

Oponentský posudek k bakalářské práci Radka Kučery

## **"Vyžití metod elektrické odporové tomografie při vyhledávání podzemních prostor"**

zpracované na KFGG PŘF UK v Praze pod vedením RNDr. Filipa Hartvicha, Ph.D.

Předložená bakalářská práce má poměrně delší rozsah, daný hlavně nadstandardně rozsáhlou rešeršní částí, který ale snižuje nízký počet ilustrací. Obsah a řazení textu je s několika výjimkami přehledné a logické. Srozumitelně a přesto plně je vypsaná kapitola fyzicko-geografické charakteristiky Moravského krasu se všemi geografickými disciplínami, včetně výborně podané geologie. Nadstandardně široce pojatá rešeršní část čtenáře dobře uvozuje a vede k praktické části - měření metodou ERT. Pro rozsah a účel bakalářské práce by mohlo být lepší text zkrátit redukcí některých do hloubky zabíhajících částí (např. kap. 4.5 věnující se výhodám a omezením ERT metody z velmi praktického pohledu či kap. 5.2 věnující se praktickým radám při volbě umístění geofyzikálních profilů), z čehož by vyplynul odlišný střed práce a více by vynikla aplikovaná část práce. Jako další doklad o nadprůměrně vyhotovené práci lze vnímat i zmínění počítačového modelování rozložení odporů, které při běžných měřeních většinou prováděno není (a pro rozsah BP se tak nejeví jako nutné). Diskuze výsledků je na dobré úrovni a zvyšuje úroveň celé práce v tom, že autor je schopný se kriticky podívat na svoje výsledky. Některé závěry jsou trochu unáhlené a zkratkovité, ale pro úroveň BP promíjitelné. Je škoda, že se autorovi nepodařilo diskutovat více cizích zdrojů (a konfrontovat je), ale opět to není důvod hodnotit práci negativně.

### **1) hodnocení splnění cílů v zadání práce**

Podle zadání je cílem práce vypracování dvou částí – rešeršní, zabývající se literaturou geoelektrických odporových metod a jejich uplatněním při vyhledávání podzemních prostor, a praktické, zabývající se aplikací zjištěných poznatků a zpracováním konkrétního průzkumu.

Tento cíl autor splnil. Mělo být ale explicitně uvedeno, že ERT není jediná geoelektrická odporová metoda.

Autor si v úvodu mimo oficiální zadání vytyčil úkol v průzkumu vyhledat drobné jeskyně v blízkosti povrchu, hluboko umístěné jeskyně navázané na ponorné toky a identifikaci struktur, podél kterých ke krasovění dochází. Všech třem oblastem se autor věnuje (třebaže komplexní obraz všech krasových tvarů a struktur je v tak rozsáhle zadané oblasti těžko dosáhnout).

### **2) hodnocení práce s literaturou, hodnocení rešerše**

Práce s podklady je obecně na dobré úrovni. Rozsah rešerše je opravdu nadstandardní, ale právě kvůli tomu jsou více vidět drobné nešvary. Její vadou je, že obsahuje poměrně malý počet zdrojů literatury, třebaže je jasné, že zapsané myšlenky jsou rešeršního charakteru. Z tohoto pak vychází i to, že citace základních textů, ze kterých bylo vycházeno (Tábořík, 2012 a práce T. Pánka) jsou velmi časté.

Konkrétně by bylo vhodné v úvodu kapitoly 4 (představení ERT) doplnit citace k tvrzením, které jsou sice všeobecně známé, ale bez uvedení relevantních zdrojů evokují, že pochází z autorovy ruky. Posloužit mohou základní české učební texty geofyziky (Mareš a kol., 1979; Karous, 1989), zde bych netrval na přednostním užití zahraničních zdrojů (Lowrie, 1997; Reynolds, 2011). Když už je ale autor uvádí, mohl by je využít šířeji, než jen o ně opřít několik bazálních tvrzení z teorie geofyzikálních metod, a tím posunout rešerši literatury o stupeň dál (současný stav a rozsah je ale na úroveň BP dostačující).

V kap. 4.2 byly nelogicky propojeny části textu věnujících se obecným teoretickým základům metody (popis uspořádání elektrod) s praktickými poznatky o měření (návod na využití měřícího času k tvorbě topografie profilu). Stálo by za úvahu změnit řazení podkapitol, aby se vedle sebe nevyskytovaly části věnující se obecné rešerši (např. kap. 5.1 věnující se geomorfologii rozsedlinových jeskyň) a věnující se konkrétní metodice (kap. 5.2 věnující se zcela praktickým poznatkům představujícím vhodnou orientaci průzkumných profilů).

