

ИНСТИТУТ ЗА ШУМАРСТВО И ДРВНУ ИНДУСТРИЈУ — БЕОГРАД

ЗБОРНИК РАДОВА



INSTITUT ZA SUMARSTVO
I DRVNU INDUSTRIJU
BEOGRAD

INSTITUTUM SILVICULTURAE
ET LIGNI PRAEFABRICANDI
BEOGRAD

INSTITUTE OF FORESTRY
AND WOODWORKING
INDUSTRY — BEOGRAD

ZBORNIK RADOVA

COLLECTANEA

COLLECTION

TOM XI

BEOGRAD

1973.

ИНСТИТУТ ЗА ШУМАРСТВО И ДРВНУ ИНДУСТРИЈУ — БЕОГРАД
INSTITUTE OF FORESTRY AND WOODWORKING INDUSTRY — BEOGRAD

ЗБОРНИК РАДОВА XI COLLECTION

БЕОГРАД
1973.

ZBORNİK RADOVA XI

Glavni i odgovorni urednik:

Dr ing. MIODRAG GLIŠIĆ

Redakcioni odbor:

Ing. DRAGOLJUB BUKUMIROVIĆ

Dr ing. MIODRAG GLIŠIĆ

Dr RADENKO LAZAREVIĆ

Dr ing. ĐORĐE PANIĆ

Dr ing. MILKA PENO

Tehnički urednik i lektor:

MILUTIN VUJOVIĆ, novinar

Korektor:

MILICA JUSUPOVIĆ

SADRŽAJ

Strana

1. RADULOVIĆ ing. SVETISLAV

Rezultati ogleđa rekonstrukcije izdanačkih šuma u nas. Results of experiments in regard to reconstruction of sprout forests in SR Serbia 5

2. TUCOVIĆ Dr ing. ALEKSANDAR
MARKOVIĆ LJUBISAV, dipl. biolog

Mogućnost kontrolisane hibridizacije na izvaljenim stablima crnog oraha (*Juglans nigra* L.). — The possibility of controlled hybridization on leaning trees of black walnut (*Juglans nigra* L.) 33

3. VESELINOVIĆ Dr ing. NADA
PENO Dr ing. MILKA

Prilog poznavanju međusobnih odnosa dominantne mikroflore gajnjače i aktinomiceta antagonista prema *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* f. *pini* u mešanim kulturama. — A contribution to the studies of mutual relationship among dominant microflora of gainatcha and actinomicetes antagonists against

4. MARINKOVIĆ Dr ing. PRIBISLAV
SMIT Dr ing. SLOBODAN

Prilog poznavanju epiksilne gljive *Hypoxyton deustum* (Hoff. ex Fr.) Grev — A contribution to the knowledge of epixyloous fungi *Hypoxyton destum* (Hoffm. in Fr.) Grev. 53

5. ĐOROVIĆ Mr ing. MIROLJUB

Eksperimentalno utvrđivanje antierozionog dejstva gradona. — Experimental determination of antierosion activity of gradons 59

ĐOROVIĆ Mr ing. MIROLJUB

EKSPERIMENTALNO UTVRĐIVANJE ANTIEROZIONOG DEJSTVA GRADONA

U V O D

Rad »Eksperimentalno utvrđivanje antierozionog dejstva gradona« predstavlja magistarsku tezu, koja je odbranjena 18. 3. 1971. godine na Šumarskom fakultetu u Beogradu pred komisijom u sastavu dr R. L u j i ć (predsednik komisije), dr R. I v k o v i n g i P. J a k o v l j e v i ć.

Obrada pomenute teze usledila je posle dvogodišnje obrade teme: »Istraživanje ekonomski najpovoljnijih razmaka i dimenzija gradona i njihovih korišćenja za pošumljavanje u uslovima zatravljivanja među-prostora«, koju je finansirao Republički fond voda od 1965. do 1967. godine, a obrađivalo Odeljenje za eroziju i melioracije Instituta za šumarstvo i drvnu industriju pod rukovodstvom dr Radomira L u j i ć a.

U radu su mi veoma pomogli dr Radomir L u j i ć, dr Radenko L a z a r e v i ć, ing. Aleksandar M i l u t i n o v i ć i Blagoje K a r a k u š e v i ć, vodoprivredni inspektor, pa im se na ovaj način zahvaljujem. Takođe, se zahvaljujem svim članovima Vodoprivrednih organizacija »Erozija« iz Kragujevca, Kraljeva, Niša, Loznice i Titovog Užica, koji su mi omogućili da se upoznam sa njihovim radovima i koji su mi svojim sugestijama i primedbama pomogli da što potpunije sagledam obrađivanu problematiku.

1. Izgled i građa gradona

Gradon, etimološki označava stupanj, stupnjevitost i spada u red retencionih objekata koji se istovremeno koristi i za pošumljavanje. U našoj zemlji se primenjuje od 1955. godine, a prenet je iz Italije. Razma-

trajući dejstvo gradona, uočavaju se njegove dve osnovne uloge: sprečava eroziono dejstvo padavina i služi kao podloga za pošumljavanje ili gašenje određenih kultura. Mada se ove dve funkcije prepliću i dopunjavaju, ipak ih treba izdvojiti i istaći.

Gradon, kao modifikacija Sakardijeve infiltracione bankete (terase) predstavlja terasu širine 0,7 do 1,0 m, nagnutu suprotno od nagiba padine na kojoj se nalazi, odnosno gradi se u kontranagibu. Nagib useka i nasipa kao i širina planuma treba da predstavljaju optimalne veličine za date uslove kako sa gledišta efikasnog antierozionog delovanja, tako i sa gledišta ekonomike, *Lujić (1963)*, *Saccardy (1955)*, *Savetovanje... (1960)*. Osnovne karakteristike gradona proizilaze iz njegove specifične gradnje. Planum se radi iz brižljivo obrađenog i isplaniranog zemljišta, koje se ako ga nije bilo dovoljno *in situ*, donosi iz neposredne blizine. Ovako obrađen sloj u sredini planuma treba da ima dubinu od 0,4 metara, mada na strmijim lokacijama može i da iznosi i 0,30 m, *Lujić (1963)*, *Lujić et Đorović (1967)*. Kontranagib planuma koji iznosi 30% formira se pri izradi gradona, a doteruje se po završenoj setvi ili sadnji. Planum, pripremljen na ovaj način, lako konzervira vlagu čak i od minimalnih padavina a kontranagib planuma promenom mikroekspozicije smanjuje insolaciju, a time i isušivanje zemljišta.

Ovakvom obradom planuma i formiranjem nove, povoljnije mikroekspozicije (obično je to severna) poboljšavaju se osnovni uslovi za opstanak sadnog materijala — poboljšavaju se uslovi zemljišta i vlage. Planum se radi u podužnom padu od 0,5%, *Lujić (1963)*, *Savetovanje... (1960)*, sa ciljem da se prikupljene vode koje se nisu upile, sprovedu u recipijent.

Na strmim terenima, a da bi se smanjila konstrukciona širina gradona, nasipi gradonskih objekata se podupiru suvozidom, pletrom ili daleko ređe busenom.

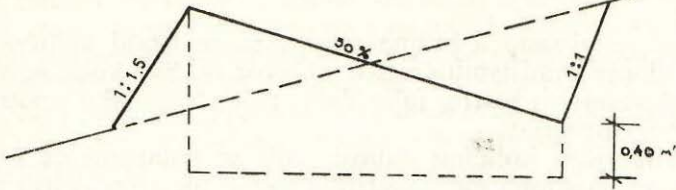
Ovako izgrađeni gradoni se postavljaju u sistemu, odnosno čitava padina se istretira gradonima, čija su međusobna rastojanja različita, a dobijaju se putem proračuna, odnosno putem obrazaca za tu svrhu. Međutim, rastojanja se u praksi uzimaju skoro isključivo na osnovu sopstvenih iskustava, zbog prilično komplikovane primene proračunskih metoda, *Lujić et Đorović (1967)*, *Savetovanje... (1960)*.

2. Funkcionisanje gradona i njegovi korisni efekti

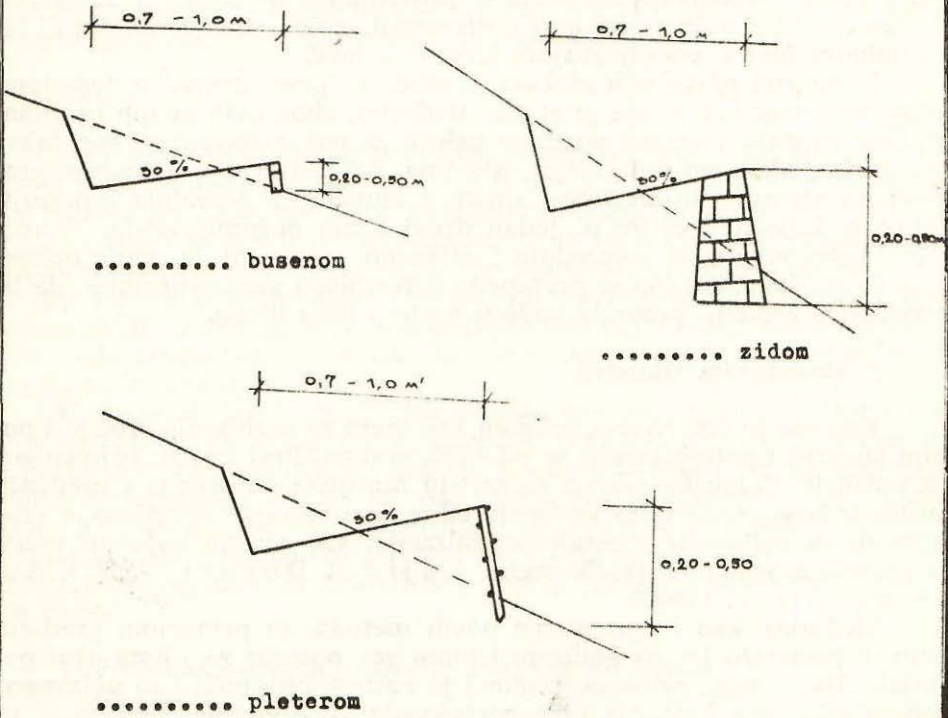
Gradon, kao tipičan predstavnik retencionih objekata, ima osnovni cilj da zaustavi površinsko slivanje, pre nego što postane štetno za zemljište i da te vode sprovede ka prirodnom ili veštačkom recipijentu. Sprovođenje treba da bude dovoljno sporo da omogući infiltraciju u za to pripremljenom planumu ali istovremeno i dovoljno brzo da se izbegne prelijanje vode. Sistem gradona omogućava da se ostvare sledeći efekti, koji istovremeno predstavljaju i dobre strane gradona, *Lujić (1963)*, *Saccardy (1955)*, *Savetovanje... (1960)*:

— zaštita od erozije i zaustavljanje već započetih erozionih procesa;

a. Na manjim nagibima škarpa nasipa se ne oblaže



b. Na većim nagibima škarpa nasipa se oblaže:



Sl. 1. Šematski prikaz osnovnih tipova gradona

— uspostavljanje procesa obnavljanja vegetacije i procesa pedogeneze na delovima između gradona;

— opšte povećanje infiltracije na celoj tretiranoj površini, a naročito na samim gradonima, čime se umanjuje verovatnoća slivanja od manjih padavina;

— slivanje je regulisano a brzina u granicama ispod kritične na kojoj počinje otkidanje zemljišnih čestica, tj. erozija. Sve količine vode koje se slivaju uglavnom su bistre, tako da je za industrijsku upotrebu nepotrebna njihova filtracija;

— gradoni smanjuju količinu nanosa koji se transportuje iz slivova, pa time ova antieroziona mera zauzima važno mesto u zaštiti akumulacija i drugih rezervoara od prebrzog zasipanja;

— povećanjem infiltracije, gradoni obogaćuju podzemne vode, izvore i izdane.

Uzevši u obzir navedene efekte, gradoni imaju aktivnu ulogu u regulisanju režima oticanja vode i zaštite od poplava. Navedenim efektima gradoni povećavaju mogućnost proizvodnje ne samo u šumskom domenu već i u poljoprivrednoj proizvodnji, a time efikasno deluju i na socijalnom planu, poboljšavajući životne uslove.

Iz napred navedenih efekata, nameće se prvenstveno antieroziona odnosno retencionna uloga gradona. Međutim, zbog ovih svojih osobina, gradoni pružaju i veoma pogodne uslove za pošumljavanje i kao takvi se i koriste ali samo u najtežim uslovima. Pošumljavanje uz pomoć gradona na strmim, siromašnim, suvim i kamenitim terenima pokazuju rezultate koje ne postiže ni jedan drugi način pošumljavanja. Vremenom, kako vegetacija napreduje i efikasno upotpunjuje antieroziono dejstvo gradona, gradon se postepeno deformiše i gubi svoj oblik, da bi konačno vegetacija preuzela vodeću antierozionu ulogu.

3. Dosadašnja iskustva

Kao što je već rečeno, gradoni kao mera za suzbijanje erozije i pošumljavanje, upotrebljavaju se od 1955. godine. Prvi put su primenjeni na teritoriji Rejonske sekcije za zaštitu zemljišta od erozije i uređenje bujica iz Niša (sada je to Vodoprivredna organizacija »Erozija«), a vrlo brzo su ih prihvatile i ostale organizacije, kao veoma uspešnu meru za pošumljavanje erodiranih terena, L u j i ć et Đ o r o v i ć (1967), S a v e t o v a n j e . . . (1960).

Međutim, kao i kod većine novih metoda, sa primenom gradona brzo se preteralo jer su podizani i tamo gde potrebe za njima nisu postojale. Usled toga, primena gradona je kasnije bila ređa i to uglavnom zbog visoke cene koštanja tako neracionalno podignutih objekata, L u j i ć et Đ o r o v i ć (1967).

Ako se sumiraju rezultati dosadašnjeg rada na podizanju gradona i pošumljavanju na njima, ne može se izbeći činjenica da su se gradoni pokazali kao najuspešnija mera za pošumljavanje erodiranih terena. Kao takva, njihova primena ne sme i ne može biti skupa na onim terenima gde nijedna druga mera ne može da postigne ni približne rezultate, a gde erozija uništava zemljište i onemogućava opstanak čoveka. Na takvim mestima nikakva cena koštanja ne može biti neekonomska.

Neekonomičnost gradona leži u brojnim, za sada još nedovoljno razjašnjenim problemima, koji i čine ovu meru skupom. Pravilan izbor nagiba i mesta za podizanje gradona, uz primenu pravilnog međuprostora, oblik i dimenzija gradona, odnosno upotreba gradona samo tamo gde su zaista opravdani, smanjiće nepotrebna ulaganja i dovesti do ekonomski opravdane upotrebe gradona. Na razjašnjavanju ovih problema značajnu ulogu ima rad Lujić et Đorović (1967) koji predstavlja jedan od prvih detaljnih pregleda dosadašnjih iskustava i rezultata stečenih na izradi i korišćenju gradonskih sistema. Rad je obuhvatio terenska istraživanja i merenja gradonskih objekata različitih starosti, načina izrade i korišćenja u najrazličitijim klimatsko-pedološkim uslovima. Prikupljeni i sređeni podaci uneli su više svetlosti u brojne probleme i ukazali na mnoge anomalije i greške koje su se dešavale u dosadašnjim radovima. Takođe, su doprineli sagledavanju pravca daljih istraživanja u cilju razrešavanja postojećih problema.

Ovaj rad predstavlja organski nastavak započetih istraživanja, s ciljem da se pomenuta problematika sagleda i naučno razjasni putem eksperimentalnih polja — gradonskih parcela.

METODA

Pri usvajanju određene metodike za naučno razjašnjavanje postavljenog zadatka, pošlo se od osnovnog problema da se efekat antierozionog dejstva gradona, utvrdi na najegzaktniji način, a da se greške koje se javljaju pri ovakvim istraživanjima svedu na minimum. Takođe, prihvatanje metodike određenog tipa bilo je uslovljeno željom da se proučavanje postavljenog problema postavi na savremenu osnovu teoretskih i tehnoloških saznanja, koja će omogućiti dobijanje korektnih podataka, a da u isto vreme bude u okviru skromnih materijalnih ulaganja koja su stajala na raspolaganju.

U toku rada korišćena su dva metoda: praćenje promena poprečnih profila gradona na terenu i na oglednim poljima. Pritom, prvi metod je poslužio za razradu drugog metoda. Na osnovu detaljnog proučavanja promena poprečnih profila na već izgrađenim gradonskim objektima širom SR Srbije, pod najrazličitijim fizičko-geografskim uslovima, bilo je moguće izdvojiti osnovne pokazatelje, diferencijalne elemente, koji bi predstavljali »ulaze« za određivanje broja glavnih parametara oglednih polja.

1. Promene poprečnih profila gradona na terenu

Da bi se došlo do mogućnosti pravilnog izdvajanja osnovnih karakteristika gradona, u cilju njihovog daljeg eksperimentalnog proveravanja putem oglednih polja, morali su se najpre izvršiti obimni radovi na ispitivanju gradonskih objekata koji su podignuti širom SR Srbije.

Ponašanje gradonskih objekata u prirodi u toku više godina, najbolji su pokazatelji ispravnog ili pogrešnog načina izrade i postavljanja takvih objekata. Zbog toga je osnovni cilj bio da se na terenu utvrde svi elementi koji su od bitnog značaja kako za funkcionisanje gradona tako i za njegovu ekonomiku. Ovakvim terenskim radovima moguće je doći

do saznanja do kojih bi se, putem ogleda, došlo daleko teže i neuporedivo skuplje.

Terenska ispitivanja su obavljena na teritoriji Vodoprivrednih organizacija »Erozija« (bivše Rejonske sekcije za uređenje bujica i zaštitu zemljišta od erozije) iz Niša, Kragujevca, Titovog Užica, Loznice i Kraljeva. Tretirane su površine od više stotina hektara, anketirani radnici, poslovođe, inženjeri i prikupljena mišljenja i iskustva. Po sređivanju prikupljenih podataka, stečeni su određeni pogledi na dosada praktikovani način rada, kao i na pravilan put za usmeravanje daljih istraživanja. U pomenutim organizacijama, izvršena su merenja i obrade elemenata na 118 parcela gradonskih površina.¹⁾ Sa parcela su prikupljeni parametri, ukupno 21, koji su dali potpunu sliku gradonskih objekata i uslova u kojima su podignuti. U toku ovih istraživanja, po svojoj važnosti, izdvojeni su sledeći elementi: međugradonsko rastojanje i oblik i dimenzije gradona u funkciji nagiba, a koji predstavljaju predmet daljih eksperimentalnih istraživanja.

2. Promene poprečnog profila gradona na oglednim poljima

Ovaj metodski postupak sastoji se u izradi izvesnog broja oglednih polja — eksperimentalnih parcela na kojima bi se izradili gradonski objekti različitih oblika i međurastojanja i na kojima bi se pratile sve promene koje se dešavaju u toku istraživačkog perioda. Pritom, ako se ovakvim grupama oglednih polja prekriju čitave fizičko-geografske oblasti (sa raznim vrstama padova, zemljištima i dr.) moguće je doći do rezultata najšireg upotrebnog značaja, (Lazarević, 1968). Pošto bi za takva ispitivanja bila potrebna znatna sredstva zbog velikog broja oglednih polja, pokušalo se sa minimalnim brojem parcela potrebnim za korektno rešavanje postavljenog problema a koji je predstavljao maksimum naših materijalnih mogućnosti.

Do ovoga se moglo doći tek na osnovu terenskih istraživanja, kada je bilo moguće izdvojiti najvažnije elemente kao pokazatelje pri eksperimentalnom razrešavanju postavljenog problema. Kao prvo usvojena su samo dva nagiba i to od 20° i 30°, kao vrednosti nagiba terena na kojima su gradoni najčešći. Međugradonska rastojanja odabrana su na osnovu navedenih terenskih istraživanja. Na nagibu od 20°, odabrana su međurastojanja od 8, 12 i 14 m, a na nagibu od 30°, 6, 9 i 12 m. Ovaj izbor od po tri rastojanja za svaki nagib, omogućuje direktno poređenje njihove efikasnosti na zaustavljanje erozionih procesa i brzinu zatavljanja, na osnovu preciznih merenja i objektivnih vizuelnih osmatranja.

