

SETOF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curricular Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

## ZAŠTITA ZEMLJIŠTA OD EROZIJE

Studijski program MAS:  
Zaštita zemljišta od erozije i prevencija od bujičnih poplava  
Status predmeta: Obavezni

Prof. dr Radovan Savić, Doc. dr Tijana Vulević,  
Asist. Siniša Polovina, Asist. Katarina Lazarević

rassa@pofj.uns.ac.rs

Referent Number: 108463-EPF-1-2018-H2-EPFKA1-CBHE-IP  
"This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein"

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

SETOF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curricular Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

## EROZIJA ZEMLJIŠTA - DEFINICIJE

- (1) Odnosenje zemljišta pod uticajem destruktivnih sila vode i atmosfere naziva se erozija.
- (2) Erozija je razaranje površinskog sloja zemljišta pod dejstvom vetra ili vode.
- (3) Erozija podrazumeva proces odvajanja zemljišnog materijala od mase celokupnog zemljišta i transport tog materijala erozionim agensima - vodom i vetrom.
- (4) Pod pojmom erozija u elementarnom smislu treba podrazumevati promene na površinskom sloju zemljišnog reljefa koje nastaju kao posledica delovanja kiše, snega, mraza, temperaturnih razlika, vetra i tekućih voda ili usled antropogenih faktora.
- (5) Erozija je pojava prosecanja zemljišta i odnošenje njegovih rastresitih sastojaka strujama vode ili vetra.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

SETOF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curricular Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

## ZAŠTITA ZEMLJIŠTA OD EROZIJE

Sadržaj predmeta:

Teorijska nastava

Pojam i klasifikacija erozije zemljišta. Mehanizam vodne i eolske erozije. Osnovni činioci vodne i eolske erozije. Procesi i oblici vodne i eolske erozije. Proračun gubitaka zemljišta usled vodne i eolske erozije. Hidrološki ciklus i vodni bilans. Proces oticaja (hidrogram oticaja, površinski, podpovršinski i podzemni oticaj), faktori koji utiču na formiranje oticaja (klimatski, fizičko-geografski, antropogeni i uticaj vegetacionog pokrivača), padavine, infiltracija, isparavanje i transpiracija i intercepcija. Bujični tokovi i bujični slivovi. Analiza prirodnih karakteristika bujičnih slivova i erozionih područja. Hidrologija bujičnih tokova. Transport nanosa u bujičnim tokovima.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

SETOF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curricular Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

## ZEMLJIŠTE

Površinski, rastresiti sloj Zemljine kore nastao kao rezultat zajedničkog uticaja svih pedogenetskih faktora u veoma dugom vremenskom periodu.

Zemljište -  
Mešavina minerala,  
organskih materija, živih  
organizama, vode i vazduha.

Nezamenljiv, teško obnovljiv  
prirodni resurs, neophodan  
za život, opstanak, osnova  
poljoprivredne proizvodnje  
... itd.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

SETOF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curricular Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

## CILJ

- Usvajanje (sumiranje) znanja, isticanje osnovnih činjenica i podizanje svesti o opasnosti od degradacije zemljišta, voda i životne sredine izazvanih erozijom i bujičnim poplavama.
- Ukazati na značaj zaštite od erozionih procesa i bujičnih poplava.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

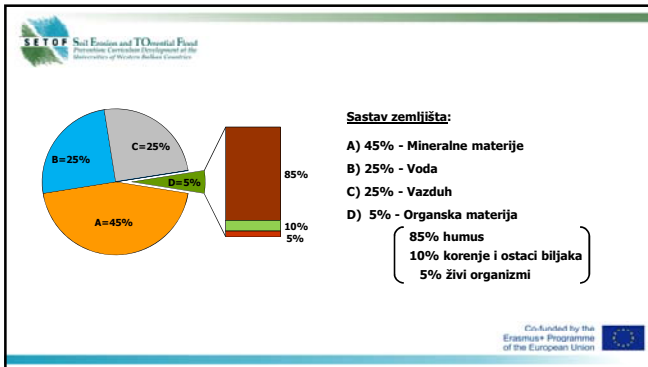
SETOF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curricular Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

## Formiranje zemljišta

Stene počinju da se raspadaju I  
Organska materija ostavlja naslaganje II  
Formiraju se zemljišni horizonti III  
Razvijeno zemljište je osnova za vegetaciju IV

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

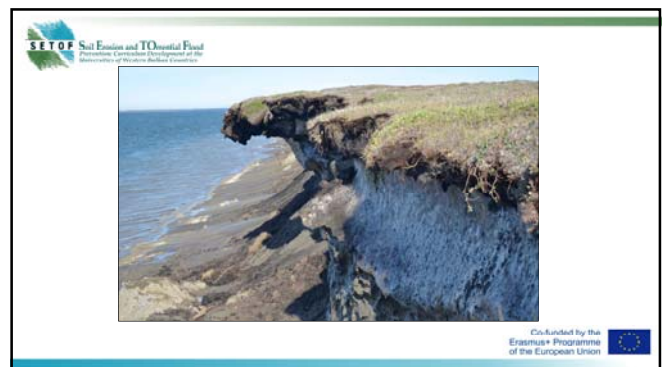
☛ Za formiranje 1 cm zemljišta potrebno je čak 100 pa i 1000 i više godina !



SETOP Soil Erosion and TOrganic Flux  
Prevention, Control and Development of the  
University of Western Balkan Countries

**Erozioni procesi se najčešće (neopravdano) vezuju samo za neke karakteristične, ekstremne pojavne oblike, daleke zemlje, planinska područja, pustinske oblasti i sl.**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



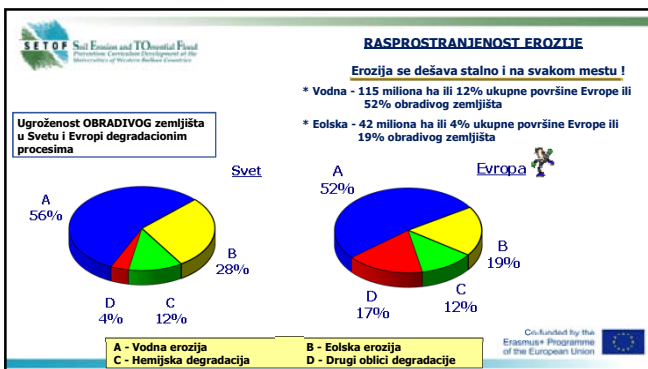


**Osnovne vrste erozionih procesa (u zavisnosti od agensa koji je izaziva):**

- \* Erozijski vodeni:
  - kišni ili pluvijalni
  - rečni ili fluvijalni
- \* Erozijski vetrom ili eolski
- \* Erozijski ledom i snegom (glacijalni)
- \* Erozijski talasom ili abrazionim

\* Specifični oblici erozionih procesa:  
"Putna", "Poljoprivredna", Irigaciona erozija, Sufozija; Bujice . . .

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



- Erozijski procesi često ne pridonose dovoljno značajno jer se njihovi efekti i posledice manifestuju u (veoma) dugim vremenskim intervalima.
- Deluje sporo, prikriveno, "podmuklo".
- Nekada je teško uočljivo u "realnom vremenu". Samo posredni pokazatelji.
- Ukupne štete od posledica erozije su ogromne.
- Erozija je dominantan, najznačajniji, najrasprostranjeniji oblik degradacije, devastacije i destrukcije zemljišta, vodnih tela i životne sredine !

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention, Control and Development of the  
Innovative of Western Balkan Countries

**Irigaciona erozija**

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention, Control and Development of the  
Innovative of Western Balkan Countries

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**Sufozija**

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention, Control and Development of the  
Innovative of Western Balkan Countries

**Intenzitet erozije (gubitak zemljišta)**

Količina odnetih (ili nataloženih) zemljišnih čestica po jedinici površine u nekom vremenskom periodu.

(Npr.: t/ha/god., mm/god itd.)

Prema intenzitetu erozija može biti:

- \* Normalna - geološka
- \* Ubrzana - antropogena
- \* Ekscesivna - katastrofalna

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention, Control and Development of the  
Innovative of Western Balkan Countries

**Bujične poplave i erozija**  
Tekija (Kladovo), 2014.  
*(prikazati video zapis)*

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention, Control and Development of the  
Innovative of Western Balkan Countries

**Ugroženost zemljišta prema intenzitetu erozije**

UGROŽENOST ZEMLJIŠTA EROZIJOM	INTENZITET EROZIJE (t/ha godišnje)
Mala ugroženost	< 0.5
Srednja ugroženost	0.5 - 2.0
Velika ugroženost	2.0 - 8.0
Veoma velika ugroženost	> 8.0

**Napomena:**  
Samo jedna od brojnih klasifikacija.  
Granične vrednosti mogu da se razlikuju.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention, Construction, Development of the Universities of Western Balkan Countries

### OSNOVNI ČINIOCI EROZIJE

Osnovni erozioni činioci (faktori) su fizičko-geografski elementi od kojih zavisi iniciranje, razvoj i intenzitet erozionih procesa.  
Mogu biti: prirodni i antropogeni.

1. Klimatski faktor (padavine, temperatura, vetar ...)
2. Reljef i morfološke karakteristike sliva
3. Geološka i pedološka svojstva podloge
4. Vegetacija
5. Antropogeni

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention, Construction, Development of the Universities of Western Balkan Countries

- Najbitne su padavine u obliku kiše i u manjoj meri снег (indirektno, odloženo delovanje, akumulacija vode).
- Karakteristike padavina: Promenljivost u prostoru i vremenu (višegodišnja i unutargodišnja)
- Potencijal erozivnog delovanja padavina je u funkciji sume padavina, intenziteta i energije

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention, Construction, Development of the Universities of Western Balkan Countries

Erozioni faktori ne deluju samo pojedinačno nego i udruženo - istovremeno. Upravo nepovoljna koincidencija faktora dovodi do intenzivnih erozionih procesa !



- ◆ ANTROPOGENI
- ◆ VEGETACIJA
- ◆ KLIMA
- ◆ ZEMLJIŠTE
- ◆ RELJEF

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention, Construction, Development of the Universities of Western Balkan Countries

### Instrumenti za merenje količine padavina:

- kišomer
- pluviograf - ombrograf
- totalizator

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention, Construction, Development of the Universities of Western Balkan Countries

### 1. Klimatsko meteorološki faktori erozije

**PADAVINE** (Osnovni agens vodne erozije)

**Količina padavina (P)** predstavlja visinu vodenog taloga.  
Izražava se u (mm) ili u (L/m<sup>2</sup>) ili (m<sup>3</sup>/ha) i (L/ha). (1 mm = 1 L/m<sup>2</sup> = 10 m<sup>3</sup>/ha) (kišomer, pluviograf - ombrograf, totalizator)

**Zapremina pale kiše (V)**  
 $V = P \cdot A$  (P - Visina padavina, A - Površina sliva)

**Trajanje padavina (T)** - vremenski interval u kom kiša neprekidno pada.

**Intenzitet padavina (I)** - količina padavina u jedinici vremena.  
(najznačajnija karakteristika padavina sa aspekta vodne erozije)  
 $i = P / T$  [mm/min], [mm/h] ili [sec l/ha]

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention, Construction, Development of the Universities of Western Balkan Countries

### KIŠOMER



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOF** Seti Fizični i TOrentalni Fizični  
Preventivni, Koristnik, Održavanje i  
Univerziteti u Novom Sadu, Srbija

**PLUVIOGRAF**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOF** Seti Fizični i TOrentalni Fizični  
Preventivni, Koristnik, Održavanje i  
Univerziteti u Novom Sadu, Srbija

**Prostorna raspodela padavina**

**Izohijete**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOF** Seti Fizični i TOrentalni Fizični  
Preventivni, Koristnik, Održavanje i  
Univerziteti u Novom Sadu, Srbija

**TOTALIZATOR**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOF** Seti Fizični i TOrentalni Fizični  
Preventivni, Koristnik, Održavanje i  
Univerziteti u Novom Sadu, Srbija

**TEMPERATURA**

Značaj temperature u erozionim procesima je u njenom indirektnom delovanju.

Temperaturne razlike (amplitude) dnevne, . . . , godišnje, dovode do razbijanja i sitnjenja zemljišnih agregata i stena i tako pripremaju materijal koji vodna erozija lakše transportuje i odnosi.

Visoke temperature otežavaju podizanje i održavanje vegetacije, koja je najbolja zaštita od vodne erozije, indirektno potpomažu razvoj erozionih procesa.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOF** Seti Fizični i TOrentalni Fizični  
Preventivni, Koristnik, Održavanje i  
Univerziteti u Novom Sadu, Srbija

**Promenljivost padavina u prostoru i vremenu (višegodišnja i unutargodišnja)**

**Godišnje sume padavina (Novi Sad)**

**Mesečne sume padavina (Novi Sad)**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOF** Seti Fizični i TOrentalni Fizični  
Preventivni, Koristnik, Održavanje i  
Univerziteti u Novom Sadu, Srbija

**VETAR**

Vetar je veoma kompleksna i promenljiva veličina (pravac, smer, brzina, jačina, čestina, trajanje).

- Promena pravca i smera duvanja
- Promene u vremenskim intervalima (trajanje vetra, pulsacije, udari vetra)
- Promene u prostoru usled reljefa, vegetacije i drugih prepreka, naselja, objekata itd.
- Postojanje vertikalne komponente strujanja vetra (raspored brzina po visini, vrtloženje)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



**3. Geološka i pedološka svojstva podloge**

\* **GEOLOŠKA**  
Različito poreklo i karakteristike stena (fizičke i hemijske) - različita otpornost prema eroziji, moćnost i svojstva pedološkog sloja

\* **PEDOLOŠKA (Fizička i Hemijska)**

- Struktura i stabilnost strukturnih agregata
- Tekstura
- Otpornost na otkidanje (smicanje)
- Vodne osobine zemljišta (poroznost, intenzitet infiltracije i kapacitet za vodu)
- Organska materija
- CaCO<sub>3</sub> - koagulator, Na - peptizator ....

Jedinstveni pokazatelj erodibilnosti zemljišta - Indeks erodibilnosti zemljišta.

Cofunded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**2. Reljef i morfološke karakteristike sliva**

Mnogi smatraju da je reljef najznačajniji faktor vodne erozije.

**KARAKTERISTIKE SLIVA**

- Površina sliva
- Dužina sliva
- Dužina vododelnice
- Srednja širina sliva (odnos između površine sliva i dužine sliva)
- Dužina vodotoka
- Gustina rečne mreže
- Srednja (nadmorska) visina sliva
- Srednji pad sliva (prosečan pad padina)
- Srednji pad toka
- Srednji uravnači pad (Pad izjednačenja)
- Hipsometrijska kriva
- Oblik padine (jednoliko nagnut, konveksan - najnepovoljniji, konkavan, talasast, stepenast ...)
- Podužni profil vodotoka ...

Cofunded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**4. Vegetacija**

- Najznačajniji umirujući faktor erozionih procesa
- Vegetacioni pokrivač - direktna zaštita od udara kišnih kapi i tečenja vode po golj površini zemljišta
- Ostaci vegetacije
- Bolja struktura zemljišta - organska materija, poroznost ...
- Korenov sistem - "armatura zemljišta"

Cofunded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SLIV - Karakteristike sliva:**  
Površina sa koje se vode slivaju ka nekom vodotoku (vodnom telu).  
Vododelnica (razvođe) je granica slivnog područja

lepezast      duguljast      trouglast      pravougli

Veličina i oblik sliva utiču na količinu i raspodelu vode koja dospeva na sliv i sa njega otiče (veći sliv veća količina vode)

Cofunded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**Utici vegetacije**

- Absorbuje energiju kišnih kapi i tekuće vode
- Smanjuje otkidanje čestica zemljišta
- Korenov sistem veže zemljište
- Usporava površinsko otkicanje
- Obogaćuje zemljište organskom materijom povećava infiltraciju

Cofunded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOomental Fines  
Prevention, Control and Development of the  
University of Western Balkan Countries

- Vegetacija ima veoma značajnu ulogu u zaštiti zemljišta od erozije, deluje kao zaštitni sloj između agresivnih činilaca atmosfere i zemljišta.
- Nadzemni deo biljnih formacija apsorbuje deo energije kišnih kapi i površinskog oticanja, dok korenov sistem povezuje zemljište i takvom specifičnom armaturom povećava opštu mehaničku otpornost zemljišta na delovanje otkidajućih sila vode.
- Biljni pokrivač ima značajnu ulogu u smanjenju brzine površinskog oticanja, a time i na smanjenje energije toka da izvrši erozioni rad. Najveće usporavanje je kod gustog i ravnog sklopa.
- Efektivnost biljnog pokrivača na smanjenje erozije zavisi od visine i kontinuiteta sklopa, gustine pokrivenosti zemljišta i gustine korenovog sistema.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOomental Fines  
Prevention, Control and Development of the  
University of Western Balkan Countries

Soil Loss Category	Vegetation Type
Minimal soil loss (less than 2 metric tons per hectare annually)	Forest
Moderate soil loss (2 to 10 metric tons per hectare annually)	Small grains (barley, oats, rice, wheat), forage crops
High soil loss (more than 10 metric tons per hectare annually)	Clean-tilled armland, bare land

© 1999 Longshanda, BIRAWA, LLC

30% 100%  
Pokrivenost zemljišta vegetacijom

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOomental Fines  
Prevention, Control and Development of the  
University of Western Balkan Countries

**TREES REDUCE SOIL EROSION.**

Tree roots hold soil in place and increase water infiltration.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOomental Fines  
Prevention, Control and Development of the  
University of Western Balkan Countries

### 5. Antropogeni faktori

- Krčenje šuma
- Povećanje urbanih i obradivih površina
- Prekomerna ispaša stoke
- Veličina, oblik i orijentacija parcele
- Način obrade zemljišta
- Izbor useva
- Itd.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOomental Fines  
Prevention, Control and Development of the  
University of Western Balkan Countries

**VEGETACIJA PRIMA UDAR KIŠNIH KAPI**

**VEGETACIJA USPORAVA POKRŠINSKO OTICANJE VADE, SMANJENJE ENERGIJE I ZAGREVA KISELNICE**

**VEGETACIJA VEŠ ZEMLOŠTE**

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOomental Fines  
Prevention, Control and Development of the  
University of Western Balkan Countries

Svojim agresivnim delovanjem, urbanizacijom, industrijalizacijom, naročito aktivnostima u poljoprivredi i šumarstvu, čovek je mnogo doprineo ubrzanju erozionih procesa i tako postao glavni faktor opšte degradacije zemljišta. Uništavanjem vegetacije, prvenstveno krčenjem šuma, nepravilnom obradom strmih nagiba, uništavanjem humusa, pogoršavanjem fizičkih i hemijskih osobina zemljišta, čovek je narušio prirodnu ravnotežu između erozionih agenasa i sila prirodnog otpora zemljišta i doveo do intenziviranja erozije svih vrsta, odnosno doveo je do ubrzanje - ANTROPOGENE EROZIJE.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



**SETOP** Soil Erosion and TOrganic Fluxes  
Prevention, Control and Development of the  
Innovative of Western Balkan Countries

### MEHANIZAM DELOVANJA EROZIJE

Erozija - složen proces odvija se u nekoliko faza:

- \* Otkidanje, odvajanje i pokretanje čestica zemljišta različitih oblika, veličine i sastava.
- \* Transport čestica na veću ili manju udaljenost.
- \* Akumulacija, taloženje ili deponovanje čestica (privremeno ili trajno)

Nepovoljne posledice (štete) mogu nastati pri svakoj od ovih faza.

- na licu mesta (*in situ*, on site) ili
- na udaljenoj lokaciji (*ex situ*, off site)

Agronomski, hidrotehnički, ekonomski, socijalni, ekološki i drugi aspekti.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOrganic Fluxes  
Prevention, Control and Development of the  
Innovative of Western Balkan Countries

### EROZIJA



1) Otkidanje      2) Transport      3) Taloženje

1. Otkidanje      2. Transport      3. Taloženje

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union


**Soil Erosion and TOrrental Flood**  
 Prevention, Control and Development at the  
 Universities of Western Balkan Countries

---

## ZAŠTITA ZEMLJIŠTA OD EROZIJE


---

**Studijski program MAS:**  
**Zaštita zemljišta od erozije i prevencija od bujičnih poplava**  
**Status predmeta: Obavezni**

**Prof. dr Radovan Savić, Doc. dr Tijana Vulević,**  
**Asist. Siniša Polovina, Asist. Katarina Lazarević**

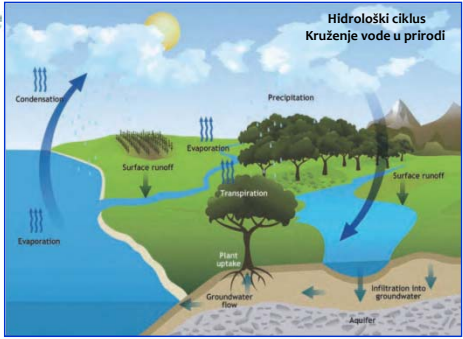
Reference Number: 594423 EPP+ 2018 + RS-EPYKAJ-CIHE JP  
 \*This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein\*

Co-funded by the  
 Erasmus+ Programme of  
 the European Union



**Soil Erosion and TOrrental Flood**  
 Prevention, Control and Development at the  
 Universities of Western Balkan Countries

**Elementi hidrološkog ciklusa:**

- Padavine
- Evaporacija
- Infiltracija
- Retencija
- Oticaj



**Hidrološki ciklus**  
Kruženje vode u prirodi


**Soil Erosion and TOrrental Flood**  
 Prevention, Control and Development at the  
 Universities of Western Balkan Countries

- **HIDROLOŠKI CIKLUS**
- **VODNI BILANS**
- **OTICAJ**

Co-funded by the  
 Erasmus+ Programme of  
 the European Union

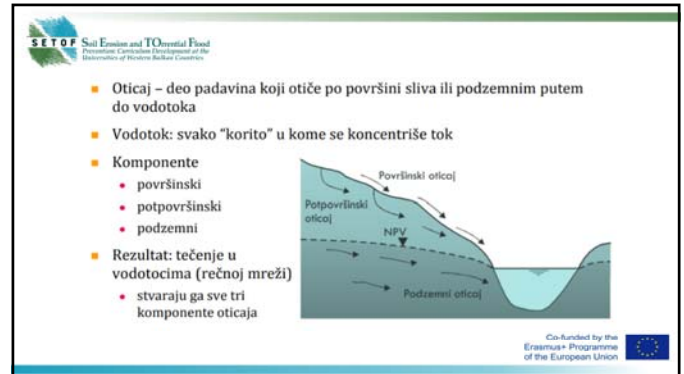
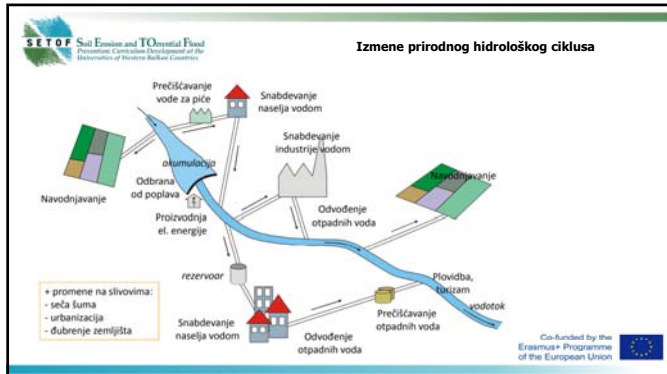

**Soil Erosion and TOrrental Flood**  
 Prevention, Control and Development at the  
 Universities of Western Balkan Countries

**GLAVNI ELEMENTI HIDROLOŠKOG CIKLUSA:**

- \* Padavine
- \* Isparavanje i evapotranspiracija
- \* Infiltracija
- \* Retencija (površinska i intercepcija)
- \* Oticaj



Co-funded by the  
 Erasmus+ Programme of  
 the European Union



**SETOP** Soil Emission and TOrrontal Flood  
 Transversal Curriculum Development of the  
 Universities of Western Balkan Countries

**OTICAJ**  
 (Slivanje, Deo padavina koji otiče sa sliva)

\* Jednačina vodnog bilansa

$$P = U + E + R + O$$

P - Padavine  
 U - Upijanje (infiltracija)  
 E - Isparavanje (evaporacija)  
 R - Retenzija (zadržavanje)  
 O - Otlivaj

Brzina slivanja i Količina vode (energija)

\* Brzina - empirijske, tablične vrednosti za različite uslove (vrsta podloge, nagib terena ...)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOrrontal Flood  
 Transversal Curriculum Development of the  
 Universities of Western Balkan Countries

**OTICAJ**

Racionalna formula  
 (računanje oticaja sa manjih površina do oko 100 ha)

$$Q = C * i * F$$

Q - količina otekle vode (m<sup>3</sup>/s)  
 C - koeficijent oticaja, kao odnos pale i otekle kiše (zavisi od vrste i stanja podloge)  
 i - intenzitet padavina (L/s/ha)  
 F - površina sliva (ha)

\* Posledica oticaja je formiranje vodotoka i drugih vodnih tela

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOF** Soil Erosion and TOrrontial Flood  
Prevention Certification Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

**Koeficijent oticaja -**  
predstavlja odnos otekle ( $P_e$ ) i pale vode ( $P$ ) i njegova vrednost varira od 0 do 1

$$\eta = \frac{P_e}{P}$$

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOF** Soil Erosion and TOrrontial Flood  
Prevention Certification Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

**FAKTORI KOJI UTIČU NA OTICAJ**

**TOPOGRAFSKE KARAKTERISTIKE SLIVA:**

- Veličina i oblik sliva
- Pad sliva itd.

