

HADAČKA VÝROV U KRALOVIC

Zpráva o karotážním měření v novém vrtu HJ-4 a ve starším vrtu HJ-3



Identifikace zakázky:

Název zakázky: **Hadačka Výrov – karotáž**

Číslo zakázky: **CZ 20.0252.648Z58**

Zhotovitel: **SG Geotechnika a.s.**

Geologická 988/4

152 00 Praha 5

Česká republika

T: +420 234 654 111

V Praze dne: 5.zář 2020

Jméno:

Podpis:

Zpracoval:

RNDr. Martin Procházka

Osvědčení MŽP o odborné způsobilosti: 1645/2002

Schválil: **Ing. Petr Kučera**

Obsah

1. Úvod.....	4
2. Cíl měření a metodika karotážních prací.....	4
3. Základní informace o karotážních metodách	5
4. Technické vybavení	8
5. Výsledky karotážního měření.....	8
6. Závěry.....	12

Přílohy:

Výsledky karotážního měření ve vrtu HJ-4

Výsledky karotážního měření ve vrtu HJ-3

HJ-3 -míra obsednutí obsypu k pažnici

HJ-3 -relativní tloušťka ocelové výstroje



Karotážní vozidlo na lokalitě

1. ÚVOD

Karotážní měření bylo provedeno ve dvou vrtech, uskutečnilo se dne 26.8.2020 do pozdních večerních hodin. Hloubka vrtu HJ-4 je 54 m, hloubka staršího vrtu HJ-3 je 30 m. Měření provedli RNDr.Martin Procházka a Mgr.David Hanák. Nový vrt HJ-4 bude sloužit jako nový zdroj vody, starší vrt HJ-3 je v současné době odstaven.

Karotážní měření se uskutečnilo kombinovanou aparaturou K-1000/Matrix s elektrickým pohonem vrátku. Aparatura je zabudována do terénního vozidla Toyota Hiace.

Data byla zaznamenávána do počítače v digitální formě a v analogové formě.

Pro hustotní karotáž je využíván izotopický zdroj gama záření ^{137}Cs převážený ve speciálním kontejneru z ochuzeného uranu v pouzdru z nerezové oceli. Pro neutronovou karotáž je používán zdroj neutronů Am-Be převážený ve speciálním kontejneru z materiálu „neutron stop“ v pouzdru z nerez oceli. Pro nakládání s oběma zdroji ionizujícího záření i pro jejich přepravu má firma SG Geotechnika a.s. všechna potřebná povolení plynoucí ze zákona.

2. CÍL MĚŘENÍ A METODIKA PRACÍ

Cílem karotážního měření v novém vrtu HJ-4 bylo především lokalizovat přítoky a objasnit dynamiku vody a rovněž rozčlenit profil vrtu především z hlediska míry porušení horniny (jedná se o fylity).

Byl pro tyto účely použit následující soubor karotážních metod:

1. gama karotáž,
2. neutron neutron karotáž,
3. elektrokarotáž- indukční karotáž,
4. gama gama karotáž v hustotní modifikaci (hustotní karotáž) – především k ověření zaplášťových materiálů,
5. kavnometrie,
6. rezistivimetrie – zjišťování případné zonality vody ve vrtu (z různých přítoků),
7. metoda ředění označené kapaliny – pro objasnění proudění podzemní vody, zjištění propustných puklin,
8. metoda čerpání označené kapaliny– pro ocenění dílčích vydatností jednotlivých poloh/puklin.

Cílem měření ve starším vrtu HJ-3 bylo zjistit kolmataci obsypu a rovněž zjistit přítoky a objasnit dynamiku vody. Dodatečně jsme byli přímo na lokalitě požádáni o změření aktuální tloušťky ocelové výstroje.

Byly použity tyto karotážní metody:

1. gama gama karotáž v hustotní modifikaci (hustotní karotáž) – především k ověření zaplášťových materiálů,
2. kavnometrie,

3. rezistivimetrie – zjišťování případné zonality vody ve vrtu (z různých přítoků),
4. metoda ředění označené kapaliny – pro objasnění proudění podzemní vody, zjištění propustných puklin,
5. metoda čerpání označené kapaliny – pro ocenění dílčích vydatností jednotlivých poloh/puklin,
6. cement log
7. měření tloušťky pažnice na základě akustického skeneru

3. ZÁKLADNÍ INFORMACE O KAROTÁŽNÍCH METODÁCH

Jednotlivé metody poskytují informace o fyzikálních parametrech měřeného prostředí, na jejichž základě jsou vyhodnocovány geologické a hydrogeologické parametry. Principy metod a jejich účel je stručně uveden v následujícím přehledu:

