

**Bělá, Kvasiny,
protipovodňová ochrana,
č. akce 229180012**

Doplňkový inženýrskogeologický průzkum



Číslo zakázky:

18020387000

Číslo dokumentu:

1

Zakázka: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, č. akce 229180012

Dokument: Doplnkový inženýrskogeologický průzkum

Objednatel: Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

Zhotovitel: INSET s.r.o., Divize geologie a geofyziky
Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3
Tel.: +420 221 489 103, e-mail: geologie@inset.com

Odpovědný řešitel: Mgr. Vladimír Lachman

Ředitel divize: RNDr. Oldřich Levý

Dokument vypracovali: Mgr. Vladimír Lachman
Mgr. Radek Zelený

Měření provedli: Mgr. Radek Zelený
Mgr. Vladimír Lachman
RNDr. Jakub Štainbruch, PhD.
Ing. Jan Smejkal
Václav Fait
Jiří Hruška

Výstupní kontrola: Lucie Pokorná

Rozdělovník: 1-3 Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
0 spisovna INSET s.r.o.

OBSAH:

1. ÚVOD	5
1.1. Použitá literatura	5
2. Poměry lokality	5
2.1. Geomorfologické zařazení lokality.....	5
2.2. Klimatické poměry	5
2.3. Hydrologické poměry.....	6
2.4. Geologické poměry	6
2.5. Hydrogeologické poměry.....	7
2.6. Území ochrany a ochranná pásma.....	7
3. Předcházející průzkum	8
3.1. Shrnutí výsledků průzkumu dle oblastí.....	9
3.1.1. Oblast SO 06 – vrt Kv 1	9
3.1.2. Oblast SO 04 – vrty Kv 2, Kv 3 (a Kv 4)	9
3.1.3. Oblast SO 02 – vrt Kv 5	10
4. Doplnující vrtný průzkum	10
4.1. Geologická dokumentace	10
4.2. Podzemní voda a její agresivita.....	12
4.3. Výsledky bodového zatížení hornin.....	12
5. Geofyzikální průzkum	13
5.1. Rozsah a metody průzkumných prací	13
5.2. Výsledky geofyzikálního průzkumu	16
6. Závěry a doporučení.....	24

PŘÍLOHY:

1 SITUACE PRŮZKUMNÝCH PRACÍ V MĚŘÍTKU 1 : 2000

- 1.1 OBLAST SO 06 (km 15,874 – 16,005)
- 1.2 OBLAST SO5 (km 16,533 – 16.461) a OBLAST SO 04 (km 16,582 – 16,919)
- 1.3 OBLAST SO 02 (km 18,309– 18,499)

2 GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE VRTU KV A

3 GEOFYZIKÁLNÍ ŘEZY PODÉLNÉ V MĚŘÍTKU 1 : 500 / 200

- 3.1 OBLAST SO 06 (km 15,874 – 16,005) - podélný profil P1
seismický rychlostní a geoelektrický oporový řez
- 3.2 OBLAST SO5 (km 16,533 – 16.461) - podélný profil P2
seismický rychlostní a geoelektrický oporový řez
- 3.3 OBLAST SO 04 (km 16,582 – 16,919) - podélný profil P3
seismický rychlostní a geoelektrický oporový řez
- 3.4 OBLAST SO 02 (km 18,309– 18,499) - podélný profil P5
seismický rychlostní a geoelektrický oporový řez

4 SCHEMATICKÉ GEOLOGICKÉ INTERPRETAČNÍ ŘEZY

- 4.1 OBLAST SO 06 (km 15,874 – 16,005)
- 4.2 OBLAST SO 04 (km 16,582 – 16,919)
- 4.3 OBLAST SO5 (km 16,533 – 16.461)
- 4.4 Andělvův jez – Příčný řez
- 4.5 OBLAST SO 02 (km 18,309– 18,499)

1. ÚVOD

Na základě smlouvy o dílo 02-0-3932-7958/18 byl v srpnu a září 2018 proveden doplňkový inženýrskogeologický a geofyzikální průzkum ve věci výstavby protipovodňových opatření proti dvacetileté vodě na horním toku řeky Bělé v obci Kvasiny. Práce navazovaly na inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum provedený firmou INGES s.r.o. v roce 2016. Terénní průzkum sestával z vyhloubení a vyhodnocení doplňkového vrtu KvA a povrchového geofyzikálního měření kombinující mělkou refrakční seismiku (MRS) s metodou multielektrodového odporového sondování (MOS/ERT). Práce budou součástí dotačního projektu „Podpora prevence před povodněmi III“ Ministerstva zemědělství.

1.1. Použitá literatura

Jako rešeršní podklady pro vypracování předkládané studie byly využity zdroje:

- Demek a Makovčín (2006): Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny, AOPK ČR, Brno
- Olmer, Kessl (1990): Hydrogeologické rajóny, Výzkumný ústav vodohospodářský, Praha
- Soukup a Koroš (2016): Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém a hydrogeologickém průzkumu – Kvasiny, protipovodňová opatření 2015-1-092, INGES s.r.o., Praha
- Quitt (1971): Klimatické oblasti Československa, Academia, Praha

2. Poměry lokality

2.1. Geomorfologické zařazení lokality

Obec Kvasiny se nachází na rozhraní na rozhraní dvou výrazně odlišných geomorfologických subprovincií. Hlavním indikátorem přechodu je změna geologického podkladu z křídových jílovců na fylity a další metamorfované horniny krystalinika Orlických hor. V rámci subprovincie české tabule tvoří západní část území obce Kvasiny okrsek rychnovský úval. Ten je charakterizován jako tektonicky podmíněný úval v povodí řek Divoké orlice a Dědiny. Skalní podklad tvoří slínovce a vápnité jílovce svrchní křídy. Na západním konci území obce dochází k výrazné geomorfologické změně v podobě ostrého přechodu do krkonošsko-jesenické subprovincie, přičemž je zde zastoupen orlickou oblastí. V rámci ní se při dílčím dělení jedná o okrsek ohnišovské pahorkatiny a podokrsek kvasinské pahorkatiny.

2.2. Klimatické poměry

Obec Kvasiny se z klimatologického hlediska nachází na rozhraní dvou typů mírně teplých oblastí. Menší část obce spadá do oblasti MT5. Ta je podle Quittovy klasifikace klimatických oblastí Československa (Quitt, 1971) charakteristická svým normálním až krátkým létem. Přechodné období je normální až dlouhé, s mírným jarem a mírným podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně chladná, suchá až mírně suchá s normální až krátkou sněhovou pokrývkou. Průměrná teplota vzduchu pro oblast je v lednu -4 až -5 °C, v přechodných

obdobích (duben a říjen) 6–7 °C a v červenci 16–17 °C. Srážkový úhrn za celý rok činí v dlouhodobém průměru v oblasti 600–750 mm, v zimním období 250–300 mm a ve vegetačním období 350–450 mm. Sněhová pokrývka je v dlouhodobém průměru zaznamenávána 60–100 dnů v roce.

Větší část obce však již spadá do mírně teplé oblasti MT11. Ta se podle Quittovy klasifikace vyznačuje svým charakteristicky dlouhým, teplým a suchým létem. Přechodné období je krátké s mírným teplým jarem a mírně teplým podzimem. Zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná teplota vzduchu pro oblast je v lednu -2 až -3 °C, v přechodných oblastech (duben a říjen) 7–8 °C a v červenci 17–18 °C. Srážkový úhrn za celý rok činí v dlouhodobém průměru v oblasti 550–650 mm, v zimním období 200–250 mm a ve vegetačním období 350–400 mm. Sněhová pokrývka je v dlouhodobém průměru zaznamenávána 50–60 dnů v roce.

2.3. Hydrologické poměry

Povodí 3. Řádu:	1-02-01	Divoká Orlice
SV Povodí 4. Řádu:	1-02-01-0590	Bělá
S Povodí 4. Řádu:	1-02-01-0620	Dlouhá Strouha
JZ Povodí 4. Řádu:	1-02-01-0600	Bělá

Na území obce Kvasy se nachází celkem tři dílčí malá povodí, která spadají pod nadřazené povodí Divoké Orlice. Dvě dílčí povodí jsou součástí toku řeky Bělé. Ta je největším přítokem právě Divoké Orlice. Délka jejího toku činí 40,6 km a plocha povodí čítá 214,4 km². Bělá pramení na jižním svahu Vrchmezí v nadmořské výšce 1048 m n. m. Její tok má převážně JZ směr. Jejím největším přítokem je levostranná Kněžná, se kterou se stéká u Častolovic. Bělá si v horním toku udržuje poměrně silný peřejnatý charakter, který drží až po Černíkovice. Teprve po té mění svůj charakter na nivní poklidný tok.

Dílčí povodí v podobě Dlouhé strouhy představuje uměle vytvořený středověký kanál. Dlouhá strouha byla vytvořena na přelomu 15. a 16. století k podpoře plnění velkého Černíkovického rybníka. Jedná se tedy o odvod vody z Bělé, do které se v podobě potoku Chobot pod Černíkovici opět vrací.

2.4. Geologické poměry

Obec Kvasiny se rozkládá z převážné části na území tvořeném zpevněnými svrchnokřídovými sedimenty. Především se jedná o písčité slínovce a spongilitické jílovce bělohorského souvrství. To ze stratigrafického hlediska odpovídá stáří spodního až středního turonu. Místní slínovce se vyznačují poměrně masivním vzhledem, který je způsoben lokální silicifikací a odpovídá orlicko-žďárskému vývoji.

V menší části jihozápadní části Kvasin tvoří přípovrchové skalní podloží slínovce a vápenaté prachovce jizerského souvrství. Z hlediska geneze se jedná o Lužický vývoj. Stářím jizerské souvrství odpovídá střednímu až svrchnímu turonu. Vyznačuje se poměrně častým až rytmickým výskytem čistě vápenatých poloh.

Na severovýchodním konci Kvasin se při vyklínění křídových vrstev v podobě izolované šupiny vyskytují i málo mocné polohy korycanských pískovců. Jejich složení je poměrně

proměnlivé. Především se jedná o křemité a jílovité pískovce. Mohou se však vyskytnout polohy obsahující glaukonit.

Na severozápadním konci, jak již bylo zmíněno, vychází na povrch horniny krystalinika. Jedná se o fylity a křemité metatrachyty novoměstské skupiny. Ty náleží do oblasti západosudetské (lugikum), respektive se jedná o krystalinikum Orlických hor.

Z hlediska kvartérního pokryvu převažují na území obce Kvasiny fluvialní uloženiny vázané na tok řeky Bělé, které jsou převážně hlinitopísčitého až hlinitokamenitého charakteru. Nezřídka se dají v záznamech vysledovat i povodňové sedimenty. Na ně navazují deluvialní a deluviofluvialní sedimenty bočních údolí. V tomto případě se jedná o charakterově o smíšené sedimenty s výplavovými kužely. V polohách nad údolím se pak ještě vyskytují spraše a sprašové hlíny. Největší akumulace se nachází v jihozápadní části při Solnici. V přímém povodí Bělé však převažují štěrky a štěrkopísky popsané zprávou Soukup a Koroš (2016).

2.5. Hydrogeologické poměry

Z hlediska regionálně hydrogeologického členění se obec Kvasiny z dominantní části nachází v území hydrogeologického rajónu 4222 – Podorlická křída v povodí Orlice, kterému odpovídá stejnojmenný útvar podzemních vod 42220. Rajón tvoří křídové zpevněné sedimentární horniny vymezené okrajem krystalinika Orlických hor a jílovickou poruchou. Jižní hranice je definována hydrogeologickou rozvodnicí, ostatní hranice jsou tektonického charakteru. Mocnost křídý vlivem poměrně četných tektonických struktur v prostoru značně kolísá. Díky opočenské a libřické antiklinále se se v prostoru rajónu vyčleňují jaroměřská synklinála a severní pokračování ústecké synklinály. V rajónu 4222 je utvořen převážně pouze spodnoturonský kolektor vázaný na bělohorské souvrství, který nasedá na předkřídové podloží. Mladší sedimenty křídý tvoří stropní izolátor. Bazální cenomanský kolektor se nachází pouze lokálně na jihovýchodě území kolem Vamberka. Chemické složení vod je typu Ca-HCO_3 s mineralizací 300-500 mg/l. Celkově jsou místní vody poměrně značně železité a s vyššími obsahy dusičnanů. Zranitelnost kolektoru je vysoká, pouze v oblastech jaroměřské a ústecké synklinály se vyskytuje ochranný strop.

Na severovýchodním konci obce Kvasiny zasahuje malým výběžkem v prostoru kolem továrny Port i okraj rajónu 6420 – Krystalinikum Orlických hor, jemuž odpovídá i stejnojmenný útvar podzemních vod 64200. Rajón je vymezen krystalinikem lugika v rozsahu prakticky shodném s geomorfologickým celkem Orlických hor. Okraje rajónu tvoří hranice rozsahu křídý (česká křídová pánev a králický prolom). Skalní podklad tvoří stroňská série tvořená převážně ortorulami, migmatity, svory, pararuly s vložkami kvarcitů a amfibolitů. Jihovýchodní část pak tvoří novoměstská série tvořená fylity, metadrobami s vložkami grafitických fylitů a kvarcitů. Oběh podzemní vody je vázán výhradně na puklinové prostředí. Největších propustností dosahuje podloží na tektonických poruchách většího rozsahu a na jejich křížení. Regionální propustnosti jsou však nízké. Infiltrační oblastí kolektoru je v podstatě celá jeho plocha. Zranitelnost kolektoru je vysoká. V magmatických horninách jsou vyšší průtoky než v oblasti krystalinika.

2.6. Území ochrany a ochranná pásma

Na území obce Kvasiny se z hlediska znění zákona 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny nenachází žádná chráněná velkoplošná ani maloplošná území. Nejbližší chráněné území – CHKO Orlické Hory se rozkládá podél toku Bělé až za hranicí Skuhrova nad Bělou.

Území obce Kvasiny je však součástí IIb stupně ochranného pásma vodního zdroje „Císařská louka“, které bylo vyhlášeno rozhodnutím vodoprávního úřadu v Rychnově nad Kněžnou dne 4.2.1995 pod č.j. ŽP 1181/94 – 231/2.

3. Předcházející průzkum

Původní průzkum byl schválen na základě rozhodnutí městského úřadu Rychnov nad Kněžnou č.j. OVŽP-33488/15-6159/2015-Ku z dne 4.12.2015. Průzkumné práce proběhly pod vedením firmy INGES s. r. o. v lednu 2016. Celkem bylo odvrtno pět jádrových vrtů s pracovním označením Kv 1 až Kv 5. Hloubky vrtů se dle zastižení skalního podkladu pohybovaly v rozmezí 3,0 až 7,0 m. Kromě vrtu Kv 3 byly veškeré vrty po dokumentaci zlikvidovány zpětným záhozem. Vrt Kv 3 byl vystrojen a zaopatřen jako hydrogeologický monitorovací vrt. V rámci průzkumu na něm byly následně realizovány hydrodynamické zkoušky. Přehled informací o vrtných pracích a zastiženém skalním podloží přináší tabulky 1 a 2.

Tab. 1: Přehled vrtů vyhloubených během průzkumu z roku 2016

Vrt	Parcela číslo	Majitel pozemku	Hloubka		Výstroj
			projektovaná	skutečná	
Kv 1	2328	Obec Kvasiny, č.p. 81, 517 02 Kvasiny	6 m	3,0 m	ne
Kv 2	155/1	Obec Kvasiny, č.p. 81, 517 02 Kvasiny	5 m	4,0 m	ne
Kv 3	1411/2	Obec Kvasiny, č.p. 81, 517 02 Kvasiny	7 m	7,0 m	ano
Kv 4	111/2	Hanuš Milan, č.p. 244, 517 02 Kvasiny	6 m	3,5 m	ne
Kv 5	7	Obec Kvasiny, č.p. 81, 517 02 Kvasiny	4 m	4,0 m	ne

Tab. 2: Přehled úrovní a skalního podloží vrtů

vrt	nadmořská výška (m pod terénem)	úroveň skalního podloží (m pod terénem)	úroveň skalního podloží (m n. m.)	typ skalního podloží
Kv 1	340,3	1,5	338,8	slínovec
Kv 2	345,5	2,9	342,6	slínovec
Kv 3	348,3	4,2	344,1	slínovec
Kv 4	350,9	3,3	347,6	slínovec
Kv 5	362,4	2,4	360,0	fylit

Z přehledu vyplývá, že v prostoru údolní nivy Bělé mezi vrty Kv 1 až Kv 4 je skalní podloží tvořeno střednoturonskými slínovci, které se nachází v hloubkách 1,5 až 4,2 m pod terénem. V oblasti od vrtu Kv 5 dále na SV pak tvoří skalní podklad prevariské fylity novoměstské skupiny krystalinika Orlických hor, které se nachází od hloubek 2,5 m pod terénem.

Na svrchní zvětralinový plášť místních hornin, tvořený povětšinou písčitymi hlínami, pak nasedají pleistocenní terasovité hrubozrnné štěrky Bělé. Jejich mocnost kolísá mezi 0,5 až 2,0 m. Především na ně je vázáno místní mělké zvodnění podzemních vod. Z provedené čerpací zkoušky na vystrojeném vrtu Kv 3 byl stanoven koeficient propustnosti k_f v hodnotě $5,8 \cdot 10^{-4}$ m/s

a koeficient transmisivity $T = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Z hlediska chemické povahy, respektive z pohledu agresivity na betonové konstrukce se jedná o vody neagresivní. Veškeré ukazatele se dle ČSN EN 206 nachází pod hranicí kategorie nízké agresivity XA1. Dle ČSN 03 8372 však vody vykazují zvýšenou až velmi vysokou agresivitu na ocel (stupeň agresivity III.). Údaje o zastižené podzemní vodě přináší tabulka 3:

Tab. 3: Přehled zastižených úrovní podzemních vod

Vrt	Nadmořská výška terénu (m n.m.)	Hladina podz. vody naražená	Hladina podz. vody ustálená
Kv 1	340,3	nenaražena	-
Kv 2	345,5	2,3 m pod ter. (343,2 m n.m.)	2,17 m pod ter. (343,33 m n.m.)
Kv 3	348,3	1,6 m pod ter. (346,7 m n.m.)	1,58 m pod ter. (346,72 m n.m.)
Kv 4	350,9	1,7 m pod ter. (349,2 m n.m.)	1,61 m pod ter. (349,29 m n.m.)
Kv 5	362,4	1,8 m pod ter. (360,6 m n.m.)	1,74 m pod ter. (360,66 m n.m.)

