

UTJECAJ ŠUMSKE VEGETACIJE NA SUZBIJANJE EROZIJE U BUJIČNIM SLIVOVIMA MEDITERANSKOG PODRUČJA HRVATSKE

INFLUENCE OF FOREST VEGETATION ON KEEPING DOWN OF EROSION IN THE TORRENT FLOW ON THE MEDITERRANEAN PART OF CROATIA

Vlado TOPIĆ*

SAŽETAK: U radu su prikazani erozijski procesi na goloj površini i površini pod šumskom vegetacijom (brnistra, šmrika). Istraživanja su provedena na pokusnoj plohi B_3 u slivu bujice Suvave. Utvrđene su srednje godišnje vrijednosti površinskog otjecanja koje na goloj površini iznose 111,6 mm (1116,0 $m^3 \cdot ha^{-1}$) s koeficijentom otjecanja od 0,0068 i gubicima tla od samo 0,309 $g \cdot m^{-2}$ ili 0,0031 $t \cdot h^{-1}$. Gubici tla na goloj površini veći su za 619,97 puta nego pod vegetacijskim pokrivačem.

Ključne riječi: sliv bujice Suvave, pokusna ploha B_3 , gola površina, površina s vegetacijskim pokrivačem, oborine, površinsko otjecanje, erozija, gubici tla, brnistra, šmrika, mediteransko krško područje.

UVOD — Introduction

Meditransko područje Republike Hrvatske pokriva 15.389 km^2 površine (Topić 1994). To je tipično krško područje, gdje erozija tla i njen najeksesivniji oblik - bujice, predstavljaju veliki problem, iako je u jednom dijelu ovog područja, u prošlosti potpuno degradiranom i ogoljenom (krške goleti) erozija dospjela do svoje negacije (Topić i Leko 1987).

Najveća i najteža bujičarska problematika je na terenima s nepropusnim podlogama (verfenski škrljci, laporci i flišne naslage), koji zauzimaju značajne površine u priobalnom dijelu i slivovima rijeka. Ovi tereni su vrlo erodibilni, naročito ako se njima slabo gospodari i ukoliko su bez vegetacije.

Proučavanje gubitaka zemljišta u funkciji erozijskih parametara, predstavlja osnovu za utvrđivanje stupnja njihove degradacije pod utjecajem erozijskih procesa, a također i osnovu za planiranje korištenja i zaštite po-

ljoprivrednih površina, šumskih površina, melioracijskih i drugih sistema.

Na mediteranskom krškom području, ova istraživanja dobivaju posebno značenje, osobito kada se radi o erozijskom djelovanju oborinskih voda. Imajući u vidu ove razloge, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu, osnovao je 1971. godine eksperimentalne plohe u slivu Suvave, sa ciljem da se suvremenim stacioniranim metodama, dođe do originalnih podataka o bitnim karakteristikama erozije tla pod vodom (Jedlowski i dr. 1975, Topić 1987, Topić i Kadović 1991).

U ovom radu iznosi se dio rezultata dugogodišnjih istraživanja, dobivenih na eksperimentalnim površinama u slivu Suvave, a imaju osnovni cilj da ukažu na utjecaj vegetacije (brnistra, šmrika) na površinsko otjecanje oborinskih voda i erozijske gubitke tla.

Ovaj je rad prezentiran na Savjetovanju "100-ta obljetnica znanstveno istraživačkog rada poljodjelsko prehrambenog sustava i šumarstva mediterana R. Hrvatske" održanom u Splitu od 12. do 14. 10. 1994.

* Dr. sc. Vlado Topić, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Split

PRIRODNE ZNAČAJKE OBJEKTA — Natural characteristic of object

Sliv Suvave zauzima površinu od 1.823,0 ha, s dužinom glavnog toka od 10,1 km i ukupnom dužinom

