	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Mgr. Petr Vlček			Ing. M. Polák
Objednatel: AFRY CZ, s.r.o.				
Název zakázky:	RS1 VRT Prosenice – Ostrava Svinov, I část Prosenice – Hranice na Moravě, předběžný geotechnický průzkum	Datum		duben 2023
		Číslo zakázky		20 7454
		Měřítko		
Název přílohy:	<b>Geofyzikální průzkum</b>	Číslo přílohy		<b>1.7</b>
		Číslo výtisku		

**GEOtest, a.s.**  
**Šmahova 1244/112, 627 00 Brno**  
**IČO: 46344942 DIČ: CZ 46344942**

tel.: **548 125 111**  
fax: **545 217 979**  
e-mail: **ostrava@geotest.cz**

Geologické a sanační práce pro ochranu životního prostředí, geotechnický a hydrogeologický průzkum

Číslo a název zakázky: **20 7454 RS1 VRT Prosenice – Ostrava Svinov, I. část Prosenice – Hranice na Moravě předběžný geotechnický průzkum**

Objednatel: **AFRY CZ, s.r.o., Magistrů 1275/19, 140 00 Praha 4**

Zhotovitel: **GEOtest, a.s., Šmahova 1244/112, 627 00 Brno**

Evidenční č. Geofondu: **1470/2022**

# **RS 1 VRT Prosenice – Ostrava-Svinov, I. část, Prosenice – Hranice na Moravě**

## **1. Všeobecná část**

### **1.7 Zpráva o výsledcích geofyzikálního průzkumu**

Odpovědný řešitel: **Ing. Jan Gebauer** (držitel odborné způsobilosti)

Prověřil: **Ing. Marek Polák**, oborový manažer



**RNDr. Lubomír Klímeček, MBA**

ředitel společnosti, člen představenstva

**GEOtest, a.s.**

Šmahova 1244/112, 627 00 Brno  
DIČ CZ46344942

35

**Brno, duben 2023**

**Výtisk č.**

# Obsah

<b>1. Úvod .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Metodika průzkumných prací.....</b>	<b>4</b>
2.1 Mělká refrakční seismika .....	4
2.2 Vertikální elektrické sondování.....	4
2.3 Elektrická odporová tomografie .....	6
<b>3. Výsledky geofyzikálního průzkumu.....</b>	<b>7</b>
3.1 Svahová nestabilita (sesuv) v okolí km 106,150 Tunel Slavič (cca km 105,550-106,330).....	8
3.2 Svahová nestabilita (sesuv) v okolí km v okolí km 110,600 u obce Velká (cca km 110,300-110,700).....	10
3.3 Svahová nestabilita (sesuv) v okolí km 111,820 u toku Velička (cca km 111,700 – 111,850).....	12
<b>4. Závěr .....</b>	<b>14</b>
<b>5. LITERATURA.....</b>	<b>16</b>

## Přílohy

Příloha č.1 Geofyzikální průzkumný profil Sla po1, M 1:1000

Příloha č.2 Geofyzikální průzkumný profil Sla pr1, M 1:1000

Příloha č.3 Geofyzikální průzkumný profil Sla pr2, M 1:1000

Příloha č.4 Geofyzikální průzkumný profil Sla pr3, M 1:1000

Příloha č.5 Geofyzikální průzkumný profil Hra po1a, M 1:1000

Příloha č.6 Geofyzikální průzkumný profil Hra pr1, M 1:1000

Příloha č.7 Geofyzikální průzkumný profil Hra pr2, M 1:1000

Příloha č.8 Geofyzikální průzkumný profil Hra po1b, M 1:1000

# 1. Úvod

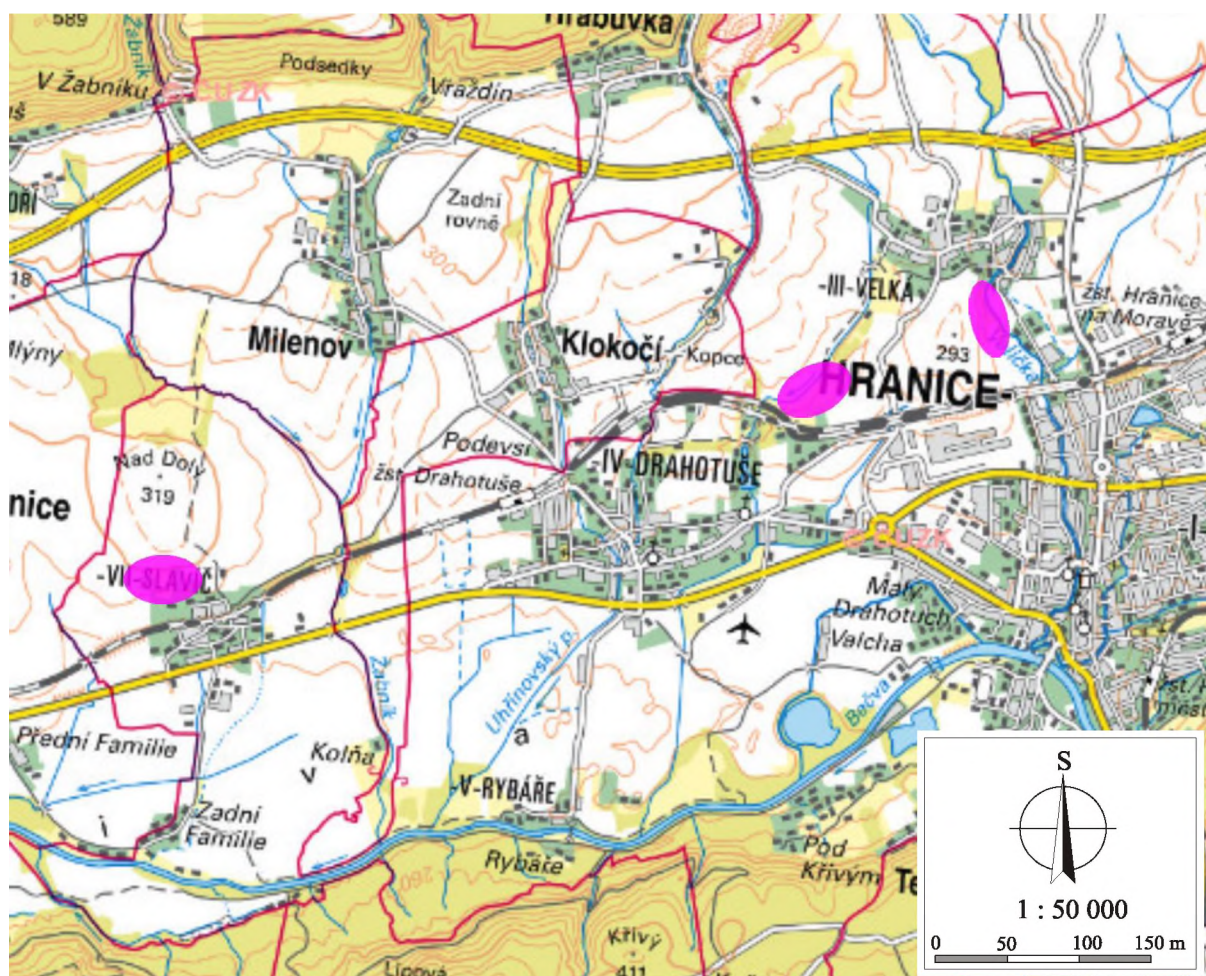
Předkládaná zpráva hodnotí výsledky geofyzikálního průzkumu, který byl proveden za účelem poznání geologie svahových deformací v místě projektované vysokorychlostní trati v úseku Prosenice – Hranice na Moravě. Svahové deformace, které byly předmětem průzkumu jsou registrované v databázi svahových deformací České geologické služby. Průzkumné práce byly realizovány ve třech místech a to:

- svahová nestabilita (sesuv) v okolí km 106,150 Tunel Slavič (cca km 105,550-106,330),
- svahová nestabilita (sesuv) v okolí km 110,600 u obce Velká (cca km 110,300-110,700),
- svahová nestabilita (sesuv) v okolí km 111,820 u toku Velička (cca km 111,700-111,850).

Geofyzikální práce na akci „Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR“ realizovalo pracoviště geofyziky GEOTestu, a.s., kde odpovědným řešitelem byl ing. Jan Gebauer, držitel odborné způsobilosti v geofyzice č.2307/2016.

Situace průzkumného území

Obrázek č. 1-1



zdroj: <http://geoportal.cuzk.cz/>

## 2. Metodika průzkumných prací

Geofyzikální průzkum realizovaný v rámci akce „Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR“ byl proveden seismickou metodou MRS (mělká refrakční seismika) a geoelektrickými metodami VES (vertikální elektrické sondování) a ERT (elektrická odporová tomografie). Geofyzikální metody průzkumu byly projektovány za účelem poznání svahových nestabilit ve vybraných úsecích projektované liniové stavby.

### 2.1 Mělká refrakční seismika

Mělká refrakční seismika (MRS) je speciální aplikací metody lomených vln pro zkoumání malých hloubek. Od klasické metody lomených vln se liší používáním relativně nízkoenergetických zdrojů elastického vlnění, přenosnými aparaturami a snímači, schopnými registrovat vyšší frekvence seismického vlnění. Na rozdíl od aparatur pro průzkum velkých hloubek (např. naftový průzkum) musí být aparatury pro MRS schopny odečtu kratších časů, a též musí mít vyšší rozlišovací schopnost. Důvodem jsou krátké časy, které musíme při řešení geologie malých hloubek použít. Ke zpracování naměřených dat se používá specifických interpretačních postupů, které zohledňují pozvolné změny rychlostí s hloubkou v přípovrchových částech geologických profilů.

Seismická data z akce „Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR“ byla zpracována pomocí software ReflexW a prezentována v podobě čárových rozhraní a 2D rychlostních řezů. Pro měření byla použita aparatura Geode (Geometrics). Aparatura je přenosná, modulární, 24kanálová, konstruovaná s důrazem na mělký reflexní a refrakční průzkum. Aparatury lze v případě rozsáhlých průzkumů řetězit. Propojením např. 10 jednotek lze sestavit pole o 240 snímačích (na lokalitě Horažďovice nebylo řetězení přístrojů aplikováno). Aparatura je řízena externě připojeným počítačem. Přístroj umožňuje sumování neomezeného počtu impulsů, jejich filtraci a regulaci signálu v paměti přístroje. Sumace signálu umožňuje potlačit vliv nahodilých jevů. Záznam seismického signálu byl spouštěn okamžikem počátku působení seismického zdroje.

Metoda MRS byla v zájmovém území aplikována na každém průzkumném profilu v plném rozsahu. Seismický signál byl generován údery kladiva na podložku a jeho odezva po průchodu horninovým prostředím byla registrována pomocí speciálních snímačů – geofonů. V prostoru zájmového území bylo na všech průzkumných profilech realizováno celkem 2933 m seismických měření.

### 2.2 Vertikální elektrické sondování

Metoda vertikálního elektrického sondování (VES) se používá pro zjišťování skokových změn měrného odporu hornin ve vertikálním směru. Principem metody je růst hloubkového dosahu metody s růstem vzdálenosti proudových elektrod. Při odporovém sondování se používají následující uspořádání elektrod:

- Schlumbergerovo,
- Wennerovo,
- tříelektrodové gradientové,
- dipólové.

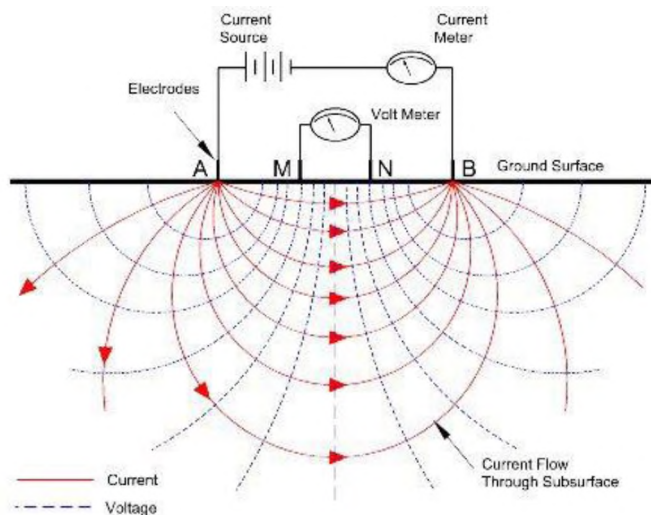
Nejobvyklejším je čtyřelektrodové Schlumbergerovo uspořádání, kdy všechny elektrody A, B, M, N leží v přímce a jsou symetricky rozmístěny podle středu uspořádání, který je



totožný s bodem zápisu. Elektrody tvoří při terénním měření dva základní okruhy - proudový okruh AB a měřicí okruh MN. Proudový okruh slouží k zavádění proudu do země pomocí elektrod AB a k měření velikosti používaného proudu. Měřicí (neboli potenciálový) okruh zabezpečuje zjišťování rozdílu potenciálů mezi elektrodami MN. Vzdálenost elektrod MN bývá menší než vzdálenost proudových elektrod AB. Obecné schéma zapojení elektrod metody VES přibližuje obrázek 2.2-1.