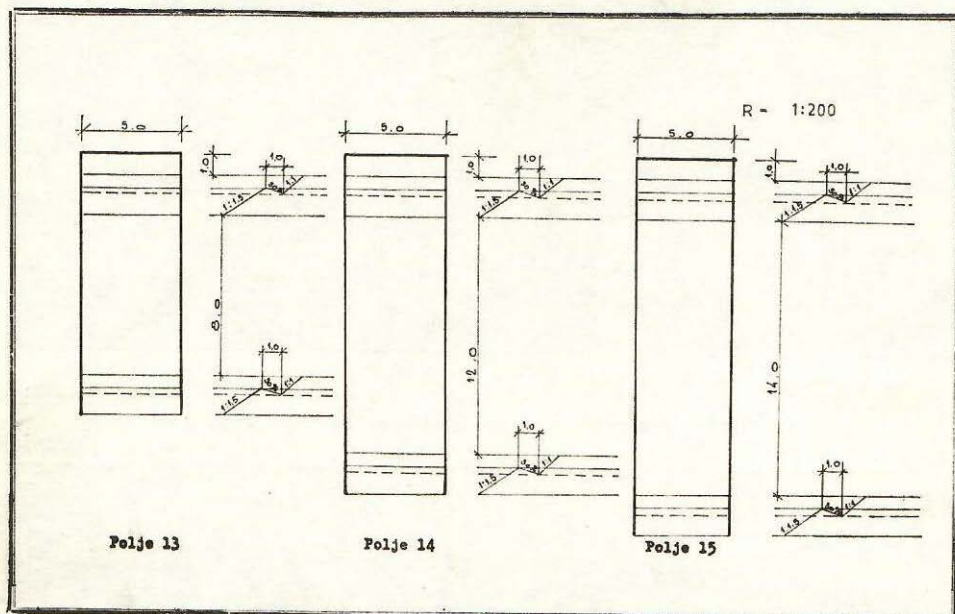
Poprečni presek gradona na ogledima, usvojen je na osnovu zaključaka terenskih istraživanja. Na nagibu od 20°, nasip je rađen u odnosu 1 : 1,5 kao najprirodniji a usek za oba nagiba u odnosu 1 : 1, kao uobičajeni ugao zaseka zdravice. Nasip na nagibu od 30°, rađen je u odnosu 1 : 1, čime je smanjena konstrukciona širina i time u priličnoj meri olakšano njeno izvođenje. Širina gradonskog planuma, za nagib od 20°, iznosi

¹⁾ Parcelom se naziva površina jednoličnog nagiba koja je predstavljala radnu površinu.

1,0 m, kao najprihvatljivija zbog svog dugotrajnog antierozionog efekta. Izbor širine planuma na nagibu od 30° bio je daleko teži. Najpre zato što je na ovom nagibu širi planum teže izvesti, a s druge strane on je potrebniji zbog jačeg erozionog delovanja padavina i potrebe dužeg efikasnog delovanja gradona na tim nagibima. Zbog toga su uzete tri širine: 0,7; 0,8 i 0,9 m, koje predstavljaju terenski utvrđene granične vrednosti planuma, čijim bi se osmatranjima utvrdila optimalna veličina.

U svim slučajevima kontranagib planuma je iznosio 30%, a zbog male dužine gradona (5,0 metara) nije izvođen podužni pad.

Na osnovu usvojenih elemenata, formirana su ogledna polja (sl. 2, 3, 4) i raspoređena po sledećoj šemi (Tabela 1).



Sl. 2. Gradonska polja na nagibu od 20° Boleč (PK »Beograd«)

OGLEDNA GRADONSKA POLJA U BOLEČU

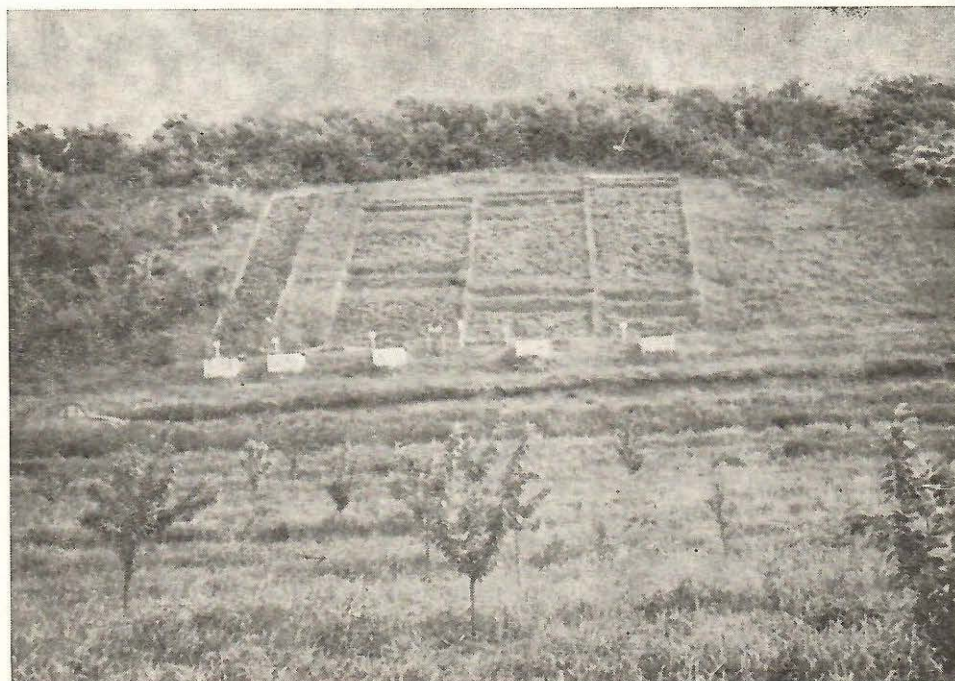
Tabela 1.

Broj polja	Nagib u stepenima	Rastojanje u m
13	20	8
14	20	12
15	20	14
10	30	6
11	30	9
12	30	12



Sl. 3. Ogledna polja grupe »Hangar« na nagibu od 20°
(Foto: M. Đorović)

Sl. 4. Ogledna polja grupe »Breskva« na nagibu od 30°
(Foto: M. Đorović)



FIZIČKO GEOGRAFSKI PRIKAZ LOKACIJE OGLEDNIH POLJA

Ogledna polja nalaze se u neposrednoj blizini Beograda, kraj sela Boleča, na imanju PIK »Grocka«. Nalaze se u slivu reke Bolečice, desne pritoke Dunava u koji se uliva kod sela Vinče.

1. Geološki sastav

U geološkom pogledu, sliv Bolečice je izgrađen od kvartarnih sedimenta, predstavljenih lesnim naslagama i recentnim rečnim sedimentima. Debljina lesnih naslaga, eolskog porekla, kreće se od 3 do 15 metara. Lesni materijal se sastoji iz finih čestica kvarca i gline. Zahvaljujući poroznosti, les spada u grupu hidroloških sprovodnika. Koeficijent vodopropustljivosti je uvek veći od 10^{-5} cm/sec, dok kod lesnih varijeteta iznosi od 10^{-5} do 10^{-3} cm/sec.

Lesne naslage pokrivaju skoro sav teren sa manjim izuzetcima gde izbijaju neogeni sedimenti — sarmatski peskovi i peskovite gline. Peskovi mlađeg neogena su silicijski, liskunski, žute do sivožute boje a javljaju se slojevito, u granulacijama koje se kreću od sitnozrne do krupnozrne, Energo projekt (1968).

2. Pedološki sastav

Ogledna polja su postavljena na erodiranoj gajnjači, čije su osobine određene otvaranjem više pedoloških profila i putem kompletnih pedološko-hemijskih analiza uzoraka. Ovaj varijetet gajnjače nema A-1 horizont, jer je erodiran. Umesto njega na površini se nalazi izmenjen (B) horizont, koji je takođe delimično erodiran i čija se dubina kreće oko 0,23 metara. Prelazni BC horizont je od lesnog materijala i sa dosta krečnih konkracija. Matični supstrat je les izmešan sa peskom, koga sa dubinom ima sve više. Mehanički sastav se dosta razlikuje između pojedinih profila, ali je zato za sve karakteristično opadanje ukupne gline sa dubinom, uz porast frakcije peska. Zbog toga što su slojevi karbonatni nije u svim slojevima određivan adsorpcioni kompleks. PH reakcija je srazmerna sadržaju kreča u pojedinim slojevima kao i u odnosu glina — pesak. Humusa ima malo. U sloju 0 — 20 cm količina humusa je skoro redovno ispod 2%, a već u narednom sloju opada i na manje od 1%.

S obzirom da se ogledne parcele nalaze na dve odvojene padine, to su vršene analize posebno za svaku grupu parcela i to do dubine od 120 cm, u pet horizonata. Na osnovu tih analiza, dobijena je potpuna slika zemljišnih uslova u kojima su postavljene ogledne površine.

3. Klima

Ogledna polja nalaze se u oblasti prave kontinentalne klime gde se apsolutni minimumi kreću od $-2,3$ do $-32,0$ C°, a maksimumi dostižu čak i vrednosti od $+40,0$ C°. U toku hladnijeg dela godine postoji jaka čestina hladnog i suvog vetra, košave, koja duva iz jugoistočnog i istočnog smera, sa svim dobro poznatim posledicama, uključujući u to i isušivanje zemljišta. Takođe, su česti i vetrovi koji duvaju iz zapadnog i severo zapadnog smera, a koji su po jačini slični košavi.

