

Technická zpráva číslo 434/2019

**OVĚŘENÍ GEOLOGICKÝCH
STRUKTUR LOKALITY HORKA
GEOFYZIKÁLNÍMI METODAMI**

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Autoři: Ing. Roman Duras
Doc., RNDr. Pavel Bláha, DrSc.

Společnosti Geofyzika pro HÚ
Praha, prosinec 2019

Název projektu: Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR

Název zprávy: Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními pracemi

Závěrečná zpráva

Evidenční číslo objednatele: SURAO-434-2019

Evidenční číslo poskytovatele: CZ0117.000187

ŘEŠITELÉ:

Společnost Geofyzika pro HÚ, společník GEOTest, a.s.¹

Autoři: Ing. Roman Duras ¹

Spoluautor: Doc. RNDr. Pavel Bláha, DrSc. ¹

Obsah

1 Úvod	10
1.1 Vymezení území pro provádění výzkumných prací	10
1.2 Geologická stavba oblasti (podle Franěk et al. 2018)	10
1.3 Cíle geofyzikálního výzkumu	13
2 Metodika geofyzikálního měření	15
2.1 Profilová síť	15
2.2 Použité geofyzikální metody	17
2.2.1 Dipólové odporové profilování DOP	17
2.2.2 Mělká refrakční seismika MRS	18
2.2.3 Elektrická odporová tomografie	19
2.2.4 Magnetometrické měření	21
2.2.5 Gravimetrická měření	21
2.3 Průběh prací	22
3 Výsledky geofyzikálních měření	24
3.1 Profil HOR-01	25
3.1.1 Geologické předpoklady	25
3.1.2 Interpretace geofyzikálních dat	25
3.2 Profily HOR-02 (A-E)	27
3.2.1 Geologické předpoklady	27
3.2.2 Interpretace geofyzikálních dat	28
3.3 Profily HOR-03 (A-C)	32
3.3.1 Geologické předpoklady	32
3.3.2 Interpretace geofyzikálních dat	32
3.4 Profil HOR-04	37
3.4.1 Geologické předpoklady	37
3.4.2 Interpretace geofyzikálních dat	37
3.5 Profily HOR-05 (A, B)	39
3.5.1 Geologické předpoklady	39
3.5.2 Interpretace geofyzikálních dat	39
3.6 Profil HOR-06	41
3.6.1 Geologické předpoklady	41
3.6.2 Interpretace geofyzikálních dat	41

3.7	Profily HOR-07 (A-C)	42
3.7.1	Geologické předpoklady	42
3.7.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	43
3.8	Profil HOR-08.....	45
3.8.1	Geologické předpoklady	45
3.8.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	45
3.9	Profil HOR-09.....	46
3.9.1	Geologické předpoklady	46
3.9.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	47
3.10	Profilová plocha HOR-10	48
3.10.1	Geologické předpoklady	48
3.10.2	Interpretace geofyzikálních dat (upraveno podle textové přílohy 1)	48
3.11	Profil HOR-11.....	51
3.11.1	Geologické předpoklady	51
3.11.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	51
3.12	Profil HOR-12.....	52
3.12.1	Geologické předpoklady	52
3.12.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	52
4	Shrnutí výsledků geofyzikálních prací pro popis geologické stavby lokality Horka	53
5	Závěr	57
6	Reference.....	59

Seznam obrázků:

Obr. 1	Vymezení oblasti zájmu	11
Obr. 2	Geologická charakteristika oblasti zájmu	12
Obr. 3	Tektonické schéma zájmového území	13
Obr. 4	Schéma projektovaných (černá linie) a realizovaných (červená linie) geofyzikálních profilů první a druhé etapy.....	16
Obr. 5	Schéma realizovaných geofyzikálních profilů první, druhé (červená linie) a třetí (zelená linie) výzkumné etapy	17
Obr. 6	Bouguerovy anomálie v širším okolí zájmové oblasti.....	49

Seznam tabulek:

Tab. 1	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-01	26
Tab. 2	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-02A	28
Tab. 3	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-02B	29
Tab. 4	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-02C	30
Tab. 5	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-02D	31
Tab. 6	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-02E	32
Tab. 7	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-03A	33
Tab. 8	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-03B	35
Tab. 9	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-03C	36
Tab. 10	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-04	38
Tab. 11	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-05A	40
Tab. 12	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-05B	41
Tab. 13	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-06	42
Tab. 14	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-07A	43
Tab. 15	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-07B	44
Tab. 16	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-07C	45
Tab. 17	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-08	46
Tab. 18	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-09	47
Tab. 19	Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-11	51
Tab. 20	Statistika měření metodou DOP	54
Tab. 21	Statistika měření metodou MRS	55

Seznam grafických příloh:

Příloha 1a Situace geofyzikálních profilů, lokalita Horka

Příloha 1b Situace plošné gravimetrie, lokalita Horka

Příloha 2 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-01

Příloha 3 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-02A

Příloha 4 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-02B

Příloha 5 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-02C

Příloha 6 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-02D

Příloha 7 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-02E

Příloha 8 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-03A

Dlážděná 6 | 110 00 Praha 1 | ČR

tel.: +420 221 421 511 | fax: +420 221 421 544 | e-mail: info@surao.cz | www.surao.cz

IČ: 66000769

Tato zpráva je výhradně majetkem SÚRAO a její šíření bez vědomí majitele je zakázáno.

Příloha 9 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-03B
Příloha 10 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-03C
Příloha 11 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-04
Příloha 12 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-05A
Příloha 13 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-05B
Příloha 14 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-06
Příloha 15 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-07A
Příloha 16 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-07B
Příloha 17 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-07C
Příloha 18 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-08
Příloha 19 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-09
Příloha 20 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-11
Příloha 21 Interpretace terénních geofyzikálních dat, lokalita Horka, profil HOR-12
Příloha 22 Mapa úplných Bouguerových anomálií, lokalita Horka
Příloha 23 Rozložení zdánlivých měrných odporů na geofyzikálních profilech, lokalita Horka
Příloha 24 Rozložení zdánlivých měrných odporů na geofyzikálních profilech HOR-02 (A-E), lokalita Horka
Příloha 25 Rozložení zdánlivých měrných odporů na geofyzikálních profilech HOR-03 (A-C), lokalita Horka
Příloha 26 Mapa reziduálních tíhových anomálií, lokalita Horka
Příloha 27 Mapa horizontálních tíhových gradientů, lokalita Horka
Příloha 28 Tíhový řez v linii Předín – Moravecké Janovice, lokalita Horka

Seznam textových příloh:

Příloha 1: SEDLÁK J., GNOJEK I., ET AL. (2019): Gravimetrická měření pro třetí etapu výzkumných prací na lokalitě Horka (HOR-10). – Miligal, s.r.o., Brno.

Seznam použitých zkratk:

ČGS	Česká geologická služba
DPG	Detailní profilová gravimetrie
DOP	Dipólové odporové profilování
ERT	Elektrická odporová tomografie
HÚ	Hlubinné úložiště
MRS	Mělká refrakční seismika
SoD	Smlouva o dílo mezi ČR SÚRAO a společností Geofyzika pro HÚ
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů

Abstrakt

Závěrečná zpráva shrnuje přípravu, realizaci terénních prací a hodnocení výsledků geofyzikálních povrchových výzkumných prací na lokalitě Horka, provedených v průběhu první, druhé a třetí etapy měření v rámci projektu „Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR“ v období 2017 až 2019.

Hlavním cílem prací na lokalitě Horka bylo upřesnění geologických struktur geofyzikálními metodami DOP (dipólové odporové profilování), MRS (mělká refrakční seismika), ERT (elektrická odporová tomografie), MAG (magnetometrie) a gravimetrickými metodami. Geofyzikální práce byly realizovány podél profilů HOR-01 až HOR-09, HOR-11 a HOR-12. Plošné měření bylo realizováno na profilové ploše HOR-10.

Klíčová slova

Horka, úložiště, geofyzikální výzkum

Abstract

The final report describes prepararion, field works and evaluation (intepretaton) of results of geophysical works at the Horka site. Field works were realized during the entire project, between 2017 and 2019. The main aim of the project was specification of geological structures by geophysical methods DRP (dipole resistivity profiling), SRS (shallow refraction seismic), ERT (electrical resistivity tomography), MAG (magnetometry), magnetometric and gravimetric method. Geophycisal works were realized along profiles HOR-01 – HOR-09, HOR-11 and HOR-12. Areal gravimetric measurement was done on the site HOR-10.

Keywords

Horka site, waste, geophysical research

1 Úvod

V letech 2017 až 2019 byla na vybraných lokalitách v České republice realizována zakázka „Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR“, která je součástí procesu výběru a ověřování lokalit vhodných pro umístění „Hlubinného úložiště“ (dále jen HÚ). Součástí tohoto procesu je výzkum geologické stavby, který slouží jako jeden z podkladů pro tvorbu a aktualizaci 3D geologického a hydrogeologického modelu území. Na základě veřejného zadávacího řízení byla v srpnu 2017 uzavřena smlouva se společností „Geofyzika pro HÚ“, zastoupené vedoucím společníkem SG Geotechnika a.s. a dalšími společníky GEOtest, a.s. a G IMPULS Praha spol. s r.o.

Sdružení „Geofyzika pro HÚ“ vyvíjelo v rámci zakázky „Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR“ aktivity na lokalitách Hrádek, Čihadlo, Horka, Temelín a Kraví Hora. Předkládaná zpráva hodnotí výsledky geofyzikálních výzkumných prací GEOtestu, a.s. na lokalitě Horka.

Zhotovitel geofyzikálních výzkumných prací na lokalitě Horka úzce spolupracoval s Českou geologickou službou (dále ČGS), která je jako státní příspěvková organizace zřízená dle zřizovací listiny (opatření č. 4/12 Ministerstva životního prostředí č.j. 7645/ENV/12) za účelem výkonu státní geologické služby ve smyslu par. 17 zákona 62/1988 Sb. „O geologických pracích“.

Předkládaná zpráva si klade za cíl vyhodnotit postup a průběh projektovaných a realizovaných geofyzikálních prací a jejich dosažené výsledky. Nedílnou součástí zprávy jsou grafické prezentace výsledků realizovaných geofyzikálních měření, a také všech jevů a skutečností, jež jakýmkoliv způsobem doplnily či ovlivnily průběh výzkumu a jeho cíle.

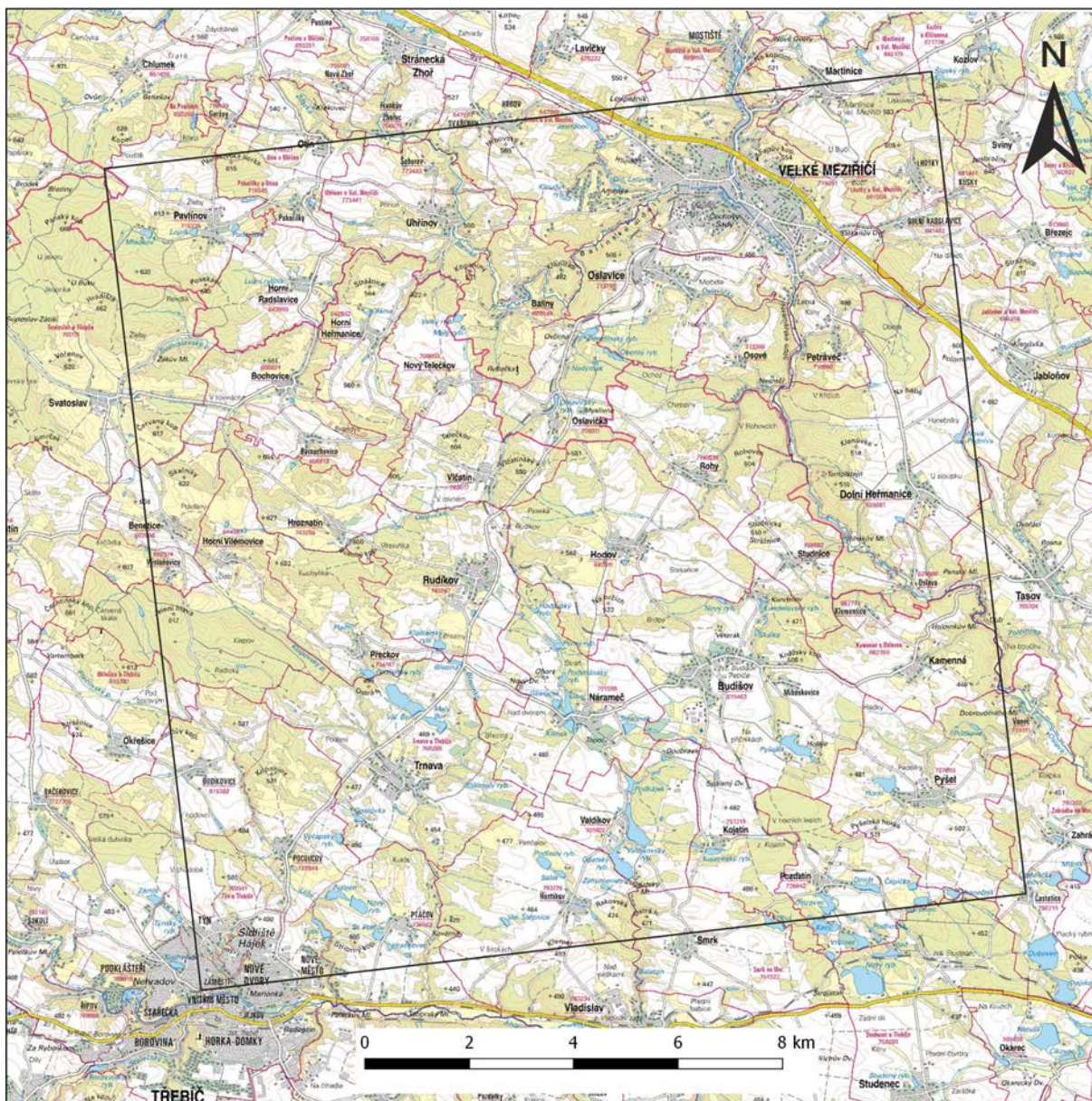
1.1 Vymezení území pro provádění výzkumných prací

Zájmové území Horka se nachází v kraji Vysočina, na území okresů Žďár nad Sázavou a Třebíč. Výzkumný polygon je situován v krajině s převahou odlesněných, zemědělsky obhospodařovaných pozemků, s drobnými remízky či s menšími až středně velkými lesními celky. Vymezení oblasti zájmu přináší Obr. 1.

1.2 Geologická stavba oblasti (podle Franěk et al. 2018)

Zájmové území Horka se nachází v kraji Vysočina, na území okresů Žďár nad Sázavou a Třebíč. Z pohledu regionální geologie náleží zájmové území k moldanubiku, přesněji je situována v severovýchodní části třebíčského plutonu.

Dominantním litologickým typem popisované části třebíčského plutonu jsou amfibol-biotitické melagranity až melasyenity. Poměrně běžně se zde vyskytují drobné žíly aplitů, pegmatitů a granitů (dominují zejména muskovit-biotitické granity, často s turmalínem). Poměrně hojné jsou nepřilíš mocné křemenné žíly. Lokálně nalezneme drobné výskyty sedimentárního pokryvu kenozoického stáří (dominují svahoviny a fluvialní sedimenty).

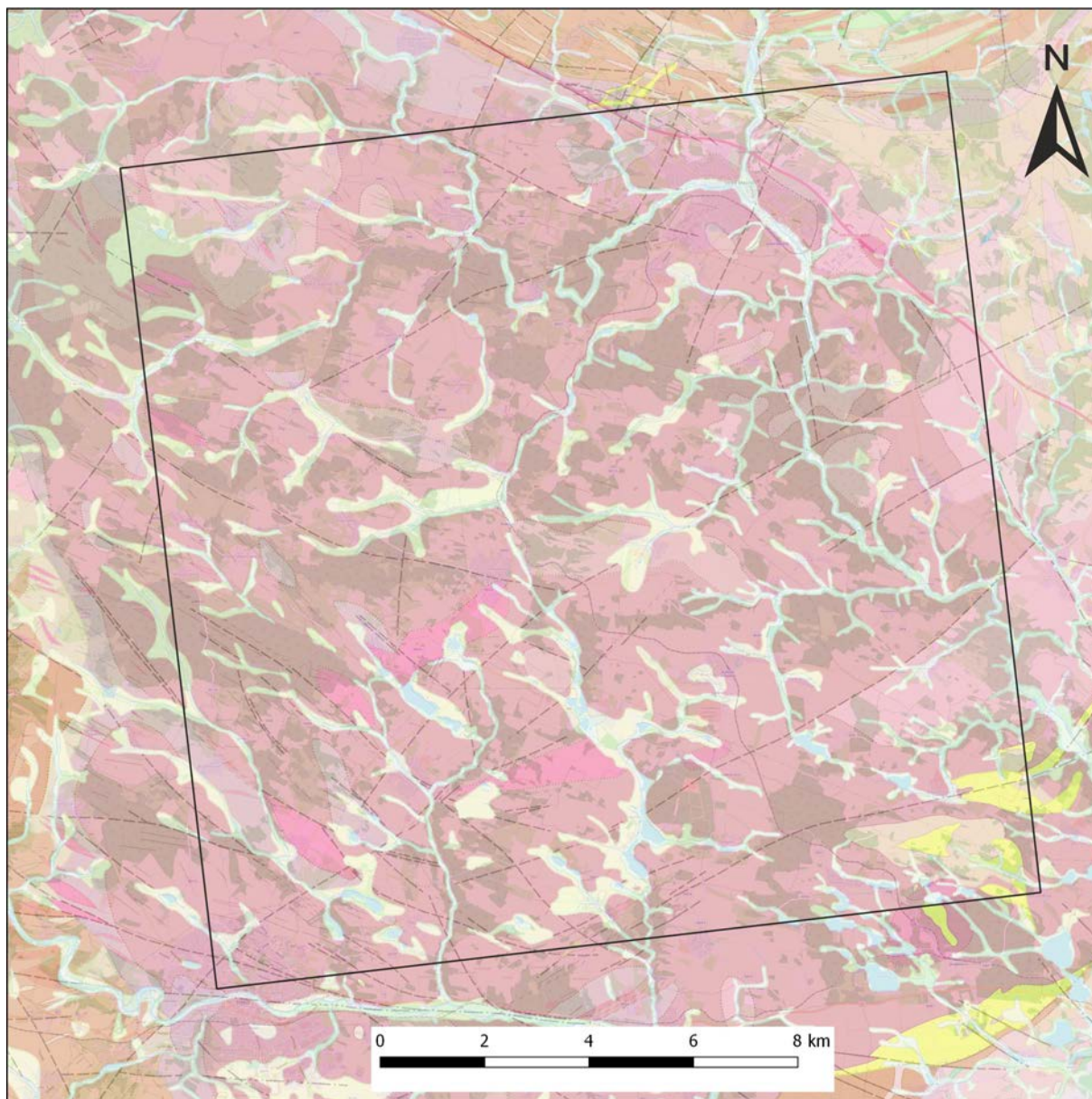


Obr. 1 Vymezení oblasti zájmu (zpracováno na mapovém podkladu ČÚZK, geoportal.cuzk.cz)

Třebíčský pluton

Třebíčský pluton je těleso trojúhelníkového tvaru mezi obcemi Polná, Velká Bíteš a Jaroměřice nad Rokytnou. Petrologicky je třebíčský pluton poměrně homogenní těleso tvořené melanokratickými syenity – durbachity. Zaujímá plochu zhruba 540 km² a je tak největším durbachitovým tělesem v Českém masivu.

Součástí durbachitového tělesa je také řada dalších, méně hojných litologických typů. Kromě durbachitů samotného třebíčského tělesa jsou popisovány durbachity tzv. okrajové facie – jemnozrné neporfyrické horniny durbachitového složení na kontaktu intruze s okolními horninami moldanubika, dále granitické horniny jak při kontaktu plutonu, tak v rámci samotného durbachitového tělesa, kde tvoří žíly turmalinických a muskovit-biotitických leukogranitů.