3.1. Shrnutí výsledků průzkumu dle oblastí

Z hlediska přehlednosti a následné interpretace byly výsledky původního průzkumu z roku 2016 rozděleny podle oblastí geofyzikálních prací doplňujícího průzkumu a dle jednotlivých stavebních objektů (SO). Výsledky vrtu Kv 1 byly zahrnuty do oblasti 1 (SO06). Oblast 3 (SO04) zahrnovala vrty Kv 2 a Kv 3 s přihlédnutím ke vzdálenějšímu vrtu Kv 4. K oblasti 5 (SO02) pak byly přiřazeny výsledky z vrtu Kv 5.

3.1.1. Oblast SO 06 – vrt Kv 1

V prostoru geofyzikálního profilu 1 byl v rámci předcházejícího průzkumu odvrtný průzkumný vrt Kv 1 do hloubky 3,0 m pod terénem. V jeho okolí, to je na pravém břehu Bělé, se předpokládá výstavba liniového protipovodňového opatření v délce 140 m. Vrt byl vyhlouben do hloubky 3,0 m pod terénem. Pod 0,6 m mocnou vrstvou humózní písčité hlíny se nacházely 0,5 m mocné štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy. Bázi zeminného pokryvu tvořily 0,4 m mocné eluviální písčité hlíny. V hloubce 1,5 m pod terénem byly zastiženy zdravé spongilitické písčité slínovce. Hladina podzemní vody nebyla zastižena.

3.1.2. Oblast SO 04 – vrty Kv 2, Kv 3 (a Kv 4)

V prostoru, kde byly vyhloubeny vrty Kv 2 a Kv 3 se předpokládá výstavby liniového protipovodňového opatření v délce 280 m na pravém břehu Bělé. Při Kv 2 se navíc na toku Bělé předpokládá odstranění stávajícího jezu a úprava nivelety dna.

V oblasti mezi vrty Kv 2 a Kv 3 proti směru toku Bělé narůstá mocnost kvartérního pokryvu z 2,9 m na 4,2 m. Směrem dále proti proudu se pak mocnost pokryvu opět snižuje na 3,3 m. Vrt Kv 2 byl vyhlouben 40 m po proudu za stávajícím geofyzikálním profilem 3 do hloubky 4,0 m pod terénem. Do hloubky 1,6 m od povrchu byly zastiženy kamenito štěrkovité navážky. Pod nimi se nacházely 0,8 m mocné fluviální štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy, které nasedali na 0,5 m mocné eluvium spongilitických písčitých slínovců v podobě tuhých písčitých hlín. Podzemní voda byla naražena v hloubce 2,3 m pod terénem a ustálila se v hloubce 2,17 m p.t. (tj. 343,33 m n. m.). Podzemní voda nevykazovala agresivitu na beton, avšak z pohledu ČSN 03 8372 vykazovala voda III. stupeň agresivity na ocel vzhledem k hodnotám měrné vodivosti.

Vrt Kv 3 byl hlouben do hloubky 7,0 m pod terénem. Svrchní pokryv do hloubky 0,7 m pod terénem tvořily kamenito štěrkovité navážky, pod nimiž se nacházely fluvialní štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy o mocnosti 1,6 m. Bázi pokryvu představovaly tuhé eluviální písčité hlíny mocné 1,9 m. V hloubce 4,2 m byly zastiženy velmi zvětřelé písčité slínovce, od hloubky 5,6 m pod terénem přecházely do mírně zvětřelé formy. Podzemní voda byla zastižena v hloubce 1,6 m pod terénem a ustálila se v úrovni 1,58 m (tj. 346,72 m n. m.). Z hydrodynamických zkoušek na vrtu byl stanoven koeficient propustnosti k_f v hodnotě $5,8 \cdot 10^{-4}$ m/s a koeficient transmisivity $T = 3,0 \cdot 10^{-3}$ m²/s. Podzemní voda vykazovala III. stupeň agresivity na ocel, vzhledem k betonu nevykazoval žádnou agresivní složku.

Vrt Kv 4 byl hlouben 187 m za koncem profilu 3 proti proudu Bělé. Vrt byl odvrtán do hloubky 3,5 m pod terénem. Oproti prostoru mezi vrtu Kv 2 a Kv 3 se zde nenacházejí žádné navážky. Pod 0,3 m mocnou vrstvou humózní písčité hlíny se nacházely 1,9 m mocné fluvialní štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy, které nasedaly na tuhé písčito-hlinité eluvium spongilitických písčitých slínovců. Mírně zvětřelé slínovce se nacházely od hloubky 3,3 m pod terénem. Podzemní voda byla zastižena v hloubce 1,7 m pod terénem a ustálila se v hloubce 1,61 m p.t. (tj. 349,29 m n. m.). Podzemní voda nevykazovala agresivitu vzhledem k betonu, oproti ostatním vrtům však vykazovala IV. stupeň agresivity vůči oceli.

3.1.3. Oblast SO 02 – vrt Kv 5

V oblasti severovýchodního konce obce Kvasiny se uvažuje o rekonstrukci bočních zdí, odstranění jezu a úpravě nivelety dna. Vrt Kv 5 byl vyhlouben 58 m pod posledním geofyzikálním profilem směrem po proudu Bělé. Skalní podloží je zde již tvořeno fylity novoměstské série krystalinika Orlických hor protkané tělesy metatrachytů. Vrt Kv 5 byl odvrtán do hloubky 4,0 m pod terénem. Z jeho záznamu vyplynulo, že pod 0,9 m mocnou kamenitých navážek se nachází 1,5 m moc fluvialní štěrky Bělé, které nasedají v hloubce 2,4 m pod terénem na mírně zvětřelé fylity. Podzemní voda byla zastižena v hloubce 1,8 m pod terénem, načež se ustálila v úrovni 1,74 m p. t. (tj. 360,66 m n. m.). Podzemní voda nevykazovala agresivitu vzhledem k betonu, podobně však jako v případě vrtu Kv 4 vykazovala IV. stupeň agresivity vůči oceli.

4. Doplnující vrtný průzkum

Na základě požadavků objednatele, především s ohledem na provedení následného geofyzikálního průzkumu byl na vytyčené pozici mezi objektem garáží a místním hřištěm vyhlouben doplňující průzkumný vrt Kv A. Vrt byl situován poblíž středu profilu P3. Jeho cílem bylo především upřesnění hloubky skalního podloží, jelikož dříve odvrtané vrtu Kv 2 a Kv 3 naznačovaly existenci lokální deprese. Vrtné práce provedla firma Studny, vrtu – Erik Tomek pod vedením vrtmistra Jana Velinského. Vrt byl vyhlouben dne 3. 8. 2018. Konečná hloubka vrtu byla 5,8 m pod terénem.

4.1. Geologická dokumentace

Zastižené zeminy a skalní horniny byly geologem makroskopicky popsány a zaříděny dle ČSN 73 6133 s přihlédnutím ke starší zrušené normě ČSN 73 1001. Skalní podloží bylo zastiženo v hloubce 5,4 m pod terénem. Z hloubky 4,7-5,0 byl odebrán vzorek zastižené zeminy pro indexové zkoušky. Z báze vrtu pak byl odebrán vzorek horniny za účelem provedení

pevnostních zkoušek metodou load-point testu. Výsledky zastiženého litologického profilu poskytuje tabulka 3:

Tab. 3: Popis a zatřídění zemin a hornin zastižených vrtem Kv A

Hloubkový interval	Vrt Kv A - popis vrstvy	Zatřídění dle ČSN 73 6133
0,0 – 0,3	Hlína písčitá – světle hnědá, obsah štěrkovité frakce - valouny i ostrohranné úlomky 2-5 cm (15 %), slabě plastická - navážka	MSY
0,3 – 1,4	Štěr s příměsí jemnozrnné zeminy – šedohnědý, štěrkovitá frakce především subangulární (60 %), matrice nevytříděný písek, obsah subangulárních úlomků cihel do velikosti 2 cm (<5 %), středně ulehlý - navážka	G-FY
1,4 – 1,9	Písek s příměsí jemnozrnné zeminy – světle hnědý, jemnozrnná příměs především prachovitá, obsah štěrkové frakce podlouhlé suboválné o velikosti 1-4 cm (25 %), středně ulehlý – navážka	S-FY
1,9 – 2,2	Štěr s příměsí jemnozrnné zeminy – béžově hnědý, štěrková frakce subangulární o velikosti 2-10 cm (65 %), středně ulehlý - navážka	G-FY
2,2 – 2,7	Štěr s příměsí jemnozrnné zeminy – tmavě hnědý, hlavní frakce tvoří jemný štěr 0,6-3 cm (60 %), občasně se vyskytuje i kamenitý, frakce – suboválná do 7 cm (<10 %), zvodnělý - fluvialní sediment	G3 G-F
2,7 – 3,0	Štěr hlinitý – tmavě hnědý, hlavní frakce jemný štěr 0,5-1 cm (40 %), obsah deskovitých valounů do velikosti až 12 cm (30 %), středně ulehlý, mokrá - fluvialní sediment	G4 GM
3,0 – 3,6	Hlína štěrkovitá – okrová, rezivě šmouhovitá, při bázi obsah štěrkové frakce v podobě krystalických valounů (20 %), středně plastická, tuhá - deluviofluvialní sediment	F1 MG
3,6 – 4,4	Hlína písčitá – šedá, rezivě flekatá, občasný obsah valounů metatrachytu, pevná, středně plastická, vlhká – deluvialní sediment	F3 MS
4,4 – 4,7	Hlína písčitá – šedě okrová, rezivě flekatá, obsahuje značné množství velmi zvětralých slínovcových střípků, tuhá – deluvialní sediment	F3 MS
4,7 – 5,1	Hlína písčitá – šedá, rezivě flekatá, značně prachovitá, středně plastická, pevná – deluvialní sediment	F3 MS
5,1 – 5,4	Hlína štěrkovitá – okrově šedá, obsah štěrkovité frakce 1-4 cm suboválné (40 %), středně plastická, pevná – fluvialní sediment	F1 MG
5,4 – 5,5	Slínovec velmi zvětralý – šedě okrový, střípkovitě rozpadavý, značně rozpukaný (extrémně malá vzdálenost diskontinuit), v prstech obtížně lámatelný, pouze jedním úderem kladiva rozbitelný, měkký až velmi měkký	R4/R5
5,5 – 5,8	Slínovec mírně zvětralý – světle šedý, úlomkovitě rozpadavý, v puklinách s rezivě-okrovou písčitohlinitou výplní, silně rozpukaný, malá vzdálenost široce rozevřených diskontinuit, všesměrná struktura, rozbitelný několika údery kladiva, pevný	R3

Z hlediska zhodnocení a srovnání s dřívějšími výsledky průzkumu se jednalo o obdobný vrstevní sled odpovídající vrtů Kv 2 a Kv 3. Oproti nim však narostla mocnost jednotlivých vrstev. Vrt Kv A byly zastiženy svrchní navážky do celkové mocnosti 2,2 m pod terénem. Jejich charakter byl obdobný jako v případě fluvialních štěrkových uloženin, jejich písčité frakce však byla jemnozrnnější a obsahovali větší podíl prachovitých částic. Fluvialní štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy dosáhly celkové mocnosti 0,5 m. I v tomto případě na ně bylo vázáno hlavní zvodnění. Písčité frakce byla výrazně angulární a hrubozrnná. Bázi svrchních fluvialních sedimentů tvořila vrstva hlinitého štěrku o mocnosti 0,3 m. Při genezi podložních vrstev se uplatnily především svahové procesy. Ve svrchní části se jednalo o tuhé výrazně železem zbarvené štěrkovité a písčité hlíny, při jejichž genezi se kromě svahových procesů uplatnily i doprovodné fluvialní. Ve spodní části se jednalo v podstatě o redeponované eluvium, ve kterém bylo částečně zachováno původní vrstvení. Písčité hlíny ve spodní části byly tuhé konzistence. Na přechodu do skalního podloží se opět nacházela vrstva fluvialních sedimentů v podobě hlíny štěrkovité, která byla složena z výrazně oválných křemenných a horninových valounů v hlinitopísčité pevné matici. Skalní podloží tvořila na přechodu 0,3 m mocná vrstva velmi zvětralého střípkovitě rozpadavého písčitého slínovce. Bázi vrtu tvořily 10 cm velké úlomky mírně zvětralého písčitého slínovce. Ten byl silně rozpukavý, přičemž pukliny byly široce otevřené s písčitohlinitou výplní.

Z důvodu zhodnocení vlastností hlavního zastoupeného geotypu byl odebrán porušený vzorek písčité hlíny z hloubky 4,7-5,0 m p.t. Z výsledků analýz vyplynulo, že se jedná o hlínu písčitou středně plastickou s koeficientem propustnosti stanoveného dle Hazena v hodnotě $2,5 \cdot 10^{-7}$ m/s. Zemina dle zrnitostní křivky spadá do kategorie nebezpečně namrzavých zemin.

4.2. Podzemní voda a její agresivita

Podzemní voda byla naražena v hloubce 2,3 m pod terénem. Zvodnělé byly fluvialní sedimenty Bělé až do hloubky 3,0 m pod terénem. Zvodnění bylo slabé, přesto komplikovalo vrtné práce. Ustáleného stavu podzemní vody však nebylo dosaženo, jelikož voda prosakovala do níže navrtaných horizontů svrchního rozpukání skalního podloží. Z výsledků odebraného vzorku vyplynulo, že vzhledem k betonovým konstrukcím je voda neagresivní, respektive je ve všech parametrech pod minimální hodnotou kategorie XA1. Voda však vykazuje velmi vysokou agresivitu na ocel (díky zvýšenému obsahu agresivního CO_2), tedy dle ČSN 03 8375 se jedná o stupeň IV. Výsledky stanovení agresivity jsou ve shodě s výsledky z původního výzkumu z roku 2016.

4.3. Výsledky bodového zatížení hornin

Vzhledem k požadavku zakládání budoucích protipovodňových opatření na pilotách byly vzorky zastižené skalní horniny z báze vrtu podrobeny zatěžovacím zkouškám. Jednalo se o vzorky mírně zvětralých slínovců. Hodnocení pevnosti bylo provedeno formou bodového zatížení (point-load test), který se provádí na standardizované výšce vzorku 5 cm. V případě odlišné výšky zkoušeného vzorku se pak provádí korekce na standardizovanou výšku dle přepočtového grafu. Přehledné výsledky zkoušených vzorků přináší tabulka 4:

Tab. 4: Výsledky bodového zatížení hornin

označení vzorku	vrt	hornina	metráž (m p.t.)	výška (cm)	šířka (cm)	Index pevnosti (MPa)	Index pevnosti po korekci dle grafu (MPa)	Třída pevnosti
VZ-1	Kv A	slínovec	5,5 – 5,8	4,1	9,2	26,3	21	R3
VZ-2	Kv A	slínovec	5,5 – 5,8	6,2	7,5	13,7	17	R3
VZ-3	Kv A	slínovec	5,5 – 5,8	5,3	6,2	17,4	18	R3
VZ-4	Kv A	slínovec	5,5 – 5,8	3,6	5,3	25,9	20	R3
VZ-5	Kv A	slínovec	5,5 – 5,8	3,2	4,4	20,3	14	R4/R3

Zkoušky byly provedeny jak ve směrech kolmých na zvrstvení, tak i ve směru, kdy byl vrstevní sled souběžný s osou prováděných zkoušek. Z výsledků vyplývá, že zastížené písčité slínovce odpovídají pevnostní kategorie R3 a jejich pevnostní anizotropie je minimální.

5. Geofyzikální průzkum

V rámci průzkumu byly pro zjištění geotechnických poměrů ve vybraných částech lokality použity následující průzkumné metody:

- archivní šetření;
- geofyzikální měření;
- geodetické zaměření průzkumných prací (S-JTSK, Bpv.).

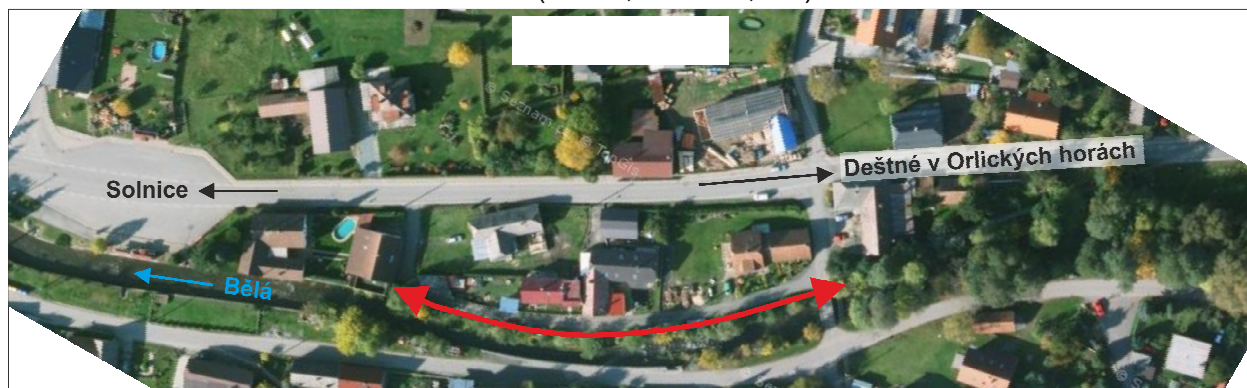
5.1. Rozsah a metody průzkumných prací

Jako součást doplňkového inženýrsko-geologického průzkumu na akci „Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, č. akce 229180012“ byl dle požadavků objednatele proveden geofyzikální průzkum ve vybraných úsecích trasy plánovaných protipovodňových opatření. Cílem geofyzikálních měření bylo především posouzení charakteru geologického prostředí a vysledování proměnlivosti geomechanických a litologických vlastností geologického prostředí do zájmové hloubky (cca 5 - 10 m). Výhodou geofyzikálních metod při realizaci průzkumu je relativně hustý krok měřeného fyzikálního parametru zároveň s odpovídajícím hloubkovým dosahem, umožňující interpolaci sledovaných údajů v řezu zemním a horninovým prostředím mezi jednotlivými sondážními objekty a vytvoření spojitého obrazu zkoumaného prostředí.

