

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta
Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užitá geofyziky

Studijní program: Aplikovaná geologie
Studijní obor : Užitá geofyzika



Mgr. Anastasiia Melnyk

**Interpretace tíhových dat v oblasti granitických intruzí
moldanubického plutonu u Kaplice**

Interpretation of gravity data at the area of granitic intrusions of the
Moldanubian pluton near Kaplice

Diplomová práce

Vedoucí závěrečné práce/Školitel: Mgr. Jan Valenta, Ph.D.

Praha, 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Téma práce

Interpretace tíhových dat v oblasti granitických intruzí moldanubického plutonu u Kaplice

Interpretation of gravity data at the area of granitic intrusions of the Moldanubian pluton near Kaplice

Cíle práce

Cílem práce je zpracování archivních tíhových dat, jejich doplnění vlastním měřením a geologická interpretace získané datové sady.

Použité pracovní metody, datové zdroje

Postup:

- a) rešerše odborné literatury týkající se geologické a geofyzikální stavby oblasti a použití geofyzikálních metod pro studium geologické stavby
- b) zpracování archivních tíhových dat z dané oblasti a navržení míst pro doplňující měření
- c) terénní měření gravimetrem a zpracování získaných dat, sloučení s archivními daty
- d) geologická interpretace doplněné datové sady

Datové zdroje:

- a) informační zdroje

b) tíhová data z archivu české geologické služby – Geofondu

c) vlastní gravimetrická data

Datum zadání: 22. 12. 2015

Mgr. Anastasiia Melnyk

Mgr. Jan Valenta, Ph. D.

podpis studenta
vedoucího práce



podpis

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 02.08.2016

Podpis

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala Mgr. Jan Valenta,Ph.D. za jeho čas, pomoc při terénních měřeních a za rady při zpracování dat. Děkuji všem, kteří mi pomáhali při terénních měřeních. Děkuji Mgr.Pavlovi Záhorcovi Ph.D. za laskavý výpočet topokorekcí. Poděkování také Birgit Woods M.Sc. za povolení na použití programu Oasis Montaj.

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je věnována interpretaci tíhových dat v oblasti granitických intruzí moldanubického plutonu u Kaplice. Tento výzkum probíhal na základě gravimetrických terénních měření v dubnu 2016. Měřeno bylo na dvou paralelních profilech. Data z profilů byla následně zpracována a geologicky interpretována. Zhodnocení odvozených tíhových dat ukázalo, že místa zvýšeného gradientu tíhového pole zhruba odpovídají mapovaným geologickým rozhraním. Jednotlivé horninové typy lze tedy pomocí gravimetrie odlišit.

English abstract

The thesis is devoted to the interpretation of gravity data in granitic intrusions of Moldanubian Pluton near Kaplice. This research was based on gravimetric field measurements taken on two parallel profiles in April 2016. Data from the profiles were then processed and geologically interpreted. Evaluate of derived gravity data showed that the positions of increased gravity field gradient roughly correspond to mapped geological interface. Individual rock types can therefore be distinguished using gravimetry.

Obsah:

1. Úvod	8
2. Geomorfologická charakteristika	9
3. Geologická charakteristika	10
3.1. Moldanubikum	14
3.2. Magmatická aktivita v Moldanubiku	18
3.3. Moldanubický plutonický komplex	19
3.3.1. Granitoidy typu Eisgarn	21
3.3.2. Granitoidy typu Weinsberg	21
4. Geofyzikální charakteristika	22
5. Archivní gravimetrická data	27
6. Terénní měření	28
7. Zpracování dat	34
8. Interpretace	38
9. Závěry	45
10. Seznam použité literatury	46
11. Přílohy	51

1. Úvod

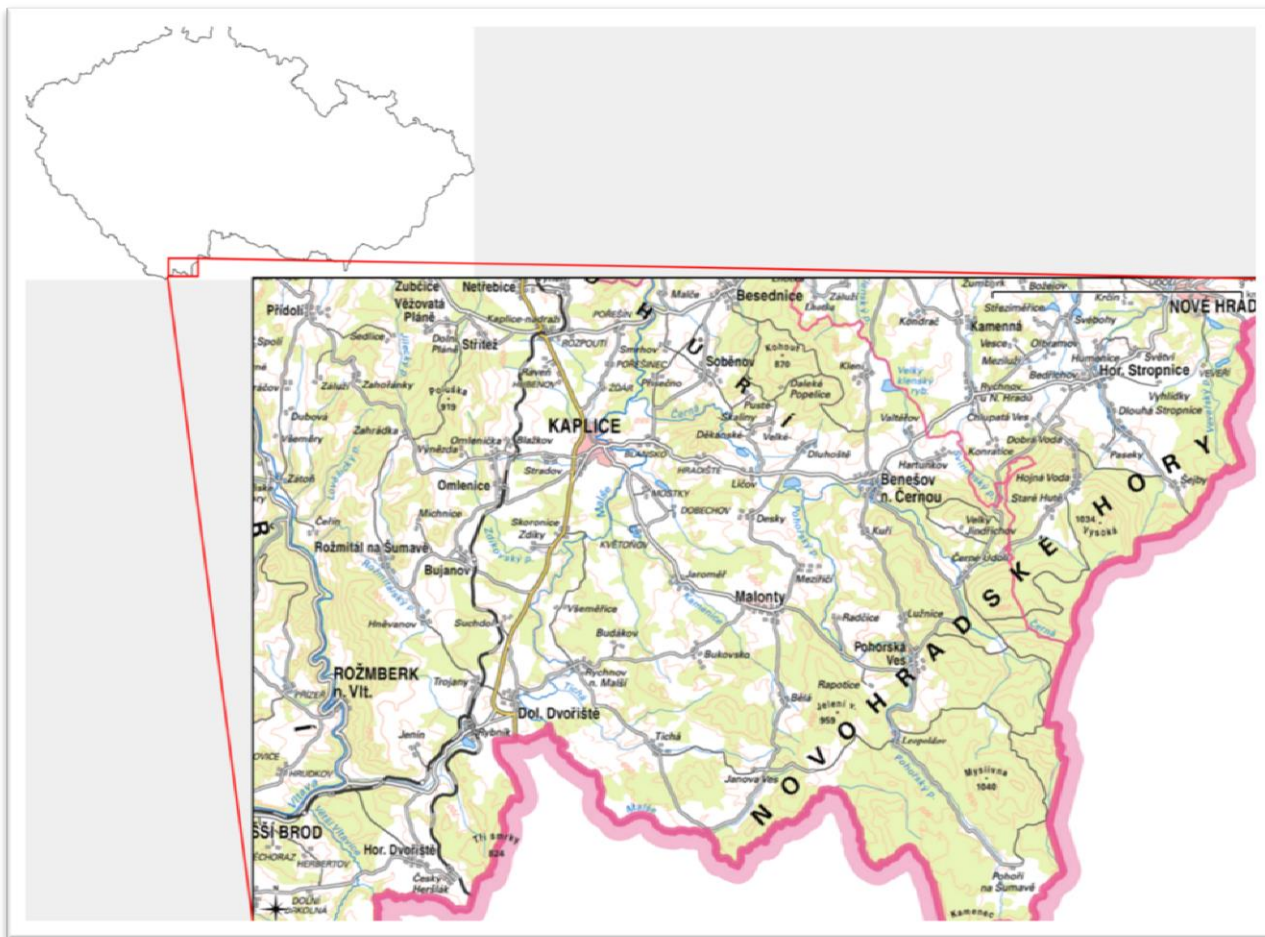
Předložená diplomová práce byla řešena v rámci výzkumné činnosti Oddělení užití geofyziky Ústavu hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze.

Samotné terénní měření se uskutečnilo na lokalitě Kaplice. Hlavním cílem diplomové práce je zpracování tíhových dat a jejich interpretaci v oblasti granitických intruzí moldanubického plutonu, odlišení geologických rozhraní pomocí gravimetrie.

2. Geomorfologická charakteristika

Studovaná oblast se nachází v Jihočeském kraji okres České Budějovice, v blízkosti hranice s Rakouskem. Zájmové území se nachází v okolí města Kaplice (Obr.1). Měřené body jsou převážně situovány mimo zastavěné oblasti.

Území jižně od města Kaplice je poměrně kopcovité, část dokonce hornatá (Novohradské hory), což klade nemalé nároky na výběr měřených tíhových bodů. Ty by měly být mimo výrazné terénní nerovnosti (kvůli ovlivnění měřených hodnot prudkými změnami reliéfu terénu) a zároveň snadno dostupné pro terénní měření (časový a ekonomický aspekt terénních prací). Pro odstranění vlivu reliéfu na tíhová data bylo nutno při interpretaci pracovat s topografickými korekcemi.



Obr.1 – Situace studované lokality na základní mapě ČR 1:200000 (ČÚZK 2016)

3. Geologická charakteristika

V geologické mapě v měřítku 1:200 000 se lokalita nachází na listu České Budějovice-Vyšší Brod.

Moldanubikum – geologická jednotka Českého masívu, jedná se o území mezi Vltavou a Dunajem. Představuje oblast vysoce metamorfovaných a magmatických hornin kořenů variského orogenu. Název vznikl na přelomu 19. a 20. století z latinského označení obou řek - Moldavia a Danubius.

Většina tektonických jednotek, které tvoří Český masív, vznikla v důsledku rozpadu prakontinentu Gondwana na několik menších litosférických desek po kadmokské orogenezi (580 – 540 mil. let); jsou to dnešní saxothuringikum, tepelsko-barrandienská jednotka a brunovistulikum. Oddalováním těchto mikrodesek od Gondwany (Afrika) během svrchního kambria až středního devonu (cca 500 – 400 mil. let) se vytvářel prostor pro vznik saxothuringického oceánu mezi saxothuringikem a tepelsko-barrandienskou jednotkou a také rozsáhlých sedimentárních pánví, do nichž se ukládaly horniny tvořící základ budoucího moldanubika (Chlupáč et al.,2002)

Moldanubikum je nejstarší stavební jednotkou Českého masívu a přísluší mu území zaplňující prostor mezi tokem Vltavy a Dunaje.

Vznik a vývoj moldanubika je nejasný. Všeobecně moldanubikum na území republiky je budováno předprvohorními horninami (starohorními a možná až prahorními, které by mohly být shodné i s horninami severní Evropy), které byly v nejstarších obdobích vývoje zemské kůry zasahovány nejstaršími orogenetickými procesy. Základními horninami moldanubika jsou pararuly (přeměněné sedimenty), ortoruly (přeměněné vyvřeliny), granulity, amfibolity, serpentinity aj. Na území moldanubika jsou rozsáhlé oblasti budované hlubinnými vyvřelinami granitoidního typu (žulami, granodiority), a to

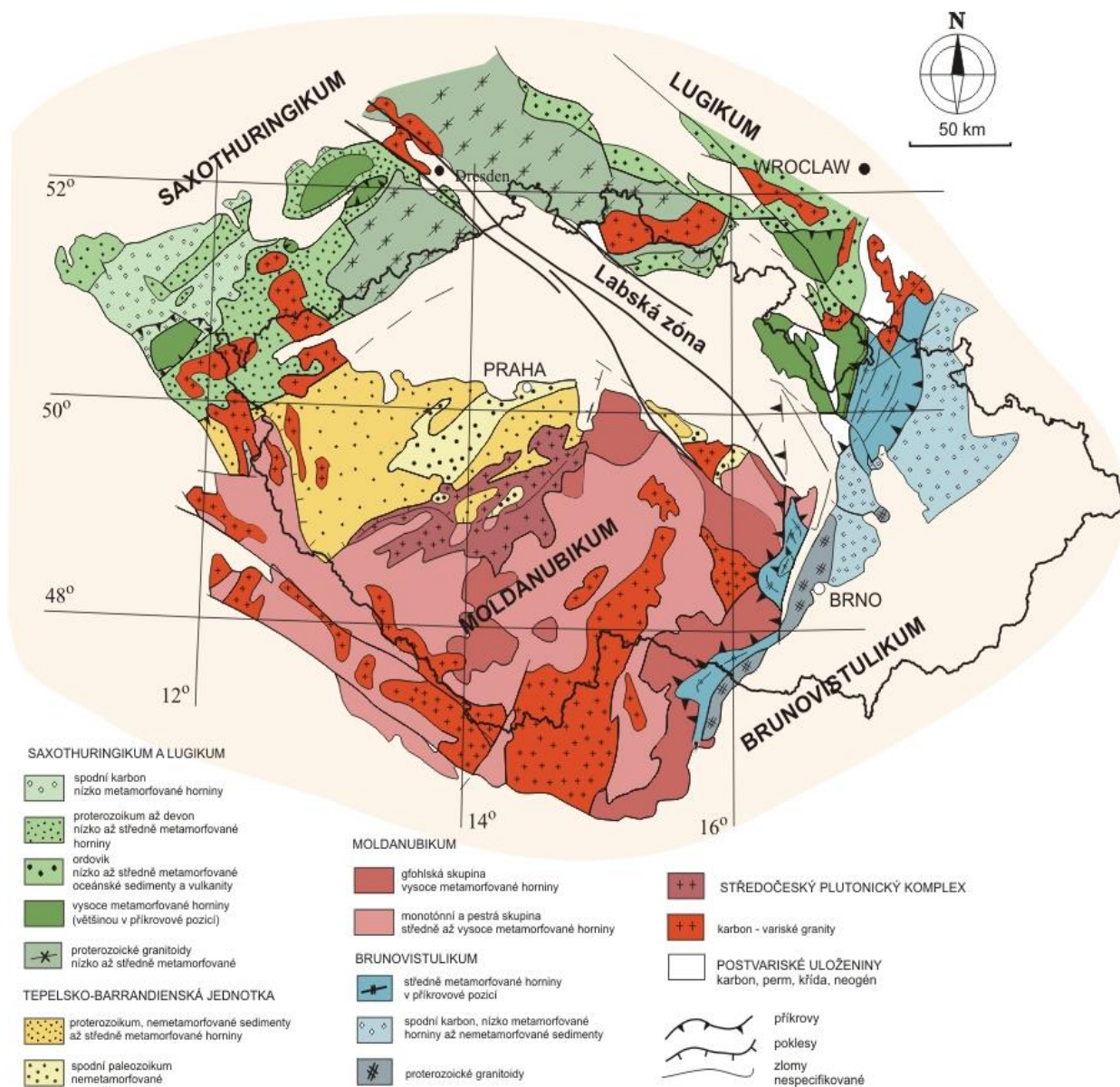
- centrální moldanubický pluton v jižní části moldanubika, zasahující lipenskou část Šumavy, Novohradské hory a jih Českomoravské vrchoviny (a dále se

táhnoucí k toku Dunaje). Toto těleso, které je mladší než okolní horniny, vzniklo při hercynském (variském) vrásnění a bylo odhaleno denudací.

