

Soodvisnost erozijskih pojavov v prostoru**

Interdependence of Erosion Processes in Environment

Matjaž MIKOŠ*

Izvilleček

Mikoš, M.: Soodvisnost erozijskih pojavov v prostoru. Gozdarski vestnik št. 9/1995. V slovenski, cit. lit. 14.

Prispevek poudarja pomembnost obvladovanja erozijskih pojavov v Sloveniji, ki so razširjeni na skoraj dveh tretjinah njene površine. Kratko so podane in opisane naravne danosti, pomembne za vsako resnejšo analizo ogroženosti zaradi delovanja erozijskih pojavov, to je podnebje, oblikovitost površja, kamninska sestava tal, pokrovnost tal in vodnatost. Erozijski pojavi so razdeljeni glede na prevladujoče dinamične sile narave. Poudarek je nadalje dan vodnemu režimu, njegovi povezanosti v prostoru in času. Nakazani so nekateri problemi pri človeškem poseganju v vodni režim in kratke usmeritve, ki jih moramo upoštevati pri urejanju vodnega režima.

Ključne besede: vodni režim, naravne danosti, klasifikacija erozijskih pojavov

Synopsis

Mikoš, M.: Interdependence of Erosion Processes in Environment. Gozdarski vestnik No. 9/1995. In Slovene, lit. quot. 14.

The contribution stresses the importance of erosion control in Slovenia, where erosion processes are spread over nearly two thirds of its surface. Natural conditions important for any serious analysis of endangering of environment due to erosion processes are shortly described, i.e. climate, relief morphology, lithological composition, soil cover and water abundance. Erosion processes are classified according to the prevailing dynamical forces of nature. The emphasis is further given to water regime and its link-up in environment and time. Pointed out are also some problems with human interventions into water regime and short aims to be respected when regulating water regime.

Keywords: water regime, natural conditions, classification of erosion processes

1 UVODNA RAZMIŠLJANJA

1 INTRODUCTION

Pomen gozdnega prostora v naravni in kulturni krajini je nesporen. Gozdnatost v Sloveniji narašča v zadnjih desetletjih in tako se Slovenija s preko 50%-no gozdnatostjo uvršča v sam vrh evropskih držav. Na drugi strani je za Slovenijo značilna tudi razvejana hidrografska mreža, saj jo prepreda več kot 25.000 km strug vodotokov in več kot 8.000 km hudournikov.

** Razširjeni povzetek predavanja z istim naslovom na Izobraževalnem dnevu na temo "Voda v gozdnem prostoru", ki ga je organiziralo Društvo inženirjev in tehnikov gozdarstva Posočja v Idriji dne 27. 10. 1995.

* doc. dr. Matjaž Mikoš, dipl. ing. gradb., Katedra za splošno hidrotehniko, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani in Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, oboje Hajdrihova 28, 61000 Ljubljana

Povprečna gostota tako presega 1.5 km strug vodotokov na km² površine.

Značilna za Slovenijo je tudi relativno zmerna intenziteta erozijskih pojavov, saj se v Sloveniji povprečno letno sprošča okoli 5 milijonov m³ erozijskega drobirja, od katerega dobra polovica zastaja v povirjih. Preostanek, okoli 2.3 milijona m³, pa se iz povirij odplavlja in premešča vzdolž vodotokov. Pri tem povprečja zavajajo, saj se večina navedenih količin sprošča in odplavlja iz posameznih hudourniških območij, predvsem erozijskih žarišč globinske in tudi bočne erozije. V nekaterih od njih se povprečno letno sprošča tudi več kot 2.000 m³ erozijskega drobirja ali zemljin po km², kar za nekajkrat presega povprečno specifično sproščanje zemljin v hudourniških območjih Slovenije (500 m³/km², leto) (Pintar in Mikoš 1983).

Pri sonaravnem gospodarjenju z gozdom je potrebno poznati soodvisnosti erozijskih pojavov v prostoru nasploh in posebej v

gozdnem prostoru. Pomen gozdnega prostora za umirjanje in usmerjanje erozijskih pojavov je velik in sonaravno gospodarjenje z gozdom predstavlja pomemben člen v trajnostnem urejanju vodnega režima v prostoru nasploh (Mikoš 1994a).

