

Studijski program MAS:

Zaštita zemljišta od erozije

Status predmeta: Obavezni

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

sinisa.polovina@sfb.bg.ac.rs

Goč, februar 2022





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Erozija zemljišta

Pojam, definicija, činioci nastanka erozije, podela



ed by the
rogramme
of the European Union



- Erozijski proces zemljišta je složen prirodni proces, uslovljen klimatskim faktorima, osobenostima reljefa, geološkim i pedološkim svojstvima, u sadejstvu sa više ili manje snažnim uticajem antropogenog faktora.
- Erozijski proces zemljišta je jedan od najrasprostranjenijih i najtežih oblika degradacije koji direktno utiče na poremećaj prirodnih funkcija zemljišta.





Pojam i definicije erozije zemljišta

- Erozijske predstavlja rušenje i odnošenje zemljišta i podkopavanje matične podloge od neregulisanog površinskog oticanja vode (Biolčev, 1966)
- Pod pojmom erozije podrazumeva se spiranje i podrivanje zemljišta, a ponekad i matične stene pod uticajem površinskog oticanja vode. Kao rezultat delovanja erozije modifikuje se prvobitni zemljišni reljef (Zaslavskij, 1983)





- 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 tekuće vode, ili usled antropogenih činilaca (Gavrilović, 1972)





Osnovni činioci erozije zemljišta

- Erozioni oblici su sistem složenih hidro ili aerodinamičkih procesa na koji utiče veliki broj činilaca.
- Među njima, najznačajniji su:
 - 1.klimatski činioci,
 - 2.geološki sastav,
 - 3.pedološke tvorevine,
 - 4.reljef,
 - 5.vegetacija,
 - 6.antropogeni i drugi činioci.





Klima

- Među najvažnije klimatske uticaje na procese erozije vodom i vetrom spadaju:
 - 1.padavine (atmosferski talozi u obliku kiše i snega),
 - 2.temperature,
 - 3.kretanje vezdušnih struja,
 - 4.vetrovi.
- Režimi padavina, temperatura i vetrova u svakom slivu ili erozionom području neposredno utiču na stanje, razvoj i intenzitet erozionih procesa.





Geološki sastav

- Razvoj erozionih procesa je u tesnoj sprezi sa tipom geološke podloge koji je izložen tim procesima.
- Iako istovetna geološka podloga u različitim klimatskim uslovima može dati različite tipove zemljišta, utvrđeno je da brzina i oblik erozionog procesa mnogo više uslovljena geološkom nego pedološkom podlogom.
- Uticaj geološke podloge na otpornost zemljišta na eroziju može se uočiti kod određenih pedoloških tvorevina.





Pedološke tvorevine

- Zemljište predstavlja kompleksan medijum čije izuzetno varijabilne fizičke i hemijske osobine direktno ili indirektno utiču na manju ili veću otpornost na eroziju.
- Jedan od najznačajnijih faktora je granulometrijski sastav zemljišta.





- Ukoliko zemljište ima veći procenat glinenih čestica u sebi, a manji procenat peska, pruža jači otpor „bombardovanju“ kišnih kapi.
- Na drugoj strani, zemljišta bogata glinom manje infiltriraju vodu posle kiša pa je površinsko oticanje veće, a samim tim i veća mogućnost pojave erozionih procesa.





Vegetacija

- Stalna vegetacija se najjače suprotstavlja štetnom delovanju erozije. Vegetacioni pokrivač svojim fizičkim i hemijskim osobinama popravljia strukturu zemljišta.
- „Ozelenjeno“ zemljište ima veću moć upijanja vode, čime se smanjuje površinsko oticanje, dok biljna masa predstavlja najsigurniju zaštitu od „bombardovanja“ kišnim kapima.





- Direktnan efekat šumske vegetacije u smanjenju erozije je sadržan u činjenici da svojom biljnom masom (listovi, grane, deblo) ublažava udare kišnih kapi, vetra i drugih atmosferilija.
- Šumska ili travna vegetacija obrazuju šumsku stelju (nagomilani ostaci biljnih delova) koja zahvaljujući svojoj sunderastoj strukturi značajno povećava zadržavanje vode na površini.





Reljef

- Reljef poseduje jednu od najznačajnijih uloga za nastanak i razvoj procesa erozije zemljišta.
- Najznačajniji elementi reljefa koji utiču na kvalitet i kvantitet erozionih procesa su:
 - 1.pad,
 - 2.dužina,
 - 3.oblik
 - 4.ekspozicija padine.



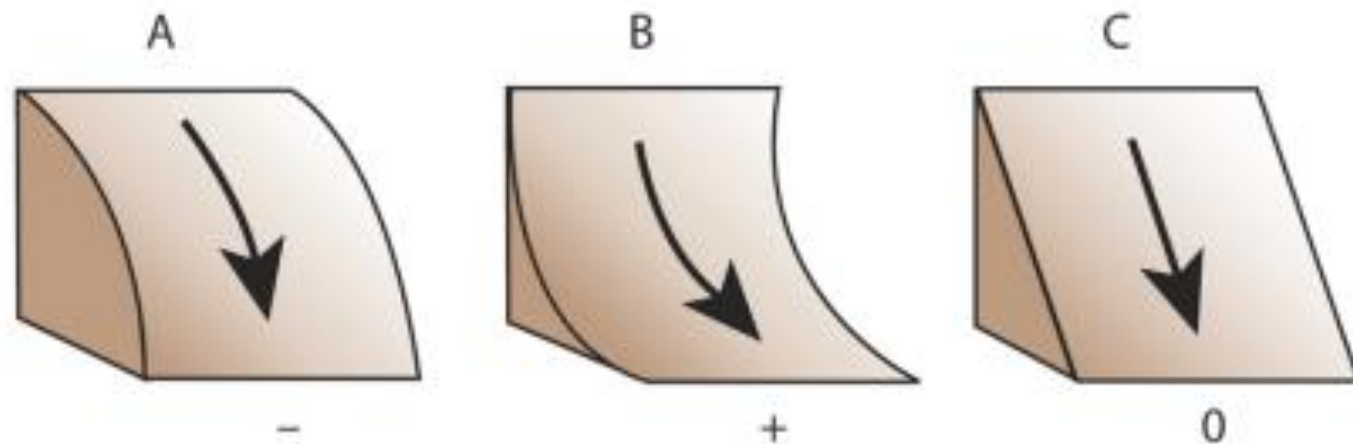


- Pad i dužina padine imaju odlučujuću ulogu u razvoju i intenzitetu površinske i brazdaste erozije.
- Brzina i količina oticanja kao i vučna sila površinskih voda u tesnoj zavisnosti od ovih parametara padine.
- Od ova dva faktora nagib ima daleko veći uticaj.





- U zavisnosti od oblika padine erozioni procesi se međusobno razlikuju.
- U najvećem broju slučajeva konveksni deo padine (A) je lokacija sa koje se odvijaju procesi odnošenja materijala koji se akumulira u konkavnom delu (B).





- Procesi erozije na padinama koje su različite ekspozicije pokazuju značajnu različitost.
- **Južne ekspozicije** trpe veća temperaturna i kolebanja vlažosti od drugih ekspozicija.
- Zemljišta na tim ekspozicijama se brzo suše, osiromašuju u organskim materijama i lakše dolazi do dekomponovanja zemljišnih agregata.
- Sa ekspozicijom padine je u sprezi i tip vegetacije od koje najviše zavisi intenzitet erozije.





Antropogeni i drugi činioci erozije zemljišta

- Ekspanzija čovekove delatnosti je presudno uticala na poremećaje prirodnih ekosistema.
- Oni se pre svega ogledaju u degradaciji vegetacionog pokrivača i stabilnosti i strukturi zemljišta.
- Prve promene u stabilnosti zemljišta su izazvane poljoprivredom i stočarstvom, zatim smanjenje površina pod šumama i urbanizacija.





