

# Študija obrusa kamnin v abrazijskem mlinu z uporabo opremljenega sledila

Tomaz Šolc<sup>1</sup> – Aneta Stefanovska<sup>2</sup> – Trevor Hoey<sup>3</sup> – Matjaz Mikoš<sup>4,\*</sup>

<sup>1</sup> Inštitut Jožef Stefan, Slovenija

<sup>2</sup> Univerza v Lancastru, Oddelek za fiziko, Velika Britanija

<sup>3</sup> Univerza v Glasgowu, Oddelek za geografske znanosti in znanosti o zemlji, Velika Britanija

<sup>4</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija

Zelo zanimivo raziskovalno področje v rečni mehaniki in še posebej dinamiki prodnatih rek je medsebojno vplivanje zrn rečnih sedimentov v gibanju (rinjenih plavin). Omenjene naravne pojave lahko raziskujemo v naravnem okolju (zahtevno) ali pa v dobro kontroliranih laboratorijskih pogojih (enostavneje). Namen tovrstnih raziskav je običajno napovedovanje stopnje dolvodne drobnitve rečnih plavin vzdolž vodotokov (zmanjševanje njihove velikosti in sprememb oblike zrn), stopnje poglobljanja skalnatih odsekov rek in razvoj matematičnih (numeričnih) modelov premeščanja rinjenih plavin, ki temeljijo na opisu kinematike in dinamike posameznih zrn plavin.

Naravni pojav obrusa kamnin (skalnatoga rečnega dna) v rečnem okolju smo analizirali v laboratorijskem okolju v posebnem abrazijskem mlinu vrste Dubree s ciljem, da bi ugotovili uspešnost obrusa kamnin v takem aparatu. Raziskovalni mlin je valjaste oblike z notranjim premerom 711 mm in notranjo dolžino 508 mm. Mlin se vrti okrog lastne osi z obodno hitrostjo ~30 obratov na minuto, obod mlina v 1 h prepotuje razdaljo ~4,02 km. Na notranjem obodu mlina smo vgradili tri ploščice, izdelane iz različnih kamnin, odvzetih v izbranih rekah na Škotskem. Kot abrazijsko sredstvo v mlinu smo uporabili prodnate mešanice rečnih plavin mase ~2 kg in različne zrnastostne sestave; mlin smo vrteli 1 h in vsakič ponovno izmerili maso treh kamninskih ploščic. Spremembo mase ploščic smo določali s tehtanjem in natančnostjo 0,01 g ter z uporabo 3D-laserja.

Dinamiko obrusa kamninskih ploščic v abrazijskem mlinu s prodnato mešanico smo analizirali z uporabo patentiranega opremljenega sledila kroglaste oblike mase 994,6 g in premera 99 mm. Kroglasto sledilo ima razstavljivo in vodotesno kovinsko ohišje ter je opremljeno s triosnim pospeškomerom vrste 4375 Brüel & Kjær, ki meri vršne pospeške do 5000 g. Sledilo ima lastno 9 V napajanje in notranji pomnilnik, ki omogoča zapisovanje meritev pospeška v vseh treh smereh z vzorčevalno frekvenco 2832 Hz v času trajanja do 120 sekund. Sledilo smo že uspešno preizkusili v laboratorijskem žlebu z namenom prepoznavanja kinematike in dinamike prodnatih plavin v turbulentnem vodnem toku.

V prispevku je opisana lastna rešitev problema prepoznavanja in razlikovanja med udarci opremljenega sledila z različnimi telesi v raziskovalnem mlinu: z zrn sedimentne prodnate mešanice, s kamnitimi ploščicami, z mehko notranjo gumeno oblogo raziskovalnega mlina in s togimi stranskimi jeklenimi ploščami raziskovalnega mlina. Analiza zapisanega signala (tridimenzijskih pospeškov) opremljenega sledila je pokazala, da imamo na razpolago dovolj informacij, da i) prepoznamo tribološko okolico sledila in ii) zadovoljivo opišemo intenziteto pojava obrusa kamnin (število in amplituda sil ob kontaktu sledila). Tako smo razvili uspešen in računalniško hiter algoritem za avtomatsko prepoznavanje trkov sledila in za njihovo analizo, pri čemer smo izvedli analizo signalov v časovni domeni. Ko smo izvedli analizo signalov v frekvenčni domeni, smo razvili tudi metodo za razlikovanje različnih signalov glede na prevladujočo vrsto trka. Z uporabo obeh metod skupaj lahko razvrstimo vse zapisane signale (tridimenzijske pospeške sledila) v skupine glede na podobnost merilnih pogojev.

V tem prispevku opisana raziskava še ni omogočila prenosa v laboratoriju izmerjenih vrednosti obrusa kamnin v naravo, je pa dobra osnova za medsebojno primerjavo različnih laboratorijskih raziskovalnih aparatov, ki se uporabljajo za raziskovanje obrusa kamnin. Način z uporabo opremljenega sledila je zmožen opisati uspešnost ali intenziteto obrusa kamnin v podobnih laboratorijskih aparatih z določitvijo števila in amplitud trkov; kar je precej bolj natančno od preprostega enačenja prepotovane razdalje v raziskovalnem mlinu, določene s pomočjo obodne hitrosti mlina in notranjega premera mlina, z razdaljo v naravi. Nadaljnje raziskave bodo usmerjene v analizo odvisnosti stopnje obrusa kamnin od števila in intenzitet trkov, kot jih lahko določimo v raziskovalnem abrazijskem mlinu s pomočjo opremljenega sledila.

**Ključne besede:** laboratorijski poskusi, obrus kamnin, opremljeno sledilo, tribologija