2 NARAVNE DANOSTI

2 NATURAL CONDITIONS

Za razumevanje dinamike erozijskih pojavov v prostoru je najprej potrebna analiza naravnih danosti v prostoru. Takšna analiza nam omogoča prepoznati tista območja v prostoru, ki so potencialno ogrožena zaradi delovanja erozijskih pojavov. Naravne danosti, pomembne za obravnavo erozijskih pojavov, običajno delimo v pet skupin: podnebje, oblikovitost površja, kamninska sestava tal, pokrovnost tal in vodnatost (Pintar in Mikoš 1984b)

2.1 Podnebje

2.1 Climate

Med parametri podnebja so morebiti najpomembnejše padavine, predvsem njihova prostorska in časovna razporeditev. Na splošno velja pravilo, da so za erozijske pojave predvsem pomembne ekstremne vrednosti parametrov naravnih danosti in manj njihova povprečja, tudi če so rezultat dolgotrajnih opazovanj (Fazarinc in Mikoš 1992). Tako lahko za padavine rečemo, da je pomembneje poznati intenzitete kratkotrajnih nalivov, kot pa letna ali mesečna povprečja padavin. Prav intenziteta padavin poljubne povratne dobe (verjetnosti nastopanja) in trajanja, ki ustreza kritičnemu času stekanja nekega povirja, je pomemben parameter določanja površinskega odtoka iz tega povirja oziroma t.i. visoke vode.

Pri analizi podnebja je zelo pomembno poznati mikroklimatske značilnosti posameznega območja, ki se kažejo v njegovi osončenosti, prevladujočih temperaturnih nihanjih ali prevladujočih smereh vetra. Vpliven parameter podnebja je tudi snežnost. Tako povprečni datum začetka in konca neprekinjene snežne odeje določa smiselnost naložbe v gradnjo smučarskih

naprav. Različne višine snežne odeje se uporabljajo v razne namene. Maksimalna višina snežne odeje v opazovalnem obdobju, ki naj bo čim daljše, je na primer dober kazalec ogroženosti pred snežnimi plazovi in osnova za dimenzioniranje objektov za varstvo pred snežnimi plazovi.

2.2 Oblikovitost površja

2.2 Relief Morphology

Pri površju ločimo tri značilnosti njene oblikovitosti in sicer:

- orientacijo površin,
- nagib površin in
- hrapavost površin.

Tako orientacija površin predvsem določa mikroklimatske razmere, saj vpliva neposredno na osončenost neke lege in s tem tudi posredno na rastiščne pogoje, ki tako omogočajo rast določene vegetacijske združbe. Najpomembnejši parameter oblikovitosti površin je nedvomno nagib površin, ki je skupaj z absolutno nadmorsko višino edinstven kazalec potencialne ogroženosti prostora. Tako lahko že na osnovi nagiba neke površine sklepamo, ali je ta površina lahko plazovito območje, ogroženo zaradi proženja snežnih plazov. Z nagibom površin se večajo tudi erozijske sile tekočih voda in vpliv zemeljske težnosti, ki zmanjšuje odpor zrn zemljin, kar vodi v drugačne ali intenzivnejše erozijske pojave pri večjih nagibih površin. Hrapavost površin je manj vpliven parameter oblikovitosti površin, je pa pomemben pri določanju ogroženosti neke površine pred počasnim plazenjem snežne odeje in proženjem snežnih plazov. Hrapave površine delujejo stabilizirajoče na snežno odejo, medtem ko gladke površine, predvsem nevarna so strma travnata pobočja, omogočajo pogosto proženje snežnih plazov.

2.3 Kamninska sestava tal

2.3 Lithological Composition

Zemeljsko površje sestavljajo hribine, ki jih delimo na kamnine, zemljine in plodna tla (Pintar in ostali 1990). Kamnine preperevajo in razpadajo v zemljine in plodna tla. Erozijskim pojavom so predvsem pod-

vržene zemljine. Najpomembnejša lastnost zemljin, ko gre za erozijske pojave, je njihova erodibilnost, to je podvrženost erodiranju. Večja erodibilnost pomeni manjši odpor posameznega zrna zemljin dinamičnim silam voda, snega, ledu, vetra in težnosti. Zemljine odlikuje sicer cela vrsta pomembnih lastnosti, od osnovnih (poroznost, gostota, prepustnost, vodosprijemnost, vodozadrževalnost), prek posledičnih (povezanost, lepljivost, vlažnost), do odvisnih lastnosti (stabilnost, nosilnost, obstojnost, obdelovalnost, rodovitnost, uporabnost, erodibilnost). Skupen imenovalec večine lastnosti zemljin je odvisnost posamezne lastnosti od vsebnosti ali nasploh prisotnosti vode v povezavi z zrnavostjo zemljine. Z uravnavanjem odnosov voda-zemljina lahko v temeljih spremenimo lastnosti nekega zemljišča, npr. labilno v stabilno, poplavno v varno, sušno v plodno (Pintar in Mikoš 1984b).