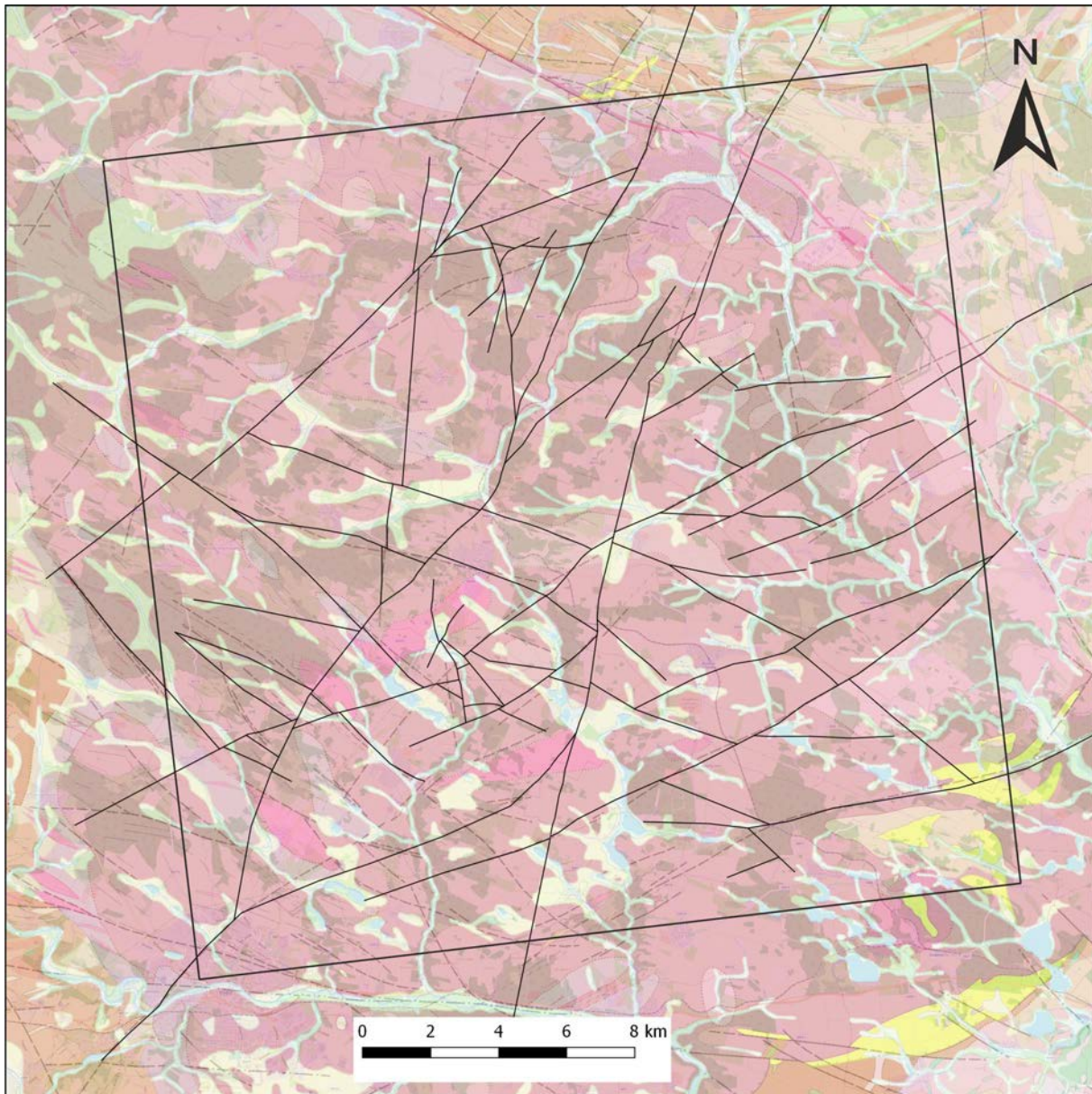
Obr. 2 Geologická charakteristika oblasti zájmu (zpracováno na mapovém podkladu GEOČR50 České geologické služby, www.geology.cz)

Tektonika třebíčského plutonu

Třebíčský masív je porušen křehkou tektonikou s výraznou blokovou stavbou. Základním tektonickým fenoménem je východo-západně orientovaný třebíčský zlom, který rozděljuje masív na severní a jižní blok. Severní část je interpretována jako hlouběji denudované patro třebíčského plutonu a je charakterizována vyšší průměrnou bazicitou hornin, nízkou triklinitou draselných živců a bohatším žilným doprovodem. Severní kra třebíčského plutonu je pravděpodobně přesunuta na jižní kru podél třebíčského zlomu, takže území s. od třebíčského zlomu by mělo reprezentovat ztlustělou mocnost durbachitových hornin. Série zlomů dělí třebíčský pluton na 5 samostatných segmentů, které se mezi sebou liší tektonickou stavbou, magnetickou susceptibilitou, radioaktivitou i minerálním složením.

Pokryvné útvary mají v zájmovém území malý rozsah a jedná se hlavně o svahové a fluvialní sedimenty kvartérního stáří. Výskyt kvartérních sedimentů byl ovlivněn geomorfologickými

jevy a antropogenní činností. Obvykle se mocnost kvartérních sedimentů pohybuje od 3 do 5 m. Podložní durbachity bývají postižené zvětváním maximálně do hloubek kolem 20 m.



Obr. 3 Tektonické schéma zájmového území (zpracováno na mapovém podkladu GEOČR50 České geologické služby, www.geology.cz, zdroj tektonických linií Mixa et al. (2019c))

1.3 Cíle geofyzikálního výzkumu

Geofyzikální měření je nedílnou součástí výzkumu geologické stavby lokalit HÚ, které slouží jako jeden z kroků pro zpracování bezpečnostní analýzy každého území. Geofyzikální metody, které slouží k poznání horninového prostředí, jsou jedny z mála technik nemající charakter zvláštního zásahu do zemské kůry. Komplex vhodně zvolených geofyzikálních metod je schopen identifikovat geometrii základních horninových celků, směry a sklony jejich hranic, tektoniku ve studované oblasti i homogenitu horninového prostředí.

Geofyzikální výzkum na lokalitě Horka měl za úkol studovat geologickou stavbu zájmového území, identifikovat geometrii základních horninových celků, směry a sklony jejich hranic, tektoniku ve studované oblasti. Předmětem zájmu geofyzikálního výzkumu byly zejména

hlavní zlomové struktury směru SSV-JJZ (vlčatínský zlom a velkomeziříčský zlom), SV-JZ (vidonínský zlom), SZ-JV a řada drobnějších poruch. Posuzována byla také míra porušení hornin ve zlomových zónách a odvození pokračování tektonických linií do větších hloubek.

Na lokalitě Horka bylo v průběhu řešení lokalizováno celkem 12 základních profilů HOR-01 až HOR-12. Profily HOR-01 až HOR-08 byly definovány projektovou dokumentací pro první a druhou etapu terénních prací a představovaly páteř geofyzikálního výzkumu v zájmovém území Horka. Profily HOR-09 až HOR-12 jsou profily doplňující, alokované do konečných pozic po zpracování a vyhodnocení profilů první a druhé etapy. Každý z uvedených geofyzikálních profilů byl navržen a realizován s konkrétními cíli, kterými jsou:

- **HOR-01** ověření orientace a případně i sklonu hlavních zlomů (běchovický, vlčatínský, velkomeziříčský a valdíkovský zlom),
- **HOR-02A, HOR-02B, HOR-02C, HOR-02D a HOR-02E** ověření existence a orientace drobných zlomů v okolí velkomeziříčského zlomu. Profily jsou orientovány ve směru SZ-JV a V-Z a měly by protínat předpokládané zlomy a puklinové zóny,
- **HOR-03A, HOR-03B, HOR-03C** ověření rozsahu granitoidů protínajících těleso durbachitů,
- **HOR-04** ověření orientace a mocnosti vidonínského zlomu a zlomů na něj kolmých,
- **HOR-05A, HOR-05B** ověření orientace a mocnosti vlčatínského a bochovického zlomu.
- **HOR-06** ověření orientace a mocnosti běchovického a rudíkovského zlomu,
- **HOR-07A, HOR-07B a HOR-07C** ověření orientace a mocnosti vidonínského zlomu a dislokací v jeho okolí,
- **HOR-08** ověření orientace a mocnosti vidonínského zlomu a zlomů u Dolních Heřmanic,
- **HOR-09** ověření průběhu a charakteru velkomeziříčského a vidonínského zlomu a dalších tektonických poruch zachycených na profilu HOR-01,
- **HOR-10** je profilová plocha regionálního rozsahu (cca délka 20 km x šířka 1 km) procházející přes centrální část území ve směru SV-JZ. Cílem je ověření hloubkového dosahu durbachitového tělesa a jeho možné tektonické porušení podél hluboce založených zlomů a dalších tektonických poruch ve směru SZ-JV,
- **HOR-11** ověření průběhu a charakteru velkomeziříčského a vlčatínského zlomu a dalších tektonických poruch zachycených na profilu HOR-01,
- **HOR-12** ověření průběhu a charakteru zlomu ID 78 a dalších tektonických poruch zachycených na profilu HOR-01.

2 Metodika geofyzikálního měření

2.1 Profilová síť

Geofyzikální měření na lokalitě Horka probíhalo v souladu s prováděcím projektem (Duras et al. 2017) ve třech etapách. Jak již bylo zmíněno, pro první a druhou etapu polních prací bylo definováno osm základních profilů HOR-01 až HOR-08 (viz Obr. 4), jenž měly poskytnout bazální informace o geologické stavbě zájmového území. Po zpracování a interpretaci základních profilů byly pro třetí etapu geofyzikálního výzkumu v zájmovém území lokalizovány další profily HOR-09, HOR-11, HOR-12 a plocha HOR-10 (viz zelená linie na Obr. 5), jejichž účelem bylo doplnit budovanou bázi znalostí o nové skutečnosti, případně napomoci interpretovat nejednoznačné jevy a skutečnosti zjištěné v rámci interpretace výsledků první a druhé etapy geofyzikálního výzkumu (Mixa et al. 2019a, Mixa et al. 2019b).

Obr. 4 přibližuje schéma profilů pro první a druhou etapu tak, jak byly definovány prováděcím projektem. Je obvyklé, že skutečné profily se od projektovaných profilů liší, a to zejména v závislosti na průchodnosti terénem, a také v závislosti na možnostech vstupů na pozemky. Umisťování projektovaných profilů do reálného terénu probíhalo v několika krocích:

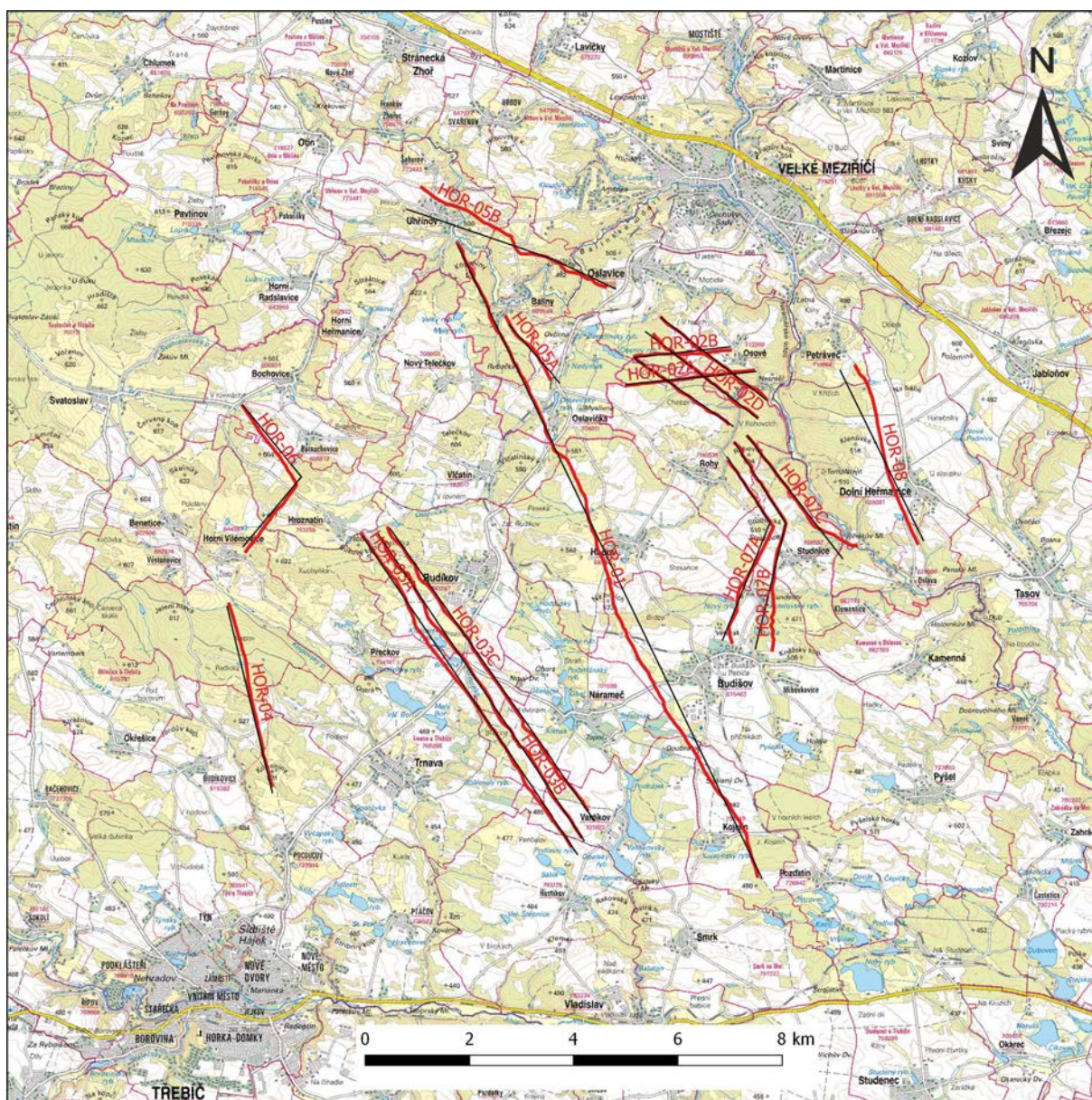
- a) Prvním krokem bylo vynesení projektovaných profilů do ortoreferencovaných satelitních snímků, případně byly využity aplikace pracující se satelitními snímky, např. GoogleEarth atd. Pomocí satelitních snímků jsme zpracovali první návrh reálného vedení profilů krajinou, jenž v maximální míře respektovaly požadavky projektu.
- b) Koordináty první varianty umisťovaného měřicího profilu se nahrály do GPS přístroje, v případě mapového přístroje se nahrála i podkladní ortofotomapa. Nahrávají se výchozí bod, lomové body, stopa profilu nebo případně pomocné body s pravidelnou roztečí např. 200 m. S touto přípravou prošla vytyčovací skupina terénem a konfrontovala skutečnost s vedením profilu připraveným pomocí satelitní technologie. V případě, že byl terén průchozí, umístila vytyčovací skupina kolíkové značky. Na lokalitě Horka byly umisťovány kolíky s krokem 200 m. Případě že připravená trasa nebyla v terénu průchozí, prošla se a vytyčila trasa nová.
- c) Síť instalovaných kolíků se předala geodetické skupině, která vytyčený profil zaměřila. Geodetické záměry se prováděly s pravidelným krokem 100 m. Pro geodetická měření byly využity přístroje GNSS přijímač Trimble R4-3 Barracuda, totální stanice Trimble S6 DR300+ a totální stanice Trimble S6 High Precision. Výsledky geodetického zaměření měřicích profilů byly součástí předávaných dat do datového úložiště SÚRAO Sievert.

V případě, že se v terénu vytyčené profily odchýlily od projektovaného průběhu o více než 100 m, pak se jednalo o významnou změnu ve vedení profilu a takové úpravy musely projít změnovým řízením. Na lokalitě Horka byly iniciovány 4 změnové řízení, a to:

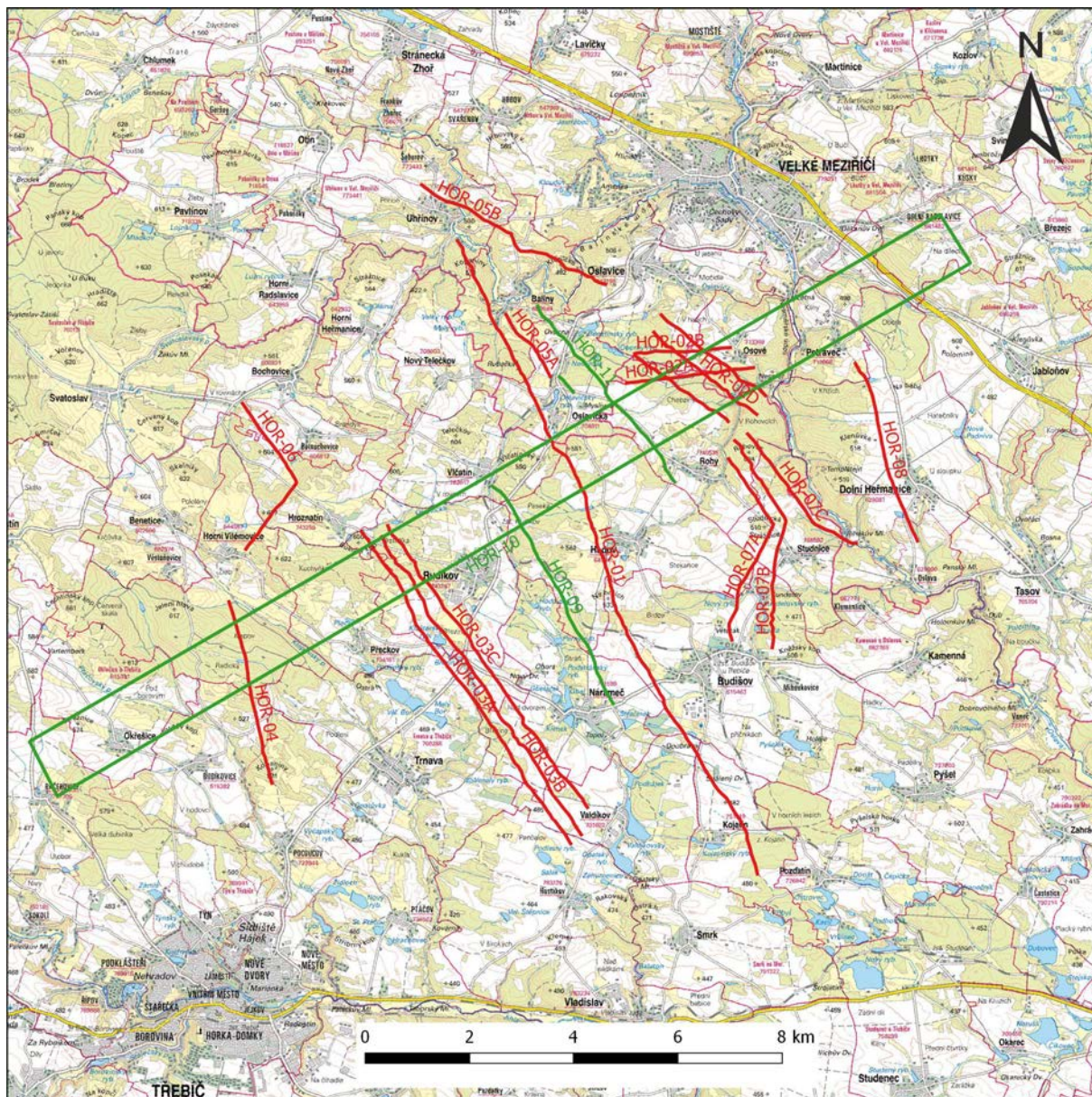
- a) Dne 5. 1. 2018 byla podána první žádost o úpravu vedení geofyzikálního profilu (změnový list Z1), a to v dílčích úsecích páteřního profilu HOR-01. Důvodem podání žádosti o změnu byly nevyřešené vstupy na pozemky v katastrálním území Hodov, jež profil HOR-01 protínal. Jelikož se problém vstupů podařilo v blízké době vyřešit, nebyly navrhované změny vedení dílčích částí profilu HOR-01 aplikovány.
- b) Dne 8. 1. 2018 byla podána druhá žádost o úpravu vedení geofyzikálního profilu – změnový list Z2. Předmětem změny byl profil HOR-07C, jehož prostorový průběh

ovlivnil zákaz vstupu na pozemky obce Studnice (Dolní Heřmanice). Profil byl v úseku 0-1090 m odkloněn do nové pozice.

- c) Dne 15. 1. 2018 byla změnovým listem Z3 znovu otevřena problematika vedení profilu HOR-07C, jenž vyžadoval v úseku 0-790 m novou dílčí prostorovou úpravu (obchvat daňčí a mufloní obory). Tato druhá úprava na profilu HOR-07C již byla konečná a profil byl po druhé úpravě úspěšně vytyčen a proměřen.
- d) Dne 26. 2. 2018 bylo iniciováno poslední změnové řízení na lokalitě Horka – podán změnový list Z4. Změna se týkala jak drobných změn v pozicích profilů HOR-04, HOR-05A, HOR-06 a HOR-08, tak úpravy harmonogramu polních prací první a druhé etapy. Poziční změny byly většinou vynucené neprůchodným terénem, změny v harmonogramu dílem protahujícími se vstupy na pozemky a dílem klimatickými podmínkami.



Obr. 4 Schéma projektovaných (černá linie) a realizovaných (červená linie) geofyzikálních profilů první a druhé etapy (zpracováno na mapovém podkladu ČÚZK, geoportal.cuzk.cz)



Obr. 5 Schéma realizovaných geofyzikálních profilů první, druhé (červená linie) a třetí (zelená linie) výzkumné etapy (zpracováno na mapovém podkladu ČÚZK, geoportal.cuzk.cz)

2.2 Použité geofyzikální metody

Na lokalitě Horka byly pro účely zakázky projektovány a realizovány geofyzikální metody DOP (dipólové odporové profilování), MRS (mělká refrakční seismika), MAG (magnetometrické měření), ERT (elektrická odporová tomografie) a gravimetrická metoda.

2.2.1 Dipólové odporové profilování DOP

Geoelektrické odporové profilování patří mezi základní stejnosměrné geoelektrické metody. Metoda odporového profilování nachází uplatnění při sledování změn měrného odporu hornin v horizontálním směru. Metoda má řadu modifikací, což umožňuje vytvářet různá uspořádání elektrod jednak z hlediska konkrétního řešeného problému, tak i z hlediska techniky prací.

Uspořádání elektrod je přesně definované rozmístění elektrod, s nimiž vytváříme a měříme elektrické pole. Při terénním měření můžeme celé uspořádání rozdělit na dva okruhy – proudový a měřicí. Proudové elektrody slouží k zavádění proudu do země a měřicí elektrody k měření potenciálu ve vybraném místě vytvořeného elektrického okruhu. Pro libovolné uspořádání platí princip vzájemnosti elektrod, podle něhož zjistíme tentýž zdánlivý měrný odpor uspořádáním, v němž byly proudové elektrody vyměněny za měřicí a naopak. Charakteristickým znakem většiny modifikací metody odporového profilování je současný pohyb všech elektrod po měřeném profilu při zachování vzájemné vzdálenosti.

Na měření metodou DOP se na lokalitě Horka, kromě řešitele geofyzikálních prací, GEOTestu, a.s., podíleli také pracovníci společnosti Geodrill s.r.o. Společnost Geodrill byla řádně schválena jako poddodavatel terénních prací sdružení „Geofyzika pro HÚ“.

Metoda DOP byla realizována nejčastěji aparaturou ARES II/10, případně ARES II/1 výrobce GF Instruments s.r.o. (Česká republika). Pro případ poruchy základních přístrojů byla v záloze připravena ještě aparatura ARES stejného výrobce. Univerzální aparatura ARES II je určena pro širokou škálu geoelektrických metod – odporové profilování, odporové sondování, odporová tomografie, spontánní polarizace atd. Výstupní výkon aparatury je až 850 W (maximální proud až 5 A). Vstupní impedance aparatury je 29 MΩ. Podrobnější informace je možné získat na webových stránkách výrobce.