Základní princip měření metodou VES

Obrázek č. 2.2-1



Body VES bývají řazeny do profilů nebo pokrývají zkoumanou oblast v síti profilů. Sondážní křivky VES získáme, v případě nejčastěji používaného Schlumbergerova uspořádání, vynesem zdánlivých měrných odporů  $\rho_z$  v závislosti na délce roztažení  $AB/2$ . Zdánlivý měrný odpor pro jednotlivé body roztažení určíme pomocí vztahu:

$$\rho_z = k * \Delta U / I$$

kde : **I** je proud zaváděný do země elektrodami A a B  
 **$\Delta U$**  je napětí mezi měřicími elektrodami M a N  
**k** je konstanta Schlumbergerova uspořádání daná vztahem  $k = \pi * AM * AN / MN$

Křivky vertikálního elektrického sondování mohou být zkresleny vlivy, které neodpovídají teoretickým předpokladům metody. V našem případě můžeme zejména hovořit o:

- odporových nehomogenitách v horizontálním směru
- odporové anizotropii
- plošném uzemnění elektrod
- nerovnoměrném přechodovém odporu na jednotlivých elektrodách
- nerovinném reliéfu terénu
- plynulých změnách měrného zkoumaného odporu prostředí ve vertikálním směru
- skloněných rozhraních.

Na základě teoretických studií je možné křivky vertikálního elektrického sondování interpretovat, tj. můžeme určovat hloubky jednotlivých rozhraní a stanovovat měrné odpory určených vrstev. Interpretace křivek VES může probíhat dvěma způsoby, a to kvalitativně nebo kvantitativně, z nichž nejznámější jsou izoohmický řez a identifikace mocností jednotlivých geoelektrických vrstev  $h_i$  a příslušných měrných odporů  $\rho_i$ .

Pro měření metodou VES byl použit geoelektrický přístroj ARES II/10, pocházející z dílen společnosti GF Instruments s.r.o. Brno. Předností přístroje je dobrá elektronická vybavenost a jednoduchá obsluha v terénu. Poskytuje podporu standardním a speciálním elektrodám a kompatibilitu s rozšířenými druhy interpretačního software. Pro měření je možné využít buď vestavěného, nebo externího napájecího zdroje. Maximální výstupní výkon přístroje na svorkách AB je 800 W s proudem do 2,0 A. Přesnost přístroje je plus – minus jedno procento. K měření se používá komutovaného proudu s dobou cyklu 0,3 – 30 vteřin s intervalem 0,1 s. Vstupní odpor v měřicím okruhu je 20 MΩ. Přístroj může pracovat v tepelném rozmezí -10 až +50 °C a je konstruován jako vodotěsný. Komunikace přístroje s PC probíhá přes RS232 a USB rozhraní.

Metoda VES byla realizována v místě svahové deformace projektovaného tunelu Slavíč s pravidelným krokem 40 m. V případě svahových deformací u obce Velká a toku Velička byl krok sond VES stanoven na 50 m. Roztažení proudových elektrod AB/2 činilo na lokalitách 50 až 100 m. Dohromady bylo změřeno 77 sond VES.

## 2.3 Elektrická odporová tomografie

Elektrická odporová tomografie ERT je moderní multielektrodové geoelektrické měření sloužící pro získávání hloubkového řezu měrného odporu ve sledovaném prostředí. Tato metoda je zejména v zahraničí známa také pod názvem ERI (Electrical Resistivity Imaging) nebo CVES (Continuous VES) ap.

Metoda ERT ve svém principu kombinuje odporové profilování a sondování, jejichž teoretické předpoklady jsou detailně rozpracovány už řadu desetiletí. Vývoj a aplikace metody ERT začal přibližně v osmdesátých letech dvacátého století. Princip měření spočívá v tom, že vysoký počet elektrod (pole elektrod) je umístěn v linii v ekvivalentní vzdálenosti a mnohažilovým kabelem jsou připojené k řídicí jednotce. Jednotlivé kabely s připojenými elektrodami (tzv. sekce) lze řetězit do sestav. Dlouhé profily, které nejsou pokryty souvislou sestavou sekcí, se proměřují metodou přeskupování, kde se první sekce neustále přesouvá ve směru profilu na konec sestavy až do proměření požadované délky profilu. Počítač, který je obvykle vestavěný do měřicí aparatury, automaticky během měření určuje, které elektrody v sestavě budou sloužit jako měřicí a které jako proudové, tj. najednou jsou využívány 4 elektrody. Princip měření je obdobný jako u „klasických“ elektrodoových odporových metod a znázorňuje jej obrázek 2.2-1. Postupným střídáním a kombinováním elektrod v sestavě je dosaženo proměření celého zájmového území do požadované hloubky. Hloubkový dosah metody ERT je závislý zejména na použitém uspořádání elektrod (viz níže), pro Schlumbergerovo je to cca 1/5 délky kompletní sestavy elektrod (sekcí). Je-li průzkumný profil pokryt sestavou elektrod bez nutnosti řetězení, pak hloubkový dosah činí cca 1/5 délky průzkumného profilu. Specifikem měření metodou ERT je navíc to, že maximální hloubkový dosah o velikosti 1/5 délky profilu je dosažen v centru profilu a směrem k jeho okrajům klesá. Pro zajištění potřebného hloubkového dosahu v celé délce objednatelem vytýčeného úseku je obvykle nezbytné projektovat relevantně prodloužený průzkumný profil.

Metoda ERT je určena pro průzkum vertikálně a horizontálně orientovaných nehomogenit (poruch, poruchových zón, litologických změn atd.). Pomocí vhodného uspořádání elektrod lze ovlivňovat výsledné zobrazení, a tudíž lze předem zvolit metodu danému účelu nejvhodnější, nejrychlejší a nejpresnější. Mezi základní uspořádání elektrod patří:

- Wennerovo,
- Schlumbergerovo,
- Dipól-Dipól,

- Pól-Pól,
- Pól-Dipól atd.

Zpracování a zobrazování naměřených dat se provádí pomocí specializovaného software, který je schopen pomocí různě složitých matematických algoritmů inverzní úlohy konstruovat co nejpřesnější odporové modely reálného horninového prostředí.

Na zakázce „Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR“ bylo měřeno aparaturou ARES II společnosti GF Instruments s.r.o. jehož specifikace jsou uvedeny výše v textu.

Metoda ERT byla v předmětném zájmovém území realizována na všech projektovaných a realizovaných průzkumných profilech. Pro měření bylo užito Wenner-Schlumbergerovo (dle označení výrobce) uspořádání elektrod. Základní řetězec tvořil délku AB 124 m, maximální hloubkový dosah metody ERT s Wenner-Schlumbergerovým uspořádáním elektrod tak dosahoval cca 25 m.

Zpracování a interpretace naměřených dat probíhala v prostředí software RES2DINV, vizualizace v prostředí software Surfer a Corel Draw.

Základním předpokladem pro získání konzistentních dat pro následnou konstrukci věrohodného modelu zkoumaného prostředí je docílit co nejkvalitnějšího uzemnění elektrod. Geofyzikální měření metodou ERT na lokalitě probíhalo v prostředí s generelně dobrými uzemňovacími podmínkami.

Aparatura ARES II před spuštěním měření provádí test uzemnění elektrod a v případě hlín byly zjištěny odpory v řádu vyšších desítek až stovek  $\Omega$ . Horší výsledky poskytovaly úseky s výskytem navážek atd. V takových případech se uzemňovací odpory elektrod mohly pohybovat až v řádu tisíců  $\Omega$ . V případech, kdy měřicí profily procházely přes souvislé zpevněné plochy, byly elektrody s nejhorsím uzemněním, případně bez možnosti spolehlivé fixace, z měření vyloučeny (jednalo se o tzv. dummy elektrody).

Druhá fáze kontroly dat proběhla ve fázi předzpracování, kdy se provedla tzv. „exterminate bad datum points“. Po realizovaném očištění datového balíku byl konstruován inverzní model prostředí s uživatelským nastavením softwarového prostředí. V grafických přílohách této zprávy jsou prezentovány výsledky většinou druhé, maximálně třetí iterace.

### 3. Výsledky geofyzikálního průzkumu

V rámci zakázky „Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR“ byl proveden geofyzikální průzkum metodami VES, MRS a ERT.

V následujících kapitolách je popsán průběh a výsledky měření. Každá kapitola představuje kromě výsledků geofyzikálních prací taky stručný popis svahové deformace z dostupných informací na webových stránkách České geologické služby.

Geofyzikální měření, respektive jejich výsledky, jsou prezentovány graficky, a to metoda VES v podobě kvantitativně interpretovaných rozhraní, metoda MRS v podobě izolinií rychlostí a také jako hloubkové rozhraní a metoda ERT v podobě grafu rozložení měrných odporů. Nejdůležitějším výsledkem geofyzikálního průzkumu je svodný geologicko-geofyzikální model prostředí, obsahující již zmíněná hloubková rychlostní rozhraní, schematizované výsledky vrtných prací, vymezení jednotlivých kvazihomogenních bloků a jejich geologicko-geofyzikální interpretaci.

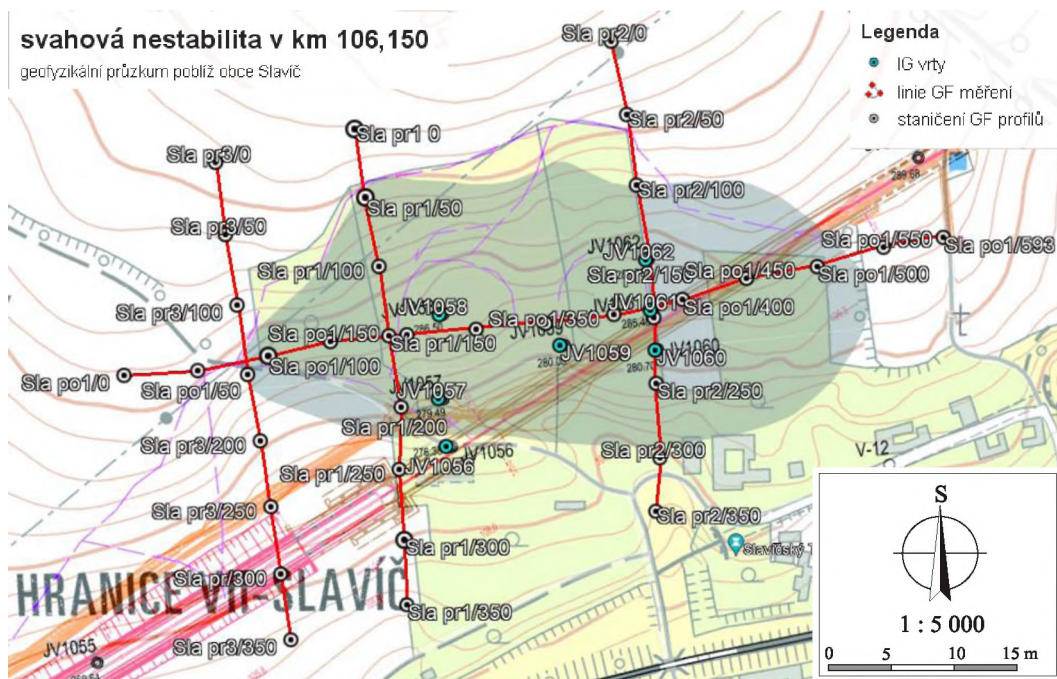


### 3.1 Svahová nestabilita (sesuv) v okolí km 106,150 Tunel Slavíč (cca km 105,550-106,330)

Prvním geofyzikálně zkoumaným místem v rámci akce „Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR“ byla svahová nestabilita ID CGS2511256 v okolí km 106,150 projektovaného tunelu Slavíč.

Situace geofyzikálních měření na lokalitě poblíž obce Slavíč

Obrázek č. 3.1-1



zdroj: GoogleEarth Pro a mapy.geology.cz

Svahová nestabilita se nachází v okrese Přerov v těsné blízkosti osídlené části obce Slavíč. Z hlediska regionální geologie lokalita spadá do karpatské předhlubně, kde v podloží dominují jíly, písky a šterky. Kvartérní pokryv je tvořen sprašemi, sprašovými hlínami, písky a šterky. Mocnost svahové nestability je odhadovaná na 5 až 10 m a k datu 11. 8. 2015 byla považována za dočasně uklidněnou.

Obrázek 3.1-1 znázorňuje rozmístění geofyzikálních profilů, a taky rozsah registrované svahové deformace. Délka profilů byla stanovená tak, aby profily vždy začínaly a končily mimo oblast registrované svahové nestability pro zjištění jejího případného většího plošného rozsahu. Profily byly lokalizovány s ohledem na průchodnost terénu, která byla převážně v západní části komplikována náletovými dřevinami.

Příčné průzkumné profily Sla pr1, Sla pr2 a Sla pr3 byly vedeny po spádnicí a měly za úkol přinést informace o svahové nestabilitě v severojižním směru. Podélný profil Sla po1 byl vedený přibližně středem svahové nestability, ve směru jejího východozápadního protažení. Jednotková délka příčných profilů dosahovala 350 m a délka podélného profilu pak 593 m.

Na lokalitě byly průzkumem vymezeny tři kvazihomogenní celky, které mají odezvu v litologickém zastoupení jednotlivých složek horninového materiálu.

- Kvartérní pokryv - jsou zde zastoupeny všechny horninové složky nacházející se v dalších geofyzikálních vrstvách. Jedná se o hlíny, jíly a šterky. Vlivem jejich promísení a nerovnoměrného zastoupení z nich vytváří nejvíce heterogenní vrstvu, která nabývá hodnot měrných odporů ve škále prvních desítek až vyšších desítek ohm metrů. Mocnost kvartérního pokryvu dosahuje maximálně 10 metrů.

- Neogenní jíly s příměsí. Další vrstva je tvořena jíly, které obsahují v různé míře příměs tvořenou šterky a hlínami. Na první pohled se zdá, že jsou zde obsaženy všechny typy hornin jako ve výše uvedené vrstvě, jedná se však o vrstvu, kde dominují převážně jíly a další zmíněné horninové složky zde jsou zastoupeny v menší míře. Mocnost vrstvy se pohybuje od cca 15 do 30 metrů. Odporově se vrstva projevuje hodnotami od cca 7 do 15 ohm metrů
- Neogenní jíly. Poslední kvazihomogenní celek představují neogenní jíly, které dosahují nejnižších hodnot měrných odporů (do cca 10 ohm metrů) a tvoří hlubší stavbu horninového prostředí. Vrstvu neogenních jíků je možné očekávat v hloubce od cca 20 metrů (Sla pr1 a Sla po1). Vrstva „čistých“ neogenních jíků je odporově velmi blízko vrstvě neogenních jíků s příměsí šterků a hlín. Místy dochází dokonce k jejich odporovému prolínání a je tak těžké učit jejich skutečné hranice.