Običajno govorimo o zrnavostnih združbah zemljin, saj je zrnavost temeljna lastnost zemljine, kadar gre za določanje podvrženosti erozijskim silam narave. Izraz združba želi tudi poudariti vzporednost z rastlinskimi združbami, npr. tipičnimi gozdnimi združbami Slovenije. Za vsako združbo, npr. predalpskega mešanega bukovega gozda, je značilna mešanica drevesnih vrst in zvrsti podrastja, ki lahko uspeva ob določenih rastiščnih pogojih (nadmorska višina, količina in razporeditev padavin, sestava tal ...). Podobno velja za zrnavostne združbe, npr. neprebranih in grobih hudourniških plavin, drobnih usedlin v zadrževalnikih voda ali ledeniških grobelj, da so nastale ob prevladujočih dinamičnih pogojih in imajo tem pogojem ustrezno zrnavostno sestavo, ki nato v veliki meri določa njihove ostale že prej omenjene lastnosti. Plodna tla kot zadnja zvrst hribin so predvsem objekt raziskovanja agronomov, čeprav so tudi plodna tla podvržena erozijskim silam, predvsem vetra in tekočih voda.

2.4 Pokrovnost tal

2.4 Soil Cover

Pokrovnost tal delimo v več zvrsti, od goličav prek tipičnih vegetacijskih zvrsti,

kot so travniki, pašniki, grmičevje, sadovnjaki, vinogradi, njive ali gozd, do krčevin (Pintar in Zemljič 1990). Sledijo rabe prostora zaradi človekove prisotnosti ali dejavnosti, kot je poselitev ali prometnice. Zadnja zvrst pokrovnosti tal pripada hidrografske mreži tekočih in stoječih voda, tudi močvirij. Predvsem je med zvrstmi pokrovnosti pomembna obraslost tal, ki uravnana zračne tokove, gibanje voda, infiltracijsko sposobnost zemljišč, stabilnost zemljišč, rastiščne pogoje ali rastlinsko zaščitenost tal. Obraslost tal pa je obenem tudi kazalec dosedanja rabe prostora in s tem kazalec mnogih biotičnih in abiotičnih pojavov, stopnje ogroženosti ali uporabnosti prostora.

Zvrsti pokrovnosti je možno določati z metodami daljinskega zaznavanja in kot take nakazujejo globalne lastnosti povirja. Tako lahko že v naprej precej dobro ocenimo, kam usmeriti morebitne raziskave terenskih razmer v povirju in kje bo težišče kasnejšega urejanja povirja.

Slika 1. Gozdni potok v povirju reke Sopot (foto avtor).

Figure 1. Forest creek in the Sopota River basin (photo author).



Pomembnejši vplivi obraslosti tal na vodni režim in erozijske pojave so predvsem:

- tvorba, obnavljanje in ohranjanje plodnih tal,

- uravnavanje lokalne klime (obnavljanje in čiščenje zraka, blaženje temperaturnih nihanj in vetrov, zasenčevanje in vplivi na soseščino),

- vplivi na snežno odejo (nalet snega z vetrom, prestrezanje, mehansko opiranje snežne odeje, zasenčenost),

- vplivi na gibanje voda in odtekanje visokih voda (prestrezanje padavin in mehansko zaviranje predvsem površinskega in tudi podpovršinskega odtoka, plemenitenje vodozadrževalne zmogljivosti, uravnavanje izhlapevanja) ter

- zaščita pred spiranjem in plazenjem zemljišč.