Na lokalitě Horka bylo realizováno odporové profilování ve variantě dipólové, jenž je vhodná pro vyhledávání vodičů. V souladu s prováděcím projektem byla velikost dipólů AB a MN nastavena na 20 m a vzájemná vzdálenost dipólů 60 m. Krok měření byl stanovený 10 m. Terénní skupina sestávala z pěti lidí, kdy čtyři lidé obsadili měřicí elektrody a pátý natahoval před měřicí skupinou pásmo. Figuranti s elektrodami se tedy pohybovali podél rozvinutého pásma. Verifikace správné pozice byla průběžně prováděna na kolíkových značkách, umístěovaných na každém profilu v intervalu 200 m. Tento princip verifikace správné pozice byl aplikován u všech geofyzikálních metod, nejen DOP.

Po skončení terénního měření byla naměřená data z přístroje extrahována a archivována na datových úložištích zpracovatele. Aparatura ARES II ukládá data odporového profilování s přílohou .RPD, což je ASCII soubor obsahující velké množství informací, které je vhodné před dalším využitím odfiltrovat. Proto umožňuje ARES Control Interface Software konverzi .RPD souboru do souboru .DAT, který obsahuje pouze číslo profilu, metráž, hodnoty zdánlivého měrného odporu a směrodatnou odchylku, což je dostatečné pro další použití. Údaje z .DAT souboru byly přímo využity pro konstrukci profilových křivek a také pro transformaci do podoby vhodné pro archivaci na datovém úložišti SÚRAO Sievert.

2.2.2 Mělká refrakční seismika MRS

Metoda mělké refrakční seismiky je jednou ze skupiny seismických metod, jenž studují zemské těleso pomocí mechanických vln generovaných umělým zdrojem. Mělká refrakční seismika je určena pro studium „mělké“ stavby horninového prostředí a využívá lomených podélných vln. Varianta refrakční seismiky poskytuje informace především o mocnosti sedimentárního pokryvu na skalním podloží a popisuje geotechnický stav hornin, jelikož rychlost seismických vln přímo na některých těchto parametrech závisí. Ke vzniku refragovaných vln dochází za předpokladu, že v nadloží je poloha o nižší seismické rychlosti než v podloží. Generátorem mechanického vlnění je nejčastěji lehký dopadový zdroj.

Metoda MRS byla na lokalitě Horka realizována 24-kanálovou aparaturou Geode společnosti Geometrics na profilech HOR-01, HOR-02 (A-E), HOR-04, HOR-05 (A, B), HOR-06, HOR-08, HOR-09, HOR-11 a HOR-12. Jako zdroj seismického signálu posloužily údery kladiva vybaveného akcelerometrem / spínačem „seismické nuly“. Seismický signál byl registrován skrze nízkofrekvenční 28 Hz snímače / geofony společnosti R.T. Clark. Bližší informace o seismické aparatuře Geode je možné získat na webových stránkách výrobce.

Terénní seismické měření v refrakční variantě je metodicky relativně jednoduché, kdy se snímače a zdroje postupně přesouvají podél profilu tak dlouho, dokud není profil proměřen celý. Seismické snímače / geofony se podél profilu pohybují v sekcích, tzv. položeních. Zdroj seismického signálu se podél profilu pohybuje nejčastěji s pravidelným krokem. Na lokalitě Horka byla stanovena vzdálenost geofonů 5 m, zdroj seismického signálu se podél profilu pohyboval s krokem 20 m. Při využití všech 24 kanálů dosahovalo seismické položení délky 115 m.

Měření na lokalitě Horka probíhalo tak, že se podél roztaženého pásma rozmístily geofony s krokem 5 m, a to až do vzdálenosti 115 m od prvního snímače. Geofony se poté připojily k aparatuře pomocí speciálního mnohažilového kabele. Zdroj seismického signálu se umístil do první pozice, tj. 20 m před první geofon. Následně se údery kladiva do podložky vybudilo mechanické vlnění, jenž se od podložky šířilo všemi směry. Počet úderů určoval operátor seismické aparatury, a to v závislosti na jeho energii, úrovni utlumení přechodem přes horninové prostředí apod. Generování signálu se ukončilo v momentě, kdy byl získán dostatečně čitelný vlnový záznam na všech připojených geofonech. Z hlediska refrakční seismiky to znamenalo možnost spolehlivého odečtu prvního nasazení, tj. času příchodu první seismické vlny. Po získání odpovídajícího záznamu se tento uložil a figurant s kladivem se přemístil na novou pozici $x+20$ m a celý proces se opakoval až do proměření celého seismického položení o délce 115 m. Pro jedno seismické položení se seismický signál na lokalitě Horka generoval na 9 pozicích.

Seismická aparatura Geode ukládá seismický signál s extenzí .DAT ve formátu SEG-2 nebo SEG-Y, což jsou speciálně kódované soubory, které se bez specializovaných programů nedají přečíst. Data na lokalitě Horka byla zpracována pomocí software ReflexW a následně prezentována pomocí software Surfer ve formě izolinií rychlostí. Primární datové soubory .DAT byly deponovány v datovém úložišti Sievert objednatele SÚRAO.

2.2.3 Elektrická odporová tomografie

Multielektrodová metoda nebo také odporová tomografie (dále jen ERT) je moderní geoelektrické měření sloužící pro získávání hloubkového řezu měrného odporu ve sledovaném prostředí. Metoda ERT ve svém principu kombinuje odporové profilování a sondování ovšem možnosti mnohonásobného překrytí zkoumaného prostředí (proto tomografie) naměřenými daty (zdánlivé měrné odpory) a možnosti použití výpočetní techniky dovolují následně použití vyhodnocovacích algoritmů, které nebylo dříve možno aplikovat. 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 vestavěn do měřicí aparatury,

automaticky během měření určuje, které elektrody v sestavě budou sloužit jako měřicí a které jako proudové, tj. najednou jsou využívány vesměs 4 elektrody. Princip měření je obdobný jako u „klasických“ elektrodových odporových metod. 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 profil pokryt sestavou elektrod bez nutnosti řetězení, pak hloubkový dosah činí cca 1/5 délky 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 objednatel vytyčeného úseku je obvykle nezbytné projektovat relevantně prodloužený profil.

Metoda ERT je určena pro vyhledávání 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 nejpřesnější. Mezi základní uspořádání elektrod patří:


- Wennerovo,
- Schlumbergerovo,
- Dipól-dipól,
- Pól-pól,
- Pól-Dipól atd.

Zpracování a zobrazování naměřených dat se provádí pomocí specializovaného software RES2DINV, který je schopen pomocí matematických algoritmů konstruovat odporové modely reálného horninového prostředí.

Metoda ERT byla realizována aparaturou ARES II/10 s multielektrodovými sekcemi ME II/5-5. Univerzální aparatura ARES II již byla popsána v kapitole 2.2.1. případně je možné podrobnější informace získat na webových stránkách výrobce. Aparatura ARES II ukládá ERT data ve formátu .2DM, což je podobně jako v případě metody DOP ASCII soubor obsahující velké množství informací, které je vhodné před dalším využitím odfiltrovat. ARES Control Interface Software opět umožňuje konverzi základního datového souboru .2DM souboru do souboru .DAT. Zdrojové soubory .2DM byly předány k archivaci do datového úložiště SÚRAO Sievert.

Na lokalitě Horka byla metoda ERT realizována na profilech HOR-04, HOR-09 a v úseku 5500-8500 m profilu HOR-01. V souladu s prováděcím projektem byla vzdálenost mezi elektrodami nastavena 5 m, počet použitých sekcí byl 10+1. Princip měření spočívá v tom, že vysoký počet elektrod (pole elektrod) je umístěn v linii v ekvivalentní vzdálenosti a mnohažilovým kabelem jsou připojeny 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 vestavěn 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“ elektrodových odporových metod.

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

 SÚRAO	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 434/2019

kompletní sestavy elektrod (sekcí). Je-li profil pokryt sestavou elektrod bez nutnosti řetězení, pak hloubkový dosah činí cca 1/5 délky měřeného 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 vytyčeného úseku je obvykle nezbytné projektovat relevantně prodloužený profil.

Na lokalitě Horka bylo měření metodou ERT realizováno v systému Schlumbergerova uspořádání elektrod. Zpracování výsledků měření a jejich zobrazení bylo provedeno pomocí software RES2DINV a Surfer.

2.2.4 Magnetometrické měření

Magnetometrie je geofyzikální metoda (soubor metod), jenž je založena na schopnosti hornin magnetizovat se v magnetickém poli Země. Každá hornina má určitou celkovou magnetizaci, která se skládá z magnetizace remanentní a indukované. Remanentní magnetizace vzniká působením magnetického pole na horninu v okamžiku jejího vzniku a v průběhu její existence. Magnetizace indukovaná zase vzniká působením současného geomagnetického pole.

Měřené magnetické pole je tedy součtem magnetického pole odpovídajícího remanentní magnetizaci a magnetického pole vzniklého magnetizací indukovanou. Tvar anomálií je ovlivněn parametry geologické stavby a parametry fyzikálních vlastností, tzn. obsahem magnetických látek a remanentní magnetizací. Z geologické stavby se především uplatňuje tvar těles, jejich rozměry, způsobu uložení a hloubka. Průběh anomálií, které jsou vyvolány nehomogenitami geologické stavby, lze zjistit terénním měřením. Analyzováním tvaru anomálií různými interpretačními postupy můžeme získat informace o geologické stavbě zájmového území a fyzikálních vlastnostech dílčích celků geologické stavby.

Magnetické pole Země není v čase stálé a výkyvy jsou zapříčiněny zejména změnami v ionosféře. Změny magnetického pole v čase se nazývají variace a při praktických měřeních je potřebné odstranit jejich vliv na naměřené hodnoty. Opravy na variace je možné určit na základě měření v magnetických observatořích, nebo na základě opakovaných měření na vybraném bodě (základní bod), nebo vybraných bodech (opěrné body). Pokud je potřebné při interpretaci magnetometrických měření porovnávat výsledky na jednotlivých profilech, pak je nutné všechny opěrné body a základní bod svázat a měření porovnat na jednu úroveň. Následující operací je v takovémto případě určování normálního pole.

Magnetometrická měření bylo na lokalitě Horka realizováno pouze na profilu HOR-03B aparaturou G-858 MagMapper společnosti Geometrics. Aparatura obsahuje dvě sondy v gradientovém uspořádání, což umožnilo provést měření bez nutnosti sledování variací magnetického pole pro následné opravy. Krok měření byl 10 m. Měření probíhalo tak, že figurant s přístrojem se pohyboval podél nataženého pásma, každých 10 m pořídil odečet sledované veličiny, dokud nebyl profil proměřen po celé délce. Po návratu na pracoviště byla naměřená data z přístroje exportována a uložena na počítači. Z naměřených dat byly následně v prostředí software Grapher konstruovány profilové křivky.

2.2.5 Gravimetrická měření

Detailní profilová gravimetrie (DPG) je geofyzikální metodou, která detailně studuje tíhové pole Země. Zemská tíže není na povrchu konstantní, mění se podle nadmořské výšky (vliv

vzdálenosti od těžiště), zeměpisné šířky (vliv rotace) a také podle rozdílných objemových hmotností hornin. Toho lze využít pro sestavení strukturně geologických modelů do značných hloubek. Princip metody spočívá v přesném měření vertikální složky tíže (tíhového zrychlení) a v zavedení oprav (redukci) na jevy, které tíži ovlivňují a které lze kvantifikovat. V našem případě bude počítána hodnota tzv. Bouguerovy anomálie (dále jen BA), kterou lze definovat jako rozdíl "měřené tíhové zrychlení - tíhové zrychlení modelové Země". Pomocí gravimetrie tak lze studovat tvary horninových těles s odlišnou hustotou a zpřesnit tvar jejich kontaktu. Jedná se zvláště o tvary intruzivních těles v oblastech s výskytem vyvřelých hornin nebo o určení mocnosti sedimentární výplně v pánevních oblastech. V detailu hodnoty BA mohou sloužit i k mapování výrazných poruchových zón (puklinové zóny, tektonické poruchy), které se projevují zvýšením pórovitosti, a tedy snížením objemové hmotnosti hornin.

Gravimetrická terénní měření na lokalitě Horka byla provedena ve dvou variantách – detailní profilové a plošné. Profilové měření bylo uskutečněno během první a druhé etapy na profilech HOR-05A, HOR-05B, HOR-07A a HOR-07B. Pro plošné gravimetrické měření byla ve třetí etapě definována plocha HOR-10. Gravimetrická měření profilová se prováděla s krokem 20 m podél profilů HOR-05A, HOR-05B, HOR-07A a HOR-07B a s hustotou cca 25 bodů na km² v ploše HOR-10. Realizátorem polních gravimetrických měření byla společnost Miligal, s.r.o. – schválený subdodavatel.

Postup měření byl stejný v obou variantách – profilové i plošné. Kromě měření tíhového zrychlení na jednotlivých měřicích stanovištích byly tam, kde to bylo účelné, definovány dočasné vlastní opěrné tíhové body, které byly vždy přivázány k základnímu bodu (bodů) systému S-Gr10. Kromě samotných gravimetrických měření byla jednotlivá stanoviště geodeticky zaměřena.

2.3 Průběh prací

Polní práce geofyzikálního výzkumu na lokalitě Horka byly realizovány po etapách. Pro první a druhou etapu byly měřicí profily definovány prováděcím projektem (Duras et al. 2017), profily třetí etapy (Mixa et al. 2019a, Mixa et al. 2019b) byly určeny až jako doplňující po zpracování a vyhodnocení prací první a druhé etapy. Práce na zakázce byly zahájeny po podpisu Smlouvy o dílo mezi zadavatelem, jímž je Česká republika – Správa úložišť radioaktivních odpadů, a zhotovitelem, jímž je sdružení Společnost Geofyzika pro HÚ, zastoupená vedoucím společníkem SG Geotechnika a.s. a dalšími společníky GEOTest, a.s. a G IMPULS Praha spol. s r.o.

Před samotnou realizací jakýchkoliv terénních prací bylo nezbytné zajistit vstupy na pozemky obcí a právnických a fyzických osob. Jednalo se o složitý a zdoluhavý proces, kdy někteří majitelé dotčených pozemků písemně nepovolili vstup na pozemky, proto, zejména pokud se jednalo o rozsáhlejší úseky, bylo přistupováno k dílčím změnám (rekonfiguraci) vedení výzkumných profilů. V souladu s prováděcím projektem geofyzikálních prací byly všechny významnější rekonfigurace profilů hlášeny zadavateli a supervizi (ČGS) formou Žádosti o změnu. Celkem byly na lokalitě Horka podány 4 písemné žádosti o změnu. Všechny žádosti byly supervizi i zadavatelem schváleny – podrobnosti viz kapitola 2.1.

Průběžně se zajišťováním vstupů na pozemky byly zahájeny a realizovány i samotné terénní práce. V souladu s prováděcím projektem byly pro první etapu prací vymezeny profily HOR-01, HOR-07A, HOR-07B a HOR-07C. Na všech zmíněných profilech bylo projektováno

měření metodou DOP, na profilech HOR-07A a HOR-07B také gravimetrické měření a na pětikilometrovém úseku profilu HOR-01 ve staničení 4400 až 9400 m také seismické měření metodou MRS. První dvě zmíněné metody byly realizovány v plném projektované rozsahu. Seismické měření nebylo v průběhu první etapy provedeno, a to z důvodu nepříznivých povětrnostních podmínek (zejména v prvním kvartále 2018 vysoká sněhová pokrývka a promrzlý povrch) a také z důvodu komplikací ve věci vstupů na zemědělsky obdělávané plochy. Realizace seismických prací proto byla na základě schválené žádosti o změnu přesunuta do období druhé etapy terénních prací a místo ní byly s předstihem zahájeny vybrané práce druhé etapy měření.

Geofyzikální práce druhé etapy výzkumu na lokalitě Horka plynule navázaly na aktivity realizované v první etapě výzkumu ukončené k 03/2018. Před samotnou realizací terénních prací bylo, podobně jako v první etapě, nezbytné zajistit vstupy na pozemky obcí a právnických a fyzických osob.

Průběžně se zajišťováním vstupů na pozemky byly zahájeny a realizovány i samotné terénní práce. V souladu s prováděcím projektem byly pro druhou etapu prací vymezeny profily HOR-02 (A-E), HOR-03 (A-C), HOR-04, HOR-05 (A-B), HOR-06 a HOR-08. Na všech zmíněných profilech bylo projektováno měření metodou DOP, na profilech HOR-02 (A-E), HOR-04, HOR-05 (A, B), HOR-06 a HOR-08 měření metodou MRS, na profilech HOR-05A a HOR-05B gravimetrické měření, na profilu HOR-04 měření metodou ERT a na profilu HOR-03B magnetometrické měření. Spolu s měřeními projektovanými pro druhou etapu terénních prací byly v druhé etapě dokončeny také seismické terénní práce na profilu HOR-01, jež byly původně projektovány pro první etapu – zdůvodnění viz předchozí text.

Naměřená terénní data byla transformována do podoby definovaných tabulek a deponována v datovém úložišti zadavatele (Sievert) k dalšímu využití.

Po zpracování a vyhodnocení výsledků geofyzikálních prací první a druhé etapy následoval, ve spolupráci s dozorcující Českou geologickou službou, návrh profilů třetí etapy pro doplnění interpretovaných měření, případně pro získání dat úplně nových. Návrh profilů třetí etapy samozřejmě odrážel zbývající finanční možnosti zakázky.

Ze sady návrhů byly pro třetí etapu vybrány profily, jež byly pojmenovány HOR-09, HOR-10, HOR-11 a HOR-12, jimž byly definovány cíle – viz kapitola 1.3. Na profilu HOR-09 byly projektovány a realizovány metody DOP, ERT a MRS, na profilu HOR-10 (profilové ploše) bylo provedeno gravimetrické měření a na profilech HOR-11 a HOR-12 byla realizována měření metodami MRS a DOP. Lokace profilů třetí etapy jsou zelenou barvou znázorněny na Obr. 5.

Terénní měření na profilech HOR-01 až HOR-12 probíhala průběžně od prosince 2017 až do října 2019, kdy byly dokončeny profily HOR-11 a HOR-12 metodou DOP.

3 Výsledky geofyzikálních měření

Na lokalitě Horka byly realizovány geofyzikální měření, a to na profilech HOR-01 až HOR-12. Pátevní metodou byla stanovena metoda DOP, jenž byla aplikována na všech profilech, vyjma profilové plochy HOR-10 (plocha byla vymezena pouze pro gravimetrická měření). Druhou nejrozšířenější metodou byla metoda MRS, kterou bylo měřeno na profilech HOR-01 (úsek 4400 – 9400 m), HOR-02, HOR-04, HOR-05 (A, B), HOR-06, HOR-08, HOR-09, HOR-11 a HOR-12. Gravimetrická měření byla provedena na profilech HOR-05A, HOR-05B, HOR-07A, HOR-07B a na profilové ploše HOR-10. Zbývající metody MAG a ERT lze považovat za doplňkové, které byly podle potřeby aplikovány na profilu HOR-03B a profilech HOR-01 (úsek 5500 – 8500 m), HOR-04 a HOR-09.

Výsledky měření metodou DOP jsou v grafických přílohách znázorněny ve formě profilových křivek a přináší informaci o rozložení měřené veličiny podél studovaného profilu. Na základě velikosti měřeného odporu jsme interpretovali soubor fyzikálních anomálií: významné vodiče, významné nevodiče, nevýznamné vodiče a nevýznamné nevodiče. Výsledky měření metodou MRS jsou znázorněny ve formě izolinií rychlostí mechanického vlnění horninovým prostředím. Měření metodou MRS sloužilo k identifikaci anomálních poloh z hlediska šíření mech. vlnění, zejména poloh nízkých rychlostí. Výsledky měření metodou ERT jsou v příloze vyneseny v podobě izolinií měrných odporů. Výhodou izoohmického řezu je 2D náhled na rozložení hodnot měrného odporu podél měřeného profilu, což nám umožňuje doplnit 1D informaci z odporového profilování a konfrontovat plošné změny odporů se způsobem a změnami v šíření mechanického vlnění prostředím. Výsledky gravimetrických měření, které velmi dobře doplňovaly profilová měření, jsou prezentovány v podobě křivek úplných Bouguerových anomálií, jenž pomáhají diferencovat proměřované prostředí z hlediska hustotních změn. Gravimetrické měření na profilové ploše HOR-10 také umožnilo konstruovat plošnou mapu úplných Bouguerových anomálií, mapu reziduálních anomálií, mapu horizontálních gradientů a v neposlední řadě interpretační tíhový řez. Poslední aplikovaná geofyzikální metoda – magnetometrie, byla aplikována na jediném profilu za účelem vymezení granitoidů v durbachitech. Záměrem bylo využít předpokládaných odlišných magnetických vlastností obou typů hornin. Vzhledem k tomu, že bylo měřeno dvěma magnetometrickými sondami (gradientová varianta), jsou výsledky měření prezentovány jako dvě profilové křivky. Všechny důležité interpretované anomálie jsou soustředěny a prezentovány formou tabulek, a to pro každý profil zvlášť.

Zatřídění identifikovaných anomálií do jednotlivých kategorií odráží jejich posouzení z hlediska šíře, gradientu změny měřené veličiny (kontrast...) atd. V tabulkách se nacházejí dva druhy zjištění, a to jednak na základě geofyzikálních měření, a také na základě archivních geologických mapování a interpretací. Významné indikace vyplývající ze současných geofyzikálních měření jsou označeny písmennou řadou a jsou korelovány s výsledky geologického mapování, kde každému zlomu bylo přiřazeno jeho ID (Franěk et al. 2018, Mixa et al. 2019c) arabskými číslicemi.

Souhrnné výsledky geofyzikálních měření jsou znázorněny ve svodném grafu – komplexním interpretačním geofyzikálním modelem. Geofyzikální model zvýrazňuje nejvýznamnější jevy, identifikované geofyzikálními měřeními, a to nízkorychlostní a nízkoodporové zóny, a naopak vysokorychlostní a vysokoodporové zóny. Vysokorychlostní a odporové anomálie představují zóny / úseky podél profilu, jenž s největší pravděpodobností představují bloky hornin vyšší „kvality“, způsobené např. menší mírou zvětrání, nebo lokálním vyšším zastoupením základních stavebních kamenů mateřské horniny durbachitů – křemene atd. Na druhou

stranu nízkorychlostní a odporové anomálie pravděpodobně představují zóny oslabení, způsobené vyšší mírou zvětrání, než v jejím okolí. Větší úroveň zvětrání může být podmíněna opět buď lokálním vyšším zastoupením málo odolných složek horninového prostředí, nebo křehkým porušením – zlomy, zlomovými pásmy. Ve výsledcích odporového profilování označujeme nízkoodporové odporové anomálie.