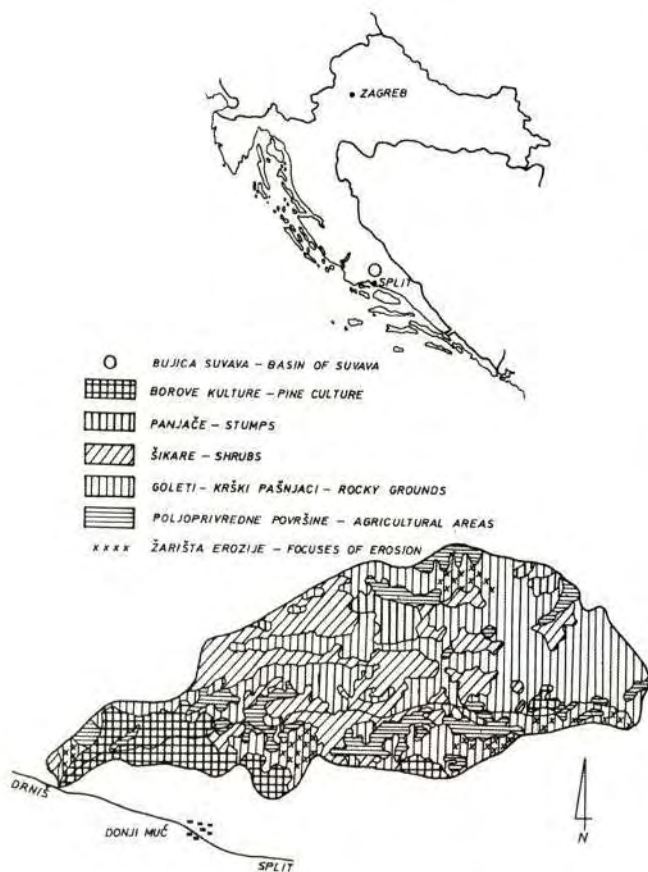
većih i manjih protoka - vododerina od 20,8 km. Izduženog je oblika, u pravcu sjeveroistok-jugozapad i prostire se između 460 i 961 m n.v. (sl. 1).

Klima ovog područja je submediteranska, sa srednjom godišnjom temperaturom od 12,9 °C. Srednja godišnja količina oborina, za razdoblje 1973. - 1993. godine iznosila je 1329,4 mm, a maksimalna količina od 1882 mm zabilježena je 1976. godine. Najveći dio oborina pada u tijeku jeseni i to često u obliku pljuskova, a najmanji dio u ljetnom razdoblju. U Muću imamo prosječno godišnje 92 kišna dana, od čega 18 erodibilnih.

U geološkom smislu, sliv je vrlo raznolik. Zastupljene su formacije donjeg i srednjeg trijasa, liasa, jure i kvartara. Najveće površine prekrivaju šupljikavi dolomiti, tamni vapnenci donjeg liasa i vapnenac srednje jure.

Na trijaskim materijalima uglavnom nalazimo litogena tla, na vapnencima jure plitka smeđa tla, dok iz kvartara postoje manje površine sa crvenicom.

Najveći dio površine sliva, u vegetacijskom pogledu, pripada području rasprostranjenja zajednice hrasta medunca i bijelog graba. Šuma je skoro čitavog sliva potisnuta i nalazi se u različitim stadijima degradacije, od panjače i šikare do kamenjare (goleti). Borove kulture zauzimaju samo 10,7% površine sliva i one su dobrim dijelom smirile erozijska žarišta u tom dijelu sliva, površine šikara i panjača 21,8%, goleti zauzimaju 50,4%, poljoprivredne površine 16,7%, a pod putovima je 0,4%.



Slika 1. Položaj i struktura površina sliva bujice Suvava

Figure 1. Position and surface structure of the torrent Suvava basin

METODA RADA — Work method

U tijeku 1971. godine, u slivu Suvave, formirane su i postavljene tri eksperimentalne plohe (B_1 , B_2 , B_3). Sve eksperimentalne plohe nalaze se na nagibu od 28,8%, sa svojim recipijentima i odgovarajućim biljnim pokrivačem (sl. 2).

Nakon osnivanja ploha B_3 bila je bez biljnog pokrivača do 1977. godine kada je na njoj posađena brnista (*Spartium junceum* L.) koja pun učinak počinje davati od 1981. godine. Zbog toga se ploha B_3 u tom razdoblju može smatrati kao ploha bez biljnog pokri-