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

Čista seča



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Nekontrolisana seča



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





SET OF Soil Erosion and **T**orrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Neodgovarajuća obrada zemljišta (paralelni radovi niz nagib)



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





SETOF Soil Erosion and **T**orrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Neodgovarajuća obrada zemljišta (paralelni radovi niz nagib)



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Putna erozija-selo Kremna (2006)



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





SETOF Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Putna erozija –selo Kumane (1999)

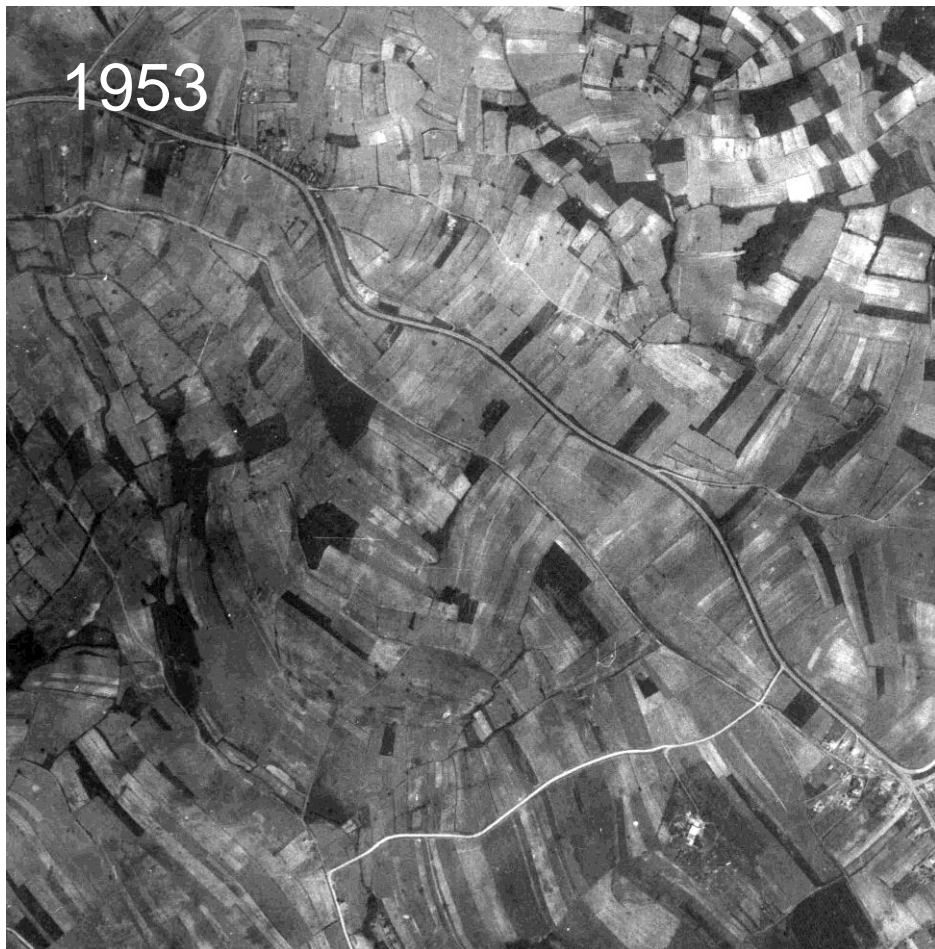


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





Naselje Kaluđerica u okolini Beograda

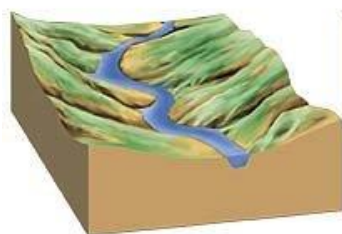




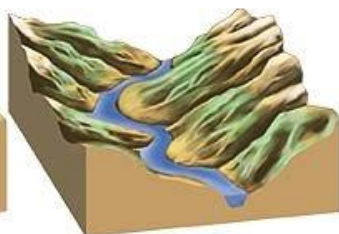
Prema faktorima koji su je izazvali, erozija se može podeliti u tri osnovne grupe:

- **Vodna erozija** (erozija izazvana vodom);
- **Eolska erozija** (erozija izazvana vetrom, deflacija);
- **Abraziona erozija** (erozija izazvana talasima).

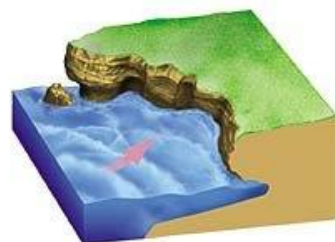
Types of Erosion



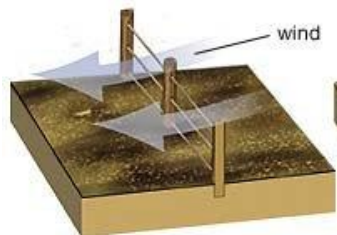
river carving a valley



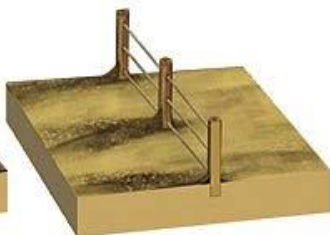
waves cutting back cliffs



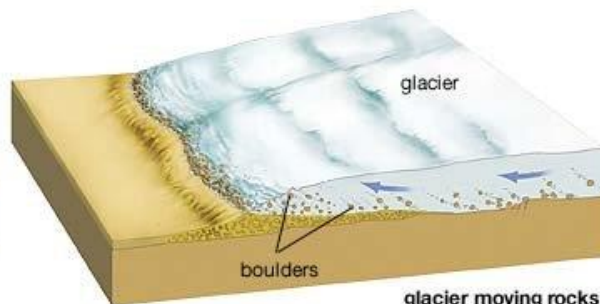
wind



wind blowing topsoil



glacier



boulders

glacier moving rocks



landslide





Vodna erozija (erozija izazvana vodom)

Irska



Ukrajina





Vodna erozija (erozija izazvana vodom)



Kazakstan



Kanada





Eolska erozija (erozija izazvana vetrom)



Mongolija



SAD, Nevada





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Eolska erozija (erozija izazvana vetrom)



