

Estimate of Erosion Risk on Soils in the Vinodol Valley

Ivica KISIĆ
Ferdo BAŠIĆ
Milan MESIĆ
Anđelko BUTORAC

SUMMARY

Potential natural soil erosion by water was investigated on six soil units occurring in the studied area of the Vinodol valley.

According to the overall depth to the parent rock, soils were classified into three groups: medium deep (< 0,8 m - Fluvisol-colluvial soils, gleyic and Rendzina on colluvial drift), deep (0,8-1,2 m - colluvial soils with prevailing of soil material) and very deep soils (> 1,2 m - Fluvisol, calcareous, gleyic; Gleys, hypogleyic and Gleys, amphigleyic). Tolerant soil loss for the studied area was estimated at 12 t/ha yearly for very deep and deep soils, and 8 t/ha yearly for medium deep soils. Rain erosiveness indicator was calculated for two meteorological stations (Bribir and Novi Vinodolski). Calculation and interpretation of the results were carried out using the USLE (Universal Soil Loss Equation) method.

The obtained results point to the conclusion that the degree of erosion risk on alluvial-colluvial, alluvial carbonate and eugley, gleyic was insignificant till moderate. On colluvial and rendzina on colluvial drift erosion risk was high till extreme.

Results obtained in this research indicate that erosion on most soils of the Vinodol depression does not exceed tolerance (except colluvial and rendzina on colluvial drift). Nevertheless, we would like to emphasize that absolute priority in slowing down and further reducing erosional processes on all soil types on sloping terrains should be given to contour (across the slope) ploughing and, unfailingly, to leaving plant mulch on the soil surface in orchards and vineyards, or its ploughing-in in other agricultural production.

KEY WORDS

USLE, soil erodibility, potential erosion, risk of erosion, soil conservation

Faculty of Agriculture University of Zagreb
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia
E-mail: ikisic@agr.hr

Received: May 5, 2000

Procjena rizika od erozije na tlima Vinodolske kotline

Ivica KISIĆ
Ferdo BAŠIĆ
Milan MESIĆ
Anđelko BUTORAC

SAŽETAK

Istraživanja prirodne potencijalne erozije tla vodom obavljeno je na šest tipova tala zastupljenih na području Vinodolske kotline.

Prema ukupnoj dubini do matične stijene tla su svrstana u tri klase: srednje duboka (< 0,8 m - aluvijalno-koluvijalno, oglejeno, skeletoidno i rendzina na koluvijalnim nanosima); duboka (0,8-1,2 m - koluvijalno s prevlašću zemljišnog materijala) i vrlo duboka tla (> 1,2 m - aluvijalno, karbonatno, oglejeno; močvarno glejno, hipoglejno i močvarno glejno amfiglejno). Za istraživano područje tolerantni gubitak erozijom određen je na 12 t/ha/god, za vrlo duboka i duboka tla, a 8 t/ha/god za srednje duboka tla. Pokazatelj erozivnosti kiše izračunat je za dvije meteorološke postaje (Bribir i Novi Vinodolski). Proračun i interpretacija rezultata obavljena je primjenom prognostičke USLE (Universal Soil Loss Equation) metode.

Temeljem ostvarenih rezultata zaključujemo da se stupanj rizika od erozije kreće od neznatnog do umjerenog (aluvijalno-koluvijalno; aluvijalno karbonatno i močvarno glejna tla). Na koluvijalnom tlu i rendzini na koluvijalnim nanosima opasnost od erozije je visoka do ekstremna.

Izmjerena erozija na području Vinodolske kotline kod svih tala (izuzev koluvijalnog i rendzine na koluvijalnim nanosima) ne prelazi tolerantnu granicu. Rezultati istraživanja ukazuju da apsolutnu prednost u zaustavljanju i smanjenju erozijskih procesa na nagnutim terenima treba dati konturnoj obradi i obvezatnom ostavljanju biljnog malča na površini tla u voćnjacima i vinogradima, odnosno njegovom zaoravanju u ostaloj poljoprivrednoj proizvodnji. Na koluvijalnom tlu i rendzini tj. tipovima tla na kojima je utvrđen visok rizik od erozije bilo kakva obrada na nagibima većim od 6% bez podizanja terasa je vrlo upitna.

KLJUČNE RIJEČI

USLE, erodibilnost tla, potencijalna erozija, rizik od erozije, konzervacija tla

Zavod za opću proizvodnju bilja
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
E-mail: ikisic@agr.hr

Primljeno: 5. svibnja 2000.

Rad je izložen na međunarodnom znanstvenom skupu: Unapređenje poljoprivrede i šumarstva na kršu, Split, ožujak 2000.

UVOD

Erozija prati civilizaciju od njezina postanka, poprimajući povremeno katastrofalne razmjere, što je primjerice prouzročilo nestanak etiopske-aksumske civilizacije u VII stoljeću ili velike seobe naroda na području Gondora i Lalibele u Etiopiji (Hurni, 1979). Prema mišljenju Lala (1993) isti su razlozi nestanka civilizacije Maya u Južnoj Americi.

Ubrzana erozija do sada je nepovratno uništila 430 milijuna hektara poljoprivrednog zemljišta, ili oko 30% ukupnih obradivih površina na Zemlji (Batie, 1984). Prirodna produkcija erozijskog nanosa iznosi 9,9 mld. tona godišnje, a antropogenim utjecajem prouzročena je 2,5 puta veća i iznosi 26 mld. tona godišnje (Lal, 1990). Tridesetih godina ovoga stoljeća, poznatih kao "prljave tridesete", Kongres USA donosi odluku kojom eroziju tla proglašava "državnim neprijateljem br. 1" (Batie, 1984).

U nas je istraživanju erozije tla posvećeno nesrazmjerno malo pozornosti. Prva su mjerenja izvršena u razdoblju od 1956.-1977. na području fliša u središnjoj Istri, na eksperimentalnom objektu Abrami kod Buzeta. Prva iskustva u izravnom mjerenju naši su istraživači stekli na tropskim feralitičnim tlima istočne Afrike (Šalinović i sur., 1989, Bašić i sur. 1990, 1992b). Posljednjih se godina tim istraživanjima posvećuje sve veća pozornost (Bašić i sur., 1993, 1997, 1998a i 1998b, Kisić, 1998, Šalinović 1997, Šalinović i sur., 1998 i 1999).

Do naših dana erozija je tretirana samo kao problem nepovratnog gubitka tla. Međutim, danas erozija ima "novu kvalitetu" (Bašić i Tomić, 1995; Bašić i sur., 1995) zbog toga što je erozijski nanos s poljoprivrednih tala, napose tla pripremljenog za sjetvu ili netom zasijanog, kakvo najviše podliježe eroziji, obogaćen velikom količinom hranjiva, posebice nitrata, ali i ksenobiotičkih - biocidnih tvari - pesticida (Bašić i sur., 1998d). Ulaskom u vodu te tvari smanjuju upotrebljivost vode u konvencionalne svrhe - za piće, za uzgoj ribe, a u kanalima, vodotocima i moru, dakle u svim akvatičnim ekosustavima uzrokuje poremećaje biološke ravnoteže, s danas teško predvidivim posljedicama.

CILJ RADA

Temeljni cilj ovoga rada je primjenom USLE (Universal Soil Loss Equation, Wischmeier i Smitha, 1978) - prognostičke metode utvrditi potencijalnu eroziju tla vodom na šest tipova tala Vinodolske kotline, ocijeniti da li ona prelazi prihvatljivu razinu ili je ispod nje, dakle odrediti stupanj rizika od erozije i utvrditi duljinu padine na kojoj se pri različitim nagibima nakuplja količina erozijskog nanosa koja odgovara tolerantnoj eroziji. Ta duljina podjedno je i maksimalna duljina proizvodne parcele na padini pretpostavljenog nagiba. Osim toga, ova metoda otvara mogućnost naznake zahvata ili prakse u redovitom korištenju poljoprivrednih površina koju treba primjenjivati kako bi se možebitno prekomjerna erozija dovela u okvire tolerantne.