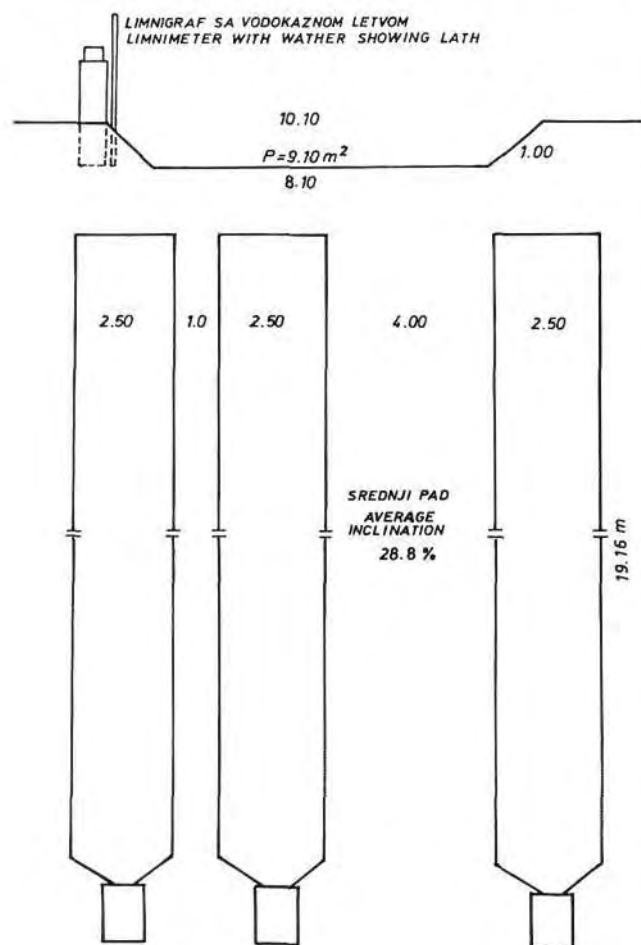
vača (gola površina). Od 1982. godine ploha je pod vegetacijom (90% brnista, 10% šmrika).

Uzimanje uzoraka vode i nanosa iz recipijenata počelo je 17. siječnja 1973. godine, a njihove analize obavljene su u laboratoriju Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu. Podaci površinskog otjecanja vode i gubici tla, obrađeni su i analizirani za razdoblje 1973. - 1981. godine, razdoblje kada je ploha bila bez vegetacije (gola površina) i za razdoblje 1982. - 1993. godine kada je ploha pod vegetacijom.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA — Research results

U razdoblju od 1973. do 1981. godine godišnje količine oborina kretale su se od 968,6 do 1881,9 mm, a srednja godišnja vrijednost je iznosila 1464,7 mm.

U tom razdoblju otjecanje i zemljišne gubitke na plohi B_3 , plohi bez vegetacije (goloj površini), izazvale su oborine od 2,5 - 136,5 mm. Od ukupno 870 ki-



Slika 2. Profil pregrade na bujici Suvava i situacija pokusnih ploha
Figure 2. Profile of partition on torrent Suvava and the situation of experimental plots

šnih dana bilo je 154 (17,7%) erodibilnih s oborinama koje su dale otjecanje.

U razdoblju od 1982. do 1993. godine količine oborina kretale su se od 1.015,5 do 1.486,5 mm sa srednjom godišnjom vrijednosti od 1.227,9 mm.

Otjecanje i zemljišne gubitke u danom razdoblju na plohu B₃, sada pod vegetacijom (brnistrom, šmrikom), izazvale su oborine od 14,0 - 149,7 mm (u posljednje tri godine od 47,5 - 149,7 mm). U ovom razdoblju od 1.061 kišnih dana bilo je 83 (7,8%) erodibilnih dana s oborinama koje su dale otjecanje.