2.5 Vodnatost

2.5 Water Abundance

Zadnja naravna danost ne obsega pa-

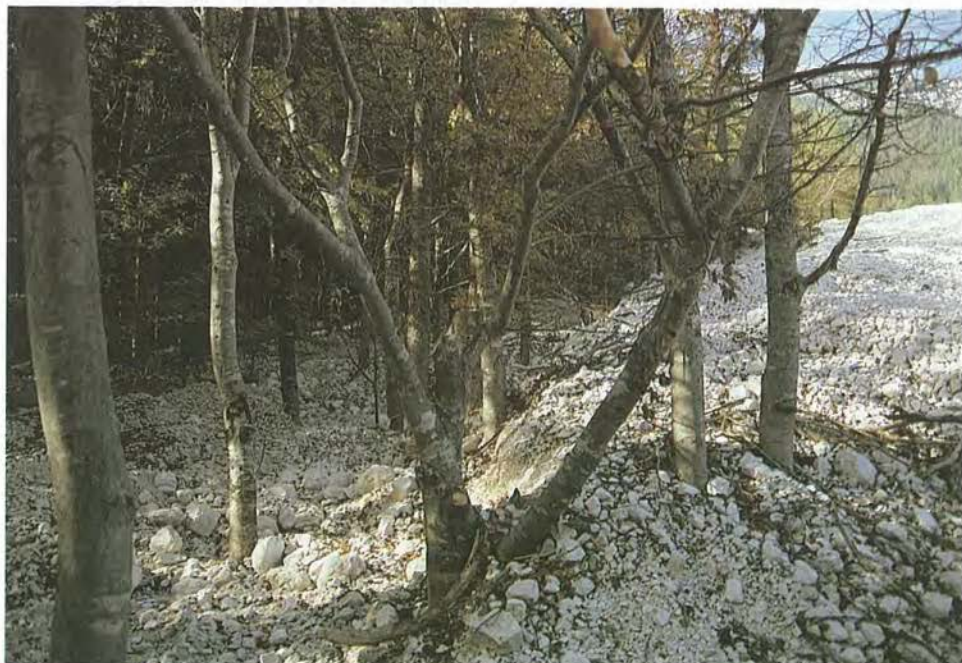
rametrov vodne bilance nekega povodja, ki so podani že med podnebnimi parametri (padavine, izhlapevanje), temveč obsega parametre odtoka voda. Predvsem gre za trajanje pretočnih hitrosti voda kot kazalca erozivnih sil tekočih voda. Le-te so izražene s pomočjo krivulj trajanja pretokov voda in metodami vrednotenja srednjih in lokalnih pretočnih hitrosti voda v hudourniških strugah in strugah dolinskih vodotokov (Mikoš 1989b, Mikoš v tisku).

3 EROZIJSKI POJAVI

3 EROSION PROCESSES

Na našem planetu delujejo eksogeni in endogeni dinamični naravni pojavi, tako da se erozijski pojavi uvrščajo ob bok tektonskim premikom ali vulkanskim izbruhom. Erozijski pojavi v svoji preprosti obliki posledica delovanja eksogenih naravnih sil vetra, vode, snega, ledu, težnosti in temperaturnih nihanj vsled delovanja sončnih žarkov na zemeljsko površje. Posledica je

Slika 2. Prodinate hudourniške naplavine v gozdu – hudournik Črlovec v dolini Vrat (foto avtor).
 Figure 2. Torrential gravel deposits in forest - the Črlovec Torrent in the Vrata valley (photo author).



nižanje zemeljskega površja, ki se včasih prikazuje v povprečnem znižanju neke površine v 1000 letih. Če privzamemo, da je v Sloveniji povprečno letno odplavljanje zemljin iz povirij in njihovo premeščanje vzdolž vodotokov okoli 270 m³ na km² površine in leto, potem tej količini ustreza znižanje površine v povprečju za 270 mm v 1000 letih. Ker se seveda površina ne niža enakomerno, tako izračunano povprečje prej zavaja oziroma je lahko le orientacijska primerjava intenzitete erozijskih pojavov med posameznimi področji ali podnebjii.

Za uspešno spremljanje in obvladovanje erozijskih pojavov je najprej potrebna neka njihova enotna klasifikacija. Pogosto se uporablja delitev erozijskih pojavov glede na vzrok njihovega nastanka, to je glede na prevladujoče dinamične sile narave, ki erodirajo zemeljsko površje in premeščajo zemljine. Tako poznamo naslednje vrste erozijskih pojavov (Pintar in Mikoš 1983):

- pojavi kemičnega, biološkega in fizikalnega preperevanja,
- vetrna erozija,
- snežna erozija,
- ledeniška erozija,
- vodna erozija,
- plazna erozija in
- podorna erozija.

Ker se dinamične sile narave medsebojno prepletajo, pogosto nastopijo tudi mešane oblike erozijskih pojavov. Posledica delovanja erozijskih pojavov je torej sproščanje, odplavljanje, premeščanje in odlaganje erozijskega drobirja. Ko erozijski drobir ali sproščene zemljine dosežejo struge vodotokov, jih poimenujemo plavine. Plavine se premeščajo po dnu kot rinjene plavine ali skupaj z vodnim tokom kot lebdeče plavine, dokler se ne odložijo in tako tvorijo odkladnine. Zrnavostna sestava odkladnin je določena z izvornimi tipi kamnin, intenziteto na njih delujočih dinamičnih erozijskih sil v času premeščanja in prevladujočimi pogoji odkladanja. Kot vidimo, je za delovanje erozijskih pojavov značilno, da lahko območje njihovega delovanja razdelimo na tri ločena območja: območje nastanka ali sproščanja, območje premeščanja ali spreminjanja ter območje odlaganja ali zastajanja. Takšna delitev je

