

Karotáž pro vodárenské účely

Martin Procházka

SG Geotechnika a.s., Geologická 4, 152 00 Praha 5, e-mail: martin.prochazka@geotechnika.cz

Abstrakt: Karotáž se v ČR stává v posledních letech poměrně běžně využívanou metodou při kontrolách technického stavu a funkčnosti starších i nových jímacích vrtů, někdy i pro doplnění informace o konstrukci vrtu (nebyla-li nalezena), při hledání příčin snížené vydatnosti nebo kvality čerpané vody a návrhů nápravy. Většina jímacích vrtů je staršího data a projevují se v nich mnohdy problémy, které však, pokud jsou rozpoznány, je často možno řešit dosažitelnými technickými prostředky. V nově budovaných vrtech bývá karotáž využívána pro detekci přítoků a pro rozhodnutí o způsobu definitivního vystrojení - konstrukce vrtu. V těchto vrtech je prováděno také revizní měření po definitivním vystrojení a čerpací zkoušce. Cílem revizního karotážního měření je vyhodnotit kvalitu provedení vrtu a jeho funkčnost. Tato diagnostika bývá základem pro rozhodování vodárenských společností, zda vrt převzít a používat jako nový zdroj vody.

Klíčová slova: karotážní měření, diagnostika, konstrukce vrtů, aktuální technický stav a funkčnost vrtů, doporučení optimálního způsobu opravy.

O významu a problematice kontrol technického stavu a funkčnosti starších vrtů bylo v posledních letech již mnohé řečeno. Ať už na konferencích „Podzemní vody ve vodárenské praxi“, nebo na jiných akcích, které se této problematice dotýkají. Měření proběhla ve stovkách vodárenských vrtů na území celé České republiky.

Výsledkem takových kontrolních karotážních měření spojených s televizními prohlídkami bývá stanovení „diagnózy“ vrtu a doporučení dalšího optimálního, cíleného postupu. Často bývají výsledky měření překvapivé, příčiny zhoršené funkčnosti vrtu nečekané. V další části textu se o některých takových případech zmíním.

Výsledky revizního měření ve stávajícím starším vrtu se sníženou funkčností často poslouží i pro návrh hloubky a konstrukce vrtu nového. Je tomu tam, kde se ukáže, že aktuální technický stav staršího vrtu je natolik nevyhovující, že by se nevyplatilo pokoušet se o jeho opravu. Oprava by byla příliš technicky, časově i finančně náročná, a navíc bez garance její úspěšnosti. V takovém případě je výhodnější uvažovat o náhradě zdroje vody. Výsledky karotáže ve vrtu stávajícím poskytnou objektivní podklady pro návrh optimální hloubky a konstrukce vrtu nového, v poslední řadě též podklady pro odbornou likvidaci vrtu stávajícího včetně rizik s likvidací souvisejícími. Především jsou díky karotáži známy hloubky přítoků, jsou předem známa některá rizika (místa tektonicky porušené, zvětralé a jinak nestabilní horniny), nebezpečí propojení dvou zvodní (tzv. hydraulický zkrat), součástí doporučení je proto i optimální hloubka zaplášťového těsnění. Mnohokrát jsme se ve své praxi setkali se zbytečně hlubokými vrty, s vrty nevhodně vystrojenými i s vrty, v nichž existovalo silné hydraulické propojení dvou či více zvodní.

Častou praxí v minulosti a, možná i více v posledních letech jsou zbytečně hluboké vrty. Pokud karotáž ve starším vrtu prokáže, že poslední přítok se nachází v hloubce 20 m, proč

opodál navrhovat vrt o hloubce 100 m? (Samozřejmě, vrtná firma přivítá možnost hlubšího vrtání.) Pokud jsou v dané oblasti ve vrtné prozkoumanosti starší vrty o hloubkách do 15 m (nejčastější případ v krystaliniku) a všechny mají dostatečnou vydatnost, proč navrhovat nový vrt hluboký 50 m? Přitom zvláště v granitoidech se zvyšující se hloubkou otevřených puklin výrazně ubývá (rozpuštěného radonu naopak často přibývá). Se zvyšující se hloubkou, zvláště v sedimentárních oblastech se zvyšuje také riziko propojení dvou či více přítoků o různých piezometrických výškách, které způsobí ve vrtu hydraulický zkrat. Ten může mít dlouhodobý dopad na hladiny v širokém okolí.

