

Technická zpráva číslo 435/2019

---

# OVĚŘENÍ GEOLOGICKÝCH STRUKTUR LOKALITY HRÁDEK GEOFYZIKÁLNÍMI METODAMI

## ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

---

Autoři: RNDr. Vojtěch Beneš  
a kolektiv

Společnost Geofyzika pro HÚ  
Praha, listopad 2019



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

**Název závěrečné zprávy: Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami**

**Závěrečná zpráva**

*Evidenční číslo objednatele: SURAO-435-2019*

*Evidenční číslo poskytovatele: CZ0117.000187*

**ŘEŠITELÉ:**

**Společnost Geofyzika pro HÚ, společník G IMPULS Praha spol. s r.o.<sup>1</sup>**

**Autoři: RNDr. Vojtěch Beneš<sup>1</sup>**

Autorský kolektiv: Mgr. Tomáš Belov<sup>1</sup>, Mgr. Jaroslav Jirků, Bc. Josef Buneš, RNDr. Jaroslav Bárta, CSc.<sup>1</sup>

## Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>10</b>
1.1 Vymezení území pro provádění výzkumných prací na lokalitě Hrádek	10
1.2 Geologická stavba oblasti	13
1.3 Cíle geofyzikálního výzkumu na lokalitě Hrádek	15
<b>2 Metodika geofyzikálního měření</b>	<b>18</b>
2.1 Profilová síť	18
2.2 Použité geofyzikální metody	19
2.2.1 Detailní profilová gravimetrie (DPG)	20
2.2.2 Plošná gravimetrie (PG)	22
2.2.3 Dipólové elektromagnetické profilování (DEMP)	23
2.2.4 Dipólové odporové profilování (DOP)	23
2.2.5 Vertikální elektrické sondování (VES)	23
2.2.6 Multielektrodová metoda (ERT)	24
2.2.7 Magnetometrie (MAG)	25
2.2.8 Mělká refrakční seismika (MRS)	25
2.2.9 Reflexní seismika (RXS)	26
2.3 Průběh prací	27
<b>3 Výsledky geofyzikálních měření</b>	<b>30</b>
3.1 Plocha HRA-01, Příloha 2	30
3.1.1 Geologické předpoklady	30
3.1.2 Interpretace geofyzikálních dat	30
3.2 Profil HRA-02, Příloha 3	32
3.2.1 Geologické předpoklady	32
3.2.2 Interpretace geofyzikálních dat	32
3.3 Profil HRA-03, Příloha 4	35
3.3.1 Geologické předpoklady	35
3.3.2 Interpretace geofyzikálních dat	35
3.4 Profil HRA-04, Příloha 5	37
3.4.1 Geologické předpoklady	37
3.4.2 Interpretace geofyzikálních dat	37
3.5 Profil HRA-05, Příloha 6	39
3.5.1 Geologické předpoklady	39
3.5.2 Interpretace geofyzikálních dat	39

3.6	Profil HRA-06, Příloha 7.....	40
3.6.1	Geologické předpoklady .....	40
3.6.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	40
3.7	Profil HRA-07, Příloha 8.....	41
3.7.1	Geologické předpoklady .....	41
3.7.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	41
3.8	Profily HRA-08A, B, C, D, Příloha 9, Příloha 10, Příloha 11, Příloha 12, Příloha 13, Příloha 14.....	42
3.8.1	Geologické předpoklady .....	42
3.8.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	42
3.9	Profil HRA-09, Příloha 14.....	44
3.9.1	Geologické předpoklady .....	44
3.9.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	44
3.10	Profil HRA-10, Příloha 15.....	45
3.10.1	Geologické předpoklady .....	45
3.10.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	45
3.11	Profil HRA-11, Příloha 16.....	45
3.11.1	Geologické předpoklady .....	45
3.11.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	45
3.12	Profil HRA-11A, Příloha 17 .....	47
3.12.1	Geologické předpoklady .....	47
3.12.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	47
3.13	Profil HRA-12A, Příloha 18 .....	48
3.13.1	Geologické předpoklady .....	48
3.13.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	48
3.14	Profil HRA-12B, Příloha 19 .....	50
3.14.1	Geologické předpoklady .....	50
3.14.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	50
3.15	Profil HRA-13, Příloha 20.....	52
3.15.1	Geologické předpoklady .....	52
3.15.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	52
3.16	Profil HRA-14, Příloha 21.....	53
3.16.1	Geologické předpoklady .....	53
3.16.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	53
3.17	Profil HRA-15, Příloha 22.....	54

3.17.1	Geologické předpoklady .....	54
3.17.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	54
3.18	Profil HRA-16, Příloha 23.....	56
3.18.1	Geologické předpoklady .....	56
3.18.2	Interpretace geofyzikálních dat.....	56
<b>4</b>	<b>Shrnutí výsledků geofyzikálních prací pro popis geologické stavby lokality 59</b>	
<b>5</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>Reference.....</b>	<b>62</b>

### Seznam obrázků:

Obr. 1	Zájmové území HRÁDEK se zakreslenými profily HRA-02 až HRA-16 a plochou HRA-01 .....	11
Obr. 2	Účelová geologická mapa zájmové oblasti s vyznačením profilů HRA-02 až HRA-16 a plochy HRA01. ....	15

### Seznam tabulek:

Tab. 1	JTSK souřadnice a charakteristika počátečních, koncových a lomových bodů na profilech HRA-02 až HRA-16, vymezení plochy HRA-01.....	11
Tab. 2	Předepsané geofyzikální metody a rozsah měření na profilech HRA-02 až HRA-16 a na ploše HRA-01.....	19
Tab. 3	Přehled použitých opěrných bodů na lokalitě Hrádek.....	21
Tab. 4	Vybrané anomálie na měřených profilech.....	64

### Seznam příloh:


Příloha 1a	Situace geofyzikálních profilů
Příloha 1b	Situace plošné gravimetrie
Příloha 2	Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-01
Příloha 3	Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-02
Příloha 4	Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-03
Příloha 5	Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-04
Příloha 6	Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-05
Příloha 7	Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-06

Příloha 8 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-07  
Příloha 9 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-08A  
Příloha 10 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-08B  
Příloha 11 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-08C  
Příloha 12 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-08D  
Příloha 13 Mapa rozložení zdánlivých měrných odporů dle DOP (HRA-08)  
Příloha 14 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-09  
Příloha 15 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-10  
Příloha 16 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-11  
Příloha 17 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-11A  
Příloha 18 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-12A  
Příloha 19 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-12B  
Příloha 20 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-13  
Příloha 21 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-14  
Příloha 22 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-15  
Příloha 23 Interpretace terénních geofyzikálních dat lokalita Hrádek profil HRA-16  
Příloha 24 Mapa rozložení zdánlivých měrných odporů dle DOP  
Příloha 25 Gravitační model lokalita Hrádek profil HRA-02  
Příloha 26 Gravitační model lokalita Hrádek profil HRA-03  
Příloha 27 Mapa residuální anomálie UBA dle PG

## Seznam použitých zkratk:

a.s.	akciová společnost
ČGS	Česká geologická služba
ČR	Česká republika
HÚ	hlubinné úložiště
IČO	identifikační číslo organizace
DEMP	dipólové elektromagnetické profilování (metoda SLINGRAM)
DOP	dipólové odporové profilování
DPG	detailní profilová gravimetrie
ERT	elektrická odporová tomografie (Electrical Resistivity Tomography)
MAG	profilová magnetometrie
MRS	mělká refrakční seismika
MXS	kombinace mělké refrakční seismiky a reflexní seismiky
PG	plošná gravimetrie
RXS	reflexní seismika
spol. s r.o.	společnost s ručením omezeným
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivního odpadu
UBA	úplná Bouguerova anomálie
VES	vertikální elektrické sondování



 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

## Abstrakt

Tato zpráva popisuje detailní postup měření a použité geofyzikální metody v rámci úkolu „Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR“ na lokalitě Hrádek v období 1.9.2017 až 31.12. 2019, tj. za celou dobu trvání projektu. V souladu s prováděcím projektem a schválenými změnovými listy byly proměřeny profily HRA-02 až HRA-16 a dále také plocha HRA-01. Ve zprávě jsou prezentovány výsledky geofyzikálních měření ve formě křivek, map a řezů geofyzikálních parametrů. Použity byly geoelektrické metody: dipólové elektromagnetické profilování (DEMP), dipólové odporové profilování (DOP), vertikální elektrické sondování (VES) a elektrická tomografie (ERT), gravimetrie plošná (PG) a detailní profilová (DPG), magnetometrie (MAG), mělká refrakční seismika (MRS) a seismika reflexní (RXS).

## Klíčová slova


*Geofyzikální metody, profily, výsledky měření, Hrádek*

## Abstract

This final report describes a detail of measurement proces and a geophysical methods using in frame of task „Geophysical measurements to describe the geological structure of potential DGR sites in the Czech Republic“ at the site Hrádek. Project was executed from 1.9.2017 to 31.12.2019 on assigned profiles HRA-02 up to HRA-16 and on the measuring area HRA-01. The results of geophysical measurements are presented as a graphs of curved lines, maps and cross-sections of geophysical parameters. There were applied geoelectrical methods SLINGRAM (DEMP), dipole profiling (DOP), vertical electrical sounding (VES), electrical resistivity tomography (ERT), gravimetric method (areal PG and detailed profile DPG), magnetometric method (MAG), seismic refraction method (MRS) and seismic reflection method (RXS).

## Keywords

*Geophysical methods, profiles, results of measurements, Hrádek*

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

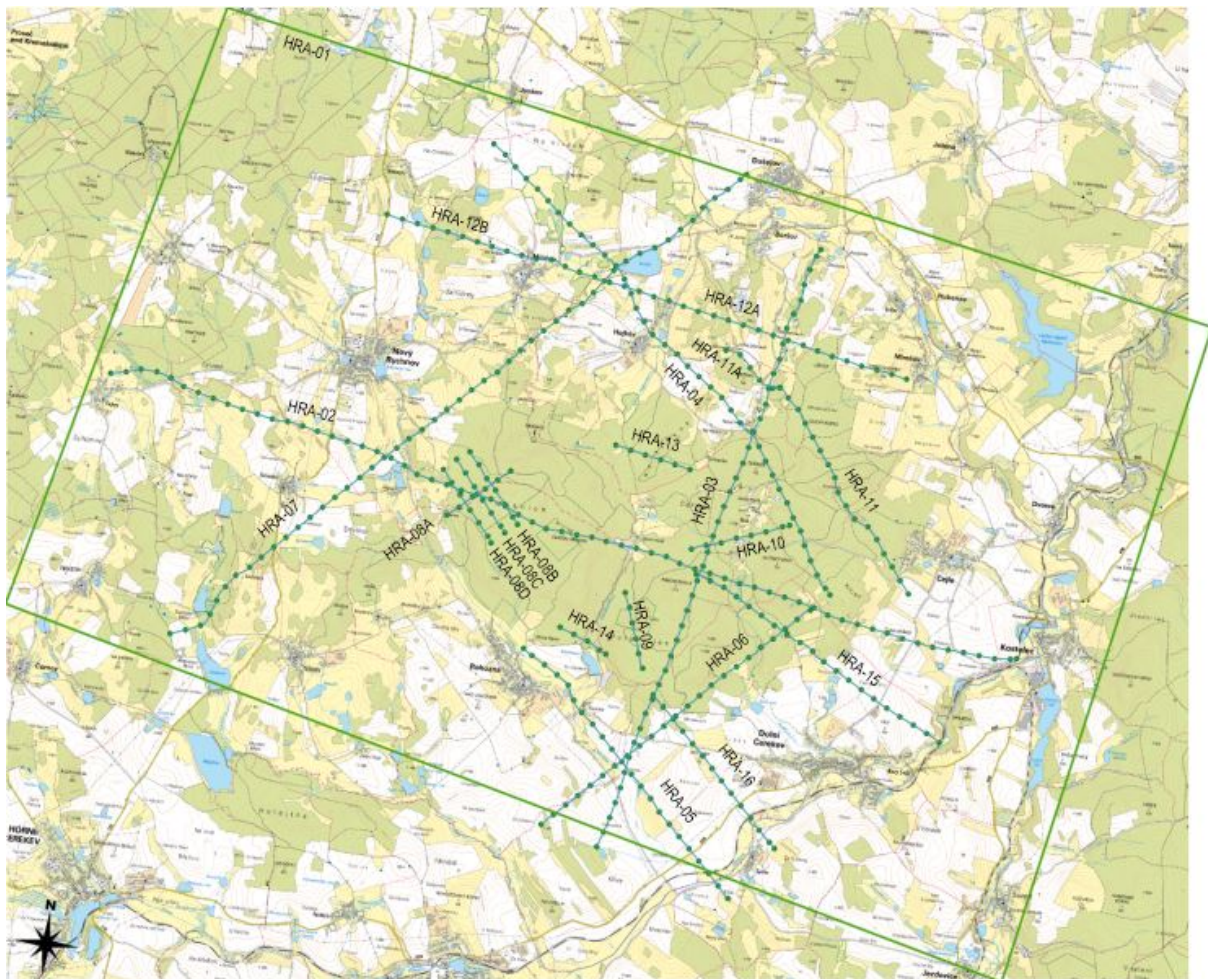
## 1 Úvod

Předkládaná závěrečná zpráva z lokality Hrádek popisuje geofyzikální práce provedené v období 1.9.2017 až 31.12.2019 v rámci zakázky „Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR“. Zakázka je součástí procesu výběru a ověřování lokalit vhodných pro umístění jaderného zařízení „Hlubinné úložiště“ (dále jen HÚ). Součástí tohoto procesu je výzkum geologické stavby potenciálních lokalit. Znalost geologické stavby je nezbytná pro vytvoření (resp. aktualizaci) 3D geologických a hydrogeologických modelů daných území.

### 1.1 Vymezení území pro provádění výzkumných prací na lokalitě Hrádek

Lokalita Hrádek leží v kraji Vysočina. Střed zájmového území leží cca 10 km jihozápadně od Jihlavy, lokalita je vymezena obcemi Branišov, Dušejov, Boršov, Kostelec, Jezdovice, Chrastov, Čejkov, Křemešín a zaujímá plochu cca 111 km<sup>2</sup>. V souladu s projektem prací bylo na lokalitě Hrádek ve třech etapách provedeno geofyzikální měření na profilech s označením HRA-02 až HRA-16. Dále probíhalo gravimetrické měření v ploše s označením HRA-01. Průběh profilů je schematicky vyznačen na Obr. 1, přehled vybraných zaměřených bodů pomocí GPS je uveden v Tab. 1. Etapy výzkumných prací byly členěny následujícím způsobem:

1. Etapa - 9/2017 až 3/2018, profily HRA-02 a HRA-11
2. Etapa - 3/2018 až 3/2019, profily HRA-03, HRA-04, HRA-05, HRA-06, HRA-07, HRA-08A, HRA-08B, HRA-08C, HRA-08D, HRA-09, HRA-10 a plocha HRA-01
3. Etapa - 3/2019 až 12/2019, profily HRA-11A, HRA-12A, HRA-12B, HRA-13, HRA-14, HRA-15, HRA-16



Obr. 1 Zájmové území Hrádek se zakreslenými profilem HRA-02 až HRA-16 a plochou HRA-01

Tab. 1 JTSK souřadnice a charakteristika počátečních, koncových a lomových bodů na profilech HRA-02 až HRA-16, vymezení plochy HRA-01.

profil	název	profilová metráž	popis	min X JTSK	Min Y JTSK
HRA-01	1	-	rohový bod	-1132577	-690007
HRA-01	2	-	rohový bod	-1137336	-677372
HRA-01	3	-	rohový bod	-1129096	-674696
HRA-01	4	-	rohový bod	-1125075	-687202
HRA-02	1	0	začátek	-1129674	-688683
HRA-02	2	12280	konec	-1133264	-677180
HRA-03	1	0	začátek	-1135630	-682512
HRA-03	2	4000	střed	-1131924	-681104
HRA-03	3	8100	konec	-1128120	-679666
HRA-04	1	0	začátek	-1126789	-683818
HRA-04	2	2 300	lom	-1128403	-682207
HRA-04	3	3 200	lom	-1129190	-681802
HRA-04	4	4 500	lom	-1130056	-680863
HRA-04	5	5100	lom	-1130498	-680491
HRA-04	6	7300	konec	-1132463	-679550

 SÚRAO		Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.			Evidenční označení:	
					SÚRAO TZ 435/2019	
HRA-05	1	0	začátek	-1136280	-680848	
HRA-05	2	3000	lom	-1133943	-682704	
HRA-05	3	3400	lom	-1133598	-682874	
HRA-05	4	4140	konec	-1133136	-683441	
HRA-06	1	0	začátek	-1135349	-683218	
HRA-06	2	2100	střed	-1134048	-681583	
HRA-06	3	4400	konec	-1132656	-679801	
HRA-07	1	0	začátek	-1132948	-687930	
HRA-07	2	400	lom	-1132847	-687543	
HRA-07	3	900	lom	-1132434	-687298	
HRA-07	4	3700	střed	-1130673	-685132	
HRA-07	5	6900	lom	-1128730	-682622	
HRA-07	6	7500	lom	-1128317	-682223	
HRA-07	7	8100	lom	-1128055	-681683	
HRA-07	8	8800	lom	-1127592	-681166	
HRA-07	9	9500	konec	-1127175	-680608	
HRA-08A	1	20	začátek	-1131458	-684410	
HRA-08A	2	1000	konec	-1130903	-683604	
HRA-08B	1	0	začátek	-1130663	-684120	
HRA-08B	2	1100	konec	-1131576	-683517	
HRA-08C	1	0	začátek	-1130757	-684290	
HRA-08C	2	1100	konec	-1131681	-683680	
HRA-08D	1	0	začátek	-1130884	-684457	
HRA-08D	2	1100	konec	-1131808	-683854	
HRA-09	1	0	začátek	-1133385	-681929	
HRA-09	2	1000	konec	-1132435	-682151	
HRA-10	1	-50	začátek	-1131892	-681345	
HRA-10	2	1300	konec	-1131589	-680063	
HRA-11	1	0	začátek	-1129856	-680192	
HRA-11	2	1900	lom	-1131511	-679239	
HRA-11	3	3100	konec	-1132451	-678555	
HRA-11A	1	0	začátek	-1129386	-680870	
HRA-11A	2	150	lom	-1129411	-680726	
HRA-11A	3	650	lom	-1129803	-680413	
HRA-11A	4	900	konec	-1129857	-680179	
HRA-12A	1	0	začátek	-1128527	-682351	
HRA-12A	2	4000	konec	-1129749	-678578	
HRA-12B	1	0	začátek	-1127676	-685173	
HRA-12B	2	1950	lom	-1128228	-683329	
HRA-12B	3	2250	lom	-1128246	-683031	
HRA-12B	4	2350	lom	-1128308	-682956	
HRA-12B	5	3000	konec	-1128531	-682349	
HRA-13	1	0	začátek	-1130578	-682269	
HRA-13	2	1000	konec	-1130886	-681329	
HRA-14	1	0	začátek	-1132869	-682977	

 SÚRAO	Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.				Evidenční označení:	
					SÚRAO TZ 435/2019	
HRA-14	2	700	konec	-1133207	-682397	
HRA-15	1	0	začátek	-1132205	-681247	
HRA-15	2	400	lom	-1132368	-680897	
HRA-15	3	3750	konec	-1134320	-678162	
HRA-16	1	0	začátek	-1133719	-681795	
HRA-16	2	2000	lom	-1135272	-680559	
HRA-16	3	2050	lom	-1135323	-680571	
HRA-16	4	2150	lom	-1135383	-680480	
HRA-16	5	2500	konec	-1135652	-680257	

## 1.2 Geologická stavba oblasti

Popis geologické stavby lokality Hrádek je převzat ze zadání projektu, viz Zadávací dokumentace (2017). V zadávací dokumentaci je uveden i soupis citované literatury týkající se popisu geologie uvedený v této kapitole.


Zájmová oblast patří k regionálnímu celku moldanubika. Na zájmovém území byly identifikovány horniny tří odlišných geologických jednotek: (i) metamorfované horniny monotónní jednotky moldanubika; (ii) granitoidy moldanubického plutonického komplexu a (iii) pokryvné útvary kvartérního stáří.

Horniny jsou místy porušené tektonickými poruchami a puklinami nejčastěji směru SV-JZ, S-J a SZ-JV. Představu o geologické stavbě lokality poskytuje schematická mapka převzatá od ČGS. Následující popis geologické a tektonické stavby lokality je převzatý ze zadávací dokumentace projektu. Na Obr. 2 je zobrazena geologická mapa lokality.

Metamorfované horniny monotónní jednotky moldanubika zahrnují v území převážně biotitické a silimanit-biotitické pararuly s variabilní mírou migmatitizace a biotitické a cordierit biotitické migmatity. V těchto horninách se ojediněle nacházejí vložky erlánů, kvarcitů, amfibolitů, metamorfovaných vápenců a dolomitů. Během variských orogenních procesů (~360–329 Ma; např. Franke 2000) docházelo k polyfázové metamorfóze, tavení a deformaci těchto hornin. V horninách této části jednotvárné skupiny byly zaznamenány teplotně-tlakové podmínky střední kontinentální kůry (Žák et al. 2011).

Moldanubický plutonický komplex je tvořen celou řadou dílčích intruzí převážně granitoidních hornin s různými texturními i petrochemickými charakteristikami (např. René 2008). Geneze těchto hornin bývá interpretována jako výsledek procesů anatexe kontinentální kůry a metasedimentárních hornin s omezeným příspěvkem plášťových komponent (Žák et al. 2011). Ve zjednodušeném schématu jsou horniny členěny na čtyři intruzivní skupiny, z nichž se na studovaném území vyskytuje skupina peraluminických dvojslídnych granitoidů typu Eisgarn, které tvoří široké spektrum hornin, jejichž stáří spadá do intervalu ~330–300 Ma (např. Breiter et al. 1998). Tyto granitoidy typu Eisgarn - mrákotínské granity sensu lato a granity typu Čeřínek (Žák et al. 2011; Verner et al. 2014) - svým složením odpovídají peraluminickým, vysoce draselným granitoidům (S typ) s podstatným zastoupením muskovitu a biotitu.

Sedimentární pokryv je zpravidla vázán na plošně omezené výskyty v podobě denudačních reliktních kvartérního stáří. Vesměs se jedná o svahové (splachové) a fluvialní sedimentární horniny, převážně písčitého a štěrkovitého charakteru. Jejich mocnost nepřesahuje několik málo metrů. Rozsah výskytu kvartérních sedimentů je kromě geomorfologické charakteristiky

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

území také do určité míry ovlivněn antropogenní činností, zejména úpravami vodních toků a zakládáním rybníků (Kováčik et al. 2015).

Tektonická stavba lokality je dána charakterem jednotlivých horninových typů a jejich kontaktů, nicméně nedostatek přirozených odkryvů nedovoluje detailní rekonstrukci tektonických poměrů lokality (Verner et al. 2014). V metamorfovaných horninách monotónní jednotky moldanubika byly identifikovány tři generace metamorfních foliací, převážně charakteru kompozičního páskování v různém stádiu strukturní superpozice. Mezi relativně starší patří metamorfní foliace, které upadají pod strmými úhly k SSZ až Z nebo strmými až středními úhly k VJV. Tyto foliace místy nesou lineace upadající pod strmými až středními úhly ZSZ (v západní části území) nebo pod mírnými až středními úhly k SSV (východní části území). Tyto stavby byly heterogenně přepracovány do ploch subhorizontální orientace, což je patrné zejména v západní části oblasti. Vrásové osy mají generelně průběh S-J a jsou subparalelní s orientací metamorfních lineací ve východní části zájmové oblasti. Oba typy těchto regionálních metamorfních staveb obsahují reliktly 10 starších foliací, nejčastěji ve formě izoklinálních vrás. Na tyto stavby byly naloženy lokalizované duktilní až křehce-duktilní střížné zóny strmého až středního úklonu k V až VJV (Verner et al. 2014).

Styk moldanubických hornin s granitoidy typu Eisgarn je převážně diskordantního charakteru a má v měřítku zájmového území variabilní orientaci. Jedná se o záznam magmatického stopingu (přítomnost zapadlých bloků variabilních rozměrů a orientace vnitřních staveb). V granitoidních horninách jsou magmatické foliace definovány především přednostní orientací agregátů živců a biotitů. V severní části mrákotínského plutonu převažují magmatické foliace mírného úklonu k S až SSV s lineacemi po spádnicí foliačních ploch. V mrákotínském plutonu je možné lokálně pozorovat reliktně zachované foliace, které upadají pod strmými úhly ve směru SSV–JJZ a SZ–JV. Stavby plutonu mají čistě magmatický charakter a nevykazují znaky subsolidové deformace (Verner et al. 2014).

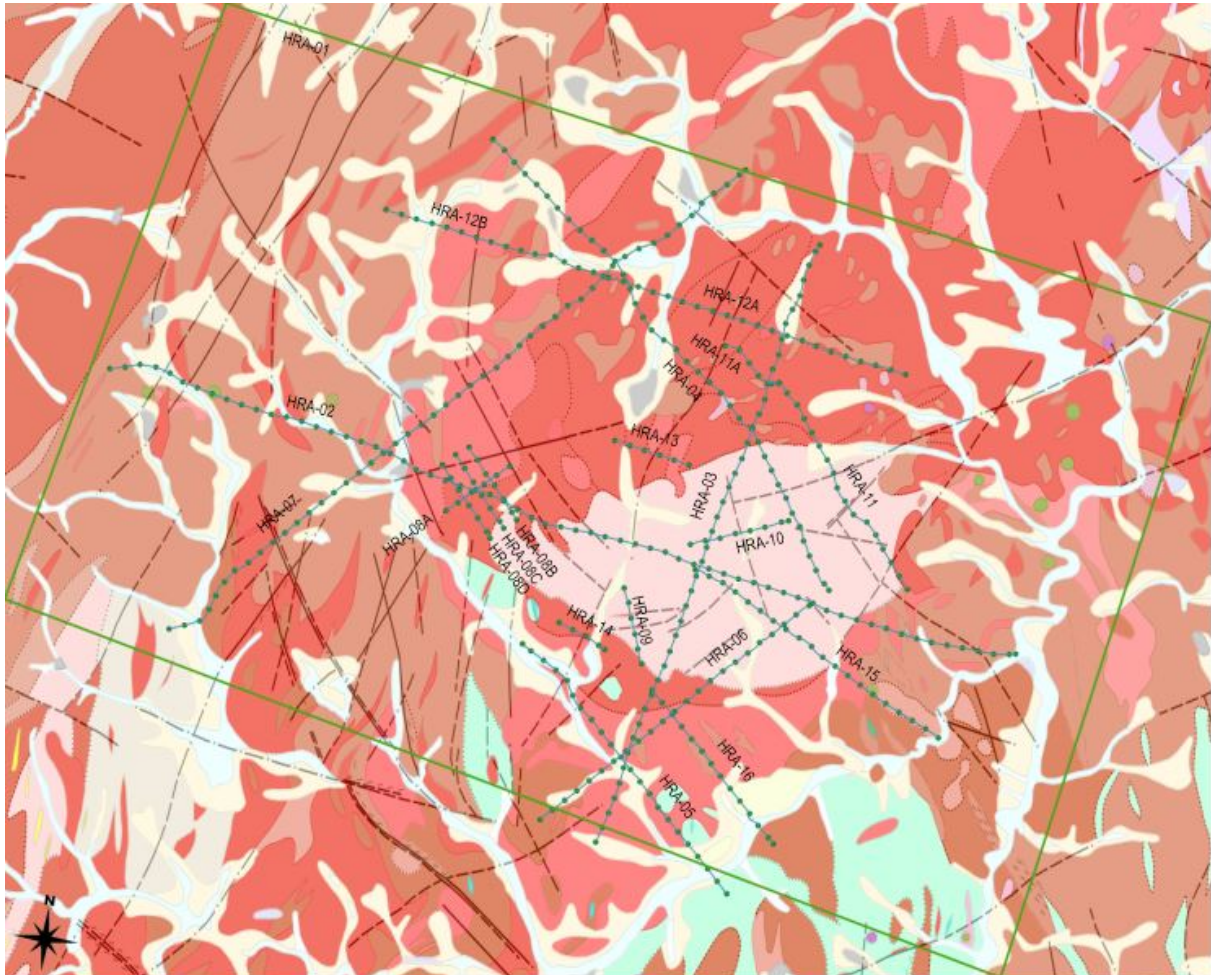
Těleso plutonu Čeřínek má subkoncentrický, mírně protažený tvar směru ZJZ–VSV. Vůči okolním horninám mrákotínského plutonu má ostrý, intruzivní charakter s pravděpodobným strmým úklonem kontaktních ploch. Tíhový záznam granitoidů plutonu ukazuje na relativně velký hloubkový dosah tohoto tělesa v řádech několika kilometrů. V plutonu Čeřínek byly identifikovány magmatické foliace dvojí orientace. Relativně starší stavby upadají pod strmými úhly k SSZ nebo JJV, v blízkosti intruzivních kontaktů dosahují subparalelní orientace. Příslušné magmatické lineace mají strmý úklon.