**VELIČINA SLIVA –** Mali slivovi: površinsko tečenje dominantno nad tečenjem u vodotoku, kratkotrajne jake kiše, uticaj načina korišćenja površina; Veliki slivovi: obrnuto

**KLIMATSKI FAKTORI:**

- Intenzitet i trajanje kiše
- Pravac kretanja oluje
- Prethodna vlažnost terena

**GEOLOŠKI I PEDOLOŠKI FAKTORI –** utiču na površinski, podpovršinski i podzemni oticaj sa sliva

**BILJNI POKRIVAČ –** vrsta sastav i učesće vegetacije

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOF** Soil Erosion and TOrrontial Flood  
Prevention Certification Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

**Empirijske vrednosti koeficijenta oticaja**

Koeficijent oticaja za prirodna slivna područja se ocenjuje na osnovu topografskih karakteristika sliva, pedoloških osobina zemljišta i tipa biljnog pokrivača

$$\eta = 1 - \sum_{i=1}^3 \eta_i^2$$

**Koeficijent oticaja za prirodna slivna područja**

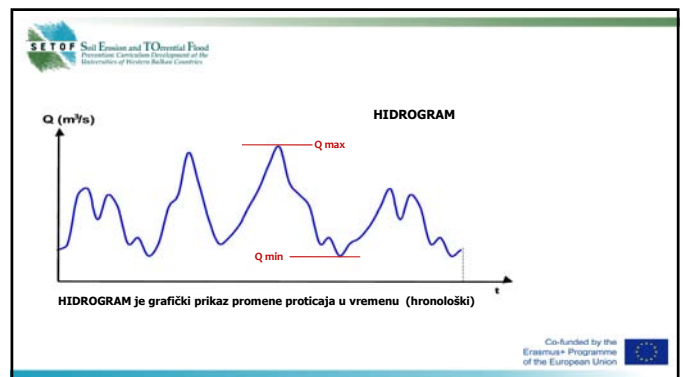
Tip područja	Opis	Koef. $\eta$
Topografija	Ravno zemljište (procent nagib 0.02-0.06%)	0.30
	Brednjaksto zemljište (pros. nagib 0.3-0.4%)	0.20
Zemljište	Zbijena, vrlo nepropusna gлина	0.10
	Srednje-glasa i slovača Peskovita slovača	0.20
Biljni pokrivač	Slab ili gosti	0.10
	Obradivo zemljište	0.15
	Šuma	0.20

**Koeficijenti oticaja za gradska područja**

Opis područja	Koef. oticaja
Ravno sa izolovanim kućama, sa oko 30% vodonepropusne površine	0.40
Blago nagmuto, sa izolovanim kućama, sa oko 50% vodonepropusne površine	0.65
Blago nagmuto, gusto izgrađene zgrade, sa oko 70% vodonepropusne površine	0.80

Vrednost za koeficijent oticaja  $\eta$  se dobija sabiranjem vrednosti  $\eta_i$  iz gornje tabele, za svaki od tri faktora, i oduzimanjem ovog zbira od 1.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



**SET OF** Sci Emotion and TOriented Flood  
 Promoting Curriculum Development of the  
 Universities of Western Balkan Countries

### HIDROGRAM OTICAJA

B - početak direktnog oticaja  
 C - maksimalni oticaj  
 D - prestanak direktnog oticaja

BC - rastuća grana hidrograma  
 CD - opadajuća grana hidrograma  
 AB, DE - recesiona grana hidrograma

$Q_{max}$  - maksimalna ordinata hidrograma  
 $T_p$  - baza hidrograma (trajanje direktnog oticaja)  
 $T_r$  - vreme podizanja hidrograma  
 $T_r$  - vreme opadanja hidrograma

**Hidrogram oticaja, koji je posledica jedne izolovane kiše, uniformnog intenziteta i ravnomerno raspoređene na slivu**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SET OF** Sci Emotion and TOriented Flood  
 Promoting Curriculum Development of the  
 Universities of Western Balkan Countries

### Transformacija hidrograma pod uticajem akumulacije i retencije

Moguća je u gornjim delovima toka, na manjim slivovima i sl.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SET OF** Sci Emotion and TOriented Flood  
 Promoting Curriculum Development of the  
 Universities of Western Balkan Countries

### HIDROGRAM OTICAJA

Deo BC - grana porasta (kriva koncentracije)  
 Segment CDE je vršni deo hidrograma  
 Deo EFG - retardaciona grana (kriva recesije)  
 Deo AB je hidrogram oticaja vodotoka pre kiše  
 Deo FG je retardaciona kriva podzemnih voda u slivu, isto kao i deo AB

**Hidrogram oticaja, koji je posledica jedne izolovane kiše, uniformnog intenziteta i ravnomerno raspoređene na slivu**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SET OF** Sci Emotion and TOriented Flood  
 Promoting Curriculum Development of the  
 Universities of Western Balkan Countries

### Transformacija hidrograma u akumulaciji i retenciji

Prvobitni poplavni talas ( $Q_1$ ) prevazilazi propusnu moć vodotoka ( $Q_0$ ). Deo ("vrh") talasa se zadržava u prostoru akumulacije ili retencije i ispušta proticajem ( $Q_2$ ) koji je manji od propusnu moć vodotoka ( $Q_0$ ).

Ukupne količine vode (ukupne zapremine poplavnog talasa) su iste ( $V_1 = V_2$ ), razlikuje se vreme propagacije. Veći proticaj ( $Q_1$ ) prođe za kraće vreme ( $\Delta t_1$ ), a manji proticaj ( $Q_2$ ) traje duže ( $\Delta t_2$ ). Dolazi do preraspodele ukupne količine vode u vremenu.

$Q_1 > Q_0 > Q_2$   
 $V_1 = V_2$   
 $\Delta t_1 < \Delta t_2$

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

## ZASTITA ZEMLJIŠTA OD EROZIJE

Studijski program MAS:  
Zaštita zemljišta od erozije i prevencija od bujičnih poplava  
Status predmeta: Obavezni

**Prof. dr Radovan Savić, Doc. dr Tijana Vulević,  
Asist. Siniša Polovina, Asist. Katarina Lazarević**

Reference Number: 598423 EPP+ 2018+RS-EPPKA2 CBHE-IP  
\*This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only  
of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein\*

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

- Erozijski proces je proces otkidanja, transporta i taloženja čestica zemljišta i geološke podloge delovanjem vode kao osnovnog erozijskog agensa.
- Vodna erozija je klasifikovana na sledeći način:
  - \* Pluvijalna erozija (erozija padavina)
  - \* Fluvijalna erozija (rečna erozija)
  - (\* Bujična erozija)

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

## PROCESI I OBLICI VODNE I EOLSKE EROZIJE

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

### Pluvijalna erozija

- Pluvijalna erozija (lat. *pluvia* – padavine) nastaje delovanjem padavina na nezaštićeno zemljište i podlogu i traje dok traju padavine i njene neposredne posledice (oticanje).
- Sastoji iz početne, prve faze - neposrednog udara kišnih kapi ("bombardovanje") u nezaštićeno zemljište. Tim udarima kišne kapi razbijaju zemljišne čestice i agregate.
- Druga faza pluvijalne erozije je površinsko oticanje po nagibu, kada tekuća voda spira i odnosi ne samo produkte erozije kišnih kapi već i čestice zemljišta koje svojom energijom tečenja otkida od podloge, transportuje i taloži.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

## Erozija vodom

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

- Podela pluvijalne erozije prema erozijskim fazama i njenim pripadajućim oblicima:
  1. faza - erozija kišnih kapi
  2. faza - površinsko oticanje
    - a) površinsko spiranje
    - b) brazdasta erozija
    - c) jaružasta erozija
    - d) mešovita (kombinovana ili multiformna erozija)

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

### 1. Faza - Erozija kišnih kapi

- > Neposredni udar kišnih kapi u nezaštićeno zemljište dovodi do razaranja, razbijanja, zemljišnih agregata i odvajanja zemljišnih čestica od osnovne mase zemljišta.
- > To je početak erozije zemljišta i taj proces se naziva erozija kišnih kapi, "raindrop erosion" ili "splash erosion".
- > Udar kišnih kapi o nezaštićeno zemljište je prvi (nekad i najbitniji) faktorom u razbijanju i otkidanju zemljišnih čestica a time i u iniciranju erozionih procesa.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- Energija jedne kišne kapi:

$$Ke = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (J)$$

- Energija jedne kišne kapi je mala ali je ukupna energija jednog pljuska sa milionskim brojem kišnih kapi velika. Energija se povećava sa intenzitetom padavina, jer se sa intenzitetom povećava broj i prečnik kišnih kapi a time i masa, a sa masom i brzina padanja kišne kapi, odnosno povećava se energija udara kišne kapi o nazaštićeno tlo.
- 1 kg TNT = 4,184 MJ, prosečne godišnje padavine u Srbiji imaju energiju ravnu energiji od ~ 365 000 t TNT-a.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**raindrop impact damage**

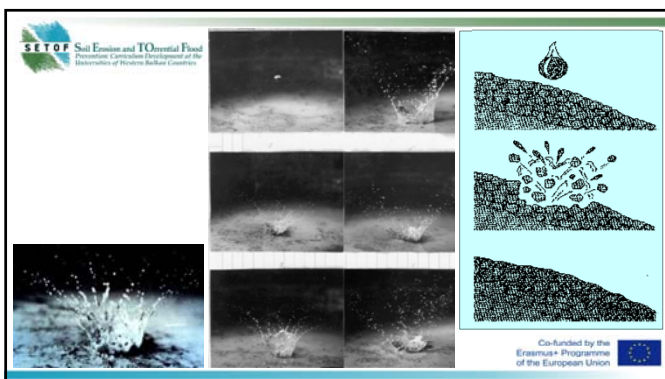
energy =  $m \cdot v \cdot v$   
 1mm = 15 km/h  
 5mm = 32 km/h  
 = 500 times water up

flora & fauna  
 soil cover  
 fertile  
 water is 800 times heavier than air!

Pročnik kapi (mm)	Masa jedne kapi (gr)	Brzina padanja (cm/s)	Kinetička energija (erg) = (10 <sup>-7</sup> J)
0.5	0,0000654	200	1,3
1,0	0,000624	400	42,0
1,5	0,001768	560	277,2
2,0	0,00419	600	754,2
3,0	0,01413	700	3461,8
4,0	0,03349	700	8205,1
5,0	0,06542	700	16027,9

10 X } >10.000 X

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- > Erozija kišnim kapima nema velikog udela u transportu nanosa, jer se na horizontalnoj ravni i bez vetra razbijeni materijal ravnomerno raspoređuje oko udarnog kratera kišne kapi.
- > Na nagnutim terenima čak i u uslovima bez vetra, dolazi do premeštanja zemljišta izbačenog iz udarnog kratera kišne kapi i to u zavisnosti od nagiba padine, tj. ugla udara kišne kapi o zemljište.
- > Ovaj efekat se pojačava udarima vetra niz padinu. Efekat erozije kišnih kapi može da se poveća 1,5 – 3 puta u odnosu na padavinu istog intenziteta, ali bez delovanja vetra.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

Eksperimentalno je utvrđeno da je pri eroziji kišne kapi najmanje energije potrebno utrošiti za odvajanje čestica zemljišta prečnika 0,125 mm a da su čestice između 0,063 i 0,250 mm najosetljivije na ovu vrstu erozije.

Kрупnije čestice su otpornije zbog svoje mase, dok su čestice gline otpornije zbog jakih fizičkih sila povezivanja (kohezije) kao i hemijskih sila vezivanja između čestica minerala koji sačinjavaju glinu.

To znači da se kišnim kapima najčešće i najlakše erodiraju zemljišta sa visokim procentom primarnih agregata i čestica veličine između 0,063 i 0,250 mm (praškaste ilovače, ilovače i fini - sitni pesak).

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Universities of Western Balkan Countries



10:53


Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

- Odvajanje čestica zemljišta ne zavisi samo od teksture zemljišta, već i od napona na smicanje koje poseduje površinski sloj zemljišta, kohezionih sila itd..
- Ovaj napon se smanjuje sa povećanjem vlažnosti zemljišta tako da erozija kišnim kapima dostiže svoj maksimum pri saturiranom zemljištu.
- Čak i u prisustvu tankog sloja vode na zemljištu efekat udara kišnih kapi raste i to zbog turbulencije koju ovi udari izazivaju u tom tankom sloju vode.
- Međutim, postoji kritična dubina vode iznad koje erozija kišnih kapi prestaje jer je sloj vode dovoljan da amortizuje udare kišnih kapi (debljina tog sloja je približno jednaka prečniku kišne kapi).

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Universities of Western Balkan Countries



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

- Posebno treba napomenuti da udari kišnih kapi, odnosno sabijeni vazduh koje kišne kapi potiskuju ispred sebe, vrše kompaktaciju (sabijanje) već razbijenih čestica zemljišta i agregata i njima zatvaraju površinske pore.
- Tako se formira nepropusni sloj koji postaje čvrsta pokorica kada se zemljište osuši.
- Ovakvo formiran sloj je značajno otporniji na udare kišnih kapi sledeće kiše, ali istovremeno, mada je debljine svega nekoliko mm, rapidno sprečava infiltraciju pa površinsko oticanje može da se formira i od svega nekoliko mm padavina, znatno povećavajući površinsko oticanje.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Universities of Western Balkan Countries



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- Na ovaj način udari kišnih kapi značajno doprinose pojavi štetnog površinskog oticanja kao sledeće faze pluvijalne erozije, i time stvara uslove za iniciranje brazdaste erozije.
- Zemljišta bogatija organskom materijom i glinovitim frakcijama imaju stabilniju strukturu - strukturni agregati su otporniji na udare kišnih kapi a zemljišta na stvaranje pokorice.
- Nasuprot njima, ilovasta i peskovito ilovasta zemljišta su daleko osetljivija na udare kišnih kapi i kod njih se brže formiraju začepljenja pora i formiranje pokorice.
- Osnovni značaj erozije kišnih kapi je u otkidanju i sitnjenju zemljišnog materijala, odnosno u razbijanju zemljišnih čestica i agregata i njihovoj pripremi da što lakše budu odneti površinskim spiranjem, kao i u stvaranju pokorice koja kasnije znatno uvećava površinsko oticanje a time i povećava intenzitet erozije.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- Površinsko oticanje vode izaziva površinsko spiranje zemljišta čak i na blago nagnutim terenima, kada zemljište nije u stanju da upije (infiltrira) dospele padavine.
- To se dešava kod veoma jakih kiša kada je intenzitet padavina veći od intenziteta infiltracije, ili kod slabih ali dugotrajnih kiša kada se dostigne i prevaziđe postojeći kapacitet zemljišta za vodu.
- Takođe, pri veoma intenzivnim kišama usled udara kišnih kapi i formiranja nepropusnog pokoričnog sloja. Veoma se smanjuje infiltracija pa se površinski oticaj formira bez obzira što je sloj ispod pokorice relativno suv sa slobodnim prostorom za akumulaciju padavina.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

## 2. Faza - Površinsko oticanje

- a) površinsko spiranje
- b) brazdasta erozija
- c) jaružasta erozija
- d) mešovita (kombinovana ili multiformna erozija)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- Efekat površinskog spiranja zavisi od veličine površine i njene morfologije.
- Na vrhu padine oticaj je mali ili ga nema. Na određenoj udaljenosti od vrha padine formira se površinsko oticanje koje uglavnom zavisi od intenziteta padavina i njegovog odnosa prema intenzitetu infiltracije i kapaciteta zemljišta za vodu.
- Tako formirano površinsko oticanje se povećava idući ka podnožju padine, povećava se količina vode i brzina tečenja.
- Karakteristike tečenja mogu da se drastično menjaju duž padine - smanjuju i povećavaju (zbog prisustva nanosa, vegetacije i kamenih prepreka). Naizmenično se javlja erodiranje, odnošenje čestica i taloženje.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

## Površinsko spiranje

- Površinsko spiranje je početni oblik druge faze pluvijalne erozije.
- To je ujednačeno površinsko erodiranje zemljišta površinskim oticanjem plitkog sloja vode koje spira čestice zemljišta ili geološke podloge, organska i mineralna đubriva i druge sitne čestice otkinute erozijom kišnih kapi.
- Ova vrsta površinskog erodiranja ("surface erosion") može da bude u tankim slojevima, i tada se naziva laminarno erodiranje (lat. *lamina* - tanak sloj) ili spiranje u delovima - "celinama u obliku čaršava" ("sheet erosion"). Ta je pojava izražena kod morfološki ravnih površina na blažim nagibima.
- Ovakvim spiranjem zemljište se tanji da bi se napokon pojavila geološka podloga, a velike površine ostale bez pedološkog sloja.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- 1 RAINDROP EROSION
- 2 SHEET EROSION
- 3 RILL AND GULLY EROSION
- 4 STREAM AND CHANNEL EROSION

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- Gubitak zemljišta spiranjem teško je uočiti, naročito na poljoprivrednim površinama gde se obradom zemljišta ove pojave sakrivaju.
- Krajnji rezultat su površine sa promenjenom bojom površinskog sloja, ogoljene površina bez pedološkog sloja, stalno smanjivanje prinosa i povećana potreba za dodatnim unošenjem hraniva u zemljište. To su posredni znaci erozionih pojava.
- Vizuelni pokazatelj ove vrste erodiranja je i zona sedimentacije na podnožju padine gde se taloži erodiran materijal uz veće prisustvo sitnih čestica, prečnika između 0,063 i 0,250 mm. Tako se tokom vremena u zemljištu na padini povećava udeo krupnijih čestica (peska), a u podnožju padine, u zoni sedimentacije, povećava se udeo sitnijih čestica.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Sheet Erosion

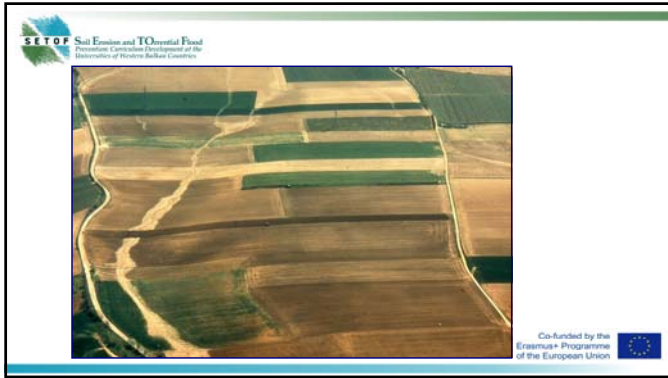
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

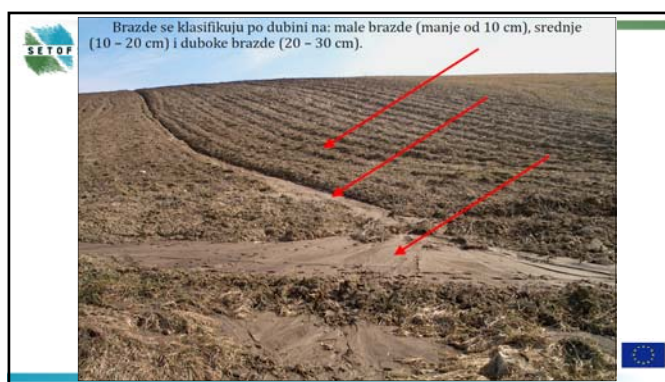




**Brazdasta erozija ("rill erosion")**

- Brazdasta erozija spada u prve dubinske erozione oblike.
- Formiranje brazdi je rezultat silovitog i turbulentnog tečenja.
- Nastaje koncentracijom površinskog otcjanja po nagibu, koje iz površinskog spiranja prelazi u kanalsko, koncentrisano otcjanje i erodiranjem površinskog sloja formira erozione oblike – brazde.
- Brazde se formiraju najčešće na poljoprivrednom zemljištu ali se ovi erozioni oblici skrivaju redovnom poljoprivrednom obradom (oranje, tanjiranje, drljanje i sl.). Brazde se ponovo formiraju svake godine zalazeći sve dublje i dublje u zemljišni profil, čime se smanjuje moćnost obradivog sloja i povećava ulaganje u standardnu agrotehniku da bi se održali planirani prinosi.

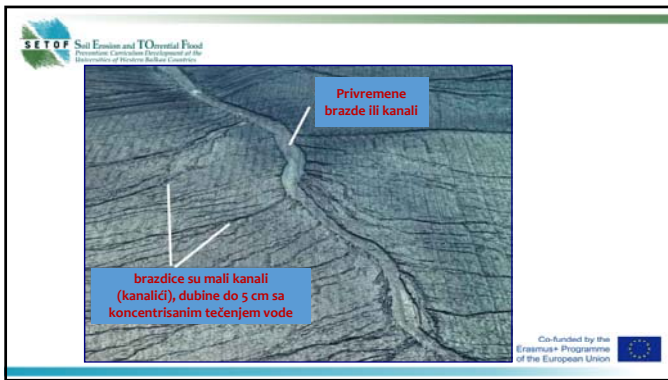
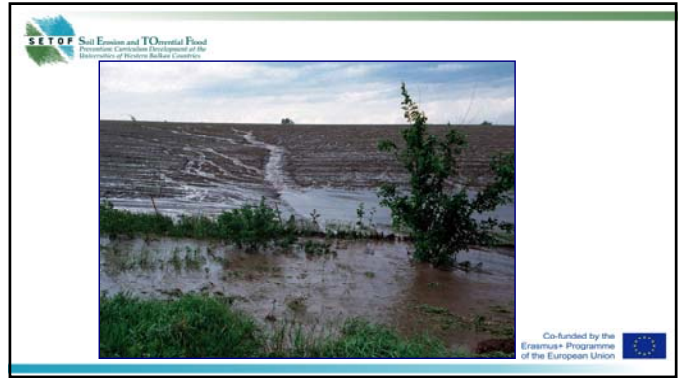
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

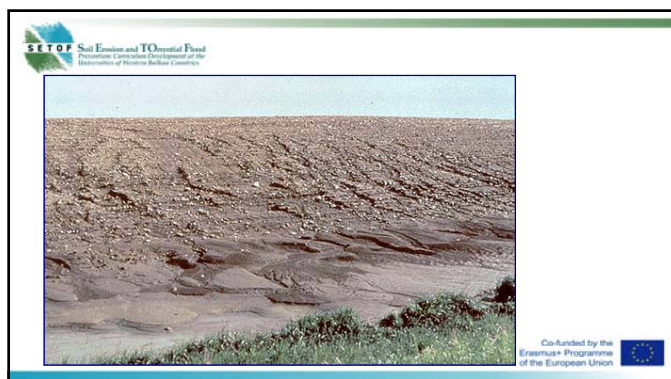


- Najčešći način formiranja brazdi je delovanje površinskog otcjanja na nezaštićeno zemljište kada je brzina infiltracije nedovoljna da prihvati padavine i kada se brazde formiraju na padini i proširuju nizvodno.
- Brazde su dubine od od nekoliko cm pa do približno 25-30 cm, odnosno do dubine oraničnog sloja.
- Posmatrajući od vrha padine, na određenom rastojanju kada se površinsko otcjanje koncentrira u male (mikro) tokove, formiraju se mali kanali, koji se nazivaju brazdice. Daljom koncentracijom otcjanja i spajanjem ovih mikro tokova u veće, formiraju se sve dublje i šire brazde.
- Kod brazdaste erozije ukupan nanos ne sačinjavaju samo čestice koje je površinsko otcjanje otkinulo od osnovnog zemljišta već se njemu pridružuje i nanos dobijen obrušavanjem obala i čela brazde. Nanos iz obala može da dostigne i više od 50% od ukupnog nanosa koji se transportuje brazdom.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union







SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Jaružasta erozija ("gully erosion")**

- Povećanjem oticanja i njegovim koncentrovanim delovanjem po linijama brazdi formiraju se jaruge.
- Jaruge su najveći oblici dubinske erozije formirani delovanjem površinskog oticanja i spadaju pored brazdi u erozione oblike druge faze pluvijalne erozije. Ne mogu se sanirati mehaničkom obradom zemljišta.
- Dubine ovih erozionih oblika su od 30 cm, pa do više metara čak i više desetina metara.
- Ukoliko se ne zaustavi ovaj oblik erozije, jaruge mogu da pređu u bujične tokove i teže oblike erozije.