Karotáž předá výsledky stávajícího vrtu geologovi nebo zástupci vodárenské společnosti. V nich je doporučena optimální hloubka nového vrtu, je navržena hloubka, do níž má být provedeno zaplášťové těsnění a jsou navrženy úseky perforace s ohledem na hloubky přítoků.

Ve většině případů je ale vyhlouben nový vrt v místech, kde žádný starší neexistuje. Vodítkem pro hydrogeologa bývají údaje ze stávajících vrtů v oblasti (vrtná prozkoumanost), případně hydrogeolog požádá karotáž o krátký komentář k výsledkům historického karotážního měření v některém z vrtů na lokalitě, pokud takový existuje. V některých místech jsou však geologické zkušenosti nedostatečné. Se zvyšující se vzdáleností od stávajících vrtů, zvláště pak v geologicky či tektonicky složitém prostředí bývá odhad geologické stavby nejistý.

V současnosti téměř ve všech nových vrtech, které mají sloužit jako nový zdroj vody pro obce, bývá prováděno karotážní měření. První karotážní měření, pokud není geologická stavba v místě vrtu úplně zřejmá, je provedeno po dovtání. Jeho cílem je upřesnit geologický profil, zjistit úseky tektonicky porušené horniny, detekovat případné kaverny, zjistit prostorový průběh vrtu a především zjistit propustné polohy a případně (není-li ve vrtu výplach) zjistit proudění vody. Ještě týž den večer po měření, případně ráno příští den jsou předběžné výsledky karotáže konzultovány s geologem. Na základě nich pak geolog navrhne definitivní výstroj vrtu.

Po definitivním vystrojení je provedeno revizní karotážní měření a televizní prohlídka. Je zkontrolována výstroj, kvalita provedení a funkčnost zaplášťového těsnění, přítomnost obsypu, místa přítoků a jejich poměrné vydatnosti a je ověřeno proudění podzemní vody. Pokud ve vrtu karotáž zjistí vertikální proudění vody, nejčastěji dolů, které by mohlo být důsledkem propojení zvodní s různými výtlačnými úrovněmi („hydraulický zkrat“), je na základě karotáže zjišťováno, zde se o zkrat skutečně jedná, nebo jestli se jedná pouze o přetékaní vody v rámci jednoho aquiferu. Do vrtu nehluboko pod hladinu zapustíme čerpadlo, během čerpání (zpravidla s vydatností v řádu desetin litru až jednoho litru za sekundu) poklesne hladina. Vydatnost čerpání regulujeme tak, aby pokles hladiny byl malý, nejlépe v řádu centimetrů. V okamžiku, kdy se hladina během čerpání ustálí, sledujeme proudění vody. Pokud i malé snížení hydrostatického tlaku (malé snížení hladiny) způsobí, že se směr proudění obrátí a voda ze všech přítoků začne proudit k čerpadlu, je to jasný důkaz, že výtlačné úrovně všech přítoků zastížených vrtem jsou prakticky totožné a o hydraulický zkrat se nejedná. Podobné je to v případech, kdy se v důsledku malého snížení hladiny vertikální proudění výrazně zpomalí. Znamená to, že výtlačné úrovně přítoků nejsou totožné, ale rozdíly mezi nimi jsou nepatrné. Horší případ nastane, když se ani po snížení hladiny směr proudění nezmění. Část vody z prvního přítoku sice začne proudit k čerpadlu, ale zbytek včetně vody z případných dalších přítoků nadále proudí dolů a ztrácí se do propustných poloh / puklin ve