Z pohledu fyzikálního projevu svahových deformací přináší nejzajímavější výsledky profil Sla pr2. V úseku cca 200 až 320 m profilu byla seismickým měřením identifikovaná nehomogenita, která se v rychlostním řezu projevuje výrazným poklesem seismických rychlostí. Příčinou budou s největší pravděpodobností horninové hmoty, které jsou svahovými pohyby promísené a rozvolněné. Interpretovaná smyková plocha zde zasahuje místy až do hloubky cca 20 metrů. Seismické rozhraní, které se v první polovině profilu pohybuje poměrně mělce pod terénem zde vykličuje směrem do hloubky. Odporově se „rozvolněná“ oblast sesuvu vyznačuje nižšími měrnými odpory do 10 ohm metrů odpovídající vrstvě neogenních jíků a hlín. V poli měrných odporů elektrické odporové tomografie je možné pozorovat její oboustranné omezení (cca 200 až 320 m ERT) způsobené mírným zvýšením měrných odporů, které jinak narušuje homogenitu geofyzikální vrstvy. Na povrchu terénu lze pozorovat v úseku 140 až 300 m (165 až 328 m ERT) elevaci způsobenou s největší pravděpodobností nahromaděním přemístěných horninových hmot – akumulční oblast.

V poli měrných odporů se nám podařilo vymezit počátek smykové plochy, kterou lze považovat za potenciální odlučnou hranu sesuvu a taky severní omezení svahové nestability. Jedná se o oslabení bloku kvartérních hornin ve staničení cca 103 m ERT (76 m MRS), které jsou vlivem gravitačních pohybů namáhány až dojde k jejich utržení a distribuci po svahu dolů. Analogický příklad je v metráži cca 152 m ERT (125 m MRS), kde k odloučení horninových hmot vlivem sesuvných pohybů již došlo.

Obdobná situace je na profilu Sla pr1, kde můžeme identifikovat ve staničení cca 170 až 300 m oblast „rozvolnění“ hornin v podobném rozsahu co se týče její hloubky a její šířky. Povrch terénu ve staničení cca 200 až 260 m (230 až 290 m ERT) vytváří terénní elevaci, která je identifikovatelná i na profilu Sla pr2 a jedná se pravděpodobně o akumulční oblast svahové deformace. Počátek smykové plochy (severní omezení svahové nestability) se v izoohmickém ERT řezu podařilo detekovat v metráži cca 57 m ERT (30 m MRS), kde dochází k odlučování kvartérních hornin mimo jiné vlivem gravitačních sil. Dílčí smykové plochy, podél kterých dochází k svahovým pohybům byly zjištěny v úseku 150 a 235 m ERT (122 a 207 m MRS). Svahovou nestabilitu bylo možné fyzikálně sledovat až do staničení cca 300 m profilu, kde je její pravděpodobné jižní omezení.

Překvapivé výsledky přineslo měření na profilu Sla pr3, který je poslední z trojice příčných profilů, na kterém proběhly průzkumné práce. Rychlostní řez znázorňuje pravděpodobný rozsah oblastí ovlivněné svahovými pohyby, kde v úseku staničení MRS cca 100 až 300 m zasahují nižší rychlosti (typické pro horniny do cca 5 m) do větší hloubky. Ve zmíněném úseku dochází rovněž k zahloubení seismického rozhraní znázorňující narůstající mocnost rozvolněných horninových hmot. Určení místa akumulční oblasti je zde komplikovanější. Na povrchu terénu nejsou patrné indicie (elevace vlivem nahromadění hornin), které by

napovídaly o přítomnosti přemístěných hornin. Hodnoty měrných odporů zde byly zjištěny nepatrně nižší, porušení bloku kvartérních hornin nebylo identifikováno. Rozsah svahové deformace je podle mělké refrakční seismiky a geoelektrických měření evidován úseku cca 70 až 300 m.

Sérii příčných profilů doplňuje jeden 593 metrů dlouhý podélný profil označený jako Sla po1, který přináší informace z oblasti, kde lze předpokládat větší koncentraci přemístěných svahových hornin. Z výsledků je patrné, že podélný profil protíná příčné profily Sla pr1 a Sla pr2 v oblasti nad hlavní zónou akumulace (profil Sla pr3 v její horní části), která byla u obou příčných profilů výše v textu popsána. Hloubka smykové plochy se pohybuje kolem cca 6 metrů až do staničení cca 270 m, kde dochází taky k nárůstu mocnosti kvartérního pokryvu. V intervalu profilu cca 430 až 530 m je na povrchu terénu viditelná terénní elevace, která napovídá o místě koncentrace svahových hornin. Fyzikálním odrazem je rychlostní anomálie snížených seismických rychlostí transportovaných hornin, které jsou gravitačním pohybem rozvolněné. Smyková plocha zde může zabíhat až do hloubky přesahující cca 16 m.

Do výsledných geologicko-geofyzikálních řezů byl zakreslen rozsah svahové nestability zjištěný Českou geologickou službou a taky rozsah zjištěný geofyzikálním průzkumem. Ve všech případech se pravděpodobně podařilo odhalit svahovou nestabilitu v rozsahu větším, než jak je svahová nestabilita evidována.

### **3.2 Svahová nestabilita (sesuv) v okolí km 110,600 u obce Velká (cca km 110,300-110,700)**

Další lokalita, kde proběhlo geofyzikální šetření se nachází u obce Velká v okolí km 110,6 projektované vysokorychlostní trati. Předmětem průzkumu byla svahová nestabilita ID CGS2512165 v místě plánované výstavby mostního objektu.

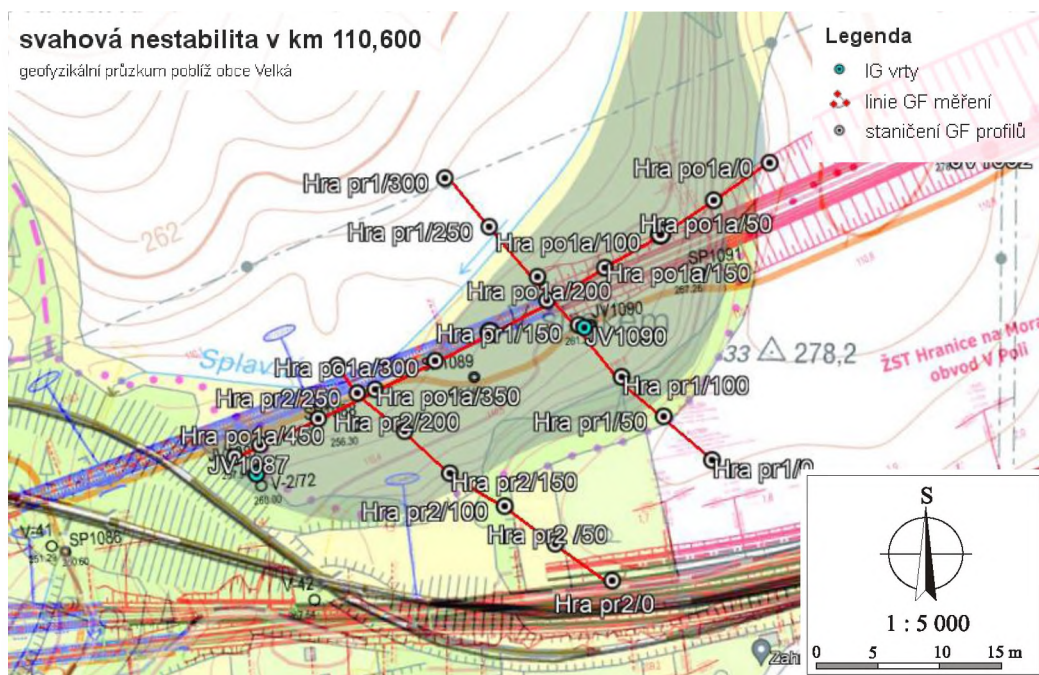
Z dostupných informací, které byly opět převzaty z databáze svahových deformací ČGS se svahová nestabilita nachází v okrese Přerov mezi obcemi Drahotuše a Velká. Geologicky spadá lokalita do karpatské předhlubně, kde lze očekávat jíly, písky a štěrky, které jsou kryty hlínami a sprašemi. Svahová nestabilita je považována za dočasně uklidněnou (datum aktualizace není známo). Informace o předpokládané mocnosti svahové deformace nejsou dostupné.

Na obrázku č. 3.2-1 jsou zobrazeny geofyzikální profily, na kterých proběhl průzkum a taky rozsah registrované svahové deformace. Směr profilů a jejich lokalizace byly zvoleny s ohledem na průchodnost terénu a účel průzkumu. Počáteční a koncové staničení profilů se nacházelo vždy mimo hranice svahové deformace pro zjištění případného většího rozsahu a taky pro sledování fyzikálních změn v zóně sesuvu a mimo sesuv. Průchodnost terénu byla dobrá až na profil Hra pr2, kde bylo nutné za pomoci mačety odstranit vegetaci v linii profilu.

Geofyzikální práce probíhaly podél dvojice příčných profilů Hra pr1 a Hra pr2, které vedly přibližně kolmo k projektované trase vysokorychlostní trati a protínaly svahovou deformaci ve směru SZ – JV. Příčné profily doplňoval jeden podélný profil Hra po1a, který byl vedený přibližně v trase VRT, kde protínal svahovou nestabilitu ve směru SV – JZ. Podélný profil procházel tělesem sesuvu v místě předpokládané akumulární oblasti. Jednotková délka příčných profilů byla 300 m (Hra pr1) a 278 m (Hra pr2) a jednotková délka podélného profilu Hra po1a byla 472 m. Původní projektovanou délku profilu Hra pr2 bylo nutné s ohledem na bažinu nacházející se na konci profilu zkrátit na zmíněných 278 m.

## Situace geofyzikálních měření na lokalitě poblíž obce Velká

Obrázek č. 3.2-1



zdroj: GoogleEarth Pro a mapy.geology.cz

Na lokalitě byly vymezeny čtyři kvazihomogenní celky, které mají odezvu v litologickém zastoupení jednotlivých složek horninového materiálu

- Kvartérní pokryv – jedná se o hlíny a jíly charakteru sprašových hlín. Jde o nejvíce heterogenní fyzikální vrstvu, která nabývá hodnot měrných odporů od prvních desítek ohm metrů (jíly) až po vyšší desítky ohmmetrů (spraše). Mocnost vrstvy kvartérního pokryvu se pohybuje od prvních metrů do cca 10 metrů (východní část průzkumného území).
- Prachovitý písek (hlína písčitá) – vrstva byla detekována v místech nejvíce postižených svahovou deformací a její přítomnost pravděpodobně negativně ovlivňuje stabilitu průzkumného území. Vrstva prachovitého písku je rozšířena zejména v místech předpokládané akumulací oblasti a na úpatí svahů. Mocnost vrstvy zpravidla nepřesahuje cca 10 metrů s výjimkou úseku cca 40 až 60 m (cca 70 až 93 m ERT) profilu Hra pr1, kde může dosáhnout až cca 14 metrů.
- Neogenní jíly a písky – Jedná se o vrstvu, která se nachází buď bezprostředně pod kvartérním pokryvem, nebo navazuje na vrstvu prachovitého písku. Ve vrstvě jsou zastoupeny převážně jíly, které doprovází písčitá příměs ovlivňující velikost měrných odporů (vyšší zastoupení písků znamená vyšší měrné odpory). Mocnost vrstvy je variabilní, v některých místech to je i přes cca 20 metrů jinde vrstva zcela chybí.
- Neogenní jíly – tvoří hlubší stavbu horninového prostředí zájmové oblasti. Podle hodnot měrných odporů nepřesahujících až na výjimky hranici 10 ohm metrů lze usuzovat o přítomnosti dobře vytríděných jílu bez dalších příměsí. Neogenní jíly lze předpokládat nejblíže k povrchu (od cca 5 m) v úseku cca 330 až 420 metrů (cca 358 až 448 m ERT) profilu Hra po1a.

V izoohmickém řezu metody ERT lze na všech profilech pozorovat oblast nad hranou svahu, která se projevuje nejvyššími hodnotami měrných odporů a která představuje dočasně stabilní



území tzv. zázemí sesuvu. Pod hranou svahu je na profilech Hra pr1 (cca 95 až cca 127 m ERT) a Hra pr2 (cca 115 až 145 m ERT) patrný blok kvartérních hornin (hlín a jílu), který byl distribuován gravitačními pohyby do nižších nadmořských výšek. Podobnou situaci můžeme pozorovat na podélném profilu Hra po1a, kde je blok přemístěných hornin patrný v úseku cca 100 až 140 m ERT. Transportované horniny jsou doprovázeny vyššími měrnými odpory v důsledku provzdušnění. V místě odlučné hrany vznikají často trhliny, které mohou být syčené srážkovou vodou jako je to např. v úseku cca 60 až 80 m ERT na profilu Hra po1a.

