

Znanstvena razprava

GDK: 116.81(497.4)(045)=163.6

Meritve površinske erozije tal v gozdu Slovenske Istre

Soil Erosion Measurements in a Forest in Slovenian Istria

Matija ZORN¹, Matjaž MIKOŠ²

Izvleček:

Zorn M., Mikoš, M.: Meritve površinske erozije tal v gozdu Slovenske Istre. *Gozdarski vestnik*, 68/2010, št. 7-8. V slovenščini z izvlečkom v angleščini, cit. lit. XX. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Za oceno varovalne vloge gozdov smo med letoma 2005 in 2008 v Slovenski Istri izvedli meritve površinskega spiranja na treh različnih rabah tal, t. j. na golih tleh v mladem oljčniku, na travniku v zaraščanju in v gozdu. Meritve so potekale južno od vasi Marežice v porečju Rokave na osmih zaprtih erozijskih poljih velikosti 1 m². V prvem letu meritev (maj 2005-april 2006) je površinsko spiranje na golih tleh v oljčniku z naklonom 5,5 ° znašalo 9013 g/m² (90 t/ha), na travniku v zaraščanju z naklonom 9,4 ° 168 g/m² (1,68 t/ha), v gozdu z naklonom 7,8 ° 391 g/m² (3,91 t/ha) in v gozdu z naklonom 21,4 ° 415 g/m² (4,15 t/ha). Rezultati kažejo na bistveno manjše sproščanje in odplavljanje tal na naravnih tleh (gozd, travnik v zaraščanju) v primerjavi z intenzivno kmetijsko rabo (oljčnik). Meritve so tudi pokazale, da je le nekaj večjih padavinskih dogodkov povzročilo večji del celoletnega spiranja in odplavljanja tal.

Ključne besede: erozijski procesi, površinska erozija tal, Dragonja, Slovenska Istra

Abstract:

Zorn M., Mikoš M.: Soil Erosion Measurements in a Forest in Slovenian Istria. *Gozdarski vestnik* (Professional Journal of Forestry), 68/2010, vol. 7-8. In Slovenian, abstract in English, lit. quot. XX. Translated by Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

In order to assess protection role of forests we performed measurements of interrill soil erosion under three different land uses in Slovenian Istria between 2005 and 2008, namely on bare soils in a young olive grove, on a grassland under overgrowth, and in a forest. The measurements were performed south of the village of Marežice in the Rokava River catchment on eight closed erosion plots of 1 m² area. In the first year of measurements (May 2005 through April 2006), soil loss due to the surface erosion on bare soils in the olive grove with the slope of 5.5° amounted to 9013 g/m² (90 t/ha), on the grassland under overgrowth with the slope of 9.4° it amounted to 168 g/m² (1.68 t/ha), in the forest with the slope of 7.8° it amounted to 391 g/m² (3.91 t/ha), and in the forest with the slope of 21.4° it amounted to 415 g/m² (4.15 t/ha). These results show that soil detachment and soil erosion on natural land (forest, grassland under overgrowth) is much less ample compared to intensive agricultural use (olive grove). The measurements also showed that only a few large rainfall events caused the major part of the annual soil loss.

Key words: erosion processes, interrill soil erosion, Dragonja river basin, Slovenian Istria

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Površinska erozija tal (prsti), t. j. »... vsako odstranjevanje delcev prsti in preperine z naravnimi agensi, marsikje pospešeno zaradi delovanja človeka (goloseki, čezmerna paša, nadelava, gradnja poti) in živali, ki je intenzivnejše od nastajanja prsti ...« (KOMAC/ZORN, 2005, 75; ZORN, 2008a, 26), je v Sloveniji slabo raziskana (OCENA ... 2005; ČARMAN et al., 2007). Najdemo namreč le peščico domačih študij, ki se ukvarjajo s kvantifikacijo površinske erozije tal. Večinoma obsegajo modeliranje s tujimi erozijskimi modeli, neposrednih meritev pa je bilo v Sloveniji bolj

malo. Dolgotrajnejše meritve so potekale le na erozijskih poljih v Smastu pri Kobaridu (npr. JESENOVEC, 1995, 221; HORVAT/ZEMPLJIČ, 1998) ter v dolini Rokave (npr. ZORN, 2008a; 2009; ZORN/PETAN, 2007; 2008; ZORN/MIKOŠ, 2009), drugje: Straža ob Krki (RAVBAR, 1975),

¹ dr. M. Z., univ. dipl. geogr. in prof. zgod., Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Gosposka ulica 13, SI-1000 Ljubljana. E-pošta: matija.zorn@zrc-sazu.si

² prof. dr. M. M., univ. dipl. inž. grad., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana. E-pošta: matjaz.mikos@fgg.uni-lj.si

Limbuš pri Mariboru (npr. VRŠIČ et al., 2000) ter Ljubljana (REPOVŽ, 2005)) pa so potekala le krajša opazovanja. Nekoliko več je bilo izračunavanj ter modeliranja na podlagi empiričnih enačb, na primer v: Latkovi vasi v Savinjski dolini (ZUPANC et al., 2000), dolini Dragonje (npr. PAULIČ, 1971; GLOBEVNIK, 2001; PETKOVŠEK, 2002; MIKO, 2006; STAUT/MIKOŠ, 2008), dolini Koritnice (MIKOŠ et al., 2002) ter Mirnski dolini (TOPOLE, 1998).

V gozdarski literaturi najdemo le redke zapise o površinski eroziji tal, kot jo razumemo v uvodnem stavku članka. V Gozdarskem vestniku praktično ni zapisov (razen pri ocenah sproščanja tal za vso Slovenijo, npr. ZEMPLJIČ, 1972), omenja pa se 'vodna erozija', a v pomenu hudourniške oz. rečne erozije (npr. PINTAR, 1972; ZEMPLJIČ, 1972; MIKOŠ, 1995; HORVAT, 1999; JAKŠA, 2007), ne pa tudi v pomenu površinske erozije tal na samih pobočjih. Tudi v drugih prispevkih gozdarjev prevladuje obravnava hudourniške erozije (npr. RAINER, 1960/61; RAINER/ZEMPLJIČ, 1975; HORVAT/ZEMPLJIČ, 1991; HORVAT, 2002). Zanimivo pa je, da pri gozdarjih zasledimo podatek o sproščanju tal za celotno Slovenijo, ki se že več desetletij citira pri večini (velja za vse, ne le za gozdarje), ki pišejo o eroziji. ZEMPLJIČ (1972, 234) je v Gozdarskem vestniku zapisal, da se v Sloveniji »... sprošča letno 5,2-5,3 milijona m³ plodnih tal in erozijskega drobirja, kar je v povprečju nekaj več kot 250 m³/km². Glede na granulacijsko sestavo sproščenih količin, katerih polovica je drobnejša od 0,6 mm, pomeni to letno izgubo 1300 ha plodnih tal debeline 20 cm. ...«. Ob tem podatku se moramo zavedati, da po Zemljiču erozijski procesi potekajo na (le) 44 % površine Slovenije.

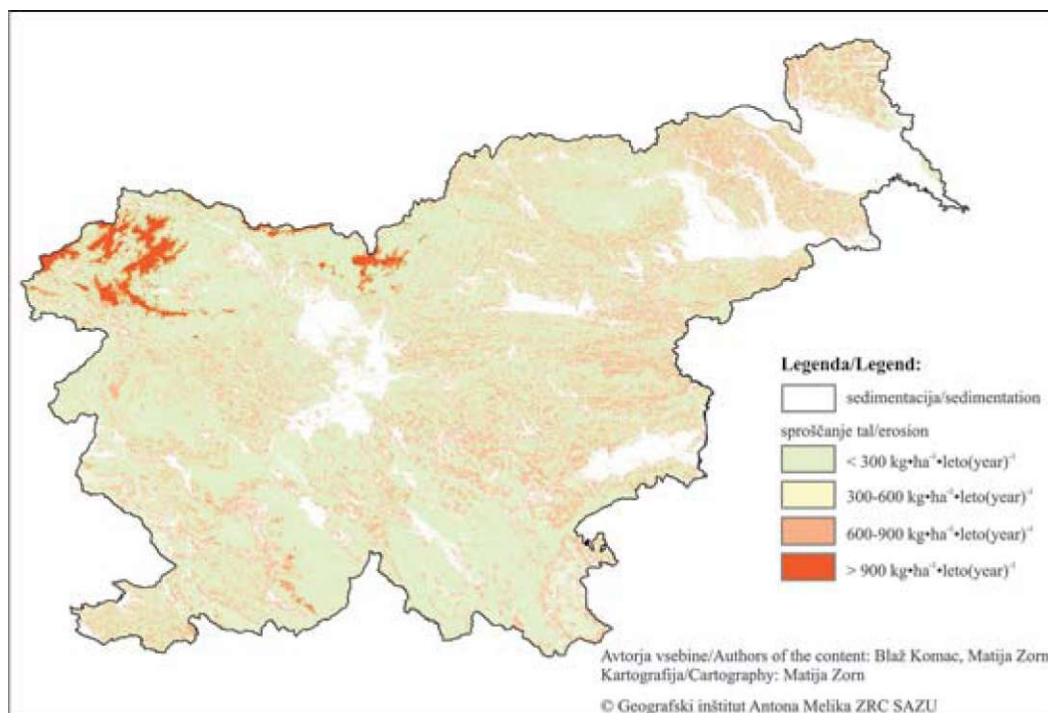
Podobne količine sproščanja zaradi površinske erozije tal za Slovenijo najdemo še pri nekaterih drugih avtorjih, npr. sproščanje okrog 5.000.000 m³ (VODNOGOSPODARSKE ... 1978, 6/2; MIKOŠ, 1995, 342.) oz. od 5.000.000 m³ do 6.000.000 m³ na leto (RAINER/PINTAR, 1972, 23; KOLBEZEN, 1979, 73).

Samostojen izračun sproščanja gradiva v Sloveniji zasledimo pri LAZAREVICU (1981, 9), po katerem erozijska območja predstavljajo 95 % državnega ozemlja, na njih pa se na leto sprosti

3.960.200 m³ tal (specifično sproščanje približno 195 m³/km² letno). Sproščanje tal v Sloveniji sta izračunala tudi KOMAC in ZORN (2005, 78; ZORN/KOMAC, 2005, 165). Po njunih podatkih erozijska območja predstavljajo približno 80 % državnega ozemlja (slika 1), na njih pa se na leto sprosti od 3.924.002 do 5.722.895 m³ (specifično sproščanje od 193 do 282 m³/km² na leto).

ZEMPLJIČEV (1972) podatek o površinski eroziji tal lahko sledimo pri vrsti poznejših avtorjev, pogosto brez navedenega vira (npr. RAINER/ZEMPLJIČ, 1975, 97-98; HORVAT, 1987, 36; PERKO/POGAČNIK 1996, 13; MIKOŠ/ZUPANC, 2000 419; HORVAT, 2002, 268; NACIONALNI ... 2002, 4303) ali ob citiranju sekundarnih avtorjev (npr. KMECL, 1990, 27; HORVAT, 2001, 9; REPE, 2002, 119). ZEMPLJIČ (1972) ob omenjeni količini ni navedel vira, lahko pa na podlagi članka sklepamo, da navedbe izhajajo iz ZEMPLJIČEVEGA (1971) elaborata za potrebe Vodnogospodarskih osnov SRS z naslovom Erozija in plavine v povodju Save, Drave in Pomurja ter Soče in drugih jadranskih pritokov. V članku namreč piše (ZEMPLJIČ, 1972, 233), da so na podlagi projekta, katerega rezultati so v omenjenem elaboratu, »... končno le zbrali orientacijske podatke o eroziji, hudournikih ... po posameznih gozdnogospodarskih območjih ...«, ter nadaljuje, da je bila gozdarstvu »... tako prepuščena skrb nad občutljivimi naravnimi dobrinami, vrh tega pa so gozdarji edini strokovnjaki, ki po svoji strokovni usposobljenosti lahko bdijo nad erozijskimi pojavi ...«. S slednjo trditvijo se dandanes druge geoznanosti ne bi strinjale, saj se, npr., z erozijo vodotokov ukvarjajo gradbeniki in vodarji (npr. MIKOŠ, 1994; 1996; 2000; BRILLY et al., 1999), z erozijskimi procesi na pobočjih geografi (npr. NATEK, 1989; KOMAC/ZORN, 2008; ZORN, 2008a), na področju proučevanja širših erozijskih procesov pa poleg omenjenih delujejo še geologi (npr. RIBIČIČ, 2002).

