

BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
INSTITUT ZA GOZDNO IN LESNO
GOSPODARSTVO
Odsek za erozijo tal
LJUBLJANA, VECNA POT 30
P. P. 523-X, TELEFON 61-031

E 224

St.:

oxf. M66:384 (497.12) = 861

Datum:

STANJE, PROBLEMI I SUVREMENE METODE
ZA BORBU PROTIV EROZIJE I BUJICA

S R SLOVENIJA

5

Ljubljana, februar 1970

2



2 224

BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
INSTITUT ZA GOZDNO IN LÉSNO
GOSPODARSTVO
Odsek za erozijo tal
LJUBLJANA, VECNA POT 30
P. P. 523-X, TELEFON 61-031

Št.:

Datum: 20. februar 1970.

Zadatak:

Stanje, problemi i suvremene
metode za borbu protiv erozi-
je i bujica

Obradjivač:

Marijan Zemljič, dipl.ing.

U radu učestvovali:

Janez Blažič, apsolv. šum.

Milan Pirnat, apsolv. šum.

St.:

Datum: 20. 2. 1970.

I Z V J E Š T A J

po izvršenom zadatku - obradi teme "Stanje, problemi i suvremene metode za borbu protiv erozije i bujica" na području SR Slovenije.

† U V O D

Pitanje erozije zemljišta i bujičnih pojava postaje, nesumnjivo, iz dana u dan sve akutnije, kako u mjerilu naše zemlje tako i u svjetskim razmjerima. Štete koje uzrokuju erozijski procesi bilo neposredno, na licu mjesta gdje se odvijaju, bilo posredno, u široj okolini, su vrlo značajne.

Odnosenje plodnih tala, čime se drastično smanjuje njihova proizvodnost, odrazuje se nemilice na smanjivanju hektarskih donosa poljoprivrednih zemljišta; zbog spiranja antropogeno oslabljenih tala pod šumom ove postepeno propadaju, čime nije nanešena samo direktna šteta šumskoj privredi nego i ona manje vidljiva - ali zato toliko podmuklija - koja se odražava na različite načine. Spomenimo samo neke:

- smanjivanje sposobnosti da se što veće količine padavinskih voda uskladištavaju u tlu, odakle bi onda podzemnim tokovima polagano otjecale dalje i na taj način permanentno napajale izvore slatke vode. Jedan rječit primjer pojave nestašice potonje na domaćem tlu je n.pr. Ljubljana sa svojom okolinom, koja je već stigla dotle, da će se ubuduće zabraniti nadaljnja urbanizacija Sorškog Polja, kao jedine još moguće prirodne akumulacije talnice u još ekonomskoj udaljenosti (težište Sorškog Polja je od Ljubljane udaljeno

oko 20 km u pravcu SZ).

- Blagotvorni utjecaj šumskih površina na makro- i na mikroklimu je već dugo poznat, proučavan pa i dokazan. Ona djeluje ublažujuće na ekstremne temperature u bližoj i široj okolini, koči udare jakih vjetrova a pogotovo onih suhih koji nanose velike štete poljoprivredi. Njih obogaćuje svojom izdisanom vlagom. Propadanjem šuma stvorile su se u povijesti zemlje pustinje kao n.pr. Sahara.
- U vrijeme, kada je čovjeku - naročito stanovniku industrijaliziranih i gušće naseljenih predjela - zbog ritma i tempa života te zbog progresivnog onečišćavanja atmosfere sve urgentnije potreban mir i svježiji zrak za odmor i aktivnu rekreaciju, pojavljuje se pošumljena priroda sve naglašenije kao jedini još postojeći medij u kojem je taj cilj moguće masovno i jednostavno postići. Naime, postotak onih koji se mogu rekreirati penjanjem na visoka brda s nezagadjenim zrakom, je srazmjerno vrlo malen i to zbog individualnih fizičkih sa jedne te materijalnih uvjeta s druge strane. Šuma na osiromašenim tlima međjutim često ni sama sebe ne može održati i regenerirati, jer ju onako oslabljenu jače napadaju razne bolesti i štetočine, a kamoli da bi poslužila premorenom radnom čovjeku za oporavak. Pritom ne smijemo smetnuti s uma još jednu činjenicu: šuma je od sve vegetacije najintenzivniji i najjači potrošač ugljičnog dioksida, koji se uhrzano nagomilava u atmosferi kao rezultat demografske eksplozije i svih konsekvencija koje su sa njom u direktnoj vezi - ubrzane industrializacije i motorizacije; sinhrono, također kao odgovarajuća posljedica, raste ubrzano i potrošnja prirodnih dobara, među njima i drva, zbog čega se rapidno smanjuju površine pod šumskom vegetacijom. To alarmiraju čak već i međunarodne organizacije poput FAO-e. Slobodno možemo

tvrditi, i to kategorički, da i u pogledu šume danas sami sebi sjećemo granu na kojoj sjedimo.

Posredne štete zbog erozije tala i zbog djelovanja bujica kao odraza najkompleksnijeg erozijskog djelovanja, javljaju se

- u vidu nasipavanja poljoprivrednih zemljišta produktima erozije - plavinama - nakon opadanja visokog vala poplavnih voda;
- u vidu zaplavljivanja akumulacijskih bazena koji služe bilo u energetske svrhe, bilo za melioracije, čime se vrlo osjetno - čak i za 50, pa i više % - skraćuje vrijeme njihovog korišćenja (n.pr. akumulacija HE Zvor-
nik);
- u vidu bujičnih provala koje svojom snagom ruše zgrade, komunikacije, zatrpavaju naselja plavinama, ugrožavaju ljudske živote pa čak prouzrokuju i žrtve među stanovništvom.

Treba-li izričito napomenuti da su nabrojene samo neke od indirektnih posljedica djelovanja erozijskih procesa ?

Sve su ovo doduše već davno poznate činjenice, no također su sve ovo vrlo često i samo manje-više verbalne konstatacije. Izvan svake sumnje je da bi stvarnu sliku stanja dali tek konkretni podatci, kojih ali do sada za našu zemlju još nismo imali prikupljenih, ili su bili prikupljeni tek parcijalno, ovdje-ondje, čisto ličnim zalaganjem pojedinačnih entuzijasta ili čak tek samo slučajnim stjeca-
jem okolnosti. Ovi podatci bi u nemaloj mjeri istaknuli najvažnije probleme čija bi rješenja trebalo ubrzano tražiti metodičkim, naučnim istraživanjem, da "spasimo što se spasiti još može", e da nas vrijeme nebi pregazilo kao što je u povijesti čovječanstva pregazilo već mnoge visoko razvijene civilizacije, koje su propale najvećim dijelom baš

zbog nehaja prema problemu erozije tala.