- střečeský pluton, což je komplex hlubinných vyvřelin v pásmu Blatná - Český Brod vznikuvší při hercynském vrásnění; odděluje moldanubikum od ostatních ker.

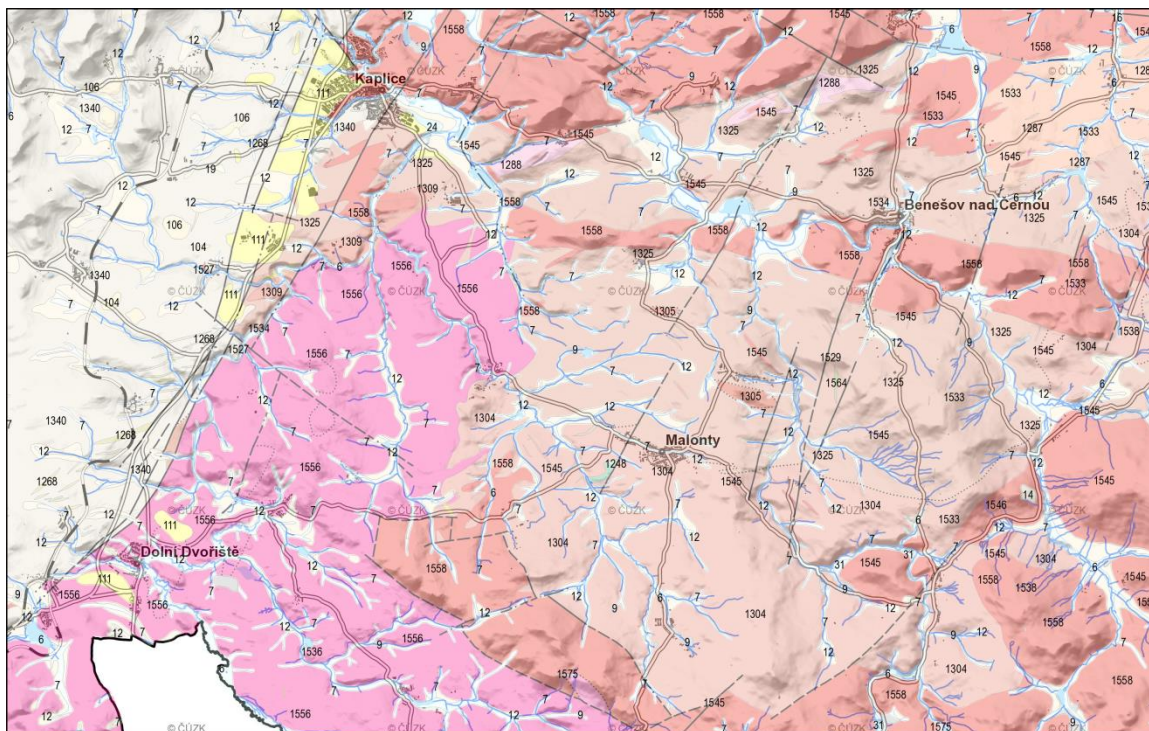
Kromě těchto velkých plutonů je moldanubikum protkáno menšími plutony a pni hlubinných vyvřelin(Chlupáč,et al., 2002).

Moldanubikum je proniklé hlubinnými vyvřelinami, které vznikly v závěru hercynského vrásnění (330 mil. let) a nejsou metamorfovány. Nejvýznamnější z nich je střečeský pluton na hranici moldanubika a Barrandienu a moldanubický pluton v centrální části moldanubika. V moldanubickém plutonu, který je tvořen celou řadou těles na Českomoravské vrchovině, na Šumavě a v Mühlviertelu, převládají alkalicko vápenaté s-typy granitů s muskovitem a andalusitem.



Obr. 2 - Tektonická mapa Českého masívu (Geofyzikální ústav Akademie věd ČR, 2016)

Tato práce se věnuje identifikaci vnitřních staveb granitických intruzí, konkrétně na příkladu Moldanubickeho plutonu. Výsledkem je pak určení charakteru a orientace těchto staveb a interpretace jejich vzniku.



25. července 2016

0 1 2 3 4 km

© Česká geologická služba

Hranice geologických jednotek

- hranice zjištěná
- - - hranice pravděpodobná
- přechod litologický
- - - - - přesmyk předpokládaný
- - - - - přesmyk zakrytý

Tektonická linie

- zlom zjištěný
- - - zlom předpokládaný

Geologická jednotka

Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum

magmatity v moldanubiku

moldanubická oblast (moldanubikum)

moldanubický pluton

- 1556 granodiorit
- 1545 granit
- 1536 leukokrání žilné granity
- 1533 granitový porfyr až granodioritový porfyr
- 1527 křemen
- 1575 usměrněný granit
- 1538 žilný granit
- 1530 aplopegmatit, pegmatit
- 1529 aplit
- 1534 žilný granit až tonalitový porfyr
- 1564 gabro
- 1532 granitový porfyr

metamorfní jednotky v moldanubiku

moldanubická oblast (moldanubikum)

Jednotka nerozlišena

- 1304 migmatit

- 1258 erlan
- 1268 kvarcit, pararula
- 1340 pararula
- 1325 pararula až migmatit
- 1151 peridotit až serpentinit
- 1248 amfibolit
- 1288 ortorula

Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity

jihocheské pánve - terciér

terciér

Českobudějovická pánve, Třeboňská pánve

- 111 jíly, jílovité písky, diatomitové jíly, diatomity
- 106 štěrkovité a písčité sedimenty se skulpturovanými vitavíny
- 104 jíly a písky zelenošedé až fialové (pestré)

Region nerozlišen

kvartér

Jednotka nerozlišena

- 7 smíšený sediment
- 31 písek, štěrk
- 12 písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment
- 9 slatina, rašelina, hnílokal
- 6 nivní sediment
- 14 hlinito-kamenitý, balvanitý až blokový sediment
- 16 spraš a sprašová hlína
- 19 sprašová hlína

Obr.3 - Geologická mapa zájmové oblasti v měřítku 1:50000 (ČGS,2016)

3.1 Moldanubikum

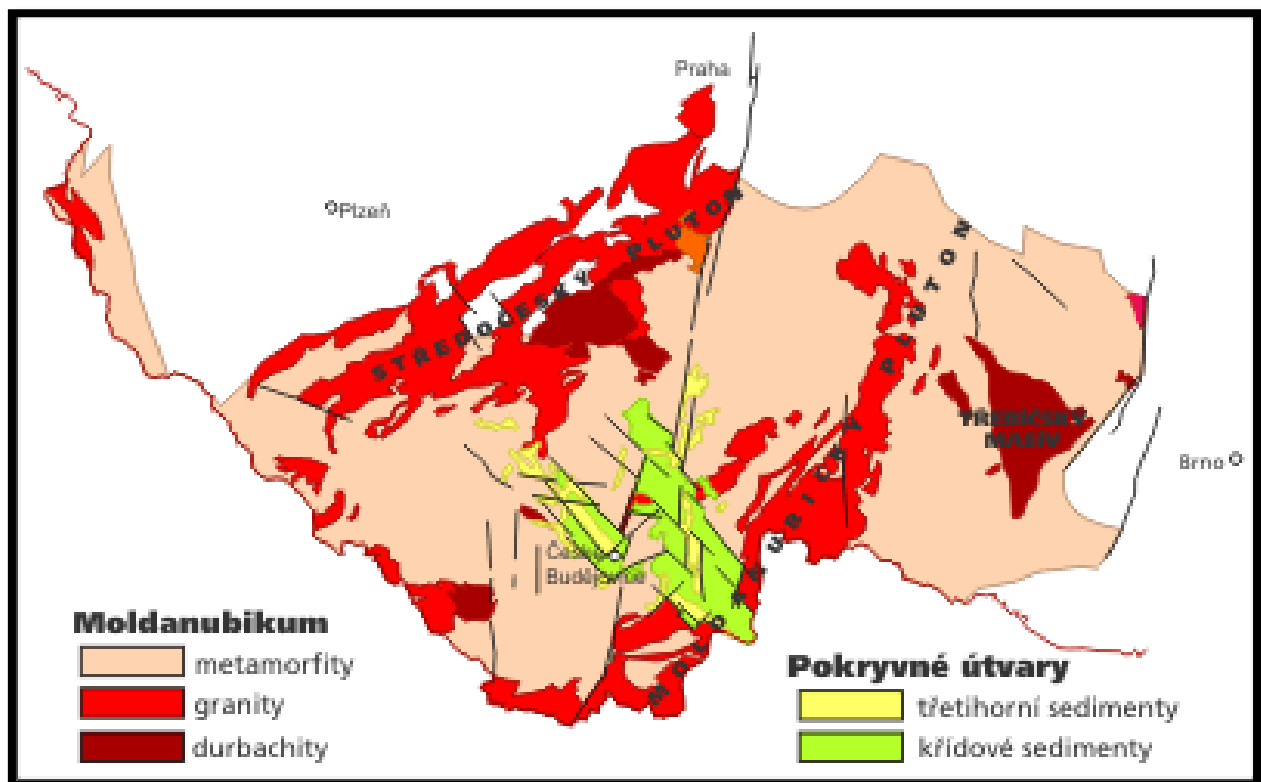
Vývoj Českého masívu je dělen na dvě etapy:

- předplatformní, tzn. do úplného skončení variského geotektonického cyklu K předplatformním krystalinickým jednotkám a zvrásněnému paleozoiku se řadí:
 - moldanubická oblast
 - kutnohorsko-svratecká oblast
 - středočeská oblast
 - krušnohorská oblast
 - lugická oblast
 - moravsko-slezská oblast

platformní - celá oblast je stabilní a postupně ji překrývají pouze další komplexy sedimentárních hornin.

Oblast moldanubika tvoří jižní a západní část Českého masívu. Moldanubikum je jednotkou tvořenou převážně silně metamorfovanými krystalinickými komplexy proniknutými tělesy variských granitoidních hornin. (Šamalíková et al., 2016)

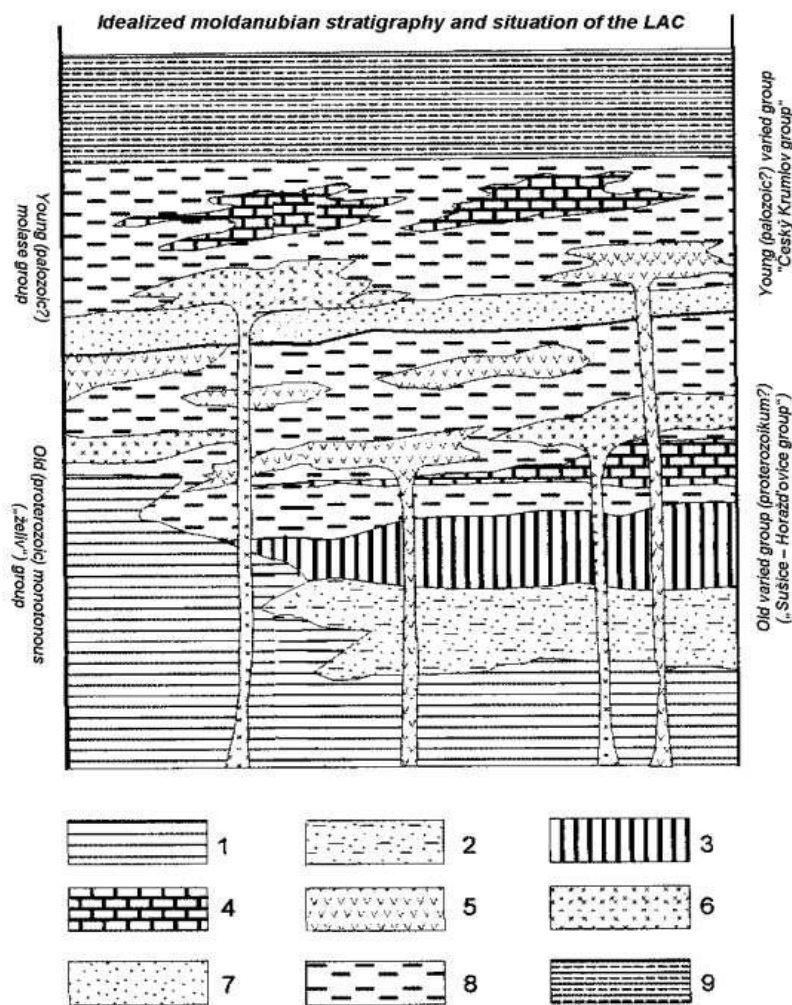
Moldanubikum je členěno na dvě hlavní litotektonické podjednotky (Dallmeyer et al., 1995; Franke, 2000): gföhlskou a drosendorfskou. Gföhlská jednotka zahrnuje spodně-korové horniny (granulity, ortoruly, migmatity).



