

# Oponentský posudek

## bakalářské práce Jana Hloma

### „Analýza nejistot při měření chodu splavenin ve sklopném žlabu“

Předložená bakalářská práce se zabývá stanovením nejistot měřených parametrů a jejich vlivem na vyhodnocované veličiny při pokusech simulujících transport sedimentu v toku realizovaných na sklopném žlabu ve vodohospodářské hale Fakulty stavební ČVUT v Praze. Součástí práce je také porovnání výsledků měření dopravní koncentrace sedimentu prováděných na sklopném žlabu dvěma různými metodami.

#### Struktura práce

Práce je členěna do 8mi hlavních kapitol doplněných seznamy zkratk a symbolů, seznamem použité literatury, seznamem obrázků a tabulek.

Po části úvodní, ve které jsou specifikovány cíle práce, následuje kapitola stručně a poměrně jasně popisující měrné zařízení a popis na něm prováděných experimentů.

Třetí kapitola je nazvána „Zájmové fyzikální veličiny“. V první podkapitole jsou definovány vlastnosti splavenin – měrná hmotnost a relativní měrná hmotnost částic a velikost zrna  $d_{50}$ . Ve druhé podkapitole je odvozen výraz pro stanovení průměrného tečného napětí působícího na povrch koryta. Třetí podkapitola nazvaná „Veličiny popisující transport sedimentu“ uvádí definici dopravní koncentrace, Shieldsova a Einsteinova čísla. Definici Einsteinova čísla u definice dopravní koncentrace považuji za logickou, naopak Shieldsovo číslo je daleko více svázáno s tečným napětím a mělo by tedy být uvedeno v předchozí podkapitole. Ve čtvrté podkapitole je uveden vztah mezi součinitelem ztráty třením a relativní drsností. Pátá podkapitola je věnována Meyer-Peter Müllerově rovnici popisující vztah mezi Shieldsovým a Einsteinovým číslem. Tuto rovnici je obtížné považovat za veličinu, proto bych považoval za vhodné použít poněkud širší název celé třetí kapitoly a jednoznačně odlišit samotné fyzikální veličiny a vztahy mezi nimi. Ve výčtu veličin a vztahů popisujících pohyb směsi vody a pevných částic postrádám důležitý vztah mezi součinitelem ztrát třením a tečným napětím na dno.

V kapitole 4 je uveden rozbor teorie chyb včetně popisu principu stanovení standardní odchylky veličiny vyhodnocované na základě přímo měřených parametrů.

Kapitola 5 uvádí metodiku vyhodnocení chyb měření na sklopném žlabu. U podkapitoly 5.3.5 „Dopravní koncentrace“ by bylo vhodné uvést odkaz na kapitolu 7, kde je stanovení dopravní koncentrace podrobněji rozepsáno.

V kapitole 6 je uvedeno vyhodnocení samotných měření na sklopném žlabu. První část této kapitoly je věnována stanovení chyb měřených veličin s vhodně uvedenými ukázkami časových záznamů z měření. Z hlediska členění této kapitoly bych považoval za přehlednější část kapitoly 6.1 „Výška sedliny“ zabývající se vlivem změny odhadu polohy sedliny na velikost Shieldsova čísla zařadit do kapitoly 6.6 „Chyby zájmových veličin“.

Kapitola 7 popisuje dva způsoby měření a vyhodnocení dopravní koncentrace použitých na sklopném žlabu včetně stanovení chyb jednotlivých způsobů měření i vzájemné porovnání těchto metod. Tato kapitola působí uceleným dojmem a je zpracována přehledně.

Závěry práce v kapitole 8 jsou formulovány jasně a mají přiměřený rozsah.

#### Hodnocení formální stránky práce

Text práce je bez zbytečných překlepů a gramatických chyb, grafy a obrázky jsou dobře čitelné.

V seznamu použitých zkratk a symbolů chybí některá označení použitá v práci (obecný průtok  $Q$ , průtok směsi  $Q_m$ , průtok částic  $Q_s$ , síla  $F$ , měřená veličina  $X$ , poloha čáry energie  $H_e$ , úhel  $\alpha$ , koeficient  $\alpha$ , koeficient  $\beta$  a některé další).

