

PRISPEVEK K SLOVENSKEMU IZRAZOSLOVJU ZA POBOČNA PREMIKANJA

Contribution to the Slovene Terminology of Slope Movements

Dragomir Skaberne* UDK 811.163.6'37:551.2/3

Povzetek

Predlagana je slovenska terminologija, povezana s težnostnimi (gravitacijskimi) pobočnimi premikanji, na kratko so opredeljeni in opisani posamezni procesi, ki naj bi predstavljali končne, razmeroma čiste člene znotraj kompleksnih in med seboj povezanih mehanizmov premikanj: prevračanje, padanje in kotaljenje, plazenje in tečenje (zrnski tok, drobirski tok, utekočinjeni tok, turbiditni tok).

Abstract

The contribution presents a proposal of Slovene terminology related to gravity (slope) movements, including definitions and descriptions of individual processes representing ultimate links in the chain of complex and interrelated transport mechanisms: turning, falling and rolling, creeping and flowing (grain flow, gravel flow, liquid flow, turbidite current).

Uvod

Plaz Stože pod Mangartom, kot so poimenovali premikanja zemeljskega materiala v času od 15. do 18. novembra 2000 pod grebenom Stože zahodno od Mangarta, je v gornjem delu Loga pod Mangartom povzročil smrt sedmih ljudi. Porušene ali zasute hiše, uničena infrastruktura in spremembe izgleda pokrajine so preplašile prebivalce, ki so v negotovosti, ali se katastrofa lahko ponovi, morali zapustiti svoje domove. Zaradi velikih razsežnosti (po ocenah naj bi bilo premaknjena približno 1 milijon m³ materiala) in nenavadno hitrega gibanja (približno 10 m/s) je ta plaz vzbudil veliko zanimanje slovenske strokovne in laične javnosti. V začetku so premikanja zemeljskih gmot v javnih občilih označevali kot plaz, po objavi pogovora z dr. Matjažem Mikošem (Delo, 22. 11. 2000) in pozneje prispevka dr. Mitje Brillyja (Delo, priloga Znanost in razvoj, 29. 12. 2000) pa se je v širši javnosti in medijih začel uporabljati tudi izraz **murasti tok** kot hidrotehnični sinonim za angleški izraz *debris flow* (Pintar, 1977; Brilly in sod., 1999; Mikoš, 2000). V geologiji in sedimentologiji slovenimo angleški izraz *debris flow* kot **tok drobirja** ali **drobirski tok** (predlog v nadaljevanju). Menimo, da je takšno slovenjenje primernejše kot murasti tok.

Zavedamo se številnih težav pri slovenjenju tujih strokovnih izrazov in iskanju ustreznih slovenskih sinonimov. Težave so večplastne. Na eni strani imajo nekateri jeziki za posamezne pojme več izrazov kot slovenščina ali pa enoznačen slovenski izraz ne obstaja in si pomagamo z opisom, včasih pa moramo skovati novega. Na drugi strani pa so v tuji in seveda tudi domači literaturi že znotraj ene stroke isti izrazi različno opredeljeni in uporabljeni. Še večje razlike se pojavljajo med posameznimi strokami, tudi sorodnimi, še posebej, če je komunikacija med njimi majhna. Različna terminologija med strokami pa je do neke mere tudi upravičena, saj se posamezne stroke zanimajo za različne lastnosti posameznih predmetov, pojmov, pojavov ali procesov.

Terminologija, ki poimenuje posamezne predmete in pojme, je zelo povezana tudi s klasifikacijo, ki jih združuje ali ločuje v posamezne skupine. Pri klasifikaciji lahko uporabimo dva pristopa. Skupine lahko oblikujemo glede na podobne opisne fizikalne in druge lastnosti (opisna klasifikacija) ali glede na pogoje njihovega nastanka (genetska klasifikacija). Pri dobri opisni klasifikaciji je treba izbrati tiste lastnosti, ki jih lahko opazujemo in določimo in ki nas vodijo k razlagi pogojev njihovega nastanka ali obnašanja.