Hustotní gama-gama karotáž XGGDL -

hustotní měření (v měřených jednotkách imp/min nebo imp/s), při kterém ozařujeme měřené prostředí gama kvanty izotopu ^{137}Cs o aktivitě 3.2 GBq. Rozptýlená gama kvanta jsou registrována scintilačními detektory. Registrované gama záření rozptýlené převážně Comptonovým rozptylem na atomech zkoumané horniny je úměrné měrné objemové hmotnosti (hustotě) měřeného prostředí. Sonda je zkonstruována tak, že vzdálenost mezi zářičem a detektorem je 40 cm. Hloubkový dosah měření do stěny vrtu je cca 20 cm. Používáme kolimované přitlačné sondy, které snižují na minimum vliv průměru vrtu. Výsuvné rameno vedle zajištění přitlaku měří i průměr vrtu nutný pro opravu měření. Metoda indikuje zejména porušené a rozpuštěné úseky hornin a citlivě reaguje na pukliny a místa nesoudržné horniny, kde dochází k vypadávání úlomků ze stěn vrtu (snížené hustoty). Metoda se používá také pro kontrolu přítomnosti zaplášťového těsnění a obsypu. V místech, kde cementace nebo obsyp chybí, nebo jsou neúplné, je registrován vyšší signál – nižší hustota prostředí. Hustota cementu nebo jílového těsnění bývá ve většině případů o něco vyšší než hustota obsypu.

• Rezistivimetrie -

spojité měření měrného elektrického odporu vody ve vrtu, který je nepřímo úměrný celkové mineralizaci vody. Přírodní proudění vody ve vrtu, které je často vertikální, je možné sledovat a kvantifikovat tzv. metodou ředění označené kapaliny: Po snížení elektrického odporu vody ve vrtu solí registrujeme v přiměřených časových intervalech záznamy rezistivimetrie. Místa přítoků, pohyb vody a orientační vydatnost proudění je možné určit podle hloubkových změn anomálií na RM křivkách a podle skutečných časů měření:

Metoda se používá po označení vody ve vrtu chloridem sodným ke zjišťování propustných poloh a přirozeného proudění vody ve vrtu. Přírodní proudění se sleduje **metodou ředění** označené kapaliny. Po úpravě se postupně v různých časových odstupech registruje série záznamů RM. Ze změn na záznamech v průběhu času lze určit propustné polohy, proti nimž dochází k proudění, a určit velikost a směr proudění (horizontální, vertikální vrtm vzhůru nebo dolů). V případě horizontálního proudění vody interpretace vede k výpočtu filtrační rychlosti, pro níž platí vztah :

$$v_f = (1,81 \cdot r / tt) \cdot 1440 \cdot \log(c_x - c_0) / (c_t - c_0) \quad (\text{m/den}),$$

kde r je poloměr vrtu,

t je čas záznamu po úpravě vody ve vrtu chloridem sodným,

c_x je koncentrace NaCl ve vodě bezprostředně po úpravě,

c_0 je přírodní koncentrace NaCl (před úpravou),

c_t je koncentrace NaCl v čase t (záznamu) po úpravě.

V případě vertikálního proudění je sledován posun odporového rozhraní v čase mezi upravenou vodou ve vrtu (pomocí NaCl snížen měrný el.odpor) a vodou přitékající z propustné polohy. Dvěma po sobě následujícími záznamům odpovídá určitý časový rozdíl dt a rozdíl v hloubce posunujícího se odporového rozhraní dh . Vertikální rychlost proudění vody je potom dána poměrem:

$$W = dh/dt \quad (\text{m/s}).$$

Objemový vertikální průtok se potom vypočte podle vztahu:

$$Q' = \pi r^2 W \quad (\text{l/s, případně l/den}).$$

Metodou konstantního nálevu (nebo čerpání) lze zjistit i ty propustné polohy, které se při hydrodynamické rovnováze neprojeví a proti nimž k žádnému sledovatelnému proudění nedochází. V našem případě byla použita metoda odčerpání.

Analýzou rezistivimetrických záznamů lze přesně lokalizovat všechny propustné polohy ve vrtu. V závislosti na průměru vrtu (DIA), hloubce (dH) a časovém rozdílu (dt) lze vyčíslit vertikální objemový průtok Q_i a celkové objemové průtoky Q . Ze změn celkového průtoku Q v závislosti na hloubce je možno poměrně přesně vyznačit propustné polohy a následně ocenit míru propustnosti jednotlivých propustných poloh koeficientem filtrace KFI. Pro přesnou lokalizaci propustných poloh využíváme i další metody, zejména termometrii, fotometrii a základní komplex karotážních metod.

Dílní koeficienty filtrace vztahujeme pouze k mocnosti propustných poloh (na rozdíl od čerpacích zkoušek, které jsou vztahovány vždy k celému zkoušenému intervalu). Lze je pochopitelně přepočíst i na celý zkoumaný úsek (průměrný koeficient filtrace), což uvádíme rovněž pro srovnání s výsledky čerpacích zkoušek. Rovněž lze vyčíslit koeficient filtrace vztažený pouze pro celkovou mocnost přítokových poloh.

