

# **GF PRŮZKUM LOKALITY BRNO – KAMENNÝ VRCH II**

## **Zadavatel:**

**Geotest, a.s.**

Šmahova 1244/112

627 00 Brno

Česká republika

IČO: 46344942

## **Dodavatel:**

**KOLEJCONSULT & servis, spol. s r.o.**

**Ing. Ladislav Minář, CSc.**

**Středisko geofyziky 2000**

Křenová 131/35

602 00 Brno

IČO:25301110

DIČ:CZ25301110

## 1 ANOTACE

**Název zprávy:** GF průzkum lokality Brno - Kamenný vrch II

**Autoři:** Mgr. Petr Kovář; Mgr. František Hubatka

**Organizace:** KOLEJCONSULT & servis, spol. s r.o.

**Počet stran:** 17

**Rozdělovník:** 4 exempláře vyhotovení zprávy

(3) Geotest, a.s.

(1) KOLEJCONSULT & servis spol. s r.o.

### OBSAH

1	Anotace .....	2
2	Úvod .....	4
3	Situační popis a rešerše .....	5
3.1	Geologické poměry .....	5
3.2	Svahové nestability .....	7
4	Metodika geofyzikálního průzkumu .....	8
4.1	Elektrická odporová tomografie (ERT) .....	8
4.2	Mělká refrakční seismika (MRS) .....	9
5	Výsledky .....	11
5.1	Vyhodnocení ERT průzkumu .....	11
5.2	Vyhodnocení MRS průzkumu .....	14
5.3	Geologicko – geofyzikální řez .....	15
6	Závěr .....	16

### Seznam obrázků:

Obr. 1:	Pozice zájmové lokality Kamenný vrch II .....	4
Obr. 2:	Situační plán GF průzkumu .....	5
Obr. 3:	Geologická mapa a legenda .....	6
Obr. 4:	Situační mapa sesuvu na lokalitě Kamenný vrch II .....	7
Obr. 5:	Hodnotová legenda pro profily ERT [m.Ω] .....	11
Obr. 6:	Profil ERT M1 .....	11
Obr. 7:	Profil ERT M2 .....	12
Obr. 8:	Profil ERT M3 .....	12
Obr. 9:	Profil ERT M4 .....	13
Obr. 10:	Profil MRS S1 .....	14
Obr. 11:	Geologicko – geofyzikální řez .....	15

**Seznam tabulek:**

Tab. 1: Přehled profilových parametrů ERT při průzkumu a při zpracování .....	9
---	---

**Seznam příloh:**

1. Situační plán GF průzkumu
2. Řezy elektrické odporové tomografie M1 – M4
3. Řez mělké refrakční seismiky S1
4. Geologicko – geofyzikální řez

## 2 Úvod

Na základě objednávky fy Geotest, a.s. a iGEO (sdružení), realizovala fy KolejConsult & servis, spol. s r.o. (KCAS) ve dnech 4., 5. a 10. 2. 2020 geofyzikální průzkum lokality Brno – Kamenný vrch (Nový Lískovec) (Obr. 1).

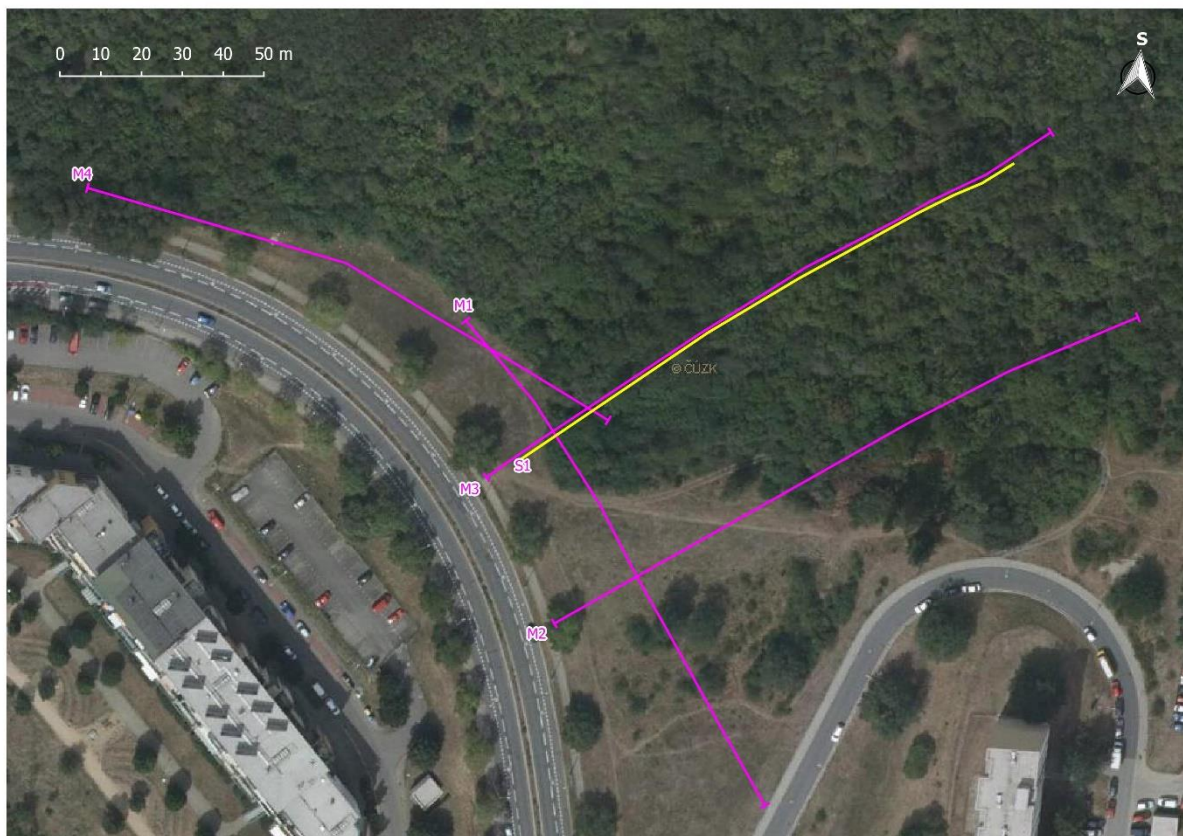
Cílem měření bylo zjistit stav podloží na předem definovaných profilech objednavatelem a pokusit se zjistit hranici mezi neogenními sedimenty a horninami brunovistulika.