V nadaljevanju bomo obravnavali osnovne skupine težnostnih pobočnih premikanj zemeljskega materiala, medtem ko se podrobnejših opisnih delitev znotraj posameznih skupin ne bomo lotevali. Pri tem se bomo držali geološkega in sedimentološkega pogleda, pri katerem so predmet našega opazovanja predvsem produkti, tj. sedimenti, nastali pod vplivom pobočnih premikanj, in manj premikanja sama. Ta lahko opazujemo in proučujemo le v recentnih sedimentacijskih okoljih, eksperimentalno v laboratorijih ali jih matematično modeliramo ter jih povezujemo z njihovim bolj ali manj jasnim zapisom v sedimentih in sedimentih kamninah.

V ta namen smo poleg sedimentološke pregledali nekaj tuje in domače literature s področja inženirske geologije, reološke klasifikacije tokov in izrazoslovja, ki obravnava predvsem plazove v kamninah [hribinah], sedimentih in preperini [zemljinah]. (V oglatih oklepajih so navedeni geomehanski termini.)

Razdelitev in opredelitev pobočnih premikanj

Za razdelitev in opredelitev pobočnih premikanj se uporabljajo različne lastnosti:

- okolje premikanj: kopenska (subaeralna), podvodna (subakvatična);
- način premikanj: prevračanje, padanje, plazenje, tečenje; razmerje med trdnimi delci (sedimentom) in tekočino (običajno vodo) in/ali plinom (običajno zrakom) ter hitrost premikanja sta pomembni lastnosti, ki vplivata predvsem na reološke značilnosti tečenja;
- vrsta premikajočega se materiala: geotehnična delitev [hribina, zemljina (debelozrnata, drobnozrnata)] ali druga podrobnejša delitev, npr. granulometrična;
- stanje: aktivno, reaktivno,časno mirujoče, neaktivno speče, opuščeno, stabilizirano, reliefno, fosilno;
- širjenje: napredujoče, umikajoče se, odpirajoče se, omejujoče, pojemajoče, premikajoče se;
- oblika: kompleksna, sestavljena, večvrstna, zaporedna, enostavna.

(Pretežno povzeto po Fell in sod., 2000)

Če želimo podrobneje govoriti o pobočnih premikanjih, si najprej pogledimo, kaj s tem izrazom označujemo.

Pobočna premikanja (*slope movements*) so različna gibanja kamninskih [hrbinskih], sedimentnih in preperin-

skih [zemljskih] mas (gmot) po pobočju pod vplivom težnosti (gravitacije). (V okroglih oklepajih je navedeno drugo izrazje, ki bi ga lahko uporabljali.)

Omenjena definicija pobočnih premikanj se do potankosti ujema z novo definicijo **zemeljskega plazenja** (*landslide*) (Fell in sod., 2000; Ribičič, 2001). Predlagamo, da se za zemeljsko plazenje ohrani stara definicija, ki bo podana v nadaljevanju.

Večina podrobnejših razdelitev pobočnih premikanj se omejuje na kopensko okolje. Tu so zaradi človekove poselitve, dejavnosti in morebitne ogroženosti pobočna premikanja bolj pereča, medtem ko so podvodna pobočna premikanja manj podrobno razčlenjena, a so v kamninskem zapisu Zemljine zgodovine pomembnejša in obsežnejša kot kopenska. Med kopenskimi in podvodnimi pobočnimi premikanji so nekatere razlike. Po drugi strani pa so fizikalni mehanizmi, prisotni pri različnih načinih pobočnih premikanj na kopnem in pod vodo, zelo podobni, kljub velikim razlikam v lastnostih obdajajočih tekočin. In prav značaj, vrsta oz. prevladujoča komponenta pobočnega premikanja je eno naših glavnih zanimanj pri razlagi pogojev za nastanek sedimentov in sedimentnih kamnin ter zaradi tega tudi eden glavnih kriterijev klasifikacije pobočnih premikanj.

Med glavne oz. »čiste« načine pobočnih premikanj štejemo prevračanje, padanje in kotaljenje, plazenje ter tečenje (slika 1).

Prevračanje (*topple*) je rotacijsko gibanje strmo nagnjenih blokov, stebrov in plošč kamnin, koherentnih sedimentov in preperine, ki so ločeni z diskontinuitetami (plastnatost, razpoke, foliacija itd.).