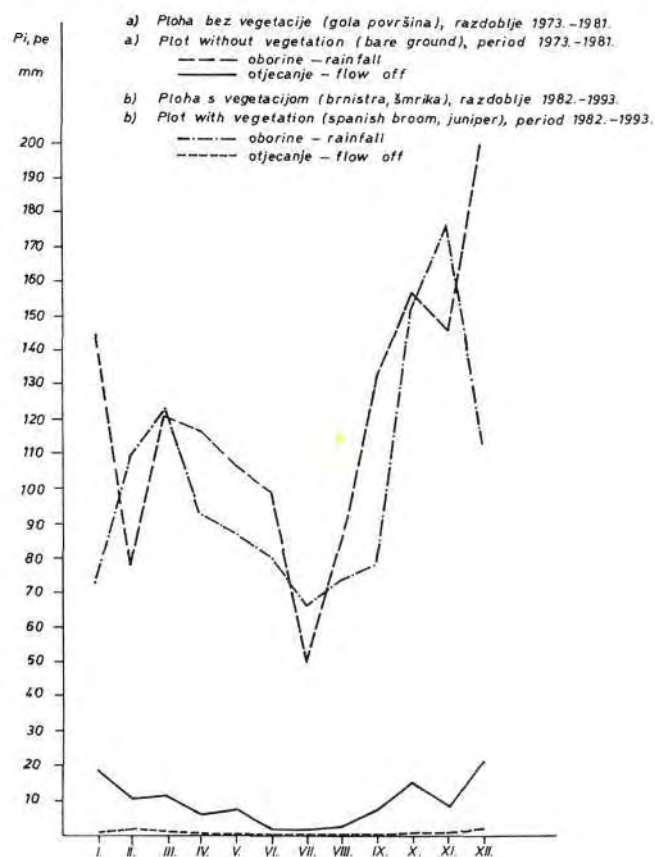
Analizom dobivenih podataka, jasno se uočava da su na površinsko otjecanje bitno utjecali vegetacijski pokrov i intenzitet, a ne količina oborina, pri čemu je zapaženo da čak i male količine oborina na golim površinama izazivaju otjecanje, što nije slučaj pod vegetacijom. To se dešava u slučaju kada su svi ostali uvjeti o kojima ovisi otjecanje u svom maksimumu, tj. kada je zemljišni profil potpuno zasićen vodom i više nije u stanju primiti dodatnu bilo koju količinu vode.

Naprijed navedeni zaključak ilustrira primjer da je oborina od 2,5 mm zabilježena 23. 12. 1973. godine

na plohi B₃ kada je bila bez biljnog pokrivača (golet), izazvala otjecanje i zemljišne gubitke. Ovoj oborini je dan prije prethodila oborina od 114,2 mm. Podaci o srednjim godišnjim vrijednostima oborina i otjecanje na plohi B₃, za razdoblje od 1973. - 1981. godine kada je ploha bila bez biljnog pokrivača (gola površina) i za razdoblje od 1982. - 1993. godine kada se na istoj plohi nalazi vegetacija (brnistra, šmrika), prikazani su na grafikonu 1.

Grafikon 1. Srednje mjesečne vrijednosti oborina i otjecanja na pokusnoj plohi u slivu bujice Suvava

Graph 1. Average monthly values of rainfall and flow of on the experimental plot in the basin of the Suvava torrent



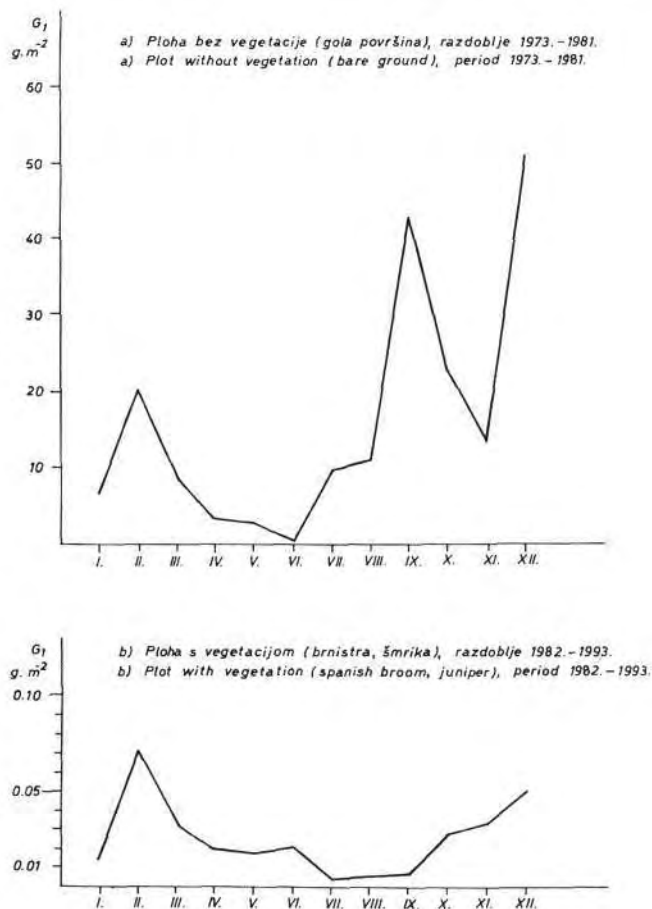
Iz navedenih podataka može se zaključiti da se srednje mjesečne vrijednosti površinskog otjecanja kreću u sljedećim granicama: na goloj površini od 1,1 do 21,7 mm, pod vegetacijom od 0,1 do 2,1 mm. Koeficijent površinskog otjecanja kreće se na goloj površini (goleti) od 0,011 do 0,108, a na površini pod vegetacijom od 0,0014 do 0,019. Srednje godišnje vrijednosti površinskog otjecanja iznose: na goloj površini 111,6 mm (1.116,0 m³ · ha⁻¹), s koeficijentom otjecanja od 0,0068.