pomembna ne samo za razumevanje dinamike erozijskih pojavov, temveč tudi za pravilno izbiro in dimenzioniranje varovalnih in zaščitnih objektov. Le-ti so lahko tehnološko ali inženirsko popolnoma v redu, vendar ne služijo svojemu namenu, če so postavljeni na napačno mesto in zato dimenzionirani na napačnih zasnovah. Zaradi tega je toliko bolj pomembno pri urejanju vodnega režima nasplah in še posebej pri urejanju povirij poznavanje dejanskih razmer in ne le tehnologije gradnje.

4 VODNI REŽIM

4 WATER REGIME

4.1 Povezanost vodnega režima

4.1 Link-up of Water Regime

Vodni režim lahko opišemo kot količinsko in kakovostno gibanje vode v prostoru in času. Pomembna naloga urejanja vodnega režima je uravnavanje odtokov voda, ki naj bo optimalno tako za vodni prostor kot za človeka. S temi nalogami se ukvarja varstvo pred škodljivim delovanjem voda. Prehitro odtekanje voda siromaši vodnatost območja, voda se ne pretaka skozi podtalje, kjer bi se očistila in mineralizirala. Tako na eni strani visoka voda hitro odteče in na svoji poti povzroča škodo, na drugi strani pa so nizki pretoki dodatno osiromašeni in pogosto ne dopuščajo nikakršnih odvzemov voda, npr. za energetske izrabo, saj bi bil s tem ogrožen biološki minimum v vodotoku.

Povezanost vodnega režima se nadalje kaže v pomenu dinamičnega pojava sproščanja, spiranja, odplavljanja, premeščanja in odlaganja plavin v vodotokih na vodni režim (Mikoš 1989a). Kakršnokoli prekinjanje normalnega dotoka plavin iz zaledij v dolinske vodotoke onemogoča vzpostavljane naravnega ravnovesja strug. Leto sloni na izenačitvi premestitvene zmogljivosti vodnih tokov za premeščanje plavin z dotokom plavin, tako količinsko kot tudi zrnavostno. Prekinjen dotok plavin ali dotok plavin neustrezne zrnavostne sestave iz povirij voda vodi k delno in popolnoma nezasičenim vodnim tokovom, ko se relativno ravnovesje posteljic dna strug

vodotokov ne more več doseči in je potrebno dna strug vodotokov umetno stabilizirati, da se ne bi pretirano poglobljala.

Obenem prekinitev dotoka plavin iz zaledij onemogoča stalno in zmerno obnavljanje dna strug vodotokov, kar zmanjšuje njihovo samočistilno sposobnost. Le-ta postaja vse bolj upoštevanja vredna lastnost. Naši vodotoki so že precej onesnaženi, tako da zaščita voda poleg ukrepov preprečevanja neposrednega in posrednega onesnaževanja tekočih in stoječih površinskih ter podzemnih voda računa prav na samočistilno sposobnost tekočih pa tudi podzemnih voda.

Pri tem je pomembna tudi dinamična povezava površinskih in podzemnih voda. Na eni strani se površinske vode pretakajo v podtalje in napajajo podtalnico, ki je glavni vir pitne vode v velikem delu Slovenije. Obratno pa se podzemne vode lahko drenirajo v površinske vode in vodotok tako osušuje okoliški vodni svet ob njem. Stalna povezava površinskih in podzemnih voda je obenem še posebej pomembna za obstanek in razvoj vodnih in obvodnih biotopov. Vse pogosteje prihaja v vodotokih do kolkacije ali zamuljive dna struge, ki preprečuje pretakanje podzemnih in površinskih voda. Glavni vzrok zamuljevanja je dotok prevelikih količin drobnozrnatih plavin, ki se nato odlagajo v dnu. Pojav zamuljevanja ni enkratni, je pa lahko napredujoč, če se dno zamuljene struge ne obnavlja, in zamuljena plast vsaj občasno ne spere.

4.2 Problemi pri poseganju v vodni režim

4.2 Problems when intervening into Water Regime

Raba prostora se ob vsesplošnem in relativno hitrem družbeno gospodarskem razvoju vse bolj intenzivira in posega tudi v predele, ki so bili dosedaj puščeni ob strani. Razvoj v preteklosti je pripeljal do številnih posegov v vodni režim (Pintar in Mikoš 1983, Mikoš 1989a). Taki posegi so:

- zadrževalniki plavin in voda,
- hidroelektrarne in male hidroelektrarne,
- odvzemanje voda in divje robkanje,
- obzidavanje in utesnjevanje strug

- hidromelioracije močvirnega obvodnega sveta,

- in podobno.