Pro výpočet se využívá zjednodušené Dupuitovy rovnice:

$$KFI = (Q / (dS \cdot H)) \cdot a, \quad \text{kde}$$

Q	je čerpané množství buď pro jednotlivou polohu (Q_i) nebo pro celý interval (Q),
dS	snížení (zvýšení) hladiny oproti klidovému stavu (m),
H	mocnost propustné polohy (m),
a	bezrozměrný koeficient, jehož hodnota se blíží 1.

• **Gama karotáž** -

měří se přirozená radioaktivita (gama aktivita) hornin. Metoda reaguje na zastoupení radioaktivních izotopů prvků v hornině. Zvýšené hodnoty způsobuje v běžných horninách a zeminách především draslík ^{40}K . Vysoké gama aktivity bývají proto pravidelně zaznamenávány především v jílovitých horninách či zeminách, které obsahují živce. Naopak horniny s relativně vyšším zastoupením písčité, prachovité a vápnité složky se vyznačují nižší úrovní gama aktivity.

Pro měření této metody byla použita sonda KRNG (ELGI).

• **Neutron-neutron karotáž** -

měří se množství zpomalených neutronů prošlých horninou z izotopového zdroje rychlých neutronů (Am-Be), umístěného v měřící sondě 60 cm pod detektorem. Naměřené hodnoty jsou nepřímě úměrné

množství atomárního vodíku obsaženého v horninách (nebo ve vnějším prostoru vrtu - v mezikruží vně výstroje). Zvýšeným obsahem vodíku se vyznačují horniny, které obsahují vodík vázaný přímo v krystalické mřížce minerálů (hydroalumosilikáty jsou podstatnou součástí jílu), vodík ve zvodnělých vrstvách jílovců, vodík ve vodě vyplňující pukliny např. v pískovcích či vodík vázaný v uhlovodících (uhlí, ropa...). Naopak v kompaktních horninách dochází jen k minimálnímu útlumu toku neutronů ze zdroje k detektoru. Metoda slouží mimo jiné pro identifikaci volných prostorů a kaveren vně pažnic.

- **Kavernometrie KM** -

Měření skutečného průměru vrtu nebo výstroje a jejich odchylek od normálu. V našem případě metoda posloužila pro kontrolu vnitřního průměru výstroje, integrity pažnice, k detekci nárůstů...

- **Akustický skener ABI** -

Metoda slouží především pro detekci puklin a jejich prostorové orientace. V našem případě ale byla použita pro měření tloušťky ocelové pažnice. Tu lze vypočítat na základě rozdílu časů odrazu akustického signálu od vnitřní a vnější stěny pažnice.

- **Cement Log CBL** -

Metoda slouží především pro kontrolu kvality přilnutí cementové směsi k vnějšímu povrchu výstroje. V našem případě byla ale aplikována pro kontrolu míry obsednutí pažnice zaplášťovým materiálem - obsypem. U silně kolmatovaného obsypu plného jílových minerálů lze předpokládat vyšší míru obsednutí.

- **Indukční karotáž (IK50 a IK120)** -

měření zdánlivé vodivosti hornin. Jedná se o elektromagnetickou metodu, která měří sekundární elektromagnetické pole vzniklé v horninách po vybuzení primárním polem. Indukční sonda měří vodivosti hornin i v úsecích nad hladinou vody a ve vrtech zapažených plastovou perforovanou i plnou pažnicí. Použitá sonda měří se dvěma délkami uspořádání cívek, a to s délkou 50 cm a 80 cm. Měřená veličina se různí hloubkovým dosahem do horniny. Výstup sondy je impulsní a počet pulsů u obou kanálů je úměrný vodivosti hornin (převrácená hodnota zdánlivého měrného odporu). Sondy lze nacejchovat na modelových vodivostech a přepočítat četnosti pulsů na jednotky vodivosti (mS/m). Sonda je citlivá zejména na nízké měrné elektrické odpory (vysoké vodivosti) a detekuje tedy zejména poruchová pásma hornin příp. zrudnění s elektronovou vodivostí. Výhodou metody je, že je ji možno použít i v úsecích vrtů nad hladinou, čímž se liší od odporové karotáže.

Karotáž podává hloubkově spojitou informaci s definovaným hloubkovým krokem. To platí o všech metodách, které byly na této zakázce použity.

4. TECHNICKÉ VYBAVENÍ

• Karotážní aparatura K-1000 -/ Matrix

Byla použita kombinovaná karotážní aparatura K1000/Matrix. Aparatura je zabudována do terénního vozidla Toyota Hiace s elektrickým vrátkem se čtyřžilovým pancéřovaným karotážním kabelem fy.Rochester Corp.

Měřená data jsou registrována analogově registrátorem MLS (USA) a současně digitálně zaznamenávána (systémy BLS a Matrix) do počítače.

Druhá možnost digitalizace analogových dat je následná kamerální digitalizace analogo-digitálním převodníkem XPLAN360 C.

Pro zpracování naměřených dat byl použit systém programů GdBase verze 5 a WellCad. Zpráva a přílohy byly vytištěny na laserové tiskárně a převedeny do jednotného formátu PDF.

