

**OVĚŘENÍ GEOLOGICKÝCH
STRUKTUR
LOKALITY ČERTOVKA
GEOFYZIKÁLNÍMI METODAMI**

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Autoři: RNDr. Oldřich Levý
a kolektiv

Sdružení INSET - GEONIKA

Praha, prosinec 2019

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

Název zprávy: Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami

Závěrečná zpráva

Evidenční číslo objednatele: SURAO-432-2019

Evidenční číslo poskytovatele: 17020423000-01

ŘEŠITELÉ:

INSET s.r.o.¹, GEONIKA s.r.o.²

Autoři: RNDr. Oldřich Levý¹

Autorský kolektiv: Mgr. Radka Linhartová¹,
Mgr. David Filipický¹,
RNDr. Jakub Štainbruch, Ph.D. ¹,

Obsah

1	Úvod.....	10
1.1	Geologická stavba oblasti.....	10
2	Geofyzikální měření.....	13
2.1	Příprava.....	13
2.2	Profilová síť.....	13
2.3	Volba geofyzikálních metod.....	15
2.4	Geoelektrické dipólové odporové profilování.....	15
2.5	Mělká refrakční seismika - MRS.....	17
2.6	Mělká reflexní seismika - RXS.....	18
2.7	Gravimetrie.....	20
2.8	Magnetometrie.....	22
2.9	Vertikální elektrické sondování VES.....	23
2.10	Elektrická odporová tomografie ERT.....	24
2.11	Elektrické sondování metodami TEM a CSAMT.....	25
3	Postupy a zásady interpretace geofyzikálních měření.....	26
3.1	Geoelektrická odporová měření.....	26
3.2	Seismická měření.....	29
3.3	Gravimetrie.....	32
3.4	Magnetometrie.....	36
4	Výsledky interpretace geofyzikálních profilových měření.....	38
4.1	CER-01A (přílohy č. 2 a 3).....	38
4.2	CER-01Avib, (příloha č. 4).....	42
4.3	CER-01B (přílohy č. 5 a 6).....	44
4.4	CER-02 (příloha č. 7).....	49
4.5	CER-03 (příloha č. 8).....	51
4.6	CER-04A (příloha č. 9).....	53
4.7	CER-04B (příloha č. 10).....	55
4.8	CER-05 (příloha č. 11).....	57
4.9	CER-06A (příloha č. 12).....	59
4.10	CER-06B (příloha č. 13).....	61
4.11	CER-07A (příloha č. 14).....	62
4.12	CER-07B (příloha č. 14).....	64
4.13	CER-08, CER-08A (příloha č. 15).....	65
4.14	CER-09 (příloha č. 16).....	68
4.15	CER-10 (příloha č. 17).....	70
4.16	CER-11 (příloha č. 18).....	72
4.17	CER-12 (příloha č. 19).....	73
4.18	CER-13 (příloha č. 20).....	74
4.19	CER-14 (příloha č. 21).....	76
4.20	CER-15 (příloha č. 22).....	77
5	Shrnutí výsledků geofyzikálních prací pro popis geologické stavby lokality.....	78
5.1	Mapa izoliní zdánlivých středních měrných elektrických odporů (příloha 23).....	79
5.2	Korelační schéma lineárních prvků a kvazihomogenních celků (příloha 24).....	79
6	Závěr.....	81
7	Reference.....	84

Seznam grafických příloh:

1. Situace geofyzikálních profilů 1:25 000
2. Profil CER-01A.1
3. Profil CER-01A.2
4. Profil CER-01A.vib
5. Profil CER-01B.1
6. Profil CER-01B.2
7. Profil CER-02
8. Profil CER-03
9. Profil CER-04A
10. Profil CER-04B
11. Profil CER-05
12. Profil CER-06A
13. Profil CER-06B
14. Profil CER-7A-7B
15. Profil CER-08
16. Profil CER-09
17. Profil CER-10
18. Profil CER-11
19. Profil CER-12
20. Profil CER-13
21. Profil CER-14
22. Profil CER-15
23. Mapa izoliní zdánlivých měrných elektrických odporů dle DOP, 1:25 000
24. Korelační mapa interpretovaných tektonických linií a hlavních kvazihomogenních bloků, 1:25 000

Seznam obrázků:

Obr. 1 Geologické schéma lokality a měřených geofyzikálních profilů	11
Obr. 2 Graf rozložení měrných el, odporů DOP v oblasti granitů	26
Obr. 3 Graf rozložení měrných el, odporů DOP v oblasti metamorfovaných hornin	27
Obr. 4 Graf rozložení měrných el. odporů DOP v oblasti metamorfovaných hornin	28
Obr. 5 Mapa středních zdánlivých elektrických měrných odporů DOP (Ωm), A20B80M20N (podrobněji v příloze 23)	29
Obr. 6 Grafické výstupy refrakční seismiky podle měřítka zpracování a zobrazení (CER-04B)	30
Obr. 7 Mapa ÚBA (ČGS, 5 bodů/km ²) s vyznačeným granitového masivu Čertovky (dle mapy ČGS 2016) (žlutě) a profilů geofyzikálního výzkumu tohoto úkolu (modře), (mGal), , © Česká geologická služba, 2018	33
Obr. 8 Hustotní model prostředí pro naměřenou křivku ÚBA, profil CER-01A, úsek st 7000 - 15000	34
Obr. 9 Varianta A) Hustotní model prostředí pro naměřenou křivku ÚBA, profil CER-01A vib, úsek st -400 až 8000	35
Obr. 10 Varianta B) Hustotní model prostředí pro naměřenou křivku ÚBA, profil CER-01A vib, úsek st -400 až 8000	35
Obr. 11 Mapa magnetických anomálií ΔT (nT) (ČGS, letecká měření) s vyznačeným granitového masivu Čertovky (žlutě) a profilů geofyzikálního výzkumu tohoto úkolu (fialově), © Česká geologická služba, 2018	36
Obr. 12 Geobariéry – Mapa reziduálních magnetických anomálií, Blatno (Bárta et al. 2017)	37
Obr. 13 Situace profilu CER-01B v metrů 1100 – 2000 m (jižní část profilu)	46
Obr. 14 Seismický reflexní a modelový interpretační řez východní části profilu CER-05	58
Obr. 15 CER-08 - Výsledky geoelektrických odporových metod DOP (horní graf) a VES u kontaktní granitů a pánevní výplně	66
Obr. 16 Grafy odporových křivek DOP na paralelních profilech CER-03-13-01B.	75
Obr. 17 Geobariéra – Geofyzikální model Blatno (Bárta et al. 2017)	78

Seznam tabulek:

Tab. 2: Rozsah měření DOP	16
Tab. 3: Rozsah měření MRS	18
Tab. 4: Rozsah měření RXS	19
Tab. 5: Rozsah měření profilové gravimetrie	21
Tab. 6: Rozsah měření magnetometrie	23
Tab. 7: Rozsah měření sond VES	24
Tab. 8: Rozsah měření ERT	25
Tab. 9: Zdánlivé měrné elektrické odpory v oblasti granitů	26
Tab. 10: Zdánlivé měrné elektrické odpory v oblasti metamorfů	27
Tab. 11: Zdánlivé měrné elektrické odpory v oblasti permokarbonských sedimentů	27
Tab. 12: Přiřazení fyzikálních parametrů jednotlivým typům hornin a zemin	31
Tab. 13: Hustoty v horninách (dle podkladů ČGS, Žáček et al. 2015)	32
Tab. 14: CER-01A - rozsah měření	38
Tab. 15: CER-01A - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	40

Tab. 16: CER-01A - přehled lokálních anomálií	41
Tab. 17: CER-01Avib - rozsah měření	43
Tab. 18: CER-01Avib - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	43
Tab. 19: CER-01Avib - přehled lokálních anomálií	44
Tab. 20: CER-01B - rozsah měření.....	45
Tab. 21: CER-01-B - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky.....	47
Tab. 22: CER-01B - přehled lokálních anomálií	48
Tab. 23: CER-02 - rozsah měření	49
Tab. 24: CER-02 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	50
Tab. 25: CER-02 - přehled lokálních anomálií	51
Tab. 26: CER-03 - rozsah měření	51
Tab. 27: CER-03 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	52
Tab. 28: CER-03 - přehled lokálních anomálií	52
Tab. 29: CER-04A - rozsah měření.....	53
Tab. 30: CER-04A - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	54
Tab. 31: CER-04A - přehled lokálních anomálií	54
Tab. 32: CER-04B - rozsah měření.....	55
Tab. 33: CER-04B - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	56
Tab. 34: CER-04B - přehled lokálních anomálií	56
Tab. 35: CER-05 - rozsah měření	57
Tab. 36: CER-05 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	58
Tab. 38: CER-06A - rozsah měření.....	59
Tab. 39: CER-06A - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	60
Tab. 40: CER-06A - přehled lokálních anomálií	60
Tab. 41: Cer-06B - rozsah měření.....	61
Tab. 42: CER-06B - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	62
Tab. 43: CER-06B - přehled lokálních anomálií	62
Tab. 44: CER-07A - rozsah měření.....	62
Tab. 45: CER-07A - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	63
Tab. 46: CER-07A - přehled lokálních anomálií	63
Tab. 47: CER-07B - rozsah měření.....	64
Tab. 48: CER-07B - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	64
Tab. 49: CER-07B - přehled lokálních anomálií	64
Tab. 50: CER-08 - rozsah měření	65
Tab. 51: CER-08 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	66
Tab. 52: CER-08 - přehled lokálních anomálií	67
Tab. 53 CER-09 - rozsah měření	68
Tab. 54: CER-09 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	69
Tab. 55: CER-09 - přehled lokálních anomálií	69
Tab. 56: CER-10 - rozsah měření	70
Tab. 57: CER-10 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	70
Tab. 58: CER-10 - přehled lokálních anomálií	71
Tab. 59: CER-11 - rozsah měření	72
Tab. 60: CER-11 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	72
Tab. 61: CER-11 - přehled lokálních anomálií	73
Tab. 62: CER-12 - rozsah měření	73
Tab. 63: CER-12 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	73

Tab. 64: CER-12 - přehled lokálních anomálií	74
Tab. 65: CER-13 - rozsah měření	74
Tab. 66: CER-13 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	75
Tab. 67: CER-13 - Přehled lokálních anomálií	75
Tab. 68: CER-14 - rozsah měření	76
Tab. 69: CER-14 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	76
Tab. 71: CER-15 - rozsah měření	77
Tab. 72: CER-15 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky	77
Tab. 73: CER-15 - přehled lokálních anomálií	77

Seznam použitých zkratk:

ČGS	Česká geologická služba
DEMP	dipólové elektromagnetické profilování
DOP	dipólové osové uspořádání odporového profilování
EM	elektromagnetické metody
EMS	elektromagnetické sondování
ERT	elektrická odporová tomografie
G, Grav	gravimetrie
GF	geofyzika
HÚ	hlubinné úložiště
KOP	kombinované odporové profilování
M, Mag	magnetometrie
MOS	multielektrodové odporové sondování
MRS	mělká refrakční seismika
OP	odporové elektrické profilování
Projekt	prováděcí projekt zhotovitele
RXS	reflexní seismika
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů ČR
ÚBA	úplná Bouguerova anomálie (gravimetrie s topokorekcemi)
VES	vertikální elektrické sondování
VHS	výzkum hlubokých struktur
VIB	vibrační seismický zdroj
VMR	vrstva malých rychlostí
E_p	zdánlivý měrný elektrický odpor prostředí z DOP (Ωm)
V_p	rychlost šíření seismických podélných vln (m/s)

Abstrakt

Předkládaná závěrečná zpráva shrnuje výsledky geofyzikálních výzkumných prací prováděných na lokalitě Čertovka ve třech etapách v období od října 2017 do listopadu 2019. Geofyzikální práce představovaly terénní měření komplexem geofyzikálních metod na patnácti liniových profilech označených CER-01 až CER-15 v celkové délce 110 km. Účelem geofyzikálních měření bylo upřesnění kontaktů zastoupených geologických jednotek, vymezení kvazihomogenních horninových bloků a sestavení geotektonického schématu oblasti. Výsledky geofyzikálních měření jsou prezentovány jednak ve formě profilové interpretace, jednak v plošném korelačním schématu. Profilové výsledky, která jsou popsána v návaznosti na geologické poměry v textu jsou uvedeny ve formě layoutů - profilových grafů a řezů s výsledným interpretačním řezem.

Klíčová slova

úložiště, povrchová geofyzika, elektrické odporové metody, refrakční seismika, reflexní seismika, gravimetrie, magnetometrie, tektonika, Čertovka

Abstract

This final report summarizes the results of geophysical research carried out in the Čertovka locality in three stages from October 2017 to November 2019. The geophysical works were field measurements using a complex of geophysical methods on fifteen line profiles designated CER-01 to CER-15 in a total length of 110 km. The purpose of geophysical measurements was to specify contacts of represented geological units, delimitation of quasi-homogeneous rock blocks and compilation of geotectonic scheme of the area. Results of geophysical measurements are presented both in the form of profile interpretation and in the area correlation scheme. The profile results that are described in relation to the geological conditions in the text are presented in the form of layouts - profile graphs and sections with the resulting interpretation section.

Keywords

waste, surface geophysics, electrical resistance methods, refraction seismic, reflexion seismic, gravimetry, magnetometry, tectonics

1 Úvod

Závěrečná zpráva z geofyzikálních měření byla zpracována v rámci projektu SÚRAO „Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR“, který je součástí přípravy hlubinného úložiště radioaktivních odpadů (dále jen HÚ). Cílem projektu je provést geofyzikální a jiné výzkumné práce, jež následně - v kombinaci s daty povrchové geologie, geochemie, geomechaniky aj. - slouží k tvorbě geologického a hydraulického 3D modelu, zjištění homogenity horninového prostředí a kvantifikaci jeho křehkého porušení. Na základě veřejného zadávacího řízení byla v srpnu 2017 uzavřena smlouva se Společností INSET - GEONIKA, zastoupené společníky INSET s.r.o. a GEONIKA s.r.o.

Lokalita Čertovka byla v rámci sdružení řešena společností INSET s.r.o.

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

Tato zpráva zahrnuje výsledky všech měření zadaných Zadavatelem, společností SÚRAO a provedených a předaných ve formě primárních dat Zhotovitelem. V této zprávě jsou uváděny výsledky vlastních geofyzikálních měření prováděných Zhotovitelem v období 10/2017 až 11/2019. Výsledky zároveň revidují a upravují dříve předaná data a interpretace ve formě dílčích technických zpráv k 31.3.2018 (TZ 168/2018, Levý et al. 2018) a k 31.3.2019 (TZ 374/2019, Levý et al. 2019a).

Práce geofyzikálního výzkumu na lokalitě proběhly ve 3 na sebe navazujících etapách. V první etapě byla provedena a vyhodnocena měření na dvou křížných profilech CER-01A a CER-03. Druhá etapa doplnila oblasti výzkumu o profily zadané svým průběhem požadavky ČGS. Třetí etapa od jara 2019 doplňovala podle získaných výsledků a nejistot měření jak novými profily, tak i doplňkovými metodami (Mixa et al. 2019a, Mixa et al. 2019b).

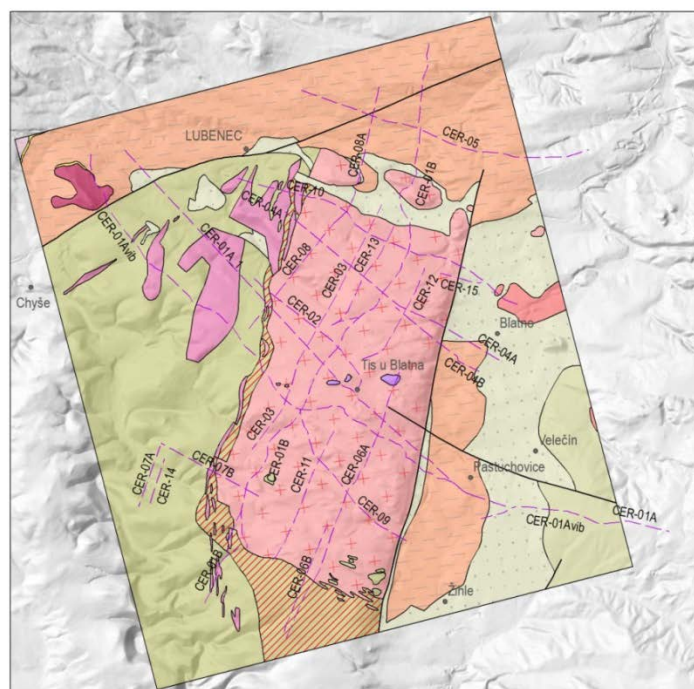
Výsledky geofyzikálního výzkumu umožňují na zadaných profilech zjistit v oblasti Čertovky údaje o charakteru sledovaných fyzikálních parametrů přirozených i umělých fyzikálních polí, vysledovat místa výrazných kontaktů jednotlivých kvazihomogenních bloků a místa lokálních tektonických poruch jednotlivých litologických jednotek.

1.1 Geologická stavba oblasti

(Převzato ze zadávací dokumentace SÚRAO – ČGS, 2017)

Oblast Čertovka je situována na území Karlovarského, Ústeckého a Plzeňského kraje. Podle regionálního členění reliéfu patří zájmová oblast do Poberounské soustavy, podsoustava VB Plzeňská pahorkatina a celku VB-1 Rakovnická pahorkatina. Nejvyššími vrcholy v oblasti jsou Lidčina skála u Sklárný (asi 640 m n. m.) a Kanešův kopec u Blatna (633 m n. m.), nejnižším místem, s nadmořskou výškou asi 400 m, je niva řeky Střely u Rabštejna nad Střelou.

Granitový masiv Čertovky představuje v geologické mapě výraznou ostře omezenou oblast.



Obr. 1 Geologické schéma lokality a měřeních geofyzikálních profilů

Regionálně geologická stavba území

Podloží oblasti Čertovka tvoří slabě až středně metamorfované sedimenty neoproterozoika Barrandienu (bohemika), které řadíme na západ od tiského plutonu do podjednotky tepelského krystalinika. V oblasti vystupuje několik dalších geologických jednotek: čistecko-jesenický a lubenecký pluton kambrického až devonského stáří, sedimenty kladensko-rakovnické a žihelské pánve svrchně karbonického až permského stáří, rozptýlené alkalické vulkanity neogenního stáří a sedimentární pokryv kvartérního stáří. Vlastní oblast Čertovka vystupuje v severní části mohutné hrásti, tektonicky na Z, SZ i JV oddělené systémy zlomů několika směrů od permokarbonických sedimentů kladensko-rakovnické, manětínské a žihelské pánve. Tato hrást se směrem k SV zužuje a v. od Lubence se noří pod permokarbonické sedimenty (viz obr. 1).

Metamorfované horniny bohemika a tepelského krystalinika

Jednotka bohemika je neoproterozoického stáří a patří k nejstarším celkům variského orogenního pásma. Litologicky jde v předmetamorfni podobě o fádni mořské sedimenty řady

jíl - prach - droba, které jsou na většině území zájmové oblasti prakticky bez pestrých vložek a v tradičním pojetí se řadí k flyšové facií blovičského souvrství kralupsko-zbraslavské skupiny. V metamorfované podobě se jedná převážně o břidlici, fylit a metadrobu až svor. Metamorfóza bohémika roste směrem k západu, přičemž oblast této jednotky západně od tělesa tiského plutonu se řadí do samostatné podjednotky tepelského krystalinika a je tvořena hlavně fylitem až svorem.

Intruzivní horniny v neoproterozoika Barrandienu (granitoidní plutony)

Do oblasti Čertovka zasahuje morfologicky a faciálně složitý čistecko-jesenický pluton, který je sám součástí ještě většího tělesa, z větší části skrytého pod permokarbonskými sedimenty, známého jako lounský pluton.

V centrální části oblasti vystupuje dílčí tiský pluton, který tvoří na povrchu obdélníkové těleso přibližně o velikosti 4 × 9 km. Tvoří jej hrubozrný biotitický granit (tiský typ) s nápadně šedomodrymi křemeny. Tiský pluton má intruzivní kontakty na západě a jihu, na východě je výrazný tektonický kontakt a ze severu je těleso zřejmě také tektonicky segmentováno a je zde překryto permokarbonskými sedimenty. Do východní části oblasti zasahují tiskému typu petrograficky blízká tělesa hrubě zrnitého biotitického granitu u Blatna, Petrohradu a Krtů. Z menších těles vystupuje u Lubence členitý lubenecký pluton, tvořený hlavně středně zrnitým, silně deformovaným biotitickým granodioritem.

Permokarbon

V oblasti Čertovka se řadí permokarbonské sedimenty na severu do žatecké části kladensko-rakovnické pánve a přibližně pod linií obcí Petrohrad - Stebno - Malměřice do pánve žihelské. Všechny tyto pánve spojuje vliv tektoniky na jejich formování a na jejich postupný vývoj, usazování na více či méně peneplenizovaném povrchu, počátek sedimentace ve westphalu B či C a její ukončení v blíže neurčeném období během spodního permu.

Žihelská pánev tvoří až 8 km širokou asymetrickou strukturu protaženou ve směru sever - jih, která je na západě omezená žihelským zlomem, významnou tektonickou poruchou poklesového charakteru. Zároveň jde o jednu z klíčových a zároveň nejméně známých oblastí, která dnes propojuje dvě hlavní depocentra karbonských pánví v oblasti západních a středních Čech.

Doupovský komplex a rozptýlené vulkanity (paleogén až neogén)

Doupovský komplex, který se utvářel od nejspodnějšího oligocénu do spodního miocénu, zasahuje na SZ zájmového území. V samotném tiském plutonu vystupuje podle zlomu ve směru V-Z několik těles alkalických vulkanitů, které řadíme k rozptýleným vulkanitům bohémika. Tyto horniny jsou svrchně miocenního stáří, tj. jsou mladší než doupovský komplex.

Kvartér

Z hlediska vývoje kvartéru má celé území denudační charakter, přičemž plošně relativně nejrozsáhlejší jsou sedimenty svahové a fluviální a lokálně sedimenty výplavových kuželů.

2 Geofyzikální měření

2.1 Příprava

V etapě kamerální přípravy byl z mapových podkladů, informací z Katastru nemovitostí a podkladů Zadavatele získán přehled o výzkumem dotčených katastrálních územích, včetně adresného určení, obecném kategorickém zařazení jednotlivých pozemků a hlavních uživatelích větších pozemkových celků.

Před zahájením terénních prací byl navázán kontakt s místními zastupitelskými orgány a jednotlivými uživateli pozemků, na kterých budou výzkumné práce probíhat. Tento kontakt navazoval na úvodní oznámení výzkumného záměru zadavatelem SÚRAO.

V první řadě byla formou osobní schůzky řešitele s jednotlivými zástupci obcí podána vysvětlení principu, technického řešení a očekávaných výstupů geofyzikálních měření. Zároveň byla využita orientace místního zástupce v krajině a podrobně probráno a připomínkováno navržené vedení profilových linií a získán tak orientační přehled o hospodářském využití pozemků, jejich uživatelích, vlastnících a lesních správcích.

V druhé řadě byli osloveni hospodáři na polních pozemcích přetnutých profilovými liniemi. Zároveň s podáním vysvětlení vedení profilové linie, technickém provedení a časové náročnosti bylo usilováno o získání povolení pohybu a geofyzikálních měření na předmětném pozemku a stanovení prostorových i optimálních časových podmínek k jejich provedení. Na lesních pozemcích, kde nebyl očekáván vznik škod způsobených pohybem a pracemi měřící skupiny, byli osloveni příslušní lesní správci za účelem podání informace o geofyzikálním měření, konkrétním průběhu geofyzikálních profilů, časovém harmonogramu prací a získání povolení vjezdu automobilů na lesní cesty.

V první ani druhé etapě měření nebyly řešeny finanční náhrady škody způsobené na plodinách pohybem geofyzikální skupiny. Toto bylo vykoupeno změnami ve vedení tras a nutností provádění prací na každém z profilů v několika etapách dle přístupnosti.

Při projednávání geofyzikálních měření bylo postupováno dle principů Zákona č. 62/1988 Sb. o geologických pracích, Zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, Zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, Zákona č. 289/1995 Sb. zákon o lesích a s nimi souvisejících předpisů.

2.2 Profilová síť

Geofyzikální výzkum na lokalitě byl proveden v 16 ti profilech. Při vedení profilů, dle zásad geologických i výše uvedených obecných, bylo postupně projednáno a přijato 17 změn vůči zadání a prováděcímu projektu. Všechny změny se týkaly úpravy vedení měřených tras, nikoliv změny metodiky.

Tab. 1: Rozsah geofyzikálních měření úkolu

Profil	Délka km	Seismická reflexe (km)	Mělká refrakční seismika (km)	VES (AB nad 400 m) (km)	Odporové profilování (km)	MOS (ERT) (km)	Gravimetrie (km)	Magnetometrie (km)
CER-01A	15,1		3,208		14,54		15,1	4,81
CER-01A_vib	16,5			15,3	7,2		8,7	5,21
CER-01B	14,1		6,500	12,6	14,05			
CER-02	3,5		3,452		3,59		3,46	3,2
CER-03	6				6,04			0,57
CER-04A	5,7		5,280		5,69			
CER-04B	2,3	2,396	2,396		2,3	0,795	2,22	1
CER-05	6,5	6,340			6,5		6,5	
CER-06A	6,4	2,308	6,448		6,44	1,835		1,03
CER-06B	2,6				2,7		2,58	
CER-07A	1,46				1,57		1,46	1,46
CER-07B	2,46				2,56		2,46	2,46
CER-08/08A	6,2	0,832	0,832	1,8	6,25	0,81	6,2	
CER-09	3,9				3,88			
CER-10	7	2,206	5,686	1,8	7,06	4,13	3,1	1
CER-11	3,2				3,18			
CER-12	2,4				2,47			
CER-13	2,5				2,53			
CER-14	1,08				1,16	1,075	1,06	1,07
CER-15	0,9				0,93			
Celkem (km)	109,80	14,08	33,80	31,50	100,64	8,65	52,84	21,81

Trasy profilů a jejich body po 100 m byly souřadnicově vytýčeny (zaměřeny) GPS a stabilizovány v terénu kolíky. Použity byly stanice GPS Trimble Geoexplorer s přesností v poloze do 1 m. Staničení na profilech po 20 - 50 m bylo měřeno pásmem a vyznačeno pro měření dočasnými značkami. U gravimetrie byl zaměřen každý bod měření, a to i výškově s výslednou přesností cca 1 - 10 cm. Všechny zaměřené body a jejich souřadnice v JTSK a B.p.v. jsou součástí grafických příloh a tabelárních přehledů.

Výškové údaje pro zákres reliéfu profilů byly převzaty z podkladu zadavatele (DMT 5. generace).

Při přípravě profilových tras, vstupů na pozemky, při zaznamenání skutečné realizace profilů a jejich staničení i při zpracování výsledků a jejich interpretaci byla všechna

topografická data vedena v prostředí Autocad (dwg), ve kterém jsou i všechny údaje u zhotovitele uchovány. Pro potřeby zadavatele byly z tohoto prostředí údaje exportovány do formátů GIS (shp).