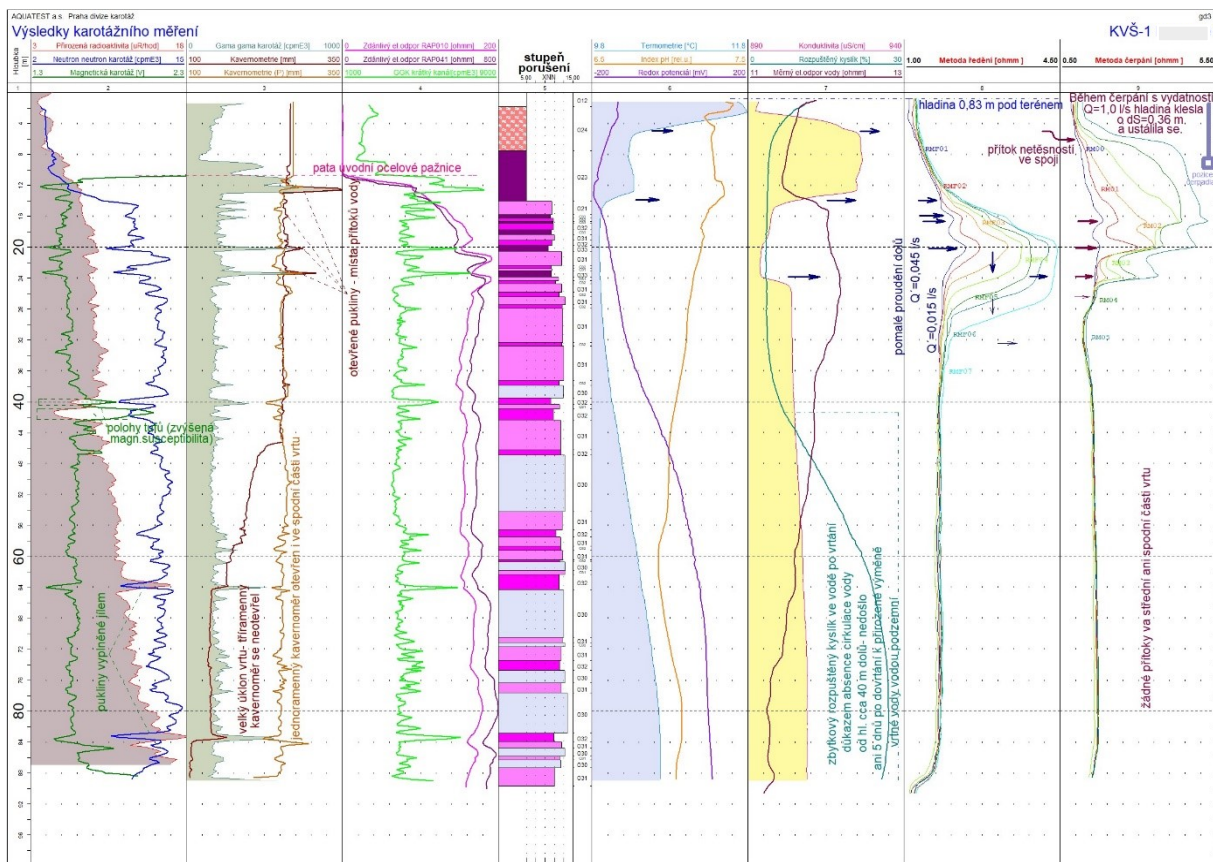
spodní části vrtu s téměř stejnou intenzitou jako za přírodních poměrů, kdy z vrtu čerpáno není. V takovém případě je jisté, že vrtem došlo k hydraulickému propojení dvou či více aquiferů. Zpravidla pak karotáž doporučí spodní část vrtu od určité hloubky (na základě výsledků) zatamponovat. Důkazem úspěšné tamponáže je, že po ní dojde ke zvýšení hladiny ve vrtu. A naopak, dochází-li ve vrtu k přítékání vody z přípoверхových vrstev s nevhodnou kvalitou vody, je doporučeno odizolovat svrchní část vrtu s výskytem těchto přítoků. Důkazem úspěšné opravy je snížení hladiny.

Rovněž jsou v celém vrtu změřeny vybrané fyzikálně chemické vlastnosti vody (teplota, konduktivita, obsah kyslíku, pH, redox potenciál) a jejich případná zonalita. Voda z určitého přítoku mívá zpravidla specifické vlastnosti odlišné od ostatních přítoků.