Polazište za ocjenu opasnosti od erozije je tzv. tolerantni gubitak tla erozijom - Soil Loss Tolerance - T (Schwertman i sur., 1987; Bašić, 1992), koji je određen temeljem hidrotermičkih prilika i sustava gospodarenja za istraživano područje. Uzimajući u obzir potencijalnu eroziju tla s jedne, a tolerantni gubitak tla, s druge strane, cilj ovog rada je odrediti zahtjeve koje mora ispuniti održivo gospodarenje tлом kroz erozijske pokazatelje. Jer, gospodarenje tлом mora u sebi sadržavati mjere zaštite koje će stvarni gubitak tla erozijom zadržati ispod tolerantne razine. Najvažniji pokazatelj za to je prihvatljiva - tolerantna duljina padine proizvodne parcele. Padina naravno može biti samo kraća od one na kojoj erozija dostiže tolerantnu razinu, ali duža nikako.

Uzimajući u obzir činjenicu da je erozivnost kiše čimbenik na koji se ne može utjecati, kao prihvatljive mjere ostaju najprije odrediti maksimalni prihvatljiv nagib terena dopušten da se tlo odgovarajuće pedosistematske jedinice privede u poljoprivrednu proizvodnju, zatim odrediti dužinu padine - parcele.

METODE RADA

Metode istraživanja uključuju terensko istraživanje značajki tala, njihovu prostornu distribuciju, laboratorijske analize i obradu podataka, računalnu podneblja područja Vinodolske kotline i odgovarajuće proračune prema primijenjenoj metodi.

Terenska istraživanja

Osim podataka Opće pedološke karte mjerila 1: 50 000, za list Sušak-4 (Bašić, 1986) izvršena su i dopunska terenska istraživanja tijekom ljeta 1995. i 1998. god. Tom prilikom otvoreno je osamnaest pedoloških profila iz kojih su uzeti uzorci tla i izvršene odgovarajuće analize fizikalnih i kemijskih značajki tala.

Laboratorijska istraživanja

Za istraživanje fizikalnih i kemijskih značajki tala korištene su uobičajene metode laboratorijskih analiza tla:

- sadržaj humusa, po metodi Tjurina,
- struktura tla vizualno na terenu, empirijski
- tekstura tla je određena pipet metodom uz primjenu Na-pirofosfata,
- vodopropusnost tla određena je direktno na terenu inverznim postupkom

Za interpretaciju rezultata laboratorijskih istraživanja korištene su granične vrijednosti koje se uobičajeno koriste za opisane laboratorijske metode.

Metode istraživanja erozije tla i vodom

Egzaktne podatke o eroziji tla mogu dati samo izravna mjerenja erozije. Njih je skupo i komplicirano provoditi,

jer zahtijevaju dugotrajna istraživanja, no, ni tada nisu sasvim pouzdana, napose ako ne "pokrivaju" sve ekstremne uvjete, kao što su ekstremno suhe i ekstremno kišovite godine, odnosno godine sa snažnijim torencijalnim kišama, kakve su u ovom području česta pojava. Dovoljna je u nekom nizu mjerenja samo jedna takva godina da višegodišnji prosjek pomakne u jednom ili drugom smjeru. Zbog toga smo odlučili koristiti prognostičku metodu, s kojom imamo iskustva u drugim područjima (Bašić i sur., 1992a; 1998c; Kisić i sur., 1998; Šalinović 1997, Šalinović i sur., 1989; 1998, 1999). Uzimajući u obzir brojne metode korištene u svijetu (Petraš i Bašić, 1993) ocijenili smo da je za cilj istraživanja optimalna najpoznatija i u konzervacijskoj praksi do sada najviše korištena metoda u svijetu već spomenuta – Univerzalna jednadžba gubitka tla erozijom (Universal Soil Loss Equation – USLE) Wischmeiera i Smitha (1978), koja glasi:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P,$$

A = prosječna količina erozijskog nanosa tla u t/ha/godišnje; R = erozivnost kiše – pokazatelj intenziteta kiše izračunat na temelju kinetičke energije kiše koja uzrokuje površinsko otjecanje ($J/m^2/mm/h$); K = erodibilnost tla – značajke tla; L = dužina padine (m); S = nagib padine (%); C = biljni pokrov i gospodarenje tlom i P = mjere i zaštite tla od erozije (konturna obrada, sjetva u pojaseve, terasiranje i dr.)

Kao najpoznatija prognostička metoda, USLE se koristi za različite proračune erozije. U ovom radu korištena je za proračun potencijalne i aktualne ili stvarne erozije. To je inače najčešće područje korištenja ove jednadžbe u protiverozijskoj praksi. Kako je rečeno, metoda koristi podatke o tlu, klimi, topografiji i možebitno izvedenim mjerama zaštite tla od erozije (terasiranje, konturna obrada), odnosno prakticiranim zahvatima u uzgoju bilja (obrada, zahvati njege, postupak s biljnim ostacima, malčiranje, i dr.). Budući u nas posljednjih godina postoje

publicirani radovi (Bašić i sur., 1992a; 1997; 1998b i 1998c, Kisić, 1998; Kisić i sur., 1998; Šalinović, 1997; Šalinović i sur., 1989; 1998; 1999) na tu temu, vrlo kratko obrazložimo korištenje USLE.

Potencijalna erozija

Kako i sam izraz govori, potencijalna erozija predstavlja prosječni višegodišnji gubitak tla erozijom u t/ha/godinu, (za razdoblje za koje je izračunat pokazatelj R - erozivnost kiše u USLE), koji bi se pojavio na površini pod tzv. crnim ugarom – na golom, nezasijanom tlu, oranom u smjeru nagiba padine, dakle smjeru za koji se zna da pogoduje eroziji. Za brojčani pokazatelj potencijalne erozije uzima se vrijednost RKLS prema USLE. Taj pokazatelj zapravo govori što bi se, s obzirom na erozivnost kiše i značajke tla, dogodilo s nekim tlom na odgovarajućem nagibu, ako bi se ono oralo na uobičajen način – u smjeru uz i niz padinu. Slijedi prikaz postupka računanja pokazatelja potencijalne erozije.

Količina erozijskog nanosa - A

Vrijednost A u jednadžbi predstavlja prognozirano predvidivu produkciju erozijskog nanosa u t/ha/godinu, u standardnim uvjetima (golo tlo orano uz i niz nagib), za razdoblje za koje vrijedi pokazatelj R, u ovom slučaju za 20 – godišnje razdoblje 1965.- 1984. Ukoliko je ta vrijednost manja od tolerantne erozije (Soil loss tollerant - T) ili je jednaka toj vrijednosti, drži se da zahvati zaštite tla od erozije nisu nužni. U suprotnom ih je nužno prakticirati.