V zájmovém území Horka byly identifikovány dva základní litostratigrafické celky: kvartérní pokryv a dominující skalní podloží tvořené paleozoickými (karbonskými) durbachity. Kvartérní pokryv na lokalitě Horka, tvořený hlínami, obecně dosahuje velmi malých mocností a je často, v celém svém objemu, promísený se zvětralinami podložních durbachitů. Interpretací zejména seismických měření jsme zjistili, že první refrakční horizont se nachází v hloubce prvních metrů a představuje rozhraní mezi komplexem kvartérních hlín s rozvětralým podložím a navětralého podloží. Pokryvné útvary se vyznačují velmi nízkými hodnotami rychlostí mechanických vln, dosahujících stovek m/s. Rychlost šíření mechanických vln pod prvním refrakčním horizontem, tj. prostředí navětralého až zdravého podloží dosahuje prvních km/s. Rozhraní mezi pokryvem a navětralým podložím velmi často představuje jediné výraznější seismické rozhraní.

3.1 Profil HOR-01

3.1.1 Geologické předpoklady

Geofyzikální výzkumný profil HOR-01 představuje páteřní linii protínající celou zájmovou oblast a vede od Uhřínova na severozápadě až k Pozďatínu na jihovýchodě. Délka profilu HOR-01 dosahuje 13400 m. Základním cílem profilu HOR-01 bylo ověření orientace a případně i sklonu hlavních zlomů (bochovický, vlčatínský, velkomeziříčský a valdíkovský zlom). Výsledky měření na profilu HOR-01 jsou prezentovány v příloze 2.

3.1.2 Interpretace geofyzikálních dat

Výzkumný profil HOR-01 byl, v souladu s projektovou dokumentací, proměřen dipólovou variantou metody odporového profilování DOP, metodou mělké refrakční seismiky MRS a elektrickou odporovou tomografií ERT. Metoda DOP byla aplikována v plném rozsahu 13400 m, MRS v úseku 4400 – 9400 m a ERT v úseku 5500 – 8500 m. Parametry metody DOP byly: AB = MN = 20 m, L = 60 m, krok 10 m. Parametry MRS byly: vzdálenost geofonů 5 m, vzdálenost stanovišť s generovaným seismickým signálem 20 m a metoda ERT byla měřena s roztečí mezi elektrodami 5 m za současného použití 80 elektrod v základním řetězci.

Profil HOR-01 byl projektovaný zejména pro první etapu geofyzikálního výzkumu, nicméně proměřován byl v první, druhé i třetí etapě. V první etapě byla realizována metoda DOP. Metoda MRS, která se zpožďovala z důvodu vlekcujícího se procesu vyřizování vstupů na pozemky, byla úspěšně realizována až v průběhu druhé etapy a nakonec metoda ERT byla do komplexu polních měření zařazena až po vyhodnocení prací první a druhé etapy.


Jak bylo uvedeno, základním cílem byla identifikace hlavních sklonů a ověření jejich orientace a případně i sklonu. Prvním ze seznamu je zlom bochovický (ID 13), jenž je mapován v severozápadní části zájmového území a podle lokalizace profilu HOR-01 by se neměli protínat, nicméně na severovýchodním konci profilu HOR-01 jsme interpretovali odporovou anomálii „ak“, která by mohla představovat projev bochovického zlomu. Bohužel

uvedený úsek je pokryt pouze měřením DOP, proto se k výskytu bochovického zlomu nelze jednoznačněji vyjádřit. Další zlom, vlčatínský (ID 8), je s největší pravděpodobností možné ztotožnit s velmi výraznou odporovou anomálií „l“. Zlom velkomeziříčský je možné korelovat s geofyzikální indikací „g“ ve staničení cca 6483 m, jenž má kromě výsledků měření metodou DOP oporu také ve výstupech měření metodami ERT i MRS. V sousedství anomálie „g“ byla interpretovaná další fyzikální indikace „h“ (staničení 6950 m) typu významný vodič, což pravděpodobně představuje projev zlomu vidonínského (ID 12). Valdíkuvský zlom (ID 6) je korelován s fyzikální anomálií „c“ ve staničení 2244 m.

Kromě jmenných zlomů byla identifikovaná řada dalších anomálií, ať již značených (tzv. mapovaných) nebo neznačených. Jejich úplný seznam přináší přehledná Tab. 1 a grafy v příloze 2. Za povšimnutí také stojí, že část profilu od 0 do cca 5200 m, jenž je vedená po relativně rovinném terénu, se vyznačuje obecně nižšími hodnotami měrného odporu, než v hornatém úseku od cca 5200 do 13400 m. Průměrná hodnota měrného odporu v rovinném úseku se pohybuje kolem 280 Ω m a v hornatém cca 1100 Ω m. Seismické měření začíná na hranici těchto dvou dílčích území, takže změnu jiných, než odporových poměrů nelze potvrdit.

Tab. 1 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-01


Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-01	významný vodič	1	-	-	a	-	-	tektonika, ID 170?
b	HOR-01	významný vodič	805	-	-	a	-	-	tektonika ID 7?
c	HOR-01	významný vodič	2244	-	-	a	-	-	tektonika, ID 6?
d	HOR-01	významný vodič	3181	-	-	a	-	-	tektonika, ID 48?
e	HOR-01	významný vodič	3757	-	-	a	-	-	tektonika, ID 29?
f	HOR-01	významný vodič	4749	-	-	a	-	a	tektonika, ID 1?
g	HOR-01	významný vodič	6483	-	-	a	a	a	tektonika, ID 2?
h	HOR-01	významný vodič	6950	-	-	a	a	a	tektonika, ID 12?
i	HOR-01	významný vodič	7977	-	-	a	a	a	tektonika
j	HOR-01	významný vodič	8771	-	-	a	-	a	tektonika
k	HOR-01	významný vodič	9743	-	-	a	-	-	tektonika, ID 78?
l	HOR-01	významný vodič	10351	-	-	a	-	-	tektonika, ID 8?
m	HOR-01	významný vodič	11686	-	-	a	-	-	tektonika, ID 164?
n	HOR-01	významný vodič	12246	-	-	a	-	-	tektonika
o	HOR-01	významný vodič	13316	-	-	a	-	-	tektonika, ID 95?
p	HOR-01	významný nevodič	458	-	-	a	-	-	odolnější hornina
q	HOR-01	významný nevodič	2051	-	-	a	-	-	odolnější hornina

		Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami					Evidenční označení:			
							SÚRAO TZ 434/2019			
r	HOR-01	významný nevodič	5039	-	-	a	-	a	odolnější hornina	
s	HOR-01	významný nevodič	5911	-	-	a	a	a	odolnější hornina	
t	HOR-01	významný nevodič	6834	-	-	a	a	a	odolnější hornina	
u	HOR-01	významný nevodič	8344	-	-	a	a	a	odolnější hornina	
v	HOR-01	významný nevodič	8603	-	-	a	-	a	odolnější hornina	
w	HOR-01	významný nevodič	9039	-	-	a	-	a	odolnější hornina	
x	HOR-01	významný nevodič	9949	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
y	HOR-01	významný nevodič	10802	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
z	HOR-01	významný nevodič	13096	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
aa	HOR-01	nevýznamný vodič	223	-	-	a	-	-	tektonika	
ab	HOR-01	nevýznamný vodič	1206	-	-	a	-	-	tektonika, ID 60?	
ac	HOR-01	nevýznamný vodič	2905	-	-	a	-	-	tektonika	
ad	HOR-01	nevýznamný vodič	5204	-	-	a	-	a	tektonika	
ae	HOR-01	nevýznamný vodič	5707	-	-	a	a	a	tektonika	
af	HOR-01	nevýznamný vodič	6660	-	-	a	a	a	tektonika	
ag	HOR-01	nevýznamný vodič	7594	-	-	a	a	a	tektonika	
ah	HOR-01	nevýznamný vodič	8467	-	-	a	-	a	tektonika	
ai	HOR-01	nevýznamný vodič	11021	-	-	a	-	-	tektonika, ID 162?	
aj	HOR-01	nevýznamný vodič	11294	-	-	a	-	-	tektonika	
ak	HOR-01	nevýznamný vodič	13666	-	-	a	-	-	tektonika	
al	HOR-01	nevýznamný nevodič	1544	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
am	HOR-01	nevýznamný nevodič	4177	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
an	HOR-01	nevýznamný nevodič	7442	-	-	a	a	a	odolnější hornina	

3.2 Profily HOR-02 (A-E)

3.2.1 Geologické předpoklady

Geofyzikální výzkumné profily řady HOR-02 se nacházejí jižně od Velkého Meziříčí, v prostoru mezi obcemi Osové a Oslavička. Dílčí profily HOR-02A a HOR-02B jsou orientovány ve směru V-Z a profily HOR-02C, HOR-02D a HOR-02E ve směru SV-JZ. Základním cílem profilů HOR-02 je ověření existence a orientace drobných zlomů v okolí velkomeziříčského zlomu. Profily řady HOR-02 dosahovaly jednotlivých délek 2,48, 1,83,

	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 434/2019

2,26, 2,7 a 2,56 km a byly měřeny v rámci druhé etapy výzkumu. Výsledky měření jsou prezentovány v přílohách 3 až 7.

3.2.2 Interpretace geofyzikálních dat

Výzkumné profily HOR-02 (A-E) byly, v souladu s projektovou dokumentací, proměřeny dipólovou variantou metody odporového profilování DOP a metodou mělké refrakční seismiky MRS. Parametry metody DOP jsou: AB = MN = 20 m, L = 60 m, krok 10 m. Parametry MRS byly: vzdálenost geofonů 5 m, vzdálenost stanišť s generovaným seismickým signálem 20 m.

Profil HOR-02A

Základním cílem profilů HOR-02, a tedy i HOR-02A bylo ověření existence a orientace zlomů v okolí Velkomeziříčského zlomu. Velkomeziříčský zlom je pravděpodobně identifikovaný na pozici fyzikální anomálie „b“ ve staničení cca 601 m, jenž se vyznačuje významným snížením hodnot měrného odporu a také rychlostí mechanického vlnění. Šířka anomálie dosahuje více než 100 m. Velkomeziříčský zlom byl identifikován také na dalších profilech řady HOR-02, popis je uveden v odpovídajících odstavcích. V okolí Velkomeziříčského zlomu se nachází řada fyzikálních anomálií různé úrovně a významu. Korelační schéma identifikovaných a stávajících fyzikálních anomálií a diskontinuit se nachází v příloze 24. Všechny identifikovatelné anomálie jsou přehledně seřazeny v Tab. 2.

Tab. 2 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-02A

P.č. anomálie / značka	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-02A	významný vodič	103	-	-	a	-	a	tektonika, ID 33?
b	HOR-02A	významný vodič	601	-	-	a	-	a	tektonika, ID 2?
c	HOR-02A	významný vodič	1201	-	-	a	-	a	tektonika
d	HOR-02A	významný vodič	1803	-	-	a	-	a	tektonika, ID 21?
e	HOR-02A	významný vodič	2220	-	-	a	-	a	tektonika, ID 167?
f	HOR-02A	významný nevodič	275	-	-	a	-	a	odolnější hornina
g	HOR-02A	významný nevodič	1064	-	-	a	-	a	odolnější hornina
h	HOR-02A	významný nevodič	1604	-	-	a	-	a	odolnější hornina
i	HOR-02A	významný nevodič	1920	-	-	a	-	a	odolnější hornina
j	HOR-02A	významný nevodič	2362	-	-	a	-	a	odolnější hornina
k	HOR-02A	nevýznamný vodič	926	-	-	a	-	a	tektonika
l	HOR-02A	nevýznamný vodič	1479	-	-	a	-	a	tektonika

Profil HOR-02B


Nejdůležitější zlom v prostoru profilu HOR-02B – velkomeziříčský (ID 2) – je pravděpodobně možné korelovat s fyzikální anomálií „b“ ve staničení cca 781 m, jenž je patrná jak ve výsledcích odporových, tak seismických měření. V relativní blízkosti anomálie „b“ se nachází anomálie „c“, jenž se projevuje opticky výrazněji než anomálie „b“ a byla identifikována ve staničení cca 995 m. Uvedenou anomálii je pravděpodobně možné korelovat s mapovaným zlomem ID 21. Korelační schéma všech identifikovaných a stávajících fyzikálních anomálií a diskontinuit se nachází v příloze 24. Všechny identifikovatelné anomálie jsou přehledně seřazeny v Tab. 3.

Tab. 3 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-02B

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-02B	významný vodič	368	-	-	a	-	a	tektonika, ID 33?
b	HOR-02B	významný vodič	781	-	-	a	-	a	tektonika, ID 2?
c	HOR-02B	významný vodič	995	-	-	a	-	a	tektonika, ID 21?
d	HOR-02B	významný vodič	1578	-	-	a	-	a	tektonika
e	HOR-02B	významný nevodič	275	-	-	a	-	a	odolnější hornina
f	HOR-02B	významný nevodič	666	-	-	a	-	a	odolnější hornina
g	HOR-02B	významný nevodič	894	-	-	a	-	a	odolnější hornina
h	HOR-02B	významný nevodič	1338	-	-	a	-	a	odolnější hornina
i	HOR-02B	nevýznamný vodič	17	-	-	a	-	a	tektonika, ID 78?
j	HOR-02B	nevýznamný vodič	1145	-	-	a	-	a	tektonika

Profil HOR-02C

Velkomeziříčský zlom na profilu HOR-02C byl mapován ve staničení profilu cca 664 m, což pravděpodobně koreluje s geofyzikální anomálií „a“ ve staničení cca 710 m. Z hlediska odporového leží anomálie „a“ v oblasti rozsáhlejšího snížení (zdánlivého) měrného odporu hornin, které sahá od cca 550 do cca 1050 m. Podobný průběh je v generelu patrný i na výsledcích seismických měření, viz izolinie rychlostí v příloze 5. Součástí zóny je také fyzikální anomálie „b“, kterou lokalizujeme do staničení cca 1023 m, která zónu opticky uzavírá. Obě anomálie s největší pravděpodobností představují projev strukturních nespojitostí, otázkou zůstává, zda se jedná o jedinou širokou poruchovou zónu velkomeziříčského zlomu zahrnující jak fyzikální indikaci „a“, tak „b“ (a pravděpodobně také „j“ na SZ okraji zóny), či se jedná o dvě dílčí „samostatné“ poruchy „a“ a „b“, jenž jsou oddělené blokem méně zvětralých hornin ve staničení cca 850 m. Uvedený blok je indikován lokálním zvýšením odporů i rychlostí, a také je patrný i jako mírná terénní elevace. Analogii zóny snížených odporů lze s většími či menšími odchylkami pozorovat také ve výsledcích geofyzikálních měření na profilech HOR-02D a HOR-02E.

	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 434/2019

Korelační schéma všech identifikovaných a stávajících fyzikálních anomálií a diskontinuit se nachází v příloze 24. Všechny identifikovatelné anomálie jsou přehledně seřazeny v Tab. 4.


Tab. 4 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-02C

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-02C	významný vodič	710	-	-	a	-	a	tektonika, ID 2?
b	HOR-02C	významný vodič	1023	-	-	a	-	a	tektonika, ID 2?
c	HOR-02C	významný vodič	1413	-	-	a	-	a	tektonika ID 167?
d	HOR-02C	významný nevodič	61	-	-	a	-	a	odolnější hornina
e	HOR-02C	významný nevodič	334	-	-	a	-	a	odolnější hornina
f	HOR-02C	významný nevodič	1268	-	-	a	-	a	odolnější hornina
g	HOR-02C	významný nevodič	1876	-	-	a	-	a	odolnější hornina
h	HOR-02C	významný nevodič	2187	-	-	a	-	a	odolnější hornina
i	HOR-02C	nevýznamný vodič	231	-	-	a	-	a	tektonika, ID 33?
j	HOR-02C	nevýznamný vodič	491	-	-	a	-	a	tektonika
k	HOR-02C	nevýznamný vodič	1978	-	-	a	-		tektonika
l	HOR-02C	nevýznamný vodič	2110	-	-	a	-		tektonika
m	HOR-02C	nevýznamný nevodič	1693	-	-	a	-	a	odolnější hornina
n	HOR-02C	nevýznamný nevodič	2031	-	-	a	-	a	odolnější hornina

Profil HOR-02D

Profil HOR-02D je lokalizovaný do prostoru mezi profily HOR-02C a HOR-02E. Velkomeziříčský zlom je na profilu HOR-02D pravděpodobně možné korelovat s geofyzikální anomálií „b“ ve staničení cca 604 m. Anomálie se projevuje lokálním snížením elektrického odporu horninového prostředí, a také snížením rychlosti šíření mechanických vln prostředím. Velkomeziříčský zlom je zde opět, podobně jako na profilu HOR-02C, součástí širší nízkoodporové a nízkorychlostní zóny v intervalu cca 170 – 670 m. Na SZ okraji zóny jsme identifikovali anomálii „a“, které může být projevem mapované poruchy ID 78. Anomálie „a“ i „b“ se projevují poměrně výrazně i v měřítku uvedené zóny, takže otázka existence jediné široké nebo dvou izolovaných poruch, podobně jako na profilu HOR-02C, je tak stále otevřená.

Mezi další významné fyzikální indikace, pravděpodobně představující projevy strukturních nespojitostí, patří na profilu HOR-02D zejména anomálie „a“, „c“, „e“ a „g“ – viz příloha 6. Korelační schéma všech identifikovaných a stávajících fyzikálních anomálií a diskontinuit se nachází v příloze 24. Všechny identifikovatelné anomálie jsou přehledně seřazeny v Tab. 5.

	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 434/2019

Tab. 5 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-02D


Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-02D	významný vodič	186	-	-	a	-	?	tektonika, ID 78?
b	HOR-02D	významný vodič	604	-	-	a	-	a	tektonika, ID 2?
c	HOR-02D	významný vodič	1170	-	-	a	-	a	tektonika
d	HOR-02D	významný vodič	1306	-	-	a	-	a	tektonika
e	HOR-02D	významný vodič	2612	-	-	a	-	a	tektonika
f	HOR-02D	významný vodič	2411	-	-	a	-	-	tektonika
g	HOR-02D	významný nevodič	27	-	-	a	-	a	odolnější hornina
h	HOR-02D	významný nevodič	718	-	-	a	-	a	odolnější hornina
i	HOR-02D	významný nevodič	1397	-	-	a	-	a	odolnější hornina
j	HOR-02D	významný nevodič	1697	-	-	a	-	a	odolnější hornina
k	HOR-02D	významný nevodič	2510	-	-	a	-	a	odolnější hornina
l	HOR-02D	nevýznamný vodič	866	-	-	a	-	a	tektonika
m	HOR-02D	nevýznamný vodič	1576	-	-	a	-	a	tektonika, ID 167?
n	HOR-02D	nevýznamný vodič	2031	-	-	a	-	-	tektonika
o	HOR-02D	nevýznamný nevodič	968	-	-	a	-	a	odolnější hornina

Profil HOR-02E

Posledním profilem řady HOR-02 je profil HOR-02E, ležící v severovýchodní části oblasti popisované profily HOR-02. Výsledky v podobě grafických prezentací jsou znázorněny v příloze 7. Sledovaný velkomeziříčský zlom (ID 2) na profilu HOR-02E koreluje s geofyzikální anomálií „c“ ve staničení cca 639 m, která se projevuje výrazným snížením měrného odporu a také rychlostí mechanického vlnění. V blízkosti anomálie „c“ se nachází anomálie „b“ (korelovaný zlom ID 78). Porovnáním výsledků a zjištění na blízkých subparalelních profilech HOR-02D a HOR-02C i zde existuje varianta existence jediné široké poruchové zóny (staničení cca 300 – 800 m), kterou budují původně samostatně identifikované poruchy ID 2 a ID 78. Na křivkách DOP je sice ve staničení cca 500 m patrné lokální zvýšení odporů, ale ve výsledcích MRS nemá oporu.

Jedinou širší zónu mohou tvořit také interpretované strukturní nespojitosti reprezentované indikacemi „f“ a „e“, tj. zlom ID 167 a bezejmenná porucha.

Mezi další významné indikace strukturních nespojitostí patří anomálie „d“, „e“, „f“ a „g“. Korelační schéma všech identifikovaných a stávajících fyzikálních anomálií a diskontinuit se nachází v příloze 24. Všechny identifikovatelné anomálie jsou přehledně seřazeny v Tab. 6.

	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 434/2019

Tab. 6 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-02E

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-02E	významný vodič	19	-	-	a	-	a	tektonika, ID 33?
b	HOR-02E	významný vodič	414	-	-	a	-	a	tektonika, ID 78? příp. ID 2?
c	HOR-02E	významný vodič	639	-	-	a	-	a	tektonika, ID 2?
d	HOR-02E	významný vodič	1363	-	-	a	-	a	tektonika
e	HOR-02E	významný vodič	1905	-	-	a	-	a	tektonika
f	HOR-02E	významný vodič	1727	-	-	a	-	a	tektonika, ID 167?
g	HOR-02E	významný vodič	2154	-	-	a	-	a	tektonika, ID 103?
h	HOR-02E	významný nevodič	124	-	-	a	-	a	odolnější hornina
i	HOR-02E	významný nevodič	1547	-	-	a	-	a	odolnější hornina
j	HOR-02E	významný nevodič	2025	-	-	a	-	a	odolnější hornina
k	HOR-02E	významný nevodič	2500	-	-	a	-	a	odolnější hornina
l	HOR-02E	nevýznamný vodič	760	-	-	a	-	a	tektonika
m	HOR-02E	nevýznamný nevodič	1057	-	-	a	-	a	odolnější hornina

3.3 Profily HOR-03 (A-C)

3.3.1 Geologické předpoklady

Geofyzikální výzkumné profily řady HOR-03 se nacházejí v jihozápadní části zájmového území přibližně na spojnici obcí Hroznatín a Valdíkov. Profily jsou orientovány ve směru SZ-JV. Základním cílem profilů HOR-03 bylo ověření zejména rozsahu granitoidů protínajících těleso durbachitů. Profily řady HOR-03 dosahovaly jednotlivých délek 7,33, 7,05 a 6,8 km a byly měřeny v rámci druhé etapy výzkumu. Výsledky měření jsou prezentovány v přílohách 8 až 10.