Da bi došli do tih prepotrebnih podataka je Savezni sekretarijat za privredu odlučio finansirati zadatak - temu "Stanje, problemi i suvremene metode borbe protiv erozije i bujica", čiji nosioc je Institut za šumarstvo u Beogradu. Na temelju ugovora O11 br. 1986/3 od 18.6.1969. između nosioca i našeg Instituta je naš odsjek za eroziju tala obradio po toj temi područje SR Slovenije.

2 O P Ć I P O D A T C I

SR Slovenija se prostire na površini od ukupno ^{20.254,00} ~~20.252,83~~ km². Podatak je uzet iz publikacije republičkog Zavoda za statistiku "Statistični podatki po občinah SR Slovenije za god. 1968., svezak IV., kmetijstvo in gozdarstvo, Ljubljana, 1969", a temelji na dokumentaciji Geodetske uprave SRS. Potonja je sabrala podatke katastarskih ureda odn. zavoda, a odnose se na revidirani katastar u g. 1967. Ovo podvlačimo zbog činjenice da se često nailazi na osjetno različite, službeno ili čak i naučno navodjene brojke. Za ilustraciju ćemo navesti dva slučaja:

- Melik A. navodi u svom radu "Jugoslavija, Ljubljana, 1948" da iznosi površina SR Slovenije 20.226 km²
- Katastar Hidrometeorološkog Zavoda Slovenije međjutim navodi brojku 20.163 km², kod čega otpada na tri glavna slivna područja:
 - Soča i ostali pritoci Jadrana u SRSI. 3.813 km²
 - Sava sa Kupom i Sutlom unutar Slovenije 11.668 "
 - Drava sa Murom i Krkom " " 4.682 "

Kako smatramo da je ipak najvjerodostojniji podatak katastra, jer temelji na geodetskim izmjerama i revizijama naj-

novijeg datuma, mi se u našem radu pridržavamo njegovih podataka. Prema tome, površine po navedenim slivovima - razumije se, samo unutar republičkih granica - su sljedeće:

- Soča i ostali pritoci Jadrana	3.876,64 3.874,81 km ²	ili 19,1 %
- Sava sa Kupom i Sutlom	11.721,07 "	" 57,9 "
- ,Drava sa Murom i Krkom	4.655,12 "	" 23,0 "
Ukupno SR Slovenija	20.252,83 20.251,00 km ²	ili 100,0 %

No, u dogovoru sa kolegama obradivačima ovog zadatka u SR Hrvatskoj, mi smo - radi logičnosti koja ovakve radove, sa naučnom osnovom, izdiže iznad banalnih administrativnih granica - obradili kod Save cjeloviti sliv Sutle, čime smo obuhvatili dodatnih 128,80 km², a kolege iz Hrvatske su za uzvrat obuhvatili u svojim radovima cjelovitu Kupu, čime se je teritorij sliva Save za obradu u Sloveniji smanjio za 1.003,11 km² (ove površine su isplanimetrirane na karti 1 : 200 000, pa su prema tome - što zbog neprecizno u-crtane vododjelnice, što zbog manje točnosti u samom planimetriranju - moguće razlike za oko $\pm 1 - 2$ %, znači još uvijek u granicama tolerancije).

Prema tome iznosi definitivna cjelovita površina za prikaz u tabeli 1.- pod F kako slijedi:

- Soča . . .	3.876,64 km ²	ili 20,0 %
- Sava . . .	10.846,76 "	" 56,0 "
- Drava . . .	4.655,12 "	" 24,0 "
SR Slovenija ukupno	19.378,52 km ²	- 100,0 %

Budući da je osnovna namjena ovog zadatka prikazati problematiku erozije, mi smo u našem radu pošli od osnovne premise - prihvaćene i za "Projekt rijeke Save" - da je značajna za prikaz tek erozija onog stupnja, koja producira godišnje najmanje 100 m³/km², odn. više od 500 m³ potenci-

jalnih plavina po bujičnom slivu. Prema tome su u navedena tri osnovna sliva obuhvaćene obradom slijedeće površine:

- Soča . . .	1.752 km ²	= 45,2 %	od sliva
- Sava . . .	4.363 "	= 40,1 "	" " "
- Drava . . .	2.102 "	= 45,2 "	" " "
ukupno	8.217 km ²	= 42,3 %	od cjelovite površine za prikaz, odn. 40,6 % od stvarne cjelokupne površine SR Slovenije.

Na tu, obradjenu površinu odnose se i svi podatci u prikazu, izuzev šteta, koje su mogle biti samo procijenjene. No i kod potonjih se vrijednost u prvoj koloni, t.j. vrijednost odnešenih zemljišta, odnosi samo na obradjenu površinu, jer izlazi deduktivno iz podataka o produkciji potencijalnih plavina u koloni W_{god} u vidu vrijednosti ekvivalentnih ha.

3 D E T A L J N I P O D A T C I

.1 U slijedećem prikazujemo erozijom zahvaćene površine - prema kategorizaciji erozije na temelju modificirane klasifikacije S.Gavrilovića - po osnovnim slivnim područjima u km² i u %:

.11 SOČA i ostali pritoci Jadrana:

Kategorija erozije	površina	
	u km ²	u %
III	97,7	3,6 3,0
IV	1.090,5	33,3 33,3
V	2.082,8	63,7 63,7
Ukupno	3.271,0	100,0

3.12 SAVA sa ~~cijelom~~ Sutlom i ~~na~~ Kupon:

Kategorija erozije	površina	
	u km ²	u %
II	11,1	0,2 0,1
III	139,2	3,2 1,4
IV	867,3	19,9 8,7
V	8.894,4	16,7 89,8
Ukupno	9.362,8 9.912,0	100,0

.13 DRAVA sa Murom i Krkom:

Kategorija erozije	površina	
	u km ²	u %
I	0,8	0,04 0,03
II	-	-
III	55,4	2,62 2,12
IV	697,9	33,21 26,75
V	1.855,0	64,13 71,10
Ukupno	2.402,3 2.610,0	100,00