Geofyzikální měření bylo provedeno na podélných profilech paralelních s tokem řeky Bělé. Geofyzikální průzkum byl realizován ve čtyřech oddělených úsecích označených dle odpovídajících stavebních objektů SO 02, SO 04, SO 05, SO 06. Úseky byly seřazeny v textu dle stoupající metráže trasy toku a realizovaných průzkumných vrtů.

Oblast SO 06 byla vymezena přibližně km 15,874 – 16,005 dle staničení trasy stavby a nacházela se na pravém břehu Bělé.

Obr. 1: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO 06; orientační situace zájmového úseku (km 15,874 – 16,005)



Oblast SO 05 se nacházela na levém břehu Bělé v prostoru Andělova jezu a byla vymezena přibližně km 16,533 – 16,461 dle staničení trasy stavby.

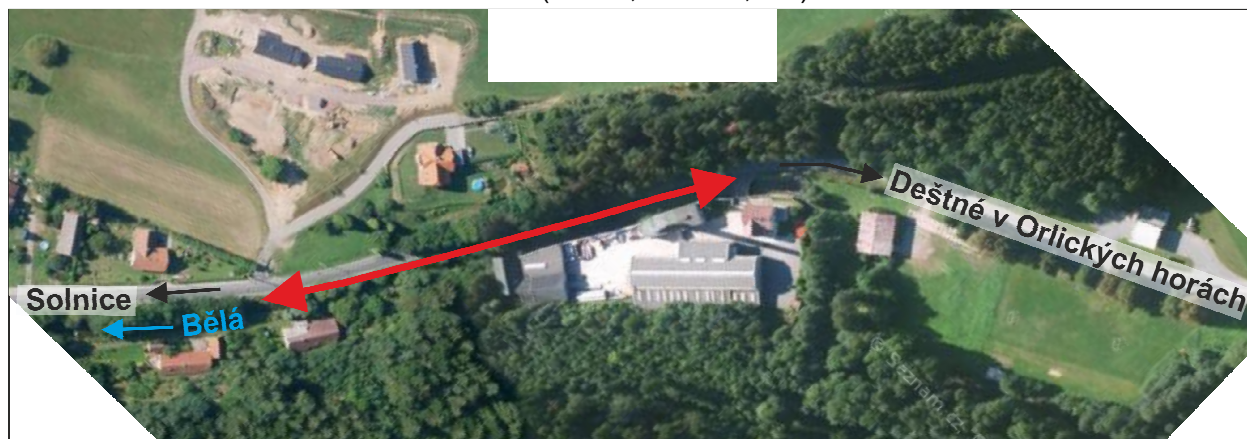
Oblast SO 04 ležela na pravém břehu řeky a byla nejdelším souvislým zájmovým úsekem. Rozsah průzkumných prací byl vymezen přibližně km 16,582 – 16,919 dle staničení trasy stavby.

Obr. 2: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO04; orientační situace zájmového úseku (km 16,582 – 16,919)



Posledním úsekem s realizovaným geofyzikálním průzkumem byla **oblast SO 02** ležící na pravém břehu. Rozsah průzkumu byl vymezená přibližně km 18,309– 18,499 dle staničení trasy stavby.

Obr. 3: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO 02; orientační situace zájmového úseku (km 18,309– 18,499)



Všechny profily byly v terénu vytýčeny pomocí počátečních a lomových bodů stanicí GPS dle podkladu předaného zadavatelem průzkumu. Situace a rozsah geofyzikálních profilů je uveden v příloze 1 – Situace průzkumných prací.

Ke geofyzikálnímu průzkumu byly, na základě charakteristiky očekávaných typů prostředí lišících se navzájem svými fyzikálními vlastnostmi (elastické parametry prostředí a faciální zastoupení jemnozrnných zemin) a zaměření řešené úlohy, zvoleny geofyzikální metody mělké refrakční seismiky a multielektrodového odporového sondování.

Mělká refrakční seismika (MRS) na základě studia chování lomených seismických vln mapuje rozhraní mezi pokryvem charakteru nepevných zemin a podloží tvořeným skalními, eventuálně poloskalními horninami. Sledovaným parametrem jsou rychlosti šíření seismických vln podávající obraz o rozložení seismických rychlostí pronikajících do zemního prostředí. Tyto rychlosti jsou přímo závislé na elastických parametrech prostředí a nesou v sobě informace o zvětření či rozpukání hornin a u pokryvných útvarů hornin pak především o jejich konzistenci, či ulehlosti. Seismická měření byla realizována s krokem snímačů 4 m. Při měření byla použita 24 kanálová seismická aparatura ABEM Terraloc Mk-VI se snímači SM-7. Při jednom položení bylo registrováno 24-mi geofony s registrací z 12 zdrojových bodů seismického signálu umístěných v trase profilu. Zdrojem seismické energie byly úderky 8 kg palice do speciální podložky. Při registraci byla prováděna sumace signálu ze 3 až 20 úderů na každém bodě. Terénní geofyzikální práce probíhaly v týdnu od 13. do 17. 8. 2018.

Seismická data měřená metodou mělké refrakční seismiky zaznamenaná v digitální formě byla po prvotních filtracích rušivých vlivů zpracována metodou seismické tomografie programem Rayfract. Výsledkem zpracování jsou seismické rychlostní modelové řezy, ve kterých je prostřednictvím izoliní (m.s^{-1}) zobrazeno gradientové rozložení rychlosti šíření seismických vln v zemním prostředí s hloubkou. Výsledkem iteračních výpočetních postupů jsou rychlostní modelové řezy s izoliniemi rozložení rychlosti šíření seismických vln v zemním prostředí. Hodnotám rychlostí seismických vln získaným uvedenými výpočetními postupy byly přiřazeny geomechanické vlastnosti dle ČSN 73 6133.

Geoelektrické odporové metody zkoumají prostředí z hlediska změn měrného elektrického odporu. Pro průzkum lokality byla zvolena metoda **multielektrodového odporového sondování (MOS)**. Měření zaváděného stejnosměrného elektrického proudu do

zemního prostředí pomocí tyčovitých elektrod se souběžnou registrací potenciálového rozdílu vyvolaného budícím proudem umožňuje s využitím modifikovaného Ohmova zákona určit s použitým krokem měření 2 m změny měrného elektrického odporu v zemním prostředí ve směru horizontálním, v závislosti na rostoucím rozestupu proudových elektrod pak změny ve směru vertikálním. K měření metodou multielektrodového odporového sondování byla použita aparatura ARES (GF-Instruments). Vzdálenost elektrod byla 2 m ve Schlumbergerově uspořádání elektrod s maximálním rozestupem proudových elektrod AB 94 m, který odpovídá v daných podmínkách hloubkovému dosahu kolem 15 m. Omezené prostorové možnosti v blízkosti Andělova jezu (SO 05) byly důvodem pro snížení maximálního rozestupu elektrod na 62 m s hloubkovým dosahem kolem 10 m. Multielektrodová odporová měření byla kvantitativně zpracována programem RES2DINV. Výsledkem tohoto početního zpracování jsou spojitě odporové modelové řezy, ve kterých byly použity výsledné odporové modely šesté iterace. Jednotlivá prostředí dvourozměrného modelu jsou charakterizovány svým umístěním v řezu, rozměry a měrným odporem.

Výsledky geofyzikálních měření jsou shrnuty v kapitole 5.2., zároveň jsou předmětem samostatných příloh č. 3.1 – 3.4. Interpretace výsledků geofyzikálních měření lze použít pro spojitou interpretaci geologických řezů, při konstrukci rozhraní mezi pokryvem a vrstvami skalního podloží v různém stupni zvětrání a rozpukání.

5.2. Výsledky geofyzikálního průzkumu

Výstupem geofyzikálního průzkumu jsou seismické rychlostní a odporové řezy zobrazující rozložení jednotlivých fyzikálních parametrů v trase zvoleného profilu. Jednotlivým fyzikálním vlastnostem je možné přiřadit litologické a pevnostní charakteristiky. Takto interpretované výsledky měření geofyzikálními metodami (přílohy 3.1 – 3.4) lze využít při sestavování průběhu geologických a geomechanických rozhraní v inženýrskogeologických řezech a při upřesnění rozsahu jednotlivých typů zemin v prostředí kvartérního pokryvu.

Metodou mělké refrakční seismiky byl sledován průběh změny geomechanických vlastností s hloubkou prostřednictvím seismického rychlostního řezu se zobrazením izoliní rychlostí elastických vln (m.s^{-1}), který v podmínkách lokality zohledňuje stupeň konsolidace zemin a hloubku a intenzitu zvětrání zastižených hornin. Podle zjištěných rychlostí šíření seismických vln je možné členit horninové prostředí na kvartérní pokryv a podložní horniny skalního či poloskalního typu. V kvartérních zeminách lze navážky s rychlostmi šíření seismických vln v rozsahu $250 - 500 \text{ m.s}^{-1}$ od fluvialních sedimentů spojených s akumulací činností říčky Bělé. Tento druh sedimentů je nad hladinou podzemní vody charakterizován rychlostmi v intervalu $450 - 700 \text{ m.s}^{-1}$. Zvodnělé fluvialní sedimenty zejména štěrkopísky se vyznačují rychlostmi zvýšenými a mohou dosahovat $800 - 1400 \text{ m.s}^{-1}$.

V podloží fluvialních uloženin se nachází eluviální a deluviální sedimenty vzniklých zvětráním a případným transportem podložních hornin, kde se seismické rychlosti mohou pohybovat mezi $450 - 700 \text{ m.s}^{-1}$. Přejít do podložních hornin lze očekávat postupný provázený nárůstem pevnosti a snižující se měrou zvětrání podložních hornin.

Podložní horniny jsou tak charakterizovány relativně širokým intervalem rychlostí od 750 do 3500 m.s^{-1} u křídových slínovců a $1200 - 5000 \text{ m.s}^{-1}$ u hornin metamorfovaných. Orientační přiřazení seismických rychlostí k třídám těžitelnosti a pevnosti hornin jsou uvedeny v tabulce 5:

Tab. 5: Závislost šíření seismických vln na pevnosti hornin

Rychlost šíření seismických vln (m.s^{-1})	třída těžitelnosti ČSN736133 (ČSN 733050*)	pevnost
250 - 500	I (2 – 3)	
450 - 700	I (3)	
700 - 1200	I (3 – 4)	R6
1200 – 1800	I – II (4 – 5)	R5
1800 – 2400	II (5)	R4
2400 – 3200	III (5 - 6)	R3
3200 - 4000	III (6)	R2
>4000	III (6 - 7)	R1

Ve sledované části lokality označených dle stavebních objektů SO 06, SO05 a SO 04 je skalní podloží tvořeno písčitými slínovci a spongilitickými jílovci bělohorského souvrství (spodního až středního turon). Spongilitické jílovce se vyznačují relativně nižší hustotou oproti písčítým slínovcům. Nižší hustota horniny snižuje rychlost šíření seismických vln v křemitých spongilitických jílovcích. V odporovém obrazu jsou tyto horniny s nižším podílem jílovité frakce prezentovány jako horniny s vyšším odporem. Zjednodušeně lze usuzovat na následující závislost mezi druhem horniny, šířením seismických vln a jejím měrným odporem:

Tab. 6: Geofyzikální charakteristiky jílovců a slínovců

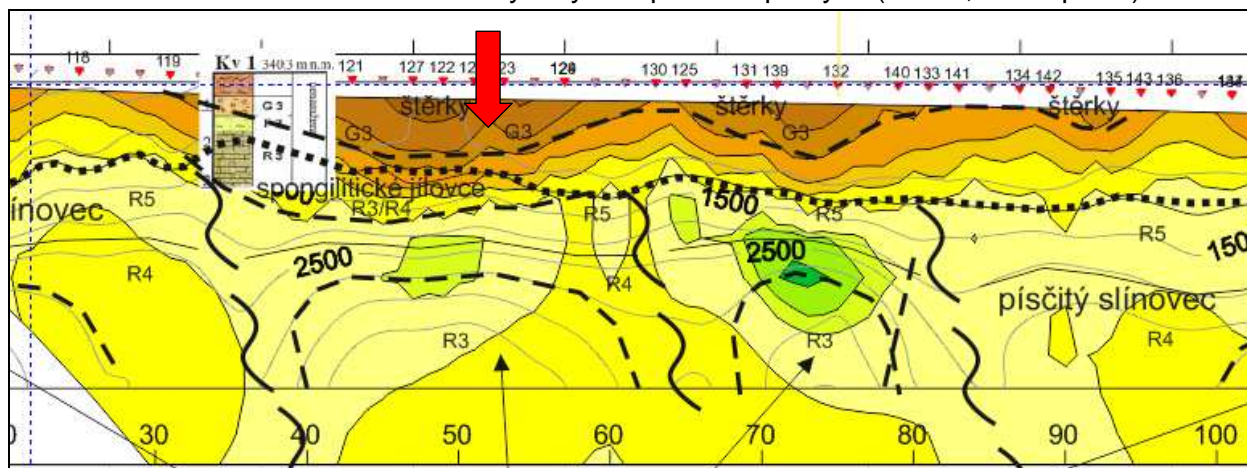
hornina	rychlost seismických vln	měrný odpor
spongilitické jílovce	nízká ↓	vysoký ↑
písčité až jílovité slínovce	vysoká ↑	nízký ↓

V oblasti SO 02 je skalní podloží tvořeno metamorfovanými horninami zastoupenými fylity a křemitými metatrachty novoměstské skupiny krystalinika Orlických hor. Křemité metatrachty se vyznačují kompaktní strukturou, která zajišťuje vyšší rychlosti šíření seismických vln. U fylitů je částečně zachována vrstevnatost, což generelně snižuje rychlost šíření seismických vln v tomto druhu horniny. V odporovém obrazu jsou tyto horniny obtížně rozlišitelné. Dobře patrné jsou v odporovém řezu poruchová pásma zajišťující proudění podzemní vody v podložních krystalických horninách.

Oblast SO 06 (km 15,874 – 16,005 / samostatné st. 0 – 140 m)

Kvartérní sedimenty na sledované lokalitě dosahují mocností 1,5 – 2,9 m. V rozsahu st. 0 – 10, 21 -35 a 118 - 132 m je v pokryvu patrná přítomnost zemin s nízkými rychlostmi šíření sekáckých vln ($250 - 500 \text{ m.s}^{-1}$), což ukazuje na přítomnost navážek s nižší ulehlostí, případně balvanitých sutí. V rozsahu st. 30 – 94 m byla v pokryvu detekována poloha hrubozrnného materiálu (štěrku, šterkopísku) zasahujícího do hloubky až 2 m, který se projevuje zvýšením měrného odporu při zachování relativně vysokých seismických rychlostí. V ostatních úsecích pokryvu převažují písčité hlíny pevné konzistence, které postupně přecházejí do eluvia podložních křídových hornin ($700 - 1200 \text{ m.s}^{-1}$).

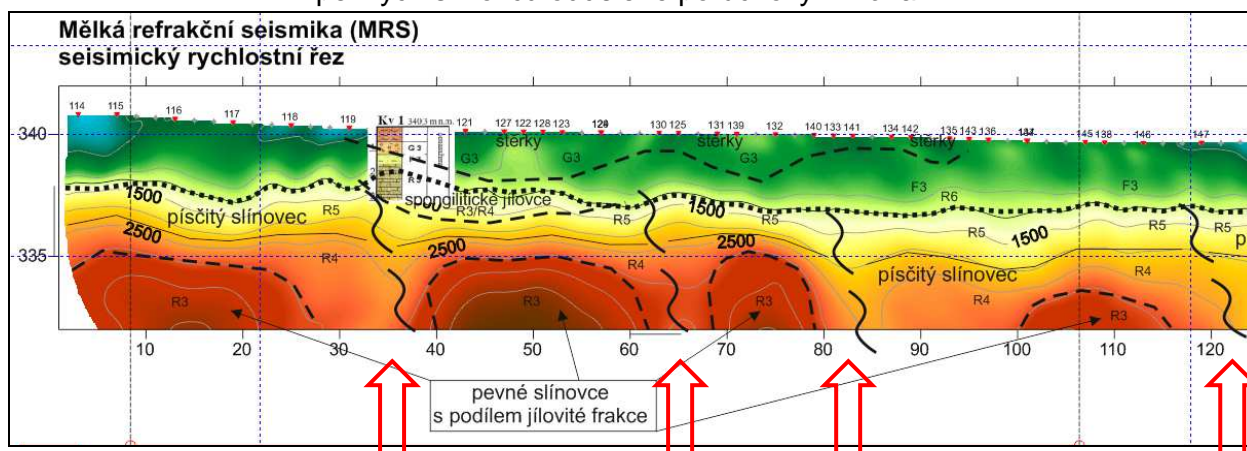
Obr. 4: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO 06 – Geoelektrický řez: poloha hrubozrnného materiálu se zvýšeným odporem v pokryvu (šterku, šterkopísku)



Seismická profilová měření zde hodnotí geomechanické vlastnosti horninového masivu jako celku, neboli určuje stupeň zvětření, spíše však intenzitu rozpukání (hustotu a stupeň otevření puklin) horninového prostředí. Hranice skalních hornin byla vedena dle tvaru a průběhu izolinií seismických rychlostí 1500 m.s^{-1} v souladu s předchozími etapami průzkumných prací.

Průběh rozhraní mezi pokryvem a horninami **skalního podkladu** je konformní s průběhem povrchu a generelně klesá z úrovně 338 na 337 m. n. m. Výjimku v generelním poklesu skalního podloží tvoří úsek mezi st. 30 – 60 m, kde je patrná plochá elevace skalních hornin tvořená spongilitickými jílovci s vyšším odporem a nižšími rychlostmi šíření seismických vln, které byly zastiženy průzkumným vrtem Kv1. V podložních křídových horninách byly interpretovány kvazihomogenní bloky pevných slínovců s podílem jílovité frakce, které vystupují přibližně na úroveň 235 m. n. m v rozmezí st. 0 -26; 40 -61; 69 - 79 a 100 - 115 m. Tyto pevnější bloky jsou odděleny poruchovými zónami v okolí st. 36; 65; 84 a 120 m v podložních křídových horninách, kdy tektonicky postižené horniny vykazují vyšší náchylnost k hlubšímu zvětření.