Erozivnost kiše (pokazatelj R)

Zbog kompliciranosti i dugotrajnosti izrade čimbenika "R" po originalnom USLE postupku (potrebite su dnevne trake s ombrografa na kojima je ucrtan početak i kraj obrorina te njihova ukupna količina i intenzitet) za računanje pokazatelja R korišten je jednostavniji postupak Fourniera (1967) prema jednadžbi:

Tablica 1. Temeljne fizikalne i kemijske značajke istraživanih tala
Table 1. Physical and chemical properties of the soil

Mehanički sastav tla, % sadržaj čestica - Soil texture, % texture components					Struktura Soil structure	Propusnost Permeability	% humusa - % organic matter
2-0,2	0,2-0,05	0,05-0,02	0,02-0,002	<0,002			
Krupni pijesak Large sand	Sitni pijesak Fine sand	Krupni prah Large silk	Sitni prah Fine silk	Clay			
Koluvijalno sa preovladavanjem zemljišnog materijala, oglejeno, antropogenezirano							
8,0	38,8	15,4	26,0	11,8	s. mrvičasta	osrednja velika	2,0
Aluvijalno-koluvijalno, oglejeno, skeletoidno, srednje duboko							
6,1	30,2	12,2	35,1	16,4	s. mrvičasta	osrednja velika	4,8
Rendzina na koluvijalnim nanosima, skeletoidno, antropogen.							
2,3	30,5	7,7	43,2	16,3	v.s. mrvičasta	velika	4,3
Aluvijalno karbonatno, oglejeno, duboko do vrlo duboko							
5,7	28,8	12,6	39,8	12,6	v.s. mrvičasta	osrednja velika	5,1
Močvarno, glejno, hipoglejno, mineralno, karbonatno							
3,0	13,6	13,8	32,2	37,4	grudasta	mala	3,2
Močvarno, glejno, amfiglejno, mineralno, dijelom hidromeliorirano							
4,2	15,4	16,7	32,8	30,9	grudasta	mala	3,9

Tablica 2. Kriteriji za ocjenu erodibilnosti tla - pokazatelj "K"
Table 2. Criteria of soil erodibility marks - index "K"

Erodibilnost tla - Soil erodibility (K)	Ocjena erodibilnosti - Erodiability mark	Otpornost na eroziju - Resistance to erosion
< 0,1	Vrlo niska erodibilnost	Otporno na eroziju
0,1 – 0,3	Osrednja	Neotporno
0,3 – 0,6	Visok	Neotporno
> 0,6	Vrlo visok	Vrlo neotporno

$$R = \sum(p^2 : P)$$

p = srednja mjesečna količina oborina u promatranom razdoblju u mm i P = godišnja količina oborina u mm

Erodibilnost tla (pokazatelj K)

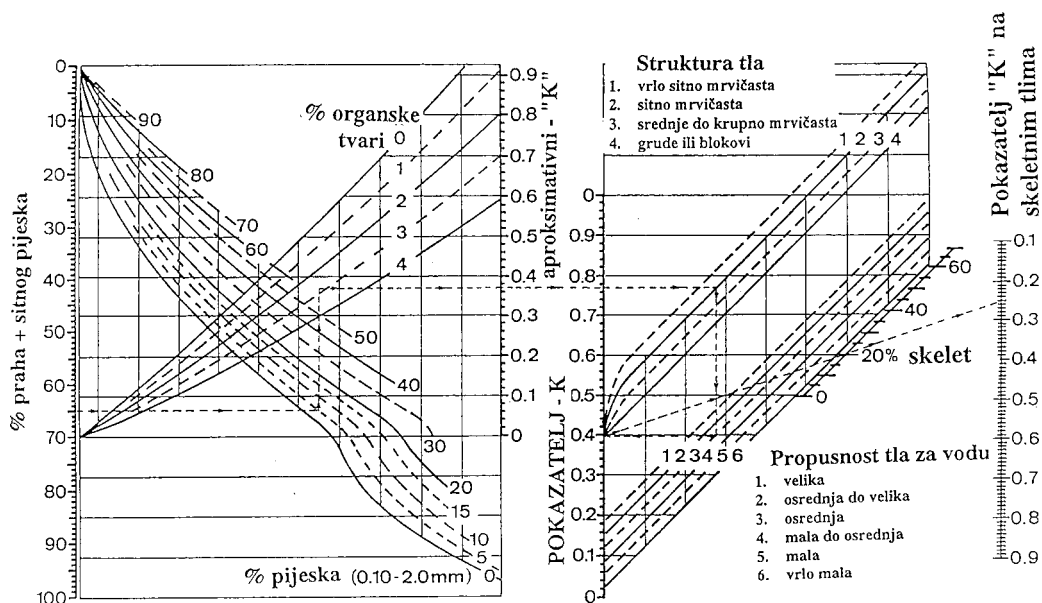
Značajke tla kao što je tekstura, posebice sadržaj frakcije pijeska i praha, sadržaj organske tvari, struktura i vodopropusnost odlučno utječu na erodibilnost tla. Tlo povoljnije propusnosti smanjuje površinsko otjecanje, a povećava descendentne tokove vode. Vrijednost pokazatelja erodibilnosti - K kreće se u širokom rasponu od 0,01 - 1,0. Teorijski gledano K od 1,0 odgovara vodonepropusnom materijalu, gdje površinsko otjecanje odgovara ukupnim oborinama. S druge strane K od 0,01 praktično odgovara neerodibilnom tlu sa skoro 100% descendentnim tokom oborinskih voda. Erodibilnost tla određena je pomoću nomograma Wischmeira i sur., (1971), a podaci za računanje su uzeti iz dostupnih podataka o tlima na području Vinodolske kotline, odnosno rezultata analiza tla. U tablici 1. navedene su prosječne vrijednosti determiniranih tipova tala koje su korištene za proračun erodibilnosti. Prikaz nomograma dat je na slici 1. S obzirom na vrijednosti pokazatelja K tla su razvrstana u četiri razreda prema kriterijima iz tablice 2.

Utjecaj topografije (pokazatelj LS)

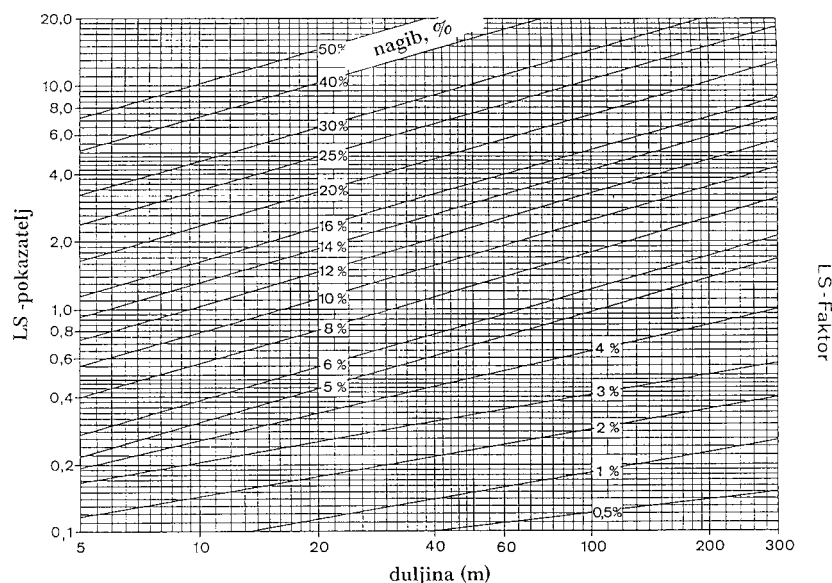
Pokazatelj LS računat je pomoću izvornog nomograma USLE Wischmeiera i Smitha (1978), prikazanog na slici 2. Na apscisi nomograma označene su dužine padine. Na sjecištu postotka nagiba padine i njezine dužine na ordinati se očitava vrijednost pokazatelja LS.

Pokrivenost površine tla i biljno-uzgojni zahvati (pokazatelj C)

Potencijalna erozija obuhvaćena izrazom RKLS predstavlja moguću eroziju vodom u prirodnim uvjetima s "gole" oranične površine. Pokazatelj C obuhvaća dva heterogena čimbenika – biljni pokrov i biljno-uzgojne zahvate (obrada-dubina, smjer u odnosu na nagib, postupak s biljnim ostacima predusjeva, trajanje golog tla, itd.), u odnosu na opisane standardne uvjete. Ti utjecaji međusobno se prepliću do te mjere da ih nije moguće razlučiti. U cilju zaštite od erozije želimo što manju vrijednost pokazatelja C. U standardnim uvjetima (golo, orano, a nezasijano tlo) $C = 1$, a svaki usjev, plodored, korov, živi ili mrtvi malč smanjuje tu vrijednost, odnosno smanjuje eroziju. Što je vrijednost C manja biljno-uzgojni zahvati su sa stajališta zaštite tla



Slika 1. Nomogram za određivanje pokazatelja K
Figure 1. The soil erodibility nomograph



Slika 2. Nomogram za određivanje pokazatelja topografije LS
Figure 2. The topographic factor (LS) nomograph

od erozije djelotvorniji. Najmanju C vrijednost, dakle i najdjelotvorniju zaštitu tla od erozije imat će površina tla pokrivena gustim travnim pokrovom.