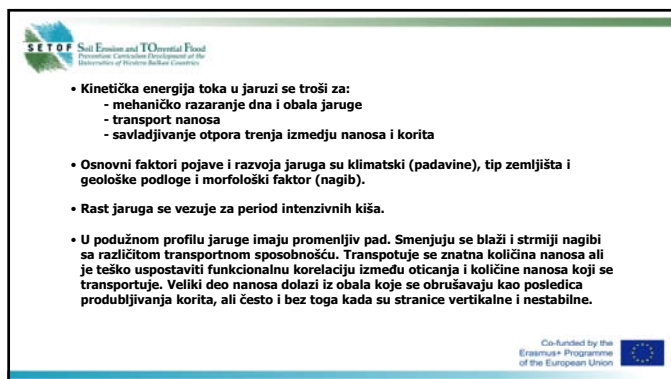
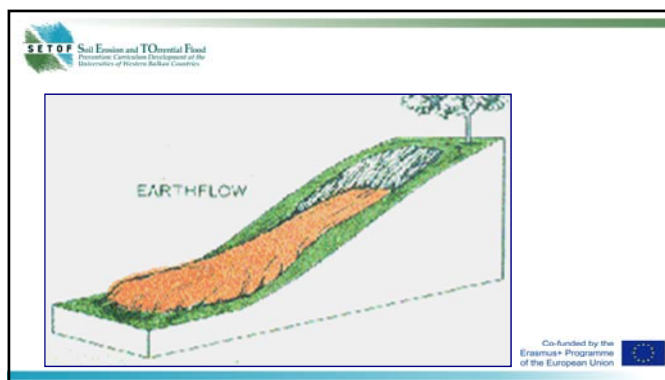
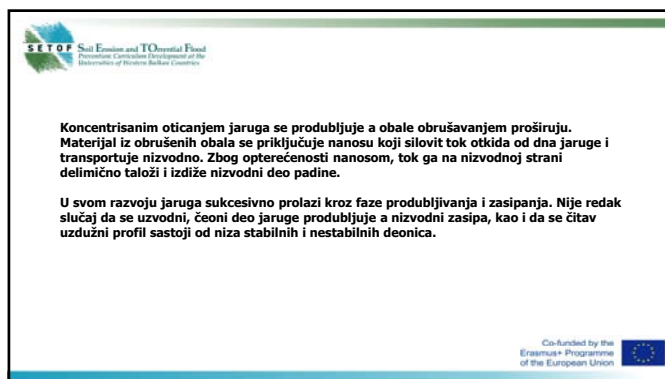
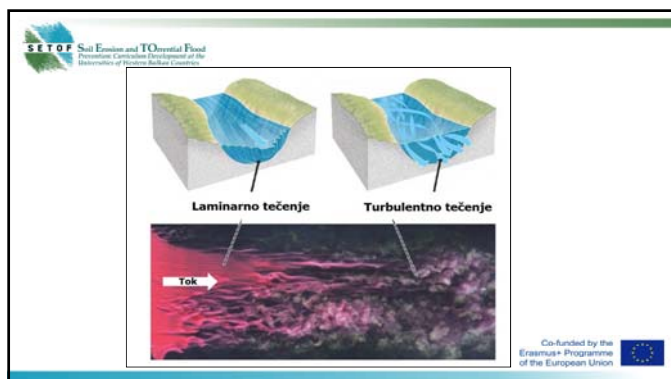
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

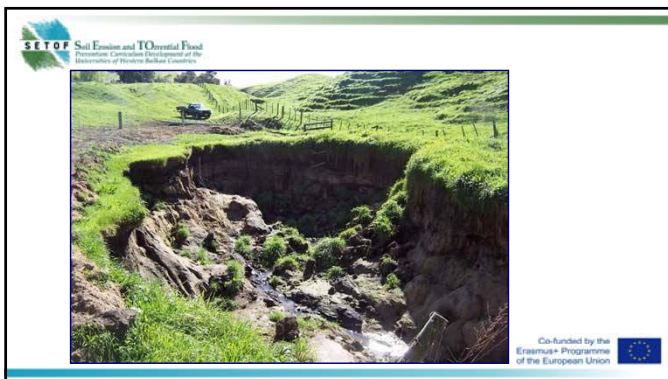
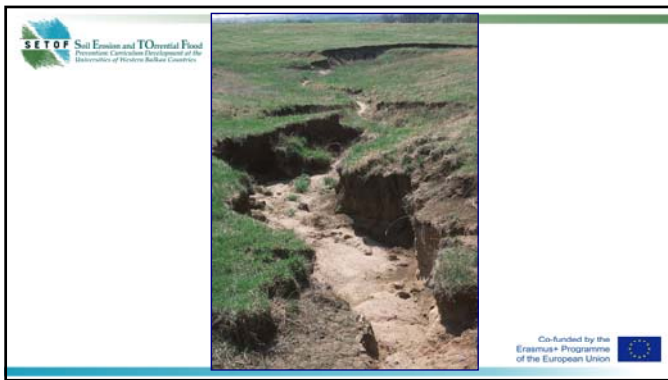
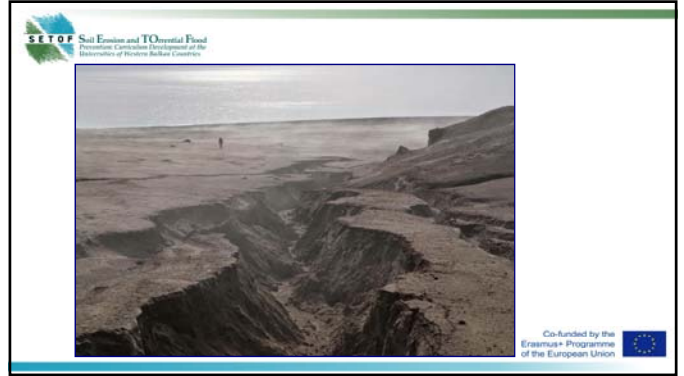
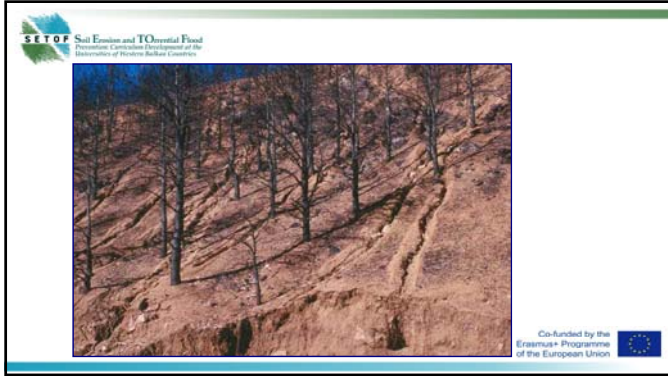


SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- Razvoj erozionih procesa na formiranju jaruga zavisi od kinetičke energije toka koja je u najvećoj meri posledica brzine tečenja. Brzina toka raste sa porastom nagiba. Tečenje u jarugama sa prosečnim nagibom od 10% ima velike brzine tečenja (do 5 m/s) koje su uvek turbulentnog karaktera.
- Iako se radi o tokovima povremenog karaktera jaruge imaju veliki erozioni potencijal i mogu da transportuju znatnu količinu vučenog nanosa krupnoće veće i od 10 cm u prečniku.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union







SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Na bazi genetske klasifikacije razlikuju se četiri stadijuma u razvoju jaruge:

- 1 -

Prvi stadijum je plitka eroziona brazda koja se formira površinskim oticanjem po nezaštićenom zemljištu. Tako formirana brazda se na određenoj dužini padine spaja sa drugim brazdama, čime se povećava koncentracija površinskog oticanja, brazde se produbljuju i prelaze u novu erozionu formu dubinskog oticanja, jaruge.

U podužnom profilu, jaruga u ovoj fazi razvoja prati prirodni nagib terena. Poprečni profil je najpre u obliku trougla, a zatim se širi u pravougaoni koji se najčešće pretvara u ovalni.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- 4 -

Četvrti stadijum je prestanak dužinskog povećanja jaruge i njeno postepeno gašenje, od donjeg dela idući uzvodno.

U ovoj fazi i širina jaruge dostiže maksimum. Obrušavanje obala u trećoj fazi dovelo do formiranja blažih nagiba obala, koje su stabilnije od strmih, a zbog širine jaruga, površinsko oticanje teško i dospeva do obala da bi ih erodiralo.

Stabilizacijom jaruge kako po dubini tako i po širini, stvaraju se uslovi za prirodno obnavljanje vegetacionog pokrivača, koji postepeno osvaja jarugu. Najpre se pojavljuje travna vegetacija koja osvaja obale, a pionirske žbunaste i drvenaste vrste naseljavaju najpre najpovoljnija staništa u dnu jaruge da bi se proširile na celu jarugu koja se tako prirodno smiruje,

Za ovaj prirodni proces potrebno je veoma dugo vreme koje se veštačkom intervencijom može daleko skratiti.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- 2 -

Drugi stadijum razvoja jaruge je intenzivno produbljivanje jaruge.

U neotpornom zemljištu povećana koncentracija oticanja produbljuje dno jaruge, obale se obrušavaju i šire, a nanos transportuje nizvodno sve dok to dozvoljava vučna sila oticanja.

Nanos koji se transportuje mestimično se taloži, povećano oticanje povremeno ga opet pokreće. Ovo je najdinamičniji stadijum razvoja jaruge - promene se dešavaju veoma brzo i lako se uočavaju.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- **Kombinovana (mešovita) dubinska erozija**
- Ova vrsta erozije predstavlja kombinaciju brazdaste i jaružaste erozije, odnosno njihovih oblika.
- Na erodibilnom zemljištu i neotpornoj geološkoj podlozi, pod dejstvom jakih padavina stvaraju se različite forme jaruga dubine i po više metara. Na njihovim stranama se formiraju najpre brazde različitih širina i dubina, koje kasnije prerastaju u jaruge na čijim se stranama opet formiraju brazde i proces se nastavlja uz stalno širenje prostora koji zauzima ova svojevrsna brazdasto-jaružasta hidrografska mreža.
- Ove površine su poznate i kao "bad lands", termin koji je iz engleskog jezika prešao u internacionalnu upotrebu.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- 3 -


Treći stadijum razvoja jaruge je završetak njenog dubinskog produbljivanja.

Jaruga doseže do erozione baze (čvrste podloge) koja sprečava njeno dalje produbljivanje. U ovom stadijumu nizvodni deo jaruge se zasipa nanosom iz gornjeg dela koji se još uvek produbljuje zbog većeg podužnog pada na ovoj deonici.

Taloženje nanosa se postepeno pomera od nizvodne ka gornjoj deonici sve dok se ne postigne jedinstven pad ("pad izjednačenja") na celom podužnom profilu jaruge. Po dostizanju ovog jedinstvenog pada izjednačenja, produbljivanje prestaje u potpunosti na celoj dužini jaruge ali se može nastaviti bočno širenje jaruge usled potkopavanja obala.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

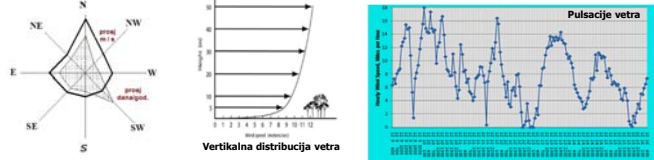
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

### VETAR

Vetar je veoma kompleksna i promenljiva veličina (pravac, smer, brzina, jačina, čestina, trajanje).

- Promena pravca i smera duvanja
- Promene u vremenskim intervalima (trajanje vetra, pulsacije, udari vetra)
- Promene u prostoru usled reljefa, vegetacije i drugih prepreka, naselja, objekata itd.
- Postojanje vertikalne komponente strujanja vetra (raspored brzina po visini, vrtloženje)



Vertikalna distribucija vetra

Pulsacije vetra

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

## Eolska Eroziija

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

### Vrtloženje (vertikalna komponenta vetra)



SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

### EOLSKA EROZIJA

Za razliku od vodne erozije, kod koje su smer i pravac delovanja erozionih procesa određeni dominantnim nagibom i padom terena eolska erozija može da se odvija u svim pravcima.

Složenost eolske erozije se ogleda i u tome što je njen glavni agens vetar veoma kompleksna i promenljiva veličina (pravac, smer, brzina, jačina, čestina).

- Promena pravca i smera duvanja
- Promene u vremenskim intervalima (trajanje vetra, pulsacije, udari vetra)
- Promene u prostoru usled reljefa, vegetacije i drugih prepreka, naselja, objekata itd.
- Postojanje vertikalne komponente strujanja vetra (raspored brzina po visini, vrtloženje)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

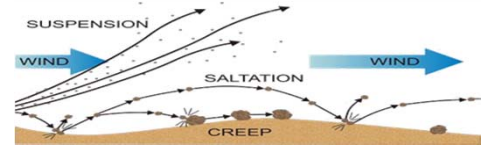
SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

### Brzine vetra i eolska erozija

Ukoliko vetar raspolaze dovoljnom kinetičkom energijom dovodi do odvajanja i pokretanja čestica zemljišta.

Kritična brzina (prag brzine vetra) 2 - 5 m/s.  
(Minimalna brzina vetra koja može da pokrene čestice zemljišta)

Pod određenim uslovima i manje brzine vetra dovode do erozije ili pripremanju (isušuju...) zemljište za prvi sledeći jači nalet vetra.



SUSPENSION

WIND

SALTATION

WIND

CREEP

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Construction Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

**Način kretanja čestica:**

- \* **Kotrljanje, vučenje, puzanje**  
- čestice od 0,5 do 3 mm (oko 5-25% nanosa)
- \* **Saltacija, poskakivanje**  
- čestice 0,1 do 0,5 mm (55 - 75% nanosa)
- \* **U suspenziji**  
- čestice < 0,1 mm (5 - 40% ukupnog eolskog nanosa)

**Najviše čestica kreće u prizemnim slojevima do visine 20 - 90 cm (1 preko 90% čestica).**

**Ponovnim padom čestica pobuđuje druge čestice i pomaže vetru da ih pokrene (efekat "lančane reakcije").**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Construction Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

**wind erosion**

0.001-0.1 mm suspension 'dust storm' → clay & silt

0.1-1 mm saltation 'jumping' → sand

> 1 mm rolling 'creep' → coarse sand

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Construction Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

**Mehanizam delovanja eolske erozije**

Putanja čestice "A"

Čestica "A"

Čestica "A"

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Construction Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

Veter

1,5 m

Kotrljanje, vučenje (>0.5 mm)

Saltacija (0.07-0.5 mm)

Suspenzija (<0.07-0.05 mm)

Yaloženje

Nezređena zona

Travnje, ogoljeno, bez vegetacije

Blizni ostaci, povećana ravnost zemljišta

"eolska prašina" (< 0.05 mm)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Construction Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

**EOLSKA EROZIJA**

Suspension / Suspenzija

Wind

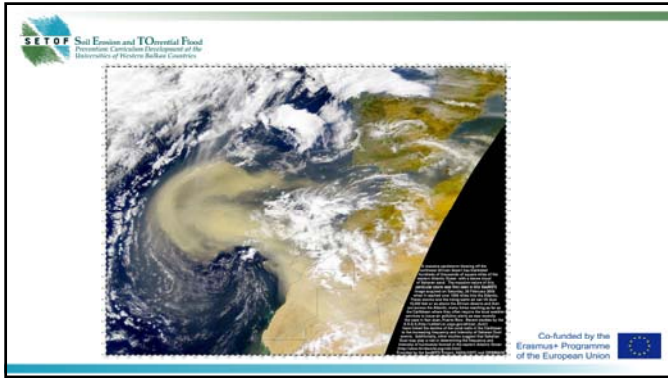
Saltation / Saltacija, poskakivanje

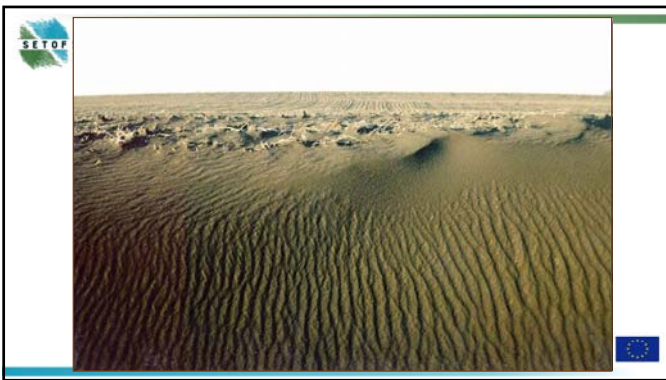
Creep / Kotrljanje, vučenje, puzanje

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Construction Development of the  
Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union







**Prirodni i antropogeni faktori u Vojvodini, naročito na poljoprivrednom obradivom zemljištu, pogoduju naizmeničnom nastanku i razvoju procesa vodne i eolske erozije**

- Reljef
- Klima
- Zemljište
- Vegetacija

- Način korišćenja zemljišta !!!  
(Antropogeni faktori)

**Šumovitost Vojvodine**

Opštine	Površina (ha)		%
	Ukupno	Obraslo	
Bač	36.479	4.692	12,9%
Bačka Palanka	57.865	4.387	7,6%
Bački Petrovac	15.846	168	1,1%
Vrbas	37.563	159	0,4%
Srbobran	28.430	9	0,0%
Bečeј	48.650	458	0,9%
Temerin	16.962	2	0,0%
Žabalj	39.969	605	1,5%
Novi Sad	60.990	3.641	6,0%
Titel	26.220	1.587	6,1%
Beočin	18.458	6.977	37,8%
Petrovaradin	8.925	2.967	33,2%
Sremski Karlovci	5.054	1.603	31,7%
<b>Južno-bački okrug</b>	<b>401.411</b>	<b>27.255</b>	<b>6,8%</b>

Opštine	Površina (ha)		%
	Ukupno	Obraslo	
Sombor	117.722	6.694	5,7%
Apatin	34.957	5.819	16,6%
Kula	48.146	154	0,3%
Odžaci	41.116	1.922	4,7%
<b>Zapadno-bački okrug</b>	<b>241.942</b>	<b>14.589</b>	<b>6,0%</b>
Subotica	100.738	3.738	3,7%
Bačka Topola	59.586	389	0,7%
Mali Idoš	18.116	26	0,1%
<b>Severno-bački okrug</b>	<b>178.441</b>	<b>4.153</b>	<b>2,3%</b>

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**VOJVODINA**

- 85% Poljoprivredne površine
- 75% Obradive površine
- 6,5% Šume (Optimum - 15%) !

Neravnomerna raspoređenost površina pod šumama

Preko 90% svih šuma, nalazi se u uskom pojasu uz velike reke, na području Fruške gore, Vršackog brega, Deliblatske i Subotičke pešcare, dok je svega 10% šuma razbacano na prostoru od oko 2.000.000 hektara.

(Ravnica - 1,5% Pojedine opštine < 1%)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**Utjecaj antropogenih faktora na intenzitet erozije**

Opasnost od eolske erozije – prirodni faktori  
Wind Erosion Vulnerability

Opasnost od eolske erozije – antropogeni faktori  
Risk of Human Induced Wind Erosion

**Karta % šumovitosti Vojvodine po opštinama**

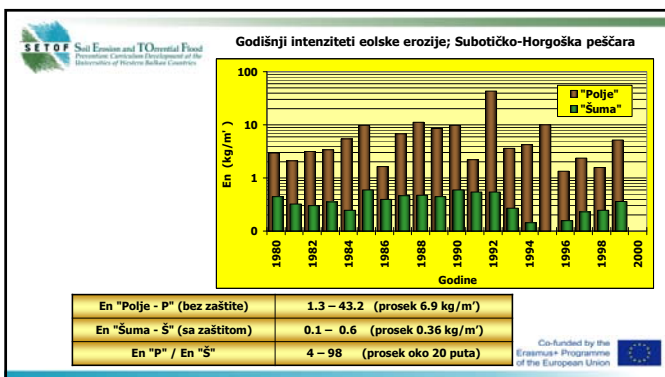
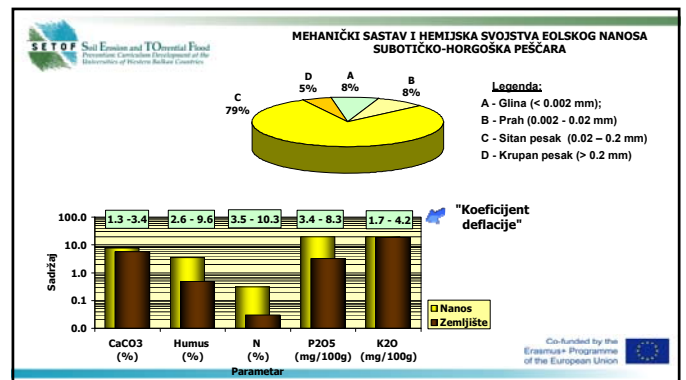
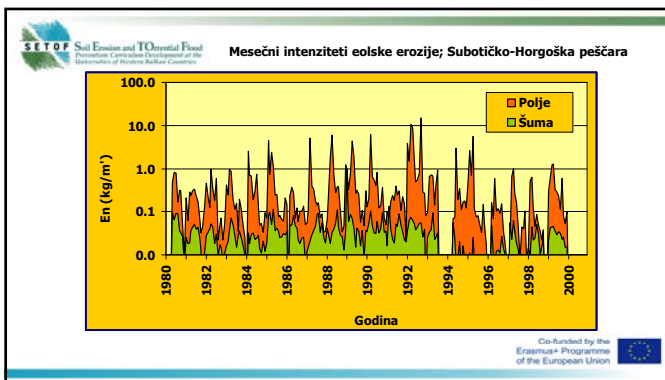
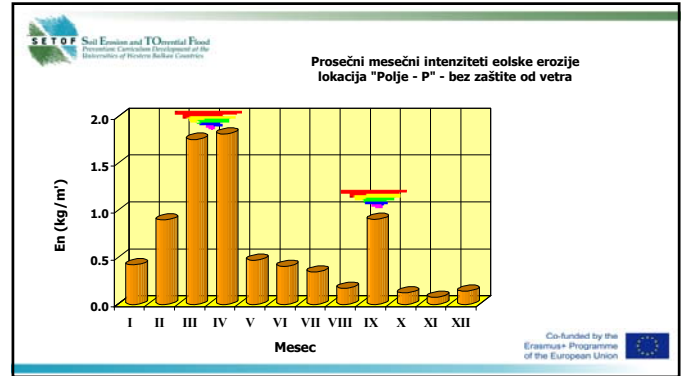
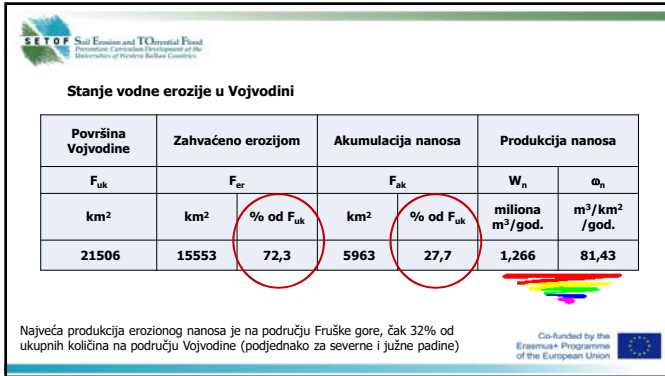
Zastupljenost šuma i vanšumskog zelenila u Vojvodini

- < 1% u 12 opština, površine 460.600 ha (21,4%);
- 1-2% u 10 opština, površine 386.500 ha (18,0%);
- 2-5% u 5 opština, površine 372.700 ha (17,3%);
- 5-10% u 7 opština, površine 418.800 ha (19,5%);
- 10-15% u 5 opština, površine 281.700 ha (13,1%);
- > 15% u 5 opština, površine 231.000 ha (10,7%).

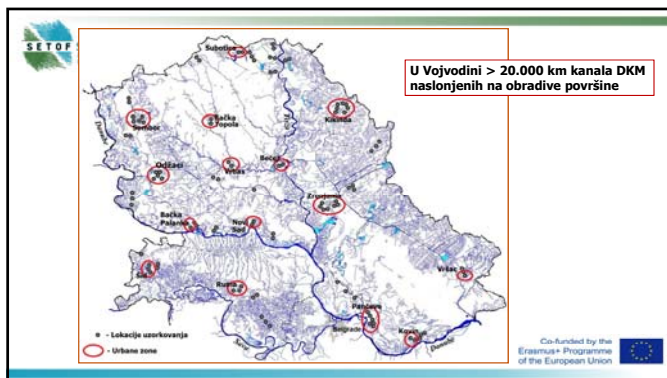
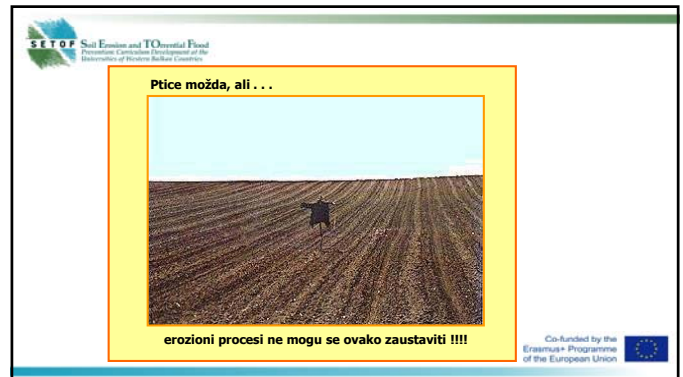
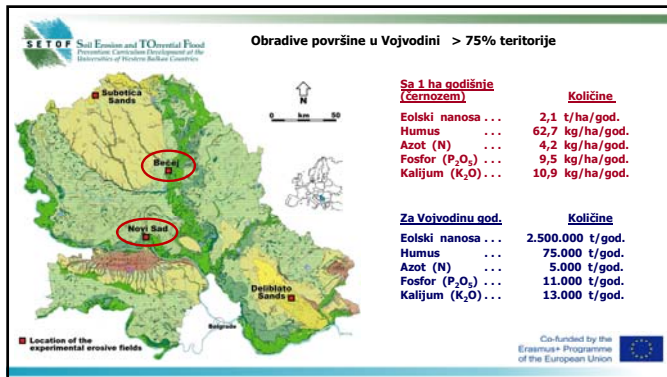
Područja na kojima u krugu od čak 10 - 25 kilometara nema ni jednog stabla !