Pogosto se je urejanje vodnega režima usmerilo v investicijsko gradnjo posameznih objektov ali naprav in premalo v stalno in redno vzdrževanje. Obenem je značilnost zadnjega časa tudi vse bolj:

- intenzivna in neprimerna raba prostora,

- slabljenje in ponekod odmiranje rastleinske odeje, predvsem prizadetost gozdov,

- zanemarjanje hribskih in gorskih območij, to je ravno območij pogosto labilnega ravnovesja po človeku preoblikovane krajine,

- in še bi lahko naštevali.

Prej omenjeno stanje vse bolj vodi v:

- povečan in skoncentriran površinski odtok voda,

- povečano površinsko sproščanje in spiranje razrahljanih zemljin,

- prekinjen normalni dotok in pretok plavin,

Z že omenjenimi posledicami za vodni režim, naravo in krajino ter s tem posredno za človeka.

Svoje bo v bližnji prihodnosti dodal še efekt tople grede kot posledica globalnih podnebnih sprememb. Nekateri scenariji napovedujejo pogostejše suše, intenzivnejše nalive velikih intenzitet ter drugačno razmerje med umirjenimi erozijskimi pojavi in enkratnimi sporadičnimi erozijskimi pojavi. Le-ti lahko presežejo intenziteto umirjenih erozijskih pojavov tudi za magnitudo in več. Tako lahko enkratni udori plavin iz povirij dosežejo večkratne povprečne letne količine dotekajočih plavin. To dejstvo zelo otežkoča inženirsko reševanje erozijske problematike, saj pogosto sporadičnih pojavov ne moremo obvladovati in predstavljajo latentno nevarnost za prostor v precejšnjem delu Slovenije.

4.3 Usmeritve pri urejanju vodnega režima

4.3 Aims of Water Regime Regulations

Pri načrtovanju in izvajanju ukrepov urejanja vodnega režima je nujno upoštevati naravo erozijskih pojavov. Prednost pri urejanju morajo dobiti bolj intenzivni in



pogosteje nastopajoči pojavi, ki bolj ogrožajo prostor. Pri tem je potrebno načrtovane ukrepe obravnavati dinamično in ne statično. Predvsem je potrebno objekte in naprave dimenzionirati na dinamične obremenitve in ob tem upoštevati nezanesljivost izhodiščnih osnov. V naravi se pogosto pojavov ne da vrednotiti z natančnimi vrednostmi temveč veliko bolj z velikostnimi razredi oziroma verjetnostjo ali pogostostjo njihovega nastopanja. To pa pomeni, da obstaja določena verjetnost, da bo objekt ali naprava morala prenesti tudi večje obremenitve od tistih v postopku dimenzioniranja. Zato je potrebno načrto-

Slika 4. Zemeljski usad v povirju hudournika Belca v Zgornjesavski dolini (foto Franci Rojnik, Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana).

Figure 4. Slope failure in the watersheds of the Belca Torrent in the Upper Sava Valley (photo Franci Rojnik, Water Management Institute, Ljubljana).

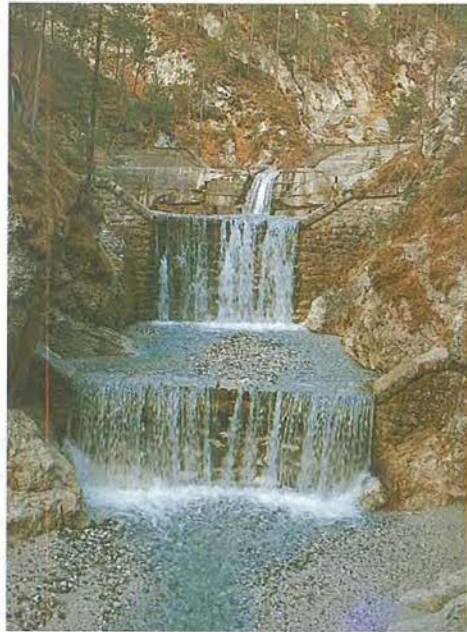
Slika 3. Prodnate naplavine v gozdu-Tamar v Julijskih Alpah (foto Franci Rojnik, VGI, Ljubljana).