Utjecaj izvedenih konzervacijskih zahvata (P)

Pokazatelj P vrednuje utjecaj izvedenih protiverozijskih zahvata na smanjenje erozije. Pri standardnim USLE uvjetima (dužina parcele 22.1 m, nagib 9%, oranje uz i niz nagib, golo, nezasijano tlo) ta vrijednost iznosi $P = 1$. Svaka manja dužina padine i zahvat obrade u odnosu na standardnu, dakle golo tlo, obrađivano niz nagib, smanjuje eroziju tla u odnosu na potencijalnu. Najčešći, najjednostavniji, a istodobno i veoma djelotvoran način obrade je obrada po izohipsama ili konturna obrada.

Stupanj rizika od erozije

Kada je poznata vrijednost potencijalne erozije postavlja se pitanja:

- dali je ta erozije prihvatljiva?
- treba li poduzimati protiverozijske zahvate?
- u kojoj mjeri su ti zahvati potrebni ili su pak neophodni?

Odgovor na ta pitanja daje usporedba potencijalne erozije s tolerantnim odnošenjem tla – vrijednost T (t/

ha/god). Ako je potencijalna erozija (RKLS) manja od tolerantnog godišnjeg odnošenja tla erozijom – T, opasnosti od erozije nema, ograničenja u gospodarenju tлом su neznatna, praktički zanemariva. Ako je pak RKLS jednaka ili veća od T vrijednosti, valja poduzimati mjere zaštite tla od erozije, i to utoliko urgentnije i nužnije što je ta razlika veća. Pokazatelj tih odnosa koji se koristi u protiverozijskoj praksi naziva se stupanj rizika od erozije, a računa se prema jednadžbi:

$$\text{Stupanj rizika od erozije, \%} = \frac{\text{RKLS (t/ha/god)}}{\text{T (t/ha/god)}} \times 100$$

Za ocjenu stupnja rizika od erozije korišteni su kriteriji Auerswalda i Schmidta (1986). S obzirom na stupanj rizika od erozije oni tla svrstavaju u šest razreda, kako je prikazano u tablici 3.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Tla istraživanog podneblja

Na temelju podataka Opće pedološke karte Hrvatske mjerila 1:50 000 za list Sušak-4 (Bašić, 1986) i dopunskih terenskih i laboratorijskih istraživanja (**1995. i **1998.) na području Vinodolske kotline utvrđeno je šest tipova tala. Determinirani tipovi tala s tolerantnom erozijom za ovo područje prikazani su u tablici 4.

Tablica 3. Kriteriji za ocjenu stupnja rizika erozije
Table 3. Criterion of marks for the degree of erosion risk

Oznaka razreda - Class mark	Opisna oznaka - Descriptive mark	Vrijednost - Value
I	neznatan	< 20
II	mali	21 - 50
III	umjeren	51 - 100
IV	visok	101 - 200
V	ekstremni	201 - 400
VI	katastrofalan	> 400

Proračun erozije tla vodom

Potencijalna erozija tla vodom (RKLS)

Proračun potencijalne erozije, odnosno rizika od erozije, temelji se na pokazateljima na koje nije moguće utjecati, osim dakako u stanovitij, ograničenoj mjeri na pokazatelj K - erodibilnost tla. Mjere zaštite tla od erozije usmjerene su na zahvate obuhvaćene pokazateljima C i P u univerzalnoj jednadžbi erozije – U S L E. Cilj svih protiverozijskih zahvata više je nego jasan; utjecati na te pokazatelje i sve čimbenike koji utječu na vrijednost tih pokazatelja i njihovom modifikacijom eroziju smanjiti na tolerantnu razinu – T vrijednost ili ispod te vrijednosti. Izbor zahvata koji su nam na raspolaganju nije malen: terasiranje, konturne brazde ili jarci, konturna obrada, zatravljanje međurednog prostora, zadržavanje biljnih ostataka poslije žetve na površini tla - malčiranje.

Erozivnost kiše - pokazatelj R

Za istraživano podneblje i navedeno razdoblje (1965-1984.) korišteni su podaci dvije meteorološke postaje: Bribir i Novi Vinodolski. Podaci iz tablice 5. ukazuju da se vrijednost erozivnosti kiše na području Bribira kreće od 283 (1984) pa do 91 (1973) g., dok je u višegodišnjem prosjeku iznosila 120. Vrijednosti erozivnosti kiše na meteorološkoj postaji Novi Vinodolski imaju isti pravac kretanja kao i na postaji Bribir. Najviša vrijednost od 274 zabilježena je kišne 1984. a najmanja od 83 sušne 1973 godine, dok je u višegodišnjem prosjeku erozivnosti kiše iznosila 112. Kako su neki tipovi tala bliži postaji Bribir, a neki postaji Vinodol u proračunu erozije korišten je prosjek (116) navedenih meteoroloških postaja. Visoka variranja pokazatelja "R"

rječito govore o riziku kojemu se izlaže svako rješenje u pogledu zaštite tla.

Erodibilnost tla - pokazatelj K

Podaci iz tablice 6. ukazuju da su utvrđene vrijednosti pokazatelja "K" relativno ujednačene. Na većini tipova

Tablica 5. Erozivnost kiše na meteorološkim postajama Bribir i Novi Vinodolski (1965-1984)

Table 5. Rain erosivity at meteorological stations Bribir and Novi Vinodolski (1965-1984)

Godina Year	Erozivnost kiše - R	
	Bribir	Novi Vinodolski
1965	118	110
1966	227	235
1967	131	124
1968	160	158
1969	128	144
1970	125	116
1971	122	105
1972	171	147
1973	91	83
1974	172	158
1975	133	134
1976	181	175
1977	172	134
1978	127	106
1979	177	140
1980	184	161
1981	204	192
1982	169	144
1983	114	89
1984	282	273
Prosjek	120	112

Tablica 4. Tipovi tala i tolerantna erozija na području Vinodolske kotline

Table 4. Soil types and tolerant erosion in the Vinodol valey

Tipovi tala - Soil types	Tolerantni gubitak Soil loss tolerance, T t/ha/god
1. Kolvijalno sa preovladavanjem zemlj. mat., oglejeno, antropogen.	12
2. Aluvijalno karbonatno, oglejeno, duboko do vrlo duboko	
3. Močvarno, glejno, hipoglejno, mineralno, karbonatno	
4. Močvarno, glejno, amfiglejno, mineralno, dijelom hidromeliorirano	
5. Aluvijalno-kolvijalno, oglejeno, skeletoidno, srednje duboko	8
6. Rendzina na kolvijalnim nanosima, skeletoidno, antropogenizirano	

Tablica 6. Vrijednosti erodibilnosti tla - pokazatelj "K"

Table 6. Soil erodibility value - index "K"

Sistematska oznaka tla - Soil type	Erodibilnost tla Soil erodibility	Prosjek Average
1. Kolvijalno s preovladavanjem zemljišnog materijala, oglejeno, antropogen.	0.26; 0.22; 0.23	0.24
2. Aluvijalno-kolvijalno, oglejeno, skeletoidno, srednje duboko	0.14	0.14
3. Rendzina na kolvijalnim nanosima, skeletoidno, antropogen.	0.12; 0.20; 0.16; 0.11 i 0.13	0.14
4. Aluvijalno karbonatno, oglejeno, duboko do vrlo duboko	0.20; 0.18	0.19
5. Močvarno, glejno, hipoglejno, mineralno, karbonatno	0.28; 0.27	0.275
6. Močvarno, glejno, amfiglejno, mineralno, dijelom hidromeliorirano	0.32	0.32

tala erodibilnost je osrednja, dok je na močvarno glejnom visoka.