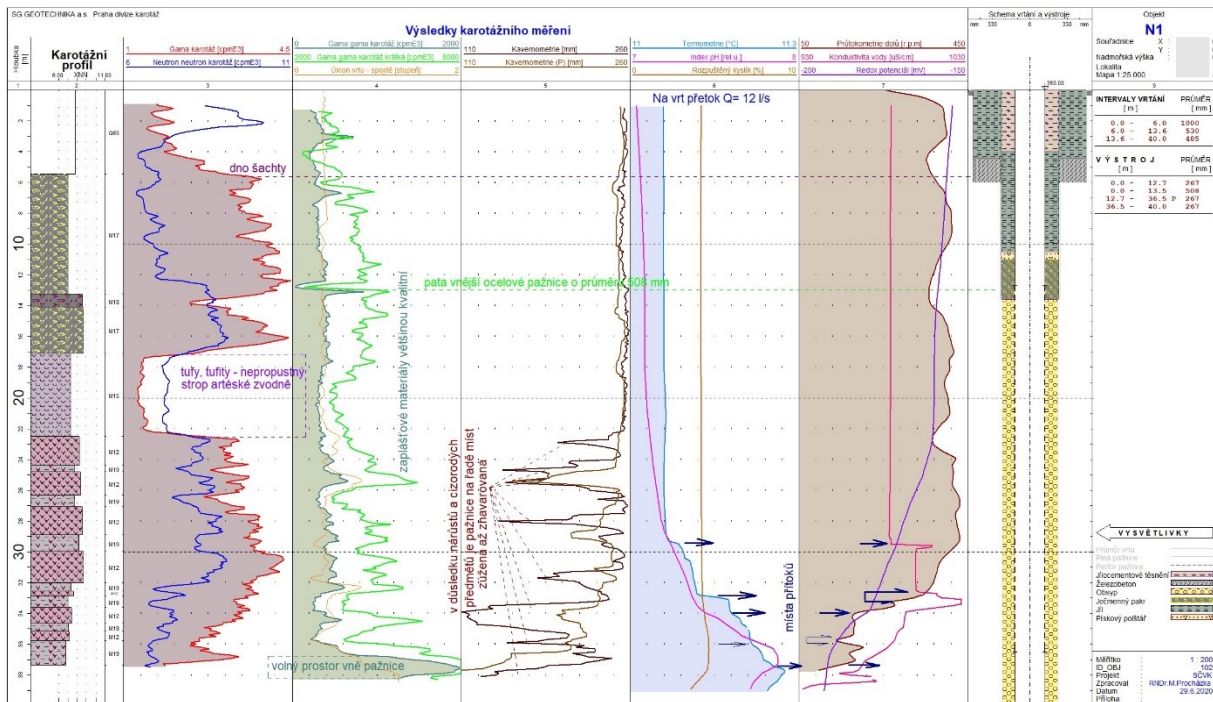
Tato diagnostika bývá základem pro rozhodování vodárenských společností, zda vrt převzít a používat jako nový zdroj vody. Vyskytne-li se chyba (karotáž na ni upozorní), vodárenská společnost převezme vrt až po jejím odstranění. Naopak, váhá-li vodárenská společnost s převzetím díla, bývají výsledky karotáže často rozhodujícím dokladem pro takové rozhodnutí.

Z praxe uvádím několik nejčastějších případů, s nimiž se setkáváme.