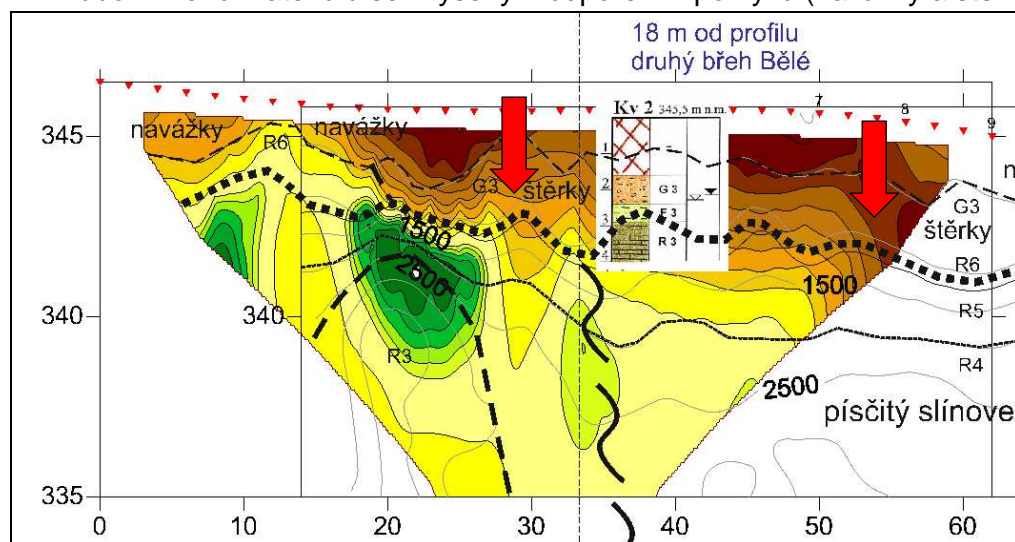
Obr. 5: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO 06 – Seismický řez: kvazihomogenní bloky pevných slínovců oddělené poruchovými zónami



Oblast SO 05 (km 16,533 – 16,461 / samostatné st. 0 – 66 m)

Kvartérní sedimenty na sledované lokalitě poblíž Andělova jezu na levém břehu Bělé dosahují mocností 0 – 3,5 m. Přibližně v rozsahu st. 0 – 20 m vystupují skalní horniny až povrchu ve formě střípkovitě rozpadavé zvětralé horniny (R6) místy překryté nepřilíš mocnými navážkami. Přibližně od st. 21 m je v trase profilu v pokryvu patrná přítomnost zemin s nízkými rychlostmi šíření seismických vln ($250 - 500 \text{ m.s}^{-1}$), což ukazuje na přítomnost navážek s nižší ulehlostí, případně balvanitých sutí. Dle místní situace se jedná o navážky spojené s konstrukcí zavezeného náhonu, jehož vstupní stavidlo je dosud dochováno. V rozsahu st. 20 – 60 m byla v pokryvu pod vrstvou navážek detekována poloha hrubozrnného materiálu (šterku, šterkopísku) zasahujícího v konci měřeného úseku do hloubky přesahující 3 m. Přítomnost hrubozrnných sedimentů se v geoelektrickém řezu projevuje celkovým zvýšením měrného odporu.

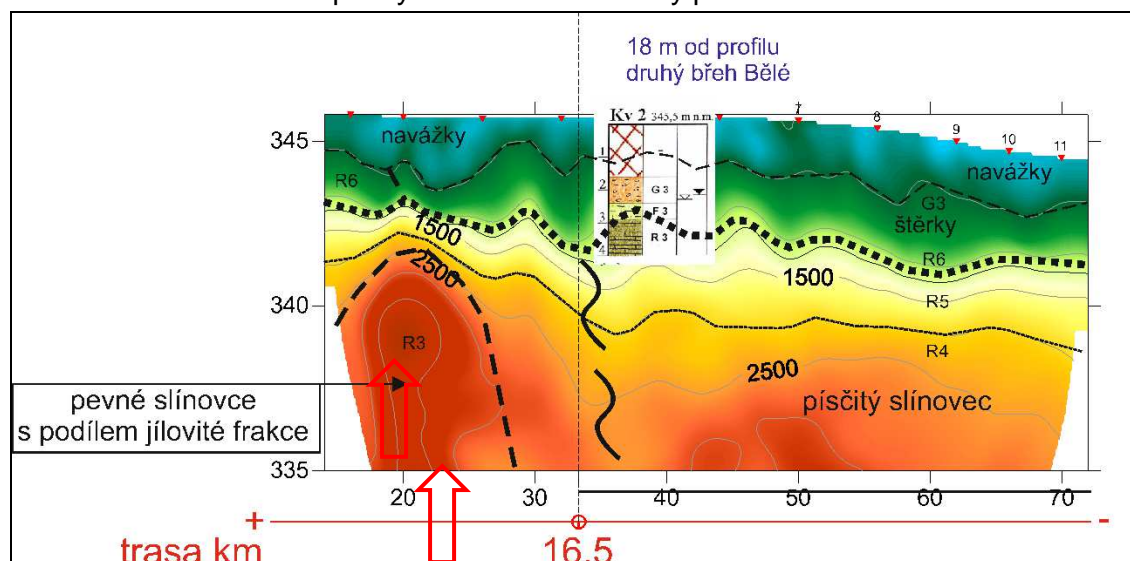
Obr. 6: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO 05 – Geoelektrický řez: poloha hrubozrnného materiálu se zvýšeným odporem v pokryvu (navážky a šterky / šterkopísky)



Seismická profilová měření zde hodnotí geomechanické vlastnosti horninového masivu jako celku, neboli určuje stupeň zvětrání, spíše však intenzitu rozpukání (hustotu a stupeň otevření puklin) horninového prostředí. Hranice skalních hornin byla vedena dle tvaru a průběhu izolinií seismických rychlostí 1200 m.s^{-1} v souladu s předchozími etapami průzkumných prací.

Průběh rozhraní mezi pokryvem a horninami **skalního podkladu** je konformní s průběhem povrchu a generelně klesá z úrovně 343 na 341 m. n. m. V podložních křídových horninách je přibližně mezi st. 20 – 30 patrná poloha pevnějších skalních hornin se zvýšenou rychlostí seismických a nižším odporem zejména v přípovrchové části. Jedná se pravděpodobně o projev pevných slínovců s vyšším podílem jílovité frakce. Tento pevnější blok je ukončen poruchovou zónou v okolí st. 35 m v podložních křídových horninách, kdy tektonicky postižené horniny vykazují vyšší náchylnost k hlubšímu zvětrání. Snížené měrné odpory v místě poruchy ukazují na možné proudění puklinové vody.

Obr. 5: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO 05 – Seismický řez: kvaziisotropní blok pevných slínovců oddělený poruchovou zónou



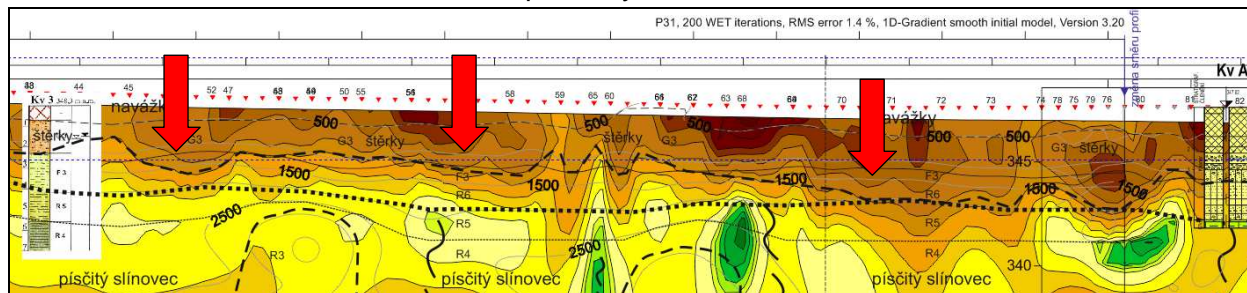
Oblast SO 04 (km 16,582 – 16,919 / samostatné st. 0 – 400 m)

Kvartérní sedimenty na sledované části lokality dosahují mocností 3,5 – 6,5 m. V převážné části lokality mezi st. 0 – 350 m se báze kvartérních hornin pohybuje v hloubce 3,5 – 5,5 m a sedimenty vyplňují mírné deprese oddělené nevýraznými elevacemi ve skalním podloží. V závěru zájmového úseku mezi st. 350 – 430 m se mocnost kvartérních sedimentů generelně zvětšuje a pohybuje se od 5,5 do 6,5 m.

V rozsahu st. 40 – 78, 112 – 240; 250 – 325 a 330 – 430 m je v pokryvu patrná přítomnost zemin s nízkými rychlostmi šíření sekákových vln ($250 - 500 \text{ m.s}^{-1}$), což ukazuje na přítomnost navážek s nižší ulehlostí, případně balvanitých sutí s proměnlivou mocností 1 – 2,5 m.

V rozsahu st. 45 – 135; 165 – 340 a 370 – 430 m byla v pokryvu detekována poloha hrubozrnného materiálu (štěrku, štěrkopísku) zasahujícího místy až k bázi kvartérních uloženin do hloubky až 6,5 m. Polohy hrubozrnných fluvialních sedimentů se projevují zvýšením měrného odporu při zachování relativně vysokých seismických rychlostí zejména pod hladinou podzemní vody, která byla zastižena na úrovni 345 m. n.m. V ostatních úsecích pokryvu převažují písčité hlíny pevné konzistence, které postupně přecházejí do eluvia podložních křídových hornin ($800 - 1500 \text{ m.s}^{-1}$). Vyšší rychlosti šíření seismických vln v blízkosti hlavního seismického rozhraní mezi pokryvem a skalními horninami jsou způsobeny zvodněním sedimentů nad tímto rozhraním.

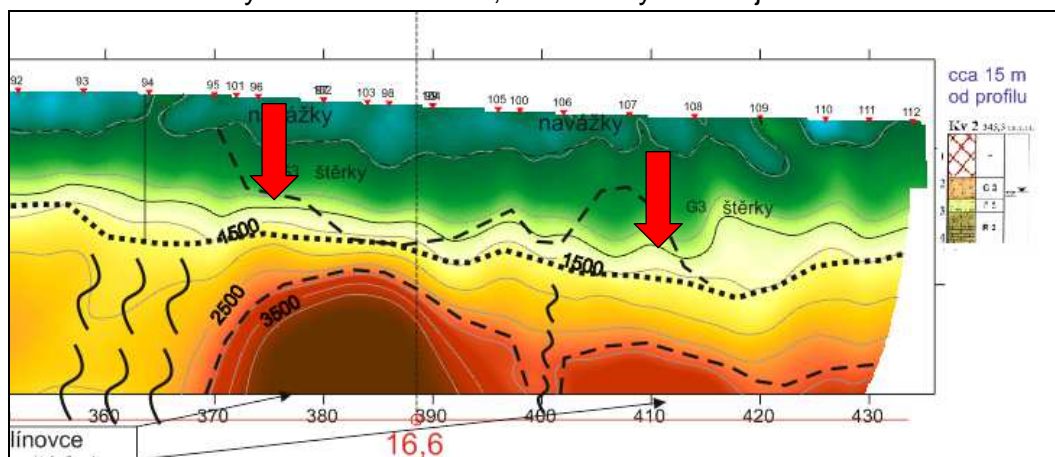
Obr. 6: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO 04 – Geoelektrický řez: poloha hrubozrnného materiálu se zvýšeným odporem v pokryvu (štěrku, šterkopísku) v podloží nezpevněných navážek



Seismická profilová měření zde hodnotí geomechanické vlastnosti horninového masivu jako celku, neboli určuje stupeň zvětřání, spíše však intenzitu rozpukání (hustotu a stupeň otevření puklin) horninového prostředí. Hranice skalních hornin byla vedena dle tvaru a průběhu izoliní seismických rychlostí $1500 - 1600 \text{ m.s}^{-1}$ v souladu s předchozími etapami průzkumných prací.

Průběh rozhraní mezi pokryvem a horninami **skalního podkladu** je konformní s průběhem povrchu a generelně klesá od st. 0 z úrovně 345 na 342,5 m n. m. na st. 340 m n. m. Hloubka skalního podloží se pohybuje od 3,5 do 4,5 m. V průběhu skalního rozhraní jsou patrné mírné deprese oddělené nevýraznými elevacemi. V konci měřeného úseku mezi st. 340 – 430 je patrné zahluubení skalních hornin až na úroveň kolem 339 m n. m. Tato deprese ve skalním podkladu je vyplněna převážně hrubozrnnými fluvialními sedimenty charakteru štěrků, které místy zasahují až ke skalnímu rozhraní.

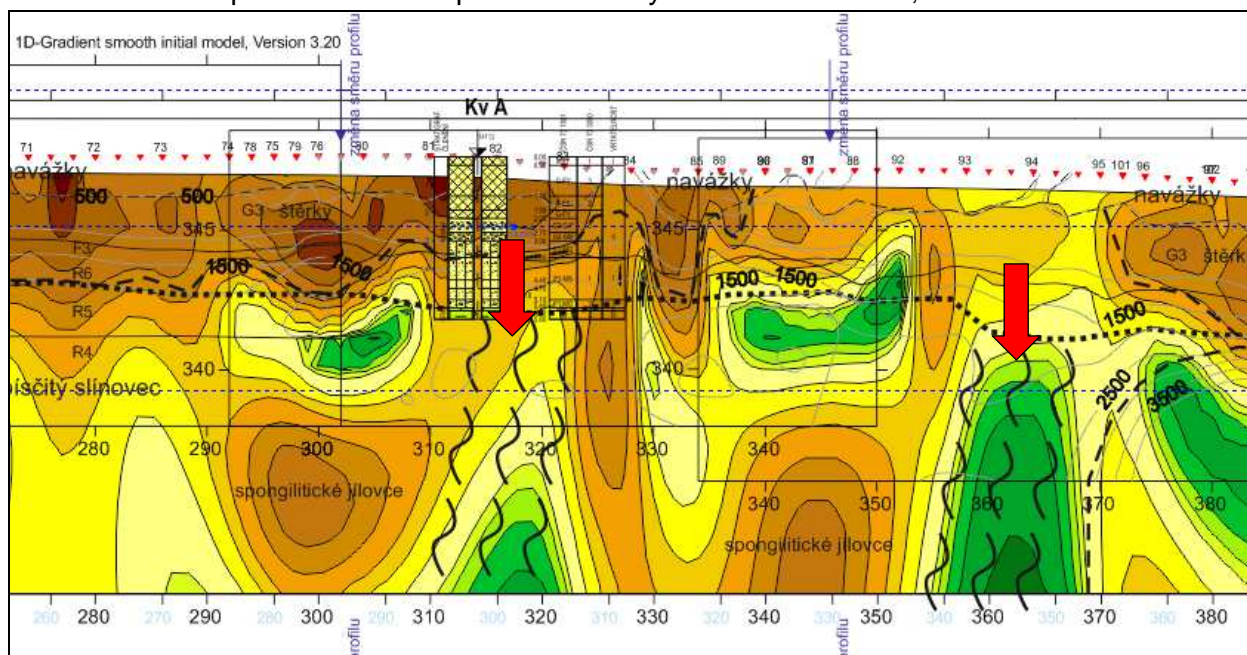
Obr. 7: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO 04 – Seismický řez: zahluubení skalních hornin až na úroveň kolem 339 m n. m. mezi st. 340 – 430 vyplněná převážně hrubozrnnými fluvialními sedimenty charakteru štěrků, které místy zasahují až ke skalnímu rozhraní



V podložních křídových horninách byly interpretovány kvazihomogenní bloky pevných slínovců s podílem jílovité frakce, které vystupují přibližně na úroveň 340 – 343 m. n. m. v rozmezí st. 14 - 24; 55 - 74; 102 – 116; 146 – 160; 195 - 210 a 370 – 430 m. Tyto pevnější bloky jsou odděleny poruchovými zónami v okolí st. 51; 82; 126; 218; 238; 260; 310 – 325; 356 – 365 a 400 m v podložních křídových horninách, kdy tektonicky postižené horniny vykazují vyšší náchyllost k hlubšímu zvětřání. Jako nejvýznamnější poruchové zóny interpretujeme

široká poruchová pásma mezi st. 310 – 325; 356 – 365 m. Poruchová zóna mezi st. 310 – 325 m byla zachycena na části měřeného úseku, který přibližně kolmý ke směru údolí a lze předpokládat, že zastižená porucha patří k tektonické struktuře, která predisponovala vznik údolí Bělé. Tato porucha byla zastižena vrtem KvA, kde způsobila ztrátu naražené hladiny podzemní vody v kvarterních fluviálních sedimentech. Obdobně intenzivní projev byl zaznamenán i poruchové zóny mezi st. 356 – 365 m, který se nachází v části profilu rovnoběžné s osou údolí a zastižená struktura by měla být na jeho směr přibližně kolmá, nelze však vyloučit, že se jedná o kose procházející linii a zastižená šířka tak může být šířkou nepravou. Obě struktury vykazují vysokou vodivost v odporovém řezu a lze usuzovat na jejich důležitost z hlediska proudění podzemní vody.