Obr. 1: Pozice zájmové lokality Kamenný vrch II

### 3 SITUAČNÍ POPIS A REŠERŠE

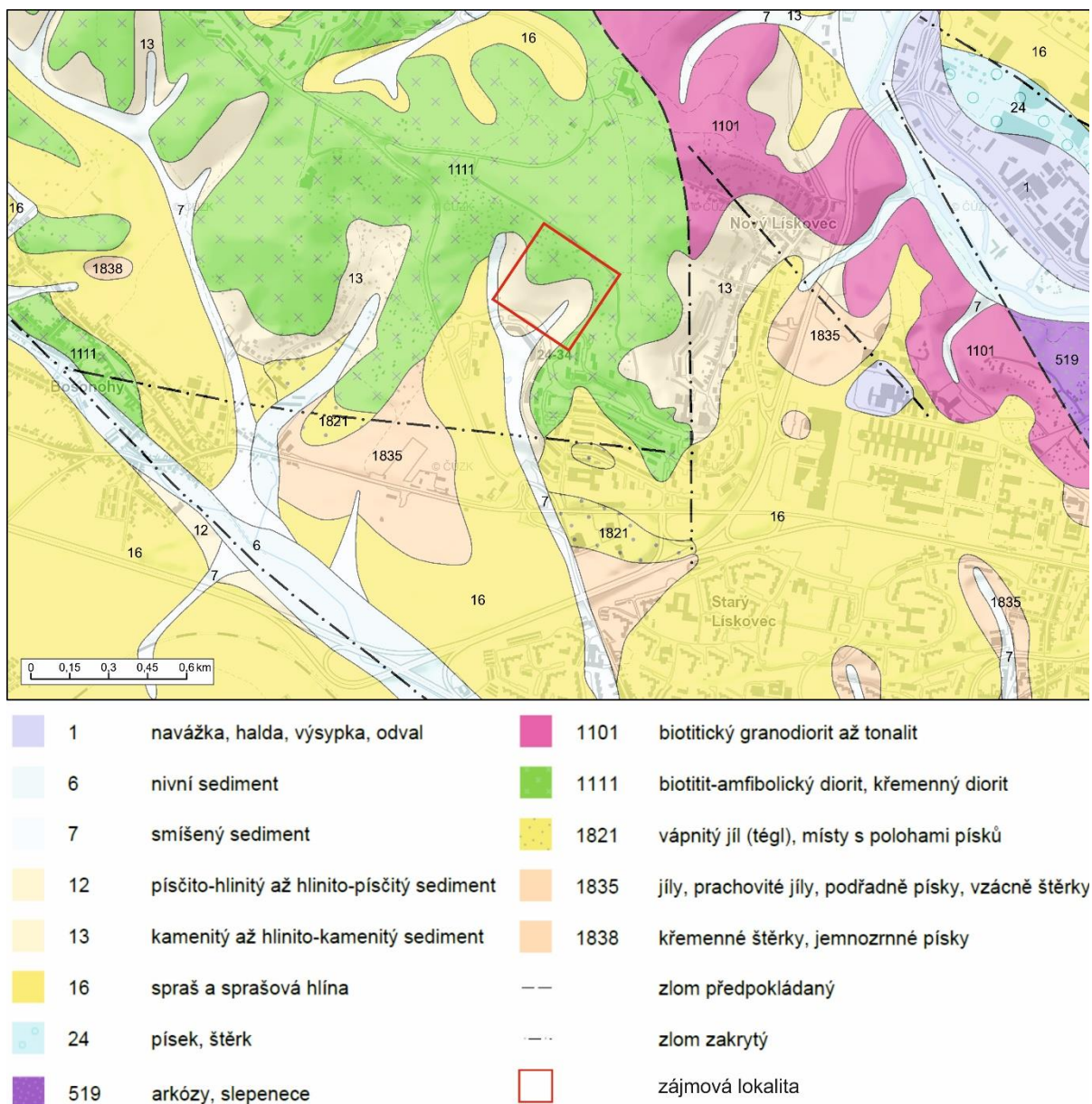
Geofyzikální průzkum byl realizován ve dnech 4., 5. a 10. 2. 2020. Celkově bylo změřeno 612 m metodou elektrické odporové tomografie (ERT) a 141 m metodou mělké refrakční seismiky (MRS).