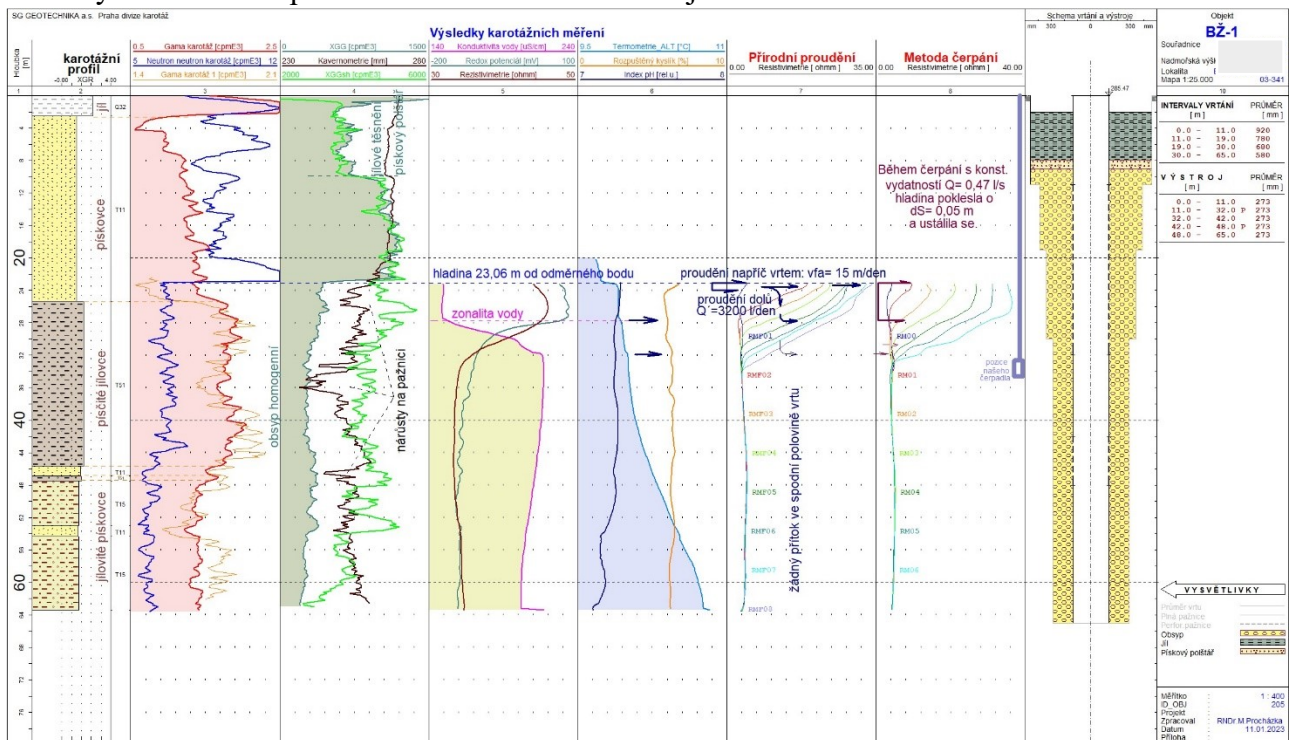
1. Nový zdroj vody v místě s minimem dostupných geologických údajů - měření těsně po dovtřetí. Jak bylo prokázáno karotáží, břidličnatost odchýlila vrt až o 51° u dna! Do hloubky 40 m je ale zakřivení jen do 5°. Přítoky se nacházejí do 35 m. Řešení: vrt byl od hloubky 40 m až na dno zatamponován cementem a na jeho vydatnost to nemělo žádný negativní vliv.