Relativně mladší, naložené stavby mají subhorizontální orientaci s výskytem lineací průběhu S–J (Verner et al. 2014). Projevy křehké tektoniky jsou zastoupeny především zlomovými systémy a systémy střížných puklin, které mají v rámci zájmové oblasti převážně strmou orientaci. Probíhají ve směru SSV–JJZ (paralelní s přibyslavskou mylonitovou zónou a jihlavskou brázdou) až S–J a v přibližně kolmé orientaci (ZSZ–VJV až V–Z) a nesou záznam polyfázové reaktivace. Plochy extenzních puklin přednostně upadají pod strmými úhly k J–JJZ nebo SSZ, dílčí maxima dále tvoří pukliny strmé orientace v průběhu V–Z a SV–JZ (Verner et al. 2014; Kováčik et al. 2015). Ve zprávě Skořepý et al. (2005) je v zájmové oblasti identifikováno pět dominantních puklinových setů, jejichž orientace jsou SZ–JV, SV–JZ, SSV–JJZ, S–J a V–Z.

Kováčik et al. (2015) a Skořepý et al. (2005) považují za nejvýznamnější zlomový systém průběhu SZ–JV, který predisponoval tok Rohozné, jehož hloubkový dosah odhadují přes 1000 m, ovšem na většině mapových podkladů není tato porucha zachycena a nebyla zastižena ani

geofyzikálním průzkumem v rámci projektu GeoBariéra (Skočepa et al. 2005), její přítomnost ale předpokládají morfotektonické analýzy.

V rámci terénních prací byly v roce 2017 do tektonických linií na lokalitě nově doplněny linie s významnou koncentrací pramenů a dále v rámci morfotektonické analýzy významné linie orientace SZ-JV a SV-JZ.




Obr. 2 Geologická mapa zájmové oblasti s vyznačením profilů HRA-02 až HRA-16 a plochy HRA-01 (převzato z mapových aplikací ČGS, geologická mapa 1:50 000, verze 1B.2).

### 1.3 Cíle geofyzikálního výzkumu na lokalitě Hrádek

Cílem geofyzikálních měření bylo vyhledat nebo potvrdit existenci tektonických poruch a puklinových zón. Dále byly práce zaměřeny na mapování litologických a geomechanických změn horninového masivu a na posouzení jeho homogenity. Cíle průzkumu a geologické předpoklady pro jednotlivé profily byly převzaty ze Zadávací dokumentace (2017) a z návrhů profilů pro 3. etapu geofyzikálních prací, viz Mixa et al. (2019a, 2019b).

**Plocha HRA-01** byla proměřena pomocí gravimetrie s krokem po 200 m v průběhu 2. a částečně 3. etapy výzkumu (viz změnový list Z5 ze dne 9. 1. 2019). Celková výměra plochy je cca 111,17 km<sup>2</sup> (8 x 14 km – strana SSV-JJZ x strana ZSZ-VJV), plánováno bylo 2780 gravimetrických bodů. Cílem plošného gravimetrického měření bylo ověřit zapadání a tvar intruze granitů masivu Čeřínku a okolních typů granitů (Mrákotín, Bílý kámen, Boršov) a

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

kontakt a jeho sklon s horninami moldanubika. Dále má plošné měření ověřit hlavní zlomová pásma protínající masiv Čeříнку, okolní granity a moldanubické metamorfity. Jedná se především o zlomy orientace SZ-JV, SSV-JJZ a SV-JZ.

**Profil HRA-02** má směr ZSZ-VJV. Jedná se o páteční profil v délce 13 km, který byl proměřen v rámci 1. etapy projektu. Profil sloužil pro ověření hranic granitových intruzí a sklonu hranice granit/moldanubikum, dále pro ověření zlomů směru S-J a SV-JZ s pramennými liniemi a výraznou křemennou výplní. V rámci ověření poruch profil také protnul zlom orientovaný ve směru SV-JZ, vymapovaný v rámci terénních prací České geologické služby na zakázce “Geologická interpretace terénních geofyzikálních dat pro aktualizaci 3D strukturně-geologických modelů potenciálních lokalit HÚ” v rámci projektu SÚRAO „Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště“, viz Mixa et al. (2019c). Zlom by měl procházet zhruba od pramene Panny Marie přes Mešnici k Šancím a dále severně od Těšenova. V západní části masivu Čeříнку měly být ověřeny žíly s polymetalickou a Ag mineralizací dobývané od středověku.

**Profil HRA-03** má směr SSV-JJZ a délku cca 8,1 km. Profil byl součástí 2. etapy projektu. Cílem měření bylo ověřit hranice jednotlivých granitických těles (intruzí), homogenitu horninového prostředí, a ověřit existenci zlomů. Profil ověřuje přítomnost potenciálně významného zlomu procházejícího jižně od Boršova (orientace SZ-JV s poměrně významnými prameny), dále poruchu probíhající zhruba středem masivu Čeřínek.

**Profil HRA-04** je profil zalomený, generelně směru SZ-JV. Profil má délku cca 7,3 km a probíhá přes střed masivu Čeřínek, měřen byl v rámci 2. etapy. Cílem výzkumu bylo posouzení homogenity horninového prostředí a ověření existence výrazných morfolineamentů směru SV-JZ. Dále se vyskytují zlomy směru SSV-JJZ až SV-JZ, které jsou poměrně výrazně zvodnělé (nejvýznamnější v rámci masivu Čeříнку).


**Profil HRA-05** má délku cca 4,14 km a směr SZ-JV (2. etapa projektu). Cílem bylo ověření homogenity horninového prostředí, dvou potenciálních zlomů směru SSV-JJZ s pramennými liniemi a dvou morfolineamentů směru SV-JZ. Zaměřili jsme se také na ověření kontaktu intruzí granitů a migmatitizovaných pararul až migmatitů.

**Profil HRA-06** o délce cca 4,35 km a směru SV-JZ, sloužil pro ověření homogenity horninového prostředí, dvou morfofotektonických linií směru SZ-JV a potenciálního zlomu západně (severozápadně) od Dolní Cerekve. Cílem bylo také mapování hranice migmatitizovaných pararul až migmatitů a intruzivních těles masivu Čeříнку a mrákotínských granitů. Měření proběhlo v rámci 2. etapy projektu.

**Profil HRA-07** má směr SV-JZ a probíhá od Dušejova přibližně k Těšenovu v délce cca 9,45 km (2. etapa projektu). Profil sloužil pro ověření zlomů orientovaných ve směru SZ-JV a morfolineamentů a také pro základní posouzení homogenity horninového prostředí.

**Profily HRA-08A-D** leží v oblasti Mešnice – Šance. Jedná se o čtveřici profilů s délkou cca 1 km (celkem cca 4,25 km profilů), z toho je jeden kolmý na ostatní tři. Jejich vzájemná vzdálenost je cca 200 m. Měření proběhlo ve 2. etapě projektu. Cílem bylo ověřit průběh, mocnost a sklon zlomové zóny směru SV-JZ nově vymapované v rámci terénních prací na zakázce 3D modely (Franěk et al. 2018). Porucha se projevuje významnou přítomností pramenů (často velmi vydatných). Tato porucha prochází zhruba od pramene Panny Marie, přes oblast Mešnice k Šancím a dále pokračuje severně od Těšenova.



	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

**Profil HRA-09** má délku cca 1 km a směr SZ-JV (2. etapa projektu). Profil sloužil pro ověření dvou zlomů směrů SV a VSV s přítomností křemenné žiloviny v oblasti relativně kompaktního masivu granitů typ Čeřínek.

**Profil HRA-10** má délku cca 1,35 km a směr SV-JZ (2. etapa projektu). Cílem měření bylo ověřit homogenitu masivu Čeřínek v oblasti Hutě (v místě průběhu páteřního profilu HRA-03) a ověřit existenci potenciální poruchy směru SSZ-JJV procházející přes osadu Hutě.

**Profil HRA11** byl součástí 1. etapy projektu, doměření profilu proběhlo na začátku etapy 2. (viz změnové listy Z3 a Z4). Profil má směr SZ-JV a délku cca 3,07 km. Cílem měření bylo ověřit homogenitu granitu Čeřínek, dva potenciální zlomy (orientace SSV až SV procházející přes Horní Hutě a západní částí obce Cejle) a jednu morfotektonickou linii směru SV-JZ západně od obce Cejle.

**Profil HRA-11A** náleží do 3. etapy projektu podle změnového listu Z6. Profil HRA-11A navazuje směrem na severozápad na profil HRA-11 kolem kóty Březina 744 m n. m. a má délku cca 0,8 km. Cílem měření bylo zlepšení korelace poruch (zlomů) zjištěných na profilech HRA-04 a HRA-12A v severní části lokality.

**Profil HRA-12A** byl měřen v rámci 3. etapy. Sloužil pro objasnění průběhu zlomu (zřejmě) regionálního významu v centrální části masivu Čeřínek (poruchy ID 99, 129 a 148), případně jeho sklonu a možného pokračování k severu ke kamenolomu v Boršově. Zároveň profil probíhá přes zvodnělé oblasti v okolí osady Na Bahnech a přispívá k ověření rozsahu bloku migmatitů v granitu v oblasti Tomšova kopce. Profil má směr ZSZ - VJV a délku cca 4 km.

**Profil HRA-12B** byl měřen ke konci 3. etapy projektu. Navazuje na profil HRA12-A ve směru k ZSZ a má délku cca 3 km. Profil byl navržen pro objasnění rozsahu a charakteru těles migmatitů a granitů a ověření s.-j. poruch v tomto prostoru.


**Profil HRA-13** (3. etapa) měl za cíl potvrzení průběhu zlomu (zřejmě) regionálního významu (poruchy ID 99 a 129) a ideálně zjištění jeho sklonu. Profil je veden přibližně kolmo k průběhu předpokládané poruchy v celkové délce 1 km.

**Profil HRA-14** (3. etapa) opět sleduje průběh a ideálně sklon zlomu (zřejmě) regionálního významu (poruchy ID 99 a 129). Profil je veden přibližně kolmo k průběhu předpokládané poruchy v jižní části masivu Čeřínek a má celkovou délku 0,7 km.

**Profil HRA-15** byl součástí 3. etapy. Profil byl navržen pro zastižení hranice granitů a metamorfovaných hornin moldanubika severovýchodně od Dolní Cerekve a pro ověření průběhu a sklonu poruchy, procházející zřejmě ve směru S-J od Horních hutí k jihu. Celková délka profilu je 3,8 km. Profil HRA-15 společně se západní částí profilu HRA-02 probíhá zhruba paralelně s regionálním profilem pro studium hlubinné stavby masivu. Výsledky z obou profilů slouží i pro interpretaci metod pro hlubinnou stavbu.

**Profil HRA-16** byl měřen ke konci 3. etapy projektu. Profil je zhruba paralelní s profilem HRA-05 a byl navržen za účelem ověření kontaktu granitů a metamorfovaných hornin moldanubika. Profil má směr SZ-JV a celkovou délkou 2,5 km.

Výsledky prováděných měření byly průběžně konzultovány a předávány geologům ČGS, kteří provádějí paralelní geologické mapování a modelování v rámci už zmiňovaného projektu SÚRAO "Geologická interpretace terénních geofyzikálních dat pro aktualizaci 3Dstrukturně-geologických modelů potenciálních lokalit HÚ" (Mixa et al. 2019c).

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

## 2 Metodika geofyzikálního měření

Metodika geofyzikálních měření vycházela ze zadání výzkumného úkolu a ze schváleného prováděcího projektu (Beneš et al. 2017). To platí zvláště pro práce v rámci 1. a 2. etapy, kde byly průběh profilů a použité metody měření definovány v rámci zadání a prováděcího projektu. 3. etapa potom byla navržena v průběhu projektu po schválení 2. etapové zprávy ve spolupráci zadavatele (SÚRAO), supervize (ČGS) a řešitele (G Impuls). Profily v rámci 3. etapy byly zacíleny do míst, kde bylo potřeba zpřesnit výsledky předchozích měření nebo ověřit výsledky paralelně probíhajícího geologického mapování. Metody byly navrženy podle řešeného cíle tak, aby byl výzkum efektivní.

### 2.1 Profilová síť


Profilová síť byla na lokalitě vytyčena standardním způsobem pomocí pásma a GPS navigace. Průběh profilů byl v terénu vyznačen pomocí dřevěných kolíků (nejméně každých 50 m) a pomocí navigačních plastových praporků. Skutečný průběh profilů byl modifikován přímo v terénu při vytyčování tak, abychom minimalizovali zásahy do vegetace, nevstupovali na oplocené soukromé pozemky a minimalizovali nepříznivé vlivy zástavby a infrastruktury na geofyzikální měření.

V případech, kdy byl odklon průběhu nebo změna délky profilu větší než 200 m od plánované linie, bylo vyvoláno jednání se zadavatelem a supervizí a byl učiněn záznam ve formě Změnového listu. Podobně jsme postupovali i při plošném měření pro gravimetrii na ploše HRA-01, kde byla tolerance posunu bodů ideální sítě 200 x 200 m do 100 m. Při řešení geofyzikálních měření na lokalitě Hrádek došlo pouze ke dvěma takovým změnám. Jedná se o změnový list Z1, kterým je řešena změna průběhu a zkrácení profilu HRA-02 na jeho východním konci. Důvodem byla hustá zástavba, výskyt inženýrských sítí a vodní nádrže v místě původně plánované trasy. Původní účel profilu z geologického hlediska (mapování kontaktu granitů a okolních metamorfítů) byl zachován. Druhá změna se týká plošné gravimetrie HRA-01. Zde bylo vynecháno celkem 23 bodů (méně než 0,1 %) z důvodu výskytu vodních ploch (zvláště VN Hubenov a rybník Sviták).

Jak je uvedeno výše, práce a tedy i vytyčení profilů byly členěny do 3 etap:

1. Etapa - 9/2017 až 3/2018, profily HRA-02 a HRA-11
2. Etapa - 3/2018 až 3/2019, profily HRA-03, HRA-04, HRA-05, HRA-06, HRA-07, HRA-08A, HRA-08B, HRA-08C, HRA-08D, HRA-09, HRA-10 a plocha HRA-01
3. Etapa - 3/2019 až 12/2019, profily HRA-11A, HRA-12A, HRA-12B, HRA-13, HRA-14, HRA-15, HRA-16

Vytyčené profily a body byly zaměřeny s krokem minimálně po 100 m pomocí GPS. Výškopis gravimetrických bodů pro profilové měření i plošné měření byl zaměřen pomocí přesné GPS Trimble R8s ve volné krajině. V místech s vegetací bylo výškopisné zaměření provedeno pomocí technické nivelace nebo pomocí totální stanice Colibri Trimble M3. Datový soubor se zaměřenými body je součástí datové přílohy zprávy. Charakteristické body profilů (začátek, konec, lomové body) jsou uvedeny v Tab. 1. Průběh profilů je schematicky zobrazen na Obr. 1 v textu zprávy. Schéma měřených profilů je zobrazeno na Příloha 1.


	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

## 2.2 Použité geofyzikální metody

Geofyzikální metody použité na lokalitě Hrádek a rozsah měření jsou přehledně uvedeny v Tab. 2. Volba metod a jejich použití vychází ze zadání a prováděcího projektu. V další části textu jsou popsány jednotlivé metody tak, jak byly použity na lokalitě Hrádek.

Tab. 2 Předepsané geofyzikální metody a rozsah měření na profilech HRA-02 až HRA-16 a na ploše HRA-01.

profil	metoda	jednotka	projekt	skutečnost	Etapa, související změnový list, poznámka
Plocha HRA-01	PG	bod	2780	2757	E2-3, posun termínu Z5
HRA-02	DOP	bod	1299	1224	E1, zkrácení profilu Z1
HRA-02	DEMP	bod	1299	1228	E1, zkrácení profilu Z1
HRA-02	DPG	bod	375	402	E1, zkrácení profilu Z1
HRA-02	MAG	bod	750	1228	E1, zkrácení profilu Z1, navýšení Z2
HRA-02	MRS	km	12,99	12,322	E1, zkrácení profilu Z1
HRA-03	DOP	bod	807	811	E2
HRA-03	DEMP	bod	807	811	E2
HRA-03	DPG	bod	151	154	E2
HRA-03	MAG	bod	301	321	E2
HRA-04	DOP	bod	713	731	E2
HRA-04	MRS	km	7,12	7,405	E2
HRA-04	DEMP	bod	713	731	E2
HRA-04	DPG	bod	356	366	E2
HRA-05	DOP	bod	414	416	E2
HRA-05	VES	sonda	207	165	E2, krok sond VES po 25 m
HRA-06	DOP	bod	432	438	E2
HRA-06	MAG	bod	432	441	E2
HRA-07	DOP	bod	928	949	E2
HRA-08ABCD	DOP	bod	428	429	E2
HRA-08ABCD	MRS	km	1	1,175	E2
HRA-08ABCD	DPG	bod	51	56	E2
HRA-08ABCD	ERT	km	1	1,035	E2
HRA-09	DOP	bod	101	101	E2
HRA-09	DEMP	bod	101	108	E2
HRA-10	DOP	bod	135	136	E2
HRA-10	DEMP	bod	135	136	E2
HRA-11	DOP	bod	307	318	E1-2, posun termínu Z3
HRA-11	ERT	km	3,07	3,195	E1-2, posun termínu Z4
HRA-11A	DOP	bod	76	85	E3, doplňkový profil Z6
HRA-11A	DEMP	bod	76	91	E3, doplňkový profil Z6
HRA-11A	MAG	bod	76	91	E3, doplňkový profil Z6
HRA-11A	ERT	km	0,75	0,755	E3, doplňkový profil Z6
HRA-12A	DOP	bod	401	401	E3
HRA-12A	DEMP	bod	401	401	E3
HRA-12A	MAG	bod	401	401	E3


 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>			Evidenční označení:	
				<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>	

HRA-12A	ERT	km	1	1	E3
HRA-12A	MXS	km	1	1	E3
HRA-12B	DOP	bod	301	301	E3
HRA-12B	DEMP	bod	301	301	E3
HRA-12B	MAG	bod	301	301	E3
HRA-12B	ERT	km	1	1,05	E3
HRA-12B	MXS	km	1	1	E3
HRA-13	DOP	bod	101	101	E3
HRA-13	DEMP	bod	101	101	E3
HRA-13	MAG	bod	101	101	E3
HRA-13	ERT	km	1	1	E3
HRA-13	DPG	bod	50	51	E3
HRA-14	DOP	bod	71	71	E3
HRA-14	DEMP	bod	71	71	E3
HRA-14	MAG	bod	71	71	E3
HRA-14	ERT	km	0,7	0,7	E3
HRA-15	DOP	bod	381	381	E3
HRA-15	DEMP	bod	381	381	E3
HRA-15	MAG	bod	381	381	E3
HRA-15	ERT	km	1,5	1,515	E3
HRA-16	DOP	bod	251	251	E3
HRA-16	DEMP	bod	251	251	E3
HRA-16	MAG	bod	251	251	E3
HRA-16	ERT	km	1,5	1,515	E3
HRA-16	DPG	bod	50	50	E3
HRA-16	MXS	km	1,5	1,5	E3

### 2.2.1 Detailní profilová gravimetrie (DPG)

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 vyvrěných 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.

Využití DPG na lokalitě Hrádek považujeme za vhodné, proměřeny byly úseky profilů HRA-02, HRA-03, HRA-04, HRA-08, HRA-13 a HRA-16. Celkem bylo proměřeno 1079 gravimetrických bodů. Výběr měřených segmentů na profilech byl proveden podle výsledků předchozích metod

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

(zvláště geoelektrických). Krok měření na profilech byl 20 m. Měření bylo provedeno gravimetrem CG5 a CG6 (SCINTREX). Krok měření byl po 20 m. Gravimetrické body byly zaměřeny pomocí geodetické GPS. V místech s nedokonalým příjmem GPS signálu byla prováděna technická nivelace. Při měření byly využity 3 pomocné opěrné body (-901, -902, new -902 a -903), které byly vyvázány se státní gravimetrickou sítí (body 3358 a 3372). Měření na pomocných opěrných bodech jsou součástí předaných primárních dat. Přehled opěrných bodů je uveden v tabulce Tab. 3. Hodnoty Bouguerovy anomálie byly počítány podle vzorce:

$$\Delta g = g - \gamma_0 + \delta g_F - \delta g_B + T - B$$

kde je:


- $\Delta g$  Bouguerova anomálie
- $g$  měřené tíhové zrychlení v tíhovém systému S-Gr95
- $\gamma_0$  normální tíhové zrychlení referenčního elipsoidu WGS 84
- $\delta g_F$  oprava z volného vzduchu (Fayova redukce)
- $\delta g_B$  oprava na účinek Bouguerovy desky (Bouguerova redukce)
- $T$  topografická korekce (počítaná numerickou integrací modelu povrchu Země do vzdálenosti 166 km od měřeného bodu). Výpočet na lokalitě Hrádek provedl RNDr. Sedlák (Miligal s.r.o.).
- $B$  Boulardův člen (oprava na zakřivení Země)

Tab. 3 Přehled použitých opěrných bodů na lokalitě Hrádek.

označení OB	min X (-JTSK m)	min Y (-JTSK m)	výška (m n.m.)	tíže ( $\mu\text{m/s}^2$ )
-901	-684965,0	-1130807,3	573,13	9808670,86
-902	-681985,7	-1131591,5	614,17	9808573,48
new-902	-681888,6	-1131642,9	613,68	9808574,23
-903	-678481,7	-1132761,9	558,90	9808723,11
-904	-683381,8	-1127603,2	668,57	9808525,67
-905	-686646,4	-1129743,2	621,96	9808610,04
3358				9808984,80
3372				9808666,20

Zjednodušeně lze konstatovat, že BA představuje gravitační potenciál hustotně anomálních těles pod měřeným bodem. Gravimetrické (hustotní) modelování, které jsme použili na vybraných profilech HRA-02 a HRA-03, spočívá v hledání (v optimalizaci) shody mezi naměřenými daty (hodnotami BA) a gravitačním účinkem hustotního (geologicko-strukturálního) modelu. Při modelování jsme použili jednak výsledky detailního měření na profilech a dále také pro vystižení regionální trendu tíhového pole měření plošné PG a na okrajích lokality také data z gravimetrického mapování 1:25 000. Startovací model byl sestaven ve shodě s obecně známou geologickou stavbou daného území, ve shodě s výsledky známých strukturálních vrtů, s výsledky ostatních geofyzikálních měření a s využitím reálných objemových hmotností hornin, které se na lokalitě vyskytují.

Všechna tíhová měření byla provedena s přístrojem CG-5 a CG-6. Oba gravimetry automaticky zavádí do měřených dat opravu na náklon systému, opravu na slapové vlivy

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

Slunce a Měsíce, teplotní odchylky měřicího systému a jeho základní drift (vliv "stárnutí" křemenného vlákna). Při měření byla zvolena síť opěrných bodů, na kterých bylo prováděno opakované měření minimálně 1 x za 2 hodiny. Cílem měření na opěrných bodech je určení residuálního chodu přístroje. Opěrné body byly vzájemně převázané a svázané s body/bodem Státní gravimetrické sítě v okolí lokality se známou hodnotou tíhového zrychlení v systému S-Gr95. Výsledná Bouguerova anomálie tak navazuje na okolní dřívější plošná gravimetrická mapování 1:25 000.

Nezbytnou součástí gravimetrických měření bylo i zaměření gravimetrických bodů včetně výškopisu s chybou do 3 cm. Pro tyto práce byl použit přesný geodetický systém GPSTrimble R8s (volná krajina) a totální stanice ColibriTrimble M3 (zalesněná krajina).


Při zpracování gravimetrických dat byl použit program MS Excel (základní data procesing). Programy MAG (Halíř - základní 2,5 D hustotní modely) a FastGrav.0.9.0 (Windows) byly použity pro konstrukci 2 D či 2,5 D modelů. Grafické výstupy jsou provedeny pomocí programů GRAPHER 12, SURFER 13 a SURFER 15 (Golden Software). Naměřená data tvoří součást datového balíčku, který je součástí závěrečné zprávy. Data byla odevzdána ve dvou variantách. Ve formátech txt nebo xyz (CG-5) a dat (CG-6) jsou předána originální data přímo stažená z gravimetrů. Dále ve formátu xls jsou předány tabulky s legendou (metadaty) k datům originálním a tabulka s procesovanými daty včetně UBA pro redukční objemovou hmotnost 2,67 g/m<sup>3</sup>.

## 2.2.2 Plošná gravimetrie (PG)

Plošná gravimetrie byla měřena na ploše s označením HRA-01. Celkový rozsah je 2757 měřených bodů s tím, že byl zachován pravidelný grid 200 x 200 m s maximální odchylkou 100 m od ideální pozice. Vynecháno bylo pouze 23 bodů v místech větších vodních ploch. Vzhledem k časové náročnosti geodetických prací a pro nepříznivé klimatické podmínky v zimním období 2018 byl termín dokončení terénního měření posunut na 15. 6. 2019 (viz změnový list Z5). Pro dodržení tohoto termínu byla angažována další měřická skupina pracující pod vedením zhotovitele a dva další subdodavatelé, kteří prošli schvalovacím řízením u zadavatele a supervize. Jedná se o firmu Geopartner Ltd. (Polsko) a G-trend s.r.o. (Slovensko). Subdodavatelé byli povinni dodržovat metodiku měření a byli průběžně kontrolováni zhotovitelem. Formou subdodávky bylo změřeno celkem 1000 gravimetrických bodů v západní části lokality.

Měření bylo provedeno gravimetry CG-5 a CG-6 (SCINTREX). Gravimetrické body byly zaměřeny pomocí geodetické GPS. V místech s nedokonalým příjmem GPS signálu byla prováděna technická nivelace. Při měření bylo využito 6 pomocných opěrných bodů (-901, -902, new-902, -903, -904 a -905), které byly svázané se státní gravimetrickou sítí. Na opěrných bodech bylo měřeno minimálně každé 3 hodiny.

Metodika měření a zpracování dat (výpočet UBA) je obdobná jako u profilové gravimetrie DPG. Podle výsledné tíhové mapy, která je zobrazena na Příloha 2, lze soudit na tvar granitové intruze, lokalizovat porušené zóny, litologické hranice a za příznivých okolností jejich pravděpodobnou orientaci do hloubky. Výsledky plošné gravimetrie byly využity i pro sestavení gravimetrického modelu na profilu HRA-02 a HRA-03.

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

### 2.2.3 Dipólové elektromagnetické profilování (DEMP)

Metoda pracuje na principu indukce primárního elektromagnetického pole v geologickém prostředí. Míra indukce je funkcí vodivosti zkoumaného prostředí. Lze tak zkoumat charakter pokryvu a mapovat vodivé struktury, bloky pevných hornin. Použita byla multifrekvenční aparatura GEM-2 s frekvencemi 6525 Hz, 13025 Hz, 27025 Hz a 47025 Hz. Tomu odpovídá řádově hloubkový dosah v rozmezí od prvních desítek do jednotek metrů podle odporu prostředí. Měřeno bylo spojitě s hustotou cca 4 měření na 1 m profilu. Trasa profilu byla synchronně registrována pomocí GPS. Měřeným parametrem jsou složky proudového pole  $I$  a  $Q$ , které lze interpretovat samostatně (tj. detekovat úzké vodivé polohy) nebo lze použít přepočtení na zdánlivé měrné odpory prostředí a orientačně také na magnetickou susceptibilitu zkoumaných hornin. Přístroj obsluhuje jeden operátor, který nese lehkou konstrukci dlouhou 185 cm. V uzavřeném pouzdře je vysílací i přijímací anténa.

Na lokalitě Hrádek bylo změřeno celkem 4611 jednotek (tj. 46110 m profilů). Úpravy měřených dat byly provedeny pomocí programu WinGEM2 a DIKINS Analyzer, grafy byly konstruovány s využitím programu SURFER. Na přílohách jsou zobrazeny profilové křivky parametru  $Q$  pro vybrané pracovní frekvence. Naměřená data byla předána ve formě tabulky xls, kde jsou měřené parametry a pozice měření.