**Potencijani godišnji intenziteti eolske erozije u Vojvodini izračunati po metodi Pasaka**

E O L S K A E R O Z I J A			STEPEN UGROŽENOSTI EOLSKOM EROZIJOM
Intenzitet (t/ha/god.)	Zahvaćena površina (hiljade ha)	(%)	
0,30	137,09	6,37	I - Vrlo slabo uznemirena zemljišta (6,37%)
0,80	37,80	1,76	
0,90	117,00	5,44	II - Slabo uznemirena zemljišta (7,20%)
1,00	257,40	11,96	
1,10	244,80	11,38	III - Uznemirena zemljišta (84,35%)
1,20	356,40	16,57	
1,30	476,27	22,14	
1,40	424,80	19,75	
1,50 do 2,00	54,90	2,55	
> 2,00	44,84	2,08	
<b>Ukupno:</b>	<b>2.151,30</b>	<b>100,00</b>	IV - Veoma uznemirena zemljišta (2,08%)







- SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries**
- Problematika eolske erozije aktualna
  - Štete u poljoprivredi, vodoprivredi, ...
  - Eolska erozija značajan faktor degradacije životne sredine
  - Eolska erozija prenosnik "rasutog zagađenja"
  - Kritični periodi rano proleće i jesen, nepovoljna koincidencija svih relevantnih faktora
  - Evidentni i značajni efekti zaštite na smanjenje intenziteta
  - Intenziviranje procesa u uslovima očekivanih klimatskih promena
  - Količine eolskog nanosa, njegov sastav i svojstva upućuju na neophodnost sistematskog praćenja erozionih procesa uz adekvatnu zaštitu ugroženih površina
- Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries**

**Zaštita od erozije, kao bitnog faktora u transportu rasutog zagađenja, u skladu je sa globalnim težnjama da se prirodni resursi sačuvaju, obnove, unaprede, racionalno koriste i zaštite od degradacije i devastacije.**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

### SEDIMENTI U MELIORACUONIM KANALIMA

**Nastanak i poreklo sedimentata:**

- \* Površinsko slivanje i podzemni doticaj
- \* Procesi erozije na slivnom području i u kanalima (Gubitak nutrijenata i OM - osiromašenje oraničnog sloja)
- \* Direktno upuštanje otpadnih voda (komunalne, industrijske, farme ...)
- \* Primena hemijskih sredstava u poljoprivredi
- \* Ostaci vegetacije u kanalima
- \* Uticaj različitih koncentrisanih i rasutih zagađivača ...
- \* Uslovi tečenja vode u kanalima (n, J, v, h, ω, τ ...)

Nastanak i taloženje sedimentata / mulja

Sedimenti imaju izraženo svojstvo vezivanja zagađujućih materija uz povećanje njihove koncentracije i kumulaciju.

Predstavljaju "rezervoar", "skladište", "sunder" ... nutrijenata, ali i drugih, često opasnih i štetnih materija: toksičnih, kancerogenih, mutagenih ... odakle mogu ponovo biti vraćeni u vodenu fazu.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

### RELEVANTNE ANALIZE SEDIMENTATA

- Mehanički sastav
- Osnovna hemijska svojstva (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, OM)
- Teški metali
- PAH, PCB, Ostaci pesticida ...

Standardne analitičke metode  
Akreditovana laboratorija za zemljište  
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, NS

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

### POSLEDICE

- Gubitak projektovanih karakteristika, funkcionalnosti i efikasnosti melioracionih kanala, smanjenje drenažnog efekta ...
- Teškoće i zastoj u radu vodoprivrednih objekata (vodozahvati, crpne stanice, ustave, ...)
- Povećanje obima bagerskih radova na održavanju
- Prisustvo nutrijenata (ali i opasnih i štetnih materija) neposredno utiču na karakteristike sedimentata i vode
- Interaktivni procesi voda - mulj
- Kvalitet i upotrebljivost voda
- Eutrofikacija i prateći negativni efekti
- Dodatno intenziviranje taloženja nanosa i formiranje naslaga sedimentata
- Uticaj na ekološki status, i na životnu sredinu u kanalima i okruženju

Hidrotehnički, agronomski, ekonomski, ekološki i drugi aspekti

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

### Azot

N	Agr.	Urb.
Prosek (%)	0.27	0.53
Min - Max (%)	0.03 - 1.14	0.08 - 1.22
Br. uzoraka sed. > Zemlj.	69.6 %	88.9 %
Sed. / Zemlj.	1.6 (max 6.7)	3.1 (max 7.2)
Urb. / Agr.		1.95
t - test		4.71* (> t <sub>α</sub> = 1.98)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

### LOKACIJE UZORKOVANJA SEDIMENTATA

46 Kanala DKM  
100 Uzoraka  
46 Agr. + 54 Urb.

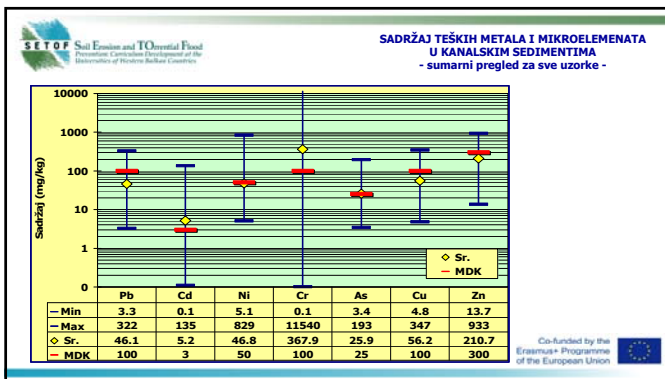
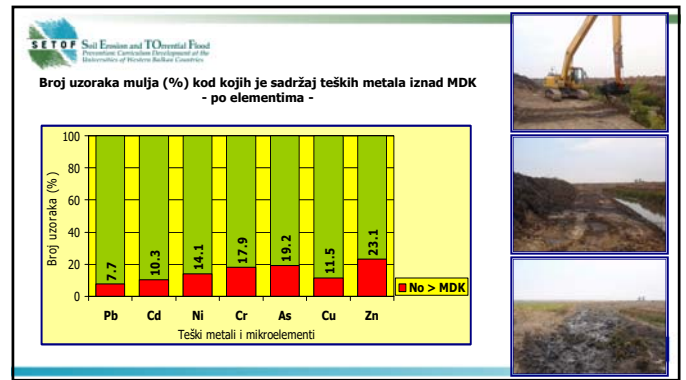
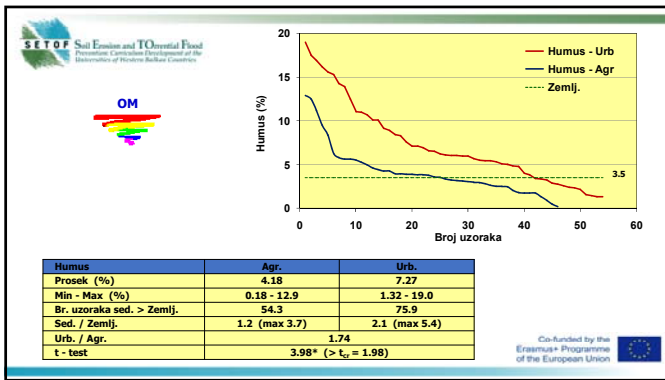
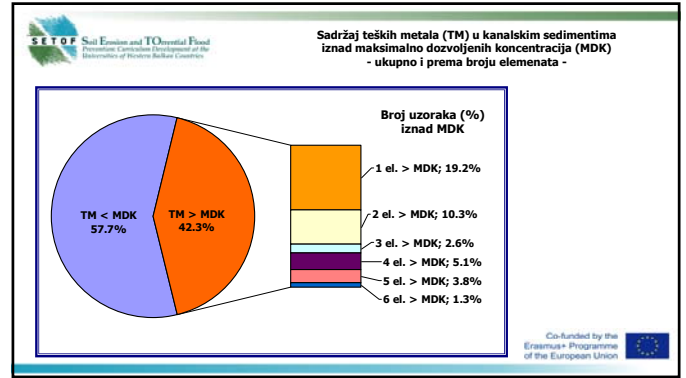
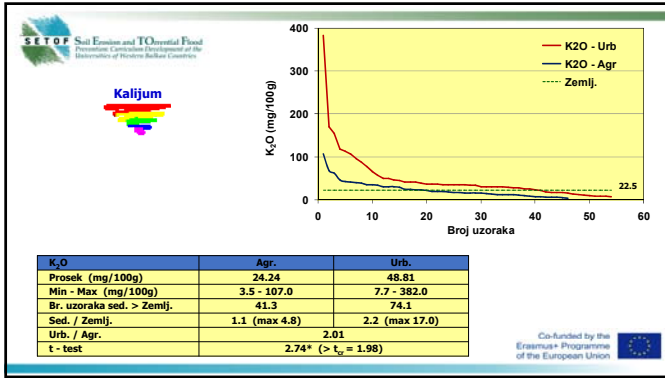
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

### Fosfor

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Agr.	Urb.
Prosek (mg/100g)	29.40	58.05
Min - Max (mg/100g)	5.24 - 183.00	4.30 - 265.50
Br. uzoraka sed. > Zemlj.	43.5 %	77.8 %
Sed. / Zemlj.	1.4 (max 8.6)	2.7 (max 12.5)
Urb. / Agr.		1.97
t - test		3.43* (> t <sub>α</sub> = 1.98)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



SET OF Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Curriculum Development at the Universities of Western Balkan Countries

## Proračun pronosa nanosa u vodotoku (suspendovani i vučeni)

Reference Number: 584423 EPP4 2018-RS-EPPKA2 CBHE-IP  
 \*This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein\*

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Curriculum Development at the Universities of Western Balkan Countries

### Nanos u vodotocima

Čestice (zrna, komadi ...) matičnog supstrata, zemljišta ili druge materije različite veličine, oblika i porekla koje doppevaju na različite načine u korito vodotoka, kreću se premeštaju / transportuju duž toka i talože (privremeno ili trajno).

U zavisnosti od karakteristika čestica i samog toka razlikuju se dve kategorije nanosa:

- **Suspendovani, lebdeći**
  - čine ga sitnije, suspendovane čestice
  - nastaje usled površinske erozije u slivnom području
  - vertikalne pulsacije brzina u turbulentnom toku drže i krupnije čestice lebdećeg nanosa u suspenziji
- **Vučeni**
  - nastaje usled erozije dna u srednjem toku i obrušavanja obala u gornjem toku
  - krupnijeg je granulometrijskog sastava

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

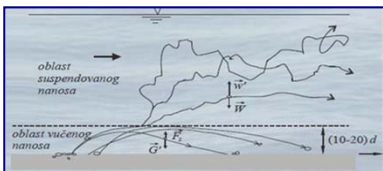
SET OF Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Curriculum Development at the Universities of Western Balkan Countries

### Proračun pronosa (transporta) nanosa (suspendovani i vučeni)

Rečni nanos nastaje kao produkt nekog od oblika erozionih procesa koji se odvija na slivu ili u samom koritu vodotoka.

U zavisnosti od karakteristika nanosa i tečenja vode u vodotoku, nanos se duž rečnog korita kreće na dva načina:

- Suspendovani nanos
- Vučeni nanos

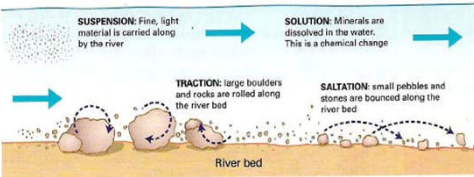


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Curriculum Development at the Universities of Western Balkan Countries

### Način kretanja nanosa u vodotocima


- U suspenziji
- Vučenjem po dnu



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Curriculum Development at the Universities of Western Balkan Countries

### Nanos u koritu vodotoka



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

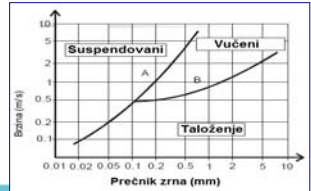
SET OF Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Curriculum Development at the Universities of Western Balkan Countries

Sitnije čestice nanosa (prah, glina) se uglavnom kreću u suspenziji. Krupnije čestice (šljunak i veće) kreću se u vidu vučenog nanosa.

Ne postoji striktna granica između ove dve vrste nanosa i načina njihovog kretanja. Pri različitim uslovima tečenja, neka (jedna te ista) čestica nanosa može da miruje na dnu ili da se kreće na jedan od dva navedena načina. To se najčešće manifestuje kod čestica veličine peska koje u zavisnosti od brzine tečenja vode mogu da menjaju način kretanja. Podizanju čestica u suspenziju doprinosi turbulentnost toka i vertikalne komponente strujanja.

Režim transporta i taloženja nanosa u turbulentnom toku

Udeo vučenog i suspendovanog nanosa zavisi od režima i karakteristika toka. Npr. kod ravničarskih reka udeo vučenog nanosa je 6-8%



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Sati Emission and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**PRONOS NANOSA** je količina nanosa koja prođe kroz poprečni profil vodotoka u jedinici vremena (kg/s)

**a) Proračun pronosa (transporta) suspendovanog nanosa**

Suspendovani nanos čine sitnije čestice koje lebde u vodi - kretanje u suspenziji. Brzina kretanja ovog nanosa približna je brzini tečenja vode.

Osnovno svojstvo suspendovanog nanosa je njegova **KONCENTRACIJA**: Količina nanosa u jediničnoj zapremini vode (kg/m<sup>3</sup>, g/l ...)

$$C = \frac{m}{V}$$

C - koncentracija suspendovanog nanosa (mutnoća) (kg/m<sup>3</sup>)  
m - količina (masa) nanosa (kg)  
V - zapremina uzorka vode (m<sup>3</sup>)

Pronos suspendovanog nanosa je u funkciji koncentracije i proticaja vode:

$$P = C \cdot Q$$

P - pronos nanosa (kg/s)  
C - koncentracija suspendovanog nanosa (mutnoća) (kg/m<sup>3</sup>)  
Q - proticaj vode (m<sup>3</sup>/s)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Sati Emission and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Pulsacije u pronosu suspendovanog nanosa.**

**Promene pronosa u kratkim vremenskim intervalima. Uzimanje uzoraka u različitim vremenskim trenucima daje različite rezultate.**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Sati Emission and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Određivanje pronosa suspendovanog nanosa**

Merenjem na terenu se utvrde koncentracija nanosa i proticaj vode.

Uređaji za zahvatanje uzoraka suspendovanog nanosa - hvatači nanosa (batometri).

Razlikuju se dva tipa:

- \* Hvatači sa trenutnim punjenjem
- \* Hvatači sa laganim (postepenim) punjenjem
  - sa bocom
  - vakuum hvatači

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Sati Emission and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- \* Hvatači sa laganim (postepenim) punjenjem
  - sa bocom
  - vakuum hvatači

Uzorak se uzima u dužem vremenskom intervalu. Bolje odslikava prosečno stanje. Tokom uzorkovanja moguće je pomeranje hvatača po vertikalni ili profilu.

Uslovi za uzimanje uzoraka:

- uređaj - batometar mora biti hidraulički oblikovan, kako bi, što je moguće manje remetiо strujni sliku;
- brzina zahvatanja uzorka vode mora biti jednaka brzini tečenja vode u mernoј tački, jer se u protivnom ne dobija reprezentativni uzorak u pogledu granulometrijskog sastava
- vreme zahvatanja uzorka mora garantovati reprezentativnost zahvaćenog uzorka
- zapremina uzorka mora biti dovoljna za obavljanje svih neophodnih analiza

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Sati Emission and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

- \* Hvatači sa trenutnim punjenjem

Više tipova u osnovi slične konstrukcije: cilindar (cev) prečnika 10-15 cm i zapramine 1-5 litara. Cilindar ima zatvarač kojim se iz plovila ulaz u hvatač zatvara / otvara. Sve je manje u upotrebi. Uzorak se uzima trenutno u jednoј tački i ne odslikava realno stanje zbog nejednakih koncentracija po profilu, zbog pulsacije nanosa (promena koncentracije na istom profilu, kretanje nanosa u vidu oblaka) itd.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Sati Emission and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Hvatač suspendovanog nanosa sa bocom**

Metalno aerodinamično kućište s ugrađenom bocom

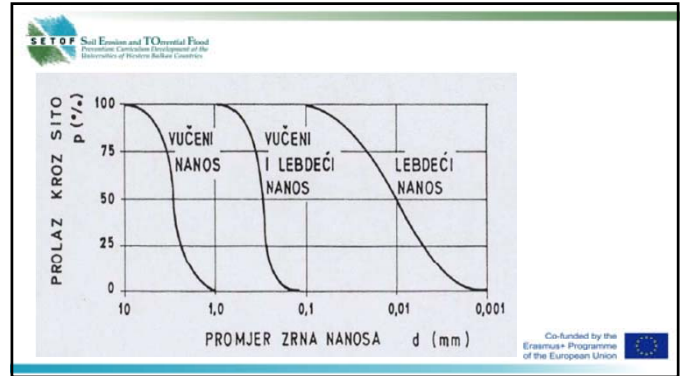
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Sui Emission and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Vakuu hvatač suspendovanog nanosa**

1 Komora za zahvatanje uzoraka, zapremina 10-40 litara  
2 Vakuu pumpe

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



SETOP Sui Emission and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Pored merjenja pronosa nanosa neophodno je odrediti i druge karakteristike zahvaćenih uzoraka nanosa. Npr. granulometrijski sastav, veličinu i zastupljenost pojedinih čestica (frakcija) itd. (navedene kod geomehaničkih podloga).

Prosejavanje kroz seriju (kolonu) sita i hidrauličko (Inhofov levak, Stokesovi zakoni...)

- Zastupljenost se određuje prosejavanjem kroz sita za krupnije čestice ( $d > 0.063$  mm)
- za sitnije ( $d < 0.063$  mm) po principu taloženja čestica u mirnoj vodi.
- Za sitnijim (finijim) suspendovani nanos prečnik zrna se izražava pomoću tzv. "hidrauličke krupnoće" - brzine padanja zrna u mirnoj vodi.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Sui Emission and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Merenje i proračun pronosa suspendovanog nanosa**

**Pojednostavljeno:**

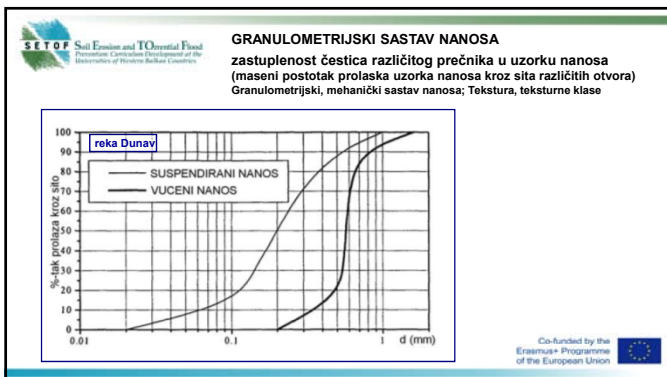
$P = Gs = c \cdot Q$

$G_s$  - promos susp. nanosa (kg/s)  
 $c$  - koncentracija nanosa (kg/m<sup>3</sup>)  
 $Q$  - proticaj (m<sup>3</sup>/s)

$G_s = \int_0^B \int_0^H v \cdot c \cdot dhdx$  [kg/s]      $v$  - brzina vode u tački merjenja (m/s)  
 $c$  - koncentracija nanosa u tački merjenja (m/s)  
 $dhdX$  - elementarna površina (m<sup>2</sup>)

$G_s = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M v_{ij} c_{ij} \Delta h \cdot \Delta x$  [kg/s]

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



SETOP Sui Emission and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**PRORAČUN PRONOSA SUSPENDOVANOG NANOSA**

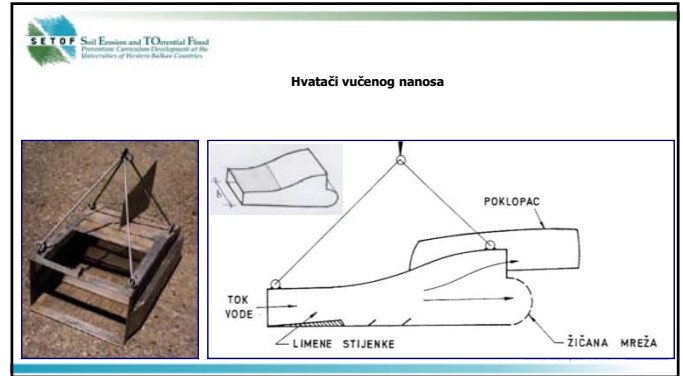
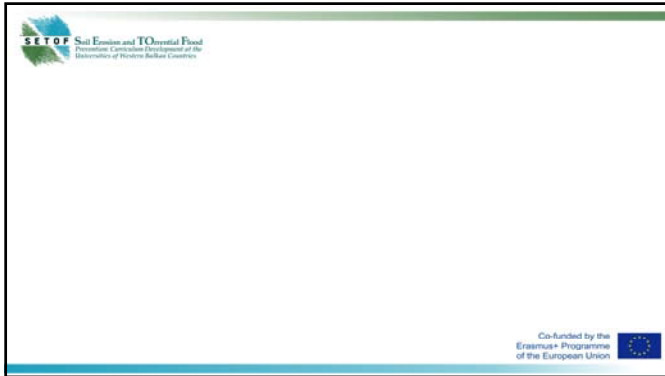
$S_i = C_i Q$

$C_i$  - masena koncentracija nanosa [kg/m<sup>3</sup>]

$C_i = \eta \left[ \frac{v^3}{R \bar{w}} \right]$

$\eta$  - parametar koji ovisi o turbulentnim značajkama toka (cca 0,024 kg s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)  
 $v$  - brzina toka vode [m/s]  
 $R$  - hidraulički radius [m]  
 $\bar{w}$  - srednja hidraulička krupnoća [m/s]

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



**a) Proračun pronosa (transporta) vučenog nanosa**

Vučeni nanos čine krupnije čestice, zrna nešto većeg prečnika (veličine zrna peska >0,2 mm i veće, nema striktno podele). Kreću se po ili pri samom dnu korita vodotoka na sledeće načine:

- vučenjem, puzanjem
- kotrljanjem
- saltacijom

Brzina kretanja vučenog nanosa je manja od brzine tečenja vode. Vučeni nanos ne mora uvek da se kreće. Može da se privremeno ili trajno taloži. Zависи od uslova tečenja, transportne sposobnosti toka za nanos: (pri manjim proticajima i brzinama tečenja neka čestica može da miruje, dolaskom većih voda opet se pokreće itd. .)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**Hvatači vučenog nanosa**

Postoji više tipova, modela, hvatača.

Mogu biti namenjeni za merenja na rekama sa krupnim nanosom (slika levo) ili rekama sa peščanim nanosom (slika desno)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**Određivanje pronosa vučenog nanosa**

Merenjem na terenu. Razlikuju se dva načina:

\* Mehanički hvatači vučenog nanosa

Mehanički hvatači su pokretni uređaji koji se prilikom merenja spuštaju na rečno dno. Na prednjoj strani imaju otvor kroz koji u hvatač ulazi voda i nanos. Posle određenog perioda uređaj se vadi iz reke, a zahvaćeni uzorak meri. Vreme zahvatanja zavisi od količine nanosa i kreće se od 0,5 do 15 minuta. Nanos se u jednoj vertikali meri više puta.

\* Merenje pomoću obeleživača (traseira)

- obeležavanje bojom (za plitke i bistre, providne, vodotoke)
- radioaktivni obeleživači (minimalne koncentracije bez uticaja na životnu sredinu).

Merenja kretanja nanosa pomoću obeleživača su dosta komplikovana i relativno retko se koriste. Obeležena zrna nanosa se vraćaju u rečni tok i prate, kako bi se stekao uvid u dinamiku njihovog kretanja. Obeleživač može biti fluorescentna boja ili radioaktivni izotop.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Transporta vučenog nanosa spada u najsloženije hidrauličke procese i proračune. Teorijski nije u potpunosti definisan. Primenjuju se različite empirijske metode i jednačine koje obuhvataju različit broj faktora. Izrazi su nastali na osnovu terenskih i laboratorijskih istraživanja i merenja - empirijske formule.