Figure 3. Gravel deposits in forest - Tamar in the Julian Alps (photo Franci Rojnik, VGI, Ljubljana).



vati in iskati take tehnične rešitve, kjer izbran objekt tudi ob večjih obremenitvah ne odpove takoj in popolnoma. Kot klasičen primer tega pristopa lahko omenimo kaštne zgradbe ali uporabo žičnih košar, ki zagotavljajo podajnost opornega ali podpornega objekta, ki se lahko vsaj do določene mere prilagaja pomikom zaledja. Rešitve pri urejanju vodnega režima moramo torej iskati ob upoštevanju dinamike in spremenljivosti robnih pogojev.

Naslednji pomemben parameter pri iskanju ustreznih rešitev je upoštevanje trajnostnega razvoja ter zahtev varstva narave in nege krajine. V sedanjem času tako postajajo ekološke zahteve vse pomembnejše in se vgrajujejo v sonaravne ureditve



Slika 5. Sistem zaplavni pregrad v hudourniku Belca v Zgornjesavski dolini (foto Franci Rojnik, Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana).
 Figure 5. Check dams in the Belca Torrent in the Upper Sava Valley (photo Franci Rojnik, Water Management Institute, Ljubljana).

Slika 6. Zemeljski usad v povirju reke Sopote (foto avtor).
 Figure 6. Slope failure in the Sopota River basin (photo author).



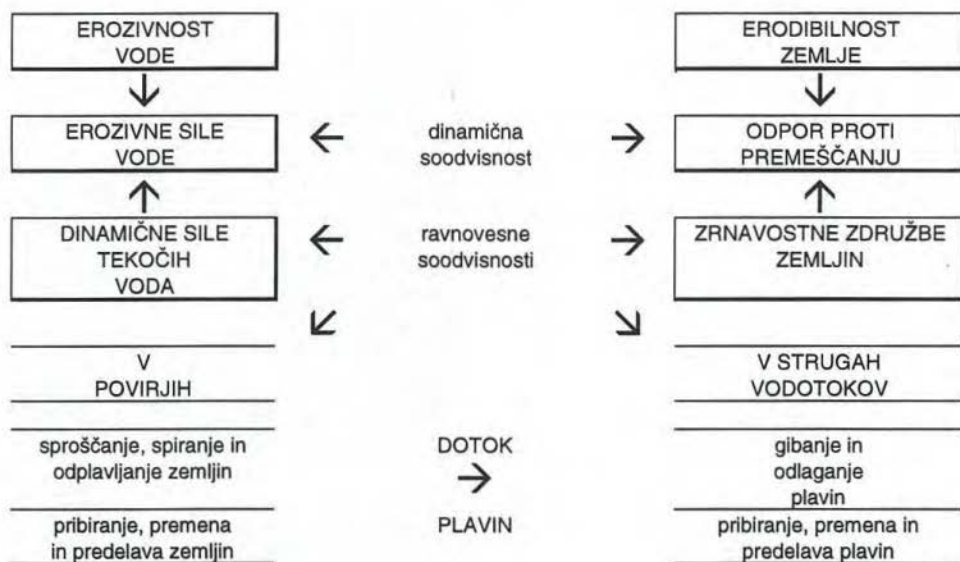


Diagram 1: **Dinamika vodne erozije.**
 Diagramm 1: *Dynamics of water erosion.*

vodotokov. Pri tem ne gre pozabiti, da v območju intenzivnih dinamičnih obremenitev seveda izbira "mehkih" rešitev ni ravno velika in se mora še vedno pogosto uporabljati klasične materiale, kot so kamen, les in beton. V nižinskih vodotokih, kjer so dinamične sile voda bistveno bolj umirjene, je uporaba živih gradiv in sonaravna ureditev vodotoka dosti bolj sprejemljiva z inženirskega stališča zagotavljanja protipoplavne varnosti ali relativnega ravnovesja vodotoka. Zanimariti tudi ne smemo dejstva, da sonaravne ureditve zahtevajo več prostora. V preteklosti je ta prostor vodam že pripadal, sedaj jim ga vračamo in temu rečemo sonaravna ureditev. Vrednotenje erozijskih pojavov v sonaravno urejenih vodotokih je z inženirskega vidika izziv in zahteva poglobljeno znanje, predvsem rečne morfologije in rečne hidravlike.