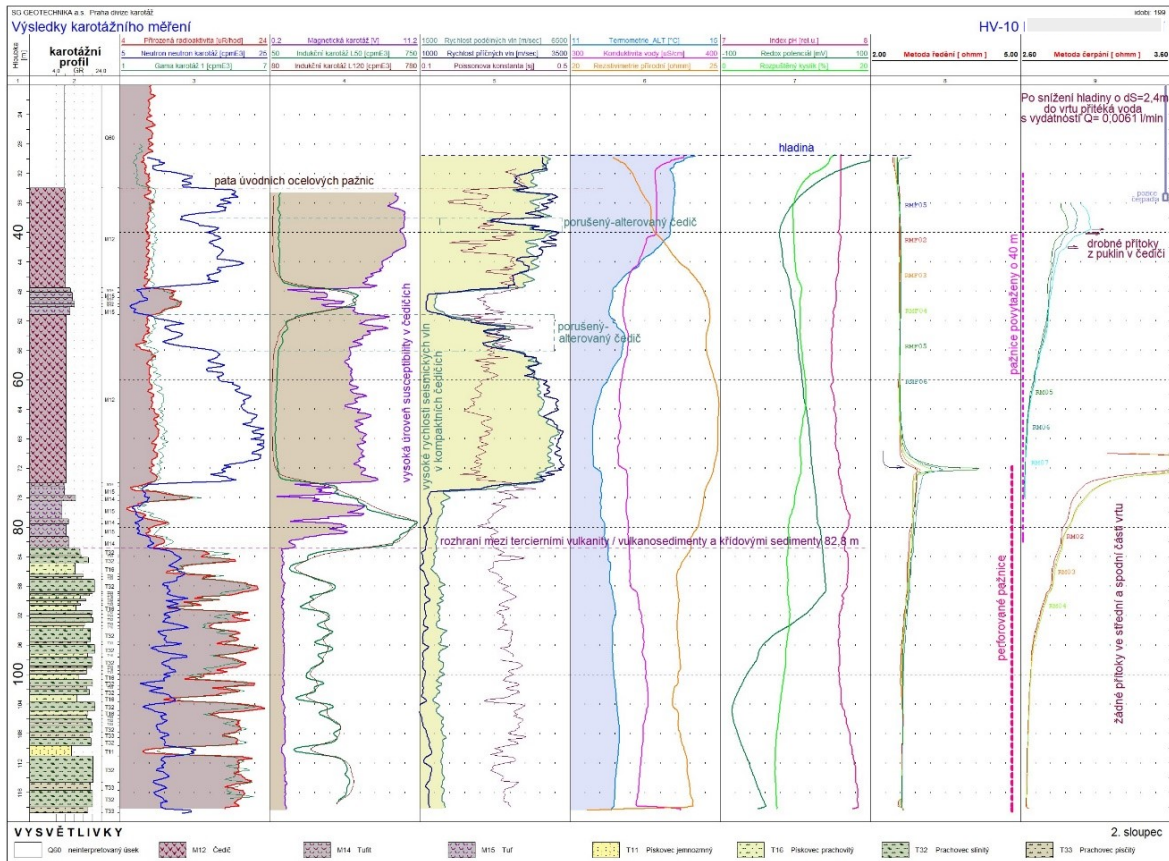
2. Starší vrt s přetokem 12 l/s, přítoky z poloh čedičů. Zcela havarijní stav. Nárůsty na pažnici až 10 cm, výstroj totálně zkorodovaná, neopravitelné. Náhradní vrt: navrhujeme zachovat hloubku 40 m, plné pažnice do 25 m a zaplášťové těsnění provést do hloubky minimálně 20 m namísto stávajících 13 m.