Padanje (*fall*) in **kotaljenje** (*roll*) je hitro neodvisno gibanje: prosto padanje, poskakovanje in kotaljenje dela kamnine,

sedimenta ali preperine ob navpičnem ali po strmem pobočju. Pri tem lahko drobci udarjajo ob pobočje, vendar med njimi ni pomembnejše interakcije. Ločimo **primarno padanje** sveže odlomljenih kosov kamnin in preperine ter **sekundarno padanje** kamenja – klastov, ki so bili že prej mehansko ločeni in nekoliko premaknjeni. S primarnim padanjem so povezani tudi izrazi **odlom**, **podor**, **udor** (kraški udor) in **zrušek** (v umetnih površinskih in podzemskih izkopih), ki označujejo pojav. **Odlom** je lahko trenuten dogodek odlamljanja in geomorfološka oblika sveže odlomljenega dela stene, pobočja, medtem ko je **podor** prosto padanje, poskakovanje ali kotaljenje kamninskih mas. Tako naj bi oba izraza (odlom in podor) ne bila sinonima, kot je razbrati iz pisanja Gamsa (1989), ampak odlom (trenutni dogodek) lahko preide v prevračanje ali padanje (podor). Sekundarno padanje kamenja je skupaj s podori glavni mehanizem nastajanja pobočnega grušča in melišč (kopenskih in podvodnih).

Plazenje (*slide*) je translacijsko ali rotacijsko gibanje kamninskih [hribinskih], sedimentnih in preperinskih [zemljskih] mas po pobočju po eni ali več bolj ali manj jasnih drsnih ploskvah ali plazinskih porušnih conah.

Običajno je splazela gmota (plazovina) notranje sorazmerno malo deformirana. Z angleškim izrazom *slide* se pojavljata izraza *slump* in *avalanche* – za poimenovanje pojava zanju uporabljamo samostalniško obliko **plaz**. Z izrazom *slump* ponekod označujejo plazeči se zemeljski material, ki je notranje močnejše porušen ali deformiran kot pri *slide*-u. Nekateri prevajajo *slump* kot **usad** (Mikoš, 2000), ki naj bi bil manjši plaz ali zdrs. Iz nekaterih člankov se je dalo razumeti, da uporabljajo izraz *avalanche* za razmeroma hitro subaeralno plazenje, pri katerem je kot medzrnski medij vključen predvsem zrak in morda malo vode, torej lahko označuje hiter zrnski tok. Poleg navedenih zasledimo tudi izraza *glide* in *slip*, ki ju slovenimo s samostalniško obliko **zdrs** za pojav in glagolsko **zdrseti**. Tako vidimo, da vseh angleških izrazov ne moremo enoznačno sloveniti.

Tečenje (*flow*) bi lahko opredelili kot zvezno, nepovratno deformacijo materiala, ki nastane zaradi napetostnega stanja v materialu, izzvanega s težnostjo. Geološki material, ki ga obravnavamo, predstavlja zmes trdnih (mineralnih, kamninskih, organskih) delcev – sedimenta ter vode in/ali zraka. Vendar odziv materiala na delovanje sil težnosti ni odvisen le od njegove sestave in zgradbe, temveč tudi od drugih dejavnikov, kot so npr. temperatura, čas in razvoj deformacij.

Sedimentne težnostne (gravitacijske) tokove (*sediment gravity flow*) bi lahko v sklopu različnih tokov opredelili kot tokove sedimentnega materiala, ki imajo večjo gostoto od obdajajoče tekočine in se pod vplivom težnosti gibljejo po pobočju hitreje od obdajajočega medija. Med sedimentne tokove tako ne uvrščamo tokov transportnih medijev, npr. vodnih in zračnih tokov, ki prenašajo svojo kinetično energijo na zrnat material, ki ga nosijo s seboj. Ta se običajno giblje z manjšo ali enako povprečno hitrostjo kot transportni medij.

Značaj toka oz. tečenja kot odziv na strižne napetosti je odvisen predvsem od:

- relativne zastopanosti posameznih komponent: trdnih delcev (sedimenta), tekočine (vode) in plinov (zraka),
- porazdelitve velikosti trdnih delcev,
- fizikalnih in kemičnih lastnosti trdnih delcev, če predpostavimo, da so lastnosti tekočine (vode) in plina (zraka) razmeroma konstantne.