Jedan od izraza koji se češće koristi u praksi je jednačina

**Majer-Peter - Miler (MPM)**

Primenjuje se za proračun pronosa vučenog nanosa za zrna > 2 mm (krupan pesak i veći).

$$G = g \cdot B$$

G - Ukupan pronos vučenog nanosa (t/s)  
g - Jedinični pronos vučenog nanosa (t/s/m)  
B - Širina korita vodotoka (aktivna - kroz koju se odvija pronos nanosa) (m)

**UKUPAN PRONOS VUČENOG NANOSA je količina nanosa koja prođe kroz prosečni profil vodotoka u jedinici vremena (kg/s), (t/s) ...**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**JEDINIČNI PRONOS VUČENOG NANOSA** je količina nanosa koja prođe kroz 1 m širine poprečnog profila vodotoka u jedinici vremena (t/s/m'), (kg/s/m'),...

$$g = 40 (\tau - \tau_0)^{3/2} \quad (t/s/m')$$

g - Jedinični pronos vučenog nanosa (t/s/m')

$\tau$  - Tangencijalni napon na dnu (vučna sila) (t/m<sup>2</sup> Napomena: tona sile), (N/m<sup>2</sup>), (Pa)

$\tau_0$  - Kritični tangencijalni napon (kritična vučna sila) (t/m<sup>2</sup> Napomena: tona sile), (N/m<sup>2</sup>), (Pa)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**Raspodela jediničnog pronosa nanosa (g) po širini poprečnog profila korita**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

$\tau$ ,  $\tau_0$ , iz prethodnog izraza se definišu kao:

$$\tau = \left( \frac{n_r}{n_v} \right)^{3/2} \gamma H J \quad \tau_0 = A (\gamma_s - \gamma) d_{sr}$$

Gde su:

- $\left( \frac{n_r}{n_v} \right)^{3/2}$  - Faktor redukcije zbog kretanja nanosa i rapavosti usled već formiranih nanosnih naslaga
- $n_r = \frac{d_{sr}}{26}$  Napomena: U svim datim izrazima svi prečni zrna moraju biti u (m)
- $\tau$  - Tangencijalni napon na dnu (vučna sila) (t/m<sup>2</sup> Napomena: tona sile), (N/m<sup>2</sup>), (Pa)
- $\tau_0$  - Kritični tangencijalni napon (kritična vučna sila) (t/m<sup>2</sup> Napomena: tona sile), (N/m<sup>2</sup>), (Pa)
- $\gamma$  - Zapreminska masa vode (t/m<sup>3</sup>)
- $\gamma_s$  - Zapreminska masa nanosa (t/m<sup>3</sup>)
- $d_{sr}$  - Prečni zrna (m) sa 90% prolaskom kroz sita
- $d_{sr}$  - Srednji prečni zrna nanosa (m)
- $n_v$  - Koefficient rapavosti korita (po Maningu)
- H - Dubina vode u koritu (m)
- J - Pad
- A - Konstanta MPM (A=0,047)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**PRORAČUN PRONOSA VUČENOG NANOSA (Meyer-Peter Müller)**

$$q_v = \frac{8}{g \sqrt{\rho_v}} \left[ \frac{\rho_n}{\rho_n - \rho_v} \right] (\tau - \tau_0)^{3/2} \quad [kg/m/s]$$

$$\tau = \rho_v g R I \frac{Q_n}{Q} \left[ \frac{n_r}{n_v} \right]^{3/2} \quad \tau_0 = 0,047 (\rho_n - \rho_v) g d_{sr} \quad [N/m^2]$$

$Q_n$  – protok dijelom korita kojim se pronosi nanos  
 $Q$  – ukupan protok vode  
 $n$  – Manningov koefficient hrapavosti  
 $n_v$  – Manningov koefficient hrapavosti površine dna (bez utjecaja hrapavosti forme dna)

$$S_v = q_v b_v \quad b_v - \text{širina pojasa korita kojim se pronosi nanos}$$

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Tangencijalni napon na dnu (vučna sila)  $\tau$  je sposobnost vodotoka da pokrene i transportuje nanos ( $\tau$  zavisi od karakteristika vodotoka)

Kritični tangencijalni napon (kritična vučna sila)  $\tau_0$  je potrebna vučna sila da pokrene nanos (datih karakteristika  $\gamma_s$  i  $d_{sr}$ ) prisutan u koritu vodotoka ( $\tau_0$  zavisi od karakteristika nanosa)

$\tau > \tau_0$     Ima transporta vučenog nanosa

$\tau < \tau_0$     Nema transporta vučenog nanosa

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



**Proračun deformacije korita**

Transport, premeštanje nanosa u koritu vodotoka dovodi do promene morfoloških karakteristika korita i izaziva tzv. deformacije korita.

Ovi proračuni obuhvataju samo deformacije korita u dnu, bez meandriranja.

Moraju se shvatiti samo kao približna procena promena koje će se desiti u koritu vodotoka u nekom vremenskom periodu. Moraju se uvesti određeni uslovi i pojednostavljenja:

- Tečenje vode je ustaljeno ( $Q=\text{const}$ )
- Za proračune se koriste empirijske formule

Deformacija korita može biti:

1. Lokalna
2. Opšta

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**2. Opšta deformacija korita**

Proračun opšte deformacije korita treba shvatiti kao približnu procenu promena u dnu korita koje će se desiti na nekoj deonici u toku nekog vremenskog intervala.

Proračuni se najčešće zasnivaju na bilansnim jednačinama:

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**1. Lokalna deformacija korita**

Uzroci pojave lokalne deformacije korita mogu biti različiti:

- Nepovoljne morfološke karakteristike korita (usko korito, oštre krivine, račvanje toka itd.)
- Regulacione građevine (menjaju strujnu sliku i izazivaju eroziju ili taloženje rečnog nanosa)
- Objekti u rečnom koritu (mostovski stubovi, vodozahvati, ispusti itd.)

Kao posledica navedenog javljaju se sledeći vidovi poremećaja toka:

- Povećanje opšte turbulencije toka (povećava se sposobnost toka za pokretanje čestica nanosa)
- Pojava vrtložnog strujanja (vertikalni vrtlozi direktno utiču na stvaranje erozionog levka; horizontalni podižu čestice nanosa i sprečavaju taloženje)
- Koncentracija strujnica uz prepreku (povećava proticaj po jedinici površine i povećava transportnu sposobnost toka za nanos)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

odnosno za:  $\pm \Delta F = B \cdot \Delta Z$        $\pm \Delta F = \left( \frac{\pm \Delta P \pm \Delta G}{\Delta X \cdot \gamma_s} \right) \cdot \Delta t$

$\frac{\pm \Delta P \pm \Delta G}{\Delta X \cdot \gamma_s} + \frac{B \cdot \Delta Z}{\Delta t} = 0$

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Oznake u izrazu:

- $\Delta P = P_1 - P_2$  - razlika ulazne i izlazne količine suspendovanog nanosa
- $\Delta G = G_1 - G_2$  - razlika ulazne i izlazne količine vučenog nanosa
- $\Delta X$  - dužina deonice
- $\Delta t$  - vremenski interval
- $B$  - širina korita
- $\Delta Z$  - prosečne promene u dnu u intervalu  $\Delta t$
- $\Delta F$  - promena površine poprečnog preseka
- $\gamma_s$  - zapreminska masa nanosa

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

## ZASTITA ZEMLJIŠTA OD EROZIJE

Studijski program MAS:  
Zaštita zemljišta od erozije i prevencija od bujičnih poplava  
Status predmeta: Obavezni

**Prof. dr Radovan Savić, Doc. dr Tijana Vulević,  
Asist. Siniša Polovina, Asist. Katarina Lazarević**

Reference Number: 598423 EPP+ 2018+RS-EPPKA2 CBHE-IP  
\*This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only  
of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein\*

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries



Direktni i  
indirektni  
pokazatelji

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

## PROCENA INTENZITETA EROZIJE

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries



Direktni i indirektni  
pokazatelji

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

### PROCENA GUBITAKA ZEMLJIŠTA VODNOM EROZIJOM

Opisne metode na osnovu vidljivih direktnih ili indirektnih pokazatelja različitog stepena razvijenosti i zastupljenosti erozionih procesa.

Najpouzdaniji podaci se dobijaju direktnim merenjem na terenu. Nije uvek moguće jer predstavlja dugotrajan i skup proces pa se u te svrhe često koriste različiti modeli.

Modeliranje procesa može biti fizičko, matematičko i empirijsko.  
Nije retka nekritička primena modela bez provere (tariranja, poređenja sa merenim rezultatama) u lokalnim uslovima.

Empirijski izrazi nastajali u različitim uslovima, imaju obeležja lokalnih, specifičnih uslova (klima, zemljište ...). Mogućnost i tačnost primene u drugim uslovima uvek treba proveriti.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SET OF Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention, Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries



Geodetska  
snimanja

SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Geodetska snimanja**

SETOP Soil Emission and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Različiti tipovi mehaničkih hvatača erozionog nanosa**

SETOP Soil Emission and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Geodetska snimanja**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Emission and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Emission and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Geodetska snimanja**

SETOP Soil Emission and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union





SETOP Soil Erosion and TOrrontal Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Institute of Western Balkan Countries

**MODELI ZA PROCENU GUBITAKA ZEMLJIŠTA VODNOM ERZIJOM**

- USLE - Universal Soil Loss Equation (univerzalna jednačina gubitka zemljišta)
- The Water Erosion Prediction Project (WEPP); *U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE*
- The European Soil Erosion Model (EUROSEM)
- Soil erosion assessment and monitoring - ImpelERO model
- Pan European Soil Erosion Risk Assessment - PESERA; European Soil Data Centre (ESDAC)
- Soil Erosion Prediction - Morgan-Morgan-Finney Model in a GIS Environment

\* Detaljnije u okviru predmeta "Modeli degradacije zemljišta i voda"

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**Metoda prof. Gavrilović**  
Proračun godišnje produkcije erozionog nanosa na slivnom području

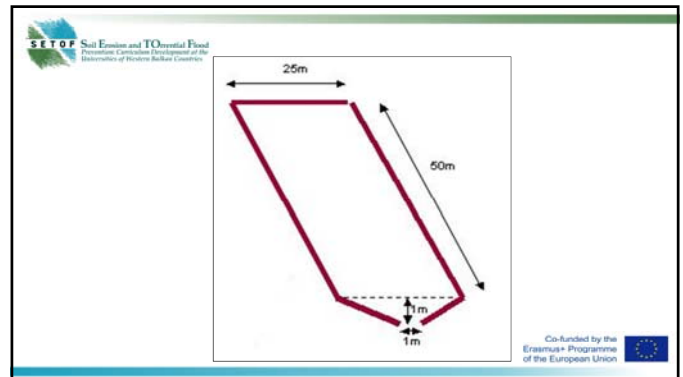
$$W_{\text{god}} = T \cdot P_{\text{god}} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot F$$

$W_{\text{god}}$  - Ukupna godišnja produkcija erozionog nanosa (m<sup>3</sup>/godišnje)  
 $T$  - Temperaturni koeficijent  
 $t$  - prosječna godišnja temperatura u slivu (°C)  
 $P_{\text{god}}$  - Prosječna godišnja visina padavina (mm)  
 $\pi$  - Ludolfov broj ( $\pi = 3,14$ )  
 $Z$  - koeficijent erozije  
 $Y$  - Pedološka svojstva podloge (tabela)  
 $X_s$  - Način korišćenja zemljišta u slivu (tabela)  
 $\phi$  - Razvijenost erozionih procesa (tabela)  
 $I_s$  - Srednji pad sliva  
 $F$  - Površina sliva (km<sup>2</sup>)

$$T = \sqrt{\frac{t}{10} + 0,1}$$

$$Z = Y \cdot X_s \cdot (\phi + \sqrt{I_s})$$

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



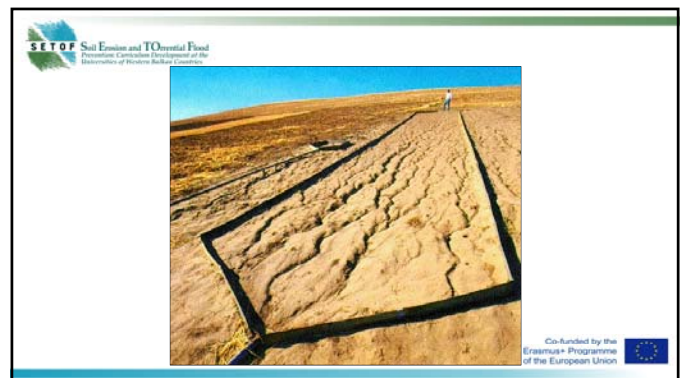
**USLE**

Danas se najčešće koristi "USLE" jednačina za procenu erozionih gubitaka zemljišta - (Universal Soil Loss Equation = univerzalna jednačina gubitka zemljišta). Jednačina je empirijskog tipa nastala na osnovu istraživanja na velikom broju eksperimentalnih parcela.

Ovim modelom se predviđaju, procenjuju prosečni godišnji gubici zemljišta sa poljoprivrednih površina - parcela u uslovima površinske erozije.

Primenljiva je u svim klimatskim, reljefnim i drugim uslovima uz uzimanje u obzir lokalnih uslova izraženih kroz odgovarajuće koeficijente.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



**USLE - univerzalna jednačina gubitka zemljišta**

Gubitak zemljišta se računa za date uslove kao proizvod (funkcija) šest faktora

$$A = R * K * L * S * C * P \quad (t/ha \text{ godišnje})$$

$A$  - srednji godišnji gubitak zemljišta  
 $R$  - faktor erozionog dejstva kiše  
 $K$  - faktor erodibilnosti zemljišta  
 $L$  - faktor dužine padine  
 $S$  - faktor nagiba terena  
 $C$  - faktor vegetacije  
 $P$  - faktor konzervacionih mera

Određivanje svakog od ovih faktora je složen postupak zasnovan na procenivanju, posebnim proračunima i korišćenju tabličnih vrednosti ...  
Razvijeni PC programi koji na osnovu ovog modela proračunavaju srednji godišnji gubitak zemljišta.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union





**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries

**Metod  $^{137}\text{Cs}$  za određivanje intenziteta erozije na poljoprivrednom zemljištu**

Na posmatranoj površini se izaberu kontrolne, referentne tačke i više tačaka širom analiziranog erozionog polja. Zahvatanje uzoraka se vrši po slojevima do željene dubine profila.

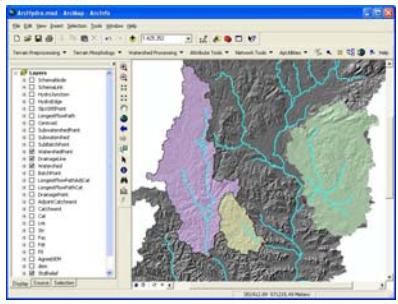
Uzorcji se osuše na sobnoj temperaturi i proseju kroz sito prečnika 1-2 mm. U tako pripremljenim uzorcima, pomoću gama spektrometra, određuje se sadržaj - aktivnost  $^{137}\text{Cs}$ .

Konstatacijom povećanog ili smanjenog sadržaja  $^{137}\text{Cs}$  u pojedinim uzorcima u odnosu na referentne tačke dobija se prostorna predstava o fazi erozionog procesa (odnošenje ili taloženje nanosa) na razmatranoj površini.

Intenzitet erozije se određuje pomoću izraza koji dovode u vezu sadržaj  $^{137}\text{Cs}$  i gubitak zemljišta po jedinici površine. Aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  se izražava u jedinicama Bekerel (Bq)

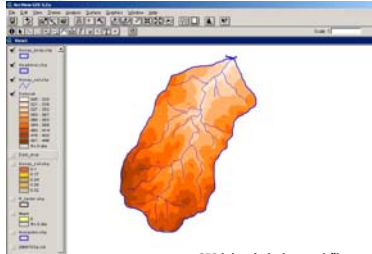
Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries



**GIS i drugi alati za podršku**

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries

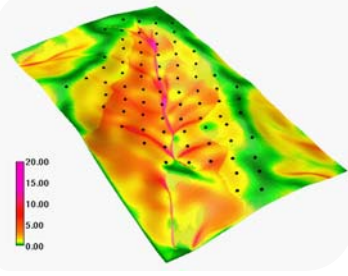
**PROCENA GUBITAKA ZEMLJIŠTA EOLSKOM EROZIJOM**

Ne postoje standardne, opšte prihvaćene metode, instrumenti (hvatači nanosa) za uniformno merenje intenziteta eolske erozije. To značajno otežava komparativne analize na različitim eksperimentalnim područjima (erozionim poljima).

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries

**Modeliranje erozije i taloženja nanosa na malim slivovima**



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

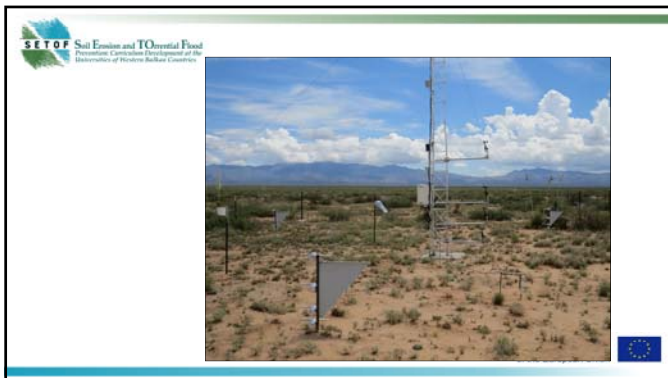
**SETOP** Soil Erosion and TOriented Flood  
Prevention Contribution Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries

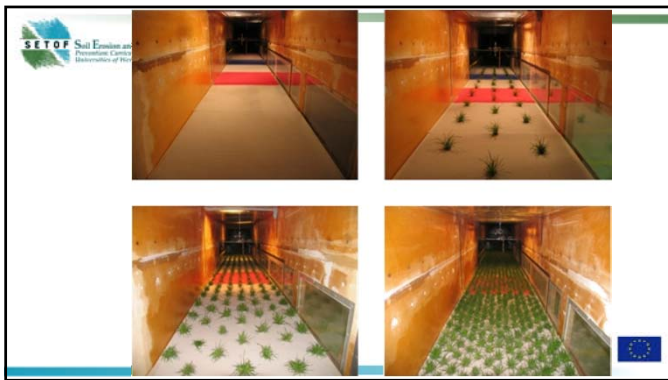
**Rotacioni hvatači eolskog nanosa**



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union







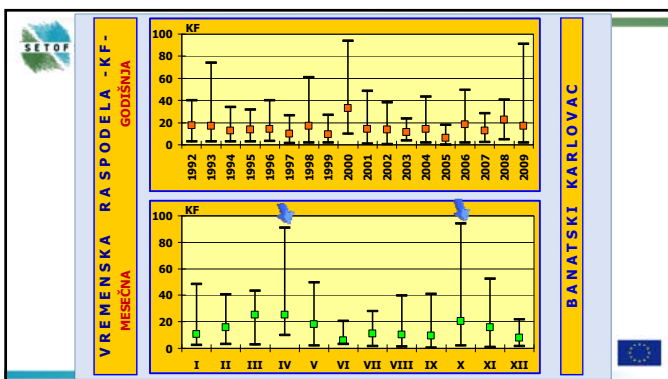
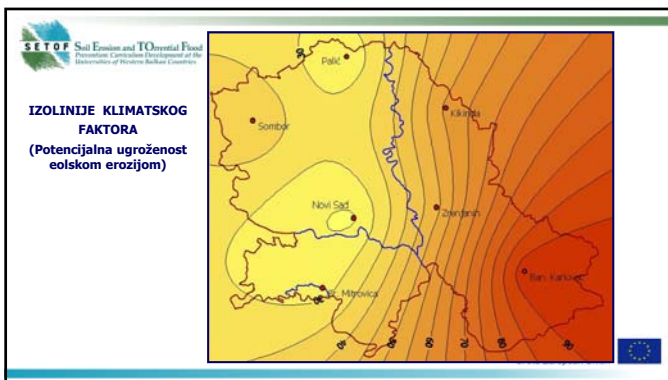
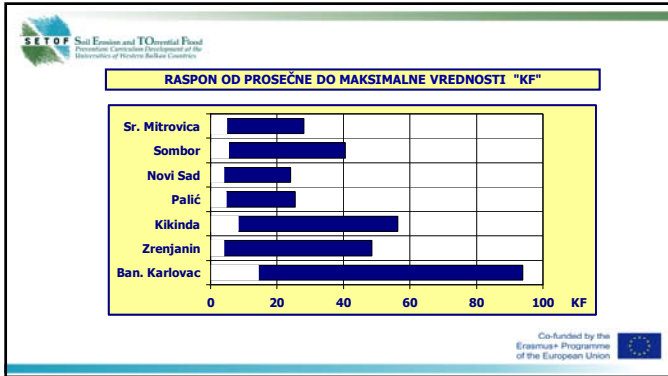
**KLIMATSKI FAKTOR EOLSKE EROZIJE**

$$KF = \frac{v^n \cdot N}{I_s}$$

- \* Vetar (brzina, čestine, trajanje)
- \* Indeks suše (Temperature, Padavine) (Koincidencija faktora)

- \* Bezdimenzionalna veličina
- \* Potencijal eolske erozije
- \* Relativan pokazatelj

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Conception Development of the  
University of Western Balkan Countries

Upotrebu statičnih hvatača pruža mogućnost da se pored utvrđivanja sumarne količine nanosa (ukupna količina nanosa iz svih hvatača), odredi i rezultanta intenziteta eolske erozije u vektorskom smislu. To podrazumeva izračunavanje vektorskog, a ne aritmetičkog zbira nanosa (vrednosti iz suprotnih smerova se međusobno oduzimaju) uz definisanje pravca i smera u kome se proces erozije odvija.

- "Sumarne" količine eolskog nanosa (aritmetički zbir)
- "Rezultujuće" količine eolskog nanosa (vektorski zbir), definisan pravac i smer kretanja nanosa

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Conception Development of the  
University of Western Balkan Countries

**Wind Erosion Prediction System (WEPS)**  
<https://www.nrcs.usda.gov>

Палета са алаткама    Основни мени    Информације о симулираној површини

Општи подаци о симулацији    Подаци о локацији    Подаци о ветрозастатном појасу    Опције за бирање биљних култура и типа земљишта

Климатски подаци (CLIGEN)    Приказ парцеле    Напомена

The United States Department of Agriculture  
Natural Resources Conservation Service

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Conception Development of the  
University of Western Balkan Countries

$$X_i = F_i \cdot \cos \alpha_i$$

$$Y_i = F_i \cdot \sin \alpha_i$$

$$R_x = \sum_{i=1}^{i=N} X_i$$

$$R_y = \sum_{i=1}^{i=N} Y_i$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$\sin \beta_R = \frac{R_y}{R}$$

$$k = \frac{R_y}{R_x}$$

Sumiranjem rezultata svih statičnih hvatača, dobija se količina ukupno pokrenutog eolskog nanosa na posmatranom erozionom polju (produkcija eolskog nanosa). Određivanjem rezultante intenziteta eolske erozije utvrđuje se količina nanosa koja se transportuje van erozionog polja, kao i pravac i smer tog kretanja u posmatranom vremenskom periodu (gubitak zemljišta).

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Conception Development of the  
University of Western Balkan Countries

**Merenje i uzorkovanje zemljišta za metodu distribucije <sup>137</sup>Cs**

Nepostojanje opšteprihvaćenih ili standardizovanih mernih instrumenata za kvantifikaciju procesa eolske erozije i složeni zahtevi prilikom osnivanja eolomernih stanica uticali su da se od devedesetih godina prošlog veka primenjuju metode praćenja prisustva radionuklida, pre svega, radioizotopa veštačkog porekla <sup>137</sup>Cs u zemljištu za detekciju i determinaciju procesa eolske erozije - procena gubitaka zemljišta i projekcija prostornog rasporeda eolskog nanosa na određenoj površini – na osnovu samo jedne posete terenu.

Konstatacijom povećanog ili smanjenog sadržaja <sup>137</sup>Cs u pojedinim uzorcima u odnosu na lokalni padavinski ulaz (referentni uzorak) dobija se prostorna predstava o fazi erozionog procesa deflacija (odnošenje) ili depozicija (odlaganje) nanosa na eksperimentalnoj površini.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Conception Development of the  
University of Western Balkan Countries

**PROCENA GUBITAKA ZEMLJIŠTA EOLSKOM EROZIOM**

Istraživanja na terenu i u aerodinamičkim tunelima dovela su do brojnih jednačina i izraza. Najzastupljenija je jednačina eolske erozije WEQ (Wind Erosion eQuation) i modeli zasnovani na njenoj primeni:

$$E = f(I, K, C, L, V)$$

- E - potencijalna godišnja eolska erozija
- I - faktor erodibilnosti površine
- K - faktor rapavosti površine
- C - lokalni klimatski faktor
- L - dužina nezaštićenom polja u pravcu dominantnih vetrova
- V - faktor vegetacije

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP Soil Erosion and TOriented Flood**  
Prevention Conception Development of the  
University of Western Balkan Countries

**Zvezdasta shema uzorkovanja**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the University of West-Balkan Countries

Uzimanje uzoraka zemljišta sondom

Uzimanje uzoraka zemljišta metalnim diskom

Uzimanje uzoraka zemljišta cilindrima po Kopecskom

Uzimanje uzoraka zemljišta cilindrima  $V = 1.571 \text{ cm}^3$

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the University of West-Balkan Countries

Jaka i značajna korelacija rezultata dobijenih metodom stacionih hvatača i  $^{137}\text{Cs}$  ( $r = \pm 0,83 - 0,9$ )

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the University of West-Balkan Countries

**Pretravanje (konverzija) količina / aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u gubitak zemljišta**

**TEORIJSKI MODELI**

Proporcionalni model za obradenu zemljišta  
(gubici zemljišta su direktno proporcionalni smanjenju količina  $^{137}\text{Cs}$  u zemljištu)

Model profilne distribucije za neobrađena zemljišta\*  
(eksponecijalni pad koncentracije  $^{137}\text{Cs}$  po dubini zemljišnog profila)

(Walling & Quine; Basher & Webb, ....)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the University of West-Balkan Countries

**WIND EROSION OF SOIL**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the University of West-Balkan Countries

**Cs 137**

Dominantan pravac kretanja nanosa SE-NW (jugoistočni vetar Košava)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

## ZASTITA ZEMLJIŠTA OD EROZIJE

Studijski program MAS:  
Zaštita zemljišta od erozije i prevencija od bujičnih poplava  
Status predmeta: Obavezni

**Prof. dr Radovan Savić, Doc. dr Tijana Vulević,  
Asist. Siniša Polovina, Asist. Katarina Lazarević**

Reference Number: 59423 EPP4 2018-ER-EPPKA2 CBHE-IP  
\*This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only  
of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein\*

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

### Indirektne štete

Posledica uticaja nekih direktnih šteta.

