



Technische Universität Dresden, 01062 Dresden

Prof. Dr.-Ing. habil.

**Ivo Herle**

Ústav Hydrogeologie, Inženýrské geologie  
a užití geofyziky  
Přírodovědecká Fakulta UK v Praze  
Albertov 6  
128 43, Praha 2

Bearbeiter: RNDr. Vladislava Kostkanová, Ph.D.  
Telefon: 0351 463-36630  
Telefax: 0351 463-34131  
E-mail: vladislava.kostkanova@tu-dresden.de

Dresden, 2. September 2015

### **Posudek diplomové práce**

Předložená diplomová práce s názvem "Rozpad sedimentů díky kapilárně stlačenému vzduchu: přehlížený erozní mechanismus" diplomantky Jany Vaculíkové o celkovém rozsahu 72 stran je rozdělena do pěti kapitol. Cílem práce bylo zkoumat jaký význam má kapilárně-pneumatický rozpad při erozi různých sedimentů, otestovat novu metodiku odlišující kapilárně-pneumatický rozpad od ostatních erozních procesů, porovnat destrukční tlak vzduchu s tahovou pevností vzorků a také zhodnotit vliv mineralogie a porozity na kapilárně-pneumatický rozpad vzorků.

Po úvodu a definici tzv. z angl. "slaking" neboli samovolného rozpadu sedimentu ve stojaté vodě se, na základě podrobné rešeršní studie zahraniční literatury, vymezuje tzv. kapilárně-pneumatický rozpad v užším slova smyslu, kdy kapilární voda vstupující do vzorku stlačuje pórový vzduch, který se postupně uvolňuje a porušuje povrch materiálu. Dále se v kapitole metodiky popisuje metodický postup zkoušek a charakterizují se zkoumané vzorky. Diplomová práce se zabývá zajímavým nestandardním tématem kapilárně-pneumatickým rozpadem zemin a mírně cementovaných sedimentárních hornin. Pro dosažení cílů práce bylo tudíž zapotřebí vyvinout nový metodický postup. Ten spočíval v zatápnění dvojic vzorků destilovanou vodou jednou při atmosférickém tlaku vzduchu a podruhé za aplikaci vakua. Na vybraných vzorcích byla měřena pevnost v tahu pomocí odtrhových zkoušek. Výzkum byl doplněn rentgenovou diffrakcí a rtuťovou porozimetrií. Diplomantka řádně cituje použitou literaturu i jiné dostupné materiály.

Vlastní výsledky práce jsou prezentovány v kapitole výsledky a diskuze, výstupy zkoumání jsou ve uvedeny ve formě fotografické dokumentace, tabulek a grafů. Výsledky vlastní práce jsou zřetelně odlišeny od výsledků převzatých, které jsou označeny příslušnými odkazy. Diplomantka provedla výzkum na 14ti typech různých zemin a sedimentárních hornin lišících se původem, stářím, mineralogii, zrnitostí, porozitou a stupněm zpevnění. 5 vybraných vzorků

*Postadresse (Briefe)*  
TU Dresden  
01062 Dresden

*Postadresse (Pakete u.ä.)*  
TU Dresden  
Helmholtzstraße 10  
01069 Dresden

*Besucheradresse*  
Neufferbau  
George-Bähr-Straße 1a

*Internet*  
<http://www.tu-dresden.de/biwig>





bylo podrobena bližšímu zkoumání a doplněno dalšími analýzami. U nich byl na základě výsledků rtuťové porosimetrie a z literatury převzatých kontaktních úhlů vypočten pórový tlak, který se srovnával s jejich tahovou pevností. Dále byl u těchto vzorků diskutován vliv mineralogického složení, především přítomnost expanzních jílových minerálů. Práce je zakončena závěrem, kde se zdůrazňuje důležitost kapilárně-pneumatického rozpadu při erozi málo zpevněných sedimentů a zemin.

Práce splňuje po obsahové stránce běžné požadavky na diplomové práce, je jasně formulovaná. V rešeršní studii diplomantka zdárně a v přehledné formě extrahuje relevantní informace především z anglicky psané literatury. Převzaté informace i obrázky jsou řádně citovány. V části s vlastními výsledky diplomantka postupovala systematicky, výsledky svého výzkumu řádně zdokumentovala, kriticky zhodnotila, měření interpretovala a spojila do kontextu a vyvodila relevantní závěry.