Jádro rešeršní práce v kapitole 4.4 a hlavně v kap. 5.3 až 5.5 je precizně zpracované a dobře proložené citacemi. Text je zformulován „do příběhu“, což z něj dělá velmi čtivý komplet. V kontrastu s tím je opět kap. 4.5, kde zcela převládají citace jediného zdroje (Tábořík, 2012), a v některých odstavcích není citace žádná. V úvodu kapitoly 5 (obecné zasazení do problematiky vyhledávání podzemních prostor pomocí ERT) by mohlo být více zdrojů, aby autor ukázal, že se důkladně seznámil s problematikou řešenou v předkládané práci (dříve v textu práce zmíněný poznatek, že literatury na dané téma se vyskytuje málo, by měl vést k tomu, že student rozšíří svůj záběr v literatuře).

Problematické je čerpání informací o geologii lokality z příručky Kachlíka (Geologický vývoj území České republiky. SÚRAO, Praha, 65 s., 2003). V ní je sice velmi pěkně a přehledně popsán geologický vývoj na území ČR, jedná se ale o příručku technického charakteru, která není standardním akademickým dílem. Bylo by lepší využít více již zařazené primární zdroje (Svoboda, 1964), monografie o geologickém vývoji, případně recenzované články s novými poznatky, popř. popularizující monografie s dobrým geologickým základem, věnující se přímo Moravskému krasu (Absolon, 1970; Zajíček, 2017).

Naopak chvályhodný je soupis digitálních a elektronických zdrojů v podkapitole Zdrojů a nadstandardní ocitování i v titulcích obrázků (v Seznamu obrázků ale uvedeno být nemusí). Literatura je citována bez významných chyb.

### **3) hodnocení užitých metod a postupů**

V práci lze cítit jasnou vizi vývoje textu, korektně dovedenou až k výsledkům.

Využité metody a postupy obecně odpovídají předpokladům bakalářské práce, využívající geofyzikální průzkum pro své geomorfologické téma. Vzhledem k praktickému zaměření práce je možno prominout i některé chybějící teoretické poznatky z šíření elektrického pole zemním prostředím a neuvedení parametrů inverze zdánlivého měrného odporu do hodnot měrného odporu.

Oceňuji přístup autora v otázce doplnění si mapových podkladů zmapováním drobných závrťů, využitím různých digitálních mapových zdrojů a integraci výsledků v prostředí GIS.

### **4) hodnocení argumentace a interpretace**

Interpretace výsledků působí sebevědomým dojmem, sleduje základní poučky o interpretaci elektrických řezů. Objevuje se běžný problém – nedůsledné oddělení kapitoly výsledků (strohý popis rozložení anomálií) a interpretace (vysvětlení příčin anomálií). Autor obratně vysvětluje nezřetelný projev některých očekávaných struktur (smíšená výplň jeskyní může zastřít jasný odporový projev).

### **5) hodnocení odborného přínosu**

Reálný přínos pro stupeň poznání Moravského krasu nemůžu se svojí erudicí zhodnotit. Přínos pro autora ve smyslu zorientování se v problematice ale vidím jako zřejmý. Rešeršní část byla zpracována dostatečně široce, že autora mohla vést při interpretaci výsledků, a ty proto nejsou jen základní, ale ukazují schopnost autora zamýšlet se nad příčinami konkrétních geoelektrických anomálií a jejich spojování s geomorfologií terénu.

## 6) hodnocení formální stránky, náměty a postřehy

Autor používá vyspělý jazyk, terminologie užitá v práci je v pořádku, autor si osvojil správně rozsáhlý slovník pojmů souvisejících s krasovou krajinou. Objevuje se jen relativně malý počet stylistických, terminologických a slohových chyb:

- Překlepy (sedimetů na str. 10, oklí na str. 16, prostřed na str. 23 atd.), shody podmětů s přísudkem (str. 22), nedotažené opravy textu (neúplně provedené změny slovních druhů po přestavbě věty, str. 8, 9; chybějící předložka ve větě na str. 24), chyby v interpunkčních znaménkách (chybějící čárky), opakování slov v těsné blízkosti („...vyvinutými krasovými formami. Vyvinul se...“ na str. 9), chybějící vysvětlující označení zeměpisných označení (Macocho uvedena bez vysvětlujícího „propast“, str. 9, Tethyda uvedena bez „moře“), výskyt předložek na koncích řádků a rozdělení číslovek a jednotek na dva řádky (str. 10), neboli chybějící pevné mezery,
- Hlavní kapitoly (1-9) by měly začínat na nové stránce
- Obrázky by měly být uvedené na stejné stránce, jako první odkaz na ně, popř. na první následující straně (Obr. 1 je poprvé uvozen na str. 9, je umístěn ale až na str. 11)
- Nevhodné formátování seznamu zdrojů (zbytečně velké řádkování, nevhodné odsazení zleva), které ztěžuje srozumitelnost použitých zdrojů a tak zesložituje práci se zdroji
- Zařazení výrazu „viz“ by pomohlo v odlišení typů odkazů v textu (zda je v tom kterém odkazu myšlenka uvedena, nebo zda má být čtenář přiveden např. ke grafické ilustraci).
- Měl by být dodržován stejný způsob členění textu, tedy aby uvozovací text, vyskytující se na začátku kapitoly 4 a 5, byl zařazen jako vlastní podkapitola (4.1, 5.1).
- Je-li použito slůvka „např.“ u citací v textu, měla by následovat více než 1 citace.
- Český název práce, pravděpodobně nedopatřením, uvažuje plurál metod ERT.

Kapitulu metodiky práce by bylo lepší rozdělit na několik kratších podkapitol (tak by se šlo možná vyhnout míšení poznatků o měření a o následné interpretaci).

Vizualizace pomocí obrázků je spíše průměrná, šlo by zvýšit jejich čitelnost (barvy, instruktivnost 3D krychlí, popis). Co přímo chybí je vyznačení jednotlivých interpretovaných vrstev na výsledných geoelektrických řezech.

## 7) dotazy a připomínky k textu (prosím o reakci autora na zvýrazněné otázky):

**str. Zadání: proč bylo zadáno již v roce 2015 a práce odevzdána až v roce 2018? Bude splněn předpoklad „navazující diplomové práce na takto nalezených lokalitách“?**

str. 9: „Jeho hranice je vymezena okraji těchto geologických těles nebo stejnojmennou CHKO. Nachází se v okresech Brno-město, Brno-venkov a Blansko“ – nevhodné vymezení (odkaz na sebe sama; použití hranic CHKO, které nemusí vždy sledovat skutečné hranice chráněného území a je navíc jednotkou sekundární, doporučuji vymežit pomocí sídel, popř. silnic), nadbytečné zařazení do územních jednotek okresů, které o lokalitě nic nenapoví (důležitější je uvedení geomorfologické jednotky, které se naštěstí ve stejné větě také nachází); vhodně užitě vymezení Amatérské jeskyně pomocí sídel a jednoznačných bodů (zřícenina Holštejn) by mohlo být zkvalitněno použitím detailnější podložené mapy na Obr. 1, kde budou použité názvy zakresleny

str. 9: „Na jihovýchodě se brunovistulikum noří pod horniny karpatské předhlubně a jejich výskyt je vrty potvrzen až pod Západními Karpaty“ nahradit předložku „až“ předložkou „i“, jinak správný postřeh

**str. 13: skutečně je Macocha „závrtem říceným, vzniklým kolapsem stropu“?**

str. 13: „Izolované skály (např. Hřebenáč u Sloupu) představují boční korozí a borcením jeskynních systémů oddělené části.“ – části čeho?

str. 13: „průniku puklin“ – lépe protnutí puklin různých směrů

str. 13: Sloupsko-Šošůvské jeskyně nejsou ponorem Sloupského potoku. Ponor je místo vtoku povrchového vodního toku pod povrch, jeskyněmi pak tok může protékat.

str. 14: „Samotný vznik Amatérské jeskyně je vázán na alochtonní toky Sloupský potok a Bílá voda, které se noří do podzemí chvíli po vstupu na území s devonskými vápenci.“ – vznik může být vázán jen na určitou příčinu, nikoliv samotný výskyt toku, nevhodné použití časového vyjádření „chvíle“ pro prostorový význam; lépe tedy „Samotný vznik Amatérské jeskyně je vázán na pronikání vod Sloupského potoku a Bílé vody do podzemí, ke kterému dochází blízko od hranic území s devonskými vápenci, tedy brzy po vstupu toku na krasové horniny.“

str. 15: spíše než na příslušnost k poměrně obecně daným klimatickým oblastem podle Quitta (1971) bych se při volbě nejvhodnější meteorologické stanice (pro uvedení klimadiagramu) řídil vlastním citem (je diskutabilní, zda srážky na JV okraji Českomoravské vrchoviny odpovídají srážkám na SZ okraji dnes velmi suché Jižní Moravy; krasová krajina je charakteristická i svojí stepní vyprahlostí, což ovlivňuje i teplotu vzduchu nad ní a další meteorologické fenomény)

str. 16: „Ovlivňuje ho i blízkost panonské subprovincie.“ – ze kterého směru? Jak?