3.3.2 Interpretace geofyzikálních dat

Výzkumné profily HOR-03 (A-C) byly, v souladu s projektovou dokumentací, proměřeny dipólovou variantou metody odporového profilování DOP a profil HOR-03B také magnetometrickou metodou. Parametry metody DOP byly: AB = MN = 20 m, L = 60 m, krok 10 m. Základním parametrem magnetometrické metody byl krok měření 10 m.

Profil HOR-03A

Základním cílem profilů HOR-03, a tedy i HOR-03A bylo ověření existence a granitoidů v tělese durbachitů. Na profilu HOR-03A byla projektované a realizované měření pouze metodou DOP, jejíž výsledky jsou prezentované ve formě profilových křivek. Interpretací

výsledků DOP byla identifikována řada odporových anomálií, jimž byl přiřazen pravděpodobný strukturně-geologický význam. Ve věci existence granitoidů se domníváme, že granitoidy by se v odporovém obraze durbachitů mohly projevovat zvýšenými hodnotami (zdánlivých) měrných odporů. Statistickým zpracováním všech odporových měření (viz kapitola 4) na lokalitě Horka, kde předpokládáme výraznou převahu durbachitů nad ostatními litotypy jsme zjistili, že tyto dosahují hodnot od stovek až po první tisíce Ωm , kdežto granitoidy obvykle dosahují hodnot vyšších, v řádu tisíců Ωm (www.eoas.ubc.ca, www.researchgate.net).

Pokud předpokládáme existenci intruzí granitoidů v okolí profilů HOR-03 (viz geovědní mapy 1 : 50 000 portálu mapy.geology.cz), potom profil HOR-03A by podle výsledků geologického mapování měly protínat ve staničení cca 2020 – 2700 m a 5220 – 5800 m. V souladu s předpokladem odporového kontrastu mezi granitoidy a durbachity nebyla v prvním úseku registrována žádná změna, hodnoty měrných odporů oscilují kolem hodnoty cca 400 Ωm , což lze v duchu výše uvedeného předpokladu považovat za projev durbachitů. Druhý úsek, 5220 – 5800 m již leží uprostřed pozitivní odporové anomálie (průměrná hodnota odporu cca 600 Ωm), jenž se rozprostírá od staničení cca 4500 do cca 5900 m. Uvedená anomálie se v krajině projevuje jako mírná terénní elevace. Budeme-li předpokládat, že jde o projev granitoidů, potom na základě zvýšených hodnot měrných odporů lze granitoidy předpokládat také ve staničení cca 0 – 1750 m.


Na profilu HOR-03A nebyla kromě metody DOP projektována žádná další geofyzikální metoda, proto je v případě potřeby nezbytné uvedené předpoklady ověřit dalším, principiálně nezávislým měřením.

Kromě analýzy předpokladu výskytu granitoidů jsme se také věnovali standardním postupům, tedy identifikaci a interpretaci strukturních nespojitostí. Na profilu HOR-03A registrujeme řadu poruch a poruchových zón, které tvoří např. zlomy ID 12 a ID 68 (zóna „kontaktu“ obou zlomů), zlomy ID 28, ID 47 atd. V předchozích kapitolách komentovaný velkomeziříčský zlom (ID 2) se opět nachází v širší nízkoodporové zóně o mocnosti cca 400 m (staničení cca 6650 – 7000 m), kterou pravděpodobně sdílí se zlomem ID 6, tj. valdíkovským zlomem.

Všechny identifikovatelné anomálie jsou přehledně seřazeny v Tab. 7.

Tab. 7 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-03A

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-03A	významný vodič	242	-	-	a	-	-	tektonika, ID 1?
b	HOR-03A	významný vodič	745	-	-	a	-	-	tektonika ID 80?
c	HOR-03A	významný vodič	1433	-	-	a	-	-	tektonika, ID 8?
d	HOR-03A	významný vodič	1786	-	-	a	-	-	tektonika
e	HOR-03A	významný vodič	3486	-	-	a	-	-	tektonika, ID 12?, ID 68?
f	HOR-03A	významný vodič	4108	-	-	a	-	-	tektonika, ID 28?
g	HOR-03A	významný vodič	4358	-	-	a	-	-	tektonika, ID 47?
h	HOR-	významný vodič	5944	-	-	a	-	-	tektonika, ID

		Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami					Evidenční označení:			
							SÚRAO TZ 434/2019			
	03A								14?	
i	HOR-03A	významný vodič	6808	-	-	a	-	-	tektonika, ID 2?	
j	HOR-03A	významný vodič	7017	-	-	a	-	-	tektonika, ID 6?	
k	HOR-03A	významný nevodič	414	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
l	HOR-03A	významný nevodič	1112	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
m	HOR-03A	významný nevodič	2109	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
n	HOR-03A	významný nevodič	4585	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
o	HOR-03A	významný nevodič	6476	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
p	HOR-03A	významný nevodič	7157	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
q	HOR-03A	nevýznamný vodič	496	-	-	a	-	-	tektonika	
r	HOR-03A	nevýznamný vodič	612	-	-	a	-	-	tektonika	
s	HOR-03A	nevýznamný vodič	1019	-	-	a	-	-	tektonika	
t	HOR-03A	nevýznamný vodič	1246	-	-	a	-	-	tektonika	
u	HOR-03A	nevýznamný vodič	2781	-	-	a	-	-	tektonika, ID 161?	
v	HOR-03A	nevýznamný vodič	5547	-	-	a	-	-	tektonika	
w	HOR-03A	nevýznamný nevodič	86	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
x	HOR-03A	nevýznamný nevodič	5258	-	-	a	-	-	odolnější hornina	

Profil HOR-03B

Geofyzikální profil HOR-03B byl kromě metody DOP proměřen taky magnetometrem, jehož výsledky jsou prezentovány ve formě profilových křivek. Vzhledem k tomu, že přístroj byl vybaven dvěma sondami, jsou v grafy vyneseny křivky dvě, jedna pro spodní sondu a jedna pro sondu horní. Rozdílovou křivku jsme s ohledem na zachování vypovídací schopnosti výsledků obou sond nevynášeli.

Vyhledávání granitoidů bylo podobně jako v předchozím případě velmi obtížné, projektované metody neposkytují dostatečně průkazné výsledky. Realizované odporové měření prezentuje menší rozdíly v naměřených datech, než tomu bylo v případě měření na profilu HOR-03A, nicméně i zde lze vymezit úseky, které by mohly představovat projevy granitoidů, a zároveň jsou korelovatelné se zjištěními na profilu HOR-03A. První těleso granitoidů by se mohlo nacházet v úseku cca 0 – 2600 m. Jedná se o poměrně širokou zónu, jenž se vyznačuje vyššími hodnotami měrných odporů (cca 800 Ω m), než je tomu v dalších metrech. Průběh odporových měření je ovlivněn existencí strukturních nespojitostí, např. interpretovaným zlomem ID 80, ID 1, ID 8 atd. Zlomy ID 80 a ID 1 tvoří společnou zónu ve staničení cca 100 – 400 m (indikace „a“), kde se podle výsledků geologického mapování sbíhají.

Druhé těleso granitoidů by se v duchu vyslovených předpokladů mohlo vyskytovat ve staničení cca 4450 – 6100 m, což zároveň představuje úsek zvýšených měrných odporů.


Tvarem i rozsahem je uvedená anomálie dobře korelovatelná s anomálií na profilu HOR-03A ve staničení cca 4500 – 5900 m (a také na HOR-03C, viz níže).

Kromě odporového měření metodou DOP bylo na profilu HOR-03B realizováno také magnetometrické měření. Magnetometrické křivky umožňují měřený profil rozdělit na kvazihomogenní úseky. Prvním celkem je úsek ve staničení 0 – 2200 m, ve kterém naměřené hodnoty magnetického pole oscilují kolem 48970 nT. V druhém úseku ve staničení cca 3700 – 7050 m se hodnoty magnetického pole drží trvale na vyšší hladině. Měření magnetometrem na první pohled nijak nekoreluje s měřením DOP, což znamená, že v případě existence granitoidů v durbachitech mají tyto prakticky stejné magnetické vlastnosti, jako durbachity a pro magnetometr jsou tedy „neviditelné“. Na stranu druhou magnetometrická metoda naprosto jasně vymezuje úseky s typickou hodnotou magnetického pole. Vymezené úseky jsou poměrně rozsáhlé, k přechodu úseků dochází postupně skrze přechodovou zónu, změna intenzity magnetického pole tedy pravděpodobně odráží změny magnetického pole regionálního rozsahu. Porovnáním s dostupnými archivními údaji, např. s gravimetrickým měřením (Sedlák 2017) jsme zjistili, že ve směru vyšších staničení profilů HOR-03, tj. ve směru SZ-JV, také dochází k postupnému poklesu hodnot Bouguerových anomálií. Uvedená skutečnost je velmi dobře patrná jak na mapě Bouguerových anomálií v příloze 22 této zprávy, anebo a ještě lépe, na mapě regionálních tíhových anomálií v příloze v příloze 26.

Kromě cílené snahy identifikovat odlišné litotypy jsme se také zaměřili na identifikaci strukturních nespojitostí. Úplný soupis identifikovaných anomálií přináší Tab. 8, ve které jsou uvedeny jak vodiče, tak nevodiče. Za nejvýznamnější vodiče považujeme fyzikální anomálie „b“, „d“, „f“ atd. Například zóna „a“ s největší pravděpodobností reprezentuje styk dvou zlomů ID 1 (tzv. rudíkovský zlom) a ID 80. Podobný případ byl registrován také u indikací „f“ a „t“, kde první tvořící zónu spolupůsobení zlomů ID 12 (vidonínský zlom) a ID 160 a druhá zónu zlomů ID 28 a ID 47. Regionálně významný velkomeziříčský zlom je přiřazen indikaci „h“, který opět tvoří, jako v předešlých případech, poruchovou zónu o mocnosti cca 400 m (staničení 6100 – 6500 m). Úplný soupis identifikovaných fyzikálních anomálií je přehledně znázorněn v Tab. 8.

Tab. 8 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-03B

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-03B	významný vodič	295	-	a	a	-	-	tektonika, ID 80, ID 1?
b	HOR-03B	významný vodič	1178	-	a	a	-	-	tektonika, ID 8?
c	HOR-03B	významný vodič	1708	-	a	a	-	-	tektonika
d	HOR-03B	významný vodič	1979	-	a	a	-	-	tektonika, ID 68?
e	HOR-03B	významný vodič	2369	-	a	a	-	-	tektonika, ID 161?
f	HOR-03B	významný vodič	2911	-	a	a	-	-	tektonika, ID 12, ID 160?
g	HOR-03B	významný vodič	5703	-		a	-	-	tektonika, ID 14?
h	HOR-03B	významný vodič	6331	-	a	a	-	-	tektonika, ID 2?

	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami					Evidenční označení:			
						SÚRAO TZ 434/2019			

i	HOR-03B	významný vodič	6676	-		a	-	-	tektonika, ID 6?
j	HOR-03B	významný vodič	7021	-		a	-	-	tektonika
k	HOR-03B	významný nevodič	58	-		a	-	-	odolnější hornina
l	HOR-03B	významný nevodič	1488	-		a	-	-	odolnější hornina
m	HOR-03B	významný nevodič	2498	-		a	-	-	odolnější hornina
n	HOR-03B	významný nevodič	3004	-		a	-	-	odolnější hornina
o	HOR-03B	významný nevodič	4619	-		a	-	-	odolnější hornina
p	HOR-03B	významný nevodič	4978	-	a	a	-	-	odolnější hornina
q	HOR-03B	významný nevodič	5988	-	a	a	-	-	odolnější hornina
r	HOR-03B	významný nevodič	6837	-	a	a	-	-	odolnější hornina
s	HOR-03B	nevýznamný vodič	609	-	a	a	-	-	tektonika
t	HOR-03B	nevýznamný vodič	4307	-	a	a	-	-	tektonika, ID 28, ID 47?
u	HOR-03B	nevýznamný vodič	4764	-	a	a	-	-	tektonika

Profil HOR-03C

Poslední profil řady HOR-03 byl opět proměřen pouze metodou DOP, která umožnila velmi dobře identifikovat anomální odporové úseky, pravděpodobně odpovídající jednak poruchovým zónám, jednak odolnějším blokům – viz kompletní soupis v Tab. 9.


Profil HOR-03C je vizuálně velmi blízký profilu HOR-03A, tj. kontrast hodnot měřených veličin zde byl podobný, tj. patrnější než případe profilu HOR-03B. Pokud se i v případě profilu HOR-03C budeme držet předpokladu existence těles granitoidů a jejich specifických projevů, lze jim podobně jako v předchozích případech přisoudit projev v podobě zvýšených odporů v úsecích 0 až 1500 m a také ve staničení 4900 – 6700 m. Obě anomálie lze velmi dobře korelovat napříč všemi profily HOR-03.

Z hlediska posouzení tektonické stavby zájmového území v okolí profilu HOR-03C jsme identifikovali řadu odporových nehomogenit, které lze interpretovat jako projevy zlomů. Měření na profilu HOR-03C se opět potvrdily některé známé skutečnosti, kdy některé zlomy vytvářejí spíše široké zóny, než ostře vymezené plochy. Takovými případy jsou zlomy ID 1 (mocnost cca 200 m), ID 68 (mocnost cca 300 m), ID 2 (mocnost cca 400 m) atd.

Všechny identifikovatelné odporové anomálie jsou přehledně seřazeny v Tab. 9.

Tab. 9 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-03C

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-03C	významný vodič	910	-	-	a	-	-	tektonika, ID 1?
b	HOR-03C	významný vodič	1623	-	-	a	-	-	tektonika, ID 68?
c	HOR-	významný vodič	2269	-	-	a	-	-	tektonika, ID

		Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami					Evidenční označení:			
							SÚRAO TZ 434/2019			
	03C								161?	
d	HOR-03C	významný vodič	4635	-	-	a	-	-	tektonika, ID 28?	
e	HOR-03C	významný vodič	5275	-	-	a	-	-	tektonika	
f	HOR-03C	významný vodič	6043	-	-	a	-	-	tektonika ID 2?	
g	HOR-03C	významný nevodič	441	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
h	HOR-03C	významný nevodič	1411	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
i	HOR-03C	významný nevodič	4983	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
j	HOR-03C	významný nevodič	5412	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
k	HOR-03C	nevýznamný vodič	109	-	-	a	-	-	tektonika, ID 80?	
l	HOR-03C	nevýznamný vodič	1180	-	-	a	-	-	tektonika, ID 8?	
m	HOR-03C	nevýznamný vodič	2980	-	-	a	-	-	tektonika, ID 12?	
n	HOR-03C	nevýznamný vodič	3188	-	-	a	-	-	tektonika, ID 48?	
o	HOR-03C	nevýznamný vodič	5731	-	-	a	-	-	tektonika, ID 14?	
p	HOR-03C	nevýznamný vodič	6446	-	-	a	-	-	tektonika	
q	HOR-03C	nevýznamný vodič	6686	-	-	a	-	-	tektonika	
r	HOR-03C	nevýznamný nevodič	1785	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
s	HOR-03C	nevýznamný nevodič	2708	-	-	a	-	-	odolnější hornina	
t	HOR-03C	nevýznamný nevodič	3820	-	-	a	-	-	odolnější hornina	

3.4 Profil HOR-04

3.4.1 Geologické předpoklady

Geofyzikální výzkumný profil HOR-04 představuje objekt druhé výzkumné etapy, jenž je situovaný k západnímu okraji zájmového území. Orientace profilu HOR-09 je SSZ-JJV. Základním cílem měření na profilu HOR-04 je ověření orientace a mocnosti vidonínského zlomu (ID 12) a zlomů na něj kolmých. Délka profilu HOR-04 je 3650 m. Výsledky měření jsou prezentovány v příloze 11.

3.4.2 Interpretace geofyzikálních dat

Výzkumný profil HOR-04 byl proměřen metodami DOP, MRS a ERT. Parametry metody DOP byly: AB = MN = 20 m, L = 60 m, krok 10 m. Parametry MRS byly: vzdálenost geofonů 5 m, vzdálenost stanovišť s generovaným seismickým signálem 20 m. Základním parametrem měření metodou ERT byla vzdálenost elektrod 5 m a počet měřicích elektrod 80.

Základním cílem profilu HOR-04 bylo ověření zejména vidonínského zlomu (ID 12). Geofyzikálním měřením na profilu HOR-04 byla identifikována řada indikací, jež pravděpodobně odrážejí existenci strukturálních nehomogenit – zlomů. Jejich grafické vyjádření přináší svodný geologicko-geofyzikální model. Model prezentuje existenci značených (mapovaných) a neznačených struktur, z nichž za nejvýznamnější lze považovat „b“, „c“ a široká zóna v závěru profilu „e“. Zmiňovaný vidonínský zlom pravděpodobně koreluje s fyzikální anomálií „c“. Další „pojmenovaný“ zlom – vlčatínský ID 8 – pravděpodobně leží v zóně „e“.

Při „regionálním“ pohledu na výsledky geofyzikálních měření se jako fyzikálně kontrastní jeví úsek 900 – 2000 m. Uvedený úsek je charakterizovaný vyšší mocností pokryvného komplexu kvartér/zvětralinový plášť (cca 10 m a místy i více), který se projevuje sníženými měrnými odpory a také nižšími rychlostmi mechanických vln. Vyšší mocnost pokryvu je na první pohled velmi dobře viditelná na izoohmickém řezu, kde je reprezentovaná modrou barvou. Shoda geoelektrických a seismických měření je v úseku 900 – 2000 m velmi dobrá, kdy odhadovaná mocnost pokryvu z ERT se prakticky kryje s průběhem prvního refrakčního horizontu, tak jak je vykreslený v geofyzikálním modelu. Od staničení cca 2000 m dále se mocnost pokryvných útvarů (na základě seismických měření) opět snižuje na hodnoty kolem 5 – 6 m s lokálními změnami v místech interpretovaných strukturálních nespojitostí.

Dalším úsekem s relativně výraznějšími změnami v rozložení měřené veličiny je oblast od staničení cca 2700 m až na konec. Zde je rovněž patrné snížení odporů v přípoверхových partiích zájmového území, avšak kvantitativní interpretace seismických měření nevykazuje existenci výrazněji zahloubeného prvního refrakčního horizontu, jako tomu bylo v případě prvního úseku. Nízké odpory jsou v uvedeném úseku důsledkem zvýšené elektrické vodivosti hornin, avšak bez výraznějšího zhoršení jejich mechanických vlastností.

Všechny identifikovatelné anomálie jsou přehledně seřazeny v Tab. 10.

Tab. 10 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-04

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-04	významný vodič	186	-	-	a	a	a	tektonika, ID 158?
b	HOR-04	významný vodič	1154	-	-	a	a	a	tektonika, ID 53?
c	HOR-04	významný vodič	1656	-	-	a	?	a	tektonika, ID 12?
d	HOR-04	významný vodič	2757	-	-	a	a	a	tektonika
e	HOR-04	významný vodič	3385	-	-	a	a	a	tektonika, ID 8, ID 159?
f	HOR-04	významný nevodič	563	-	-	a	a	a	odolnější hornina
g	HOR-04	významný nevodič	1907	-	-	a	?	a	odolnější hornina
h	HOR-04	významný nevodič	2167	-	-	a	a	a	odolnější hornina
i	HOR-04	významný nevodič	2666	-	-	a	a	a	odolnější hornina
j	HOR-04	nevýznamný vodič	2061	-	-	a	?	a	tektonika
k	HOR-04	nevýznamný vodič	2958	-	-	a	a	a	tektonika, ID 58?

3.5 Profily HOR-05 (A, B)

3.5.1 Geologické předpoklady

Geofyzikální výzkumné profily řady HOR-05 se nacházejí v severní části zájmového území, profil HOR-05A přibližně na spojnici obcí Baliny a Oslavička a profil HOR-05B na spojnici obcí Uhřínov a Oslavice. Profily jsou orientovány ve směru SZ-JV. Základním cílem výzkumu na profilech HOR-05 bylo ověření orientace a mocnosti vlčatínského a bochovického zlomu. Profily řady HOR-05 dosahovaly jednotlivých délek 1,47 a 4,28 km a byly měřeny v rámci druhé etapy výzkumu. Výsledky měření jsou prezentovány v přílohách 12 a 13.


3.5.2 Interpretace geofyzikálních dat

Výzkumné profily HOR-05A, B byly, v souladu s projektovou dokumentací, proměřeny dipólovou variantou metody odporového profilování DOP, mělkou refrakční seismikou MRS a profilovou variantou gravimetrického měření. Parametry metody DOP byly: AB = MN = 20 m, L = 60 m, krok 10 m. Parametry MRS byly: vzdálenost geofonů 5 m, vzdálenost stanovišť s generovaným seismickým signálem 20 m. Základním parametrem gravimetrického měření byl krok měření 20 m.

HOR-05A

Základním cílem profilů HOR-05 bylo ověření zejména vlčatínského (ID 8) a bochovického (ID 13) zlomu. Z uvedených mapovaných struktur teoreticky protíná profil HOR-05A pouze vlčatínský zlom, a to ve staničení cca 1263 m. Zmíněná hodnota byla odečtena z mapy v místě průsečíku vykresleného zlomu s profilem. Korelací reálně zjištěných fyzikálních indikací (seismických, geoelektrických a gravimetrických) s předpokládaným průběhem vlčatínského zlomu, respektive jeho kontaktu s profilem HOR-05A, bylo zjištěno, že projev vlčatínského zlomu pravděpodobně odpovídá fyzikální anomálii „b“ ve staničení cca 1222 m. Jedná se o velmi výraznou fyzikální anomálii charakteru pásma (šířka téměř 500 m), a to na všech výsledcích geofyzikálních měření. Anomálie „b“ může být doprovázena další indikací, označující vodíče, a to indikací „g“, není však vyloučeno, že anomálie „g“ ve skutečnosti představuje „pouze“ složitější fyzikální projev vlčatínského zlomu.