Obr. 2: Situační plán GF průzkumu

#### 3.1 GEOLOGICKÉ POMĚRY

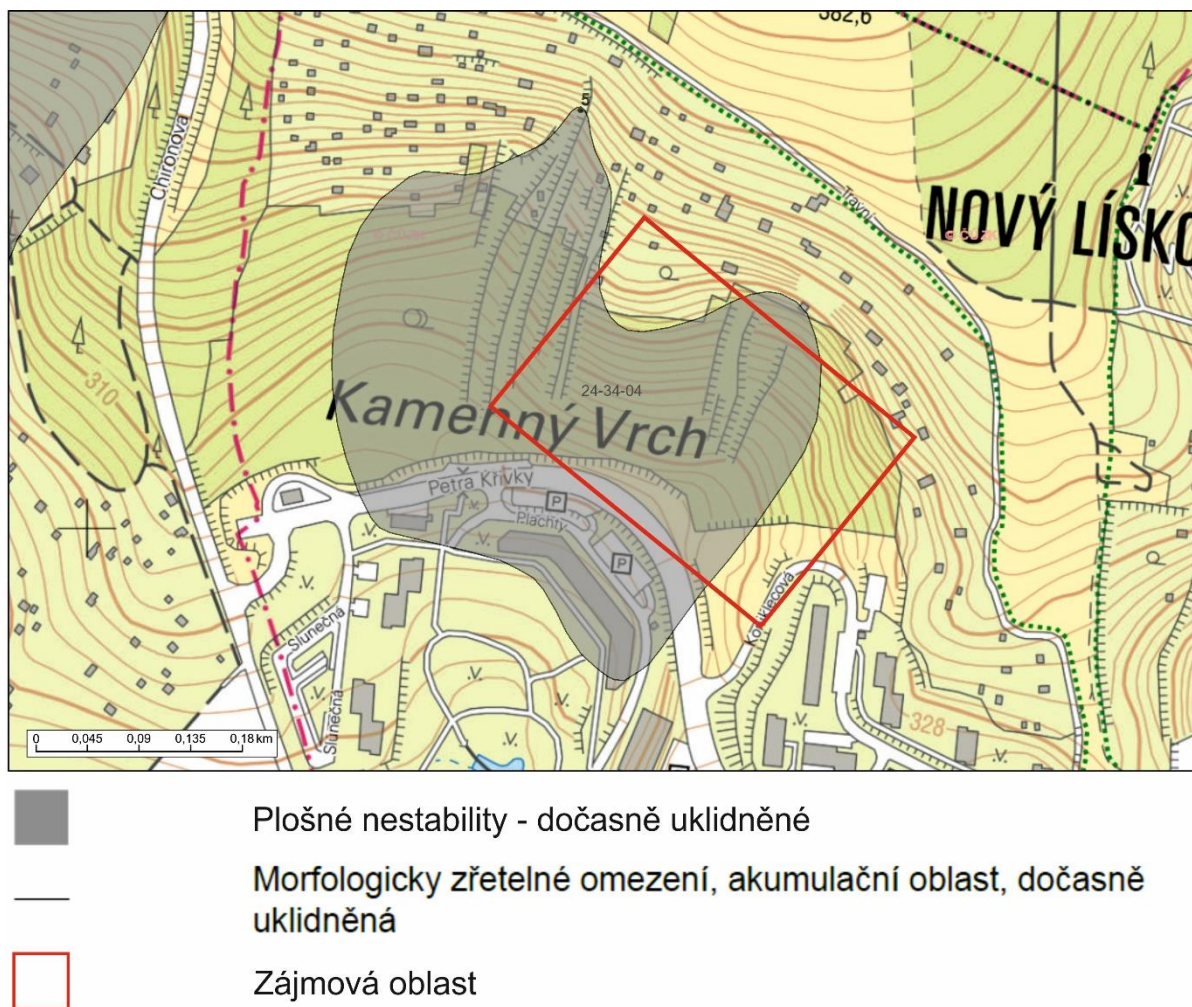
Z hlediska regionálně-geologického členění je zájmová oblast – Brno, Kamenný vrch situována do brunovistulika moravskoslezské oblasti. V podloží se nachází proterozoické horniny brněnského masivu. Jedná se o biotit-amfibolické diority až křemenné diority. Tyto horniny vystupují k povrchu v severovýchodní části zájmové oblasti. Směrem do nadloží je uložena vrstva neogenního jílu. Kvartérní pokryv tvoří kamenité až hlinito-kamenité sedimenty deluviálního a deluviofluviálního typu.



Obr. 3: Geologická mapa a legenda

### 3.2 SVAHOVÉ NESTABILITY

Zájmová lokalita se nachází v oblasti, kde Česká geologická služba mapuje rizikovou oblast postiženou svahovou nestabilitou (Obr. 5). Jedná se o plošný, dočasně uklidněný sesuv, který se může dále rozvíjet. Rozměrově se jedná o plochu cca 430 x 420 m.