Navedene značilnosti vplivajo na viskoznost, drsenje in/ali elastične trke med delci ter na turbulenco, od česar je odvisno obnašanje sedimentnega toka. Pri nadaljnji redukciji parametrov lahko lastnosti toka sorazmerno dobro po-

		Procesi transporta		
Težnostna (gravitacijska) premikanja na pobočjih	Prevrščanje			
	Padanje in kotaljenje			
	Plazenje			
	Sedimentni težnostni (gravitacijski) tok	Masni (gmočni) tok	Drobirski tok	
			Zrnski tok	
		Tekočinski tok	Utekočinjeni porušni tok	
Utekočinjeni iztiskovalni tok				
		Turbiditni (kalni) tok		

Slika 1. Osnovni načini težnostnih (gravitacijskih) premikanj na pobočjih.

Figure 1. Major types of gravity slope movements

damo s koncentracijo trdnih delcev v toku oz. relativnim razmerjem med trdnimi delci, vodo in/ali zrakom in povprečno hitrostjo toka (Pierson & Costa, 1987).

Pri tem se moramo zavedati, da lahko hitrost merimo in izračunamo le pri recentnih tokovih, medtem ko jo v drugih primerih in v kamninskih zapisih lahko le ocenimo na podlagi strukturnih in teksturnih značilnosti sedimentov, njihovih zaporedij in združb.

V naravi obstaja zvezni spekter volumskih razmerij med tekočino in sedimentom, od čiste tekočine – vode (0 % sedimenta) do suhega sedimenta (100 % sedimenta). V tem območju so tri mejna območja, ki količinsko niso enoznačno določena. Njihova vrednost je odvisna od porazdelitve velikosti zrn trdnih delcev in njihove mineralne sestave oz. fizikalnih in kemičnih lastnosti. Te tri meje ločujejo v reološki klasifikaciji štiri tipe tokov zmesi sediment-voda: zrnasti, blatni, prekoncentrirani vodni in normalni vodni tok.

Zrnasti tok (*granular flow*) je tok zrnatega materiala, v katerem je medzrnski material iz zmesi vode in/ali zraka in drobnozrnatega materiala, vendar v tako majhni količini, da njihov porni tlak ne presega hidrostatičnega in se celotna teža zrnate gmote prenaša na medzrnske stike in/ali trke. Tok se obnaša plastično.

Pri počasnih premikih se večji del napetosti v deformirajoči se tekoči masi prenaša s trenjem med zrnji, ki je kombinirano z viskozniimi učinki medzrnskega materiala. Tak tok naj bi imel povprečno hitrost manj kot 0,1 m/s (Pierson & Costa, 1987) in naj bi se imenoval tudi **zemljinski tok** (*earth flow*). Zelo počasen neutekočinjen tok pa naj bi označevali kot **polzenje** ali **lezenje** (*creep*).

Pri srednje hitrih premikih, za katere so srednje hitrosti v mejah 0,1 do 35 m/s (Pierson & Costa, 1987), začnejo v toku prevladovati vztrajnostni učinki zrn, pri tem pa je še vedno pomembno trenje med njimi. Glede na obstoječo terminologijo tokov bi temu toku ustrezal izraz **zrnski tok** (*grain flow*).

Za zelo hitre tokove velikih nekoherentnih gmot, ki dosežejo povprečno hitrost tudi do 100 m/s, uporabljajo tudi v angleščini nemški izraz *sturzstrom*, v nekaterih primerih tudi *debris avalanche*, ki bi ju lahko slovenili kot **podorni tok**.

Med zrnastimi tokovi je v sedimentnem zapisu najbolj razpoznaven zrnski tok, ki je pomemben način premikanja na kopnem in pod vodo. Pogosto se sproži na strmih pobočjih melišč ali na odtočnih straneh peščenih sipin, ko naklon le-teh preseže kot notranjega trenja zrnkega materiala.

Sedimenti zrnskih tokov so običajno vzporedno in navzkrižno laminirani in plastnati. Material v laminah je dobro sortiran, s ponekod opazno inverzno postopno zrnastostjo. Notranje strukture niso opazne, posamezna zrna pa so orientirana z dolgimi osmi vzporedno s smerjo toka.