Obr. 8: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO 04 – Seismický řez: Nejvýznamnější interpretované široké poruchové zóny mezi st. 310 – 325; 356 – 365 m

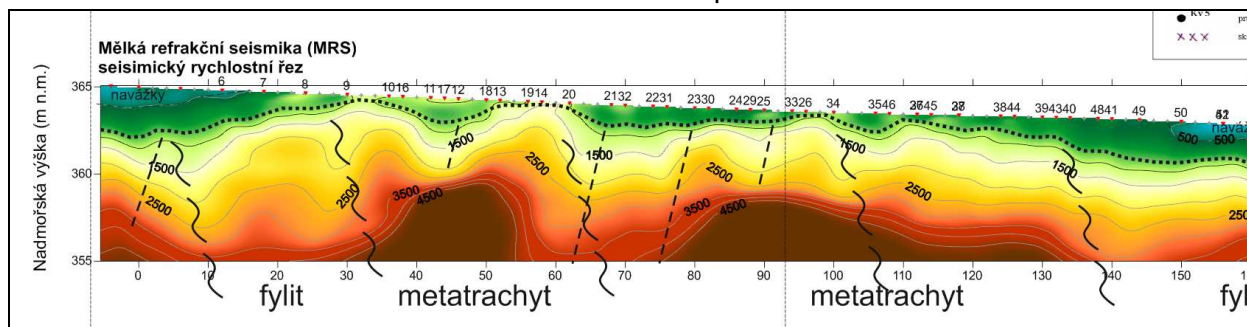


V blízkosti výše uvedených struktur byly zaznamenány dva úseky s vyššími odpory provázené nižšími rychlostmi šíření seismických vln. Tyto dvě polohy mezi st. 295 – 305 a 337 – 350 interpretujeme jako výskyt spongilitických jílovců v hloubce kolem 9 – 10 m pod povrchem. Obdobná polohu spongilitických jílovců můžeme očekávat i mezi st. 126 – 140 m přibližně ve stejné hloubce pod povrchem.

Oblast SO 02 (km 18,309– 18,499 / samostatné st. 0 –100 m)

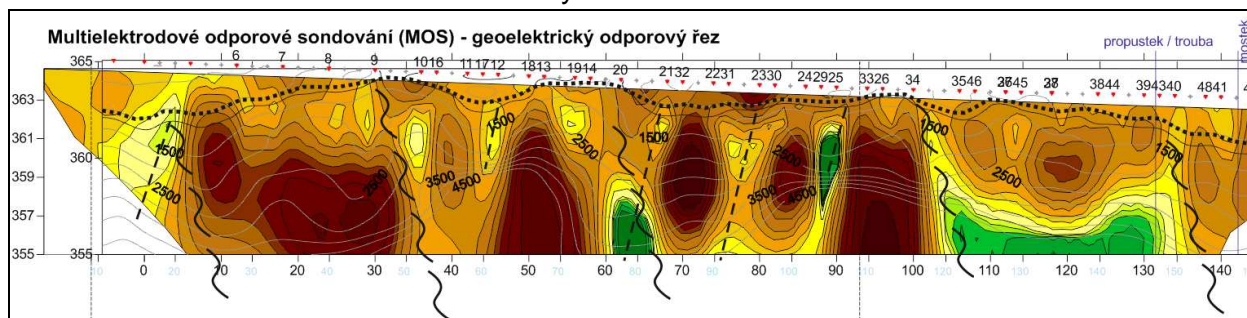
Kvartérní sedimenty na sledované lokalitě dosahují mocností v centrální části mezi st. 20 – 130 m minimálních mocností 0,5 - 1,0 m. V počátku měřeného úseku mezi st. 0 – 20 a od st. 130 je patrný nárůst mocnosti pokryvu až na 3 m. V rozsahu st. 0 – 15 a 149 – 183 je v pokryvu patrná přítomnost zemin s nízkými rychlostmi šíření seismických vln ($250-500 \text{ m.s}^{-1}$), což ukazuje na přítomnost navážek s nižší ulehlostí, případně sutí. V ostatních úsecích pokryvu převažují písčité hlíny pevné konzistence, které postupně přecházejí do eluvia podložních křídových hornin ($700 – 1200 \text{ m.s}^{-1}$).

Obr. 9: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO 02 – Seismický řez: Nízká mocnost kvaternérních sedimentů v centrální části profilu mezi st. 20 – 130 m



V podložních krystalických horninách byl interpretován blok pevných metatrachytů se zvýšenou rychlostí seismických vln v rozmezí st. 30 - 135 m. Omezení tohoto bloku na st. 30 a 135 m je pravděpodobně tektonické, jak naznačují odporová i seismická měření. Mezi st. 60 – 70 byla zachycena poruchová zóna i v metatrachytovém bloku hornin. Další porucha v podložních horninách byla zaznamenána v okolí st. 8 m. Takto tektonicky postižené horniny vykazují vyšší náchylnost k hlubšímu zvětrání a mohou sloužit jako cesta pro podzemní vodu. Zachycené struktury vykazují zvýšenou vodivost v odporovém řezu a lze usuzovat na jejich důležitost z hlediska proudění podzemní vody.

Obr. 10: Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, SO 02 – Odporový řez: Poruchové struktury se zvýšenou vodivostí



6. Závěry a doporučení

V předkládané závěrečné zprávě jsou prezentovány výsledky doplňkového inženýrskogeologického a geofyzikálního průzkumu na akci „Bělá, Kvasiny, protipovodňová ochrana, č. akce 229180012“. Z hlediska inženýrskogeologické části byl stávající průzkum z roku 2016 doplněn o nový vrt Kv A, který byl umístěn ve středu geofyzikálního profilu – oblast 3.

Výsledky průzkumného vrtu byly generelně ve shodě s přecházejícím průzkumem. Vrtem byly zastiženy nejprve navážky štěrkovitého charakteru, níže přirozené fluvialní štěrkovité náplavy Bělé. Do hloubky 5,1 m pod terénem byly zastiženy redeponované zvětralinové vrstvy charakteru hlín písčitých, na přechodu do skalního podloží pak byla zastižena bazální vrstva fluvialních štěrkovitých hlín, které nasedá na skalní podloží tvořené křídovými slínovci. Vrtem byl zastižen jazyk svahového posunu přirozeného zvětralinového pláště z bočního svahu směrem do paleokoryta Bělé. Zároveň vrtem byla zastižena výrazně porušená zóna, ve které docházelo ke vsakování podzemní vody do porušených slínovců. Vrt Kv A byl vyhlouben s cílem zpřesnit následnou interpretaci následujícího polního geofyzikálního průzkumu.

Geofyzikální průzkumné práce byly soustředěny do tří hlavních oblastí označených SO 06 (km 15,874 – 16,005), SO 04 (km 16,582 – 16,919) a SO 02 (km 18,309– 18,499) a doplňkové oblasti SO 05 (km 16,533 – 16,461), kde bude probíhat úprava „Andělova jezu“. Průzkum byl realizován v souladu s projektem doplňkového IGP kombinací metod mělké refrakční seismiky (MRS) a geoelektrických odporových měření ve variantě multielektroodporového sondování (MOS / ERT). Výsledky průzkumných prací, včetně interpretace výsledků, jsou popsány v příslušných kapitolách a jsou přehledně zpracovány do seismických rychlostních a odporových řezů.

Hlavním poznatkem realizovaného geofyzikálního průzkumu bylo ověření přítomnosti **výrazné poruchové / tektonické zóny** v okolí st. 310 – 325 / km 16,666 - 16,678 **v oblasti SO 04**, která může být určující pro proudění podzemní vody v podložních křídových horninách. Dále byly **v oblastech SO 04, SO 05 a SO 06** vymezeny **polohy štěrků** resp. hrubozrnných sedimentů ve fluvialních uloženinách Bělé. V podložních křídových horninách oblasti SO 04, SO 05 a SO 06 byly vymezeny kvazimohogenní bloky pevnějších hornin s relativně sníženými odpory pevné slínovce s podílem jílovité složky. V prostoru **oblasti SO 02** byl vymezen **blok pevných metatrachytů** se zvýšenými rychlostmi seismických vln.

Z hlediska sumarizace výsledků předcházejícího a doplňkového inženýrskogeologického průzkumu a následného průzkumu geofyzikálního, lze výsledky shrnout v následujících bodech:

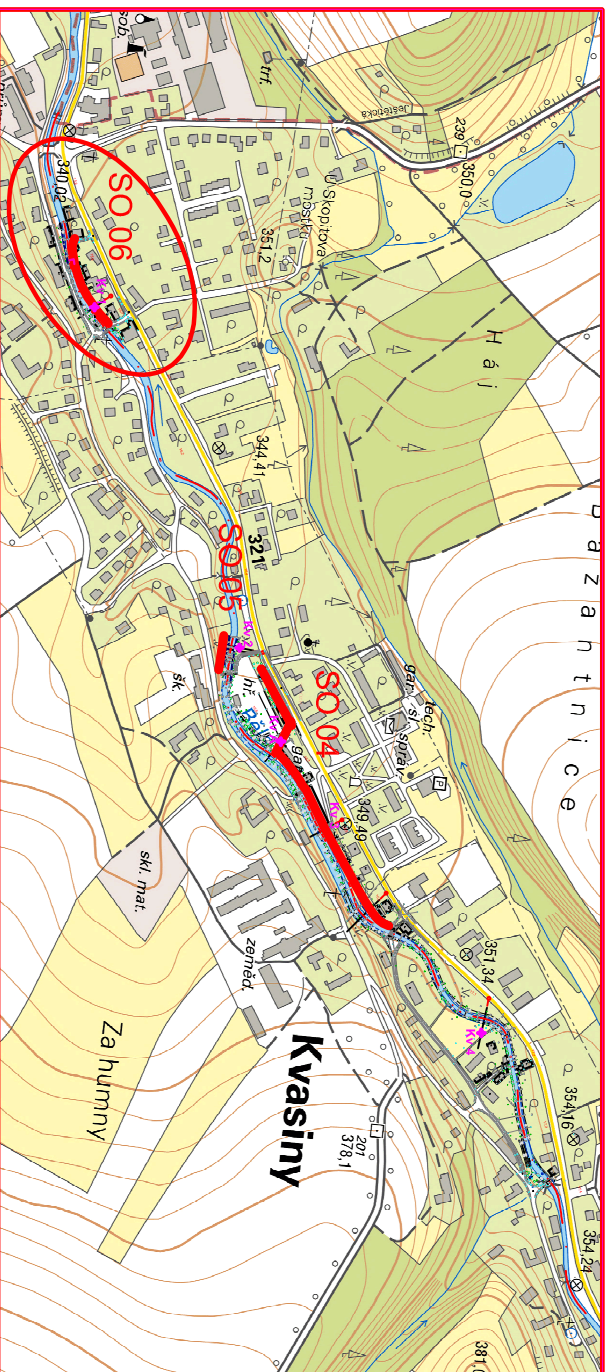
- Skalní podloží v oblasti SO 02 je pestřejší, než bylo doposud interpretováno, kromě fylitů byly nad silnicí nalezeny výchozy křemitých metatrachytů. Na základě geofyzikální interpretace byla vyčleněna dvě tělesa. Svrchní pokryv krystalickým horninám zajišťují pouze štěrkovité náplavy Bělé. Jejich mocnost je velmi rozkolísaná od několika dm po 2 m. Skalní podloží je v ploše nesouvislé. Dílčí prohlubně jsou pravděpodobně způsobeny lokálním zahlubováním Bělé do podkladu. Hranice R5/R4 (důležitá pro pilotážní práce) je více méně konstantní a pohybuje se okolo 2,5 m pod skalním podložím.

- Skalní podloží na profilu SO 04 se nachází v nejvyšších hloubkách. I v daném případě je morfologie podloží ovlivněny fluvialními procesy Bělé. Mocnost pokryvu je víceméně konstantní a pohybuje se okolo 5 m pod terénem. Na sv. konci se pevnostní rozhraní R5/R4 nachází konstantně v úrovni 2 m pod zastižením skalního podloží (7 m pod terénem). V jv. části se pak mocnost mírně až zcela zvětřalého podloží snižuje až na pár decimetrů.
- V oblasti SO 06 se nachází skalní podloží v přibližné hloubce 3 m pod terénem. Pevnostní rozhraní ale nekopíruje průběh svrchního zvětřání. Mocnost zvětřalých slínovců měkčích než R4 tak kolísá mezi jedním až třem metry.
- Oblast SO 05, která byla hodnocena především z důvodu rekonstrukce Andělova jezu, se nachází jako jediná na levém břehu Bělé. Skalní podloží se zde blíží až k současnému terénu. Mocnost svrchních navážek je očekávána kolem jednoho metru. Pevnostní rozhraní R5/R4 se nachází přibližně v hloubce 3 m pod terénem a jeho průběh převážně kopíruje průběh rozhraní.
- Z příčného řezu na tok Bělé pod Andělovým jezem vyplývá, že pod málo mocnou vrstvou náplavů se bude nacházet skalní podloží odpovídající pevnosti slínovců R4/R3. Únosné skalní podloží by se na základě archivního vrtu KV 2 a geofyzikálního měření mělo nacházet v úrovni 341 m n. m.

V Praze dne 14. září 2018

Mgr. Vladimír Lachman

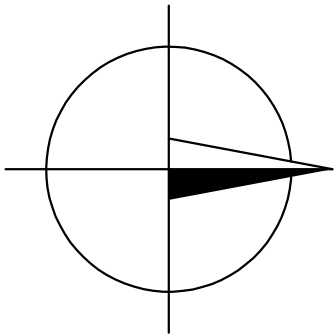
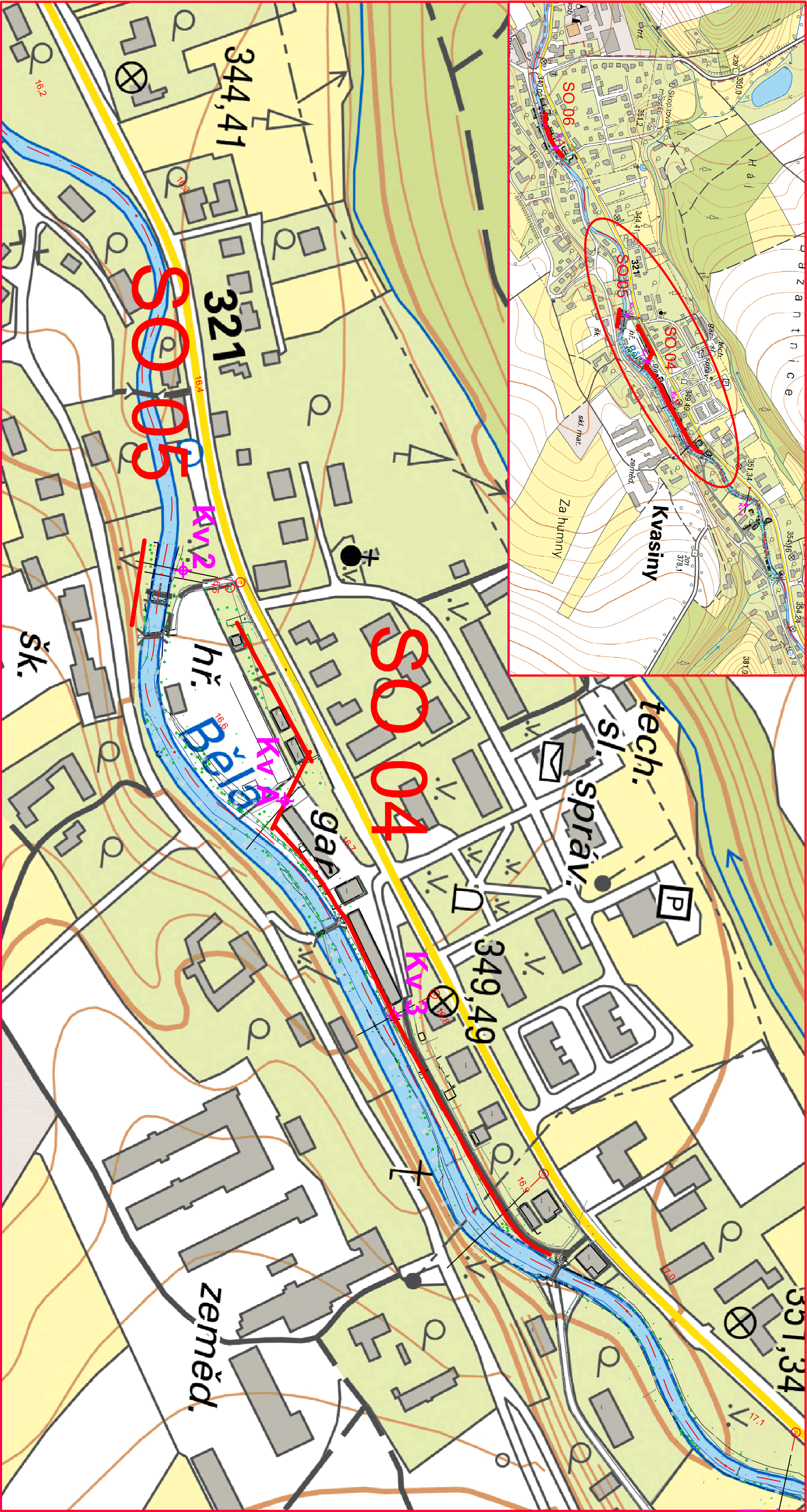
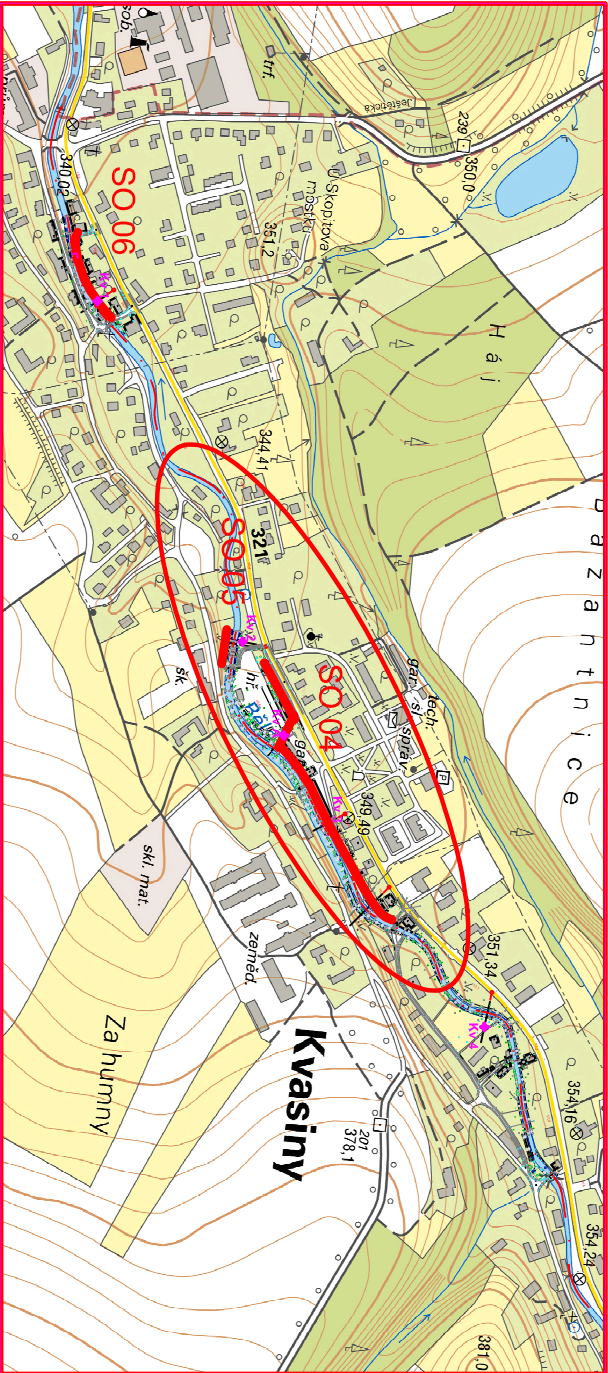
Mgr. Radek Zelený