Obr. 4: Situační mapa sesuvu na lokalitě Kamenný vrch II

## 4 METODIKA GEOFYZIKÁLNÍHO PRŮZKUMU

### 4.1 ELEKTRICKÁ ODPOROVÁ TOMOGRAFIE (ERT)

#### 4.1.1 Popis metody ERT

Metoda elektrické odporové tomografie (event. akronym ERT z anglického *Electrical Resistivity Tomography*) spočívá v zavádění elektrického proudu do zemského povrchu přes multielektrodové kabely uzemněné pomocí elektrod. Stejnosměrný proud je mezi elektrodami systematicky přepínán, čímž dochází k proměření odlišných hloubkových úrovní (pseudovrstev). Hloubkový dosah určuje aktivní délka roztažení multielektrodových kabelů, přičemž delší roztažení dosahuje větší teoretické hloubky. Prostorové rozlišení vlastního záznamu primárně určuje zvolená vzdálenost mezi elektrodami, kdy menší krok mezi nimi poskytuje detailnější rozlišení.

V průběhu měření se podle zvoleného schématu (tzv. uspořádání elektrod) postupně určuje dvojice proudových elektrod (tzv. AB event. C1C2), přes které prochází elektrický proud (značka  $I$ , jednotka [mA]), a současně dvojice potenčních elektrod (tzv. MN event. P1P2), na kterých se zaznamenává elektrický potenciál (značka  $U$ , jednotka [mV]). Z poměru naměřených hodnot  $U$  a  $I$  vynásobených vztahovou konstantou mezi AB a MN je určena hodnota zdánlivého měrného odporu ( $R_z$ ). Výstup terénního měření pak představuje obraz rozložení vztažných bodů pro jednotlivé kombinace ABMN s hodnotami zdánlivého měrného odporu ( $R_z$ ) hornin ve vertikálním řezu, který je rozčleněným do teoretických pseudovrstev bez reálného hloubkového měřítka. V rámci vyhodnocení se metodou inverzního výpočtu převádí zdánlivé měrné odpory ( $R_z$ ) na modelové odpory ( $R_m$ ) a jim odpovídají reálné hloubkové úrovně.

#### 4.1.2 Specifikace a parametry ERT průzkumu

Metodou ERT byly na lokalitě změřeny profily **M1 a M4 – 141 m** a **M2 a M3 – 165 m**.

##### Použité parametry

**Přístroj:** ARES-3D v5.45, SN: 1003237  
5 sekcí aktivních multielektrodových kabelů

**Výrobce:** GF Instruments, s.r.o., Brno

##### Parametry

- uspořádání elektrod:	Wenner - Schlumberger
- délka pulsu:	0.3 s
- průměry měření (stacking):	4/8
- max. rozestup proudových elektrod AB ( $S_{max}$ ):	3 m (M1, M4 - teoretický hloubkový dosah cca 26,2 m) 3 m (M2, M3 - teoretický hloubkový dosah cca 33 m)

**Datum měření:** 5. 2. 2020

**Zpracování:** sw. Res2DInv 3.58 (Geotomo Software, Malaysia)  
- profesionální program s funkcí inverze naměřených ERT dat  
sw. Surfer 9.11 (Golden Software, USA)  
- grafická úprava výsledných modelových dat

Naměřené ERT profily byly standardně zpracovány programem Res2DInv 3.58 a graficky vizualizovány v programu Surfer 9.11 do jednotné barevné stupnice. Výběr výsledné varianty modelu (tzv. iterace) byl proveden na základě statistické a vizuální shody naměřených hodnot zdánlivého měrného odporu ( $R_z$ ) a vypočítaných modelových odporů ( $R_m$ ).

Tab. 1: Přehled profilových parametrů ERT při průzkumu a při zpracování

Datum	Profil	Rozestup elektrod [m]	Max.rozestup proud.el. AB Smax [m]	Počet sekcí	Iterace	RMSE [%]
5. 2. 2018	<b>M1</b>	3 m	141 m	6	4	4,5
5. 2. 2018	<b>M2</b>	3 m	165 m	7	4	4,7
5. 2. 2018	<b>M3</b>	3 m	165 m	7	4	5,1
5. 2. 2018	<b>M4</b>	3 m	141 m	6	4	3,7

## 4.2 MĚLKÁ REFRAKČNÍ SEISMIKA (MRS)

### 4.2.1 Popis metody MRS

Metoda MRS byla aplikována za účelem zjištění mocnosti a charakteru pokryvu a sledování reliéfu pevného podloží.

Pevnost hornin je přímo úměrná rychlosti seismického signálu, který se v nich šíří. Kvartérní pokryv je charakterizován nízkými rychlostmi (ve stovkách m/s) a podložní horniny (neogenní sedimenty) vyššími seismickými rychlostmi. U pevných neogenních hornin očekáváme rychlosti nad 1800 m/s. V porušených horninách seismické rychlosti klesají.

V metodě MRS se registruje tzv. refrakční seismická vlna, která se na rozhraní láme a vrací se zpět k povrchu. Měří se čas příchodu signálu do geofonů v ekvidistančních vzdálenostech. Ze záznamů závislosti času příchodu signálu ke geofonům na vzdálenosti od bodu úderu (tzv. hodochron), je možné generovat seismické řezy. Tyto tzv. hloubkové a rychlostní řezy ukazují modulaci reliéfu pevného podloží a proměnnost seismických rychlostí v pokryvu a podložních horninách.