Metodologija, ki jo je uporabil ZEMPLJIČ (1972), je izhajala iz Gavriloviceve enačbe (GAVRILOVIC, 1962; 1972) oz. njene različice po LAZAREVICU (1968; 1985). Pozneje so enačbo priredili za slovenske naravne razmere (nadomestitev parametrov: srednjih letnih padavin, temperaturnega koeficienta, odvisnega od srednje letne temperature, in konstante n ter uvedba maksimalnih dnevnih



Slika 1: Specifično sproščanje tal v Sloveniji po modelu KOMACA in ZORNA (2005; 2007, 84; ZORN 2008b, 94)
Figure 1: Specific soil loss in Slovenia after the model of KOMAC and ZORN (2005; 2007, 84; ZORN 2008b, 94).

padavin in korekcijske konstante 20) in se zdaj uporablja v prirejeni obliki, kot so jo predlagali PINTAR et al. (1986).

Pri naši raziskavi smo se modelom zavestno ognili, saj je bil naš namen pridobiti podatke o dejanski površinski eroziji tal. Prispevek prikazuje rezultate meritev v gozdu Slovenske Istre in jih primerja z drugimi rabami tal. Na kratko je predstavljena tudi protierozijska vloga gozdov.

2 EROZIJA TAL IN GOZDOVI

2 SOIL EROSION AND FORESTS

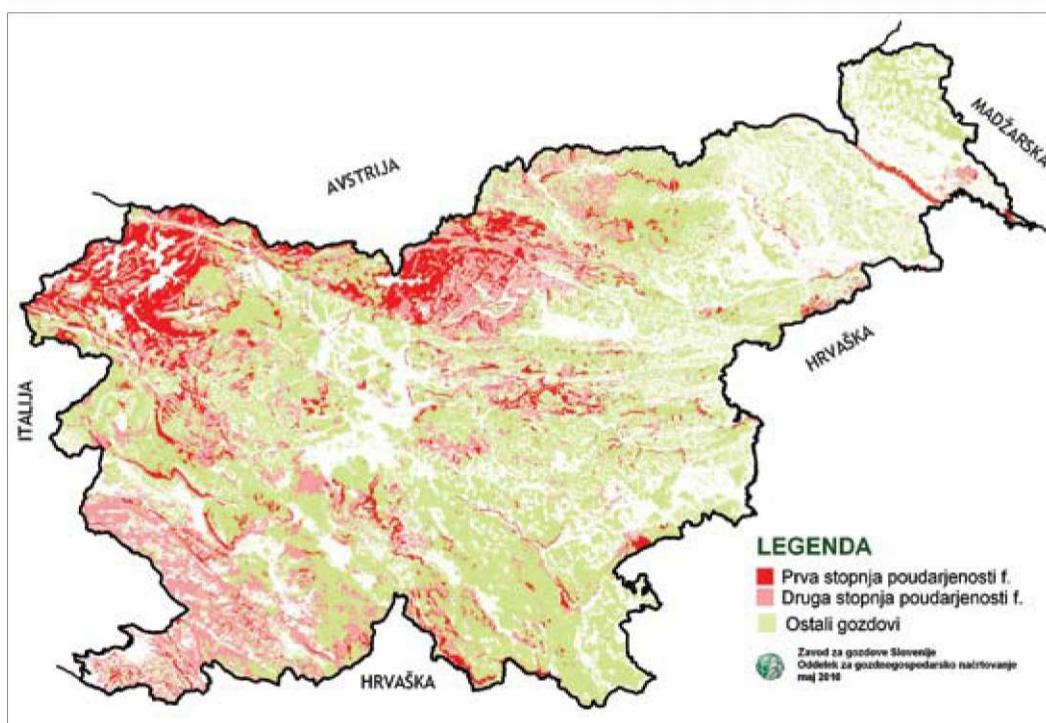
Že dolgo je znano, da imajo gozdovi varovalno vlogo pred erozijskimi procesi, saj (ANKO et al., 1985, 22; ČAMPA, 1994, 56):

- zmanjšujejo in uravnavajo površinski odtok padavinske vode in slabijo njeno erozivno moč,
- zadržujejo padajoče kamenje in utrjujejo pobočja,
- s koreninskim sistemom mehansko vežejo in utrjujejo tla,
- drevesa, ki koreninijo globlje, preprečujejo usade in plitvejša zemeljske plazove,

- zmanjšujejo moč vetra in slabijo vetrno erozijo,
- varujejo humusne horizonte pred razkrojem in izpiranjem,
- preprečujejo in zadržujejo snežne plazove,
- varujejo bregove vodotokov pred spodjedanjem in rušenjem ob visokih vodah ter zadržujejo erodirano gradivo.

Zato je pomembno, da v Sloveniji z gozdovi ustrezno gospodarimo. Pomen varovalnih gozdov (UREDBA ... 2005) in še posebno gozdov s poudarjeno varovalno vlogo (funkcijo), ki so določeni v gozdnogospodarskih načrtih in s katerimi se gospodarji v skladu z njihovo funkcijo (slika 2), na področju varstva pred površinsko erozijo tal, še podkrepi primerjava z območji v Sloveniji z visokim specifičnim sproščanjem tal (slika 1).

Za površinsko erozijo tal se vloga gozda kaže predvsem v zadrževanju vode v krošnjah (ŠRAJ, 2003; ŠRAJ et al., 2008) in v mehanskem zavarovanju površinskega odtoka s pritalnimi deli. Z nadzemnimi deli rastline zavarujejo tla pred neugodnimi in neposrednimi učinki nalivov.



Slika 2: Karta gozdov s posebnim namenom v Sloveniji po Uredbi o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom (UREDBA ... 2005)

Figure 2: A map of forests with a special purpose in Slovenia according to a »Regulation on protected forests and forests with special purpose« (UREDBA ... 2005).

Manjši del prestreženih padavin izhlapi, preostale pa enakomerneje odtekaajo na tla. Z enakomernejšo razporeditvijo dotoka vode je bolje izkoriščena sprejemna zmogljivost tal oz. njihova zadrževalna sposobnost za vodo. Meritve iz Slovenske Istre kažejo (opravljene so bile v porečju Dragonje, kjer prevladuje gozdna združba gradna, puhastega hrasta in kraškega jesena (*Orno-Quercetum petraeae-pubescentis*), na poskusnih ploskvah za prestrežanje padavin so prevladovali hrast (*Quercus pubescentis*), gaber (*Carpinus orientalis croaticus*), javor (*Sorbus torminalis*) in jesen (*Fraxinus ornus*)), da gozdovi v povprečju prestrežejo več kot 60 % padavin, od tega jih okrog polovica še priteče do tal. V gozdu tako več kot četrtina padavin izhlapi nazaj v ozračje že med padavinami ali neposredno po njih (ŠRAJ, 2003, 32, 34, 55).

Gozd vpliva tudi na površinski odtok, saj številne mehanske ovire (npr. stelja, dračje, odpadlo vejevje, panji, iz tal štrleče korenine) razpršujejo in upočasnjujejo površinski odtok (PINTAR/ZEMPLJIČ, 1990, 19), kar vpliva na količino

vode, ki se infiltrira v tla, ter na erozivno moč površinskega toka.

Velika gozdnatost Slovenije (po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2008 je 58,5 %) do neke mere ugodno (zaviralno) vpliva na erozijske procese. Negativno pa nanje vpliva odprtost gozdov s cestami in vlakami, ki koncentrirajo padavinsko vodo in pospešujejo njeno površinsko odtekanje. Negativno vpliva tudi zamenjava naravnih gozdnih združb s smrekovimi monokulturami ali gospodarsko donosnejšimi drevesnimi vrstami (HORVAT, 1995, 223).

V literaturi so pogoste navedbe o varovalni vlogi gozda za erozijo v Sloveniji (npr. RAINER, 1952, 138; KMECL, 1990, 27-31; HORVAT, 1991, 63; KOVAČ, 2001, 50), vendar le redko najdemo tudi navedbe, ki bi takšne trditve količinsko podkrepile. V gozdarski literaturi sta o tem pisala HORVAT in ZEMPLJIČ (1998, 421-422), ki sta na podlagi meritev v Smastu pri Kobaridu iz sedemdesetih let 20. stoletja zaključila, da je razmerje v površinskem spiranju med mešanim

gozdom, košenico, obdelanim zemljiščem po plastnicah in neporaslim zemljiščem: 1 : 6 : 556 : 3590. V povezavi s površinsko erozijo tal pišeta tudi, da je najbolj neugoden način gospodarjenja z gozdovi golosečni sistem. Kot primer navajata porečje Belce v Zgornjesavski dolini, kjer so v letih 1925-1930 posekali veliko gozda, ponekod tudi na golo. Pojavila so se številna erozijska žarišča, s katerih je Belca na leto odnesla od 20.000 do 50.000 m³ gradiva. Med letoma 1945 in 1952 je erodirano gradivo dvakrat zasulo cesto Jesenice-Kranjska Gora, skoraj zasulo železniški most, leta 1951 povzročilo železniško nesrečo (NA PRAKSI, 1952, 122) in leta 1966 porušilo most magistralne ceste ter zasulo žagarski obrat (HORVAT/ZEMLJIČ, 1998, 422).

3 OBJEKT RAZISKAVE IN METODE DE LA

3 RESEARCH OBJECT AND METHODS

3.1 Meritve površinske erozije tal v Slovenski Istri

3.1 Soil erosion measurements in Slovenian Istria

Navedbe o površinski eroziji tal v Slovenski Istri najdemo že v zgodovinskih virih. V Opisih k Jožefinskemu vojaškemu zemljevidu s konca 18.

stoletja je o poraščenosti porečja Dragonje zapisano (RAJŠP/TRPIN, 1997, 200): »... Znatno del vzpetin [v porečju Drnice in Dragonje, op. a.] je čisto gol [posledica deforestacije, op. a.] in pokrit s kamenjem; ostali del je poln hrastovega grmovja, tu in tam pomešanega z visokim hrastovim drevjem. Često se najdejo tudi položnejše pobočja, pokrita s travniki in pašniki; polja so večinoma le v bližini vasi, raztreseni po grebenih in ozkih dolinah. Vzrok je v tem, da je s pobočij ob močnih naliivih odplavilo rodovitno prst in poljščine ne morejo uspevati ...« Za preprečitev »odplavljanja« tal so v Slovenski Istri gradili terase. Kljub temu je bila vodna erozija še vedno prisotna in so zato »... odneseno prst ... vsako leto znova nosili nazaj [po pobočjih, op. a.] navzgor ...« (TITL, 1965, 54). V ta namen »... na vrhu vsake terase napravi manjši jarek [za zbiranje erodiranih tal] ...« (TITL, 1965, 55).

