

## Oponentní posudek diplomové práce

### Název:

*Analýza svahových pohybů v severozápadní části Příhrazské plošiny a vyhodnocení vlastností pískovce vzhledem ke stabilitní situaci*

**Autor:** Bc. Petr Vorlíček

**Studijní program:** Aplikovaná geologie

**Studijní obor:** Inženýrská geologie

Předložená diplomová práce je věnována problematice geodynamických a zvětrávacích procesů v pískovcové oblasti Příhrazské plošiny. Hlavním studijním objektem se stala nestabilní skalní věž v blízkosti Studeného průchodu v lokalitě Mužský spolu s nedalekou otevřenou skalní rozsedlinou. Výhodou zvoleného území je fakt, že širší území i obě lokality jsou dlouhodobě sledovány v rámci odborných aktivit Ústavu struktury a mechaniky hornin AVČR, v.v.i., včetně již publikovaných výsledků. Bylo zde historicky provedeno velké množství terénních prací, realizovány průzkumné a monitorovací vrty. Existuje tedy relativně velké množství informací o dané lokalitě, se kterými mohl diplomant aktivně pracovat a na které mohl i vhodně navázat.

Hlavním cíli práce byla 1) analýza aktivity vybraných svahových pohybů a 2) detailní rozbor příčiny nestability porušené pískovcové skalní věže.

Obsah diplomové práce je vcelku logicky rozdělen do kapitol odpovídajících jednotlivým řešeným tématům – tj. obecnému popisu lokality, monitoringu pohybů, laboratornímu studiu, zkouškám pevnosti s využitím různých metod, ad.; nechybí ani diskuze, závěr shrnující hlavní zjištění a seznam užitých literatury.

Práce má celkem 132 stran (včetně seznamu literatury), je rozdělena na víceméně rešeršní část (zejména do str. 30) a část věnovanou vlastnímu výzkumu autora, jež zohledňuje odborné aktivity prováděné v letech 2015 až 2017, reprezentující jak terénní, tak laboratorní výzkum, včetně vyhodnocení získaných dat.

K první části textu převážně rešeršního charakteru (do str. 30) mám tyto drobnější obsahové připomínky či poznámky:

1. Na str. 15–16 je napsáno, že „*hlavní zvodeň se nachází na kontaktu propustných pískovců a téměř nepropustných jílovců*“. Hladina ve vrtu PŘ1 (s hranicí v hloubce 108 m) klesla v r. 2005 z pův. 106,5 m o 5 m níže. Znamená to tedy, že zvodeň byla až v úrovni sp. slínovcové vrstvy? Prosím o upřesnění uvedeného, a jak to souvisí blokovým pohybem uváděným jako možná příčina.
2. U grafu na str. 18 by bylo pro přehlednost vhodné přiřadit srážkové úhrny i za sledované roky (tj. 2015–2016).
3. Autor na str. 17 uvádí, že rok 2003 byl extrémně suchý, přičemž v grafu s úhrny srážek (str. 18) je dle křivky nadprůměrný stejně jako rok 2010 – prosím o vysvětlení.
4. Obr. 8 je ve srovnání s obr. 9 dosti nekvalitní a má zcela nečitelné pův. popisky.

5. Obr. 12 (mapa) má nedostatečný popis (chybí legenda vysvětlující užití barvy, číselné značení typu I.2 či III.8). Není jasné, kde je na mapě znázorněn směr pohybů. Černá šipka označuje studijní lokalitu?
6. Na str. 27 chybně uveden odkaz na kap. 1.3. místo 1.4.

K druhé části práce s výsledky a interpretacemi autora mám následující připomínky/komentáře:

#### Kontrolní monitoring pohybů:

7. Z úvodního textu na str. 30–31 není zřejmé, jak přesně se student podílel na samotném monitoringu skalní věže a skalní spáry (prováděl fyzicky odečty hodnot v terénu?)
8. Upravit formulace „*posun se pohyboval v rozmezí 0,24 cm*“ a „*v rozmezí 0,5 cm*“ (nahradit od-do, příp. nepřesáhl hodnotu....)
9. Nový automatický systém měření věže je osazen na stejné trhlině (a dle fotografie i ve velmi podobné orientaci) jako starší dilatometrické měření č. 1 a 3. Zde by bylo žádoucí grafické porovnání výsledků souběžného měření (tedy ne pouze slovní popis). Je totiž velmi zvláštní, že v době 6/2015 až 4/2016 nebyl na citlivější automaticce téměř žádný pohyb (uváděných 0,04 mm) oproti obojímu ručnímu měření č. 1 a 3 (uváděných 0,21/0,66 mm). Rovněž naopak extrémní nevratný skok (interpretovaný jako posun bloku) dne 16. 4. 2016 (0,53 mm) by se musel nějakým způsobem výrazněji projevit v datech dilatometrických mezi jednotlivými odečty, což z grafu (obr. 23) není zřejmé.
10. Dále nerozumím interpretaci, že: „*skokový pohyb automatického čidla může být reakcí na pozvolné pohyby bodů č. 1 a č. 3.*“ – prosím vysvětlit (str. 36 dole)
11. Data z aut. extenzometru do onoho výrazného skoku (ve srovnání s chodem po 16. 4. 2016 i ve srovnání s chodem teplot. změn a reakcemi masivu na ně) připomínají spíše poruchový chod zařízení (z NPČS s tím máme bohaté zkušenosti!). Teorie autora o jakémsi „*odblokování*“ skal. bloku věže je v tomto případě **dosti sporná!**
12. Graf (obr. 19): Použité srovnání výsledků je dobrý nápad, nutné je ho však dotáhnout do přehlednějšího ztvárnění – použito dosti chaotické značení os + někde chybí jednotky, čas. osu u pohybů označit vhodněji podle jednotlivých měsíců, atd.).
13. Str. 39: „*Dle ústního sdělení Blahůta, na základě jeho zkušeností i na jiných lokalitách vykazují měření na monitorovacích bodech vždy určitou reakci na teplotní změny.*“ Slovo školitele má jistě váhu, v tomto případě by však bylo na místě řádně **ocitovat alespoň některé z odborných prací, jež se věnují problematice vlivu externích faktorů (zejména teploty) na cyklické (sezónní i denní) pohyby skal**, včetně hodnocení výsledků z automatického měření skalních masivů (např. řada studií z pískovců Děčínské vrchoviny).
14. Str. 39: „*Po „odblokování“ monitorovaného bloku dne 16. 4. 2016 viz kap. 2.3.1, trhlinoměr kromě pohybu tohoto bloku také částečně reaguje na teplotní změny.*“ Proč skalní blok ve volném prostoru (tj. není nijak limitována jeho tepelná roztažnost) nereagoval standardními vratnými pohyby na změny vnější T i před oním skokem? Viz bod 9 a 11 výše... – prosím vysvětlit, případně vyvrátit výhrady v bodech 9, 11 a 14.
15. Otázky k výsledkům měření skalní věže: Byly zde historicky nadefinovány varovné stavy? Lze data z této lokality porovnat s jiným měřením z přilehlé oblasti? (např. z hlediska rozsahu amplitud vratných pohybů či dlouhodobého rizikového trendu)? Na základě čeho autor hodnotí pohyb jako méně či více rizikový?

16. Str. 44: U uváděného dlouhodobého trendu na TM71 („*velmi pomalý klouzavý pohyb*“) by bylo vhodné v text. části uvést, kolik činí tento nevratný trend pohybu (přestože z grafu to lze při troše snahy vyčíst).
17. Str. 44: Uváděný náhlý a nepřehlédnutelný posun na TM71 je dle citace interpretován jako možný důsledek tekt. pohybu. Zvláštní však je, že jde o částečně vratný výkyv (který nesouvisí s T) – má pro to autor, který se s danou interpretací dále (na str. 50) ztotožňuje, nějaké uspokojivé vysvětlení?
18. Není zcela jasné, zda v kap. 2.3.8. na str. 44 jsou převzaté informace či jde částečně o autorovu invenci.
19. Str. 50: „*Názor autora na pohyby zaznamenané na bodech č. 4 a č. 14 ke konci roku 2016 je takový, že mohou být také tektonického původu. Stejně tak náhlý posun ke konci roku 2008 na přístroji TM–71.*“ – prosím o vysvětlení o jaké tekt. pohyby jde a proč se projeví zrovna a pouze na daných místech?