Po obimu i značaju mogu da prevaziđu direktne.

Smanjena plodnost i prinosi, prekid saobraćaja, efekti oštećenja  
melioracionih sistema, gubitak korisne zapremine kanala i akumulacija,  
povećana opasnost od poplava, oštećenje saobraćajnica ...

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

### ŠTETE OD EROZIJE

Nepovoljne, štetne, posledice nastale usled delovanja procesa vodne i eolske  
erozije generalno posmatrano, mogu se podeliti na :

- \* Direktno
- \* Indirektno

Štete se manifestuju u mnogim privrednim granama ali su najizraženije u:

- poljoprivredi,
- vodoprivredi,
- šumarstvu i
- saobraćaju.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

### Bujične poplave

Zasipanje kanala, akumulacija i drugih vodoprivrednih objekata, ali i  
naseља, saobraćajnica ... erozionim nanosima

Katastrofalno oštećenje (rušenje) saobraćajnica, mostova ...

Transport i širenje rasutog (difuznog) zagađenja

Erozija ima i direktan uticaj na životnu sredinu. Ugrožene su sve  
osnovne komponente životne sredine: zemljište, voda i vazduh. Voda i  
zemljište putem nanosa, vazduh eolskom erozjom.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

### Direktno štete

Odošenjem zemljišnog pokrivača (delimično ili u potpunosti).

Kvarenje strukture zemljišta putem udara kišnih kapi (stvaranje pokorice) ...

Gubitak plodnosti zemljišta odošenjem najfinijih čestica koje su nosioci  
plodnosti (u erozionom nanosu povećan je sadržaj organskih i hranljivih  
materija u odnosu na okolno zemljište)

Odošenje semena i nedovoljno razvijenih gajenih biljaka - poljoprivrednih  
kultura.

Zasipanje (zatrpanje) biljaka erozionim nanosom,

Peskiranje tj. "bombardovanje" delova biljaka i oštećenje plodova i zeljastih  
delova biljke

Oštećenje, gubitak projektovanih karakteristika i smetnje u radu  
vodoprivrednih objekata

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood  
Prevention Curriculum Development at the  
University of Western Balkan Countries

Posebno treba izdvojiti

### Potencijalne štete.

To su one štete do kojih bi moglo doći pod određenim uslovima. Važno ih je  
sagledati jer se na taj način ukazuje na njihov mogući obim i posledice pa  
postaje jasno da je mnogo efikasnije i svrsishodnije preduprediti pojavu  
erozionih procesa određenim radovima radi njihovog otklanjanja .

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of  
the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

## ZAŠTITA OD EROZIJE

(Borba protiv erozije, Antieroziona zaštita, Konzervacija zemljišta i voda)

**OSNOVNA NAČELA - PRINCIPI**

**Vodna erozija:**

- \* Smanjiti oticaj sa sliva
  - Količinu vode
  - Brzinu tečenja
- \* Zaštititi površinski sloj zemljišta

**Eolska erozija:**

- \* Smanjenje brzine vetra u prizemnim slojevima
  - Barijere: Vetrozaštitni pojasevi (poljozaštitni, vetrolomni)
  - Prepreke od gajenih useva, Veštačke barijere
- \* Povećanje "hrapavosti" površinskog sloja zemljišta (konzervacijska obrada, upravno na pravac vetra),
- \* Povećati otpornost površinskog sloja zemljišta (Stabilizacija zemljišnih agregata, organsko đubrivo, navodnjavanje, aditivi)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

### \* Biološke mere i radovi

Biološke mere se odnose na uspostavljanje odgovarajućeg biljnog pokrivača. Prvi zadatak u zaštiti zemljišta od erozije predstavlja podizanje biljnog pokrivača, šumskog i/ili travnatog na degradiranim površinama sliva.

Cilj: Zadržati vodu na slivu, smaniti površinski oticaj.

Prvo brzorastuće vrste koje u najkraćem roku pružaju zaštitu zemljišta bez obzira da li od njih ima ekonomske koristi.

Ako je moguće treba birati autohtone vrste.

Ako zemljište nije prikladno za poljoprivrednu proizvodnju - onda određene vrste trava, žbunastih vrsta ili šuma.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

## MERE I RADOVI NA ZAŠTITU OD EROZIJE

### \* Administrativno-organizacione mere

(Zakonska regulativa, Edukacija, Stručne institucije na svim nivoima)

### \* Biološke mere i radovi

### \* Tehničke i agrotehničke mere i radovi

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

### \* Tehničke mere i radovi

Osnovni zadatak jeste smanjivanje oticaja tj. retencija (zadržavanja) vode od padavina. Sprovode se od vrha sliva ka nižim delovima. Primena: na slivu i u samom koritu.

- Retenzije, mikroakumulacije
- Konturni rovovi i zidovi
- Pregrade i radovi u koritu (fiksiraju projektovani pad korita)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

### \* Administrativno-organizacione mere

- Zakonska regulativa,
- Edukacija,
- Stručne institucije na svim nivoima

Administrativno organizacione mere se odnose na donošenje odgovarajućih propisa i zakona koji određuju način gazdovanja, korišćenja i organizovanja zemljišta, putne mreže, načinom obrade, plodoredom, zabranom krčenja šuma, formiranjem stručnih timova i profesionalnih institucija, edukaciom, udruženjima tipa Mladi gorani, Ekološka udruženja i sl., osiguranjem, poreskom politikom....

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

### \* Agrotehničke mere i radovi

- \* Obrada po izohipsama
- \* Redukovana obrada (smanjen intenzitet obrade - očuvanje otpornosti površinskog sloja zemljišta, žetveni ostaci)
- \* Konzervacijska obrada
  - No-Till (bez obrade, samo setva)
  - Strip-Till (obrađuje se samo uzan pojas gde se seje)
  - Ridge-Till (greben i brazda)
  - Mulch-Till (ostavljanje min. 30% žetvenih ostataka)
- \* Plodored, plodosmena ...

**PRINCIP:** Primenjivati agrotehničke mera i sistem obrade koje će, pre svega, zemljištu pružati najbolju zaštitu. Izbor kultura, plodoreda i plodosmene koji će zemljište ostaviti sa najmanjim brojem dana bez zaštite.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** *South Eastern and TOriental Flood*  
Prevention Consortium Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries

## ZAKON O POLJOPRIVREDNOM ZEMLJIŠTU

(Sl. glasnik RS, 62/2006, ...)

Ovim zakonom uređuje se planiranje, zaštita, uređenje i korišćenje poljoprivrednog zemljišta, nadzor nad sprovođenjem ovog zakona i druga pitanja od značaja za zaštitu, uređenje i korišćenje poljoprivrednog zemljišta kao dobra od opšteg interesa.

**Erozija jeste promena površinskog sloja zemljišta koja nastaje kao posledica delovanja kiše, snega, mraza, temperaturnih razlika, vetra, tekućih voda i antropogenih faktora.**

**PROTIVEROZIONNE MERE**  
Član 18.

U cilju zaštite poljoprivrednog zemljišta od štetnog dejstva erozije i bujica na erozionom području preduzimaju se protiverozione mere. Protiverozione mere jesu:

- privremena ili trajna zabrana preoravanja livada i pašnjaka i drugih površina radi njihovog pretvaranja u oranice sa jednogodišnjim usevima;
- uvođenje plodnosmena;
- gajenje višegodišnjih zasada;
- izgradnja specifičnih građevinskih objekata;
- način obrade poljoprivrednog zemljišta;
- podizanje i gajenje poljozaštitnih pojaseva ili sađenje višegodišnjih drvenastih biljaka;
- zabrana napajanja stoke na određeno vreme ili ograničavanje broja grla koja se mogu puštati na određene površine;
- zabrana seče šuma i šumskih zasada iznad ugroženih parcela;
- druge mere.

Korisnici poljoprivrednog zemljišta su dužni da na erozionom području primenjuju mere iz stava 2. ovog člana.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** *South Eastern and TOriental Flood*  
Prevention Consortium Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries

ZAKON O VODAMA ...

## 1. ZAŠTITA OD ŠTETNOG DEJSTVA VODA

**Član 26.**  
Zaštita od štetnog dejstva voda obuhvata radove i mere za zaštitu od poplava i leda, **zaštitu od erozije i bujica i otklanjanje** posledica od takvog dejstva voda.

**Član 37.**  
U cilju sprečavanja dejstva erozije i bujica sopstvenici, odnosno korisnici zemljišta dužni su da grade i održavaju zaštitne objekte (pregrade, ustave, retencije i sl.), izvode zaštitne radove (pošumljavanje, zatravljavanje, terasiranje, čišćenje korita i sl.) i sprovedu mere zaštite (zabrana ili ograničenje seče drveća, zabrana ili ograničenje vađenja peska, šljunka, način korišćenja poljoprivrednog zemljišta i dr.). **Član 38.**  
Na zemljištima ugroženim od erozije skupština opštine utvrdiće erozivno područje. Radi sprečavanja štete od erozije skupština opštine na erozivnom području propisuje protiverozivne mere uz prethodno pribavljeno mišljenje javnog vodoprivrednog preduzeća.

**Član 39.**  
Ako je na erozivnom području zbog iskorišćavanja zemljišta, šuma, kamena i radi izvođenja radova, rekonstrukcije i izgradnje građevinskih i drugih investicionih objekata došlo do oštećenja površina zemljišta i zbog toga veće izloženosti eroziji, stvaranja brazdi i jaruga, oštećenja izvora, staza, puteva i vodoprivrednih objekata, izvođač radova, odnosno preduzeće ili drugo pravno lice koje iskorišćava objekte i druga dobra od opšteg interesa, dužni su da u najkraćem mogućem roku zaštite vegetacijom ili na drugi pogodan način dovedu zemljište i objekte u prvobitno stanje.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** *South Eastern and TOriental Flood*  
Prevention Consortium Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries

## NADLEŽNOST ZA SPROVOĐENJE PROTIVEROZIONNIH MERA

**Član 19.**  
Kontrolu sprovođenja protiverozionih mera iz člana 18. ovog zakona vrši nadležni organ jedinice lokalne samouprave. Prilikom utvrđivanja protiverozionih mera i njihovog sprovođenja nadležni organ jedinice lokalne samouprave obezbeđuje:

- 1) da se tereni sa nagibom većim od 10% obrađuju paralelno sa izohipsama, da se na takvim terenima i u silovima pojedinih bujica strukturno setve obezbedi da najmanje jedna trećina ukupne površine bude zasejana ili zasađena višegodišnjim zasadima i da se tereni sa nagibom većim od 25% ne koriste kao oranice;
- 2) da se u svakoj jedinici lokalne samouprave, za područja podložna, napadnuta ili ugrožena eolskom erozijom, zavisno od specifičnosti područja i stepena ugroženosti, u skladu sa poljoprivrednom osnovom, utvrdi program zaštite zemljišta od eolske erozije podizanjem poljozaštitnih pojaseva, višegodišnjih useva i zasada ili primenom drugih oblika zaštite, da se predvidi dinamika po godinama za izvršenje ovog programa;
- 3) da se svake godine preduzmu protiverozione biosloke mere na najmanje 4% novih površina od ukupnih površina napadnutih, podložnih ili ugroženih erozijom.

Troškovi sprovođenja protiverozionih mera

**Član 20.**  
Troškove sprovođenja protiverozionih mera snose pravna i fizička lica čije se poljoprivredno zemljište štiti ovim merama, ako zakonom nije drugačije određeno.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** *South Eastern and TOriental Flood*  
Prevention Consortium Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries

ZAKON O VODAMA ...

**Član 67.**  
Sopstvenik, odnosno korisnik vodnog zemljišta, odnosno sopstvenik ili korisnik vodoprivrednog objekta na obali dužan je da na zahtev javnog vodoprivrednog preduzeća, učestvuje na delu na kome je sopstvenik, odnosno korisnik u izvođenju manjih radova na održavanju korita za veliku vodu i obala, osim korita za malu vodu, radi sprečavanja erozije, odronjavanja obala ili zagušavanja korita zbog štetne vegetacije ili drugih prepreka koje mogu ometati normalan proticaj vode. Radi zaštite obala od rušenja i radi učvršćivanja korita i obezbeđenja proticanja vode i leda, vodoprivredni inspektor će, na zahtev javnog vodoprivrednog preduzeća, naložiti sopstveniku, odnosno korisniku zemljišta koji čini obalu da na tom zemljištu izvrše sađenje drveća i žbunastog bilja.

## 2. POSEBNE MERE

**Član 69.**  
Radi zaštite voda i vodotoka, sprečavanja oštećenja i zaštite vodoprivrednih objekata i postrojenja, zabranjeno je:

- 3) izvoditi radove i vaditi materijal iz vodotoka, koji bi mogli ugroziti vodni režim, stabilnost brane ili njenu namensku upotrebu, stabilnost odbrambenih nasipa, regulacionih i drugih vodoprivrednih objekata, kao i menjati prirodne uslove u okolini akumulacionih i retencionih bazena usled čega bi moglo doći do kizanja terena, pojave erozije ili nastajanja vododerina i bujica;

**Član 99a**

Poslovi od opšteg interesa su:

- 1) izgradnja, rekonstrukcija i održavanje objekata za zaštitu od štetnog dejstva voda;
- 4) zaštita zemljišta od erozije;

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** *South Eastern and TOriental Flood*  
Prevention Consortium Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries

## ZAKON O VODAMA

(Službeni glasnik RS\*, br. 46/91, 53/93, 67/93, 48/94, 54/96)

Ovim zakonom uređuje se zaštita voda, zaštita od štetnog dejstva voda, korišćenje i upravljanje vodama, kao dobrima od opšteg interesa, uslovi i način obavljanja vodoprivredne delatnosti, organizovanje i finansiranje vodoprivredne delatnosti i nadzor nad sprovođenjem odredaba ovog zakona.

**Član 4.**  
Vodoprivrednim objektima u smislu ovog zakona smatraju se: 1) objekti za zaštitu od štetnog dejstva voda sa vodoprivrednim uređajima i opremom: nasipi, regulacione građevine, retencije, brane, akumulacije, odvodni kanali, drenajni bunari, ustave, crpne stanice i objekti za zaštitu od erozija i bujica;

**Član 5.**  
Pojedini izrazi, upotrebljeni u ovom zakonu, imaju sledeće značenje:

**14) zemljište ugroženo od erozije je zemljište na kome usled dejstva vode nastaju pojave spiranja, brazdanja, podirivanja i kizanja kao i zemljište podložno ovim uticajima;**

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** *South Eastern and TOriental Flood*  
Prevention Consortium Development of the  
Institutes of Western Balkan Countries

## Zakonska regulativa

- Definisane svih relevantnih pojmova i termina. Npr.

**Zaštita od erozija i bujica**

Područjem ugroženim od erozije smatra se područje na kojem zbog delovanja površinskih ili podzemnih voda dolazi do ispiranja, podirivanja ili odronjavanja zemljišta i drugih sličnih štetnih pojava usled čega može doći do ugrožavanja života i zdravlja ljudi i njihove imovine kao i poremećaja u vodnom režimu.

Bujičnim tokovima smatraju se povremeni vodotoci, kao i stalni vodotoci u kojima zbog delovanja kiša i topljenja snijega nastaju nagle promjene proticanja voda zbog kojih može doći do ugrožavanja života i zdravlja ljudi i imovine i poremećaja u vodnom režimu.

Bujični tokovi jakih erozionih procesa koji ugrožavaju veća urbana naselja, industrijska postrojenja, magistralne i regionalne saobraćajnice i melioracione sisteme usne se u popis državnih voda.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Conception Development of the Universities of Western Balkan Countries

... Administrativno organizacione mere

Lokalna samouprava ima obaveze i ingerencije koje proizilaze iz relevantne zakonske regulative (Zakon o poljoprivrednom zemljištu, Zakon o vodama, Zakon o šumama, itd.:

- Jedinica lokalne samouprave donosi operativne planove, organizuje i sprovođi odbranu od poplava na vodama II reda;
- Upravlja i brine o vodnim objektima za zaštitu od erozije i bujica i o njihovom namenskom korišćenju, održavanju i čuvanju;
- Prati stanje i predlaže mera za unapređenje poljoprivrednog zemljišta, šuma i voda, biljnog i životinjskog sveta i vodorivne;
- Izrađuje Godišnji program za zaštitu, uređenje i korišćenja poljoprivrednog zemljišta i stara se o njegovom sprovođenju;
- Učestvuje u određivanju erozivnih područja i pripremi protiverozivnih mera na njima;
- Dodeljuje na gazdovanje površine državnog zemljišta koje su određene za pošumljavanje
- itd.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Conception Development of the Universities of Western Balkan Countries

EDUKACIJA (deca, lokalno stanovništvo, ...)

WATER EROSION PREVENTION

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Conception Development of the Universities of Western Balkan Countries

Na osnovu člana 88. Zakona o vodama ("Službeni glasnik Republike Srbije", broj 46/91, 52/93, 67/99, 48/94, 54/96 i 101/05 - dr. zakon) i člana 19. Statuta grada Smedereva ("Službeni list grada Smedereva", broj 2/2008, Školskoga grada Smedereva, na 9. sednici održanoj 27. februara 2009. godine, doneta je

**ODLUKU O UTVRĐIVANJU EROZIVNIH PODRUČJA NA TERITORIJI GRADA SMEDEREVA**

(Objavljena u "Sl. listu grada Smedereva", br. 2 od 27. februara 2009.)

Član 1.

Ovom Odlukom utvrđuju se erozivna područja na teritoriji grada Smedereva i propisuju protiverozivne mere radi sprežavanja šteta od erozije.

Član 2.

Na osnovu Plana za proglašenje erozivnih područja na teritoriji opštine Smederevo utvrđuju se sledeća erozivna područja:

Član 3.

Nakon proglašenja erozivnih područja primenjuje se skup generalnih administrativnih antierozivnih zabrana i mera koje vlasnici i korisnici sprovode u delo.

Za šumske površine koje se nalaze na erozivnom području nalaze se korisnicima da usklade šumsko - privredne osnovne sa zahtevima antierozivnog gazdovanja šumom i da o preduzetim merama obaveste nadležnu službu grada.

Erozivna područja rudničkih i industrijskih deponija, pepelista, jalovišta antierozivno uređuje korisnik tih površina i o preduzetim merama obavestava nadležnu službu grada.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Conception Development of the Universities of Western Balkan Countries

soil protection for grassland

Plakati, flajeri ... (škole, ustanove, bilbordi ...)

soil protection for cropland

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Conception Development of the Universities of Western Balkan Countries

Član 4.

Opšte administrativne antierozivne mere se primenjuju odmah i sprovode ih vlasnici i korisnici zemljišta prema uputstvima stručne službe grada.

U administrativno antierozivne mere ubrajaju se:

1. Zabrana kosačenja šumskih (za stočnu hranu)
2. Zabrana gajenja okopavina na strmim njiinama (kukuruz i slično)
3. Zabrana oranja po nagibu zemljišta
4. Zabrana čiste seče šuma na nagibnim terenima
5. Zabrana ispaše na degradiranim pašnjacima
6. Obaveza oranja po izobilju (kontur)
7. Obaveza pretvaranje degradiranih njiva u livade
8. Obaveza melioracija degradiranih pašnjaka
9. Obaveza pošumljavanja goleti
10. Obaveza konverzije jednogodišnjih kultura u višegodišnje na degradiranim površinama
11. Obaveza antierozivnog gazdovanja zemljištem
12. Obaveza antierozivnog gazdovanja šumama.

Navedene mere se propisuju za svaku pojedinačnu parcelu koja se nalazi na erozivnom području i unose u tabelu, s tim što se propisuje mera koja će najviše odgovarati antierozivnom načinu gazdovanja zemljištem uz nastojanje da se tom prilikom ne umanje prihod korisnika sa te površine.

Ukoliko se antierozivnom merom propile promena katastarske kulture sa Zakonom propisanim većim katastarskim prihodom, zadržava se prethodna osnovica dok se u sopstvom osnovica smanjuje.

Član 5.

Stanje na terenu redovno kontrolišu nadležne službe, uz obavezu da se jednadput godišnje vrši revizija Plana i zavedene mere poštovanja ukoliko primenjena mera nije dala očekivane rezultate.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Conception Development of the Universities of Western Balkan Countries

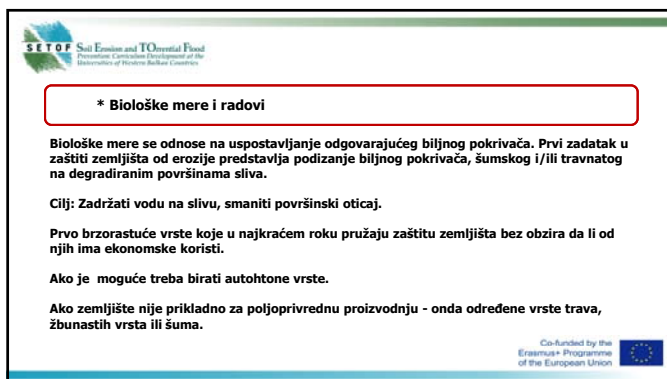
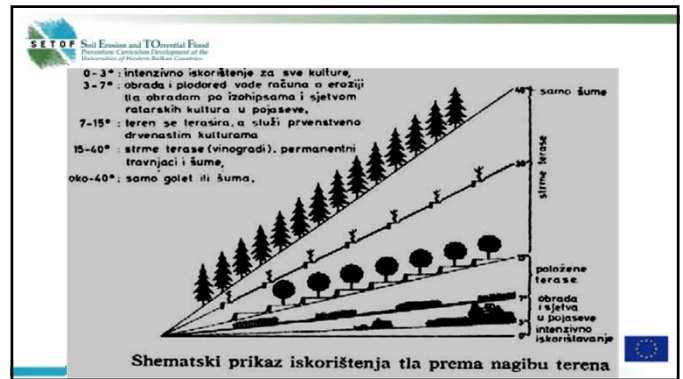
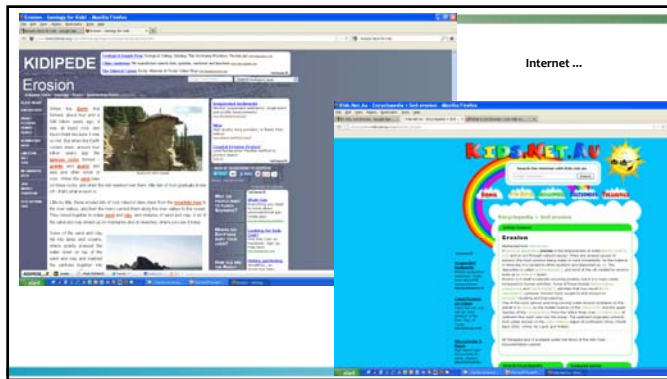
ORAŃE PO IZOXIPSAMA 13. 01. 2012.

Ерозија се код нас нежалост не схвата довољно озбиљно. Правилним правцем орања чува се земљиште од ерозије.

Јесене дубоко орање је важна агротехничка мера. Превртањем оранице омогућава се пророр зимске аплаге и дубље слојеве земљишта, олакше се постепено искористиљава касење у вегетацији. Такође се, под благоволоним дејством мрежа, састављају груде стврнуте земље у фини мрвичасто-груменасту структуру и заоравају са минерална туђиња. Али, време од орања до сегаје је критично у агрономском смислу, јер је земљиште отрпано. Не билош покривача. Ако је терен наглог, то значи да нема некакве заштите од испирања земљишта под дејством покриваче коде. У основна неправилног орања ово може проузроковати огњавање терена у горњем делу падине и таложење земље у подножју, односно у долини. Тиме се неопоротно нарушава и равнотежа у природи. Да не би земљиште, формирано милионима година, раде ујутра горна и рада при орању, еродирало за свега неколико година, никада не треба орати низ падину. То је најлошија варијанта, која узрокује директно одношене честица земље по међубраздним навалима. Ово је, на жалост, чест начин обраде на закупљеним парцелама јер се тада не воде рачуна о стању у којем ће остати земљиште, већ само о што већем приходу и жељинији обради. Правилно је орати попречно на наглог, у хоризонталном правцу, односно по изохипсима, неправилно правце. Изохипсе су земљини линије које спадају тачно на истој висини. Тако се обезбеђује да покривача вода минимално на реброста испушта од бразди које стварају слободно одошење честица земље низ падину. При овом начину орања треба pazити на правцу превртања пласта, тако да се она окрећу уз падину, а не низ наглог. Код нас се углавном користе плугови равнаши који земљиште преврћу на десну страну. За ставно оравање пласта уз падину, морају се правити прани ходови трактором. При том се троши нешто више горива него да се оре на слог или на разор (где нема праних ходова), али је ефекат заштите од ерозије потпуно. Са сваком орањем се врати нагоре онолики слој земљишта колико потенцијално могу спрети снег, ивице и бујице. Неопоротно и добро окувано земљиште арање узрок труд стабилном приносима усава. Треба знати и најбоље користити обртне плугове за орање на наглогим теренима, јер они извизменим окретањем омогућавају глатко орање наустрот природном паду воде и доприносе болем мешању земљишта. У француској се око три четвртине парцела оре оваквим плуговима. Вероватно ће се у будућности и код нас овакве плугове раширити, а то ће још више олакшати праван начин орања по изохипсима. Тада неће бити ни потребе да се жртвује природа ради уштеде логистички горива.

Новински чланци ...