Průměry používaných hlubinných sond se pohybují mezi 36 mm (průměr kabelové hlavy) až 50 mm. Tzn., že mohou být měřeny i vrtvy s malými průměry (cca od 50 mm). Všechny sondy jsou použitelné do max. hloubky 2000 m, tj. jsou konstruovány do maximálního tlaku 200 bar a teploty kolem 70-80°C.

5. VÝSLEDKY KAROTÁŽNÍHO MĚŘENÍ

Všechny hloubky jsou vztaženy k úrovni terénu v okolí vrtu

Vrt HJ-4

Vrt byl v době našich měření průchodný do hloubky 53 m (původní hloubka vrtu: 54 m. Na dně je usazena 1 m vysoká vrstva napadávky).

Na základě indukční karotáže bylo ověřeno, že úseky perforovaných pažnic obsahují kovový materiál. Lze tak i na základě karotáže poměrně přesně úseky s perforací vyčlenit: 13,4-26 m a 34,3-49 m.

Hladina vody se v době měření nacházela v hloubce 11,15 m.

Ve vrtu byla zjištěna zonalita vody. Od hladiny do hloubky 13 m je měrný el.odpor vody 15 ohmm (tomu odpovídá konduktivita 660 $\mu\text{S}/\text{cm}$). V hloubce 13,4 m začíná úsek perforovaných pažnic (13,4-26 m).

V tomto úseku je měrný el.odpor výrazně nižší: 11 ohmm (konduktivita vyšší: 910 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Od hloubky 26 m opět měrný el.odpor vody prudce stoupá na 15 ohmm. Zjištěná zonalita, jak se v průběhu dalšího měření ukázalo, souvisí s přítoky s rozdílnými vlastnostmi vody.

Na základě gama gama karotáže (hustotní karotáže) bylo zjištěno, že zaplášťový materiál je přítomen (není úplně homogenní) s výjimkou krátkého úseku 7,0-7,3 m, kde zcela chybí.

Porovnáním karotážních křivek neutronové karotáže, hustotní karotáže s přihlédnutím ke křivce gama karotáže byl profil vrtu rozčleněn podle míry porušení fylitů. Střídají se polohy kompaktní horniny s úseky slabě až středně porušenými. Propustné pukliny jsou vázány na úseky středně silně, ale i slabě porušené horniny. Interpretovaný stupeň porušení horniny je nejlépe patrný z grafické přílohy.

Na základě metody ředění označené kapaliny bylo zjištěno, že ve vrtu dochází pomalému přirozenému proudění vody. Proces ředění byl sledován po poměrně dlouhou dobu 6 hodin. Převládá vzestupné proudění (proudění vrtem nahoru). Jak jsme byli informováni, v letech, kdy byly srážky intenzivní, některé vrty v oblasti přetékal (artéské vrty). Vzestupné proudění vody je typické pro drenážní oblasti. Vrt se nachází v mělké depresi, která je nepochybně tektonického původu. Přirozené drénování vody z hlubších do mělkých puklinových systémů je potom logické.

Ve vrtu HJ-4 je však situace ještě o něco složitější. Voda do vnitřního prostoru vrtu přitéká ze sítě puklin v hloubkách 48,2-49 m, 42,5-43,2 m a 39-40,1 m a proudí vrtem pomalu nahoru. Výpočtem bylo zjištěno, že z těchto tří propustných poloh voda proudí s intenzitou $Q' = 580$ l/den. Při spodním okraji prvního úseku perforovaných pažnic v hloubce 26 m se přidává další přítok: 200 l/den (vlastní přítok je o něco níže, voda z něj proudí vzhůru vně plné pažnice a do vnitřního vrtu vtéká prvními perforačními otvory). Od tohoto místa tak voda proudí vzhůru vrtem s intenzitou $Q' = 780$ l/den. Proudící voda opouští prostor vrtu do puklin v hloubce 20,5-21 m. Avšak přetékaní vrtem mezi jednotlivými propustnými puklinami se odehrává i v úseku nad úrovní 20,5 m. Na začátku prvního perforovaného úseku 13,5-14,5 m totiž přitéká do vnitřního prostoru vrtu voda o vydatnosti $Q = 1200$ l/den. Tato voda proudí naopak dolů a vrt opouští v hloubce 20,5-21 m stejně jako voda proudící zdola. Takové přetékaní vody vrtem mezi jednotlivými otevřenými puklinami je výsledkem toho, že voda cirkulující horninovým prostředím proudí vždy cestou nejmenšího odporu. Vrt klade nulový hydraulický odpor, a proto využívá této cesty a prostor vrtu opouští do relativně nejvíce otevřených puklin.

