Pokud bylo na základě metody ředění zjištěno horizontální proudění vody ve vrtu, byl použit detektor směru horizontálního proudění. Příklad revizního karotážního měření v hydrogeologickém vrtu je uveden na obr. 4.

3.3 Karotážní metody použité na kvartérních vrtech

Kvartérní vrty byly hloubeny bezjádrově. V kvartérních vrtech se uskutečnilo jediné karotážní měření, a to po definitivním vystrojení vrtu (revizní karotážní měření). V rámci revizí karotážních vrtů byly měřeny: TV prohlídka vrtu, gama karotáž, neutron-neutron karotáž, gama-gama karotáž, karotáž magnetické susceptibility, kavernometrie, rezistivimetrie, metoda ředění a metoda čerpání, nebo nálevu. Pokud bylo na základě metody ředění zjištěno horizontální proudění vody ve vrtu, byl použit detektor směru horizontálního proudění.



Obr. 3 - Výsledky akustického skeneru z vrtu Janov 4270_02W

4 Závěr

Význam karotáže pro projekt lze rozdělit do několika oblastí. Na všech vrtech pomohla karotáž detailně popsat litologický profil. U jádrových vrtů přinesla informaci o litologii i v úsecích, kde byl nízký výnos jádra a rovněž umožnila kontrolu správného ukládání vrtných jader osádkou vrtu. Na bezjádrově vrtných vrtech (hydrogeologické a kvartérní) byla karotáž v podstatě jediným nástrojem, který dovolil geologům sestavení litologického profilu (nepočítáme-li nespolehlivé síťové vzorky). Tam, kde byla karotáž použita před výstrojí vrtu, byly její výsledky použity k navržení optimální výstroje vrtu. Speciální význam mělo předávání celých karotážních křivek, nesoucích informaci o litologii do Geofyzikálního ústavu AV, panu RNDr. D.Uličnému CSc., kde slouží jako podklad pro sestavování geologických korelačních řezů sedimentárními pánvemi. Další oblastí byl popis tektonicky porušených úseků hornin. Ve vrtech vhodných parametrů byl použit orientovaný akustický skener stěny vrtu. Výsledkem měření je virtuální jádro s vyznačením jednotlivých plošných nehomogenit (puklin) včetně jejich prostorové orientace. Při srovnání s vrtným jádrem byly identifikovány tektonicky porušené partie a upřesněna místa přítoků podzemní vody v kolektorech. Za zvláště důležitý lze považovat přínos karotáže v oblasti hydrogeologie při objasnění dynamiky podzemních vod (zjištění propustných poloh, objasnění hydrodynamických poměrů v daném kolektoru na lokalitě, detekce hydraulických zkratů atd.). Po dokončení vrtů (platí pro hydrogeologické a kvartérní vrty) byly ve všech vrtech prováděny revizní karotáže, které měly za úkol porovnání skutečného technického stavu vrtu s deklarovaným, případně zjištění technických nedostatků. Tato revizní měření byla stěžejní pro rozhodování o funkčnosti vrtu (jeho zařazení do monitorovací sítě, případně jeho opravy, nebo jeho likvidaci). Pokud byly vrty na základě výsledků revizní karotáže opravovány, byly znovu karotovány, aby byla potvrzena úspěšná oprava a vrt mohl být zařazen do pozorovací sítě. V několika případech se oprava nepodařila- takový vrt musel být proto odborně zlikvidován (opět na základě doporučení karotáže, odpovědného geologa a posléze po rozhodnutí vedoucího zakázky).

Protože se zahájení prací na zakázce neustále oddalovalo z důvodů, které nám nejsou úplně známy a není ani v naší kompetenci po skutečných důvodech pátrat, byly práce zahájeny s dvouletým zpožděním, zatímco termín ukončení zakázky se nezměnil. Z toho vyplynul pro všechny zúčastněné dosud nepoznaný časový tlak a nebývalé psychické i organizační zatížení. Karotážní měření bylo naší malou skupinou čítající sedm, posléze už jen šest lidí prováděno ve všech vrtech na všech třech pracovních celcích, tedy na území celé České republiky. Během rok a půl krátkého časového období bylo tak provedeno více než 600 výjezdů karotážní skupiny na vrty (většinou hluboké) měřené širokou karotážní metodikou jen v rámci této zakázky. Kromě toho současně probíhala celá řada dalších karotážních zakázek pro naše dlouhodobé klienty, jež nelze odmítnout, především v oblasti inženýrskogeologického průzkumu. To, že se i tak podařilo celou karotážní část zakázky ve vysoké kvalitě zvládnout v termínu, považuji za malý zázrak. Za to patří poděkování všem mým kolegům, kteří téměř za cenu sebeobětování také strávili v průběhu akce stovky až první tisícovku hodin mimo domov, u vrtů za každého počasí, většinou do noci či při vícedenních výjezdech. Na tomto místě je vhodné zmínit jejich jména: RNDr. Svatopluk Kořalka, RNDr. Michal Pitrák, RNDr. Filip Jankovský, Jiří Šohajek, Petr Sedlak, v první polovině projektu byl s námi také Mgr. Jozef Urík, k závěru projektu nám pomohl i RNDr. Luboš Buriánek.

Autor:

¹ RNDr. Martin Procházka - AQUATEST a.s., Geologická 4, 152 00, Praha 5, procházka@aquatest.cz