Níže po profilu je evidentní přechod do akumulární zóny sesuvu, kde jsou svahové horniny pohybem promíseny a vzniká tak heterogenní fyzikální vrstva o velikosti měrných odporů cca 10 až 16 ohm metrů. Reliéf terénu je v akumulární zóně členitý a odpovídá předchozí sesuvné aktivitě. V poli seismických rychlostí se projevuje oblast nad hranou svahu výrazně nižšími rychlostmi, než je tomu níže v akumulární oblasti což napovídá tomu, že je materiál v zázemí sesuvu výrazně namáhán. V akumulární oblasti pak dochází ke zvýšení rychlostí seismických vln v důsledku koncentrace napětí. Situace je zde odlišná od předchozí lokality, kde se rychlosti v akumulární oblasti naopak snižovaly. Fyzikální podstata věci je dána mechanikou svahové deformace, kdy záleží na sklonitosti terénu, materiálu sesuvu a dalších faktorech, které ovlivňují měřené fyzikální pole. S namáháním horninového materiálu dochází k vytvoření trhlin, které mohou být vyplněné vzduchem nebo srážkovou vodou. V poli měrných odporů ERT lze na profilu Hra pr2 pozorovat přítomnost vzniku trhlin ve staničení cca 50 a 100 m ERT, které budou sloužit jako distribuční kanály srážkové vody do tělesa sesuvu.

Hloubka interpretované smykové plochy odpovídá hloubce báze vrstvy prachovitého písku tj. cca 10 až 15 metrů a pravděpodobně přechází i do dalších fyzikálních vrstev. Kromě této hlavní smykové plochy byly interpretovány i dílčí smykové plochy, podél kterých může dojít nebo docházelo v minulosti ke svahovým pohybům.

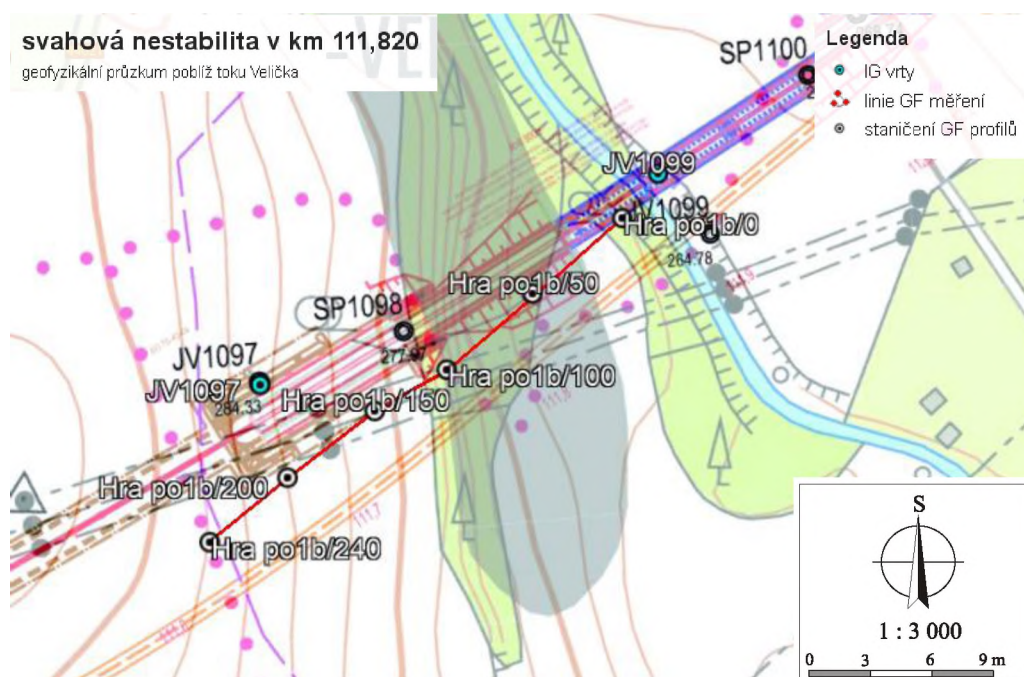
Do výsledných geologicko-geofyzikálních řezů byl zakreslen rozsah svahové nestability zjištěný Českou geologickou službou a taky rozsah zjištěný geofyzikálním průzkumem. Zajímavé zjištění přinesly výsledky na profilu Hra po1a, kde se od staničení cca 320 metrů (350 m ERT) výrazně mění všechny výsledky geofyzikálního průzkumu. Dochází k vymizení vrstvy prachovitého písku a taky vrstvy neogenního jílu a písku a není vyloučené, že zde území již nepodléhá svahovým pohybům (minimálně v menší míře než do staničení 320 m). Tvar reliéfu terénu a rozložení rychlostí seismických vln rovněž napovídá o tom, že dochází k přechodu do zóny, která je svahovými pohyby postižena daleko méně.

### **3.3 Svahová nestabilita (sesuv) v okolí km 111,820 u toku Velička (cca km 111,700 – 111,850)**

Poslední lokalitou podrobenou geofyzikálnímu šetření byla svahová nestabilita v okolí km 111,820 u toku Velička ID CGS2512214 v místě projektovaného mostu v trase vysokorychlostní trati. Situaci geofyzikálního průzkumu přináší obrázek 3.3-1

Lokalita se nachází v okrese Přerov, jihovýchodně od obce Velká na pravém břehu toku Velička. Geologická skladba je analogická s předchozí lokalitou u obce Velká. Jedná se o dočasně uklidněnou svahovou nestabilitu o předpokládané mocnosti 5 až 10 metrů.

### Situace geofyzikálních měření na lokalitě poblíž toku Velička Obrázek č. 3.3-1



zdroj: GoogleEarth Pro a mapy.geology.cz

Na obrázku níže je situační mapa s rozložením geofyzikálních měření, ve které je zakreslen i rozsah registrované svahové nestability. Průzkumné práce probíhaly podél profilu Hra po1b, který protínal nestabilitu ve směru SV-JZ a vedl přibližně v trase vysokorychlostní trati. Další průzkumné profily nebyly z důvodu terénních dispozic realizovány. Geofyzikální profil opět přesahoval za hranice registrované svahové nestability pro ověření jejího rozsahu a sledování fyzikálních změn v sesuvné oblasti a mimo ni. Protažení profilu za nulové staničení projektovaného měření bránila říčka Velička.

Na lokalitě byly vymezeny čtyři kvazihomogenní celky, které mají odezvu v litologickém zastoupení jednotlivých horninových složek.

- Kvartérní pokryv – tvořený hlinou, která může v různém zastoupení obsahovat písčitou složku. Z hlediska fyzikálního se jedná opět o vrstvu, která má největší variabilitu co do hodnot zjištěných měrných odporů. Projevuje se v rozmezí prvních až vyšších desítek ohmmetrů a nabývá mocnosti do cca 5 metrů.
- Štěrky – jediné místo, kde byly štěrky průzkumem identifikovány je v počátku profilu poblíž toku Velička. Měrné odpory zde dosahují přes 100 ohm metrů a jejich mocnost lze odhadovat na první metry.
- Neogenní jíly a písky – Vrstva je tvořena materiálem se zastoupením převážně jílové složky, která je doprovázena písčitou příměsí projevující se hodnotami měrných odporů v rozsahu cca 10 – 20 ohm metrů. Jíly s písčitou příměsí lze očekávat bezprostředně pod kvartérním pokryvem od staničení cca 120 m, kde tvoří vrstvu s mocností do cca 5 metrů a dále pak ve větších hloubkách, kde se střídá s vrstvou neogenních jíků.
- Neogenní jíly – poslední kvazihomogenní celek (vrstva) je tvořena materiálem, ve kterém zcela dominují neogenní jíly. Fyzikálně se vrstva projevuje hodnotami do 10 ohm metrů a lze ji očekávat v hloubkách od cca 5 metrů, kde se pak střídá s vrstvou jíků a písků.



V intervalu cca 40 až 120 m profilu byly identifikovány fyzikální projevy s největší pravděpodobností související s aktivitou svahové deformace. Byly zde interpretovány dvě smykové plochy, podél kterých pravděpodobně dochází ke svahovým pohybům. Mělčí smyková plocha se nachází na bázi kvartérního pokryvu, kde zajišťuje transport kvartérních hlín do nižších poloh a hlubší smyková plocha zasahuje do vrstvy neogenních jílu do hloubky cca 12 metrů.

Rozložení napětového pole svahové nestability přibližuje pole seismických rychlostí. Nižší rychlosti v horní části svahu napovídají o pravděpodobném namáhání sesuvných hmot vlivem gravitace a vzniku trhlin, které zároveň zvyšují měrné odpory hornin v přípovrchové části měřeného geologického prostředí. Trhlinami dochází k distribuci srážkových vod do těla sesuvu a k aktivaci svahových pohybů. Směrem k nulovému staničení profilu pak dochází k postupnému zvyšování seismických rychlostí napovídající o zóně komprese, kde jsou horninové hmoty stlačovány – akumulární zóna.

Do svodného geologicko – geofyzikálního řezu byl opět zakreslen rozsah svahové nestability zjištěný Českou geologickou službou a také rozsah zjištěný geofyzikálním průzkumem.

## 4. Závěr

V rámci akce „Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR“ byl realizován geofyzikální průzkum ve třech místech projektované vysokorychlostní trati a to:

- svahová nestabilita (sesuv) v okolí km 106,150 Tunel Slavič (cca km 105,550-106,330),
- svahová nestabilita (sesuv) v okolí km v okolí km 110,600 u obce Velká (cca km 110,300-110,700),
- svahová nestabilita (sesuv) v okolí km 111,820 u toku Velička (cca km 111,700 – 111,850).

Profily byly proměřeny kombinací metod MRS (mělká refrakční seismika), ERT (elektrická odporová tomografie) a VES (vertikální elektrické sondování).

Výsledky geofyzikálního průzkumu jsou prezentovány v grafických přílohách 1 až 8 ve formě izolinií sledované veličiny, a také čárových grafů, představujících interpretovaná geofyzikální rozhraní. Čárové grafy jsou zakresleny zejména ve svodném řezu v dolní části příloh. Součástí grafické prezentace geofyzikálních měření jsou také schematizované profily realizovaných vrtných prací, archivních i současných. Interpretace geofyzikálních měření probíhala za využití všech informací a zjištěných skutečností.

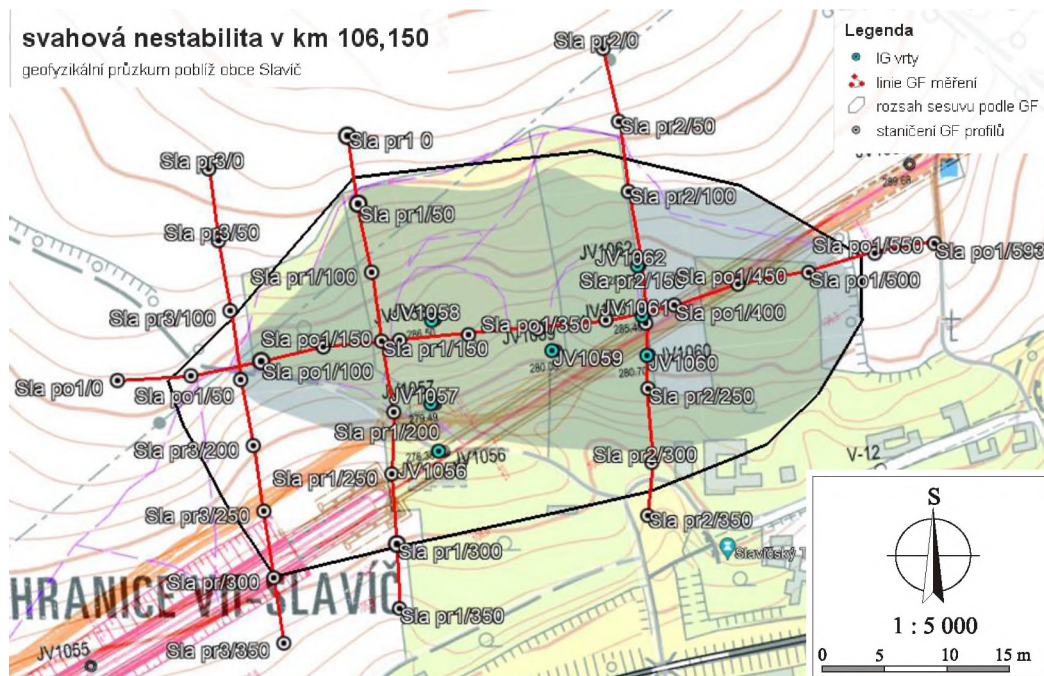
Účelem geofyzikálního průzkumu bylo poznání geologické stavby zájmového území v okolí průzkumných profilů, zejména pak rozsahu svahových deformací. Geofyzikálním průzkumem byly identifikovány základní fyzikální kvazihomogenní celky, jimž byl přidělován geologický význam.

Výstupem průzkumných prací jsou kromě geofyzikálních řezů a svodného geologicko – geofyzikálního řezu taky situační mapy znázorňující rozsah svahové deformace zjištěný českou geologickou službou a rozsah zjištěný geofyzikálním průzkumem (obr. 4-1 až 4-3). Do svodného geologicko – geofyzikálních řezů byl zakreslen průmět stavebních objektů v místě křížení s trasou VRT. Pozice průmětu objektů byla zakreslena s největší možnou přesností, ale i tak by měla být považována pouze za orientační.

Geofyzikálním průzkumem se podařilo vymapovat plošný rozsah svahové deformace a také přibližnou hloubku smykových ploch podél kterých s největší pravděpodobností dochází ke svahovým pohybům. Ve většině případů se jedná o složené rotační smykové plochy, které jsou typické pro pelitické, nezpevněné nebo částečně zpevněné horniny (jíly).