Voda, která přitéká do vnitřního prostoru vrtu na začátku perforace v hloubce 13,4 m pochází pravděpodobně z přítoku, který je někde výše, v úseku plných pažnic. Voda proudí vně plné výstroje a do vrtu vtéká prvními perforačními otvory. Voda z tohoto nehlubokého přítoku s vysokou mírou pravděpodobnosti obsahuje zvýšený obsah rozpuštěného kyslíku. Naopak voda z přítoků hlubších téměř jistě obsahuje nízký obsah kyslíku, neboť její doba zdržení v horninovém masívu musí být výrazně delší. Potom je logické, že v horní části vrtu -tam, kde proudí okysličená voda- dochází k oxidaci, vysrážení i usazování sedimentu na povrchu výstroje. To je dobře patrné na televizním záznamu. V celé další části vrtu, kde dochází k vzestupnému proudění vody z hlubších puklin, je povrch výstroje čistý.

Příčinu mírného biologického znečištění vody je nutno hledat právě v přítoku vody na začátku perforace (13,4 m). Přítok, jak už bylo zmíněno, se nachází výše, v úseku plné pažnice. S nejvyšší pravděpodobností

právě přítok z této nehluboko uložené pukliny, jež může mít kontakt s přípovrchovou zónou, obsahuje zvýšený počet bakterií. Naopak, bakteriální znečištění u hlubších přítoků nepřepokládáme.

Na základě metody čerpání označené kapaliny byly potvrzeny přítoky, jež se projeví už během metody ředění označené kapaliny, navíc se objevil výrazný přítok v hloubce 24,0-24,8 m a přítok v hloubce 35,0 m. Drobný přítok není vyloučen ani v hloubce 17,9 m. Hlavní propustné polohy jsou v hloubkách 26 m (přítok na konci prvního perforovaného úseku pažnic) a 24,0-24,8 m. Spolu s přítokem v hloubce 20,5-21 m představují více než 80% celkové vydatnosti vrtu. Oproti očekávání jsou přítoky ve spodní polovině vrtu méně vydatné, na celkové vydatnosti vrtu se podílejí méně než dvaceti procenty.

Čerpáno bylo s konstantní vydatností $Q = 0,56$ l/s (čerpadlo v hloubce 15 m), hladina během 90 minut čerpání poklesla o $dS = 0,69$ m a ještě se neustálila, třebaže se její pokles výrazně zpomalil. Toto snížení hladiny pod klidovou úroveň stačilo bohatě k tomu, aby voda ze všech přítoků začala proudit směrem k čerpadlu. Výtlačné úrovně všech přítoků se tedy vzájemně příliš neliší.

Na titulní stránce zprávy karotážní vozidlo u vrtu HJ-4

Vrt HJ-3

Pro karotážní sondy byl vrt průchodný pouze do hloubky 21,5 m, ačkoliv televizní prohlídka, kterou v minulosti prováděli kolegové ze společnosti Vodní zdroje a.s., prokázala hloubku 30 m. TV prohlídka však upozornila na porušenou výstroj, která začíná právě od hloubky 21,5 m. Možná v době mezi televizní prohlídkou a karotážním měřením došlo k dalšímu zhoršení technického stavu výstroje, což má za následek omezenou prostupnost vrtu.

Hladina vody byla zakleslá v hloubce 10,94 m.

I v tomto vrtu voda vykazuje zonalitu, ale rozdílného charakteru.

U hladiny je měrný el.odpor vody 18 ohmm, směrem dolů se ale rychle snižuje, takže od hloubky 18,5 m dosahuje měrný odpor vody pouze 10 ohmm.

Na základě metody ředění označené kapaliny byl ve vrtu sledován proces ředění. K žádným náznakům ředění však nedošlo ani po čtyřech hodinách sledování. Ve vrtu do hloubky 21,5 m tedy nedochází k proudění vody. Tento závěr je podpořen i průběhem přirozeného záznamu rezistivimetrie (viz výše).

Poté bylo do hloubky 12,1 m zapuštěno čerpadlo a bylo zahájeno konstantní čerpání vody. Ukázalo se, že všechna voda přitékala k čerpadlu z hloubky pod 21 m. Žádný přítok do hloubky 21 m nebyl zaznamenán.

Vydatnost vrtu je snížena (pravděpodobně v důsledku kolmatace), museli jsme proto v průběhu čerpání snižovat vydatnost čerpadla. Nakonec bylo čerpáno s vydatností $Q = 0,047$ l/s. Hladina poklesla o $dS = 1,05$ m a ustálila se.

Podle hustotní karotáže je obsyp poměrně homogenní. Slabá nehomogenita byla zaregistrována v hloubce 14,0-14,4 m. Homogenní je zaplášťový materiál i v úseku nad hladinou.

Kavernometrie prokázala, že ocelová výstroj je zkorodovaná, v důsledku čehož došlo k mírnému snížení vnitřního průměru pažnice, a to především v úseku pod hladinou. Zúžení průměru oproti nominálnímu dosahuje v hloubce 17-17,5 m až 15 mm. Od hloubky cca 20 m se průměr prudce snižuje, jak sonda dosedá do míst, kde je výstroj porušená, vychlípená do vrtu.