### 2.2.4 Dipólové odporové profilování (DOP)


Dipólové odporové profilování (DOP) je klasickou geofyzikální metodou využívající zdroj stejnosměrného napětí pro studium především subvertikálních geologických struktur typu tektonických poruch, puklinových zón, zrudnění apod. Při měření se používají dvě elektrody potenční a dvě proudové. Dvojice proudových a dvojice potenčních elektrod jsou sblížené. Na lokalitě Hrádek bylo měření provedeno s následující geometrií:

A 20m B 80m M 20m N  
M 20m N 80m A 20m B

Hloubkový dosah takového měření lze podle odporů horninového prostředí očekávat až kolem 50 (100) m, krok měření byl po 10 m. Metoda byla měřena na všech vytyčených profilech. Celkem bylo proměřeno 7144 bodů (tj. 71440 m profilů). Pro měření byly použity aparatury GEOTER I, II, GEVY a MIMI. Výpočet odporů byl proveden pomocí programu EXCEL, graf byl konstruován s využitím programu SURFER. Výstupem jsou profilové křivky (grafy) odporů pro obě větve. Hodnoceny byly typické průřezy větví AB-MN a MN-AB, které odpovídají projevu tenkého vertikálního vodiče. Pro úplnost jsou na přílohách vyznačeny také příznaky lokálních nevodičů. Naměřená data byla odevzdána ve formě tabulky xls, kde je uvedena metráž měřeného profilu, naměřená data napětí (MN a proud AB) a vypočtený zdánlivý měrný odpor. Data byla také použita pro sestavení odporové mapy lokality (bodová mapa odporů na Příloha 24), kde byl pro danou metráž použit průměr obou variant uspořádání.

### 2.2.5 Vertikální elektrické sondování (VES)

Vertikální elektrické sondování VES obdobně jako metoda DOP využívá stejnosměrný zdroj napětí, ale v tomto případě zkoumá horizontální zvrstvení geologického prostředí (vrstvy). Při sondování je dosahováno postupně se zvětšujícího hloubkového dosahu tím, že se zvětšují rozestupy proudových elektrod AB. Potenciálové elektrody MN zůstávají namístě ve středu uspořádání.

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

V případě lokality Hrádek byla metoda použita na profilu HRA-05. Měření bylo provedeno s aparaturou ARES II českého výrobce GF Instruments. Celkem bylo změřeno celkem 165 sond VES. Maximální rozestup proudových elektrod byl zvolen na 100 m, což odpovídá hloubkovému dosahu do cca 25 m. Původně byl plánován krok sond cca po 20 m, nakonec bylo měřeno s krokem v průměru po cca 25 m. Důvodem bylo, že měření probíhalo v blízkosti komunikace a zastavěného území (ploty, cesty, pastviny). Bylo proto třeba některé sondy posouvat a měnit směr proudových elektrod. Na základě změny měrného odporu hornin s hloubkou lze lépe určit charakter jednotlivých poruch (tenkých vodič, zvlhčená mísa, široká puklinová zóna) a změny litologie.

Výsledky měření jsou prezentovány graficky v podobě řezu zdánlivých měrných odporů (izoohmický řez) s přepočtem odporů na hloubku odpovídající 1/4 vzdálenosti proudových elektrod AB. Pro zpracování naměřených dat byl využit program Excel a interpretační program IP2win. Naměřená data jsou předána ve formě tabulky xls.

### 2.2.6 Multielektrodová metoda (ERT)


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. V našem případě bylo použito uspořádání Schlumbergerovo, kde hloubkový dosah odpovídá cca 1/4 až 1/5 délky maximální vzdálenosti proudových elektrod. Specifikem měření metodou ERT je to, že maximální hloubkový dosah o velikosti 1/4 až 1/5 délky profilu je dosažen v centru profilu a směrem k jeho okrajům klesá. Metoda ERT je určena pro lokalizaci vertikálně a horizontálně orientovaných nehomogenit (poruch, poruchových zón, litologických změn atd.).

Celkem bylo na lokalitě Hrádek změřeno 11,7 km profilů. Terénní měření bylo provedeno aparaturou ARES II s využitím speciálních multielektrodových kabelů českého výrobce GF Instruments. Vzdálenost elektrod od sebe byla po 5 m. Při měření byla použita kombinace uspořádání elektrod ve variantě Wenner-Schlumberger. Délka uspořádání L (maximální vzdálenost proudových elektrod AB) byla zvolena na 315 až 515 m, což umožnilo hloubkový dosah odporového řezu cca 60 až 100 m.

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



 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

horninového prostředí v mezích principů ekvivalence. Jedná se o program Res2Dinv (Loke M. H. 2002). Výsledky měření jsou prezentovány graficky v podobě 2D odporových řezů. V řezech jsou zakresleny osy lokálních subvertikálních zón poklesu odporů, které jsou často obrazem rozpukání a zvodnění. Pro účely archivace byla data předána ve formátu 2dm a dat (originální naměřená data) a připojena je tabulka xls s metadaty.

### 2.2.7 Magnetometrie (MAG)


Magnetometrie je geofyzikální metoda založená 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, způsob 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 byly určeny na základě opakovaných měření na vybraných opěrných bodech.

Na lokalitě Hrádek byl použit protonový magnetometr PMG-2. Měřeno bylo s krokem po 10 m. Měřena byla velikost vektoru totálního magnetického pole  $T$ . Díky použití dvou měřících sond byl měřen také vertikální gradient  $T$ . Sondy byly umístěny ve výšce 0,5 a 2 m nad povrchem. Celkem bylo změřeno 3587 bodů (tj. 35870 m profilů). Výsledky magnetometrie jsou prezentovány ve formě profilových křivek  $T$  a  $\Delta T$ , které slouží především pro lokalizaci křemenných žil se zrudněním a pro ověření litologických hranic. Zpracování naměřených dat bylo provedeno pomocí programu Excel a Surfer. Data jsou archivována ve formátu xls.

### 2.2.8 Mělká refrakční seismika (MRS)

Mělká refrakční seismika (MRS) využívá uměle buzených seismických vln (např. pomocí kladiva), které prochází geologickým prostředím a sbírají informace o strukturách v něm se nacházejícím. 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. Metoda MRS slouží hlavně pro popis reliéfu "neporušeného" skalního podloží a posouzení míry jeho narušení. Limitem metody je proměnný a omezený hloubkový dosah měření podle průběhu refrakčních rozhraní.

Na lokalitě Hrádek bylo proměřeno celkem 24,402 km profilů. Při měření byla použita seismická aparatura Terraloc Mk-6 ve variantě se 48 seismickými kanály. Vzdálenost geofonů od sebe byla po 5 m, tj. byly měřeny úseky (layouty) s délkou 235 m. Pro buzení seismických

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>


rozcuchů bylo vzhledem k obtížné přístupnosti terénu na profilech použito seismické kladivo s hmotností 5 až 8 kg. Pro zlepšení kvality záznamů bylo měřeno s opakovaným dynamickým impulzem (dopadem kladiva) na jednom místě bodu vzruchu (tzv. stackování). Při měření jednoho layoutu bylo změřeno nejméně 13 míst bodů vzruchu (30 a 10 m před 1. geofonem, dále u každého 6. geofonu, 30 a 10 m za 48 geofonem).

Při vyhodnocení seismických záznamů byl vyžit seismický software Reflex W, který umožňuje i aplikaci ofsetových (bočních) seismických rozruchů. Výsledné rychlostní řezy jsou na přílohách zobrazeny pomocí softwaru Surfer (extender \*.srf). V řezech je tečkovanou linií zachycen průběh refrakčního rozhraní a jsou vyznačeny subvertikální zóny snížených rychlostí. Ty mohou být příznakem rozpuštění nebo tektonického porušení. Seismické rychlosti jsou vyjádřeny ve formě izoliní. Naměřená data byla předána ve formátu sg2 (originální seismické záznamy) doplněné tabulkou xls s metadaty. Cílem použití metody bylo určení průběhu refrakčního rozhraní představovaného povrchem pevného granitového masivu a vyhledání porušených zón. Za příznivých okolností bylo snahou určit jejich pravděpodobnou orientaci do hloubky.

### 2.2.9 Reflexní seismika (RXS)

Reflexní seismika je založena na odrazu uměle buzeného elastického signálu od geologických struktur pod měřeným profilem. K odrazu dochází tam, kde je výrazná změna vlnového odporu prostředí. Díky záznamu vlnového pole pod profilem lze interpretovat nehomogenitu prostředí, litologické změny a významné tektonické poruchy. Výhodou metody je značný hloubkový dosah (stovky až tisíce m). Ten závisí na složitosti daného prostředí a jeho vlastnostech a také na energii, kterou použijeme k buzení seismického signálu.

Na lokalitě Hrádek bylo měření RXS použito ve 3. etapě na profilech HRA-12A, HRA-12B a HRA-16. Celkem bylo proměřeno 3,5 km profilů. Měření bylo koncipováno tak, že layout byl proměřen komplexem obou seismických metod RXS a MRS. Pro kombinaci obou metod se vžila zkratka MXS. Výhodou bylo, že se omezil a zkrátil pohyb pracovníků na lokalitě. To se ukázalo vzhledem k protestům obyvatelstva jako zásadní přínos pro úspěšné zakončení projektu. Při měření byla použita seismická aparatura Terraloc Mk-6 ve variantě se 48 seismickými kanály. Vzdálenost geofonů od sebe byla po 5 m, tj. byly měřeny úseky (layouty) s délkou 235 m. Pro buzení seismických rozruchů byla vzhledem k obtížné přístupnosti terénu na profilech použita seismická kladiva s hmotností 5 až 8 kg. Pro zlepšení kvality záznamů bylo měřeno s opakovaným dynamickým impulzem (dopadem kladiva) na jednom místě odpalu (tzv. stackování). Místo vzruchu bylo mezi všemi geofony. Data byla v aparatuře ukládána tak, že při zpracování bylo možné použít rolování s 6-ti násobným překryvem. Seismické reflexní řezy byly sestaveny s pomocí programu Reflex W. Výsledné reflexní řezy jsou na přílohách zobrazeny pomocí softwaru Surfer (extender \*.srf). V řezech jsou zvláště interpretovaná rozhraní, která ukazují na vnitřní strukturu granitového masivu. Vznik rozhraní je ovlivněn geomechanickým narušením masivu (tektonické poruchy, zvětrání apod.), a také pravděpodobně i napjatostním stavem prostředí a litologickými změnami. Naměřená data byla předána ve formátu sg2 (originální seismické záznamy) doplněné tabulkou xls s metadaty. Cílem použití metody bylo určení homogenity granitového masivu případně pro mapování reliktů pláště plutonu. Interpretovány byly také příznaky subvertikálních poruch horninového masivu.

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SURAO TZ 435/2019</b>

## 2.3 Průběh prací


Průběh prací v rámci úkolu Ověření geologické stavby lokality HRÁDEK geofyzikálními metodami byl členěn do 3 etap. Zjednodušeně lze konstatovat, že cílem 1. etapy bylo především proměření regionálního profilu HRA-02, který sloužil pro ověření přínosu jednotlivých geofyzikálních metod a pro základní popis lokality. V rámci 2. etapy byly měřeny profily v místech, kde podle dříve provedených výzkumných prací bylo potřeba doplnit a zpřesnit informace o geologické stavbě. 3. etapa potom sloužila k "zahuštění" informací v místech se složitou geologickou stavbou nebo v oblastech, která se z hlediska sledovaného cíle (tj. nalezení homogenního, málo porušeného bloku) jeví nadějně. První dvě etapy byly definovány co do rozsahu a lokalizace profilů i metodiky měření v zadání úkolu a v prováděcím projektu. Třetí etapa byla projektována po vyhodnocení etap předešlých ve spolupráci zadavatele, supervize a zhotovitele. Předběžné výsledky měření byly pravidelně prezentovány na kontrolních dnech projektu a také na interpretačních schůzkách s odpovědnými geology ČGS. Na základě těchto prezentací a konzultací byl průběh prací v detailu modifikován. Etapy jsou definovány následujícím způsobem:

1. Etapa - 9/2017 až 3/2018, profily HRA-02 a HRA-11
2. Etapa - 3/2018 až 3/2019, profily HRA-03, HRA-04, HRA-05, HRA-06, HRA-07, HRA-08A, HRA-08B, HRA-08C, HRA-08D, HRA-09, HRA-10 a plocha HRA-01
3. Etapa - 3/2019 až 12/2019, profily HRA-11A, HRA-12A, HRA-12B, HRA-13, HRA-14, HRA-15, HRA-16

**Práce na 1. etapě projektu** byly zahájeny po podpisu smlouvy v termínu 09/2017. Nejprve došlo k rekognoscaci profilů ve spolupráci s geology ČGS a ke kontaktu se zástupci samosprávy (se starosty) dotčených obcí a měst. Ti byli informováni o záměru provádět geofyzikální měření a byli požádáni o zveřejnění informačního dopisu pro obyvatelstvo. V dopisu byli občané (majitelé dotčených pozemků) vyzváni, aby nás v případě zájmu nebo případných konfliktů kontaktovali. Dále byli informováni zástupci největších správců a uživatelů zemědělské půdy a lesů o plánovaných výzkumných pracích a byly domluveny podmínky pro vstup na pozemky. Výjimkou byl dominantní vlastník lesních porostů v centrální části profilu HRA-02 a HRA-11 (Arcibiskupství pražské), kde vyjednávání o podmínkách vstupu (řešeno zodpovědnými zaměstnanci SÚRAO), pokračovala až do začátku ledna 2018. Souhlas se vstupy na pozemky ve vlastnictví Arcibiskupství pražského byl vydán za podmínky, že SÚRAO zaeviduje požadavek Arcibiskupství ve smyslu: pokud budou v budoucnu pozemky ve vlastnictví Arcibiskupství pražského vyhodnoceny jako vhodné pro umístění hlubinného úložiště radioaktivního odpadu, bude Arcibiskupství vyžadovat nikoli vyvlastnění za náhradu, ale poskytnutí jiných lesních pozemků ve vlastnictví státu v odpovídající hodnotě a rozloze. Tento požadavek SÚRAO dne 8.1.2018 vzala na vědomí a uložila do spisové služby pod č.j. SURAO-2018-0097. Zároveň bude tento požadavek přiložen k podkladovým dokumentům pro hodnocení lokalit.

V termínu 11/2017 bylo zahájeno vytyčování profilů. Při vedení profilů, dle zásad geologických i výše uvedených obecných, bylo postupně projednáno a přijato několik změn vůči zadání a prováděcímu projektu (Beneš et al. 2017). V průběhu řešení projektu byly vytvořeny tzv. Změnové listy pro písemnou evidenci všech odsouhlasených změn. Jedná se především o změnu délky a průběhu profilu HRA-02 formou změnového listu Z1.

Vlastní geofyzikální měření bylo zahájeno v termínu 11/2017. Nejprve byla proměřena západní polovina profilu HRA-02 pomocí "lehkých" metod. To jsou metody DEMP, MAG a DOP. Práce

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

ve východní polovině profilu HRA-02 a na profilu HRA-11 byly blokovány pokračujícím vyjednáváním o podmínkách vstupu na pozemky s Arcibiskupstvím pražským. V období 12/2017 bylo zahájeno měření západní části profilu HRA\_02 pomocí metody MRS a DPG. V období od 01/2018 (po domluvě s Arcibiskupstvím pražským) do konce 1. etapy (03/2018) se intenzivně pracovalo na zbytku profilu HRA-02 a na profilu HRA-11 pomocí všech metod. U metody MAG bylo formou změnového listu Z2 navrženo proměření celého profilu HRA-02. Ukázalo se totiž, že magnetometrie dobře vystihuje rozsah centrálního žulového masivu Čeříнку.

V období od poloviny února do poloviny března 2018 na lokalitě panovaly výrazné mrazy, které znemožnily provádět geoelektrická měření v dostatečné kvalitě. Z tohoto důvodu bylo pomocí změnových listů Z3 a Z4 zažádáno o termínový přesun doměření profilu HRA-11 pomocí metody ERT a DOP na pozdější termín (předpoklad byl duben 2018). Všem návrhům ve zmíněných změnových listech bylo vyhověno.

Předběžné výsledky prováděných měření byly prezentovány na kontrolních dnech projektu a také na schůzkách s geology ČGS. Ti naše předběžné výsledky používali během geologického mapování na lokalitě (Mixa et al. 2019c).

**Práce na 2. etapě projektu** byly zahájeny v termínu 03/2018 po skončení 1. etapy. Nejprve došlo k rekonoskaci profilů ve spolupráci s geology ČGS a místy, kde bylo potřeba ke kontaktu se zástupci samosprávy (se starosty) dotčených obcí a měst. Ti byli informováni o záměru pokračovat v provádění geofyzikálních měření v rámci výzkumu lokality.


V termínu 03/2018 bylo zahájeno vytyčování profilů. Při vedení profilů nebyly provedeny žádné zásadní změny, které by dle projektu vyžadovaly přijetí změnového listu. Všechny lokální odchylky v průběhu profilů byly projednány s odpovědným geologem ČGS.

Vlastní geofyzikální měření bylo zahájeno na přelomu 03/04 2018. Nejprve byl doměřen profil HRA-11 z 1. etapy projektu dle změnových listů Z3 a Z4. Naměřená data byla obratem zpracována a výsledky byly předány odpovědnému geologovi ČGS tak, aby mohly být využity pro navazující geologické práce. V rámci 2. etapy byla nejprve proměřena skupina profilů HRA-07, HRA-08A-D, HRA-09 a HRA-10 pomocí "lehkých" metod DOP, DEMP, MAG. Po jejich vyhodnocení byly navrženy úseky pro náročnější metody (MRS, ERT a DPG). Na profilech HRA-08A-D bylo po konzultaci s geology rozhodnuto, že metody MRS a DPG budou měřeny na profilu HRA-08B (místo plánovaného HRA-08C). Důvodem byl fakt, že obě tyto metody byly měřeny i na profilu HRA-02, který je v těsné blízkosti původně plánovaného profilu HRA-08C. Metoda ERT byla přesunuta na profil HRA-08D, kde byly mapovány nejvýraznější vodivé poruchy dle DOP.

Geofyzikální měření na profilech HRA-03, HRA-04, HRA-05 a HRA-06 bylo prováděno průběžně od 05/2018. Profily byly vytyčovány a měřeny po částech tak, jak dovolily zemědělské práce. Opět byly nejdříve měřeny "lehké" metody DOP, DEMP a MAG. Na základě jejich předběžné interpretace byly navrženy a postupně měřeny další náročnější metody MRS, VES a DPG. Všechna profilová měření byla dokončena v období 11/2018.

Interpretace naměřených dat probíhala průběžně. Výsledky měření byly prezentovány na kontrolních dnech projektu a byly předávány odpovědnému geologovi ČGS tak, aby byly využity v paralelně běžícím geologickém mapování a dalších geologických pracích.

V termínu od 05/2018 probíhalo na lokalitě také měření plošné gravimetrie na ploše HRA-01. Práce byly limitovány v letním období nutnou součinností se zemědělci. V lesních úsecích, kterých je na lokalitě cca 35% celkové rozlohy, byly práce výrazně zpomaleny nutností

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>


používat "klasické" optické metody pro zaměření výšek bodů. V období od 12/2018 do 02/2019 byly na lokalitě obtížné klimatické podmínky a lokalita byly pokryta vrstvou sněhu o výšce přes 30 cm. Z výše uvedených důvodů jsme požádali o prodloužení termínu pro dokončení terénních prací pro plošnou gravimetrii formou změnového listu Z5. Nakonec bylo odsouhlaseno prodloužení termínu do 15. 6. 2019. Abychom splnili tento termín, zajistili jsme posílení naší gravimetrické skupiny o další přístroje i zkušené operátory formou subdodávky. Subdodavatelé (firma GEOPARTNER Ltd. a G-TREND s.r.o.) byli v rámci projektu schválení v termínu 03/2019.

**Práce 3. etapy** byly zahájeny v termínu 03/2019. Zástupci samosprávy byli upozorněni na pokračující geofyzikální výzkum lokality. Situace profilů a metodika měření byla stanovena na základě hodnocení 1. a 2. etapy ve spolupráci odpovědných geologů supervize, zadavatele a zhotovitele. 3. etapa měla 2 fáze. Nejprve bylo definováno měření na profilech HRA-12A, HRA-13, HRA-14 a HRA-15 (Mixa et al. 2019a) a ihned v termínu 03/2019 byly zahájeny terénní práce. Profily byly nejdříve proměřeny "lehkými" metodami DOP, DEMP a MAG. Na základě jejich předběžného hodnocení byly vybrány úseky pro detailní metody ERT a kombinovanou seismiku MXS, případně pro DPG. Po schválení rozsahu a umístění detailních metod na profilech probíhalo jejich měření návazně a bezodkladně.

Současně probíhalo doměření plošné gravimetrie PG dle změnového listu Z5. V období 03 až 06/2019 se na měření podílely až 4 gravimetrické a 4 geodetické skupiny. Práce probíhaly bez výraznějších potíží ve spolupráci s majiteli pozemků, obcemi, zemědělci a lesníky. Výjimkou byla oblast kolem vodní nádrže VN Hubenov, která je významným vodním zdrojem pro Jihlavu a okolí. Pro vstup do ochranného pásma VN jsme museli žádat Povodí Moravy. Povolení jsme obdrželi 25.3. 2019. Terénní práce v rámci PG byly ukončeny na začátku 06/2019.

Druhá fáze 3. etapy projektu zahrnovala měření na profilech HRA-12B, HRA-16 (Mixa et al. 2019b) a nakonec profilu HRA-11A (dle změnového listu Z6). Měření probíhalo obdobně jako u fáze první. Nejprve byly měřeny metody DOP, DEMP a MAG, následně byly vybrány segmenty a bylo provedeno měření metodami ERT, případně také MXS a DPG. Terénní měření 2. fáze 3. etapy probíhalo v období 05 až 09/2019. Všechny terénní práce byly ukončeny do 24. 9. 2019, kdy proběhlo poslední měření metodou ERT na profilu HRA-11A.

Je třeba zmínit, že ke konci 2. etapy a v průběhu etapy 3. se na lokalitě obecně měnila nálada místních obyvatel. Množily se případy, kdy majitelé pozemků zakazovali provádění měření a obecně byl cítit negativní postoj k našim aktivitám. Všechny spory se však nakonec podařilo řešit vysvětlením situace a domluvou s majiteli.

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

### 3 Výsledky geofyzikálních měření

V kapitole 3 jsou shrnuty výsledky všech provedených měření. Komentář se vztahuje vždy ke konkrétnímu profilu. Výsledky měření jsou dokumentovány na grafických přílohách, jejich seznam je uveden na začátku zprávy. Přílohy obsahují geologickou mapku s vyznačeným průběhem profilů a dále grafy, mapy a řezy měřených geofyzikálních parametrů. Metráže profilů odpovídají skutečné vytyčené délce profilu, souřadnice koncových a lomových bodů profilů jsou v tabulce pod geologickou mapkou. Souřadnice zaměřených bodů profilů pomocí GPS jsou součástí datového balíčku zprávy. Ve spodní části přílohy je schematizovaný interpretační řez. Ten je výsledkem interpretace geofyzikálních měření a byl konzultován s odpovědnými geology ČGS. V následujícím textu a v přílohách se místy odkazujeme na známé geologické struktury (poruchy), které jsou převzaty z podkladů Franěk et al. (2018) a Mixa et al. (2019c). V textu je taková struktura označena kódem ID a daným číslem.

Interpretované poruchy a další geologické jevy (geofyzikální anomálie) jsou přehledně uvedeny v interpretační tabulce Tab. 4 na konci zprávy. V případě puklinových zón nebo tektonických poruch, které lokalizací zhruba odpovídají vymapovaným poruchám dle geologického mapování, je v Tab. 4 uveden kód ID a číslo poruchy.

V kapitole 3, která popisuje výsledky geofyzikálních měření pro jednotlivé profily, jsou využity části textu ze Zadávací dokumentace (2017) a z etapových zpráv projektu, viz Beneš et al. (2018) a Beneš et al. (2019). Ze zadávací dokumentace jsou převzaty pasáže popisující geologické předpoklady a cíle výzkumu na profilech, z etapových zpráv některé pasáže popisující výsledky měření.

#### 3.1 Plocha HRA-01, Příloha 2


##### 3.1.1 Geologické předpoklady

Plocha HRA-01 zahrnuje celou zkoumanou oblast lokality Hrádek. Má rozlohu cca 112 km<sup>2</sup> a byla proměřena gravimetrickou metodou s krokem cca 200 x 200 m. Měření PG zahrnovalo 2. a částečně i 3. etapu projektu (viz změnový list Z5). Celkem bylo změřeno 2757 gravimetrických bodů. Cílem plošného gravimetrického měření bylo ověřit zapadání a tvar intruze granitů masivu Čerínku a okolních typů granitů (Mrákotín, Bílý kámen, Boršov) a kontakt a jeho sklon s horninami moldanubika. Dále mělo plošné měření ověřit hlavní zlomová pásma protínající masiv Čerínku, okolní granity a moldanubické metamorfity. Jedná se především o zlomy orientace SZ-JV, SSV-JJZ a SV-JZ.

##### 3.1.2 Interpretace geofyzikálních dat

Naměřená gravimetrická data byla zpracována standardním způsobem na hodnoty úplné Bouguerovy anomálie UBA. Výsledky jsou prezentovány na mapě izolinií UBA na Příloha 2. Do výsledného gridu byly zahrnuty všechny měřené body na lokalitě včetně měření profilových DPG.

Na mapě je zřetelně vidět centrální minimum BA, které je projevem intruze granitů. Podle charakteru gravimetrické anomálie má intruze mírně oválný tvar s podélnou osou ve směru SSV-JJZ. Amplituda anomálie dosahuje hodnoty -362  $\mu\text{m/s}^2$  (tj. -36,2  $\mu\text{Gal}$ ). Vlastní "oko" anomálie je projevem nejmladší fáze intruze (granity typ Čerínek). Tento typ žuly má nejmenší

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>


objemovou hmotnost. Lze očekávat hluboké kořeny intruze. Výraznější gradient má UBA na východě území, což je patrně projevem větší mocnosti krystalinického pláště granitů. Na západě je gradient méně výrazný, mocnost pláště bude menší a lze očekávat výskyt odmrsků a ostrovů žuly. Na severu a jihu je gradient UBA nejméně výrazný. To je projevem častého výskytu ostrovů granitů a menší mocnosti pláště.

V mapě lze vidět dva typy informací/anomálií. Generelní průběh UBA vystihuje celkový tvar intruze granitů. V místě největšího gradientu, který je zvýrazněn černou čárkovanou linií, lze očekávat skokové zanoření lehkých granitů do hloubky. Dále jsou v mapě modrými liniemi zobrazeny osy lokálních minim (residuálních anomálií), která ukazují na větší míru rozpukání, a tedy možný průběh výrazných tektonických poruch. Některé z těchto anomálií dobře vystihují průběh známých poruch (např. poruchy ID 12, ID 101, ID 179, ID 99, ID 144, ID 148, ID 42, ID 62, ID 185). Residuální anomálie je zobrazena samostatně na Příloha 27. Byla vypočtena jako rozdíl naměřených dat a plošně vyhlazených dat. Interpretace významu a průběhu některých residuálních anomálií bude jistě předmětem dalších etap geologických prací na lokalitě. Zajímavá je zvláště anomálie při východní hranici území, která probíhá ve směru cca S-J přes celou měřenou plochu. Na jižním konci se tato anomálie zhruba shoduje s poruchou ID 185.

Výsledky PG sloužily jako základ gravimetrických modelů pro vybrané profily HRA-02 a HRA-03. Profil HRA-02 charakterizuje pluton ve směru cca V-Z, profil HRA-03 ve směru S-J. Modely kombinují všechny typy gravimetrických dat, tj. měřené úseky DPG, plošné měření PG a "historická" regionální data z okolí lokality. Modely jsou součástí příloh pro dané profily (Příloha 3 pro profil HRA-02, Příloha 4 pro profil HRA-03), kde je zobrazena svrchní část modelů (cca do hloubky 500 m) se zaměřením na identifikaci tektonického porušení. Jejich popis je uveden v kapitolách pro uvedené profily.