Rozsah svahové deformace na lokalitě poblíž obce Slavič

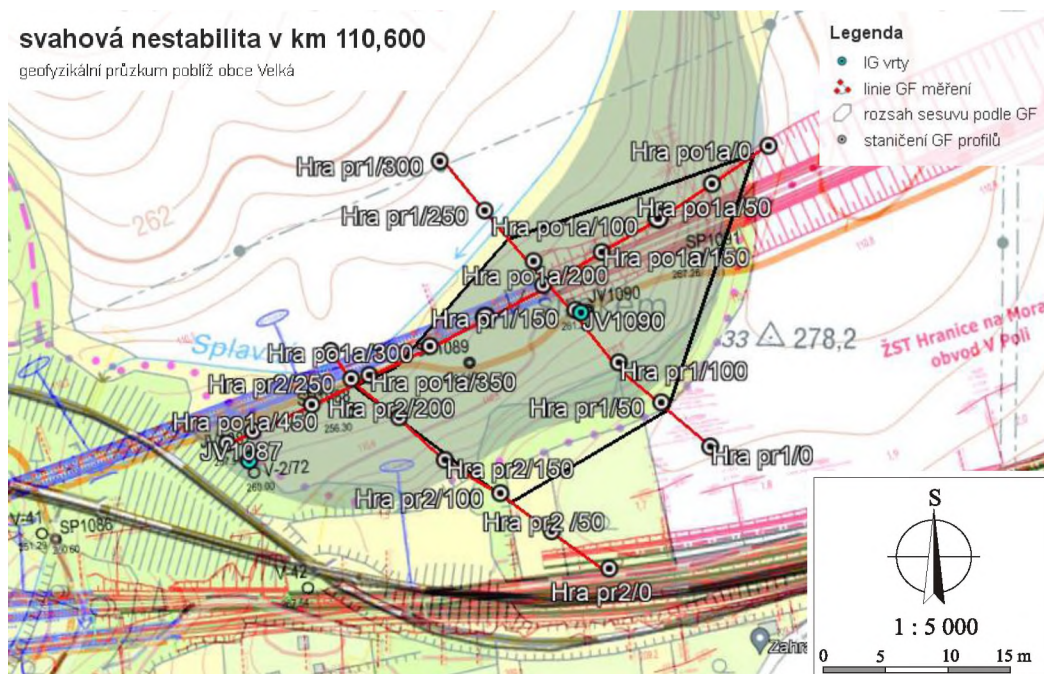
Obrázek č. 4-1



zdroj: GoogleEarth Pro a mapy.geology.cz

Rozsah svahové deformace na lokalitě poblíž obce Velká

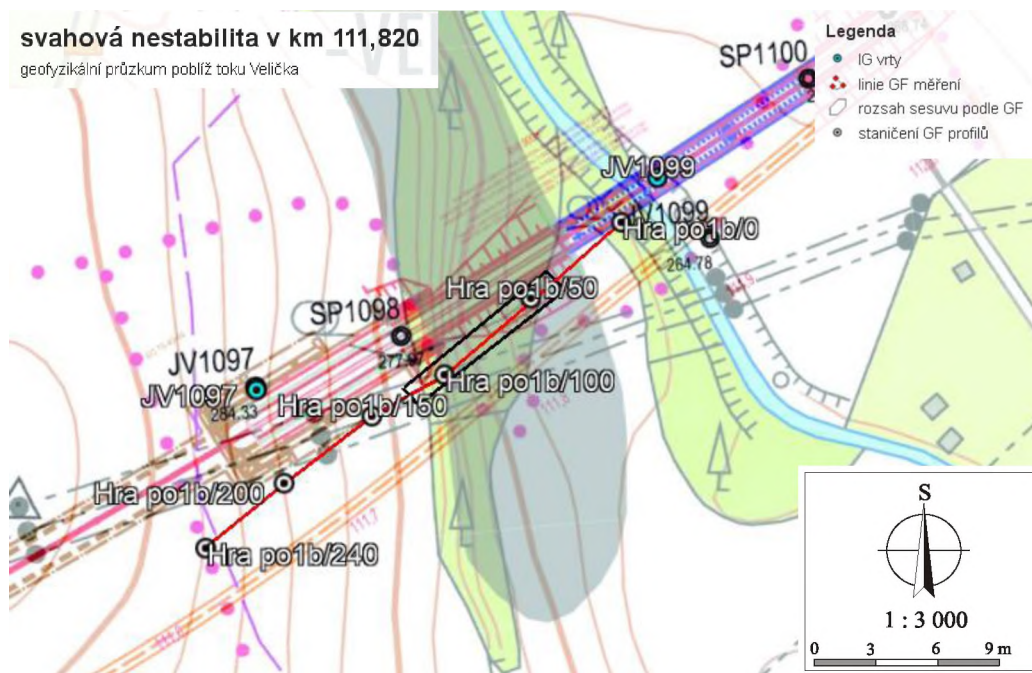
Obrázek č. 4-2



zdroj: GoogleEarth Pro a mapy.geology.cz

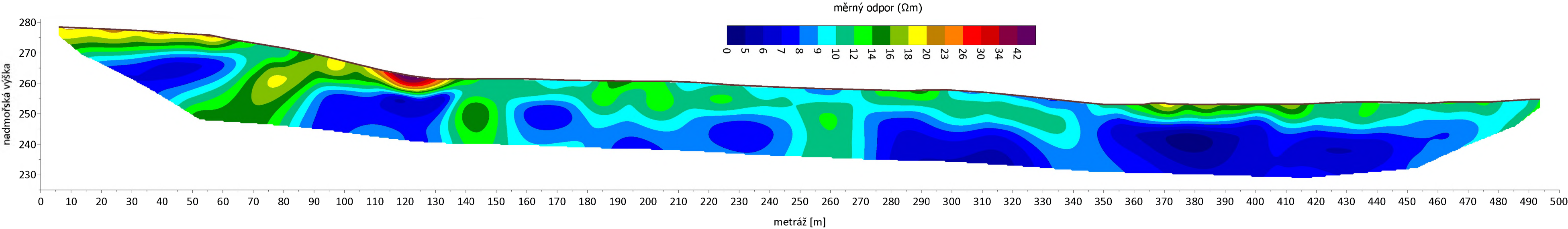
## Rozsah svahové deformace na lokalitě poblíž toku Velička

Obrázek č. 4-3

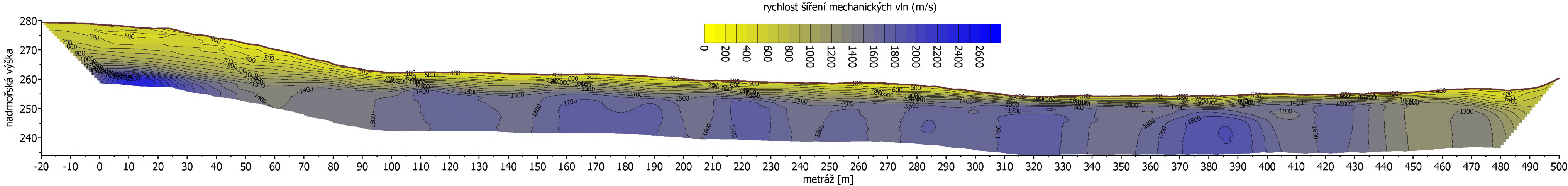




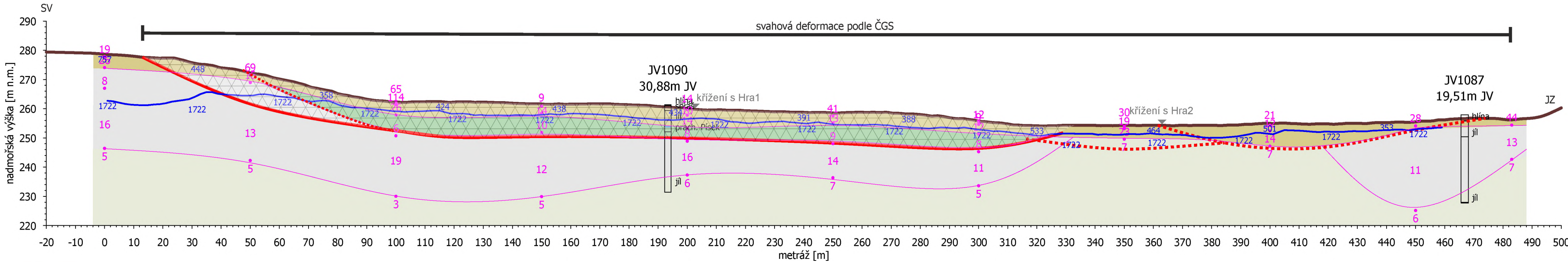
Výsledky geoelektrických měření ERT - izoohmický řez



Výsledky seismických měření MRS - rychlostní řez



Geologicko-geofyzikální interpretace



- kvartérní pokryv (jíly, hlíny)

neogén (jíly a písek)

neogén (jíly)


svahová deformace

prachovitý písek
- smyková plocha

pravděpodobná smyková plocha

geoelektrické rozhraní

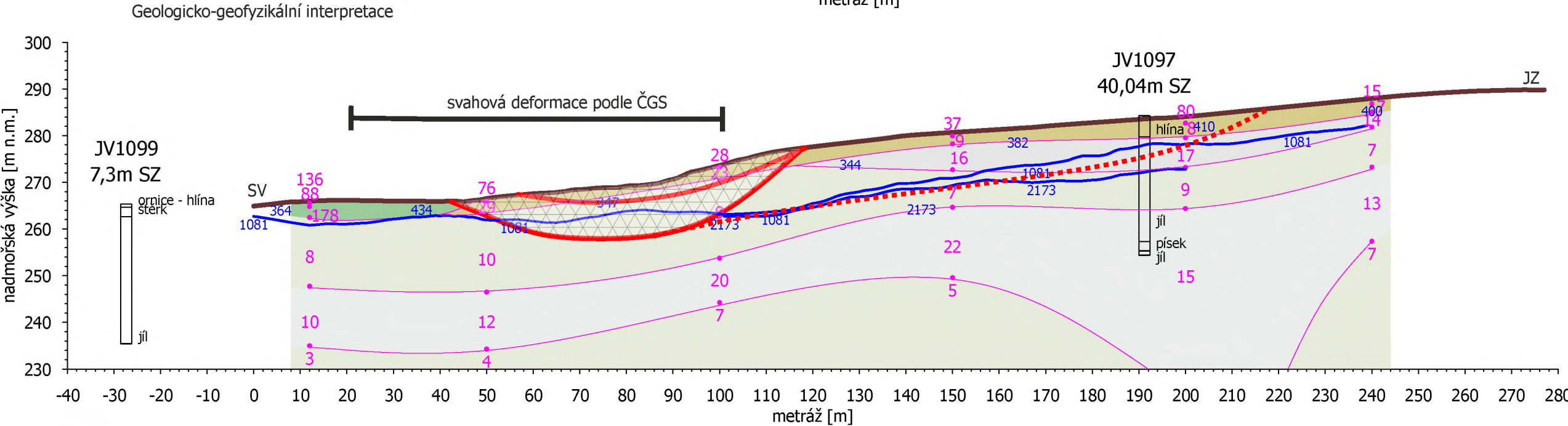
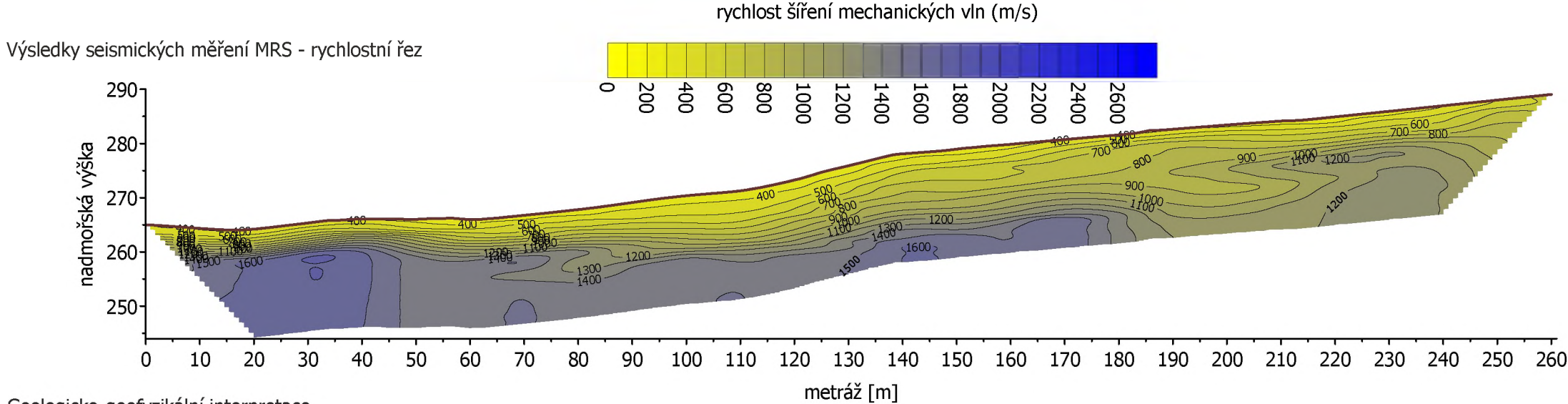
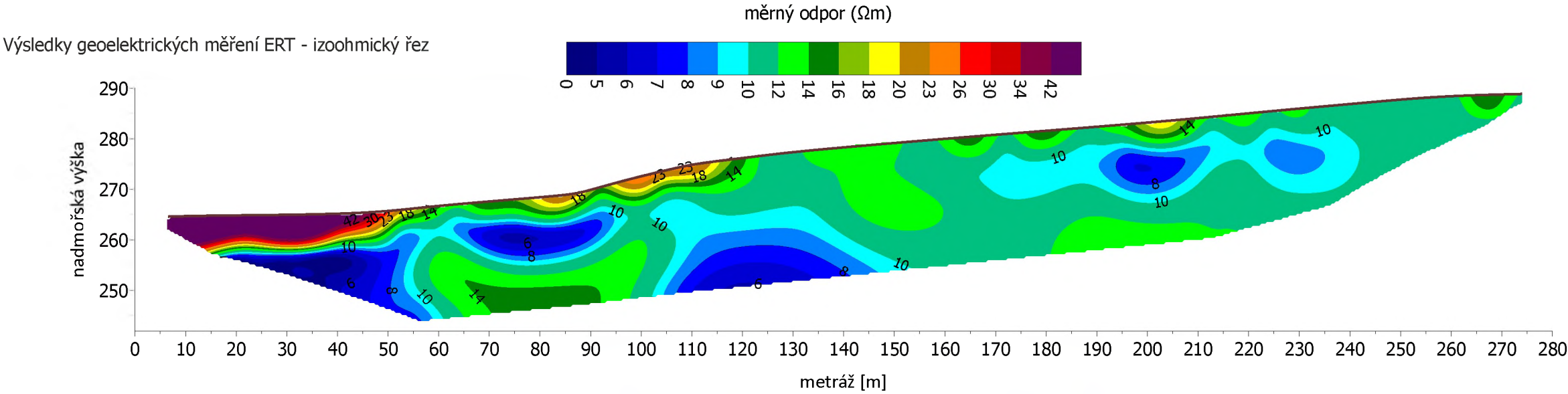
seismické rozhraní