Obr. 4- Schéma geologické stavby moldanubika. (J. Petránek et al., 2015)

Regionálně se člení na:

1. moldanubikum bavorské a Českého lesa,
2. šumavské moldanubikum,
3. české moldanubikum,
4. čáslavské moldanubikum,
5. strážecké moldanubikum,
6. moravské moldanubikum,
7. moldanubikum Waldviertlu
8. moldanubikum Mühlviertlu



Obr.5- Schéma stratigrafické stavby moldanubika.(Štelcl, Vavrá, 2007)

Vysvětlivky: 1 – starší jednotvárná skupina; 2 – poloha rul s kvarcitem s amfibolem a pyroxenem; 3 – leptynit-amfibolitový komplex; 4 – metakarbonáty a erlány; 5 – vyvřeliny a tufitické horniny převážně mafického složení; 6 – vyvřeliny a tufitické horniny převážně kyselého složení; 7 – metakonglomeráty a metadroby; 8 – metatufy a ruly s proměnlivou stavbou.

Oblast centrálního moldanubického plutonu je nositelem Sn-W mineralizace, která je vázána jak na intruzivní horniny vlastního plutonu, tak na horniny v jeho exokontaktu (Losertová, 2015).

Představuje během variské kolize nejvíce ztluštěnou a posléze hluboce erodovanou část orogénu, jeho tzv. orogenní kořen. Suprakrustální horniny v ní byly intenzivně metamorfovány v podmínkách vyšší amfibolitové facie až granulitové facie.

Moldanubická oblast je velmi heterogenní a polymetamorfní jednotkou. Stáří protolitů metamorfitů se pohybují v rozmezí od paleoproterozoika po spodní karbon (Kröner et al., 2007; Kröner et al., 1988).

Hlavní tektonometamorfní procesy, v průběhu kterých vznikla současná stavba moldanubika, jsou přes značný rozptyl radiometrických dat (490 až cca 280 Ma) bezesporu variské. Geologickým potvrzením moldanubika je složení svrchnovisézských klastik Dražanské vrchoviny, které obsahují velké množství valounů a bloků hornin typických pro horninové asociace moldanubika. (Chlupač, Kachlík 1992)

3.2 Magmatická aktivita v Moldanubiku

V průběhu variské orogeneze docházelo v oblasti moldanubika ke genezi a umístění velkého množství granitoidních plutonů, které jsou členěny do několika dílčích genetických skupin (např. Finger et al., 1997; Schaltegger et al., 1997, Pour 2012, Páclíková, 2012):

1. skupina (370-340 Ma). Granitoidy I-typu (diority, tonality, granodiority), které mají nízký obsah K_2O často se objevují v asociaci s diority a gabry. Mohou být interpretovány jako granitoidy magmatických oblouků spojených se subdukcí raně variských oceánů.

2. skupina (cca 340 Ma). Jedná se o spodnokarbonské deformované synkolizní granity nebo magmatity I-typu. Objevují se v podloží Gföhlské jednotky a pravděpodobně reprezentují synkolizní tavení kontinentální kůry.

3. skupina (340-310 Ma). V tomto případě se jedná o granitoidy mají převážně granitické složení a hořečnato-draselné plutonity s vysokým obsahem K_2O a zároveň s vysokými obsahy kompatibilních prvků, jako Mg a Cr. Horninys vysokým obsahem K_2O , mírně peraluminické, někdy metaaluminické, s megakrysty K-živce. Tyto skupiny patří například granitoidy typu Weinsberg. Středně peraluminické granity S -typu s muskovitem nebo cordieritem a granátem jako indikátorem přesycení Al jako jsou například granitoidy typu Eisgarn.

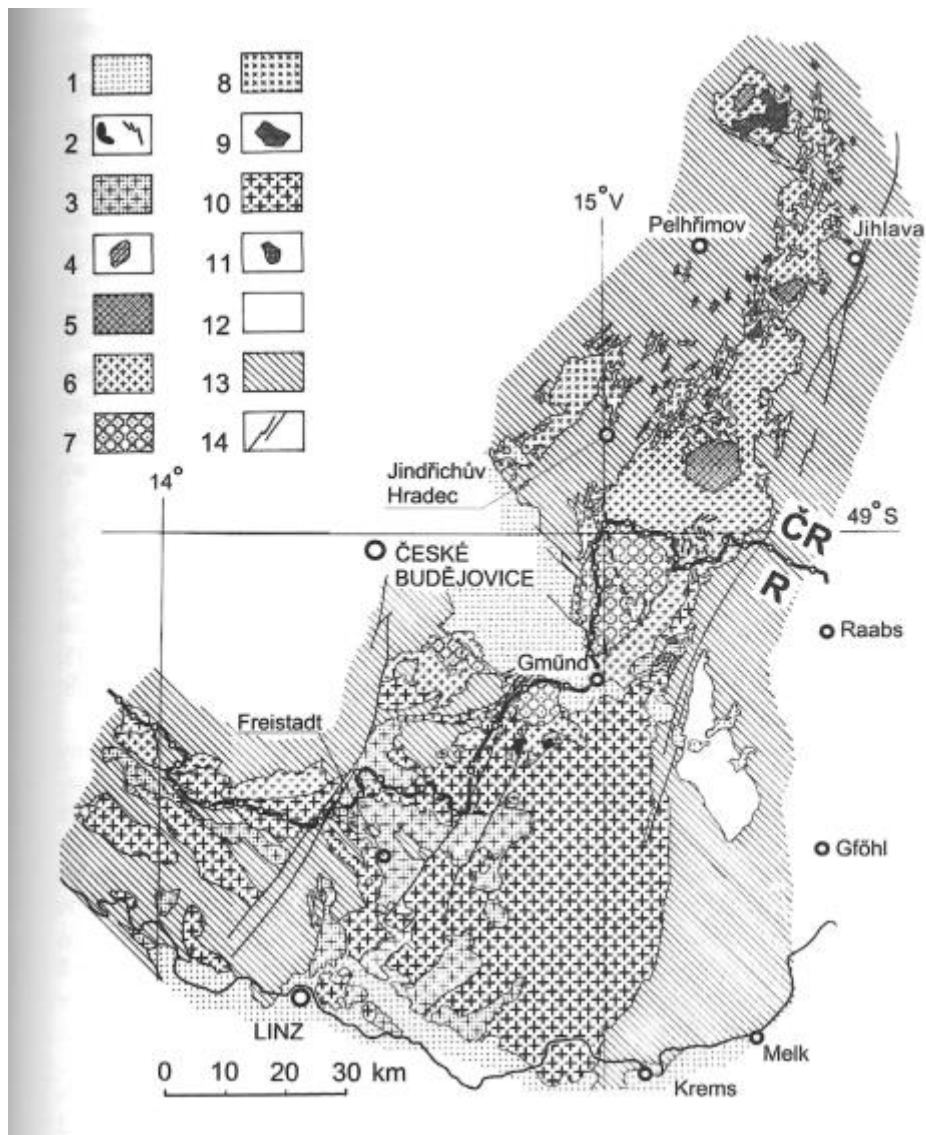
4. skupina (310-290 Ma). Jedná se o pozdně variské postkolizní granitoidy, metaaluminické až mírně peraluminické tonality, granodiority a granity, na základě vysokých obsahů sodíku se řadí mezi I-typy.

5. skupina zahrnuje leukokráttní granitoidy A-typu s vysokým obsahem Y, slabě peraluminické až metaaluminické s vysokými obsahy K, Rb a Th, s vysokým poměrem FeO/MgO .

3.3 Moldanubický plutonický komplex

Moldanubický pluton se, v tradičním pojetí sestává ze tří hlavních intruzivních jednotek – weinsbegrské, eisgarnské a freistadtsko-mauthausenské. Ve skutečnosti je však stavba plutonu mnohem komplikovanější (Breiter et al.2006).

Moldanubický plutonický komplex (MPK) (obr. 6) je největším magmatickým komplexem celé vulkano-plutonické fronty(cca 6000km²). Lehké granitové taveniny této stavbě vtiskly asymetrické vyklenutí, zdůrazněně mylonitovými smykovými zónami. Nachází se v jižní části Českého masivu, v komplexu částečně exhumovaných, vysoce metamorfovaných hornin. Plutonický komplex se skládá ze starší a mladší skupiny intruzí, které se svým věkem částečně překrývají(Cháb et al.,2008).



Obr.6 – Moldanubický plutonický komplex: 1. terciární a křídové sedimenty, 2. pozdní malé granitové pně a granitové porfyry, 3. pozdně synorogenní a poorogenní biotitické granity a granodiority, 4.-7. Eisgarnská svita peraluminických granitů: 4. albit-muskovit-topazový granit, 5. středně až hrubě zrnitý dvojslídny granit, 6. jemně až středně zrnitý dvojslídny granit, 7. středně až hrubě zrnitý, dílem porfyrický granit včetně pozdních jemnozrnných těles, 8. středně až hrubě zrnitý dvojslídny granit s velmi nízkou koncentrací stopových prvků, 9. jemně až . středně zrnitý dvojslídny granit bohatý Th, 10. tmavý hrubě zrnitý porfyrický biotitický granit, 11. diorit, gabro, 12. rastenberský pluton, 13. moldanubické ruly, migmatity aj., 14. zlom (podle Breitera et al.1998, Klotzli et al.1999).

3.3.1 Granitoidy typu Eisgarn

Jedná se o relativně mladší, posttektonické granitoidy peraluminického složení S-typový peraluminický dvojslídny eisgarnský szenogranit (Breiter a Scharbert 1996). Po hlavní intruzivní fázi eisgarnského typu (Eisgarn, Čiměř, Mrákotín) následuje etapa kruhových intruzí z hloubky vystupujících pňů (Breiter 1998).

Krystalizační stáří granitoidů typu Eisgarn spadá do období 330-310 Ma.

Magmata granitoidů typu Eisgarn vznikala pravděpodobně parciálním tavením biotitem bohatých pararul (např. René et al. 1999, 2008).

3.3.2 Granitoidy typu Weinsberg

Granitoidy typu Weinsberg mají značně variabilní složení od mafických, křemenmonzodioritických variet s ortopyroxenem přes silně porfyrické biotitické granity (dominantní litologie) až po felsické koncové členy s muskovitem. Vmístění a krystalizace granitoidů typu Weinsberg odpovídá časovému rozpětí ~331-323 (Finger et al., 2003; Gerdes et al., 2003). Lze vymezit dvě hlavní skupiny granitoidů typu Weinsberg: 1 typ má více I-typovou charakteristiku a dále se dělí na podskupiny A – B. Do skupiny A patří granitoidy relativně více bohaté Al_2O_3 a jsou bohatší obsahem SiO_2 než varieta B. 2 typ má S-typovou charakteristiku. Obsahy SiO_2 v případě granitoidů typu Weinsberg jsou mírně variabilní (Friedl et al., 1996). Jednotlivé variety granitoidů typu Weinsberg byly datovány na 328,8 +/-4,1 (Scharbert 1987, Liew et al. 1989; Frank et al. 1990, Finger and von Quadt 1992 a Gerdes 2001).

Na území České republiky tvoří granitoidy typu Weinsberg, kromě výběžku Weinsbergského plutonu v Novohradských horách, čtyři menší tělesa v západní větvi MPK: prášilský pluton, vyderský pluton, stráženský kompozitní pluton a eisgarnský pluton.

4. Geofyzikální charakteristika

Největší část krystalinika Českého masívu tvoří moldanubikum, sestávající převážně z rul spolu s granitoidními plutony. Ruly mají obvykle, s výjimkou ortorul a migmatitů, vyšší hustotu než kyselější granitoidy, většinou vyšší magnetickou susceptibilitu, nižší radioaktivitu a prakticky stejné rychlosti šíření podélných vln, až na to, že jsou rychlostně anizotropní. Tíhové pole je zde dosti členitě, se strukturami různých směrů (Ibrmajer et al. 1969)

Regionální magnetické pole v rozsáhlých areálech moldanubika se pohybuje od -60 do 140 nT. Záporné hodnoty jsou vázány na regionální antiformy s vystupujícími a většinou obnaženými granitoidními masívy (Šalanský, 1967).

V některých oblastech synformních jsou mírně kladné hodnoty. Vyšší hodnoty ΔT v regionálním měřítku jsou v prostoru západomoravské magnetické anomálie se středem v granulitovém komplexu mezi Moravským Krumlovem a Náměští nad Oslavou. Vyšší magnetické pole mají moldanubická svorová pásma (kaplické a chýnovské svory a skupina Královského hvozdu), (Buday et al. 1969).

Moldanubické krystalinikum obsahuje pestrý soubor anomálií ΔT , které se liší morfologicky, velikostí a amplitudově a různými geologickými příčinami. Byla popsána regionální magnetická pásma i látková charakteristika příčin magnetických anomálií (Šalanský 1967).

Magnetické pole je v kaplických svorech členitě s řadou lineárních pásem magnetizovaných svorových rul, které působí regionální magnetické zóny sledovatelné až do podloží treboňské pánve. Na území jižních Čech převládají v moldanubiku anomálie nízkých amplitud. (Čekan a Šalanský 1983)

Ve vlastním moravském moldanubiku lze v magnetickém obraze vyčlenit dvě rozdílné oblasti : první leží v západní části mezi centrálním a třebíčským masívem, vystupují v ní ojedinělé anomálie, převážně lineárního tvaru. Vytvářejí několik s.—j. pásem v délce od několika do 20 km (regionální magnetické struktury županovická, ořechovská, hrutovská – Šalanský. 1983). V těchto

stratiformních anomáliích lze pozorovat stratigrafickou korelaci s mocnějšími horizonty kvarcitických hornin. Větší rozšíření mají lokální anomálie na Jemnicku s typickou anomálií od skarnového tělesa u Županovic (maximum 1300 nT).