.14 Cjelokupni teritorij koji je obuhvaćen obradom:

Kategorija erozije	površina	
	u km ²	u %
I	0,8	0,01
II	11,1	0,13
III	292,3	3,56
IV	2.655,7	32,30
V	5.257,1	64,00
Ukupno	8.217,1	100,00

Na području Slovenije postoji samo jedan sliv u kojem nisu samo pojedinačna žarišta intenzivne dubinske, bočne ili površinske erozije, već pretstavlja sam sliv integralno žarište intenzivne mješovite erozije, zbog čega ide u I.kategoriju erozijskih procesa. Taj sliv se nalazi u slivnom

području Drave kao desni pritok drugog reda u dolini Meže (dravski pritok prvog reda) kod mjestanca Žerjav. Ovu površinu od oko 80 ha nazivaju "Dolina smrti", jer je u njoj potpuno uništena sva vegetacija - zbog rudnika, separacije i talionice olova u Žerjavu - , zbog čega je erozijom isprano sve tlo do matične stijene - vrlo rastrošenog dolomita.

3.2 Produkcija potencijalnih plavina je prikazana u kolonama W_{god} i $W_{god.sp.}$ tabele 1.-. Dijeljenjem sa 0,20 m (što je zamišljeno kao prosječna isprana debljina plodnog tla) su količine W_{god} pretvorene u tkzv. ekvivalentne hektare otplavljenog zemljišta, čija je vrijednost prikazana u odgovarajućoj koloni, što je već spomenuto ranije, dok će više govora o tome biti kasnije, pod 3.4.

Apsolutno najviše potencijalnih plavina proizvodi sliv Save, tijesno mu slijedi slivno područje Soče i ostalih, dok je u slivnom području Drave produkcija oko pola manja od one u soško-jadranskom. No, pogledamo-li specifičnu produkciju, t.j. W_{god}/km^2 , onda soško-jadransko područje sa svojim $836 m^3/km^2/god$ daleko nadmašuje ostala dva sliva sa po 393 (Sava...), odn. $353 m^3/km^2/god$ (Drava...).

Preskočimo-li ovdje odmah na tabelu 2.- pada u oči interesantna i na prvi pogled paradoksalna činjenica da je najveća specifična produkcija potencijalnih plavina u onim slivnim područjima, gdje otporne stijene daleko prevladavaju nad neotpornima (Soča: 90:10 , Sava 85:15), t.j. čvrste nad trošnima (pretežno tvrdi vapnenci, pješčenjaci, konglomerati i graniti nad dolomitima, trošnim vapnencima, škriljcima, flišem i laporovito-glinenim formacijama). No, obrazloženje tog prividnog paradoksa nije teško:

- propusnost čvrstih stijena je neznatna, one teško i vrlo sporo raspadaju, zato su ovdje jako naglašeni

reljefi koji uslovljuju mnogo brže otjecanje srazmjerno većih količina padavinskih voda, što uveliko povećava i njihovu erozivnost; osim toga se ove geološke formacije nalaze u geozoni nekadašnjih glacialnih fenomena koji su ih brusili, ostavljajući u podnožjima strmih, stjenovitih padina ogromne količine i starijih i recentnijih fluvioglacialnih detritusa vrlo jake erodibilnosti;

- neotporne stijene, međjutim, raspadaju daleko brže, što dovodi do intenzivno ublaženog reljefa na kojem se ubrzano tvori srazmjerno dubok sloj plodnog tla, koje zatim uspješno osvaja i pokriva vegetacija kao najbolji zaštitnik protiv erozijskih pojava.

Ovakvo tumačenje potvrđuju uostalom i drugi podaci u tabeli 2.-, oni, koji prikazuju reljef i šumovitost. Odnos ravničarskih (do nagiba od 5 %) prema brdovitim predjelima (iznad tog nagiba) je skoro potpuno identičan sa odnosom neotpornih prema otpornim stijenama. Najjaša šumovitost je u erozijski najmanje aktivnom slivnom području (Drava..) i obrnuto (Soča...).

3.3 Broj bujica na obradjenim slivnim područjima je prema kategorijama erodiranosti slijedeći:

Kategorija erozije	Broj bujica u slivu			u SRS
	Soče...	Sava...	Drave...	
I	-	-	1	1
II	-	1	-	1
III	7	7	4	18
IV	72	53	37	162
V	37	87	58	182
Ukupno	116	148	100	364

Broj bujica prema redu obzirom na osnovni recipient u obradjenim slivovima (Soča..., Sava..., Drava...) pak je

slijedeći:

Red sliva	Broj bujica u slivu			u SRS
	Soče...	Save...	Drave...	
1.	63	44	27	134
2.	39	64	37	140
3.	12	39	22	73
4.	2	1	14	17
Ukupno	116	148	100	364

Ovdje napominjemo da smo u slivnom području Soče morali uvrstiti među slivove 1. reda i 5 slivova ispod reda - mogli bismo reći i "nultog" reda - koji su ekvivalent n.pr. Soči ili Dunavu, jer utječu direktno u more. Tu je mjesto i upozorenju, da smo prihvaćanjem ograničenja za obradu ovog zadatka u vidu "4.reda - zaključno" zapravo počinili izvjesnu grešku, jer je posve jasno da je n.pr. jedan savski pritok 4.reda u usporedjenju sa jednim istorednim soškim, neretljanskim ili vardarskim pritokom ustvari za jedan red niži, t.j. 5.reda.

- 3.4 Štete zbog otplavljanja poljoprivrednih tala prikazane su - kao što smo već spomenuli - obzirom na obradvenu površinu. Sve ostale štete, kojih visina je samo ocijenjena, prikazujemo sumarno a ne po slivovima, jer ne raspolažemo dovoljno konkretnim podacima. Osim toga se one odnose na cjeloviti teritorij Slovenije, dakle sa Kupom unutar republičkih granica i bez hrvatskog dijela Sutle.

Zavod SRS za vodno gospodarstvo je u oktobru 1969. prikazao orientacijske podatke o prosječnim godišnjim štetama koje prouzrokuje neuredjen režim voda u SR Sloveniji. Ti podatci su djelomično procijenjeni na temelju poznavanja općih prilika, a djelomično uzeti i iz prikaza o štetama, koje su mu posredovale Vodne skupnosti (njih 6 u SRS) i Podjetje za urejanje hudournikov ("Ekonomске utemeljitve

k 7-letnemu planu 1964-1970 SR Slovenije za hudourniška dela", Ljubljana, 1963).