	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil	
	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Doc.RNDr. P.Bláha, DrSc.	
Objednatel: AFRY CZ, s.r.o.					
Název zakázky: Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR			Datum	květen 2023	
			Číslo zakázky	207 454	
Název přílohy:  Geofyzikální průzkumný profil Hra po 1a			Měřítko	1 : 1000	
			Číslo přílohy	5	
			Číslo výtisku		



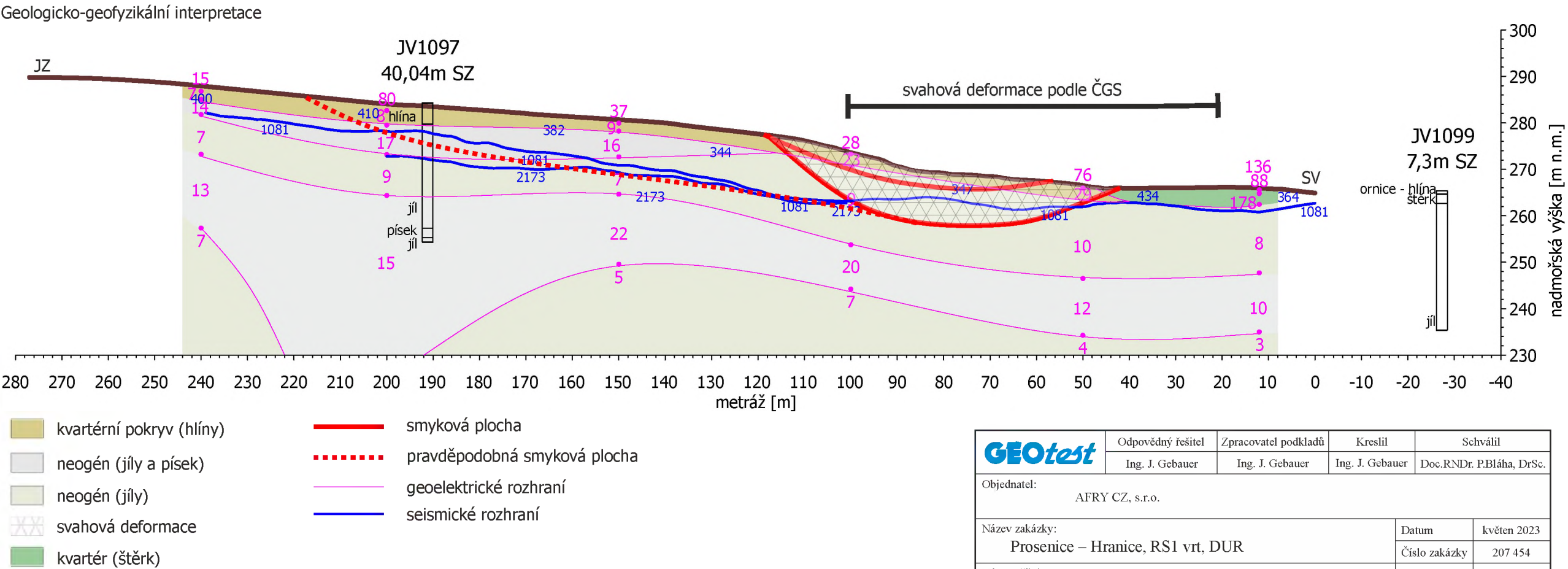
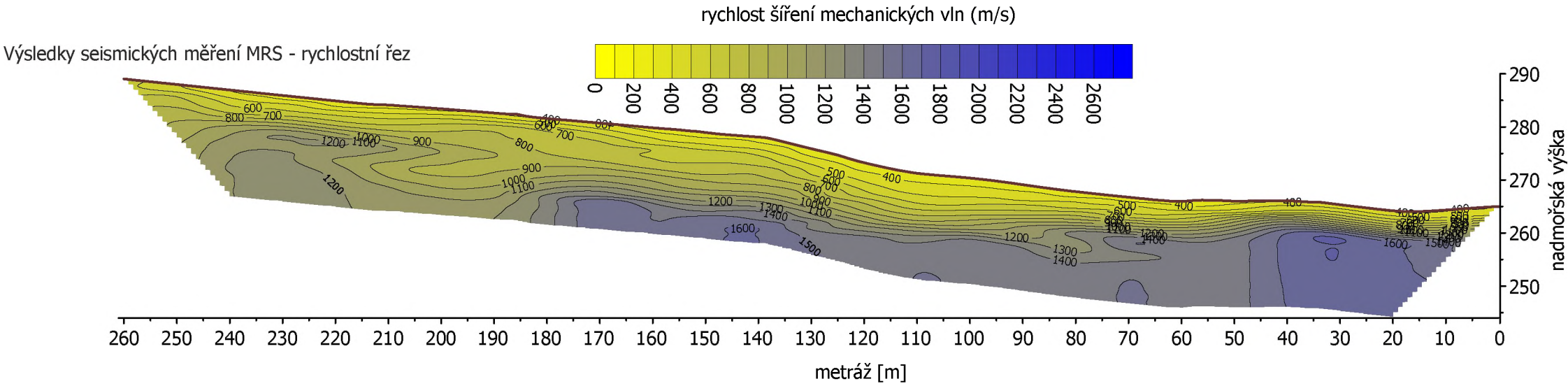
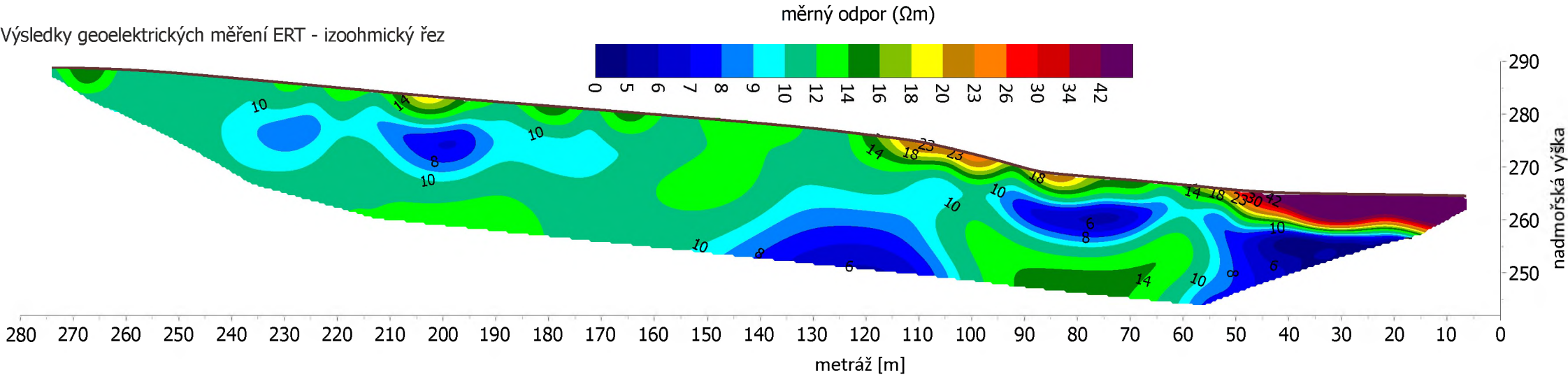






<b>GEotest</b>	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Doc.RNDr. P. Bláha, DrSc.
Objednatel: AFRY CZ, s.r.o.				
Název zakázky: Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR			Datum	květen 2023
Název přílohy: Geofyzikální průzkumný profil Hra po 1b			Číslo zakázky	207 454
			Měřítko	1 : 1000
			Číslo přílohy	8
			Číslo výtisku	

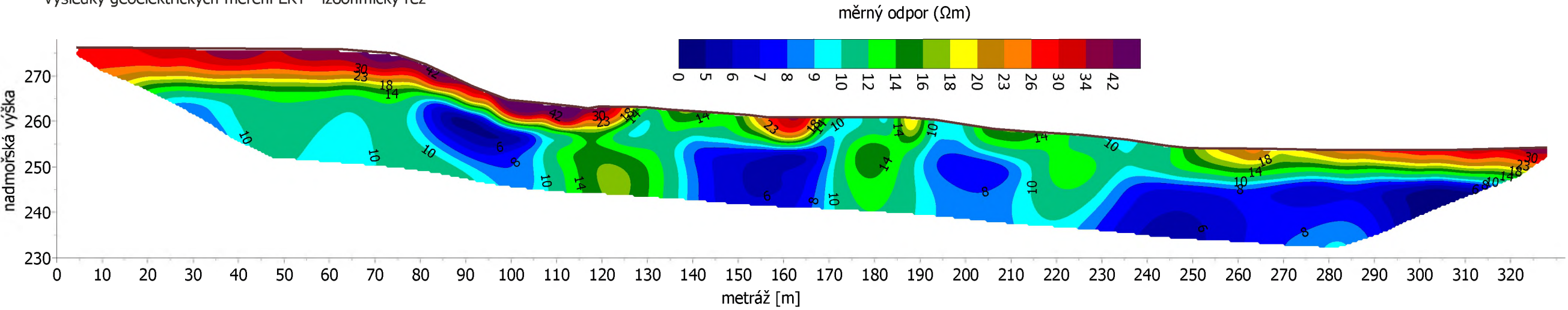




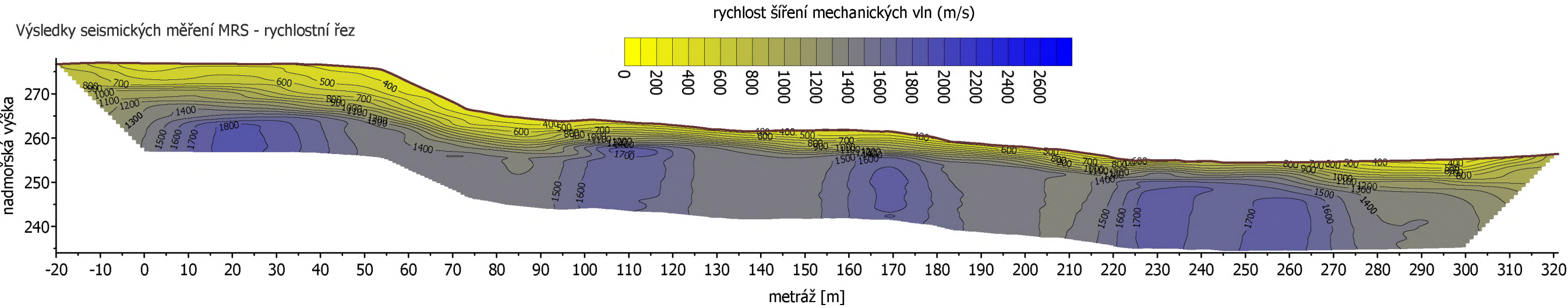
<b>GEOTest</b>	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Doc.RNDr. P.Bláha, DrSc.
Objednatel: AFRY CZ, s.r.o.				
Název zakázky: Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR			Datum	květen 2023
Název přílohy: Geofyzikální průzkumný profil Hra po 1b			Číslo zakázky	207 454
			Měřítko	1 : 1000
			Číslo přílohy	8
			Číslo výtisku	



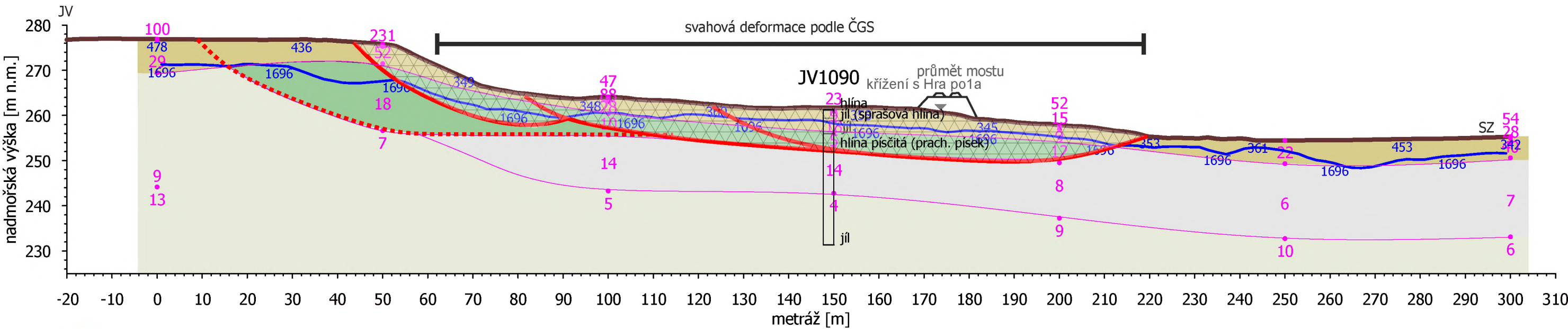
Výsledky geoelektrických měření ERT - izoohmický řez



