

doc. Ing. Aleš Havlík, CSc.
Katedra hydrauliky a hydrologie
ČVUT v Praze
Thákurova 7, Praha 6, 166 29

Posudek

doktorské disertační práce RNDr. Jany Bernsteinové

Modelování příčinných podmínek látkového transportu

Za hlavní cíl předkládané disertační práce označila autorka zlepšení znalostí modelování příčinných podmínek odnosu látek v říčním systému a diskusi o možných důsledcích tohoto odnosu vzhledem k environmentálnímu vlivu na prostředí vodních ekosystémů a na lidskou společnost. Za dílčí cíle pak označila určení a analýzu rizikových procesů spojených s transportem v různých podmínkách Česka, využití a kritické zhodnocení dostupného softwarového vybavení a vhodnosti kombinace jednotlivých nástrojů k sestavení vysoce komplexního modelovacího systému schopného popsat cyklus fluviálně-morfologických změn a zpracování regionální případové studie založené na problematice látkového odnosu.

Práce je rozdělená na kapitoly teoretický rámec, materiál a metody, syntéza a diskuse a závěry. Zpráva je zakončena prezentací kopií významných publikovaných článků autorky k dané problematice.

V kapitole **teoretický rámec** se disertantka zabývá přehledem poznatků k problematice matematického modelování procesů, kterými se ve své práci dále zabývá. Řešený proces je rozdělen na 3 základní části, které se zabývají základním klasifikačním členěním transportu látek dle transportovaného média (rozpuštěné látky, vázané látky a pevné částice), způsobu pohybu (pohyb rozpuštěných látek, chod suspendovaných částic, dnový chod) a časové fáze výskytu (eroze, transport, usazování). V další části je popsán koncept příčin pohybu látek, který je primárně vyvolán srážkou a navazujícím srážko-odtokovým procesem. Ten je ovlivněn jak přírodními faktory (klíma, přírodní katastrofy, geologie, tektonika), tak i antropogenními faktory (úpravy koryt, využití území, zalesňování).

V další části jsou stručně popsány přístupy k hydrologickému modelování dle modelovaného zájmu (vlastní srážko-odtokový proces, hydrodynamika, morfologie, kvalita vody), podstata modelu (neuronové sítě, empirický model, koncepční, fyzikální), časového měřítka (dlouho a krátkodobé scénáře), dle popisu proměnných (stochastické a deterministické modely), dle použitých rozměrů (0D, 1D, 2D a 3D) a dle prostorového rozložení (soustředěné, semi-distribované a distribuované modely). Rovněž velmi stručně jsou uvedeny základní fyzikální principy řídící pohyb vody, z rovnic jsou uvedeny pouze rovnice spojitosti a momentová, a to pouze v nejjvíce zjednodušeném 1D tvaru. Rovněž velmi stručná je i část, která se zabývá fyzikální postatou pohybu částic. Členění modelů je založeno na vlastnostech částic (soudržné – nesoudržné, jíl, hlína, písek štěrky), typu pohybu (dnový chod, chod suspendovaných částic, pohyb rozpuštěných látek), řešení pohybu. Z rovnic, které se zabývají stanovením podmínek pohybu částic, je uvedena pouze základní rovnice rovnoměrného proudění pro tečné napětí, pro popis charakteristik složení materiálu

sedimentu je uvedena zrnitostní křivka. Z řady přístupů popisujících podmínky pohybu částic jsou uvedeny metody Meyer-Peter Müller (1948), Smart & Jaeggi (1983), Engelund & Hansen (1967), Engelund & Fredsoe (1976), Van Rijn (1993) a Wilcock & Crowe (2003) se základními charakteristikami a rozsahem použití opět bez uvedení jakýchkoliv rovnic. Poslední strana kapitoly teoretický rámec se zabývá pohybem znečišťujících látek, přičemž jsou zdůrazněny 2 základní problémy: rozsáhlý pohyb znečištění z plošných zdrojů znečištění a sekundární znečištění způsobené opětovným pohybem břehových nánosů znečištěných toxickými látkami.

Pro naplnění cílů práce byly zpracovány 3 případové studie rozdílných měřítek situované v různých fyzicko- a sociologicko-geografických prostorech a s různými následky transportu látek na přírodní a socio-ekonomické prostředí.

Případová studie I se zabývala povodí řeky Olšava, které patří k typickým zemědělským oblastem Česka. Model povodí byl sestaven, parametrizován a využit pro analýzu výrazného látkového odnosu, založeném na scénářovém modelování změn „land use“ zintenzivnění čištění komunálních odpadních vod.

Případová studie II řešila úsek řeky Labe od Pardubic po státní hranici a její levostranný nejvíce znečištěný přítok Bílinu. Pro modelování vnosu splavenin byly pro řešený úsek sestavny 4 2D hydrodynamické modely umožňující numericky simulovat i pohyb splavenin.