Utjecaj topografije (pokazatelj LS)

Temeljem determiniranih položaja u krajobrazu Vinodolske kotline za sljedeće tipove tala: 1. koluvijalno, s prevladavanjem zemljišnog materijala, oglejeno, antropogenizirano; 2. aluvijalno-koluvijalno, oglejeno, skeletoidno, srednje duboko i 3. rendzinu na koluvijalnim nanosima, skeletoidnu, antropogeniziranu korištena su četiri nagiba i to od 1; 3; 6 i 9%, dok su za: 4. aluvijalno, karbonatno, oglejeno, duboko do vrlo duboko, 5. močvarno, glejno, hipoglejno, mineralno, karbonatno i 6. močvarno-glejno, amfiglejno, mineralno, dijelom hidromeliorirano korišteni nagibi od 1; 2; 3 i 4%. Ponavljamo, riječ je o nagibima na kojima nalazimo navedene jedinice tala u krajobrazu Vinodolske kotline.

U tablici 7. prikazane su vrijednosti indeksa topografije za sve navedene nagibe i standardne dužine padina koje su korištene na svim tipovima tala od 30; 60 i 90 metara.

Prikazani pokazatelji erozije omogućuju računanje godišnje produkcije erozije, odnosno potencijalne erozije: $R \times K \times LS$ (t/ha/god).

U tekstu koji slijedi biti će tabelarno prikazano za svaki tip tla potencijalna erozija i stupanj rizika od erozije, dok će se grafički prikazati tolerantna i potencijalna erozija.

Koluvijalno s prevladavajućim zemljišnim materijalom, oglejeno, antropogenizirano

Iz priloženih rezultata u tablici 8. i grafikonu 1 vidljivo je da na ovom tipu tla ne postoji opasnost prekomjerne erozije na duljinama 30; 60 i 90 m i nagibima od 1 i 3%. Drugim riječima; na tom nagibu duljina padine smije se kretati do 90 m. Na nagibu od 6% prihvatljiva je duljina padine do 60 m, dok je na ovom nagibu nedopustiva duljina padine od 90 m. Ukoliko nagib prelazi 9% parcela ne smije dostići 30 m dužine, odnosno treba "podići" terasu.

Prema tome, dizajniranje terena na nagibima većim od 9% na ovom tlu traži kao prvi zahvat izgradnju terasa.

Tablica 7. Vrijednost indeksa topografije - pokazatelj "LS"
Table 7. Value of the topographic factor - index "LS"

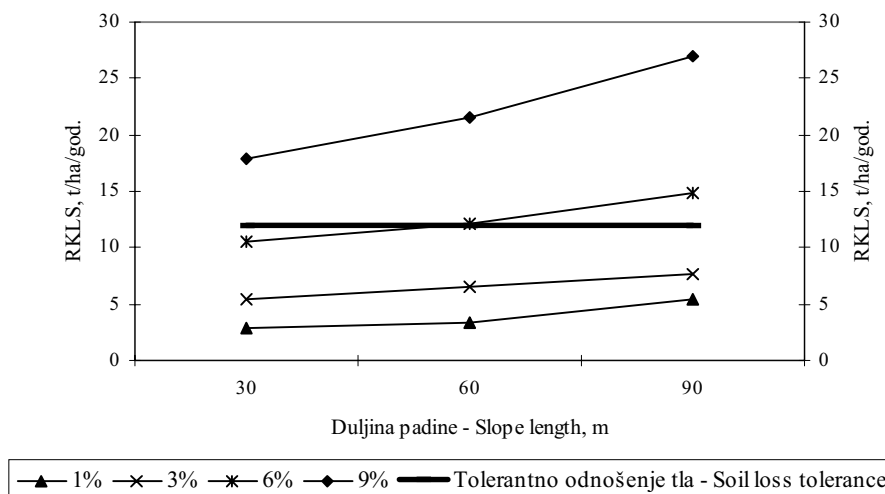
Nagib padine - Slope (S), %		1		2		3		4		6		9							
Duljina padine - Slope length (L), m		30		60		90		30		60		90							
Indeks topografije - Topographic factor (LS)		0.1		0.1		0.12		0.15		0.16		0.18							
		0.1	0.1	0.12	0.15	0.16	0.18	0.19	0.23	0.27	0.28	0.32	0.36	0.37	0.43	0.52	0.63	0.7	0.95

Tablica 8. Potencijalna erozija i stupanj rizika od erozije – koluvijalno s prevladavanjem zemljišnog materijala
Table 8. Potential erosion and the degree of erosion risk – colluvial soils with prevailing of soil material

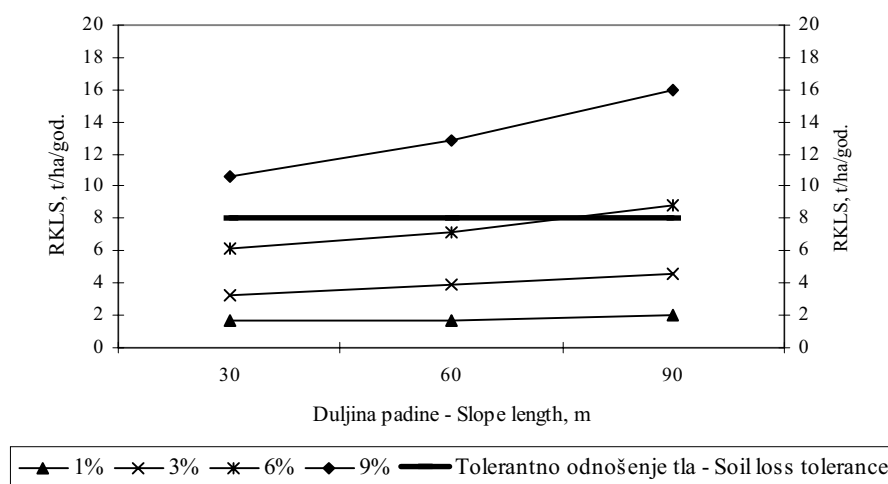
Erozivnost kiše "R"	Erodibilnost-tla "K"	Nagib padine - Slope (S), %											
		1			3			6			9		
		Duljina padine - Slope length (L), m											
		30		60		90		30		60		90	
		Indeks topografije - Topographic factor (LS)											
116	0,24	0,1	0,1	0,12	0,19	0,23	0,27	0,37	0,43	0,52	0,63	0,76	0,95
Poten. erozija - RKLS		2,9	2,9	3,5	5,5	6,6	7,8	10,7	12,4	15,0	18,1	21,9	27,4
Stupanj rizika erozije		24	24	28	45	54	64	88	102	123	149	180	225
Oznaka razreda		- II	- II	- II	- II	- III	- III	- III	- III	- IV	- IV	- IV	- V

Tablica 9. Potencijalna erozija i stupanj rizika od erozije – aluvijalno-koluvijalno
Table 9. Potential erosion and the degree of erosion risk – fluvisol-colluvial soils

Erozivnost kiše "R"	Erodibilnost-tla "K"	Nagib padine - Slope (S), %											
		1			3			6			9		
		Duljina padine - Slope length (L), m											
		30		60		90		30		60		90	
		Indeks topografije - Topographic factor (LS)											
116	0,14	0,1	0,1	0,12	0,19	0,23	0,27	0,37	0,43	0,52	0,63	0,76	0,95
Poten. erozija - RKLS		1,7	1,7	2,0	3,2	3,9	4,5	6,2	7,2	8,7	10,6	12,8	16,0
Stupanj rizika erozije		21	21	25	40	48	57	78	91	110	133	160	200
Oznaka razreda		- II	- II	- II	- II	- II	- III	- III	- III	- IV	- IV	- IV	- IV



Grafikon 1. Odnos između tolerantne i potencijalne erozije pri različitim duljinama i nagibima koluvijalno s prevladavanjem zemljišnog materijala
Graph 1. Ratio of tolerant to potential erosion – colluvial soils with prevailing of soil material



Grafikon 2. Odnos između tolerantne i potencijalne erozije pri različitim duljinama i nagibima aluvijalno-koluvijalno
Graph 2. Ratio of tolerant to potential erosion – fluvisol-colluvial soils

kao mjere s kojom bi se razorni učinak erozije zadržao ispod tolerantne - T vrijednosti.