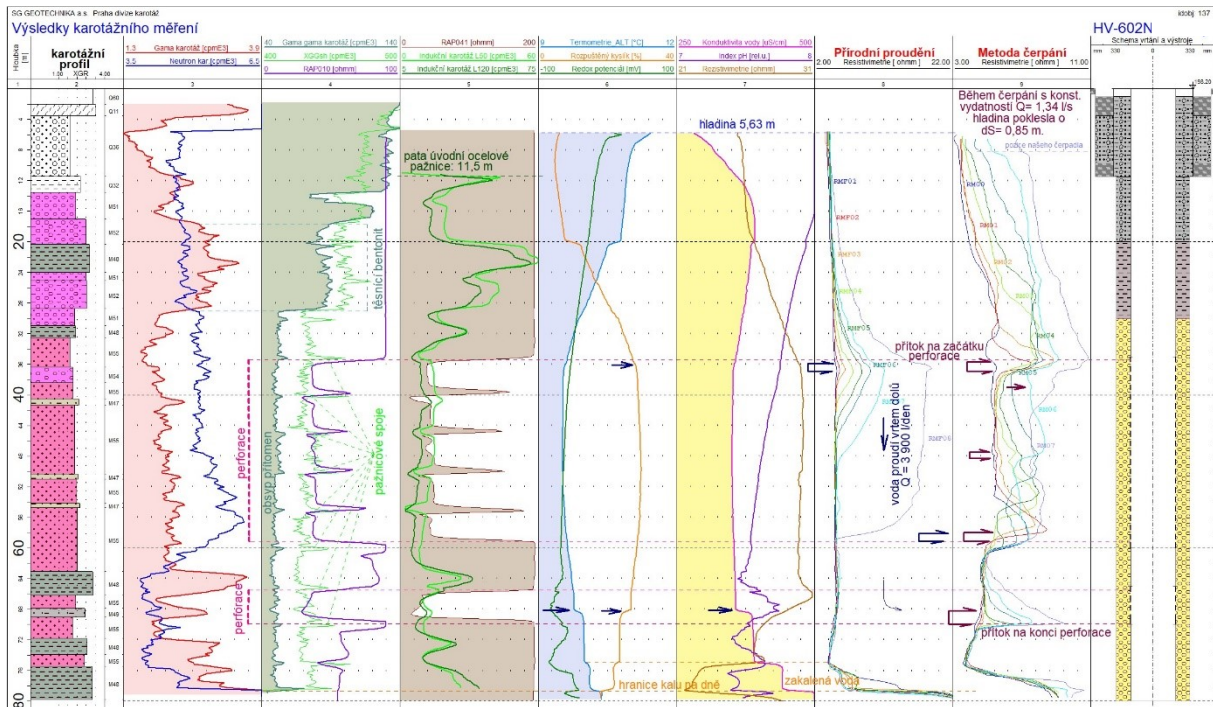
3. Revizní karotážní měření ve starém jímácím vrtu poskytlo údaje pro vrt náhradní. Je zřejmé, že hloubka stávajícího vrtu je zbytečně velká, neboť přítoky se nacházejí pouze do hloubky cca 30 m. Doporučená hloubka nového vrtu je 35 m.



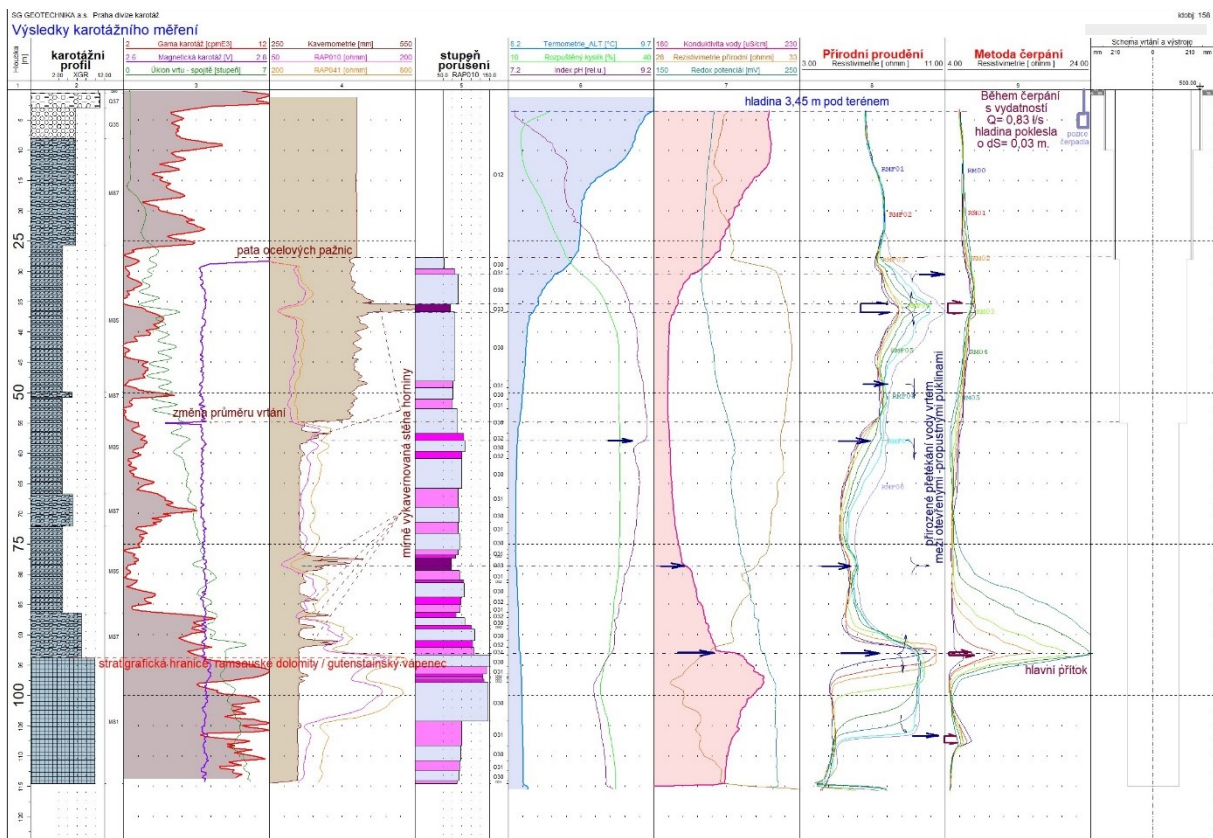
4. Nový vrt v místě s minimem dat o hydrogeologických poměrech v oblasti. Karotáž v otevřeném vrtu prokázala, že drobné přítoky pocházejí pouze z puklin v lávovém proudě, zatímco jemnozrnné pískovce v podloží lávových proudů jsou v těchto místech nepropustné. Řešení: pokusy o zvýšení vydatnosti vrtu čerpáním ani hydraulickými rázy nemají smysl. Od příbrky bylo upuštěno, vrt byl odborně zlikvidován.