Blatni tok (*slurry flow*) je plastičen tok in se razvije v zmesi sedimentov in/ali preperine z določeno stopnjo kohezije in vode. Če material nima kohezije, se bo tok obnašal kot zrnski tok tudi ob popolni zasičenosti z vodo. S povečanjem deleža vode v kohezivnem materialu se bo kohezijska strižna trdnost postopno zmanjševala do določene koncentracije (točke), po njeni prekoračitvi pa se hitrost upadanja strižne trdnosti hitro zmanjša in plastični tok preide v tekočinskega. Ta točka oz. količina vode v materialu je odvisna od porazdelitve velikosti zrn v njem in njegove mineralne sestave.

Blatni tok, v katerem prevladujejo plastične Binghamove sile (kohezijska strižna trdnost in viskoznost) skupaj s povišanim pornim tlakom, ki presega hidrostatičnega, vzgonom in dinamičnimi mehanizmi, lahko v suspenziji prenaša tudi velike bloke. V primeru, da njihova teža preseže

suspenzijsko zmožnost blatnega toka, se lahko le-ti gibljejo v njem v obliki talnega premikanja. Blatni tok teče, dokler težnostne sile še premagujejo kohezijsko strižno trdnost materiala. Pri tem lahko posamezni deli ali celotni tok »zmrzne«, delci se med seboj relativno ne gibljejo več. »Zmrznjena« gmeta se še lahko premika po vedno ožjih strižnih conah in drsnih ploskvah, tako da se blatni tok spremeni v plaz. V subaeralnih pogojih se material po ustavitvi konsolidira glede na hitrost dreniranja pornih vod, ki izpirajo tudi drobnozrnat muljasti material.

Za reološko obliko blatnega toka predlagata Pierson in Costa (1987) izraz **drobirski tok** (*debris flow*), razen za zelo počasen tok z vodo nasičenih kohezivnih sedimentov, preperine ali drugega površinskega materiala, ki ga imenujemo **soliflukcija** (*solifluction*).

Zrnaste in drobirske tokove povezujemo v skupino **masnih (gmotnih) tokov** (*mass flow*). Drobirski tokovi so tako plastični tokovi zmesi kohezivnega, pogosto slabo sortiranega materiala in vode s spremenljivo porazdelitvijo velikosti zrn, koncentracijo, hitrostjo in notranjo dinamiko. Večja zrna in bloke ohranja v toku »moč« drobnozrnat osnovne z Binghamovimi silami ob pomoči povečanega pornega tlaka vode, vzgona in pri večjih hitrostih tokov tudi trki med zrnji ter turbulenca.

Drobirski tokovi nastajajo v kopenskih in podvodnih sedimentacijskih okoljih in imajo v bistvu enako dinamiko. Običajno se razvijejo iz plazenja. Na kopnem nastajajo drobirski tokovi v vseh podnebnih pogojih in jih običajno povzročata hitro povečanje količine porne vode v materialu (močne padavine, hitro taljenje snega itd.), včasih pa so poleg tega povezani tudi s potresno in vulkansko dejavnostjo. V podvodnih okoljih, kjer je sediment že popolnoma zasičen z vodo, pa jih večinoma sprožajo preobremenitev in sunki, ki so posledica potresov, viharov ali potresnih (*tsunami*) valov. Na svoji poti lahko drobirski tokovi erodirajo tudi podlago in erodirani material odnašajo s seboj. V podvodnih okoljih se hitro premikajoči drobirski tok razredči z obdajajočo vodo, tako da lahko preide v tekočinsko obliko toka -turbiditni oz. prekoncentrirani vodni tok.

Usedline drobirskih tokov imenujemo genetsko tudi debrite. Ti so pogosto diamikti s precejšnjo, nekateri pa tudi z manjšo količino osnove, običajno so slabo sortirani in imajo pogosto kaotično teksturo s slabo notranjo organizacijo. Ponekod lahko v spodnjih delih zasledimo inverzno, v zgornjih pa normalno gradacijo zrnivosti. Kljub slabi notranji organizaciji so podolgovati klasti pogosto usmerjeni z dolgimi osmi v smeri toka. Tako nam prav analiza usmerjenosti klastov lahko pomaga pri ločevanju mehanizmov in procesov, ki dajejo strukturno podobne sedimente (Bavec, 2000).