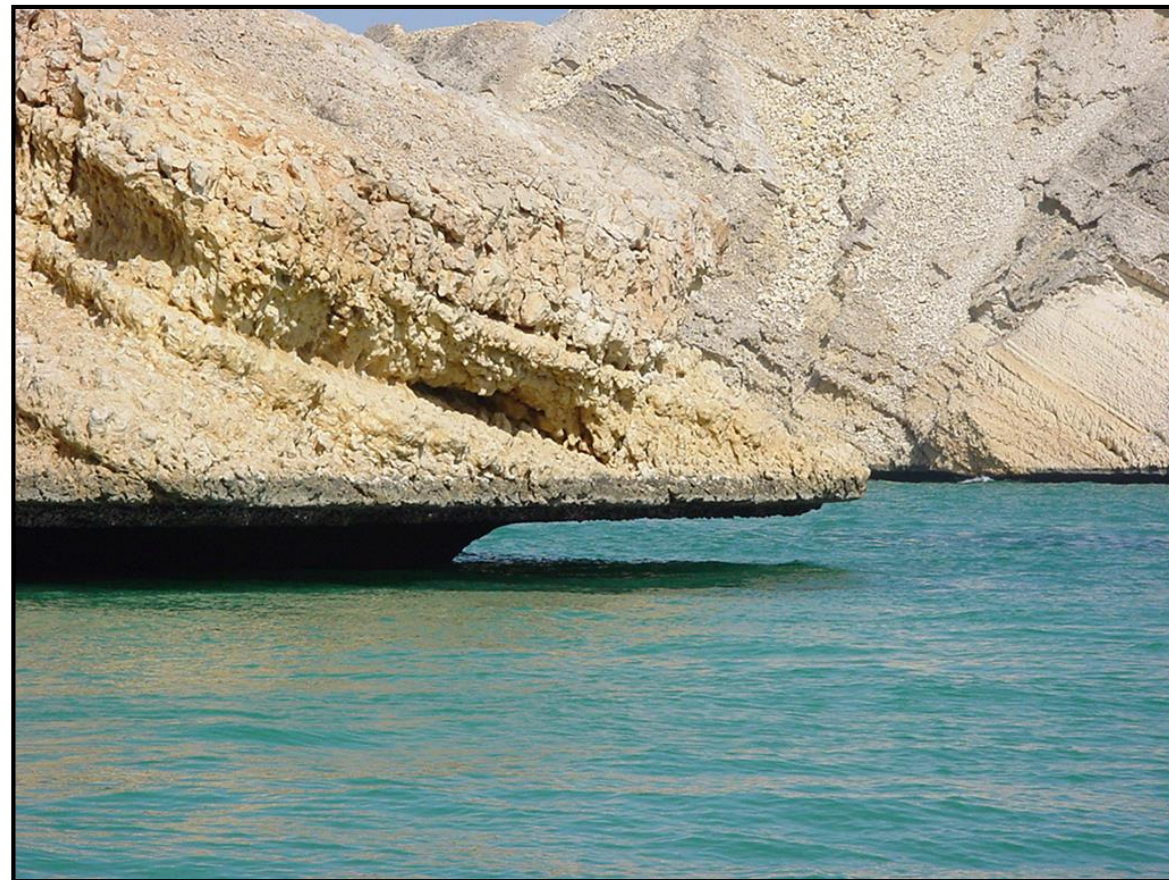
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Abraziona erozija (erozija izazvana talasima)



Australija



Bali



Abraziona erozija (erozija izazvana talasima)



SAD, Kalifornija



SAD, New Jersey





U našim klimatskim uslovima je posebno izražena vodna erozija koja se po obliku vode koji je izaziva može se podeliti na:

- **regionalna ili pluvijalna erozija** (izazvana radom kiše);
- **fluvijalna erozija** (izazvana radom rečne vode);
- **glacijalna erozija** (izazvana radom glečera) i
- **podzemna erozija** (sufozija).





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Pluvijalna erozija



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Pluvijalna erozija



SAD

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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Pluvijalna erozija

Velika Britanija



(c) Cranfield University, 2000

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





Pluvijalna erozija

Velika Britanija





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Pluvijalna erozija

Mađarska



©Lantos Zoltán

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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Fluvijalna erozija

Makedonija



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Fluvijalna erozija



Tajland

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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Fluvijalna erozija