2.3 Volba geofyzikálních metod

Metodika geofyzikálního měření pro výzkum lokalit hlubinného úložiště je zaměřena především na posouzení homogenity horninového prostředí, příp. charakteru jeho porušení na povrchu i ve větších hloubkách (řádově stovky metrů). Základními metodami podle fyzikálních vlastností daných litologických typů v horninovém masívu byly pro lokalitu Čertovka v 2. etapě prací následující:

- elektrické odporové profilování OP,
- vertikální elektrické sondování VES,
- elektrická odporová tomografie ERT
- mělká refrakční seismika MRS,
- mělká reflexní seismika RXS,
- profilová gravimetrie G,
- profilová magnetometrie M

V paralelním výzkumném úkolu k posouzení hlubokých struktur geofyzikálními metodami, byla provedena měření metodami:

- vibrační reflexní seismiky
- elektromagnetickým sondováním metodou TDEM
- elektromagnetické sondování metodou CSAMT

Tyto metody a jejich výsledky jsou uvedeny v samostatné zprávě (Levý et al. 2019b, SÚRAO 440/2019).

2.4 Geoelektrické dipólové odporové profilování

Při elektrickém odporovém profilování se sledují změny odporů v horizontálním směru podél geofyzikálního profilu. Proudovými elektrodami AB je do země vháněn proud I , měřicími elektrodami MN se měří vzniklé napětí ΔV . Z hodnot I a ΔV měřených odporovými aparaturami se následně počítá měrný odpor (rezistivita) horninového prostředí ρ_z . Při této variantě profilování se pohybuje po profilu celé elektrodové uspořádání ABMN. Pro plošné mapování uvedených fenoménů je vhodné nesymetrické uspořádání elektrod.

Měrný odpor horninového prostředí je závislý na litologii hornin a jejich stavu zvětrání a porušení. Kompaktní neporušené (krystalické) horniny se projevují vysokým měrným odporem, porušené a zvětralé horniny se vyznačují i řádově nižšími odpory díky zvýšené porozitě a nasycení pórů podzemní vodou, resp. díky přítomnosti jílovitých produktů zvětrávání.

Pomocí metody elektrického odporového profilování jsou mapovány kontakty hornin o různých odporech a průběhy strmě ukloněných vodivějších linií, kterými jsou i tektonické poruchy a zlomové systémy (zvýšená porozita, nasycení pórů vodou, zvětrání živců na jíly).

Měření byla ve druhé etapě prací provedena následovně:

uspořádání: DOP dipólové osové, A20B80M20N (m), očekávaný hloubkový dosah 40-60m

měřicí aparatura: digitální ARES 850W (ARES II/5), digitální zápis napětí, proudu, zdánlivého měrného odporu, chyb měření

krok měření: 10 m


primární data: tabulka naměřených hodnot (proud, napětí) a zdánlivých měrných el. odporů s přiřazeným staničením profilu ve formátu ASCII

výsledky: profilové grafy zdánlivých měrných odporů zobrazených v prostředí Grapher (Golden Software) s vertikálním logaritmickým měřítkem, použití klouzavých průměrů s váhovým koeficientem 1-2-1

interpretace dat: v profilových grafech s vyznačením charakteristických projevů kontaktů a lokálních vodičů ve třech stupních, srovnáním s teoretickými křivkami;

Tab. 2: Rozsah měření DOP

Profil	Staničení (m)	Uspořádání AB MN (m)	Doba měření	Aparatura	Délka (m)
CER-01A	300 - 15 300	A20B80M20N	11-12/2017	ARES 850W	14 540
CER-01AVIB	-800 - 6400	A20B80M20N	07 a 09/2019	ARES II/5	7 200
CER-01B	-200 - 14 000	A20B80M20N	01 a 03/2018	ARES 850W	14 050
CER-02	4 500 - 8 090	A20B80M20N	12/2017, 01 a 03/2018	ARES 850W	3 590
CER-03	0 - 6040	A20B80M20N	01/2018	ARES 850W	6 040
CER-04A	0 - 5 690	A20B80M20N	02-03/2019	ARES II/5	5 690
CER-04B	0 - 2 300	A20B80M20N	03/2019	ARES II/5	2 300
CER-05	0 - 6 500	A20B80M20N	10-11/2018	ARES II/5	6 500
CER-06A	0 - 6 440	A20B80M20N	09-10/2018	ARES 850W	6 440
CER-06B	0 - 2 700	A20B80M20N	09/2018	ARES 850W	2 700
CER-07A	0 - 1 570	A20B80M20N	11/2018	ARES II/5	1 570
CER-07B	0 - 2 560	A20B80M20N	11/2018	ARES II/5	2 560
CER-08/08A	0 - 6 300	A20B80M20N	02-05/2019	ARES II/5	6 250
CER-09	6400 - 10280	A20B80M20N	07/2019	ARES II/5	3 880
CER-10	0 - 7060	A20B80M20N	04-05/2019	ARES II/5	7 060
CER-11	90 - 3270	A20B80M20N	06/2019	ARES II/5	3 180
CER-12	0 - 2470	A20B80M20N	06/2019	ARES II/5	2 470
CER-13	0 - 2530	A20B80M20N	06/2019	ARES II/5	2 530

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

Profil	Staničení (m)	Uspořádání AB MN (m)	Doba měření	Aparatura	Délka (m)
CER-14	0 - 1160	A20B80M20N	09/2019	ARES II/5	1 160
CER-15	0 - 930	A20B80M20N	06/2019	ARES II/5	930
CELKEM					100 640

V použitém uspořádání elektrod A20B80M20N nesou naměřená dat informaci o zdánlivých měrných odporech v hloubkách cca 40 - 80 m od povrchu. Hodnoty měrných odporů DOP byla pro vytvoření odporové mapy přepočtena na střední hodnoty zdánlivého měrného odporu podle vztahu $E_{p_{MN/2}} = (\rho_{AB/2} + \rho_{MN/2})/2$ a přiřazena poloze středu dipólu MN.

2.5 Mělká refrakční seismika - MRS

Seismické metody sledují horninové prostředí z hlediska rozložení rychlostí šíření seismických vln a tím jeho elastických parametrů. Rychlost šíření seismických vln je materiálovým parametrem úzce spojený s litologickým typem horninového prostředí, porozitou, charakterem výplně pórů a v neposlední řadě geomechanickým stavem sledovaného prostředí (porušením skalního masívu v tektonické zóně, intenzitou navětrání). Značný vliv na velikost rychlosti šíření má tlak, rychlost tak přirozeně narůstá s hloubkou.

Metoda MRS (metoda lomených, resp. refragovaných vln) využívá šíření lomené vlny horninovým prostředím, která podává informaci o rychlostech šíření seismické vlny v jednotlivých vrstvách. Příchod lomené vlny je v jisté vzdálenosti od zdroje seismické energie registrován jako čas prvního nasazení a zaznamenáván jako tzv. hodochrona. Kombinací různých pozic zdrojů seismické energie a snímačů rychlosti kmitání je získán soubor závislostí času šíření na vzdálenosti od zdroje.

Tato metoda je používána pro zjištění geologické situace do hloubek max. kolem první stovky metrů, kde vzniká lomená vlna na rozhraních s rychlostním kontrastem. Umožňuje sledovat průběh tzv. refrakčního rozhraní, tj. sledovat reliéf pevného podloží (seismické rozhraní) a odlišit horniny v podloží (skalní masív), rozlišit homogenitu horninového prostředí a jeho stav na základě jejich pevnosti. Lokalizuje vertikální porušené zóny, tektonické linie a umožňuje určit jejich směr do hloubky.

Ze záznamů závislosti času příchodu signálů ke geofonům na vzdálenosti od bodů úderů (hodochron) je možné interpretovat seismické řezy. Tyto tzv. hloubkové a rychlostní řezy ukazují modulaci reliéfu pevného podloží a proměnnost seismických rychlostí v podložních horninách. Pevnost hornin (hustota hornin) je přímo úměrná rychlosti seismického signálu, který se v nich šíří. U pevných podložních hornin krystalinika mohou být rychlosti až 6000 m/s a v porušených zónách seismické rychlosti výrazně klesají.

Tato měření byla ve druhé etapě prací provedena následovně:

uspořádání: sledování prvních nasazení seismické vlny ze zdrojů umístěných v liniích jednotlivých profilů s krokem 3-4 x vzdálenost geofonů

měřicí aparatura: ABEM Terraloc Pro 48 kanálů, geofony Sensor SM7, úderový zdroj ruční palice 8 - 10 kg, digitální zápis dat ve formátu Seg2, Telemetrická aparatura Seismic Instruments, 192 kanálů, vibrační zdroj Vibsist 1000

krok měření: standardně 4 m, (profil CER-05 5 m)

primární data: soubory zaznamenané měřicí aparaturou ve formátu Seg2, v hlavičce je označení profilu, staničení snímačů a zdrojových bodů (relativní pro každý profil)

výsledky: rychlostní seismické řezy zpracované inverzní úlohou programem Reyfract, 5x převýšené, hloubkový dosah do 50 m

interpretace dat: grafická s vyznačením rozhraní, kontaktů a poruchových zón v rychlostních řezech


Tab. 3: Rozsah měření MRS

Profil	Staničení	Aparatura	Počet kanálů	Krok geof.	Typ geof.	Zdroj	Doba měření	Délka (m)
CER-01A	4 100 - 7 308	ABEM TerralocPro	48	4 m	SM7	palice 8 kg	11-12/2017	3 208
CER-01B	3 500 - 10 000	Seismic Instruments	144-192	5 m	SM-24HS	Vibsist 1000	04-08/2018	6 500
CER-02	4 500 7 952	ABEM TerralocPro	48	4 m	SM7	palice 8 kg	04-06/2018	3 452
CER-04A	0 - 5280	ABEM TerralocPro	48	4 m	SM7	palice 8 kg	02-03/2019	5 280
CER-04B	0 - 2396	ABEM TerralocPro	48	4 m	SM7	palice 8 kg	03/2019	2 396
CER-05	0 - 6 340	Seismic Instruments	144-192	5 m	SM-24HS	Vibsist 1000	08/2019	6 340
CER-06A	0 - 6 448	ABEM TerralocPro	48	4 m	SM7	palice 8 kg	11/2018 01/2019	6 448
CER-08/08A	3 000 - 3 832	ABEM TerralocPro	48	4 m	SM7	palice 8 kg	05/2019	832
CER-10	1 386 - 7 072	ABEM TerralocPro	48	4 m	SM7	palice 8 kg	04-05/2019	5 686
CELKEM								33 800

2.6 Mělká reflexní seismika - RXS

K posouzení hlubších struktur v geologickém řezu je užívána reflexní seismika. Na rozdíl od refrakční seismiky neposkytuje přímou informaci o rychlostech seismických vln a kvalitě horninového prostředí. Seismická měření v reflexní variantě charakterizují sledované prostředí pomocí průběhu subhorizontálních a šikmých odrazných rozhraní, která vznikají na základě odrazu seismické vlny. Taková rozhraní oddělují prostředí s dostatečným kontrastem seismické impedance, tj. součinu rychlosti šíření seismických vln a hustoty (v nepříznivém případě nemusí změna rychlosti šíření představovat reflexní horizont).

Metoda poskytuje informace o hlubší stavbě a charakteru horninového prostředí (řádově stovky až tisíce metrů). Umožňuje sledovat jednotlivé subhorizontální reflexy a

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

vymežit rozhraní litologických vrstev, okraje homogenních masívů a silně porušené tektonické plochy. Výsledkem měření jsou časové řezy, pro které je při převodu na hloubkové nutné znát rychlosti šíření horninovým prostředím. Tuto informaci lze získat pro první stovky metrů z výsledků refrakční seismiky, příp. využít výsledky karotážního měření ve vrtech.

Tato měření byla ve druhé etapě prací provedena následovně:

uspořádání: sledování vlnových záznamů metodou společného reflexního bodu s min. 12 násobným překryvem, zdroje umístěných v liniích jednotlivých profilů s krokem 2-4 x vzdálenost geofonů

měřicí aparatura: Seismic Instruments - telemetrický systém 192 kanálů, zdroj Vibsis 1000, geofony SM24HS; alternativně ABEM Terraloc Pro 48 kanálů, geofony Sensor SM11, úderový zdroj ruční palice 8 - 10 kg, nebo padací závaží 1000 J - digitální zápis dat ve formátu SegY (SegD) a Seg2

krok měření: standardně 4 m (Terraloc), 5 m Seismic Instruments

primární data: soubory zaznamenané měřicí aparaturou ve formátu SegD nebo Seg2, v hlavičce je označení profilu, staničení snímačů a zdrojových bodů (relativní pro každý profil)

Tab. 4: Rozsah měření RXS

Profil	Staničení	Aparatura	Počet kanálů	Krok geof.	Typ geof.	Zdroj	Doba měření	Délka úseku (m)
CER-01A	11800 - 15000	Seismic Instrument	192	5 m	SM 24HS	Vibsis1000	02/2018	3 200
CER-01Avib	-1130 - 11000	Seismic Instrument	192	5 m	SM 24HS	Vibsis1000	02/2018 08/2018	12 130
CER-01B	-255 - 14040	Seismic Instrument	192	5 m	SM 24HS	Vibsis1000	04-09 2019	14 295
CER-04B	0 2396	ABEM TerralocPro	48	4 m	SM7	palice 10 kg	03/2019	2 396
CER-05	0 - 6430	Seismic Instrument	192	5 m	SM 24HS	Vibsis1000	08/2019	6 340
CER-06A	768 - 3076	ABEM TerralocPro	48	4 m	SM7	palice 8 kg	11/2018	2 308
CER-08/08A	3000 - 3832	ABEM TerralocPro	48	4 m	SM7	palice 8 kg	05/2019	832
CER-10	4866 - 7072	ABEM TerralocPro	48	4 m	SM7	palice 8 kg	04-05 2019	2 206
CELKEM								43 761

Zpracování seismických reflexních dat bylo provedeno v programu ReflexW verze 8.5 (K.J. Sandmeier). Seismické záznamy byly z formátu seg2 převedeny do 32-bitového formátu vlastního programu Reflex a sloučeny po jednotlivých měřených úsecích do jednoho souboru. Před zahájením vlastního zpracování byly záznamy kontrolovány a editovány (byly

provedeny opravy případných chyb v hlavičkách souborů a korekce posunů prvního nasazení).

Zpracování záznamů získaných aparaturou Terraloc Pro 48ch bylo provedeno pomocí řetězce následujících kroků:

- 1) Surgical muting (odstranění zvukové vlny) pro rychlostní interval 300 - 360 m/s, případně rozšířeno na 260 - 360 m/s,
- 2) Bandpass filtering - pro filtraci byl použit Butterworthův filtr s nízkofrekvenčním prahem 20 Hz a vysokofrekvenčním prahem 200 Hz,
- 3) Muting - ručně byl oříznut seismický šum nad prvním nasazením,
- 4) Gain - k zesílení byla použita funkce s lineárním gainem 0,01 - 0,005 a exponenciálním 0,001,
- 5) CMP stacking - byla provedena sumace reflexů pro jednotlivé CMP (středové body) pro offsety 8 - 30 (tj. pro vzdálenosti mezi bodem vzruchu a registrace 32 - 120 m). Pro NMO (korekce časové osy) byla použita konstantní rychlost 4500 m/s pro granitické horniny, resp. 2600 m/s pro sedimentární horniny,
- 6) Running Average - vzniklý reflexní řez byl v horizontálním směru vyhlazen pomocí klouzavého filtru průměrujícího přes 3 stopy,
- 7) Byla zavedena statická korekce - oprava na reliéf a VMR (vrstvu nízkých rychlostí),
- 8) Reflexní řez byl oříznut na čase 400 ms.

Uvedený zpracovatelský řetězec, případně hodnoty parametrů se mohou podle potřeby v některých úsecích profilů lišit. Např. v důsledku většího zašumění nebo vysokého útlumu signálu atd. Výsledný seismický reflexní řez byl exportován jako bitmapa při normalizovaném způsobu zobrazení a přenesen do grafického prostředí CorelDraw ke grafické interpretaci. Seismické reflexní řezy jsou v přílohách zobrazeny jako časové. Podle provedené interpretace jsou pak v řezu uváděna číselná vertikální proměnná měřítka.

Zpracování reflexních měření z aparatury Seismic Instruments je náročnější. Bylo provedeno zpracovatelským programem Claritas a bude popsáno ve zprávě z úkolu „**Výzkum hlubokých struktur**“ (Levý et al 2019b).

V rámci výzkumných prací na lokalitě byly vibrační vlnovou (reflexní) seismikou proměřeny profily CER-01Avib a CER-01B. Jejich výsledky jsou uvedeny v samostatné, výše uvedené, zprávě (Levý et al. 2019b). V této zprávě byly použity výsledky pro tvorbu komplexních geofyzikálních modelů.

2.7 Gravimetrie

Gravimetrie (tíhová měření) slouží k sestavení strukturně geologických modelů dané oblasti do velmi značných hloubek. Detekuje nehomogenity horninového prostředí na základě rozdílných hustotních podmínek. Využívá se k vyhledávání skrytých těles a struktur s odlišnou hustotou od okolního prostředí, magmatických intruzí a některých zlomových struktur.

Principem metody je přesné měření tíhového zrychlení v terénu na zaměřených bodech s přesnou nivelací. Nežádoucí faktory se odstraňují redukcemi. Další opravy se zavádí následně (chod přístroje, normální tíhové zrychlení, nadmořská výška, topokorekce apod.). Výsledkem jsou pak úplné Bouguerovy anomálie, které vyjadřují účinky hustotně

anomálních geologických struktur a těles. Kvantitativní interpretace proto vyžaduje znalost hustot zastoupených hornin a také množství opěrných objektivních údajů o tektonické stavbě.

Tato měření byla provedena následovně:

uspořádání: profilové měření

měřicí aparatura: Scintrex CG5

krok měření: 20 - 50 m

primární data: soubory ASCII zaznamenané měřicí aparaturou, navázání na základní body pro chod přístroje, pořad na spojení základních bodů s body státní sítě

prezentace výsledků: profilové grafy relativních Bouguerových anomálií a úplných Bouguerových anomálií UBA po zavedení topokorekcí a navázání bodů na státní síť

interpretace dat: grafická s vyznačením kontaktů a poruchových zón, modelové profilové výpočty

Tab. 5: Rozsah měření profilové gravimetrie

Profil	Úsek staničení (m) od - do	Krok (m)	Základní bod	Doba měření	Aparatura	Počet bodů	Délka úseku (m)
CER-01A	200 - 15 300	100/20	-901 - - 904	01-02/2018	Scintrex CG5	485	15 100
CER-01Avib	-500 - 8 200	50/20	-908	08/2019	Scintrex CG5	205	8 700
CER-02	4 500 - 7 960	20	-903, - 904	05/2018	Scintrex CG5	177	3 460
CER-04B	0 - 2 220	20	-908	03/2019	Scintrex CG5	112	2 220
CER-05	0 - 6 500	50	-909	03/2019	Scintrex CG5	131	6 500
CER-06B	0 - 2 580	20	-905	07/2018	Scintrex CG5	130	2 580
CER-07A	0 - 1 460	20	-906	02/2019	Scintrex CG5	74	1 460
CER-07B	0 - 2 460	20	-906	02/2019	Scintrex CG5	125	2 460
CER-08/08A	0 - 6 200	50/20	-907	02-05/2019	Scintrex CG5	236	6 200
CER-10	3 900 - 7 000	50	-908	04, 06/2019	Scintrex CG5	62	3 100
CER-14	0 - 1 060	20	-909	08/2019	Scintrex CG5	53	1 060
	CELKEM					1 790	52 840

Výpočetní proces zahrnoval postupně následující kroky:

- oprava na výšku stativu
- oprava na chod gravimetru
- Fayova redukce

- Bouguerova redukce (pro redukční hustotu $2,67 \text{ g.cm}^{-3}$)
- topografická redukce (včetně zahrnutí Bullardova členu)
- oprava o normální pole (vztažené k Mezinárodnímu referenčnímu elipsoidu WGS-84)
- připojení všech měření k bodu státní sítě GR10

Gravimetrická data byla srovnána na jeden základní gravimetrický bod sítě GR10 v obci Jesenice o souřadnicích:

X= 1 031 163 m, Y= 808 817 m, Z= 473,2 m,

Základní hodnota tíhového zrychlení na tomto bodu je 980 964,88 mGal.

2.8 Magnetometrie

Metoda využívá přirozeného magnetického pole Země, které může být ovlivněno odezvou hlubokých geologických struktur. Geologická tělesa porušují normální geomagnetické pole, pokud obsahují feromagnetické minerály. Tuto metodu lze úspěšně použít k vyhledávání těles se zvýšeným obsahem magnetických minerálů.

Principem metody je měření složky magnetického pole - totálního vektoru magnetického pole (T). Měření je ovlivněno tzv. variacemi (magnetické pole Země je v čase proměnné), které mohou být krátkodobé a dlouhodobé (sekulární) a chodem přístroje.

Mezi pravidelné variace patří denní variace o periodě slunečního dne. Ve složkách pole se jedná o desítky nT. Nepravidelné krátkodobé variace od zlomků sekund po desítky minut se vyskytují během celého dne, jsou to tzv. pulsace a vznikají sluneční aktivitou. Mimořádná sluneční aktivita je příčinou náhlých magnetických bouří (sluneční vítr), mohou se vyskytnout až několikrát za měsíc, trvají i více dní a mají za následek nepravidelné variace až několik set nT. Profilová data jsou opravována o časové změny registrované shodným magnetometrem na základně s časem registrace 1-10 s.

Výsledný model magnetické struktury je dán srovnáním naměřeného pole a pole vypočítaného nad zjednodušeným magnetickým tělesem.

Tato měření byla provedena následovně:

uspořádání: profilové měření


měřicí aparatura: cesiové magnetometry Geometrics G858

krok měření: 10 m

primární data: soubory ASCII, zaznamenané měřicí aparaturou, navázání na státní síť, sledování variací magnetického pole

prezentace výsledků: profilové grafy totálního vektoru magnetického pole

interpretace dat: grafická s vyznačením rozhraní, kontaktů a poruchových zón, modelové profilové výpočty

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019


Tab. 6: Rozsah měření magnetometrie

Profil	Staničení (m)	Aparatura	Krok měření	Doba měření	Počet změřených bodů	Délka profilu (m)
CER-01A	200 - 1 260 3 500 - 7 250	G-858	10 m	01/2019 03/2018	483	4 810
CER-01A_vib.	-900 - 4 310	G-858	10 m	09/2019	522	5 210
CER-02	4 500 - 7 700	G-858	10 m	03/2018	321	3 200
CER-03	1 200 - 1 770	G-858	10 m	09/2019	58	570
CER-04B	0 - 1 000	G-858	10 m	07/2019	101	1 000
CER-06A	5 400 - 6 430	G-858	10 m	07/2019	114	1 130
CER-07A	0 - 1 460	G-858	10 m	01/2019	147	1 460
CER-07B	0 - 2 460	G-858	10 m	01/2019	247	2 460
CER-10	3 900 - 4 900	G-858	10 m	07/2019	101	1 000
CER-14	0 - 1 070	G-858	10 m	09/2019	108	1 070
CELKEM					2 202	21 810

2.9 Vertikální elektrické sondování VES

Odporové vertikální elektrické sondování (VES) slouží k určení změn měrných odporů prostředí s rostoucí hloubkou. Při měření VES se používá tzv. Schlumbergerovo symetrické uspořádání AMNB, MN<<AB. Hloubkový dosah je řízen vzdáleností proudových elektrod AB od středu uspořádání, obecně se předpokládá, že hloubkový dosah je roven $AB/4$, v konkrétních podmínkách je silně závislý na odporových vlastnostech horninového prostředí a jeho homogenitě. Závislost odporu na poloviční vzdálenosti proudových elektrod $AB/2$ se nazývá odporovou křivkou VES. Interpretací křivek VES lze určit mocnosti odporových vrstev a hloubku rozhraní vrstev pod měřeným bodem, pokud se odporově liší od svého nadloží a podloží, nalezením teoretického modelu, jehož odporový projev se nejlépe shoduje s měřenými hodnotami.

Měření VES bylo zpracováno do izoohmických odporových řezů jednotlivých úseků s hloubkovým měřítkem $h=AB/4$. Jednotlivé sondy byly zpracovány kvantitativní interpretací pro odporový vrstevní model pomocí programu ZondIP2.

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SURAO TZ 432/2019

Tab. 7: Rozsah měření sond VES

Profil	Staničení (m)	Uspořádání	Aparatura	Doba měření	Počet bodů
CER-01A_vib.	-1 100 - 14 200	AB/2 =2,82-232 m	MIMI II/ GEVY 1000	07-09/2019	44
CER-01B	900 - 13 300	AB/2 =2,82-232 m	MIMI II/ GEVY 1000	07/2018 03-05/2019	67
CER-08/08A	3 600 - 5 400	AB/2 =2,82-232 m	MIMI II/ GEVY 1000	04/2019	9
CER-10	5 100 - 6 850	AB/2 =2,82-232 m	MIMI II/ GEVY 1000	04/2019	9
CELKEM					129

Měření VES byla provedena následovně:

uspořádání: Schlumberger, AB/2 = 10 až 511 m

měřicí aparatura: MIMI II, GEVY 1000 (Geofyzika s.p.), analogový

krok měření: cca 200 m


primární data: protokoly sond s uvedením označení sondy, souřadnic, azimutu AB, hodnot AB/2 a přiřazených měřených hodnot U, I a vypočtených R, protokoly sond ve formátu ASCII a xls

prezentace výsledků: protokoly a grafy jednotlivých sond s interpretací, geoelektrické řezy interpretovaných hodnot (odpory, mocnosti), zpracovatelský program ZONDIP1D (Zond Software)

interpretace dat: po jednotlivých sondách graficky a tabelárně s určením interpretačního odporu a mocnosti každé jednotlivé vrstvy programem ZONDIP1D, sestavení geoelektrických izoohmických odporových řezů

2.10 Elektrická odporová tomografie ERT

Odporová metoda ERT (electrical resistivity tomography) je geoelektrická metoda, která kombinuje automatickým způsobem odporové sondování a profilování. Při terénním měření je položen speciální mnohažilný kabel (multikabel), k němuž je připojeno velké množství elektrod. Řídící jednotka se pak podle zvolené metody automaticky připojuje postupně k elektrodám a na vybraných párech elektrod měří elektrické napětí a proud. Takto se proměří všechny možné páry a rozestupy zvolené metody a data uloží do paměti přístroje. Výsledkem měření a zpracování dat je naměřený izoohmický a interpretovaný 2D odporový řez pod měřeným profilem, který je sestaven vhodným softwarem. Metoda zjišťuje odporové změny prostředí jak v horizontálním, tak vertikálním směru. Pro dosažení srovnatelného hloubkového dosahu jako při odporovém sondování je třeba použít velké množství elektrod a dlouhé kabely.