Kompletní modely do hloubky cca 4 km jsou zobrazeny na Příloha 25 (HRA-02) a Příloha 26 (HRA-03). Dle modelování se jeví, že západní hranice granitů je relativně strmá, zapadá pod úhlem cca 70° směrem na západ kolem metráže 3900 profilu HRA-02. Vyskytují se zde však četné odmrsky, a to zvláště od metráže 3200. Zdá se, že plášť granitů má mocnost cca 2800 m. Ve větších hloubkách převládá opět granit. Na západním okraji intruze je hranice při povrchu pozvolná, zapadá k západu pod úhlem cca 45° na metrži cca 10400 profilu HRA-02. Od metráže cca 12400 se jeví, že granity začínají zapadat strmě pod úhlem cca 80° do hloubky více než 4 km. Na severu měřené oblasti nelze dle gravimetrie jednoznačně určit hranici zanoření granitů. Typ Čeřínek patrně končí od metráže cca 5800 HRA-03, dále převládají okolní "starší" granity a šupiny krystalinických hornin (ty zvláště od metráže 7400). Jižní hranice granitů je pozvolná, zapadá pod úhlem cca 40°. Typ Čeřínek se vyskytuje od metráže cca 1800, okolní granity se "zanořují" pod plášť od metráže cca 1000.

Celková mocnost granitu v centrální části intruze je značná, dle modelování může dosahovat kolem 20 km. Objemové hmotnosti nejmladší intruze (masiv Čeřínek) mají překvapivě nízké objemové hmotnosti v intervalu 2610 až 2640 kg/m<sup>3</sup>. Okolní granity mají objemovou hmotnost od 2630 do 2660 kg/m<sup>3</sup>. Krystalinické horniny pláště vykazují objemové hmotnosti kolem 2670 kg/m<sup>3</sup>. V plášti jsou místy tělesa s hmotností přes 2700 kg/m<sup>3</sup>. Jedná se hlavně o amfibolity a pararuly.

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

## 3.2 Profil HRA-02, Příloha 3

### 3.2.1 Geologické předpoklady

Profil HRA-02 má směr ZSZ-VJV. Jedná se o páteřní profil v délce cca 13 km, který byl měřen v rámci 1. etapy. Výsledky slouží pro ověření hranic granitových intruzí a sklonu hranice granit/moldanubikum, dále pro ověření zlomů směru S-J a SV-JZ s pramennými liniemi a výraznou křemennou výplní. V západní části masivu Čeříнку měly být ověřeny žíly s polymetalickou a Ag mineralizací dobývané od středověku. Měřeno bylo metodami DOP, DEMP, MAG, MRS a DPG. Výsledky měření ve formě výsledných křivek a řezů jsou vykresleny na Příloha 3.


### 3.2.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Hodnoty odporů v rámci profilu výrazně kolísají od cca 100 do 4000 ohmm. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 20 příznaků tenkých vodičů a 7 širších vodivých zón. Přehled anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Dále lze konstatovat, že žulový masiv Čeříнку se projevuje zvýšenými odpory (mimo vodivé polohy) kolem 2000 a 5000 ohmm. Jedná se o úsek lokálních metrází 3900 až 10400. Okolní metamorfity (migmatity) mají odpory vesměs kolem 500 až 2500 ohmm.

Výsledky **metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Celkem interpretujeme 15 výrazných vodivých zón a 12 méně intenzivních vodivých anomálií. Vodiče se generelně dobře shodují s výsledky metody DOP. Centrální žulový masiv Čeřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích od metráže cca 4100 do 10300. I v této oblasti jsou však lokální vodivé zóny (poruchy). Přehled anomálií je uveden v interpretační tabulce.

**Metoda MAG** je zpracována ve formě grafů vertikálního gradientu velikosti vektoru  $\Delta T$  (zelená křivka) a velikosti vektoru T (totálního magnetického pole - modrá). Z hlediska geologické interpretace podává cennější informace graf T (graf  $\Delta T$  je značně ovlivněn charakterem pokryvu - pole, pastviny, paseky, lesy). Z naměřených dat byly vyloučeny některé bodové anomálie, které jsou způsobeny výskytem železných objektů v blízkosti profilu. Průběh magnetického pole na profilu HRA-02 lze rozdělit na tři generelní úseky. Úsek 0 až 4100 odpovídá metamorfovaným horninám. Magnetické pole je rozkolísané. Vyskytují se 2 výraznější anomálie (kolem metráže 600 a 1400), které jsou pravděpodobně projevem těles serpentinitů. Vyskytují se i drobnější anomálie (např. kolem metráže 100, 900, 1600, 2050, 2450), které mohou mít souvislost s výskytem žil s rudními minerály. V úseku 4100 až 10300 je magnetické pole zcela bez anomálií. Jedná se o projev magneticky homogenních granitů. Žádné lokální anomálie v západní části masivu, které by odpovídaly projevu zrudněných žil, jsme nezaznamenali. Výjimkou je anomálie kolem metráže 7100, která však leží v zástavbě chatové oblasti a může být antropogenního původu. Nelze však vyloučit ani možnost výskytu magnetických minerálů v místě výrazné tektonické poruchy (porucha ID 99 a ID 129), která zde probíhá. Podobnou příčinu může mít i drobná anomálie na metráž 9790. Poslední úsek



 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

10300 až 12280 vykazuje magnetické pole mírně rozkolísané. To odpovídá opět metamorfovaným horninám. Drobná anomálie kolem metráže 10800 může mít souvislost s reliktem ?krystalických vápenců? (dle mapových aplikací ČGS, geologická mapa 1:50000, verze 1B.2).


**Metoda DPG** byla zpracována do úrovně UBA. Při zpracování byly použity programy EXCEL, GRAVI a MAG. Prezentovány jsou dva grafy. Horní graf (modro-červená křivka) ukazuje naměřené hodnoty BA a vystihuje celkovou geologickou stavbu lokality. Vidíme, že tíhové pole na lokalitě má charakter výrazného regionálního minima se středem kolem metráže 6500. Toto regionální minimum je projevem žulové intruze (tj. lehčích hmot) do obalu z krystalinických hornin (tj. těžších hmot). Naměřená data byla využita pro sestavení gravimetrického modelu (viz výše HRA-01 a také na Příloha 25). Druhý graf (modro-zelená křivka) představuje residuální UBA. Ta byla vypočtena proložením regionálního trendu měřenými daty pomocí polynomické regrese a jeho následným odečtením z původních dat. Výhodou residuální anomálie UBA je, že lépe ukazuje výskyt hustotních nehomogenit blízko povrchu. V našem případě lokální minima residuální UBA ukazují výskyt zón zvýšené puklinatosti nebo hlubšího zvětrání. Tyto anomálie se vesměs shodují s anomáliemi geoelektrickými a seismickými. Celkem bylo na proměřených částech profilu HRA-02 identifikováno 16 anomálií. Jejich přehled je uveden v interpretační tabulce. Dále je na Příloha 3 zobrazen hustotní model do hloubky cca 500 m a jeho vypočtený gravitační účinek. Ukazuje se, že lokální (residuální) anomálie dobře vystihují výskyt poruch a rozpukání horninového masivu. Nejvýraznější poruchy se vyskytují na metráži 2600 (zvýšená mocnost pokryvu?), 4850 (výrazná porucha ID 179), 5680 (výrazná porucha - možná ID 77), 7000 až 7200 (výrazné poruchy ID 99 a ID 129) a metráž 10400 (východní omezení granitů výrazné rozpukání, porucha ID 62). Popis hlubších partií gravimetrického modelu je uveden v kapitole o plošné gravimetrii (HRA-01).

**Metoda MRS** byla zpracována pomocí seismického softwaru Reflex W. Výstupem je seismický rychlostní řez s vyznačeným průběhem refrakčního rozhraní. Rozhraní leží v hloubce vesměs od 5 do 30 m a interpretujeme ho jako hranici mezi zvětralým (rozpukaným) a pevným horninovým masivem. Řez byl konstruován s využitím hraničních rychlostí na refrakčním rozhraní. Svrchní část horninového masivu vykazuje rychlosti nejčastěji v rozmezí 1300 až 3000 m/s. Neporušený masiv má rychlosti vysoké, vesměs přes 4000 m/s, často až 6000 m/s. Vyskytují se zde však četné subvertikální poruchy (zóny snížených seismických rychlostí), kde seismická rychlost nepřekračuje 4000 m/s ani na bázi řezu. Četnost poruch je vyšší na začátku a na konci řezu (v místě výskytu metamorfovaných hornin). V centrálním žulovém masivu četnost poruch klesá. Celkem bylo interpretováno 31 zón snížených rychlostí. Jejich přehled je uveden v interpretační tabulce Tab. 4.

**Celková interpretace provedených měření umožňuje z hlediska geologické stavby profil HRA02 rozčlenit na 3 základní úseky:**

- lokální metráž 0 až 3880 m - západní metamorfovaný plášť granitového masivu
- lokální metráž 3880 až 10410 m - granity moldanubického plutonického komplexu
- lokální metráž 10410 až 12880 m - východní metamorfovaný plášť granitového masivu

Úsek 0 až 3880 m představuje západní metamorfovaný plášť granitového masivu. Vyskytují se převážně migmatity. Horninový masiv se projevuje odpory nejčastěji od 500 do 2000 ohmm, interpretovány byly četné vodivé poruchy. Jejich četnost se pohybuje kolem 1 poruchy na 300 m profilu. Úsek se projevuje rozkolísaným magnetickým polem. Vyskytují se 2 výraznější anomálie (kolem metráže 600 a 1400), které jsou pravděpodobně projevem těles serpentinitů.


 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

Vyskytují se i drobnější anomálie (např. kolem metráže 100, 900, 1600, 2050, 2450), které mohou mít souvislost s výskytem žil s rudními minerály. Tam, kde byla měřena i metoda DPG, se ukazuje, že vodivé poruchy se projevují i snížením objemové hmotnosti. Kolem metráže 1500 je široké residuální maximum UBA, které je pravděpodobně projevem těles serpentinitů nebo amfibolitů. Seismické rychlosti se při povrchu pohybují od cca 300 do 1500 m/s, což jsou rychlosti typické pro pokryv a zvětraliny. Mocnost této polohy je značně proměnná, pohybuje se většinou od 5 do 35 m. Dále do hloubky se rychlosti rychle zvyšují a dosahují hodnot vesměs přes 3500 m/s. V místech vodivých poruch se velmi často vyskytují subvertikální zóny snížených rychlostí.

Úsek 3880 až 10410 m odpovídá granitům moldanubického plutonického komplexu, zde masivu Čeřínek. Charakter jeho omezení je patrný na gravimetrickém modelu. Západní hranice je relativně strmá (sklon cca 70°), směrem do pláště se vyskytují četné odmrsky žul. Východní hranice je při povrchu celkem pozvolná. Zapadá k východu pod úhlem cca 40°. Granitový masiv (mimo vodivé poruchy) se projevuje odpory nejčastěji od 1500 do 4000 ohmm. Četnost vodivých poruch se pohybuje kolem 1 poruchy na 600 m profilu. Úsek se projevuje velmi klidným magnetickým polem. Výjimkou je lokální anomálie kolem metráže 7100, která však leží v zástavbě chatové oblasti a může být antropogenního původu. Nelze však vyloučit ani možnost výskytu magnetických minerálů v místě výrazné tektonické poruchy, která zde probíhá. Podobnou příčinu může mít i drobná anomálie na metrži 9790. Tam, kde byla měřena i metoda DPG se ukazuje, že vodivé poruchy se projevují výrazným snížením objemové hmotnosti. Seismické rychlosti se při povrchu pohybují od cca 300 do 1500 m/s, což jsou rychlosti typické pro pokryv a zvětraliny. Mocnost této polohy je značně proměnná, pohybuje se většinou od 1 do 15 m. Dále do hloubky se rychlosti rychle zvyšují a dosahují hodnot vesměs přes 4500 m/s. V místech vodivých poruch se velmi často vyskytují subvertikální zóny snížených rychlostí.

Úsek 10410 až 12880 m představuje východní metamorfovaný plášť granitového masivu. Vyskytují se opět převážně migmatity. Horninový masiv se projevuje odpory nejčastěji od 500 do 1500 ohmm, interpretovány byly četné vodivé poruchy. Jejich četnost se pohybuje kolem 1 poruchy na 400 m profilu. Úsek se projevuje mírně rozkolísaným magnetickým polem. Drobná anomálie kolem metráže 10800 může mít souvislost s reliktem krystalických vápenců? (dle geologické mapy 1:50 000). Tam, kde byla měřena i metoda DPG se ukazuje, že vodivé poruchy se projevují i snížením objemové hmotnosti. Seismické rychlosti se při povrchu pohybují od cca 300 do 1500 m/s, což jsou rychlosti typické pro pokryv a zvětraliny. Mocnost této polohy je značně proměnná, pohybuje se většinou od 4 do 15 m. Dále do hloubky se rychlosti rychle zvyšují a dosahují hodnot vesměs přes 3500 m/s. V místech vodivých poruch se velmi často vyskytují subvertikální zóny snížených rychlostí.

V některých místech se v blízkosti profilu nachází celý uzel geologicky mapovaných poruch. Zde bude nutné, při dalších etapách prací na lokalitě, doplnit paralelní profily pro zpřesnění průběhu poruch a jejich identifikaci. Tento přístup se plně potvrzuje při ověřování existence zlomu směru SV-JZ (ID 112), který byl mapován v rámci terénních prací České geologické služby (Mixa et al. 2019c). Zlom by měl procházet zhruba od pramene Panny Marie přes Mešnici k Šancím a dále severně od Těšenova. Ukázalo se, že v geofyzikálním obrazu lokality se porucha tohoto směru neprojevuje. Při proměřování skupiny profilů HRA-08A/D (viz níže), která leží v blízkosti očekávaného křížení profilu HRA-02 s hledanou poruchou ID 122, však byla mapována jiná výrazná porucha směru cca SSV-JJZ, která dostala kód ID 179. Pokud by bylo ověřeno existence poruchy ID 122 založeno pouze na výsledcích z profilu HRA-02, mohlo dojít k mylné interpretaci.

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

### 3.3 Profil HRA-03, Příloha 4

#### 3.3.1 Geologické předpoklady

Profil HRA-03 je regionální profil probíhající přes centrální část masivu Čeřínek ve směru SSV-JJZ. Měření na profilu HRA-03 proběhlo v rámci 2. etapy. Profil má délku cca 8,1 km. Cílem měření bylo ověřit hranice jednotlivých granitických těles (intruzí), homogenitu horninového prostředí, a ověřit existenci zlomů. Profil ověřuje přítomnost potenciálně významného zlomu procházejícího jižně od Boršova (orientace SZ-JV s poměrně významnými prameny), dále poruchu probíhající zhruba středem masivu Čeřínek.


#### 3.3.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Hodnoty odporů podél profilu výrazně kolísají v intervalu cca 200 až 4000 ohmm. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 19 příznaků tenkých vodičů a 10 širších vodivých zón, které zahrnují i některé zmíněné tenké vodiče. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Dále lze konstatovat, že žulový masiv Čeřínek se projevuje generelně zvýšenými odpory (mimo vodivé polohy) vesměs v intervalu 1500 až 5000 ohmm. Výjimkou je jižní okraj masivu Čeřínek, kde odpory klesají na hodnoty kolem 400 ohmm. Příčinou je pravděpodobně zvýšená mocnost pokryvu a výraznější zvětrání granitů. Rozsah granitů typu Čeřínek interpretujeme v intervalu metráží 1745 až 5725. Profil dále na jihu i severu probíhá přes granity typu Eisgarn. V jižní části je výrazně zvýšená mocnost pokryvu a intenzita zvětrání (odpory vesměs pod 400 ohmm), na severu jsou odpory zvýšené v intervalu 500 až 2500 ohmm.

Výsledky **metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Úpravy měřených dat byly provedeny pomocí programu WinGEM2 a DIKINS Analyzer. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Vodiče se generelně dobře shodují s výsledky metody DOP. Centrální žulový masiv Čeřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích od metráže cca 1899 do 5675. I v této oblasti jsou však lokální vodivé zóny (poruchy). Přehled anomálií je uveden v interpretační tabulce.

**Metoda MAG** je zpracována ve formě grafů velikosti vektoru  $\Delta T$ . Z naměřených dat byly vyloučeny některé bodové anomálie, které jsou způsobeny výskytem železných objektů v blízkosti profilu. V souladu s projektem byla měřena pouze část profilu v délce 3,2 km. Průběh magnetického pole na profilu HRA-03 lze rozdělit na dva generelní úseky. Úsek 4900 až 5550 je bez anomálií, odpovídá granitům typu Čeřínek. Od metráže 5550 do konce profilu (8100 m) jsou patrné drobné anomálie, magnetické pole je mírně rozkolísané. Jedná se o projev granitů typu Eisgarn. Interpretace je však komplikována zástavbou, některé anomálie jsou umělého původu. To je také pravděpodobně příčinou posunu hranice typů granitů podle odporových metod a magnetometrie. Lokální anomálie kolem metráže 6750 může být projevem litologické změny nebo magnetické mineralizace.

**Metoda DPG** byla zpracována do úrovně úplné Bouguerovy anomálie - UBA. V souladu s projektem byla měřena pouze část profilu v délce 3,06 km. Je zjevné, že křivka BA zahrnuje

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

anomálie dvou rozdílných vlnových délek. Generelní trend (naznačen přerušovanou linií) vystihuje celkovou geologickou stavbu lokality. Na začátku měřeného úseku je patrné regionální minimum BA, které je projevem centra žulového masivu. Směrem na sever hodnoty BA rostou tak, jak se blížíme metamorfovanému obalu granitů. Místo inflexního bodu křivky (metráž 5790) dobře vystihuje přechod granitů typ Čeřínek (pravděpodobně mají snížené objemové hmotnosti) a granitů typu Eisgarn (pravděpodobně vyšší objemové hmotnosti - stejně jako okolní metamorfované horniny). Na křivce UBA jsou dále patrná lokální minima. Lokální minima residuální BA ukazují výskyt zón zvýšené puklinatosti nebo hlubšího zvětrání. Tyto anomálie se vesměs shodují s anomáliemi geoelektrickými. Na Příloha 4 je také zobrazen hustotní model pro profil HRA-03 do hloubky cca 500 m a jeho vypočtený gravitační účinek. Model využívá všech dostupných dat, tj. měřená data DPG pro HRA-03, PG pro plochu HRA-01 a regionální "historická" data. Ukazuje se, že lokální (residuální) anomálie dobře vystihují výskyt poruch a rozpukání horninového masivu. Nejvýraznější poruchy se vyskytují na metrži cca 600 (porucha ID 29), 1800 (porucha ID 42), 5750 (porucha ID 144) a 6620 (pravděpodobně projev poruchy ID 148). Popis hlubších partií gravimetrického modelu včetně charakteru zapadání granitové intruze na severu a jihu lokality je uveden v kapitole o plošné gravimetrii (HRA-01). Model do hloubky cca 4 km je zobrazen na Příloha 26.


#### **Z hlediska geologické stavby lze profil HRA-03 rozčlenit na 4 základní úseky:**

- lokální metrži 0 až 1745 m - oblast granitů typu Eisgarn, zvýšená mocnost pokryvu a intenzita zvětrání
- lokální metrži 1745 až 3550 m - pravděpodobně granity typu Čeřínek, zvýšená mocnost pokryvu a intenzita zvětrání
- lokální metrži 3550 až 5725 m - granity typu Čeřínek
- lokální metrži 5726 až 8100 m - granity typu Eisgarn, místy šupiny krystalinických hornin pláště

Úsek 0 až 1745 m vykazuje zvýšenou vodivost při povrchu (výrazná maxima Q parametru dle DEMP a odpory dle DOP do 400 ohmm). To je pravděpodobně projevem zvýšené mocnosti pokryvu a hlubšího zvětrání granitů. Na začátku profilu lze podle gravimetrického modelování očekávat četné reliktů krystalinických hornin pláště. V úseku se vyskytují četné vodivé poruchy, které mají vesměs charakter širších vodivých zón (zvodnělé puklinové zóny). Četnost poruch je v daném úseku cca 1 x za 225 m. Ověřeny byly poruchy ID 29, ID 184 a ID 42.

Úsek 1745 až 3550 m se projevuje odpory kolem 400 ohmm. Metoda DEMP vykazuje výrazně snížené hodnoty parametru Q pouze s nevýraznými lokálními maximy. Jedná se pravděpodobně o granity typu Čeřínek se zvýšenou mocností pokryvu a hloubkou zvětrání. Dle gravimetrického modelování granity Čeřínků zapadají k jihu po úhlem cca 40° až 50°. Vyskytují se lokální vodivé poruchy s četností cca 1 x za 600 m. Ověřena byla porucha ID 120, která má charakter široké rozpukané zóny.

Úsek 3550 až 5725 m je charakterizován vysokými odpory vesměs nad 1500 ohmm. Parametr Q dle DEMP je výrazně snížen pro všechny frekvence, vyskytují se pouze lokální maxima v místech vodivých poruch. Magnetické pole je zcela bez anomálií. Ve středu úseku je střed regionálního minima BA, které vystihuje těžiště (střed) intruze "lehčích" granitů do "těžšího" krystalinického obalu. Tyto fyzikální parametry jsou charakteristické pro granity typu Čeřínek. Vodivé poruchy mají charakter vesměs tenkých vodičů. Poruchy na metrži 4781, případně 4930 pravděpodobně odpovídají hledané poruše ID 61 směru VSV - ZJZ. Hranice úseku odpovídá poruše ID 144. Četnost poruch se pohybuje kolem 1 x za 550 m. Zapadání masivu

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

Čeříнку podle gravimetrického modelování je směrem k severu celkem pozvolné pod úhlem cca 45°.

Úsek 5725 až 8100 m vykazuje mírně rozkolísané magnetické pole a zvýšené hodnoty parametru Q dle DEMP. Měrné odpory se pohybují v širokém intervalu od 200 do 3000 ohmm. Jedná se o granity typu Eisgarn. Masiv je místy postižen širokými vodivými poruchami, které odpovídají rozpukaným a zvodnělým granitům (mokřady). Zdá se, že snížení odporů mezi poruchami na metrů 6632 a 7098 vystihuje průběh poruchy ID 148, která na profil běží kose pod úhlem cca 15°. Porucha na metrů 7600 pravděpodobně odpovídá hledané poruše ID 60. Četnost vodivých poruch se pohybuje kolem 1 x za 475 m. Ke konci úseku lze podle gravimetrického modelování očekávat výskyt reliktní pláště s mírně zvýšenou objemovou hmotností.

### 3.4 Profil HRA-04, Příloha 5


#### 3.4.1 Geologické předpoklady

Profil HRA-04 byl měřen v rámci 2. etapy. Má směr generelně SZ-JV a délku cca 7,3 km. Profil je uprostřed mírně zalomený a probíhá přes střed masivu Čeřínek. Cílem výzkumu bylo posouzení homogenity horninového prostředí a ověření existence výrazných morfolineamentů směru SV-JZ. Dále se vyskytují zlomy směru SSV-JJZ až SV-JZ, které jsou poměrně výrazně zvodnělé (nejvýznamnější v rámci masivu Čeřínek). Výsledky geofyzikálních měření jsou dokumentovány na Příloha 5.

#### 3.4.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metrůž je vztažena k poloze MN. Odpory na profilu výrazně kolísají v intervalu od cca 100 do 5000 ohmm. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 16 příznaků tenkých vodičů a 6 širších vodivých zón, které zahrnují i některé zmíněné tenké vodiče. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Dále lze konstatovat, že žulový masiv Čeřínek se projevuje generelně zvýšenými odpory (mimo vodivé polohy) vesměs v intervalu 1500 až 5000 ohmm. Okolní granity (typ Eisgarn) vykazují mírně nižší odpory v intervalu 500 až 2500 ohmm. Lokální maxima (např. na metrů 1750, 2520, 2920) mohou odpovídat odmrskům granitů typ Čeřínek. Na začátku profilu jsou zastiženy i migmatity. Ty vykazují snížené odpory na hodnoty 100 až 1000 ohmm. Je však třeba zmínit, že se v daném území vyskytuje rašeliniště, které odpory výrazně snižuje.

Výsledky **metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Vodiče se generelně dobře shodují s výsledky metody DOP. Centrální žulový masiv Čeřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích od metrů 4200 do konce profilu. I v této oblasti jsou však lokální vodivé zóny (poruchy). Litologický přechod je patrný také kolem metrů 1400. Jedná se pravděpodobně o hranici mezi migmatity a ostatními granity. Přehled anomálií je uveden v interpretační tabulce.

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

**Metoda DPG** byla zpracována do úrovně úplné Bouguerovy anomálie UBA. Je zjevné, že křivka BA zahrnuje anomálie dvou rozdílných vlnových délek. Generelní trend (naznačen zelenou linií) vystihuje celkovou geologickou stavbu lokality. Na začátku měřeného úseku hodnoty BA klesají až k regionálnímu minimu BA na metrži cca 5800, které je projevem centra žulového masivu. Místo inflexního bodu křivky (kolem metrže 1200) dobře vystihuje přechod granitů a okolních metamorfovaných hornin (migmatity moldanubika). Na křivce BA jsou dále patrná lokální minima. Lokální minima residuální BA ukazují výskyt zón zvýšené puklinatosti nebo hlubšího zvětrání. Tyto anomálie se vesměs shodují s anomáliemi geoelektrickými (viz Tab. 4).

**Metoda MRS** byla zpracována pomocí seismického softwaru Reflex W. Výstupem je seismický rychlostní řez s vyznačeným průběhem refrakčního rozhraní. Rozhraní leží v hloubce vesměs od 5 do 45 m a interpretujeme ho jako hranici mezi zvětralým (rozpukaným) a pevným horninovým masivem. Řez byl konstruován s využitím hraničních rychlostí na refrakčním rozhraní. Svrchní část horninového masivu vykazuje rychlosti nejčastěji v rozmezí 600 až 2500 m/s. Neporušený masiv má rychlosti vysoké, vesměs přes 4000 m/s, často až 6000 m/s. Vyskytují se zde však četné subvertikální poruchy (zóny snížených seismických rychlostí), kde seismická rychlost nepřekračuje 4000 m/s ani na bázi řezu. Celkem bylo interpretováno 16 zón snížených rychlostí. Vybrané anomálie jsou uvedeny v interpretační tabulce Tab. 4.


#### **Z hlediska geologické stavby lze profil HRA-04 rozčlenit na 3 základní úseky:**

- lokální metrž 0 až 1178 m - oblast s převahou migmatitů, zvýšená mocnost pokryvu (rašeliniště) a intenzita zvětrání
- lokální metrž 1178 až 4068 m - granity (typ Eisgarn), místy pravděpodobně odmrsky granitů typ Čeřínek, zvýšená mocnost pokryvu a intenzita zvětrání
- lokální metrž 4068 až 7300 m - granity typu Čeřínek

Úsek 0 až 1178 m (1400 m dle DEMP) vykazuje zvýšenou vodivost při povrchu (výrazná maxima Q parametru dle DEMP a odpory dle DOP vesměs do 800 ohmm). To je pravděpodobně projevem zvýšené mocnosti pokryvu (v daném úseku se vyskytuje rozsáhlé rašeliniště) a hlubšího zvětrání migmatitů moldanubika. Rozvolnění zasahuje v průměru do hloubky cca 25 m dle MRS, místy až 45 m. Seismické rychlosti se ve svrchní zóně pohybují v rozmezí 400 až 2000 m/s. Dále se zde vyskytují četné vodivé poruchy (doprovázené poklesem seismických rychlostí), které mají vesměs charakter širších vodivých zón (zvodnělé puklinové zóny). Porucha na metrži 1000 pravděpodobně odpovídá struktuře ID 164. Četnost poruch je v daném úseku cca 1 x za 240 m. Hluběji v podloží seismické rychlosti rychle rostou až na hodnoty 4000 m/s (s výjimkou popisovaných poruch).

Úsek 1178 až 4068 m (4200 dle DEMP) se projevuje odpory vesměs 500 až 2500 ohmm. Metoda DEMP vykazuje výrazné kolísání hodnot parametru Q. Úsek zahrnuje granity (převážně typ Eisgarn), místy nelze vyloučit odmrsky granitů typ Čeřínek. Jedná se o místa poklesu hodnot Q dle DEMP a lokální maxima odporů dle DOP. Takové anomálie jsou kolem metrže 1750, 2520 a 2920. Pokryv a rozvolnění granitů dosahuje dle MRS do hloubky kolem 15 m. Dále se zde vyskytují lokální vodivé poruchy (s poklesem seismických rychlostí), jejich četnost se pohybuje kolem 1 x za 400 m. Porucha na metrži 1571 zřejmě odpovídá linii ID 157, porucha na metrži 2236 je ID 159 a porucha na metrži 3328 je zřejmě ID 99.