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Fluvijalna erozija



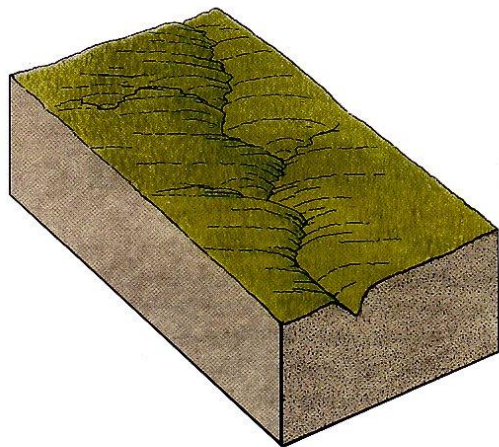
Novi Zeland

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

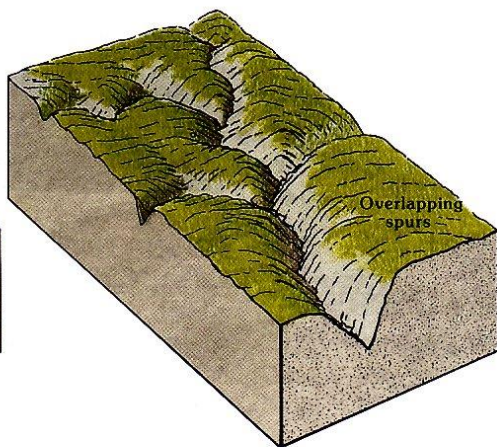




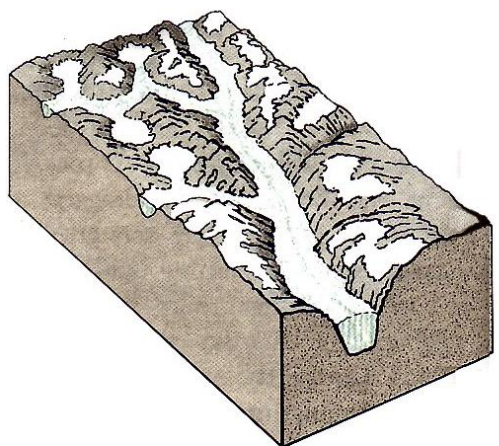
Glacijalna erozija



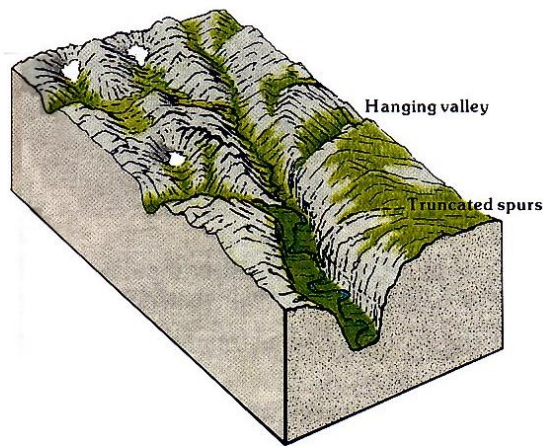
This V-shaped valley



modified by water

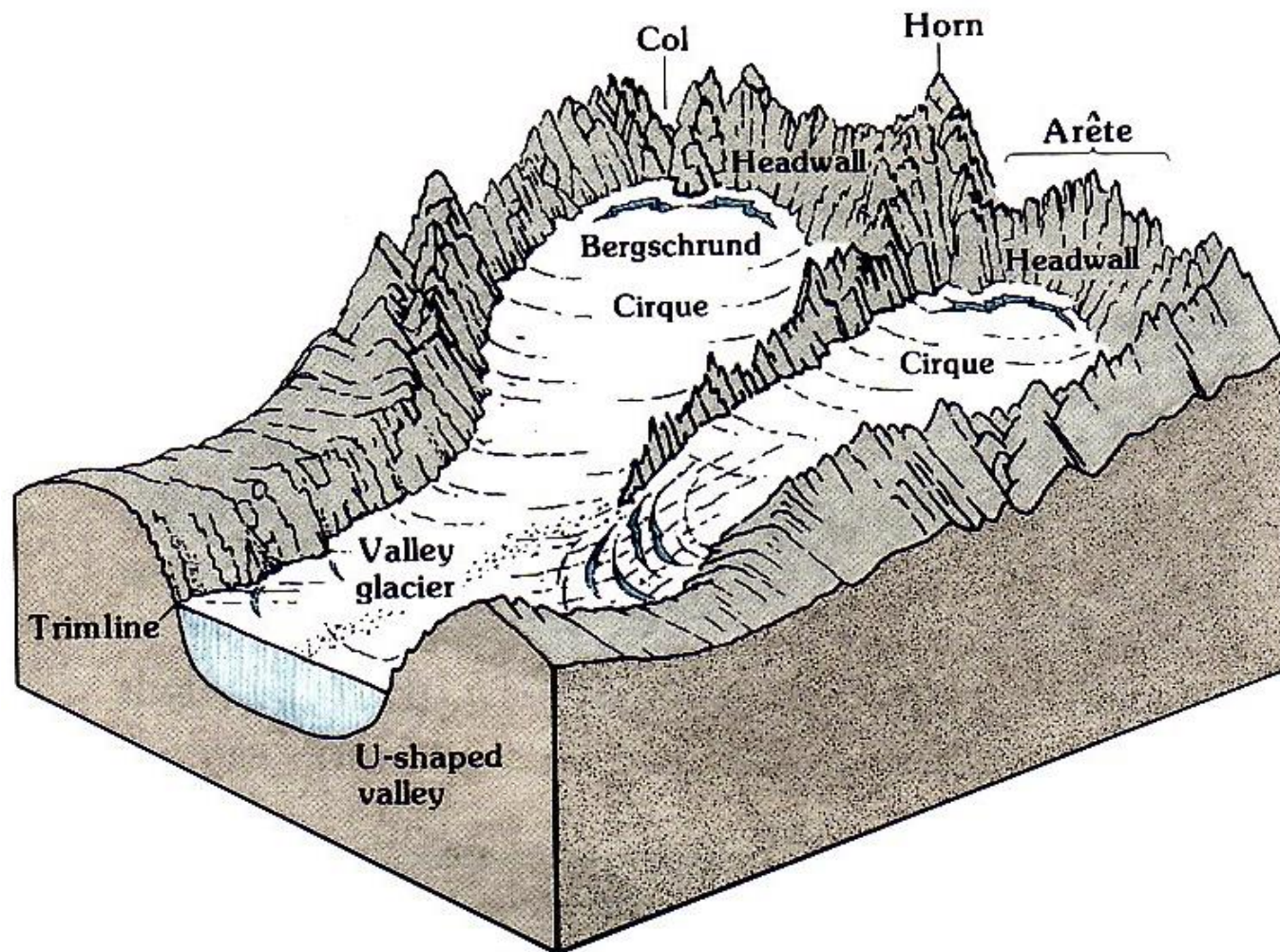


then modified by ice results in this U-shaped valley





Glacijalna erozija





Glacijalna erozija



Kanada





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Glacijalna erozija



Island

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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Glacijalna erozija

Austrija



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



Erozioni procesi su u najvećem broju slučaja izazvani snagom, odnosno njihovom kinetičkom energijom **vode**.

Da bi se lakše definisalo područje koje je izazvalo erozione procese posmatra se **sliv** određenog vodotoka.

Sliv je područje (oblast) sa koje se sva površinska voda sliva u određen vodotok (reka, potok ili suvodolina).

Sliv se još može definisati i kao osnovna jedinica istraživanja promena u vodotokovima.





Erozioni oblici koji nastaju na nekom slivnom području se mogu podeliti na:

- površinsku eroziju;
- brazdastu eroziju;
- jaružastu eroziju;
- klizišta;
- popuzine;
- odroni;
- soliflukcije;
- raspadine ili osuline;
- sipari;
- karst.





Površinska erozija



Holandija





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Površinska erozija

Ajdaho, SAD



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Brazdasta erozija



SAD

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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Brazdasta erozija

Francuska



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Brazdasta erozija

Nemačka



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Jaružasta erozija

Španija



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Jaružasta erozija u okolini Mokre Gore-regionalni put za Višegrad



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Jaružasta erozija – Stara planina



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





Jaruga u morenskom materijalu (Sinjajevina)





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Jaružasta erozija



SAD

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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Jaružasta erozija

Srbija



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries



Meksiko

Klizišta

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





Klizišta





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Klizišta



Nemačka

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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Klizišta



Kina

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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Popuzine



Venecuela

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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Popuzine



Velika Britanija

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





Soil Erosion and TOrrontial Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Odroni



Francuska

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





Soil Erosion and TOrrontial Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Odroni

Francuska



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

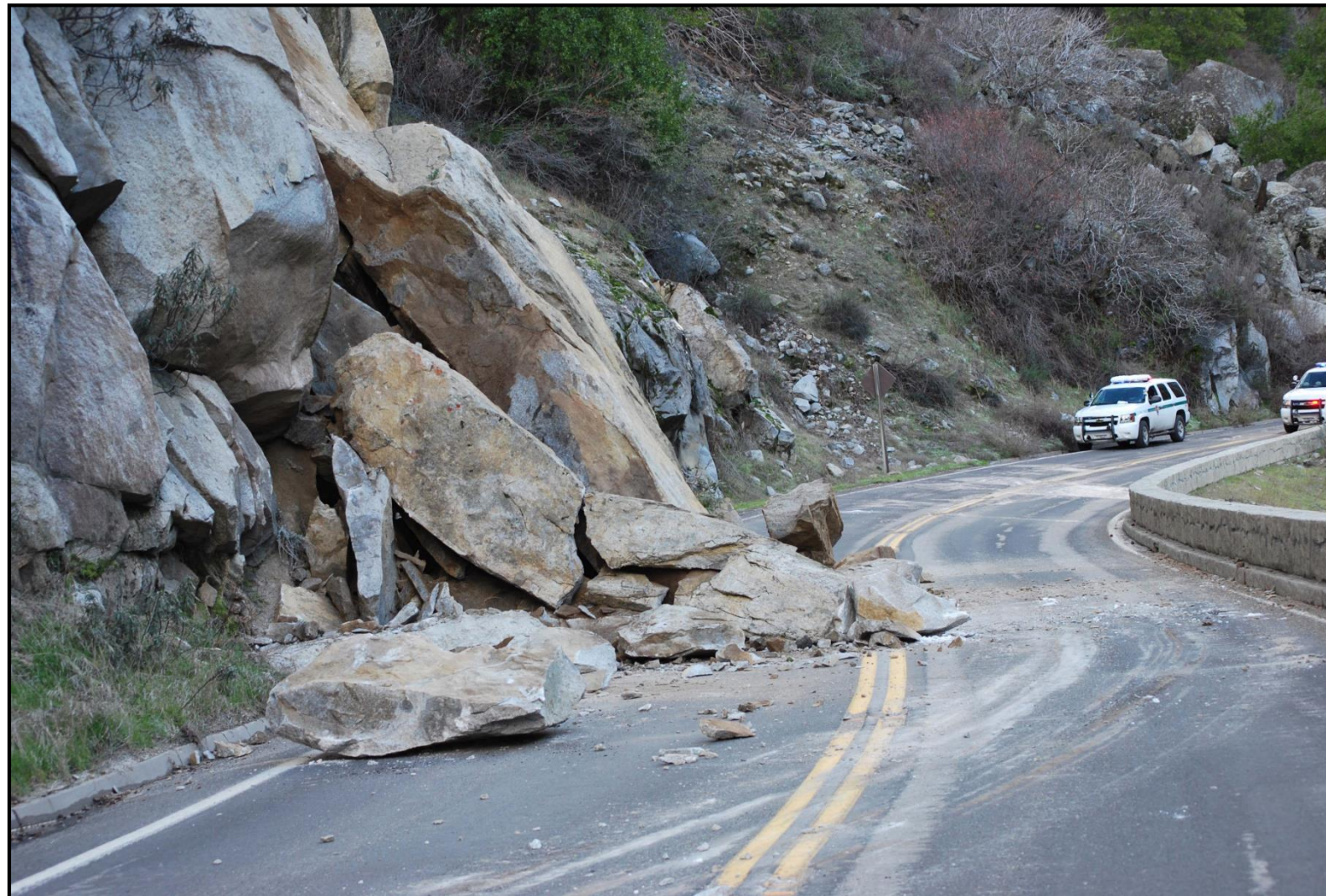




Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Odroni

SAD



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Soliflukcije



SAD

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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Sipari