Aluvijalno-koluvijalno, oglejeno, skeletoidno, srednje duboko

Kao i na prethodnoj pedološkoj jedinici i na ovoj je utvrđeno da ne postoji opasnost od erozije iznad T vrijednosti na svim duljinama pri nagibima od 1 i 3% (tablica 9). Isto vrijedi za nagib od 6% i duljine padine od 30 i 60 m (grafikon 2), dok je na nagibu od 90 m utvrđena slaba opasnost od erozijskih procesa, pa parcele mogu imati dužinu do 90 m na nagibu do 6%. Na nagibu od 9% i svim istraživanim duljinama utvrđeno je stanje kao i na prethodnom tipu tla. Korištenje ovih tala na nagibima većim od 9% zahtjeva terasiranje kao zahvat koji jedino može zadržati eroziju u tolerantnim granicama. Ovaj tip tla u istraživanom području nije zastupljen na nagibima većim od 6%.

Rendzina na koluvijalnim nanosima, skeletoidna, antropogenizirana

Kako se iz tablice 10. vidi, erozija je ispod tolerantne vrijednosti na svim istraživanim duljinama i nagibima do 6%, drugim riječima; do nagiba od 6% parcele mogu imati dužinu do 90 m, a na 9% nagiba ni duljina od 30 m ne zadovoljava. Znači da je na ovoj duljini potrebno provesti terasiranje (grafikon 3).

Aluvijalno, karbonatno, oglejeno, duboko do vrlo duboko

Budući da ovaj tip tla (kao i dvije preostale pedološke jedinice koje su determinirane) nalazimo na nešto ravnijem terenu, kao nagibe na kojima se ove jedinice nalaze u prirodi uzeti su nagibi od 1; 2, 3 i 4% i iste duljine padine kao i kod prethodnih tipova tala.

Na ovoj jedinici apsolutno ne postoji opasnost od pojave erozijskih procesa iznad tolerantne razine na svim

Tablica 10. Potencijalna erozija i stupanj rizika od erozije – rendzina na koluvijalnim nanosima
Table 10. Potential erosion and the degree of erosion risk – rendzina on colluvial drift

Erozivnost kiše "R"	Erodibilnost- tla "K"	Nagib padine - Slope (S), %											
		1			3			6			9		
		Duljina padine - Slope length (L), m											
		30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
		Indeks topografije - Topographic factor (LS)											
116	0,14	0,1	0,1	0,12	0,19	0,23	0,27	0,37	0,43	0,52	0,63	0,76	0,95
Poten. erozija - RKLS		1,7	1,7	2,1	3,3	4,0	4,7	6,4	7,4	9,0	10,9	13,1	16,4
Stupanj rizika erozije		22	22	26	41	50	59	80	93	113	137	165	206
Oznaka razreda		- II	- II	- II	- II	- II	- III	- III	- III	- IV	- IV	- IV	- V

Tablica 11. Potencijalna erozija i stupanj rizika od erozije – aluvijalno, karbonatno
Table 11. Potential erosion and the degree of erosion risk – fluvisol, calcareous

Erozivnost kiše "R"	Erodibilnost- tla "K"	Nagib padine - Slope (S), %											
		1			3			6			9		
		Duljina padine - Slope length (L), m											
		30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
		Indeks topografije - Topographic factor (LS)											
116	0,19	0,1	0,1	0,12	0,15	0,16	0,18	0,19	0,23	0,27	0,28	0,32	0,36
Poten. erozija-RKLS		2,3	2,3	2,7	3,4	3,6	4,1	4,3	5,2	6,2	6,4	7,3	8,2
Stupanj rizika erozije		19	19	23	29	31	34	36	44	51	54	60	68
Razred gospodarenja		- I	- I	- II	- II	- II	- II	- II	- II	- III	- III	- III	- III

Tablica 12. Potencijalna erozija i stupanj rizika od erozije – močvarno, glejno, hipoglejno
Table 12. Potential erosion and the degree of erosion risk – gleys, hypogleyic

Erozivnost kiše "R"	Erodibilnost- tla "K"	Nagib padine - Slope (S), %											
		1			3			6			9		
		Duljina padine - Slope length (L), m											
		30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
		Indeks topografije - Topographic factor (LS)											
116	0,275	0,1	0,1	0,12	0,15	0,16	0,18	0,19	0,23	0,27	0,28	0,32	0,36
Poten. erozija-RKLS		3,3	3,3	4,0	5,0	5,3	5,9	6,3	7,6	8,9	9,2	10,6	11,9
Stupanj rizika erozije		27	27	33	41	45	49	51	62	73	77	85	96
Oznaka razreda		- II	- II	- II	- II	- II	- II	- III	- III	- III	- III	- III	- III

Tablica 13. Potencijalna erozija i stupanj rizika od erozije – močvarno, glejno, amfiglejno
Table 13. Potential erosion and the degree of erosion risk – gleys, amphigleyic

Erozivnost kiše "R"	Erodibilnost- tla "K"	Nagib padine - Slope (S), %											
		1			3			6			9		
		Duljina padine - Slope length (L), m											
		30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
		Indeks topografije - Topographic factor (LS)											
116	0,32	0,1	0,1	0,12	0,15	0,16	0,18	0,19	0,23	0,27	0,28	0,32	0,36
Poten. erozija-RKLS		3,8	3,8	4,6	5,8	6,1	6,9	7,3	8,8	10,4	10,8	12,3	13,8
Stupanj rizika erozije		32	32	39	48	53	58	61	74	87	92	101	114
Oznaka razreda		- II	- II	- II	- II	- III	- III	- III	- III	- III	- III	- IV	- IV

istraživanim duljinama i svim istraživanim nagibima (tablica 11). Na ovom tipu tla ne postoji ograničenje u gospodarenju sa zemljištem, budući da topografske prilike priječe eroziju.

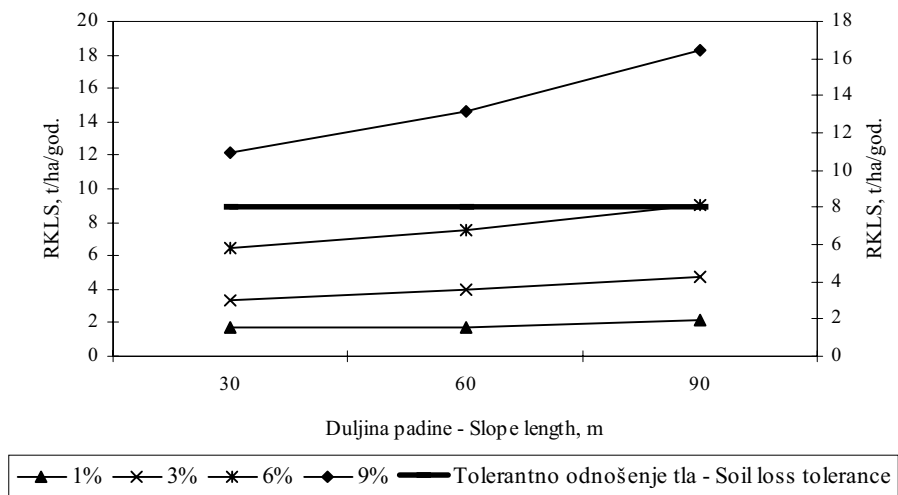
Močvarno glejno, hipoglejno, mineralno, karbonatno

Utvrđeno stanje na ovoj pedološkoj jedinici odgovara značajkama erozije koje su izmjerene na prethodnoj jedinici (tablica 12). Na svim istraživanim nagibima (1;