Na profilech HOR-05 se ukazuje, a další profily to potvrzují, že velmi dobrým zdrojem informací o existenci zejména strukturních nehomogenit jsou gravimetrická měření. Při pohledu na výsledky gravimetrických měření je patrná vysoká korelovatelnost výsledků gravimetrických měření s odporovými a seismickými měřeními. Například hodnoty úplných Bouguerových anomálií na profilu HOR-05A postupně rostou od SZ směrem k JV z hodnot -4,87 mGal na počátku profilu až na hodnoty téměř -4,45 mGal na metrů 800-900 (tato oblast je současně elevací reliéfu terénu a lze zde tudíž předpokládat nejmenší mocnosti kenozoického sedimentárního pokryvu). To odpovídá nejvyšším hodnotám měrného odporu na profilu a také nejvyšším rychlostem mechanických vln. Od metrů 900 pak směrem k JV dochází k pozvolnému poklesu Bouguerovy anomálie na hodnoty -4,55 mGal v okolí metrů 1100. Ještě dále k JV pak anomálie klesají relativně prudce do údolí Oslavičky, až na hodnoty okolo na -4,75 mGal mezi metrů 1180 -1360 (v topografické mapě je tato oblast nazývána "Velká hlína"). Rovněž odporová i seismická měření vykazují pokles hodnot sledovaných veličin. Dále na konci profilu hodnoty Bouguerových anomálií rostou - do blízkosti železniční trati v údolí Oslavičky, kde měřený profil HOR-05A končí – a opět v souladu s MRS i DOP.

	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 434/2019

Tab. 11 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-05A

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-05A	významný vodič	182	a	-	a	-	?	tektonika ID162?
b	HOR-05A	významný vodič	1222	a	-	a	-	a	tektonika, ID 8?
c	HOR-05A	významný nevodič	49	a	-	a	-	?	odolnější hornina
d	HOR-05A	významný nevodič	846	a	-	a	-	a	odolnější hornina
e	HOR-05A	nevýznamný vodič	448	a	-	a	-	-	tektonika, ID 164?
f	HOR-05A	nevýznamný vodič	635	a	-	a	-	?	tektonika
g	HOR-05A	nevýznamný vodič	1346	a	-	a	-	a	tektonika
h	HOR-05A	nevýznamný nevodič	276	a	-	a	-	a	odolnější hornina
i	HOR-05A	nevýznamný nevodič	569	a	-	a	-	a	odolnější hornina
j	HOR-05A	nevýznamný nevodič	1078	a	-	a	-	a	odolnější hornina

HOR-05B

Hledané struktury – bochovický (ID 13) a vlčatínský zlom (ID 8) – byly ve výsledcích geofyzikálních měření identifikovány jako zdroj významných změn sledovaných fyzikálních polí – geoelektrických, rychlostních i gravimetrických. Bochovický zlom interpretujeme do pozice fyzikální indikace „c“ ve staničení cca 1658 m, která je patrná také jako lokální terénní deprese. Podobným způsobem se projevuje také zlom vlčatínský, jehož existenci předpokládáme v okolí indikace „e“ ve staničení cca 3767 m – jedná se zároveň o údolí říčky Balinky.

Kromě základních zlomů byly v okolí profilu HOR-05A identifikovány další fyzikální anomálie, jež přisuzujeme strukturním nespojitostem. Za významné lze považovat např. indikace „a“, „d“ atd.

Z pohledu gravimetrických měření rostou hodnoty Bouguerových anomálií v první polovině profilu HOR-05B ve směru od SZ k JV (od -4,7 mGal na počátku profilu po -4,05 mGal v okolí metráže 1700. Nárůst anomálních hodnot zhruba koreluje se vzrůstající nadmořskou výškou terénu. Dílčí lokální snížení hodnot tíže je ovšem patrné v úseku mezi metrážemi 600 až 1100 m - v širším okolí deprese reliéfu terénu v údolí, kterým protéká Balinka. Od poloviny profilu pak tíže nejprve mírně klesá na -4,35 mGal (na metráž 2600 m), poté následuje hlubší lokální minimum s poklesem hodnot na -4,5 mGal v okolí metráže 2900 m - to je v oblasti kde se profil přibližuje k meandru toku Balinky. V úseku 3050 - 3400 je zřejmé tíhové maximum Bouguerových anomálií s hodnotami okolo -4,25 mGal, v oblasti vrcholové kóty Křenička. Poté tíže relativně prudce klesá do hluboce zaříznutého údolí Balinky až na -4,58 mGal (v okolí metráže 3620) a odtud na závěr zase postupně roste až na hodnotu -4,35 mGal při jihozápadním konci profilu HOR-05B.

	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 434/2019

Tab. 12 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-05B

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-05B	významný vodič	741	a	-	a	-	a	tektonika, ID 165?
b	HOR-05B	významný vodič	1064	a	-	a	-	a	tektonika, ID 34?
c	HOR-05B	významný vodič	1658	a	-	a	-	a	tektonika ID 13?
d	HOR-05B	významný vodič	2987	a	-	a	-	a	tektonika, ID 164?
e	HOR-05B	významný vodič	3767	a	-	a	-	a	tektonika, ID 8?
f	HOR-05B	významný nevodič	1463	a	-	a	-	a	odolnější hornina
g	HOR-05B	významný nevodič	1881	a	-	a	-	a	odolnější hornina
h	HOR-05B	významný nevodič	3385	a	-	a	-	a	odolnější hornina
i	HOR-05B	nevýznamný vodič	200	a	-	a	-	a	tektonika ID 80?
j	HOR-05B	nevýznamný vodič	2277	a	-	a	-	a	tektonika, ID 163?
k	HOR-05B	nevýznamný vodič	2484	a	-	a	-	a	tektonika
l	HOR-05B	nevýznamný vodič	2691	a	-	a	-	a	tektonika
m	HOR-05B	nevýznamný vodič	4099	a	-	a	-	a	tektonika
n	HOR-05B	nevýznamný nevodič	965	a	-	a	-	a	odolnější hornina

3.6 Profil HOR-06


3.6.1 Geologické předpoklady

Geofyzikální výzkumný profil HOR-06 představuje objekt druhé výzkumné etapy, jenž je situovaný do západní části zájmového území. Profil je tvaru „L“, kdy jeho severní větev je orientovaná ve směru SZ-JV a jižní větev ve směru SV-JZ. Základním cílem měření na profilu HOR-06 je podle prováděcí dokumentace ověření orientace a mocnosti bochovického (ID 13) a „rudíkovského“ zlomu (ID 1). Délka profilu HOR-06 je 3490 m. Výsledky měření jsou prezentovány v příloze 14.

3.6.2 Interpretace geofyzikálních dat

Výzkumný profil HOR-06 byl proměřen metodami DOP a MRS. Parametry metody DOP byly: AB = MN = 20 m, L = 60 m, krok 10 m. Parametry MRS byly: vzdálenost geofonů 5 m, vzdálenost stanišť s generovaným seismickým signálem 20 m.

Základním cílem profilu HOR-06 bylo ověření zejména bochovického a rudíkovského zlomu. Bochovický zlom (ID 13), jehož teoretický průmět do profilu HOR-06 předpokládáme ve staničení cca 580 m, je pravděpodobně ztotožnitelný s fyzikální indikací „a“. Z hlediska odporového se jedná o zónu, jejíž šířka se pohybuje kolem 250 m a na křivkách DOP vytváří výrazné minimum. Ve výsledcích seismických měření byl v uvedeném staničení potvrzen

	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 434/2019

zřetelný pokles rychlostí mechanických vln. Zlom také ovlivňuje morfologii krajiny, v místě kontaktu zlomu s profilem se nachází terénní sníženina.

Zlom ID 1 (rudíkovský) tvoří rovněž zónu širokou cca 250 m, indikovanou fyzikální anomálií „d“. Šířku zóny ovlivňuje přibližující se zlom ID 28, jenž se se zlomem ID 1 o kus dále setkává (cca 600 m severozápadně od profilu HOR-06).

Zájmové území v okolí profilu HOR-06 je ovšem ovlivněno celou řadou dalších diskontinuit, jejichž význam není zanedbatelný. Jedná se například o indikaci tektoniky „b“, „c“ atd. jejichž fyzikální projevy jsou často výraznější než v případě bochovického zlomu. Kompletní soupis fyzikálních indikací – kladných (nevodiče) i záporných (vodiče) přináší Tab. 13.

Tab. 13 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-06

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-06	významný vodič	566	-	-	a	-	a	tektonika, ID 13?
b	HOR-06	významný vodič	1100	-	-	a	-	a	tektonika, ID 24?
c	HOR-06	významný vodič	1420	-	-	a	-	a	tektonika
d	HOR-06	významný vodič	2922	-	-	a	-	a	tektonika, ID 1, ID 28?
e	HOR-06	významný vodič	3394	-	-	a	-	a	tektonika
f	HOR-06	významný nevodič	2298	-	-	a	-	a	odolnější hornina
g	HOR-06	významný nevodič	2716	-	-	a	-	a	odolnější hornina
h	HOR-06	významný nevodič	3201	-	-	a	-	a	odolnější hornina
i	HOR-06	nevýznamný vodič	1942	-	-	a	-	a	tektonika
j	HOR-06	nevýznamný nevodič	377	-	-	a	-	a	odolnější hornina
k	HOR-06	nevýznamný nevodič	795	-	-	a	-	a	odolnější hornina
l	HOR-06	nevýznamný nevodič	1203	-	-	a	-	a	odolnější hornina

3.7 Profily HOR-07 (A-C)

3.7.1 Geologické předpoklady

Geofyzikální výzkumné profily řady HOR-07 se nacházejí ve východní polovině zájmového území, mezi obcemi Budišov a Dolní Heřmanice. Profily jsou orientovány ve směru SZ-JV až S-J. Základním cílem výzkumu na profilech HOR-07 bylo ověření orientace a mocnosti vidonínského zlomu (ID 12) a dislokací v jeho okolí. Profily řady HOR-07 dosahovaly jednotlivých délek 3,91 km, 4,28 km a 2,96 km a byly měřeny v rámci druhé etapy výzkumu. Výsledky měření jsou prezentovány v přílohách 15 až 17.

3.7.2 Interpretace geofyzikálních dat

Výzkumné profily HOR-07A, B byly, v souladu s projektovou dokumentací, proměřeny dipólovou variantou metody odporového profilování DOP a profilovou variantou gravimetrického měření. Profil HOR-07C byl proměřen pouze metodou DOP. Parametry metody DOP byly: AB = MN = 20 m, L = 60 m, krok 10 m. Základním parametrem gravimetrického měření byl krok měření 20 m.


HOR-07A

Základním cílem profilů HOR-07 bylo ověření zejména vidonínského a dalších zlomů. Na profilu HOR-07A je určení pozice vidonínského zlomu nejednoznačné. Podle výsledků geologického mapování by se vidonínský zlom měl s profilem HOR-07A protnout ve staničení cca 3560 m. Na křivkách DOP ani gravimetrických křivkách nejsou patrné žádné projevy strukturální nespojitosti, která se obvykle projevuje poklesem hodnot měrného odporu a také úplných Bouguerových anomálií. Nejbližší fyzikální anomálií je indikace nevýznamného vodiče „m“, jenž je však zároveň „na dohled“ zlomu ID 94. Naopak velmi výraznou strukturou jsou indikace „a“ a „b“, jež pravděpodobně tvoří jedinou zónu mocnou cca 300 m (zlom ID 9), dále indikace „c“, „d“ atd.

Zřetelný je také trend trvalého nárůstu hodnot měrných odporů a úplných Bouguerových anomálií ve směru J-S a pohybují se v rozmezí od -6,41 do -4,63 mGal. Na profilu HOR-07A se nachází lokální kladná tíhová anomálie + 0,15 mGal s vrcholem na metrůžce na metrůžce 180 m, dále širší záporná anomální zóna -0,25 mGal s vrcholem na metrůžce 600 m, kladná anomálie +0,2 mGal a vrcholem na pozici 1440 m, záporná anomálie -0,1 mGal na pozici 1850 m, kladné anomálie +0,1 mGal na pozicích 2260 m a 2620 m, lokální záporná anomálie -0,1 mGal na metrůžce 2720 m a úzká kladná anomálie +0,1 mGal na pozici 3650 m. Soupis všech interpretovaných indikací / anomálií přináší Tab. 14.

Tab. 14 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-07A

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metrůžce (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-07A	významný vodič	568	a	-	a	-	-	tektonika, ID 9?
b	HOR-07A	významný vodič	726	a	-	a	-	-	tektonika, ID 9?
c	HOR-07A	významný vodič	1196	a	-	a	-	-	tektonika, ID 20?
d	HOR-07A	významný vodič	1861	a	-	a	-	-	tektonika, ID 19?
e	HOR-07A	významný vodič	2584	a	-	a	-	-	tektonika, ID 43?
f	HOR-07A	významný vodič	2841	a	-	a	-	-	odolnější hornina, ID 113?
g	HOR-07A	významný nevodič	125	a	-	a	-	-	odolnější hornina
h	HOR-07A	významný nevodič	925	a	-	a	-	-	odolnější hornina
i	HOR-07A	významný nevodič	1434	a	-	a	-	-	odolnější hornina
j	HOR-07A	významný nevodič	2419	a	-	a	-	-	odolnější hornina
k	HOR-	nevýznamný vodič	1069	a	-	a	-	-	tektonika

 SÚRAO	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami					Evidenční označení:			
						SÚRAO TZ 434/2019			

	07A								
I	HOR-07A	nevýznamný vodič	1549	a	-	a	-	-	tektonika
m	HOR-07A	nevýznamný vodič	3728	a		a			tektonika

HOR-07B

Profil HOR-07B je svým projevem velmi blízký profilu HOR-07A. I zde byl pozorován zřetelný a trvalý nárůst hodnot měrného odporu a úplných Bouguerových anomálií ve směru od jihu k severu a také nevýznamnější indikace je možné vzájemně korelovat. Poměrně zajímavou se jeví skutečnost, že vidonínský zlom (ID 12), který by měl (podle výsledků geologického mapování) profil HOR-07B protínat ve staničení cca 672 m, pravděpodobně náleží indikaci „b“, jenž se na křivkách DOP projevuje výrazným snížením hodnot měrného odporu. Na křivkách ÚBA je pokles hodnot rovněž patrný, avšak s velmi malým gradientem.

Na profilu HOR-07B identifikujeme tíhový „kladný“ anomální úsek ve staničení cca 0 – 280 m (+0,1 mGal), následuje záporný úsek 280m - 760 m (-0,05 mGal). Kladná anomálie +0,2 mGal má vrchol v metráži 1520 m, širší kladný úsek 1840 - 2400 m má vrchol +0,15 mGal na pozici 2100 m. Následuje pozitivní anomálie s vrcholem + 0,2 mGal na pozici 2660 m, záporný úsek -0,1 mGal s vrcholem na 2920 m. Relativně záporný je úsek od 3200 do 3800 m (vrchol -0,2 mGal je na 3560 m). Výrazně snížená tíže byla lokálně indikována bodem 3680 m (až -0,4 mGal) a konečně kladný anomální úsek je patrný od 3800 m do 4100 m s amplitudou +0,25 mGal. Úplný seznam interpretovaných anomálií přináší Tab. 15.

Tab. 15 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-07B

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-07B	významný vodič	413	a	-	a	-	-	tektonika
b	HOR-07B	významný vodič	728	a	-	a	-	-	tektonika, ID 12?
c	HOR-07B	významný vodič	1031	a	-	a	-	-	tektonika
d	HOR-07B	významný vodič	1449	a	-	a	-	-	tektonika
e	HOR-07B	významný vodič	2513	a	-	a	-	-	tektonika, ID 19?
f	HOR-07B	významný nevodič	552	a	-	a	-	-	odolnější hornina
g	HOR-07B	významný nevodič	1141	a	-	a	-	-	odolnější hornina
h	HOR-07B	významný nevodič	2067	a	-	a	-	-	odolnější hornina
i	HOR-07B	nevýznamný vodič	3052	a	-	a	-	-	tektonika, ID 20?
j	HOR-07B	nevýznamný vodič	4127	a	-	a	-	-	tektonika, ID 9?

HOR-07C

Geofyzikální výzkumný profil HOR-07C byl v souladu s prováděcím projektem proměřen pouze metodou DOP. Hledaný projev vidonínského zlomu pravděpodobně náleží fyzikální indikaci „a“, jenž je od teoretického průsečíku profilu se zlomem vzdálena cca 20 m. Reakce křivek DOP na existenci zlomu není nejvýraznější z identifikovaných anomálií na profilu HOR-07C, nicméně je patrná rovněž na vykresleném povrchu terénu, kdy v místě průchodu zlomu přes profil registrujeme změnu sklonu svahu až do údolí jednoho z bočních přítoků říčky Oslavy. Nejvýraznější odporovou anomálii na profilu HOR-07C představuje indikace „b“ ve staničení cca 1450 m. S největší pravděpodobností se jedná o souhrnný účinek dvou blízkých zlomů, a to zlomu ID 113 a neznámé dislokace. Domněnce napovídá také přítomnost dvou sousedících terénních depresí ve staničení cca 1350 a 1450 m, jež jsou pravděpodobně výsledkem intenzivnějších zvětrávacích procesů v místě porušení horninového prostředí zmíněnými zlomy.

Tab. 16 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-07C

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-07C	významný vodič	647	-	-	a	-	-	tektonika, ID 12
b	HOR-07C	významný vodič	1447	-	-	a	-	-	tektonika, ID 113?
c	HOR-07C	významný vodič	2398	-	-	a	-	-	tektonika, ID 19?
d	HOR-07C	významný nevodič	351	-	-	a	-	-	tektonika
e	HOR-07C	významný nevodič	1186	-	-	a	-	-	tektonika
f	HOR-07C	nevýznamný vodič	1101	-	-	a	-	-	odolnější hornina
g	HOR-07C	nevýznamný vodič	2221	-	-	a	-	-	odolnější hornina
h	HOR-07C	nevýznamný vodič	2743	-	-	a	-	-	odolnější hornina
i	HOR-07C	nevýznamný nevodič	2562	-	-	a	-	-	odolnější hornina


3.8 Profil HOR-08

3.8.1 Geologické předpoklady

Geofyzikální výzkumný profil HOR-08 představuje poslední objekt druhé výzkumné etapy, jenž je situovaný do východní části zájmového území. Orientace profilu je SSZ-JJV. Základním cílem měření na profilu HOR-08 je podle prováděcí dokumentace ověření orientace a mocnosti vidonínského zlomu (ID 12) a zlomů u Dolních Heřmanic. Délka profilu HOR-08 je 3610 m. Výsledky měření jsou prezentovány v příloze 18.

3.8.2 Interpretace geofyzikálních dat

Výzkumný profil HOR-08 byl proměřen metodami DOP a MRS. Parametry metody DOP byly: AB = MN = 20 m, L = 60 m, krok 10 m. Parametry MRS byly: vzdálenost geofonů 5 m, vzdálenost stanovišť s generovaným seismickým signálem 20 m.

	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 434/2019

Základním cílem profilu HOR-08 bylo ověření zejména vidonínského zlomu (ID 12) a zlomů kolem Dolních Heřmanic. Vidonínský zlom podle výsledků geofyzikálních prací tvoří téměř 400 m širokou zónu od staničení cca 820 do 1220 m. Zóna je patrná jak ve výsledcích odporových, tak seismických měření. Tvar povrchu terénu je vidonínským zlomem rovněž ovlivněn, v místě kontaktu profilu HOR-08 se zlomem je patrná terénní deprese.

Kolem Dolních Heřmanic byla identifikována řada indikací, jenž mohou představovat projev strukturálních nehomogenit. Vzhledem k převládající JZ-SV orientaci vymapovaných zlomů v oblasti předpokládáme, že také nemapované zlomy (např. indikace „c“ a „d“) budou mít podobný průběh. Profil HOR-08 prochází kolem Dolních Heřmanic ve staničení cca 2050 až 3100 m, nejbližšími sídlu jsou tedy indikace „c“, „k“, „d“ a „e“. Úplný soupis interpretovaných fyzikálních nehomogenit přináší Tab. 17.

Tab. 17 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-08

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-08	významný vodič	417	-	-	a	-	a	tektonika, ID 103?
b	HOR-08	významný vodič	1133	-	-	a	-	a	tektonika, ID 12?
c	HOR-08	významný vodič	2037	-	-	a	-	a	tektonika
d	HOR-08	významný vodič	3056	-	-	a	-	a	tektonika
e	HOR-08	významný vodič	3406	-	-	a	-	a	tektonika, ID 20?
f	HOR-08	významný nevodič	613	-	-	a	-	a	odolnější hornina
g	HOR-08	významný nevodič	1888	-	-	a	-	a	odolnější hornina
h	HOR-08	významný nevodič	3249	-	-	a	-	a	odolnější hornina
i	HOR-08	nevýznamný vodič	1506	-	-	a	-		tektonika, ID 113?
j	HOR-08	nevýznamný vodič	1676	-	-	a	-	a	tektonika
k	HOR-08	nevýznamný vodič	2520	-	-	a	-	a	tektonika, ID 19?
l	HOR-08	nevýznamný nevodič	134	-	-	a	-	a	odolnější hornina
m	HOR-08	nevýznamný nevodič	1357	-	-	a	-	a	odolnější hornina

3.9 Profil HOR-09

3.9.1 Geologické předpoklady

Geofyzikální výzkumný profil HOR-09 představuje objekt třetí výzkumné etapy, jenž je lokalizovaný do prostoru mezi profily HOR-03C a profil HOR-01. Orientace profilu HOR-09 je SZ-JV. Základním cílem měření na profilu HOR-09 je ověření průběhu a charakteru ověření průběhu a charakteru velkomeziříčského (ID 2) a vidonínského zlomu (ID 12) a dalších tektonických poruch zachycených na profilu HOR-01. Délka profilu HOR-09 je 4850 m. Výsledky měření jsou prezentovány v příloze 19.