Švajcarska



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Sipari

Novi Zeland



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Karst

Italija



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





Karst

Madagaskar





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries

Karst

Liban

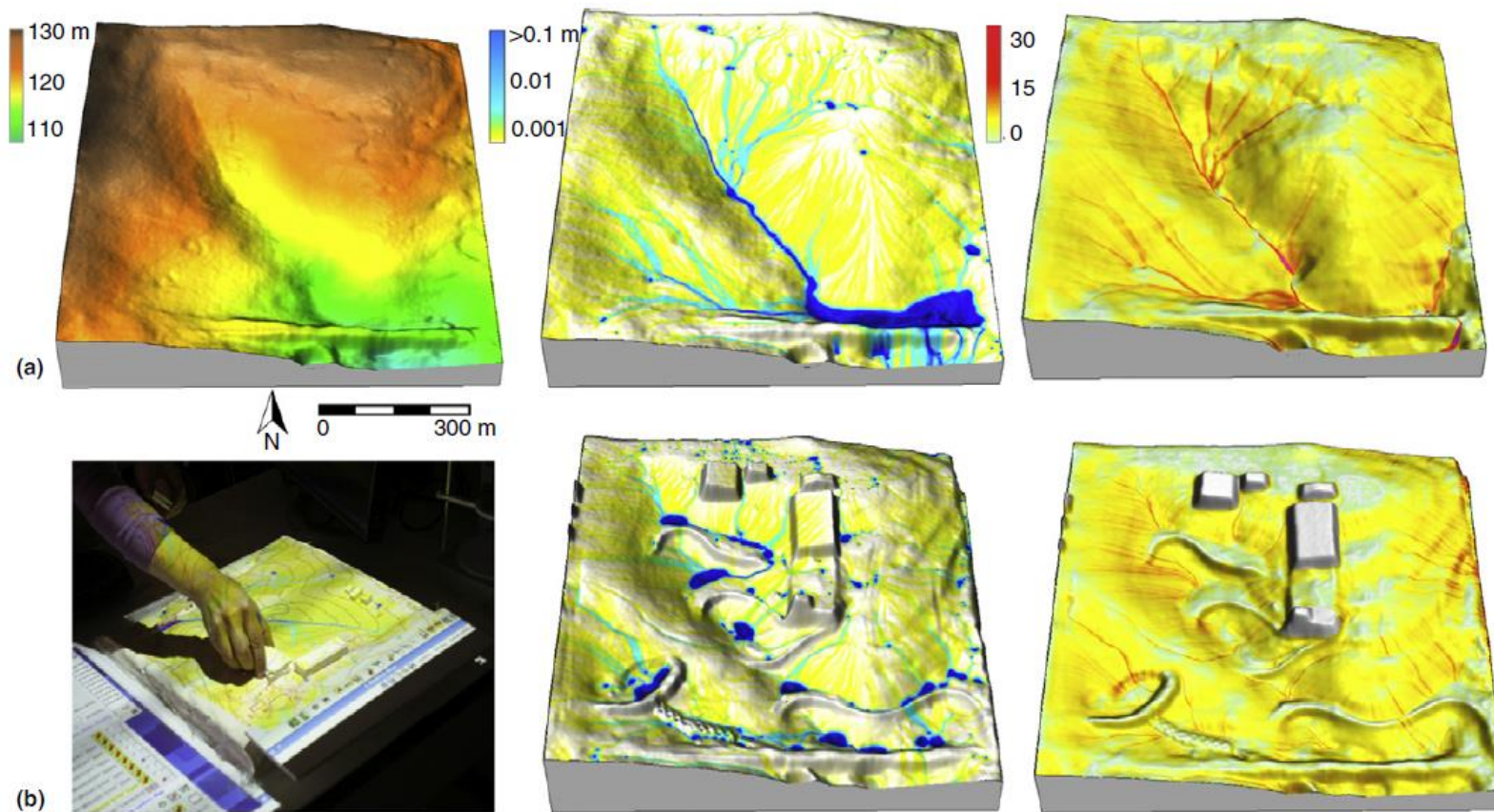


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





Modeli i metode za proračun erozije zemljišta





Pregled metoda i modela za izradu Karte erozije

- Sve metode za izradu Karte erozije se zasnivaju na analizi specifičnih faktora koji dovode do inicijacije, razvoja i manifestacije erozionih procesa, u cilju:
 - ✓ kvantifikovanja produkcije erozionog materijala,
 - ✓ transporta nanosa,
 - ✓ procene rizika
 - ✓ prostorne identifikacije erozionih (ugroženih) područja.





- Svaki model, na sebi svojstven način, pruža specifičan uvid u procese erozije zemljišta i transporta nanosa (De Vente, Poesen, 2005).
- Takođe, važno je razlikovati dva osnovna razloga zbog kojih je razvijen veliki broj različitih modela.
- Pre svega, **modeli imaju zadatak da simplifikuju („uproste“)** analizu kompleksnog procesa erozije zemljišta, kroz odabir i procenu reprezentativnih parametara, u skladu sa spoznajom da nije moguće u potpunosti simulirati proces koji se odvija u prirodi, niti uključiti sve faktore, posebno one od manjeg značaja.





- Važno je da modeli pružaju pouzdane odgovore, u realnom vremenu, u domenima utvrđivanja uzroka delovanja erozionih procesa, kao i vrednovanja primarnih i sekundarnih efekata.
- Osnovni cilj primene modela jeste procena intenziteta erozije zemljišta i njen uticaj na kvalitet različitih elemenata životne sredine.





- Modeli se mogu podeliti na osnovu nekoliko kriterijuma.
- Sa vremenskog aspekta, razlikujemo modele epizoda i modele kontinualnih simulacija (Morgan, 2005).
- Modeli epizoda opisuju trenutno stanje erozionih procesa na slivu, na osnovu jedne izmerene i analizirane kišne epizode.
- Za razliku od ovog pristupa, kontinualni modeli prate i opisuju stanje erozije na slivu u dužem vremenskom intervalu, koji obuhvata periode sa i bez padavina.





- Drugi kriterijum za podelu modela je prostorna promenljivost fizičkih karakteristika sliva.
- Prema ovom kriterijumu, modeli se dele na globalne i distributivne.
- ✓ Globalni modeli polaze od pretpostavke da su prisutni homogeni uslovi na površini sliva (istraživanog područja)
- ✓ Distributivni uzimaju u obzir promenljivost fizičkih karakteristika podslivova (koji su segmenti istraživanog područja).