str. 16: „vpravován“ – lépe „zaváděn“

str. 16: „elektrické konduktivity“ – vzhledem ke kontextu lépe „elektrického odporu (rezistivity) různých těles v horninovém prostředí, který je obrácenou hodnotou elektrické vodivosti (konduktivity)“

str. 17, 23: „počítač“ – nevhodné použití (raději se držet výrazu „řídící jednotka“)

str. 20, 34: „zápisných bodů“ – lépe „bodů zápisu“

str. 20: „Do procesu inverze by také měly být zahrnuty údaje o topografii, která má na rozložení odporů vliv (Reynolds 2011).“ – nejasná citace, topografie ovlivňuje hlavně případnou nesprávnou interpolaci, resp. interpolaci mezi nesprávně umístěnými body zápisu, vedoucí k nesprávnému vykreslení odporového pole

str. 24: „na počet lidí v terénu“ – lépe formulovat (např. počet členů měřické skupiny)

str. 24: „vysychají“ – lépe formulovat (např. „nejsou na sebe schopny vázat vodu“)

**str. 27: vzniká závrt opravdu jenom „propagací kolapsu stropu jeskyně až k povrchu“? (v následujícím odstavci je téměř popřeno)**

str. 30: „Profily se umísťují ... i za hranici těchto tvarů, protože sledované struktury mohou pokračovat v podzemí bez povrchových projevů (Pánek et al. 2010, 2011)“ – profily jsou vedeny za hranice i kvůli tzv. vykliňování uspořádání

str. 30 a 31: „Profil rovnoběžný k průběhu jeskyně by mohl způsobit její špatné zobrazení v tomogramu vlivem 3D efektu.“ – tento zásadní poznatek o nelineárnosti šíření elektrického proudu v přírodním prostředí bych zařadil již do kapitoly 4.5, popř. rovnou do kap. 4.1

str. 32: termín „indukovaný“ má v geofyzice zpravidla jiný význam, zde lépe „zapříčiněným“; termín „hloubka penetrace“ není běžně používán pro vyjádření hloubkového dosahu

str. 40: chybí Úvod ke kapitole věnující se praktickému měření (představuje přechod od rešerše k praktické části práce a měl by je tudíž jednoznačně odlišit)

str. 44: „přípovrchovému odporu“ – není zde myšlen přechodový odpor elektrod?

**str. 44: vůbec nejsou zmíněny parametry použité inverze, volba normy L1 nebo L2 (standardní nebo robustní inverze)**

**str. 45: graficky nevydařený obrázek; pokud možno, prosím o zlepšení barev, doplnění nejzásadnějších povrchových orientačních bodů, zlepšení vkreslení současně známých jeskynních systémů a o prezentaci při obhajobě**

**str. 46 a 47: na řezech chybí vyznačení jednotlivých interpretovaných vrstev; prosím o dokreslení a o prezentaci při obhajobě**

str. 53: zhodnocení efektivnosti jiných geofyzikálních metod na zadaný úkol není přesné, ale to by vyžadovalo hlubší proniknutí do geofyzikálních metod. V tomto odstavci zmíněné závěry se velmi dobře drží zobecněných zjištění z nastudované literatury, ve skutečnosti by hodnocení pozitiv a negativ metod bylo jiné.

## **8) Závěrečné hodnocení:**

Předložená bakalářská práce je kvalitně zpracovaný kvalifikační text, s nadstandardně široce pojatou rešeršní částí a adekvátně pojatou praktickou částí. Práci doprovází jen drobné chyby, největší slabinou je malý počet zařazených obrázků.

Předložená práce Radka Kučery splňuje požadavky kladené na bakalářskou práci a v některých ohledech je, podle mého názoru, i překračuje. Ačkoli uvádím v posudku připomínky k této práci, žádná nesnižuje zásadním způsobem hodnotu práce, a proto doporučuji přijmout tuto práci k obhajobě a hodnotit ji jako **výbornou**.

V Havlíčkově Brodě,

dne 1. 9. 2018

Mgr. et Mgr. Jakub Široký

(absolvent studia Fyzická geografie a geoekologie a Aplikovaná geologie - užitá geofyzika)