— Průzkumný profil

Kv 1  Průzkumný vrt

KRESLIL:	Mgr. Vladimír Lachman	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Vladimír Lachman
ZPRACOVAL:	Mgr. Vladimír Lachman	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřeží 90/4, Praha 5		
INVESTOR:	Č. ZAKÁZKY 18020387000		
STAVBA ZAKÁZKA:	Bělá Kvasiny - protipovodňová ochrana		
	Doplňkový inženýrskogeologický a geofyzikální průzkum		
OBSAH PŘÍLOHY:	Situace průzkumných prací - Oblast SO 06		
<div><div>INSET s.r.o. Luemburská 7, 130 00 Praha 3 www.inset.com tel. 221 489 111</div></div>			
ÚČEL		zz	
FORMÁT	DATUM	8/2018	
A3	ČÍS. ZPRÁVY	01	
MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:		
1:20000/2000	1.1		



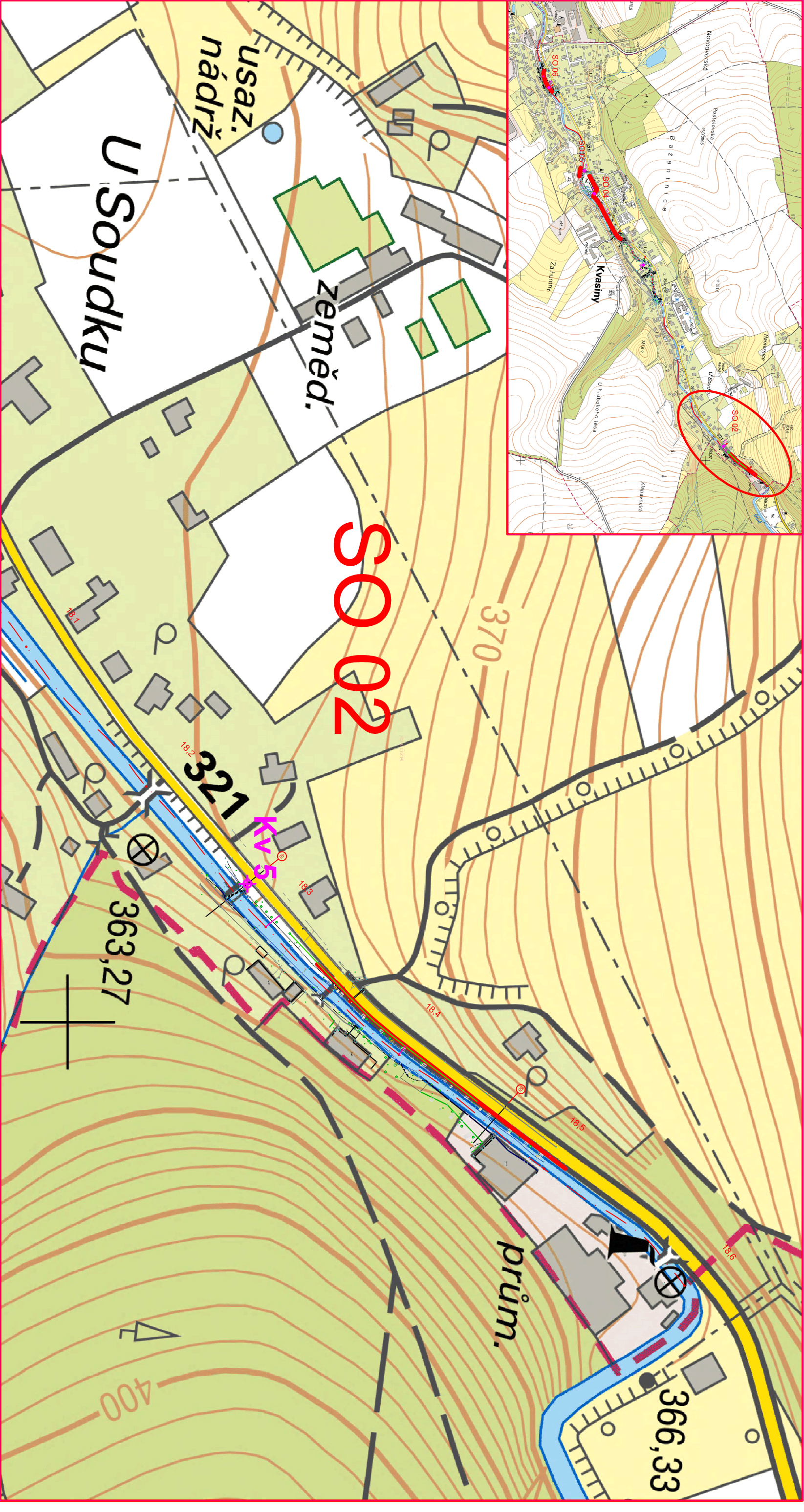
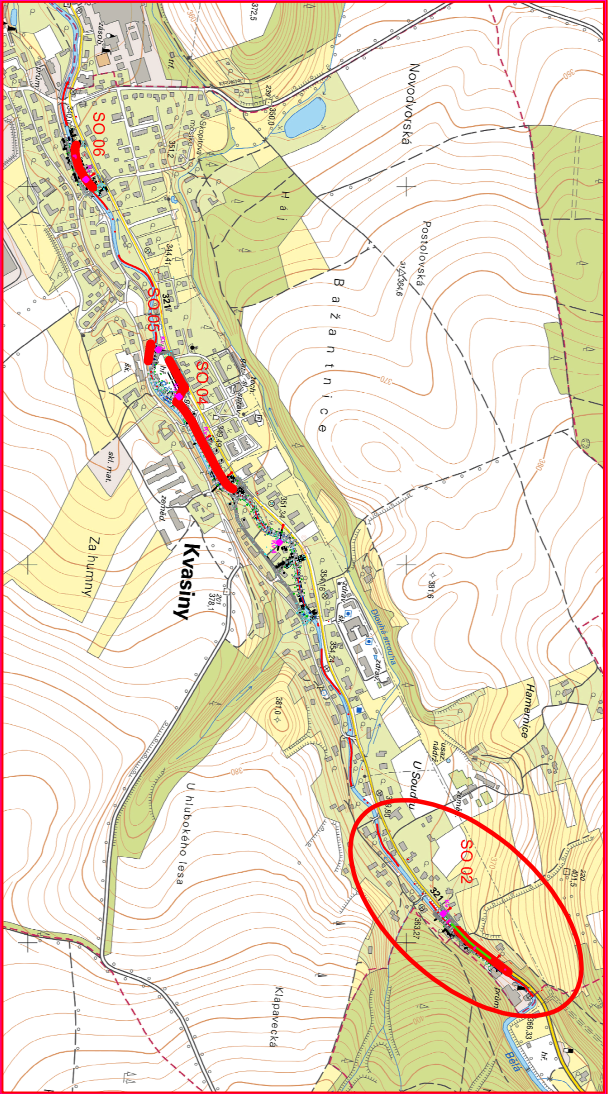
Kv A  Průzkumný vrt

 Průzkumný profil

KRESLIL:	Mgr. Vladimír Lachman	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Vladimír Lachman
ZPRACOVAL:	Mgr. Vladimír Lachman	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřeží 90/4, Praha 5		
INVESTOR:			
STAVBA ZAKÁZKA:	Bělá Kvasiny - protipovodňová ochrana		
OBSAH PŘÍLOHY:	Doplňkový inženýrskogeologický a geofyzikální průzkum		
MĚŘÍTKO		ČÍSLO PŘÍLOHY:	
1:20000/2000		1.2	

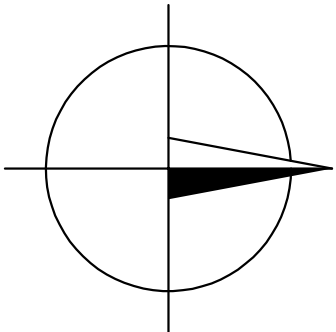


INSET s.r.o.
Lucemburská 7, 130 00 Praha 3
www.inset.com tel. 221 489 111




Průzkumný profil

Kv 1 Průzkumný vrt



KRESLIL:	Mgr. Vladimír Lachman	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Vladimír Lachman
ZPRACOVAL:	Mgr. Vladimír Lachman	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřeží 90/4, Praha 5		
INVESTOR:			
STAVBA ZAKÁZKA:	Bělá Kvasiny - protipovodňová ochrana		
OBSAH PŘÍLOHY:	Doplňkový inženýrskogeologický a geofyzikální průzkum		
Situace průzkumných prací - SO 02		MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:
		1:20000/2000	1.3
<div><div><div>INSET s.r.o. Lucemburská 7, 130 00 Praha 3 www.inset.com tel. 221 489 111</div><div>Č. ZAKÁZKY 18020387000</div><div>ÚČEL zz</div><div>FORMÁT A3</div><div>DATUM 8/2018</div><div>ČÍS. ZPRÁVY 01</div></div></div>			

KRESLIL:	Mgr. Vladimír Lachman	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Vladimír Lachman	 INSET s.r.o. Lucemburská 7, 130 00 Praha 3 www.inset.com tel. 221 489 111	
ZPRACOVAL:	Mgr. Vladimír Lachman	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý		
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřeží 90/4, Praha 5			Č. ZAKÁZKY	18020387000
INVESTOR:				ÚČEL	ZZ
STAVBA ZAKÁZKA:	Bělá, Kvasiny - protipovodňová ochrana Doplňkový inženýrskogeologický průzkum			FORMÁT	DATUM 8/2018
				A3	ČÍS. ZPRÁVY 01
OBSAH PŘÍLOHY:	Geologická dokumentace průzkumného vrtu Kv A			MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:
				1 : 100	2

Bělá, Kvasiny protipovodňová ochrana



Průzkumný vrt Kv A

0 - 5,8 m

GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE VRTU

Kv A

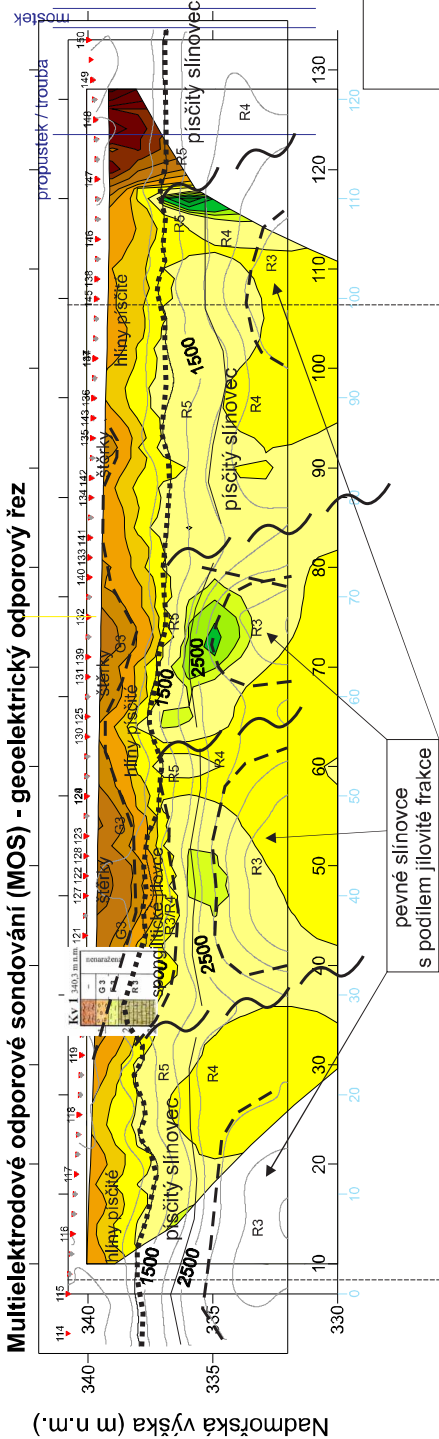
Vrtmistr:	Jan Velinský	Hloubka sondy [m]: 5.80	Y=	610 442.43
Typ soupravy:	UGB 50 M	Hladina podz. vody: nebylo možné změřit	X=	1 045 600.88
Datum provedení - od:	3.8.2018	naražená [m]: 2,30 m p.t.	Z=	347.88
- do:	3.8.2018	ustálená [m]: k ustálení nedošlo	Souř.systémy:	JTSK / Balt

od: [m]	do: [m]	vrtáno DN [mm]	od: [m]	do: [m]	paženo DN [mm]	Okres: Rychnov nad Kněžnou
						Katastr.území: Kvasiny
						Mapa 1:50000: 14-13

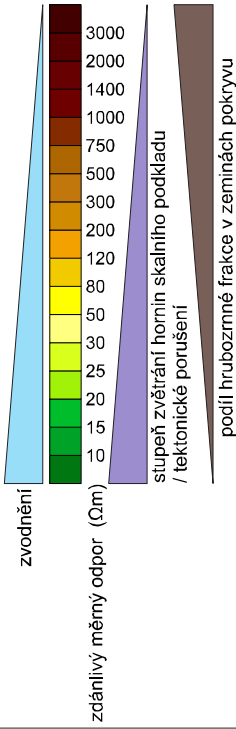
Kv A				do	GEOLOGICKÝ POPIS ZEMIN A HORNIN
	0.00	MSY	1	I	0.30 Hlína písčitá - světle hnědá, obsah štěrkovité frakce - valouny i ostrohranné úlomky 2-5 cm (15 %), slabě plastická - navážka
	0.30	G-FY	3		1.40 Štěrk s příměsí jemnozrné zeminy - šedohnědý, štěrkovitá frakce především subangulární (60 %), matrice nevytříděný písek, obsah subangulárních úlomků cihel do velikosti 2 cm (<5 %), středně uhlý - navážka
	1.40	S-FY	2		1.90 Písek s příměsí jemnozrné zeminy - světle hnědý, jemnozrná příměs především prachovitá, obsah štěrkové frakce podlouhlé suboválné o velikosti 1-4 cm (25 %), středně uhlý - navážka
	1.90	G-FY			2.20 Štěrk s příměsí jemnozrné zeminy - béžově hnědý, štěrková frakce subangulární o velikosti 2-10 cm (65 %), středně uhlý - navážka
	2.20	G3 G-F	3		2.70 Štěrk s příměsí jemnozrné zeminy - tmavě hnědý, hlavní frakce tvoří jemný štěr 0,6-3 cm (60 %), občasné se vyskytuje i kamenitý frakce - suboválná do 7 cm (<10 %), zvodnělý - fluvialní sediment
	2.70	G4 GM		II	3.00 Štěrk hlinitý - tmavě hnědý, hlavní frakce jemný štěr 0,5-1 cm (40 %), obsah deskovitých valounů do velikosti až 12 cm (30 %), středně uhlý, moký - fluvialní sediment
	3.00	F1 MG	2		3.60 Hlína štěrkovitá - okrová, rezivě šmouhovitá, při bázi obsah štěrkové frakce v podobě krystalických valounů (20 %), středně plastická, tuhá - deluviofluvialní sediment
	3.60	F3 MS	1	I	4.40 Hlína písčitá - šedá, rezivě flekatá, občasný obsah valounů metatrachytu, pevná, středně plastická, vlhká - deluvialní sediment
	4.40	F1 MG	2	II	4.70 Hlína písčitá - šedě okrová, rezivě flekatá, obsahuje značné množství velmi zvětralých slínovcových střípků, tuhá - deluvialní sediment
	4.70	F4 FS	2		5.10 Hlína písčitá - šedá, rezivě flekatá, značně prachovitá, středně plastická, tuhá - deluvialní sediment
	5.10	R3	5	IV	5.40 Hlína štěrkovitá - okrově šedá, obsah štěrkovité frakce 1-4 cm suboválné (40 %), středně plastická, pevná - fluvialní sediment
	5.40				5.50 Slínovec velmi zvětralý - šedě okrový, střípkovitě rozpadavý, značně rozpukaný (extrémně malá vzdálenost diskontinuit), v prstech obtížně lámatelný, pouze jedním úderem kladiva rozbitelný, měkký až velmi měkký
	5.50				5.80 Slínovec mírně zvětralý - světle šedý, úlomkovitě rozpadavý, v puklinách s rezivě-okrovou písčitohlinitou výplní, silně rozpukaný, malá vzdálenost široce rozevřených diskontinuit, všesměrná struktura, rozbitelný několika údery kladiva, pevný
	5.80				Legenda: Vzorky s číslem laboratorního rozboru. Podzemní voda s číslem zvodně. porušený voda naražená hladina ustálená hladina
	Poznámka: .				