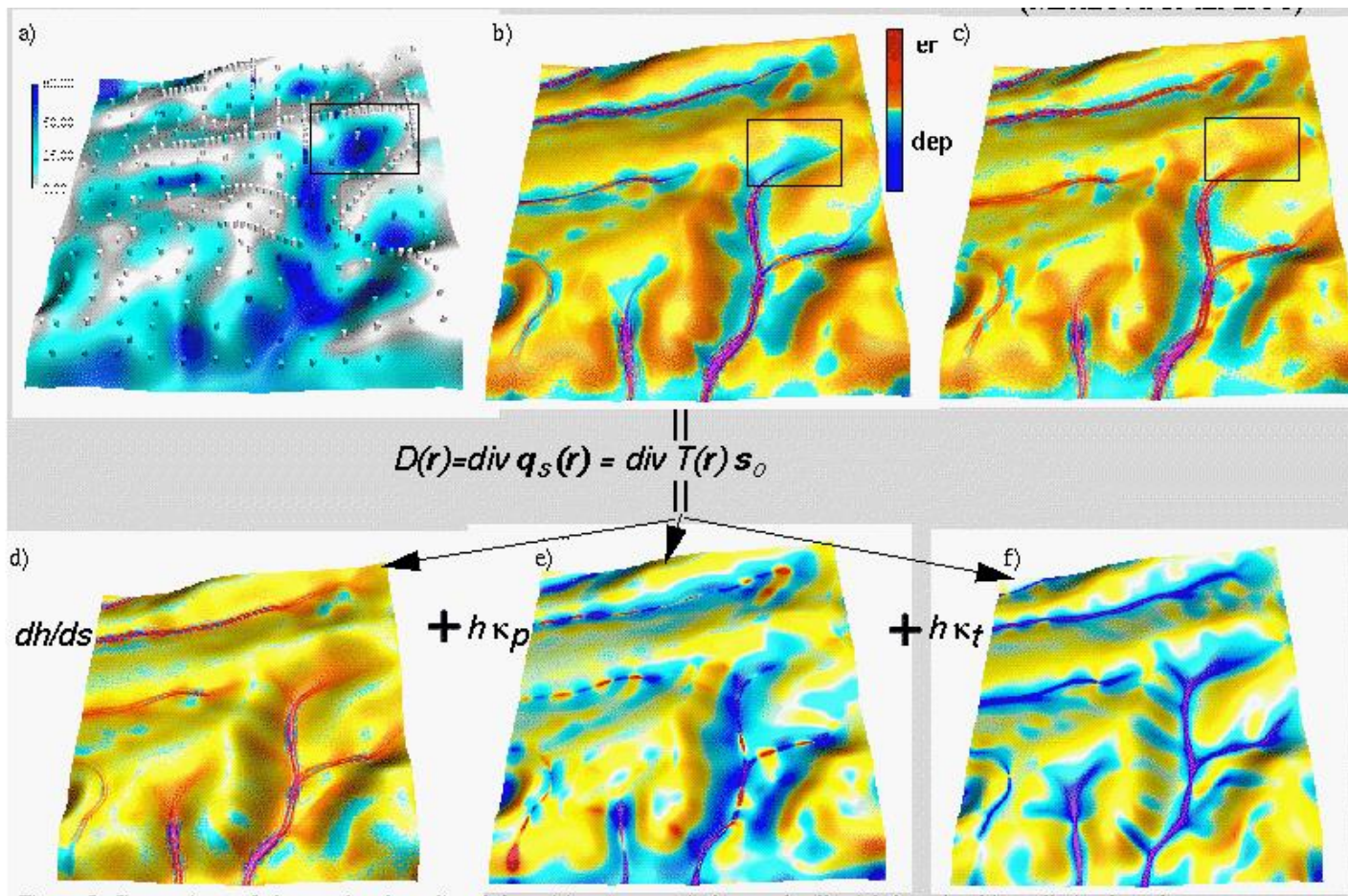




- Treći kriterijum, koji na najsvrsishodniji način klasifikuje modele, deli ih u odnosu na kvalitet dostupnih baza podataka o pojavi koja se opisuje.
- Na osnovu ovog kriterijuma modeli se klasifikuju (Vente de, Poesen, 2005):
 1. Empirijske,
 2. Konceptualne
 3. Fizički zasnovane (Topografske) modele



- Kod empirijskih modela odlikuje ih jednostavnost i mali broj ulaznih podataka, što ih čini pogodnim za brzu, operativnu upotrebu.

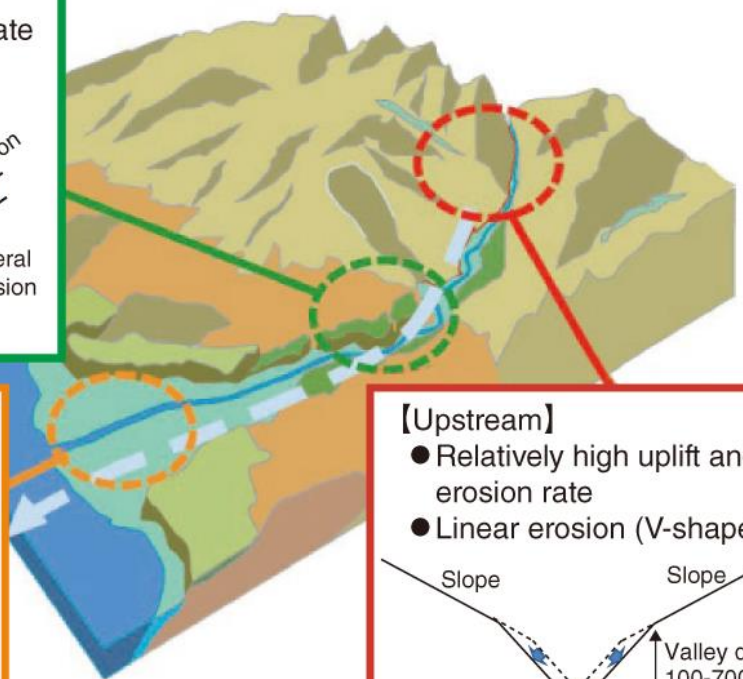
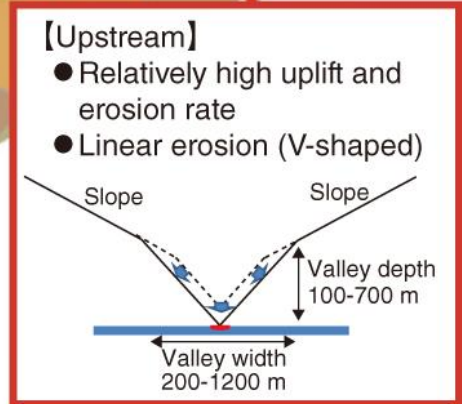
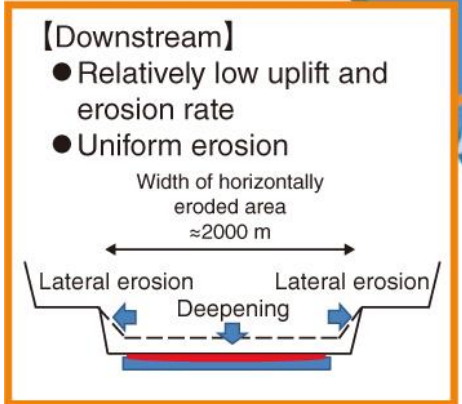
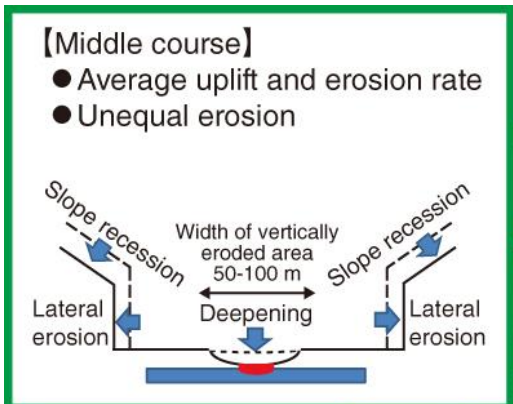
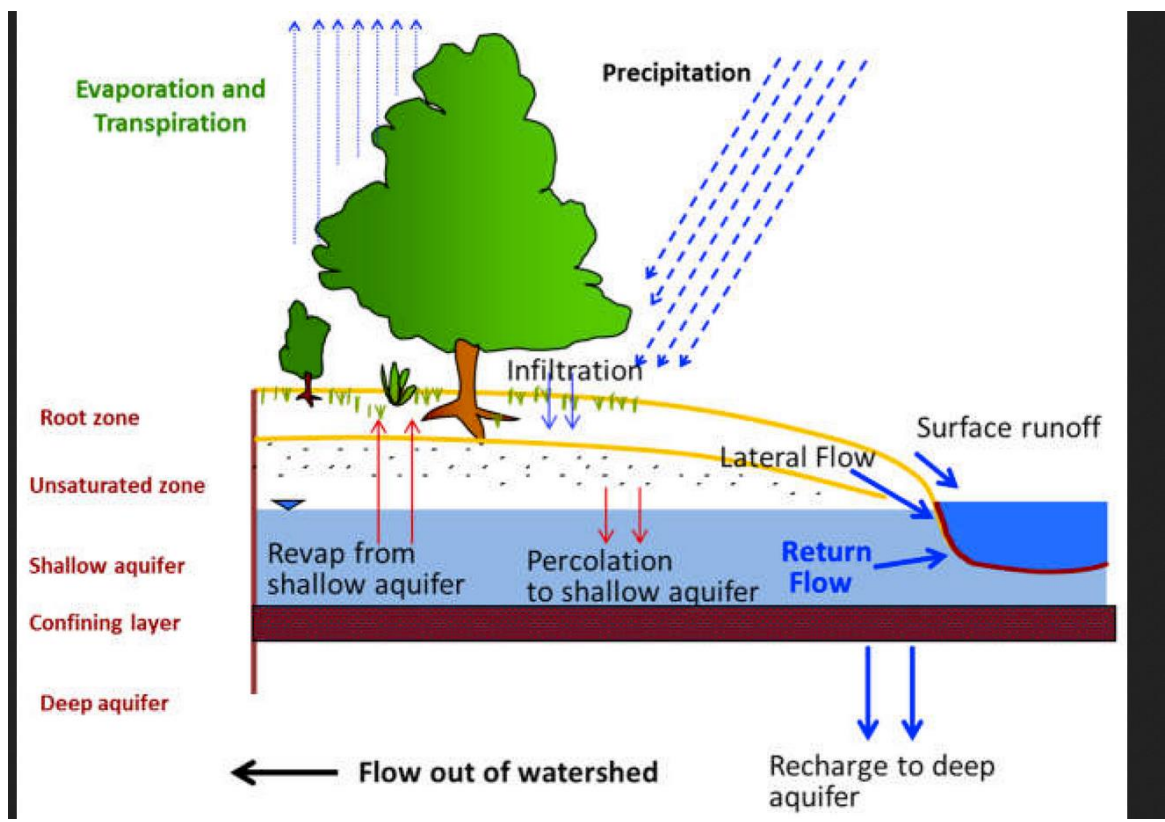