Pred našimi meritvami je bila površinska erozija tal v Slovenski Istri (predvsem v dolini Dragonje) ocenjena s pomočjo tujih erozijskih modelov. Problem uporabe tujih modelov je njihova umiritev/prilagoditev na lokalne razmere. Takšne prilagoditve brez meritev niso mogoče, zato je bil eden od namenov raziskave tudi omogočiti prilagoditev tujih erozijskih modelov na naravne razmere v Slovenski Istri. Glavni namen meritev

Preglednica 1: Temeljni podatki o erozijskih poljih
Table 1: Basic data on erosion plots.

Raba tal	Erozijsko polje	Obdobje meritev	Naklon		Gauss-Krugerjeve koordinate polja	Nadmorska višina m	Ekspozicija azimut (°)
			(°)	povprečje (°)			
Gola tla v oljčniku	1	24. 3. 2005-26. 4. 2006	6,45	5,53	X5406103 Y5040005	175	185
	2	24. 3. 2005-26. 4. 2006	4,60		X5406108 Y5040005	175	182
Travnik v zaraščanju	3	7. 4. 2005-26. 4. 2006	9,25	9,35	X5406103 Y5040001	174	185
	4	7. 4. 2005-26. 4. 2006	9,45		X 5406104 Y 5039998	174	196
Gozd	5	31. 3. 2005-26. 4. 2006	8,88	7,76	X 5406043 Y 5040019	175	230
	6	28. 4. 2005-26. 4. 2006	6,65		X 5406050 Y5040010	175	200
	7	31. 3. 2005-26. 4. 2006	22,20	21,40	X 5406034 Y5040023	173	270
	8	28. 4. 2005-26. 4. 2006	20,60		X 5406034 Y5040020	173	285

Preglednica 2. Tekstura zgornjih 10 cm tal na erozijskih poljih. Specifična masa tal je 1056 g/cm³
 Table 2: Soil texture of the upper 10 cm of soil. Bulk density of soil is 1056 g/cm³.

Erozijsko polje	Tekstura (mednarodna klasifikacija)				Teksturni razred tal	Vsebnost organskega ogljika (%)
	debelozrnat pesek (%)	droben pesek (%)	melj (%)	glina (%)		
1 in 2 (gola tla v oljčniku)	2,37	33,03	34,30	30,30	IG (ilovnata glina)	6,33
3 in 4 (travnik v zaraščanju)	2,77	40,33	30,30	26,60	IG (ilovnata glina)	7,67
5 in 6 (gozd - manjši naklon)	3,39	37,61	28,10	30,90	IG (ilovnata glina)	8,31
7 in 8 (gozd - večji naklon)	12,32	35,58	22,40	29,70		12,51

pa je bil povečati poznavanje problematike površinske erozije tal pri nas.

Meritve površinske erozije tal so potekale med letoma 2005 in 2008, v članku pa predstavljamo rezultate prvega obdobja meritev: od konca marca 2005 do konca aprila 2006. Meritve so potekale v sodelovanju z Geografskim inštitutom Antona Melika Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti ter Katedre za splošno hidrotehniko Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani.

3.2 Metode dela

3.2 Methods

Merili smo površinsko spiranje oz. medžlebično erozijo (ang. *interrill erosion*), ki je posledica dežne erozije (erozije dežnih kapljic) in ploskovne erozije površinskega vodnega toka, preden se voda združi v curke in začne delovati globinsko, kar s koncentriranjem vodnih tokov privede do žlebične (ang. *rill erosion*) in jarkovne erozije (ang. *gully erosion*) (MIKOŠ/ZUPANC, 2000). Značilnost

površinskega spiranja je, da ga brez stalnega merjenja težko opazimo in količinsko ocenimo, zato njegove učinke pogosto podcenjujemo. Lažje opazimo učinke žlebične erozije, zaradi katere na zemljiščih nastajajo erozijski žlebiči, ki so največ do 30 cm globoke in široke ter več metrov dolge vdolbine v pobočju. Če so vdolbine večje, nastane jarkovna erozija (ZORN, 2008a).

Matična kamnina na območju meritev je eocenski fliš, tla pa po PEDOLOŠKI karti Slovenije (2005) spadajo med rigolana tla na flišu. Preden je človek s kmetijstvom premešal horizonte tal, je bila tod karbonatna rendzina na flišu, ki v porečju Dragonje še vedno prevladuje (STEPANČIČ et al., 1984; PEDOLOŠKA ... 2005). Več podatkov o tleh je v preglednici 2.

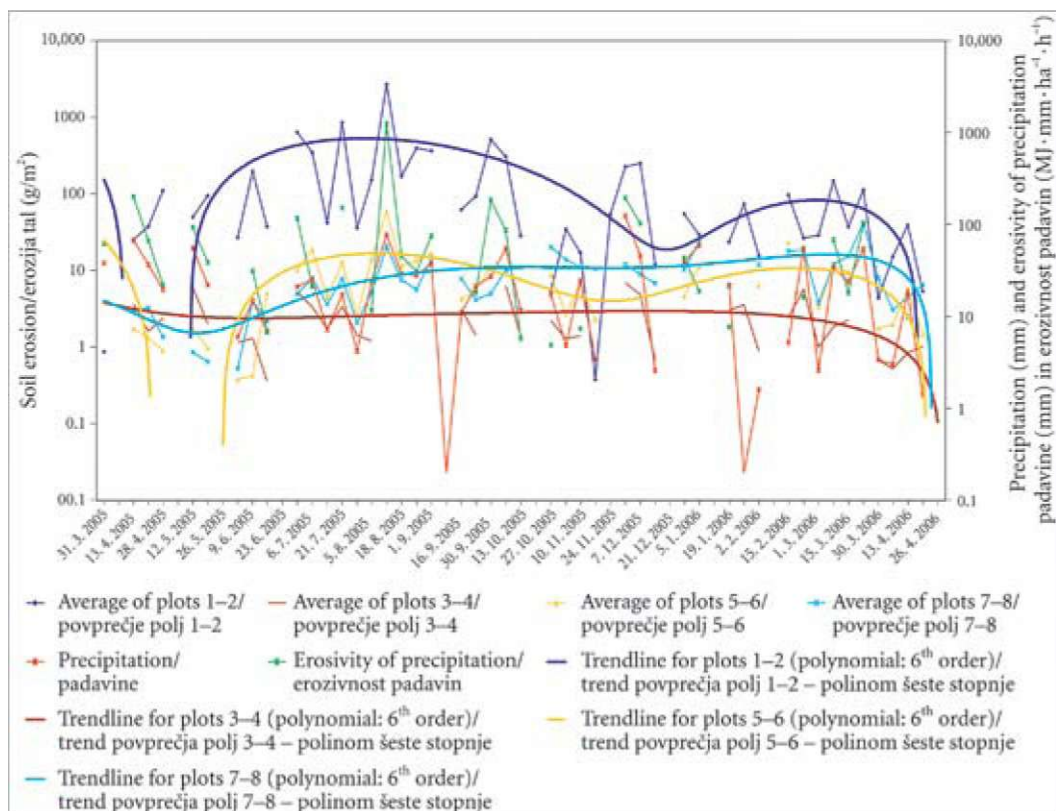
Na podlagi Gozdnogospodarskega načrta Gozdnogospodarske enote Istra (2009) erozijska polja ležijo v gozdnem sestoji, opisanem kot drogovnjak zmesi cera (68 %), puhastega hrasta (21 %), črnega bora (6 %), belega gabra (2 %), robinije (1 %),

Nadaljevanje na strani 379

Slika 3: Erozijsko polje 1 na golih tleh v oljčniku in površinski odtok, ki je bil ujet v lovilno posodo v tednu od 7. 4. do 13. 4. 2005. Odtok je prelit v posodo s prostornino 10 l (fotograf: Matija Zorn).

Figure 3: Erosion plot 1 on bare soils in an olive grove with collected weekly eroded material and surface runoff (7. 4. 2005-14. 4. 2005) in a 10 l container (photo: Matija Zorn).





Slika 4: Tedenske meritve površinskega spiranja na različnih rabah tal in padavine (* meritev dan pred običajnim rednim tedenskim merjenjem, ** meritev dan po običajnem rednem tedenskem merjenju)

Figure 4: Weekly measurements of interrill soil erosion on different land uses and precipitation (* measurement one day before usual weekly measurement, ** measurement one day after usual weekly measurement).

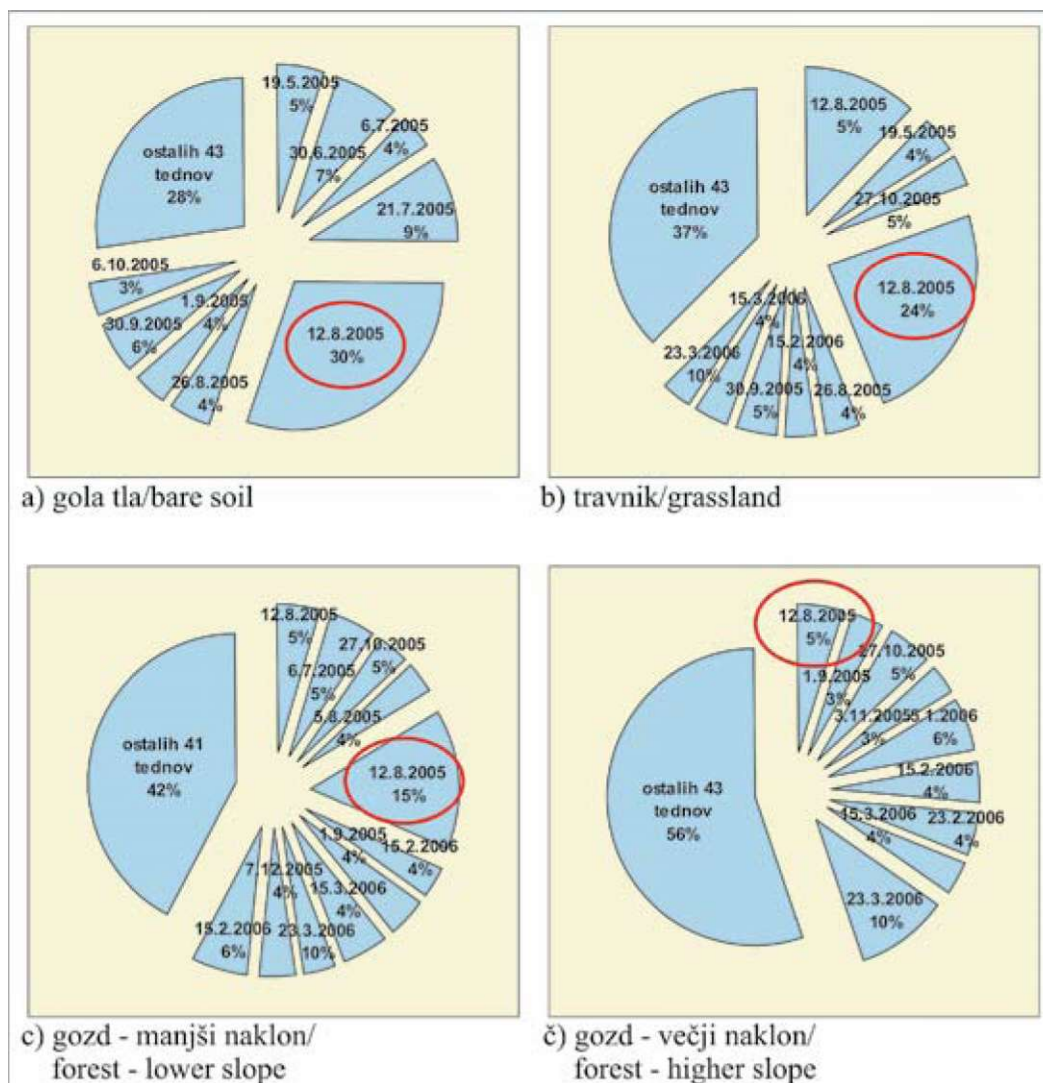
Nadaljevanje s strani 366

črnega gabra (1 %) in malega jesena (1 %). Lesna zaloga na območju je 94 m³/ha, od tega 88 m³/ha listavcev in 6 m³/ha iglavcev. Ocenjena povprečna višina na najbližji stalni vzorčni ploskvi je 12 m, povprečni prsni premer približno 20 cm, starost pa je ocenjena na 40-50 let.