### 4.2.2 Specifikace a parametry MRS průzkumu

#### Použité parametry

**Přístroj:** X610-S (digitální 24 – 48 kanálový seismograf)

**Výrobce:** M.A.E. Molisana Apparecchiature Elettroniche srl, Italy

#### Parametry

- počet geofonů 48

- rozestup geofonů: 3 m

- zdroj seismických vln: 8.kg kladivo a ocelová úderná deska (M.A.E)

**Metraže geofonů a systém odpalů (•BV•):**

*přístřel* BV -10 • BV 0 • (*geofony*) 1,5-3-6-9-12-15 • BV 16,5 • 18-21-24-27-30-33 • BV 34,5  
• 36-39-42-45-48-51 • BV 52,5 • 54-57-60-63-66-69 • BV 70,5 • 72-75-78-81-84-87 • BV  
88,5 • 90-93-96-99-102-105 • BV 106,5 • 108-111-114-117-120-123 • BV 124,5 • 126-  
129-132-135-138-139,5 • BV 141 • *přístřel* BV 151

**Datum měření:** 10. 2. 2020

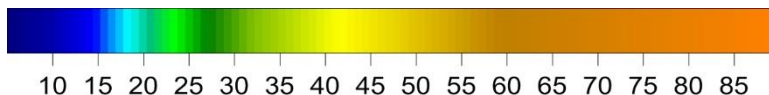
**Zpracování:** Reflex-Win 8.0 (K. J. Sandmeier, Germany)  
- profesionální program pro nadstavbové zpracování GPR/MRS

## 5 VÝSLEDKY

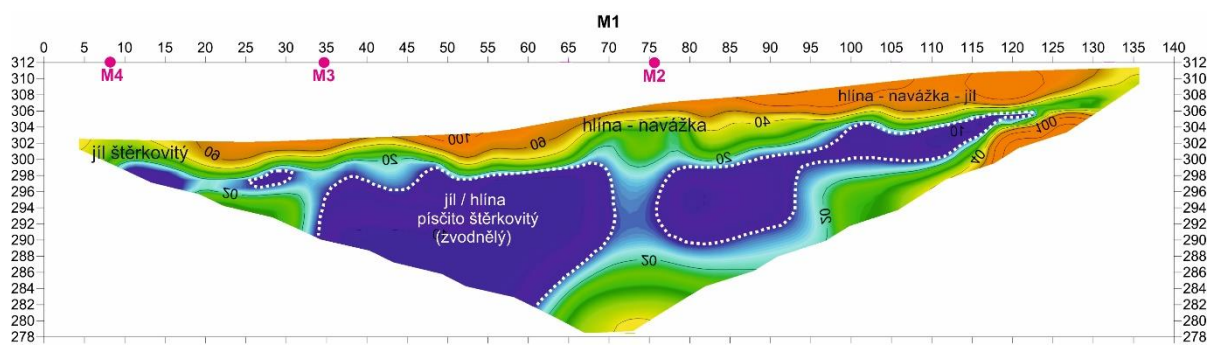
### 5.1 VYHODNOCENÍ ERT PRŮZKUMU

Na zájmové lokalitě byly odměřeny čtyři profily ERT. Dva paralelní ERT profily **M2** a **M3** ve směru JV – SV a profily **M1** a **M4** ve směru ZSZ – VJV.

Měrné odpory u ERT profilů se na lokalitě pohybují v rozmezí 5 až 200  $\Omega.m$  (Obr. 6).



Obr. 5: Hodnotová legenda pro profily ERT [m.Ω]



Obr. 6: Profil ERT M1

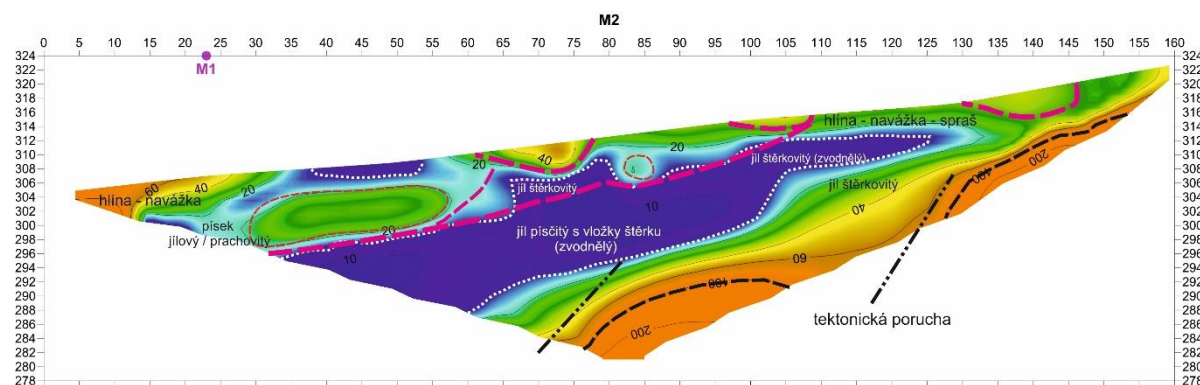
V odporovém řezu pro profil **M1** (Obr. 7) bylo detekováno výrazné odporové rozhraní v hloubce 2 až 4 m. Vyšší hodnoty v přípovrchových vrstvách přisuzujeme k výskytu nesourodým svahovým sedimentům.

Hodnoty pod 15  $\Omega.m$  (*tmavě modrá plocha, ohraničená bílou tečkovanou linií*) poukazují na anomální polohy, kde jsou odpory velmi nízké a můžeme usuzovat, že anomální oblasti jsou jílovité, provlhlé/zvodnělé. S velkou pravděpodobností se jedná o akumulace neogenních jíků.