Srednje godišnja temperatura za dugogodišnji niz iznosi 11,2 C°, a godišnja amplituda 20,3 C°. Januarska izoterma je 0,0 a julska 21,5 C°. Najveća toplotna kolebanja pokazuje mesec februar, dok je to kolebanje idući ka letnjim mesecima sve manje. (Tabela 2)

Hladne vazdušne mase koje su bogate padavinama i koje se sa zapada spuštaju prema jugu, nailaze na prepreku u vidu uzvišenja sa desne strane Dunava, uzdižu se i izlučuju padavine koje u tom slučaju dostižu sumu od 900 do 1000 mm, a u slučaju da ih nema, padavine opadaju na sumu od 400 do 500 mm. Srednje godišnje padavine iznose 653 mm,

MESEČNE I GODIŠNJE TEMPERATURE VAZDUHA

Tabela 2.

Mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
GODINA 67.	—3,0	2,1	7,7	10,9	16,5	18,5	22,1	21,4	18,5	13,6	6,4	—0,5	11,4
GODINA 68.	—1,5	4,4	6,1	13,9	18,5	20,2	20,9	18,6	16,2	12,2	6,3	1,5	11,4
PERIOD													
1949—1961.	0,0	1,2	5,3	11,6	16,0	19,6	21,5	21,2	17,3	11,8	6,2	3,0	11,2

MESEČNE I GODIŠNJE VISINE PADAVINA

Tabela 3.

Mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma
GODINA 67.	38,9	13,8	74,1	51,7	75,2	88,6	54,3	3,5	53,1	23,4	34,8	107,1	618,5
GODINA 68.	97,9	27,3	38,1	15,8	40,7	53,8	83,2	77,3	56,8	6,2	74,0	44,0	615,1
PERIOD													
1949—1961.	44,0	35,0	40,0	56,0	84,0	88,0	65,0	43,0	35,0	44,0	61,0	57,0	653,0

što je potpuno zadovoljavajuće, pogotovu kada se zna da normalna vrednost godišnjeg relativnog kolebanja padavina ima vrednost od 23,4%, a u periodu vegetacije 20,9%, što ukazuje na mala kolebanja padavina. To je veoma povoljna za vegetacioni period, koji traje i do 200 dana, tj. od 7. aprila pa do 25. oktobra. Pluviometrijski režim ukazuje na to da se maksimumi redovno javljaju u proleće i početkom leta, a nešto ređe u toku jeseni. Minimalne padavine su u toku meseca jula i avgusta, ali tada uvek većeg intenziteta. Od ukupnih padavina na sneg otpada od 8 do 13% i sneg može da dostigne visinu od 0,3 do 0,35 metara (tabela 3).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

1. Rezultati terenskih istraživanja

Kao što je već rečeno, terenska istraživanja obavljena su širom SR Srbije na više stotina hektara. Na osnovu tih istraživanja izvršen je izbor diferencijalnih elemenata za postavljanje oglednih polja.²⁾

Nagib: Gradoni su rađeni na nagibima počev od 9 pa do 84%. Na nagibima od 10 — 50% bilo je 72 parcele, a 46 parcela na nagibima od 51 — 84%. Prosečan nagib bio je 43,3%. Ovde je interesantno istaći da su gradoni više građeni na manjim nego na većim nagibima, odnosno više tamo gde su bili manje potrebni. Iz tih razloga potrebno je istaći da su nagibi od 20° do 35° uglavnom najprihvatljiviji i ekonomski najopravdaniji za podizanje gradona. Ovim se ne isključuje njihova upotreba i na manjim odnosno većim nagibima, ali samo onda kada zbog ostalih nepovoljnih uslova postoji stvarna potreba za njihovom primenom. Izuzev kod ekstremno nepovoljnih uslova, manji nagibi ne bi trebalo da se tretiraju gradonima, pošto i primena drugih mera daje dobre rezultate, uz manja ulaganja. Kod velikih nagiba, upotreba gradona, zbog povećane konstrukcione širine, postaje prilično skupa, pa treba i to uzeti u obzir prilikom planiranja upotrebe gradona.

Poprečni profil: Na pregledanim gradonskim objektima, nagibi škarpi, imali su srednji pad od 32,6° ili 64% za nasip i 39,8° ili 83% za usek. Na svim dosada preporučivanim nacrtima gradona nagibi škarpi nasipa i useka kreću se čak i do 85°, dok istraživanja na terenu pokazuju da je takvo izvođenje nemoguće ako se ne koristi podzida koja mnogo poskupljuje radove.

Na terenu se formiraju nagibi prema nagibima koji odgovaraju prirodnom položaju nasute zemlje za nasip, odnosno nagibu zasečene zdravice za usek. Ako se pogleda dobijeni prosek škarpi nasipa od 64% vidi se da je blizak nagibu 1 : 1,5, odnosno nagibu nasute zemlje a da nagib škarpe useka od 83% nije daleko od nagiba 1 : 1 odnosno od nagiba usečene zdravice. Međutim, kod nagiba od oko 30°, nagibi nasipa se približavaju odnosu 1 : 1 zbog lakše izrade gradona usled smanjenja konstrukcione širine, uz obavezno korišćenje polupodzide.

Širina planuma: Na ispitivanim parcelama širina planuma se kretala od 0,40 pa do 1,20 m. Najčešće se javljala širina od 0,80 i 0,90 — 49 parcela, a najređe od 0,40 do 0,50 — svega 4 parcele. Srednja širina planuma je 84,10 cm. Širina planuma opada sa povećanjem nagiba terena, zbog toga što se tada konstrukciona širina gradona naglo povećava a time i troškovi izrade. Međutim, ukoliko je planum uži, utoliko se on pre zaspe i izgubi kontranačub čime i svoj efikasan anti-erozioni uticaj.

Širina međuprostora: Širina međuprostora predstavlja najosetljiviji element u izradi gradona, jer od njega ne zavisi samo uspeh u zaustavljanju erozionih procesa, već i cena koštanja gradon-

²⁾ Detaljnije o ovim istraživanjima može se naći u literaturi, Lujčić et. Dorović (1967).

KARAKTERISTIKE PREGLEDANIH GRADONSKIH PARCELA

Tabela 4.

Međuprostor m	Srednji pad	Minimalni pad	Maksimalni pad	Broj parcела	Prirodna zatravljenost u %
	s t e p e n i				
2	22,1	15	30	13	100
3	25,5	14	40	32	84
4	20,2	7	40	32	87
5	27,0	15	30	16	75
6	19,6	15	35	15	80
7	25,0	—	—	1	100
8	29,2	20	38	5	80
10	23,0	13	30	3	100

ODNOS NAGIBA I PADINE GRADONSKIH MEĐURASTOJANJA

Tabela 5.

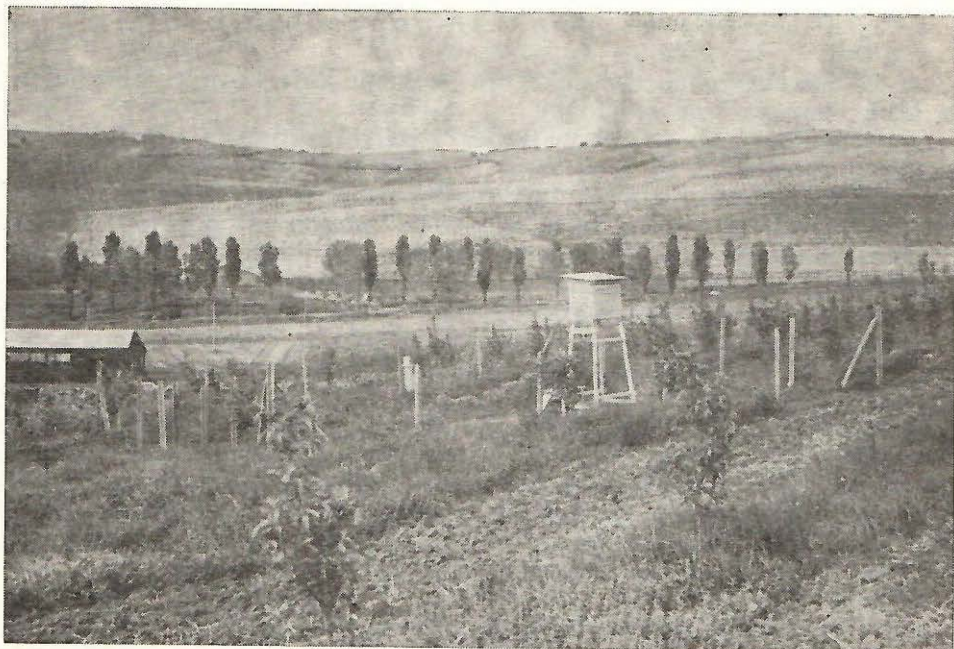
Srednji nagib terena u step.	19,6	20,2	22,1	23,0	25,5	27,0	29,2
Međugradonsko rastojanje u m.	6	4	2	10	3	5	8

skog sistema. U toku terenskih istraživanja utvrđene su velike razlike i neravnomernost odnosa rastojanja gradona i nagiba terena. (Tabela 4)

Pojava znatnih odstupanja i raznolikosti u primeni međugradonskih rastojanja za određene nagibe, ukazuju na lutanja i teškoće na koje su nailazili praktičari, kao i njihovo nedovoljno poznavanje ovog veoma osetljivog problema. Ovo se može ilustrovati sledećim podacima: rastojanja od 3 m rađena su na nagibu od 15° i na nagibu od 40°; rastojanja od 2 m upotrebljavana su na nagibima od 15 i 30°; rastojanja od 4 m korišćena su na nagibima od 7 i 40°; rastojanja od 8 m upotrebljavana su na nagibu od 38°, istovremeno kada su rastojanja od 10 m korišćena na nagibu od 30°. Takođe, vidi se da su međuprostori od 10 i 3 m rađeni skoro na istim nagibima, što još jednom potvrđuje konstataciju, da se u današnjoj praksi nije primenjivalo nikakvo pravilo. (Tabela 5)

Imajući ovo u vidu, kao i činjenicu da su gradoni u pojedinim slučajevima rađeni potpuno nepotrebno ili postavljeni suviše »gusto«, nije ni čudo što je takva primena bila skupa zbog čega se gradoni sve ređe upotrebljavaju.