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

Tab. 8: Rozsah měření ERT

Profil	Staničení (m)	Aparatura	Typ uspořádání	Krok elektrod	Doba měření	Délka profilu (m)
CER-04B	100 - 895	ARES 850W	WS	5 m	07/2019	795
CER-06A	700 - 2 535	ARES 850W	WS	5 m	07/2019	1 835
CER-08/08A	3 000 - 3 810	ARES 850W	WS	5 m	05/2019	810
CER-10	1 500 - 5 630	ARES 850W	WS	5 m	04-05/2019	4 130
CER-14	0 - 1 075	ARES 850W	WS	5 m	09/2019	1 075
CELKEM						8 650

Měření ERT byla provedena následovně:

uspořádání: profilové měření v uspořádání Wenner-Schlumberger, AB=6 až 435 m (10 sekcí x 8 elektrod)

měřící aparatura: digitální ARES II (GF Instruments) - digitální zápis

krok měření: 5 m, 80 elektrod (10 sekcí)

primární data: soubory ASCII, zaznamenané měřící aparaturou,

prezentace výsledků: interpretované profilové řezy spočtené inverzní úlohou metodou konečných prvků nebo konečných diferencí programem RES2DINV, 5 x převýšené, hloubkový dosah 40 - 100 m

interpretace dat: grafická s vyznačením rozhraní, kontaktů a poruchových zón v odporových řezech

2.11 Elektrické sondování metodami TEM a CSAMT

V rámci výzkumných prací na lokalitě byly metodami hlubokého elektromagnetického sondování profily:

CER-01A, metoda TEM v úseku st. 200 - 14700 m

CER-01Avib, metoda TEM v úseku 7000 - 11000 m

CER-01Avib, metoda CSAMT v úseku 7000 - 11000 m

CER-01B, metoda TEM v úseku 7000 - 11000 m

Jejich popis a výsledky jsou uvedeny v samostatné zprávě (Levý et al. 2019b). V této zprávě byly použity výsledky pro tvorbu komplexních geofyzikálních modelů.

3 Postupy a zásady interpretace geofyzikálních měření

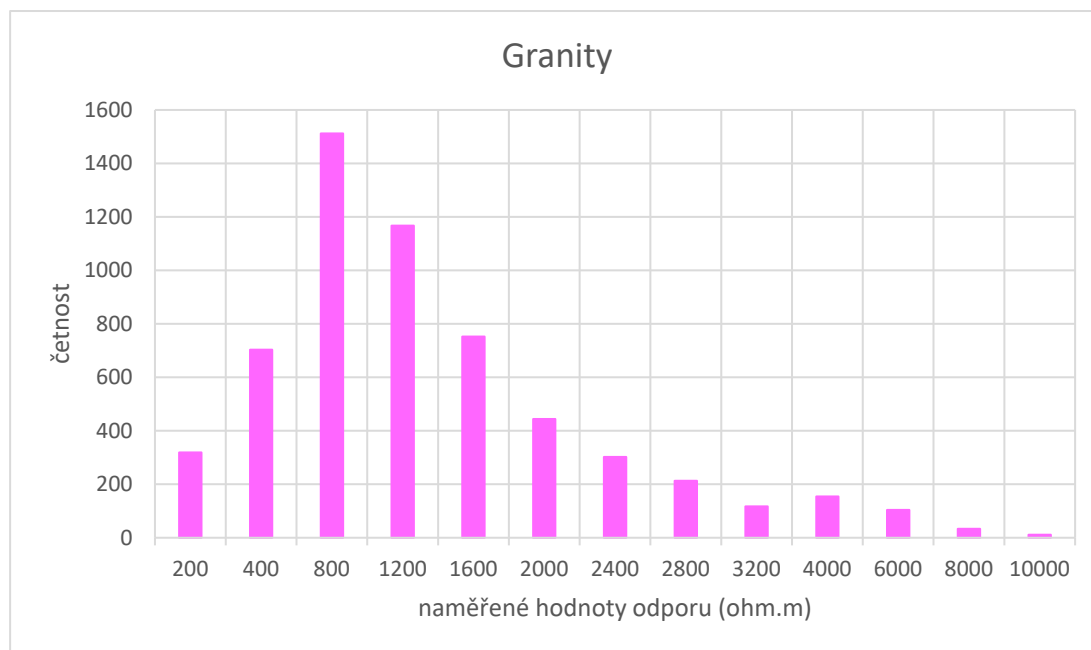
3.1 Geoelektrická odporová měření

Na lokalitě se vyskytují 3 základní typy prostředí: granitoidy, metamorfity a permokarbonské sedimenty. Geoelektrické odporové metody byly zastoupeny především elektrickým odporovým profilováním se shodným uspořádáním elektrod na všech profilech - dipólové osově profilování DOP, A20B80M20N (m) s hloubkovým dosahem 40-70 m od povrchu. Skutečná hloubka informace závisí na konkrétních podmínkách jednotlivých prostředí. Výsledky odporového profilování bylo zobrazeno i plošně v mapě izolinií, příloha č. 23. Z analýzy všech přepočtených hodnot vyplývá následné statické rozdělení:

1) *Granity*

Tab. 9: Zdánlivé měrné elektrické odpory v oblasti granitů

	Ωm	medián	max.	dolní kvartil	horní kvartil	percentil 80%	průměr
5837 hodnot	granit/granodiorit	916	16917	484	1549	1777	1218
80%	od 284 do 2494 Ωm	916	2492	587	1380	1509	1033

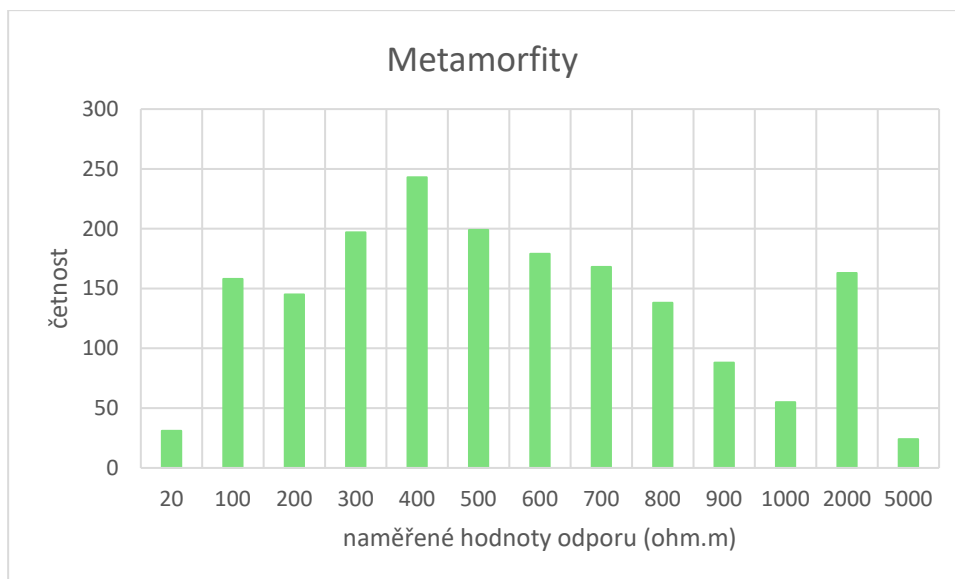


Obr. 2 Graf rozložení měrných el, odporů DOP v oblasti granitů

2) *Metamorfity*

Tab. 10: Zdánlivé měrné elektrické odpory v oblasti metamorfitů

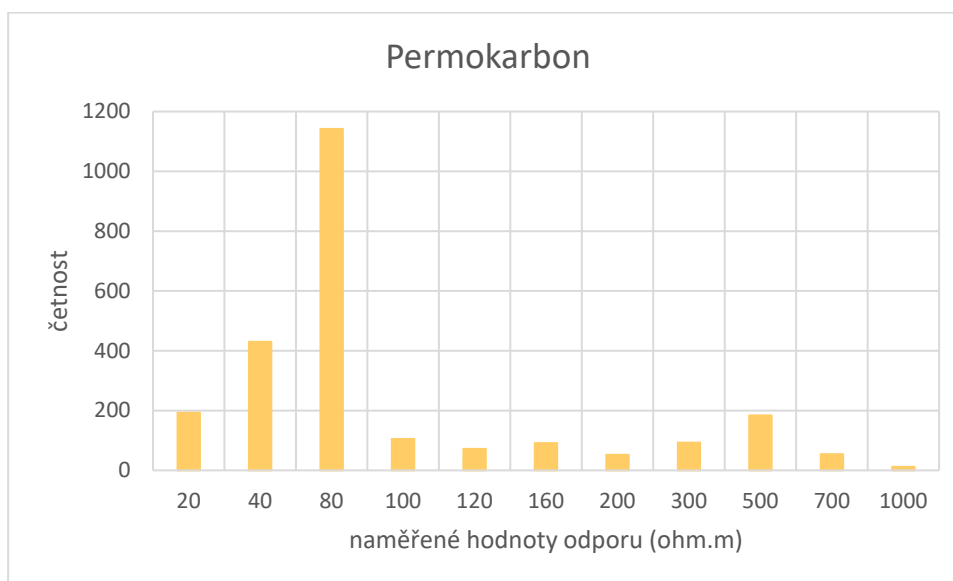
	Ωm	medián	max.	dolní kvartil	horní kvartil	percentil 80%	průměr
1278 hodnot	krystalinikum (fylit, rohovec)	456	5320	258	720	776	543
80%	od 92 do 1028 Ωm	456	1028	303	657	706	485


Obr. 3 Graf rozložení měrných el. odporů DOP v oblasti metamorfovaných hornin

3) *Permokarbon*

Tab. 11: Zdánlivé měrné elektrické odpory v oblasti permokarbonských sedimentů

	Ωm	median	max.	dolní kvartil	horní kvartil	percentil 80%	průměr
2429 hodnot	permokarbon (sedimenty)	54	1097	39	91	120	106
80%	od 21 do 306 Ωm	54	307	44	74	87	72



Obr. 4 Graf rozložení měrných el. odporů DOP v oblasti metamorfovaných hornin

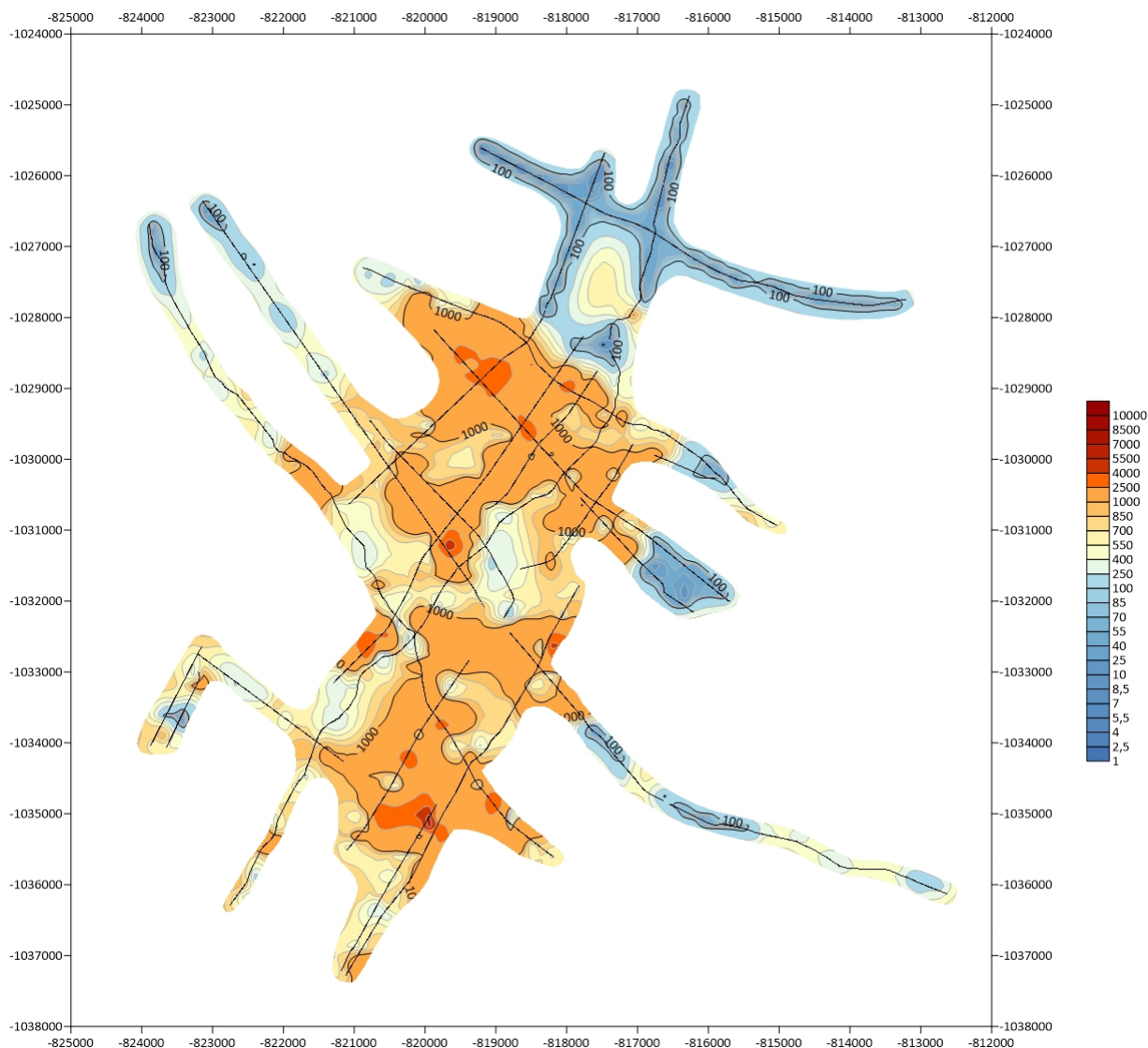
Toto rozdělení bylo následně použito jako jedno z kritérií pro vymezení hranic mezi jednotlivými geologickými typy prostředí, především mezi uvedenými jednotkami, a pro detailnější rozčlenění charakteru horninového prostředí v rámci jednoho útvaru - členění granitů na:

- homogenní, málo porušené bloky, s měrnými odpory převážně nad 1200 Ωm
- granity a granodiority s měrnými odpory převážně v intervalu 600 - 1200 Ωm
- silně porušené úseky granitů (mylonitizované zóny) a místa výrazných lokálních diskontinuit s měrnými odpory 100 - 600 Ωm

Sklony rozhraní s interpretací dle teoretických a modelových křivek, nejsou z profilování s jedním rozestupem jednoznačné. K tomuto pak velmi přispívají výsledky z metody ERT, kde je průběh změny odporu do cca 60 m od povrchu názorný.

Metoda VES umožňuje kvantifikovat prostředí se sedimentárním pokryvem podle hodnot vrstevního interpretačního odporu. V prostředí granitoidů a metamorfitů jsou měrné elektrické odpory ovlivněny kromě interpretovaného vertikálního řezu i lokálními nehomogenitami, přes které přecházejí proudové elektrody, i laterálními nehomogenitami mimo měřený profil. Základní členění profilů měřených VES v zobrazení izoohmického řezu z interpretovaných odporů podává významný obraz k základnímu interpretačnímu členění (viz CER-01Avib).

Elektromagnetické metody TEM a CSAMT mají oproti VES výhodu výrazně vyššího hloubkového dosahu při eliminaci vlivu relativně mělkých nehomogenit v prvních 100 m a vzhledem k tomu, že registrační systém zahrnuje v obou těchto metodách oblast jen cca 100x100 m je i vliv lokálních geologických nehomogenit mimo měřené místo nižší.



Obr. 5 Mapa středních zdánlivých elektrických měrných odporů DOP (Ωm), A20B80M20N (podrobněji v příloze 23)

3.2 Seismická měření

Seismická měření byla prováděna ve dvou základních modifikacích, označovaných jako refrakční a reflexní.

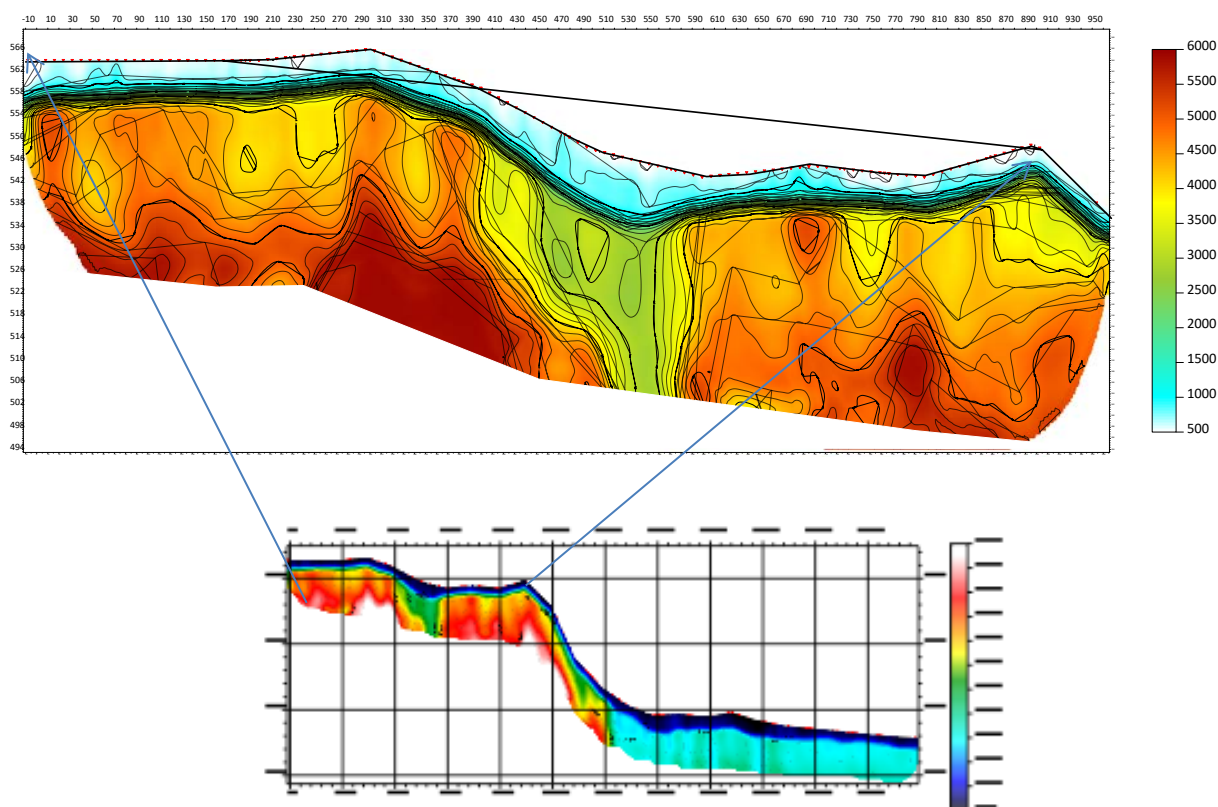
Refrakční seismika, označovaná jako „mělká refrakční seismika“ **MRS** posuzuje horninové prostředí na základě rychlostí šíření seismických vln, na této lokalitě byly sledovány a analyzovány vlny podélné V_p .

Zeminy se obecně projevují nízkými seismickými rychlostmi, rychlosti šíření seismických vln v horninách jsou obvykle řádově vyšší. Rychlost šíření seismických vln v horninách je závislá na jejich mechanickém porušení a intenzitě zvětrání - zvětralé a rozpukané horniny se projevují malými rychlostmi, zdravé horniny mají hodnoty rychlostí vysoké.


Výsledkem zpracování jsou seismické rychlostní řezy. Použité zpracování vycházelo ze zadání. Ve výsledcích nebylo analyzováno rozhraní mezi pokryvem a skalním podložím, které probíhá převážně v intervalu 0 - 12 m, ale bylo zaměřeno na změny geomechanických vlastností v prostředí horninového masivu.

Z předchozích našich prací na lokalitě při posuzování seismicity území (Brož et al. 2018) byly zdravým granitům z měření přiřazeny rychlosti šíření seismických podélných vln v intervalu 5100 - 5800 m/s. Pro metamorfované horniny zdravé, neporušené, typu fylitů, jsou maximální rychlosti V_p mírně nižší, blízké hodnotě 4500 m.s⁻¹. Permokarbonské sedimenty jsou litologicky pestřejší, střední hodnota pro smíšený typ jílovců a pískovců ve stavu bez výrazného porušení je blízká hodnotě 3000 m.s⁻¹.

Vliv porušení horninového masivu zvětráním a rozpukáním vede k lokálnímu snížení těchto hodnot. Vliv povrchového zvětrání způsobuje v krystalinických horninách kladný vertikální gradient rychlosti. Izolinie rychlosti z povrchového rychlostního řezu tak ukazují na hloubku dosahu povrchového zvětrání. Lokální subvertikální oslabení pak znamená lokální změny v rychlostech v úzké zóně šířky převážně do 10 m. Tyto zóny je obtížné vymezit v zadaném měřítku prací (1:10 000, kde 10 m je 1 mm). Prezentované rychlostní řezy poskytují pohled na celkové členění masivu a vymezení blokových charakteristik. Analýza lokálních úzkých zón porušení je z naměřených dat možná a lze ji následně provést.



Obr. 6 Grafické výstupy refrakční seismiky podle měřítka zpracování a zobrazení (CER-04B)

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

Tab. 12: Přiřazení fyzikálních parametrů jednotlivým typům hornin a zemin

stratigrafické zařazení	litologické zařazení	stupeň zvětrání a rozpukání hornin	zatřídění dle pevnosti	rychlosti šíření seismických podélných vln V_p ($m \cdot s^{-1}$)
Granitoidy	granit zcela zvětralý,		R6	500 - 1000
	granit velmi zvětralý, silně rozpukáný		R5	1000 - 2000
	granit mírně zvětralý, rozpukáný		R4, R3	2000 - 3500
	granit slabě zvětralý		R2	3500 - 4500
	granit zdravý,		R1	> 4500
Metamorfity (fylity)	fylit zcela zvětralý,		R6	500 - 1000
	fylit velmi zvětralý, silně rozpukáný		R5	1000 - 1800
	fylit mírně zvětralý		R4, R3	1800 - 2800
	fylit slabě zvětralý		R2	2800 - 4000
	fylit zdravý neporušený		R1	> 4500
Permo karbon	jílovce, prachovce, pískovce		R3-R6	1000 -2500

Poznámka: Sestaveno dle empirické zkušenosti zhotovitele (INSET s.r.o. z geotechnických průzkumů) v návaznosti na ČSN P 73 1005 Inženýrskogeologický průzkum, Tabulka A.6 – Klasifikace hornin podle pevnosti horninového materiálu

Reflexní seismika je metoda k posuzování strukturně tektonických poměrů především v prostředí sedimentárních hornin. V případě Čertovky tedy především v okrajových částech profilů při severním a východním okraji zájmového území. Pro oblast krystalinických hornin - fylitů, rohovců granodioritů a granitů, je lépe hovořit o analýze vlnových záznamů získaných metodikou měření i zpracování dat velmi obdobnou měřením v sedimentárních komplexech.

V zónách krystalinických metamorfovaných hornin jsou ve vlnových řezech interpretovány průběhy subhorizontálních a šikmých korelačních horizontů. Tato rozhraní nemusí mít skutečný význam reflexů (ke vzniku odražené seismické vlny dochází v místech změny vlnového odporu, což je součin rychlosti šíření seismické vln prostředím a hustoty prostředí), ale ukazuje na homogenitu prostředí, tedy registrované seismické vlny v této části nejsou v relativně široké zóně (dané i součty CDP) ovlivněny diskontinuitami. Ve vlnových řezech jsou patrné subvertikální diskontinuity, které je možné přiřadit výraznějším hlubokým diskontinuitám zejména při korelaci s výsledky geofyzikálních metod s mělčím hloubkovým dosahem.

Pro posouzení základního členění, klasifikace a hodnocení je tak význam seismické vlnové metody (reflexní seismiky) zásadní.

3.3 Gravimetrie

Tíhové pole širšího lokality bylo předáno ve formě mapy izolinií ÚBA ČGS (© Česká geologická služba, 2018). Zároveň byly předány výsledky měření fyzikálních vlastností hornin na jednotlivých horninových typech. Zjednodušením podkladů - vysvětlivek k mapovým listům 11-244 Žlutice a 12-133 Jesenice vyplývá následující:

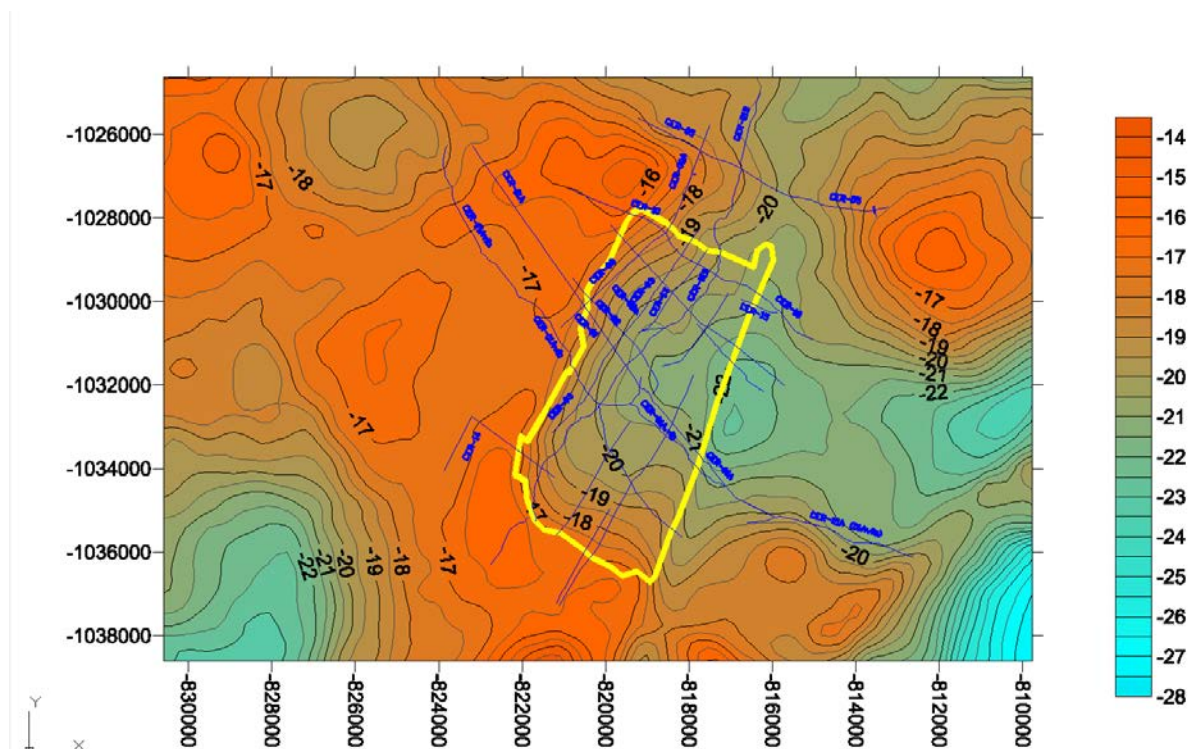
Tab. 13: Hustoty v horninách (dle podkladů ČGS, Žáček et al. 2015)

Geologická jednotka	Hornina	D _o (g.cm ⁻³)
Terciární vulkanity	olivinický nefelinit	3,07
Žihelská a kladensko-rakovnická pánev	jílovce	2,28 - 2,30
	pískovce	2,12 - 2,30
Bohemikum	fyilitická břidlice až metadroba	2,66
	granodiorit (lubenecký typ)	2,67
	granodiorit (čistecský typ)	2,57
	granit (tiský typ)	2,60
	granit (jesenický typ)	2,58
	granit (typ blatno)	2,62

Podle hodnocení tíhové mapy granity tiského, jesenického typu a typu Blatno mají přirozené hustoty shodné (hustota okolo 2,64 g/cm³). V mapě úplných Bouguerových anomálií se granity projevují nižšími hodnotami, a to i pod sedimentárními horninami mladšího paleozoika žihelské a kladensko-rakovnické pánve. Společně s výchozovou částí tiského granitu v západní polovině mapovaného listu tvoří těleso patrně deskovitého tvaru s hloubkovým dosahem okolo 2-3 km (Dobeš a Polanský 1997, Žáček et al. 2015).