Površinsko spiranje smo merili z rednimi tedenskimi meritvami na zaprtih erozijskih poljih (ang. *closed/bounded erosion plots*), velikosti 1 m² (podrobnejši podatki o erozijskih poljih so v preglednici 1). Južno od vasi Marezige v porečju Rokave (desni pritok Dragonje) smo postavili osem erozijskih polj na tri različne rabe tal: na gola tla v mladem oljčniku (erozijski polji 1 in 2; slika 3), na travnik v zaraščanju (erozijski polji 3 in 4) in v gozd (erozijska polja od 5 do 8; sliki 10 in 11).

Erozijska polja so bila omejena s tremi pločevinastimi ploščami, dolžine 1 m in višine 30 cm (ene zadaj in dveh ob straneh), ki so bile vkopane 10 cm globoko v tla, in s pločevinastim lijakom (spredaj), od katerega je bil odtok po plastični cevi speljan v plastično (lovilno) posodo (30 l), vkopano v tla. Lijak in lovilna posoda sta bila pokrita, da ne bi zbiral padavinske vode. Pločevinaste plošče so bile med seboj pritrjene z vijaki, lijak pa je bil nataknen na stranski plošči (slika 3).

Vsak teden smo z vsakega erozijskega polja pobrali po dva vzorca. Iz lovilnih posod smo pobrali vso mešanico vode in spranih tal, iz pločevinastih lijakov pa suhe vzorce tal, ki niso dosegli lovilnih posod. V laboratoriju smo izmerili količino vode v lovilnih posodah in dobili tedenski površinski odtok ter iz celotnega vzorca vzeli reprezentativen manjši vzorec, ki smo ga dali



Slika 5: Tedni od 28. 4. 2005 do 26. 4. 2006 z več kot 3 % skupne letne površinske erozije tal glede na različne rabe tal. Na podlagi datuma 12. 8. 2005 (v tednu pred tem datumom so bile najbolj erozivne padavine) je predstavljen vpliv vegetacije na površinsko erozijo tal.

Figure 5: Weeks between 28.4.2005 -26.4.2006 with more than 3% of the total annual interrill soil erosion given for different land uses. On the basis of 12.8.2005 (in the week before this date the most erosive rainfall was measured), the impact of vegetation on soil erosion is presented.

analizirati v laboratorij Inštituta za zdravstveno hidrotehniko Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, kjer so po standardu DIN 38409-H2 ugotavljali količino suspendiranih (neraztopljenih) snovi v njem. Vzorce so sušili pri temperaturi od 103 ° do 105 ° C. Skupno količino površinsko erodiranih tal smo ugotovili s seštevkom skupne količine suspendiranega gradiva in

gradiva, ujetega v pločevinastem lijaku, ki smo ga posušenega stehali z elektronsko tehtnico.

V neposredno bližino erozijskih polj smo postavili avtomatski dežemer s prekucnikom tipa ONSSET RG2-M, ki je omogočal spremljanje količine in intenzivnosti padavin.

4 REZULTATI IN DISKUSIJA

4 RESULTS AND DISCUSSION

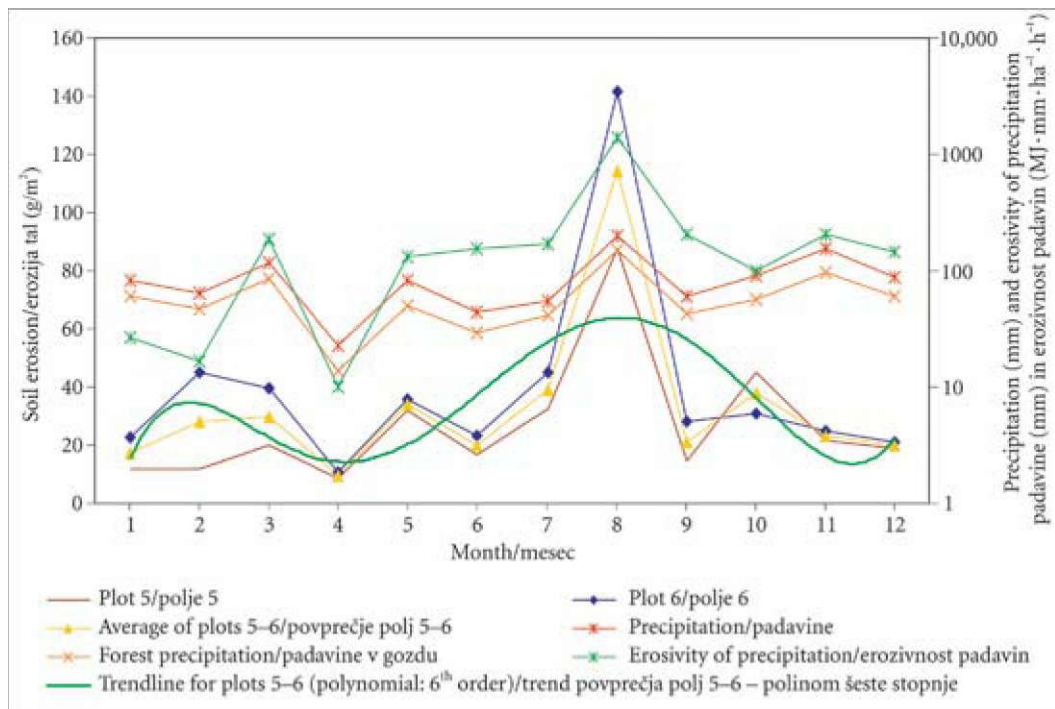
4.1 Površinska erozija tal in površinski odtok na različnih rabah tal

4.1 Soil erosion and surface runoff on different land uses

Če med seboj primerjamo različne erozijske ploskve, ugotovimo, da je bila površinska erozija tal daleč največja na golih tleh v oljčniku (slika 4). V drugi polovici merilnega obdobja ji sledi površinska erozija tal v gozdu z večjim naklonom, na tretjem mestu pa je gozd z manjšim naklonom, ki v prvi polovici merilnega obdobja izkazuje celo večjo erozijo, kot je bila izmerjena v gozdu z večjim naklonom. To je posledica dejstva, da je bilo pri večjem naklonu težje umestiti lijak erozijskega polja v tla. Zato smo v prvem obdobju meritev pod lijakom izgubili kar nekaj površinskega odtoka in s tem tudi erodiranega gradiva. Najmanj tal je bilo erodiranih na travniku v zaraščanju, kar je posledica gostote poraščenosti znotraj polj.

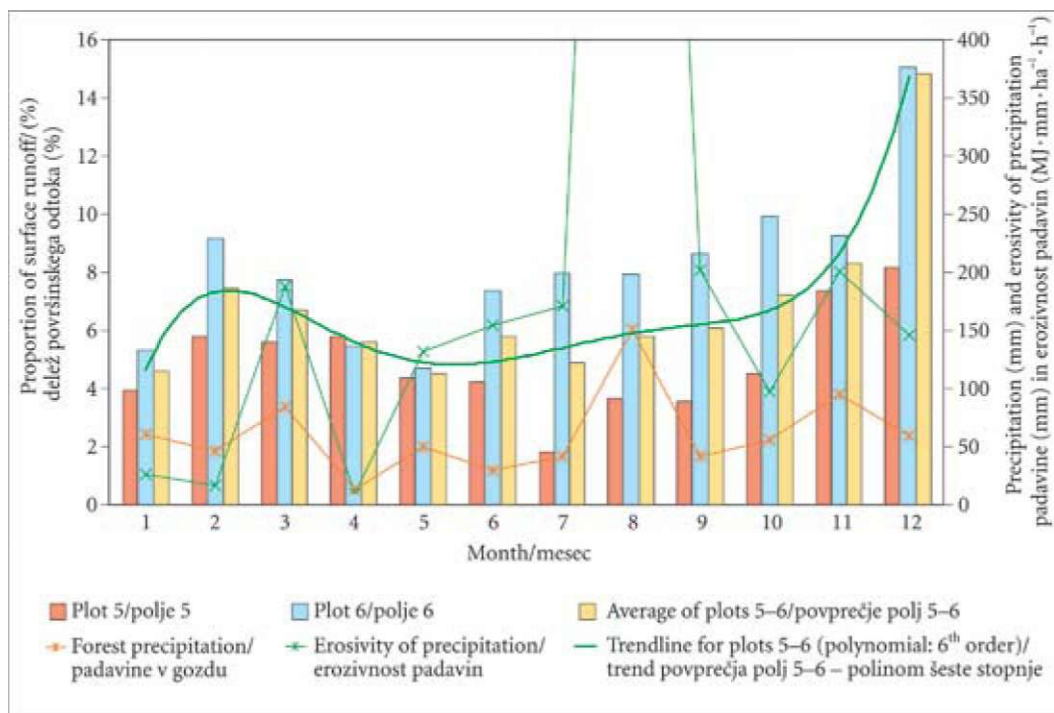
Povprečja na teden in skupne vrednosti za vseh 13 mesecev meritev ter za dve 12-mesečni obdobji so predstavljena v preglednici 3. Na golih tleh se s površinskim spiranjem na leto sprostijo od 9 do skoraj 10 kg tal/m² (naklon 5,5 °), na travniku od 170 do 190 g/m² (naklon 9,4 °), v gozdu z manjšim naklonom (7,8 °) med 390 in 425 g/m² ter v gozdu z večjim naklonom (21,4 °) od 415 do 496 g/m². Povprečni delež specifičnega tedenskega odtoka je na golih tleh okrog 23 %, na travniku okrog 8 % in v gozdu, ne glede na naklon, dobrih 6 %.

Kljub kratkotrajnosti naših meritev se je pokazalo, da večji padavinski dogodki prispevajo velik delež k letnemu sproščanju tal. V vsem obdobju meritev so bile najbolj erozivne padavine v tednu od 5. do 12. 8. 2005 (tedenska erozivnost padavin je bila 1235,91 MJ-mm-ha⁻¹·h⁻¹; 11. 8. 2005 pa je bila dnevna erozivnost padavin 1110,5 MJ-mm-ha⁻¹·h⁻¹; to je po PETKOVŠKU in MIKOŠU (2002; 2004) krepko nad avgustovsko povprečno mesečno vrednostjo (507,8 MJ-mm-ha⁻¹·h⁻¹) za porečje Dra-



Slika 6: Površinska erozija tal, količina padavin in erozivnost padavin po mesecih v gozdu z manjšim naklonom (erozijski polji 5 in 6)

Figure 6: Monthly interrill soil erosion, precipitation amount and rainfall erosivity in the forest with the lower slope (erosion plots 5 and 6).



Slika 7: Delež površinskega odtoka po mesecih v gozdu z manjšim naklonom (erozijski polji 5 in 6)

Figure 7: Monthly surface runoff in the forest with the lower slope (erosion plots 5 and 6).

gonje. Na golih tleh v oljčniku se je v omenjenem tednu sprostilo do 30 % celoletnega materiala, na travniku pa do 24 %. Zaradi popolne olistanosti dreves je bil delež odnesenega gradiva v gozdu ustrezno manjši. V gozdu z manjšim naklonom je znašal 15 %, v gozdu z večjim naklonom pa ta delež med ekstremi niti ne izstopa oziroma je celo manjši od površinske erozije tal v posameznih tednih hladnega dela leta, ko so bile krošnje brez listja, padavine pa so imele bistveno manjšo erozivnost (slika 5).