Úsek 4068 až 7200 m je charakterizován vysokými odpory vesměs nad 1500 ohmm. Parametr Q dle DEMP je výrazně snížen pro všechny frekvence, vyskytují se pouze lokální maxima v místech vodivých poruch. Ve středu úseku je střed regionálního minima BA, které vystihuje

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

těžiště (střed) intruze "lehčích" granitů do "těžšího" krystalinického obalu. Hloubka rozvolnění horninového masivu dle MRS se pohybuje kolem 10 m. Seismické rychlosti do hloubky rychle rostou vesměs na hodnoty přes 4000 m/s. Tyto fyzikální parametry jsou podle našich zkušeností charakteristické pro granity typu Čeřínek. Vodivé poruchy mají charakter vesměs tenkých vodičů. Četnost poruch se pohybuje kolem 1 x za 540 m. Porucha interpretovaná na metrži 4387 pravděpodobně odpovídá struktuře ID 129, porucha na metrži 4806 struktuře ID 144, porucha na metrži 5853 struktuře ID 61 a porucha na metrži 6712 asi odpovídá struktuře ID 130.

### 3.5 Profil HRA-05, Příloha 6

#### 3.5.1 Geologické předpoklady


Profil HRA-05 během 2. etapy projektu. Profil je situován v údolí říčky Rohozná a probíhá ve směru SZ-JV, má délku cca 4,14 km. Cílem bylo ověření homogenity horninového prostředí, dvou potenciálních zlomů směru SSV-JJZ s pramenními liniemi a dvou morfolineamentů směru SV-JZ. Zaměřili jsme se také na ověření kontaktu intruzí granitů a migmatitizovaných pararul až migmatitů. Výstupy měření jsou zobrazeny na Příloha 6.

#### 3.5.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 9 příznaků tenkých vodičů a 5 širších vodivých zón, které zahrnují i některé zmíněné tenké vodiče. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Měrné odpory jsou podél profilu celkově snižené. Pohybují se od cca 150 ohm v místech poruch do 2000 ohm v místech méně porušeného horninového masivu. Ve srovnání s geologickou stavbou dle Franěk et al. (2018) a Mixa et al. (2019c) se jeví, že zvýšené odpory v jižní polovině profilu odpovídají ostrůvkům metamorfitů (převážně pararul). V severní části zvýšené odpory odpovídají opět pararulám nebo granitům typ Čeřínek. Jinak na profilu převažují ostatní typy granitů. Podle odporové stavby jsou celkem hluboce rozpukané a zvětřelé (místy až do hloubky 20 m). Je však třeba poznamenat, že interpretace litologie pouze podle odporů je hrubě orientační. Četnost poruch na profilu se pohybuje kolem 1 x za 450 m.

Výsledky měření **metodou VES** jsou prezentovány ve formě izoohmického odporového řezu. Řez byl sestaven s využitím přepočtu vzdálenosti proudových elektrod AB na efektivní hloubkový dosah měření. Změřený zdánlivý odpor je přisouzen hloubce odpovídající 1/4 vzdálenosti AB. Řez ve formě izolinií zdánlivých odporů byl sestaven pomocí programu SURFER. Odpory s hloubkou generálně rostou. Místy se vyskytují polohy snížených odporů až do hloubky cca 20 m (rozpukané, zvětřelé a zvodnělé granity). V místech nejvýraznějších vodivých poruch je snížení patrné až na bázi řezu. Úseky méně porušených hornin se projevují elevací zvýšených odporů k povrchu. Přehled odporových anomálií je uveden v interpretační tabulce Tab. 4.

**Geologická interpretace profilu** pouze na základě odporů je obtížná a nejednoznačná. Zdá se, že v jižní části profilu oblasti zvýšených odporů (úseky kolem metráže 230, 945 a 1421) odpovídají reliktům (šupinám) metamorfitů, převážně pararul. Oblast zvýšených odporů v

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

severní části profilu (metráž 3020) by mohla být opět polohou pararul nebo projevem granitů typ Čeřínek. Na zbytku profilu (mimo oblasti zvýšených odporů) se vyskytují ostatní typy granitů. Podle odporů vesměs pod 300 ohmm se jeví, že granity jsou silně rozpukané, zvětřalé a zvodnělé. Snížení odporů však může být i projevem toho, že profil je veden podél toku říčky Rohozné, kde lze očekávat existenci tektonické poruchy. Na profilu bylo registrováno 9 příznaků tenkých vodičů. Vodivé poruchy na metrání 1710, 3221 a 3400 jsou zřejmě hledané poruchy ID 62, 129 a 99. Přehled zjištěných anomálií je uveden v Tab. 4.

### 3.6 Profil HRA-06, Příloha 7

#### 3.6.1 Geologické předpoklady

Profil HRA-06 byl měřen v rámci 2. etapy. Profil má délku cca 4,35 km a směr SV-JZ. Profil slouží pro ověření homogenity horninového prostředí, dvou morfostrukturních linií směru SZ-JV a potenciálního zlomu západně (severozápadně) od Dolní Cerekve. Cílem bylo také mapování hranice migmatitizovaných pararul až migmatitů a intruzivních těles masivu Čeřínek a mrákotínských granitů.

#### 3.6.2 Interpretace geofyzikálních dat


**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 9 příznaků tenkých vodičů a 4 širších vodivých zón, které zahrnují i některé zmíněné tenké vodiče. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Měrné odpory jsou podél profilu značně proměnné. Pohybují se od cca 200 ohmm v místech poruch do 2000 ohmm v místech málo porušeného horninového masivu. Jihozápadní polovina profilu vykazuje spíše snížené odpory. Horninový masiv je zvětřalý a rozpukaný, svědčí proto široké zóny snížených odporů. Zhruba od metráže 2600 odpory rostou, horninový masiv má menší pokryv a pravděpodobně i menší intenzitu zvětřání. Litologické změny lze interpretovat lépe podle magnetometrie (viz níže). Četnost poruch v jihozápadní části profilu se pohybuje kolem 1 x za 430 m. Četnost poruch v severovýchodní části (od metráže 2600) je cca 1 x za 600 m.

**Metoda MAG** je zpracována ve formě grafů velikosti vektoru  $\Delta T$ . Z naměřených dat byly vyloučeny některé bodové anomálie, které jsou způsobeny výskytem železných objektů v blízkosti profilu. Průběh magnetického pole na profilu HRA-06 lze rozdělit na tři generelní úseky. Úsek 0 až 940 vykazuje rozkolísání hodnot magnetického pole, průběh odpovídá metamorfovaným horninám. Dále navazuje "přechodný" úsek od metráže 940 do 2340, kde je magnetické pole mírně rozkolísané. Tento úsek interpretujeme jako oblast granitů (zvláště typu Eigar). Do konce profilu (2340 až 4400) navazuje oblast zcela bez magnetických anomálií, což je typické pro granity typu Čeřínek.

#### **Z hlediska geologické stavby lze profil HRA-06 rozčlenit na 3 základní úseky:**

- lokální metráž 0 až 940 m - oblast metamorfovaných hornin, zvýšená mocnost pokryvu a intenzita zvětřání
- lokální metráž 940 až 2340 m - granity (zvláště typ Eigar), zvýšená mocnost pokryvu a intenzita zvětřání



 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

- lokální metráž 2340 až 4400 m - granity typu Čeřínek

Úsek 0 až 940 m vykazuje snížené odpory vesměs pod 600 ohmm a proměnlivé magnetické pole (ale bez výraznějších anomálií). Jedná se pravděpodobně o oblast metamorfovaných hornin. Četnost poruch se pohybuje kolem 1 x za 310 m. Lokální nevodič na metráži 515 je doprovázen nevýraznou magnetickou anomálií (prokřemenělá poloha?).

Úsek 940 až 2340 m se projevuje nízkými odpory vesměs pod 400 ohmm (s výjimkou lokálního nevodiče kolem metráže 1542). Magnetické pole je mírně rozkolísané. Vyskytují se zde pravděpodobně silně rozpukané a zvětralé granity. Lokální maximum odporů kolem metráže 1542 může být projevem ostrůvku pararul. Četnost interpretovaných vodivých poruch (cca 1 x za 490 m) je trochu zavádějící, protože se zde vyskytují spíše široké vodivé zóny se šířkou ve stovkách metrů. Taková zóna je i na hranici s předchozím úsekem a domníváme se, že porucha na metráži cca 946 odpovídá struktuře ID 184 (křížení s ID 131?). Podobně je to i na hranici s následujícím úsekem, kde se ve vodivé zóně v intervalu metráží 2000 až 2610 "skrývá" porucha ID 42.

Úsek 2340 až 4400 m vykazuje vesměs zvýšené odpory nad 1000 ohmm, v maximech až 2500 ohmm. Magnetické pole je zcela bez anomálií. Jedná se zde o granity typu Čeřínek. Dle odporů se hranice granitů jeví posunutá (až od metráže 2600). Domníváme se, že pokles odporů v intervalu 2340 (hranice granitů dle magnetometrie) do metráže 2600 je projevem rozpukání hornin kolem intruze. Profil zde probíhá navíc k hranici granitů kose, a to projev porušení "rozmazává". Interpretované lokální vodivé poruchy se v daném úseku vyskytují s četností cca 1 x za 600 m.

### 3.7 Profil HRA-07, Příloha 8


#### 3.7.1 Geologické předpoklady

Profil HRA-07 probíhá od Dušejova přibližně k Těšenovu v délce cca 9,45 km a má směr SV-JZ. Profil byl měřen v průběhu 2. etapy prací a sloužil pro ověření orientovaných zlomů a morfolineamentů směru SZ-JV a také pro základní posouzení homogenity horninového prostředí. Na profilu HRA-07 bylo projektováno pouze měření metodou DOP, což výrazně omezuje geologickou interpretaci.

#### 3.7.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 20 příznaků tenkých vodičů a 8 širších vodivých zón, které zahrnují i některé zmíněné tenké vodiče. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s mapovanou tektonikou. Měrné odpory jsou podél profilu značně proměnné. Pohybují se od cca 200 ohmm v místech poruch do 4000 ohmm v místech málo porušeného horninového masivu. Četnost poruch na profilu se celkově v průměru pohybuje kolem 1 x za 430 m.

**Geologická interpretace profilu** založená pouze na základě odporů dle metody DOP je obtížná až nemožná. Pokud použijeme korelaci změn odporů ve srovnání s geologickou

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

mapou a zkušenosti z ostatních profilů na lokalitě Hrádek, lze provést alespoň generelní interpretaci (viz na Příloha 8 interpretační řez). Na začátku profilu v úseku 0 až 820 je oblast snížených odporů (vesměs pod 500 ohmm), která pravděpodobně odpovídá metamorfovaným horninám. Jejich povrch je zvětralý a rozpukaný. Četnost poruch je cca 1 x za 400 m. Dále navazuje oblast zvýšených odporů (metráž 820 až 1800), kde se vyskytují odmrsky granitů (dle geologické mapy mezi poruchami na metráži 1295 a 1841). Četnost poruch je cca 1 x za 500 m. V úseku metráží 1800 až 4000 jsou odpory sniženy v intervalu 200 až 1300 ohmm, převažují zde metamorfované horniny. Horninový masiv je zvětralý a rozpukaný. Drobné polohy granitů nelze vyloučit. Četnost poruch je cca 1 x za 315 m. Vodivé poruchy (poruchové zóny) na metráži 1841, 2894, 3517 a 3926 jsou zřejmě mapované poruchy ID 96, 84, 124 a 34. Navazuje oblast (metráž 4000 - 7000) zvýšených odporů vesměs nad 1000 ohmm (místa nad 4000 ohmm), kde se vyskytují převážně granity. V místech nejvýraznější anomálie (kolem metráže 6200) se může jednat o odmrsk granitů typ Čeřínek. Četnost poruch je zde cca 1 x za 420 m. Vodivé poruchy (poruchové zóny) na metráži 4368, 5034, 5350 a 5662 jsou zřejmě mapované poruchy ID 97, 78, 35 a 179. V intervalu metráží 7000 až 8900 odpory výrazně klesají (vesměs pod 600 ohmm). Dle výsledků geologického mapování, viz Franěk et al. (2018) a Mixa et al. (2019c), se jedná převážně o granity, které však budou silně zvětralé a rozpukané. Vyskytují se zde četné mokřady a rybníky, které mohou odporové měření "zkreslit". Četnost poruch je cca 1 x za 475 m. Vodivé poruchy (poruchové zóny) na metráži 7089, 7555, 8434 a 8846 jsou zřejmě mapované poruchy ID 164, 159, 157 a 60. Do konce profilu (metráž 8900 až 9400) odpory rostou (vesměs nad 1000 ohmm). Jedná se o oblast metamorfitů (pararul). Četnost poruch nelze věrohodně stanovit, úsek je příliš krátký. Je třeba poznamenat, že uvedená interpretace litologie je pouze hrubě orientační. Pro přesnější interpretaci by bylo potřeba profil proměřit dalšími metodami (nejlépe MAG, DEMP, MRS).


### 3.8 Profily HRA-08A, B, C, D, Příloha 9, Příloha 10, Příloha 11, Příloha 12, Příloha 13

#### 3.8.1 Geologické předpoklady

Profily HRA-08A-D leží v oblasti Mešnice – Šance. Soubor profilů byl měřen během 2. etapy prací. Jedná se o čtveřici profilů s délkou cca 1 km (celkem cca 4,25 km profilů). Profil HRA-08A má směr cca SV-JZ, další profily jsou na tento směr kolmé (HRA-08B-D směr SZ-JV). Vzájemná vzdálenost profilů HRA-08B-D je cca 200 m. Cílem skupiny profilů bylo ověřit existenci, průběh, mocnost a sklon zlomové zóny směru SV-JZ nově vymapované v rámci terénních prací na zakázce 3D geologické modely, viz Franěk et al (2018). Porucha se projevuje významnou přítomností pramenů (často velmi vydatných). Tato porucha by měla procházet zhruba od pramene Panny Marie, přes oblast Mešnice k Šancím a dále pokračuje severně od Těšenova.

#### 3.8.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** byla měřena na všech profilech. Výsledky jsou prezentovány ve formě grafů zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 8 příznaků tenkých vodičů a 5 širších vodivých zón, které zahrnují i zmíněné tenké vodiče. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>


uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s dříve mapovanou tektonikou. Ukázalo se, že hledaná porucha směru SV-JZ (ID 112) se v geofyzikálním obrazu neprojevuje. Na základě korelace zjištěných poruch (viz také mapa izolinií zdánlivých měrných odporů dle DOP pro všechny profily HRA-08A-D na Příloha 13) se ukazuje, že nejvýraznější strukturou je porucha směru cca S-J (nyní značená jako ID 179). Měrné odpory jsou podél profilů značně proměnné. Pohybují se od cca 200 ohmm v místech poruch do 2500 ohmm v místech málo porušeného horninového masivu. Terénní elevace v místě očekávané poruchy se projevuje výrazným maximem odporů. Domníváme se, že se jedná o granity typu Čeřínek a že hranice výskytu těchto granitů je mírně posunuta směrem k západu.

**Metoda DPG** byla měřena na profilu HRA-08B. Data byla zpracována do úrovně úplné Bouguerovy anomálie - UBA. Křivka BA vykazuje generelní pokles od Z k V, tj. ve směru k centru granitů typ Čeřínek. Na křivce BA je patrné výrazné lokální minimum na začátku profilu (střed na metrů 120). Lokální minima residuální UBA obecně ukazují výskyt zón zvýšené puklinatosti nebo hlubšího zvětrání. Popisovaná anomálie UBA se dobře shoduje s anomáliemi geoelektrickými a seismickými, které odpovídají poruše ID 179 (viz Příloha 10 a Tab. 4).

**Měření metodou ERT** bylo provedeno na profilu HRA-08D (viz Příloha 12), kde byly registrovány nejvýraznější vodivé poruchy. Výsledky měření jsou prezentovány ve formě interpretovaného odporového řezu. Inverzní odporový model byl sestaven pomocí programu Res2Dinv (Loke 2002). Odpory s hloubkou generelně rostou. Místy se však vyskytují polohy snížených odporů až k bázi řezu do hloubky cca 60 m (rozpukané, zvětralé a zvodnělé granity). Úseky méně porušených hornin se projevují elevací zvýšených odporů k povrchu. Nejvýraznější poruchou je odporové minimum na metrů 430, která odpovídá výše zmiňované poruše ID 179 ve směru S-J. Ukazuje se, že porucha zapadá směrem do nižších metrů, tj. generelně k SZ. Při interpretaci sklonu je však třeba uvažovat i s kosým směrem poruchy na profil. Skutečný směr poruchy (cca S-J) je zjevný v mapě izolinií odporů dle DOP (viz Příloha 13). Přehled odporových anomálií je uveden v interpretační tabulce Tab. 4.

**Metoda MRS** byla měřena na profilu HRA-08B (viz Příloha 10). Data byla zpracována pomocí seismického softwaru Reflex W. Výstupem je seismický rychlostní řez (konstruovaný s pomocí programu SURFER) s vyznačeným průběhem refrakčního rozhraní. Rozhraní leží v hloubce vesměs od 5 do 20 m a interpretujeme ho jako hranici mezi zvětralým (rozpukaným) a pevným horninovým masivem. Zvýšená mocnost připovrchové vrstvy snížených rychlostí je patrná v sz. části profilu (na jeho první třetině). Větší hloubka a intenzita zvětrání je typická pro "starší" granity typu Eisgarn. Řez byl konstruován s využitím hraničních rychlostí na refrakčním rozhraní. Svrchní část horninového masivu vykazuje rychlosti nejčastěji v rozmezí 600 až 2500 m/s. Neporušený masiv má rychlosti vysoké, vesměs přes 4000 m/s, často až 6000 m/s. Vyskytují se zde však subvertikální poruchy (zóny snížených seismických rychlostí), kde seismická rychlost nepřekračuje 4000 m/s ani na bázi řezu. Vybrané anomálie jsou uvedeny v interpretační tabulce Tab. 4.

Hlavním cílem **interpretace geofyzikálních měření** na skupině profilů HRA-08A-D bylo ověřit existenci poruchy ID 112 směru SV-JZ. Ukázalo se, že tato porucha se v geofyzikálním poli neprojevuje a nebyla registrována. Dominantní poruchou na lokalitě je struktura směru cca S-J, která byla označena jako ID 179. Dle odporového řezu ERT se jeví, že smysl zapadání poruchy je k Z až SZ. Dále byly zaznamenány méně výrazné poruchy směru cca V-Z (ve směru na poruchu ID 61?) a směru cca SZ-JV (ID 78?). Na profilech má být také hranice granitů Eisgarn a Čeřínek. Hranice dle geofyziky není zcela zjevná. Lze konstatovat, že zvýšená intenzita a hloubka zvětrání (dle MRS) v sz. části lokality je typická pro granity Eisgarn. Naopak zvýšené odpory v centrální části lokality jsou typické pro granity typu Čeřínek. Nabízí se, že

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SURAO TZ 435/2019</b>

hranicí by mohla být porucha ID 179. Východní omezení popisované poruchy ID 179 (poruchové zóny) směru S-J je doprovázeno výrazným nevodičem. Mohlo by se jednat o křemennou žilu zhruba paralelní s poruchou.

### 3.9 Profil HRA-09, Příloha 14

#### 3.9.1 Geologické předpoklady


Profil HRA-09 se nachází v jižní části masivu Čeřínek a byl měřen během 2. etapy. Má délku cca 1 km a směr SZ-JV. Profil sloužil pro ověření dvou zlomů směrů SV a VSV s přítomností křemenné žiloviny v oblasti relativně kompaktního masivu granitů typ Čeřínek.

#### 3.9.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 3 příznaků tenkých vodičů a 1 širší vodivé zóny, které zahrnuje jeden zmíněný tenký vodič. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s mapovanou tektonikou. Hledaná křemenná žilovina by se měla projevit lokálním zvýšením odporů. Na profilu je jedna taková anomálie kolem metráže 500. To je ale relativně daleko od vymapované polohy (cca metráž 650). Zde se nachází nevýrazná vodivá porucha.

**Výsledky metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Vodiče se generelně dobře shodují s výsledky metody DOP. Centrální žulový masiv Čeřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích. Vodivé poruchy a větší intenzita zvětrání se projeví lokálním růstem hodnot Q. Taková anomálie ke konci profilu (cca od metráže 800) právě ukazuje na větší mocnost zvětralin.

**Geologická interpretace geofyzikálních měření** je komplikována tím, že byly použity jen geoelektrické metody. Hodnoty odporů se na profilu pohybují pouze kolem 1000 ohmm. To jsou hodnoty nižší než hodnoty obvyklé v centrální neporušené části masivu Čeříneku (vesměs přes 2000 ohmm). Lze to interpretovat jako projev celkově zvýšené puklinatosti a zvětrání horninového masivu a také jeho zvodnění. Může se však jednat také o vliv faciální změny granitů, kde v rámci granitů Čeříneku jsou na jihu oblasti popsány granity s jemnější zrnitostí. Výraznější porušení masivu lze dle odporů očekávat od metráže 800 do konce profilu. Registrovány byly 3 vodivé poruchy. Lokální nevodič na metráži 500 by mohl být projev hledané křemenné žiloviny. Anomálie je ale značně posunuta od vymapované struktury (ID 110, metráž cca 650). V blízkosti očekávaného výskytu křemenné žiloviny se nachází nevýrazná vodivá porucha (metráž 604). Přehled anomálií je uveden v Tab. 4.

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

### 3.10 Profil HRA-10, Příloha 15

#### 3.10.1 Geologické předpoklady

Profil HRA-10 leží v centrální části masivu Čeřínek a byl měřen během 2. etapy. Má délku cca 1,35 km a směr SV-JZ. Cílem měření bylo ověřit homogenitu masivu Čeřínek v oblasti Hutě (v místě průběhu páteřního profilu HRA-03) a ověřit existenci potenciální poruchy SSZ-JJV směru procházející přes osadu Hutě.

#### 3.10.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 4 příznaků tenkých vodičů a 2 širších vodivých zón, které zahrnují i zmíněné tenké vodiče. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s mapovanou tektonikou.

**Výsledky metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Vodiče se generálně dobře shodují s výsledky metody DOP. Centrální žulový masiv Čeřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích. Vodivé poruchy a větší intenzita zvětrání se projeví lokálním růstem hodnot Q.

**Geologická interpretace geofyzikálních měření** je komplikována tím, že byly použity jen geoelektrické metody. Hodnoty odporů se na profilu pohybují vesměs kolem 1300 ohmm. To ukazuje na mírně zvýšenou puklinatost a zvětrání horninového masivu. Nelze vyloučit ani vliv faciální změny granitů (jemnozrnnější facie?). Výraznější porušení masivu je na začátku profilu cca do metráže 750. Registrovány byly 4 vodivé poruchy. V místě očekávané poruchy směru SSZ- JJV přes osadu Hutě (kolem metráže 750) žádná výrazná porucha není (dle DOP). Jedná se zde spíše o projev mělkého rozpukání a zvodnění povrchu granitů (dle DEMP). Porucha na metráži 1185 pravděpodobně odpovídá poruše ID 120.


### 3.11 Profil HRA-11, Příloha 16

#### 3.11.1 Geologické předpoklady

Profil HRA11 byl měřen jako součást 1. a 2. etapy prací (viz změnové listy Z3 a Z4). Profil má směr SZ-JV a délku cca 3,07 km. Cílem měření bylo ověřit homogenitu granitu Čeřínek, dva potenciální zlomy (směru SSV až SV procházející přes Horní Hutě a západní částí obce Cejle) a jednu morfotektonickou linii směru SV-JZ západně od obce Cejle.

#### 3.11.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 10 příznaků tenkých vodičů a 3 širších vodivých zón, které zahrnují i zmíněné tenké vodiče. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s mapovanou tektonikou. Zdánlivé měrné odpory se vesměs pohybují kolem 2000 ohmm, což odpovídá obvyklému projevu granitů. V místě poruch odpory klesají často pod 1000 ohmm.


**Metoda ERT** byla měřena na profilu HRA-11 ve dvou fázích. Nejprve byl proměřen úsek 0 až 2355 m v termínu 02/2018. Následně muselo být měření přerušeno vzhledem k zamrznutí půdy. Profil byl doměřen v termínu 04/2018 (viz změnové listy Z3 a Z4). Výsledky provedených měření jsou prezentovány ve formě interpretovaného odporového řezu. Inverzní odporový model byl sestaven pomocí programu Res2DInv (Loke 2002). Grafická úprava byla provedena programem SURFER. Řez ukazuje horninový masiv, který má 3 základní odporové vrstvy. Svrchní vrstva vysokých odporů (vesměs nad 3000 ohmm) není souvislá, vyskytuje se např. v úseku 500 až 900, 1400 až 2100 a 2300 až 2700. Jedná se pravděpodobně o suché balvanité sutě a zvětraliny na terénních elevacích. Dále je poloha snížených odporů (cca od 500 do 2000 ohmm), která odpovídá zvodnělým a rozpukaným granitům. Zasahuje do hloubky kolem 10 až 25 m. Dále navazuje prostředí zvýšených odporů (vesměs nad 2000 ohmm), které interpretujeme jako relativně neporušený horninový masiv. I zde se však vyskytují subvertikální poruchy snížených odporů, které zasahují až na bázi řezu. Jedná se pravděpodobně o projev zvodnělých puklin a tektonických poruch. Dominantní strukturou v řezu je mísovitá anomálie snížených odporů v úseku 1100 až 1400 m. Jedná se o projev hluboce rozpukaných, zvodnělých granitů v lokální terénní depresi. Na metrůžce 1200 a 1400 jsou pravděpodobně výrazné poruchy zasahující do značných hloubek. Celkem bylo registrováno 12 odporových anomálií. Jejich přehled je uveden v interpretační tabulce Tab. 4. Další výraznou odporovou strukturou je celkový pokles odporů patrný ke konci profilu od metrůžce cca 2900. Jedná se o projev kontaktu granitového masivu a jeho pláště z krystalinických hornin.

### **Z hlediska geologické interpretace lze profil HRA-11 rozdělit na 3 základní úseky:**

- lokální metrůžce 0 až 360 m - oblast silně rozkolísaných odporů, převaha granitů typu Eisgarn, zvýšená intenzita rozpukání a zvětrání
- lokální metrůžce 360 až 2900 m - granity typu Čeřínek, místy (zvodnělé) vodivé poruchy zasahující do značných hloubek
- lokální metrůžce 2900 až 3200 m - převaha metamorfitů (plášť granitů), zvýšená mocnost pokryvu a intenzity zvětrání.

Úsek 0 až 360 m se projevuje ostrými změnami odporů, které dle řezu ERT zasahují až na bázi řezu do hloubky cca 60 m. Jedná se o projev zvodnělých puklin a poruch, např. na metrůžce 180 a 351 (ID 144). Při povrchu je patrná zvýšená mocnost pokryvu a rozpukání (do hloubky cca 5 až 20 m), což se projevuje sníženými odpory. V úseku pravděpodobně převažují granity typu Eisgarn.

Úsek 360 až 2900 m vykazuje celkově zvýšené odpory, vesměs kolem 2000 ohmm. Jedná se o granity typu Čeřínek. Ve vertikálním řezu lze v tomto úseku interpretovat 3 základní vrstvy. Svrchní, nesouvislá vrstva balvanitých sutí a zvětralin má vysoké odpory (vesměs nad 3000 ohmm). Vyskytuje se např. v úseku 500 až 900, 1400 až 2100 a 2300 až 2700 m. Jedná se pravděpodobně o suché balvanité sutě a zvětraliny na terénních elevacích. Dále je poloha zvodnělých a rozpukaných granitů se sníženými odpory (cca od 500 do 2000 ohmm). Zasahuje do překvapivě značných hloubek kolem 10 až 25 m. Dále do podloží již pokračuje relativně

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

neporušený granitový masiv s odpory vesměs nad 2000 ohmm. Lokálně se však vyskytují subvertikální poruchy snížených odporů, které zasahují až na bázi řezu ERT (tj. do hloubky 60 m). Jedná se pravděpodobně o projev zvodnělých puklin a tektonických poruch. Dominantní strukturou v řezu je mísovitá anomálie snížených odporů v úseku 1100 až 1400 m, která zahrnuje mapovanou poruchu ID 61. Pokles odporů lze místy sledovat až k bázi řezů (do hloubky cca 70 m). Četnost vodivých poruch je překvapivě vysoká, pohybuje se kolem 1 poruchy na 250 m profilu. Celkem homogenní, méně porušený úsek granitů se nachází v intervalu 350 až 850, 1450 až 2100 a 2250 až 2900 m.

Úsek 2900 až 3200 m se projevuje celkovým poklesem odporů (zvláště při povrchu). Jedná se o oblast nasedání pláště krystalinických hornin. Hranici tvoří porucha na metrži 2860, která pravděpodobně odpovídá mapované linii ID 62.