Výsledky seismických měření MRS - rychlostní řez



Geologicko-geofyzikální interpretace

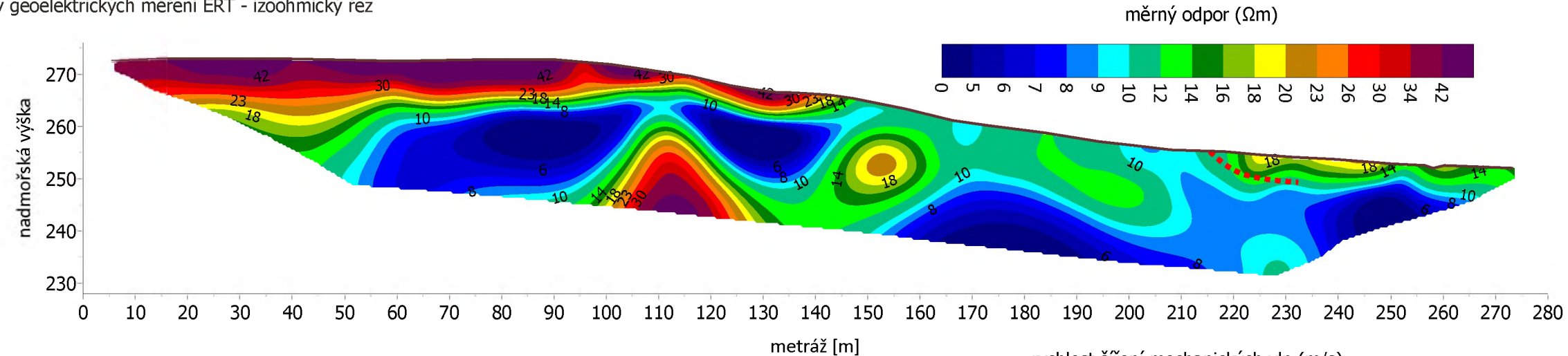


- kvartérní pokryv (jíly, hlíny)
- neogén (jíly a písek)
- neogén (jíly)
- svahová deformace
- prachovitý písek
- smysková plocha
- pravděpodobná smysková plocha
- geoelektrické rozhraní
- seismické rozhraní

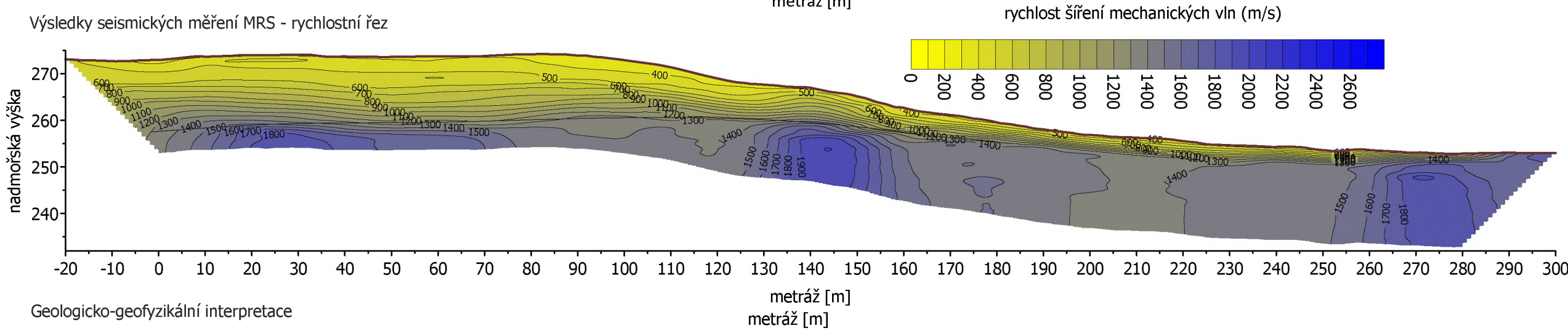
<b>GEotest</b>	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Doc.RNDr. P. Bláha, DrSc.
Objednatel: AFRY CZ, s.r.o.				
Název zakázky: Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR			Datum	květen 2023
			Číslo zakázky	207 454
Název přílohy: Geofyzikální průzkumný profil Hra pr1			Měřítko	1 : 1000
			Číslo přílohy	6
			Číslo výtisku	



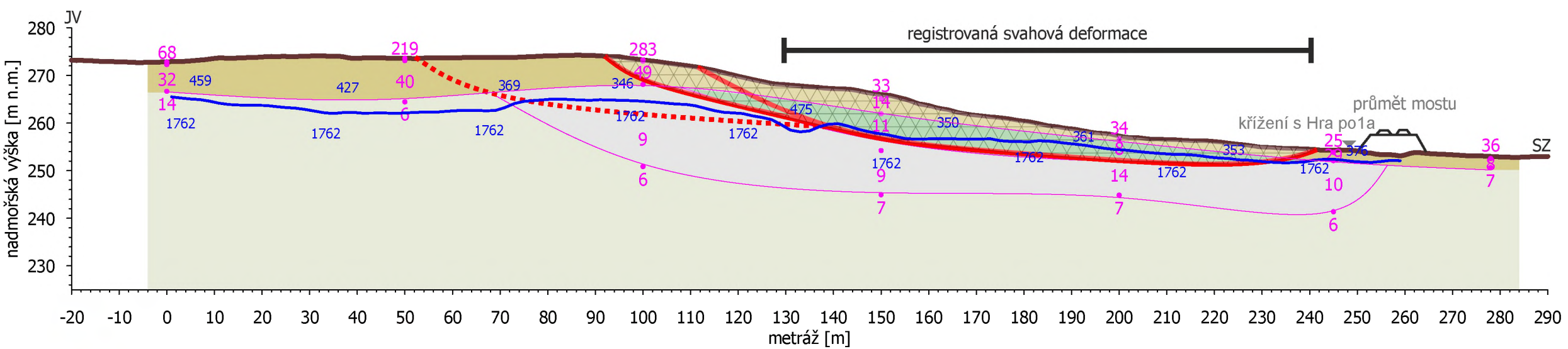
Výsledky geoelektrických měření ERT - izoohmický řez



Výsledky seismických měření MRS - rychlostní řez



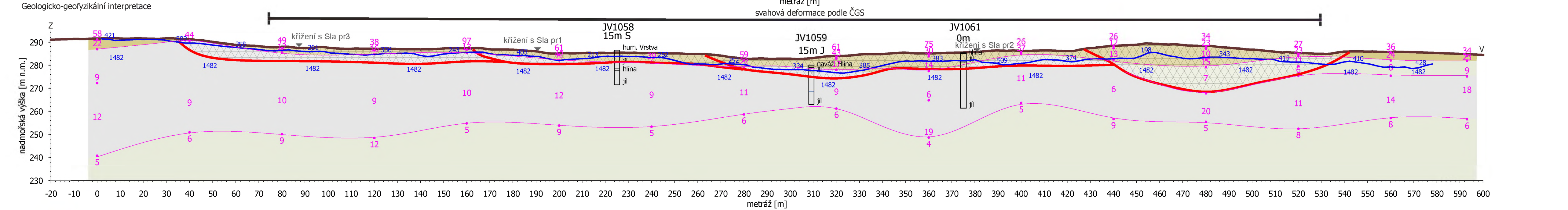
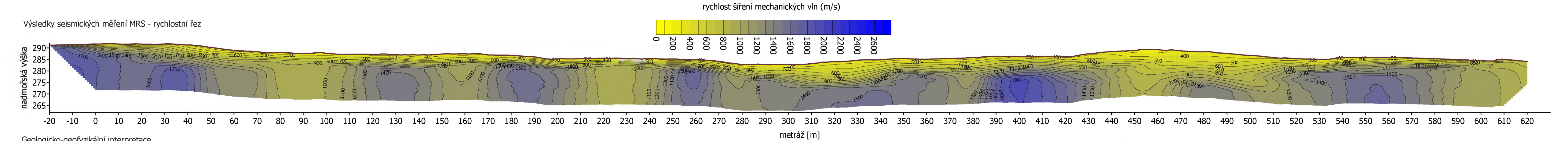
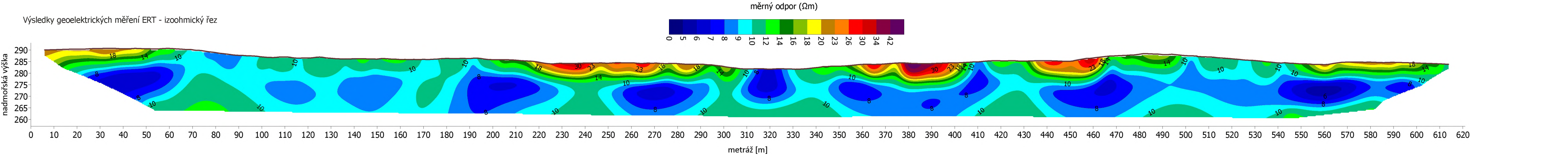
Geologicko-geofyzikální interpretace



- kvartérní pokryv (jíly, hlíny)
- neogén (jíly a písek)
- neogén (jíly)
- svahová deformace
- prachovitý písek
- smyková plocha
- pravděpodobná smyková plocha
- geoelektrické rozhraní
- seismické rozhraní

<b>GEOTEST</b>	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Doc.RNDr. P.Bláha, DrSc.
Objednatel: AFRY CZ, s.r.o.				
Název zakázky: Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR			Datum	květen 2023
			Číslo zakázky	207 454
Název přílohy: Geofyzikální průzkumný profil Hra pr2			Měřítko	1 : 1000
			Číslo přílohy	7
			Číslo výtisku	



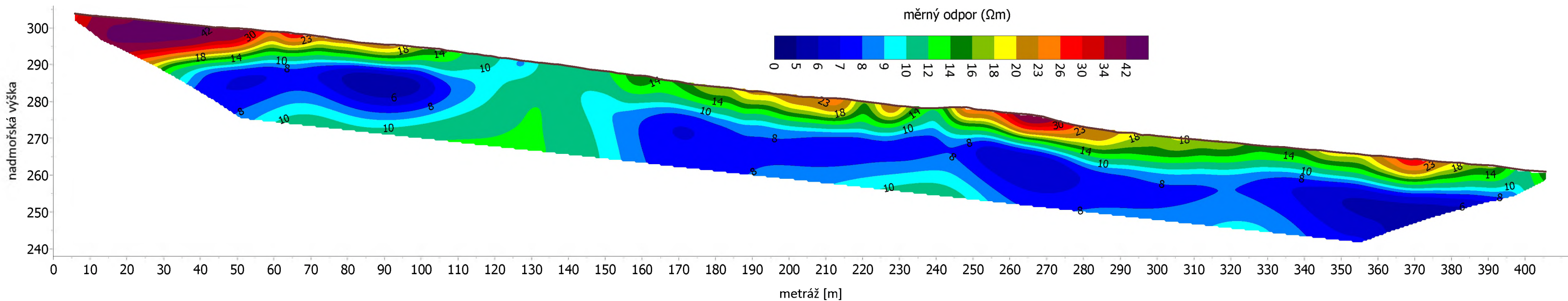


- kvartérní pokryv (jíly, hlíny, štěrky)
- neogén (jíly s příměsí štěrků a hlín)
- neogén (jíly)
- svahová deformace
- smyková plocha
- pravděpodobná smyková plocha
- geoelektrické rozhraní
- seismické rozhraní

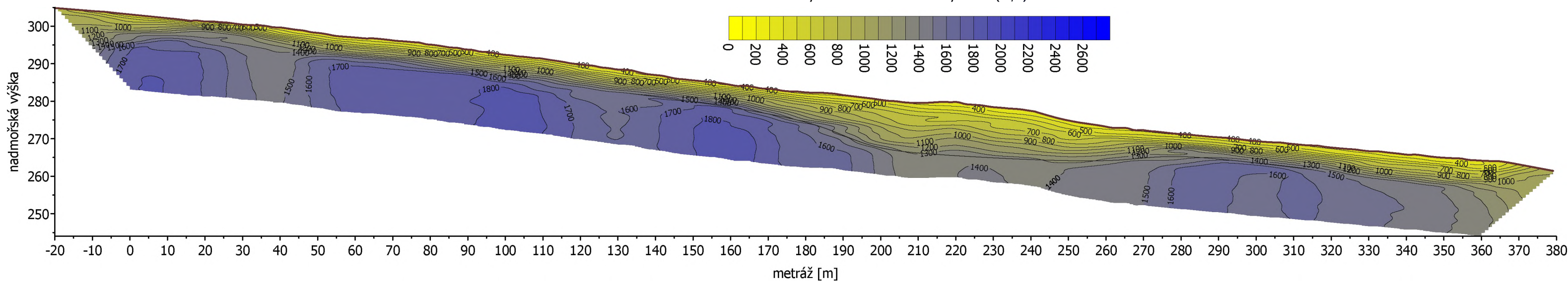
<b>GEOTest</b>	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Doc.RNDr. P.Bláha, DrSc.
Objednatel: AFRY CZ, s.r.o.				
Název zakázky: Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR				Datum: květen 2023
Název přílohy: Geofyzikální průzkumný profil Sla po1				Číslo zakázky: 207.454
				Měřítko: 1 : 1000
				Číslo přílohy: 1
				Číslo výtisku:



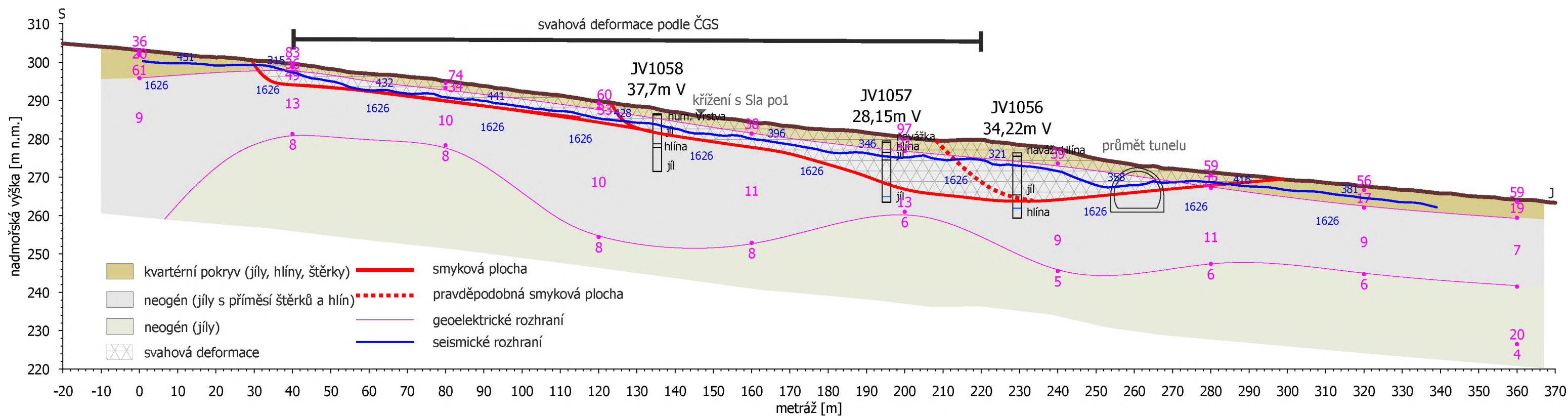
Výsledky geoelektrických měření ERT - izoohmický řez



Výsledky seismických měření MRS - rychlostní řez



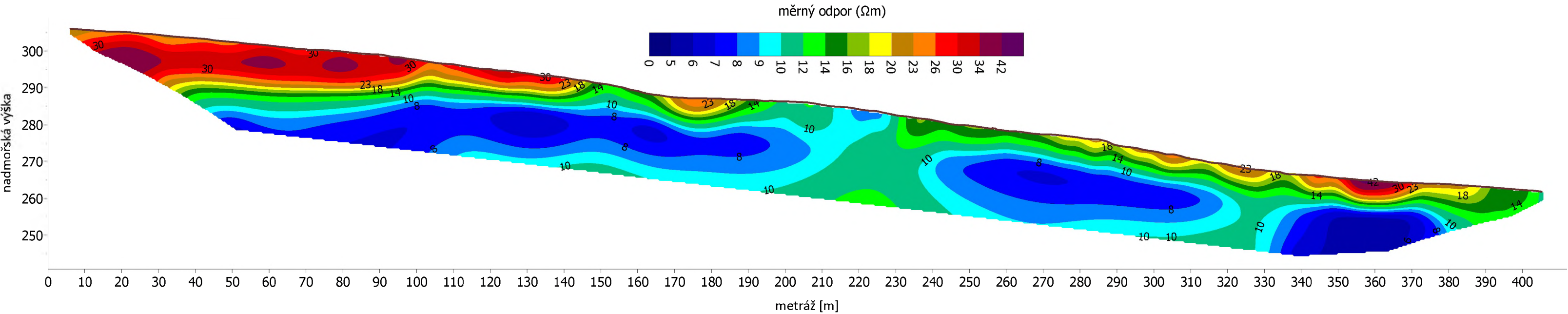
Geologicko-geofyzikální interpretace



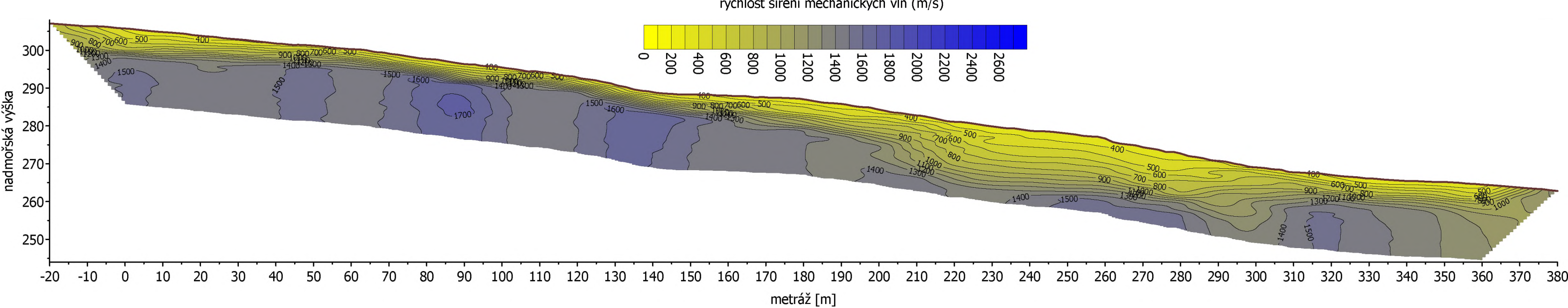
<b>GEOTEST</b>	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Doc.RNDr. P.Bláha, DrSc.
Objednatel: AFRY CZ, s.r.o.				
Název zakázky: Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR				Datum: květen 2023
Název přílohy: Geofyzikální průzkumný profil Sla pr1				Číslo zakázky: 207 454
				Měřítko: 1 : 1000
				Číslo přílohy: 2
				Číslo výtisku:



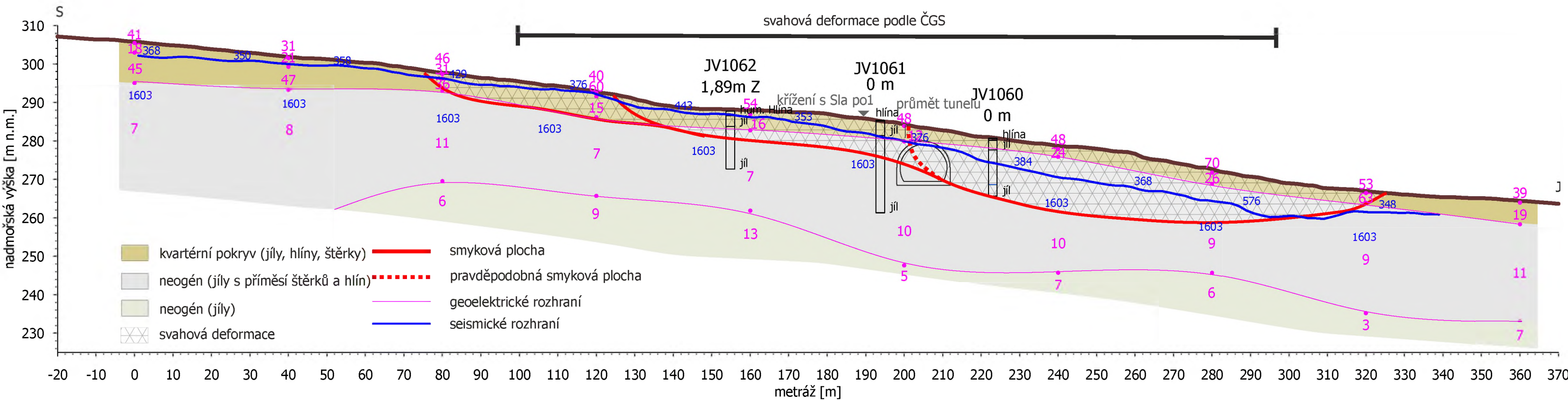
Výsledky geoelektrických měření ERT - izoohmický řez




Výsledky seismických měření MRS - rychlostní řez

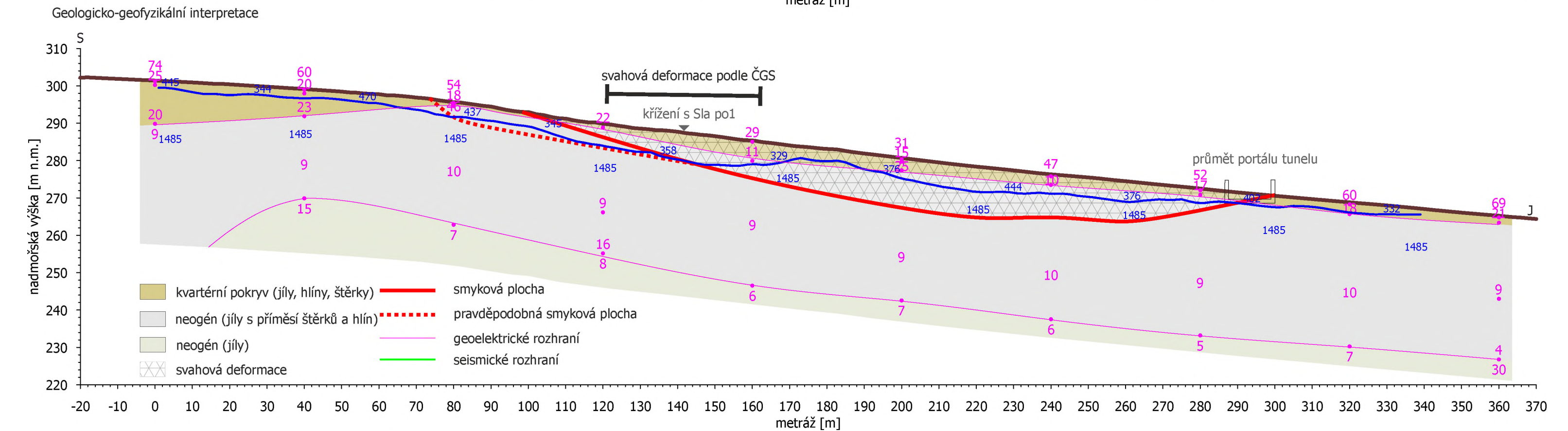
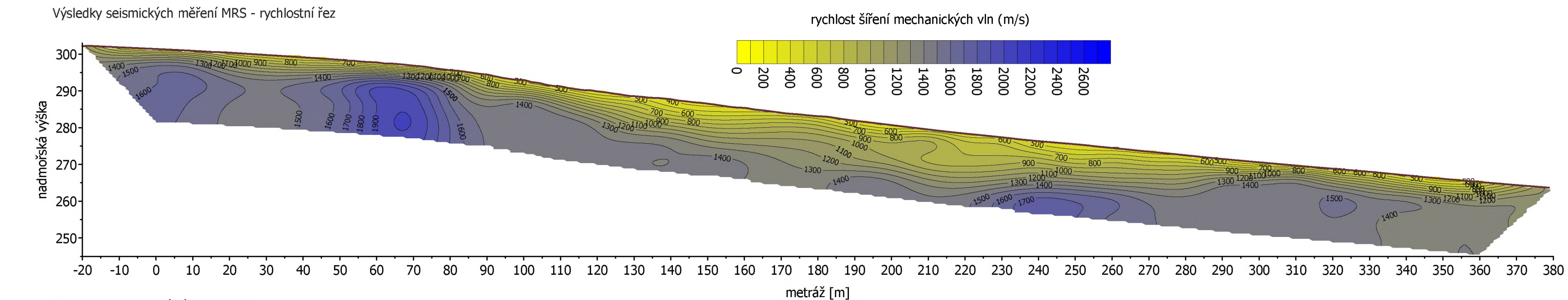
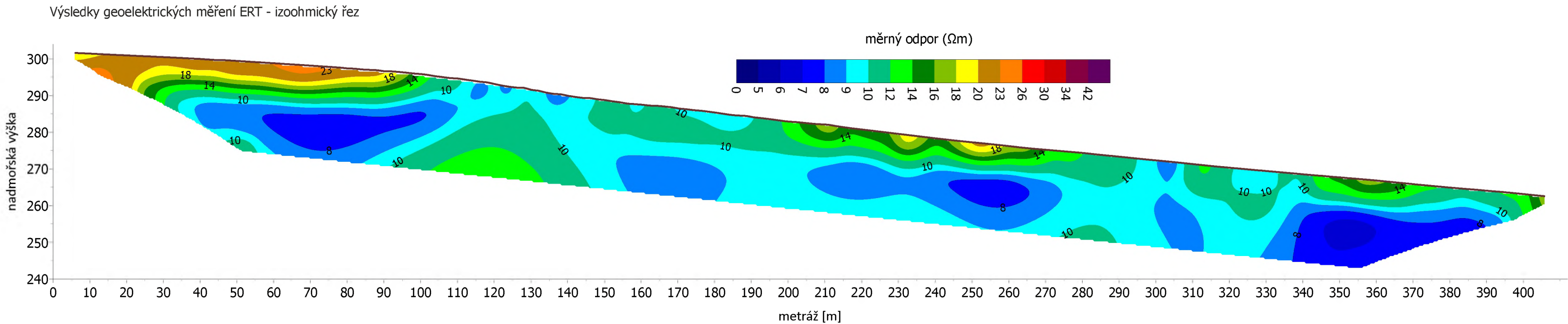


Geologicko-geofyzikální interpretace



	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil	
	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Doc.RNDr. P.Bláha, DrSc.	
Objednatel: AFRY CZ, s.r.o.					
Název zakázky: Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR			Datum	květen 2023	
			Číslo zakázky	207 454	
Název přílohy:  Geofyzikální průzkumný profil Sla pr2			Měřítko	1 : 1000	
			Číslo přílohy	3	
			Číslo výtisku		





<b>GEOTest</b>	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Ing. J. Gebauer	Doc.RNDr. P.Bláha, DrSc.
Objednatel: AFRY CZ, s.r.o.				
Název zakázky: Prosenice – Hranice, RS1 vrt, DUR			Datum	květen 2023
Název přílohy: Geofyzikální průzkumný profil Sla pr3			Číslo zakázky	207 454
			Měřítko	1 : 1000
			Číslo přílohy	4
			Číslo výtisku	