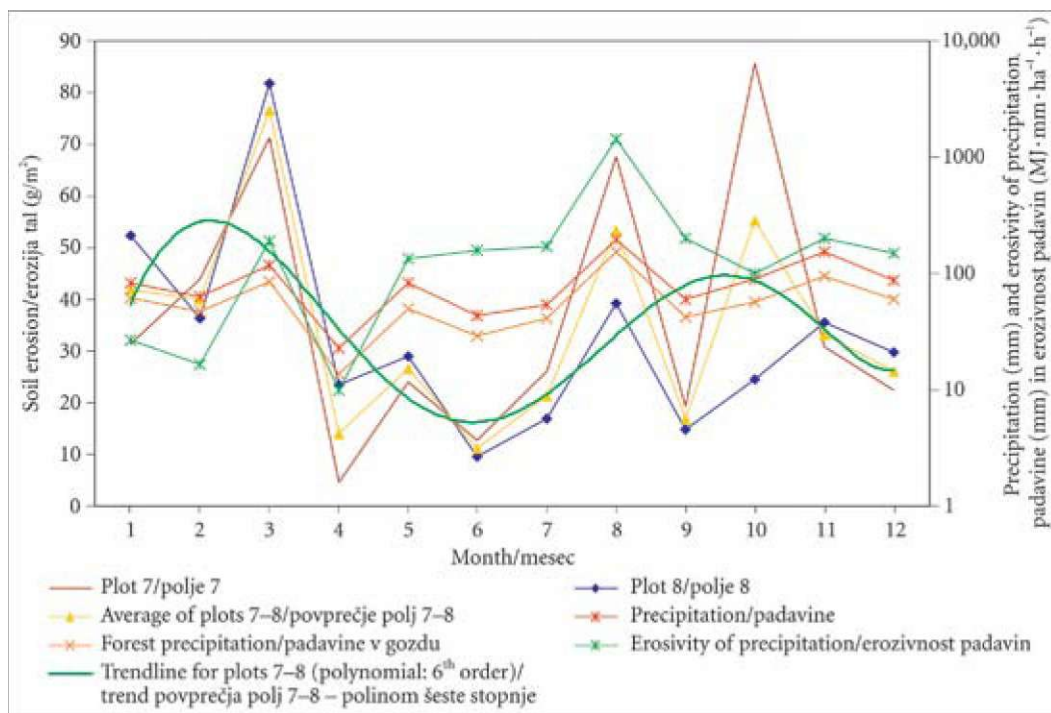
Ob količinah površinske erozije tal v preglednici 3 se moramo zavedati, da smo merili le površinsko spiranje in ne 'celotno vodno erozijo tal', t. j. površinsko spiranje in žlebično erozijo. Površinsko spiranje predstavlja le približno 20 % celotne vodne erozije tal (GOVERS/POESEN, 1988; POESEN/HOOKE, 1997, 172; ZORN, 2008a).

Omenili smo že vpliv olistanosti za erozijo v gozdu. Ta vpliv je prišel še bolj do izraza, ko smo meritve združili v mesečne vrednosti in vrednosti po letnih časih (sliki 6 in 8).

Površinski eroziji na golih tleh, travniku in v

gozdu z manjšim naklonom je skupno, da imajo vrednosti primarni mesečni višek erozijskih avgusta, višek glede na letni čas pa poleti. Predvsem podatki o površinski eroziji tal na golih tleh skoraj povsem sovpadajo s podatki o mesečnih vrednostih erozivnosti padavin in vrednostih erozivnosti padavin po letnih časih. Zaradi najnižjih vrednosti erozivnosti padavin pozimi temu ustreza tudi nižek erozije pozimi na golih tleh in na travniku, pri gozdu z manjšim naklonom pa smo primarni nižek erozije zabeležili spomladi, kar kaže na vpliv olistanja na erozivnost padavin v gozdu. Ta vpliv pride še bolj do izraza v gozdu z večjim naklonom, kjer smo primarni višek zabeležili pozimi in sekundarnega jeseni, saj so olistane krošnje povsem izničile vpliv erozivnosti padavin. Na takih erozijskih poljih je bil primarni nižek erozije zabeležen poleti (sliki 6 in 8).

Delež površinskega odtoka na erozijskih poljih (sliki 7 in 9) je bil daleč največji na golih tleh, pri čemer v nobenem mesecu ni bil manjši od 10 % (primarni nižek 10,28 % je aprila). Največja deleža površinskega odtoka na golih tleh smo



Slika 8: Površinska erozija tal in padavine po mesecih v gozdu z večjim naklonom (erozijski polji 7 in 8)
 Figure 8: Monthly interrill soil erosion, precipitation amounts and rainfall erosivity in the forest with the higher slope (erosion plots 7 and 8).

zabeležili avgusta (30,75 %) zaradi močnih erozivnih padavin, ki so hitro zasitile tla z vodo, ter januarja (30,60 %) zaradi zamrznjenosti tal in s tem zmanjšane njene infiltracijske sposobnosti. Kljub visoki januarski vrednosti je bil v merilu letnih časov na golih tleh pozimi primarni nižek v deležu površinskega odtoka, primarni in sekundarni višek pa sta bila poleti in jeseni, kar prav tako sovпада z erozivnostjo padavin.

Na travniku je bil delež površinskega odtoka večji od 10 % le januarja (15,8 %) in februarja (10,56 %), v gozdu z manjšim naklonom le decembra (14,77 %, slika 7) in v gozdu v večjim naklonom le januarja (10,01 %, slika 9). Tako je bil na omenjenih treh rabah primarni višek deleža površinskega odtoka v nasprotju z golimi tlemi pozimi, sekundarni pa jeseni. Primarni nižek je bil v gozdu spomladi, na travniku pa poleti, vendar razlike med obema nižkoma niso bile velike. Na travniku in v gozdu z večjim naklonom je bil delež površinskega odtoka najnižji julija (na travniku 5,76 %, v gozdu 3,4 %), v gozdu z

manjšim naklonom pa januarja (4,6 %), ki mu je prav tako sledil julij (4,87 %).

Deleži površinskega odtoka na travniku so bili večji kot v gozdu tako v mesečnem merilu kot v merilu letnih časov, čeprav je bila površinska erozija tal na travniku v obeh časovnih obdobjih manjša kot v gozdu. To kaže na vpliv erozivnosti padavin na odtok na travniku, kjer gosta podrast (v vseh letnih časih) preprečuje, da bi padavine in/ali odtok premeščala večje količine tal.

Za posamezne rabe tal smo računali še razmerja med jakostjo (ang. *magnitude*) in pogostostjo (ang. *frequency*) pojavov, pa tudi linearne statistične povezave med erozijo oz. površinskim odtokom in padavinami v času meritev (ZORN, 2008a). V nadaljevanju predstavljamo nekaj rezultatov, s poudarkom na gozdu.

Glede jakosti in pogostosti pojavov lahko v gozdu z manjšim naklonom v enem letu pričakujemo do 12 tednov z do 1 g/m² sproščenega gradiva na teden, do 17 tednov z do 2 g/m², do 26 tednov z do 5 g/m² in do 37 tednov z do 10 g/

m² sproščenega gradiva na teden. Lahko pričakujemo tudi do 15 tednov z od 10 do 20 g/m² in po en teden z od 20 do 30 in od 50 do 60 g/m² sproščenega gradiva.

V gozdu z večjim naklonom pa lahko v enem letu pričakujemo do 11 tednov z od 1 g/m² sproščenega gradiva na teden, do 11 tednov z od 2 g/m², do 20 tednov z od 5 g/m² in do 34 tednov z od 10 g/m² sproščenega gradiva na teden. Prav tako lahko pričakujemo še do 15 tednov z od 10 do 20 g/m², do tri tedne z od 20 do 30 g/m², po en teden z od 30 do 40 g/m² in do dva tedna z od 40 do 50 g/m² sproščenega gradiva.

4.2 Površinska erozija tal in padavine

4.2 Soil erosion and precipitation

Na golih tleh kažejo zelo visoko pozitivno statistično povezanost s površinsko erozijo tal tisti padavinski parametri, ki prikazujejo intenzivnost padavin (najvišjo povezanost prav za maksimalne 30-minutne padavine). V nasprotju s tem količina padavin izkazuje le nizko pozitivno statistično

povezanost z izmerjeno površinsko erozijo tal. To dokazuje, da je za preučevanje površinske erozije tal na tej rabi pomembnejša od količine padavin njihova intenzivnost.

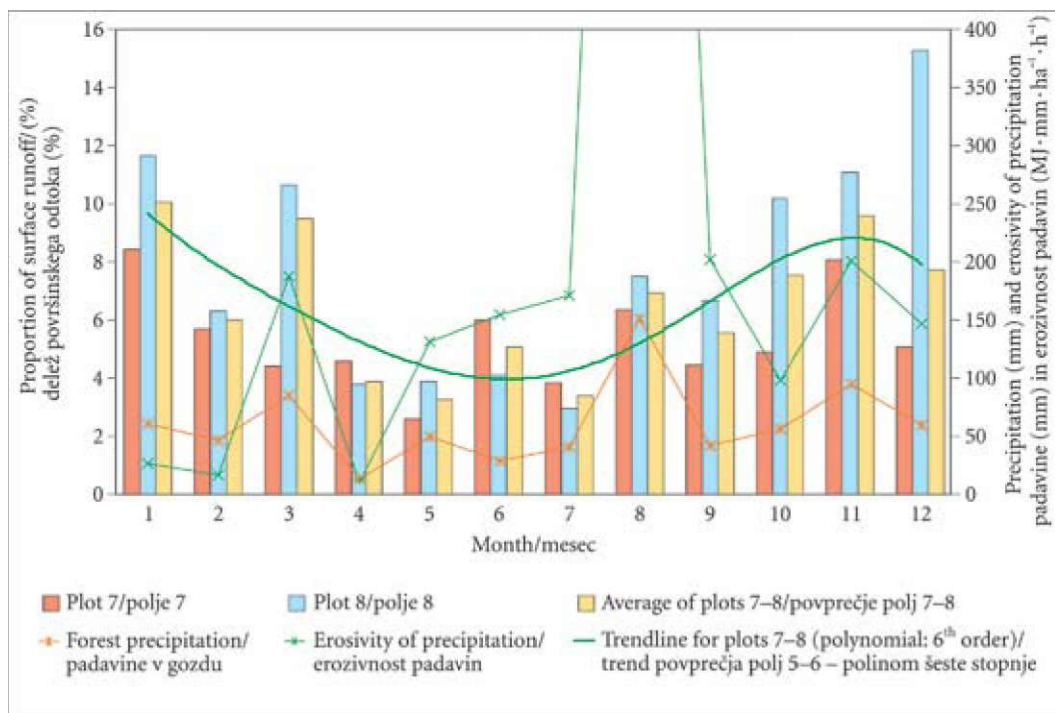
Ravno obratno na golih tleh velja za površinski odtok. Pri njem količina padavin kaže na visoko pozitivno statistično povezanost z njim, parametri intenzivnosti padavin pa le na zmerno pozitivno statistično povezanost. Povezava med površinsko erozijo tal in površinskim odtokom je zmerno pozitivna.

Na travniku je za proučevanje površinske erozije tal količina padavin pomembnejša od njihove intenzivnosti. Količina padavin kaže na visoko pozitivno statistično povezanost, medtem ko parametri njihove intenzivnosti kažejo na zmerno pozitivno statistično povezanost, le erozivnost padavin se skoraj približa visoki povezanosti. Podobno velja tudi za površinski odtok, le da je korelacija s količino padavin še nekoliko višja, povezave z intenzivnostjo padavin pa so nekoliko nižje in pri erozivnosti padavin kažejo le še nizko pozitivno statistično povezanost.