5. Nový vodárenský objekt ve štěrčích a jílech. Výsledky karotáže po výstroji přesvědčily vodárenskou společnost, aby vrt bez námitek převzala. Ve vrtu existuje za přírodních poměrů poměrně výrazné proudění vody dolů. Při snížení hladiny o 0,85 m se však směr proudění obrátil, voda ze všech přítoků začala proudit nahoru, k čerpadlu. Vertikální proudění ve vrtu není hydraulický zkrat (propojení aquiferů s různými výtlačnými úrovněmi), ale pouhé přetékaní vody mezi jednotlivými propustnými polohami. Byla kontrolována též přítomnost zaplášťového těsnění a obsypu. Zaplášťové materiály jsou v pořádku, provedené kvalitně.



6. Příklad karotážního měření krátce po odvrtní, v otevřeném vrtu. V dolomitech a vápencích byla zjištěna řada přítoků, mezi nimiž dochází k přetékání vody. Karotáží bylo zjištěno, že hlavní přítok se nachází v hloubce 93 m a spolu s přítokem v hl.108 m představují více než 90% celkové vydatnosti. Protože kvalita vody z přítoků do cca 50 m nezaručuje zdravotní nezávadnost (ba naopak), bylo doporučeno zaplášťový prostor do 80 m zacementovat, perforaci usadit do úseku 90-110 m. Cementace do 80 m nebude mít na vydatnost vrtu prakticky žádný vliv a navíc zaručí dobrou kvalitu vody.



Závěr

Karotážní měření, jak už bylo mnohokrát prokázáno praxí, je důležitou, v řadě případů nezastupitelnou metodou ve vrtech nových i stávajících. Ve stávajících vrtech je stanovena jejich „diagnóza“ a doporučeno, zda a jak vrt regenerovat, nebo jestli se regenerace nevyplatí a bude nutno vyhloubit vrt náhradní. Je doporučena hloubka a konstrukce takového náhradního zdroje vody. Karotáž upozorní i na možná rizika spojená s likvidací stávajícího, nevyhovujícího vrtu.

V nových vrtech karotáž prováděná krátce po dovržení slouží pro kontrolu technického stavu a pro návrh definitivní konstrukce vrtu.

V nových vrtech po jejich vystrojení je na základě karotáže zjišťováno, zda vrt byl proveden kvalitně v souladu s projektem a zda se nevyskytly nějaké chyby, které by mohly mít negativní vliv na jeho funkčnost z krátkodobého i dlouhodobého hlediska.

Kontroly vrtů prezentovanou metodikou byly v průběhu let vyvinuty na našem pracovišti a, pokud je nám známo, nikde jinde ve světě karotáž pro tyto účely využívána tímto způsobem není.