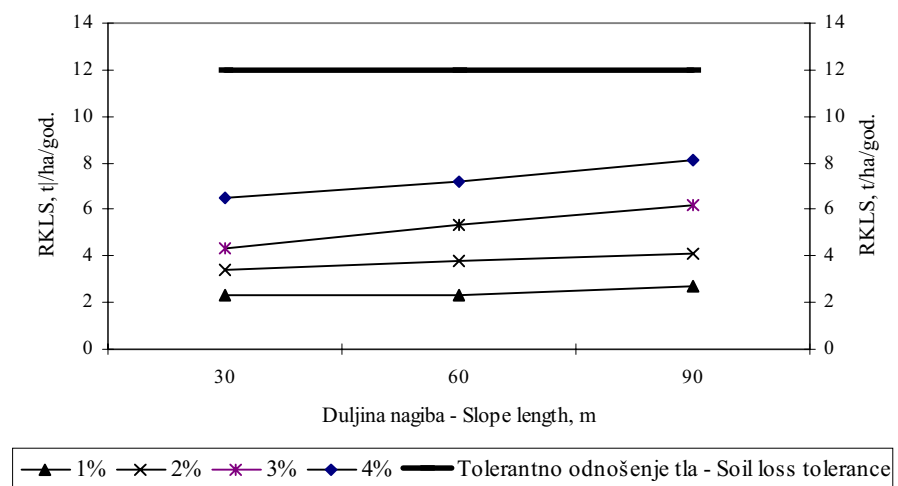
2; 3 i 4%) i svim duljinama ne postoji nikakva opasnost od pojave erozijskih procesa koji bi prešli tolerantno odnošenje za ovaj tip tla (grafikon 5).

Močvarno glejno, amfiglejno, mineralno, dijelom hidromeliorirano

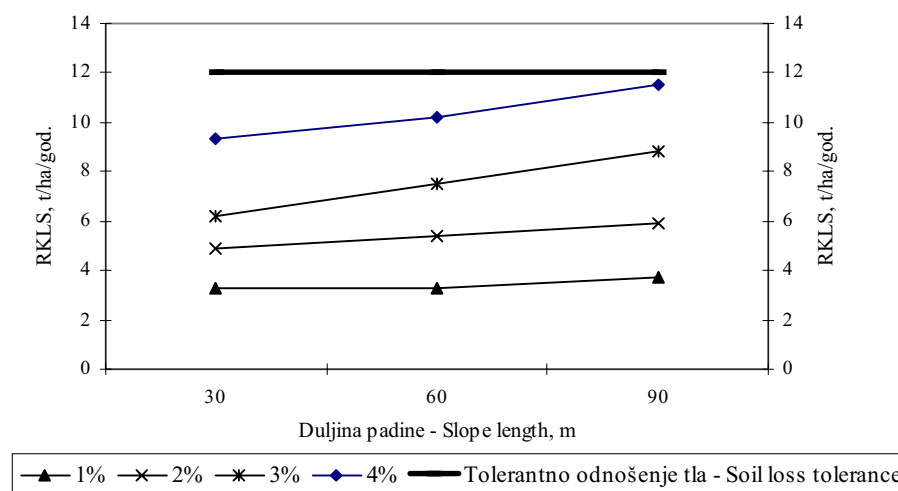
Na ovoj jedinici utvrđeno je da ne postoji opasnost od pojave erozije preko tolerantne razine na nagibima od 1 do 3% i svim odgovarajućim duljinama na ovim



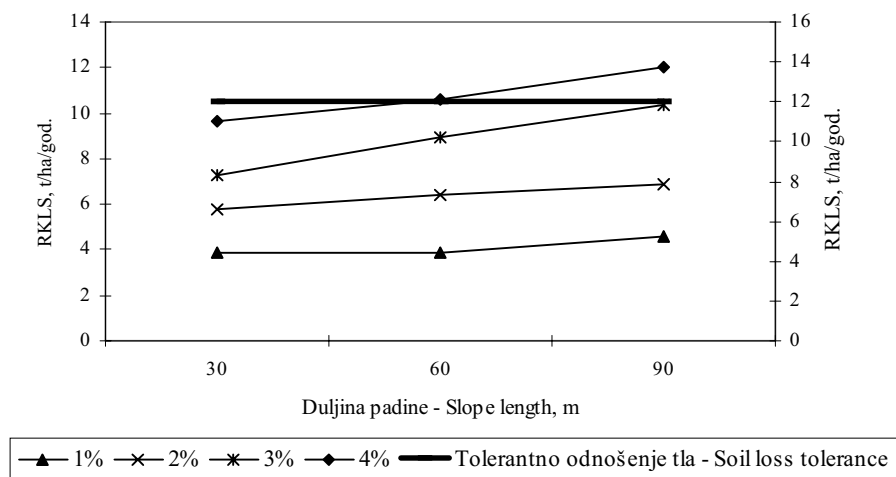
Grafikon 3. Odnos između tolerantne i potencijalne erozije pri različitim duljinama i nagibima rendzina na koluvijalnim nanosima
Graph 3. Ratio of tolerant to potential erosion – rendzina on colluvial drift



Grafikon 4. Odnos između tolerantne i potencijalne erozije pri različitim duljinama i nagibima aluvijalno, karbonatno
Graph 4. Ratio of tolerant to potential erosion – fluvisol, calcareous



Grafikon 5. Odnos između tolerantne i potencijalne erozije pri različitim duljinama i nagibima močvarno, glejno, hipoglejno
Graph 5. Ratio of tolerant to potential erosion – gleys, hypogleyic



Grafikon 6. Odnos između tolerantne i potencijalne erozije pri različitim duljinama i nagibima – močvarno, glejno, amfiglejno

Graph 6. Ratio of tolerant to potential erosion – gleys, amphigleyic

nagibima. Također, ne postoji opasnost od pojave prekomjerne erozije na nagibu od 4% i duljini padine od 30 m, dok se na istom nagibu i duljini padine od 60 m opasnost od erozijskih procesa nalazi na granici tolerantnog odnošenja, a na duljini padine od 90 m prelazi granicu tolerantnog odnošenja (tablica 13).

ZAKLJUČCI

Temeljem rezultata istraživanja erozije primjenom Univerzalne jednadžbe erozije – USLE na području Vinodolske kotline izdvajamo naredne zaključke:

1. Istraživanja prirodne potencijalne erozije tla vodom obavljeno je na šest tipova tala zastupljenih na istraživanom području Vinodolske kotline.
2. Prema ukupnoj dubini sitnice do matične stijene, tla su svrstana u tri klase: srednje duboka do 0,8 m (Aluvijalno koluvijalno, oglejeno, skeletoidno; Rendzina na koluvijalnim nanosima, skeletoidna); duboka do 1,2 m (Aluvijalno karbonatno, oglejeno, duboko do vrlo duboko) i vrlo duboka >1,2 m (Koluvijalno s prevladavanjem zemljišnog materijala; Močvarno glejno, hipoglejno, mineralno; Močvarno glejno, amfiglejno, mineralno).
3. Pokazatelj erozivnosti kiše "R" izračunat je za dvije meteorološke postaje Bribir i Novi Vinodolski. U višegodišnjem prosjeku (1965-1984.) erozivnost kiše u Bribiru je 120 a u Novom Vinodolskom 112. Za proračun erozije korišten je prosjek (116) ove dvije postaje.
4. Prema erodibilnosti tla - pokazatelj "K", tipovi tala su razvrstani u dva razreda: osrednja erodibilnost, K od 0,10 do 0,30 (svi tipovi tala izuzev močvarno glejnog, amfiglejnog) i visoka erodibilnost, K od 0,30 do 0,60 (močvarno glejno, amfiglejno)
5. Tolerantni gubitak tla erozijom za vrlo duboka i duboka tla iznosio je 12 t/ha godišnje (Koluvijalno, aluvijalno i močvarno glejno, amfiglejno i hipoglejno)

i za srednje duboka tla 8 t/ha (aluvijalno-koluvijalno i rendzina).