Název akce: Kvasiny - Bělá	Měřítka: 1: 100	Zak. číslo: 180020387000
Dokumentoval: Mgr. Vladimír Lachman	Zpracoval: Mgr. Vladimír Lachman	Příloha č.: 2

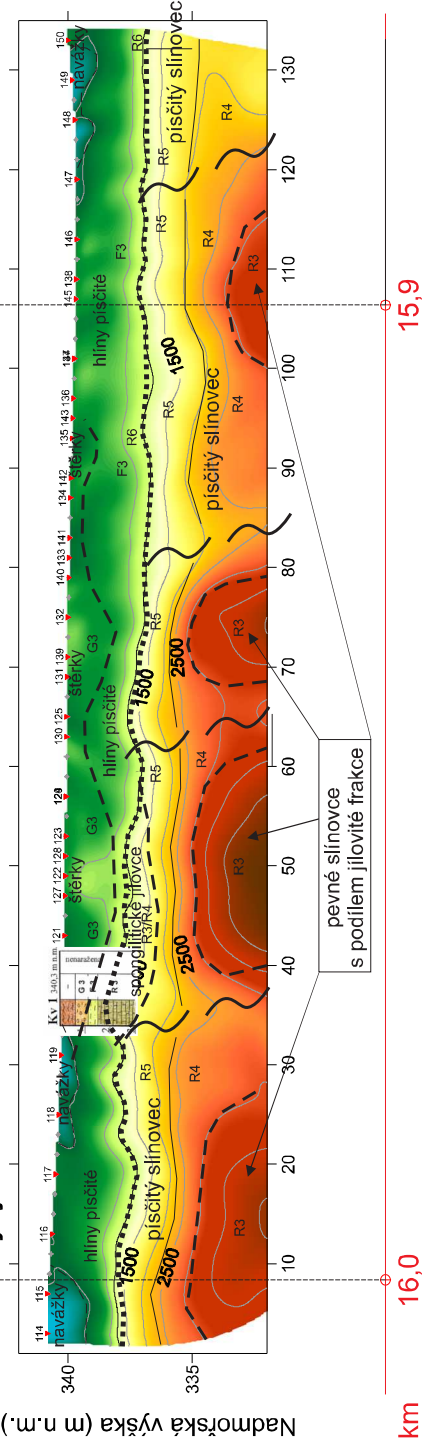
Multielektrodové odporové sondování (MOS) - geoelektrický odporový řez



Geoelektrický průzkum



Mělká refrakční seismika (MRS) seismický rychlostní řez

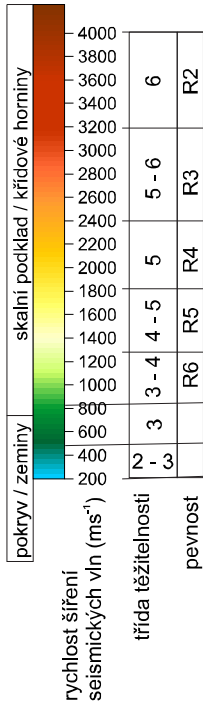


trasa km

16,0

15,9

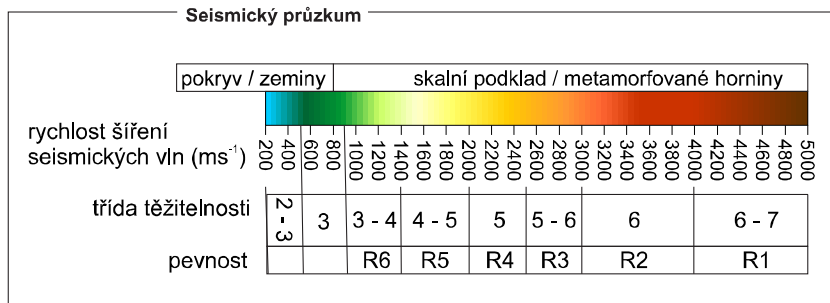
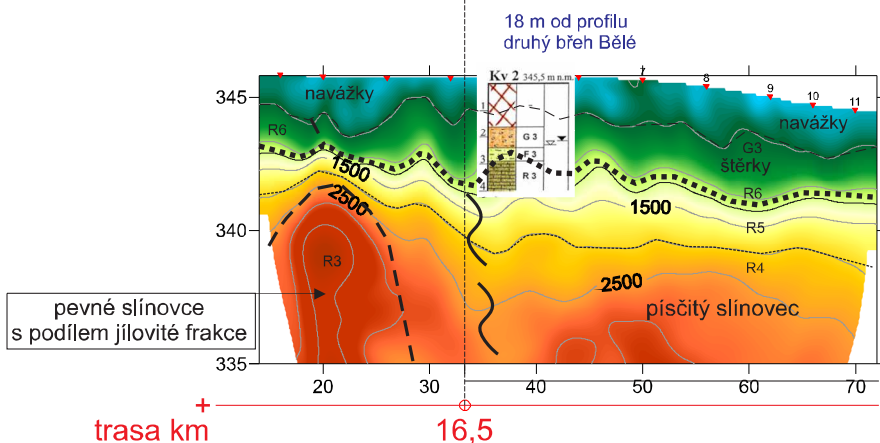
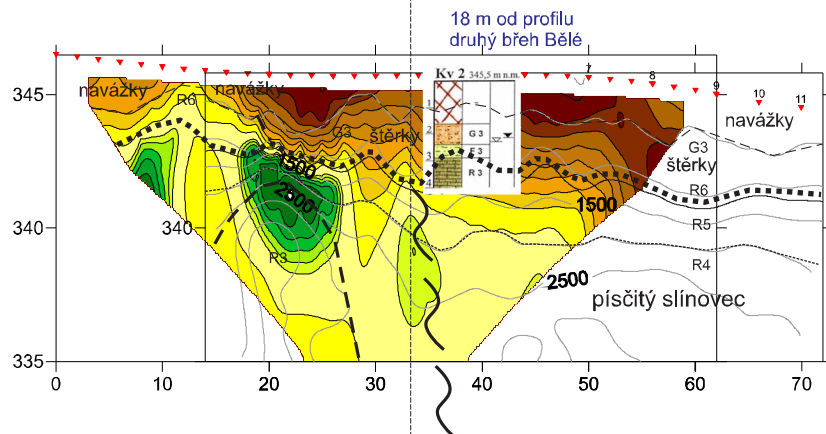
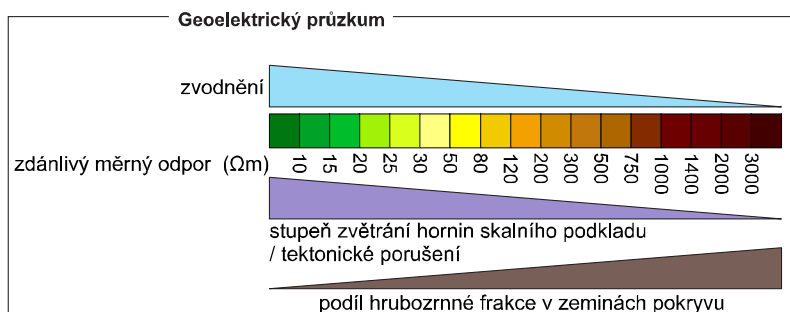
Seismický průzkum



Hranice pevných hornin / hlavní refrakční rozhraní

Interpretovaná poruchová zóna / nižší gradientem nárůstu rychlosti šíření seismických vln

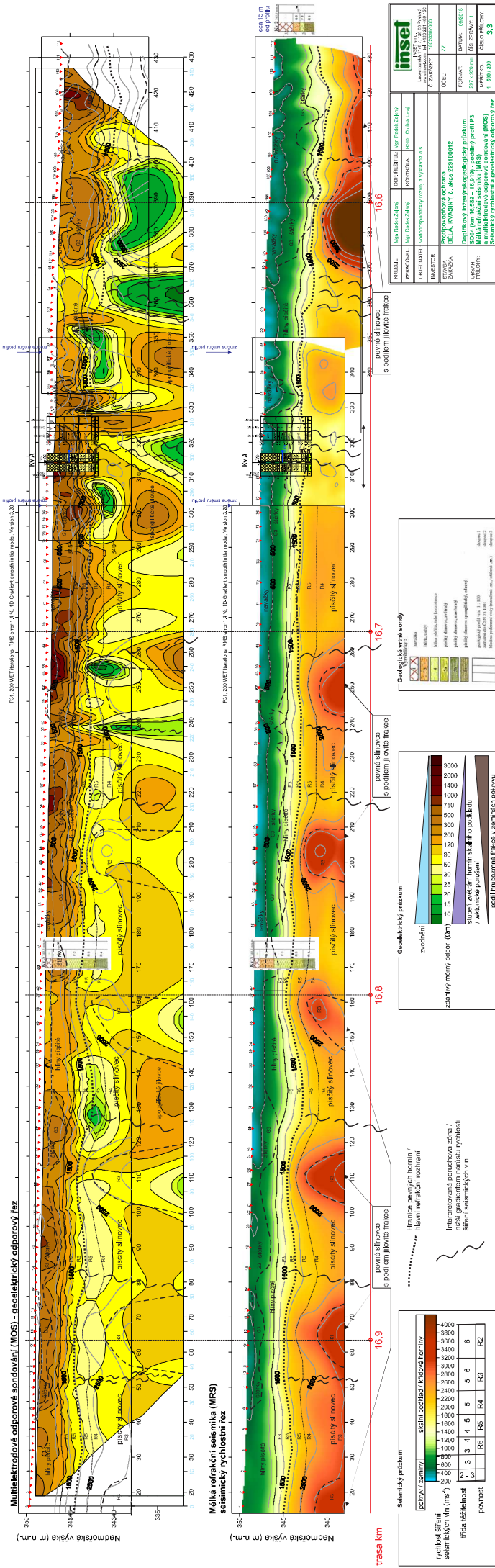
KRESLIL:	Mgr. Radek Zelený	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Radek Zelený
ZPRACOVAL:	Mgr. Radek Zelený	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.		
INVESTOR:			
STAVBA ZAKÁZKA:	Protipovodňová ochrana BĚLA, KVASINY, č. akce 229180012		
OBSAH PŘÍLOHY:	Doplňkový inženýrsko-geologický průzkum SO 06 (km 15,974 – 16,005) - podélný profil P1 Mělká refrakční seismika (MRS) a multielektrodové odporové sondování (MOS) Seismický rychlostní a geoelektrický odporový řez		
ÚČEL:	ZZ		
FORMÁT:	297 x 450 mm		
ČÍS. ZPRÁVY:	1		
ČÍSLO PŘÍLOHY:	3.1		



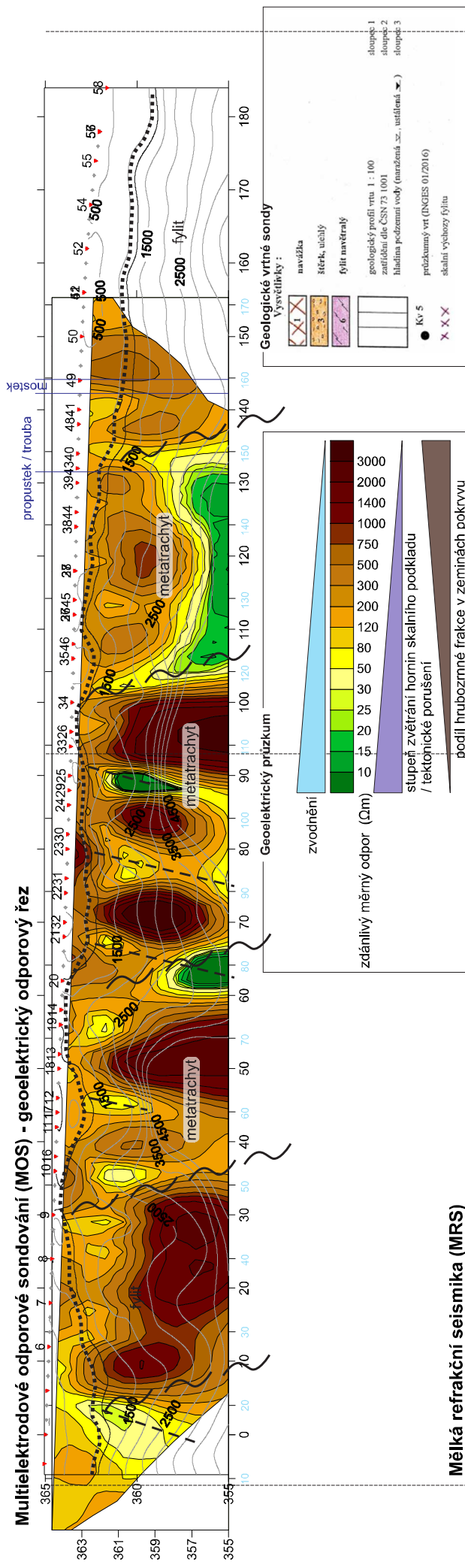
Hranice pevných hornin / hlavní refrakční rozhraní

Interpretovaná poruchová zóna hlavního směru / nižší gradient nárůstu rychlosti šíření seismických vln

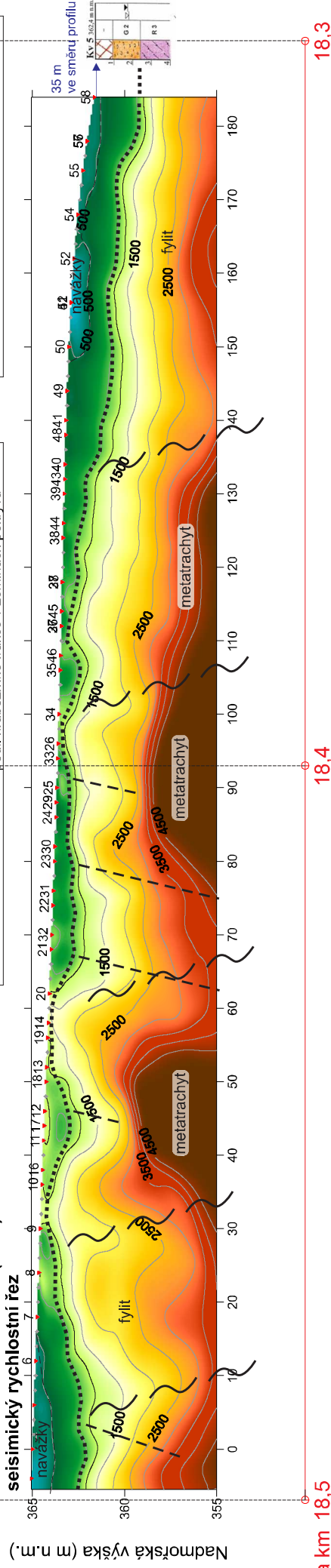
KRESLIL:	Mgr. Radek Zelený	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Radek Zelený
ZPRACOVAL:	Mgr. Radek Zelený	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.		
INVESTOR:			
STAVBA ZAKÁZKA:	Protipovodňová ochrana BĚLÁ, KVASINY, č. akce 229180012		
OBSAH PŘÍLOHY:	Doplňkový inženýrskogeologický průzkum SO 05 (km 16,533 – 16,461) - podélný profil P5 Mělká refrakční seismika (MRS) a multielktrodové odporové sondování (MOS) Seismický rychlostní a geoelektrický odporový řez		
		INSET s.r.o. Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3 www.inset.com tel. +420 221 489 150	
		Č. ZAKÁZKY: 18020387000	
		ÚČEL: ZZ	
		FORMÁT: DATUM: 09/2018	
		A3 ČÍS. ZPRÁVY: 1	
		MĚŘÍTKO: 1 : 500 / 200	
		ČÍSLO PŘÍLOHY: 3.2	



Multielktrodové odporové sondování (MOS) - geoelektrický odporový řez



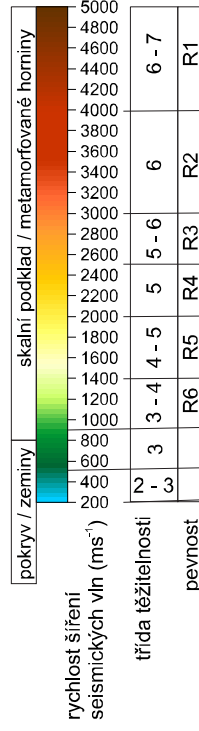
Mělká refrakční seismika (MRS)

| trasa km | 18.5 |

18.4


18.3

Seismický průzkum

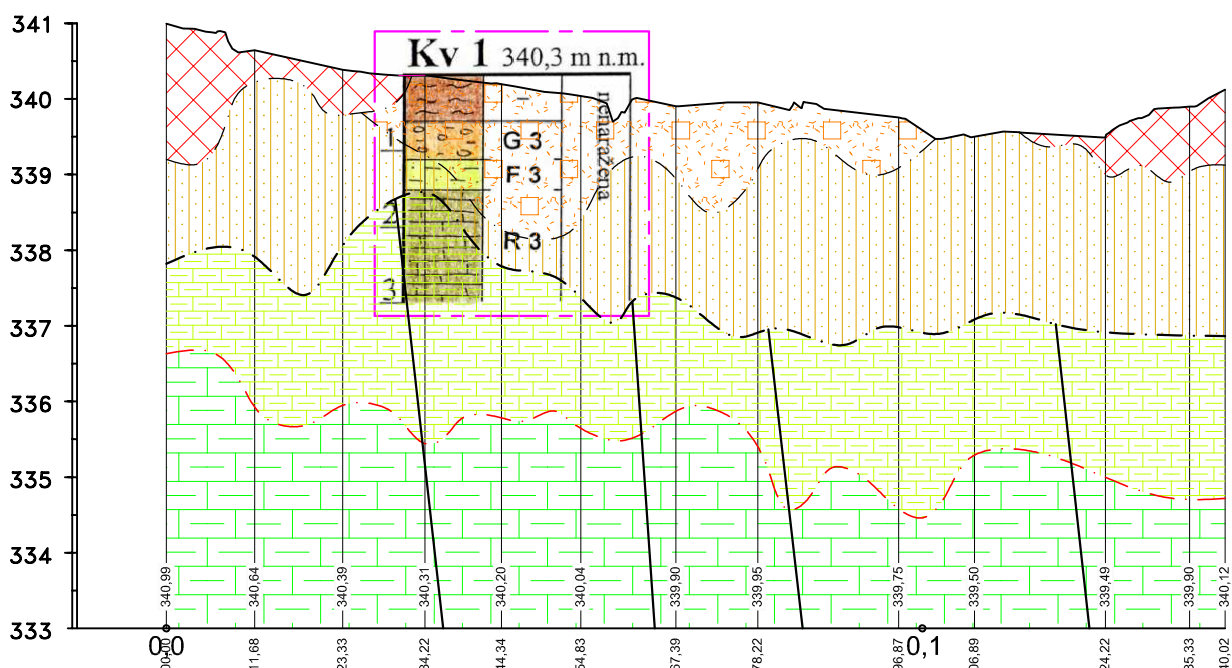
Hranice pevných hornin /
hlavní refrakční rozhraní