K předložené diplomové práci mám následující dotazy, připomínky a náměty k diskuzi:

- V textu posledního odstavce na str. 64 chybí jednotky u hodnot objemové hmotnosti. Předpokládám, že objemová hmotnost v kap. 4.4 je suchá objemová hmotnost, která přímo souvisí s pórovitostí.
- V práci se uvádí, někdy i značný rozdíl suché objemové hmotnosti zjištěný rtuťovou porosimetrií a měřený v práci Sommerové. Předpokládám, že testy probíhaly na odlišných vzorcích. Důvodem rozdílu může být i inhomogenita zemin, která může být především u spraší způsobena přítomností makropórů. Měření rtuťové porosimetrie se provádí na velice malém objemu vzorku. Zajímavé by bylo doplnit práci o vlastní měření suché objemové hmotnosti z rozměrů vzorků a hmotností před zkouškou. V práci se uvádí, že vzorky byly váženy po vyjmutí z pece do ustálení hmotnosti a tedy by neměl být problém suchou objemovou hmotnost na pravidelných vzorcích kvádrového tvaru vyhodnotit.
- V textu na str. 53-54 se uvádí jiné hodnoty mediánu velikosti pórů než v tabulce 4, 6 a 7 na str. 55 a 57.
- Jaké bylo vakuum resp. podtlak u zkoušek ve vakuu? V popisu metodiky na straně 34 se uvádí 0,8 kPa, což by znamenalo téměř žádný podtlak. Spíše se jedná o chybu v jednotkách a byl aplikován podtlak 0,8 bar, tedy 80 kPa. Nicméně ani při takovémto podtlaku nebude odvodušnění vzorků dokonalé, především u jemnozrnnějších vzorků. Dosažení absolutního vakua je v laboratorních velmi obtížné, nicméně je možné dosáhnout podstatně většího podtlaku než 80 kPa. Např. v metodikách pro určování zdánlivé hustoty pevných částic pomocí odvodušnění vzorku v pyknometru podtlakem, se požaduje aplikace podtlaku dosahujícího velikosti 0,95- 0,97 bar.
- V tabulkách 6 a 7 není jasné co znamenají sloupce P1, P2. Předpokládám, že výpočet pórového tlaku probíhal podle Young-Laplaceovy rovnice (2) a dále objemového podílu vzduchu v pórech podle rovnice (3) uvedené na str. 37. Je uvedený pórový tlak v tabulkách 6 a 7 pórový tlak vzduchu? Pokud ano, jaký podíl objemu vzduchu k objemu pórů byl pro výpočet použit?
- V popisu příčin kapilárně-pneumatického rozpadu by bylo zajímavé, a pro hydrogeologicky zaměřenou práci také přínosné, doplnit také hydraulický popis tohoto procesu. Při ponoření vysušeného vzorku dochází k nenasycenému proudění od okrajů vzorku k jeho středu, jehož příčinou je vysoký hydraulický gradient způsobený nulovým tla-

kem vody obklopující vzorek a záporným tlakem pórové vody způsobeným vysokým kapilárním sáním. Při sycení se plní póry vodou, klesá negativní pórový tlak vody a zároveň roste pórový tlak vzduchu v pórech, kde nemůže vzduch uniknout. Klesá tedy kapilární tlak (sání) a efektivní napětí ve vzorku, vzorek se změkčuje a pro stlačený vzduch je snadnější uniknout a vzorek porušit. Při dalším výzkumu tohoto procesu v budoucnu by bylo vhodné doplnit měření (odhad) kapilárního sání (např. z retenční křivky) na počátku procesu.

- Náměty k diskuzi:

- Hodnoty pórového tlaku byly vypočteny podle Young-Laplaceovy rovnice odvozené z působení smáčivé a nesmáčivé tekutiny v kapiláře, která je aplikovatelná při statickém působení obou tekutin. Při procesu zatápění však dochází k proudění vody do vzorku a pórové tlaky jak vody tak vzduchu se dynamicky mění. Je v tomto případě Young-Laplaceova rovnice stále použitelná?
- Lze použít kontaktní úhly voda/vzduch a hodnoty povrchového napětí voda/vzduch pro výpočet pórového tlaku u vzorků zatápěných ve vakuu?
- Jak by probíhal proces při sycení za jiných okrajových podmínek: Jak by se choval vzorek při ponoření pouze jeho jedné části, kdy dochází k jeho sycení kapilární vzlínavostí? Předpokládám, že v tomto případě by se vzorek nerozpadl kapilárně-pneumatickým rozpadem a zůstal by intaktní, došlo by pouze k jeho změkčení. Vzduch by totiž měl únikovou cestu do okolní atmosféry minimálně u tzv. průvzdušných vzorků. Pro ještě přesnější vymezení fenoménu kapilárně-pneumatického rozpadu do budoucna, by bylo zajímavé doplnění výzkumu také o tato pozorování.

Předloženou diplomovou práci považuji za zdařilou a **doporučuji k přijetí**.



Vladislava Kostkanová