6. Stupanj rizika od erozije na srednje dubokim tlima se kreće od neznatnog do visokog, dok na dubokim i vrlo dubokim tlima te vrijednosti najčešće imaju umjerenu opasnost.
7. Rezultati koje su ostvareni ovim istraživanjima ukazuju da erozija na području Vinodolske kotline kod većine tala ne prelazi tolerantnu granicu (iznimka su koluvijalno tlo i rendzina na koluvijalnim nanosima). Na ovim tipovima tala na nagibima većim od 6% bilo kakva voćarsko-vinogradarska proizvodnja bez podizanja terasa smatrati će se vrlo upitnom za opstojnost ovih tala.

LITERATURA

- Auerswald K., Schmidt F. (1986). Atlas der Erosiongefährdung in Bayern, Bayerisches Geologisches Landesamt, München, str. 25-39.
- Bašić F. (1986). Opća pedološka karta, list sekcije Sušak-4 (samo kopneni dio).
- Bašić F. (1992). Bodenerosion in Rahmen des BDF Programms. Arbeitsgruppe Bodenschutz. Arge Alpen. Alpen-Adria und Donauländer. München, str. 14.
- Bašić F., Butorac A., Šalinović I., Bašić I. (1990). Agroecological study of Horo Alleltu Farm for preliminary design of Soil Conservation. Faculty of Agricultural Sciences. Zagreb, str. 178.
- Bašić F., Vidaček Ž., Petraš J., Racz Z. (1992a). Distribution and regional peculiarities of Soil Erosion in Croatia. Polj. Znanstvena smotra 3-4. Zagreb, str. 503-518.
- Bašić F., Šalinović I., Bašić I., Kelkayyallah A., Butorac A., Mesić M. (1992b). Possibilities of Soil Conservation by means of different Tillage Systems on Ferralitic Soils of Ethiopian Highland. Proc. of 12th ISTRO Conference. Ibadan.
- Bašić F., Butorac A., Mesić M., Sabolić M. (1993). Aktualna pitanja erozije i smjernice konzervacije oraničnih tala Hrvatske. Poljoprivredne aktualnosti 3-4. Zagreb, str. 227-249.

- Bašić F., Tomić F. (1995). Classification of soil damages in Croatia. Second international conference – soil monitoring in Czech Republic. Brno.
- Bašić F., Bičanić V., Bertić B., Igrc-Barčić J. (1995). Sustainable management in arable farming of Croatia. International workshop on water pollution and protection in agricultural practice. Hrvatske vode br. 12. Zagreb, str. 237-253.
- Bašić F., Kisić I., Butorac A., Mesić M. (1997). Soil erosion by different tillage system on stagnosol in Croatia. Proceedings of 14th Conf. of ISTRO. Pulawy, str. 63-67.
- Bašić F., Nestroy O., Kisić I., Butorac A., Mesić M. (1998a). Zaštita od erozije–ključna uloga obrade tla u aktualnim i izmijenjenim klimatskim prilikama. HAZU Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem "Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njezinim promjenama". Zagreb, str. 115-125.
- Bašić F., Kisić I., Butorac A., Mesić M. (1998b). Soil tillage direction as a factor influencing the occurrence of erosional drift. International Conference on Soil condition and Crop Production. Proceedings. Gödöllő, str. 47-50.
- Bašić F., Kisić I., Butorac A., Mesić M. (1998c). Zaštita tla od erozije s aspekta održivog gospodarenja – iskustva u Hrvatskoj. 30.obljetnica Akademije nauka BiH. Sarajevo, str. 267-278.
- Bašić F., Kisić I., Butorac A., Sabolić M. (1998d). Utjecaj načina obrade na značajke erozijskog nanosa pri različitim načinima obrade na pseudogleju središnje Hrvatske. XXXIV Agronomsko savjetovanje. Pula. Sažeci izlaganja. Zagreb, str. 13-14.
- Bašić F., Nestroy O., Kisić I., Butorac A., Mesić M. (1999). Erosion risk as indicator of sustainability of land management in four-field crop rotation: maize–soyabean–winter wheat–oil rape in agroecological conditions of central Croatia. International Conf.- Soil conservation in large – scale land use. Bratislava, str. 131-141.
- Batie Sandra (1984). Soil Erosion - Crisis in Americas croplands. The Conservation Foundation, Washington, str., 136.
- Butorac A., Žugec I., Bašić F. (1986). Stanje i perspektive reducirane obrade tla u svijetu i u nas. Polj. aktualnosti 1-2. Zagreb, str. 159-262.
- Butorac A. (1999). Opća agronomija, udžbenik. Školska knjiga Zagreb, str. 648.
- Fournier F. (1967). Research on soil erosion and soil conservation in Africa. Afr. soils, 12, str. 53-96.
- Hurni, H. (1979). Semien-Äthiopien: Methoden zur Erfassung der Bodenerosion. Geomethodica. Veröffentlichungen des 4. p. BGC Basel, str. 151-182.
- Kisić I. (1998). Utjecaj načina obrade na eroziju tla vodom na pseudogleju središnje Hrvatske. Disertacija. Agronomski fakultet. Zagreb, str. 161.
- Kisić I., Bašić F., Mesić M., Butorac A. (1998). Soil erosion in different tillage systems on stagnosol in Croatia. Proceedings of 16th World Congress of Soil Science. Symposium,. Montpellier.
- Lal R. (1990). Soil Erosion and Land Degradation. The Global Risks. Advances in Soil Science, vol. 11, Soil Degradation, str. 130-171.
- Lal R. (1993). Soil degradation, soil quality and soil resilience. Soil Tillage Res., vol. 29, str. 1-8.
- Petraš J., Bašić F. (1993). Metode istraživanja erozije tla vodom i zaštita voda. Hrvatske vode, 1/2 Zagreb, str. 99-105.
- Schwertmann U., Vogl W., Kainz M. (1987). Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen, Stuttgart, str. 86.
- Šalinović I., Bašić I., Bašić F., Kellkayelah A., Butorac A. (1989). Prediction of Soil Erosion Using USLE in Horo Allelu Area in Ethiopia. 12th ISTRO Conference. Ibadan. Nigeria. str. 48-49.
- Šalinović I. (1997). Procjena erozije tla vodom na važnijim feralitičnim tlima u provinciji Wolega - Etiopija. Magistarski rad. Zagreb, str. 85.
- Šalinović I., Bašić I., Matun M. (1998). Erozijska tla vodom na području Iloka. Studija Gradskog ureda za poljoprivredu i šumarstvo Grada Zagreba. Zagreb, str. 86.
- Šalinović I., Bašić F., Bašić I., Matun, M. (1999). Pokazatelji erozije grada Iloka. Zbornik radova znanstvenog skupa u Iloku. Ilok, str. 91-117.
- Wischmeier W.H., Johnson, C.B., Cross B.V. (1971). A soil erodibility nomograph for farmland and constructions sites. J. of Soil and Water Conservation, vol. 26/5, str. 189-194.
- Wischmeier W.H., Smith D.D. (1978). A Universal soil-loss equation guide for conservation farm planing. In Int. Congr. Soil Sci., Trans., 7th Int. Soc. Soil Sci., Madison, p. 418-425.
- Žugec I. (1984). The effect of of reduced soil tillage on maize (Zea mays L.) grain yield in eastern Croatia. Soil Tillage Research, 7. str. 19-28.
- Žugec I., Butorac A., Bičanić V., Bašić F. (1993). Anwendungsmöglichkeiten alternativer Bodenbearbeitung für landwirtschaftlichen Kulturen in Kroatien. Symposium. Ried.
- ****(1995). Ekološko-gospodarsko vrednovanje tala županije Primorsko-goranske za potrebe razvitka poljoprivrede. Studija, Zagreb, str. 485.
- ****(1998). Uređenje tala Vinodolske kotline za potrebe biljne proizvodnje, Studija, Zagreb, str. 265.

acs65_25