Na profilu **M2** (Obr. 8) detekuje mezi metrážemi 25 – 110 v hloubce cca 2 – 12 m **výraznou smykovou plochu** (*purpurová přerušovaná linie*). Další smykové plochy detekuje při povrchu (hloubka 2 – 4 m) (*purpurové přerušované linie*). Dále vyznačujeme starší sesuvné tělesa (*tenká červená přerušovaná linie*) na metrážích 25 – 65 a 82 – 87 v hloubce cca 3 – 7 m.

Stabilnější (pevnější) prostředí se vyskytuje v oblasti kde zaznamenáváme měrné odpory nad 100  $\Omega.m$  (*černá přerušovaná linie*).

Na měřeném profilu M2 se vyskytuje výrazná anomální poloha, kde hodnoty dosahují max. 15  $\Omega.m$  (*tmavě modrá plocha, ohraničená bílou tečkovanou linií*), pravděpodobně se jedná o jílové prostředí, které je provlhlé/zvodnělé.



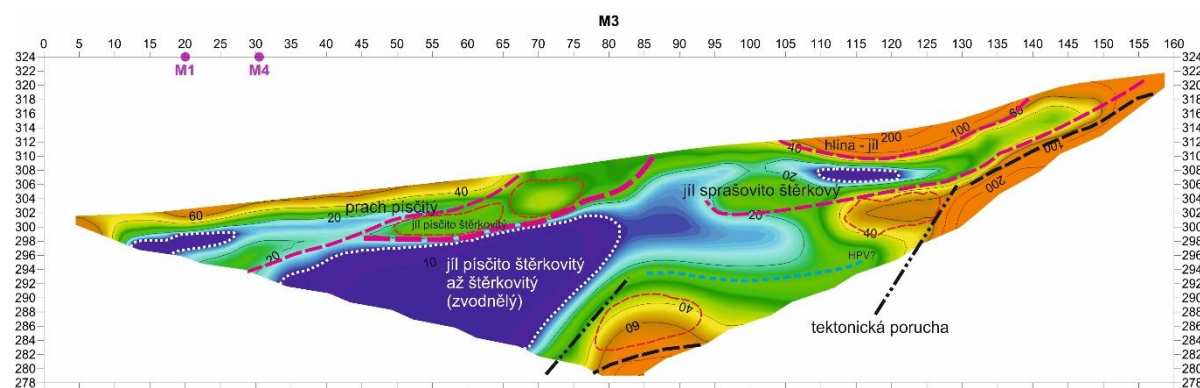
Obr. 7: Profil ERT M2

Na profilu **M3** (Obr. 9) detekujeme četné **výrazné smykové plochy** (*purpurové přerušovaná linie*).

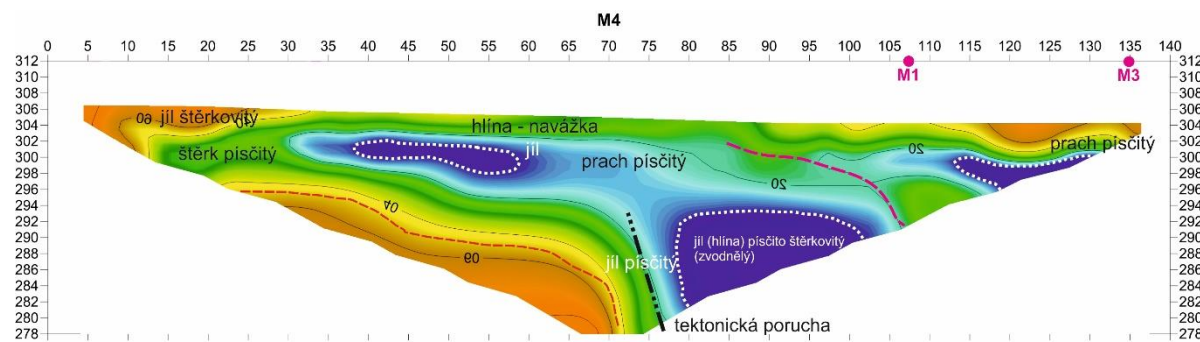
Detekujeme výskyty sesuvných těles (*tenká červená přerušovaná linie*). Jedná se o litologicky nesourodá tělesa. Blíže k povrchu mají sesuvná tělesa charakter spíše jílovito-písčité, a ve větších hloubkách se může jednat o charakter písčito-štěrkovitý (či bazální klastika).

Stabilnější (pevnější) prostředí se vyskytuje v oblasti kde zaznamenáváme měrné odpory nad 100  $\Omega.m$  (*černá přerušovaná linie*).

Mezi metrážemi 85 a 120 v hloubce cca 22 m nejspíše zachycujeme projev hladiny podzemní vody.



Obr. 8: Profil ERT M3



Obr. 9: Profil ERT M4

V odporovém řezu pro profil **M4** (Obr. 10) bylo detekováno výrazné odporové rozhraní v hloubce 2 až 6 m. Vyšší hodnoty v přípovrchových vrstvách přisuzujeme k výskytu nesourodým svahovým sedimentům a navážkám.

Na profilu můžeme sledovat přesmyk v rámci staršího sesuvu (*purpurová přerušovaná linie*).