Poslední **případová studie III** byla zaměřená na problematiku Javořího potoka tekoucího v povodí Vydry s čistě přírodním charakterem koryta a relativně mírným sklonem. Ten posloužil jak mikro-měřítková studie rozsáhlých fluvialně-morfologických změn, následků povodňových událostí i s dobou opakování 1 rok. Hydrodynamický model byl sestaven s cílem zhodnotit pravděpodobnost spuštění látkového odnosu. Model byl integrován s modelem břehové eroze a transportu nekohezivního sedimentu a byl propojen s hydrologickým modelem širší lokality národního parku Šumava.

V rámci kapitoly Materiál a metody se dále popisuje rozhodovací proces, jaké prvky modelovacího procesu zvolit z pohledu požadované přesnosti a podrobnosti výsledků, náročnosti řešení na vstupní data a nároků na výpočetní čas. V příložené tabulce jsou porovnávány možnosti modelů 1D, 1D+ a 2D z pohledu nároků na vstupní data a možných výstupů.

První blok práce je zakončen velmi krátkými kapitolami zaměřenými na syntézu, diskusi a závěry. Soupis použité literatury obsahuje více než 100 odkazů, ve vlastním textu jim však není věnována dostatečná podrobnost.

Rozsahem největší část práce obsahuje kopie článků uveřejněných v respektovaných recenzovaných časopisech, které doktorandka prezentovala v poslední době k posuzované problematice. Postupně jsou tak předloženy detaily řešení všech 3 případových studií.

Zatímco první část práce je velmi strohá, například problematika matematického modelování je popsána velmi obecně s citací pouhých 3 rovnic, druhá část obsahující uvedené články již přináší daleko více podrobností, výstupy modelů jsou doloženy množstvím grafů a tabulek. Vzhledem k účasti spoluautorů však není snadné vymezit přínos disertantky. Vzhledem k tomu, že byl každý článek napsán s odlišnou strukturou, vyznívá tato část práce nesourodě.

K práci mám následující připomínky a výhrady:

Práce neobsahuje kritickou rešerši dostupné problematiky.

Prakticky veškeré výpočty byly realizovány pomocí softwarových produktů DHI. Proč se autorka nepokusila prověřit možnosti i jiných u nás hojně využívaných systémů (HEC, SMS, apod.), které mohly některé procesy modelovat úspěšněji. Hlavní cíl práce využít a kriticky zhodnotit dostupné softwarové vybavení a vhodnost kombinace jednotlivých nástrojů k sestavení komplexního modelového systému proto z mého pohledu nebyl splněn dostatečně.

V práci jsem postrádal základní informace, zda byly pro 2D výpočty použity modely založené na metodě konečných prvků, objemů či diferencí a doporučení zejména pro případy modelování pohybu splavenin.

U použitých matematických modelů řešících pohyb splavenin jsem postrádal zejména uvedení výčtu metod umožňujících stanovit jednotlivé charakteristiky pohybu splavenin a meze jejich platnosti.

Na straně 5 článku věnovaném případové studii pro řeku Bílinu uvádíte, že se zrnitostní složení materiálu dna mění nejčastěji od pískového po štěrkové. To je v rozporu s hodnotami uvedenými na obr. 3 stejného článku. Jednalo se o speciálně s jemnozrnnými sedimenty? Jakým způsobem byly dané hodnoty zjištěny? Provedla jste si vlastní kontrolní měření?

Pro výpočet chodu splavenin má zásadní význam použití vhodné metody pro stanovení počátku pohybu částic a vyčíslení průtoku splavenin. V článku věnovaném problematice řeky Bíliny uvádíte užití metody van Rijna. Bylo její užití v souladu s podmínkami platnosti? Aplikovala jste i jiné metody, případně s jakým výsledkem?

Provedla jste v případě modelování počátku pohybu splavenin nějakou kalibraci, která byla založena na pozorování a měření v dané lokalitě?

V tabulce 6 článku věnovanému řece Bílině se uvádí hodnota průtoku Q . Tím je míněn průtok splavenin nebo počáteční průtok vody, kdy začíná docházet k pohybu částic.

V úvodu práce v případě případové studie III uvádíte, že byl hydrodynamický model integrován s modelem břehové eroze a transportu nekohezivního sedimentu. Výsledky tohoto procesu jsem v příložených člancích věnovaných této případové studii nenalezl. Byla na tomto povodí břehová eroze skutečně modelována?

I přes řadu kritických připomínek doporučuji, aby byla disertační práce RNDr. Jany Bernsteinové přijata pro obhajobu před příslušnou komisí.

V Praze dne 3. 9. 2015



doc. Ing. Aleš Havlík, CSc.