Prema tim orientacijskim podatcima se ocjenjuje da prouzrokuje neuredjen režim voda na području Slovenije godišnje prosječno za oko 80,000.000.- Ndin neposrednih i posrednih šteta, dok su 100-godišnje štete 6-erostruke, t.j. u visini od 480,000.000.- Ndin.

Pri tome otpada na pojedina slivna područja:

- na Soču...	Ndin 13,600.000.-	= 17 %	= 3.510.-/km ²
- na Savu...	" 48,000.000.-	= 60 "	= 4.100.-/km ²
- na Dravu...	" 18,400.000.-	= 23 "	= 3.960.-/km ²
SR Slovenija	80,000.000.-	100 %	3.950.-/km ²

Smatra se da je odnos između šteta zbog djelovanja erozijskih fenomena i onih koje prouzrokuju dolinski i ravničarski vodotoci oko 3 : 5, t.j. da iznose prosječne štete, koje nanose našoj privredi erozijski procesi i bujice, oko 30,000.000.- Ndin godišnje.

Izgleda da je taj iznos dosta realno ocijenjen jer se skoro sasvim podudara sa slijedećim:

3.41 Pretvorimo li godišnju produkciju potencijalnih plavina W_{god} u ekvivalentne hektare na bazi prosječne debljine otplavljenog zemljišta od 0,20 m, dobijemo ove brojke:

- Soča...	732,5 ha/god
- Sava...	857,0 "
- Drava...	371,5 "
SRS ukupno	1961,0 ha/god

Ako uzmemo kao prosječne vrijednosti zemljišta za oranice i vinograde 6.000.-Ndin/ha, za livade, pašnjake i voćnjake 4.000.- Ndin/ha te za šume 8.000.- Ndin/ha, onda izračunamo na bazi strukture korišćenja površina (Tabela 2.-) sa kojih su ti ekvivalentni hektari i otplavljeni, slijedeće vrijednosti prouzrokovanih šteta:

- Soča...	4,833.000.-	Ndin/god
- Sava...	6,069.000.-	Ndin/god
- Drava...	2,711.000.-	Ndin/god
SRS ukupno	13,613.000.-	Ndin/god

3.42 Prema već spomenutoj "Ekonomskoj utemeljitvi ka 7-godišnjem planu 1964-1970 SR Slovenije za bujičarske radove", izradjenoj u oktobru 1963.godine, ocijenjene su prosječne godišnje štete zbog djelovanja erozije i bujica:

- u energetici na	5,960.000.-	Ndin
- na komunikacijama	1,460.000.-	"
- na poljopr.proizvodnji (zasipavanje).	90.000.-	"
- u turizmu i zdravstvu (prema analizi jednog turističnog područja - Jezerskog)	300.000.-	"
- na zgradama u naseljima i izvan njih.	400.000.-	"
Ukupno godišnje	8,210.000.-	Ndin

Revaloriziramo li tu brojku na danas, možemo ju slobodno uzeti sa faktorom 2. Prema tome bi navedene štete danas pretstavljale vrijednost od oko . . 16,420.000.- Ndin.

U navedenom elaboratu su ocijenjene i štete zbog manjkavog održavanja bujičarskih objekata, i to u vidu 0,5 %-tne vrijednosti svih izvedenih radova. Kako je ondašnja vrijednost tih radova iznosila oko 62 miliona Ndin, to je onda polpostotna vrijednost, t.j. vrijednost šteta na njima, iznosila oko 310.000.- Ndin/godišnje.

Današnja vrijednost svih izvedenih bujičarskih radova iznosi 147,348.244.- Ndin, pa je 0,5 % od toga onda oko 737.000.- Ndin.

3.43 Ukupna ocijenjena prosječna godišnja vrijednost šteta zbog djelovanja erozije i bujica bi danas dakle iznosila:

- zbog otplavlivanja zemljišta	13,613.000.-	Ndin
- zbog šteta u privredi - ostaloj	16,420.000.-	"
- 0,5 %-tna današnja vrijednost izvedenih radova	737.000.-	"
<hr/>		

Ukupne godišnje štete u SRS od erozije i bujica

30,770.000.- Ndin

Kao što vidimo je razlika između obadvije ocijenjene vrijednosti šteta koje prouzrokuju erozijski i bujični fenomeni zaista minimalna, pa se prema tome ove ocjene smiju uzeti kao dovoljno realne.

Napomene: Kako u tabeli 1.- ne postoje odgovarajuće kolone za prikaz šteta u energetici, turizmu i zdravstvu te od manjkavog održavanja izvedenih i postojećih bujičarskih objekata, to smo mi u koloni "Svega šteta" jednostavno dali ukupan gornji iznos, bez obzira na stvaran rezultat zbrajanja vrijednosti prethodnih kolona.

Takodjer nismo štete - izuzev odnošenja zemljišta - prikazali po slivovima, jer je vrlo teško realno i objektivno ocijeniti omjer u kojem bi ih deduktivno rasporedili na pojedina slivna područja.

3.44 Štete koje trpi energetika od produkata erozijskih procesa su bile u 1963.godini ocjenjivane prije svega na bazi vrijednosti 1 m^3 korisnog prostora u akumulacijskim bazenima. Ta je vrijednost u to vrijeme iznosila Ndin $3,50/\text{m}^3$.

Kontrolna mjerenja su do tog doba pokazivala slijedeće:

- Sliv Soče: u akumulaciju HE Dobljar sa slivnim zaledjem od 613 km^2 dotječe godišnje oko 153.000 m^3 plavina, znači, ca $249 \text{ m}^3/\text{km}^2$;

kroz profil pod Bovcem, gdje je bila zamišljena zemljana brana za HE Trnovo, sa slivnim zaledjem od 376 km^2 , protječe godišnje oko 248.000 m^3 , što znači

oko $580 \text{ m}^3/\text{km}^2$.