Najinteresantniji i najznačajniji rezultat ovih istraživanja je da su i neuobičajeno veliki razmaci gradona, na relativno strmim nagibima, sa uspehom zaustavljali erozione procese i veoma uspešno prirodno



Sl. 5. Meteorološka stanica u neposrednoj blizini grupe oglednih polja »Hangar«
(Foto: M. Đorović)

zatravljivali. Ovo je bila indikacija koja je ukazala na potrebu proučavanja mogućnosti povećanja međugradonskih rastojanja, na dimenzije koje će i dalje biti u stanju da zaustave erozione procese, a u isto vreme i pojeftine tretiranje površina gradonskim objektima.

2. Rezultati eksperimentalnih istraživanja na oglednim poljima

Ogledna polja su završena krajem 1966. godine, tako da osmatranja ovim radom, pokrivaju period od 1. januara 1967. do 1. januara 1969. godine. Mada je period od dve godine kratak za ovu vrstu istraživanja, s obzirom da su 1967. i 1968. godina po svojim karakteristikama, bile veoma bliske reprezentu za period 1949 — 1961. (tabela 2, 3), rezultati se mogu smatrati korektnim.

Gradonska polja, odnosno njihova međurastojanja su na početku istraživačkog perioda obrađena, u cilju praćenja brzine zapunjavanja gradonskih profila i brzine zatravljivanja prirodnim putem. Posle prve godine prirodnog zatravljivanja, međuprostori su ponovo obrađeni, da bi se ponovio ciklus osmatranja brzine zatravljivanja.

U isto vreme kada su podignuta ogledna polja, u neposrednoj blizini ogledne grupe polja »Hangar«, postavljena je klimatološka stanica sa autoregistracionim instrumentima za merenje temperature, vlažnosti vazduha, vazdušnog pritiska i padavina. Pored toga na samim poljima je postavljen po jedan kišomer za kontrolu i eventualno korigovanje podataka o padavinama dobijenim na pluviografu na stanici (sl. 5).

a) Promene gradonskih poprečnih profila

Podaci dati u tabeli 6 pokazuju promene koje su pretrpeli gradoni u toku osmatračkog perioda.

Očigledno je da je na nagibu od 20° najviše promena pretrpeo donji gradon na polju br. 15 zbog toga što se iznad njega nalazi najduži nagib, odnosno međurastojanje. Po svojim promenama, njemu se približio donji gradon na polju br. 14, dok se isti gradon na polju br. 13 nešto više razlikuje, jer je pretrpeo manje promene kao rezultat manje dužine nagiba koja se iznad njega nalazi.

Gradoni postavljeni u gornjem delu polja pretrpeli su manje promene, kao rezultat male površine slivanja koja se iznad njih nalazi. Na nagibu od 30° situacija je slična a takođe i međusobni odnosi gornjih i donjih gradona na poljima br. 10, 11 i 12. Međutim, uočljive su znatne razlike između gradona na nagibu od 20 i 30°, odnosno između njihovih promena, koje se mogu objasniti čisto hidraulički. Kao što je poznato, erozija odnosno otkidajuća sposobnost vode koja otiče, zavisi od brzine oticanja, a ova od nagiba po kome se kreće. Zbog toga, pri povećanju nagiba od 20 na 30°, povećava se i brzina oticanja, a time i mogućnost da voda izvrši rad, pa su oštećenja na gradonima pojačana.

PRIKAZ PROMENA GRADONSKIH PROFILA

Tabela 6.

„HANGAR” I = 20°		N A G I B				Širina planuma (m)	Kontranagib planuma	
		U s e k		N a s i p			°	%
		°	%	°	%		17°	30%
Izgrađen sa elementima		45	100	34	66,8	1,0		
Posle osmatranog perioda								
Polje 13	Gornji	44	96	32	62	0,95	14	25
	Donji	43	93	32	62	1,00	11	20
Polje 14	Gornji	43	93	31	60	1,00	13	23
	Donji	43	93	31	60	1,00	9	16
Polje 15	Gornji	44	96	31	60	0,95	15	27
	Donji	42	90	31	60	1,00	8	14
»BRESKVA« I = 30°								
Polje 10	Izrađen	45	100	45	100	0,70	17	30
	Gornji	44	96	39	81	0,65	13	17
	Donji	42	90	38	78	0,70	5	9
Polje 11	Izrađen	45	100	45	100	0,80	17	30
	Gornji	44	96	39	81	0,75	14	25
	Donji	42	90	38	78	0,80	4	7
Polje 12	Izrađen	45	100	45	100	0,90	17	30
	Gornji	43	93	38	78	0,80	14	25
	Donji	41	87	36	73	0,90	0	0

Kosine nasipa i useka: Na nagibu od 20° , nagib useka gornjeg reda gradona je umanjen za prosečnu vrednost od $1^\circ 20$ min., dok je ta vrednost za donji red gradona $2^\circ 20$ min. Iz ovoga se vidi da su kosine useka donjeg reda gradona bile izložene jačim erozionim procesima nego isti elementi gornjeg reda gradona. Ovo je jasno kada se ima u vidu dužina iznad donjeg reda gradona — gradonski međuprostor — sa kojih se vršilo slivanje. Međutim, nagib nasipa i za gornji i donji red gradona ostao je u okviru istovetnih promena od $2^\circ 40$ min. Ovo ukazuje da su na ovom nagibu deformacije nasipa rezultat direktnog delovanja padavina energijom kišnih kapi (spleš erozija), a da uticaj slivanja sa gornjih površina nije postojao.

Na nagibu od 30° promene nagiba useka kod gornjeg reda gradona iznosi prosečno $1^\circ 20$ min, a nagiba nasipa $6^\circ 20$ min. Na donjem redu gradona, ove promene su veće i iznose: za usek $3^\circ 20$ min., a za nasip $7^\circ 40$ min. Iz navedenih podataka vidi se da je usek gradona rađen u nagibu 1 : 1, relativno stabilan i podložan manjim promenama koje su podnošljive za oba nagiba: od 20° i 30° . Nešto veće deformacije se dešavaju u donjem redu gradona kao rezultat povećane dužine nagiba iznad useka, čime se povećava slivanje i erozija.

Kosine nasipa na nagibu od 20° , rađena u odnosu 1 : 1,5 pokazala se otpornom, a promene na gornjem i na donjem redu gradona ukazuju da su izloženi delovanju erozije istog intenziteta (spleš erozije). Međutim, na nagibu od 30° slučaj je nešto drugačiji. Kosina nasipa je ovde izložena većim promenama, što je i razumljivo, imajući u vidu njihov prvobitni nagib od 45 stepeni (1 : 1). Kosina nasipa donjeg reda gradona pokazala je veće smanjenje nagiba ($7^\circ 40$ minuta) nego nasipi gornjeg reda gradona ($6^\circ 20$ min.) i to uglavnom zbog polja br. 12 kod koga je smanjenje kosine nasipa donjeg gradona najveće; 9° (16%). Ovo smanjenje nagiba na ovom polju rezultat je erozije kišnih kapi i slivanja sa površine nasipa, a zatim i rada vode otekla sa planuma, koji je u ovom slučaju bio izvesno vreme bez kontrapada (horizontalan).

Planum: Kao što je ranije rečeno, planum je rađen sa kontranagibom od 30° (17%). Posle osmatračkog perioda od dve godine, na nagibu od 20° kod gornjeg reda gradona, kontranagib planuma je smanjen prosečno za 3° (5%), dok je kod nagiba od 30° ta vrednost $3^\circ 20$ min. (približno 5%). Iz ovoga se može videti da su promene kod gornjeg reda gradona isključivo vezane za slivanje po planumu i sleganje fino obrađenog planuma.

Kod donjeg reda gradona, na nagibu od 20° , kontranagib planuma je smanjen za $7^\circ 40$ min. (13%), dok je na nagibu od 30° kod jednog polja (polje br. 12) kontranagib planuma potpuno izgubljen, a kod ostala dva umanjen za prosečno $12^\circ 30$ min (22%). Ove ubrzane promene su rezultat zapunjavanja planuma, materijalom donetim sa međugradonskih rastojanja.

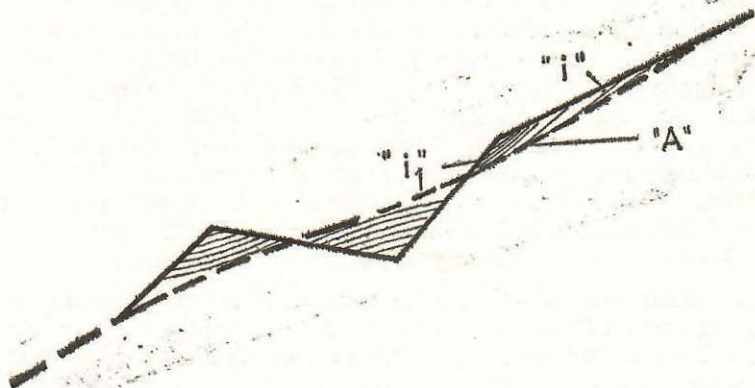
Širina planuma: Imajući u vidu da je širina planuma rezultat međusobnih odnosa nagiba useka i nasipa i kontranagiba planuma, kao i to da ovi odnosi imaju veliki broj kombinacija, ništa nije čudno što se širina planuma nije bitnije izmenila.

Pojava smanjenja širine planuma kod gornjeg reda gradona vezana je skoro isključivo za način merenja širine planuma. Naime, širina planuma je merena koso po planumu pa ukoliko se planum brže zapunjavao i približavao horizontalnoj projekciji to se efektivna širina planuma nije menjala (kod donjeg reda gradona). Kod gornjeg reda gradona, nagib planuma se malo promenio, tj. smanjio, pa se smanjenje kosina useka odmah odrazilo i na smanjenje efektivne širine planuma.

Očuvanje kontranagiba planuma je daleko važnije nego širina planuma, jer gubljenje kontranagiba umanjuje antierozivni efekat gradona.

Iz napred navedenih podataka o promenama gradona, potpuno je jasno da je antierozivni efekat gradona promenljiva stvar i da opada sa starošću gradonskih objekata, tj. sa deformacijom gradonskog planuma. Kako planum gubi svoj prvobitni kontranagib i kako se nagib useka i nasipa deformišu, tako je gradonski objekat sve više u nemogućnosti da zaustavi i zadrži oticanje koje se sve češće preliva preko gradona i učestvuje u formiranju oticanja tj. slivanja ispod njega.