Vrijednosti srednjih mjesečnih gubitaka tla prikazani su na grafikonu 2. Iz navedenih podataka, vidljivo je, da se erozijski gubici kreću, za голу površinu od 0,035 do 50,674 g · m⁻², a na površini pod vegetacijom od 0,004 do 0,071 g · m⁻². Maksimalne vrijednosti ero-

zijskih *gubitaka tla* zabilježeni su 13. 9. 1975. godine, na goljoj površini - $199,287 \text{ g.m}^{-2}$, a izazvala ih je oborina od 83,8 mm. Za površinu pod vegetacijom maksimalna vrijednost gubitaka iznosila je $0,137 \text{ g.m}^{-2}$, a izazvala ih je oborina od 56,0 mm, zabilježena 23. 12. 1982. godine. Maksimalne mjesečne vrijednosti *gubitaka tla* registrirane su na goljoj površini, u rujnu i prosincu 1975. godine $274,266 \text{ g.m}^{-2}$ ($2,74 \text{ t.ha}^{-1}$) i $224,502 \text{ g.m}^{-2}$ ($2,24 \text{ t.ha}^{-1}$). Na površini pod vegetacijom maksimalne mjesečne vrijednosti *gubitaka tla* iznosile su samo $0,431 \text{ g.m}^{-2}$ ($0,0043 \text{ t.ha}^{-1}$), a registrirane su u prosincu 1982. godine.

Srednja godišnja vrijednost *gubitaka tla* za razdoblje 1973. - 1981. na goljoj površini iznosi $191,571 \text{ g.m}^{-2}$ ili $1,92 \text{ t.ha}^{-1}$, dok su gubici u 1975. godini iznosili $6,50 \text{ t.ha}^{-1}$ a u 1976. godini $7,09 \text{ t.ha}^{-1}$, što je znatno iznad erozijske tolerancije ($2,0 \text{ t.ha}^{-1}$). U razdoblju 1982. - 1993. godine na istoj površini, ali sada pod vegetacijom (brnistra, šmrika) srednje godišnje vrijednosti *gubitaka tla* iznose samo $0,309 \text{ g.m}^{-2}$ ili $0,0031 \text{ t.ha}^{-1}$. Uspoređujući prosječne godišnje *gubitke tla* na goljoj površini i površini pod vegetacijom vidljivo je da su gubici tla na goljoj površini za 619,97 puta veći nego pod vegetacijom.

Grafikon 2. Srednje mjesečne vrijednosti gubitaka tla na pokusnoj plohi u slivu bujice Suvava
Graph 2. Average monthly values of soil loss on the experimental plot in the basin of the Suvava torrent



ZAKLJUČAK — Conclusion

Na osnovi rezultata višegodišnjih istraživanja dobivenih na pokusnoj plohi u slivu bujice Suvava može se zaključiti:

Površinsko otjecanje oborinske vode ovisi o vegetacijskom pokrovu, trenutnoj vlažnosti tla i intenzitetu, a manje o količini oborina, pri čemu je zapaženo da čak i male količine oborina na goljoj površini izazivaju otjecanje i zemljišne gubitke, što nije slučaj na površinama pod vegetacijom.