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union





SETOP Sui Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Transformacija hidrograma pod uticajem akumulacije i retencije  
Moguća je u gornjim delovima toka, na manjim slivovima i sl.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Sui Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**\* Tehničke mere i radovi**

Osnovni zadatak jeste smanjivanje oticaja tj. retencija (zadržavanja) vode od padavina. Sprovode se od vrha sliva ka nižim delovima. Primeni: na slivu i u samom koritu.

- Retenzije, mikroakumulacije
- Konturni rovovi i zidovi
- Pregrade i radovi u koritu (fiksiraju projektovani pad korita)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Sui Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Transformacija hidrograma u akumulaciji i retenciji

Prvobitni poplavni talas ( $Q_1$ ) prevazilazi propusnu moć vodotoka ( $Q_0$ ). Deo ("vrh") talasa se zadržava u prostoru akumulacije ili retencije i ispušta proticajem ( $Q_2$ ) koji je manji od propusnu moć vodotoka ( $Q_0$ ).

Ukupne količine vode (ukupne zapremine poplavnog talasa) su iste ( $V_1 = V_2$ ), razlikuje se vreme propagacije. Veći proticaj ( $Q_1$ ) prođe za kraće vreme ( $\Delta t_1$ ), a manji proticaj ( $Q_2$ ) traje duže ( $\Delta t_2$ ). Dolazi do preraspodele ukupne količine vode u vremenu.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Sui Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**RETENZJE I MIKROAKUMULACIJE**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Sui Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

\* GRAĐEVINE U KORITU

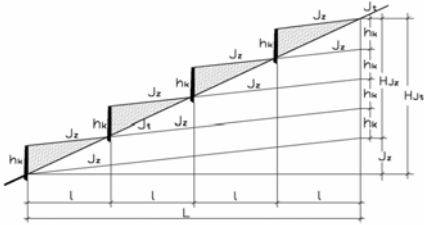
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

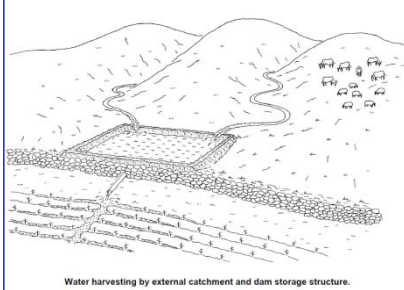
SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



Sistemom pregrada prirodni pad se svodi na pad izjednačenja (pri kome nema izražene erozije)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union


SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



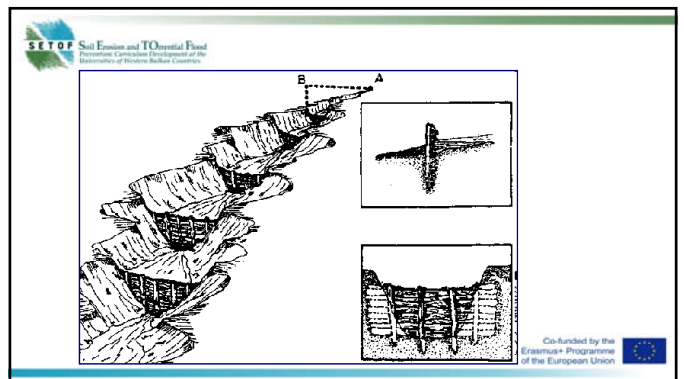
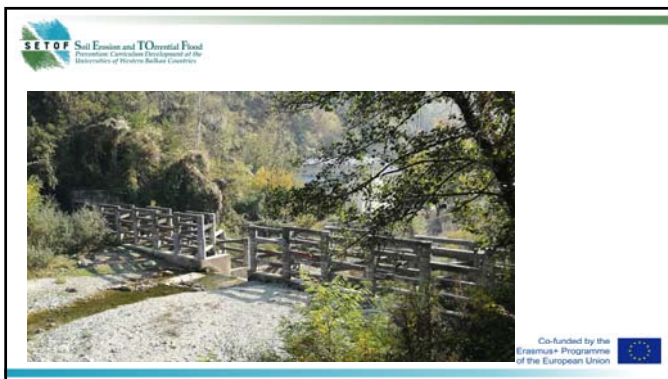
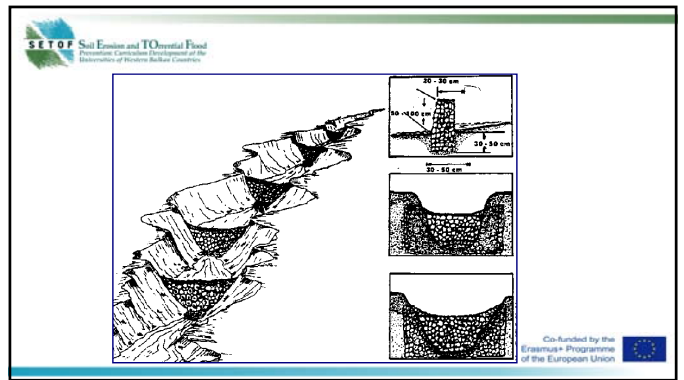
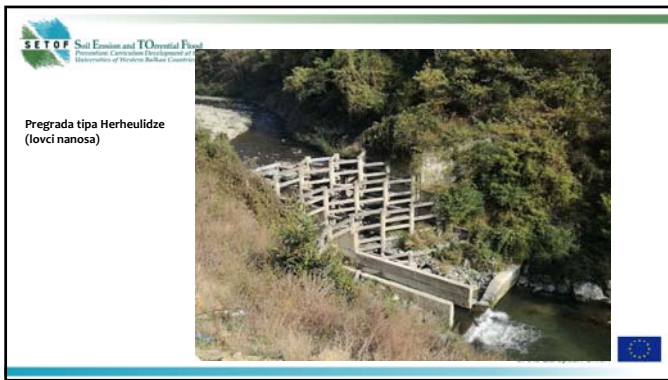
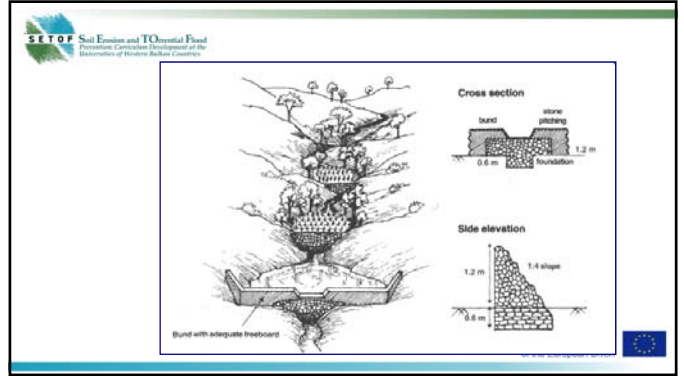
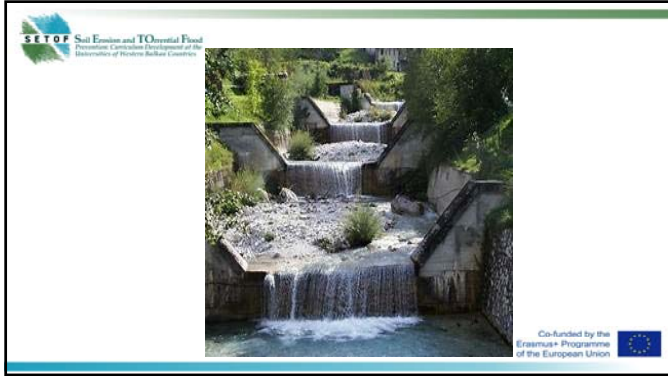
Water harvesting by external catchment and dam storage structure.

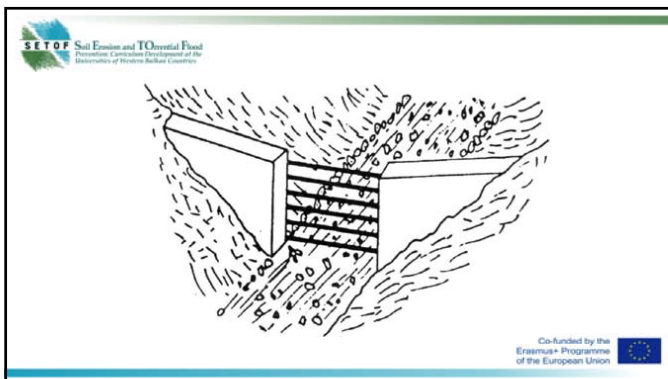
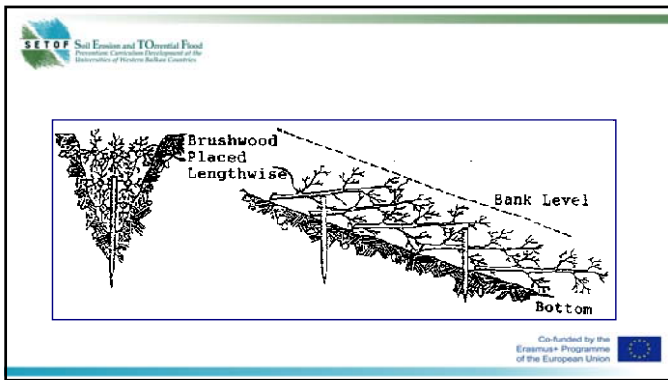
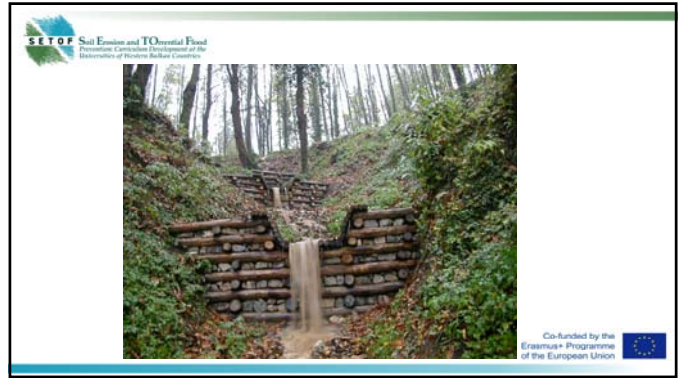
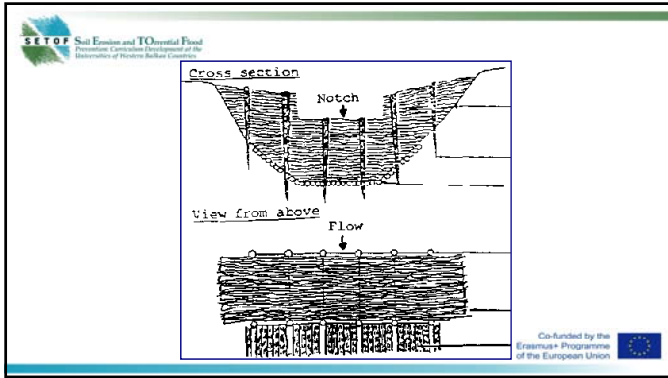
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

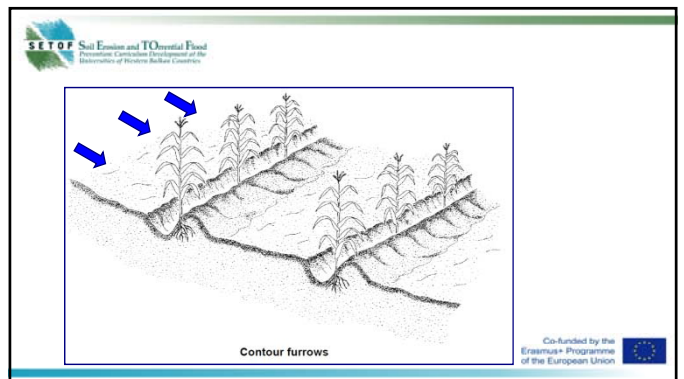
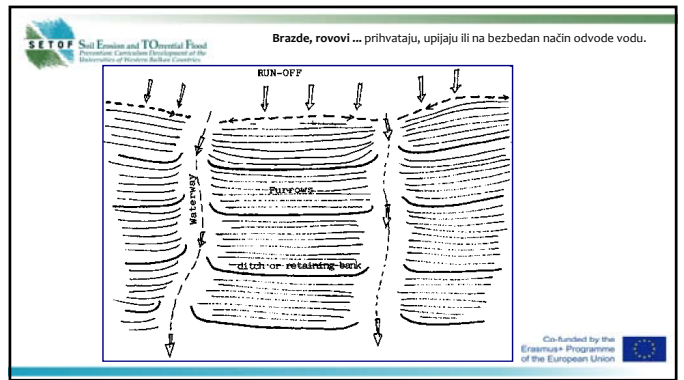
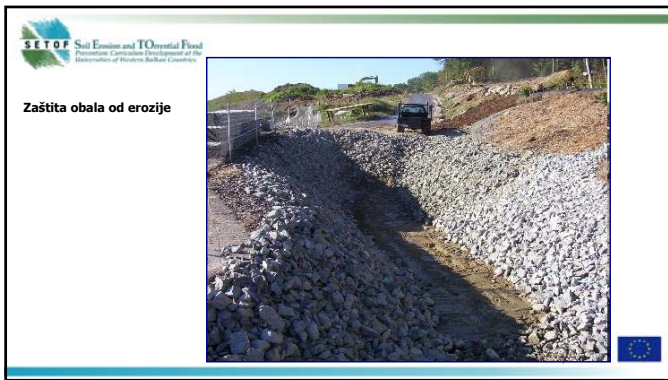
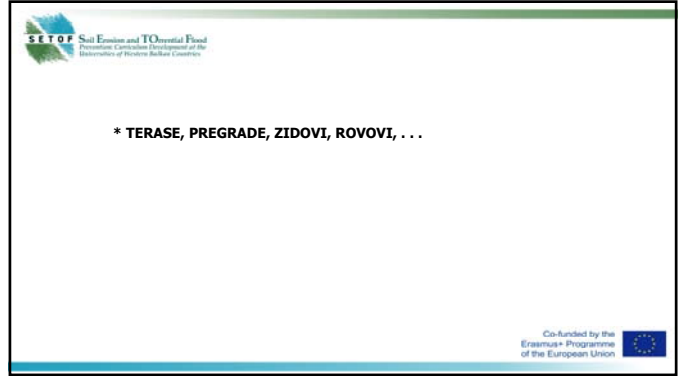
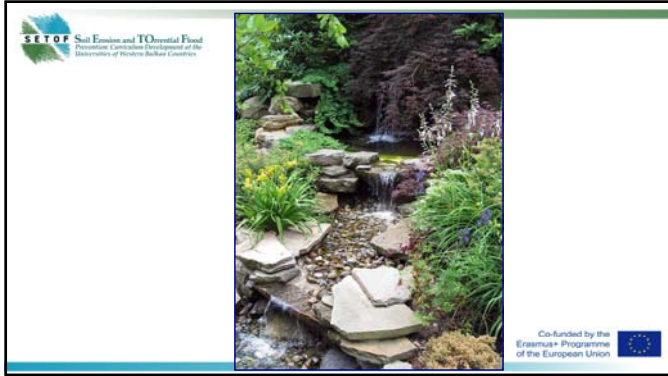
SETOP Soil Erosion and TOrrontial Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union







**Upoini rovovi** su tako konstruisani da omogućavaju prihvatanje 70 - 80% vode od pale kiše. Linija rova je po izohipsama. Dno rova je horizontalno pa nema tečenja vode u rovu.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**Table 6-1**  
Contour Drain Spacing

Slope of site (%)	Spacing of contour drains/cutoffs (m)
5	50
10	40
15	30
30	20

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**Odušni rovovi** su manjih dimenzija od upoinih jer ne zadržavaju vodu nego je sprovode do glavnog rova koji je zaštićen od erozije (kamen ili trava). Brzina tečenja u rovu je takva da onemogućava pojavu erozije ali ni zatrpavanje ili zadržavanje vode. Oblik može biti trapezast, pravougaoni, trouglast, itd. Na osnovu nagiba terena određuje se razmak između rova, potom širina i dubina rova.

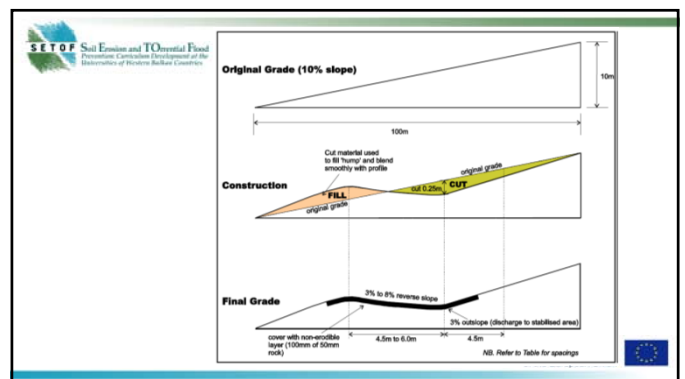
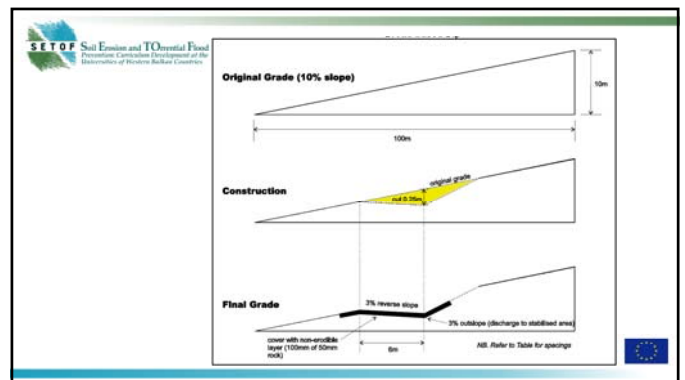
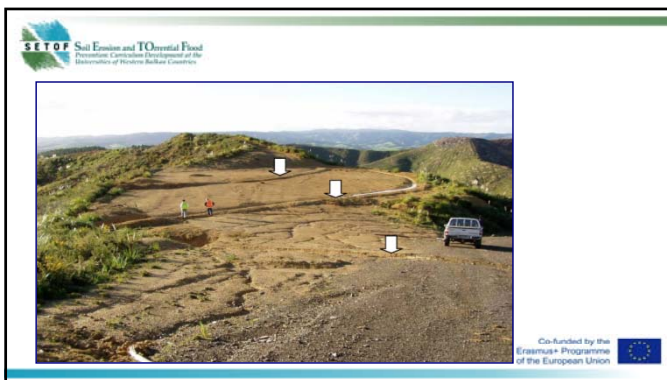
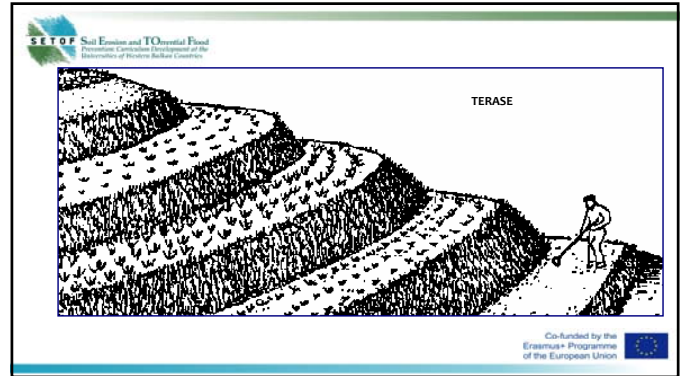
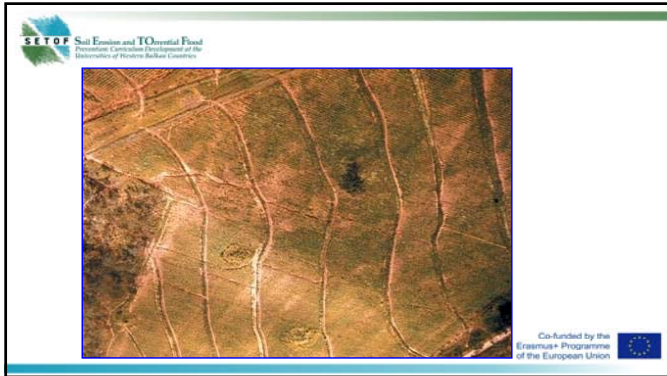
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

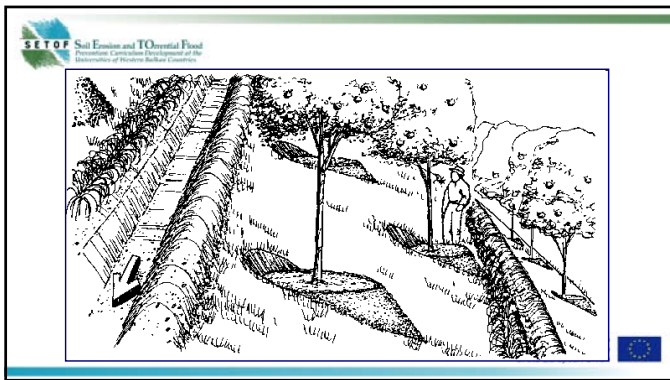
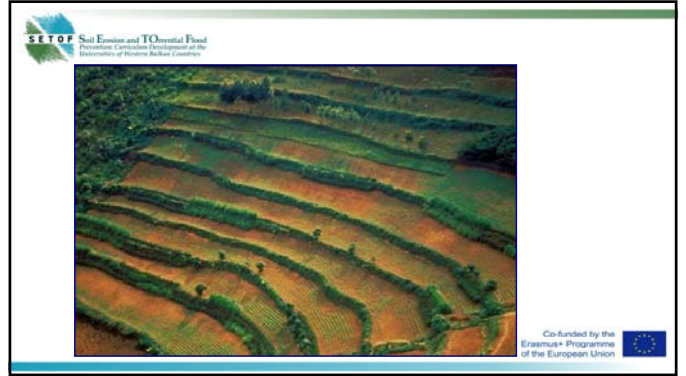
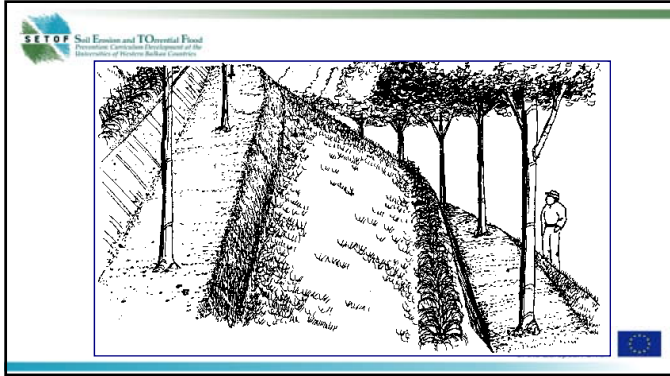
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

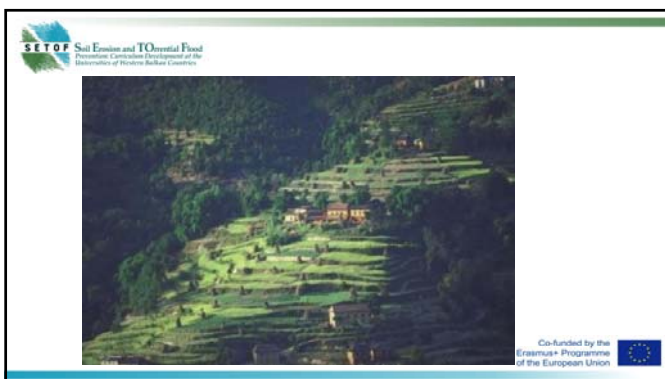
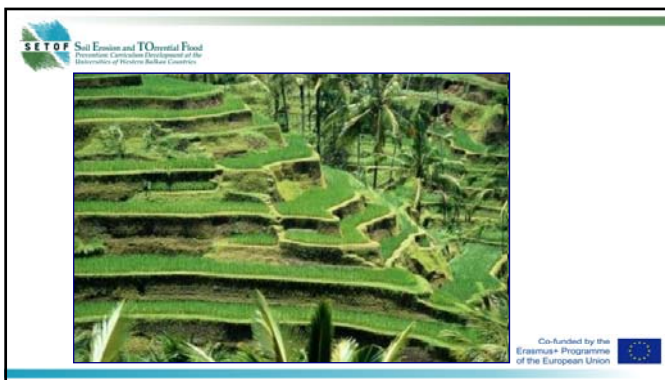
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union









**Geosaće - trodimenzionalne mreže**

SETOP Sui Emilian and TOriental Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Sui Emilian and TOriental Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**ADITIVI - HIDROSETVA**

Metodom bezhumunog ozelenjavanja postišu se delotvorni učinci: trenutna i trajna zaštita od erozije i kvalitetan zeleni pokrov u skladu s autohtonim uslovima.

Bezhumusno ozelenjavanje povezano je i sa velikim finansijskim uštedama: otpadaju troškovi dovoženja humusa i njegovog slatiranja. To znači da se uz pomoć bio-algena neplodne površine (tpe, jalovina, pjesak, šljunak i td.) pretvaraju u plodno tlo, pogodno za reaktivaciju, jer bio-algeen aktivira i trajno podržava osnovne biološke cikluse u tlu. Njegovom se primjenom povećava sadržaj humusnih kiselina, a izgradnjom kompleksa gline-humusa, poboljšava se pufernost tla. Prijemom bio-algena dobija se i do 300% veća korenska masa trave, što je posebno značajno za kvalitet, otpornost i trajnost travnjaka, kao i za erozivnu zaštitu tla.