Deformacija gradonskih objekata i njihovo postepeno zaravnjivanje može se objasniti primenom priznate teorije S. Jovanovića (1948, 1960) o aktivnom učešću vode koja otiče, na formiranje prirodnih nagiba (sl. 6).



Sl. 6. Terminanta razvoja dva nejednaka nagiba kod gradona

Bilo koja količina vode koja otiče, svoju kinetičku energiju troši na savlađivanje trenja, otkidanje zemljišnih čestica i njihov transport. Gradon je uglavnom kombinacija dva nagiba, gornjeg koji je manji i donjeg koji je veći. Prema datim objašnjenjima, gornji nagib kao blaži (i) imaće i manju a donji kao veći (i_1), veću potencijalnu erozivnu energiju. Pod ovim uslovima, gornji nagib će se manje smanjivati i predavati manju količinu materijala donjem nagibu. Donji nagib će svojom kinetičkom energijom lako da prenese ovaj materijal, pa će mu ostati dovoljno energije kojom će potsecati gornji nagib i time ga relativno postepeno povećavati (odsečak A). Usled toga javiće se tendenci-

ja da se ovi prvobitno nejednaki padovi izjednače i da se dalje razvijaju kao jednaki padovi sa jednakim potencijalnim erozivnim energijama, sa krajnjim ciljem da se dostigne prvobitni nagib terena pre podizanja gradona.

Međutim, gradon se i radi računajući na to njegovo privremeno efikasno delovanje, koje će biti sasvim dovoljno da učvrsti međugradonsko rastojanje i omogući njihovo pokrivanje vegetacionim pokrivačem. Tako, ukoliko se gradon sve više deformiše, sve postaje manje potreba za njegovim punim antierozionim delovanjem, jer se površina međugradonskog rastojanja postepeno oporavlja, vezuje i obrasta vegetacijom.

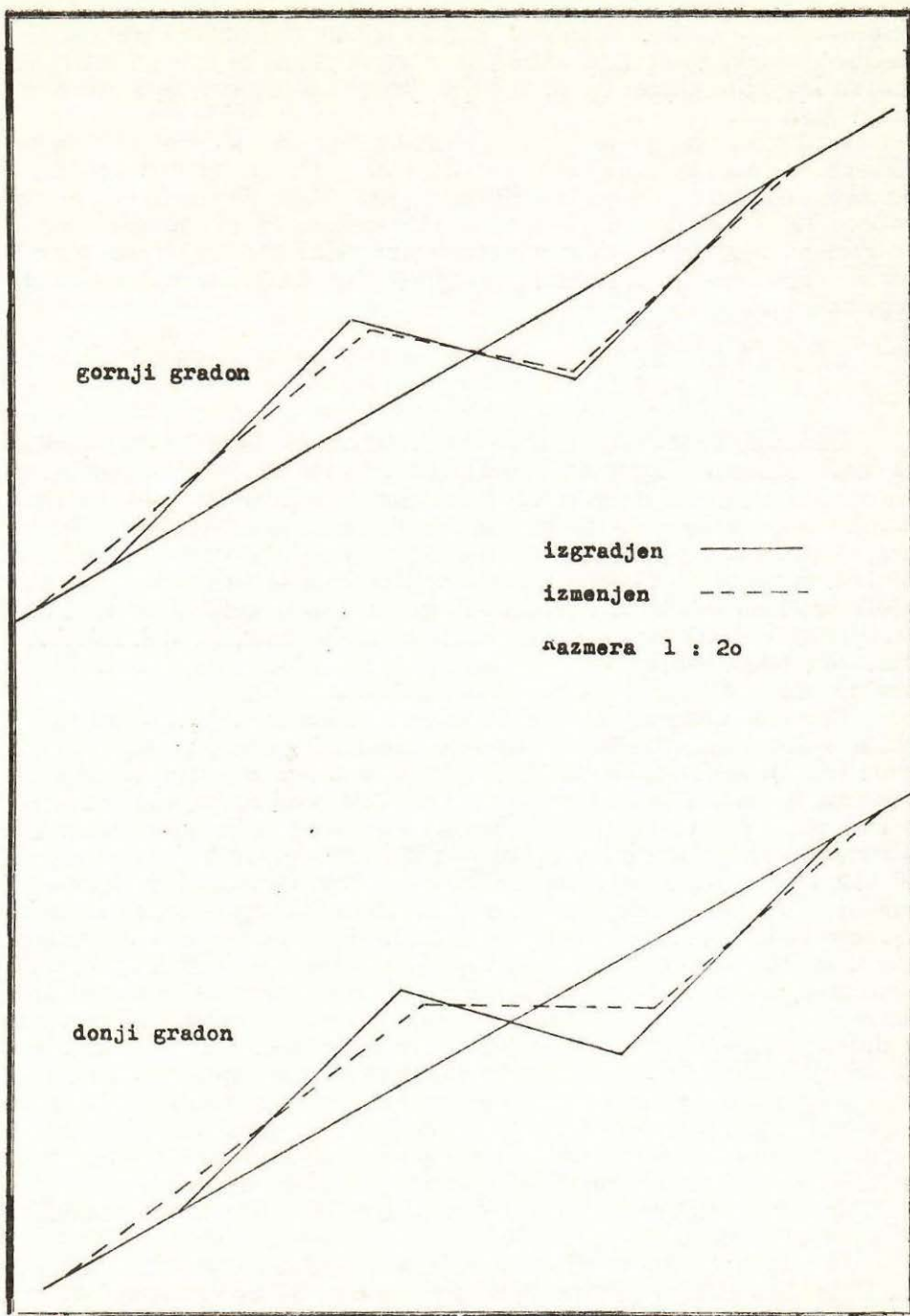
b) Gubici zemljišta sa međugradonskih rastojanja

Odnosenje zemljišta u toku osmatračkog perioda od dve godine sa međugradonskih rastojanja prikazano je u tabeli 7. Ona je načinjena na osnovu promena, datih u tabeli 6 i slici 7, koje su gradoni pretrpeli u toku ispitivanog perioda. Na osnovu premera gradonskih profila na kraju istraživačkog perioda i na osnovu poznavanja prvobitno izgrađenih profila, došlo se do ukupne mase zemljišta koja je naneta na poprečni profil gradona u toku dve godine. Pošto se u ovoj količini nalazi i deo zemljišta od obrušenih kosina useka, to se sračunavanjem ovih količina i njihovim oduzimanjem od ukupne mase dospelog zemljišta došlo do krajnje mase zemljišta sa međugradonskih prostora.

Obračun mase izvršen je na osnovu merenja koja su naneta na radne skice u razmeri 1 : 5 i koja su omogućile relativno tačne obračune (sl. 7). Kod nagiba od 30°, kapacitet gradona za zadržavanje vode i nanosa iskorišćen je kod polja br. 10 sa 77%, kod polja br. 11 sa 85%, a kod polja br. 12 sa 100%, odnosno kod ovog polja je kontranagib planuma potpuno izgubljen i prešao u horizontalu. Ovako ispunjen profil više nije u mogućnosti da zadržava oticanje i nanos, već jedan deo predaje nizvodnom delu. Kod nagiba od 20°, kapacitet gradona za zadržavanje vode i nanosa iskorišćen je sa 20 do 40%, jer je kontranagib planuma još dobro očuvan. Ovaj kapacitet gradona za zadržavanje vode i nanosa, veoma je važan kod planiranja i izbora određenog međurastojanja. U slučaju da je potrebno očuvanje korisnog gradonskog prostora u dužem vremenskom periodu (obično u težim uslovima podizanja vegetacije), onda se međugradonska rastojanja smanjuju. Međutim, ako je dovoljan kraći vremenski period za podizanje vegetacije, onda se sa uspehom mogu primeniti i veća rastojanja među gradonima, kod kojih će se koristan prostor profila brže ispuniti, ali kao što je pomenuto, uz uslov da taj period bude dovoljan za podizanje vegetacije.

Ovaj elemenat je uzet kao jedan od osnovnih pri razradi metodike za optimalna rastojanja gradona.

Iz tabele 8, vidi se da povećanje međugradonskog prostora od 6 na 12 metara (nagib 30°) ne povećava gubitke u istoj srazmeri, tj. ne povećava ih dva puta, već samo za 71%. Slično je i za nagib od 20°. Povećanje međugradonskog rastojanja sa 8 na 14 m, izazvalo je povećanje gubitaka za 62%. Osnovni razlog ovim pojavama je u smanjenju



Sl. 7. Poprečni profil gradona na oglednom polju br. 12, nagib 30°, sa međugradonskim rastojanjem od 12 metara

**PRIKAZ GUBITAKA ZEMLJIŠTA SA MEĐUGRADONSKIH PROSTORA,
RAZLIČITIH MEĐURASTOJANJA A ISTOVETNE ŠIRINE OD 5 METARA,
U TOKU ISTRAŽIVAČKOG PERIODA OD DVE GODINE (1967—68)**

Tabela 7.

NAGIB U STEPENIMA	Rub. br. 1	I = 30°			I = 20°			
		2	10	11	12	13	14	15
Parcela br.		2	10	11	12	13	14	15
Međugradonska rastoja- nja u m'		3	6	9	12	8	12	14
Međugradonska povr- šina u m ²		4	30	45	60	40	60	70
Zemljišni gubici sa me- đugradonskih pro- stora · Vp = 1,5	m ³	5	0,212	0,300	0,362	0,126	0,180	0,204
	kg	6	318	450	543	189	270	306
Odnos u %		7	100	141	171	100	143	162
Specifični gubici zemlj. u kg/m ²		8	10,60	10,00	9,06	4,72	4,50	4,37
Gubici zemljišta u m ³ /ha (2 god.)		9	70,50	66,60	60,50	31,50	30,00	29,20
Količina zemljišta sa međugr. prostora na gradonskom popreč- nom profilu pol m' gradona	m ³	10	0,0424	0,0600	0,0725	0,0252	0,0360	0,0408
	kg	11	63,60	90,00	108,50	37,80	54,00	61,20

ZEMLJIŠNI GUBICI U FUNKCIJI NAGIBA I MEĐUGRADONSKIH RASTOJANJA

Tabela 8.