Srednje godišnje vrijednosti površinskog otjecanja na goljoj površini iznose $111,6 \text{ mm}$ ($1,116,0 \text{ m}^3\text{.ha}^{-1}$), s koeficijentom otjecanja od $0,076$ i *gubicima tla* od $191,571 \text{ g.m}^{-2}$ ili $1,92 \text{ t.ha}^{-1}$, a na površini s vegetacijskim pokrivačem (brnistra, šmrika) površinsko otjecanje iznosi $8,3 \text{ mm}$ ($83,0 \text{ m}^3\text{.ha}^{-1}$) s koeficijentom otjecanja od $0,0068$ i *gubicima tla* od samo $0,309 \text{ g.m}^{-2}$ ili $0,0031 \text{ t.ha}^{-1}$. Gubici tla na goljoj površini veći su za 619,97 puta nego pod vegetacijskim pokrivačem.

LITERATURA — References

- Jedlowski, D., Jelavić, A., Topić, V., 1975: Procuvanje osnovnih parametara erozije i bujica na određenim slivovima mediteranskog područja. Institut za jadranske i kulture i melioraciju krša, Split.
- Topić, V., Lekić, I., 1987: Erozijska i bujična područja Dalmacije. Prvo Jugoslavensko savjetovanje o eroziji i uređenju bujica. Lepenski vir.
- Topić, V., 1987: Erozijska u slivu bujice Suvave, Erozijska 15, Beograd.
- Topić, V., Kadović, R., 1991: Flowing away and erosion damage in the basin of Suvava independence with the way of the utilisation of soil. 10 th World Forestry Congress, Paris.
- Topić, V., 1994: Ekološka obilježja mediteranskog područja Republike Hrvatske. 100-ta obljetnica znanstvenoistraživačkog rada poljodjelsko prehranbenog sustava i šumarstva mediterana R. Hrvatske, Simpozij, Split.

SUMMARY: *The Mediterranean area of the Republic of Croatia covers 15.389 km². It is a typical karst area, where the soil erosion and its most excessive form — torrents — are a great problem. The greatest and the most difficult torrent problem is on the areas with unpassable soils (werfench, marls and flysch), which take great areas in the coastal part and in the flows of rivers. These areas are very erosive, especially if they are badly managed and without vegetation. Having these reasons in mind, the Institute for the adriatic cultures and karst melioration in Split founded in the year 1971 the experimental plots B₁, B₂ and B₃ in the mouth of the torrent Suvava in Muć, on the inclination 28,8% with the recipients and the corresponding plant cover, with the aim to come to the original data about the important characteristics of the walter soil erosion by modern methods. The flow of Suvava takes the area of 1.823 ha, with the length of the main flow of 10,1 km and the entire length of greater and smaller tributary streams — torrents of 20,8 km. Its form is protruded and it extends itself between 460 and 961 m above the sea level (Fig. 1).*

The climate of this area is submediterranean, with the average year rainfall of 1.329 mm. In Muć there are 92 rainy days on an average, and from that 18 erosive ones. In the geological sense, the flow is very different. There are formations of lower and middle trias, lias, iura and the quarter. On the trias we mainly find minerologic soils, on the limestones of iura thin brown soils and from the quarter there are smaller areas of terra rossa soils.

The greatest part of the flow area, in the vegetation sense, belongs to the community of Oak downy, and Hornbeam oriental. The forest of almost whole flow area was pushed back and it is found in different stadiums of degradations, from underbrush to bare ground.

This paper deals with the erosion processes on bare soil and on the soils under forest vegetation (spanish broom, juniper). The research was done on the experimental plot B₃ for the period of 1973 — 1981, the the period when the plot was without vegetation (bare ground) and for the period of 1982 — 1993 when it was under vegetation.

*The data of the surface flow off and soil loss are shown on the graph 1 and 2. The average year values of the surface flow off on the bare area are 11,6 mm (1.116,0 m³.ha⁻¹), with the coefficient of flow away 0,076 and soil loss 191,571 g.m⁻² or 1,92 t. ha⁻¹, and on the area with the vegetative cover (*Spartium junceum* and *Juniperus oxycedrus*) the surface flow off is 8,3 mm (83,0 m³.ha⁻¹) with the coefficient of flow away 0,0068 and the soil loss of only 0,309 g.m⁻² or 0,0031 t.ha⁻¹. The soil loss on the bare area 619,97 times larger than under the vegetative cover.*

Key words: *the flow of the torrent Suvava, experimental plot B₃, bare ground, area with the vegetative cover, rainfall, the surface flow off, erosion, soil loss, spanish broom, juniper, mediterranean karst area.*