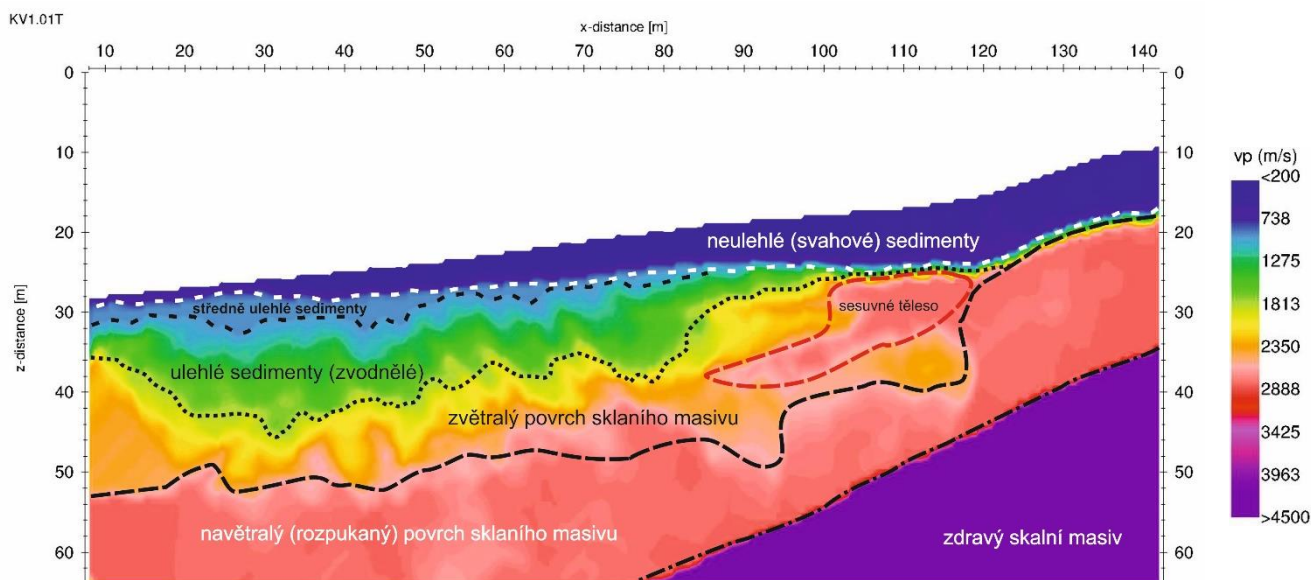
Oblast s hodnotami měrného odporu v rozmezí 40 – 80  $\Omega \cdot m$  ohraničené tenkou červenou linií můžeme přiřadit k výskytu většího sesuvného tělesa.

Dále vyznačujeme nízkoodporové anomální oblasti s hodnotami pod 15  $\Omega \cdot m$  (*tmavě modrá plocha, ohraničená bílou tečkovanou linií*), zde je litologické prostředí pravděpodobně provlhlé/zvodnělé.

## 5.2 VYHODNOCENÍ MRS PRŮZKUMU

Na lokalitě byl změřen jeden profil mělké refrakční seismiky **S1** o délce 141 m.

Profil **S1** (Obr. 11) byl odměřený na ERT profilu M3 (metráž 0 u MRS profilu S1 se vyskytuje na metráži 10 m u ERT profilu M3).



Obr. 10: Profil MRS S1

Na profilu **S1** (Obr. 8) detekujeme přípovrchovou vrstvu neulehlých svahových sedimentů o rychlosti vlny do 800 m/s. Mocnost svahovín dosahuje 2 až 8 m.

Pod svahovými sedimenty se vyskytuje vrstva jílu a prachu o rychlostech do 1000 m/s. Prostředí charakterizujeme jako středně ulehlé.

Od seismických rychlostí 1000 až 1 800 m/s definujeme zónu která obsahuje jíly, které jsou nesourodé a obsahují příměsi ve formě prachu, písku a štěrku, charakterizujeme tuto prostředí jako ulehlé a od 1500 m/s pravděpodobně provhlé/zvodnělé.

Prostředí, kde rychlosti seismické vlny se pohybují v rozmezí 2000 – 2500 m/s charakterizujeme jako zvětralý povrch sklaného masivu.

Navětralý (rozpukaný) povrch sklaného masivu má seismické rychlosti přibližně 2500 až 3000 m/s. Rychlosti seismické vlny se ve zdravém skalním masivu pohybují nad 4000 m/s

### 5.3 GEOLOGICKO – GEOFYZIKÁLNÍ ŘEZ

Na základě interpretace geofyzikálních profilů a dostupných geologických informací byl sestaven geologicko – geofyzikální řez, složený z profilů M3, S1 (Obr. 12).