Nagib	30°			20°		
	6	9	12	8	12	14
Kosa međugr. rastojanja u "m	6	9	12	8	12	14
Odnos gubitaka zemlje u %	100	141	171	100	143	162

OPTIMALNE DIMENZIJE GRADONA

Tabela 9.

Nagib terena stepeni	Širina planuma m	Kontrapad planuma %	Usek	Nasip
15—20	1,0	30	1 : 1	1 : 1,5
20—25	0,8—0,9	30	1 : 1	1 : 1,5
25—40	0,7	30	1 : 0,8	Podzida

specifične erozije sa povećanjem dužine nagiba, odnosno sa povećanjem dužine slivanja gubici svakog narednog metra nisu isti kao na prethodnom, već pokazuju tendenciju opadanja (tabela 7 rubrika br. 8). Međutim, ako se pođe od činjenice da su zemljišni gubici u direktnoj zavisnosti od oticanja, onda se nameće zaključak da će specifični gubici rasti sa povećanjem dužine slivanja, usled zbrajanja oticanja, odnosno, da će na kraju posmatrane dužine nagiba, erozioni gubici biti najveći, kao rezultat najvećeg oticanja. Istraživanja u SAD, Texas... (1953) na ispitivanju efekata dužine nagiba na oticanje i zemljišne gubitke osvetljavaju ovaj problem na drugi način. Istraživači u SAD zaključuju da bi specifični gubici svakako bili veći na dužim nego na kraćim nagibima, ali samo uz uslov da i specifično oticanje bude veće ili bar jednako. Ali to se ne dešava, jer na dužem nagibu ima više mogućnosti (vremena) da se dobar deo slivanja infiltrira nego na kraćem nagibu. Ta istraživanja su pokazala da su na istom nagibu i pod istom kulturom, na dužini od 23 m, gubici bili 29 tona/ha a na dužini od 142 m 19 tona/ha. Na osnovu ovoga mogu se objasniti i naši rezultati, s tim što se može dodati da je ovo smanjenje specifičnih gubitaka prouzrokovano i utroškom najvećeg dela energije slivanja na savlađivanje trenja i otkidanje čestica, tako da je preostala energija oticanja dovoljna da izvrši njihov transport, pa se dešava da se jedan njihov deo taloži duž polja, Jovanović (1948, 1960), Ayres (1936), A. Manual... (1954).

Izloženi rezultati pokazuju da gradonski objekat postavljen upravno na liniju slivanja zaustavlja taj proces, a time i eroziju, a transportovan materijal taloži na planumu. Pošto se uglavnom radi o finom materijalu, velikim delom organskog porekla, planum se obogaćuje hranljivim materijama, zbog čega je pogodan za rast biljaka.

3. Optimalne dimenzije gradona i njihovih međurastojanja

Rezultati izloženi u prethodnom poglavlju, poslužili su kao osnova za formiranje metode za proračun optimalnog rastojanja gradona. Sem toga, terenski i eksperimentalni radovi omogućili su da se dođe do dimenzija gradona i nagiba useka i nasipa na pojedinim padovima. Ovi elementi bi trebalo da predstavljaju najcelishodnije vrednosti kako sa ekonomskog gledišta tako i sa gledišta efikasnog antierozionog dejstva gradona. Nagibi koji se najčešće koriste za podizanje gradona bili bi između 15 i 20°, s tim što se mogu koristiti i nagibi do 35°, a samo izuzetno i nagibi do 40° (tabela br. 9). U ovom poslednjem slučaju, na nagibima od 25 do 40°, škarpa nasipa se mora oblagati, jer nagibi koji bi trebalo da se primene za izradu nasipa od 50—60° jako su nestabilni i teško ih je postići.

Na nagibima bliskim 20°, nasip se može raditi i u odnosu 1 : 1,25. Tako se smanjuje konstrukciona širina, a stabilnost je u granicama dozvoljenosti. Za proračun rastojanja gradona postoji više obrazaca koji se koriste u različitim krajevima sveta. Imajući u vidu njihov uglavnom lokalni karakter, kao i to da se mnogi od njih koriste za proračun rastojanja terasa, to je korišćenje takvih obrazaca u našim uslovima prilično problematično. Alžirska služba za konzervaciju zemljišta koristi

sledeći obrazac za dobijanje međurastojanja banketa na nagibima iznad 15%: $H^2 = 64 p$. Ovde je H vertikalno rastojanje između banketa u metrima a »p« je nagib terena u m, L u j i ć (1963).

U SAD, koristi se formula R a m s e r a u nekoliko varijanti, L u j i ć (1963), G a v r i l o v i ć (1967). Tako se u državi Luizijani, za nagibe iznad 8% koristi sledeća varijanta: $H = 10 p + 0,6$. Značenje oznaka H i »p« je kao i u prethodnom obrascu. Skoro potpuno istovetne rezultate daje i formula

$$H = \frac{P + 6}{3}$$
, koju koristi Služba za konzervaciju zem-

ljišta i vode u SAD, ali za nagibe iznad 5%. Ovde je H — vertikalno rastojanje banketa u stopama (1 stopa = 0,306 m) a »p« nagib u %.

U Bugarskoj se odstojanja između terasa određuju obrascem:

$$L = \frac{b}{k} \cos a$$
, gde je L — horizontalno odstojanje između terasa, b —

širina terase, a k — koeficijent koji zavisi od tipa terase. Ugao »a« — predstavlja nagib terena na kome se projektuju terase.

U SSSR-u se koristi obrazac K o s t j u k o v a A. N.:
$$L = \frac{V^2 \max}{m^2 c h f}$$
,

gde je L — horizontalno odstojanje terasa; V_{\max} — granična brzina za dati tip zemljišta; m — koeficijent koji karakteriše stanje erozije na terenu na kome se podižu terase; c — koeficijent nagiba i rapavosti; h — proračunski intenzitet padavina i f — koeficijent oticanja, L u j i ć (1963). U toku 1967. godine G a v r i l o v i ć S. (1967) dao je univerzalni obrazac za projektovanje međurastojanja gradona, terasa i ban-

$$L = \frac{a \left(b + \frac{c}{y}\right)^{0,5}}{h_k S_1 S_2 (I)^{0,5}}$$
 gde je L — rastojanje u horizontalnoj projek-

ciji u m; a — prosečna dubina riljanja ili oranja na radnoj površini u m; c — prosečna dubina korenova zasadenih kultura u toku prve tri godine u m; y — recipročna vrednost koeficijenta otpora zemljišta na eroziju; h_k — visina maksimalnog dnevnog taloga u m; S_1 — koeficijent vodopropustljivosti; S_2 — koeficijent vegetacionog pokrivača; I — prosečan nagib padine na kojoj se podižu objekti.

Sa izuzetkom dva poslednja obrasca, ostali su empirijski i to bez dublje teoretske osnove jer sadrže uglavnom jedan promenljivi element — nagib terena. Ma kako on dobro bio uveden u jednačinu, ipak je nedovoljan da adekvatno zastupa i ostale elemente, kao što su padavine, zemljište i dr. Obrazac A. N. K o s t j u k o v a je kompletan, ali je njegova primena vezana za izvesne teškoće. U prvom redu namenjen je proračunu rastojanja terasa i za uslove koji se razlikuju od naših. Stoga je izbor pravih vrednosti koeficijenta veoma delikatan pa je i pojava subjektivnih grešaka lako moguća.

Obrazac koji se ovde predlaže je rezultat čisto eksperimentalnih rezultata i kao takav, nesumnjivo, ima prednosti nad empirijskim, pogotovu za naše uslove u kojima je sproveden istraživački rad. U ovaj obrazac je uvedeno pet elemenata — pet nezavisno promenljivih vrednosti: padavine, zemljište, nagib, geološka podloga i ekspozicija:

$$L = 3,0^n \left(\frac{S + G}{P + E} \right), \text{ gde je } L \text{ — rastojanje između gradona mere}$$

no u terenskim uslovima u m; n — eksponent koji se dobija iz jednakosti: $n = 2 + (1 - \sqrt{I})$, gde je I — nagib terena u m; S — koeficijent koji razvrstava pedološki sloj po mehaničkom sastavu, a za njegovo određivanje najpogodnija je terenska metoda K a ć i n s k o g (tabela 10). G — koeficijent koji predstavlja propustljivost podloge i određuje se na bazi inženjersko-geološke karte (tabela 11) P — koeficijent koji

VREDNOSTI PEDOLOŠKOG KOEFICIJENTA — S

Tabela 10.

Vrste zemljišta — mehanički sastav	Vrednost ko- eficijenta S
1. Zemljište u tragovima, drobina na površini	0,6
2. Peskovito zemljište (više od 50% peska/31)	0,8
3. Ilovasto zemljište (sadrži od 30—50% gline/31)	0,9
4. Glinovito zemljište (sadrži više od 50% gline/31)	1,0

VREDNOSTI KOEFICIJENTA PROPUSTLJIVOSTI GEOLOŠKE PODLOGE — G

Tabela 11.

Propustljivost geološke podloge (Kf — koeficijent filtracije)	Vrednost ko- eficijenta G
1. Nepropustljiva ($Kf < 10^{-6}$ cm/sec)	0,8
2. Polupropustljiva ($Kf = 10^{-6} - 10^{-3}$)	0,9
3. Propustljiva ($Kf > 10^{-3}$)	1,0

KOEFICIJENT PDAVINA — P

Tabela 12.

H. sr. mm	10—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	Preko 80
P	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,35

se dobija na osnovu maksimalne visine dnevnog taloga zabeleženog u dužem nizu godina (tabela 12) i E — koeficijent koji predstavlja vrednost ekspozicije (tabela 13).

Pri izvođenju navedenog obrasca, pošlo se od toga da svi elementi potrebni za proračun budu jasno definisani, da se do njih dolazi preci-

Ekspozicija	Koeficijent — E
Severna (N)	1,00
Zapadna (W)	1,05
Istočna (E)	1,05
Južna (S)	1,15

Tabela 14.