3.9.2 Interpretace geofyzikálních dat


Výzkumný profil HOR-09 byl proměřen metodami DOP, MRS a ERT. Parametry metody DOP byly: AB = MN = 20 m, L = 60 m, krok 10 m. Parametry MRS byly: vzdálenost geofonů 5 m, vzdálenost stanišť s generovaným seismickým signálem 20 m. Základním parametrem měření metodou ERT byla vzdálenost elektrod 5 m a počet měřicích elektrod 80.

Základním cílem profilu HOR-09 bylo ověření průběhu a charakteru velkomeziříčského a vidonínského zlomu a dalších mapovaných tektonických poruch. Zmiňované zlomy jsou významnou regionální strukturou, které by se ve výsledcích geofyzikálních prací měly projevit snížením měrných odporů i rychlostí. Vidonínský zlom je mapovaný v pozici fyzikální indikace „e“, která představuje lokální anomálii odporovou (DOP i ERT) i rychlostní. Velkomeziříčský zlom je mapován ve staničení cca 4089 m, což lze korelovat s indikacemi nevýznamných vodičů „m“ a „n“. Vzhledem k tomu, že ve staničení cca 4454 m byla interpretována výrazná odporová a rychlostní anomálie „h“, která má parametry regionální anomálie, není vyloučeno, že reálná pozice velkomeziříčského zlomu bude korelována právě s fyzikální anomálií „h“.

Kromě výše uvedených jsme identifikovali a korelovali také zlomy č. 8 (vlčatínský zlom), zlom č. 24, zlom č. 1, zlom č. 47 a zlom č. 48. Z nedokumentovaných strukturních nespojitostí za zmínku stojí interpretované fyzikální anomálie „b“ a „d“. Kromě indikací strukturních nespojitostí byly interpretovány také bloky hornin vyšší „kvality“, jež se vyznačují vyššími odpory i rychlostí šíření mechanických vln. Za nejvýznamnější lze považovat např. fyzikální indikaci „o“ atd. Všechny identifikovatelné anomálie jsou přehledně seřazeny v Tab. 18.

Tab. 18 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-09

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-09	významný vodič	195	-	-	a	a	a	tektonika, ID 8?
b	HOR-09	významný vodič	597	-	-	a	a	a	tektonika
c	HOR-09	významný vodič	920	-	-	a	a	a	tektonika, ID 24?
d	HOR-09	významný vodič	1840	-	-	a	a	a	tektonika
e	HOR-09	významný vodič	2435	-	-	a	a	a	tektonika, ID 12?
f	HOR-09	významný vodič	2940	-	-	a	a	a	tektonika, ID 1?
g	HOR-09	významný vodič	3661	-	-	a	a	a	tektonika, ID 47?
h	HOR-09	významný vodič	4454	-	-	a	a	a	tektonika
i	HOR-09	významný vodič	4696	-	-	a	a	a	tektonika, ID 48?
j	HOR-09	nevýznamný vodič	1229	-	-	a	a	a	tektonika
k	HOR-09	nevýznamný vodič	1414	-	-	a	a	a	tektonika
l	HOR-09	nevýznamný vodič	1622	-	-	a	a	a	tektonika
m	HOR-09	nevýznamný vodič	3996	-	-	a	a	a	tektonika, ID 2?
n	HOR-09	nevýznamný vodič	4139	-	-	a	a	a	tektonika
o	HOR-09	významný nevodič	441	-	-	a	a	a	odolnější hornina

		Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami				Evidenční označení:			
						SÚRAO TZ 434/2019			
p	HOR-09	významný nevodič	2001	-	-	a	a	a	odolnější hornina
q	HOR-09	významný nevodič	3350	-	-	a	a	a	odolnější hornina

3.10 Profilová plocha HOR-10

3.10.1 Geologické předpoklady

Profilová plocha HOR-10 byla určena výhradně pro gravimetrické měření, které mělo ověřit hloubkový dosah durbachitového tělesa a jeho možné tektonické porušení podél hluboce založených zlomů a dalších poruch ve směru SZ-JV. Výsledky gravimetrických měření pro oblast HOR-10 byly zpracovány do podoby mapy úplných Bouguerových anomálií (příloha 22), mapy reziduálních anomálií (příloha 26), mapy horizontálních gradientů (příloha 27) a gravimetrického modelu (příloha 28).

Plocha HOR-10 představuje obdélník 20 x 1 km protažený ve směru JZ – SV lokalizovaný do prostoru mezi Račerovicemi a Dolními Radslavicemi. Jak bylo zmíněno v předchozích odstavcích, gravimetrická měření na lokalitě Horka realizovala společnost Miligal, s.r.o. Díky tomu byly do výsledků měření z HOR-10 zapracovány také data z archivu uvedené společnosti, jež se specializuje na gravimetrický průzkum, a tak byl získán, prezentován a interpretován tíhový obraz širšího okolí.

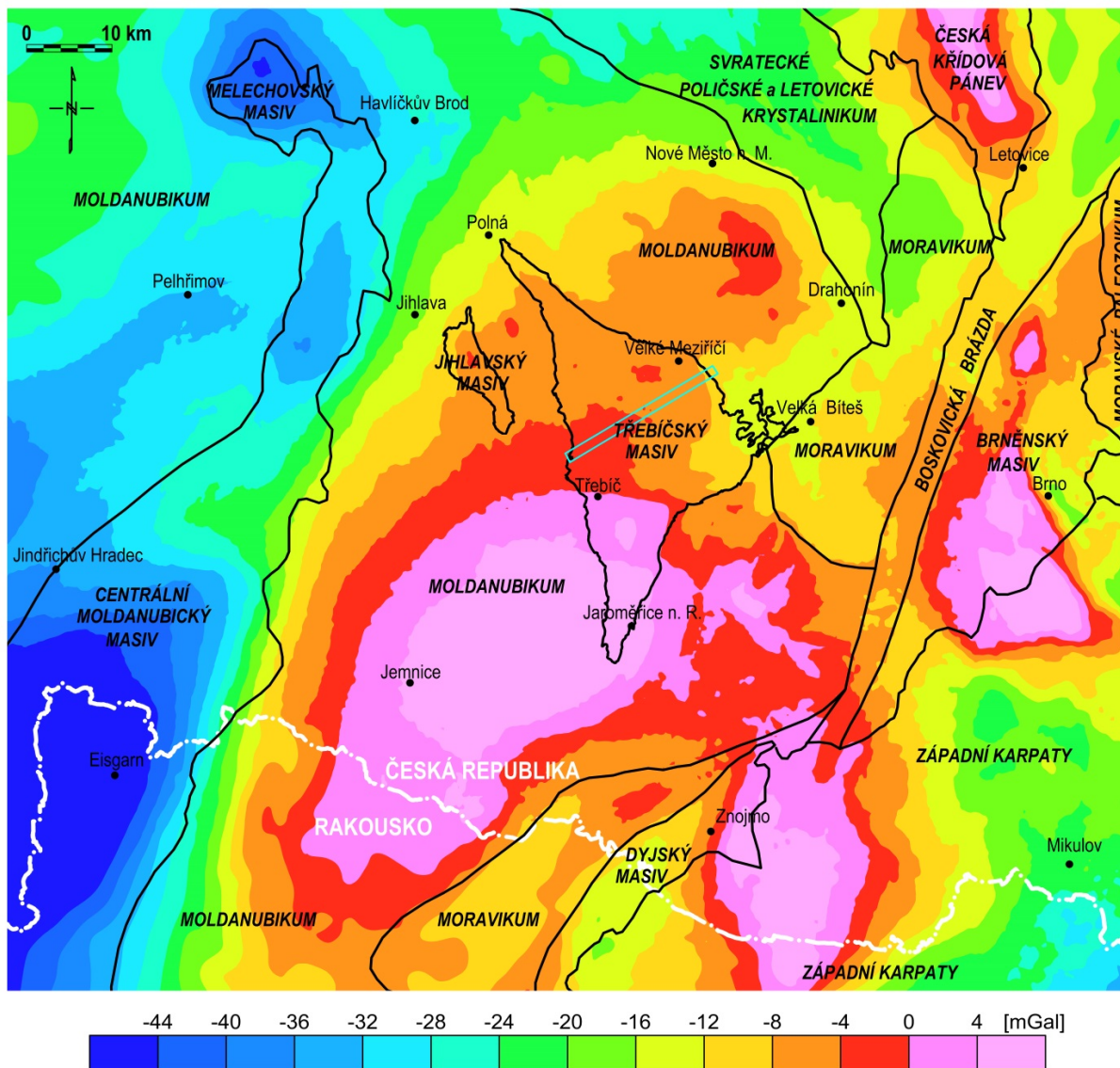
3.10.2 Interpretace geofyzikálních dat (upraveno podle textové přílohy 1)

Profilová plocha HOR-10 byla proměřena metodou plošné gravimetrie s hustotou měření cca 25 bodů / km². Jedná se o prostor, jenž byl vyčleněný pro třetí etapu výzkumu. Archivní data společnosti Miligal, která byla využita pro konstrukci grafických výstupů gravimetrických měření, pocházejí zejména z archivních tíhových mapování 1 : 25 000 – hustota měření byla cca 5 bodů / km².

Úplné Bouguerovy anomálie (viz příloha 22) nabývají v měřeném území hodnot od -10,5 mGal (při jvv. okraji Dolních Radslavic - na SV) do -2,2 mGal (z. od Okřešic - na JZ). Zdrojem nejnižších hodnot (-10,5 mGal) jsou leukokratické migmatity až ortoruly vystupující při sv. okraji třebíčského masivu.

Vyšších hodnoty pole na JZ (-2,2 mGal) jsou vyvolávány durbachity třebíčského masivu i metamorfovanými pararulovými komplexy na Z od masivu. Generelní růst anomálních hodnot od SV k JZ je ovlivňován regionálním tíhovým trendem - růstem hodnot z tíhového minima svrateckého krystalinika do kladného tíhového pole západomoravského moldanubika.

Reziduální anomálie (viz příloha 26) již zaznamenávají stav po odečtení regionálního trendu a zvýrazňují místní hustotní diference mezi horninami budujícími přípovrchovou část terénu v měřeném území. Nejvyšší hodnoty reziduálních anomálií až +2 mGal jsou vázány na anomální oblast j. od Velkého Meziříčí, s vrcholovými partiemi mezi obcemi Osové, Petráveč, Dolní Heřmanice a Studnice. Z této oblasti jsou známy petrofyzikálně ověřené (hustotně zdokumentované) výchozy durbachitů a amfibolovců s přirozenými hustotami v intervalu 2,70 - 2,83 g.cm⁻³.



Obr. 6 Bouguerovy anomálie v širším okolí zájmové oblasti (převzato z textové přílohy 1, profilová plocha HOR-10 je vymezena světlemodrým obdélníkem)

Rovněž relativně menší pozitivní reziduální tíhová anomálie $> +0,5$ mGal v okolí Budíkovice (na JZ) je vyvolána tmavšími amfibol-biotitickými granity až křemennými syenitami (durbachity) třebíčského masivu.

Zápornou reziduální tíhovou anomálii $-0,5$ mGal z. od Okřešic způsobují nejpravděpodobněji migmatity při z. okraji třebíčského masivu. Výrazná rozsáhlá reziduální tíhová deprese v širším okolí Dolních Radslavic (na SV) reflektuje nízké hustoty zde zastoupených leukokratických migmatitů až ortorul.

V mapě horizontálních tíhových gradientů (viz příloha 27) se hodnotami až 37,5 E v pásmu mezi Dolními Radslavicemi a Tasovem výrazně projevuje styk sv. okraje třebíčského masivu s okolními leukokratickými migmatitami až ortorulami. Vedle toho se v tíhových gradientech zčásti odrážejí také i hluboce zaříznutá údolí Oslavy a Balinky - v obloukovité anomální zóně spojující obce Oslavice, Velké Meziříčí a Studnice.

Gravimetrické modelování bylo provedeno na 50 km dlouhém profilu v linii Předín - Pokojovice - Petrovice - Vlčatín - Osové - Moravecké Janovice, jehož pozice je vůči plošnému měření na HOR-10 zobrazena na příloze 28. Profil byl prodloužen mimo hranice

plochy HOR-10 za využití archivních dat společnosti Miligal. Při sestavování startovního modelu byly využity geologické údaje z geologické mapy ČGS 1:50000 (<https://mapy.geology.cz/geocr50>), přirozené hustoty hornin z povrchových odběrů vzorků (textová příloha 1) a gravimetrické mapy prezentované v přílohách 22, 26 a 27. Výsledný tíhový řez je zobrazen v rozsahu od 5 km do 50 km.

V rozmezí 5 km - 13 km jsou převládajícími horninami moldanubické pararuly, migmatizované pararuly až migmatity, které se v geologické mapě střídají v pruzích generelního směru S – J. Na tíhovém řezu (příloha 28) jsou prezentovány jako blok o průměrné hustotě $2,71 \text{ g.cm}^{-3}$.

Při západním okraji třebíčského masivu (zhruba v rozmezí 13 km - 15 km) převládají poněkud "lehčí" migmatity nad pararulami, a proto jsme v tomto úseku profilu pracovali s blokovou hustotou $2,69 \text{ g.cm}^{-3}$. Podle tíhového modelování se tento migmatizovaný komplex noří k V pod durbachity třebíčského masivu.

Mezi kilometrážemi 15 - 22 km je dílčí nevýrazná pozitivní anomálie nad západním okrajem třebíčského masivu vyvolaná tmavší varietou durbachitů (melanokratickým amfibol - biotitickým granitem až křemenným dioritem), která je modelována s průměrnou hustotou $2,72 \text{ g.cm}^{-3}$. Malá mocnost durbachitů v rozmezí staničení modelu cca 15,3 – 17 km vyplývá z porovnání tíhových map s geologickou mapou, v uvedeném úseku se noří migmatity pod durbachity, které tvoří jen cca 100 m mocnou povrchovou slupku. Následně se mocnost durbachitů krátce zvyšuje a v kilometráži cca 18 až 20 je mocnost durbachitů podle modelu opět snížena na cca 1000 m aby v závěru (cca 20 – 20,5 km) opět rostla. Mocnost gravimetricky modelovaných hornin je obecně velmi závislá na znalostech o petrofyzikálních charakteristikách dotčených hornin. Při řešení obrácené gravimetrické úlohy platí, že čím nižší hustota, tím vyšší mocnost, proto je znalost hustot modelovaných hornin klíčovou k definici co nejpřesnějšího modelu.

Rozsáhlý střední úsek třebíčského masivu (22. km - 29. km) budovaný světlejšími durbachity o relativně nižší hustotě (podle dostupných údajů jde převážně o biotitické a dvojslídne granity) je modelován s hustotou $2,695 \text{ g.cm}^{-3}$ a jejich hloubka dosahuje průměrně 2 km, kolem metráže 22 km dokonce 2,5 km.

Při východním okraji třebíčského masivu mezi 29. km - 35. km se nachází pozitivní tíhová anomálie, kterou je způsobena účinkem tmavých durbachitů o průměrné hustotě $2,73 \text{ g.cm}^{-3}$ (v geologické mapě jsou prezentovány jako drobnozrné porfyrické amfibol - biotitické granity až křemenné diority). O celkově vyšších hustotách v této oblasti svědčí naměřené hodnoty z povrchových petrofyzikálních vzorků. Hloubkový dosah tmavých durbachitů v rozmezí 33 – 34 km je opět relativně malý a opírá se o porovnání tíhových map s mapou geologickou. Durbachity při severovýchodním okraji třebíčského masivu obecně tvoří již jen relativně málo mocné polohy v nadloží ortorul a migmatitů. Pro eliminaci nejednoznačnosti gravimetrického modelování je nezbytné mít k dispozici podrobnější údaje o hustotách hornin - z laboratorních měření petrofyzikálních vzorků.

V západní části zájmového území již převládají leukokratické ortoruly a migmatity o průměrné hustotě $2,63 \text{ g.cm}^{-3}$, které jsou zdrojem relativně nízkých hodnot tíhových anomálií. Proti jejich tíhovému účinku působí amfibolity křižanovského uzávěru strážeckého moldanubika ($3,00 \text{ g.cm}^{-3}$) na kilometrážích 37 km - 50 km.

3.11 Profil HOR-11

3.11.1 Geologické předpoklady

Geofyzikální výzkumný profil HOR-11 představuje objekt třetí výzkumné etapy, jenž je lokalizovaný do prostoru mezi profily řady HOR-02 a profil HOR-01. Orientace profilu HOR-11 je SZ-JV. Základním cílem profilu HOR-11 je ověření průběhu a charakteru velkomeziříčského (ID 2) a vlčatínského zlomu (ID 8) a dalších tektonických poruch zachycených na profilu HOR-01. Délka profilu HOR-11 je 4400 m. Výsledky měření jsou prezentovány v příloze 20.

3.11.2 Interpretace geofyzikálních dat

Výzkumný profil HOR-11 byl proměřen metodami DOP a MRS. Parametry metody DOP byly: AB = MN = 20 m, L = 60 m, krok 10 m. Parametry MRS byly: vzdálenost geofonů 5 m, vzdálenost stanovišť s generovaným seismickým signálem 20 m.


Základním cílem profilů HOR-11 bylo ověření průběhu a charakteru velkomeziříčského a vlčatínského zlomu a dalších tektonických poruch zjištěných na profilu HOR-01. Na základě výsledků měření jsme interpretovali celou řadu anomálií, představujících jak zóny oslabení, tak naopak úseky vyznačující se přítomností hornin odolnějších. Za nejvýznamnější geoelektrické anomálie, jimž lze přisoudit regionální význam, považujeme fyzikální anomálie „c“ a „e“. Jedná se o zóny široké stovky metrů, jenž rozdělují horninové prostředí podél profilu HOR-11 na samostatné kvazihomogenní bloky, zejména pak anomálie „e“. Obě zmíněné fyzikální indikace mají oporu i v seismických měřeních v podobě rychlostních minim. Pokud se zaměříme na identifikaci obou mapovaných zlomů, vlčatínského a velkomeziříčského, pak podle geologických předpokladů se vlčatínský zlom kryje s fyzikální anomálií „b“, jenž je na odporových křivkách poměrně jednoznačně určitelná, avšak ve výsledcích seismického měření nijak výrazná není. Podle seismiky se jedná spíše o mělkou strukturu uprostřed bloku odolnějších hornin. Je otázkou, zda vlčatínský zlom neodpovídá spíše již zmíněné fyzikální anomálii „c“. Druhý zlom – velkomeziříčský – je podle geologického mapování možné ztotožnit s fyzikální anomálií „f“, jenž byla lokalizována ve staničení cca 3341 m. Anomálie „f“ je dobře identifikovatelná jak ve výsledcích odporových, tak seismických měření. Podle způsobu rozložení hodnot měřené veličiny se pravděpodobně jedná o subvertikální strukturální nehomogenitu.

Z mapovaných zlomů byl pravděpodobně lokalizován také zlom ID 78, jenž ztotožňujeme s fyzikální indikací „d“, opět poměrně výraznou nízkoodporovou a nízkorychlostní anomálií. Kromě mapovaných struktur vynášíme ve výsledcích výzkumu také struktury nemapované, viz svodný interpretační model.

Zatřídění fyzikálních anomálií do jednotlivých kategorií odráží jejich posouzení z hlediska šíře jednotlivých anomálií, gradientu změny měřené veličiny (kontrast...) atd. Všechny identifikovatelné anomálie jsou přehledně seřazeny v Tab. 19.

Tab. 19 Přehled interpretovaných fyzikálních anomálií na profilu HOR-11

Pořadové číslo anomálie	Profil	Popis anomálie	Profilová metráž (m)	Zjištěno metodou					Geologický popis
				DPG	MAG	DOP	ERT	MRS	
a	HOR-11	významný vodič	336	-	-	a	-	a	tektonika
b	HOR-11	významný vodič	678	-	-	a	-	a	tektonika,

		Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami					Evidenční označení:			
							SÚRAO TZ 434/2019			
									ID 8?	
c	HOR-11	významný vodič	1020	-	-	a	-	a	tektonika	
d	HOR-11	významný vodič	1866	-	-	a	-	a	tektonika, ID 78?	
e	HOR-11	významný vodič	2767	-	-	a	-	a	tektonika	
f	HOR-11	významný vodič	3341	-	-	a	-	a	tektonika, ID 2?	
g	HOR-11	významný vodič	3990	-	-	a	-	a	tektonika	
h	HOR-11	významný nevodič	548	-	-	a	-	a	odolnější hornina	
i	HOR-11	významný nevodič	768	-	-	a	-	a	odolnější hornina	
j	HOR-11	nevýznamný vodič	1351	-	-	a	-	a	tektonika	
k	HOR-11	nevýznamný vodič	2314	-	-	a	-	a	tektonika	
l	HOR-11	nevýznamný vodič	2999	-	-	a	-	a	tektonika	
m	HOR-11	nevýznamný vodič	4246	-	-	a	-	a	tektonika	

3.12 Profil HOR-12

3.12.1 Geologické předpoklady

Geofyzikální výzkumné profil HOR-12 je posledním číslovaným výzkumným profilem na lokalitě Horka. Jedná se o profil třetí etapy lokalizovaný mezi profily HOR-11 a HOR-01. Orientace profilu je SZ-JV. Základním cílem profilu HOR-12 je ověření průběhu a charakteru zlomu ID 78 a dalších tektonických poruch zachycených na profilu HOR-01. Délka profilu HOR-12 byla stanovena 400 m. Výsledky měření jsou prezentovány v příloze 21.

3.12.2 Interpretace geofyzikálních dat

Výzkumný profil HOR-12 byl proměřen dipólovou variantou metody odporového profilování DOP a metodou mělké refrakční seismiky MRS. Parametry metody DOP byly: AB = MN = 20 m, L = 60 m, krok 10 m. Parametry MRS byly: vzdálenost geofonů 5 m, vzdálenost stanovišť s generovaným seismickým signálem 20 m.