Interpretovaná poruchová zóna
hlavního směru / nižší gradient nárůstu
rychlosti šíření seismických vln

Interpretovaná poruchová zóna
vedlejšího směru / nižší gradient nárůstu
rychlosti šíření seismických vln

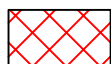
KRESLIL:	Mgr. Radek Zelený	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Radek Zelený	<div></div> <div>INSET s.r.o. Lučubská 117/7, 130 00 Praha 3 www.inset.sk tel. +420 221 069 130 C. ZAKÁZKY: 1602036/000</div>	
ZPRACOVAL:	Mgr. Radek Zelený	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý		
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.				
INVESTOR:					
STAVBA ZAKÁZKA:	Protipovodňová ochrana BĚLA, KVASINY, č. akce 229/180012			ÚČEL:	ZZ
OBSAH PŘÍLOHY:	Doplňkový inženýrsko-geologický průzkum SO 02 (km 18,309 – 18,499) - podélný profil P5 Mělká refrakční seismika (MRS) a multiaktrudové odporové sondování (MOS) Seismický rychlostní a geoelektrický oporový řez			FORMÁT:	297 x 460 mm
				ČÍS. ZPRÁVY: 1	
				ČÍSLO PŘÍLOHY:	3.4

Schematický geologický profil - SO 06



LEGENDA

recent



navážky, hlinitokamenité



hlína písčitá



štěrk



Křída - slínovec měkčí než R4




Křída - slínovec tvrdší než R4

— . — . — Hranice geotypů

— . — . — Hranice skalního podloží

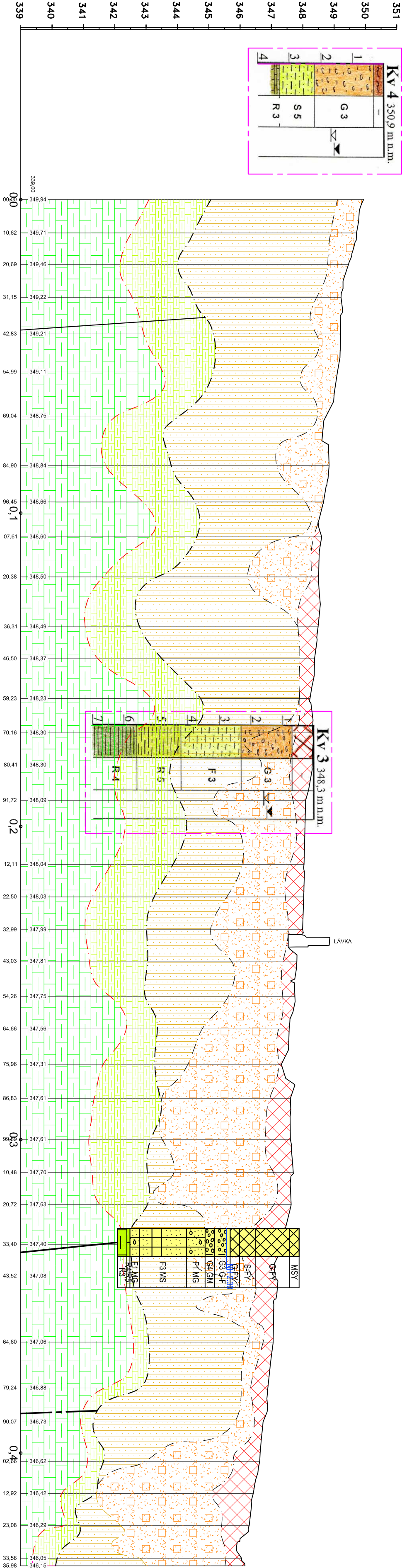
— . — . — Pevnostní rozhraní R5/R4

— Tektonické linie

KRESLIL:	Mgr. Vladimír Lachman	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Vladimír Lachman	 INSET s.r.o. Lucemburská 7, 130 00 Praha 3 www.inset.com tel. 221 489 111	
ZPRACOVAL:	Mgr. Vladimír Lachman	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý		
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřeží 90/4, Praha 5			Č. ZAKÁZKY	18020387000
INVESTOR:				ÚČEL	zz
STAVBA ZAKÁZKA:	Bělá Kvasiny - protipovodňová ochrana Doplňkový inženýrskogeologický a geofyzikální průzkum			FORMÁT	DATUM 8/2018
OBSAH PŘÍLOHY:				A4	ČÍS. ZPRÁVY 01
	Schematický geologický řez - oblast SO 06			MĚŘÍTKO 1:1000/100	ČÍSLO PŘÍLOHY: 4.1

Schematický geologický profil - SO 04


Meřítko 1:1000/100



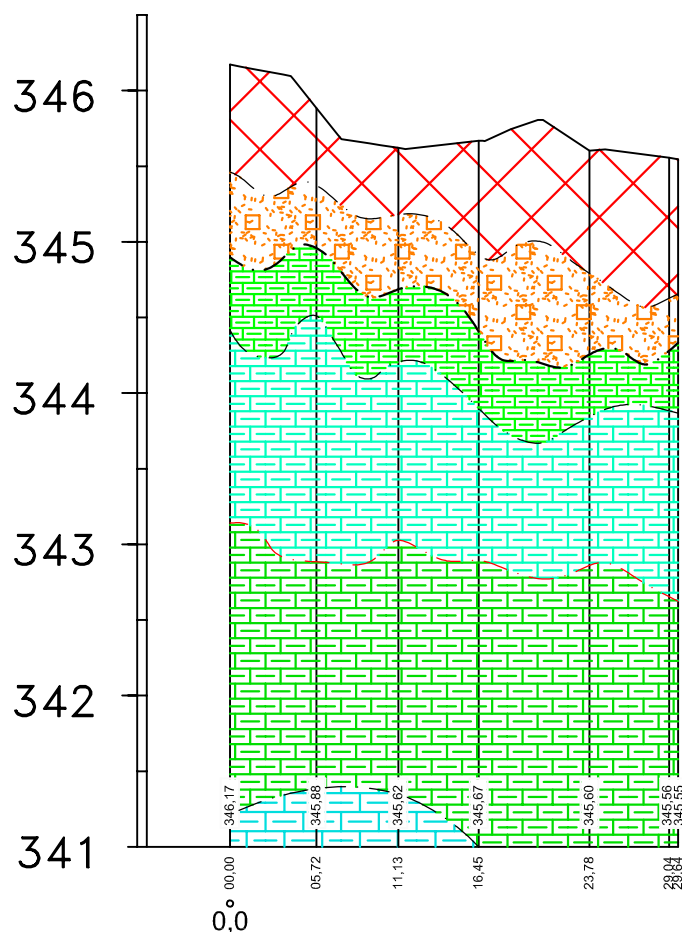
LEGENDA

- recent
- novější, hlinitokamenité
- hlína písčité
- štěrk
- křída – silnovec měkčí než R4
- křída – silnovec tvrdší než R4
- Hranice geotypů
- Hranice sklaňno podloží
- Pevnostní rozhraní R5/R4
- Tektonické linie

KRESLIL:	Mgr. Vladimír Lachman	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Vladimír Lachman
ZPRACOVAL:	Mgr. Vladimír Lachman	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřeží 90/4, Praha 5		
INVESTOR:			
STAVBA ZAKÁZKA:	Bělá Kvasiny - protipovodňová ochrana		
OBSAH PŘÍLOHY:	Doplňkový inženýrskogeologický a geofyzikální průzkum		
	Schematický geologický řez - oblast SO 04		

 <div>INSET s.r.o. Lucemburská 7, 130 00 Praha 3 www.inset.com tel. 221 489 111</div>	
Č. ZAKÁZKY	18020387000
ÚČEL	zz
FORMÁT	DATUM
279x600	8/2018
	ČÍS. ZPRÁVY
	01
MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:
1:1000/100	4.2

Schematický geologický profil - SO 05



LEGENDA

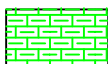
recent



navážky, hlinitokamenité



štěrk



Křída - slínovec - R6



Křída - slínovec - R5



Křída - slínovec - R4




Křída - slínovec - R3

— · — · — Hranice geotypů

— · — · — Hranice skalního podloží

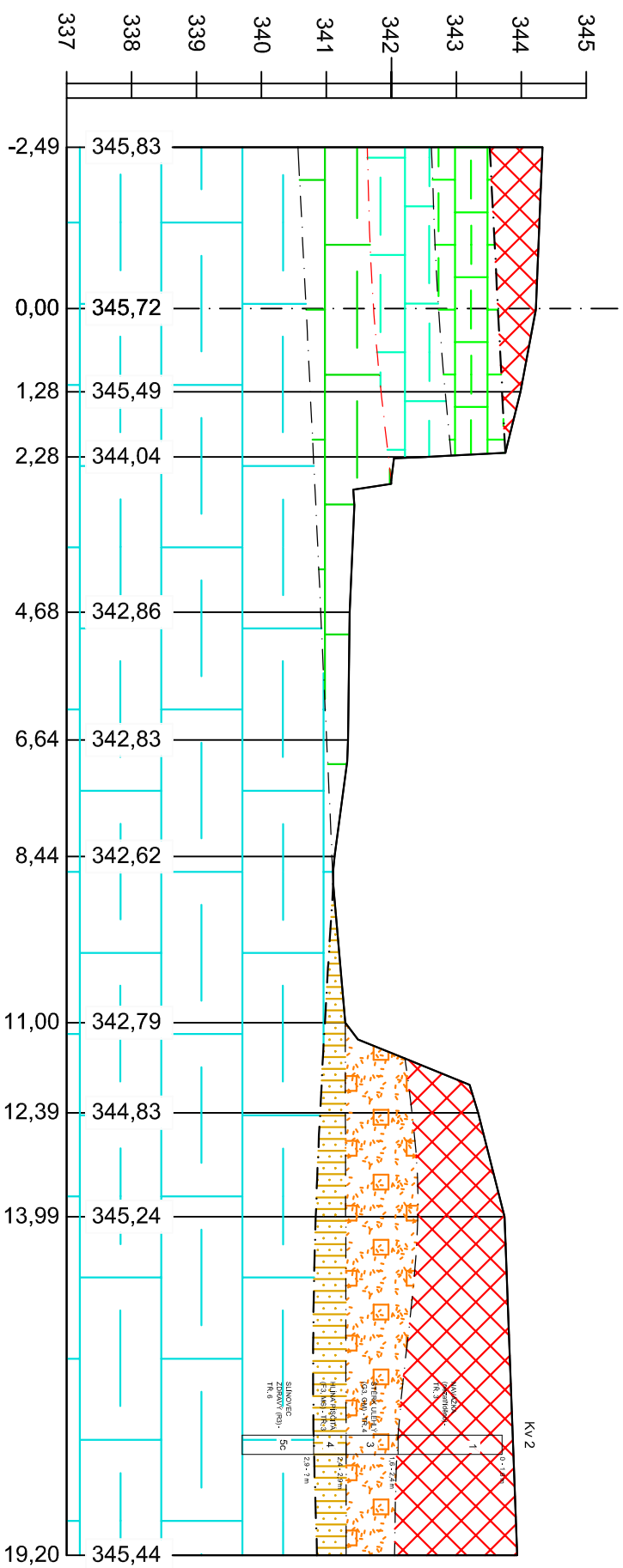
— · — · — Pevnostní rozhraní R5/R4

————— Tektonické linie

KRESLIL:	Mgr. Vladimír Lachman	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Vladimír Lachman	 INSET s.r.o. Lucemburská 7, 130 00 Praha 3 www.inset.com tel. 221 489 111	
ZPRACOVAL:	Mgr. Vladimír Lachman	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý		
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřeží 90/4, Praha 5			Č. ZAKÁZKY	18020387000
INVESTOR:				ÚČEL	zz
STAVBA ZAKÁZKA:	Bělá Kvasiny - protipovodňová ochrana Doplnkový inženýrskogeologický a geofyzikální průzkum			FORMÁT	DATUM 8/2018
OBSAH PŘÍLOHY:				A4	ČÍS. ZPRÁVY 01
	Schematický geologický řez - oblast SO 05			MĚŘÍTKO 1:500/50	ČÍSLO PŘÍLOHY: 4.3

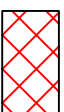
Schematický geologický příčný řez - Andělský jez

PR: 1
km 0,018 15



LEGENDA

recent



navážky, hlinitokamenité



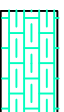
stærk



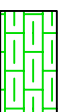
hlína písčitá



Křída – slínovec – R6



Křída – slínovec – R5



Křída – slínovec – R4



Křída – slínovec – R3


Hranice geotypů

Hranice skalného podloží

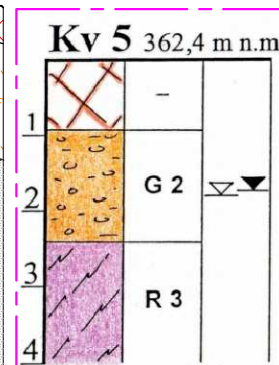
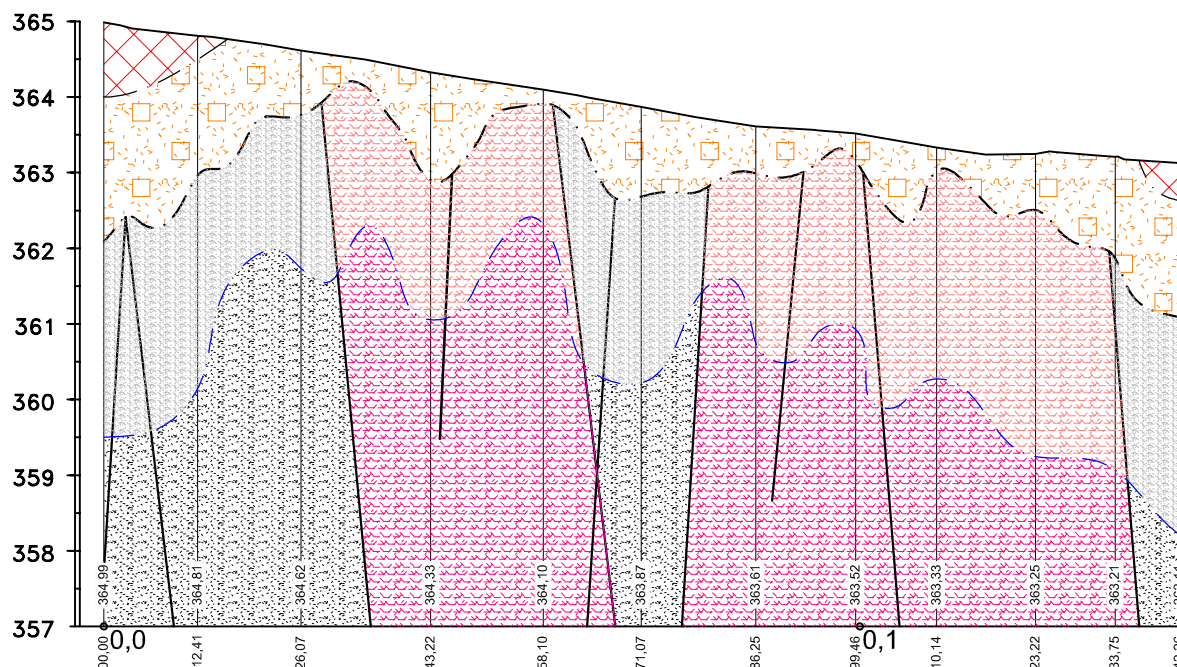
Pevnostní rozhraní R5/R4

Tektonické linie

KRESLIL:	Mgr. Vladimír Lachman	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Vladimír Lachman
ZPRACOVAL:	Mgr. Vladimír Lachman	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřeží 90/4, Praha 5		
INVESTOR:			
STAVBA ZAKÁZKA:	Bělá Kvasiny - protipovodňová ochrana Doplňkový inženýrskogeologický a geofyzikální průzkum		
OBSAH PŘÍLOHY:	Schematický příčný geologický řez - Anděluv jez		

 INSET s.r.o. Luemburská 7, 130 00 Praha 3 www.inset.com tel. 221 489 111		Č. ZAKÁZKY	18020387000
ÚČEL	zz	FORMÁT	DATUM
A3		ČÍS. ZPRÁVY	8/2018
MĚŘÍTKO	1:100/100	ČÍSLO PŘÍLOHY:	4.4

Schematický geologický profil - SO 02



LEGENDA

recent



navážky, hlinitokamenité



štěrky



metatrachyt měkčí než R4



metatrachyt tvrdší než R4



fylit měkčí než R4




fylit tvrdší než R4

— · — · — Hranice geotypů

— · — · — Hranice skalního podloží

— · — · — Pevnostní rozhraní R5/R4

— Tektonické linie

KRESLIL:	Mgr. Vladimír Lachman	ODP. ŘEŠITEL:	Mgr. Vladimír Lachman	<div></div> <div>INSET s.r.o Lucemburská 7, 130 00 Praha 3 www.inset.com tel. 221 489 111</div>	
ZPRACOVAL:	Mgr. Vladimír Lachman	KONTROLA:	RNDr. Oldřich Levý		
OBJEDNATEL:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřeží 90/4, Praha 5				
INVESTOR:					
STAVBA ZAKÁZKA:	Bělá Kvasiny - protipovodňová ochrana Doplňkový inženýrskogeologický a geofyzikální průzkum			Č. ZAKÁZKY 18020387000	
OBSAH PŘÍLOHY:	Schematický geologický řez - oblast SO 02			ÚČEL zz	
				FORMÁT A4	DATUM 8/2018 ČÍS. ZPRÁVY 01
				MĚŘÍTKO 1:100/10	ČÍSLO PŘÍLOHY: 4.5