Na základě metody „cement log“ používané zpravidla pro kontrolu přilnutí cementové směsi k pažnici bylo sledováno přilnutí obsypu k pažnici. Předpokladem bylo, že obsyp kolmatovaný, v němž jsou póry mezi zrnky obsypu vyplněny materiálem jílové konzistence, bude více tlumit seismické vlny než obsyp čistý. Z křivky je patrné, že velké změny v obsypu v úseku do 21,5 m nejsou, snad s výjimkou krátkých úseků v hloubkách cca 12 m a 13 m. Z vysoké míry obsednutí se přikláníme k názoru, že obsyp v měřeném úseku je poměrně výrazně zakolmatován.

Na závěr jsme se pokusili o změření aktuální tloušťky ocelové pažnice. Použita byla sonda „akustický skener“, kterou jinak využíváme pro detekci puklin v hornině a pro zjišťování jejich prostorové orientace. Ve vystrojeném vrtu v našem případě byl registrován odraz seismického signálu od vnitřního povrchu výstroje a od jejího vnějšího povrchu. Rozdíl časů je úměrný tloušťce výstroje. U výrobce ALT Luxembourg jsme později zjistili, že existuje modul, který tento časový rozdíl automaticky zpracovává. Požádáme o jeho zakoupení. Nyní jsme si však museli pomoci poloautomatizovaným zpracováním celkového vlnového obrazu. Je patrné, že aktuální tloušťka výstroje není úplně konstantní, místy je mírně zúžena, například v hloubkách 15,3 m, 17,6 m, 18,8-19,4 m. Výsledky měření jsou patrné z grafické přílohy.



Karotážní vozidlo u vrtu HJ-3

6. ZÁVĚRY

V obou vrtech byly změřeny všechny plánované metody. Nad původní plán byly ve vrtu HJ-3 změřeny další dvě metody: cement log a akustický skener, obě metody v nestandardních aplikacích.

Vrt HJ-4 byl pro karotáž přístupný do hloubky 53 m, vrt HJ-3 pouze do hloubky 21,5 až 21,9 m.

Ve vrtu HJ-4 byl horninový profil rozčleněn podle stupně porušení horniny.

V obou vrtech byla zjištěna místa přítoků a bylo sledováno přirozené proudění vody. Ve vrtu HJ-4 převládá vzestupné proudění v řádu stovek litrů za den. Ve vrtu HJ-3 v úseku do 21,5 m k žádnému proudění nedochází.

Ve vrtu HJ-4 se hlavní přítoky z puklin nacházejí v úseku 20,5-26 m. Ve vrtu HJ-3 jsou přítoky pod úrovní 21,5 m. Vydatnost vrtu HJ-3 je významně snížena v důsledku kolmatace obsypu (ověřeno karotáží) a snad i kolmatací perforačních otvorů, což na základě karotáže nejsme schopni posoudit (TV prohlídku prováděli pracovníci VZ a.s.).

Výsledky měření jsou přehledně prezentovány na grafických přílohách, které tvoří součást této zprávy.