- Prilikom njihove primene na područjima koja se odlikuju značajnim razlikama (srednje godišnje padavine, tipovi geološke i geološke podloge, morfologija reljefa), u odnosu na područja gde su izvedeni, neophodna je adekvatna procena vrednosti parametara, u suprotnom mogu se dobiti rezultati koji ne odgovaraju realnom stanju.
- U empirijskim modelima se koriste, kao ulazni podaci, najznačajniji (dominantni) parametri u procesima iniciranja i odvijanja erozionih procesa.
- Vrednosti parametara su determinisane na osnovu osmatranja, eksperimentalnih merenja i detaljne analize procesa na istraživanim lokalitetima.



Konceptualni modeli uzimaju u obzir fizičke zakonitosti koje deluju na proces produkcije erozionog materijala i transport nanosa, ali uz znatna pojednostavljenja.



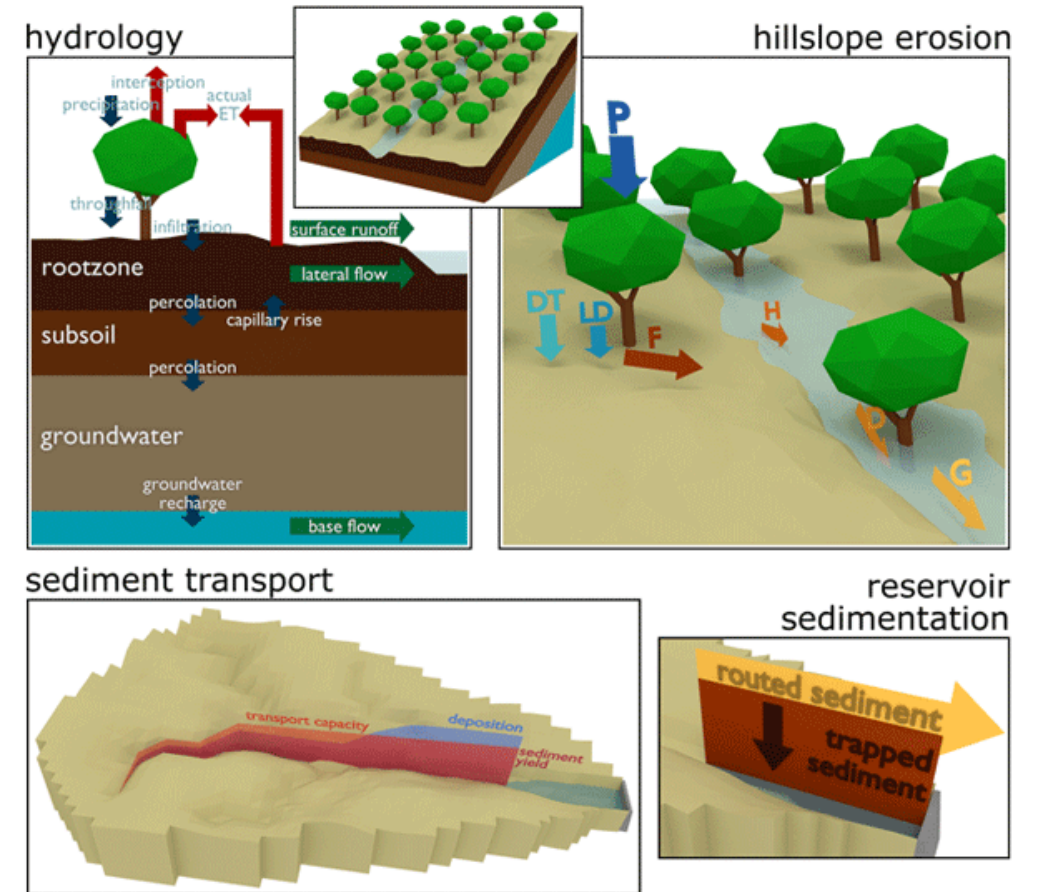


- Fizički zasnovani (Topografski) modeli teže da opišu pojave sa što realnijeg mogućeg stanovišta, uključujući brojne međuzavisnosti parametara od značaja.
- Ovi modeli koriste parametre koji se mogu fizički izmeriti ili odrediti primenom različitih jednačina, pri čemu je broj parametara znatno manji nego kod empirijskih modela.





Topografski modeli polaze od suštinske povezanosti fenomena površinskog oticaja, produkcije i transporta nanosa i predstavljaju nadgradnju etabliranih hidrološko-hidrauličkih modela.



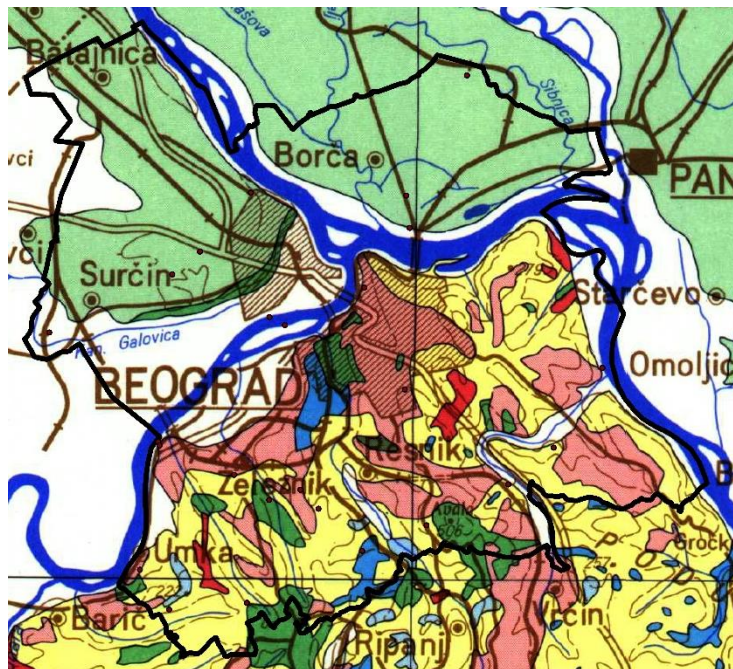


Tip	Model	Izvor
Empirijski modeli	Metod Potencijala erozije	Gavrilović, 1972
	RUSLE	Renard et al., 1994, 1997
	G2 – Geoland2	Karydas, Panagos, 2012
Konceptualni modeli	AGNPS	Young et al., 1989
	SWAT	Arnold et al., 1990, 1998
	MMF	Morgan, 2001
Topografski modeli	EUROSEM	Morgan et al., 1998
	WEPP	Flanagan et al. 2001
	CREAMS	Knisel, 1980