#### Objasnění náchylnosti věže ke zhoršeným stabilit. poměrům:

20. Str. 55–57: Obecný popis fungování RTG difrakce je možná zbytečně podrobný, vzhledem k faktu, že jde o běžně využívanou lab. metodu.
21. Tab. 4 – místo slovního popisu míst by bylo vhodnější číselné značení vzorků odp. obr. (nebo pro přehlednost uvést obojí)
22. Str. 71: „*metoda pravidelného fotografického dokumentování pukliny*“ – autor uvádí, že bylo foceno v rozmezí 1 až 4 měsíců podle stupně zaplnění, přičemž dále se píše, že „*focení bylo provedeno v 11 dnech*“, v tab. 9 jsou pak konkrétní data, které však nevykazují uváděnou pravidelnost. V textu mi také chybí také celk. čas. perioda po kterou bylo sledování prováděno (tj. cca rok a půl, od pol. 2015 do poč. 2017).
23. Str. 71: Jde o zajímavou inovátorskou metodu, avšak předpokládám zde větší vliv chyby lidského faktoru – prosím o komentář: Jak zajistíte, že odstraníte sediment vždy ve stejném rozsahu? Jak se projevuje v modelu chyba nestejného úhlu při focení (což je zřejmé z obr. 50–51, tedy pokud jde o fotografie užitá k analýze)? A další chyba zde musela zákonitě vzniknout odhadem objemů nepovedených měření, které tvoří více než třetinu z provedených pokusů...
24. Str. 77: Ve větě, že pukliny a trhliny jsou „*Geology a geomorfology jsou obecně vnímány jako zóny snížené pevnosti a odolnosti vůči zvětrávání a erozi*“ je citována práce Bruthans et al. 2013, zde by bylo na místě uvést spíše ony konkrétní citace (tj. kterými odborníky je to uváděno).
25. Str. 77: Autor uvádí, že povrch pískovce je kolonizován okem viditelným lišejníkem a sinicemi, které vytváří zónu zpevnění povrchu, což zní dosti zjednodušeně až podivně. Až v dalších kap. je pak toto tvrzení objasněno.
26. Str. 78–79: Měření metodou REI mělo „*prokázat různou odolnost povrchů vůči povrchovému zvětrávání, jako je vítr a déšť*“. Zde bych užila správný termín „*eroze*“ (mechanické působení proudící vody) nikoli zvětrávání.
27. Str. 80: Autor uvádí, že předpoklad, že v profilu věže jsou méně odolné horizont. vrstvy pískovce byla vyvrácena metodou REI. Užitá metoda však řeší pouze povrchovou odolnost materiálu, resp. přítomnost či nepřítomnost zpevňující krusty (jejíž distribuce se může měnit i v rámci jedné litolog. polohy) – prosím o vysvětlení.
28. Str. 81: Místo slova „*ověřena*“ užit významově přesnější „*ověřována*“.
29. Str. 82: Pojem „*výskyt různě odolných poloh pískovce*“ autorem opakovaně užívaný nahradit vhodnějším slovem (např. *partie*), neboť se tím nemyslí litologická stavba.