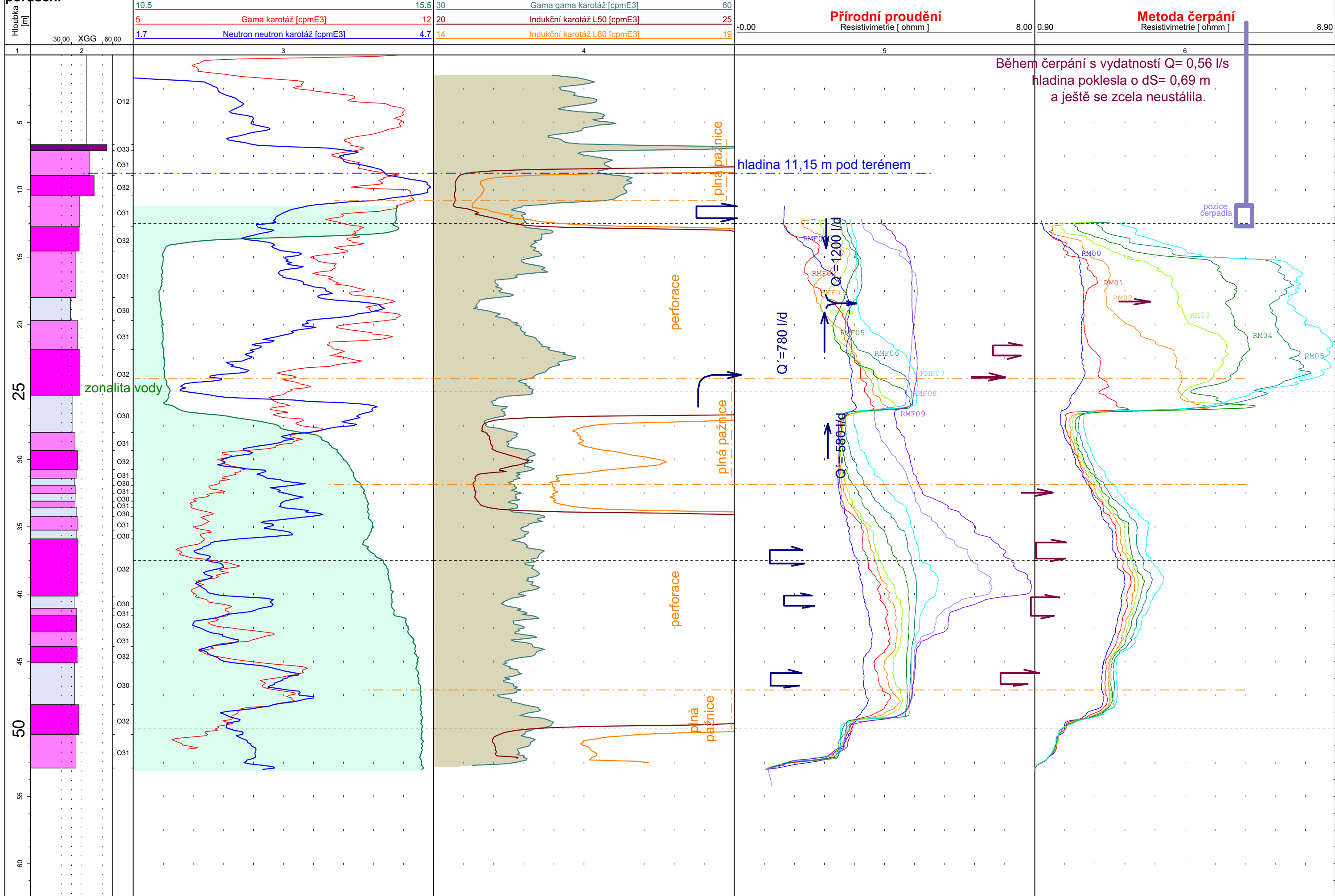
V Praze 2.9.2020

Vypracoval: RNDr. Martin Procházka
Odborná způsobilost v hydrogeologii a geofyzice č.1645/2002