- Sliv Save: u akumulaciju HE Moste pod Jesenicama, sa slivnim zaledjem 317 km^2 , dotječe godišnje oko 90.000 m^3 plavina sa efektivne površine od 286 km^2 , t.j. $314 \text{ m}^3/\text{km}^2$;
slivno zaledje HE Medvode (između Ljubljane i Kranja) iznosi 1.512 km^2 , u njezin bazen dotječe avake godine 96.000 m^3 materijala sa efektivne površine od oko 1.030 km^2 , t.j. $93 \text{ m}^3/\text{km}^2$.
- Sliv Drave: između državne granice s Austrijom i Maribora je 6 hidroenergetskih bazena, u koje dolazi godišnje oko 300.000 m^3 plavina, što predstavlja oko 6 % korisnog volumena svih bazena; u akumulaciju HE Vuzenica dolazi n.pr. 95, a u akumulaciju HE Fala 85 m^3 plavina sa 1 km^2 godišnje.

Dalje su ustanovljavane štete na svakoj energetskej stepenici zbog smanjivanja pada uslijed taloženja pijeska i šljunka nizvodno od stepenice. Ove štete su približno 3-struke od prethodnih.

Osim toga su izračunane i štete koje će nastati stalnim povećavanjem sprudišta, zbog čega se predviđa prosječno godišnje smanjivanje pada za po 4 cm.

Na taj način je izračunana šteta, koja nastaje na 9 HE u Sloveniji zbog taloženja erozijskih produkata, u iznosu od Ndin 5,96 miliona godišnje.

3.5 U vezi sa tabelom 2.-, koja prikazuje karakteristične faktore od kojih zavisi erozija, smo najbitnije već spomenuli pod 3.2 (na str. 8 i 9) ovog izvještaja. Ovdje ćemo dodati još samo slijedeća tumačenja:

- Podatci o geološkom sastavu sabrani su uz pomoć geologinje dr. V. Gregoričeve, koja je suradjivala sa nama već i kod "Projekta rijeke Save", pa smo uz njezinu po-

moć i modificirali tabelu vrijednosti koeficienta Y iz Gavrilovićeve metodologije, prilagodjujući ju shodnije prilikama u Sloveniji, naročito u alpskom svijetu. Kao onda, tako su i za ovaj rad korišćene geološke karte u mjerilu 1 : 75.000 sa Geološkog ostsjeka Prirodoslovno-tehnološkog fakulteta ljubljanske Univerze.

- Kako su vrijeme, a naročito sretstva koja su nam bila dana na raspolaganje za ovaj rad, više simbolička nego objektivno potrebna e da bi mogli temeljitije obraditi sve potrebne podatke, smo kod ustanovljavanja reljefa bili prisiljeni pribjeći izvjesnom pojednostavljenju. Da smo ustanovili površinu ravničarskih predjela, t.j. onih kojih pad je manji od 5 %, smo na karti 1 : 300.000 isplanimetrirali većinu predjela ispod 300 m/nm (što je u Sloveniji u velikoj većini ekvivalentno ravnici) te poneke iznad te visine, prema subjektivnoj ocjeni, koja temelji jedino na poznavanju terenskih prilika. Prema tome je točnost ovih podataka vjerojatno negdje u granicama $\pm 4 - 6 \%$. Kako površina ravnica ne iznosi niti 20 % od cjelokupne, u radu obuhvaćene površine, to smatramo da je ova točnost sasvim dovoljna.
- Za podatke o klimi smo uglavnom koristili rad D.Furlana: Padavine v Sloveniji, Geografski Zbornik SAZU, VI, Ljubljana, 1961, 160 p., njegovu padavinsku kartu Slovenije za 1925-1940, 1 : 300.000, te Ferlinc-Tancikovu "Orientacijsku tipološko-pedološku kartu Slovenije sa izotermama," 1948, 1 : 300.000 . Kako su ove karte starijeg datuma smo njihove podatke korigirali pomoću Godišnjeg izvještaja HMZ Slovenije za g. 1962.
- Strukturu korišćenja površine smo ustanovili na osnovu već pod 2 (str.4 ovog izvještaja) spomenute publikacije Zavoda za statistiku SR Slovenije.

Ovdje ćemo navesti još i udjele u % po pojedinim kulturama i po slivnim područjima:

Sliv	Oranice, vinogradi %	Livade, pašnjaci, voćnjaci %	Šume %
Soča...	2,3	29,1	54,8
Sava...	2,4	19,2	67,1
Drava...	4,2	13,9	73,2
SRS ukupno	2,8	20,0	66,0

Osim toga dajemo još i prikaz neplodnih površina (goleti, naselja, komunikacije, močvare i ribnjaci), koje u tabeli nisu obuhvaćene:

Sliv	neplodno km ²	%
Soča...	243	13,8
Sava...	492	11,3
Drava...	183	8,7
SRS	918	11,2

Zajedno sa gornjim (odn. u tabeli 2.- prikazanim) površinama pretstavlja to 8.217 km² - 100,0 % - , koje smo obuhvatili u ovom radu (vidi pod 2 na str. 6 ovog izveštaja). Na tu površinu se i odnose svi podatci u tabeli 2.- , kao što smo već ranije spomenuli.

3.6 Što se tiče izvedenih antierozijskih radova možemo pogledati na kratko šta nam prikazuje procentualno učešće tehničkih i bioloških radova:

Slivno područje	Tehn. radovi	Biol. radovi
Soča...	78 %	22 %
Sava...	97 "	3 "
Drava...	99 "	1 "
SRS	93 %	7 %

Usporedimo li ovu tabelicu sa prethodne dvije i sa podacima $W_{god.spec}$, lako ćemo uočiti sasvim logičnu zakonitost:

- najmanji postotak pošumljenih površina, odn. najveći neplodnih tala, daju srazmjerno najviše potencijalnih plavina, pa su tu najpotrebnija povećana ulaganja u biološke mjere protiv erozije; slivno područje Soče upravo iskače u tom pogledu obzirom na ostala dva područja; povećava li se udio pošumljenosti, smanjuju se neplodne površine a time i proizvodnja plavinskih materijala, što povlači za sobom i smanjenje udjela biotehničkih mjera protiv erozije.