### 3.12 Profil HRA-11A, Příloha 17

#### 3.12.1 Geologické předpoklady

Profil HRA-11A byl měřen na závěr celého projektu na konci 3. etapy. Lokalizace profilu a metodiky měření byla předmětem změnového listu Z6. Profil HRA-11A navazuje směrem na severozápad na profil HRA-11 (směrem do nižších metrží), probíhá kolem kóty Březina 744 m n. m. a má délku cca 0,8 km. Cílem měření bylo zlepšení korelace poruch (zlomů) zjištěných na profilech HRA-04 a HRA-12A v severní části lokality.


#### 3.12.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 4 příznaků tenkých vodičů. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s mapovanou tektonikou. Zdá se, že porucha na metrži 179 odpovídá struktuře ID 129 a vodivé poruchy na metrži 600, resp. 703 lze korelovat s poruchou ID 148.

**Výsledky metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Vodiče se generelně dobře shodují s výsledky metody DOP. Obecně platí, že centrální žulový masiv Čeřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích. Vodivé poruchy a větší intenzita zvětrání se projeví lokálním růstem hodnot Q. Nelze vyloučit, že pokles hodnot Q od metrže cca 750 odpovídají odmrsku granitů typ Čeřínek.

**Metoda MAG** je zpracována ve formě grafů velikosti vektoru  $\Delta T$  a jeho vertikálního gradientu. Z naměřených dat byly vyloučeny některé bodové anomálie, které jsou způsobeny výskytem železných objektů v blízkosti profilu (např. kolem metrže 700 v blízkosti silnice). Průběh magnetického pole na profilu HRA-11A vykazuje mírně rozkolísané hodnoty, což je typické pro granity typu Eisgarn. Nebyla zjištěna žádná výraznější "přírodní" anomálie.

**Měření metodou ERT** bylo provedeno na profilu HRA-11A v úseku 150 až 905. Výsledky měření jsou prezentovány ve formě interpretovaného odporového řezu. Inverzní odporový

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

model byl sestaven pomocí programu Res2Dinv (Loke 2002). Při povrchu se vyskytuje poloha snížených odporů (vesměs pod 1000 ohmm) do hloubky vesměs 10 až 15 m. Jedná se o pokryv a rozpukané, zvlhčené granity. Výjimkou je úsek metrů 700 až 900, kde je při povrchu naopak poloha výrazně zvýšených odporů (vesměs nad 3000 ohmm) s hloubkou do 7 m. Ta je obrazem suchých, balvanitých sutí. Pak navazuje obvyklá zóna snížených odporů do hloubky 10 až 15 m. Dále do hloubky odpory generelně rostou. Hlubší partie řezu vykazují odpory vesměs kolem 2000 ohmm. Místy se však vyskytují polohy snížených odporů až k bázi řezu, tj. do hloubky cca 60 m. Jedná se o porušené, rozpukané a zvodnělé granity. Nejvýraznější poruchou je tenké vertikální odporové minimum na metrů 610, která odpovídá výše zmiňované poruše ID 148. Přehled odporových anomálií je uveden v interpretační tabulce Tab. 4.

**Geologickou interpretaci provedených měření lze popsat následovně.** Profil HRA-11A pravděpodobně leží v oblasti granitů typu Eisgarn. Svědčí proto odpory v rozmezí 1000 až 2000 ohmm s ostrými přechody (projev rozpukání a zvětrání) a mírně rozkolísané hodnoty magnetického pole. Dle poklesu hodnot parametru Q dle metody DEMP v úseku profilu 700 až 900 nelze zcela vyloučit výskyt odmrsku granitů typ Čeřínek. Interpretované vodivé poruchy lze korelovat s mapovanou tektonikou ID 129 (metrů 179) a ID 148 (metrů 600, resp. 703).

### 3.13 Profil HRA-12A, Příloha 18

#### 3.13.1 Geologické předpoklady


Profil HRA-12A byl měřen v rámci 3. etapy. Sloužil pro objasnění průběhu zlomu (zřejmě) regionálního významu v centrální části masivu Čeřínek (poruchy ID 99, ID 129 a ID 148), případně jeho sklonu a možného pokračování k severu ke kamenolomu v Boršově. Zároveň profil probíhá přes zvodnělé oblasti v okolí osady Na Bahnech a přispívá k ověření rozsahu bloku migmatitů v granitu v oblasti Tomšova kopce. Profil má směr ZSZ - VJV a délku cca 4 km.

#### 3.13.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metrů je vztažena k poloze MN. Hodnoty odporů podél profilu výrazně kolísají od cca 300 do 5000 ohmm. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 13 příznaků tenkých vodičů (poruch) a 1 širší vodivou zónu, která zahrnuje 2 z uvedených 13 poruch. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s mapovanou tektonikou. Zdá se, že porucha na metrů 810 odpovídá hledané struktuře ID 99, porucha na metrů 1702 odpovídá ID 129 a porucha na metrů 2480 v široké poruchové zóně odpovídá ID 148.

**Výsledky metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole pro vybrané pracovní frekvence, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Vodiče se generelně dobře shodují s výsledky metody DOP. Obecně platí, že centrální žulový masiv Čeřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích. Vodivé poruchy a větší intenzita zvětrání se projeví



	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>


lokálním růstem hodnot Q. Nelze vyloučit, že poklesy hodnot Q v intervalech 1000 - 1400, 1800 - 2000 a 3500 - 3800 odpovídají odmrskům granitů typ Čeřínek.

**Metoda MAG** je zpracována ve formě grafů velikosti vektoru  $\Delta T$  a jeho vertikálního gradientu. Z naměřených dat byly vyloučeny některé bodové anomálie, které jsou způsobeny výskytem železných objektů v blízkosti profilu (např. kolem metráže 800 u obce Hatlíkov). Průběh magnetického pole na profilu HRA-12A vykazuje do metráže cca 1000 mírně rozkolísané hodnoty, což je typické pro granity typu Eisgarn. Dále se pole zklidňuje až do konce profilu. To by ukazovalo na převahu granitů typu Čeřínek. Nebyla zjištěna žádná výraznější, lokální "přírodní" anomálie. Drobná anomálie jsou na metráži 600 a 3320.

**Měření metodou ERT** bylo provedeno na profilu HRA-12A v úseku 2100 až 3100 v místě možného výskytu migmatitů. Výsledky měření jsou prezentovány ve formě interpretovaného odporového řezu. Inverzní odporový model byl sestaven pomocí programu Res2Dinv. Grafická úprava byla provedena programem SURFER. Odpor s hloubkou generelně roste až na hodnoty kolem 5000 ohmm při bázi řezu. V intervalu 2300 až 2900 (tj. v místech předpokládaných migmatitů) je při povrchu miskovitá deprese snížených odporů (vesměs pod 1000 ohmm), která dosahuje hloubky až 30 m. Kolem metráže 2650 je při povrchu "ostrůvek" zvýšených odporů s hloubkou cca 10 m, který interpretujeme jako balvanité sutě. V hlubších partiích řezu se místy vyskytují polohy snížených odporů až k bázi řezu, tj. do hloubky cca 80 m. Jedná se o porušené, rozpukané a zvodnělé granity. Nejvýraznější poruchou se jeví anomálie na metráži 2291, 2480 (ID 148) a 2824. Přehled odporových anomálií je uveden v interpretační tabulce Tab. 4.

**Komplexní seismika MXS** (metody MRS a RXS) byla měřena také v intervalu metrží 2100 a 3100 stejně jako metoda ERT. Data byla zpracována pomocí seismického softwaru Reflex W. **Výstupem pro metodu MRS** je seismický rychlostní řez (konstruovaný s pomocí programu SURFER) s vyznačeným průběhem refrakčního rozhraní. Rozhraní leží v hloubce vesměs od 10 do 20 m a interpretujeme ho jako hranici mezi zvětralým (rozpukaným) a pevným horninovým masivem. V nadloží rozhraní se rychlosti pohybují nejčastěji do 1000 m/s. V podloží rozhraní rychlosti rychle rostou na hodnoty vesměs přes 3000 m/s, často až 5000 m/s. Vyskytují se zde však subvertikální poruchy (zóny snížených seismických rychlostí), kde seismická rychlost nepřekračuje 3000 m/s ani na bázi řezu. Zóny se generelně dobře shodují s vodivými poruchami dle DOP, DEMP a ERT. Vybrané anomálie jsou uvedeny v interpretační tabulce Tab. 4. Reflexní seismický řez (**výsledek metody RXS**) byl konstruován s pomocí softwaru Reflex W. Řez ukazuje vlnové pole šíření elastické vlny buzené dopadem velké palice v horninovém prostředí pod profilem. Hloubkový dosah měření lze odhadnout na cca 400 m. Interpretovány byly subhorizontální odrazné horizonty, které interpretujeme jako projev změny napjatosti a geomechanického stavu masivu nebo v některých případech i změny litologie. Dále byly sledovány projevy subvertikálních poruch jako např. přerušování průběhu odrazných horizontů, změna intenzity signálu a jeho frekvence. Popisované jevy jsou zakresleny v řezu modrými liniemi. Nejvýrazněji se projevují poruchy kolem metráže 2300 a 2850 (okraje výše popisované široké vodivé zóny). Zajímavá je také oblast mezi metrážemi 2400 až 2650, kde je při povrchu (ve výšce cca 600 m n.m.) patrný výrazný pokles frekvence signálu. Mohlo by se jednat o litologickou změnu (hledaný relikv migmatitů?).

**Geologickou interpretaci provedených měření lze popsat následovně.** Profil HRA-12A pravděpodobně leží převážně v oblasti granitů. Na začátku profilu v úseku 0 až 1000 jsou odpory mírně snížené (nejčastěji pod 2000 ohmm) a magnetické pole mírně rozkolísané. To odpovídá granitům typu Eisgarn. Dále do konce profilu dochází ke zklidnění magnetického pole a často se vyskytují úseky výrazně zvýšených odporů (také pokles parametru Q v metodě

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

DEMP). Jedná se o interval 1000 až 1400 m, 1800 až 2000 m, 2900 až 3200 m a 3500 až 3800 m. Domníváme se, že se jedná o odmrsky granitů typ Čeřínek pronikající granity typu Eisgarn. Podle magnetického pole lze očekávat, že mocnost granitů Eisgarn nebude velká a hlouběji převládá typ Čeřínek. Anomální je oblast v intervalu cca 2300 až 2850, kde se vyskytuje široká vodivá zóna. V řezu se projevuje mísovitým poklesem odporů do hloubky až 30 m a výraznou změnou frekvence seismického reflexního řezu v hloubkách kolem 50 až 60 m. Domníváme se, že se jedná o projev tektonicky postiženého granitového masivu, který je zde silně zvodnělý (oblast poruchy ID 148). Nelze však ani vyloučit litologickou změnu, tj. výskyt bloku migmatitů. V prostoru Tomšova kopce (úsek cca 3400 až 3800) převažují výrazně zvýšené odpory (vesměs nad 2000 ohmm) a celkem klidné magnetické pole, což je charakteristické spíše pro granity typu Čeřínek. Výskyt migmatitů je zde málo pravděpodobný, ale zcela vyloučit nelze. Hledané regionální poruchy interpretujeme na metrži 810 (ID 99), 1702 (ID 129) a 2480 (ID 148) a 3925 (ID 144).

### 3.14 Profil HRA-12B, Příloha 19

#### 3.14.1 Geologické předpoklady


Profil HRA-12B byl měřen ke konci 3. etapy projektu. Navazuje na profil HRA-12A ve směru k ZSZ a má délku cca 3 km. Profil byl navržen pro objasnění rozsahu a charakteru těles migmatitů a granitů a ověření výskytu poruch směru S - J v tomto prostoru.

#### 3.14.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 8 příznaků tenkých vodičů (poruch) a 1 širší vodivou zónu, která zahrnuje 1 z uvedených 8 poruch. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s mapovanou tektonikou. Zdá se, že porucha na metrži 398 odpovídá hledané struktuře ID 101, porucha na metrži 1200 pravděpodobně odpovídá ID 79 a porucha na metrži 2688 v široké poruchové zóně odpovídá křížení struktur ID 159 a ID 164.

**Výsledky metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole pro vybrané pracovní frekvence, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Vodiče se generálně dobře shodují s výsledky metody DOP. Obecně platí, že granity a zvláště centrální žulový masiv Čeřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích. Vodivé poruchy a větší intenzita zvětrání se projeví lokálním růstem hodnot Q. Nelze vyloučit, že poklesy hodnot Q v intervalech 800 - 1450 odpovídá odmrsku granitů.


**Metoda MAG** je zpracována ve formě grafů velikosti vektoru  $\Delta T$  a jeho vertikálního gradientu. Z naměřených dat byly vyloučeny některé bodové anomálie, které jsou způsobeny výskytem železných objektů v blízkosti profilu (např. kolem metrže 1900 u Milíčova). Průběh magnetického pole na profilu HRA-12B vykazuje celkově mírně rozkolísané hodnoty, což je typické pro granity typu Eisgarn. Místy se vyskytují drobné anomálie (metráž 300, 1200 a 2450), které jsme často registrovali v metamorfitech pláště granitů.

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

**Měření metodou ERT** bylo provedeno na profilu HRA-12B v úseku 50 až 1050 v místě možného výskytu odmrsku granitů. Výsledky měření jsou prezentovány ve formě interpretovaného odporového řezu. Inverzní odporový model byl sestaven pomocí programu Res2Dinv. Grafická úprava byla provedena programem SURFER. Odporů s hloubkou generelně rostou až na hodnoty kolem 5000 ohmm při bázi řezu. V intervalu 50 až 750 je při povrchu zvýšená mocnost vrstvy snížených odporů (vesměs pod 1000 ohmm), která dosahuje hloubky 5 až 20 m. V hlubších partiích řezu se místy vyskytují polohy snížených odporů až k bázi řezu, tj. do hloubky cca 80 m. Jedná se o porušené, rozpukané a zvodnělé horniny. Nejvýraznější poruchou se jeví anomálie na metrůžích 398 (ID 101) a 653. Přehled odporových anomálií je uveden v interpretační tabulce Tab. 4.

**Komplexní seismika MXS** (metody MRS a RXS) byla měřena také v intervalu metrůžích 50 až 1050 stejně jako metoda ERT. Data byla zpracována pomocí seismického softwaru Reflex W. **Výstupem pro metodu MRS** je seismický rychlostní řez (konstruovaný s pomocí programu SURFER) s vyznačeným průběhem refrakčního rozhraní. Rozhraní leží v hloubce vesměs od 5 do 10 m a interpretujeme ho jako hranici mezi zvětralým (rozpukaným) a pevným horninovým masivem. V nadloží rozhraní se rychlosti pohybují nejčastěji do 1000 m/s. V podloží rozhraní rychlosti rychle rostou na hodnoty vesměs přes 3000 m/s, často až 5000 m/s. Vyskytují se zde však subvertikální poruchy (zóny snížených seismických rychlostí), kde seismická rychlost nepřekračuje 3000 m/s ani na bázi řezu. Vyskytují se zvláště v západní polovině měřeného úseku. Vybrané anomálie jsou uvedeny v interpretační tabulce Tab. 4. Reflexní seismický řez (**výsledek metody RXS**) byl konstruován s pomocí softwaru Reflex W. Řez ukazuje vlnové pole šíření elastické vlny buzené dopadem velké palice v horninovém prostředí pod profilem. Hloubkový dosah měření lze odhadnout na cca 400 m. Interpretovány byly subhorizontální odrazné horizonty, které interpretujeme jako projev změny napjatosti a geomechanického stavu masivu nebo v některých případech i změny litologie. Dále byly sledovány projevy subvertikálních poruch jako např. přerušování průběhu odrazných horizontů, změna intenzity signálu a jeho frekvence. Popisované jevy jsou zakresleny v řezu modrými liniemi. Nejvýrazněji se projevují poruchy kolem metrůže 400 a 630, které se dobře shodují s vodivými poruchami dle DOP a ERT. Zajímavá je také oblast mezi metrůžemi 500 a 650, kde je při povrchu patrný výrazný pokles frekvence signálu. Pravděpodobně je to projev zvodnění horninového masivu v údolní nivě.

**Geologickou interpretaci provedených měření lze popsat následovně.** Na profilu HRA-12B nelze jednoznačně rozlišit očekávané střídání těles migmatitů (pararul) a granitů. Jeví se, že kolem metrůže 750 m je litologická hranice. V úseku od 0 do cca 750 je prostředí hlouběji rozpukané a zvětralé, s drobnými magnetickými anomáliemi (metamorfity pláště?). Navazuje oblast (interval 750 až 1470), kde je patrné zklidnění magnetického pole a zvýšení odporů (výrazný pokles parametru Q v metodě DEMP). Domníváme se, že to je projev tělesa granitů. Dále k metrůži cca 2400 navazuje nepřehledný úsek (u zástavby Milíčova), kde je interpretace nejasná. Do konce profilu pak následuje výrazná zóna snížených odporů (2400 až 3000), kde se kříží dvě regionální poruchy (ID 159 a ID 164). Horninový masiv je silně rozpukaný a zvodnělý. Pouze na základě odporů je obtížné interpretovat litologii. Další hledané regionální poruchy interpretujeme na metrůžích 398 (ID 101), 1200 (ID 79?) a v zóně 2530 - 2840 (křížení ID 159 a ID 164).

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

### 3.15 Profil HRA-13, Příloha 20

#### 3.15.1 Geologické předpoklady

Profil HRA-13, který byl měřen ve 3. etapě, měl za cíl potvrzení průběhu zlomu (zřejmě) regionálního významu (poruchy ID 99 a ID 129) a ideálně zjištění jeho sklonu. Profil je veden přibližně kolmo k průběhu předpokládané poruchy v celkové délce 1 km.

#### 3.15.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 4 příznaků tenkých vodičů (poruch), z nichž jedna má charakter širší vodivé poruchy. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s mapovanou tektonikou. Zdá se, že porucha na metrāži 195 odpovídá hledané struktuře ID 99 a porucha na metrāži 773 pravděpodobně odpovídá ID 129.


**Výsledky metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole pro vybrané pracovní frekvence, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Vodiče se generelně dobře shodují s výsledky metody DOP. Obecně platí, že granity a zvláště centrální žulový masiv Čerřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích. Vodivé poruchy a větší intenzita zvětrání se projeví lokálním růstem hodnot Q.

**Metoda MAG** je zpracována ve formě grafů velikosti vektoru  $\Delta T$  a jeho vertikálního gradientu. Z naměřených dat byly vyloučeny některé bodové anomálie, které jsou způsobeny výskytem železných objektů v blízkosti profilu. Průběh magnetického pole na profilu HRA-13 vykazuje zcela klidné hodnoty bez výraznějších anomálií, což je typické pro granity typu Čerřínek.

**Měření metodou ERT** bylo provedeno na profilu HRA-13 v celé délce 0 až 1000. Výsledky měření jsou prezentovány ve formě interpretovaného odporového řezu. Inverzní odporový model byl sestaven pomocí programu Res2Dinv. Odporový řez je pestrý. Nejvýraznější strukturou jsou výrazné vodivé poruchy přes celou hloubku řezu kolem metrāže 200 a 800, které se dobře shodují poruchami dle DOP a DEMP. Jedná se o projev hledaných poruch ID 99 a ID 129. Dle řezu se jeví, že porucha na metrāži 200 (ID 99) zapadá mírně k V. Porucha na metrāži 800 (ID 129) se jeví cca vertikální. Přehled odporových anomálií je uveden v interpretační tabulce Tab. 4.

**Metoda DPG** byla měřena v celé délce profilu HRA-13. Data byla zpracována do úrovně úplné Bouguerovy anomálie - UBA. Křivka BA vykazuje generelní pokles od V k Z, tj. ve směru k centru granitů. Na křivce BA jsou patrné dvě výrazná lokální minima se středem na metrāži 220 a 780. Lokální minima residuální UBA obecně ukazují na výskyt zón zvýšené puklinatosti nebo hlubšího zvětrání. Popisované anomálie UBA se dobře shodují s anomáliemi geoelektrickými, které odpovídají poruchám ID 99 a ID 129. To svědčí o tom, že horninový masiv je v prostoru poruch silně narušený do značných hloubek.

**Geologickou interpretaci provedených měření lze popsat následovně.** Oblast profilu HRA-13 vykazuje znaky typické pro granity typu Čerřínek (vysoké odpory mimo vodivé poruchy,

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

klidné magnetické pole, minimum UBA). Zastiženy byly dvě výrazné poruchy, které se s výjimkou magnetometrie projevují ve všech měřených metodách. Střed poruch je cca na metrů 200 (mapovaná porucha ID 99) a 800 (mapovaná porucha ID 129). Dle řezu ERT a výrazných residuálních anomálií UBA se jeví, že horninový masiv je silně porušen do značných hloubek (jistě přes 100 m). Porucha ID 99 pravděpodobně zapadá směrem k V, porucha ID 129 se jeví vertikální (případně zapadá spíše k V).

### 3.16 Profil HRA-14, Příloha 21

#### 3.16.1 Geologické předpoklady

**Profil HRA-14** je součástí 3. etapy projektu. Cílem měření bylo sledovat průběh a ideálně sklon zlomu (zřejmě) regionálního významu (poruchy ID 99 a ID 129). Profil je veden přibližně kolmo k průběhu předpokládané poruchy v jižní části masivu Čeříneku a má celkovou délku 0,7 km.


#### 3.16.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metrůž je vztažena k poloze MN. Hodnoty odporů jsou celkově sniženy vesměs pod 1000 ohm. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 2 příznaků tenkých vodičů (poruch) a jedné výrazné širší vodivé zóny. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s mapovanou tektonikou. Zdá se, že porucha na metrůž 334 odpovídá hledané struktuře ID 99 a porucha na metrůž 478 pravděpodobně odpovídá ID 129.

**Výsledky metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole pro vybrané pracovní frekvence, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Vodiče se generelně dobře shodují s výsledky metody DOP. Obecně platí, že granity a zvláště centrální žulový masiv Čeřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích. Vodivé poruchy a větší intenzita zvětrání se projeví lokálním růstem hodnot Q.

**Metoda MAG** je zpracována ve formě grafů velikosti vektoru  $\Delta T$  a jeho vertikálního gradientu. Z naměřených dat byly vyloučeny některé bodové anomálie, které jsou způsobeny výskytem železných objektů v blízkosti profilu. Průběh magnetického pole na profilu HRA-14 vykazuje mírný pokles magnetického pole od Z k V s minimem cca na metrůž 530. Vzhledem k jistému rozkolísání magnetického pole lze očekávat, že profil HRA-14 se nachází v blízkosti hranice granitů Čeříneku a Eisgarnů případně u reliktu pláště granitů.

**Měření metodou ERT** bylo provedeno na profilu HRA-14 v celé délce 0 až 700. Výsledky měření jsou prezentovány ve formě interpretovaného odporového řezu. Inverzní odporový model byl sestaven pomocí programu Res2Dinv. Odporový řez je pestrý. Nejvýraznější strukturou je výrazná vodivá zóna přes celou hloubku řezu při východním konci profilu. Jedná se o místo, kde byly mapovány prameny a staré jímací objekty. Patrně to je široké zvodnělé rozpukané pásmo, které zasahuje překvapivě hluboko do masivu (nejméně 70 m). Dále byly registrovány 3 užší vodivé poruchy, které se dobře shodují s metodou DOP a DEMP. Porucha

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

na metrži cca 330 odpovídá mapované struktuře G99, porucha na metrži cca 500 je pravděpodobně obrazem ID 129. Dle řezu se jeví, že porucha na metrži 330 (ID 99) zapadá k V. Porucha na metrži 800 (ID 129) se jeví cca vertikální (mírně k Z?). Přehled odporových anomálií je uveden v interpretační tabulce Tab. 4.

**Geologickou interpretaci provedených měření lze popsat následovně.** Oblast profilu HRA-14 pravděpodobně leží v blízkosti hranice granitů Čeříňku a typu Eisgarn (odpory cca 1000 ohmm mimo vodivé poruchy, magnetické pole s mírnými anomáliemi). Zastiženy byly dvě poruchy, které leží v místech očekávaného výskytu mapované tektoniky. Jedná se o metrž 334 (ID 99) a 478 (ID 129). Porucha ID 99 zapadá dle ERT k V, porucha ID 129 se jeví vertikální (případně zapadá spíše k Z). Dále byla zaznamenána širší vodivá zóna na východním konci profilu, kde se vyskytuje řada pramenů. Zóna zasahuje do značných hloubek (nejméně 70 m), může se jednat o paralelní strukturu ID 99 / ID 129.

### 3.17 Profil HRA-15, Příloha 22


#### 3.17.1 Geologické předpoklady

Profil HRA-15 byl součástí 3. etapy. Profil byl navržen pro zastižení hranice granitů a metamorfovaných hornin moldanubika severovýchodně od Dolní Cerekve a pro ověření průběhu a sklonu poruchy, procházející zřejmě ve směru S-J od Horních Hutí k jihu. Celková délka profilu je 3,8 km. Profil HRA-15 společně se západní částí profilu HRA-02 probíhá zhruba paralelně s regionálním profilem pro studium hlubinné stavby masivu. Výsledky z obou profilů slouží i pro interpretaci metod pro hlubinnou stavbu.

#### 3.17.2 Interpretace geofyzikálních dat

**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metrž je vztažena k poloze MN. Hodnoty odporů se nejčastěji pohybují kolem 1000 ohmm, pouze lokálně dosahují hodnot nad 2000 nebo pod 400 ohmm. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón), případně k určení litologických hranic. Celkem interpretujeme výskyt 11 příznaků tenkých vodičů (poruch) a jedné výrazné široké vodivé zóny, která zahrnuje cca 3 dílčí poruchy. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s mapovanou tektonikou. Zdá se, že porucha na metrži 573 odpovídá hledané struktuře ID 120 ve směru S - J a porucha na metrži 2132 odpovídá ID 62.

**Výsledky metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole pro vybrané pracovní frekvence, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Vodiče se generelně dobře shodují s výsledky metody DOP. Obecně platí, že granity a zvláště centrální žulový masiv Čeřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích (typický průběh v úseku 0 až 400 m). Vodivé poruchy a větší intenzita zvětrání se projeví lokálním růstem hodnot Q. Proto se zdá, že masiv granitů v intervalu cca 400 až 2100 m vykazuje celkově větší míru zvětrání nebo se jedná o jemnozrnější facii granitů. Hranici granitů a krystalinika lze klást na metrž cca 2100. Horniny krystalinika jsou celkově značně zvětralé a narušené, což se projevuje ještě výraznějším poklesem odporů a růstem parametru Q v intervalu 2100 až 3500 m. Zde lze očekávat i


 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

zvýšenou mocnost pokryvu. Výrazné zvýšení odporů a pokles parametru Q na konci profilu (metráž 3500 až 3800) je patrně projevem výchozu méně narušených pararul.

**Metoda MAG** je zpracována ve formě grafů velikosti vektoru  $\Delta T$  a jeho vertikálního gradientu. Z naměřených dat byly vyloučeny některé bodové anomálie, které jsou způsobeny výskytem železných objektů v blízkosti profilu. Průběh magnetického pole na profilu HRA-15 lze rozdělit na dvě základní části. V intervalu 0 až 2550 je magnetické pole klidné s mírným poklesem ze Z na V (typický projev granitů typ Čeřínek). V úseku 2550 až 3800 m je pole mírně narušené (typická projev krystalinika jako pláště granitů). Místy se vyskytují výraznější lokální anomálie, které by mohly být projevem poruch s magnetickou mineralizací (zvláště metráž 1750, 2650, 3710).

**Měření metodou ERT** bylo provedeno na profilu HRA-15 ve dvou úsecích, interval 300 až 1015 a 1750 až 2550. Úseky byly vybrány pro ověření očekávané poruchy ve směru S - J v centru masivu granitů a očekávaného kontaktu granitů a pláště. Výsledky měření jsou prezentovány ve formě interpretovaného odporového řezu. Inverzní odporový model byl sestaven pomocí programu Res2Dinv. Odporový řez v prvním úseku ukazuje horninový masiv, kde odpory generelně rostou s hloubkou. Při povrchu je poloha snížených odporů vesměs pod 1000 ohmm s mocností 5 až 20 m. Jedná se o zónu zvětrání a povrchového rozpukání. Dále do hloubky odpory rostou na hodnoty kolem 2000 ohmm (granity). Místy jsou patrné subvertikální vodivé poruchy, které se dobře shodují s metodou DOP a DEMP. Zdá se, že poruchy na metráži 573 a 778, které asi odpovídají hledané poruše ID 120, zapadají k V. Řez ve druhém úseku ukazuje situaci v místě nasedání pláště granitů. Dominantní strukturou je výrazná vodivá zóna v intervalu 2000 až 2500 m s dílčími poruchami až na bázi řezu (do hloubky nejméně 100 m). Jedná se o projev intenzivního rozpukání a drcení na hranici intruze do krystalinického pláště. Celá zóna zapadá směrem k V. Poruchy se dobře shodují s metodou DOP a DEMP. Porucha na metráži cca 2134 odpovídá mapované struktuře ID 62. Přehled odporových anomálií je uveden v interpretační tabulce Tab. 4.