Poleg tega moramo opozoriti, da se v angleškem jeziku izraz *debris flow* uporablja tudi v drugačnem pomenu, kot smo ga povzeli in opisali v tem prispevku.

V geotehnični in inženirskogeološki literaturi delijo material na dobro vezane oz. trdne kamnine – hribine (*rock*) in nevezane – zemljine (*soil*). V nekaterih primerih ločijo še vmesno skupino polvezanih materialov – polhribino (*soft-rock*). Zemljine (*soil*) dalje delijo po granulometrični sestavi na zemlje (*earth*), v katerih je manj kot 80 % zrn večjih od 2 mm (proda ali grušča), in drobir (*debris*), ki vsebuje več kot 80 % zrn večjih od 2 mm (Varnes, 1978; Fell in sod., 2000). Glede na mehanske značilnosti pa delimo nevezane materiale na kohezivne in nekohezivne. Vendar zgornja granulometrična razdelitev na zemlje in drobir ne odraža kohezijskih ali nekohezijskih mehanskih značilnosti. Če je v izrazu *debris flow* (drobirski tok, tok drobirja) beseda *debris* (drobir) uporabljena v granulometričnem smislu (Varnes, 1978; Fell in sod., 2000), ta pomeni le premikanje drobirja v obliki toka, brez podrobnejše reološke označitve, in pogosto vodi do nesporazuma. Zato za reološko označitev toka

predlagamo uporabo izraza drobirski tok (*debris flow*), kot je podana zgoraj. V primeru, da želimo v ime vključiti še izraz za material, ki se premika kot drobirski tok, pa naj bi ga podrobneje opredelili po eni izmed klasifikacij porazdelitve velikosti zrn (npr. gruščnati drobirski tok, muljasti drobirski tok, muljasto peščeno prodnati drobirski tok).

Pri tem naj omenimo, da se je za drobirski tok vulkanolastičnega materiala, ki je povezan z vulkansko dejavnostjo, uveljavilo ime **lahar**, ki je indonezijskega izvora.

Ker z izrazom *debris flow* (**drobirski tok**) označujemo značaj toka, ki je enak ali zelo podoben v kopenskih in podvodnih okoljih, se ne moremo strinjati s slovenjenjem izraza *debris flow* kot **murasti tok**, ki ga uporablja slovenska hidrotehnična stroka (Pintar, 1977; Brilly in sod., 1999; Mikoš, 2000) in je prešel v zvezi s plazom Stože pod Mangartom tudi v širši medijski prostor. Izraz murasti tok je nemškega izvora (*die Mure*) in je preveden kot hudourniški nanos (Debenjak in sod., 1992, 756). *Die Mure, der Murgang* je nemški izraz za sedimente in tokove v kopenskih hudourniških in aluvialno vršajnih okoljih, ki imajo lastnosti drobirskih tokov (*debris flow*), zato ga ne smemo uporabljati za reološko opredeljeno obliko toka, ki ima skoraj enake značilnosti v kopenskih in podvodnih okoljih. Če bi želeli uporabljati izraz murasti tok, bi morali njegovo uporabo omejiti le na subaeralne drobirske tokove (*subaeral debris flows*). Poleg tega pa izraz murasti tok ni slovenski, čeprav zaradi reke Mure morda zveni domače.

Turbiditni (kalni) tokovi (*turbidity currents*) in **prekoncentrirani vodni tokovi** (*hyperconcentrated streamflow*) so tekočinski tokovi z zelo različno koncentracijo trdnih sedimentnih delcev v vodi. Prekoncentrirani vodni tokovi naj bi vsebovali od 20- do 60-odstotni volumski delež trdnih delcev (Beverage & Culbertson, 1964). Spodnjo mejo prekoncentriranega vodnega toka in prehod v normalni vodni tok naj bi določala koncentracija sedimenta v vodi, ki daje mešanici v reološkem smislu rahlo plastičnost oz. še merljivo kohezijsko strižno trdnost. Middleton (1966) je ločil turbiditne tokove v visoko koncentrirane (> 30 % suspendiranih trdnih delcev) in nizko koncentrirane (< 30 % suspendiranih trdnih delcev). Nekateri nizko koncentrirani turbiditni tokovi imajo že lastnosti normalnih vodnih tokov.