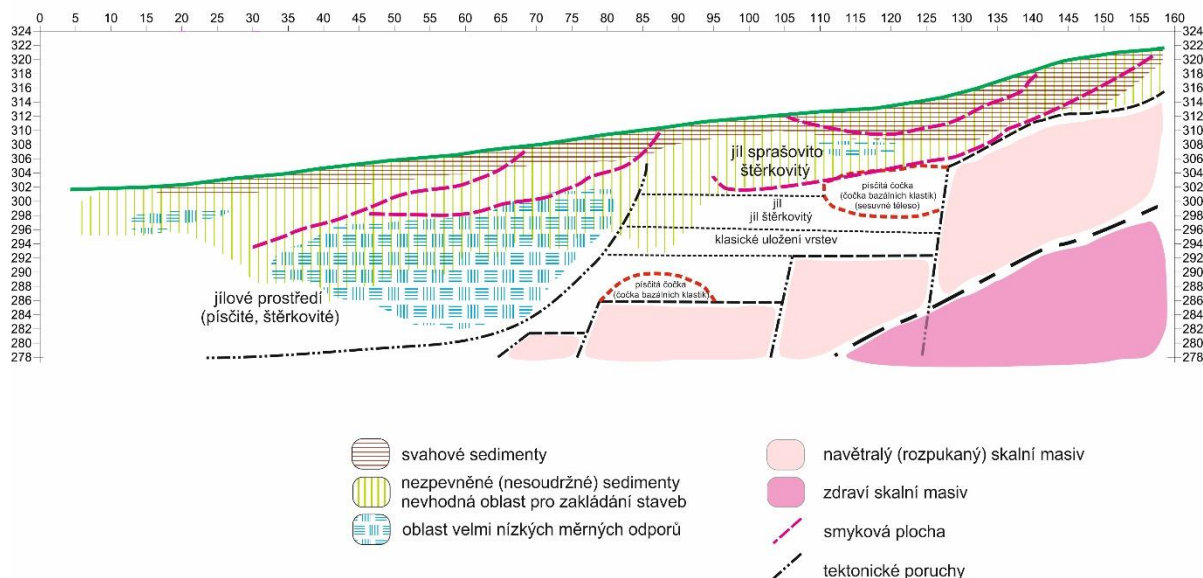
Z litologického hlediska a z pohledu na kvalitu podloží můžeme vymezit několik vrstev.

Nejsvrchnější vrstva, která zasahuje až do hloubek cca 4 m můžeme charakterizovat jako materiálově neulehlou část, kde se vyskytují svahové sedimenty (hlíny, jíly) a navážky. **Tato vrstva je náchylná na sesuvné pohyby.**

Dále vyznačujeme několik metrů mocnou vrstvu nezpevněných (nesoudržných) sedimentů, které svoji charakteristikou ve výsledcích z měrné odporové tomografie (M3) [výskyt nízkoodporových anomálií] a v mělké refrakční seismice (S1) [rychlost seismické vlny v prostředí v rozmezí 1000 – 1 800 m/s] jako oblast nevhodnou k zakládání výškových budov.

V diagramu znázorňujeme tektonikou definované blokové rozložení navětralého (rozpukaného) skalního masivu. Zdravý skalní masiv upadá k JZ.

Dále vyznačujeme četné smykové plochy a pravděpodobné sesuvné těleso hrubozrnného charakteru.



Obr. 11: Geologicko – geofyzikální řez

## 6 ZÁVĚR

Geofyzikální průzkum byl realizován ve dnech 4., 5. a 10. 2. 2020. Byl proveden geofyzikální průzkum lokality: Brno – Kamenný vrch (Nový Lískovec). Cílem měření bylo zjistit stav podloží na předem definovaných profilech objednavatelem a pokusit se zjistit hranici mezi neogenními sedimenty a horninami brunovistulika. Následným zpracováním naměřených dat bylo zjištěno:

1. Zájmová lokalita se vyskytuje v brunovistuliku moravskoslezské oblasti. V podloží se nachází proterozoické horniny brněnského masivu. Jedná se o biotit-amfibolické diority až křemenné diority. Tyto horniny vystupují k povrchu v severovýchodní části zájmové oblasti. Směrem do nadloží je uložena vrstva neogenního jílu. Kvartérní pokryv tvoří kamenité až hlinito-kamenité sedimenty deluviálního a deluviofluviálního typu.
2. Zájmová lokalita se nachází v oblasti, kde Česká geologická služba mapuje rizikovou oblast postiženou svahovou nestabilitou. Jedná se o plošný, dočasně uklidněný sesuv, který se může dále rozvíjet. Rozměrově se jedná o plochu cca 430 x 420 m.
3. Odporová tomografie poukazuje na poměrně složité a proměnlivé horninové prostředí. Na profilech vizuálně převažují polohy nízkých odporů pod 15  $\Omega \cdot m$  (*tmavě modré plochy*), které v souladu s vrtnými daty vyhodnocujeme jako neogenní jíly. Na povrchu jílu se objevují dílčí tělesa o odporech 20  $\Omega \cdot m$ , která podle charakteru uložení predikují svahové pohyby.
4. Seismické měření ukazuje na poměrně mocnou vrstvu neulehlých až středně ulehých zemin o mocnosti 8 – 10 m. Ve spodní části svahu může narůstat až na mocnost 15 m. Tuto zónu vymezujeme jako nepříliš vhodnou pro zakládání.
5. Vzhledem k podezření na starší a aktivní svahové pohyby doporučujeme proměřit zbytek svahu georedarem, který přímo detekuje smykové plochy a na základě odezvy může stanovit míru aktivity sesuvu.

V Brně dne 12. 2. 2020

Zpracoval:

**Mgr. Petr Kovář**



Spolupracovali:

**Mgr. František Hubatka**



**Mgr. František Kuda, Ph.D.**



**Mgr. Vít Růžička**



**KOLEJCONSULT & servis,**  
spol.s r.o.

602 00 Bmo, Křenová 131/35  
tel-fax: +420 543 254 144  
tel: +420 543 254 278

IČO: 25301110  
DIČ: CZ25301110  
e-mail: info@kcas.cz



**Ing. Ladislav Minář, CSc., jednatel**