Preglednica 4: Korelacije med površinsko erozijo tal oziroma površinskim odtokom in padavinami v času meritev (korelacija je statistično pomembna pri: $p=0,0005$, ^a $p=0,005$, ^b $p=0,025$, ^c $p=0,05$; * prirejeno po ŠRAJEVI 2003)

Table 4: Correlations between interrill soil erosion respectively surface runoff and precipitation in the time of measurements (correlation is statistically significant at: $p=0,0005$, ^a $p=0,005$, ^b $p=0,025$, ^c $p=0,05$; * adopted after ŠRAJ 2003).

Korelacija med (1) površinsko erozijo tal/ (2) površinskim odtokom in ...	Pearsonov koeficient korelacije (r)			
	gola tla v oljčniku	travnik v zaraščanju	gozd - manjši naklon	gozd - večji naklon
(1) količino padavin na prostem	0,3871 ^a	0,7821	0,5815	0,4715
(1) *količino padavin v gozdu (prepuščene padavine)	-	-	0,6604	0,5281
(1) maksimalnimi 30-minutnimi padavinami	0,9502	0,5397	0,8068	0,2847 ^b
(1) maksimalnimi 60-minutnimi padavinami	0,9176	0,6002	0,7994	0,3489 ^a
(1) erozivnostjo padavin	0,9375	0,6964	0,8572	0,2843 ^c
(1) površinskim odtokom	0,6173	0,7438	0,4301 ^a	0,6679
(2) količino padavin na prostem	0,8108	0,8332	0,6725	0,8438
(2) *količino padavin v gozdu (prepuščene padavine)	-	-	0,7008	0,8499
(2) maksimalnimi 30-minutnimi padavinami	0,6836	0,4285 ^a	0,4531 ^a	0,2967 ^b
(2) maksimalnimi 60-minutnimi padavinami	0,7144	0,5107	0,5108	0,3825 ^a
(2) erozivnostjo padavin na prostem	0,5996	0,3083 ^c	0,3030 ^c	0,2347 ^c



Slika 9: Delež površinskega odtoka po mesecih v gozdu z večjim naklonom (erozijski polji 7 in 8)

Figure 9: Monthly surface runoff in the forest with the higher slope (erosion plots 7 and 8).



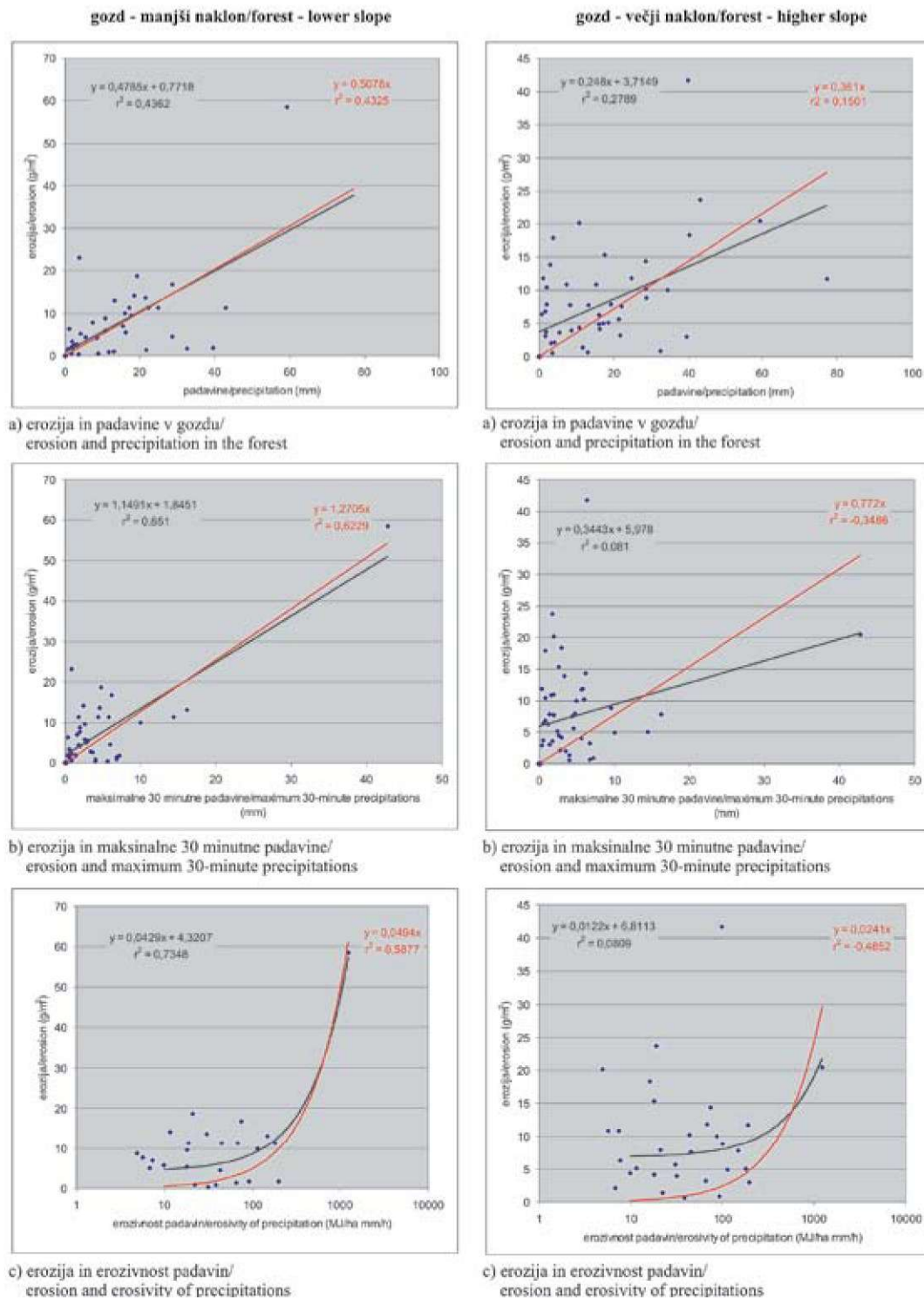
Slika 10: Erozijsko polje 5 v gozdu z manjšim naklonom; zadaj desno (rdeča puščica) erozijsko polje 6 (fotograf: Matija Zorn)

Figure 10: Erosion plot 5 in the forest with the lower slope; red arrow marks erosion plot 6 (photo: Matija Zorn).



Slika 11: Erozijsko polje 7 v gozdu z večjim naklonom (fotograf: Matija Zorn)

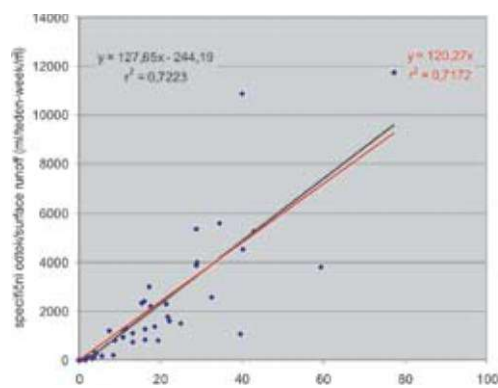
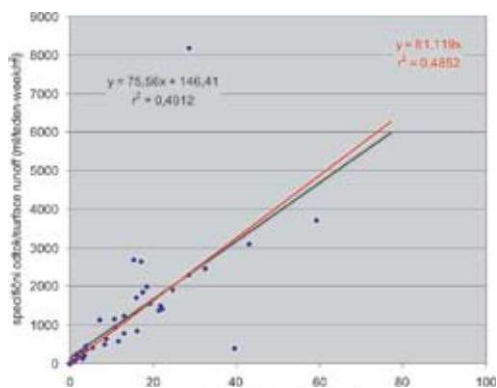
Figure 11: Erosion plot 7 in the forest with the higher slope (photo: Matija Zorn).



Slika 12: Korelacija med površinsko erozijo tal in izbranimi padavinskimi parametri v gozdu
Figure 12: Correlations between interrill soil erosion and selected precipitation parameters in the forest.

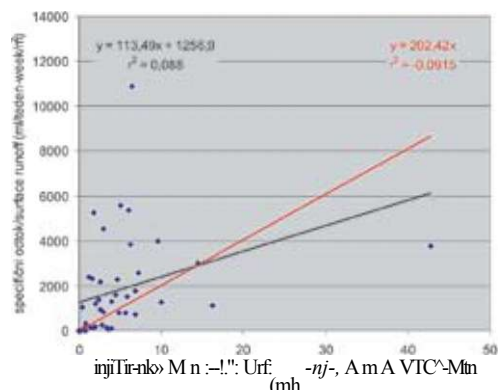
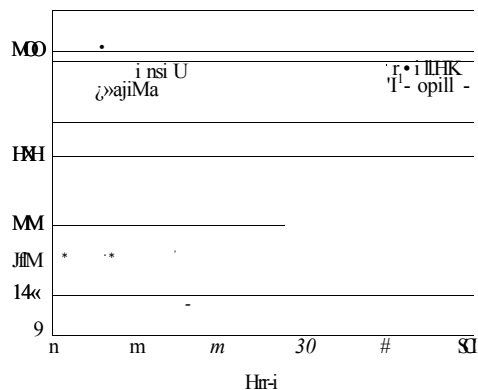
U'jil - litiji ii;Uini.Ti)rcM • ItijInt ilapc

U'jil - litiji ii;Uini.Ti)rcM • ItijInt ilapc



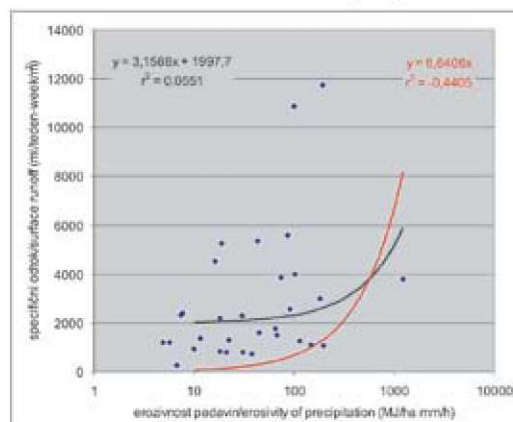
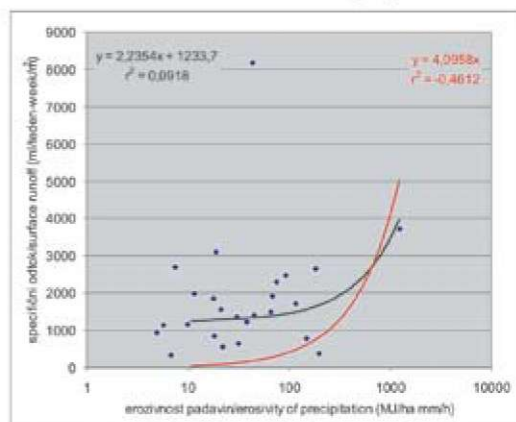
j) [wvriinski ihLolc il [wdjviii v jjo/Jli'
SuffUe raltuT sml (KecipiLslioD in the fldt

2) pnvršinhki odlomili podsviii v ^o/dn-'
Mirijifi: mntill iind prcnpiljlicin m Hit larir^L



b) površinski odtok in maksimalne 30 minutne padavine/
surface runoff and maximum 30-minute precipitations

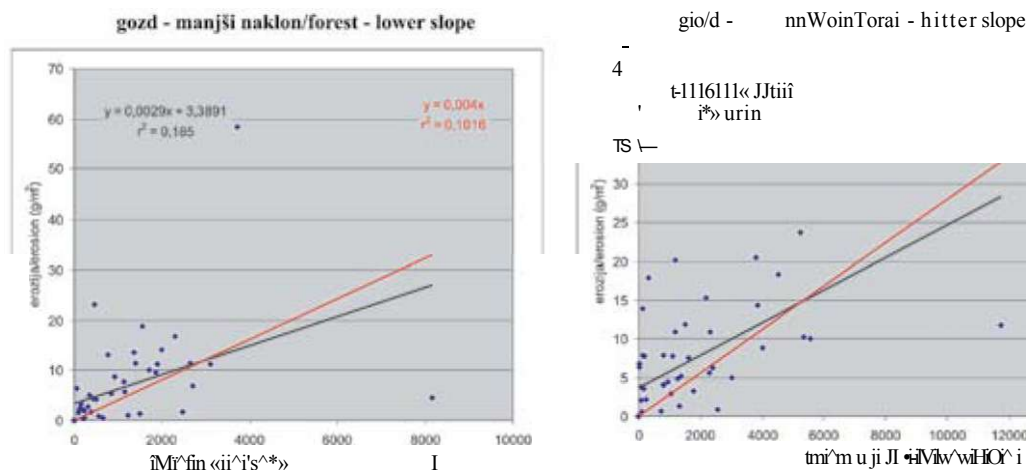
b) površinski odtok in maksimalne 30 minutne padavine/
surface runoff and maximum 30-minute precipitations



c) površinski odtok in erozivnost padavin/
surface runoff and erosivity of precipitations

c) površinski odtok in erozivnost padavin/
surface runoff and erosivity of precipitations

Slika 13: Korelacija med specifičnim površinskim odtokom in izbranimi padavinskimi parametri v gozdu
Figure 13: Correlations between specific surface runoff and selected precipitation parameters in the forest.



erozija tal v gozdu z večjim naklonom

erozija tal v gozdu z manjšim naklonom

Slika 14: Korelacija med površinsko erozijo tal in specifičnim površinskim odtokom v gozdu.