PRORAČUN GRADONSKIH MEĐURASTOJANJA PO POJEDINIM OBRASCIMA

Nagib		Dužina međugradonskih rastojanja po nagibu --- m				
Stepeni	%	Alžirski obrazac	Bugarski obrazac	Obrazac A.N. Kostjukova	Obrazac S. Gavrilovića	Predloženi obrazac
20	36	14,10	3,06	10,40	8,70	10,60
25	47	13,00	2,22	9,60	8,10	9,70
30	58	12,20	2,22	8,90	7,50	8,80
35	70	11,70	1,94	8,60	6,70	8,20
40	84	10,60	1,94	8,40	6,50	7,60

zno i brzo, tj. da se mogućnost subjektivnih pogreški svede na minimum. Svi elementi koji figuriraju u jednačini mogu se sakupiti direktno na terenu, sa karata i drugih postojećih podloga.

Na primer, ako je potrebno odrediti rastojanje gradona na nagibu od 30°, gde je pedološka podloga ilovastog mehaničkog sastava, geološka podloga polupropustljiva, ekspozicija južna, H max. = 50 mm, rastojanje će biti:

$$L = 3,0^n \left(\frac{S + G}{P + E} \right); n = 2 + (1 - 0,76) = 2,24$$

$$L = 3,0^{2,24} \times 0,78 = 11,6 \times 0,78 = 9,0 \text{ m.}$$

U najvećem broju slučajeva, površina, površina istretirana gradonskom mrežom, brzo će se zatraviti prirodnim putem. Ovo je utoliko brže ukoliko se u neposrednoj blizini već nalaze travne površine i ukoliko su uslovi takvi da pružaju makar i minimum potrebnih uslova za obnovu vegetacije. U ekstremnim slučajevima, potrebno je izvršiti veštačko zatravljivanje međuprostora.

U tabeli 14 prikazani su rezultati proračuna gradonskih međurastojanja, izvršeni po različitim metodama a za istovetne uslove, za pet različitih nagiba.

Za proračun tabele 13 korišćene su sledeće vrednosti parametara: b = 1,0; 0,8; 0,7 m (prema predloženim širinama gradonskih planuma

za pojedine nagibe); $k = 0,36$; $V_{max} = 0,65$ m/sec; $m = 1,5$; $c = 20 \sqrt{I}$; $h = 0,002$ m; $f = 0,80$; $a = 0,4$; $b = 1,0$; $c = 0,4$; $y = 1,1$; $h_k = 0,06$; $S_1 = 0,7$; $S_2 = 0,9$; $S = 0,9$; $G = 0,9$; $P = 1,20$; $E = 1,15$.

Iz napred navedene tabele vidi se da, sa izuzetkom bugarske metode, ostale pokazuju zakonitost u postepenom opadanju rastojanja sa povećanjem nagiba. Kod bugarske metode, pojava malih međurastojanja isključuje mogućnost njene primene za proračun rastojanja gradona, pošto je ona namenjena za proračun rastojanja terasa.

Alžirska metoda daje nešto veće vrednosti od ostalih. Primetna je sličnost rezultata između metode A. N. Kostjukova i predložene metode. Veće razlike se pojavljuju kod većih nagiba terena: po A. N. Kostjukovu rastojanja gradona sporije opadaju sa povećanjem nagiba nego kod predloženog obrasca.

ZAKLJUČAK

U prethodnim poglavljima izneti su uglavnom rezultati dvogodišnjih istraživanja na utvrđivanju prirodnog ponašanja gradona u datim uslovima. Na osnovu ovih i drugih ranije stečenih iskustava o gradonima, dobijeni su određeni pogledi, stavovi i najzad zaključci koji pored teoretske imaju i praktičnu vrednost. Oni se odnose uglavnom na problem upotrebe, oblika i međurastojanja gradonskih objekata.

Osnovni cilj rada bio je utvrđivanje antierozionog efekta gradona, na osnovu kojih su i predložena celishodna rastojanja i dimenzije. Iz tih razloga u ovom radu je i zanemaren gradon kao mesto za pošumljavanje pa nije ni obrađivan način izrade gradona, način pošumljavanja kao ni eventualna mogućnost korišćenja gradona u poljoprivredne svrhe. Ovo je naročito aktuelno za slučajeve kada su gradoni toliko razmaknuti da je sklapanje sastojine onemogućeno, pa se tada gradoni veoma lepo mogu koristiti za povrtarstvo, gajenje lekovitog bilja, krmnog i sl.

Međutim, radovi na rasvetljavanju svih ovih i mnogih drugih problema vezanih za taj aspekt korišćenja gradona, u toku su i predstavljajuće organski nastavak rada koji je ovde izložen.

LITERATURA

- 1) »A Manual on Conservation of Soil and Water« — Agriculture Handbook № 61, Washington 1954.
- 2) Ayres Q. C.: »Soil erosion and its Control«, New York 1936.
- 3) Bayer L. D.: »Soil Physics«, New York 1959.
- 4) Benneth H. H.: »Elements of Soil Conservation«, New York 1947.
- 5) Biolčev A. S.: »Erozija i borbata snea«, Sofija 1959. (bugarski).
- 6) »Borba s erozijej počv«, Zbornik radova, Ukrajinska akademija, Kiev 1962. (ukrainski).
- 7) »Forest and Range Hydrology Handbook«, Washington 1959.
- 8) Frevert K. R. and others: »Soil and Water conservation Engineering«, New York 1959.
- 9) Gavrilović dr ing. S.: »Projektovanje biološko-retencionih radova i mera u bujičnim slivovima i erozionim područjima«, DGA-961, Beograd, 1967.
- 10) Grosse B.: »Preparation of detailed soil erosion maps by means of the results of general soil mapping in West Germany«, Symposium of Bari 1962.
- 11) Godišnji izveštaj za 1966. godinu po temi: »Utvrđivanje intenziteta erozije zemljišta«, Dokumentacija Instituta za šumarstvo i drvenu industriju Beograd.

- 12) Horvat I.: »Šumske zajednice Jugoslavije«, Zagreb 1963.
- 13) Jovanović dr B.: »Dendrologija«, Beograd 1961.
- 14) Jovanović S. Petar: »Osnovi geomorfologije«, Beograd 1960.
- 15) Jovanović S. Petar: »Novo shvatanje o rečnoj eroziji«, Beograd 1948.
- 16) Kittredge J. »Forest influences«, New York 1948.
- 17) Korzun V. J.: »Stok i poteri taljih voda na sklonah polevih vodosbo-rov«, Lenjingrad 1968, (ruski).
- 18) Lazarević dr R.: »Naučno-istraživački rad i problemi u oblasti borbe protiv erozije i bujičnih tokova«, Simpozijum o problemima erozije u SRS, Beograd 1968. godine.
- 19) Lujčić dr ing. R.: »Melioracije erodiranih područja«, skripta — udžbenik za studente, Beograd 1963.
- 20) Lujčić dr ing. R.: »Neki problemi u vezi sa protiverozionim radovima i melioracijama zemljišta«, Šumarstvo 8/10, Beograd, 1964.
- 21) Lujčić dr ing. R. — Đorović ing. M.: »Istraživanje ekonomski najpo-voljnijih razmaka i dimenzija gradona i njihovo korišćenje za pošumljavanje u uslovima zatravljanja međuprostora«, Beograd 1967, Dokumentacija Instituta za šumarstvo i drvnu industriju — Beograd.
- 22) La Défense Des Terres Cultivées Contre L'Érosion Hydraulique, Rome 1967.
- 23) Lutz J. H. — Chandler R. F.: »Forest Soils«, New York 1959.
- 24) Saccardy L.: »Notes sur le calcul des banquettes de restauration des soils«, 1955. godina.
- 25) »Savetovanje o pošumljavanju na erodiranim terenima«, Niš, 1960.
- 26) »Agrolesomelioracija«, časopis, Moskva, god. 1956. (ruski).
- 27) »Soil« The Yearbook of Agriculture 1957, Washington 1958.
- 28) »Sistem za navodnjavanje Boleč«, Glavni projekat, Energoprojekt 1968.
- 29) Sus J. J.: »Erozija počv i borba s neiju«, Moskva, 1949. (ruski).
- 30) »Texas agricultural experimental station«, Bulletin 781, Washington 1953.
- 31) »Water«, The Yearbook of Agriculture 1955, Washington 1956.
- 32) Wischmeier W. H. — D. D. Smith: »Soil loss Estimation as a Tool in Soil and Water Management Planning«, Symposium of Bary, 1962.
- 33) Radovi izvršeni u laboratoriji Instituta za šumarstvo i drvnu industriju Beograd.
- 34) Gračanin M., Pedologija, Zagreb, 1947.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF ANTIEROSION ACTIVITY OF GRADINES

Summary

In this paper is gathered experiance of many years, on the use of gradons as antierosion constructions, based on filed investigations of constructed gradons through Serbia and on experimental investigations.

Observations of antierosion function and other beneficial effects of gradon construction in nature during a period of a few years, are the best evidence of correct or wrong selection of form and construction of gradons.

During these field tests, which objective was to determine all essential elements important for successful functioning as well as their economy, according to their significance, the following elements were selected: distance among gradons, form and dimensions of gradons in function of the slope. These elements have been the object of further experimental investigations on sample plots (Fig. 2, 3, 4). Investigation on the field, and experimental investigations on sample plots

during 2 years period, facilitated formation of basic constructive elements of gradons in relation to the slope of field on which gradons were constructed. These, the most appropriate construction elements of gradons are given in Table 9.

Also, method was created for determination of optimal distance among gradines on the basis of the following:

$$L = 3,0^n \left(\frac{S + G}{P + E} \right) \text{ where:}$$

L — means distance among gradons in m. measured on the slope of the field;
n — means exponent which depends to the slope and could be derived from the equality;

$n = 2 + (1 - \sqrt{I})$, where I represents the slope of field in m;

S — means coefficient of pedological substratum (Table 10);

G — means coefficient of precipitation which depends upon the height of a maximal daily presipitation (Table 12);

E — means coefficient of exposition (Table 13).

This paper is abstract from the post graduate thesis defended on March 18, 1971 at the Faculty of Forestry. The examination board was made up of the following professors: Dr. R. Lujčić (Chairman of the board), Dr. R. Ivkov and Ing. P. Jakovljević as members.