Srovnáním hodnot ÚBA dle poskytnuté mapy (s měřítkem 5 bodů na km²) a profilových hodnot aktuálně měřených v rámci úkolu v detailním měřítku (se vzdáleností bodů převážně 20 m, výjimečně 50 až 100 m) vychází ve statistickém pohledu shoda úměrná rozsahu hodnoceného území.

Zpracované hodnoty profilových měření celkově odpovídají trendu anomálií na mapě ČGS (Obr. 7) podél příslušné profilové linie. Lokální minima zjištěná díky detailnímu měřítku aktuálních měření byla v souladu s výsledky ostatních metod interpretována jako oslabené, poruchové zóny a lokální tektonické linie, doprovázené snížením objemové hmotnosti prostředí v jejich okolí. Místa gradientů tíhového pole byla interpretována jako kontakty tíhově (litologicky) odlišných hornin, resp. geologických celků. Některá lokální maxima v místech odpovídající indikace z jiné GF metody byla přisouzena žilnému ekvivalentu s vyšší objemovou hmotností, u anomálií bez odezvy v ostatních metodách byla interpretace řešena změnou hloubky skalního podloží.



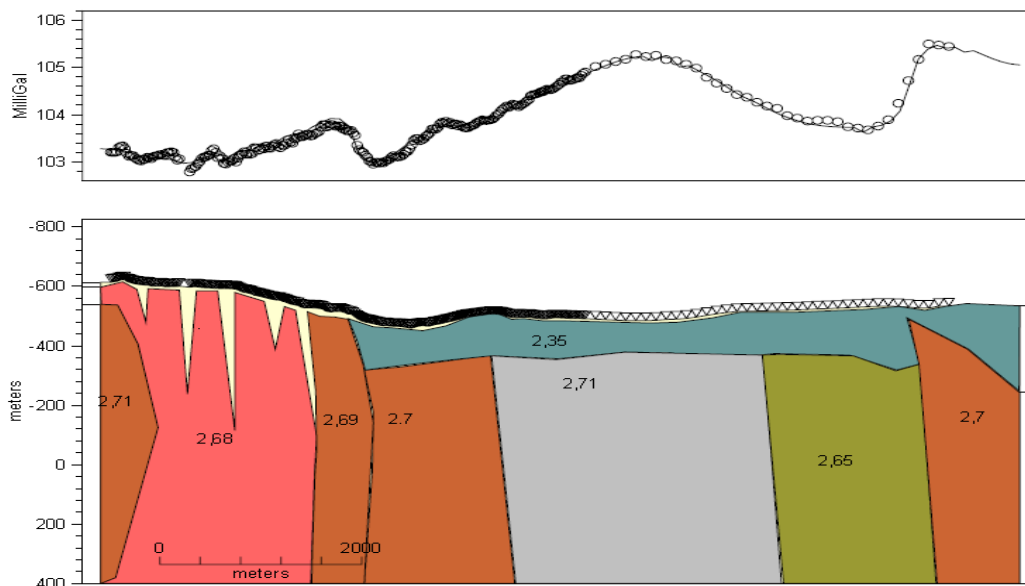
Obr. 7 Mapa ÚBA (ČGS, 5 bodů/km²) s vyznačeným granitového masivu Čertovky (dle mapy ČGS 2016) (žlutě) a profilů geofyzikálního výzkumu tohoto úkolů (modře), (mGal), © Česká geologická služba, 2018

Z uvedených podkladů vyplývá, že hustoty metamorfitů v západním a jižním okolí masivu Čertovky jsou hustotně vyšší. I když na to neukazují výsledky fyzikálních vlastností, byla pro pracovní tíhové modely použita hustota 2,66 – 2,68 g.cm⁻³ pro granity. Pro permokarbonské pánevní sedimenty bez rozlišení typu hustota 2,3 g.cm⁻³. U kontaktních poloh očekáváme hustoty ještě variabilní podle míry porušení. Vysoké gradienty rychlosti jsou řešeny pomocí poruchových zón snížené hustoty cca 2,6 g.cm⁻³, v místech lokálních kladných anomálií byla použita hustota až 3,1 g.cm⁻³. V uvedených modelech je nutno sledovat relativní rozdíly v hustotách (možný celkový posun hodnot bez vlivu na koincenci modelu).

Profilová měření gravimetrie slouží především k upřesnění polohy kontaktů jednotlivých typů v místech gradientů tíhového pole a k vymezení výraznějších zón porušení, které jsou doprovázeny celkovým snížením objemové hmotnosti bloku (nikoliv horniny) o cca 0,1 g.cm⁻³. V křivkách jsou i lokální maxima, která jsou vyznačena jako anomální. Nepředpokládáme jejich souvislost se žilnými projevy, které i přes vyšší hustotu hornin leží v zónách celkově oslabených, tedy se sníženou hustotou.

Při interpretaci tíhových dat byly připraveny pracovní modelové situace využitím programového vybavení Geotools. Vytvoření tíhového modelu představuje ověření, resp. vyloučení vstupní hypotézy o geologické stavbě postupným porovnáním modelové křivky s hodnotami měření a příslušnými postupy zpracovanými do křivky ÚBA (mGal). Význam výsledného modelu bez znalosti měrných objemových hmotností místně zastoupených horninových typů a jejich hloubkového gradientu je orientační. Modelová geometrie

geologických objektů je zcela závislá na volbě diferenčních „hustot“, vycházející ze zkušenosti interpretátora z obdobného horninového prostředí. K dané křivce ÚBA lze takto přisoudit několik geologicky odpovídajících variantních řešení.



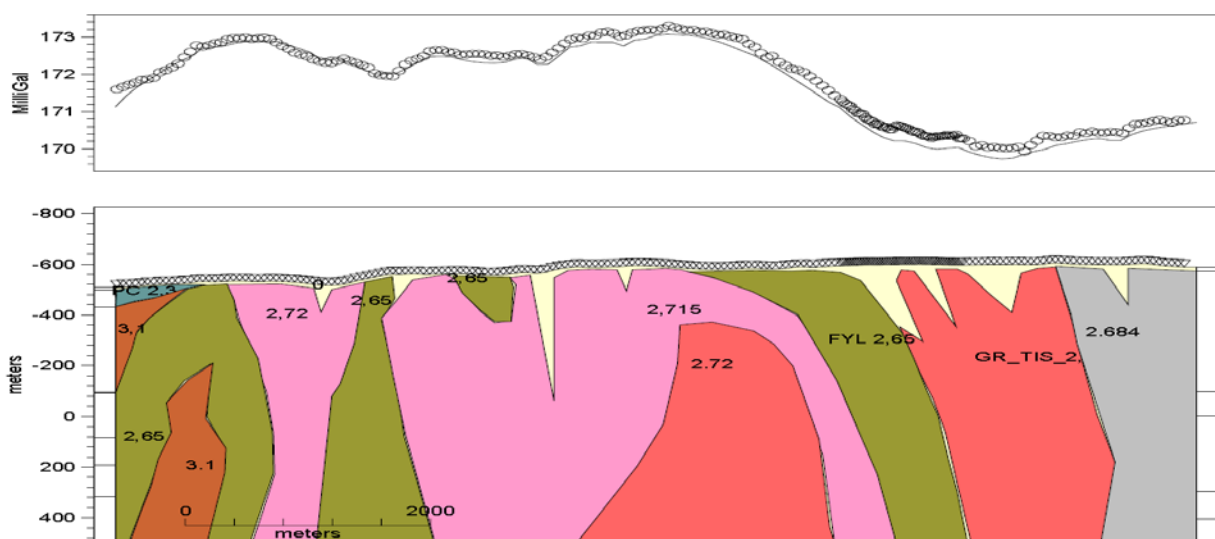
Obr. 8 Hustotní model prostředí pro naměřenou křivku ÚBA, profil CER-01A, úsek st 7000 - 15000

Výsledky modelových řešení tíhových dat byly zohledněny vždy v příslušném souhrnném geofyzikálním modelovém řezu v přílohách s interpretací profilových měření. Tvar a hloubka poruchových struktur je zcela závislá na volbě poměru anomální hustoty vůči zastoupenému horninovému prostředí.

V zastiženém tíhovém poli umožňuje tvorba modelů z gravimetrie velmi širokou škálu hypotéz. Autoři zprávy použili modelové řešení k vytvoření souhrnného modelu prostředí, ale jednotlivé hypotézy modelů nepřísluší řešení této zprávy.



Obr. 9 Varianta A) Hustotní model prostředí pro naměřenou křivku ÚBA, profil CER-01Avib, úsek st -400 až 8000



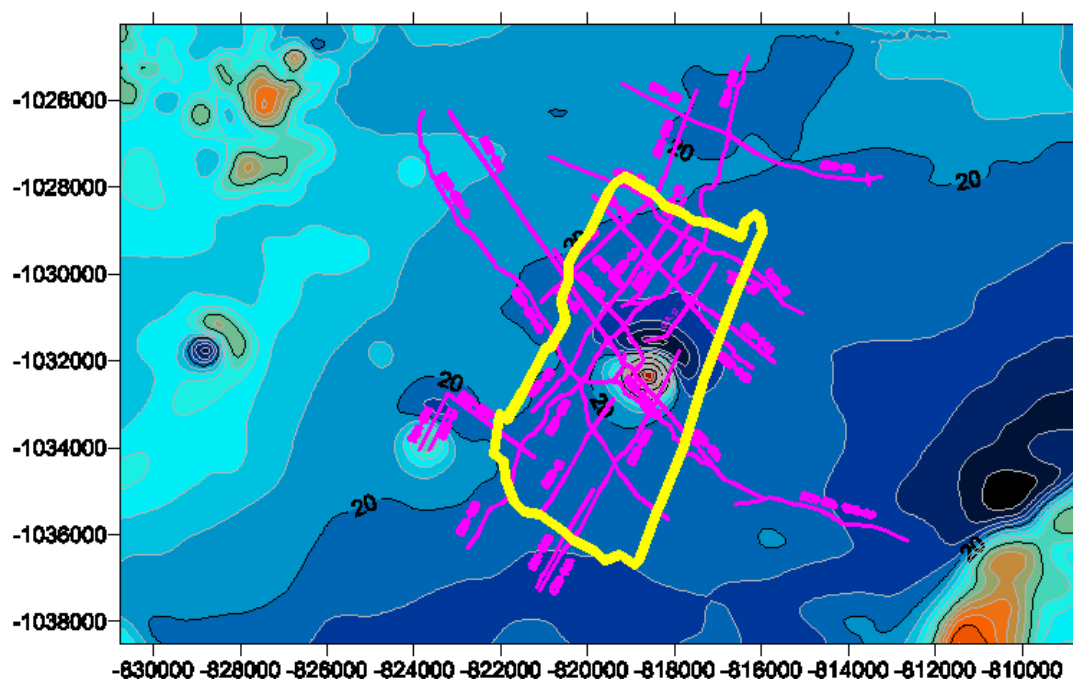
Obr. 10 Varianta B) Hustotní model prostředí pro naměřenou křivku ÚBA, profil CER-01Avib, úsek st -400 až 8000

3.4 Magnetometrie

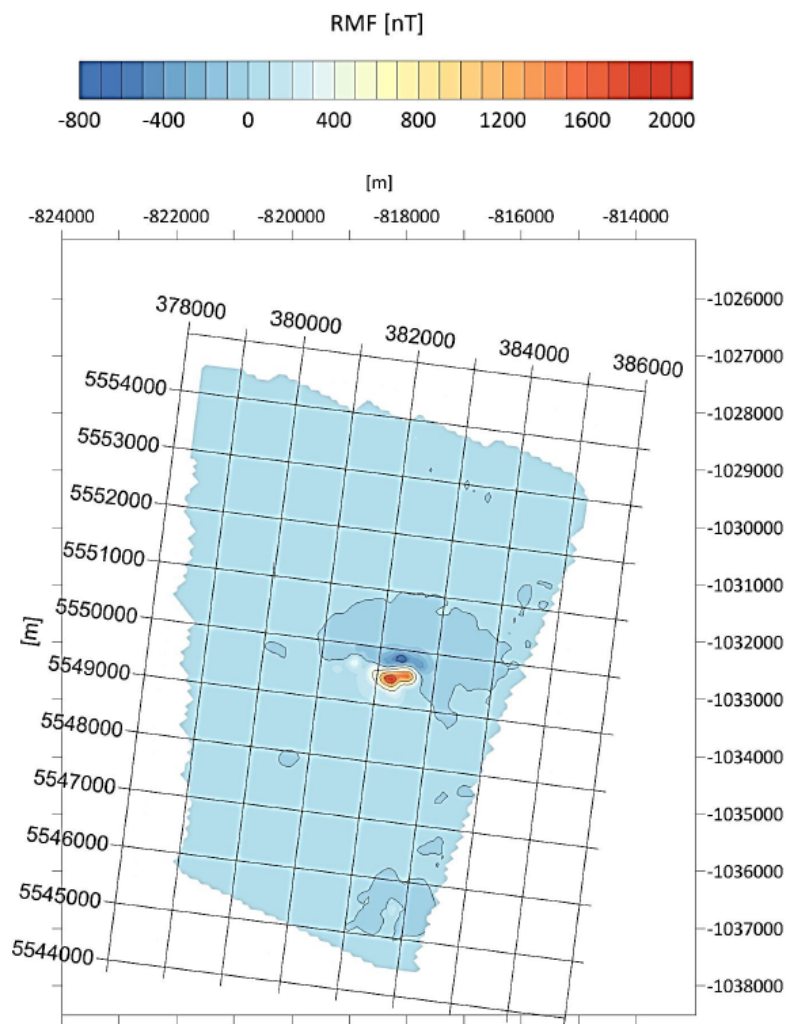
Magnetometrická mapa lokality z leteckých měření byla předána ve formě mapy izolinií ΔT ČGS ČGS (© Česká geologická služba, 2018). Zároveň byly předány výsledky měření fyzikálních vlastností hornin na jednotlivých horninových typech (Žáček et al. 2015, Mixa et al. 2019c). Zjednodušením podkladů - vysvětlivek k mapovým listům 11-244 Žlutice a 12-133 Jesenice vyplývá následující:

Magnetický obraz (Obr. 3) listu 12-133 Jesenice je relativně monotónní s nízkými hodnotami ΔT (rozdíl naměřených a normálních hodnot totálního vektoru zemského magnetického pole, (nT - nanotesla). Odpovídá horninám s malým obsahem magnetických minerálů, jejichž hodnota magnetické susceptibility je 10 až $300 \cdot 10^{-6}$ SI (sedimenty mladšího paleozoika, granity čistecko-jesenického plutonu, fylitické břidlice a metadroba barrandienského proterozoika). Výraznou kladnou anomálii v jv. části listu tvoří těleso čisteckého granodioritu, které zde má extrémně vysokou susceptibilitu (1000 až $1300 \cdot 10^{-6}$ SI).

Zdrojem kladných magnetických anomálií jsou terciérní vulkanické horniny na lokalitě Tis u Blatna. Olivinický nefelinit zde vytváří několik těles vycházejících na povrch, které se projevují v pozemní magnetometrii intenzivní anomálií více než 1000 nT (Šalanský a Manová 1997). Magnetická susceptibilita dosahuje hodnot až $50\,000 \cdot 10^{-6}$ SI. Letecká data z projektu Geobariéra (Bárta et al. 2017) jsou prakticky shodná s tímto výstupem a nezachytila kromě magnetického tělesa neovulkanitů u Blatna jiné anomální indikace.



Obr. 11 Mapa magnetických anomálií ΔT (nT) (ČGS, letecká měření) s vyznačením granitového masivu Čertovky (žlutě) a profilů geofyzikálního výzkumu tohoto úkolu (fialově), © Česká geologická služba, 2018



Obr. 12 Geobariéry – Mapa reziduálních magnetických anomálií, Blatno (Bárta et al. 2017)

Uvedená mapa magnetických anomálií ukazuje v zájmové oblasti pouze 2 výrazné magnetické anomálie, což neodpovídá skutečnému výskytu magnetických těles nefelinitů prorážejících na povrch, kterých je v zájmovém území cca 6.

V zájmovém území sloužila magnetometrie k vyhledání i zakrytých magnetických těles neovulkanitů. Ty tvoří jak průniky skrz granitový masiv, tak i ložní výlevy s těmito spojenými. Magnetické anomálie se v polohách neovulkanitů projevují vysokými kladnými hodnotami anomálie. U ložních výlevů je projev proměnlivý, přes přírodní kanály se projevují kladnou magnetickou anomálií se záporným severním lemem.

Lokální záporné anomálie i relativně malé amplitudy často souvisí s výrazným tektonickým průběhem. U ložních výlevů v sedimentech jsou vulkanické horniny charakteristické proměnlivým polem se střídáním kladných a záporných hodnot.

4 Výsledky interpretace geofyzikálních profilových měření

Geologické předpoklady každého z profilů jsou převzaty ze zadávací dokumentace (SÚRAO – ČGS 2017) případně jsou v nich zohledněny poznatky z průběhu prací České geologické služby na lokalitě. Nereagují ale na revizi geologických řezů geology ČGS po zprávě Mixa et al. (2019c).

4.1 CER-01A (přílohy č. 2 a 3)

Profil 1. etapy prací s následujícím rozsahem provedených měření:

Tab. 14: CER-01A - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Magnetometrie	200	1 260	1 060	
	3 500	7 250	3 750	
Gravimetrie	200	15 300	15 100	7680-7780 m - lom, 7300-7680 m přes Tis u Bl., 200-1800 a 11700-15300 m body po 50 m, 3300-11700 m body po 20 m
DOP	300	15 300	14 540	úsek 7300-7800 m vynechán - Tis u Blatna, náhradní profily
MRS	4 100	7 308	3 208	
EM sondování	400 10 000	6 200 15 000	14 500	součást VHS, sondy po cca 200 m
RXS	11 800	15 000	3 200	součást VHS vibrační seismika

Vzhledem k délce profilů jsou z technických důvodů tisku grafických příloh v měřítku 1:10 000 výsledky z profilu rozděleny do dvou částí, severozápadní až k Tisu u Blatna, úsek km 0 - 8, jihovýchodní od Tisu, úsek km 8 - 15 (s překryvem).

Geologické předpoklady

Cílem geofyzikálních měření je ověření hloubkového dosahu, kontaktů a homogenity tiského plutonu i menších granitoidních těles, ověření řady zlomů směru SZ-JV a V-Z, zjištění mocností permokarbonských sedimentů a tvaru podloží.

Profil CER-01A protíná zájmovou oblast napříč ve směru SZ-JV a zastihuje kontakty mezi hlavními jednotkami: směrem od západu to je nejprve kontakt mezi permokarbonskými sedimenty na západě a tepelským krystalinikem. Směrem na východ, při sz. okraji tiského ale morfologicky členité těleso lubeneckého plutonu, výrazně protažené ve směru SV-JZ a navíc segmentované zlomy směru SZ-JV. Západní kontakt tiského plutonu je intruzivní s několika set metrů vyvinutou kontaktní aureolou. V plutonu protíná profil několik lineamentů směru V-Z a prochází výrazným zlomem směru V-Z (u Tisu), podle kterého došlo k proniku těles neogenních vulkanitů.

Západně od Pastuchovic profil protíná východní okraj tiského plutonu, který tvoří morfologicky výrazný a geologicky dobře doložený žihelský zlom, resp. systém paralelních zlomů poklesového charakteru směru SSV-JJZ až S-J, které oddělují tiský pluton od žihelské pánve, kdy východní kra poklesla vůči kře západní o několik stovek metrů. Účelem prací bylo zjistit úhel sklonu tohoto zlomu, počet a charakter případných doprovodných struktur a upřesnit výšku skoku a tím ověřit mocnost permokarbonských sedimentů žihelské pánve i hloubku povrchu krystalinika pod těmito sedimenty.

Interpretace geofyzikálních dat

Kontakt pánevních permokarbonských sedimentů s mocností nad cca 100 m s metamorfity je interpretován až od st. cca 600 m. Na sondě TEM na staničení 400 m je interpretována mocnost sedimentů se střídáním jílovců a pískovců cca 210 m. Charakteru tíhové křivky s maximem ve st. 400 – 2200 m neodpovídá dle možných modelů vyšší mocnost sedimentů.

V úseku km 1,2 - 1,5 je interpretována lokální pánev permokarbonu s hloubkou cca 50 m. Následující úsek, až do st. cca 3400 m představuje dle sledovaných vlastností proměnlivou zónu s předpokládaným střídáním poloh fylitů a granodioritů. Přesnější litologické členění v tomto úseku je obtížné, fyzikální vlastnosti odpovídají jak změně litologie tak změně geomechanických vlastností, tedy zvětrání a rozpukání.

V úseku st 800 až 2100 m je z EM sond v detailním rozboru patrný blok vysokých odporů, v úseku st. 800 – 1300 m v mocnosti cca 100, v úseku 1300 – 2100 m v mocnosti 500 m i vyšší. Geologická interpretace této anomálie je vzhledem k tvaru nejednoznačná, podle vysokého odporu a vyšší hustoty by se mohlo jednat i o těleso granodioritů překryté permokarbonskými sedimenty malé mocnosti. V úseku st. 2100 – 2400 je interpretována poruchová kontaktní zóna s vysokou proměnlivostí měrných elektrických odporů a sníženou hustotou prostředí.

Následující úsek, až do st. cca 3400 m představuje dle sledovaných vlastností proměnlivou zónu s předpokládaným střídáním poloh fylitů a granodioritů. Přesnější litologické členění v tomto úseku je obtížné, fyzikální vlastnosti mohou odpovídat jak změně litologie, tak změně geomechanických vlastností, tedy zvětrání a rozpukání. Kontakt s homogennějším prostředím směrem k V interpretujeme na st. 3700 m, za výraznou tektonickou zónou. U st. 4400 dochází ke změně charakteru výsledků sond TEM, směrem k východu bylo zachyceno vysokoodporové prostředí (až 10000 Ω m) do hloubek více než 500 m.

V tíhových měření je kontakt těžších hmot na západě (fylity, granodiority, rohovce) s granity tiského masivu se sníženou hustotou o 0,05 g/cm³ na st. 5100 m se strmým úklonem k V. Uvedený kontakt není v odporovém řezu patrný (odporově kvazihomogenní blok je v úseku st. 4500 až 6400 m).

V granitech je u Tisu u Blatna patrné porušení s blízkými výlevy neovulkanitů, které však do profilu pravděpodobně nezasahují.

Od morfologického vrcholu profilu směrem k JV je vymezen odporově homogenní blok v úseku st. 7700 – 8400 m. V tomto bloku jsou dobře korelovatelné subhorizontální reflexy. Odporově je prostředí do hloubek více než 500 m homogenní s hodnotami nad 2000 Ω m.

Západní hranice bloku je ostře omezena složitou strukturou v úseku st. 8400 – 9300

m. V bloku jsou patrné lokální strmě upadající diskontinuity, v západní části s úklonem k V a ve východní k Z. V hloubce cca 500 m pod terénem je ve staničení 8800 – 9500 m elevace patrně litologicky odlišného materiálu, která je patrná v reflexní seismice, CSAMT i v gravimetrii. V měření TEM je nad touto polohou interpretována v úrovni 300 – 500 m n.m. subhorizontální zóna snížených odporů. Složitě struktury v hlubších částech masivu nejsou z měřících geofyzikálních měření (DOP, MRS, ERT) patrné.

Kontakt masivu se žihelskou pánví je umístěn do km 9,4. V seismickém reflexním řezu je možno interpretovat kulisovou stavbu s postupnými úskoky hlavních korelačních rozhraní i lokální deprese a elevace. Lokální deprese na st. 9600 m není jednoznačná, ale vysoce pravděpodobná dle metod RXS, CSAMT a gravimetrie. Geologická interpretace této části může být velmi rozmanitá.

Pánevní sedimenty s mocností cca 200 m interpretujeme v úseku st. 9800 až 11300 m. Nejvyšší mocnost sedimentů je v místě tektonické poruchy pod sedimenty na st. 9900 m. Zde je interpretován možný kontakt mezi granity a fylity v podloží. V pánevní struktuře je za tektonikou v 10000 m do 10500 m lokální méně porušený blok, vzhledem k doprovodnému nárůstu tíže, odpovídající pravděpodobně fylitům. V seismickém i odporovém řezu je patrná výrazná porucha u st. 10500 m. Největší hloubka pánve je podle reflexního řezu ve st. 10700 m. Od st. 11250 m mocnost pánevní výplně postupně klesá až na cca 100 m na st. 12000 m. Na tomto staničení dochází ke změně charakteru sedimentů i pánevního podloží.

Bázi sedimentární výplně interpretujeme na úrovni cca 200 m pod terénem. Na staničení 11470 m jsou patrná 2 rozhraní v hloubkách 115 a 277 m. Horní rozhraní se postupně blíží až k povrchu, resp. na mocnosti pod 50 m. To je ve shodě s odporovým řezem. Nárůst hodnot měrného el. odporu na tisíce Ωm zde nepředstavuje s vysokou pravděpodobností horniny podložního krystalinika, ale vlastnosti sedimentárního pokryvu. Velmi výrazné rozhraní v reflexním řezu přiřazujeme bázi sediment doprovázenou skokovou rychlostí z cca 2200 m/s na 5500 m/s.

V sedimentární výplni je výrazná skoková změna v el. odporu na st. 12420 na stře hodnotu zdánlivého odporu cca 500 Ωm . Podloží pánve, i když se zdá podle reflexní seismiky i odporových měření obdobné, se podle tíhové křivky ukazuje jako komplikované. Změny charakteru křivka ÚBA mohou reagovat na změny bočních útvarů výrazně hustotně odlišných. Z tíhové křivky rozhraní hustotních změn podle modelu odpovídají staničení 11900-13500-14800 m. Podložní krystalinikum se přibližuje k povrchu v samém konci profilu od st. 14800 m. Zde interpretujeme konec sedimentů pánevní výplně na tektonické poruše ID17 s vertikálním posunem podloží východního bloku o min 100 m výše.