Figure 14: Correlation between interrill soil erosion and specific surface runoff in the forest.

Pri ugotavljanju statističnih povezav med površinsko erozijo tal in izbranimi padavinskimi parametri (preglednica 4; slika 12) oziroma med površinsko erozijo tal in specifičnim površinskim odtokom v gozdu (preglednica 4; slika 14) smo uporabili še dodatni padavinski parameter, to je 'padavine v gozdu'. Za to smo se odločili, ker je bil dežemer postavljen na planem, zanimala pa nas je tista količina padavin, ki v gozdu zaradi prestrežanja padavin v drevesnih krošnjah dejansko pade na tla (t. i. prepuščene padavine) (ŠRAJ, 2003). Pri korelacijah se je pokazalo, da padavine v gozdu izkazujejo nekoliko višjo pozitivno statistično povezanost s površinsko erozijo tal od količine padavin, izmerjene na planem. Obe korelaciji sta zmerni. Razlika je manjša pri specifičnem površinskem odtoku (v gozdu z večjim naklonom je neznatna); povezanost je visoko pozitivna.

Analiza statistične povezanosti med specifičnim površinskim odtokom v gozdu in izbranimi padavinskimi parametri (slika 13) je pokazala na dobro linearno povezavo med specifičnim površinskim odtokom in količino padavin (slika 13 zgoraj), raztros pri povezavi med specifičnim površinskim odtokom in maksimalnimi 30-minutnimi padavinami (slika 13 sredina) ter med specifičnim površinskim odtokom in erozivnostjo padavin (slika 13 spodaj) pa je velik.

5 SKLEPI

5 CONCLUSIONS

Površinska erozija tal nastaja na pobočjih. Čim strmejša so pobočja in tem manj so (vegetacijsko) zaščiteni, močnejše erozijske pojave lahko pričakujemo na njih. To smo pokazali tudi z našo raziskavo.

Že RAINER (1950, 3) je pred več kot pol stoletja zapisal, da gozdovi niso le zeleni okras in surovina za lesno industrijo, pač pa so pomemben regulator lokalne klime in nenadomestljiv regulator vodnih zalog. O sami varovalni vlogi gozda pred erozijskimi procesi pa so pri nas pisali že pred stoletji. Balthazar HACQUET (1784, 96) je zapisal, da je »... varovanje gozdov ... sredstvo proti podiranju gora ...«, saj so gozdovi njihovo »... glavno vezivo ...«.

Čeprav površinska erozija tal, kot jo razumemo v članku, v Sloveniji ni (bila) deležna velike pozornosti, pa jo drugod po svetu postavljajo celo ob bok podnebnim spremembam (RANDORF, 2004) in jo štejejo globalno za enega večjih okoljskih problemov (SOIL ... 2005).

Na vprašanje, zakaj se je pri nas (sodeč po objavah) zapostavljalo površinsko erozijo tal v primerjavi z drugimi oblikami vodne erozije, npr. hudourniško ali rečno, ni lahko odgovoriti. Verjetno pa je del odgovora povezan z zakonodajo in aplikativno usmerjenostjo področij, ki so doslej

najbolj pokrivale to področje (npr. gozdarstvo, vodarstvo). Dejstvo je, da je pri nas gospodarska škoda zaradi hudourniških izbruhov mnogo večja od škode zaradi same površinske erozije tal in se je zato prvim namenjala več pozornosti. Res pa je tudi, da podatkov o slednji ni veliko, zato je njeno gospodarsko škodo težko oceniti.

Zdajšnja zakonodaja sicer predvideva varstvo pred »... površinsko, globinsko in bočno erozijo celinskih voda ...« (ZAKON ... 2002, 82. člen), a erozijska območja opredeljuje kot »... zemljišča, ki so stalno ali občasno pod vplivom površinske, globinske ali bočne erozije vode in sicer zemljišča, ki so: 1) izvori plavin (erozijska žarišča), 2) pod vplivom hudournih voda (povirja), 3) sestavljena iz kamnin, podvrženih preperitju, 4) pod vplivom valovanja morja (klifi)«. (ZAKON ... 2002, 87. člen). Tako varstvo pred površinsko erozijo tal na drugih območjih ni predvideno. Problematično je tudi, da so z »... vodnogospodarskimi osnovami ... določene površine, ki jih ogrožajo ... hudourniki in erozija.« (NACIONALNI ... 2002, 4313), saj se na podlagi VODNOSPODARSKIH osnov Slovenije (1978, 6/2) erozija pojavlja le na dobrih 40 % ozemlja. Po zakonodaji pa je le na »... erozijskem območju prepovedano: 1) poseganje v prostor na način, ki pospešuje erozijo in oblikovanje hudournikov, 2) ogoljevanje površin, 3) krčenje tistih gozdnih sestojev, ki... varujejo nižje ležeča območja pred škodljivimi vplivi erozije,... 5) nenadzorovano zbiranje ali odvajanje zbranih voda po erozivnih... zemljiščih ...« (ZAKON ... 2002, 87. člen). Pozablja pa se, da povsod, kjer je odstranjen vegetacijski pokrov, to pomeni velik potencial za razvoj močne površinske erozije tal. Za preprečitev le-te v NACIONALNEM programu varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami (2002, 4313) predvidevajo »... program protierozijskih del (sanacija tal, urejanje in vzdrževanje vodnega režima, postavitve pregrad in zavarovanj, vegetacijska zavarovanja). ...« ter izdelavo programa »... preprečevanja erozije in sanacije erozijskih žarišč, ki posebno hitro napredujejo, ogrožajo varovano naravno in kulturno dediščino ali povzročajo veliko gospodarsko škodo ...«. Vendar je tudi tu poudarek na odpravljanju posledic, saj so erozijska žarišča pogosto že nastala zaradi nepremišljenega posega v prostor, posledica katerega pa je bila najprej prav

površinska erozija tal. Erozija je omenjena tudi v zakonodaji s področja gozdarstva, kjer posebna Uredba o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom pri režimu gospodarjenja z varovalnimi gozdovi določa, da Zavod za gozdove zagotavlja »... sanacijo poškodovanih tal zaradi preprečevanja erozije...« (UREDBA ... 2005, 8997) in nadalje opredeljuje, da so varovalni gozdovi tisti, ki »... varujejo zemljišča usadov, izpiranja in krušenja, gozdovi na strmih obronkih ali bregovih voda, gozdovi, ki so izpostavljeni močnemu vetru, gozdovi, ki v hudourniških območjih zadržujejo prenapeto odtekanje vode in zato varujejo zemljišča pred erozijo in plazovi, gozdni pasovi, ki varujejo gozdove in zemljišča pred vetrom, vodo, zameti in plazovi, gozdovi v kmetijski in primestni krajini z izjemno poudarjeno funkcijo ohranjanja biotske raznovrstnosti ter gozdovi na zgornji meji gozdne vegetacije.« (UREDBA ... 2009, 4078).

Podrobnejša priporočila za gozdarsko prakso v varovalnih gozdovih in gozdovih s poudarjeno varovalno vlogo bo mogoče izdelati z interdisciplinarnim delom različnih strok ali v okviru raziskav v ciljnih raziskovalnih projektih, kot je recimo, projekt L4-2244 Varovalni gozdovi: razvojne zakonitosti, ocena tveganja, usklajevanje gojenja gozdov in tehnologij izkoriščanja.

6 VIRI

6 REFERENCES

- ANKO, B./GOLOB, A./SMOLEJ, I., 1985. Varovalni gozdovi v Sloveniji: stanje po popisu 1980. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 118 s.
- BRILLY, M., MIKOŠ, M., ŠRAJ, M., 1999. Vodne ujme: varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 186 s.
- ČAMPA, L., 1994. Varovalne funkcije gozdov na plazovitih območjih Slovenije. V: Prvo slovensko posvetovanje 0 zemeljskih plazovih. Idrija, Rudnik živega srebra, s. 55-63.
- ČARMAN, M./MIKOŠ, M./PINTAR, M., 2007. Različni vidiki erozije tal v Sloveniji. V: Strategija varovanja tal v Sloveniji. Ljubljana, Pedološko društvo Slovenije Ljubljana, s. 39-50.
- GAVRILOVIC, S., 1962. Proračun srednje-godišnje količine nanosa prema potencijalu erozije. Glasnik šumarskog fakulteta, 26, s. 151-168.
- GAVRILOVIC, S., 1972. Inženjering o bujičnim tokovima 1 eroziji. Beograd, Izgradnja, 292 s.
- GLOBEVNIK, L., 2001. Celosten pristop k urejanju voda v povodjih. Doktorsko delo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 167 s.