Bio-algeen preparati provode se iz najstarije biljke na zemlji – smeđe morske alge Ascophyllum nodosum, što prirodnog porijekla, sadržaj preko 70 mikroelemenata, vitamina, aminokiselina i jalginskih kiselina. Bio-algeen preparati koriste se već dugi niz godina u Evropi i svetu s velikim uspehom.

SETOP Sui Emilian and TOriental Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**"BAFER" POJASEVI I ZONE**

Smanjuju uticaj erozije, transport nanosa i rasutog (difuznog) zagađenja sa poljoprivrednih površina ka akvatorijama

**Riparian Buffer Widths**

Buffer Width In Meters	Buffer Minimum	Buffer Maximum
Bank Stability	10	20
Acidic Habitat	10	20
Sediment	10	20
Soluble Nutrients	10	20
Flood Control	10	20
Wildlife Habitat	10	20

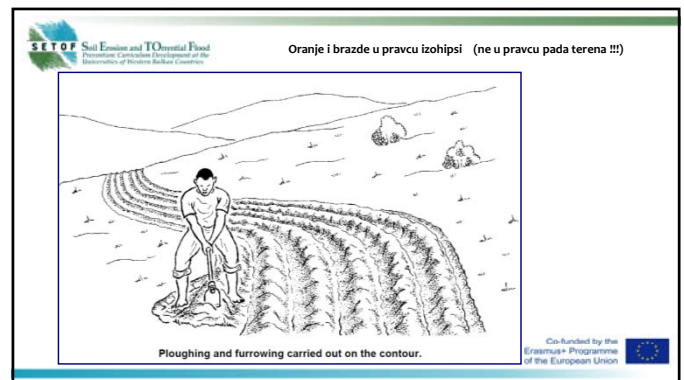
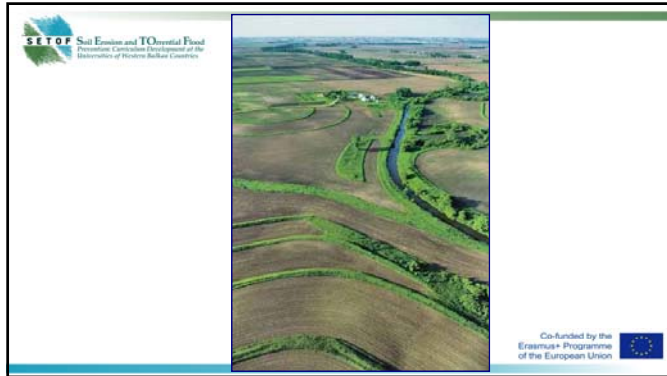
by the European Union

SETOP Sui Emilian and TOriental Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Sui Emilian and TOriental Flood Prevention Consortium Development of the Universities of Western Balkan Countries

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



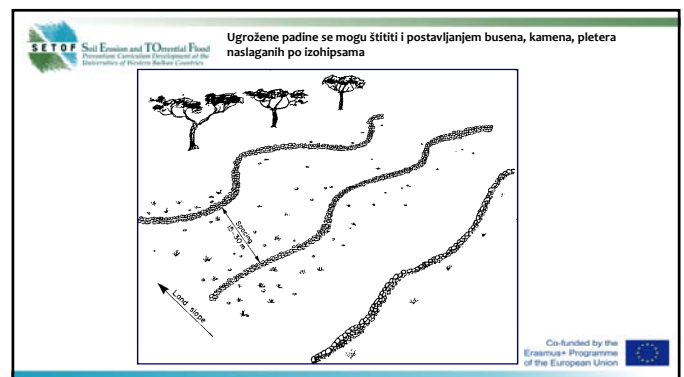
SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

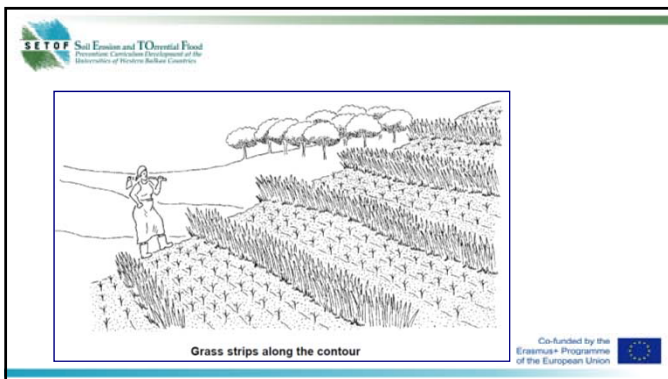
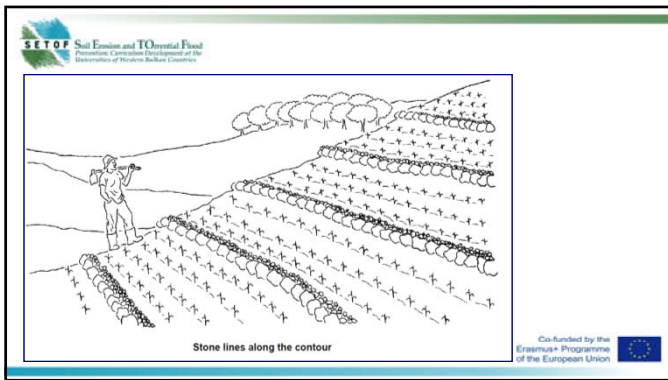
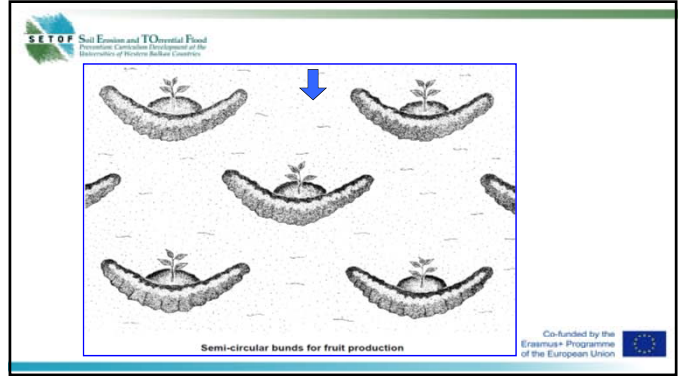
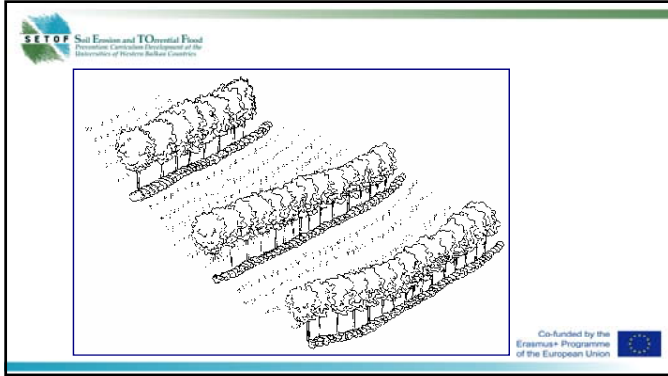
**\* Agrotehničke mere i radovi**

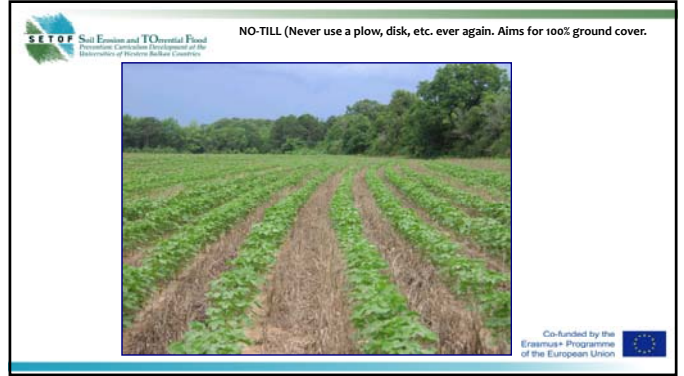
- \* Obrada po izohipsama
- \* Redukovana obrada (smanjen intenzitet obrade - očuvanje otpornosti površinskog sloja zemljišta, žetveni ostaci)
- \* Konzervacijska obrada
  - No-Till (bez obrade, samo setva)
  - Strip-Till (obrađuje se samo uzan pojas gde se seje)
  - Ridge-Till (greben i brazda)
  - Mulch-Till (ostavljanje min. 30% žetvenih ostataka)
- \* Plodored, plodsmena ...

**PRINCIP:** Primenjivati agrotehničke mera i sistem obrade koje će, pre svega, zemljištu pružati najbolju zaštitu. Izbor kultura, plodoreda i plodsmene koji će zemljište ostaviti sa najmanjim brojem dana bez zaštite.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union







**SETOP** Soil Emission and TOriental Flood Prevention Contribution Development at the Universities of Western Balkan Countries

**NO-TILL**



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriental Flood Prevention Contribution Development at the Universities of Western Balkan Countries

**STRIP-TILL**

Strip Till



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriental Flood Prevention Contribution Development at the Universities of Western Balkan Countries

**STRIP-TILL**



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriental Flood Prevention Contribution Development at the Universities of Western Balkan Countries

**STRIP-TILL**



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriental Flood Prevention Contribution Development at the Universities of Western Balkan Countries

**STRIP-TILL**



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriental Flood Prevention Contribution Development at the Universities of Western Balkan Countries

**STRIP-TILL**

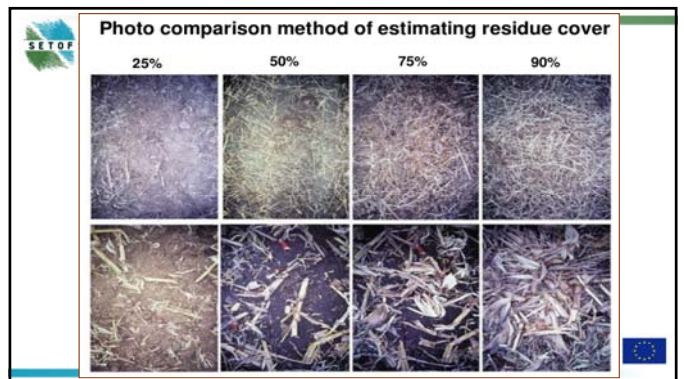
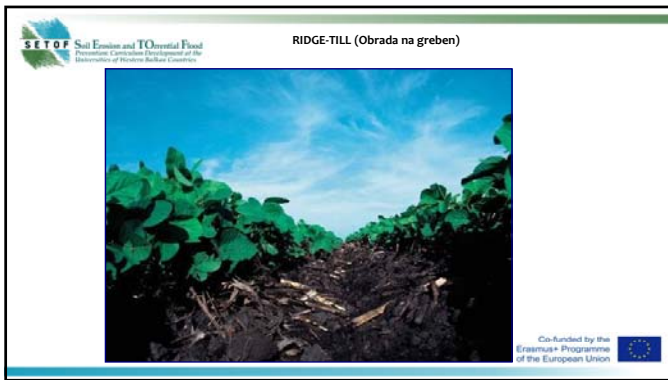
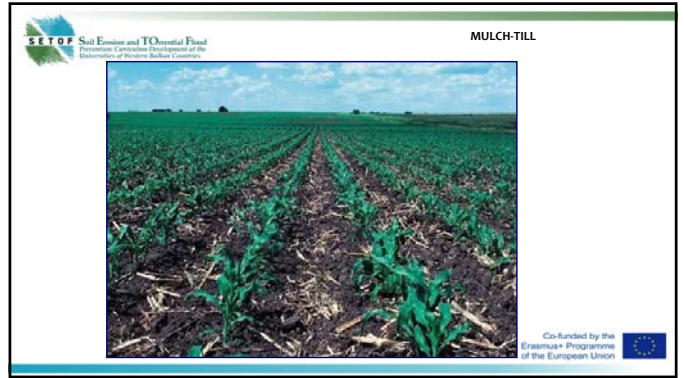
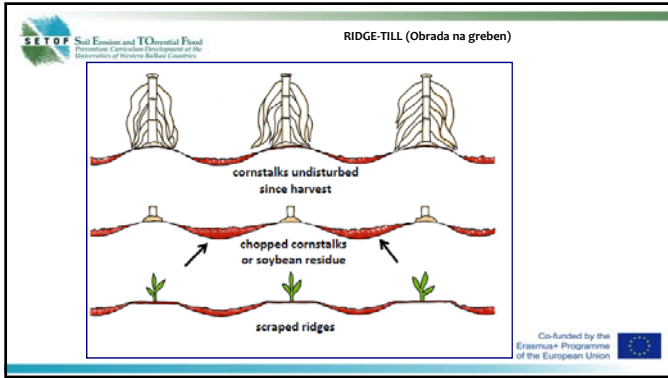
Strip Till

No Strip Till



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union





SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Fresh Market Tomatoes planted no-till into cover crops on Steve Groff's farm



Neighbor's conventional till corn field -100% away




Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



In 2006, for the first time, more than half of the soybeans grown in IL, were planted no-till !

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



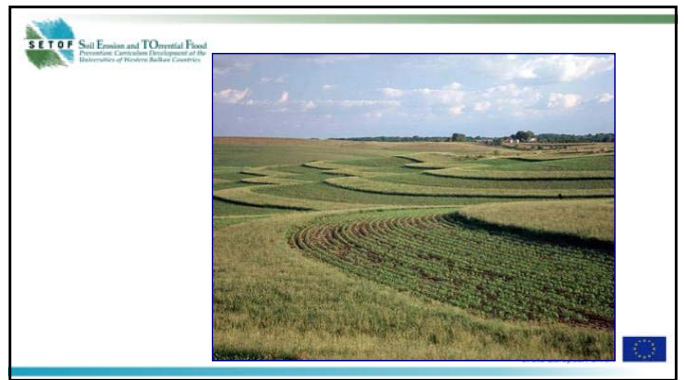

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

SETOP Soil Erosion and TOriented Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

Gajenje useva u trakama širine od 10 do 30 m. Obično se kombinuju 2 - 3 kulture gde je uvek jedna traka pod vegetacijom. Pri padovima do 8% ovakav način gajenja kultura smanjuje eroziju za 50%.



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union





**ZAŠTITA OD EOLSKE EROZIJE**

**PRINCIPI:**

- \* **Smanjenje brzine vetra u prizemnim slojevima**  
**Barijere:**  
 Vetrozaštitni pojasevi (poljozaštitni, vetrolomni)  
 Prepreke od gajenih useva  
 Veštačke barijere
- \* **Povećanje "rapavosti"**  
 (konzervacijska obrada, upravno na pravac vetra - brazde / greben),
- \* **Povećati otpornost površinskog sloja zemljišta**  
 (stabilizacija zemljišnih agregata, organsko đubrivo, navodnjavanje, aditivi)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**Cover crop (pokrovni usevi)**

Cover crop grown to cover the soil inbetween maize rows

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**Edukacija**

**WIND EROSION PREVENTION**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**Crop rotation (plodored, plodomsena)**

Kultura	Broj dana bez zaštite zemljišta vegetacijom
Kukuruz monokultura	210
Kukuruz - Pšenica	175
Kukuruz - Pšenica - Postrni usev	130
Pšenica - Suncokret	222
Kukuruz - Pšenica - Repa - Pšenica	194

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**Wind Erosion Facts for Kids**

Farmers earn their living from the crops they grow on their land, such as fruits and vegetables. To eat fruits and vegetables to help you grow big and strong and to keep you healthy. Strong winds that blow very hard damage the soil and the crops. When the top layer of the soil becomes too dry because it did not get enough water, wind blows it away. When this happens, it is called wind erosion.

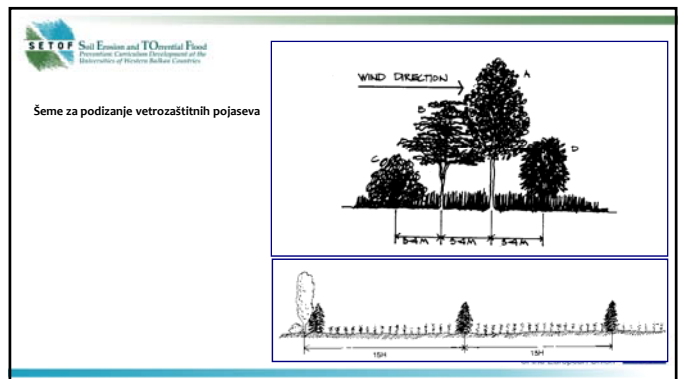
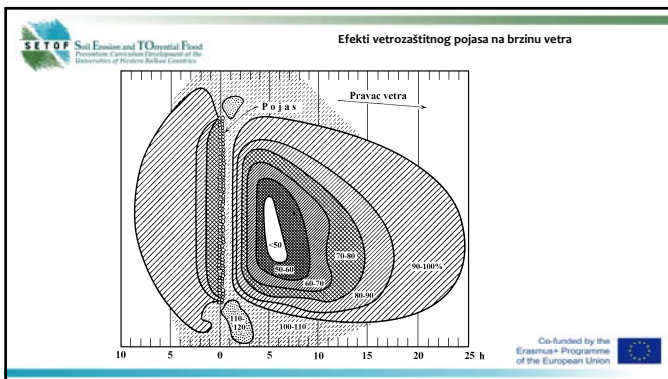
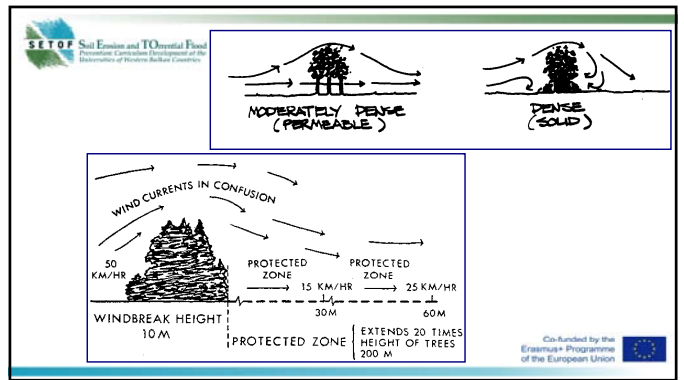
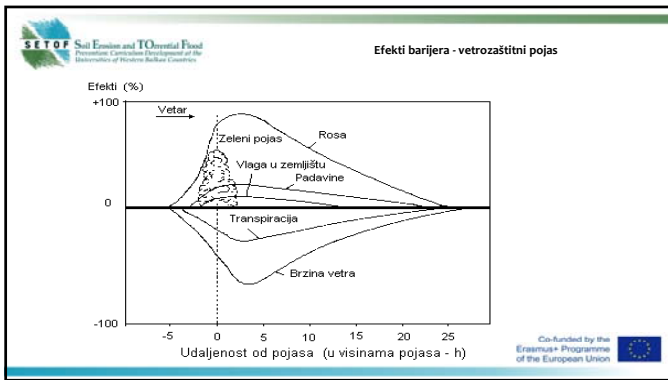
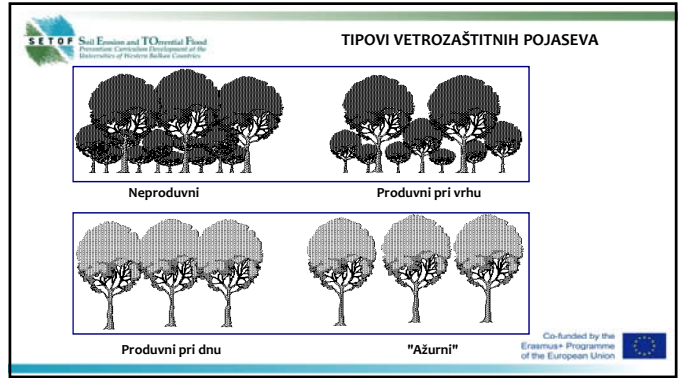
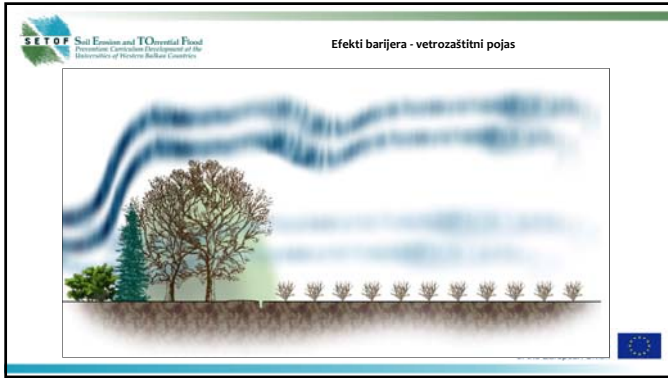
**Other People Are Reading**

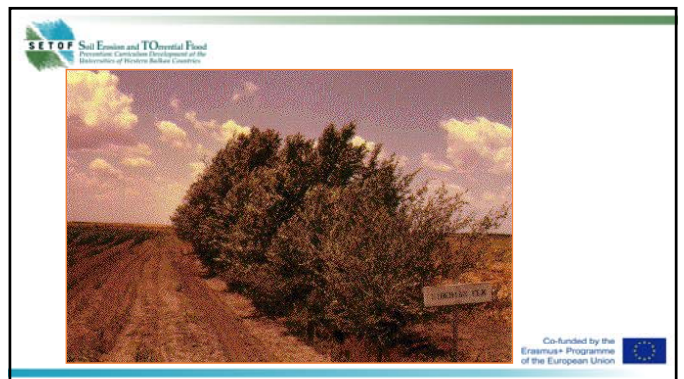
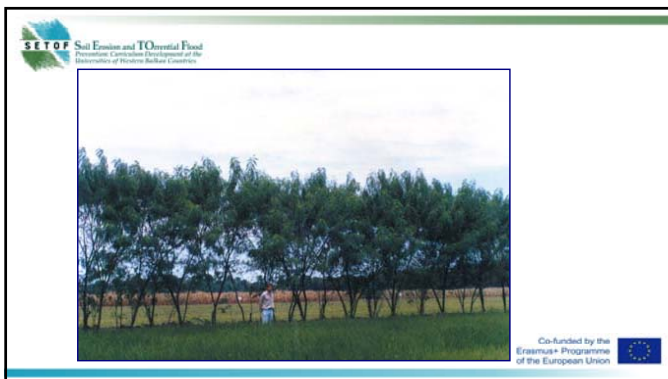
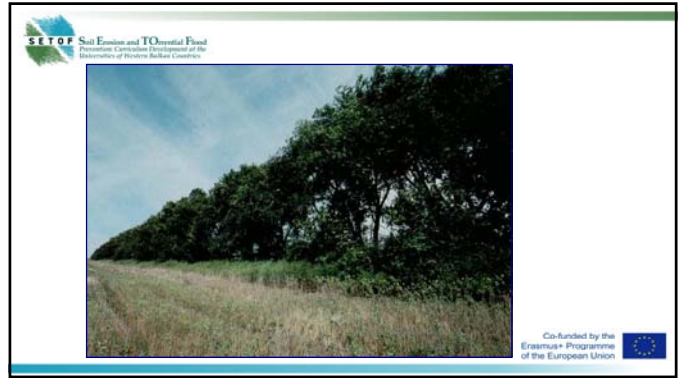
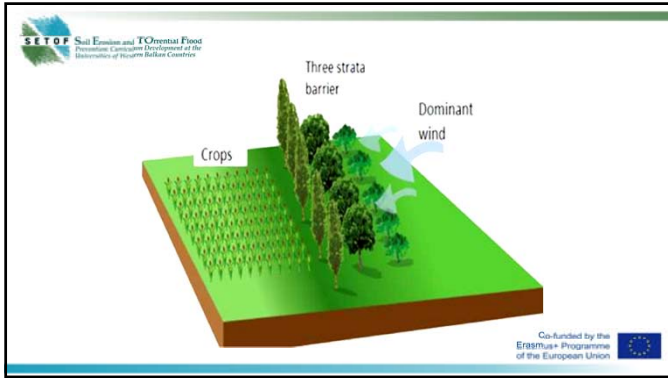
- Erosion Facts
- Cool Erosion Facts & Experiments

**What Does Wind Erosion Do?**

When there is not enough rain or the weather becomes too hot and dry, wind lifts up the tiny particles of dry soil and blows them into the air as clouds of dust. The top layer of soil removed by wind is called topsoil. Topsoil is...

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union





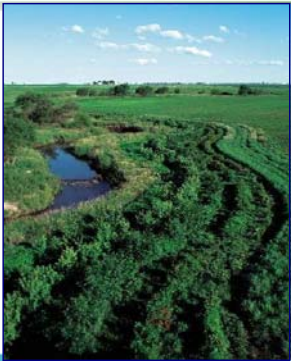
**SETOP** Soil Erosion and TOriental Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**VIŠEREDNI - VIŠESTRUKI VETROZAŠTITNI POJAS**



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriental Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union


**SETOP** Soil Erosion and TOriental Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriental Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Zaštita farme od vetra**



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriental Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

**SETOP** Soil Erosion and TOriental Flood Prevention Contribution Development of the Universities of Western Balkan Countries

**Dairy Proposed Design**



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union


**SETOP** Soil Emission and TOriented Food  
Prevention, Control and Development of the  
Institute of Western Balkan Countries

Konzervacijska obrada - upravno na pravac dominantnog vetra




Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriented Food  
Prevention, Control and Development of the  
Institute of Western Balkan Countries



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriented Food  
Prevention, Control and Development of the  
Institute of Western Balkan Countries



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriented Food  
Prevention, Control and Development of the  
Institute of Western Balkan Countries



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriented Food  
Prevention, Control and Development of the  
Institute of Western Balkan Countries



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**SETOP** Soil Emission and TOriented Food  
Prevention, Control and Development of the  
Institute of Western Balkan Countries



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