Profil CER-01A, přehled geofyzikálních anomálií

Tab. 15: CER-01A - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
	Severozápadní část do Tisu u B.		
200 - 500	permokarbonská pánev, v podloží fylity	mocnost do 150 m, převaha jílu	Ep 300 Ωm
500 – 700	permokarbonská pánev, v podloží fylity	v sedimentech (pokryvu) vulkanický materiál, podloží sklon k SZ	Ep 70 - 150 Ωm

700 - 1500	permokarbonská pánev do 50 m, v podloží očekáváme fylity nebo granodiority		Ep 80 - 120 Ωm
1500 - 2100	granodiority		Ep 200 - 300 Ωm
2100 - 2600	kontaktní porušená zóna		Ep 100 - 200 Ωm
2600 - 3200	fylity (?)		Ep 200 - 400 Ωm
2700 - 3950	granodiority (?)		Ep 300 - 800 Ωm G -
3950 - 4900	fylity (?)		Vp 3500 m/s Ep 500 - 800 Ωm
4900 - 5100	kontaktní zóna, střídání rohovců a granitů	úklon k SZ	Vp 4500 m/s Ep 1000 - 2200 Ωm
5100 - 5500	granity porušené		Vp 4500 m/s Ep 2000 Ωm
5500 - 6400	granity - homogenní, málo porušený blok		Vp 5500 m/s Ep 2000 - 4000 Ωm
6400 - 6950	granity	nárůst mocnosti pokryvu a povrchového zvětrání	Vp 4500 m/s Ep 500 - 1100 Ωm M - změna mag. pole
6950 - 7050	granity, průnik vulkanitů		Ep 300 Ωm Vp 4500 m/s
7050 - 7800	granity		Ep 300 Ωm G -
Jihovýchodní část od Tisu u B.			
7200 - 8400	granity - homogenní, málo porušený blok		Ep 1000 - 2000 Ωm
8400 - 9000	granity, strukturně složitý úsek		Ep 500 - 1000 Ωm
9000 - 9340	granity, v podloží od cca 300 m nejasný blok		Ep 1000 - 2000 Ωm
9400 - 9520	stupňovitý kontakt do příkopu žihelské pánve		
9520 - 9900	permokarbonská pánev, podloží granit		Ep 50 - 70 Ωm
9900 - 10180	permokarbonská pánev, podloží fylit		
10180 - 10850	permokarbonská pánev	pískovce až slepence	Ep 500 Ωm
10850 - 12300	permokarbonská pánev		Ep 50 - 80 Ωm
12300 - 13600		podloží fylity	Ep 400 Ωm
13600 - 14800	v podloží granity	u kontaktu jíly	Ep 400 Ωm
14800 - 15300	fylity		Ep 150 - 300 Ωm

Tab. 16: CER-01A - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
Severozápadní část do Tisu u B.						
1300	doprovázené zvýšenou mocností sedimentů	C	-	-	C	ID 1
1480	lokální	C	-	-	-	ID 5
1800	lokální	B	-	-	-	
2120		B	-	-	-	ID 3
2300	tektonický kontakt v. okraje	B	-	-	B	ID 4
2600	z okraj granodioritů	A	-	-	-	ID 95
3200	výrazné rozhraní	A	-	-	B	ID 36
3600	lokální	B	-	0	-	ID 33
3940	v. kontakt granodioritů	B	-	C	-	ID 85
4230	lokální	C	C	0	-	
4650	lokální	C	C	0	-	
4890	zdanlivý úklon k SZ	B	A	0	-	ID 34
5100	v kontaktní zóně	B	B	0	B	ID 34
5500	lokální	B	B	0	-	ID 34
5970	lokální	C	C	0	-	

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
6500	výrazná	A	B	0	-	ID 38
6870	lokální	B	0	0	-	
7100	v blízkosti neovulkanitů	B	C	A	C+	ID 11
7780	lokální	C	-	-	B	
	Jihovýchodní část od Tisu u B.		(RXS)			
8060	lokální	C	B	-	C	
8200	lokální	C	B	-		
8550	výrazná v granitech	A	A	-		ID 70
8970	výrazná v granitech	B	B	-		ID 70
9350 - 9500	strmý v. okraj hluboké deprese	A	A	-	B	ID 2
9750	v permokrabonu	C	B	-		ID 8
10200	v permokrabonu	C	-	-		ID 71
10500	tekt. kontakt v podloží pánve		B	-	B	
10900	hranice v sedimentech, skok v podloží	A	C	-	-	ID 71
11170	v sedimentech i v podloží	B	C	-		
11400	v sedimentech i v podloží	B	C	-		ID 71
11800	tekt. kontakt v podloží pánve		B			
12300	tektonický kontakt	C	B	-		
12700	v podloží pánve		C			
13600	kontakt s úklonem k V	B	C	-		ID 20
14100	v podloží		C			
14480	změny v pánevních sedimentech		-	-	A	
14850	tektonický kontakt	A	-	-		ID 17


Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

Interpretační model profilu CER-01A je za okrajem masivu granitů zobrazen dle výsledků interpretace profilu hlubokých struktur dle samostatné zprávy (Levy et al. 2019b). V této části tak výsledný model respektuje změny ve svrchní části řezu, ale hlubší rozhraní a nehomogenity nevyplyvají z výsledků této části úkolu.

4.2 CER-01Avib, (příloha č. 4)

Profil 3. etapy prací. V sz. části profilu CER-01A nebylo technicky možné realizovat metodu vibrační seismiky. Proto byla tato část měření regionálního charakteru posunuta do náhradní trasy s odsazením až 1,2 km jižněji. Naopak měření TDEM nebylo možné v této odsunutě trase vedené podél cest a silnic realizovat pro elektromagnetické rušení. Měření vibrační seismiky tak bylo doplněno o další metody z komplexu v následujícím rozsahu:

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

Tab. 17: CER-01A vib - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Magnetometrie	-900	4 310	5 210	start profilu na st. -1200 m
Gravimetrie	-500	8 200	8 700	5400-6400m body po 20 m, -500-5400m a 6400-8200m body po 50 m
DOP	-800	6 400	7 200	
VES	-1 100	14 200	15 300	sondy cca po 200 m
RX - hluboká	-1 130	11 000	12 130	dále v trase CER-01A

Geologické předpoklady

Profil směru SZ-JV. Profil vychází z permokarbonské pánve na SZ přes metamorfovanou zónu krystalinika, tiský granitový masiv a v závěru od km 10, přechází opět do permokarbonské pánve. Cílem bylo ověření charakteru obou kontaktů tiského masivu a tektonického porušení území.

Interpretace geofyzikálních dat

Za tělesem neovulkanitů je oblast sedimentů v úseku -1100 až 100 m s maximální hloubkou výplně až 220 m. Podloží sz. pánve je tektonicky silně postižené řadou poruch vymezujících bloky zdánlivě šířky 150 až 350 m. Omezení pánve je tektonické u st. 100 m.

V úseku st. 100 – 1200 m je poměrně homogenní prostředí interpretované jako masiv metamorfovaných hornin, v úseku 800 – 1000 m je interpretován průběh méně výrazných poruchových zón porušujících korelaci subhorizontálních reflexů

U st. 1200 m je výrazná poruchová zóna doprovázená zvýšenou mocností pokryvných útvarů a zónou zvětrání.

V úseku st. 1600 – 1800 deficit tíže ukazuje na výskyt horninové polohy snížené hustoty vzhledem k prostředí západně a východně od této dle modelu o cca 0,04 g/cm³.

Na st. 3000 m interpretujeme tektonický kontakt mezi fylity na Z a granodiority na východě (podle geol. mapy). To by představovalo, přiřazení granodioritům vyšší hustotu o cca 0,05 g/cm³. Poloha granitů vystupuje jako výrazná vysokoodporová zóna. Omezení granodioritů na východě by pak odpovídalo st. 4000 m s následným přechodem do metamorfitů.

Kontakt s granity tiského masivu interpretujeme podle gravimetrie ve st. 5400 m se strmým úklonem (70°) k V. Úsek staničení 6100 až 6900 ukazuje podle snížení el. odporů ve svrchní části výrazné porušení charakteru mylonitu

Tab. 18: CER-01A vib - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
-1200 - 0	kontakt pánve, podloží fylity		Ep 30-60 Ωm
0 - 400	fylity	sklon K SZ	Ep 80-250 Ωm
400 - 1000	granodiority		Ep 300-500 Ωm

1000 - 1600	fylity		Ep 300-600 Ω m
1600 - 1840	granodiority		Ep 30-600 Ω m
1840 - 3000	fylity		Ep 300-800 Ω m
3000 - 4000	granity		Ep 800-2000 Ω m
4000 - 5200	fylity		Ep 200-600 Ω m
5200 - 6200	granity tiského masivu		Ep 800-1500 Ω m
6200 - 7200	granity, mylonity		Ep 800-1500 Ω m

Tab. 19: CER-01Avib - přehled lokálních anomálií


staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
-100	sz. okraj dílčí pánve		A			
-700	pod sedimenty		C	B		
-500	pod sedimenty		B	B		
170	tektonický kontakt, úklon strmě k SZ	B	-	-	-	ID 1
1220	výrazná porucha	A	-	C	B	ID 3
1600	tektonický kontakt	B	C	-	-	ID 95
2000	lokální	C	-	-	-	ID 84
2300	lokální	C				
3000	tektonický kontakt	B	C	C	B	ID 36
3300	lokální	C				
3600	lokální	0			B	
3900	lokální	B		-	-	
4120	kontakt, úklon k JV	B		-	-	ID 85
4700	lokální	C				
5200	kontakt, úklon k SZ	A		-	-	
5380	kontakt, úklon k JV	B		-	-	
5880	lokální	B		-	C	
6170	výrazná v podrcené zóně	A		-	C	ID 69
6870	lokální v myl. zóně	C	B		C	
7230	lokální	C	B		C	
7700	lokální	C	B	C	C	ID 52

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - **A** znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- **ID (červené)** projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.3 CER-01B (přílohy č. 5 a 6)

Profil 2. etapy prací. Profil byl určen i pro výzkum hlubokých struktur. Hlubší struktury jsou popsány v samostatné zprávě (Levý et al. 2019b). Při sestavování interpretačního geofyzikálního řezu byly výsledky hlubších metod (vibrační seismika a TEM) zohledněny.

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SURAO TZ 432/2019

Tab. 20: CER-01B - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
DOP	-200	14 000	14 050	
VES	900	13 300	12 400	sondy cca po 200 m
MRS	3 500	10 000	6 500	
RXS - hluboká	-255	14 040	14 295	
EM sondování	-100	13 860	13 960	

Vzhledem k délce profilů jsou z technických důvodů tisku grafických příloh v měřítku 1:10 000 výsledky z profilu rozděleny do dvou částí, jižní k Tisu u Blatna, úsek km 0 - 7, severní od Tisu, úsek km 7 - 145 (s překryvem).

Geologické předpoklady

Cílem prací bylo ověření hloubkového dosahu, kontaktů a homogenity tiského plutonu i menších granitoidních těles, ověření řady zlomů směru SZ-JV a V-Z, zjištění mocností permokarbonských sedimentů a tvaru podloží.

Profil CER-01B protíná tiský pluton v jeho delší ose ve směru SSV-JJZ přes celou jeho délku a zasahuje v jižní i severní části do metasedimentů neoproterozoika (tepelského krystalinika) na jihu a permokarbonu na severu. V jižní části zastihuje kontakt tepelského krystalinika tvořeného fylity a metadrobami a granitu tiského plutonu, který je zřejmě plochý upadající k SV. V šířce kolem 1 km je podle jižního okraje plutonu vyvinut kontaktní lem, kde jsou horniny přeměněné na rohovce. V jižní části profilu jsou profilem zastižena tělesa silně deformovaného granodioritu lubeneckého plutonu, které leží v předpokládané mylonitové zóně.

V celém průběhu profilu se vyskytuje systém lineamentů, předpokládaných i ověřených zlomů směru SZ-JV a lineamentů a zlomů směru V-Z. Na zlomy směru SZ-JV jsou často vázány prameny. Zlomy směru SV-JZ byly zjištěny v granitu, tepelském krystaliniku i v permokarbonu, zlomy a lineamenty směru V-Z převážně pouze v plutonu. V jižní části (u Tisu) profil protíná strukturu (zlom) směru V-Z, podle které došlo k proniku neogenních vulkanitů. V severní části profil zasahuje do permokarbonu žatecké části kladensko-rakovnické pánve a předpokládá se pokračování zakryté části plutonu (zjištění reliéfu podložního krystalinika a mocnosti permokarbonských sedimentů).

Interpretace geofyzikálních dat

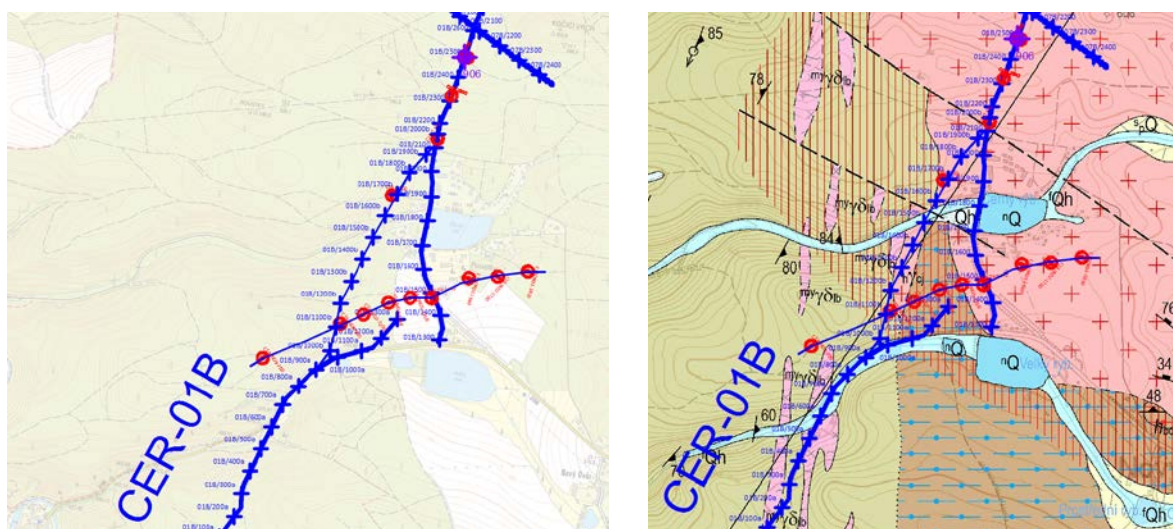
Do interpretace jsou zahrnuty i výsledky ze samostatného úkolu „Výzkum hlubokých struktur“ s použitím vibrační seismiky a elektromagnetického sondování TDEM (Levý et al. 2019b).

Profil začíná v prostředí krystalinika - fylitů, které blíže ke kontaktu mají charakter rohovců. Ve fylitech jsou úzké polohy lubeneckého granitu. Granity tiského masivu představují hlavní úsek profilu, od km cca 1,6 do km 9,6. Severní část pak představuje u povrchu permokarbonské sedimenty.

Na profilu CER-01B byly zaznamenány následující hlavní indikace:

Úvodní úsek profilu vede jižně od silnice Žihle - Rabštejn nad Střelou. V úseku staničení -400 až 1000 m charakterizuje prostředí celkově vyšších el. odporů s nevýraznými korelačními reflexními subhorizontálními rozhraními a lokálními subvertikálními diskontinuitami. V poloze metamorfovaných hornin rel. vysokého el. odporu (vyššího než v jiných úsecích lokality odpovídajícím fylitům) je od st. 400 m interpretována poloha s výskytem granodioritů s úklonem jižní hranice k J a severní k S. V úseku 300 – 600 m je patrná v obou metodách v hloubkách 300 až 500 m od povrchu poloha s mírným úklonem cca 30° k J. U st. 900 m je patrná subvertikální poloha vysokých odporů a strmých reflexů. Na S je úsek vysokých odporů ukončen podle TEM mezi st. 1100 a 1500 m, podle DOP je rozhraní u povrchu na st. 1230 m se zdánlivým úklonem cca 50° k S.

Druhý charakteristický úsek je vymezen st. 1800 m v reflexním řezu do st. cca 5500 m. Vlastní kontakt mezi krystalinikem (fylity) a granity je v nepříznivé poloze u komunikací, a probíhá velmi kose ke směru profilu. Profil reflexní seismiky musel být v této části odsazen a vede téměř rovnoběžně s tímto kontaktem. Pro objasnění interpretace byly v tomto úseku prověřeny profilem VES kolmo k rozhraní. Úsek ukazuje velkou proměnlivost interpretovaných el. odporů jak v horizontálním tak i ve vertikálním směru až do hloubek přes 500 m od povrchu. Rovněž v seismickém reflexním řezu je četnost subhorizontálních korelačních rozhraní i jejich porušení vysoká. Úklon hlubších rozhraní je dle obou metod do st. 3000 m k J cca 30°. V úseku 3000 až 4400 m je hlubší rozhraní v cca 500 m pod povrchem k S, vyšší rozhraní zachovávají generelní korelační směr sklonu k J pod cca 20°. V úseku st. 4500 – 5600 m je ve výsledcích obou metod strukturně složitá zóna s kombinací strměji ukloněných diskontinuit k J a plošších (30°) k S.




Obr. 13 Situace profilu CER-01B v metráži 1100 – 2000 m (jižní část profilu)

- modře linie měřených profilů , červeně pozice VES

Úsek končí na v.-z. poruše ID 11. To podtrhuje význam této zlomové linie s výlevy vulkanitů, která území masivu Čertovky rozděluje na severní a jižní oblast.

Na st. 4680 m prochází nejvýraznější vodivá zóna v granitech. Podle refrakční i reflexní seismiky je pravděpodobný úklon k jihu. Tato zóna ukončuje část granitového masivu s velmi proměnlivými vlastnostmi.

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SURAO TZ 432/2019

Od staničení 5500 m je z pohledu vlastností hlubších struktur masivu do staničení 9400 m prostředí granitů tiského masivu málo porušené, s lokálními výraznějšími a hlubšími poruchami u st. 6600 a 7600 m (bez ID). úseku staničení 6400 až 7100 m je tektonicky omezená široká poruchová zóna v odporových i seismických refrakčních měřeních.

K severu ukloněný svah Čertovky je jen nevýrazně porušený až do st. 9500 m. kde interpretujeme severní omezení tiského masivu. Pravděpodobné omezení na S je subvertikální. V reflexní seismice i v odporovém řezu interpretováno k J ukloněné rozhraní pod úhlem cca 45° s nízkoodporovým prostředím směrem k subvertikálnímu kontaktu na st. 9800 m.

Od místa kontaktu vstupujeme do strukturně složité oblasti mezi hlavním tělesem granitů Čertovky a severním omezením granitů v podloží permokarbonských sedimentů u st. 11600 m s morfologicky výrazným výchozem vrchu Kapucín severně od Ležek. V reflexním řezu je velmi výrazná dílčí pánev od st. 9700 m se zahlobením v úseku 10000 m – 10400 m až na 200 m hloubky. V odporovém řezu TEM i VES se hloubka této pánve jeví mělčí. (Levý et al. 2019b). Rozdíl přisuzujeme změně charakteru sedimentární výplně, kde svrchní část tvoří převážně jílovité horniny v mocnosti max. 100 m a v jejich podložích jsou horniny charakteru pískovců až slepenců s odpory blízkými podloží. Nelze vyloučit, že reálná báze sedimentů je až v centru deprese v hloubkách až kolem 300 m od povrchu. V podloží pánve je přiřazení litologického typu nejasné, spíše odpovídá dle el. odporů fylitům.

Výchozy granitů vrchu Kapucína interpretujeme s pravděpodobným vertikálním omezením z J na 10560 m a s šikmým severním omezením s úklonem cca 60° k S od st. 11000 m. Za hranici s mocnějšími sedimenty permokarbonu považujeme st. 11400 m. Spojitost granitů Kapucína a Čertovky není z provedených měření zřejmá.

Následná permokarbonská pánev je nejprve mělčí, s maximální mocností s převahou jílovců do st. 12500 m cca 250 m od povrchu. V následujícím úseku báze sedimentární výplně klesá k S až na – 600 m u st. 13300 m. Od tohoto staničení je báze interpretována ještě hlouběji, přes 700 m na konci profilu. V úseku st 11800 m až 12600 m je lokální elevace podloží, zaznamenaná velmi dobře v odporovém řezu VES i EM sondování. V reflexním řezu došlo k výraznému útlumu signálu a reflexní rozhraní se od st. 12600 m do 13000 m ztrácí.

Lokální zvýšení měrného el. odporu v křivkách DOP od st. 13080 m představuje změnu charakteru sedimentů, kdy v hloubkovém intervalu 0 - 70 m zde převažují hrubozrnné písky nebo pískovce.

Omezení granitů v podloží bylo interpretováno podél tektonické poruchy s úklonem k S u st. 1200 m na povrchu, v hloubce cca 500 m na st. 12250 m. Zde se také mění celkový charakter sedimentární výplně pánve s výraznou převahou jílu a jílovců s nízkým elektrickým odporem.

Tab. 21: CER-01-B - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
	Jižní část		
0 - 420	fylity		Ep 500-800 Ωm
420 - 680	fylity - kontaktní zóna (rohovce)	úklon k J	Ep 400-600 Ωm
680 - 1000	granit (lubenecký)		Ep 1000-1500 Ωm
1000 -2000	fylity - kontaktní zóna (rohovce)	úklon k S	Ep 500-800 Ωm

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
1250 - 2100	fylity ?, kontaktní zóna		Ep 400-800 Ω m
2100 - 5500	granity – kontaktní zóna	od h cca 300 m pokles el. odporu	Ep 200-2000 Ω m
5500 - 6400	granity		Ep 800 Ω m
6400 - 7150	granity		Ep 400 Ω m Vp 4000 m/s
Severní část			
7150 - 8500	granity - kompaktní blok		Ep 600-1500 Ω m Vp 4500 m/s
8500 - 9700	granity		Ep 500-1000 Ω m Vp 4500 m/s
9700 - 9900	přechod do permokarbonské pánve		Ep 300-40 Ω m Vp 5000 m/s
9900 - 10480	permokarbonská pánev, podloží nejasné	hloubka výplně až 2500 m	Ep 35 Ω m Vp 2500 m/s
10520 - 11000	granit		Ep 500-1000 Ω m
11000 - 11400	permokarbonská pánev	hloubka výplně až 300 m	Ep 35 Ω m
11400 - 12300	permokarbonská pánev	hloubka výplně až 400 m	Ep 50 Ω m
12300 - 13100	permokarbonská pánev	hloubka výplně až 500 m	Ep 15 Ω m
13100 - 14000	permokarbonská pánev	hloubka výplně nad 700 m	Ep 50-100 Ω m

Tab. 22: CER-01B - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
Jižní část						
0	lokální	B	C	-	-	ID 76
350	tektonický kontakt	B	C	-	-	ID 77
700	tektonický kontakt	C	B	-	-	
1240	v kontaktní zóně j. okraje granitů	A	B	-	-	ID 62
1500	lokální	C	B	-	-	ID 37
2000	lokální	B	B			
2130	lokální	A	C	-	-	ID 9
2840	lokální	C	B	-	-	
3000	výrazný	B	C	-	-	ID 29
3100	lokální	C	C	-	-	
3230	lokální	C	B	-	B	
3650	lokální	C	C	-	-	ID 16
4190	lokální	B	C	-	-	ID 68
4680	výrazná zóna, mylonity	A	B	-	-	ID 69
5100	patrná v met. VHS					
5350	výrazná zóna, mylonity	A	B	-	-	ID 11
5600	hlubší kontakt VHS	C				
6000	u kontaktu	B	B	-	-	ID 38
6400	výrazná	A	B	-	B	ID 34
6800 - 7150	lokální	C	B	-	-	ID 4
Severní část						
6800 - 7150	poruchová zóna mělčí	C				
7800	tektonický kontakt ukloněný	C	0	-	-	ID 75
8030	lokální	C	0	-	-	ID 55
8250	lokální	C	C	-	-	ID 96
8560	lokální	C	C	-	-	
8830	lokální	B	0	-	-	
9070	lokální	C	C	-	-	ID 56
9430	okrajový zlom v	B	C	-	-	ID 91, ID 72

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
	granitech					
9700	okrajový zlom v granitech	B	A	-	-	ID 46, ID 73
9850	strmý j. okraj hluboké deprese	A	A	-	-	ID 46
10400, 10500	s. okraj pánve	A	B	-	-	ID 21
11050	s. okraj granitů	C	C	-	-	ID 48
11200	pod sedimenty	B	B	-	-	ID 26
11470, 11600	v podloží pánve					
12400	šikmý úklon k S	B	B	-	-	ID 49
12600	v pánevní výplni	B	B	-	-	ID 83
12800, 12900	v podloží pánve	C	B			
13050	v pánevní výplni	B	B	-	-	ID 1
13750	v pánevní výplni	B	C	-	-	ID 13, ID 90

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

Interpretační model profilu CER-01B je v severní části za okrajem masivu granitů zobrazen dle výsledků interpretace profilu hlubokých struktur dle samostatné zprávy (Levý et al. 2019b). V této části tak výsledný model respektuje změny ve svrchní části řezu, ale hlubší rozhraní a nehomogenity nevyplývají z výsledků této části úkolu, ale jsou ve shodě s interpretací hlubokých struktur (Levý et al., 2019b).

4.4 CER-02 (příloha č. 7)

Profil 1. etapy prací. Vzhledem k souběžné poloze profilu CER-02 k SV s posunem o 200 – 500 m s profilem CER-01A, je u tohoto profilu použito ekvivalentní staničení profilu na CER-01A. Počátek profilu je tedy na staničení 4400 m.

Tab. 23: CER-02 - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Magnetometrie	4 500	7 700	3 200	start profilu na st. 4500 m
Gravimetrie	4 500	7 960	3 460	body po 20 m
DOP	4 500	8 090	3 590	konec v obci Tis u Blatna
MRS	4 500	7 952	3 452	

Geologické předpoklady

Paralelní profil k CER-01A směru SZ-JV, které umožní provázání komplexu metod užitých elektrických, seismických, magnetometrických a gravimetrických do identifikace směrů a sklonů geologických hranic.

Cílem bylo ověření úklonu sz. okraje plutonu, ověření homogenity plutonu, ověření průběhu a sklonu několika zlomů v jv. části profilu, zjistit přítomnost skrytých vulkanických těles.

Profily zastihují na sz. intruzivní kontakt tiského plutonu s fylitem, metadrobami až rohovci tepelského krystalinika (zjištění zapadání a geometrie kontaktu). Dále na JV jsou profily vedeny v granitu, při svém jv. okraji přetínají zlom směru V-Z, podle kterého došlo k proniku neogenních vulkanitů.

Interpretace geofyzikálních dat

Trend tíhového pole je velmi obdobný sousednímu profilu CER-01A. Z lokálních anomálií je patrný korelační směr blízký ZJZ-VSV, tedy s mírným posunem anomálií na profilu CER-02 ve směru staničení. Monotónní záporný gradient tíhového pole je ukončen velmi proměnlivou zónou od st. 6900 m.