Druhá anomální oblast magnetizovaných partií je na styku s kaplickými svory u Horního a Dolního Dvořiště.

Oblast moldanubika zahrnuje převážně katazonálně metamorfované krystalinikum, kterým pronikají hlubinné plutony.

První seismologické údaje byly získány ve čtyřicátých letech na základě analýz zemětřesení ve východoalpské zóně A. Zátokem. V šedesátých a sedmdesátých letech byla provedena hlubinná seismická sondáž na mezinárodních profilech V, VI, VII. Další geofyzikální údaje byly získány měřeními při průmyslových odpalech. Výzkum vedený B. Beránkem byl zaměřen na získání údajů o mocnosti zemské kůry na celém území tehdejšího Československa.

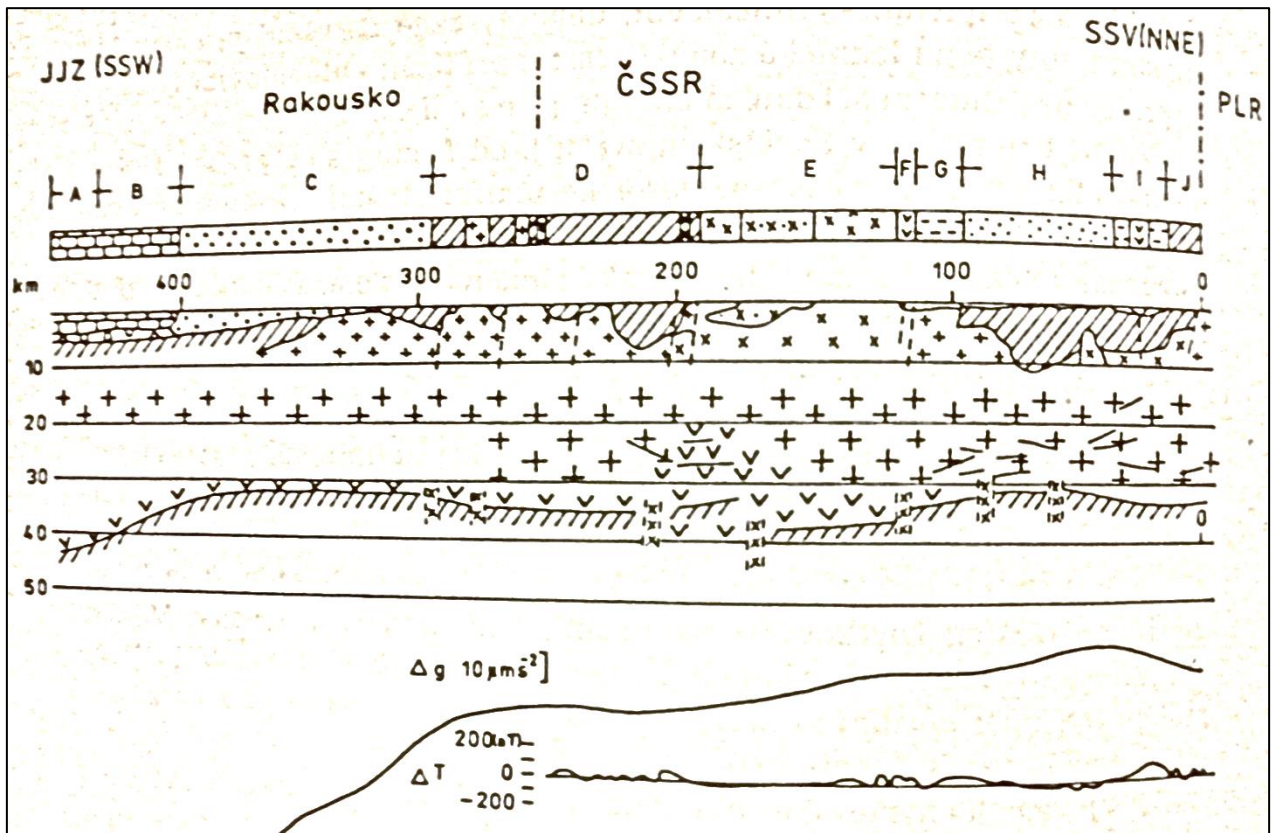
Výzkum zemské kůry metodou reflexní seismiky byl prováděn na několika parametrických profilech v Českém masívu a v neroponosných regionech Západních Karpat (Beránek, 1978).

Profil VII začíná na území bývalého Sovětského svazu přechází přes ruskou platformu do polské paleozoické platformy, protíná předsudetskou monoklinálu a západosudetský blok a vstupuje na území České republiky (Sněžka), přitom protíná labský zlomový systém, středočeský pluton, moldanubikum a v prostoru Šumavy (Boubín) přechází na území SRN a končí v severních vápencových Alpách. Jeho délka na území České a Slovenské republiky je 250 km (Beránek, Zátopek, 1975).

Část profilu probíhá moldanubickým krystalinikem, tvořeným variskými granitoidy. Pláště rul a migmatitů zde mají mocnost až několik kilometrů a pronikají na povrch. Většina velkého množství lehkých granitů je kompenzována těžšími zbytkovými horninami (Obr.7).

V oblasti mezi středočeským plutonem a šumavskou větví moldanubického

plutonu nabývá zemská kůra největší zjištěné mocnosti v Českém masívu (nad 40 km) (Beránek a Dudek, 1972, Beránek et al. 1971).

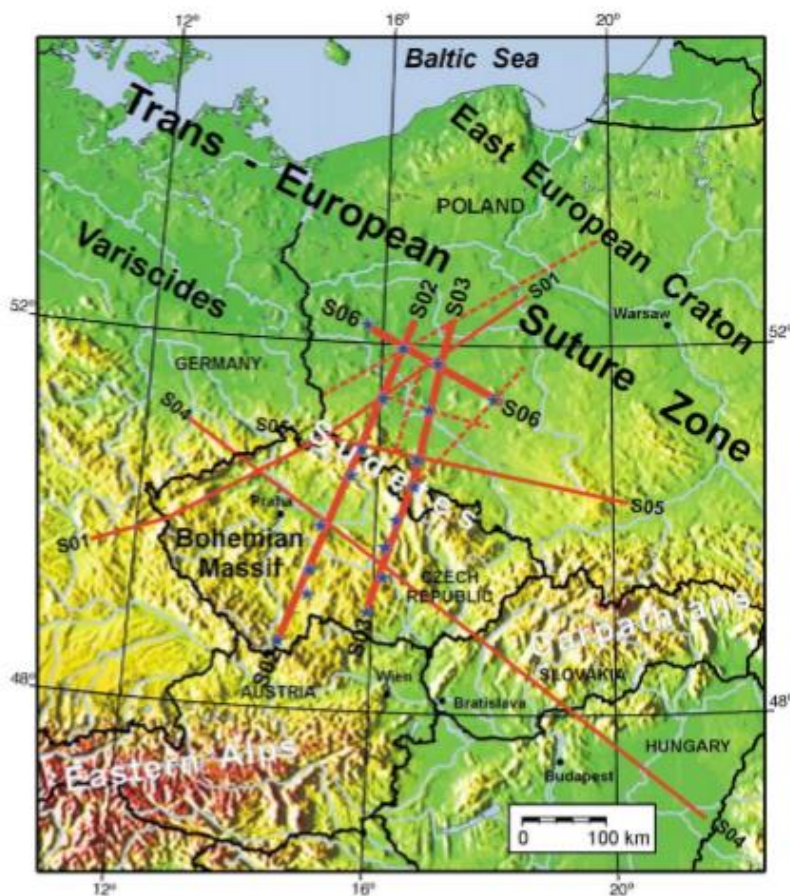


Obr. 7- Seismický řez mezinarodního profilu HSS-VII podle (Beránka 1978)

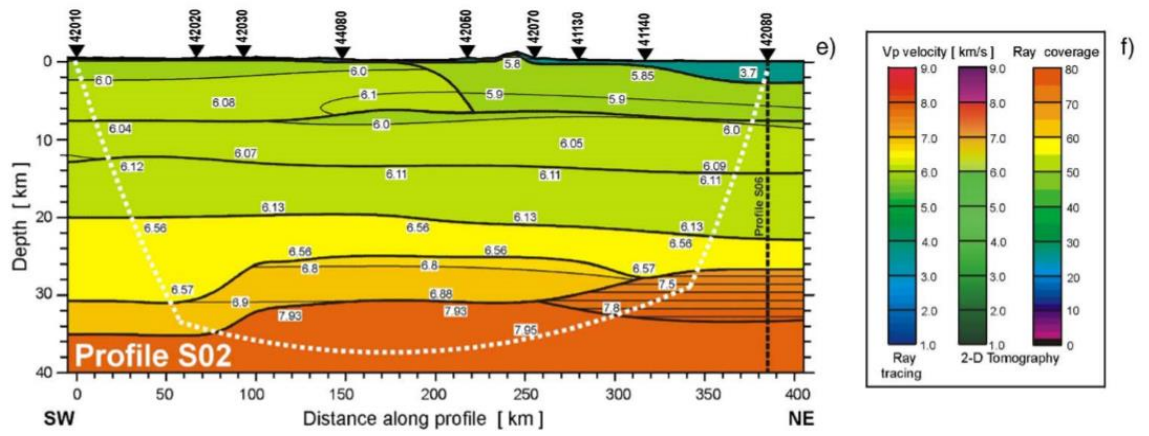
A- centralní Alpy, B- alpské příkrovy, C- alpská předhluben, D- moldanubikum, E- středočeský pluton, F-proterozoikum, G-permokarbon, H- křídlová tabule, I- permokarbon, J- krystalinikum Krkonoš .

Novější práce pro určení hlubinné stavby Českého masívu byly seismické profily měřené v rámci evropských experimentů CELEBRATION, ALP a SUDETES (Gyterch et al., 2003) a dalších prací menšího rozsahu. Za všechny můžeme uvést např. výsledky zpracování refrakčních profilů (Beránek a Dudek, 1972; Guterch et al., 1986, 1992; Aichroth et al., 1992; Mayerová et al., 1994; Grad et al., 2002a, 2003a; Hrubcová et al., 2005), povrchových vln(e.g., Neunhöfer et al., 1981; Wieland et al., 1987a,b; Novotný et al., 1995,1997), a

„receiver functions“ (Kind et al., 1995; Geissler et al., 2002; Wilde-Piórko et al., 2005). Podle těchto výsledků je kůra Českého masivu 30-40 km tlustá, ztlušťuje se postupně od severozápadu (Saxothuringian Zone) na jihovýchod (Moldanubikum). Pro studovanou oblast je zajímavý profil procházející lokalitou (obr.8a, 8b), byť jeho rozlišení je pro určení detailní stavby příliš hrubé.



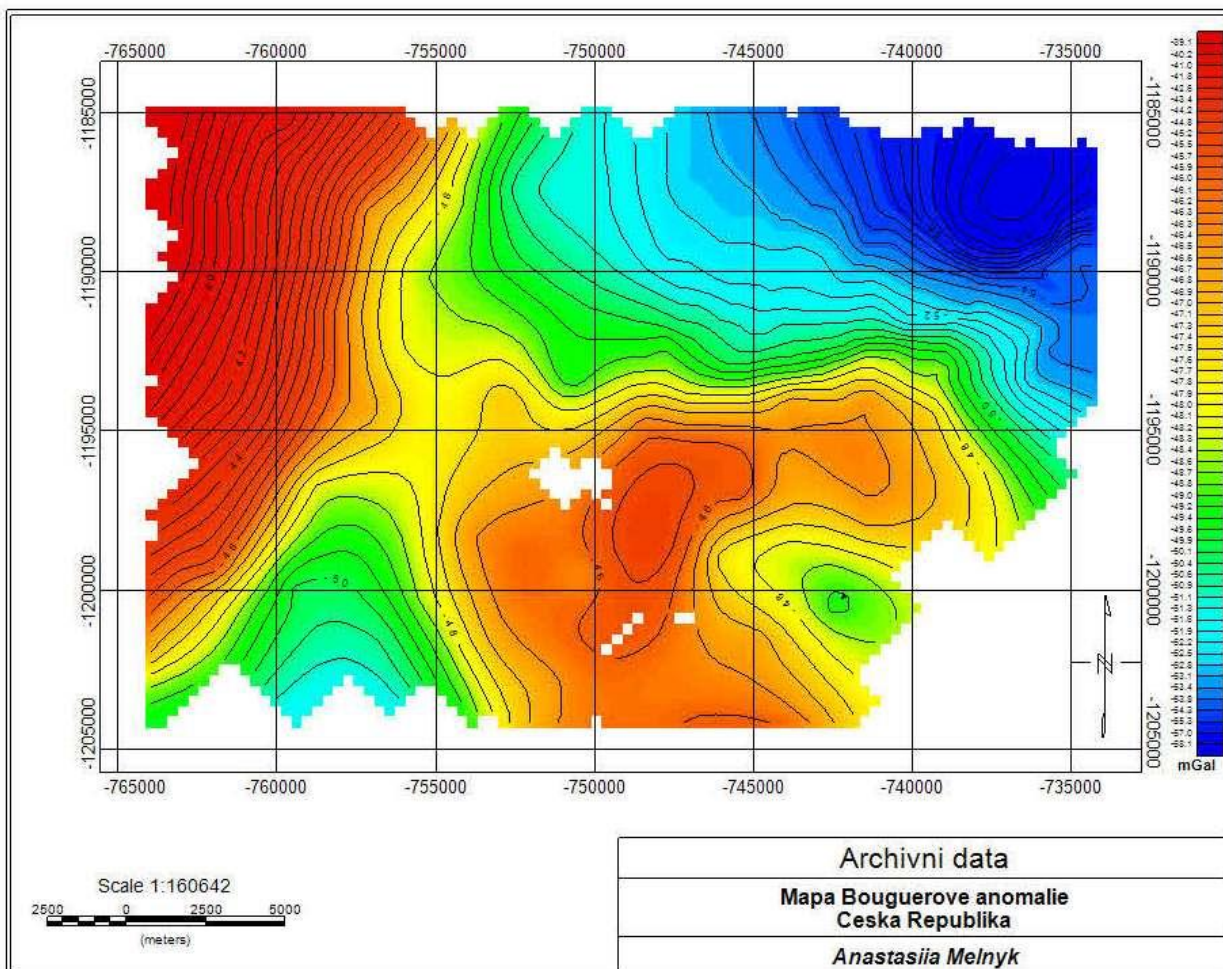
Obr. 8a – Mapa profilů seismického experimentu SUDETES 2003.