No, pogledamo li tabelu 3.- i ovu tabelicu procentualnog učešća, pasti će nam u oči dvije zanimljive i značajne činjenice:

- u Sloveniji uopće nisu izvodjena terasiranja padina kao izričita mjera protiv erozije, iako imamo niz vrlo lijepih terasiranih kompleksa; ali, u svim tim slučajevima je terasiranje izvedeno u svrhu suvremenog intenziviranja poljoprivrede na jačim padinama, istovremena zaštita zemljišta protiv erozije je tek sekundarnog značaja; obzirom na tipove najakutnijih erozijskih pojava koji kod nas prevladavaju i na naglašeni reljef predjela gdje se ovi pojavi javljaju ili nalaze, je ta činjenica lako razumljiva;
- nikakve sumnje nema da tabela procentualnog učešća tehničkih i bioloških radova kod uređivanja bujica, koju je sastavio Gavrilović za svoju metodologiju klasifikacije bujičnih slivova, za naše predjele i prilike uglavnom nije upotrebljiva, osim u vrlo iznimnim slučajevima.

3.7 Položaj, u kojem se je nalazila slovenska bujičarska služba od oslobođenja pa sve do nedavna, kad je Podjetje za urejanje hudournikov dobilo status Posebne vodne skupnosti, nije omogućavao sistematski, metodički rad niti na uskom stručnom polju, unutar erozijsko-bujičarske problematike, a kamoli da bi ih doveo do pokušaja izvoditi integralne melioracijske projekte u teamskoj suradnji sa stručnjacima drugih područja. Ovo još toliko teže, jer su najzadrtije protivnike svoje eksistence imali baš u neposredno susjednoj struci. Neki od tih stručnjaka, na dosta eminentnim položajima, se još i danas ne mogu otreći mentaliteta svaštaraštva (naslijedja prve poslijeratne ere u kojoj se rodio po sili prilika, kao najprirodniji izlaz iz akutne oskudice visokokvalificiranih kadrova svih struka), pa bi se po svoj prilici osjećali najugodnije kad nebi više čuli za stručnjake bujičare ili erozioniste. No, istini za volju treba priznati da su i potonji u borbi za svoj opstanak - prošli tu eru svaštarenja, iz koje nisu izašli neozlijedjeni. U ovakvoj situaciji naime su se bujičarski problemi većinom rješavali samo parcijalno, jer najčešće nije bilo niti dovoljno sretstava pa niti vremena (u 'kruhoborskoj' jagmi) da bi se moglo pristupiti bar cjelovitom uređenju bujice kao takve, a da ne spominjemo cjelovito uređenje sliva - poznatije danas pod pojmom integralnih melioracija - kod kojeg se ne izvode samo mjere protiv erozije zemljišta i protiv pojava bujičavosti, već se u suradnji sa različitim stručnjacima izvode i agromeliorativne mjere, urbanistički zahvati, šumsko privredne mjere, hidrotehnički zahvati itsl., ukratko, sve one mjere i zahvati, kojima je cilj opće poboljšanje prilika u odredjenom slivu ili širem području, i to u najkraćem mogućem razumnom roku. No preduslov za uspješno izvodjenje integralnih melioracija je zagarantiranost nesmetanog dotjecanja sretstava prema dinamici po-

trebnih radova. Bujičarska služba u Sloveniji sve donedavna takve garancije za mogućnost izvođenja potrebnih radova nije imala, pogotovo ne nakon ukinuća republičkog šumarskog fonda, koji je ipak davao stalna, makar nešto skromnija, sretstva za radove na uređivanju bujica. Zbog toga su bili često u nezavidljivom položaju, da su morali sami potražiti onaj problem (erozijsko žarište ili bujicu), za kojeg su mogli vjerovati da će naći i odgovarajućeg investitora, kojeg će biti moguće i ubijediti o potrebnosti uređajnih radova.

U vremenu između oba rata je bilo nekoliko pokušajeva na području Polhograjskih Dolomita, za koje bi se moglo reći da su se približili cjelovitom uređenju, ali uglavnom samo sa stajališta bujičara - šumara. Bila su jako dobro uređjena korita nekih manjih bujica i njihovih jaružastih pritoka, ponegdje izvedena i obimnija protiverozijska pošumljavanja, pa čak i stabilizacija klizavih padina dreniranjem i površinskom odvodnjom tako, te su poneke od njih danas posve ugašene, dok se u drugima ponovo počinje javljati bujičavost, no, dalje od toga se nije moglo. S jedne strane su bila prekratka sretstva, a s druge malo-brojni kadar, pa i taj samo jedne struke.

Nadamo se da će ubuduće krenuti na bolje, kada budu izradjene vodoprivredne osnove, jer su tu nužno angažirani najrazličitiji stručnjaci: vodoprivrednici, bujičari, poljoprivrednici, ekonomisti i dr. No, zato će biti potrebno nemalo dobre volje: isti onaj entuzijizam, kojim su bujičari u Sloveniji spasili bujičarsku službu da nije propala u vrijeme kada su ju svi odbacili kao nepoželjno 'općinsko dijete', biti će im potreban sada da se istrgnu iz ostataka svaštarske ere te da od poduzetničkog pomalo predju i ka studijskom rješavanju kompleksnih problema.

4 ZAKLJUČCI - PRIJEDLOZI

4.1 Iz podataka o štetama koje prouzrokuju erozijski pojavi, kako iz njihove različitosti tako i iznosa, proizlazi nedvojbena zainteresiranost čitave društvene zajednice na zaštiti površina i objekata protiv erozije i bujica. Karakter i tehnologija zaštitnih mjera pak zahtijevaju vremensko i prostorno međusobno uskladjivanje, a samim time već i objedinjavanje i preraspodjelu potrebnih sredstava. No to zahtijeva za osnovu solidno ekonomsko utvrđivanje vrijednosti šteta, sa kojim na ovom području za sada još uvijek nismo u cijelosti ovladali, i to naročito zbog svestrane međusobne uzročne povezanosti ovih pojava. Jasnno je da su štete - kao posljedica djelovanja erozije tala - taj (i vjerojatno jedini) indikator za mikro- i makroekonomsku analizu. Ali i za to mora postojati odgovarajuća metodologija, po kojoj bi bilo moguće realno sastaviti takvu analizu šteta.