Tako so turbiditni tokovi in prekoncentrirani vodni tokovi le oblika bolj splošnih gostotnih tokov, katerih glavni mehanizem premikanja po pobočju je delovanje težnosti na razliko gostot med tokom in obdajajočo tekočino. To povzroča pri turbiditnih tokovih večja koncentracija suspendiranega sedimenta v toku. Glavni mehanizem ohranjanja zrn v toku je turbulenca. Ti tokovi so najbolj razširjeni v vodnem okolju, vendar je oblikovanje tokov, ki so podobni turbiditnim, možno tudi v zraku, npr. v prašnatih snežnih tokovih (plazovih).

Turbiditni tokovi lahko nastanejo na različne načine: razvijajo se iz drobirskega toka; povzročajo jih neposreden dotok rečne vode z veliko suspendiranega materiala (hiperpiktični oblak), kar se dogaja pogosteje ob poplavih, taljenju snega ob strmih obalah fjordov, na pobočjih delt in dovodnih kanalih; z resedimentacijo sedimenta, ki so ga priobalni tokovi nakopičili v začetnih delih (glavah) podvodnih kanjonov, zaradi preobremenitve ali utekočinjenja. Ti procesi so najaktivnejši med neurji ali ob potesih.

Stabilne mase zrnatnega nekohezivnega sedimenta lahko postanejo nestabilne in se utekočinijo (*liquefaction, fluidization*).

Pri porušitvi z vodo zasičenega sedimenta z rahlim zlogom pride do **porušnega utekočinjenja** ali **likvifikacije** (*liquefaction*), pri čemer se zrna ohranjajo v toku zaradi dviganja sproščenega viška porne vode. Tekočinski tok, ki nastane na tak način, pa imenujemo **utekočinjeni porušni tok** (*liquefied flow*). Glede na naklon pobočja, debelino utekoči-

njenega sedimenta in količino sproščene porne vode se bo utekočinjeni tok razvil v zrnski tok, se razredčil in prešel v turbiditni tok ali pa se ustavil, »zamrznil«.

Če utekočinjenje sedimenta povzroči nadpritisk porne vode (pritisk večji od hidrostaticnega), govorimo o **iztiskovalnem utekočinjenju** ali **fluidizaciji** (*fluidization*) oz. **utekočinjenem iztiskovalnem toku** (*fluidized flow*). Utekočinjeni iztiskovalni tok lahko zajame večji volumen sedimenta in celoti, lahko pa je omejen le na ožja območja po hitri odložitvi večje količine sedimenta. Pri slednjem nastanejo teksture iztiskanja. V teh primerih bi lažje kot o iztisnjenem utekočinskem toku govorili o posedimentacijskem in situ iztiskanju porne vode.

Turbiditni tokovi so eden glavnih mehanizmov prenašanja debelozrnatega materiala v globokovodno morsko okolje.

Sedimente, odložene iz turbiditnega toka, imenujemo turbidite. Debelina posameznih turbiditnih plasti se spreminja od nekaj milimetrov do nekaj deset metrov, njihova zrnnavost pa od gline do proda. Njihova notranja zgradba je odvisna od njegove sestave (zrnavosti), dinamike turbiditnega toka, razdalje od izvornega območja in kompleksnosti odlagalne površine. Tako obstajajo trije facialni modeli za debele, srednje in drobnozrnate turbidite. V srednjezrnatih, peščenih turbiditih je Bouma (1962) ugotovil idealno zaporedje tekstur, ki je poznano kot Boumova sekvenca. Spodaj nastopa masivni, normalno postopno zrnat interval T_a , sledijo spodnji horizontalno laminirani interval T_b , navzkrižno laminirani interval T_c , zgornji vzporedno laminirani interval ali menjavanje melja in meljaste glin T_d ter homogeni mulj T_e . Zaporedje tekstur kaže na zmanjševanje jakosti toka.

Tako smo si ogledali večino raznovrstnih enostavnih in kompleksnih mehanizmov pobočnih premikanj in predloge za njihovo slovensko poimenovanje ter nekatere značilnosti sedimentov, ki pri tem nastanejo.