Obr.8b - Rychlostní model získaný seismickou tomografií podél profilu S02(podle M. Majdanski et al., 2005)

5. Archivní gravimetrická data

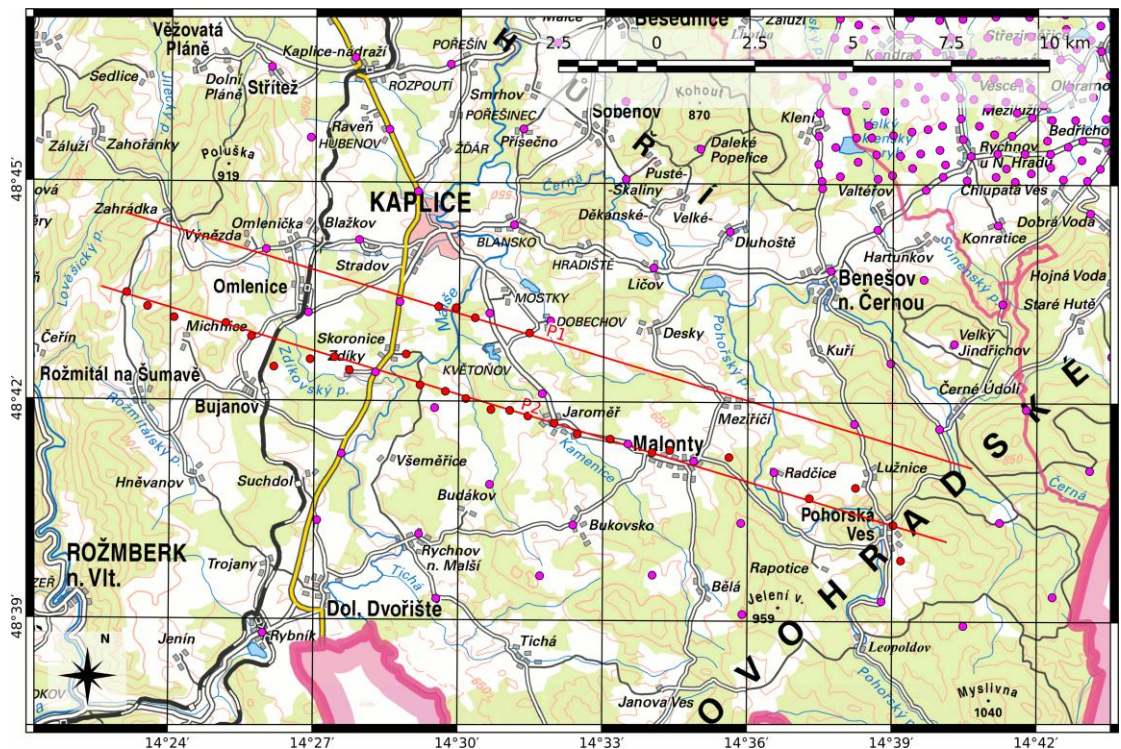
Pro prvotní zhodnocení zájmového území a pro výběr míst vhodných pro další detailní výzkum byla použita archivní gravimetrická data Geofondu. V převážné většině zkoumané oblasti jsou k dispozici regionální data z padesátých let, mapováno v měřítku 1:200000 (Obr.9). Pouze do SV rohu oblasti zasahuje gravimetrické mapování ze sedmdesátých let v měřítku 1:25000. Toto detailní měření je však již, bohužel, mimo zájmovou oblast a pro řešení problematiky umístění granitických intruzí u Kaplice je tak nepoužitelné.



Obr.9 – Mapa Bouguerových anomalí (archivní data) vytvořená v programu Oasis Montaj

6. Terénní měření

Měření v terénu se uskutečnilo ve dvou etapách. V první etapě, byly odebrány vzorky hornin na výchozech v okolí města Kaplice. Druhá etapa spočívala ve vlastním gravimetrickém měření. Cílem měření bylo zahuštění archivních gravimetrických dat a především získání profilových dat pro gravimetrické modelování. Pro tyto účely byly vytyčeny paralelní profily P1 a P2, které byly změřeny v dubnu 2016. Profily byly plánovány tak, aby kolmo protínaly předpokládanou strukturu, a, pokud možno, využívaly již existující gravimetrická data. Určení přesných výšek měřených bodů, které je nutné pro gravimetrické měření, bylo provedeno pomocí geodetické GPS. Situace geofyzikálních profilů je na Obr. 10. Zvolené profily mají přibližně SZ – JV směr. Terénní práce se orientovaly především na profil P2 (jižnější). Na profilu P1 bylo změřeno pouze několik bodů na kontaktu intruzí freistadtského a weinsberského granitu. Krok měření v centrální části profilů byl cca 500 m a směrem ke koncům profilů se zvětšoval (Obr.10). Délka profilu P2 je cca 20 km. Konkrétní pozice bodů byla volena s ohledem na místní podmínky (přístupnost pozemků, otevřená krajina kvůli měření GPS, vzdálenost od výrazných terénních stupňů, apod.). Měřené body byly navázány na tíhové body České gravimetrické sítě, aby bylo možno jimi doplnit archivní gravimetrická data. Celkem bylo změřeno 30 profilových bodů.



Obr.10- Pozice profilů a jednotlivých měření gravimetrických bodů. Body měřené v rámci této práce jsou značeny červeně, body archivních dat pak fialově.

GRAVIMETRICKÉ MĚŘENÍ

K měření byl použit gravimetr CG – 5 (Obr. 11 a 12), výrobek kanadské firmy Scintrex. Jedná se o pružinový relativní digitální gravimetr s citlivostí 1 μGal a měřícím rozsahem přes 8000 mGal. Pružina u tohoto typu gravimetru je křemenná a není tak ovlivňována magnetickým polem.

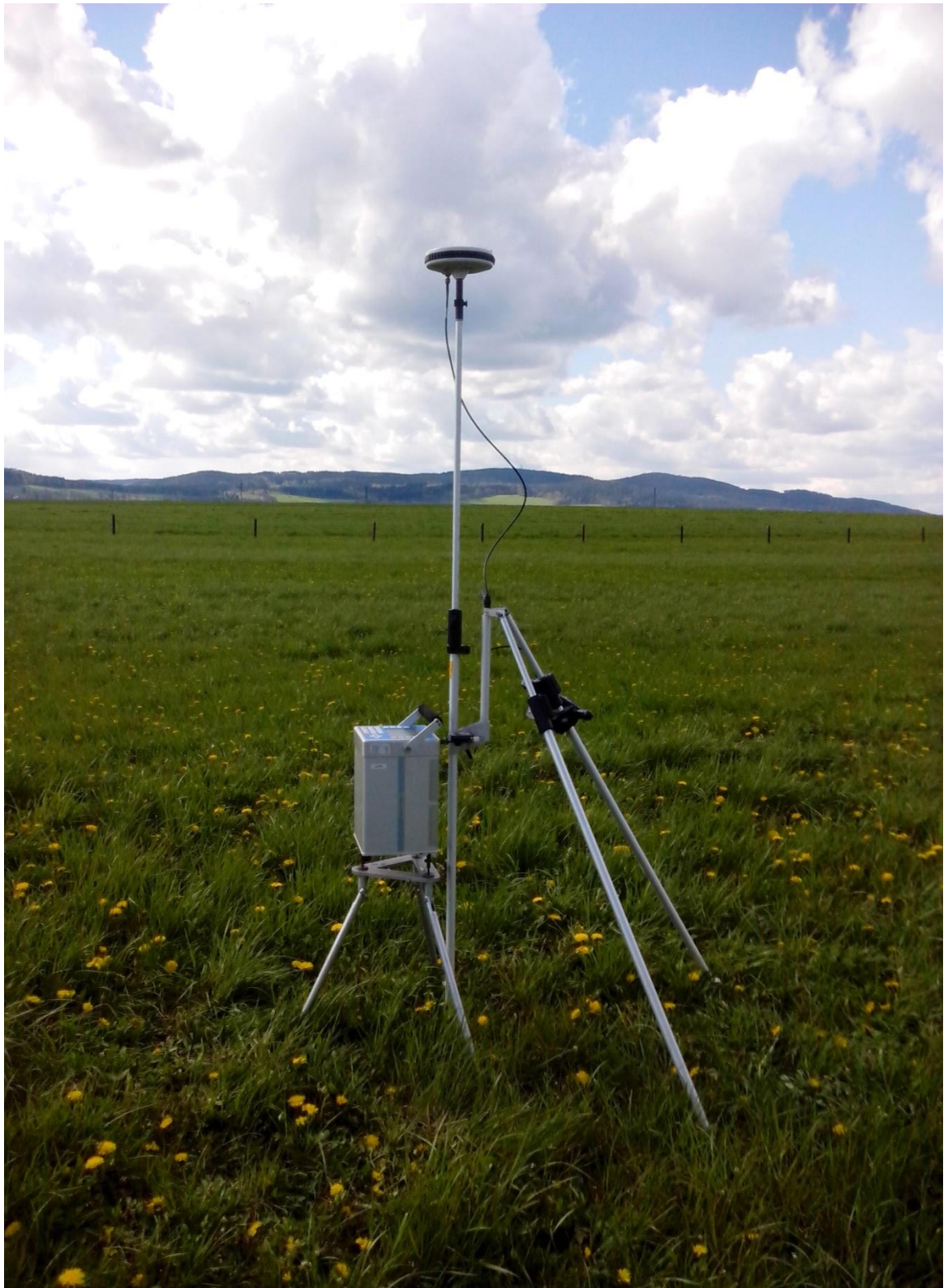
Před počátkem samotného měření bylo zadáno do softwaru přístroje datum, čas a průměrná zeměpisná šířka a délka místa měření. Z těchto hodnot jsou pak automaticky počítány opravy na slapové účinky Měsíce a Slunce. Další automatická oprava se provádí na dlouhodobý lineární chod gravimetru („stárnutí“ pružiny). Pro vyloučení reziduálního chodu gravimetru a reziduálních slapových účinků bylo měřeno na opěrných bodech.

Při měřeních na bodech profilu se postupuje stále stejně. Gravimetr se umístí na stativ a pomocí nivelačních šroubů se vyrovná do vodorovné polohy. Přístroj odečítá tíhová data s frekvencí 5 Hz. Každou vteřinu jsou tato čtení statisticky zpracována do jednoho vzorku. Tyto vteřinové vzorky pak slouží jako základ pro vlastní měření. Přístroj registruje na jednom místě po uživatelem stanovenou dobu. Po jejím uplynutí jsou data vyhodnocena, vzorky s příliš velkou odchylkou odstraněny a zbylá data jsou opět statisticky zpracována a je z nich vypočtena jedna hodnota reprezentující hodnotu tíže na daném bodě. Při nejčastěji používaném minutovém měření tak výsledná hodnota reprezentuje soubor 300 odečtů tíže, což ji činí poměrně reprezentativní.

V rámci této práce bylo pro všechny body použito jednotného měřicího schématu. Na každém bodě byla základní minutová měření opakována tak dlouho, dokud nebyly rozdíly měřených hodnot nižší než cca 0,003 mGal. Výrazně odlehlé hodnoty byly smazány a zbylá data zprůměrována. Výsledná hodnota pak reprezentuje měřenou tíži daného bodu.

Pro stanovení chyby měření bylo 10% bodů měřeno opakovaně. Rozdíly měřených hodnot reprezentují chybu měření gravimetrem.

Tímto způsobem byl v terénu získán soubor dat, který pak byl dále zpracováván.



Obr.11 – gravimetr Scintrex CG-5



Obr.12 Terénní měření

Měření výšek profilových bodů bylo provedeno metodou GNSS (Global Navigation Satellite System). Měřeno bylo pomocí dvou GNSS přijímačů – statické měření jednofrekvenčním přístrojem Promark 3 firmy Ashtech a RTK (Real Time Kinematics) měření dvoufrekvenčním přístrojem Topcon HiPer. Statická data byla zpracována programy GNSS Solutions a Leica GeoOffice. Typická chyba takto získaných dat je v otevřeném terénu v řádu centimetrů ve všech třech směrech (XYZ). Při kontrolním měření na opěrném bodě byla chyba měření výšek 1,3 cm vůči nadmořské výšce udávané ČÚZK. Tomu odpovídá chyba Bouguervy analie 0,003 mGal (pro redukční hustotu $2,67 \text{ g/cm}^3$). Protože však chyba v určení výšek metodou GPS není systematická a liší se bod od bodu, můžeme na některých bodech očekávat chybu vyšší. Pro „pesismistický“ případ (maximální předpokládaná chyba) s chybou určení výšek 10 cm se dostáváme na

chybu určení Bouguerovy anomálie z výšek na 0,02 mGal. I tato chyba je stále akceptovatelná pro regionální gravimetrický průzkum.

7. Zpracování dat

Archivní data bylo možné, i přes jejich nízkou hustotu, použít pro základní zpracování a získání důležitých informací o zájmovém území. Pro další práce však bylo nutné jejich doplnění v zájmové oblasti novým měřením. Nově získaná data byla převedena do formy Bouguerových anomálií a poté sloučena s archivními daty.