Inž. J. Pintar od Podjetja za urejanje hudournikov je napravio pokušaj u tom pravcu, za koji smatramo da je dovoljno interesantan da ga možemo poduprijeti. Prema njegovom prijedlogu bi morala takva ekonomska analiza proizlaziti iz slijedećih postavki:

4.11 Neposredne štete :

- .11.1 Vrijednost otplavljenih plodnih tala (izračun izlazi iz kapitaliziranog katastarskog prihoda s kamata-
ma)
- .11.2 Smanjenje upotrebne vrijednosti površina zbog razbrazdanosti i ugroženosti po erozijskim procesima
- .11.3 Povećanje troškova izgradnje objekata na ugroženim površinama (naročito komunikacija isl.)
- .11.4 itd.

4.12 Posredne - primarne štete :

- .12.1 Prosječno godišnje zasipanje plodnih površina zbog stvaranja i zastajanja plavina (ocjena se izvede prema kriterijima 4.11.1 - 4.11.4)
- .12.2 Prosječno godišnje zatrpane regulacije, koje zahtijevaju gradnju na novo
- .12.3 Prosječno godišnje zatrpana korita koja traže čišćenje
- .12.4 Gubitak korisnog ili upotrebljivog pijeska zbog zastajanja u bujičnom šljunku
- .12.5 Gubitak korisnih voda zbog prebrzog površinskog otjecanja
- .12.6 Prosječno godišnje zasutih vodnih akumulacija
- .12.7 itd.

4.13 Posredne - sekundarne štete :

- .13.1 Prosječni godišnji gubitak plodnih zemljišta zbog premještanja korita i bočne erozije kao posljedice prekomjernog dotjecanja plavina
- .13.2 Prosječna godišnja šteta na poljoprivrednim površinama zbog zaplavljanja korita i preplavljanja
- .13.3 Prosječna godišnja šteta na raznim objektima (vodoprivredni, prometni, naselja itd.) zbog zaplavljanja korita isl.
- .13.4 Prosječna godišnja šteta na ispadu proizvodnje kao posljedica djelovanja bujičnih voda
- .13.5 itd.

Utvrđivanjem navedenih kategorija šteta bi bilo prema Pintaru obuhvaćeno oko dvije trećine svih šteta kao posljedica djelovanja bujičnih voda, dok bi trebalo štete od zemljoklizina i sniježnih lavina utvrditi neposredno, od slučaja do slučaja. Smanjenje šteta kao posljedicu

zaštitnih mjera bi mogli definirati kao koristi, koje bi služile kao osnova ekonomskoj analizi.

4.2 Kako kroz praksu tako i kroz naša istraživanja (vidi tumačenje pod 3.5 u vezi s tabelom 2.-, gdje je u prvom stavu na str. 14 i 15 takodjer spomenuto pitanje Y-a) se već dulje vrijeme vuče kao crvena nit pitanje granulacijske strukture materijala u tlu koje napada erozija. Bez sumnje ovise o toj strukturi mnoge stvari, posredno ili neposredno, u jačoj ili slabijoj mjeri: nagib padine i njezina stabilnost, vrsta, tip i gustoća vegetacije, erodibilnost i vid erozije, infiltracija vode u tlo i njegova propusnost, talnica, količina potencijalnih i stvarnih plavina, njihovo kretanje duž korita, pad zaplava itd. Zbog toga mislimo u Sloveniji da bi trebalo granulacijskoj strukturi posvetiti veću pažnju pa ju po mogućnosti što prije uvrstiti u naučna istraživanja.

Osim toga bi trebalo i nadalje tražiti ekonomičnije tipove bujičnih objekata, naročito poprečnih. Gradnja klasičnih teških pregrada n.pr. je u mnogim slučajevima već anahronizam i razbacivanje društvenih sretstava, bilo da se to odnosi na njihove dimenzije, ili pak na njihov oblik i funkcionalnost.

Posebnu pažnju valjalo bi posvetiti i suvremenijim načinima pozelenjivanja erodiranih ili eroziji izpostavljenih padina.

4.3 K a d r o v i

U SR Sloveniji radi na problematici erozije zemljišta i uredjivanju bujica 9 šum. inženjera (2 od njih na fakultetu, ostali u Poduzeću za uredjivanje bujica, gdje radi i sav drugi kadar), 4 šum. tehničara, 1 gradj. tehničar i 2 geometra. Uskoro će se taj kadar povećati još za 2 šum.inženjera, čime će po svoj prilici biti za nekoliko godina saturirane sve potrebe po visokokvalificiranom bujičarskom kadru u Sloveniji.

Marijan Zemljič, dipl.ing.

Tablica 1.- STANJE EROZIJE PO SLIVOVIMA

S R S L O V E N I J A

Red. broj	Naziv sliva	Površina km ²	Zahvaćeno erozijom %	Produkcija nanosa		Broj bujica	Š t e t e							Zasipanje akumulacija m ³ /god.	
				Wgod. ³ m ³ /god.	Wgod.sp. ³ m ³ /km ²		Z e m l j i š t e				Naselja ooo din	Komunikacije ooo din.	Svega ooo din.		
							Odnosenje		Nasipanje						
							ha	oodin	ha	oodin					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.	Drava	4.655,12	56,1	743.000	353	100	154,2	1.471							300.000
2.	Sava	10.717,96	85,0	1.715.000	393	148	385,5	3.613							186.000
3.	Kupa	1.003,11	80,1	37.200	165	-	8,4	79							
4.	Soča	2.423,43	90,0	1.325.000	948	82	337,1	3.069							152.000
5.	Primorske-istarski vodotoci	1.451,38	75,0	140.000	397	34	34,3	367							
Ukupno:		20.251,00	78,0	3.960.200	469	364	919,5	8.599			90	400	1.460	30.770	638.000

Tablica 2.- KARAKTERISTIČNI FAKTORI OD KOJIH ZAVISI EROZIJA

S R S L O V E N I J A

Red. broj	Naziv sliva	Geološki sastav		Reljef		K l i m a				Struktura korišćenja površina		
		Neotporne %	Otporne %	Ravnice do 5% km ²	Ostalo km ²	Tsr. °	Hgod. mm.	Hmax. mm.	Hmin. mm.	Oranice i vinogradi km ²	Livade, pašnjaci i voćnjaci km ²	Šume km ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Drava	55	45	2.045 ^{41%}	2.610	7,5	1.400	2.000	950	1.225	1.262	1.899
2.	Sava	25	75	1.609 ^{15%}	9.109	6,9	1.900	3.900	1.100	1.389	3.041	5.581
3.	Kupa	35	65	200	803	9,8	1.250	1.800	950	105	338	526
4.	Soča	15	85	242	2.182	7,2	2.100	3.900	1.250	125	1.073	986
5.	Primorsko-istarski vodotoci	65	35	362 ^{16%}	1.089	11,8	1.350	1.650	800	163	612	608
U k u p n o:		34	66	4.458	15.793	9,0	1.400	3.900	750	3.007	6.327	9.600