- GOVERS, G./POESEN, J., 1988. Assessment of the interrill and rill contributions to total soil loss from an upland field plot. *Geomorphology*, 1, 4, s. 343-354.
- GOZDNOGOSPODARSKI načrt Gozdnogospodarske enote Istra 2009-2018. 2009. Sežana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Sežana, 219 s.
- HACQUET, B., 1784. *Oryctographia Carniolica, oder Physikalische Erdbeschreibung des Herzogthums Krain, Istrien, und zum Theil der benachbarten Länder*. Zv. 3. Leipzig, Johann Gottlob Immanuel Breitkopf, 184 s.
- HORVAT, A./ZEMPLJIČ, M., 1998. Protierozijska vloga gorskega gozda. V: *Gorski gozd: zbornik referatov*. 19. gozdarski študijski dnevi. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, s. 411-424.
- HORVAT, A./ZEMPLJIČ, M., 1991. Problematika urejanja hudourniških območij. *Gradbeni vestnik*, 41, 1-2, s. 3-5.
- HORVAT, A., 2001. Metode določanja erozijsko ogroženih območij. Doktorsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 194 s.
- HORVAT, A., 1987. Hudourniške vode na Slovenskem. *Ujma*, 1, s. 35-38.
- HORVAT, A., 1991. Gozd, voda in erozija v Sloveniji. V: *O gozdu in gozdarstvu Slovenije*. Maribor, Abram, s. 62-64.
- HORVAT, A., 1995. Analiza erozijske in hudourniške problematike v Sloveniji. V: *Pogubna razigranost: 100 let organiziranega hudourničarstva na Slovenskem (1884-1994)*. Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov, s. 222-225.
- HORVAT, A., 1999. Določanje erozijsko ogroženih območij v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 57, 4, s. 186-194.
- HORVAT, A., 2002. Erozija. V: *Naravne nesreče in varstvo pred njimi*. Ljubljana, Uprava RS za zaščito in reševanje, s. 267-274.
- IGLG, 1968. Osnove za erozijo in plavine v območju Save. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Inštitut za lesno in gozdno gospodarstvo, Odsek za erozijo tal.
- JAKŠA, J., 2007. Naravne ujme v gozdovih Slovenije. *Gozdarski vestnik*, 65, 10, s. 465-488.
- JESENOVEC, S. (ur.), 1995. *Pogubna razigranost: 110 let organiziranega hudourničarstva na Slovenskem: 1884-1994*. Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov, 276 s.
- KARTA varovalnih gozdov v Sloveniji. 2006. Zavod za gozdove Slovenije, Oddelek za gozdnogospodarsko načrtovanje.
- KMECL, M., 1990. *Slovenija brez gozda? Obup!* Ljubljana, Gozdarska založba, 73 s.
- KOLBEZEN, M., 1979. Transport hribinskega materiala na potokih vzhodnega in jugovzhodnega Pohorja kot posledica erozije tal. *Geografski vestnik*, 51, s. 73-83.
- KOMAC, B./ZORN, M., 2005. Soil erosion on agricultural land in Slovenia - measurements of rill erosion in the Besnica valley. *Acta geographica Slovenica*, 45, 1, s. 53-86.
- KOMAC, B./ZORN, M., 2007. Meritve in modeliranje erozije v Sloveniji. V: *Strategija varovanja tal v Sloveniji*. Ljubljana, Pedološko društvo Slovenije, s. 75-88.
- KOMAC, B., ZORN, M., 2008. Pobočni procesi in človek. *Geografija Slovenije*, 15. Ljubljana, Založba ZRC, 217 s.
- KOVAČ, J., 2001. Varovalna in zaščitna vloga gozda. *Življenje in tehnika*, 52, 4, 48-51.
- LAZAREVIC, R., 1968. Erozija u slivu Gvozdačke reke - prilog metodi za izradu karte erozije. *Glasnik srpskog geografskog društva*, 49, 2, s. 75-98.
- LAZAREVIC, R., 1981. Soil Erosion in Yugoslavia. *Geographica Iugoslavica*, 3, s. 7-17.
- LAZAREVIC, R., 1985. Novi postupak za određivanje koeficijenta erozije (Z). *Erozija - stručno-informativni bilten*, 13, s. 53-61.
- MIKO, M., 2006. Analiza erozije prsti na poskusnih ploskvah v povodju Dragonje. Diplomsko delo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 83 s.
- MIKOŠ, M./PETKOVŠEK, G./ŠRAJ, M./BRILLY, M., 2002. Analiza erozije tal v porečju Koritnice. *Ujma*, 16, s. 319-325.
- MIKOŠ, M., 1994. Erozija v Sloveniji, 1: Tudi sonaravno urejanje vodotokov mora upoštevati zakonitosti premeščanja plavin. Delo, 36, 237 (12. 10. 1994), s. 6.
- MIKOŠ, M., 1995. Soodvisnost erozijskih pojavov v prostoru. *Gozdarski vestnik*, 53, 9, s. 342-351.
- MIKOŠ, M., 1996. Vodna erozija v slovenskem prostoru. V: *Zgodovina: del 2. Stanje in perspektive slovenske geodezije in geofizike : zbornik predavanj*. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za geofiziko, s. 27-41.
- MIKOŠ, M., 2000. Prodna bilanca reke Save od Jesenic do Mokric. *Gradbeni vestnik*, 49, 11, 208-219.
- MIKOŠ, M., ZUPANC, V., 2000. Erozija tal na kmetijskih površinah. *Sodobno kmetijstvo*, 33, 10, s. 419-423.
- NA PRAKSI. 1952. *Gozdarski vestnik*, 10, s. 121-124.
- NACIONALNI program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. *Uradni list R*, 12, 44 (21. 5. 2002), s. 4297-4323.
- NATEK, K., 1989. Erozija. V: *Enciklopedija Slovenije*, Zv. 3. Ljubljana, Mladinska knjiga, s. 57-58.
- OCENA izvajanja Konvencije Združenih narodov o degradaciji tal v Sloveniji. 2005. Ljubljana, Regionalni center za okolje.
- PAULIČ, V., 1971. Erozija tal in hudourniki: Dragonja v slovenski Istri. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 102 s.
- PEDOLOŠKA karta Slovenije 1 : 25.000. 2005. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja.
- PERKO, F./POGAČNIK, J., 1996. Kaj ogroža slovenske gozdove. *Gozdni nasveti*, 3. Ljubljana, Gozdarska založba, 183 s.
- PETKOVŠEK, G./MIKOŠ, M., 2002. Določitev dejavnika erozivnosti padavin in odtoka *R* na podlagi dnevnih padavin na povodju Dragonje. *Gradbeni vestnik*, 51, 11, s. 322-330.

- PETKOVŠEK, G./MIKOŠ, M., 2004. Estimating the *R* factor from daily rainfall data in the sub-Mediterranean climate of southwest Slovenia. *Hydrological Sciences Journal*, 49, 5, s. 869-877.
- PETKOVŠEK, G., 2002. Kvantifikacija in modeliranje erozije tal z aplikacijo na povodju Dragonje. Doktorsko delo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 205 s.
- PINTAR, J./MIKOŠ, M./VERBOVŠEK, V., 1986. Elementi okolju prilagojenega urejanja vodotokov - alternativa utesnjevanju živih naravnih procesov v toge objekte. Ljubljana, Zbornik 2. Kongresa o vodah Jugoslavije, Zvezek 2, s. 800-814.
- PINTAR, J./ZEMLJIČ, M., 1990. Pokrovnost in obraslost površin. Ljubljana, Vodnogospodarski inštitut, 35 s.
- PINTAR, J., 1972. Urejanje hudourniških območij. *Gozdarski vestnik*, 30, 4, s. 113-119.
- POESEN, J. W. A./HOOKE, J., M., 1997. Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of southern Europe. *Progress in Physical Geography*, 21, 2, s. 157-199.
- RAINER, F./PINTAR, J., 1972. Ogrožanje tal zaradi erozije, hudournikov in plazov. V: Zelena knjiga o ogroženosti okolja v Sloveniji. Ljubljana, Prirodoslovno društvo Slovenije, s. 21-25.
- RAINER, F./ZEMLJIČ, M., 1975. Vpliv gozdov na vodni režim in erozijske procese. V: Gozdovi na Slovenskem. Ljubljana, Borec, s. 97-100.
- RAINER, F., 1950. O vplivu gozdov na vodni režim. Ljubljana, Planska komisija LR Slovenije, 26 s.
- RAINER, F., 1952. Vprašanja gozdarstva in ureditve hudournikov v Gornji Savski dolini. *Gozdarski vestnik*, 10, s. 130-140.
- RAINER, F., 1960/61. Erozijska tal in varstvo narave v naših planinah. *Proteus*, 23, 8, s. 201-206.
- RAJŠP, V./TRPIN, D. (ur.) 1997. Slovenija na vojaškem zemljevidu 1763-1787 (1804). Opisi, 3. zvezek. Ljubljana, ZRC SAZU, Arhiv Republike Slovenije, 436 s.
- RANDORF, T., 2004. Soil erosion as a big a problem as global warming, say scientists. *The Guardian International* (14. 2. 2004). URL: <http://www.guardian.co.uk/international/story/0,3604,1148009,00.html>.
- RAVBAR, M., 1975. Kraška erozijska v okolici Straže pri Novem mestu. *Geografski obzornik*, 22, 1-2, s. 12-18.
- REPE, B., 2002. Soil degradation threat to Slovenia's landscapes. *Geografski zbornik*, 42, s. 99-121.
- REPOVŽ, M., 2005. Vpliv naklona na erozijo tal. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 52 s.
- RIBIČIČ, M., 2002. Inženirska geologija I: skripta. Ljubljana, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo.
- SOIL Erosion Site. 2005. URL: <http://soilerosion.net/>.
- STAUT, M./MIKOŠ, M., 2008. Spremembe intenzivnosti erozije v porečju Dragonje v drugi polovici 20. stoletja. *Annales, Series historia naturalis*, 18, 1, s. 137-152.
- STEPANČIČ, D./LOBNIK, F./PRUS, T., RUPREHT, J., 1984. Tla Slovenskega Primorja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za agronomijo, 47 s.
- ŠRAJ, M./LAH, A./BRILLY, M., 2008. Meritve in analiza prestreženih padavin navadne breze (*Betula pendula* Roth.) in rdečega bora (*Pinus sylvestris* L.) v urbanem okolju. *Gozdarski vestnik*, 66, 9, s. 406-416, 433.
- ŠRAJ, M., 2003. Modeliranje in merjenje prestreženih padavin. Doktorsko delo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 236 s.
- TITL, J., 1965. Socialnogeografski problemi na koprskem podeželju. Koper, Založba Lipa, 165 s.
- TOPOLE, M., 1998. Mirnska dolina: regionalna geografija porečja Mirne na Dolenjskem. Ljubljana, Založba ZRC, 175 s.
- UREDBA o spremembah in dopolnitvah Uredbe o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom. 2009. Uradni list RS, 29 (14. 4. 2009), s. 4078.
- UREDBA o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom. 2005. Uradni list RS, 88 (4. 10. 2005), s. 8997-8998.
- VODNOGOSPODARSKE osnove Slovenije. 1978. Ljubljana, Zveza vodnih skupnosti Slovenije, 162 s.
- VRŠIČ, S./VALDHUBER, J./PULKO, B./STERGAR, A., 2000. Einfluß der Bodenpflege auf Erosion und Nährstoffbilanz. V: Bergrünung im Weinbau: XIII. Kolloquium des Internationalen Arbeitskreises. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo, s. 112-115.
- ZAKON o vodah. Uradni list RS, 12, 67 (26. 7. 2002), s. 7648-7680.
- ZEMLJIČ, M., 1972. Erozijski pojavi v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 30, 8, s. 233-238.
- ZORN, M./KOMAC, B., 2005. Erozijska prsti na kmetijskih zemljiščih v Sloveniji. *Ujma*, 19, s. 163-174.
- ZORN, M./MIKOŠ, M., 2009. Erozijska tal v slovenski Istri. *Geologija*, 52, 2, s. 221-232.
- ZORN, M./PETAN, S., 2007. Meritve medžlebične erozije na različnih rabah zemljišč v slovenski Istri. V: Strategija varovanja tal v Sloveniji. Ljubljana, Pedološko društvo Slovenije, s. 51-61.
- ZORN, M./PETAN, S., 2008. Interrill soil erosion on flysch soil under different land use in Slovene Istria. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 4.
- ZORN, M., 2008a. Erozijski procesi v slovenski Istri. *Geografija Slovenije*, 18. Ljubljana, Založba ZRC, 423 s.
- ZORN, M., 2008b. Nekaj načinov preučevanja erozijskih procesov. *Geografski vestnik*, 80, 1, s. 91-108.
- ZORN, M., 2009. Erosion processes in Slovene Istria. Part 1, Soil erosion. *Acta geographica Slovenica*, 49, 1, s. 39-87.
- ZUPANC, V./PINTAR, M./MIKOŠ, M., 2000. Simulacija erozije tal s poskusnega polja v Latkovi vasi s pomočjo modela GLEAMS 2.1. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2000 - zbornik simpozija. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo, s. 107-111.