Vlastní zpracování tíhových dat je z části automatizované (přístroj sám zavádí do měřených dat některé korekce, např. na slapové účinky Slunce a Měsíce) a z části manuální (např. odstranění reziduálního chodu gravimetru či vlastní výpočet Bouguerových anomálií). Pro zpracování dat se používají standardní zpracovatelské postupy, tzv. výpočty tíhových anomálií.

Bouguerovy anomálie se počítaly podle vzorce:

$$\Delta g_B [\text{mGal}] = g - g_n + 0,3086h + (0,3086 - 0,0419\sigma)H + T + B \quad (7.1)$$

kde:

g - je hodnota tíže opravená o časové změny [mGal],

g_n - je hodnota normálního tíhového zrychlení [mGal],

h - je výška stativu [m]

σ - je redukční hustota [g.cm⁻³],

H - je nadmořská výška bodu [m],

T - je topokorekce [mGal],

B je Bullardův člen [mGal].

Nejprve byla provedena oprava na reziduální časové změny tíže. Tato oprava zahrnuje opravu na reziduální chod gravimetru a reziduální slapové účinky. Při této korekci vycházíme z opakovaných měření na opěrném bodě. Protože je nutné znát

hodnotu tíže na opěrném bodě a zároveň (ve stejný čas) i na řadovém bodě, vyjadřujeme chod gravimetru rovnicí. Naměřenými daty z opěrného bodě jsme proložili hladké polynomiální křivky vhodného stupně a ty odečetli od měřených hodnot na profilech. Tímto krokem jsme odstranili z měření systematické reziduální časové změny tíže. V dalším kroku zpracování opravujeme naměřené hodnoty o ostatní negeologické faktory.

Teoretickou (normální) tíži v (mGal) počítáme podle vzorce (WGS84)

$$g_t = 978032.7(1 + 0.0053024 \sin^2 \varphi - 0.0000058 \sin^2 2\varphi)$$

kde φ je zeměpisná šířka.

Redukční hustota pro výpočet Bouguerových anomálií (σ ve vztahu 7.1) byla zvolena 2,67 g.cm⁻³, tedy hodnota použitá pro výpočet u archivních dat. Tato hodnota rovněž odpovídá hustotám metamorfitů oblasti (Blížkovský 1981). Výpočet topokorekcí byl prováděn pomocí programu Toposk ve 4 zónách, T1 0-250 m, T2 250-5240m (v těchto zónách byly použity nadmořské výšky z digitálního modelu reliéfu ČR první generace, rozlišení 10x10 m), dále zóny T31 5.24-28.8 km a T32 28.8-166.7 km (u těchto zón byla použita data SRTM s rozlišením 3x3 sek).

Výše popsaným postupem byly získány hodnoty Bouguerových anomálií a vypočtená data následně sloučena s daty archivními. Z opakovaných měření na některých bodech byla také spočítána střední kvadratická chyba měření m , a to podle vzorce:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}},$$

kde: d je rozdíl jedné dvojice měření, n je počet dvojic. Střední kvadratická chyba měření byla stanovena na 6 μ Gal. . Po sečtení s chybou z určení výšek se

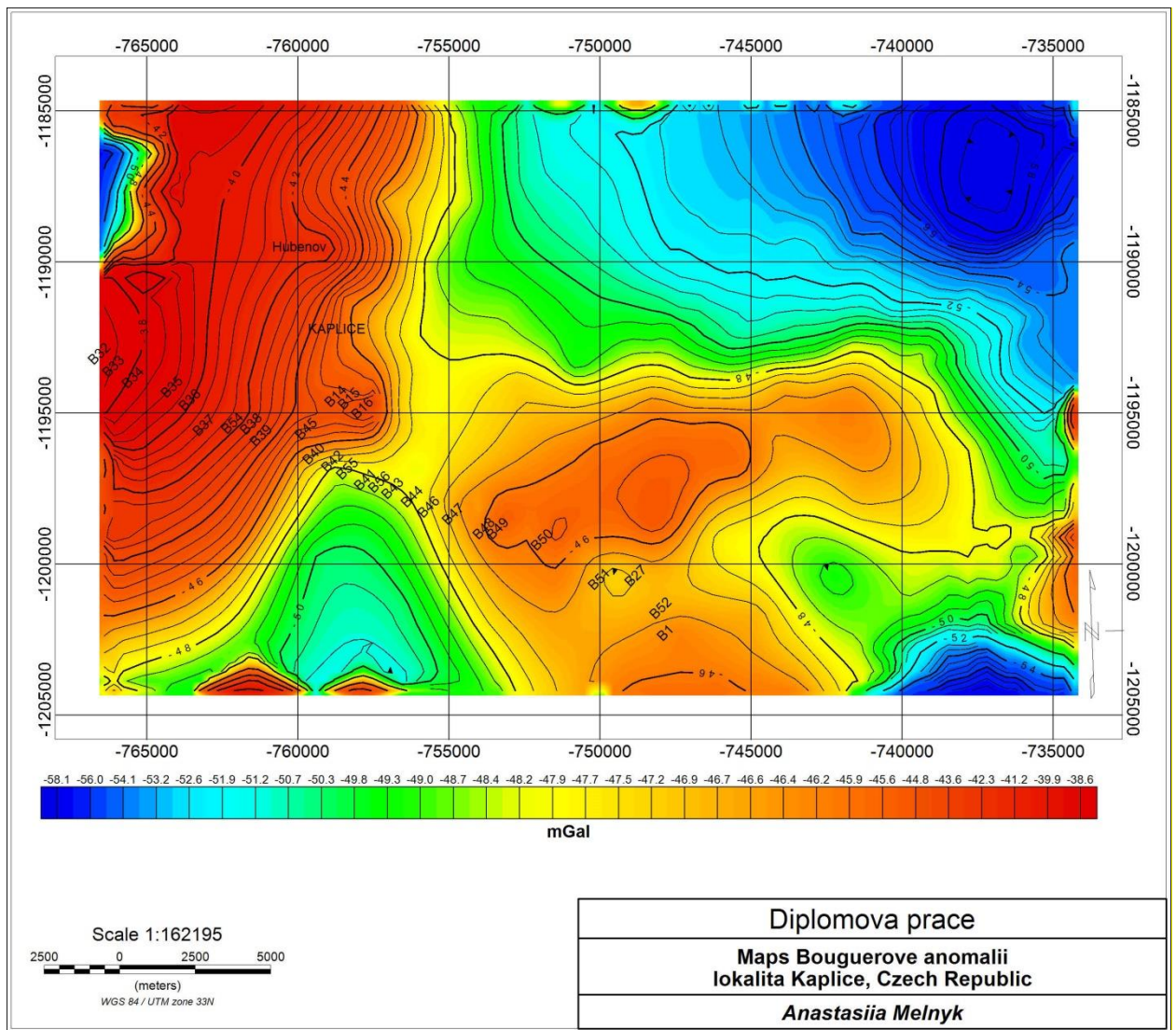
pro „pesimistický“ případ z kapitoly 6. (maximální předpokládaná chyba v určení výšek 10 cm) dostáváme na chybu určení Bouguerovy anomálie 0,026 mGal. Celková chyba Bouguerovy anomálie určená z měření na opěrném bodě však dosahuje pouze 0,009 mGal (měřená chyba v určení výšky 1,3 cm).

8. Interpretace

Úkolem interpretace v této práci bylo zpracování archivních tíhových dat z dané oblasti a navržení míst pro doplňující měření. Naměřená data byla zpracována podle postupu popsaného v kapitole 7.

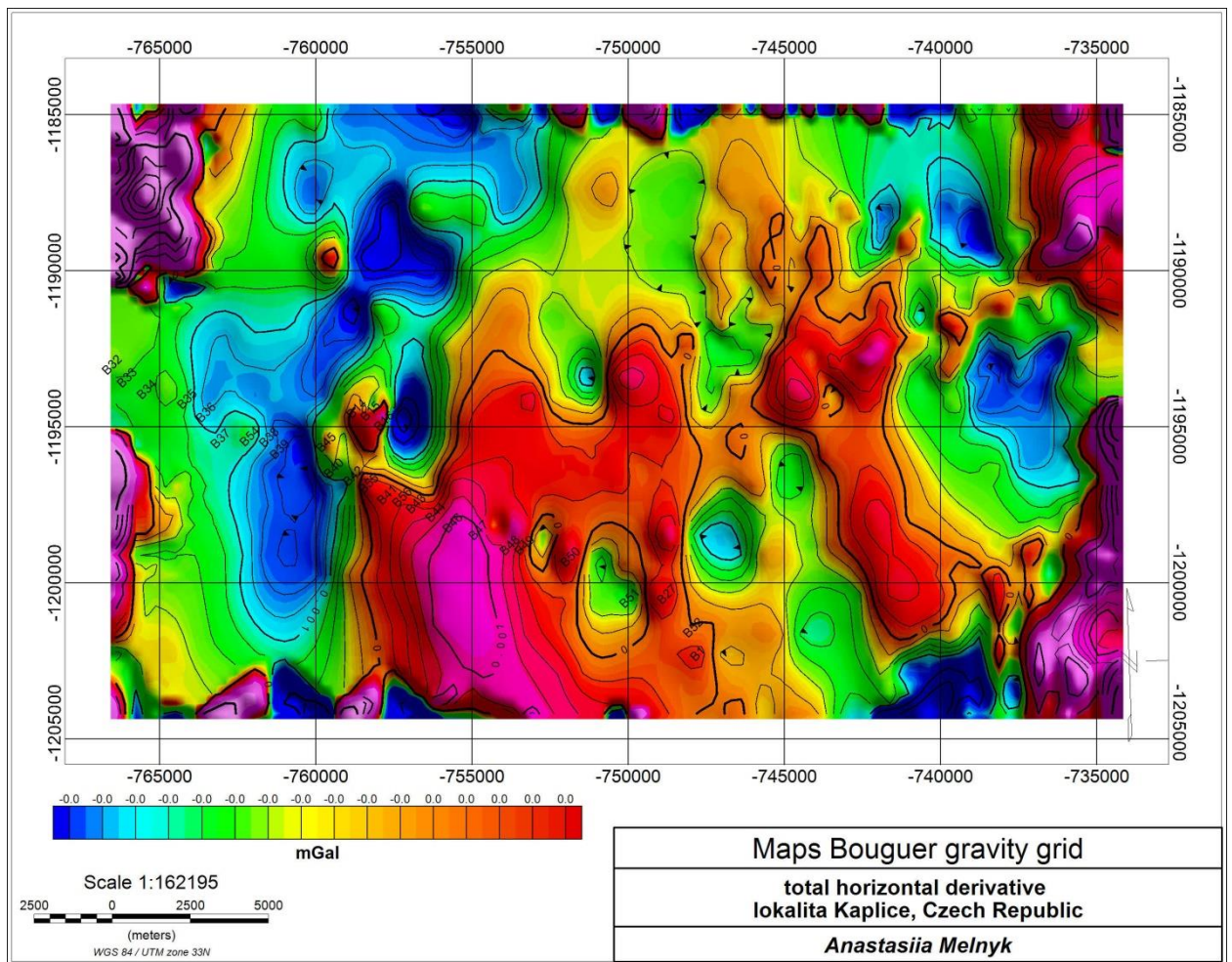
Kvalitativní interpretace

Kvalitativní interpretace byla založena na sestavení mapy tíhových anomálií (Obr. 13) jejich horizontálního a vertikálního gradientu (Obr. 14, Obr. 15) a mapy „microlevelling grid data“ (Obr. 16). Kvantitativní interpretace spočívala v konstrukci tíhového profilu a - jejím koncovým výsledkem je hustotní geologický model (Obr. 17). Všechny výsledky byly vytvořeny v programu Oasis Montaj 8.5 který byl použit v rámci sponzorované výzkumné licence pro tuto práci.