**Geologickou interpretaci provedených měření lze popsat následovně.** Oblast profilu HRA-15 lze rozdělit na 5 základních úseků. V intervalu 0 až 400 se nachází typický masiv Čeříneku (vysoké odpory, výrazně snížené hodnoty parametru Q, klidné magnetické pole). V intervalu 400 až 2000 m jsou hodnoty odporů mírně snížené (vesměs kolem 1000 ohmm), parametr Q vykazuje mírně proměnné hodnoty a magnetické pole je klidné (s výjimkou lokálních anomálií např. na metráži 1800). Jedná se o masiv granitů (jemnozrná facie typu Čeřínek?), které jsou více zvětralé a rozpukané. Místy jsou vodivé poruchy. Dále navazuje oblast 2000 až 2550, která je zónou kontaktu granitů s krystalinickým pláštěm. Odpory jsou výrazně snížené (vesměs pod 300 ohmm), parametr Q je výrazně zvýšený a magnetické pole je klidné. Horniny (pravděpodobně mix granitů a migmatitů) jsou silně porušené do značné hloubky. Celé pásmo upadá k V. V úseku 2550 až 3600 m jsou odpory kolem 500 ohmm, vyskytují se četné lokální poruchy. Magnetické pole je narušené. Jedná se o narušené krystalinické horniny s převahou migmatitů. Závěr profilu (metráž 3600 až 3800) vykazuje vysoké odpory (kolem 2000 ohmm), snížené hodnoty Q a mírně neklidné magnetické pole. Jedná se patrně o projev výchozu méně zvětralých pararul. Ověřovaná porucha ID 120 na metráži cca 573 zapadá k V. Hranice granitů a pláště krystalinických hornin zapadá také k V.

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SURAO TZ 435/2019</b>

### 3.18 Profil HRA-16, Příloha 23

#### 3.18.1 Geologické předpoklady

Profil HRA-16 byl měřen ke konci 3. etapy projektu. Profil je zhruba paralelní s profilem HRA-05 a byl navržen za účelem ověření kontaktu granitů a metamorfovaných hornin moldanubika. Profil má směr SZ-JV a celkovou délkou 2,5 km.

#### 3.18.2 Interpretace geofyzikálních dat


**Metoda DOP** je prezentována ve formě grafu zdánlivých měrných odporů. Modrá linie odpovídá odporu AB-MN, červená linie odporu MN-AB, metráž je vztažena k poloze MN. Hodnoty odporů na profilu jsou výrazně sniženy vesměs pod 500 ohmm. Pouze lokálně odpory přesahují hodnotu 1000 ohmm. Naměřené odporové křivky byly použity k interpretaci výskytu vodivých struktur (tektonických poruch, puklinových zón). Celkem interpretujeme výskyt 11 příznaků tenkých vodičů (poruch), které jsou často součástí širších zón snížených odporů. Přehled vybraných anomálií je uveden v interpretační tabulce (viz Tab. 4). Zde je také uvedena pravděpodobná korelace zjištěných vodivých poruch s mapovanou tektonikou. Zdá se, že porucha na metráž 690, která je součástí širšího pásma v intervalu 493 až 761 m, pravděpodobně odpovídá struktuře ID 62. Porucha na metráž 2408 může být projevem pokračování struktury ID 131 směrem k JV.

**Výsledky metody DEMP** jsou zobrazeny jako grafy měřeného parametru Q elektromagnetického pole pro vybrané pracovní frekvence, které jsou závislé na vodivosti (odporech) prostředí. Vodivé struktury se projevují zvýšenými hodnotami parametru Q, nevodivé polohy naopak poklesem hodnot Q. Vodiče se generálně dobře shodují s výsledky metody DOP. Obecně platí, že granity a zvláště centrální žulový masiv Čeřínek se projevuje poklesem parametru Q na všech frekvencích. Takový úsek byl registrován pouze na začátku profilu (interval 0 až 200), který se dobře shoduje s mapovanou hranicí granitů Čeřínek a Eisgarn. Vodivé poruchy a větší intenzita zvětrání se projeví růstem hodnot Q. Na profilu HRA-16 zvýšené hodnoty parametru Q převládají, což svědčí o zvýšené mocnosti pokryvu a intenzity zvětrání. Výjimkou jsou anomálie (minima Q) kolem metráže 900 a 1150, které omezují výrazný nevodič dle metody DOP (změna litologie?).

**Metoda MAG** je zpracována ve formě grafů velikosti vektoru  $\Delta T$  a jeho vertikálního gradientu. Z naměřených dat byly vyloučeny některé bodové anomálie, které jsou způsobeny výskytem železných objektů v blízkosti profilu (např. kolem metráže 2000 železnice). Průběh magnetického pole na profilu HRA-16 lze rozdělit na 4 základní úseky. Interval 0 až 800 vykazuje klidné magnetické pole (převažují granity). V úseku 800 až 1690 je pole mírně porušené, převládají "dlouhovlnné" anomálie. V úseku 1690 až 2200 m je pole také mírně porušené, převládají však "krátkovlnné" anomálie. Ke konci profilu (v metráž 2200 až 2600) je magnetické pole porušené četnými lokálními anomáliemi (litologická změna? - pararuly?).

**Měření metodou ERT** bylo provedeno na profilu HRA-16 v úseku 400 až 1900 m v místě předpokládaného kontaktu granitů a krystalinického pláště. Výsledky měření jsou prezentovány ve formě interpretovaného odporového řezu. Inverzní odporový model byl sestaven pomocí programu Res2Dinv. Grafická úprava byla provedena programem SURFER. Odpory s hloubkou generálně rostou od povrchu (pod 100 ohmm) až na hodnoty kolem 5000 ohmm v některých segmentech řezu při jeho bázi. Nejvýraznější strukturou jsou výrazné zóna poklesu odporů, které často zasahují až k bázi řezu. Jedná se o interval 400 až 800, kde je




	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

patrně kontakt granitů a pláště. Dle řezu ERT se jeví, že zóna je subvertikální, případně překvapivě zapadá směrem k Z. Další zóna je v intervalu 1450 až 1900 m. Ta je projevem především velké míry zvětrání a porušení masivu do hloubky až 30 m. Místy jsou patrné úzké vodivé porucha zasahující až k bázi řezu (např. na metrůž 1200, 1300 a 1600). Přehled odporových anomálií je uveden v interpretační tabulce Tab. 4.


**Metoda DPG** byla měřena v úseku 700 až 1700. Data byla zpracována do úrovně úplné Bouguerovy anomálie - UBA. Křivka UBA vykazuje generelní výrazný pokles od Z k V, tj. ve směru k centru granitů. Na křivce BA jsou patrné dvě výrazná lokální minima se středem na metrůž 700 (nedoměřená anomálie) a 1500. Lokální minima residuální UBA obecně ukazují na výskyt zón zvýšené puklinatosti nebo hlubšího zvětrání. Popisované anomálie UBA se dobře shodují s anomáliemi geoelektrickými, které odpovídají širokým vodivým zónám (viz výše v metodě ERT). To svědčí o tom, že horninový masiv je v prostoru poruch silně narušený do značných hloubek.

**Komplexní seismika MXS** (metody MRS a RXS) byla měřena v intervalu metrůž 1400 až 1900 stejně jako metoda ERT. Data byla zpracována pomocí seismického softwaru Reflex W. **Výstupem pro metodu MRS** je seismický rychlostní řez (konstruovaný s pomocí programu SURFER) s vyznačeným průběhem refrakčního rozhraní. Rozhraní leží v hloubce vesměs od 5 do 15 m a interpretujeme ho jako hranici mezi zvětralým (rozpukaným) a pevným horninovým masivem. V nadloží rozhraní se rychlosti pohybují nejčastěji do 1000 m/s. V podloží rozhraní rychlosti rychle rostou na hodnoty vesměs kolem 3000 m/s. Vyskytují se zde však subvertikální poruchy (zóny snížených seismických rychlostí), kde seismická rychlost nepřekračuje 3000 m/s ani na bázi řezu. Vyskytují se zvláště na začátku profilu (v intervalu 400 až 800 m) a v jeho západní polovině (v intervalu 1350 až 1900). Vybrané anomálie jsou uvedeny v interpretační tabulce Tab. 4. Reflexní seismický řez (**výsledek metody RXS**) byl konstruován s pomocí softwaru Reflex W. Řez ukazuje vlnové pole šíření elastické vlny buzené dopadem velké palice v horninovém prostředí pod profilem. Hloubkový dosah měření lze odhadnout na cca 400 m. Interpretovány byly subhorizontální odrazné horizonty, které interpretujeme jako projev změny napjatosti a geomechanického stavu masivu nebo v některých případech i změny litologie. Dále byly sledovány projevy subvertikálních poruch jako např. přerušování průběhu odrazných horizontů, změna intenzity signálu a jeho frekvence. Popisované jevy jsou zakresleny v řezu modrými liniemi. Nejvýraznější se projevují poruchy kolem metrůže 750 a 1500 až 1600, které se dobře shodují s vodivými poruchami dle DOP a ERT.

**Geologickou interpretaci provedených měření lze popsat následovně.** Oblast profilu HRA-16 lze rozdělit na 5 základních úseků. V intervalu 0 až cca 280 m se nachází pravděpodobně masiv Čeříňku (mírně zvýšené odpory, snížené hodnoty parametru Q, relativně klidné magnetické pole). V intervalu 280 až 790 m jsou hodnoty odporů výrazně snížené (vesměs pod 300 ohmm), parametr Q vykazuje vysoké hodnoty a magnetické pole je klidné. Pravděpodobně převládají granity typu Eisgarn, které jsou silně tektonicky porušené a hluboce zvětralé. Navazuje lokální nevodivá zóna v intervalu cca 790 až 1200 m. Odpory jsou zvýšené (až přes 2000 ohmm), magnetické pole mírně zvýšené. Domníváme se, že se jedná o blok krystalinika s menší mírou zvětrání a rozpukání (pararuly?). Pevný blok granitů nemůžeme vyloučit. V intervalu 1200 až 1690 m jsou odpory snížené (vesměs kolem 300 ohmm), parametr Q vysoký a magnetické pole mírně narušené. Jedná se pravděpodobně o granity typu Eisgarn, které jsou silně zvětralé a rozpukané. Ke konci bloku cca na metrůž 1600 je výrazná porucha (kontakt granitů a pláště?), kde jsou horniny silně porušené a hluboce zvětralé. Zóna přechodu je zhruba subvertikální, registrovány byly příznaky upadání dílčích

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

struktur k V. V intervalu 1690 až 2150 m jsou odpory výrazně sniženy (vesměs pod 300 ohmm), parametr Q vysoký. Magnetické pole je narušené s lokálními anomáliemi. Jedná se o krystalinikum (migmatity?) silně zvětralé a se zvýšenou mocností pokryvu. Do konce profilu (2150 až 2600 m) jsou odpory a Q parametr obdobný jako v předchozím úseku. Magnetické pole je však výrazně porušené s četnými a celkem intenzivními lokálními anomáliemi. Domníváme se, že se jedná o projev zvětralých pararul.

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

## 4 Shrnutí výsledků geofyzikálních prací pro popis geologické stavby lokality

Geofyzikální výzkum na lokalitě Hrádek byl podle projektu založen na pestré kombinaci geofyzikálních metod, které sledují různé fyzikální vlastnosti horninového masivu: měrný odpor nebo vodivost (metody DOP, VES, ERT, DEMP), rychlost šíření seismických vln (MRS, RXS), změny tíže = změny objemové hmotnosti (DPG, PG), magnetické vlastnosti (MAG). K dispozici bylo i měření obsahu přírodních radionuklidů v přípoверхové vrstvě (gamaspektrometrii), kterou měřili kolegové z ČGS (Mixa et al. 2019c).

Provedený výzkum ukázal, že **litologické hranice** nejlépe vystihují odporové a magnetické vlastnosti hornin. Užitečné informace přinesla i gamaspektrometrie. Interpretace není při současné hustotě měření vždy jednoznačná. Vyjíměčně nejsou na některých místech litologické hranice dle geofyziky a dle geologického mapování zcela ve shodě, případně se vymapovaná hranice v geofyzice neprojevuje. Generelně je však možné jednotlivé horninové typy charakterizovat následovně:

- granity v masivu Čeříнку se nejčastěji projevují zvýšenými odpory (vesměs nad 2000 ohmm), výrazným poklesem parametru Q bez anomálií a klidným magnetickým polem. Seismické rychlosti jsou zvýšené (vesměs nad 4000 m/s). Objemové hmotnosti dle gravimetrického modelování jsou překvapivě nízké, nejčastěji v intervalu 2610 až 2640 kg/m<sup>3</sup>.


- granity typu Eisgarn vykazují odpory nejčastěji v intervalu 1000 až 2000 ohmm, sníženými hodnotami parametru Q pouze s mírnými anomáliemi a mírně narušeným magnetickým polem. Seismické rychlosti jsou zvýšené (vesměs nad 4000 m/s). Objemové hmotnosti jsou snižené, nejčastěji dosahují hodnot v intervalu 2630 až 2650 kg/m<sup>3</sup>.

- krystalinikum s převahou migmatitů se většinou projevuje sníženými odpory (vesměs pod 1000 ohmm), proměnlivými hodnotami parametru Q (podle charakteru pokryvu) a narušeným magnetickým polem s lokálními anomáliemi. Seismické rychlosti jsou proměnné, nejčastěji dosahují hodnot mezi 3000 až 4000 m/s. Objemové hmotnosti se pohybují nejčastěji v intervalu 2650 až 2680 kg/m<sup>3</sup>.

- krystalinikum s převahou pararul se projevuje proměnnými odpory, převažují však hodnoty zvýšené nad 2000 ohmm. Proměnlivé hodnoty vykazuje také parametr Q, a to zvláště podle charakteru pokryvu. Magnetické pole bývá narušené s výraznými lokálními anomáliemi. Seismické rychlosti jsou proměnné, nejčastěji dosahují hodnot kolem 4000 m/s. Objemové hmotnosti se pohybují nejčastěji v intervalu 2660 až 2690 kg/m<sup>3</sup>.

Uvedené fyzikální parametry jsou generalizovány a platí pro horninový masiv v "běžném" stavu. V každé z uvedených jednotek se však vyskytují poruchové zóny, kde se fyzikální parametry výrazně mění. Odpory klesají až pod hodnotu 100 ohmm i ve značných hloubkách, seismické rychlosti mohou klesat i pod 2000 m/s a objemové hmotnosti klesají i pod 2500 kg/m<sup>3</sup>. Naměřené hodnoty fyzikálních parametrů jsou ovlivněny dále charakterem a mocností pokryvu a zvětralin. Z těchto důvodů jsou interpretované litologické hranice zatíženy nejednoznačností. Často byly stanoveny ve spolupráci s geology jako příznak změny fyzikálních parametrů a mapované litologické hranice.

**Hlavní geologickou strukturou na lokalitě Hrádek je intruze granitů** v centru lokality. Celkový tvar intruze granitů dobře vystihuje tíhové pole naměřené na ploše HRA-01 (viz Příloha 2). Na mapě izolinií UBA je výrazné centrální minimum, které dosahuje amplitudy -362  $\mu\text{m/s}^2$ . Tvar intruze, tj. oblasti zapadání intruze do hloubky, která je zhruba paralelní s


 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

průběhem hranice granitů a krystalinického pláště, nejlépe vystihuje průběh maximálního gradientu pole UBA. Na základě gravimetrického modelování (viz Příloha 25 a Příloha 26) se jeví, že kořeny granitů zasahují do značných hloubek (až kolem 20 km). Nejmladší granity v centru intruze (masiv Čeřínek) vykazují překvapivě nízké objemové hmotnosti (2610 až 2640 kg/m<sup>3</sup>), granity typu Eisgarn hodnoty mírně vyšší (2630 až 2660 kg/m<sup>3</sup>). Kontakt granitů s pláštěm má v různých směrech rozdílný charakter. Podle gravimetrického modelování a také s využitím výsledků metod ERT a RXS se jeví, že východní hranice (profil HRA-02, metráž cca 10400) upadá k V nejdříve celkem pozvolna (pod úhlem cca 40° až 50°). Ve vzdálenosti cca 2 km od hranice se sklon výrazně mění na cca 70° a 80° a granity takto zapadají do hloubky nejméně 4 km. Západní hranice (profil HRA-02, metráž cca 3900) se jeví více komplikovaná. Vyskytují se zde četné odmrsky granitů zasahující do pláště. Generelně hranice zapadá k Z pod úhlem cca 55°, který se ve vzdálenosti cca 1 km mění na úhel strmější cca 70°. Granity zapadají do hloubky cca 2,6 km. V těchto hloubkách dále na západ zřejmě převládají granity. Severní i jižní hranice je celkem pozvolná a ve větších hloubkách převládají granity. Granity na severu (profil HRA-03, metráž cca 5750) zapadají generelně k S pod úhlem cca 30°. Vyskytuje se zde prostředí s převahou granitů, plášť je ve formě bloků a šupin. Generelní hranice granitů typu Čeřínek na jihu (profil HRA-03, metráž cca 1800) má sklon cca 40°. Dále směrem na jih je pravděpodobně střídání granitů a krystalinického pláště, od metráže 1200 profilu HRA-03 převládají pravděpodobně krystalinické horniny.

Jedním z hlavních úkolů výzkumu byla **interpretace projevů (tektonického) porušení horninového masivu**. Interpretace poruch je založena zvláště na geoelektrických metodách (DOP, ERT, DEMP). Výraznější poruchy se projevují také v seismických metodách a překvapivě výrazně i v gravimetrii. Ukazuje se, některé poruchy zasahují do značných hloubek a jsou doprovázeny výraznými residuálními anomáliemi UBA (viz mapa izolinií residuální UBA na Příloha 27). Pro posouzení smyslu zapadání vybraných struktur se ukázalo jako nejvhodnější měření metodou ERT. Snažili jsme se dosáhnout co největšího hloubkového dosahu (některé řezy mají hloubkový dosah až 100 m). Výrazné vodivé poruchy (v Tab. 4 zvýrazněné žlutým podbarvením) se projevují většinou až na bázi řezů ERT (pokud byla metoda v daném místě měřena). Lze tedy očekávat, že narušení a zvodnění horninového masivu zasahuje do hloubky nejméně 100 m. Některé z interpretovaných poruch mají výrazný projev také v residuální anomálii UBA. Například porucha ID 99 dle gravimetrického modelování zasahuje až do hloubky přes 500 m. Široké vodivé zóny se v ERT řezech často projevují spíše jako rozpukané a zvodnělé mísy s hloubkou do 30 m než jako hluboké úzké poruchy. Ukazuje se, že průměrná vzdálenost mezi příznaky poruch (tektoniky, puklinových zón) na profilech se pohybuje od cca 300 m v krystalinickém plášti do cca 550 m v granitech. Příznaky poruch jsou zakresleny v přílohách pro jednotlivé profily v interpretačním modelu. Přehled interpretovaných příznaků je uveden v Tab. 4.

Jako nejméně porušený segment granitového masivu se jeví území v masivu Čeříнку východně od poruchy ID 99 a ID 129. **Kvasihomogenní blok** je zakreslen v Příloha 27 (residuální anomálie UBA) a projevuje se zklidněním výskytu residuální anomálie UBA. Nějaké vodivé poruchy jsou v bloku samozřejmě také interpretovány. Jejich četnost na měřených profilech odpovídá granitům (cca 1 x za 500 až 600 m), ale nevyskytuje se zde žádná výrazná porucha. Další potenciálně perspektivní území se nachází opět v masivu Čeříнку na západ od poruch ID 99 a ID 129 k poruše ID 179. Četnost vodivých poruch i jejich intenzita je zde však větší.

Problematická je **korelace interpretovaných poruch** z profilu na profil. Geofyzikální měření na lokalitě Hrádek zahrnovalo velké území (cca 112 km<sup>2</sup>) a bylo pokryto profily vesměs

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

regionálního charakteru. Vzdálenost mezi profily je často i několik km. Proto byla velmi obtížná až nemožná nějaká detailní korelace poruch mezi profily. Přesto jsme se pokusili nejnvýraznější poruchy dle geofyziky v ploše zájmového území zakreslit. Využity byly k tomu dva podklady: mapa residuální anomálie UBA a mapa odporů dle DOP. Z mapy residuální UBA byl převzat interpretovaný průběh linií lokálních minim a byl porovnán s odporovými anomáliemi na mapě DOP. Tam, kde se oba příznaky porušení horninového masivu shodují, je zakreslen interpretovaný průběh výrazných poruch. Většina z nich se celkem dobře shoduje s mapovanými strukturami, které jsou v této zprávě označeny symbolem ID a číslem (např. ID 99).


## 5 Závěr

Předkládaná závěrečná zpráva popisuje průběh, metody a výsledky geofyzikálního výzkumu lokality Hrádek v období 09/2017 až 12/2019. V souladu s projektem a změnovými listy bylo měření prováděno na profilech HRA-02 až HRA-16 a na ploše HRA-01. Metodika prací odpovídá prováděcímu projektu a schváleným změnovým listům.

Ukázalo se, že jsme schopni vymezit řadu lokálních geofyzikálních anomálií, které odpovídají projevu rozpuštění nebo tektonických poruch. Dále byl jednoznačně potvrzen průběh hlavních litologických hranic na profilech. Přehled interpretovaných anomálií je uveden v následující interpretační tabulce Tab. 4. Průběžné výsledky interpretace geofyzikálních měření byly předávány geologům ČGS, kteří je využívali při geologickém mapování lokality.


Na základě provedených měření byly sestaveny přílohy s dokumentací a interpretací jednotlivých metod. Interpretovaný průběh hlavních poruch je zakreslen na Příloha 24. Nakonec byl vymezen kvasihomogenní blok jako místo s nejmenší mírou narušení horninového masivu (viz Příloha 27 a Příloha 24).

V případných dalších fázích výzkumu lokality pomocí geofyzikálních metod doporučujeme proměření vybraných kvasihomogenních bloků pomocí podrobné sítě profilů (se vzdáleností cca 200 m). Uplatnit by se měly zvláště metody DOP, DEMP a MAG. Dále doporučujeme vybrané profily proměřit pomocí ERT se zvýšeným hloubkovým dosahem (cca 200 m) a reflexní seismikou RXS.

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>

## 6 Reference

- BENEŠ V. ET AL. (2017): Prováděcí projekt geofyzikálních prací, lokalita Hrádek. Technická zpráva 131/2017, MS SÚRAO, Praha
- BENEŠ V. ET AL. (2018): Zpráva geofyzikálních prací za první etapu. Lokalita Hrádek. Technická zpráva 253/2018, MS SÚRAO, Praha
- BENEŠ V. ET AL. (2019): Zpráva geofyzikálních prací za druhou etapu. Lokalita Hrádek. Technická zpráva 377/2019, MS SÚRAO, Praha
- BREITER K. ET AL. (1998): Latest intrusions of the Eisgarn Pluton (South Bohemia - North Waldviertel) - Jahrb. Geol. B.-A., 141: 25-37.
- FRANĚK J. ET AL. (2018): Závěrečná zpráva 3D strukturně-geologické modely potenciálních lokalit HÚ. – TZ 229/2018, SÚRAO, Praha, 594 s. (kolektiv autorů: Franěk J., Bukovská Z., Buriánek D., Dudíková Schulmannová B., Grundloch J., Holeček J., Jelének J., Jelínek J., Klomínský J., Kryštofová E., Kučera R., Kunceová E., Kůrková I., Nahodilová R., Pacherová P., Pertoldová J., Peřestý V., Rukavičková L., Soejono I., Švagera O., Verner K., Žáček V.)
- FRANKE W. (2000): The middle-European segment of the Variscides: tectonostratigraphic units, terrane boundaries and plate tectonic evolution. In Franke et al. (eds): Orogenic Processes: quantification and Modelling in the Variscan belt. - Geol. Soc. London Spec. Publ., 179, 35-61.
- KLOMÍNSKÝ J. ET AL. (2010): Atlas of plutonic rocks and orthogneisses in the Bohemian Massif - ČGS, Praha
- KOVÁČIK M. ET AL. (2015): Ověření vhodnosti horninového prostředí pro umístění úložiště VJP a RAO v PÚZZZK Hrádek - MS SÚRAO, Praha
- LOKE M. H. (2002): Tutorial 2-D and 3-D electrical imaging surveys. GEOTOMO Malaysia 2002.
- 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. (kolektiv autorů: Mixa, P., Skácelová, Z., Pertoldová, J., Bukovská, Z., Buriánek, D., Dudíková, B., Franěk, J., Hrdličková, K., Jelínek, J., Nahodilová, R., Soejono, I., Verner, K., Žáček, V.)
- RENÉ M. (2008): Anomalous rare earth element, yttrium and zirconium mobility associated with uranium mineralization - Terra Nova, 20, 1, 52-58.
- SKOŘEPA J. ET AL. (2005): Provedení geologických a dalších prací pro zhodnocení a zúžení lokalit pro umístění hlubinného úložiště, svazek G - Rohozná - Sdružení Geobariéra, Praha
- TVRDÝ V. (1965): Boršov. Souhrnná závěrečná zpráva za průzkum žuly 1957/58 a doplňkový průzkum podrobného průzkumu žuly 1962/65 - Geindustria, závod Jihlava

 <b>SÚRAO</b>	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>


VERNER K. ET AL. (2014): Formation of elongated granite-migmatite domes as isostatic accomodation structures in collisional orogens - Journal of Geodynamics, 73, 100-117

VESELÁ M. (1991): Geologická mapa ČR 23-23 Jihlava - Ústřední ústav geologický, Praha.

ZADÁVACÍ DOKUMENTACE (2017) – technická specifikace geofyzikálních prací oblast Hrádek, MS SÚRAO, Praha

ZAVŘELOVÁ A. ET AL. (2009): Magnetické stavby a mechanismy vmístění granitoidů pně Čeříнку (moldanubický plutonický komplex) - Geol. Výzk. Mor. Slez., Brno, 2009, 121-124


ŽÁK J. ET AL. (2011): The generation of voluminous S-type granites in the Moldanibian unit, Bohemian Massif, by rapid isothermal exhumation of the metapelitic middle crust - Lithos 121 (1-4), 25-40.