Geofyzikální profil HOR-12 je poměrně krátký, dosahuje délky 400 m. Jeho základním cílem bylo ověřit zlom ID 78, který by podle geologického mapování mohl profil HOR-12 protínat v jeho koncové části. Při pohledu na výsledky geofyzikálních prací můžeme konstatovat, že na výsledcích měření metodou MRS se v úseku cca 180 až 280 m nachází rychlostní minimum, jenž zároveň koresponduje s terénní depresí. Na křivkách odporů je od staničení cca 200 – 220 m možné pozorovat pokles odporů, což by mohlo spolu s výsledky seismických měření indikovat strukturální nespojitost. Narozdíl od seismických výsledků však odporová měření nejsou ohraničená, ale vykazují trvalý pokles hodnot k závěrečným staničením, pouze v samém závěru je patrný náznak nárůstu hodnot, který však nelze spolehlivě potvrdit. Přehledná tabulka interpretovaných fyzikálních anomálií nebyla pro profil HOR-12 konstruována.

4 Shrnutí výsledků geofyzikálních prací pro popis geologické stavby lokality Horka

Geofyzikální výzkumné práce realizované na lokalitě Horka v letech 2017 až 2019 přinesly řadu informací, jenž doplňují stávající znalostní bázi. Základním účelem geofyzikálního výzkumu bylo popsat geologickou stavbu zájmového území, což bude sloužit jako jeden z podkladů pro tvorbu a aktualizaci 3D geologického a hydrogeologického modelu území.

Na lokalitě Horka byl projektován komplex geofyzikálních metod, kterými bylo zájmové území proměřeno. Za základní metodu byla vybrána metoda odporového profilování ve variantě dipólové DOP. Druhou nejrozšířenější metodou byla metoda mělké refrakční seismiky MRS. Metody elektrické odporové tomografie a magnetometrie lze považovat za doplňkové, ačkoliv jejich význam pro definice výsledků je nezanedbatelný. Svým způsobem specifické postavení má v rámci projektu poslední použitá metoda, a to gravimetrie. Ta byla realizována jak v podobě profilových měření, tak jako plošná varianta.

Metoda DOP, která byla použita na profilech HOR-01 až HOR-09, HOR-11 a HOR-12, sloužila k identifikaci anomálních poloh z hlediska rozložení (zdánlivých) měrných odporů. Anomálie byly určovány dvojí – nízkoodporové a vysokoodporové. Vzhledem ke geologické stavbě zájmového území (podle dostupných geologických podkladů je převládající horninou v zájmovém území amfibol-biotitický granit až syenit nazývaný také durbachit) předpokládáme, že nízkoodporové anomálie představují projevy porušení horninového prostředí (např. zlomy) a vysokoodporové anomálie zase úseky kvalitnějších, dosud méně zvětralých bloků hornin. Odporové anomálie, identifikované ve výsledcích DOP a soustředěné do tabulek a grafů formou indexu, však představují zejména kvalitativní údaj, tj. potvrzují existenci důvodu, pro který odporová anomálie vznikla. Ze šířky odporové anomálie se dá usuzovat také na fyzickou šířku / mocnost porušení horninového prostředí, ale geometrické parametry (sklon, hloubka) anomálií se ze samotných výsledků odporových měření metodou DOP určují jen velmi obtížně.

Z výsledků měření metodou DOP byly sestrojeny, kromě odporových křivek, také 2D mapy rozložení měrných odporů, a to jednak pro celé zájmové území a v detailu také pro profily HOR-02 (A-E) a HOR-03 (A-C). Mapa rozložení měrných odporů v celém zájmovém území (příloha 23) využívá všechna realizovaná měření DOP, tj. vizualizovány byly výsledky DOP na všech 84 kilometrech geofyzikálních profilů. Při konstrukci mapy jsme postupovali tak, že jsme vytvořili samostatné vrstvy topografického podkladu, tektonického schématu a sítě profilů s grafickým vyjádřením odporových měření. Topografický podklad pochází ze zdrojů ČÚZK, zdrojem tektonického schématu byla zpráva Mixa et al. (2019c) a mapa odporových měření jsou vlastně odporové křivky transformované do barevné škály identické se škálou pro výsledky měření ERT. Všechny uvedené vrstvy byly v závěrečné fázi přípravy sloučeny a společně graficky prezentovány. Uvedený princip platí rovněž pro detaily na profilech HOR-02 (A-E) a HOR-03 (A-C). Profily HOR-02 a HOR-03 byly vybrány pro konstrukci plošného odporového „detailu“ z důvodu jejich vhodné prostorové konfigurace. Přínosem map je rychlý přehled o kvaziprostorové distribuci měrných odporů a korelovatelnosti s tektonickým podkladem.

Součástí předkládané zprávy nejsou pouze informace textové nebo grafické, ale také tabelární, které prezentují výsledky základního statistického zpracování naměřených dat. Tab. 20 přináší přehled rozložení měrných odporů hornin podél všech profilů. Do zpracování byly zahrnuty veškeré naměřené hodnoty, tj. bez rozlišení litologického typu nebo také

z poruchových zón. Pokud bychom ze souboru zpracovaných dat odfiltrovali položky odpovídající zlomům či poruchovým zónám, zvýšila by se průměrná hodnota měrného odporu prostředí minimálně o 10 až 15 % oproti hodnotám v Tab. 20 Statistika měření metodou DOP tj. v průměru za lokalitu Horka by měrný odpor hornin nejčastěji dosahoval 900 Ωm . V porovnání s typickými hodnotami petrograficky blízkých litotypů, např. granitoidů (nepodařilo se nám dohledat věrohodný zdroj fyzikálních analýz durbachitů), které dosahují měrných odporů v rozsahu od cca 1 000 až po 100 000 Ωm (např. www.eoas.ubc.ca, www.researchgate.net atd.) se jedná o hodnoty poměrně nízké. Důvodem může specifické složení durbachitů, malá hloubka dosahu měření DOP (měření mohou být stále zastiženy horniny ovlivněné zvětrávacími pochody), vyšší vlhkost atd.

Tab. 20 Statistika měření metodou DOP

profil	minimální ρ_z (Ωm)	maximální ρ_z (Ωm)	průměr (Ωm)
HOR-01	30	6720	780
HOR-02A	160	2480	700
HOR-02B	170	3000	780
HOR-02C	170	3380	620
HOR-02D	180	3100	1050
HOR-02E	100	7560	1460
HOR-03A	70	2540	470
HOR-03B	80	2310	460
HOR-03C	80	3780	460
HOR-04	70	2620	450
HOR-05A	60	3120	890
HOR-05B	130	6870	1260
HOR-06	70	8460	1050
HOR-07A	100	2210	650
HOR-07B	100	3420	860
HOR-07C	200	6040	1460
HOR-08	130	3810	900
HOR-09	60	3380	860
HOR-11	100	2670	630
HOR-12	280	740	550

Pro doplnění a podporu výsledků odporových měření (DOP) se na lokalitě Horka v hojně míře aplikovala také metoda MRS. Výhodou seismických měření je, že jsou na geoelektrických měření fyzikálně nezávislé, nositelem informace je mechanické vlnění. Na lokalitě Horka jsou seismická měření v generelu ve velmi dobré shodě s měřeními geoelektrickými, ale také gravimetrickými apod. Při interpretaci seismických kvazihomogenních bloků vycházíme z předpokladu, kdy zvyšující se stupeň mechanického porušení horniny znamená snižující se rychlost mechanického vlnění. A naopak čím vyšší „kvalita“ horniny, tím vyšší rychlost vlnění. Ze základního statistického přehledu rychlosti šíření mechanických vln prostředím (viz Tab. 21) je patrné, v jakém rozsahu se hodnoty rychlosti pohybují. Je nutno podotknout, že se jedná o statistiku hodnot rychlostí zpracovaných pro konstrukci izolinií rychlosti. Analýzou přípoверхové části, odpovídající společnému kvazihomogennímu celku kvartérních hlín a zvětralého podloží, bylo zjištěno, že mechanické vlnění se uvedeným prostředím šíří rychlostí kolem 400 m/s. Podobná situace vládne také v poruchových zónách, kde je rychlost šíření mechanického vlnění závislá na mocnosti anomálie, a také na stupni porušení horniny. Rychlost šíření mechanických vln v porušeném prostředí se pohybuje cca od 800 m/s do cca 2000 m/s, místy i více. Naproti tomu zdravé horniny se vyznačují rychlostmi až vyšších jednotek km/s. Petružálek (2017) ve

své zprávě uvádí, že rychlost podélných vln v durbachitech na lokalitě Horka se pohybuje v rozsahu od cca 3100 do cca 4300 m/s – rychlosti byly stanoveny v laboratorních podmínkách. Také rychlost šíření mechanických vln v petrograficky příbuzných granitech je podobná (www.researchgate.net) a pohybuje se nejčastěji v rozsahu cca 4500 – 5800 m/s.

Tab. 21 Statistika měření metodou MRS

profil	minimální v (m/s)	maximální v (m/s)	průměr (m/s)
HOR-01	1070	3360	2250
HOR-02A	610	4000	2150
HOR-02B	880	2630	1750
HOR-02C	610	4720	2300
HOR-02D	1110	3510	2380
HOR-02E	1110	3680	2230
HOR-04	940	3430	2080
HOR-05A	610	4750	2750
HOR-05B	910	3420	2430
HOR-06	610	4900	2450
HOR-08	1340	3900	2710
HOR-09	1150	3310	2230
HOR-11	600	4110	2200
HOR-12	400	4560	1410

Další aplikované metody – ERT a MAG – představují doplněk páteřních metod, kdy hlavním přínosem metody ERT je 2D realizace, a také 2D grafické zpracování sledované veličiny ve formě izoliní měrných odporů. Z prezentovaných výstupů je možné sledovat rozložení odporů v přípovrchových i hlubších částech horninového prostředí a studovat jeho změny ve směru horizontálním a vertikálním. Podle předchozích principů se poruchové zóny vyznačují nejnižšími hodnotami (zdánlivých) měrných odporů a nejméně porušené horniny hodnotami nejvyššími. Z tvaru izoohm je již možné interpretovat šířku, sklon a do jisté míry také hloubku anomálií. Na lokalitě Horka byly většinou interpretovány subvertikální diskontinuity.

Magnetometrická metoda měla na profilu HOR-03B vypomoci identifikovat předpokládané intruze granitoidů, pronikajících komplexem durbachitů. Výskyt granitoidů se nepodařilo projektovanými metodami spolehlivě potvrdit, avšak díky magnetometrii bylo možné interpretovat existenci dvou základních kvazihomogenních bloků, jenž se pravděpodobně vyznačují horninami s odlišným poměrem základních stavebních součástí. První blok ve staničení cca 0 – 2250 m se vyznačuje proměnlivějším průběhem měřené veličiny, horniny jsou pravděpodobně mineralogicky „pestřejší“, zatímco blok druhý – ve staničení od cca 3900 m dále – je hodnotově homogennější, což se pravděpodobně odráží také v jeho složení. Na křivkách DOP, které magnetometrické měření doprovází, není zmíněná blokovitost patrná.

Poslední použitá metoda – detailní profilová a plošná gravimetrie – byla provedena buď jako součást komplexu metod, nebo samostatně. Profilová varianta doprovázela další vybrané geofyzikální metody na profilech HOR-05A, HOR-05B, HOR-07A a HOR-07B a plošná varianta byla realizována na profilové ploše HOR-10.

V předchozích kapitolách bylo konstatováno, že gravimetrická metoda (varianta profilová) velmi dobře doplňovala jak odporové, tak seismické metody, a díky tomu byly zejména diskontinuity (záporné tíhové anomálie) spolehlivě identifikovány. Varianta plošná již měla větší ambice. Díky spolupráci se společností Miligal, jež subdodavatelsky zajišťovala polní

měření, jsme mohli pro interpretaci provedených měření použít také archivní tíhová data, a tak zvětšit záběr měření.

Nejdůležitějším finálním výstupem plošných gravimetrických měření je interpretační tíhový řez podél profilu Předín - Moravecké Janovice (viz příloha 29), který zobrazuje hloubkový dosah durbachitů třebíčského masivu. Při jeho konstruování se uvažovaly účinky připovrchových horninových komplexů dokumentovaných v geologické mapě zájmového území. Důsledkem toho je výsledná hloubka interpretované spodní hranice durbachitů třebíčského masivu až 2,7 km pod hladinou moře (na kilometrůžce 22 km), čemuž odpovídá celková mocnost od povrchu terénu 3,3 km. Hloubkový dosah pararulového komplexu moravského moldanubika na JZ od masivu pak byl v úseku 5 km - 9 km namodelován do hloubek 3,6 km pod úroveň hladiny moře, celková mocnost od povrchu terénu tak činí 4,3 km.

Indikace porušení durbachitového tělesa třebíčského masivu zlomy a tektonickými poruchami významného směru SZ-JV nejsou v centrální části změřeného území z gravimetrických map patrné. Jejich projevy však lze sledovat v gravimetrických mapách na západní i na východní okrajové části masivu.

Na západním okraji masivu jsou to:

- a) Indikace probíhající od Pocoucova k SZ až SSZ (zpočátku kvaziparalelně s linií vodoteče Lubí) směrem do severního okolí Budíkovice s následným vyzníváním do oblasti severně od Okřešic. Linií interpretačního řezu Předín - Moravecké Janovice přetínají tyto indikace v okolí 18. km.
- b) Méně výrazné indikace směru SZ-JV jsou patrné také mezi Přeckovem a Beneticemi, které kopírují tok Klápvského potoka a protínají linii interpretačního řezu Předín - Moravecké Janovice v okolí kilometrůžce 20,5 km.

Na v. okraji masivu jsou to:

- a) Velice výrazné indikace směru SZ-JV protínají interpretační řez Předín - Moravecké Janovice na kilometrůžce 32,2 km (na SV od obce Petráveč). Jsou součástí zhruba 10 km dlouhé anomální zóny výrazného horizontálního tíhového gradientu mezi Tasovem (na J) a Dolními Radslavicemi (na S).
- b) Méně výrazné paralelní indikace směru SZ-JV protínají interpretační řez Předín - Moravecké Janovice na kilometrůžce 34,8 km. Tyto indikace již vymezují kontakt durbachitů třebíčského masivu s leukokrátními rulami a migmatity moldanubika budujícími oblast na SV od masivu.

5 Závěr

Na lokalitě Horka proběhly v letech 2017 až 2019 geofyzikální výzkumné práce, jenž měly v rámci zakázky „Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR“ ověřit na lokalitě Horka geologickou stavbu. Projekt byl plánován na tři etapy, ze kterých první a druhá etapa byly řízeny Prováděcím projektem Duras a Bláha (2017). Etapa třetí, jenž byla nedílnou součástí zakázky, vycházela z poznatků první a druhé etapy a sloužila k jejich doplnění, případně získání informací nových.

Na lokalitě Horka bylo po dobu běhu projektu lokalizováno celkem téměř 84 km profilů (HOR-01 až HOR-09, HOR-11, HOR-12) a 20 km² pro plošná měření (HOR-10). Prováděcím projektem byl definován komplex geofyzikálních metod:


- a) DOP – metoda byla realizována na všech lokalizovaných profilech, tj. metodou DOP bylo proměřeno 84 km profilů. Krok měření byl stanoven 10 m. Výsledky měření byly prezentovány formou profilových křivek,
- b) MRS – metoda byla realizována na celkem 43 km geofyzikálních profilů, vzdálenost mezi geofony byla 5 m, vzdálenost „zdrojů“ seismického vlnění byla 20 m. Základní vzdálenost seismického položení byla 115 m. Výsledky měření byly prezentovány ve formě izoliní rychlostí a také vykreslením hloubkového průběhu prvního refrakčního horizontu,
- c) ERT – metoda byla realizována na celkem 10 km geofyzikálních profilů, vzdálenost mezi elektrodami byla stanovena 5 m. Základní vzdálenost elektrodového řetězce byla 395 m. Výsledky měření byly prezentovány ve formě izoohm,
- d) MAG – magnetometrická metoda byla aplikována na profilu HOR-03B, tj. bylo proměřeno celkem 7,05 km. Krok měření byl stanoven 10 m. Výsledky magnetometrických měření byly prezentovány ve formě křivek,
- e) Gravimetrie – tíhová měření byla realizována ve variantě profilové i plošné, v první variantě bylo proměřeno celkem 14 km profilů, ve variantě plošné bylo proměřeno 20 km². Krok profilových měření byl 200 m, hustota plošných měření dosahovala 25 bodů/km². Výsledky měření byly prezentovány v podobě křivek úplných Bouguerových anomálií, v podobě map reziduálních anomálií, Bouguerových anomálií, mapě horizontálních gradientů a v podobě interpretačního řezu.

Primární a interpretovaná data z realizovaných geofyzikálních měření byla v souladu s Prováděcím projektem archivována na datovém úložišti investora a v datovém skladu realizátora geofyzikálních prací. Dílčí výsledky geofyzikálního výzkumu byly popsány v první a druhé etapové zprávě a celkové výsledky v předkládané shrnující závěrečné zprávě. Výstupy měření jsou prezentovány zejména graficky v podobě layoutů. Pro potřeby závěrečné zprávy bylo konstruováno celkem 29 layoutů, které jsou samostatnou součástí zprávy.

Grafické layouty obsahují vykreslené výsledky měření v podobě křivek, řezů a map. Geofyzikální práce byly zaměřeny na identifikaci fyzikálních anomálií, které byly označeny indexy v podobě písmen a čísel. Kompletní soupis písmenných indexů je umístěn na ose X grafu výsledků měření DOP a částečně také v grafech ostatních geofyzikálních metod. Písmenné indexy představují anomálie identifikované realizovaným geofyzikálním měřením. Indexy identifikovaných anomálií jsou prezentovány ve formě přehledných tabulek v kapitolách 3.1 až 3.12.

Layouty výsledků geofyzikálního výzkumu obsahují kromě výsledků měření také svodný řez, který obsahuje všechny interpretované jevy a zjištěné skutečnosti. V řezu jsou vyznačeny interpretace významných fyzikálních anomálií, jako jsou zlomy, poruchová pásma, bloky kvalitnější horniny atd. Podle dostupných údajů je lokalita Horka budována zejména durbachity – pouze v oblasti profilů HOR-03 (A-C) předpokládáme existenci intruzivních granitoidů. Nejsvrchnější partie horninového prostředí jsou budovány kvartérními hlínami, jenž jsou promíseny se zvětralinami durbachitů – tato skutečnost je patrná i volným okem. Ve svodných řezech je vyznačeno interpretované rozhraní bloku kvartér/zvětralin a skalního podloží, které zároveň představuje refrakční horizont zjištěný metodou MRS. Na profilech, kde nebyla aplikována metoda MRS, se jedná o rozhraní syntetické. Rozhraní mezi blokem kvartér/zvětralin a podložím cca kopíruje tvar povrchu terénu, hloubka se pohybuje řádově v prvních metrech, pouze v místech porušení se nálevkovitě prohýbá a zahlubuje.

Specifickým výstupem geofyzikálních prací na lokalitě Horka jsou výsledky gravimetrických měření, zejména plošné varianty, které jsou prezentovány v podobě tíhových map různého druhu a také interpretačního tíhového řezu. Detaily měření, zpracování a interpretace jsou popsány v odpovídajících kapitolách. Přidanou hodnotou realizovaných plošných gravimetrických měření je zpracování a prezentace také výsledků archivních gravimetrických měření společnosti Miligal s.r.o., která se na realizaci gravimetrické části projektu spolupodílela.

 SÚRAO	Ověření geologických struktur lokality Horka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SURAO TZ 434/2019

6 Reference

- DURAS R., BLÁHA P. (2017): Prováděcí projekt geofyzikálních prací na lokalitě Horka. – Technická zpráva TZ 139/2017, MS SÚRAO, Praha.
- DURAS R., BLÁHA P. (2018): Výsledky geofyzikálních prací na lokalitě Horka, 1. etapová zpráva. – Technická zpráva TZ 252/2018, MS SÚRAO, Praha.
- DURAS R., BLÁHA P. (2019): Výsledky geofyzikálních prací na lokalitě Horka, 2. etapová zpráva. – Technická zpráva TZ 376/2019, MS SÚRAO, Praha.
- FRANĚK J., BUKOVSKÁ Z. (2018): Závěrečná zpráva 3D strukturně – geologické modely potenciálních lokalit HÚ. – Česká geologická služba, Praha.
- MIXA P., SKÁCELOVÁ Z., ET AL. (2019a): Prioritní profily pro 3.etapu geofyzikálních prací. – Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR. – Technická zpráva 370/2019, MS SÚRAO, Praha.
- MIXA P., SKÁCELOVÁ Z., ET AL. (2019b): Návrh profilů pro 2. fázi 3.etapy geofyzikálních prací. – Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR. – Technická zpráva 404/2019, MS SÚRAO, Praha.
- MIXA P., SKÁCELOVÁ Z., ET AL. (2019c): Shrnutí výsledků geologických a geofyzikálních výzkumných prací provedených v období 9/2017-6/2019 pro aktualizaci hodnocení potenciálních lokalit hlubinného úložiště RAO. – Technická zpráva 412/2019, MS SÚRAO, Praha.
- PETRUŽÁLEK M. (2017): Stanovení mechanických vlastností hlavních petrografických typů na potenciálních lokalitách HÚ. – Technická zpráva 88/2017, MS SÚRAO, Praha.
- SEDLÁK J., ZABADAL S., ET AL. (2017): Třebíčský masiv - tíhové řezy. MS SÚRAO, Praha.
- Electrical properties of rocks. The University of British Columbia. [online]. 19.12.2019 [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <https://www.eoas.ubc.ca/ubcgif/iag/foundations/properties/resistivity.htm>
- Geologická mapa 1 : 50 000. ČGS. [online]. 19.12.2019 [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- Resistivity and velocity of some common rocks and minerals. ResearchGate. [online]. 19.12.2019 [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Resistivity-and-velocity-of-some-common-rocks-and-minerals-5_tbl1_216175351
- Základní mapy ČR. ČÚZK. [online]. 19.12.2019 [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>

NAŠE BEZPEČNÁ BUDOUCNOST



SÚRAO

Správa úložišť radioaktivních odpadů

Dlážděná 6, 110 00 Praha 1

Tel.: 221 421 511, E-mail: info@surao.cz

www.surao.cz