V vsakem primeru še naprej velja, da je potrebno pri urejanju vodnega režima zagotoviti gospodarnost in upravičenost vlaganj. Problem pri tem predstavljajo ekološke, krajinske in sociološke funkcije vodnega režima, ki se le težko finančno vrednotijo. Nadalje je potrebno za traj-

nostno urejanje vodnega režima zagotoviti ustrezno organizacijsko strukturo nosilcev urejanja, predvsem vodarjev in njihovo tesno sodelovanje z ostalimi temeljnimi nosilci urejanja prostora, predvsem gozdarji, kmetijci in urejevalci krajine. Le-ti urejajo naravne danosti, katerim se morajo prilagoditi uporabniki prostora, kot so npr. urbanisti, ki načrtujejo prostorski razvoj in usklajujejo rabe prostora. Sama organizacijska struktura ne pomeni nič brez stabilnega vira financiranja ob spoštovanju lokalnih interesov. Ob konkretnem urejanju je predvsem pomembno zaporedje izvajanja ureditvenih ukrepov in del, pri čemer naj imajo prednost pri izvajanju tista območja, kjer je večja osredotočenost erozijskih pojavov in hitrejše njihovo napredovanje, večja ogroženost prostora, krajinskih in kulturnih vrednot ter kadar gre za večnamensko rabo prostora.

LITERATURA

1. Fazarinc, R., Mikoš, M., 1992. Feststoffmobilisierung als Folge extremer Niederschläge in Slowenien. Mednarodni simpozij INTERPRAEVENT

1992, Bern, Švica, Zbornik del, 1, s. 377-388.

2. Mikoš, M., 1989a. Urejanje hribovskih vodotokov. Acta hydrotechnica, Laboratorij za mehniko tekočin, Univerza v Ljubljani, let. 7, št. 6, 84 s.

3. Mikoš, M., 1989b. Metode vrednotenja srednjih pretočnih hitrosti v naravnih vodotokih. Gradbeni vestnik, 38, 1/2, s. 16-23.

4. Mikoš, M., 1994a. Pomen eksperimentalnih povodij za ugotavljanje vplivov gozda na vodni režim. - Gozd in voda, Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete, Univerza v Ljubljani, s. 51-60.

5. Mikoš, M., 1994b. Erozijska v Sloveniji (1). Tudi sonaravno urejanje vodotokov mora upoštevati zakonitosti premeščanja plavin. DELO, Priloga Znanost za razvoj, Ljubljana, 12.10.1994, s. 14

6. Mikoš, M., 1994c. Erozijska v Sloveniji (2). Za zmanjševanje posledic erozije so potrebne izkušnje in znanje. DELO, Priloga Znanost za razvoj, Ljubljana, 19.10.1994, s. 6

7. Mikoš, M., v tisku. Vrednotenje pretočnih hitrosti voda v strmih hudourniških strugah. Gradbeni vestnik (sprejeto v objavo)

8. Mikoš, M., Colarič, O., 1987. Presoja zaprojevanja HE Doblar 1938-1982. Poročilo Vodnogospodarskega inštituta, C-640, Ljubljana, 37 s.

9. Pintar, J., Fazarinc, R., Mikoš, M., Zemljič, M., 1990. Kvalitativna in kvantitativna razdelava lastnosti za Slovenijo značilnih hribin. - Poročilo o

delu na projektnem sklopu Raziskava temeljnih lastnosti zemljin in vplivnih parametrov v odnosu "voda-zemlja", Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, 57 s. in priloge

10. Pintar, J., Mikoš, M., 1983. Izdelava smernic in normativov z globalno usmeritvijo urejanja po ekosistemih, pojavnostih in ekološki primernosti ter načinov gospodarjenja s povirji voda. - Poročilo Vodnogospodarskega inštituta, C-432, Ljubljana, 133 s.

11. Pintar, J., Mikoš, M., 1984a. Povzetek dosedaj opravljenih del s področja urejanja snežnih plazov za potrebe operativne hudourniške dejavnosti. Poročilo Vodnogospodarskega inštituta, C-439, Ljubljana, 90 s.

12. Pintar, J., Mikoš, M., 1984b. Zugang zu der langfristigen Planung der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebiete. Mednarodni simpozij INTERPRAEVENT 1984, Beljak, Avstrija, Zbornik del, 3, s. 205-220.

13. Pintar, J., Mikoš, M., Šolar, M., 1989. Ureditvene zasnove območja Sopote. Poročilo Vodnogospodarskega inštituta, C-539, Ljubljana, 100 s.

14. Pintar, J., Zemljič, M., 1990. Kvalitativna in kvantitativna razdelava hidroloških lastnosti raznih tipov pokrovnosti površin - rastlinske odeje. - Poročilo o delu na projektnem sklopu Raziskava temeljnih lastnosti zemljin in vplivnih parametrov v odnosu "voda-zemlja", Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, 35 s. in priloge

Slika 7: Primer uspešne utrditve brežine pri gradnji gozdne ceste (foto: mag. Robert Robek).

Figure 7: An example of successful stabilization of slope at forest road construction (photo: mag. Robert Robek).