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>	Evidenční označení:
		<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>


Tab. 4 Vybrané anomálie na měřených profilech. IDx = mapovaná struktura (číslo), IDx? = mapovaná struktura (číslo) v blízkosti, "-"metoda nebyla měřena,  
   výrazný geofyzikální projev

pořadí	profil	metráž (střed nebo od-do)	DOP	DEMP	MAG	MRS/MXS	DPG	ERT/VES	geologický popis
1	HRA-02	150	ne	ne	ne	ano	-	-	Zvýšená mocnost zvětralin
2	HRA-02	380	ano	ano	ne	ano	-	-	Výrazná porucha
3	HRA-02	610	ano	ano	ano	ne	-	-	Výrazná porucha, serpentinit?, ID 1
4	HRA-02	865	ano	ne	ne	ne	-	-	Nevodič
5	HRA-02	965 - 1355	ano	ano	ano	ano	-	-	Vodivá zóna, zvodnění, ID 83
6	HRA-02	1380	ne	ne	ano	ne	-	-	Serpentinit?
7	HRA-02	1457	ano	ano	ne	ne	-	-	Nevodič
8	HRA-02	1540	ano	ano	ne	ne	-	-	Porucha
9	HRA-02	1631	ano	ano	ne	ne	-	-	Nevodič
10	HRA-02	1825	ne	ne	ne	ano	-	-	Zvýšená mocnost zvětralin
11	HRA-02	1950 - 2130	ano	ano	ano	ano	-	-	Vodivá zóna
12	HRA-02	2268	ano	ano	ne	ne	-	-	Nevodič
13	HRA-02	2429	ano	ne	ano	ne	-	-	Nevodič (vedení?)
14	HRA-02	2610	ano	ano	ne	ano	ano	-	Výrazná porucha, žulový odmrsk
15	HRA-02	2910	ne	ano	ne	ano	ano	-	Zvýšená mocnost zvětralin?
16	HRA-02	3250 (3120 - 3345)	ano	ano	ne	ano	ano	-	Porucha, ID84
17	HRA-02	3490	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
18	HRA-02	3685	ne	ne	ne	ne	ano	-	Zvýšená mocnost zvětralin?
19	HRA-02	3880	ano	ano	ne	ano	ano	-	Výrazná porucha, kontakt granitů, ID123
20	HRA-02	4070	ne	ano	ano	ano	ano	-	Porucha, kontakt granitů, ID34
21	HRA-02	4150	ano	ano	ano	ne	ne	-	Nevodič, změna mag. pole, kontakt?
22	HRA-02	4245	ano	ne	ano	ano	ano	-	Porucha, kontakt granitů, ID80
23	HRA-02	4350	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
24	HRA-02	4540	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič




	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>					Evidenční označení:			
						<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>			

25	HRA-02	4845	ano	ano	ne	ano	ano	-	Výrazná porucha, litologie granitů?, ID179
26	HRA-02	5070	ano	ano	ne	ano	ne	-	Nevodič, žíla?
27	HRA-02	5337	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
28	HRA-02	5635	ano	ano	ne	ano	ano	-	Výrazná porucha
29	HRA-02	5903	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
30	HRA-02	6005	ano	ne	ne	ne	ano?	-	Porucha?
31	HRA-02	6231	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
32	HRA-02	6365	ano	ne	ne	ano?	ano?	-	Porucha? (vrchol Hrádek), ID78
33	HRA-02	7030 (6800 - 7255)	ano	ano	ano?	ano	ano	-	Výrazná vodivá zóna, porucha, ID99
34	HRA-02	7155 (6800 - 7255)	ano	ano	ano?	ano	ano	-	Výrazná vodivá zóna, porucha, ID129
35	HRA-02	7520	ne	ne	ne	ano	ne	-	Rozpukání?
36	HRA-02	7663	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
37	HRA-02	7775	ano	ano	ne	ne	ano	-	Porucha
38	HRA-02	8084	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
39	HRA-02	8255	ano	ne	ne	ano	-	-	Porucha?
40	HRA-02	8354	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
41	HRA-02	8616 (8510 - 8720)	ano	ano?	ne	ano	-	-	Vodivá zóna, porucha, ID120
42	HRA-02	9262	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
43	HRA-02	9450	ano	ne	ne	ne	-	-	Porucha?
44	HRA-02	9785 (9828)	ano	ano	ano	ano	ne	-	Žíla?, nevodič
45	HRA-02	9995	ano	ano	ne	ne	ano	-	Porucha?
46	HRA-02	10156	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
47	HRA-02	10210	ne	ne	ano	ano	ano?	-	Změna mag. pole, rozpukání
48	HRA-02	10410	ano	ano	ano	ano	ano	-	Výrazná porucha, kontakt granitů, ID62
49	HRA-02	10658	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
50	HRA-02	10980	ano	ano	ne	ano	ano	-	Porucha, odmrsk žuly?
51	HRA-02	11215	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
52	HRA-02	11370	ne	ano	ne	ne	ano	-	Porucha?


	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>					Evidenční označení:			
						<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>			

53	HRA-02	11571 (11470 - 11695)	ano	ano	ne	ano	ano	-	Výrazná vodivá zóna, porucha ID50?
54	HRA-02	11848	ano	ano	ne	ne	ne	-	Nevodič
55	HRA-02	12180 (12090 - 12280)	ano	ano	ano?	ano	-	-	Vodivá zóna, porucha
1	HRA-03	157 (0 - 400)	ano	ano	-	-	-	-	Puklinové pásmo, pokryv
2	HRA-03	349 (0 - 400)	ano	ano	-	-	-	-	Puklinové pásmo, pokryv
3	HRA-03	585	ano	ano	-	-	-	-	Vodivá porucha, ID29
4	HRA-03	1074 (920 - 1170)	ano	ano	-	-	-	-	Výrazné puklinové pásmo, ID184, pokryv
5	HRA-03	1320	ne	ano	-	-	-	-	Vodivá zóna, pokryv
6	HRA-03	1745 (1650 - 1890)	ano	ano	-	-	-	-	Výrazná porucha (pásmo), ID42, litologická hranice
7	HRA-03	1960	ano	ano	-	-	-	-	Nevodič
8	HRA-03	2150	ano	ano	-	-	-	-	Vodivá zóna, pokryv
9	HRA-03	2280	ano	ano	-	-	-	-	Drobná vodivá porucha
10	HRA-03	2800	ano	ano	-	-	-	-	Vodivá porucha, ID120
11	HRA-03	3190	ano	ne	-	-	-	-	Nevodič, ID110?
12	HRA-03	3323	ano	ne	-	-	-	-	Vodivá porucha
13	HRA-03	3595	ano	ano	-	-	-	-	Vodivá porucha, litologická změna?
14	HRA-03	3875	ano	ano	-	-	-	-	Nevodič
15	HRA-03	4142	ano	ano	-	-	-	-	Vodivá porucha
16	HRA-03	4380	ne	ne	-	-	ano	-	Rozpukání (sucho)
17	HRA-03	4634	ano	ano	-	-	ne	-	Nevodič
18	HRA-03	4783	ano	ano	-	-	ano	-	Vodivá porucha, ID61?
19	HRA-03	4927	ano	ne	ne	-	ano	-	Drobná vodivá porucha, ID61?
20	HRA-03	5140	ano	ne	ne	-	ne	-	Drobná vodivá porucha
21	HRA-03	5340	ano	ano	ne	-	ne	-	Nevodič
22	HRA-03	5725 (5680)	ano	ano	ano	-	ano	-	Výrazná vodivá porucha, litologická hranice, ID144
23	HRA-03	6136	ano	ano	ne	-	ne	-	Nevodič
24	HRA-03	6290	ano	ano	ne	-	ano	-	Vodivá porucha


SÚRAO		Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.				Evidenční označení:			
						SÚRAO TZ 435/2019			
25	HRA-03	6634 (6580 - 6670)	ano	ano	ano?	-	ano	-	Výrazná vodivá zóna (silně zvodnělá), ID148
26	HRA-03	7104 (7000 - 7200)	ano	ano	ne	-	-	-	Výrazná vodivá zóna, silně zvodnělá, ID148?
27	HRA-03	7448	ano	ano?	ne	-	-	-	nevodič
28	HRA-03	7605	ano	ano?	ne	-	-	-	Vodivá porucha, ID60?
29	HRA-03	7720	ano	ano	ne	-	-	-	Nevodič
30	HRA-03	7974	ano	ano	ne	-	-	-	Výrazná vodivá zóna
1	HRA-04	104	ano	ano	-	ano	ano	-	Vodivá porucha
2	HRA-04	253	ano	ano	-	ano	ne	-	Nevodič
3	HRA-04	627 (580 - 1280)	ano	ano	-	ano	ano	-	Výrazná široká vodivá zóna
4	HRA-04	1000 (580 - 1280)	ano	ano	-	ano	ano	-	Výrazná široká vodivá zóna, ID164
5	HRA-04	1178 (580 - 1280)	ano	ano	-	ano	ano	-	Výrazná široká vodivá zóna, změna litologie (migmatity/granity)
6	HRA-04	1571	ano	ano	-	ne	ne	-	Vodivá porucha, ID157
7	HRA-04	1750	ano	ano	-	ano	ne	-	Nevodič (odmrsk Čefínek?)
8	HRA-04	1963 (1950 - 2260)	ano	ano	-	ano	ne	-	Vodivá zóna, prameny
9	HRA-04	2236 (1950 - 2260)	ano	ano	-	ano	ano	-	Výrazná vodivá zóna, ID159, prameny
10	HRA-04	2520	ano	ano	-	ano	ne	-	Nevodič (odmrsk Čefínek)
11	HRA-04	2717	ano	ano	-	ano	ano	-	Vodivá porucha
12	HRA-04	2920	ano	ano	-	ano	ne	-	Nevodič (odmrsk Čefínek)
13	HRA-04	3138	ano	ano	-	ano	ne	-	Vodivá porucha
14	HRA-04	3328 (3150 - 3400)	ano	ano	-	ano	ano	-	Výrazná vodivá zóna, ID99, rybník
15	HRA-04	4068 (4200)	ano	ano	-	ano	ne	-	Výrazná vodivá porucha, změna litologie granitů
16	HRA-04	4387	ano	ano	-	ano	ano	-	Vodivá porucha, ID129
17	HRA-04	4585	ano	ano	-	ano	ne	-	Nevodič
18	HRA-04	4806	ano	ano	-	ne	ne	-	Vodivá porucha, ID144
19	HRA-04	5150	ne	ne	-	ano	ano?	-	Porucha, rozpukání, sucho?
20	HRA-04	5333	ano	ano	-	ano	ne	-	Nevodič
21	HRA-04	5519	ano	ano	-	ne	ano	-	Vodivá porucha

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>				Evidenční označení:				
					<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>				


22	HRA-04	5608	ano	ano	-	ne	ne	-	Nevodič
23	HRA-04	5853	ano	ano	-	ano	ne	-	Výrazná vodivá porucha, ID61
24	HRA-04	6260	ano	ano	-	ano	ne	-	Nevodič
25	HRA-04	6712 (6580 - 6850)	ano	ano	-	ano	ne	-	Výrazná vodivá zóna
1	HRA-05	230	ano	-	-	-	-	ano	Nevodič, pararuly?
2	HRA-05	491 (480 - 725)	ano	-	-	-	-	ano	Výrazná vodivá zóna
3	HRA-05	720 (480 - 725)	ano	-	-	-	-	ano	Výrazná vodivá zóna
4	HRA-05	945	ano	-	-	-	-	ano	Nevodič, pararuly?
5	HRA-05	1144	ano	-	-	-	-	ano	Výrazná vodivá porucha
6	HRA-05	1421	ano	-	-	-	-	ano	Nevodič, pararuly?, sutě suché
7	HRA-05	1710 (1580 - 1830)	ano	-	-	-	-	ano	Vodivá zóna, ID62
8	HRA-05	2091	ano	-	-	-	-	ne	Vodivá porucha
9	HRA-05	2658 (2560 - 2700)	ano	-	-	-	-	ano	Vodivá zóna
10	HRA-05	3020	ano	-	-	-	-	ano	Nevodič, pararuly, granity Čeřínek?
11	HRA-05	3221 (3190 - 3420)	ano	-	-	-	-	ano	Výrazná vodivá zóna, ID129
12	HRA-05	3400 (3190 - 3420)	ano	-	-	-	-	ano	Výrazná vodivá zóna, ID99
13	HRA-05	3912 (3820 - 4040)	ano	-	-	-	-	ano	Výrazná vodivá zóna
1	HRA-06	214	ano	-	ne	-	-	-	Výrazná vodivá porucha
2	HRA-06	515	ano	-	ano?	-	-	-	Nevodič, prokřemenělá zóna
3	HRA-06	722	ano	-	ano	-	-	-	Vodič
4	HRA-06	946 (850 - 1250)	ano	-	ano	-	-	-	Výrazná široká vodivá zóna, ID131, ID184, litologická hranice (metamorphy/granity)
5	HRA-06	1542	ano	-	ne	-	-	-	Nevodič, pararuly?
6	HRA-06	1802	ano	-	ne	-	-	-	Vodivá porucha
7	HRA-06	2052 (2000 - 2610)	ano	-	ano	-	-	-	Výrazná vodivá zóna, ID42, litologická hranice(rozdílné typy granitů)
8	HRA-06	2507 (2000 - 2610)	ano	-	ne	-	-	-	Výrazná vodivá zóna
9	HRA-06	3013	ano	-	ne	-	-	-	Nevodič
10	HRA-06	3126	ano	-	ne	-	-	-	Vodivá porucha

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>				Evidenční označení:			
					<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>			


11	HRA-06	3448	ano	-	ne	-	-	-	Výrazná vodivá zóna
12	HRA-06	3740	ano	-	ne	-	-	-	Nevodič
13	HRA-06	3942	ano	-	ne	-	-	-	Vodivá porucha
14	HRA-06	4215	ano	-	ne	-	-	-	Nevodič
1	HRA-07	550 (450 - 660)	ano	-	-	-	-	-	Vodivá zóna
2	HRA-07	820	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá porucha
3	HRA-07	1075	ano	-	-	-	-	-	Nevodič, granity?
4	HRA-07	1295	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha
5	HRA-07	1516	ano	-	-	-	-	-	Nevodič, granity
6	HRA-07	1841	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá porucha, ID96
7	HRA-07	1961	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
8	HRA-07	2144 (2100 - 2280)	ano	-	-	-	-	-	Vodivá zóna
9	HRA-07	2531	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha
10	HRA-07	2894 (2780 - 2980)	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá zóna, ID84
11	HRA-07	3146	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha
12	HRA-07	3345	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
13	HRA-07	3517	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha, ID124
14	HRA-07	3926	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha, 34, změna litologie (kontakt metamorfity/granit)?
15	HRA-07	4180	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
16	HRA-07	4368	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha, ID97, ID6?
17	HRA-07	4621	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha
18	HRA-07	4800	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
19	HRA-07	5034	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá porucha, ID78
20	HRA-07	5350 (5230 - 5400)	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá zóna, ID35
21	HRA-07	5662	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha, ID179
22	HRA-07	6125	ano	-	-	-	-	-	Nevodič, granit typ Čeřínek?
23	HRA-07	6241	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>				Evidenční označení:			
					<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>			

24	HRA-07	6340	ano	-	-	-	-	-	Nevodič, granit typ Čeřínek?
25	HRA-07	6571	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá porucha
26	HRA-07	6718	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
27	HRA-07	7089 (6900 - 7130)	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá zóna, ID164?
28	HRA-07	7297	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
29	HRA-07	7555 (7500 - 7900)	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá zóna (u rybníka), ID159
30	HRA-07	8153	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
31	HRA-07	8434 (8380 - 8480)	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá porucha, ID157
32	HRA-07	8637	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
33	HRA-07	8846 (8720 - 8920)	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá porucha, ID60?, změna litologie (kontakt granity/metamorfity?)
34	HRA-07	9180	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
35	HRA-07	9287	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha
36	HRA-07	9365	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
1	HRA-08A	205	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
2	HRA-08A	315	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá porucha, ID179
3	HRA-08A	603	ano	-	-	-	-	-	Nevodič (křemenná žíla?)
4	HRA-08A	768	ano	-	-	-	-	-	Nevodič
5	HRA-08A	901	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha, ID78?
1	HRA-08B	61	ano	-	-	ano	ano	-	Výrazná vodivá porucha, ID179
2	HRA-08B	270	ne	-	-	ano	ne	-	Porucha?
3	HRA-08B	417	ano	-	-	ano	ne	-	Nevodič (křemenná žíla), granity Čeřínek
4	HRA-08B	1052	ano	-	-	ano	ne	-	Výrazná vodivá porucha
1	HRA-08C	253	ano	-	-	-	-	-	Výrazná vodivá zóna, ID179
2	HRA-08C	585	ano	-	-	-	-	-	Nevodič (křemenná žíla?), granity Čeřínek
3	HRA-08C	955	ano	-	-	-	-	-	Vodivá porucha
1	HRA-08D	50	ano	-	-	-	-	ano	Nevodič
2	HRA-08D	406	ano	-	-	-	-	ano	Výrazná vodivá porucha, ID179


	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>				Evidenční označení:				
					<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>				

3	HRA-08D	610	ano	-	-	-	-	ano	Nevodič (křemenná žíla?), granity Čeřínek
4	HRA-08D	640	ne	-	-	-	-	ano	Vodivá porucha?
5	HRA-08D	825	ano	-	-	-	-	ano	Vodivá porucha
6	HRA-08D	985	ano	-	-	-	-	ne	Nevodič?
1	HRA-09	60	ano	ano	-	-	-	-	Nevodič
2	HRA-09	220	ne	ano	-	-	-	-	Vodivá porucha?, silnice
3	HRA-09	321	ano	ne	-	-	-	-	Vodivá porucha (pokračování ID120?)
4	HRA-09	500	ano	ano	-	-	-	-	Nevodič, ID38?, křemenná žilovina?
5	HRA-09	604	ano	ne	-	-	-	-	Vodivá porucha, ID110?
6	HRA-09	852 (800-1000)	ano	ano	-	-	-	-	Vodivá zóna
1	HRA-10	174 (150-300)	ano	ano	-	-	-	-	Vodivá zóna
2	HRA-10	423	ano	ano	-	-	-	-	Nevodič
3	HRA-10	489	ano	ne	-	-	-	-	Vodivá porucha
4	HRA-10	549	ano	ano	-	-	-	-	Nevodič
5	HRA-10	647 (570 - 750)?	ano	ano	-	-	-	-	Vodivá porucha (umělý vodič?)
6	HRA-10	923	ano	ano	-	-	-	-	Nevodič
7	HRA-10	1074	ano	ano	-	-	-	-	Nevodič
8	HRA-10	1185	ano	ne	-	-	-	-	Vodivá porucha, ID120?
1	HRA-11	185	ano	-	-	-	-	ano	Vodivá porucha
2	HRA-11	342	ano	-	-	-	-	ano	Vodivá porucha, ID144
3	HRA-11	458	ano	-	-	-	-	ano	Nevodič
4	HRA-11	862	ano	-	-	-	-	ano	Výrazná vodivá porucha
5	HRA-11	1004	ano	-	-	-	-	ano	Nevodič
6	HRA-11	1221 (1150 - 1400)	ano	-	-	-	-	ano	Výrazná vodivá zóna, ID61
7	HRA-11	1380 (1150 - 1400)	ne	-	-	-	-	ano	okraj vodivé zóny, kontakt
8	HRA-11	1536	ano	-	-	-	-	ano	Nevodič
9	HRA-11	1700	ano	-	-	-	-	ano	Vodivá porucha
10	HRA-11	1885	ano	-	-	-	-	ano	Vodivá porucha


	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>					Evidenční označení:			
						<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>			

11	HRA-11	2085 (2080 - 2290)	ano	-	-	-	-	ano	Vodivá zóna
12	HRA-11	2575	ano	-	-	-	-	ano	Nevodič
13	HRA-11	2712	ano	-	-	-	-	ano	Vodivá porucha
14	HRA-11	2860	ano	-	-	-	-	ano	Vodivá porucha, ID62?
15	HRA-11	3101 (3000 - 3200)	ano	-	-	-	-	ano	Výrazná vodivá zóna, ID62?
1	HRA-11A	179	ano	ne	ne	-	-	ano	Vodivá porucha, ID129
2	HRA-11A	322	ano	ne	ne	-	-	ano	Nevodič
3	HRA-11A	420	ano	ano	ne	-	-	ano	Vodivá porucha
4	HRA-11A	496	ano	ano	ne	-	-	ano	Nevodič
5	HRA-11A	600	ano	ano	ne	-	-	ano	Výrazná vodivá porucha, ID148
6	HRA-11A	703	ano	ano	ne	-	-	ano	Výrazná vodivá porucha, ID148?
7	HRA-11A	828	ano	ano	ne	-	-	ano	Nevodič
1	HRA-12A	393	ano	ano	ne	-	-	-	Výrazná vodivá porucha
2	HRA-12A	615	ano	ano?	ano?	-	-	-	Nevodič
3	HRA-12A	810	ano	ano	ne	-	-	-	Výrazná vodivá porucha, ID99
4	HRA-12A	1087	ano	ne	ne	-	-	-	Vodivá porucha
5	HRA-12A	1148	ano	ano	ne	-	-	-	Nevodič
6	HRA-12A	1241	ano	ano	ne	-	-	-	Nevodič
7	HRA-12A	1266	ano	ne	ne	-	-	-	Vodivá porucha?
8	HRA-12A	1553	ano	ano	ne	-	-	-	Výrazná vodivá porucha
9	HRA-12A	1702	ano	ano	ne	-	-	-	Výrazná vodivá porucha, ID129
10	HRA-12A	1895	ano	ano	ne	-	-	-	Nevodič
11	HRA-12A	2067	ano	ne	ne	-	-	-	Vodivá porucha?
12	HRA-12A	2170	ano	ano?	ano?	ano	-	ano	Nevodič
13	HRA-12A	2291	ano	ano	ne	ano	-	ano	Vodivá porucha
14	HRA-12A	2480 (2350 - 2720)	ano	ano	ne	ano	-	ano	Výrazná vodivá zóna, ID148
15	HRA-12A	2720 (2350 - 2720)	ano	ano	ne	ano	-	ne	Výrazná vodivá zóna
16	HRA-12A	2824	ne	ano?	ne	ano	-	ano	Vodivá porucha




	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>					Evidenční označení:			
						<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>			

17	HRA-12A	3013	ano	ano	ne	ano	-	ano	Nevodič
18	HRA-12A	3232	ano	ano	ne	-	-	-	Vodivá porucha
19	HRA-12A	3341	ano	ano?	ano?	-	-	-	Nevodič
20	HRA-12A	3448	ano	ano	ne	-	-	-	Vodivá porucha, ID60?
21	HRA-12A	3675	ano	ano	ne	-	-	-	Nevodič
22	HRA-12A	3925	ano	ano	ne	-	-	-	Výrazná vodivá porucha, ID144
1	HRA-12B	80	ne	ne	ne	ano	-	ano?	Porucha?
2	HRA-12B	213	ano	ano	ne	ne	-	ano?	Nevodič
3	HRA-12B	260	ne	ne	ne	ano	-	ne	Porucha?
4	HRA-12B	350	ne	ne	ne	ano	-	ne	Porucha?
5	HRA-12B	398	ano	ne	ne	ne	-	ano	Výrazná vodivá porucha, ID101
6	HRA-12B	80	ne	ne	ne	ano	-	ano?	Porucha?
7	HRA-12B	213	ano	ano	ne	ne	-	ano?	Nevodič
8	HRA-12B	260	ne	ne	ne	ano	-	ano?	Porucha?
9	HRA-12B	350	ne	ne	ne	ano	-	ne	Porucha?
10	HRA-12B	398	ano	ano	ano?	ano	-	ano	Výrazná vodivá porucha, ID101
11	HRA-12B	543	ano	ne	ne	ano	-	ano	Nevodič
12	HRA-12B	653	ano	ano	ne	ano	-	ano	Vodivá porucha
13	HRA-12B	858	ano	ano	ne	ne	-	ano	Nevodič
14	HRA-12B	923	ano	ano?	ne	ano	-	ano	Vodivá porucha
15	HRA-12B	1034	ano	ano	ne	ano	-	ano	Nevodič
16	HRA-12B	1200	ano	ano?	ano	-	-	-	Výrazná vodivá porucha, ID79?
17	HRA-12B	1265	ano	ne	ano?	-	-	-	Nevodič
18	HRA-12B	1385	ano?	ne	ne	-	-	-	Vodivá porucha, kontakt?
19	HRA-12B	1544	ano	ano	ne	-	-	-	Vodivá porucha
20	HRA-12B	1725	ano	ano?	ne	-	-	-	Nevodič
21	HRA-12B	1896	ano	ano	?	-	-	-	Výrazná vodivá porucha
22	HRA-12B	2018	ano	ano?	ne	-	-	-	Nevodič

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>					Evidenční označení:			
						<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>			

23	HRA-12B	2120	ano	ano?	ne	-	-	-	Vodivá porucha
24	HRA-12B	2304	ano	ano?	ne?	-	-	-	Nevodič
25	HRA-12B	2688 (2530 - 2840)	ano	ano	ne	-	-	-	Výrazná vodivá porucha, křížení ID159 x ID164
1	HRA-13	195	ano	ano	ne	-	ano	ano	Výrazná vodivá porucha, ID99
2	HRA-13	434	ano	ano	ne	-	ne	ano	Nevodič
3	HRA-13	503	ano?	ne	ne	-	ne	ano	Vodivá porucha
4	HRA-13	640	ano?	ne	ne	-	ne	ano	Vodivá porucha
5	HRA-13	773	ano	ano	ne	-	ano	ano	Výrazná vodivá porucha, ID129
1	HRA-14	50	ano?	ano?	ne	-	-	ano	Vodivá porucha
2	HRA-14	208	ano	ano	ne	-	-	ano	Nevodič
3	HRA-14	334	ano	ano	ne	-	-	ano	Vodivá porucha, ID99
4	HRA-14	478	ano	ano	ano?	-	-	ano	Vodivá porucha, ID129
5	HRA-14	558 - 700	ano	ano	ano?	-	-	ano	Výrazná vodivá zóna
1	HRA-15	142	ano	ne	ne	-	-	-	Vodivá porucha
2	HRA-15	340	ano	ano	ne	-	-	-	Nevodič
3	HRA-15	455	ano	ano?	ne	-	-	ano	Výrazná vodivá porucha
4	HRA-15	573	ano	ano	ne	-	-	ano	Vodivá porucha, ID120?
5	HRA-15	778	ano	ano	ne	-	-	ano	Výrazná vodivá porucha
6	HRA-15	1067	ano	ano	ne	-	-	-	Výrazná porucha
7	HRA-15	1252	ano	???	ne	-	-	-	Nevodič (dle DEMP vodič?)
8	HRA-15	1420	ano	ne	ano?	-	-	-	Výrazná vodivá porucha (u silnice?)
9	HRA-15	1658	ano	ano	ne	-	-	-	Nevodič
10	HRA-15	1750	ne	ne	ano	-	-	-	Lokální magnetická anomálie
11	HRA-15	1858	ano	ne	ne	-	-	ano	Vodivá porucha
12	HRA-15	1924	ano	ano	ne	-	-	ano?	Nevodič
13	HRA-15	2134 (2048 - 2510)	ano	ano	ne	-	-	ano	Výrazná vodivá porucha, zóna, ID62
14	HRA-15	2359 (2048 - 2510)	ano	ano	ne	-	-	ano	Vodivá porucha, zóna
15	HRA-15	2488 (2048 - 2510)	ano	ano	ne	-	-	ano	Vodivá porucha, zóna

	<b>Ověření geologických struktur lokality Hrádek geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva.</b>					Evidenční označení:			
						<b>SÚRAO TZ 435/2019</b>			

16	HRA-15	2659	ano	ano	ano!	-	-	-	Nevodič
17	HRA-15	2770	ano	ne	ne	-	-	-	Vodivá porucha
18	HRA-15	2903	ano	ano	ne	-	-	-	Vodivá porucha
19	HRA-15	2977	ano	ano	ne	-	-	-	Nevodič
20	HRA-15	3067	ano	ano	ano?	-	-	-	Vodivá porucha
21	HRA-15	3258	ano	ano	ano?	-	-	-	Nevodič
22	HRA-15	3458	ano	ano	ne	-	-	-	Výrazná vodivá porucha
23	HRA-15	3708	ano	ano	ano!	-	-	-	Nevodič
1	HRA-16	289	ne	ano	ano	-	-	-	Kontakt, ID42?, pravděpodobně litologická změna granitů
2	HRA-16	160	ano	ano	ne	-	-	-	Nevodič
3	HRA-16	289	ano	ano	ano?	-	-	-	Vodivá porucha (kontakt?), ID42
4	HRA-16	531 (493 - 791)	ano	ano	ne	ano	-	ano	Výrazná vodivá porucha (zóna)
5	HRA-16	690 (493 - 791)	ano	ano	ne	ano	ano	ano	Výrazná vodivá porucha (zóna), ID62?
6	HRA-16	1068	ano	ne!	ano?	ano	ne	ano	Nevodič
7	HRA-16	1197	ano	ne	ne	ne	ne	ano	Vodivá porucha
8	HRA-16	1278	ano	ano	ne	ano	ne	ano	Vodivá porucha
9	HRA-16	1613 (1520 - 2200)	ano	ano	ano	ano	ano	ano	Výrazná vodivá zóna (porucha), kontakt granit x plášť?
10	HRA-16	1781 (1520 - 2200)	ano	ano	ano	-	-	-	Vodivá porucha ve vodivé zóně
11	HRA-16	2000 (1520 - 2200)	ano	ano	ano	-	-	-	Vodivá porucha ve vodivé zóně
12	HRA-16	2134 (1520 - 2200)	ano	ano	ne	-	-	-	Vodivá porucha ve vodivé zóně
13	HRA-16	2266	ano	ano	ano	-	-	-	Vodivá porucha
14	HRA-16	2408	ano	ano	ano	-	-	-	Vodivá porucha, ID131?

**Fotodokumentace****Měření metodou DOP****Aparatura ARESII při měření ERT**



Seismická aparatura



Buzení seismického vzruchu



Měření plošné gravimetrie



Lesní porost ve vrcholové části Čeříнку