Glede na povedano bi lahko večji del katastrofalnih pobočnih premikanj nad Logom pod Mangartom opredelili kot **drobirski tok** (*debris flow*) z notranjimi karakteristikami **vztrajnostnega blatnega toka** (*inertial slurry flow*). (V tekstu notranjih karakteristik drobirskih tokov nismo obravnavali.)

Sklepne misli

V svetu in tudi pri nas še ni enotne klasifikacije in terminologije pobočnih težnostnih (gravitacijskih) premikanj.

Navedli smo kratke opredelitve in opise posameznih procesov, ki naj bi predstavljali razmeroma čiste oblike oz. končne člene znotraj kompleksnih in pogosto medsebojno povezanih ter odvisnih mehanizmov premikanj, ki jih je težko med seboj ostro ločiti. S tem smo želeli opisno, ne fizikalno-matematično, podati čim širši spekter pobočnih premikov v kopenskih in podvodnih okoljih z namenom, da se zavemo njihove kompleksnosti. Pri tem nismo obravnavali podrobnejših opisnih razčlenitev znotraj posameznih procesov.

Podan je predlog slovenske terminologije (slovenjenje *angleških izrazov*), povezane s pobočnimi premikanji (*slope movements*) zemeljskih mas. Poleg tega je v reološkem smislu odsvetovano slovenjenje izraza *debris flow* kot murasti tok.

Na koncu naj še enkrat poudarim, da je to le predlog in prispevek geologov k slovenski terminologiji pobočnih premikanj zemeljskih mas, ki naj bi k sodelovanju pri iskanju ustrezne slovenske terminologije spodbudil tudi druge sorodne stroke geoznanosti.

Literatura:

1. Bavec, M., 2000. Analiza usmerjenih klastov kot pomoč pri določanju in primerjavi geneze diamiktov in diamiktitov v Bovški kotlini, Logu pod Mangartom in na Stožah. *RMZ*, 47, 235–243.
2. Beverge, J. P., Culbertson, J. K., 1964. Hyperconcentration of suspended sediment. *Journal of the Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers*, 90, HY6, 117–126.
3. Bouma, A. H., 1962. *Sedimentology of some flysh deposits: A graphic approach to facies interpretation*. Elsevier, 168 str., Amsterdam.
4. Brilly, M., Mikoš, M., Šraj, M., 1999. *Vodne ujme – varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi*. Univerzitetni učbenik. Univerza v Ljubljani. 186 str., Ljubljana.
5. Debenjak, D., Debenjak, B., Debenjak, R., 1992. *Veliki nemško-slovenski slovar*. Državna založba Slovenije d. d., 1329 str., Ljubljana.
6. Fell, R., Hungr, O., Leoroueil, S., Riemer, W., 2000. Keynote lecture – Geotechnical engineering of the stability of natural slopes, and cuts and fills. *GeoEng 2000, An international Conference on Geotechnical & Geological Engineering*, Melbourne, Australia, Invited Papers and Extended Abstracts, Technomic Publishing Company, Lancaster. Vol. 1, 21–120.
7. Gams, I., 1989. Terminologija premikanj zemeljskih gmot. *Ujma* 3. 122–123.
8. Middleton, G. V., 1966. Experiments on density and turbidity currents. I. Motion of the head. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 3, 523-546.
10. Mikoš, M., 2000. Izrazje na področju erozijskih pojavov. *Gradbeni vesnik*, 49, 101–128.
11. Pierson, C. T., Costa, E. J., 1987. A rheologic classification of subareal sediment-water flows. *Reviews in Engineering Geology*, 7, Geological Society of America, 1–12.
12. Pintar, J., 1977. Oznake pojmov s področja hidromorfologije, CIPRA 1977, referat, Podjetje za urejanje hudournikov, Ljubljana.
13. Ribičič, M., 2001. Proučevanje plazov na terenu za opredelitev optimalnih korakov sanacije. *Strokovna delavnica*. Gradbeni inštitut ZRMK d.d., Ljubljana.
14. Varnes, D. J., 1978. Slope movement types and processes. V: Schuster, R. L. & Krizek, R. J., eds., *Landslides analysis and control*. National Academy of Sciences, Transportation Research Board Special Report 176, 11(33), Washington D.C.