Tablica 3.- PREGLED IZVRŠENIH ANTIEROZIONIH RADOVA

S R S L O V E N I J A

Red. broj	Naziv sliva	I z v r š e n i r a d o v i										Ukupno ooo din.
		U koritu		U slivu								
		m ³	ooo din.	Pošumljavanje		Zatravljivanje		Terasiranje		Ostali biol.rad.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Drava	63.863	24.803	3	21	3,65	112	-	-	3,03	126	25.062
2.	Sava	236.575	85.743	112	539	25,57	921	-	-	47,95	1.375	88.578
3.	Kupa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	Soča	35.870	17.148	295	2.662	0,53	18	-	-	46,20	2.515	22.343
5.	Primorsko-istarski vodotoči	23.351	9.124	241	2.231	0,28	10	-	-	-	-	11.365
	U k u p n o:	359.659	136.818	651	5.453	30,03	1.061	-	-	97,18	4.016	147.348

Red. broj	Naziv sliva	F km ²	Zahvaće- no ero- zijom %	Produkcija nanosa		Broj bujica	Š t e t e u 000 Ndin					Štete od zasipanja akumulacija m ³ /god
				W _{god} m ³	W _{god.spec.} m ³ /km ²		odnoše- nje zemljišta	nasipa- nje	na nase- ljima	na komuni- kacijama	SVEGA	
1.	S OČA i ostali pri- toci Jadrana	3.877	45,2	1,465.000	836	116	4.833	?	?	?	?	152.000
2.	SAVA bez Kupe i sa cijelom Sutlom	10.847	40,1	1,715.000	393	148	6.069	?	?	?	?	186.000
3.	DRAVA sa Murcom i Krkom	4.655	45,2	743.000	353	100	2.711	?	?	?	?	300.000
	UKUPNO SR SI	19.379	42,4	3,923.000	477	364	13.613	90	400	1.460	30.770	638.000

STANJE EROZIJE PO SLIVOVIMA

SR Slovenija

Tabela 1.-

Red. broj	Naziv sliva	Geološki sastav u %		Reljef u km ²		K l i m a				Struktura korišćenja površina u km ²		
		neotporne stijene	otporne	ravnice do 5 %	ostalo	T _{sr} u °C	H _{god} mm	H _{max} mm	H _{min} mm	oranice, vinogradi	livade, pašnjaci, voćnjaci	šume
1.	SOČA i ostali pritoci Jadrana	10	90	175 1752	1.577	8,4	2.100	3.900	850	40	510	959,4
2.	SAVA bez Kupe i sa cijelom Sutlom	15	85	524 4763	3.839	6,9	1.900	3.900	1.100	105	839	2.927,2
3.	DRAVA sa Murem i Krkom	45	55	883 2702	1.219	7,5	1.400	2.000	950	88	292	1.539,0
	UKUPNO SR SI			1.582 8217	6.635					233	1.641	5.425,6

KARAKTERISTIČNI FAKTORI OD KOJIH ZAVISI EROZIJA
SR Slovenija

I z v r š e n i r a d o v i

Red. broj	Naziv sliva	I z v r š e n i r a d o v i										U k u p n o Ndinara
		u koritu		u s l i v u								
		m ³	Ndin	pošumljavanje		zatravljivanje		terasiranje		ostali biol.radovi		
ha	Ndin			ha	Ndin	ha	Ndin	ha	Ndin			
1.	SOČA i ostali pritoci Jadrana	59.221	26,272.049.-	536	4,893.520.-	0,81	27.615	-	-	46,20	2,514.670.-	33,707.854.-
2.	SAVA bez Kupe i sa cijelom Sutlom	236.575	85,742.873.-	112	538.766.-	25,57	921.476.-	-	-	47,95	1,375.132.-	88,578.247.-
3.	DRAVA sa Murom i Krkom	63.863	24,803.295.-	3	21.210.-	3,65	111.880.-	-	-	3,03	125.758.-	25,062.143.-
	UKUPNO SR SI	359.659	136,818.217.-	651	5,453.496.-	30,03	1,060.971.-	-	-	97,18	4,015.560.-	147,348.244.-

380.-/m³

projeke: 13.531.-/ha

PREGLED IZVRŠENIH ANTIEROZIONIH RADOVA

SR Slovenija

Objekti n. Stupanj	Jaka n. pliva				
	histeknični ukrepi (popletki, rešitve, gradnja)		biološka dela		
	000 m ³	000 dni	kuč	000 dni	
			radnja (popletanje) ha (kom)	druga (popletanje - historični) ha dnev	
1976	14400	B 84 541 74 29 610 074 -	2,14	4820 0'60	27.6
1977	18120	A 188 881 23 45 091 460 -	1,4	18939 2'27	25.2
1978	9091	A 173 401 42 50 823 000 -	0,6	15000 1'58	105.0
1979	11548	A 140 763 65 60 090 000 -	-	5400 0'68	132.0
1980	12203	A 345 914 87 95 313 000 -	-	22436 2'80	134.0
1981	14057	A 258 457 95 129 311 339 -	-	7678 0'96	102.0
1982	20530	A 208 058 44 160 135 000 -	0,8	6200 0'78	49.0
1983	18804	A 103 854 86 205 44 1068 -	0,04	32400 4'45	33.0
1984	15621	A 042 598 61 301 155 000 -	-	20000 2'80	42.0
1985	16540	A 114 443 77 577 119 434 -	0,10	15000 1'58	69.00
1986	26048	1650 094 779 -	-	28600 3'58	59.60
			4,94 kuč	2258 ha	978.4
75-86. SZ	13 080 961 52				749:452 88 50%
49-75. M	42 364 508 63	7452			400.000 65%
	6 200 000 0				
	5 797 000	985%			

opomba: revalorizirane na l. 1980!
 podatki: tehnični ukrepi (-vrtne) : histeknični ukrepi (+zločil)

Priloga: Z. Brvar, Lj. Sog, 17. okt. 1979.