Některé z citovaných zdrojů literatury sestávají z internetových stránek. Pokud je možné využití „klasického“ zdroje jako jsou učebnice, skripta či vědecké články, nepovažuji citování internetových stránek za vhodné, a to zejména z důvodu jejich možných změn v čase.

### Věcné dotazy k jednotlivým kapitolám

Na str. 20 je uvedeno, že hustota pravděpodobnosti náhodné veličiny je dána normálním zákonem rozdělení náhodné veličiny. Normální zákon rozdělení je ovšem jedním z mnoha možných. Na jakém základě tedy byl zvolen právě normální zákon? Bylo provedeno porovnání histogramů četnosti, které je možno rekonstruovat ze změřených časových záznamů jednotlivých parametrů, s normálním rozdělením?

V kapitole 4.2.1 je uvedeno jednoduché pravidlo, podle kterého je možno detekovat hrubé chyby při měření. Vyskytl se tento druh chyb v datech z měření, které měl autor práce k dispozici?

Za zajímavou považují informaci ze str. 12 vzešlou ze zkušeností při experimentech týkající se přípravy experimentu, kde je uvedeno, že proudění ve žlabu se nejvíce blíží rovnoměrnému, pokud sklon dna (zřejmě myšlen povrch sedliny) a žlabu je podobný. Čím si tuto skutečnost vysvětlujete?

Na str. 25 je číselně uveden odhad minimálních standardních odchylek tří vybraných veličin – odečtené polohy sedliny, měřeného průtoku a měřené dopravní koncentrace. Jak byly hodnoty těchto odhadů stanoveny?

Na str. 26 je definována střední výška sedliny  $y_b$  jako průměr výšky sedlin z různých míst po délce žlabu. Jak byla takto definovaná veličina v dalším vyhodnocení využita?

V kapitole 6.2 na str. 31 je napsáno: „Sklon čáry energie je získán součtem sklonu žlabu a sklonu hladiny“. V případě hladiny rovnoběžné s plastovým dnem žlabu při stejné výšce sedliny po délce žlabu musí být sklon čáry energie totožný se sklonem dna žlabu a hladiny a ne dvojnásobný. Vytváříte prosím výše citované tvrzení.

Na str. 33 je relativní chyba v měření průtoku směsi uvedena hodnotou 0.01 s odkazem na stanovení chyby zpracované na základě zkušeností z trubního okruhu Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR. Průtok směsi je velmi podstatný parametr v rámci prováděných experimentů. Byly podmínky při měření v ÚH AV ČR zcela totožné s měřením na sklopném žlabu na Fakultě stavební? Pokud ne, do jaké míry se lišily?

V grafu na obr. 13 jsou uvedeny hodnoty relativní drsnosti  $k_s/d_{50}$ . Dle v práci uvedených vztahů nelze zjistit způsob stanovení této veličiny, přičemž na základě této veličiny byl pomocí rovnice (3-13) počítán i součinitel ztráty třením  $\lambda_b$  (str. 36 – kapitola 6.6.2). Jak byla relativní drsnost stanovena?

Na str. 39 je uveden výraz (7-2) pro stanovení dopravní koncentrace na základě tzv. měření na U-trubicích. Je zde uvedeno zajisté pravdivé tvrzení, že hustota směsi je ve vzestupném potrubí větší než v sestupné. Je tato skutečnost zohledněna ve výrazu (7-2)?

Ve výrazu (7-2) je použit parametr „ $i$ “, hydraulický gradient. Jak je v daném případě definován?

### Závěrečné hodnocení

Předkladatel práce byl postaven před poměrně nesnadný úkol kvantifikace chyb a nejistot parametrů měřených a vyhodnocovaných na základě experimentů prováděných na sklopném žlabu ve vodohospodářské hale Fakulty stavební ČVUT v Praze, přičemž již samotná problematika chodu sedimentu není jednoduchá. Konstatuji, že v míře rozsahu a odborné úrovně obecně kladené na bakalářskou práci je předložená práce na velmi dobré úrovni. Nicméně v práci se vyskytují některá drobná pochybení či nepřesnosti. Z tohoto důvodu hodnotím práci stupněm B – velmi dobře.

V Praze dne 9.6.2016

Ing. Tomáš Pícek, Ph.D.  
ČVUT v Praze, Fakulta stavební  
Katedra hydrauliky a hydrologie  
Thákurova 7, Praha 6