30. Str. 83: Vysvětlit zavádějící tvrzení, že „faktor ovlivňující nepřítomnost povrchové ochranné kůry je její prosté stárnutí a opadávání“. Diskuze na této straně celkově postrádá **základní přehled autora o fungování procesů fyz.-chem. zvětrávání v pískovcích** (existuje velká řada českých i zahr. publ. věnující se této problematice!)
31. Str. 84 (+ seznam lit. str. 127): citace web. portálu „Geologie Českého ráje“ (s velmi stručným naučně-populárním textem) mi přijde nemístná pro účely diplomové práce, vhodnější by bylo uvedení např. Atlasu pískovcových skalních měst (Adamovič et al. 2010) či nějakého odborného zdroje.
32. Str. 85: nevhodně užitá terminologie („solná krusta/kůra“ versus solný výkvět)
33. Str. 85: Prosím o vysvětlení tvrzení: „Hornina po nakapání HCl nešuměla, tudíž neobsahuje uhličitany a proto domněnka o výskytu sádrovcové kůry byla vyvrácena“. (pískovce v Českém Švýcarsku nešumí, neobsahují vápnitý tmel a přesto jsou zde nacházeny hojně sádrovcové sole...)
34. Str. 87: Prosím o vysvětlení termínu „kalcitové kůry“ – jde o vápnitý sintr? jak byl identifikován? kde se tam vzal (a co bylo zdrojem vápníku)? a proč má černé zbarvení? (na křemen. pískovcích se kalcitové kůry vyskytují poměrně vzácně, jen jako fosilní reliikty...)
35. Str. 88: Chybí vhodnější citace – problematice proželeznění v ČKP (včetně oblasti Českého ráje) se detailně věnoval J. Adamovič et al. (2002a,b).
36. Str. 89: Autor uvádí, že na studované skal. věži nebyly objeveny opálové kůry – jakou metodou to bylo potvrzeno?
37. Str. 89. „Bez biologické kůry bývá pískovec bílý“ – je velmi zavádějící tvrzení.
38. Str. 90: autor zde popisuje složení biol. krusty, které je na studované lokalitě viditelné pouhým okem: „houbová vlákna prorůstají mezi jednotlivá zrna..., na povrchu zachycují větrem unášené jílovité částice...“ – toto všechno autor skutečně viděl pouhým okem???
39. Str. 90: Proč vybral autor pro srovnání se stud. lokalitou zrovna pískovce Navajo v Utahu, kde je aridní-semiaridní klima?
40. Str. 94: Nerozumím významu věty (v daném kontextu): „Pokud bude však velký, tak bude objem mrznoucí vody větší.“
41. Str. 89, 96, 107: Mech nesprávně nazýván biologickou krustou – „Kůry v podobě lišejníků, sinic, mechů a hub“; „Druhým typem je povrch pokrytý nějakým typem biologické krusty (mech, lišejník, sinice)“; „...plochy s krustou ve formě lišejníků, sinic a mechu“.
42. Str. 100: Autor zde uvádí, že mech zpevňuje a chrání povrch skály (vytváří vrstvu se sníženou propustností a kořenová vlákna spojují jednotlivá zrna), zároveň je zde však napsáno, že „pod mechovým pokryvem byl povrch pískovce velmi málo odolný s povrchem erodovatelným pouhým třením prsty“ – nemůže to znamenat, že naopak právě v místě růstu mechu probíhá bioeroze (např. destrukce pískovce mechovými kořínky)?
43. Str. 105: Výsledky pokusu zde popisované jsou velmi nejednoznačné a podle mne svědčí spíše o nepřítomnosti org. kůry u testovaného vzorku z pukliny + vzorku se sinicemi (dle metodiky se měla org. kůra za týden v H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> zcela rozložit, při pokusu však nedošlo k žádnému rozložení/opadu kůry). Co tedy tvoří skalní kůru, která zůstala nerozložena? – prosím o komentář.
44. Str. 113: Prosím o vysvětlení, jak přesně metoda měření tahové pevnosti přispěla k závěru, že „povrch pískovce bude pravděpodobně cementován pouze biologickou složkou s obsahem jílovitých částíček.... a obsah křemičitého, železitého a kalcitového tmelu bude pravděpodobně minimální“.

45. Str. 102, 116, 119, 124: Jeden z hlavních a v textu mnohokrát opakovaných závěrů diplomové práce, že *přítomnost skalní kůry má vliv na stabilitu a odolnost pískovce*, je dlouhodobě známý fakt (podložený mnoha odbornými studii). Přínosem diplomové práce je potvrzení tohoto faktu z další studijní lokality v ČKP s využitím nezávislých metod.

#### **Celkové hodnocení diplomové práce:**

Velmi oceňuji široké, téměř „multi-oborové“ zaměření diplomové práce, tedy množství realizovaných odborných aktivit, jež se z hlediska interpretací vzájemně vhodně doplňují. Takové pojetí práce je náročnější než běžný přístup a přináší i určité úskalí, kterým je nejen časová náročnost ale hlavně **předpoklad hlubší teoretické znalosti všech řešených dílčích témat**. Zde bohužel shledávám určité nedostatky – zejména co se týká základních znalostí studenta o procesech zvětrávání pískovcových hornin (včetně správné terminologie) a znalostí nezbytných k vyhodnocování pohybů skalních masivů (tedy principech chování skalních masivů, fungování vratných a nevratných dilatací a jejich příčinách).

Užitá metodika v diplomové práci byla z velké většiny inspirována týmem kolem J. Bruthanse (Slavík, Schweigstillová, ad.) a jejich výzkumu v lomu Střeleč a sousedním skalním městě Apolena. Tato volba je pochopitelná vzhledem k faktu, že jde o místní odborně významnou lokalitu, zejména s ohledem na nové inovativní pohledy na otázku vzniku a vývoje pískovcových forem. S tím souvisí nepřehlédnutelná přednostní citace studií tohoto výzkumného týmu v diplomové práci. I přes výše řečené mi však v práci chybí širší povědomí diplomanta o jiných existujících studiích z posledních 10 až 15 let (tj. nejen průkopnické práce Cílka et al. z let 2002–2003), které řeší obdobnou problematiku na různých místech ČKP i v zahraničí (a které i přes „Bruthansovu novou teorii“ zůstávají stále obecně platné a jsou informačním „basementem“ znalostí pískovcového reliéfu).