Tiský granitový masiv je charakteristický vysokými hodnotami zdánlivého měrného elektrického odporu i vysokými hodnotami rychlostí šíření seismických podélných vln, s obdobným průběhem jako na CER-01A. V obou těchto metodách je velmi dobře ohraničena kvazihomogenní poloha granitů v úseku st. 5700 – 6900 m.

V úseku km 6,9 - 7,3 u Tisu u Blatna je interpretována zvětralá hluboko porušené zóna s dosahem povrchového zvětrání i přes 50 m. V interpretaci je tato zóna vyznačena jako silně rozpukaná charakteru mylonitu.

Od st. 7.1 km dochází k výraznému poklesu intenzity magnetického pole v oblasti severního záporného lemu výskytu nefelinitů s lokálními zápornými anomáliemi ukazující na změnu litologickou, případně i tektoniku.

Tab. 24: CER-02 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
4500 - 4920	fylity	úklon k V	Vp 4500 m/s Ep 800 Ωm
4920 - 5200	kontaktní zóna (rohovce)		Vp 4500 m/s Ep 800 - 1100 Ωm
5200 - 5500	granity		Vp 5000 m/s Ep 1000 - 2000 Ωm
5500 - 5700	fylity - kontaktní zóna (rohovce)		Vp 4500 m/s Ep 800 - 1100 Ωm
5700 - 6000	granity	úklon rozhraní k Z	Vp 5000 m/s Ep 800 - 1100 Ωm
6000 - 6500	granity - homogenní, málo porušený blok		Vp 5500 m/s Ep 1500 - 3000 Ωm
6500 - 6900	granity		Vp 4500 m/s Ep 800 - 1100 Ωm
6900 - 7300	granity silně porušené - mylonity	nárůst mocnosti pokryvu a povrchového zvětrání	Vp 4000 m/s Ep 200 - 300 Ωm
7300 - 7600	granity porušené		Vp 4500 m/s Ep 300 - 400 Ωm
7600, 7820	okraje ultrabazik	mocnost do 100 m	M - záporná mag. an. G - střídání + a -
7820 - 8000	granity silně porušené - mylonity		Vp 4000 m/s Ep 50 - 100 Ωm

Tab. 25: CER-02 - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
4650	velní kosý průběh			0	B	ID 33
4950	tektonický kontakt, fylity - rohovce	B	B	0	C	
5580	výrazné poruchy, mylonity	B	B	0	C	ID 33
6500	kontakt		-	0	-	
6900	tektonický kontakt v. okraje	A	B	0	-B	ID 34
7270	blízké magnetické těleso - ultrabazika	A	A	0	-B	ID 74
7560	lokální	C	0	0	-	
7600	blízké magnetické těleso - ultrabazika		0	0	-	
7700	lokální prokřemenění		0	-	-	
7800	blízké magnetické těleso - ultrabazika		B	-	±B	
7870	výrazné poruchy, mylonity	A	A	-	+B	ID 11

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.5 CER-03 (příloha č. 8)

Profil směru JZ-SV v granitech tiského masivu. Profil 1. etapy prací.

Tab. 26: CER-03 - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Mag	1 200	1 770	570	
DOP	0	6 040	6 040	

Geologické předpoklady

Cílem geofyzikálních měření je ověření homogenity prostředí, zjištění významu a úklonu zlomů a puklinových pásem (hlavně směru SZ-JV a V-Z), ověření mocnosti permokarbonských sedimentů při severním okraji plutonu, ověření přítomnosti skrytých neogenních vulkanitů v jižní části. Profil v severní části zasahuje do permokarbonských sedimentů, ze kterých vystupují tělesa granitu tiského plutonu. Geometrie granitových těles je zde ovlivněna tektonicky, hlavně zlomy směru SZ-JV až ZSZ-VJZ, na které jsou místy vázány poměrně vydatné prameny. Ve střední části procházejí profily tiským granitem a přetínají několik doložených či předpokládaných zlomů směru SZ-JV, ojediněle lineace směru V-Z. V jižní části protínají profily V-Z strukturu (zlom), podle které došlo patrně k proniku neogenních vulkanitů.

Interpretace geofyzikálních dat

Od počátku profilu, resp. km 0,1, prochází profil CER-03 granitovým tiským masivem. Dle odporových měření je masiv rozdělen na kvazihomogenní bloky charakterizovanými vysokým zdánlivým měrným odporem nad 1000 $\Omega\cdot\text{m}$, a lokálními výraznými tektonickými poruchami, případně tektonickými zónami. Nejvýraznější vodivá zóna je v km. 3,52 v místě lokální terénní deprese, a odpovídá očekávanému průběhu významné poruchy směru Z-V. Vzhledem k indikacím u křížení s místními silnicemi nelze vyloučit příčinu v umělých vodičích. Severní omezení granitového masivu interpretujeme v km 5,6 jako stupňovitý kontakt s permokarbonskou pánví.

Tab. 27: CER-03 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 480	granity porušené - kontakt	úklon k J	Ep 200-1000 Ωm
480 - 1260	granity - homogenní, málo porušený blok	úklon k V	Ep 2000 -3000 Ωm
1260 - 2420	granity porušené		Ep 400-800 Ωm
1680 - 1780	magneticky odlišné prostředí		M záporná
2420 - 4220	granity - homogenní, málo porušený blok		Ep 1000-3000 Ωm
4220 - 4400	granity porušené		Ep 600-8000 Ωm
4400 - 5580	granity - homogenní, málo porušený blok, tektonický kontakt	úklon k S	Ep 1000-3000 Ωm
5580 - 6000	permokarbonská pánev		Ep 60 Ωm

Tab. 28: CER-03 - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
50	tektonický kontakt, úklon k J pozvolný	B	-	-	-	ID 16
450	lokální					ID 68 v ukloněném kontaktu
1330	tektonický kontakt - mylonitizovaná zóna	A	-	0	-	ID 69
1580	lokální výrazná tektonika	B	-	0	-	ID 11
1750	lokální tektonika, M anomálie -	C	-	-B	-	
2340	lokální výrazná tektonika	A	-	-	-	pokračování ID 36 k V
2700	lokální výrazná tektonika	B	-	-	-	ID 34
3100	lokální	C	-	-	-	ID 33
3500	lokální výrazná tektonika	A	-	-	-	ID 4
3900	lokální výrazná tektonika	B	-	-	-	
4370	lokální výrazná tektonika	A	-	-	-	ID 55
4900	lokální	C	-	-	-	ID 27
5400	lokální	B	-	-	-	ID 59
5680	tektonický kontakt. úklon k S	A	-	-	-	ID 72
5920	lokální	C	-	-	-	ID 46

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.

- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- **ID (červené)** projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.6 CER-04A (příloha č. 9)

Profil 2. etapy prací. Dvojice profilů směru SZ-JV v centru severní části tiského masivu s přechodem do Žihelské pánve na východě.

Tab. 29: CER-04A - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
DOP	0	5 690	5 690	
MRS	0	5 280	5 280	

Geologické předpoklady

Cílem prací bylo ověření charakteru okrajů plutonu, homogenity prostředí a několika zlomů směru V-Z a SV-JZ.

Profily procházejí granitem v sv. části tiského plutonu a na jv. okraji zasahují do permokarbonu žihelské pánve, který je od plutonu oddělen tzv. žihelským zlomem (případně skupinou paralelních zlomů) směru SSV-JJZ. V granitu tiského plutonu, směrem od jeho jv. okraje na SZ, profil protíná několik lineamentů směru V-Z a SV-JZ. Na systém SV-JZ jsou vázány i křemenné žíly.


Interpretace geofyzikálních dat

Profil CER-04A je umístěn ve východní části tiského masivu, a dokumentují jeho porušení a kontakt - přechod do permokarbonové žihelské pánve. Tíhové pole až ke kontaktu se žihelskou pánví má mírnější záporný gradient.

Granitový masiv v celém úseku je charakteristický relativně vysokými hodnotami měrného el. odporu z DOP až k terénní hraně u km 4.

Od kontaktu s fylity, interpretovaném na st. 300 m st. 1400 m je prostředí výrazně vysokoodporové (střední hodnota měrného odporu je 2000 Ω m). V tomto úseku je indikace lokální úzké vodivé zóny ve st. 350 m v odporových grafech i v seismických rychlostech. Toto místo by mohlo indikovat polohu rohovců, za kterou je kompaktní vysokoodporová úzká zóna zvýšených rychlostí (st. 400 - 600 m), která může představovat i litologicky odlišné prostředí.

V úseku st. 2600 až 2900 m je dle refrakční seismiky široká porušenější zóna na křížení tektonických poruch několika směrů.

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

Omezení bloku tiského masivu je velmi výrazné, tektonické. Z odporových grafů je kontakt interpretován s úklonem k JV na st. 4100 až 4200 m. Ze seismických měření je vlastní omezení granitů interpretováno až na st. 4300 m

Pánevní permokarbonské sedimenty v mocnosti nad 100 m jsou charakterizovány rel. stabilními hodnotami měrného odporu 40 - 50 Ω m a rychlostmi seismických podélných vln v intervalu 2000-3000 m/s. Mocnost kvartérního pokryvu dle seismických měření je nejvyšší u paty svahu, až 30 m.

Hloubku a charakter podloží pánve nelze na tomto profilu z provedených metod interpretovat. Dle profilu CER-04B je očekáváno v hloubce cca 200 m pod povrchem.

Tab. 30: CER-04A - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky


staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 350	granodiority, fylity, kontaktní zóna	kontakt	Vp 4500 m/s Ep 1300 Ω m
350 - 2400	granity - homogenní, málo porušený blok		Vp 5500 m/s Ep 2000-4000 Ω m
2400 - 3000	granity - porušený úsek		Vp 4500 m/s Ep 600 - 1000 Ω m
3000 - 3800	granity - homogenní, málo porušený blok		Vp 5000 m/s Ep 500 - 1100 Ω m
3800 - 4300	granity - okrajová výrazně porušená oblast	nárůst mocnosti pokryvu a povrchového zvětrání	Vp 4500 m/s Ep 400 - 800 Ω m
4300 - 5700	permokarbonská pánev		Vp 2500 m/s Ep 60 Ω m

Tab. 31: CER-04A - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
350	tektonický kontakt, strmý úklon	A	C	-	-	ID 51
700	lokální	C	C	-	-	
1440	tektonická zóna - 60 m	A	B	-	-	
2380	lokální	B	0	-	-	
2700 - 2900	širší oslabená zóna	A	A	-	-	ID 55
3700	lokální	C	0	-	-	
3970	lokální	C	C	-	-	
4200	výrazný stupňovitý okrajový zlom	A	B	-	-	ID 2
4320	výrazný stupňovitý okrajový zlom	A	A	-	-	ID 2
4930	pod pánevní výplní	C	C	-	-	
5020	pod pánevní výplní	C	0	-	-	
5170	pod pánevní výplní	C	0	-	-	

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejméně výraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

4.7 CER-04B (příloha č. 10)

Profil 2. etapy prací. Profil CER-04B má svůj počátek - staničení 0 v kolmé vzdálenosti 76 m k jihu od staničení 3238 m profilu CER-04A. Měření na profilu bylo ve 3. etapě rozšířeno do výsledného rozsahu:

Tab. 32: CER-04B - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Mag	0	1 000	1 000	
Gravi	0	2 220	2 220	body po 20 m
DOP	0	2 300	2 300	
ERT	100	895	795	3. etapa
MRS	0	2 396	2 396	3. etapa
RXS	0	5 280	5 280	3. etapa

Interpretace geofyzikálních dat

Profily CER-04A a CER-04B jsou umístěny ve východní části tiského masivu, a dokumentují jeho porušení a kontakt - přechod do permokarbonské žihelské pánve. Tíhové pole až ke kontaktu se žihelskou pánví má mírnější záporný gradient. Kontakt je strukturně zobrazen v seismickém reflexním řezu profilu CER-04B s generelním úklonem k západu.

Na profilu byla zachycena velmi zajímavá anomální struktura v rozmezí st. 400 - 600 m tohoto profilu. Indikace je velmi výrazná v seismických a odporových metodách, ale v tíhové křivce ÚBA i v magnetometrii zůstává nevýrazná. Směrová korelace i přes malou vzdálenost sousedních profilů CER-04A a CER-12 není jednoznačná, přikláníme se ke směru ZJZ-VSV.

Okrajový zlom tiského masivu je na tomto profilu interpretován na st. cca 1200 m s úklonem k V. Před okrajem masivu je v seismickém rychlostním řezu interpretována porucha na st. 1100 ve svahu. Protisklon k Z nemusí být reálný, ale způsobený výpočtem ve strmém svahu. Možnou interpretací je i bloková deformace okraje masivu při tektonických pohybech spojených se vznikem žihelské pánve.

Struktura pánve a její výplně je nejlépe patrná ze seismického reflexního řezu. Zde jsou patrné v úvodní části, ve staničení 1200 - 1400 m rozdílné sklony korelačních rozhraní. Ve st. 1400-1460 m je patrné porušení vrstevního sledu pánve i jejího podloží a je zde interpretována osa deprese.

Podloží permokarbonské pánve je v tomto úseku interpretováno jako granitové ve střední hloubce cca 200 m. Od staničení 1740 m dochází ke změně v tíhové křivce na kladný gradient cca 0,2 mGal/100 m. Zároveň od tohoto staničení mizí reflexy v sedimentární výplni. Od st. 1840 m se v reflexním řezu pod sedimentární výplní objevují subhorizontální, resp. zvlňené reflexy. Může se jednat o násobné reflexy od podloží pánve v důsledku nižšího útlumu v homogenní pánevní výplni.

Tab. 33: CER-04B - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky


staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 180	granity porušené		Vp 4500 m/s Ep 600-800 Ωm
180 - 400	granity, málo porušený blok		Vp 5500 m/s Ep 1000-2000 Ωm
400 - 600	výrazná poruchová zóna		Vp 3000 m/s Ep 300 Ωm
600 - 1150	granity, málo porušený blok		Vp 4500 m/s Ep 1000-2000 Ωm
1150 - 1250	granity - okrajová výrazně porušená oblast	úklon k V	Vp 4500 m/s Ep z 800 do 80 Ωm
1250 - 2400	permokarbonská pánev		Vp 2500 m/s Ep 40-60 Ωm G - lokální minimum na 1480 a 1720 m

Tab. 34: CER-04B - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
180	tektonický kontakt	B	B	0	0	
400-580	široká tektonická zóna - 200 m	A	A	C	±C	ID 74
700		C	C	B	-B	
800	lokální	B	C	0	0	
900			C	C	-B	
1080	lokální	C	0	0	+B	ID 42
1140	stupňovitý okrajový zlom					
1220	výrazný stupňovitý okrajový zlom	A	A	-	-A	
1320	výrazný stupňovitý okrajový zlom	B	A	-	0	ID 2
1400	pod pánevní výplní		RXS	-	-B	ID 2
1730	pod pánevní výplní		RXS	-	-B	
1800	pod pánevní výplní	B	RXS	-	-	ID 78

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

 SÚRAO	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

4.8 CER-05 (příloha č. 11)

Profil směru SZ-JV za severním okrajem granitového masivu Čertovky. Profil 2. etapy prací, celý v permokarbonské pánvi bez výchozů podloží.

Tab. 35: CER-05 - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Gravimetrie	0	6 500	6 500	body po 50 m
DOP	0	6 500	6 500	
MRS	0	6 340	6 340	
RXS	0	6 340	6 340	

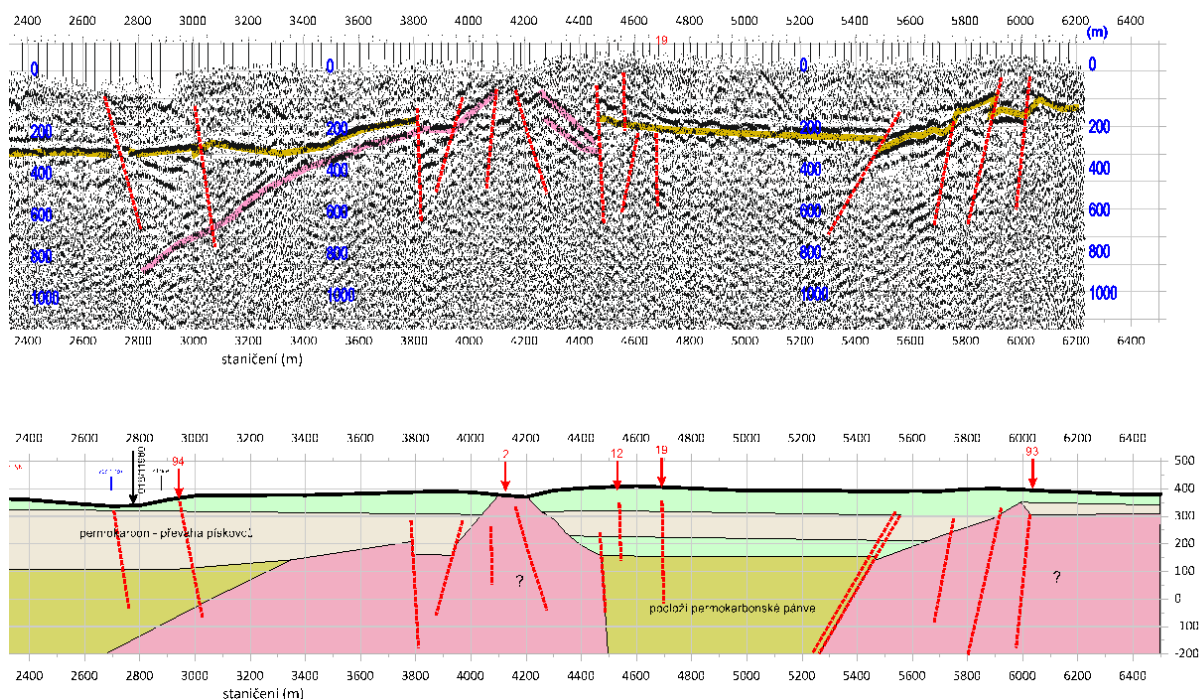
Geologické předpoklady

Profil je veden ve směru SZ-JV celý v permokarbonské pánvi. Cílem prací bylo ověření geometrie a hloubky podložních hornin krystalinika pod permokarbonskými sedimenty, ověření průběhu a sklonu směrů SV-JZ až S-J a tím pokračování tektonického hrást'ovitého tvaru krystalinika pod permokarbonem.

Profil směru ZSZ-VJV probíhá převážně v horninách žatecké části kladensko-rakovnické pánve a přibližně ve východní třetině prochází oblastí, která se považuje za hranici mezi kladensko-rakovnickou pánví na severu a žihelskou pánví na jihu; na východě zasahuje až do granitu blatenského typu. V podloží permokarbonu se předpokládá nerovný povrch krystalinického podloží, tvořeného v západní části profilu fylitem a rohovcem tepelského krystalinika a přibližně od úrovně Řepan směrem na východ tiským granitem. Profil protíná významné zlomy směru VSV-ZJZ (západně od úrovně Řepan) a SSV-JJZ (žihelský zlom).

Interpretace geofyzikálních dat

Podloží pánve, na které bylo měření zaměřeno, je dle výsledků geofyzikálních měření rozdělen v modelu do 4 částí. Toto rozdělení vyplývá z výsledků seismické reflexe a gravimetrie. Západní část je od počátku profilu do st. 3400 m, kde se ukazuje elevace pravděpodobně granitového tělesa. Západní sklon tělesa je kolem 40°. Vrchol elevace dosahuje u st. 4200 m až těsně pod povrch. Tato elevace má projevy jak v odporových měřeních, tak i v mapování gamaspektrometrií (Mixa et al. 2019c). Kontakt mezi fylity a granity v podloží, v hloubkách cca 500 m od povrchu je u st. 3000 m. Východní sklon elevace je strmější (kolem 50°) až ke staničení 4480 m. kde interpretujeme ukončení po vertikální tektonické linii (ID12). V úseku 4480 až 5400 m je podloží pánve v hloubce kolem 200 m přiřazeno fylitům, resp. metamorfitům vyšší hustoty oproti granitům na východě. Západní kontakt metamorfitů s litologicky odlišným tělesem východně je výrazně tektonický podél linie s úklonem cca 70° k Z. Následná elevace podloží je interpretována jako pravděpodobné těleso granitoidních hornin, ale odlišného typu s vyšší hustotou (jesenická žula?). Vrchol této elevace je u staničení 6000 m v hloubce do 100 metrů pod povrchem. Obě elevace přiřazené granitoidním horninám se projevují i v rychlostním poli MRS.



Obr. 14 Seismický reflexní a modelový interpretační řez východní části profilu CER-05

Tab. 36: CER-05 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
	permokarbon		
0 - 1550	převaha jílu	mocnost 400 - 250 m	E_p 16 Ω m
1550 - 4000	střídání písků a jílu	mocnost 250 - 150 m	E_p 60 Ω m
4150 - 4400	proměnlivá zóna		V_p 3500 m/s E_p 40 - 100 Ω m
4400 - 6000	střídání písků a jílu	mocnost 200 - 400 m	E_p 50 - 40 Ω m
6000 - 6500	střídání písků a jílu		E_p 60 Ω m
	podloží		
0 - 620	?		G -
620 - 3400	fylity		G +
3400 - 4480	granity		G -
4480 - 5400	fylity		G +
5400 - 6500	granity		G +

Tab. 37: CER-05 - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
670	pokles podloží na Z	C	B		B	
800	úklon k V	0	C		0	
1470	úklon k Z	B	B	-	C	ID 1
1550		B	B	-	0	
1900		C	B	-	0	ID 49
2700		C	B	-	B	
2940		B	B	-	A	ID 94
3780		C	B	-	B	

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
4000		C	A			
4150		A	B	-	A	ID 2
4480	vertikální skok	A	A	-	B	ID 12
4700		B	B	-	B	ID 19
5600	vertikální posun	0	A	-	B	
5750	vertikální posun	0	B			
5920	vertikální posun	C	B		B	
6030		B	A	-	C	ID 93
6300		B	-	-		

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.9 CER-06A (příloha č. 12)

Profil směru JZ-SV při jižním okraji tiského masivu. Profil 2. etapy prací s metodickým doplněním ve 3. etapě.

Tab. 38: CER-06A - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Mag	5 400	6 430	1 030	
DOP	0	6 440	6 440	
ERT	700	2 535	1 835	
MRS	0	6 448	6 448	
RXS	768	3 076	2 308	

Geologické předpoklady

Cílem prací bylo ověření geometrie jižního kontaktu granitového plutonu, homogenity prostředí, několika zlomů směru V-Z a SV-JZ a tvaru přírodní dráhy tělesa neovulkanitu na severu.

Profil prochází jižním laločnatým, zřejmě plochým a k severu zapadajícím kontaktem mezi fylity, drobnými až rohovci neoproterozoika na jihu a tiským granitem. Ve střední části prochází výhradně tiským granitem a kříží několik lineamentů směru V-Z až ZSZ-VJV, ojediněle i SV-JZ. V nejsevernější části, kříží 3 výrazné zlomy směru SZ-JV a V-Z, na posledním zlomu pak lávový příkrov neogenních vulkanitů v předpokládanou dráhou proniku podle zlomu směru V-Z.

Interpretace geofyzikálních dat

Přechod z fylitů do kontaktního pásma rohovců je interpretován u povrchu na staničení cca 1100 m s úklonem cca 60° k J. Kontaktní zóna je charakteristická velkou proměnlivostí v rychlostech šíření seismických vln i el. odporech. Kontakt je doprovázen výraznou vodivou zónou v el. odporech (indikace v tabulce označena písmenem A) i relativně výrazným pásmem snížené tíže v křivce ÚBA o cca 200 mGal. Rozhraní vede prakticky kolmo k oběma profilům.

Na profilu byla zachycena výrazná širší poruchová zóna ukazující na charakter mylonitů v úseku st. 3400 - 3800 m při povrchu. Západní okraj této zóny je interpretován s úklonem k J.

U st. 6000 prochází profil přes těleso neovulkanitů, které vychází k povrchu. Z magnetometrie je šířka tohoto tělesa interpretována v rozsahu 5900 - 6150 m.

Tab. 39: CER-06A - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 1000	fylity	úklon kontaktu k J	Vp 4500 m/s Ep 700 - 1200 Ωm
1000 - 1100	tektonická kontaktní zóna		Vp 3500 m/s Ep 300 Ωm G -
1100 - 1500	kontaktní zóna - rohovec, možná granity	směrem do hloubky protisklonné okraje	Vp 4000 m/s Ep 400 - 800 Ωm
1500 - 2000	granity silně porušené, mylonitizovaná zóna		Vp 3500 m/s Ep 1000 Ωm
2000 - 2500	granity - homogenní, málo porušený blok		Vp 5000 m/s Ep 1000 - 2000 Ωm
2500 - 2800	granity		Vp 4500 m/s Ep 1000 Ωm
2800 - 3300	granity - homogenní, málo porušený blok		Vp 5500 m/s Ep 1800 Ωm
3300 - 3800	granity silně porušené, mylonitizovaná zóna		Vp 3000-4500 m/s Ep 800 - 1100 Ωm
3800 - 5500	granity - homogenní, málo porušený blok		Vp 5000 m/s Ep 800 - 1000 Ωm
5500 - 5970	granity		Vp 4500 m/s Ep 2000 Ωm
5970 - 6100	neovulkanit - přírodní kanál		Vp 4500 m/s Ep 500 Ωm M +5000 nT
6100 - 6300	granity		Vp 4500 m/s Ep 700 Ωm

Tab. 40: CER-06A - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
-20	lokální ve fylitech	B	-	-	0	
350	lokální ve fylitech	B	C	-	C	ID 22
1000	tektonický kontakt, úklon strmě k J	A	A	-	B	ID 62
1320	lokální	B	B	-	0	ID 63
1420 - 1480	tektonický kontakt	B	C	-	C	
1940 - 2000	v kontaktní zóně z.	A	A	-	B	ID 9

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
	okraje granitů					
2300	lokální	C	0	-	0	ID 64
2700	lokální	B	0	-	-	ID 65
3320	lokální	B	A	-	-	ID 16
3780	lokální	B	0	-	-	ID 66
4100	lokální	C	0	-	-	
4880	lokální	C	C	-	-	
5100	lokální	C	0	-	-	ID 70
5470	výrazná porucha	B	B	0	-	ID 17
5970	tektonické porušení okraje vulkanického tělesa	B	0	C	-	ID 11
6160	tektonické porušení okraje vulkanického tělesa	C	C	A	-	
6330	lokální	B	C	C		

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.10 CER-06B (příloha č. 13)

Profil 2. etapy prací s následujícím rozsahem měření. Profil pro směrovou korelaci s CER-06A.


Tab. 41: Cer-06B - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Gravimetrie	0	2 580	2 580	body po 20 m
DOP	0	2 700	2 700	

Geologické předpoklady

Cílem prací bylo ověření geometrie jižního kontaktu granitového plutonu, homogenity prostředí, několika zlomů směru V-Z a SV-JZ a tvaru přírodní dráhy tělesa neovulkanitu na severu.