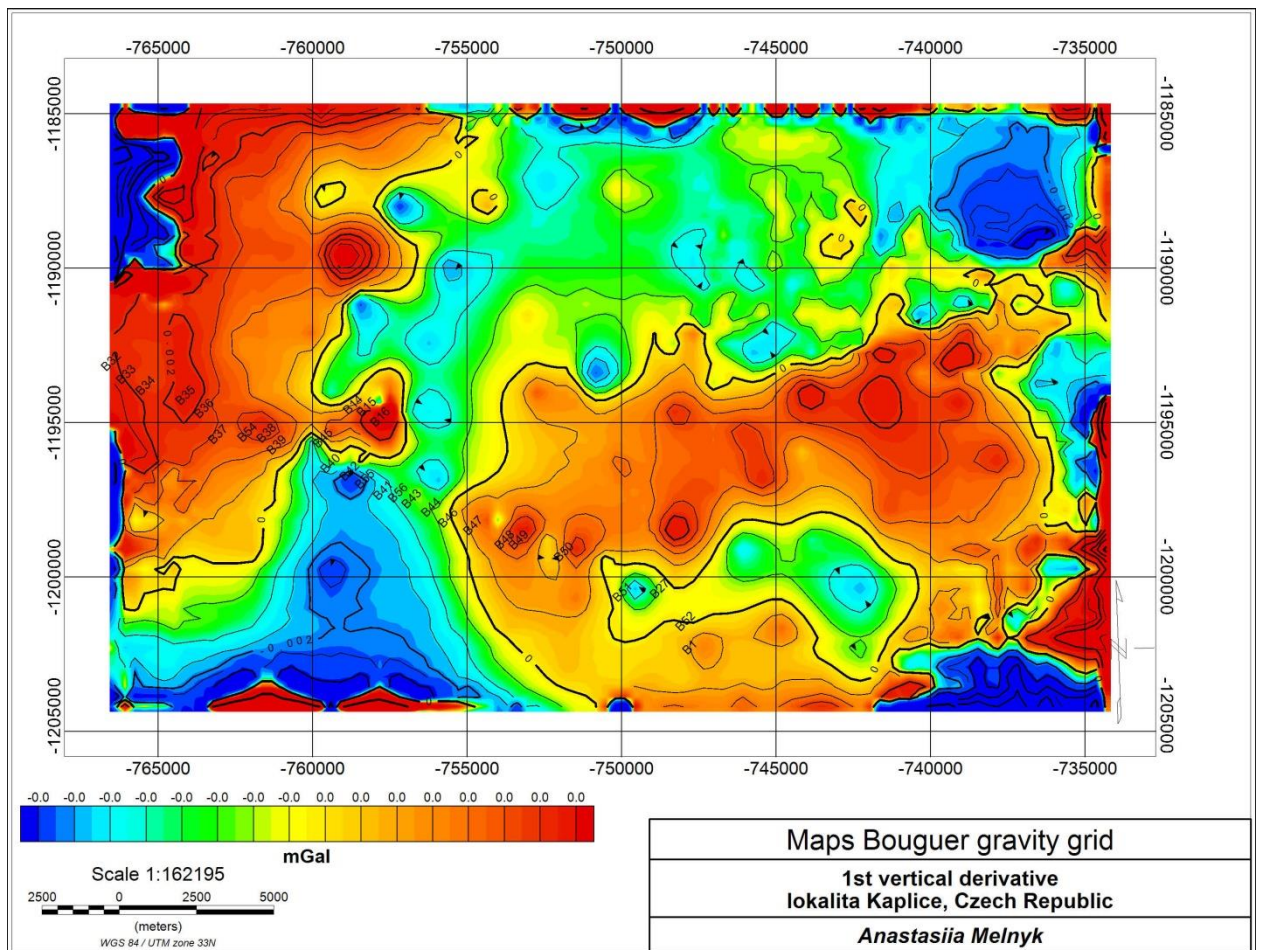
Obr. 13 – Mapa Bouguerových anomálií vytvořená v programu Oasis Montaj.

Mapování na základě součtu archivních dat s naměřenými daty ukázalo, že mapa Bouguerových anomálií zhruba kopíruje tvar hlavních geologických objektů na lokalitě (zhušťování izolinií zhruba odpovídá mapovaným geologickým rozhraním).



Obr. 14 – Mapa maximálních horizontálních gradientů na lokalitě Kaplice, sestavená z mapy Bouguerových anomalií.

Výpočet horizontálního gradientu pomohl lépe definovat oblasti poruchu.



Obr. 15 - Mapa prvního vertikálního gradientu na lokalitě Kaplice, sestavená z mapy Bouguerových anomálií.

Výpočet prvního horizontálního gradientu konvolučního filtru byl vypočten podle Hendersonova vorgece (Henderson R.G, 1960):

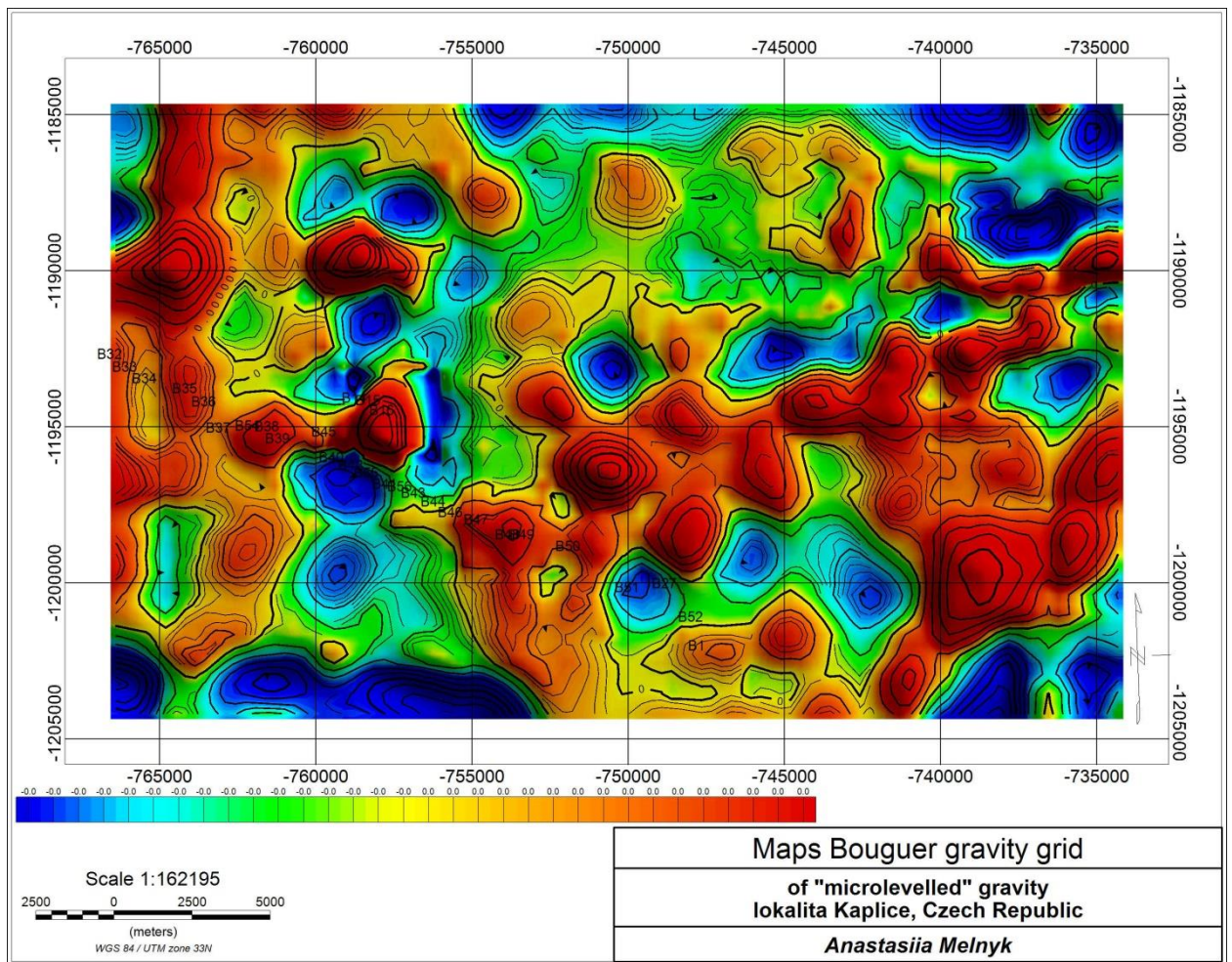
$$\frac{\delta f(a)}{\delta z} \cong \frac{\left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right) f(a)}{a} + \frac{1}{a} \sum_{m=1}^5 \frac{5! (-1)^m f(-ma)}{m^2 (m-1)! (5-m)!}$$

kde

a je krok filtru

$f(a)$ je hodnota pole v daném bodě

m je řád konvolučního filtru



Obr. 16 - Bouguerovy anomálie s použitím „microlevelled gravity“ (pro $n=2$) na lokalitě Kaplice, sestaveno z mapy Bouguerových anomálií.

Dále byl na data palikován “microlevelling” filtr pro odstranění chybných bodů z gridu, minimalizaci gridového efektu a zvýraznění lokálních anomálií (Murray A., 1998). „Microlevelling“ byl počítán na základě „high-pass“ Butterworthova filtru.

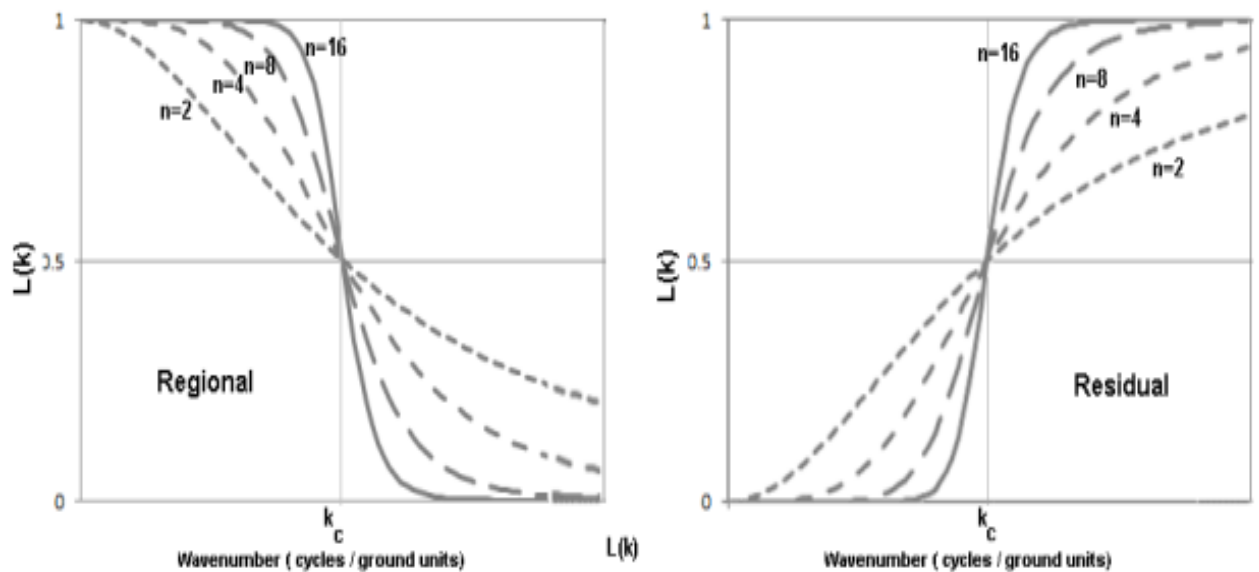
High pass Butterworth filter

$$L(k) = \frac{\frac{k}{k_c}}{\left[1 + \left(\frac{k}{k_c}\right)^n\right]}$$

kde:

k_c inflexní bod vlnového čísla

n kladné celé číslo určující strmost filtru



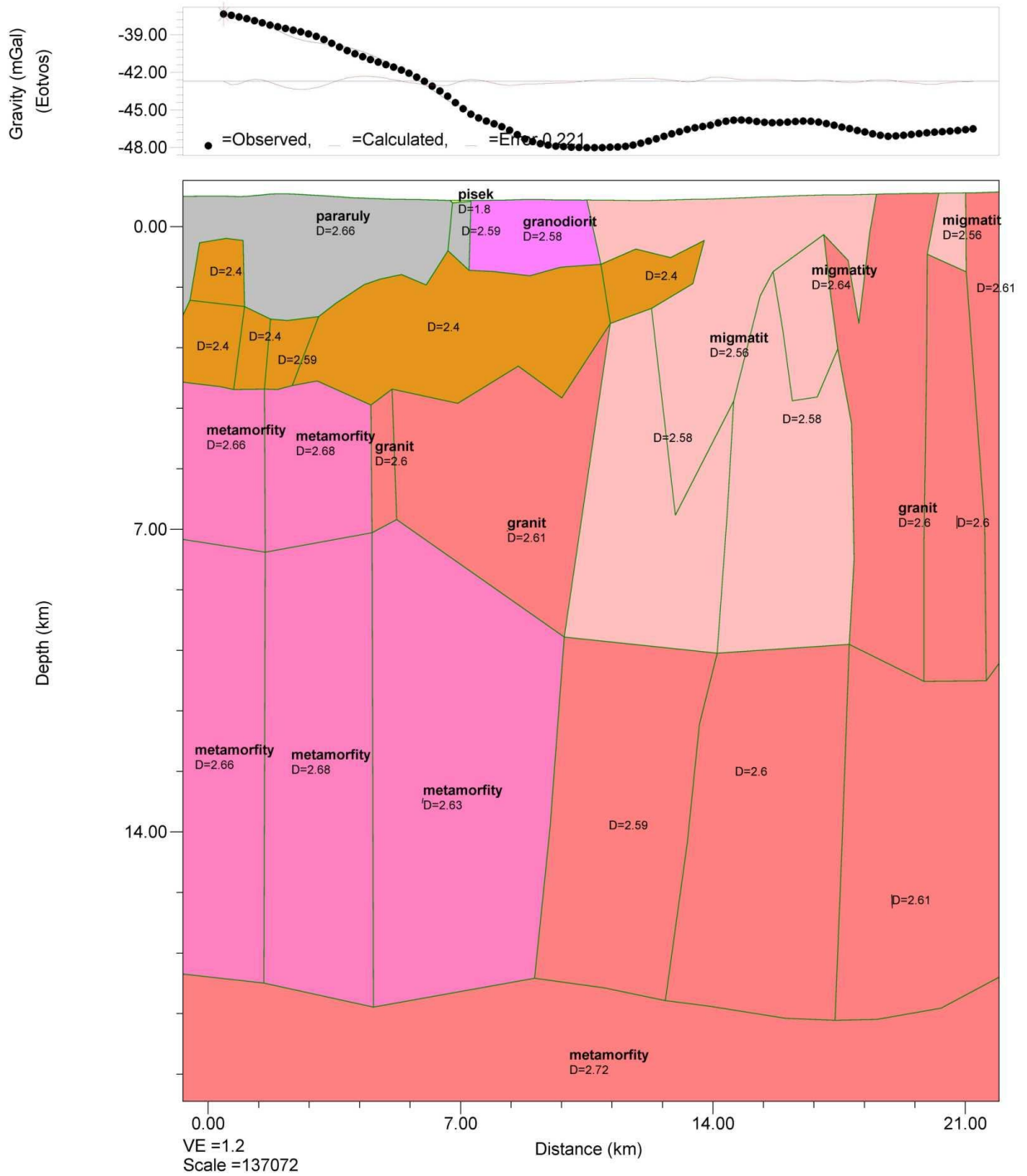
Vlnové číslo:

k	Krok v oblasti vlnového čísla	$(\text{body gridu} \times \text{buňky gridu} / 2) - 1 < k < (\text{buňky gridu}) - 1$
u	X souřadnice v oblasti vlnových čísel	$k = 2\pi (i u + j v)$
v	Y souřadnice v oblasti vlnových čísel	
r	Radiální souřadnice v oblasti vlnových čísel	$\sqrt{u^2 + v^2}$ also $2\pi k$
θ	Polární souřadnice v oblasti vlnových čísel	$\tan^{-1}\left(\frac{v}{u}\right)$

Analýzou mapy Bouguerových anomálií za současného použití granitové intruze se projevují jako oblasti záporných hodnot Bouguerových anomálií.