Pro čtenáře neznalého místních poměrů by bylo rovněž vhodné objasnění stratigrafického, petrografického i prostorového vztahu studované lokality ke srovnávací lokalitě Střeleč.

**Z hlediska užití metodiky** mi pak v práci schází základní sedimentologický/petrografický popis pískovce skalní věže i dalších okolních skalních masivů, které byly v rámci studie zkoumány (formou popisu litologie písk. souvrství a charakteru materiálu na základě studia výbrusů). Složení pískovce bylo identifikováno jen na základě zrnitostní analýzy a RTG difrakce se zaměřením na stanovení přítomnosti jílových minerálů. Chybí zde informace o vnitřní struktuře horniny, distribuci křemen. zrn a způsobu cementace, atd. Rovněž pak přítomnost organiky v pevných krustách byla určována pouze metodou TOC spolu s nepřímou metodou rozpouštění v H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (v případě této studie navíc s nejednoznačnými výsledky). Nebylo provedeno mikroskopické studium ani žádné jiné doplňující analýzy.

**Z hlediska formálního zpracování** diplomové práce nemám zásadních připomínek. Občas se zde vyskytla gramatická či formální chyba (např. nesprávně umístěné popisky k tab.), ovšem skutečně jen v zanedbatelném množství. Některé pasáže práce jsou psány trochu krkolomnou formou a čtenáři chvíli trvá, než správně pochopí, co tím chtěl autor říci...

Někde je pak nesprávně užitá odborná terminologie (např. záměna „zvětrávání“ za „erozi“, „polohy pískovce“ označující dílčí partie skal. masivu, „podloží“ užitá pro vnitřní část horniny, „solné krusty“ místo solných výkvětů, „krusty z mechu“, ad.).

Zásadnější nedostatek **ve struktuře diplomové práce** pak vidím v nejasném oddělení rešeršní části od ostatního, tedy vlastních výsledků autora. Části textu shrnující starší publikované výsledky se objevují i dále v textu vmísené mezi výzkumné aktivity samotného autora (a to i jako celé samostatné kap. – např. kap. 3 na str. 54). Rovněž pak začátek popisu vlastní invence autora by měl být jasněji oddělen od předchozího (začíná nenápadnou podkapitolou 2.3. nazvanou „Pokračující měření“).

Struktuře práce bych dále vytkla nevhodné řazení informací: Autor často v textu pracuje s údaji a fakty, která jsou vysvětlena (a pokusy podložena) až v následujících kapitolách – viz např. pozn. 26; od str. 79 a dále 89-90 je pak hojně používán termín „*biologická krusta*“, včetně jejího složení (vlákna lišejníků a prach. částice), přičemž vysvětlení tvrzení, že jde biol. krustu se dočkáme až o několik kap. dále; na str. 97 se při interpretaci pracuje s hodnotami/ukazateli, u nichž je odkazováno opět na následující kapitoly, atd.

Celkově však práce působí konzistentně a z hlediska obsahových standardů zde nic podstatného nechybí. V úvodu **stanovené hlavní cíle byly splněny**. Velmi pozitivně hodnotím zejména diskuzi, která je přehledně napsaná a přináší ucelený souhrn užitých metod (včetně doporučení vylepšení metodiky do budoucna), získaných informací i srovnání vlastních výsledků autora s již publikovanými pracemi. Závěr pak obsahuje stručné shrnutí nejhlavnějších výsledků.

I přes výše uvedené výhrady považuji diplomovou práci Bc. Petra Vorlíčka za zdařilou. Student prokázal schopnost samostatné odborné práce (terénní i laboratorní), schopnost analýzy velkého množství dat, srovnání výsledků získaných různými metodami a jejich celkové interpretace.

Práci navrhuji ohodnotit stupněm výborně až chvalitebně. Pouze v případě uspokojivého vysvětlení dotazů a nesrovnalostí při obhajobě (zejména bodu č. 3, 7, 10, 14, 15, 17, 19, 23, 27, 33, 34, 36, 42, 43 a 44) se přikláním ke kladnějšímu hodnocení.

V Ústí nad Labem dne 24. 5. 2017

RNDr. Zuzana Vařilová, Ph.D.