Profil prochází jižním laločnatým, zřejmě plochým a k severu zapadajícím kontaktem mezi fylity, drobnými až rohovci neoproterozoika na jihu a tiským granitem. Ve střední části prochází výhradně tiským granitem a kříží několik lineamentů směru V-Z až ZSZ-VJV, ojediněle i SV-JZ. V nejsevernější části, kříží 3 výrazné zlomy směru SZ-JV a V-Z, na posledním zlomu pak lávový příkrov neogenních vulkanitů v předpokládanou dráhou proniku podle zlomu směru V-Z.

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

Interpretace geofyzikálních dat

Interpretace obdobná profilu CER-06A. Lokální indikace v DOP jsou výraznější. V místech lokální tektoniky předpokládáme výraznější rozpukání hornin na charakter mylonitů. Naopak kontaktní poloha rohovců je zde kompaktní, charakteristická vysokým měrným odporem a tíhovým maximem.

Tab. 42: CER-06B - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 1000	fyliny	úklon kontaktu k J	Ep 400 - 800 Ω m
1000 - 1500	kontaktní zóna - rohovec, možná granity		Ep 400 - 800 Ω m
1500 - 1950	granity silně porušené, mylonitizovaná zóna		Ep 800 Ω m
1950 - 2140	granity - homogenní, málo porušený blok		Ep 2000 Ω m
2140 - 2620	granity - homogenní, málo porušený blok -		Ep 8000 Ω m

Tab. 43: CER-06B - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
340	lokální	C	-	-	C	ID 22
1000	tektonický kontakt, úklon strmě k J	A	-	-	B	ID 62
1430 - 1550	tektonický kontakt	B	-	-	C	
1870	tektonický kontakt okraje mylonitizované zóny	A	-	-	B	ID 9
2220	velmi výrazná lokální	A	-	-	0	ID 64

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.11 CER-07A (příloha č. 14)

Profil směru JJZ-SSV západně od okraje granitů v krystaliniku přes výraznou magnetickou anomálii. Profil 2. etapy prací.

Tab. 44: CER-07A - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Magnetometrie	0	1 460	1 460	
Gravimetrie	0	1 460	1 460	body po 20 m
DOP	0	1 570	1 570	

Geologické předpoklady

Cíl prací bylo ověření geometrie kontaktu tiského granitu (úhel zapadání), případně mocnosti granitového tělesa, ověření předpokládaného S-J průběhu mylonitové zóny s tělesy metagranodioritu při západním exokontaktu plutonu a zjištění velikosti a hloubky intruze skrytého tělesa pravděpodobného neovulkanitu na západě, které však nevystupuje nikde na povrch.

Interpretace geofyzikálních dat

V monotónním prostředí fylitů je velmi výrazná anomálie projevující se výraznou kladnou anomálií v magnetometrii, zápornou tíhovou anomálií v ÚBA a širokou nízkoodporovou zónou v elektrickém odporovém profilování.

Tab. 45: CER-07A - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 380	fylity		Ep 600 - 800 Ω m
380 - 620	vulkanity		Ep 10 - 30 Ω m M +600 nT G -1,2 mG
620 - 1500	fylity		Ep 300 - 700 Ω m

Tab. 46: CER-07A - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
60	lokální	C	-	0	0	
480 - 520	výrazné porušení v ose deprese	A	-	A	A	
660	kontakt vulkanitů s okolím	A	-	A	A	ID 66
880	lokální	C	-	B	C	ID 9
1130 - 1220	velmi kosý průběh tektoniky	B	-	C	C	ID 67, st. 1220
1500	výrazná okrajová lokální	B	-	0	-	

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.12 CER-07B (příloha č. 14)

Profil směru ZSZ-VJV u jz. rohu tiského masivu. Profil 2. etapy.

Tab. 47: CER-07B - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Mag	0	2 460	2 460	
Gravimetrie	0	2 460	2 460	body po 20 m
DOP	0	2 560	2 560	

Geologické předpoklady

Cíl: Ověření tektonického porušení jz. okraje a charakteru kontaktu granitů a krystalinika.

Interpretace geofyzikálních dat

Profil Z-V směru vede přes kontakt metamorfitů (fylity) do granitů tiského masivu. Kontaktní zóna s převahou rohovců je interpretována v místech mírně sníženého odporu v úseku staničení 700 - 1100 m. Podle geologických předpokladů i terénního mapování je v úseku staničení 1180-1400 m zachycena v rohovcích poloha granitů, přiřazená S-J polohám granitu lubeneckého typu. V interpretované zóně mylonitů v kontaktní zóně klesají měrné el. odpory až na interval 200 až 300 Ω m.

Významným prvkem je široké tíhové maximum v úseku st. 600 až 1500 m s amplitudou až 0,5 mGal. Těžší hmoty ukazují na převahu těžších hornin krystalinika (droby, rohovce). Ve shodném úseku je dokumentováno lokální zvýšení hodnot magnetického pole o cca 10 nT.

Tab. 48: CER-07B - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 600	fylity		E_p 300-800 Ω m
600 - 1100	fylity - kontaktní zóna	úklon k J	E_p 200-300 Ω m
1100 - 1400	granity		E_p 800 Ω m
1400 - 1800	kontaktní poruchová zóna		E_p 300-800 Ω m
1800 - 2700	granity		E_p 800-1100 Ω m

Tab. 49: CER-07B - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
0	tektonický kontakt, úklon strmě k V	B	-	0	0	ID 67
450	tektonický kontakt	C	-	0	B	ID 67
700	tektonický kontakt	B	-	B	0	ID 67
980	lokální	C	-	0	0	
1100	tektonický kontakt	C	-	C	C	
1400	lokální	C	-	0	+B	
1700	tektonický kontakt, mylonity	B	-	0	C	ID 68
2230	lokální	B	-	0	B	

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejméně výraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.13 CER-08, CER-08A (příloha č. 15)

Profil směru JZ - SV přes vrchol Čertovky. Profil 2. etapy prací prodloužen ve 3. etapě k SSV.

Tab. 50: CER-08 - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Gravimetrie	0	6 200	6 200	úsek 0-3600 m body po 20 m, úsek 3600-6200 m body po 50 m
ERT	3 000	3 810	810	
DOP	0	6 300	6 240	3830 m karlovarská silnice
VES	3 600	5 400	1 800	sondy cca po 200 m
MRS	3 000	3 832	832	

Geologické předpoklady

Profil v centrální části tiského masivu přes vrchol Čertovky. Profil začíná ve fylitech, vede přes celý tiský masiv až do prostředí permokarbonské pánve na severu.

Cílem bylo ověření geometrie kontaktu tiského granitu (úhel zapadání), případně mocnosti granitového tělesa, ověření významné morfologické linie Liščíh skal a s ním spojeného zlomu, ověření morfolineamentů směru SZ-JV. Posouzení severního kontaktu a charakteru stavby permokarbonské pánve.

Interpretace geofyzikálních dat

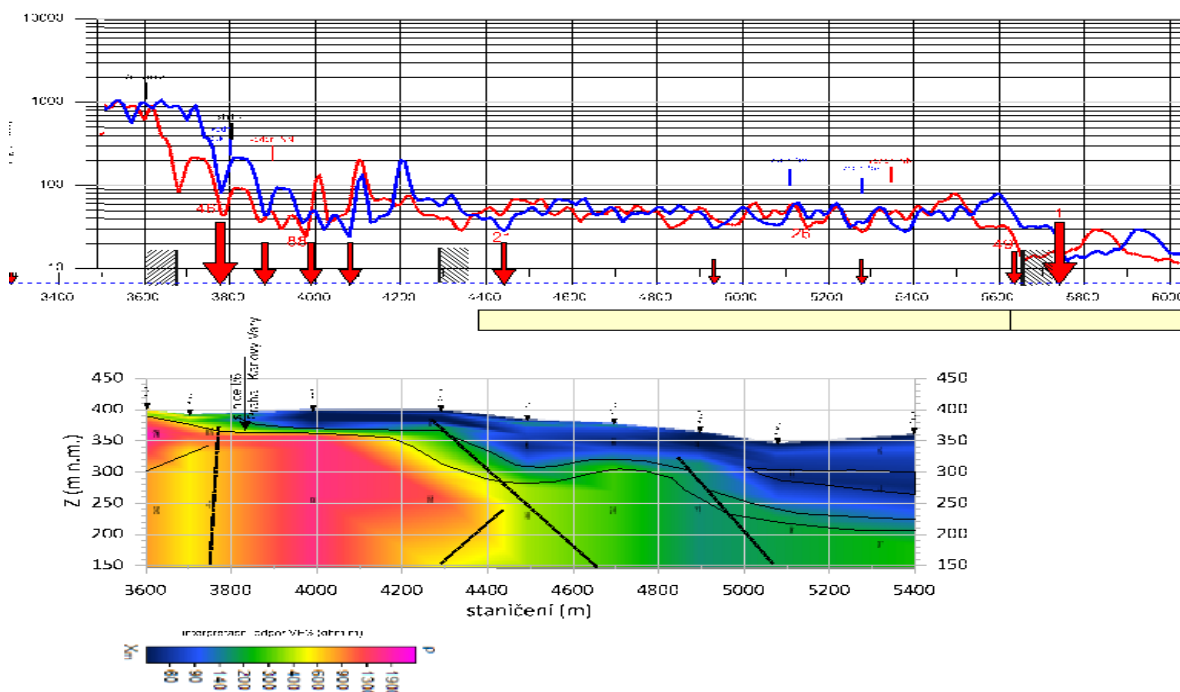
Kontakt fylitů s granity tiského masivu se v odporovém profilování v očekávané poloze neprojevil. Z průběhu tíhových měření je kontakt možno přiřadit až st. 900, případně 1280 m.

Nejméně výraznější struktura odpovídá morfologii terénu - údolí potoka pod Čertovkou, které je tektonicky predisponované. Dle odporových křivek je široká poruchová zóna indikována v úseku staničení 1500 – 1640 m. Tíhová indikace po zavedení topokorekcí je na st. 1700 m.

Následující blok granitového masivu Čertovky se projevuje nárůstem el. odporu prostředí, které je lokálně porušeno poruchami. Tíhové pole za vrcholem Čertovky až k severnímu omezení masivu postupně mírně narůstá.

Kontakt s permokarbonskou pánví je velmi výrazný a složitý. Při kontaktu probíhá několik geologických linií s označením ID (Mixa et al. 2019c).

Stupňovitý nárůst mocnosti pánve směrem k S je patrný z odporového řezu VES. Orientace VES ve směru kontaktu ukazuje v prvním úseku výskyt permokarbonských sedimentů za silnicí I/6 v mocnosti pouze cca 30 m do km 4,1, s podložím tvořeným granity, které vystupují východně od profilu k povrchu. Hlavní tektonické omezení s nárůstem mocnosti sedimentů na cca 80 m a s kontaktem granitů s krystalinikem v podloží představuje tektonika ID 21 s úklonem k S (obdoba CER-01B/11.8).



Obr. 15 CER-08 - Výsledky geoelektrických odporových metod DOP (horní graf) a VES u kontaktu granitů a pánevní výplně

Nárůst tíhového pole směrem k S je velmi obtížně interpretovatelný tvarem permokarbonské pánve (se zvýšenou mocností sedimentů narůstá hodnota ÚBA). Důvodem nárůstu tíhového pole je regionální kladná tíhová anomálie u Lubence, která tíhové pole celkově zvedá. Elevace fylitů v modelovém řezu odpovídající tíhové křivce asi není reálná, a proto jsou v modelu uvedeny obě varianty (v komplexním geologickém modelu v příloze je tato oblast zobrazena „sloupcovitou“ šrafovou ukazující varianty elevace podloží dle gravimetrie v protikladu s očekávaným nárůstem mocnosti pánevní výplně). K interpretaci profilu by pomohla EM sondáž a reflexní seismická měření.

Tab. 51: CER-08 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 130	fylity		E_p 500 Ω m
130 - 800	kontaktní zóna		E_p 600-800 Ω m
800 - 1300	granity		E_p 800-1000 Ω m
1300 - 1520	kontaktní zóna		E_p 600-1000 Ω m G - lokální minimum na 1740 m

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
1520 - 1700	tektonická zóna - mylonity		Ep 200 Ω m
1700 - 2200	granity - homogenní, málo porušený blok		Ep 2000 Ω m
2200 - 2400	granity porušené		Ep 1000 Ω m
2400 - 3400	granity - homogenní, málo porušený blok		Vp 5500 m/s Ep 1500-4000 Ω m
3400 - 3700	granity porušené		Vp 5500 m/s Ep 800 - 600 Ω m
3700 - 4100	permokarbonská pánev, v podloží granity s četnými poruchami	mocnost do 100 m	Vp 4500 m/s Ep 60 - 40 Ω m (do 70 m) Ep podloží 900 - 1500 Ω m G - lokální minimum na 4120 m
4100 - 4700	permokarbonská pánev	mocnost až 350 m	Ep 40 - 60 Ω m G - lokální minimum na 4530 m
4700 - 4900	elevace granitů		
4900 - 5200	permokarbonská pánev	mocnost až 350 m	Ep 40 - 60 Ω m G - lokální minimum na 5150 m
5200 - 5620	permokarbonská pánev, elevace podloží (granity)	podloží cca 100 m	Ep 40 - 60 Ω m
5620 - 6200	permokarbonská pánev, elevace podloží (fylity)	mocnost nad 400 m	Ep 10 - 20 Ω m G - lokální minimum na 5900 a 6200 m

Tab. 52: CER-08 - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
130	tektonický kontakt	B	-	-	C	ID 38
520			-	-	0	
800	lokální	C	-	-	0	ID 34
1000	lokální	C	-	-	C	ID 33
1300	výrazná lokální	B	-	-	B	ID 4
1550	výrazná poruchová zóna - mylonity	A	-	-	0	
1660	tektonický kontakt	B	-	-	A	ID 5
2000	lokální	B	-	-	C	ID 58
2300	výrazná poruchová zóna - mylonity	A	-	-	-	ID 55
2700	lokální	C	-	-	C	ID 27
3010	tektonický kontakt	B	0	-	0	ID 56
3050	lokální	B	0	-	0	
3100,3250, 3390, 3500	lokální	B	B	-	0	ID 59
3670	výrazný stupňovitý okrajový zlom k S	B	0	-	0	
3770	výrazný stupňovitý okrajový zlom k S	A	B	-	0	ID 46
3870, 3980	lokální pod pánevní výplní	B	-	-	0	ID 88
4080	lokální pod pánevní výplní	B	-	-	B	ID 47
4400	lokální pod pánevní výplní	B	-	-	0	ID 21
4540	v pánevní výplni				B	
4930	lokální pod pánevní výplní	B	-	-	0	

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
5100	lokální v pánevní výplni i pod	C	-	-	A	ID 26
5600	výrazný stupňovitý okrajový zlom s vert. posunem vrstev v permokarbonu	B	-	-	A	ID 49
5700	strmý okraj hluboké deprese	B	-	-	C	ID 1
5900	v pánevní výplni				A	
6070	pod pánevní výplni	A	-	-	-	ID 83
6100	v pánevní výplni	C			+B	

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.14 CER-09 (příloha č. 16)

Profil 3. etapy prací směru SZ-JV jako přímé pokračování profilu CER-01Avib k JV od st. 6400 m pro doplnění informací z jižní části masivu pro plošné vyhodnocení až po kontakt se žihelskou pánví.

Tab. 53 CER-09 - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
DOP	6 400	10 280	3 880	start profilu na st. 6400 m

Geologické předpoklady

Profil v jižní části tiského masivu k v. omezení u žihelské pánve a k ověření tektonického porušení tiského granitu. Cílem bylo ověření tektonického porušení tiského granitu a korelace indikací měření a vyhodnocením odporových křivek metody DOP

Interpretace geofyzikálních dat

Odporové křivky jsou velmi členité. Zajímavým jevem je ostře vymezená střední část profilu v km 7,9 – 9,0 s poklesem měrného el. odporu na cca 700 Ω m z hodnot nad 2000 Ω m západně i východně.

Tab. 54: CER-09 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky


staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
6400 - 7490	granity porušené		Ep 400 - 800 Ω m
7490 - 7850	granity - homogenní, málo porušený blok		Ep 2000 Ω m
7850 - 8980	granity porušené		Ep 600 - 800 Ω m
8980 - 9400	granity - homogenní, málo porušený blok		Ep 2000 - 3000 Ω m
9400 - 9700	výrazně porušené granity		Ep 300 - 600 Ω m
9700 - 9800	granity - homogenní, málo porušený blok		Ep 2000 - 3000 Ω m
9800 - 10280	granity porušené		Ep 300 - 600 Ω m

Tab. 55: CER-09 - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
6550	výrazná tektonická porucha	A	-	-	-	
6980	lokální	C	-	-	-	
7100	lokální porucha	B	-	-	-	
7300	lokální	C	-	-	-	
7400	lokální	C	-	-	-	
7500	kontakt	C	-	-	-	
7850	tektonický kontakt	B	-	-	-	
8070	lokální	C	-	-	-	
8580	lokální porucha	B	-	-	-	ID 16
8970	tektonický kontakt	B	-	-	-	
9240	lokální	C	-	-	-	
9430	výrazná tektonická porucha	A	-	-	-	
9560	výrazná tektonická porucha	A	-	-	-	
9900	lokální	B	-	-	-	
10020		C	-	-	-	ID 2
10130	lokální	B	-	-	-	ID 8

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

4.15 CER-10 (příloha č. 17)

Profil směru VSV-ZJZ při severním okraji tiského masivu. Profil 3. etapy. Celková délka profilu je 7000 m.

Tab. 56: CER-10 - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Gravimetrie	3 900	7 000	3 100	body po 50 m
Magnetometrie	3 900	4 900	1 000	
ERT	1 500	5 630	4 130	
DOP	0	7 060	7 060	
VES	5 100	6 850	1 750	sondy cca po 200 m
MRS	1 386	7 072	5 686	
RX	4 866	7 072	2 206	

Geologické předpoklady

Profil CER-10 směru ZSZ-VJV přes „kvazihomogenní blok“ vymezený profilem CER-01B, od Lubence k rybníku Blatno. Profil je zaměřen k řešení charakteru obou kontaktů granitového masivu na Z i V a k posouzení propojení tiského a jesenického masivu. Celková délka profilu je 7000 m.

Interpretace geofyzikálních dat

V úseku st. 0 - 1500 m je interpretován složitý kontakt metamorfitů a granitů, kde v přechodové části jsou interpretována tělesa granodioritů lubeneckého typu, podle geofyzikálních odporovým měření v několika polohách. Vlastní granity pak tvoří široký málo porušený úsek ve staničení 1800 - 4100 m.

Východní kontakt se žihelskou pávní je zde složitý. Zajímavé jsou protiklonné diskontinuity. Nelze vyloučit gravitační blokovou strukturu od st. 5100 m.

Vlastní žihelská pánev s vyšší mocností sedimentů je zde poměrně úzká ve st. 5600 - 6000 m. Od st. 6000 vystupují k povrchu opět granity. Tektonický kontakt s granity jesenického masivu je přiřazen až ke st. 6200 m.


Tab. 57: CER-10 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 120	granodiority	úklon k V	E _p 200-300 Ωm
120 - 300	fylity	úklon k V	
300 - 600	granodiority		E _p 300-500 Ωm
600 - 800	fylity - kontaktní zóna ?		
800 - 1400	granodiority		E _p 600 -1000 Ωm
1400 - 1500	kontaktní poruchová zóna		V _p 3500 m/s E _p 300 Ωm
1500 - 1800	granity		V _p 4500 m/s E _p 800 - 1100 Ωm

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
1800 - 4400	granity - homogenní, málo porušený blok		Vp 5500 m/s Ep 1000 - 3500 Ωm
4400 - 5300	granity	nárůst mocnosti pokryvu a povrchového zvětrání	Vp 4500 m/s Ep 500 - 1100 Ωm M - změna mag. pole
5300 - 5600	permokarbonská pánev	mocnost do 100 m	
5600 - 6000	permokarbonská pánev	mocnost až 300 m 5540 - 6200 m, nejhlubší a 5780 m	Vp 2000 až 3000 m/s Rp 70 - 200 Ωm G - lokální minimum na 5780 m
6000 - 7000	granity		Vp nad 4000 m/s Ep nad 500 Ωm

Tab. 58: CER-10 - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
150	tektonický kontakt, úklon strmě k V	A	-	-	-	ID 81
500		A	-	-	-	ID 82
700	tektonický kontakt z. okraje	A	-	-	-	ID 24 pokračování
900	lokální					ID 27
1120	tektonický kontakt v. okraje	B	-	-	-	v místech ID 27 (950 m) bez indikace
1460	v kontaktní zóně z. okraje granitů	A	A	-	-	
1800	omezení homogenního bloku se strmým úklonem k V	B	B	-	-	ID 51
2520	lokální	C	0	-	-	ID 59
2730 - 2880	lokální	B	B	-	-	
3020 - 3130	lokální	B	B	-	-	
3700	lokální	B	0	-	-	
4080 - 4120	patrně kose procházející, zdánlivý úklon k V	A	0	0	-	ID 91
4550	lokální	B	B	0	-	
4700	lokální	B	B	0	-	
4930	lokální	B	C	-	0	
5040	plochý úklon k Z	B	C	-	0	ID 52
5300	výrazný stupňovitý okrajový zlom	B	A	-	0	
5380	výrazný stupňovitý okrajový zlom k V a plochý k Z	A	B	-	C	
5380-5700	úklon podloží k V	C	C	-	0	ID 2
5660						
5730	subvert. tektonika poklesem podloží pánve na V	B	B		A	osa deprese 5800
5900	pod pánevní výplní	C	B	-	0	
6000	strmý v. okraj hluboké deprese	C	A	-	0	
6100	strmý v. okraj hluboké deprese	B	B	-	0	
6300 - 6600	paralelní zlomy s úklonem k Z	B	C	-	C	ID 2

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SURAO TZ 432/2019

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejméně výraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.16 CER-11 (příloha č. 18)

Profil směru JJZ-SSV při jižním okraji tiského masivu. Profil 3. etapy prací. Profil doplňující údaje ke korelaci profilů CER-01B a CER-06.

Tab. 59: CER-11 - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
DOP	90	3 270	3 180	

Geologické předpoklady


Cílem prací bylo ověření tektonického porušení jižního okraje tiského granitu a jeho kontaktu s metamorfity krystalinika.

Interpretace geofyzikálních dat

Dle odporových křivek je zřejmá bloková stavba masivu v této části, kde jednotlivé málo porušené bloky šířky 400 – 600 m s měřenými odpory nad 1000 Ω m jsou odděleny velmi výraznými, patrně hlubokými poruchovými strukturami snížených odporů až na 200 Ω m při šířkách jednotlivých zón 100 – 200 m v průmětu do profilu. Sklon jižního kontaktu s metamorfity není z odporových křivek jednoznačně stanovitelný.

Tab. 60: CER-11 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 200	kontaktní zóna - rohovce		Ep 400 Ω m
240 - 500	granity - málo porušené		Ep 900 - 1600 Ω m
500 - 700	granity porušené		Ep 200 Ω m
700 - 1060	granity - homogenní, málo porušený blok		Ep 1000 - 2000 Ω m
1060 - 1400	granity porušené		Ep 600 - 800 Ω m
1600 - 1920	granity - homogenní, málo porušený blok		Ep 2000 - 3000 Ω m
1920 - 2100	granity porušené (mylonity)		Ep 400 Ω m
2100 - 2690	granity - homogenní, málo porušený blok		Ep 1500 - 2000 Ω m
2690 - 3000	granity porušené (mylonity)		Ep 200 - 400 Ω m

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

Tab. 61: CER-11 - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
200	kontakt	C	-	-	-	
600	výrazná tektonická porucha	A	-	-	-	ID 9
1100	lokální porucha	B	-	-	-	
1960	lokální porucha	B	-	-	-	ID 66
2020	výrazná tektonická porucha	A	-	-	-	
2100	kontakt	C	-	-	-	ID 16
2800	výrazná tekt, porucha	A	-	-	-	

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.17 CER-12 (příloha č. 19)

Profil směru JZ-SV v sv. části tiském masivu. Doplnkový profil 3. etapy prací. Západně od CER-01B (v prodloužení CER-06A).

Tab. 62: CER-12 - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
DOP	0	2 470	2 470	

Geologické předpoklady


Cílem bylo ověření tektonického porušení tiského granitu a korelace indikací měřením a vyhodnocením odporových křivek metody DOP.

Interpretace geofyzikálních dat

V odporových křivkách jsou patrné dva bloky málo porušených granitů, oddělené poměrně výraznou poruchovou zónou ve st. 1000 m, s interpretovanou korelací tektonické poruchy směru ZJZ-VJV.

Tab. 63: CER-12 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 100	granity porušené	úklon k JV	Ep 300 Ωm
100 - 740	granity -málo porušené		Ep 800-1100 Ωm
700 - 1060	granity		Ep 600-800 Ωm
1000 - 1160	granity, prokřemenělá kontaktní poloha		Ep 2000 Ωm
1160 - 1820	granity - homogenní, málo porušený		Ep 1000-2000 Ωm

	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 432/2019

	blok		
1820 - 2040	granity porušené		Ep 600-800 Ωm
2040 - 2400	granity - homogenní, málo porušený blok		Ep 1000 Ωm

Tab. 64: CER-12 - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
0	tektonický kontakt, úklon strmě k V	B	-	-	-	
180	lokální	C	-	-	-	ID 44
700	lokální	C	-	-	-	ID 74
920	lokální	C	-	-	-	
1000	tektonický kontakt	A	-	-	-	
1260	lokální	B	-	-	-	
1880	lokální	C	-	-	-	
2010	širší tekt. zóna	B	-	-	-	
2260	lokální	C	-	-	-	ID 14

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - **A** znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- **ID (červené)** projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.18 CER-13 (příloha č. 20)

Profil směru JZ-SV v tiském masivu. Doplnkový profil 3. etapy prací. Paralelní východně od CER-03 v úseku km 3,2 až 5,7.