Model profil P2 - Melnyk A.

Generated with GM-SYS



Obr. 17 – Kvantitativní interpretace gravimetrického měření na profilu P2; hustoty D jsou uvedeny v [g.cm-3]; horní panel jsou měřené a modelované hodnoty tíže; spodní panel je vertikální hustotní řez

Jako výsledek kvantitativní interpretace, je uveden model geologického prostředí na měřeném geofyzikálním profilu P2 (Obr. 17). Model je prezentován tak, aby bylo zřejmé, že při modelování byl brán ohled i na hlubší geologickou stavbu celé oblasti.

9. Závěry

Cílem geofyzikální prací prováděných v rámci diplomové práce bylo zpracování archivních tíhových dat, jejich doplnění vlastním měřením a geologická interpretace získané datové sady. Zhodnocení odvozených tíhových dat ukázalo, že místa zvýšeného gradientu tíhového pole zhruba odpovídají mapovaným geologickým rozhraním. Jednotlivé horninové typy lze tedy pomocí gravimetrie odlišit, byť rozdíly hustot měřené na vzorcích místních hornin (Blížkovský et al., 1981) jsou jen velmi malé. Na základě kvantitativní interpretace gravimetrie, která spočívala v sestavení map gradientů tíhových anomálií a „microlevelled grid“ filtrace a hustotního profilového řezu v modelovacím programu GM – SYS, byl určeny možnosti rozlišení hornin v Moldanubickem plutonu.

10. Seznam použité literatury

Beránek B. - Dudek A. 1972: The results of deep seismic sounding in Czechoslovakia. – Z.Geoph.,38,415 Physica-Verlag.Wurzburg.

Beránek B., 1975: Některé výsledky hlubinných seismických sondáží v ČSSR.- Sbor. Hornická Příbram ve vědě a technice,G1, 1-16.Příbram.

Blížkovský M., Čejchanová B., Friáková O., Hanák J., Kadlec E., Mitrenga P., Novák M., Novotný A., Ondra P., Švancara J., 1981: Sestavení odkryté tíhové mapy Českého masívu na základě revize hustotních dat, Díl II Hustoty hornin Českého masívu na území ČSR, GEOFYZIKA n.p. Brno.

Breiter K., – Scharbert S., 1998: Latest intrusions of the Eisgarn Pluton (South Bohemia – Northern Waldviertel). – Jb. Geol. B.-A. Band, Hf. 1, 25-37.

Breiter K., – Scharbert S., 2006: Two-mica and biotite granites in the Weitra-Nové Hradý area, Austria – Czech Republic. – J. Czech Geol. Soc. 51, 217–229.

Breiter K., Scharbert S., 1998. Latest intrusions of the Eisgarn Pluton (South Bohemia – Northern Waldviertel). Jahrb. Geol. B.–A., 141: 25-37.

Breiter K., Scharbert S., 2006:Two-mica and biotite granites in the Weitra-Nové Hradý area, Austria-Czech Republic, , Journal of the Geological Society 51/3-4.

Čekan V., Šalanský K., 1983:Deset let edice geofyzikálních map 1:25000, Geol.Průzk.,10,295-297.

Dallmeyer R.D. , Franke W., Weber K. (eds), 1995: Pre-Permian Geology of Central and Eastern Europe. Springer-Verlag, Berlin, pp 1–593.

Finger F., Roberts M., Haunschmid B., Schermaier A., Steyrer H. 1997:Variscan granitoids of central Europe: their typology, potential sources and tectonothermal relations, Mineral. Petrol. 61 (1997) 67–96.

Franke W., Hammer S., Popp F., Scharbert S. 1990: Isotopen-geologische Neuergebnisse zur Entwicklungsgeschichte der Böhmischen Masse ±

Proterozoische Gesteinsserien und variszische Hauptorogenese. Österreichische Beiträge Meteorologie Geophysik, 3, 185-228.

Friedl G., von Quadt A., and Finger F., 1996: Timing der Intrusionstätigkeit Im Sudbohmischen Batholith. 6 Symposium. Tektonik-Strukturgeologie-Kristallineologie, Erweiterte Kurzfassungen (G. Amann, R. Handler, W. Kurz, H.P. Streyer, eds), pp. 127-130. Facultas-Universitätsverlag, Wien.

Franke W., 2000: The middle-European segment of the Variscides: tectonostratigraphic units, terrane boundaries and plate tectonic evolution. In: Franke W., Haak U., Oncken O., Tanner D. (eds) Orogenic Processes: quantification and Modelling in the Variscan belt. Geol Soc London Spec Publ 179: 35–61.

Gerdes A., 2001: Magma homogenization during anatexis, ascent and/or emplacement Constraints from the Variscan Weinsberg Granites, Terra Nova, 13, 305-312, 2001.

Gerdes A., Friedl G., Parrish R.R. , Finger F. (2003): Highresolution geochronology of Variscan granite emplacement –the South Bohemian Batholith. J Czech Geol Soc 48: 53–54.

Cháb J., Breitr K., Fatka O., Hladil J., Kalvoda J., Šimůnek Z., Štorch P., Vašíček Z., Zajíc J., Zapletal J., 2008: Stručná geologie základu Českého masivu a jeho karbonského a permského pokryvu, ČGS, Praha, 2008.

Chlupáč I., Brzobohatý R., Kovanda J., Stráník Z., 2002: Geologická minulost České republiky, Academia Praha.

Henderson R.G., 1960, A comprehensive system of automatic computation in magnetic and gravity interpretation. Geophysics, v. 25, p.569-585.

Kachlík V., 2003: Geologický vývoj území České republiky, Přírodovědecká fakulta UK, SÚRAO, Praha.

Kröner, A., Wendt, I., Liew, T.C., Compston, W., Todt, W., Fiala, J., Vaňková, V., Vaněk, J., 1988 U-Pb zircons and Sm-Nd model ages of high grade Moldanubian metasediments, Bohemian Massif, Czechoslovakia. *Contributions to mineralogy and petrology*, 99: 257-266.

Liew T.C., Finger F. and Hock V., 1989: The Moldanubian granitoid plutons of Austria: Chemical and isotopic studies bearing on their environmental setting. *Chem. Geol.*, 76, 41-55.

Losertová L., 2015: Přehled wolframitové mineralizace vázané na centrální moldanubický pluton a na ortorulová tělesa v moldanubiku. *acta mus. moraviae, sci. geol.*, Moravské zemské muzeum, č. 2, s. 45-67.

Majdanski M., Grad m., Guterch A., SUDETES 2003 Working Group, 2006: 2-D seismic tomographic and ray tracing modelling of the crustal structure across the Sudetes Mountains basing on SUDETES 2003 experiment data, *Tectonophysics* 413,249-269.

Majdanski M., Grad M., 2005. Application of second arrivals in seismic tomography inversion for the crustal structure study. *Acta Geophys. Pol.* 53 (1), 13–26.

Murray A., 1998: High Precisison Gridding of Gravity Data, ASEG.

Pour O., 2010: Stavby a mechanismy umístění Stavby a mechanismy umístění granitoidů typu Weinsberg (Moldanubický batolit), diplomová práce, , Univerzita Karlova v Praze, 2010.

Paclíková J., 2009: Magnetické stavby a mechanismy umístění granitoidů typu Eisgarn (Moldanubický plutonický komplex), bakalářska práce, , Univerzita Karlova v Praze,2009.

Petránek J., 2015: Encyklopedie geologie, ČGS., Praha,2015.

René M., Matějka D., Klečka M., 1999: Petrogenesis of granites of the Klenov massif, *Acta Montana, Ser. AB* 113: 107-134.

René M., Holtz F., Luo C., Beermann O., Stelling J., 2008: Biotite stability in peraluminous granitic melts: compositional dependence and application to the generation of two-mica granites in the South Bohemian batholith (Bohemian Massif, Czech Republic). *Lithos* 102, 538–553.

Sestavení odkryté tíhové mapy Českého masívu na základě revize hustotních dat, Díl II Hustoty hornin Českého masívu na území ČSR, GEOFYZIKA n.p.Brno, 1981.

Scharbert S., 1987: Rb-Sr Untersuchungen granitoider Gesteine des Moldanubikums in Österreich. *Mitt Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft*, 132, 21-37.

Šamalíková ., 2016: Geologie pro stavební inženýry,, VUT v Brně, fakulta stavebni, Brno.

Šalanský K., 1967: Regionální magnetické zony v jihočeském moldanubiku., *Věst.Ústř.Úst. geol.*, 42,435-442., Praha, 1967.

Šalanský K., 1983: Regionální magnetické struktury Českeho masívu na území ČSR., - *Věst.Ústř.Úst. geol.*,58,5,275-286.,Praha, 1983.

Internetové portály a mapy:

ČUZK(2016): Základní mapa ČR1:25000[online]. Dostupné z [www: geoportal.cuzk.cz](http://www.geoportal.cuzk.cz)

ČGS(2016): Geologická mapa ČR1:25000[online]. Dostupné: z [www: http://mapy.geology.cz/geocr_25/](http://mapy.geology.cz/geocr_25/)

Geofyzikální ústav Akademie věd ČR (2016): Vývoj Českého masívu[online]. Dostupné: <https://www.ig.cas.cz/popularizace/geopark-sporilov/vyvoj-ceskeho-masivu/vyvoj-ceskeho-masivu-obrazek-01/>

Štelcl, Vavrá, 2007: Geologický průvodce [online]. Dostupné: z http://pruvodce.geol.cechy.sci.muni.cz/regionalni_geol/geologie_CM.htm#kap3.1

11. Přílohy

Měření daty

	Y	X	Z	abs_grav	topo	Bouguer
Hubenov	-1189649	-758962	595,097	980798,6	0,335979	-43,4987
B32	-1192811	-766127	712,879	980777,4	1,012149	-37,437
B33	-1193232	-765647	689,833	980781,2	1,167564	-37,7188
B34	-1193599	-765013	774,676	980763,7	1,154156	-38,3652
B35	-1193915	-763720	717,718	980774,3	0,743854	-39,2559
B36	-1194336	-763122	675,439	980781,4	0,647408	-40,3221
B37	-1195174	-762655	645,182	980786	0,420015	-41,2199
B39	-1195520	-760761	609,6	980790,6	0,3568	-43,5985
B38	-1195137	-761095	626,74	980788,3	0,346075	-42,8218
B54	-1195110	-761714	630,094	980788,6	0,359956	-41,8634
B45	-1195304	-759273	583,216	980795,1	0,367397	-44,6436
Hubenov	-1189649	-758962	595,097	980798,6	0,335979	-43,496
KAPLICE	-1189649	-758962	595,097	980804,8	0,403111	-35,1197
B1	-1202149	-747468	795,917	980746,8	1,116084	-46,1731
B52	-1201235	-747537	779,945	980750,1	1,023972	-46,8121
B27	-1200169	-748367	781,836	980750,7	0,968919	-46,6322
B51	-1200281	-749565	751,678	980756,1	0,774594	-47,2075
B50	-1198975	-751461	710,56	980767	0,663997	-45,3427
B49	-1198601	-752933	667,445	980775,7	0,497645	-45,414
B48	-1198601	-753389	649,553	980779	0,441063	-45,5648
B49-1	-1198601	-752933	667,445	980775,7	0,497645	-45,4023
B48-1	-1198601	-753389	649,553	980779,1	0,441063	-45,5552
B47	-1198122	-754401	629,137	980782,7	0,369493	-46,2478
KAPLICE	-1192364	-757676	537,48	980804,8	0,403111	-46,4624
B14	-1194217	-758298	591,198	980794,2	0,330621	-45,0453
B15	-1194302	-757855	547,484	980801,8	0,690358	-45,5507
KAPLICE	-1192364	-757676	537,48	980804,8	0,403111	-46,449
Kaplice	-1192364	-757676	537,48	980804,8	0,403111	-46,2704
B40	-1196128	-759024	611,555	980787,4	0,364743	-46,1233
B42	-1196372	-758406	623,567	980784,2	0,390939	-46,801
B55	-1196624	-757913	612,468	980785,7	0,355804	-47,461
Kaplice	-1192364	-757676	537,48	980804,8	0,403111	-46,4523
B41	-1196982	-757315	618,782	980783,9	0,314745	-47,8012
B43	-1197267	-756405	616,273	980784,1	0,400863	-47,8409
B56	-1197066	-756843	611,684	980785,2	0,359142	-47,8397
B44	-1197536	-755764	597,698	980787,8	0,51724	-47,6604
B46	-1197886	-755216	607,741	980786,3	0,430249	-47,0566
B46-1	-1197886	-755216	607,741	980786,3	0,430249	-47,0491
B44-1	-1197536	-755764	597,698	980787,8	0,51724	-47,6628

Kaplice	-1192364	-757676	537,48	980804,8	0,403111	-46,4568
B16	-1194618	-757411	599,484	980791,5	0,371098	-45,8293
B16-1	-1194617	-757411	599,484	980796,7	0,371304	-40,6008
Kaplice	-1192364	-757676	537,48	980804,8	0,403111	-46,461