Grafické přílohy

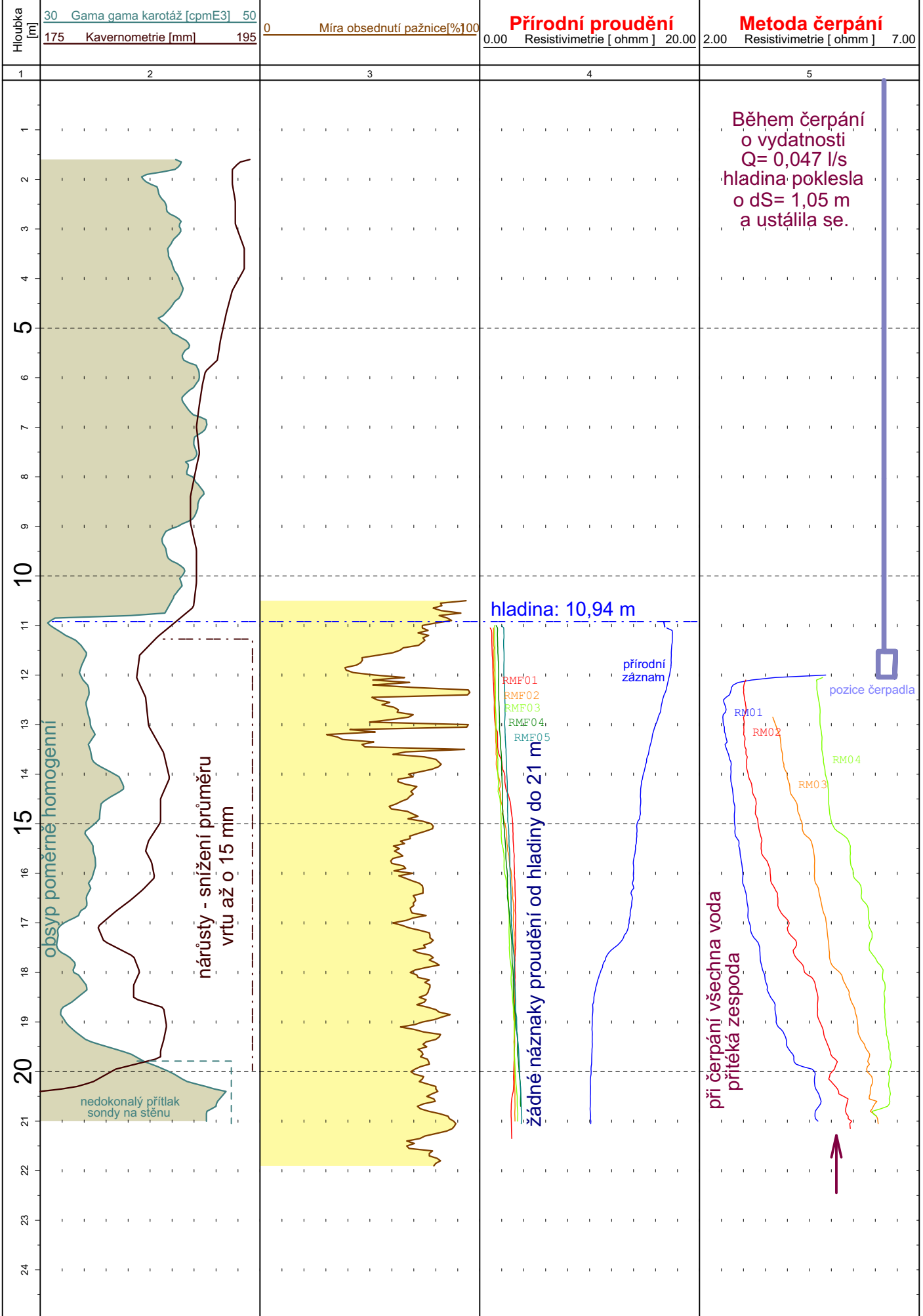
středky karotážního měření

HJ-4 Hadačka Výrov

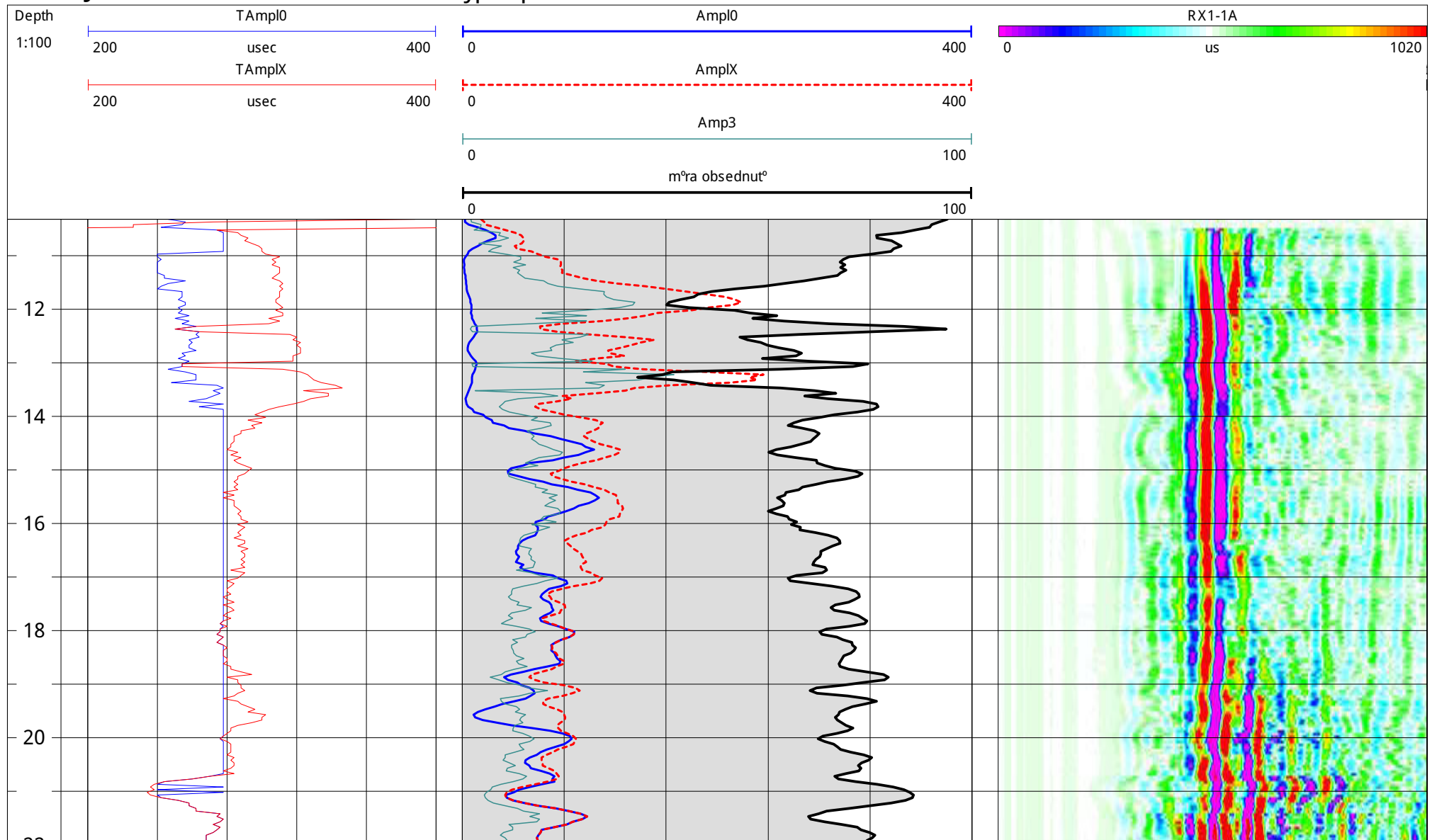


Výsledky karotážního měření

HJ-3 Hadačka Výrov



Vrt HJ -3 HadaTka Vurov - m'ra obsednut° obsypu k patnici



Vrt HJ -3 Hada Vuřov - relativn° tlouřka vstroje