Tab. 65: CER-13 - rozsah měření

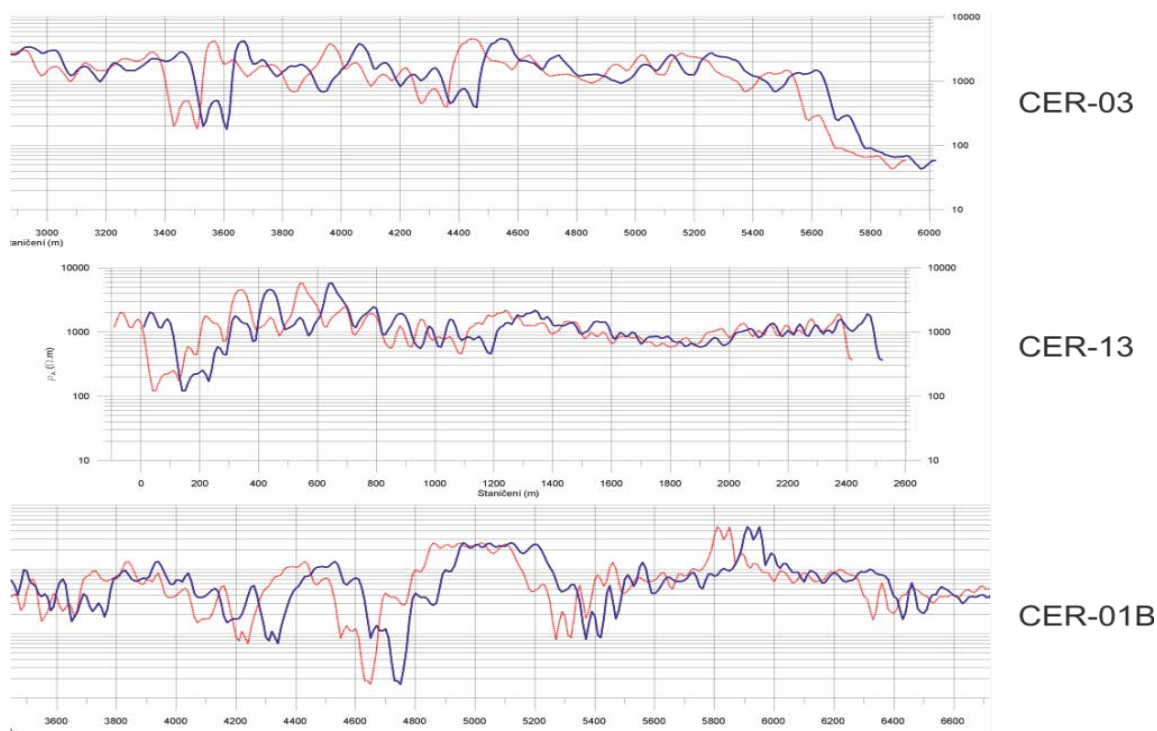
Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
DOP	0	2 530	2 530	

Geologické předpoklady

Profil v centrální části tiského granitového masivu pro doplnění informací obtížně korelovatelných výsledků z profilů CER-03 a CER-01B.

Interpretace geofyzikálních dat

Výsledky metody DOP na tomto profilu pomohly k řešení strukturní situace v centrální části masivu. Křivky DOP na profilu CER-13 jsou velmi obdobné CER-03 a vedly k vymezení významné poruchové zóny směru ZJZ- VSV mezi CER-13 a CER-01B i jednotlivých málo porušených bloků masivu.


Obr. 16 Grafy odporových křivek DOP na paralelních profilech CER-03-13-01B.
Tab. 66: CER-13 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 280	granity silně porušené (mylonit)		E_p 300 Ω m
280 - 800	granity - málo porušené		E_p 1000-3000 Ω m
800 - 1200	granity lokálně porušené		E_p 600-800 Ω m
1200 - 1400	granity - homogenní, málo porušený blok		E_p 1600 Ω m
1400 - 2000	granity lokálně porušené		E_p 600-800 Ω m
2000 - 2500	granity		E_p 1000 Ω m

Tab. 67: CER-13 - Přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
100	tektonická mylonitovaná zóna	A	-	-	-	
300	lokální	C	-	-	-	ID 4
1100	tektonický kontakt	B	-	-	-	ID 66
1800	lokální, kosý průběh	C	-	-	-	ID 27
2500	tektonický kontakt	B	-	-	-	ID 72

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- ID (červené) projev v hlubokých metodách VHS
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c):

4.19 CER-14 (příloha č. 21)

Profil směru JJZ-SSV západně od okraje granitů v krystaliniku metamorfovaných hornin přes výraznou magnetickou anomálii. Profil 3. etapy, paralelní cca 200 m východně od CER-07A.

Tab. 68: CER-14 - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
Magnetometrie	0	1070	1070	
Gravimetrie	0	1060	1060	body po 20 m
ERT	0	1075	1075	
DOP	0	1 160	1160	

Geologické předpoklady

Cílem bylo zjištění velikosti a hloubky intruze skrytého tělesa pravděpodobného tělesa neovulkanitu.

Interpretace geofyzikálních dat

V monotónním prostředí fylitů je velmi výrazná anomálie projevující se kladnou anomálií v magnetometrii, zápornou tíhovou anomálií v ÚBA a širokou nízkoodporovou zónou v elektrickém profilování. Anomálie jsou širší a výraznější než na CER-07A.

Tab. 69: CER-14 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 160	fylity		Ep 600 - 800 Ω m
160 - 300	kontaktní zóna		Ep 600 - 800 Ω m
300 - 620	vulkanity		Ep 10 - 20 Ω m M +1500 nT G -2,2 mG
620 - 760	kontaktní zóna		Ep 300 - 700 Ω m
760 - 1100	fylity		Ep 600 - 800 Ω m

Tab. 70: CER-14 - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
60	lokální	C	-	0	C	
170	kontaktní tektonická porucha	B	-	B	0	
300	výrazná porucha	B	-	B	C	
400 - 600	porušení v ose deprese	A	-	A	A	
630	výrazná okrajová porucha	B	-		B	ID 66
780	kontaktní tektonická porucha	A	-	B	C	ID 9
840	lokální	C		B-	C	
1030	kosý průběh tektoniky	C	-	C	B	

Poznámky:

- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- C+ případně C- u anomálie znamená anomální kladný, resp. záporný projev interpretované veličiny
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c)

4.20 CER-15 (příloha č. 22)

Krátký profil směru ZSZ-VJV paralelní c CER-10 v úseku km 5 - 6 k upřesnění směrového průběhu kontaktu tiského masivu s žihelskou pánví. Profil 3. etapy prací.

Tab. 71: CER-15 - rozsah měření

Metody	Úsek od [m]	Úsek do [m]	Délka úseku [m]	Poznámka
DOP	0	930	930	h=cca70 m

Geologické předpoklady

Cílem bylo ověření tektonického porušení severního okraje tiského granitu, ověření charakteru východního přechodu do oblasti žihelské pánve.

Interpretace geofyzikálních dat

Východní kontakt se žihelskou pánví je složitý, hlavní kontakt s průběhy zlomových linií interpretujeme v prvním stupni na st 250 m, ve druhém stupni na st. 500 a 600 m. Vlastní žihelská pánev s vyšší mocností sedimentů je zachycena od st. 600 m.

Tab. 72: CER-15 - hlavní geologická rozhraní a charakteristiky

staničení profilu od - do (m)	očekávané (interpretované) geologické prostředí	charakteristiky prostředí	geofyzikální projev
0 - 250	granity		E_p 1000 Ω m
250 - 500	silně porušené granity	mocnější pokryv	E_p 200 Ω m
500 - 900	permokarbonská pánev	úklon k V	E_p 60 Ω m

Tab. 73: CER-15 - přehled lokálních anomálií

staničení profilu (m)	charakter diskontinuity	el. odporové metody	seis. metody	mag.	grav.	vztah ke zlomům ID*
250	tektonický kontakt, úklon strmý	A	-	-	-	ID 2
500	tektonický kontakt, úklon strmý	B	-	-	-	ID 2
600	tektonický kontakt omezující hlubokou pánevní výplň na V	A	-	-	-	

Poznámky:

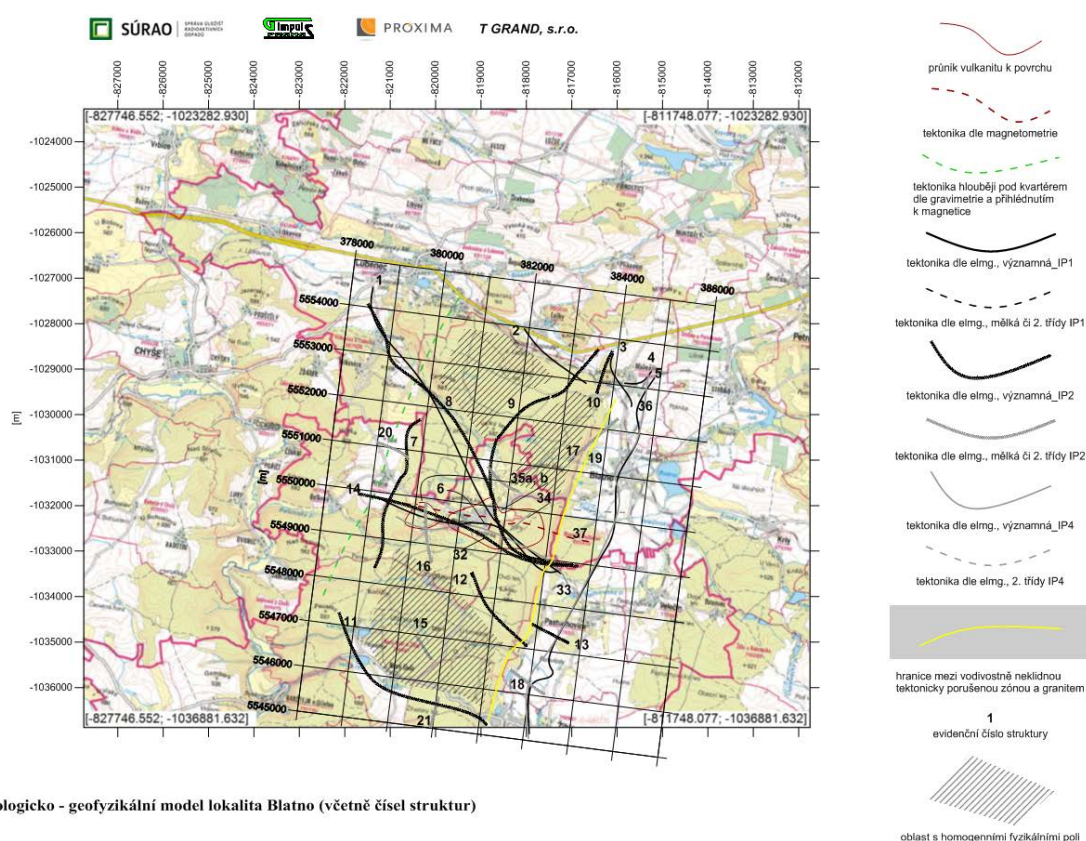
- Staničení profilů je uvedeno u skloněných indikací v hloubce cca 60 m pod povrchem.
- Stupeň výraznosti indikace A, B, C, 0 v souladu s grafickými layouty - A znamená nejvýraznější, 0 bez indikace
- - metoda v úseku neměřena
- Vztah ke geologickým zlomům a jejich ID vyznačeným ve zprávě Mixa et al 2019c
- ID* - označení geologických zlomů dle zprávy Mixa P., Skácelová Z., et al. (2019c)

5 Shrnutí výsledků geofyzikálních prací pro popis geologické stavby lokality

Plošným výstupem provedených geofyzikálních měření jsou:

- Odporová mapa
- Korelační schéma lineárních prvků - interpretace průběhu tektonických linií a zón
- Korelační mapa výskytu kvazihomogenních celků v granitovém masivu a výskytu izometrických geologických prvků

Plošné zpracování dat z leteckých měření bylo provedeno ve zprávě Bárta et al. (2017).



Obr. 17 Geobariera – Geofyzikální model Blatno (Bárta et al. 2017)

Ve výše uvedené zprávě je lokalita Čertovka uváděna pod pracovním názvem Blatno s následujícím hodnocením:

„Lokalita Blatno se vyznačuje z pohledu geofyzikálních leteckých měření dvěma základními poznatky, a to:

- Na východním okraji proměřovaného území se nachází výrazná zlomová linie směru SSV-JJZ. Důsledky tohoto i morfologicky dobře sledovatelného zlomu se nesoustřeďují pouze na úzký pás hlavního poklesu. V širokém pásmu cca 1 km lze očekávat průvodní tektonické projevy a lokální porušení hornin.

□ Uprostřed zájmového území se nachází výrazný projev vulkanitu, který je doprovázen tektonickou linií směru ZSZ-VJV. V místech vulkanického projevu byla detekována ještě linie jdoucí na SZ a z ní se odvíjí ještě tektonická linie stáčeující se k SV.

Na západním okraji zájmového území předpokládáme přítomnost tektonické linie směru SSV-JJZ. Tento předpoklad je stavěn zejména na přítomnosti Linsserových indikací v tíhovém poli. Nepředpokládáme, že je v těchto místech masiv zásadně mechanicky porušen, protože se zde nenacházejí indikace vodivých linií. Tektonické linie byly interpretovány zejména jako projev úzkých vodivých poloh na základě měření elektromagnetickou metodou. Protože elektromagnetická metoda má podle použité frekvence různý hloubkový dosah, jsou v geofyzikálních modelech vykreslena některá tektonická pásma více liniemi, které se od sebe mírně liší. Jde o reálnou situaci, která odráží skutečnost, že vodivost tektonické zóny se s hloubkou poněkud mění. V zásadě je si nutno uvědomit, že hlavní tektonické linie jsou ve skutečnosti širší zóny (desítky až první stovky metrů), jejichž šířka s hloubkou klesá. Nikdy však, ani v prvních stovkách metrů hloubky, nepředstavují pouze jednu několika decimetrovou izolovanou, resp. ostře vymezenou dislokaci.“

Z pohledu výsledků našich vlastních měření uváděných v této zprávě je obecný soulad s interpretací struktur omezujících granitový masiv i s významem v.-z. struktury přes obec Tis u Blatna označenou číslem 14 ve zprávě Bárta et al. (2017) a rozdělující masiv na severní a jižní oblast. Ve vnitřní struktuře tiského masivu se nejeví reálné vedení tektonických poruch 8 a 9 dle Bárta et al. (2017) .

5.1 Mapa izolinií zdánlivých středních měrných elektrických odporů (příloha 23)


Mapa izolinií zdánlivých středních měrných elektrických odporů přepočtených pro uspořádání A20B80M20N byla vytvořena v prostředí Surfer gridovací metodou minimal curvature a nese informaci o plošném rozložení zdánlivých měrných odporů v hloubkách cca 40 - 80 m od povrchu. Z výsledků vyplývá charakter prostředí podle této hodnoty a hranice jednotlivých typů základních - granity - krystalinikum - permokarbon i klasifikace v rámci jednotlivých jednotek odpovídá u krystalinických hornin především stupni porušení a zvětrání. U platformního pokryvu změny odporu ukazují na změny litologické, tedy rozlišení převážně jílovitých, písčitých a přechodových poloh.

Z této mapy jsou patrné následující základní poznatky:

- Z odporové mapy vyplývá omezení celého bloku granitů Čertovky. Hranice zvýšených odporů jsou u každé z hranic posunuty vůči geologicky mapované struktuře o cca 250 m směrem do masivu.
- Poruchová zóna směru Z-V přes Tis u Blatna dělí lokalitu na severní a jižní část.
- Oblast se zdánlivým měrným el. odporem nad 1000 Ω m představuje cca 50% plochy masivu, v obou částech (severní i jižní je rozsah této oblasti obdobný, cca 700 ha.

5.2 Korelační schéma lineárních prvků a kvazihomogenních celků (příloha 24)

Při korelaci lineárních prvků byly geofyzikální projevy konfrontovány především s vývojem interpretace v rámci geologického 3D modelu (Franěk et al. 2018, Mixa et al. 2019c). Jako výchozí při závěrečné interpretaci byl model z června 2019, který zohledňoval

 SÚRAO	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SURAO TZ 432/2019

některá významná zjištění z výsledků geofyzikálních měření. V korelačním schématu jsou profilové indikace zobrazeny ve 3 stupních dle výraznosti geofyzikálního projevu.

Z mapy jsou patrné následující základní poznatky:

- V korelaci poruchových zón je nejvíce zastoupen směr ZJZ - VSV.
- Výrazné systémy poruch kopírují obrys tiského masivu po všech jeho stranách, a to jak uvnitř masivu, tak i vně.
- Zlomová tektonika směru JJZ-SSV byla interpretována i v tiském masivu od z-v. poruchy k S.
- Málo porušené bloky granitů jsou z výsledků geofyzikálních měření vymezeny tak, aby nezasahovaly do geofyzikálně interpretovaných poruchových zón ani do linií ID zlomů ČGS (Mixa et al. 2019c).
- Vně tiského masivu je interpretován rozsah zakrytého neovulkanitu jz. od masivu a bloky granitu v permokarbonu.

6 Závěr

Dle Smlouvy o dílo s názvem „Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR“, se zhotovitel, sdružení společností INSET s.r.o. a GEONIKA s.r.o., zavázal provést geofyzikální a další práce za účelem ověření charakteru potvrzených a předpokládaných přípovrchových geologických struktur v širším okolí zájmového území označeného Čertovka. Dílo je součástí procesu ověřování geologických poměrů lokalit uvažovaných pro umístění hlubinného úložiště.

Komplexem geofyzikálních metod bylo na lokalitě Čertovka v ploše cca 150 km² proměřeno 110 km profilů. Základní profilová síť vycházela ze zadání ČGS, která pro SÚRAO zpracovala technickou specifikaci do výběrového řízení (součást zadávací dokumentace) a byla volena tak, aby upřesnila strukturně geologické poměry lokality zaměřené na kontakty jednotlivých jednotek a tektonické porušení oblasti.

Volba metod a jejich použití bylo součástí zadávací dokumentace (SÚRAO 2017). Práce proběhly ve třech na sebe navazujících etapách s průběžným vyhodnocováním výsledků měření a s jejich pravidelnou prezentací na KD úkolu. Pro řešení úkolu byl zhotovitelem předložen plán kvality, který byl sledován jak vnitřními předpisy zhotovitele, tak ze strany zadavatele. Před zahájením výzkumných prací byl zhotovitelem projednán a zadavatelem schválen projekt geofyzikálních prací. V průběhu prací byly mírně upravovány navržené trasy profilů a byly upřesňovány rozsahy jednotlivých metod. Toto bylo obsahem 17 změnových listů, které byly projednány a následně přijaty zadavatelem.

Na lokalitě Čertovka byly geofyzikální práce soustředěny nejen na zájmový granitový masiv, ale i na jeho kontakty s oblastí metamorfovaných hornin a na strukturu přilehlých permokarbonských pánví na S a V území, kde stavba těchto celků je významná i z pohledu vzniku a vývoje posuzovaného tiského masivu.

Ve vlastních masivech krystalinických hornin je hlubší tektonické postižení hornin dobře patrné i ve svrchní zóně masivu pod zónou dosahu vlivu povrchového zvětrání. I když většina použitých geofyzikálních metod svým hloubkovým dosahem sleduje vlastnosti v masivu v oblasti do 100 m od povrchu, ukazují tyto indikace vlastnosti masivu i ve větších hloubkách.


Největší rozsah prací byl soustředěn na elektrické odporové profilování, které bylo provedeno v celém rozsahu profilové sítě. Kromě profilových vyhodnocení umožnila tato měření i plošné zpracování do odporové mapy území.

Stav horninového masivu v návaznosti na geotechnické vlastnosti popisují nejvěrohodněji seismické metody. Rychlosti šíření uměle buzených seismických vln v prostředí jsou hlavním parametrem pro určování kvality horninových bloků. Použitá povrchová refrakční tomografie má omezený hloubkový dosah, v prostředí granitů nepřesahuje cca 80 m i při měření na velké vzdálenosti.

Informace z větších hloubek masivu byly geofyzikálními metodami získány ze seismických reflexních měření, elektrického odporového sondování a z analýzy tíhového pole v gravimetrii.

Z výsledků geofyzikálních měření byly zjištěny následující zásadní poznatky pro geologický popis této lokality:

1. Severní omezení masivu, směrem do permokarbonské podbořanské pánve je tektonické. Granitové horniny jsou v podloží permokarbonské pánve a místy vystupují na povrch nebo blízko k povrchu i severně od Čertovky. Kontakt popisují výsledky profilů CER-01B, CER-03, CER-08.
2. Východní okraj masivu s přechodem do permokarbonské žihelské pánve je výrazný v celé posuzované délce a je tektonický stupňovitý. Hlavní zlomová omezení jsou směru SSV-JJZ. Šířka kontaktní zóny s permokarbonskou pánví je několik set metrů a je strukturně velmi složitá. Sedimenty permokarbonské pánve za tektonickým omezením dosahují proměnlivé mocnosti až 300 m. Kontakt popisují výsledky profilů CER-01A, CER-04A, CER-04B, CER-10 a CER-15.
3. Jižní okraj masivu je složitý. Tektonické poruchy při kontaktu jsou interpretovány ve směru ZSZ-VJV. Interpretace sklonů není z provedených výsledků jednoznačná, resp. jsou interpretovány vícero kontakty, z nichž u některých je předpoklad úklonu k S, u jiných k J. Litologicky je přechod pestrý. Kontakt popisují výsledky profilů CER-01B, CER-06A, CER-06B.
4. Západní okraj masivu Čertovky je opět litologicky i strukturně pestrý. Kontaktní zóna je široká přes 1 km, celkově vykazuje relativně strmý úklon k Z. Kontakt popisují výsledky profilů CER-10, CER-01A, CER-01Avib, CER-07B.
5. Vlastní masiv Čertovky tvoří granity tiského masivu. V tomto litologicky jednotném prostředí byly interpretovány lokální polohy neovulkanitů, vázané na tektoniku směru Z-V.
6. Výsledky geofyzikálních měření ukazují v masivu Čertovky poměrně velkou proměnlivost sledovaných fyzikálních parametrů:
 - měrný elektrický odpor prostředí je zde v intervalu od 200 do 8000 Ωm . Tato proměnlivost je přiřazena tektonickému porušení granitů.
 - rychlosti seismických vln z refrakční seismiky ukazují v celém měřeném rozsahu na poměrně vysoké hodnoty, v hloubce cca 30 m od povrchu již nad 4500 m/s. Oslabené zóny se snížením rychlostí vytvářejí většinou jen úzké zóny.
 - tíhový obraz z gravimetrie vymezuje celý granitový masiv jako oblast se záporným tíhovým gradientem k V, směrem k žihelské pánvi. To ukazuje na předpoklad diferenční hustoty cca -50 kg/m^3 vzhledem k prostředí okolních metamorfovaných hornin a pravděpodobný nárůst mocnosti granitů směrem k V.

 SÚRAO	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SURAO TZ 432/2019

- seismická reflexní měření s analýzou vlnového obrazu nezjistila do hloubky registrace signálu cca 1 km v masivu výrazná reflexní rozhraní. Poruchové zóny s hlubším dosahem jsou interpretovány na měřených profilech po cca 500 m. Korelační rozhraní subhorizontálních pseudoreflexů jsou většinou v hloubkách kolem 300 - 400 m od povrchu.

7. Z plošné interpretace výsledků geofyzikálních měření lze zdůraznit následující poznatky:

- Hlavní Z-V porucha u Tisu u Blatna s projevy neovulkanismu je výraznou oslabenou zónou a rozděluje masiv Čertovky na severní a jižní část. U Tisu je tato oslabená zóna rozšířena výrazně i k S (viz odporová mapa).
- Tektonické porušení dle výraznosti v geofyzikálních měřeních a dle předpokládané hloubky i zaznamenané šířky diskontinuity je klasifikována v profilech i v plošných vyhodnocení ve třech stupních.
- V granitovém masivu jsou z geofyzikálních měření preferovány směry blízké Z-V, a to jak v jižní, tak i v severní části území.
- Při okrajích masivu na všech jeho okrajích je tektonika blízká směrům hranice masivu.
- Vně masivu Čertovky 4,8 km zjz. od Tisu, byla na profilech CER-07A a CER-14 potvrzena anomálie charakteru explozivního neovulkanismu. Obdobné anomálie nebyly v granitech Čertovky v této etapě zjištěny.
- V území granitů Čertovky lze v severní části vymezit 3 bloky a v jižní části 2 bloky nízkého porušení masivu bez dosahu hlubších tektonických projevů do hloubek nad 100 m.

7 Reference

BÁRTA J., GRAND T., HRONČEK S. (2017): Detailní re-processing geofyzikálních leteckých dat z projektu „Geobariéra“. – Technická zpráva 190/2017, MS SÚRAO, Praha

BROŽ M., LEVÝ O., ET AL. (2018): Mikroseismické monitorování potenciální lokality pro umístění HÚ Čertovka. Závěrečná zpráva z plnění za období 01.09.2016-30.6.2018. – Závěrečná zpráva 296/2018, MS SÚRAO, Praha

DOBEŠ M., POLANSKÝ J., BAYER, V. (1997): Kladensko-rakovnická pánev, přehodnocení geofyzikálních prací. – Geofyzika Brno.

FILIPSKÝ D., LEVÝ O. (2017): Výzkumná podpora pro projektové řešení hlubinného úložiště – geofyzikální měření na lokalitě Čertovka. – Technická zpráva 155/2017, MS SÚRAO, Praha

FRANĚK J. ET AL. (2018): Závěrečná zpráva 3D strukturně-geologické modely potenciálních lokalit HÚ. – TZ 229/2018, MS SÚRAO, Praha

LEVÝ O., HAIŠLOVÁ R., FILIPSKÝ D., ŠTAINBRUCH J. (2018): Zpráva o výsledcích geofyzikálních prací v oblasti Čertovka. – Technická zpráva 251/2018, MS SÚRAO, Praha.

LEVÝ O., FILIPSKÝ D., GRINČ M. (2019a): Geofyzikální výzkum hlubokých struktur a geometrie horninového masivu. – Technická zpráva 391/2019, MS SÚRAO, Praha

LEVÝ O., FILIPSKÝ D., GRINČ M. (2019b): Geofyzikální výzkum hlubokých struktur a geometrie horninového masivu. – Technická zpráva 440/2019, MS SÚRAO, Praha


MIXA P., SKÁCELOVÁ Z., ET AL. (2019a): Prioritní profily pro 3. etapu geofyzikálních prací. – Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR. – Technická zpráva 370/2019, MS SÚRAO, Praha

MIXA P., SKÁCELOVÁ Z., ET AL. (2019b): Návrh profilů pro 2. fázi 3. etapy geofyzikálních prací. – Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR. – Technická zpráva 404/2019, MS SÚRAO, Praha

MIXA P., SKÁCELOVÁ Z., ET AL. (2019c): Shrnutí výsledků geologických a geofyzikálních výzkumných prací provedených v období 9/2017-6/2019 pro aktualizaci hodnocení potenciálních lokalit hlubinného úložiště RAO. – Technická zpráva 412/2019, MS SÚRAO, Praha.

SÚRAO – ČGS (2017): Zadávací dokumentace k výběrovému řízení - Technická specifikace geofyzikálních prací projektu „Geofyzikální práce pro popis geologické stavby potenciálních lokalit HÚ v ČR, část 3.2. lokalita Čertovka. - MS SÚRAO, Praha

ŠALANSKÝ K., MANOVÁ M. (1977): Letecké geofyzikální mapování 1 : 25 000. XX. Severozápadní Čechy – jižní část – Geofyzika Brno.

 SÚRAO	Ověření geologických struktur lokality Čertovka geofyzikálními metodami	Evidenční označení:
		SURAO TZ 432/2019

ŠALANSKÝ K., MANOVÁ M. (1993): Vysvětlivky ke geofyzikálním mapám České republiky 1 : 50 000. – Česká geologická služba Praha.

ŽÁČEK V. ET AL. (2015): Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000, list 11–244 Žlutice. – MS, Česká geologická služba, Praha, 120 s.

NAŠE BEZPEČNÁ BUDOUCNOST



SÚRAO

Správa úložišť radioaktivních odpadů

Dlážděná 6, 110 00 Praha 1

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

www.surao.cz