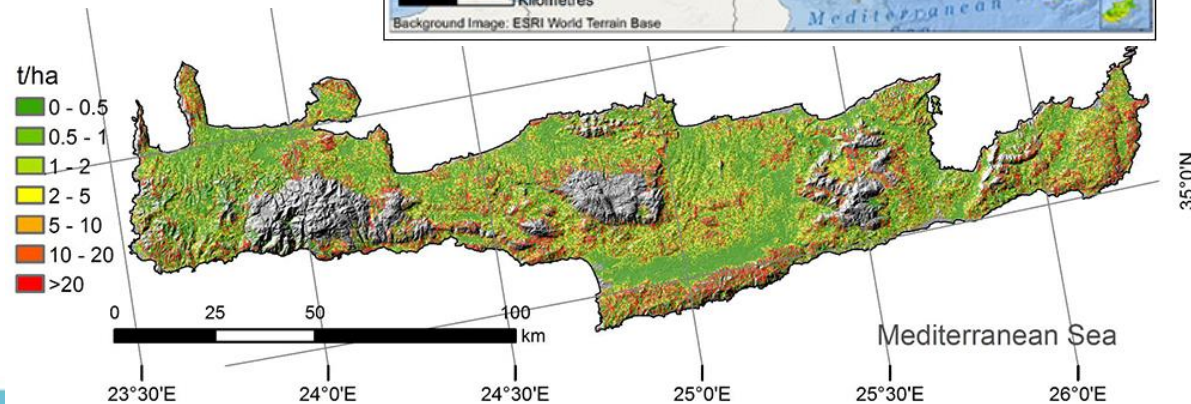
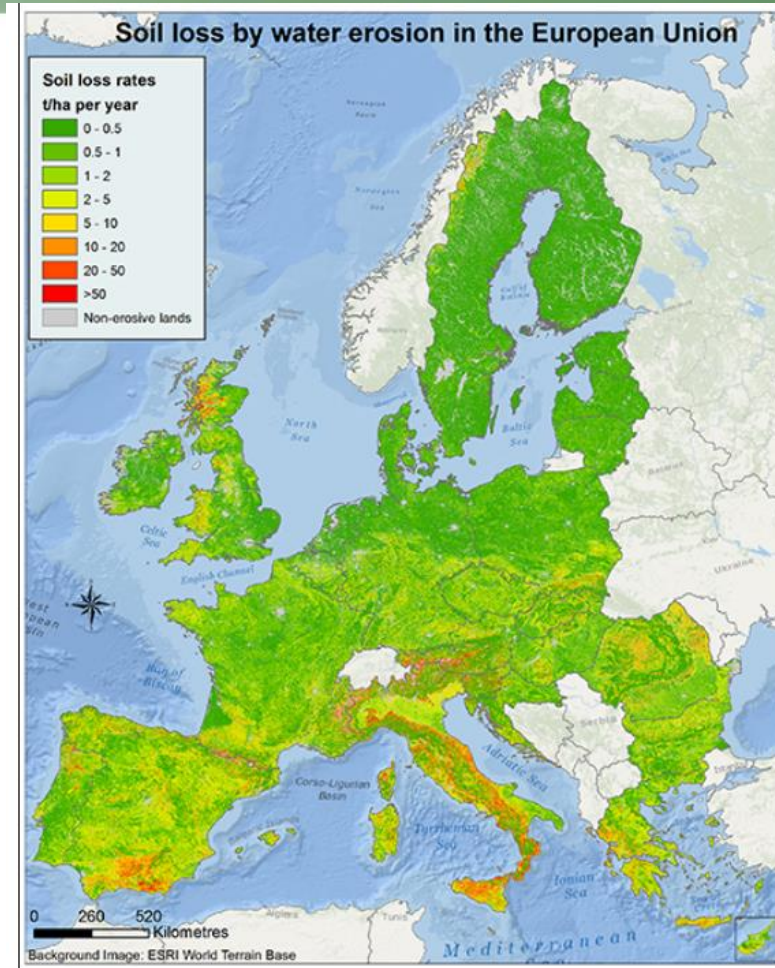




Empirijski modeli



KATEGORIJA	JAČINA EROZIJNIH PROCESA	KOEFICIJENAT EROZIJE Z
I	1	1,41-1,50
	2	1,21-1,40
	3	1,01-1,20
II	4	0,86-1,00
	5	0,71-0,85
III	6	0,56-0,70
	7	0,41-0,55
IV	8	0,31-0,40
	9	0,21-0,30
V	10	0,11-0,20
	11	0,01-0,10
12	AKUMULACIJA NANOSA	





Metod Potencijala erozije (Metod prof. Slobodana Gavrilovića)

- Metod je razvijen na osnovu dugogodišnjih terenskih istraživanja, osmatranja i merenja, na slivovima Južne, Zapadne i Velike Morave, Ibra, Timoka i Vardara (Gavrilović, 1972).
- U praksi ova metoda je poznata kao „Gavrilovićeva metoda“, koja je namenjena za proučavanje erozije na slivovima bujičnih tokova.
- Predstavlja standardnu metodu i „instrument“ za sve inženjerske probleme u vezi sa erozijom i bujicama u oblasti vodoprivrede, za potrebe vodoprivrenih osnova, studija i projekata





- Prva verzija metode sadržala je sledeće module:
 - kvantitativna klasifikacija erozije (1954);
 - kvantitativni režim nanosa (1955);
 - klasifikacija bujičnih tokova (1956);
 - metode optimizacionih proračuna količine i obima protiverozionih radova (1958).





- Metoda je usavršavana i dopunjavana novim modulima nekoliko puta, i to:
 - metoda Potencijala erozije I faza (1966);
 - metoda Potencijala erozije II faza (1968);
 - razvoj informacionih sistema (od 1985. do danas);
 - metoda Potencijala erozije III faza (1986);
 - identifikacija erozionih područja (1998);
 - metoda aktivne borbe sa bujičnim poplavama na neuređenim vodotocima (1998).





- S obzirom na to da je metoda razvijena za primenu na celoj teritoriji tadašnje države (SFR Jugoslavije), morala je da odgovori uslovima različitih klimatskih varijacija, odnosno godišnjoj sumi padavina u rasponu od 260 mm do 5.000 mm, srednjegodišnjoj temperaturi od +3°C do +28°C i vetrovima čija brzina dostiže 200 km/h.





Primenom Metode Potencijala erozije proračunava se:

1. **Karta erozije**-intenzitet erozionih procesa
2. **Ukupna produkcija (proizvodnja)** erozionog materijala (nanosa)
3. **Ukupni pronos (transport)** erozionog materijala (nanosa)





Formula za primenu Metode Potencijala erozije

$$W_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot F \quad \left[\frac{m^3}{god} \right]$$

W_{god} – ukupna produkcija- proizvodnja erozionog nanosa;

T – temperaturni koeficijent područja;

H_{god} – srednja godišnja količina padavina [mm];

π – Ludolfov broj (Arhimedova konstanta) – 3,14;

Z – koeficijent erozije;

A – površina slivnog područja [km²].





T – temperaturni koeficijent sliva

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

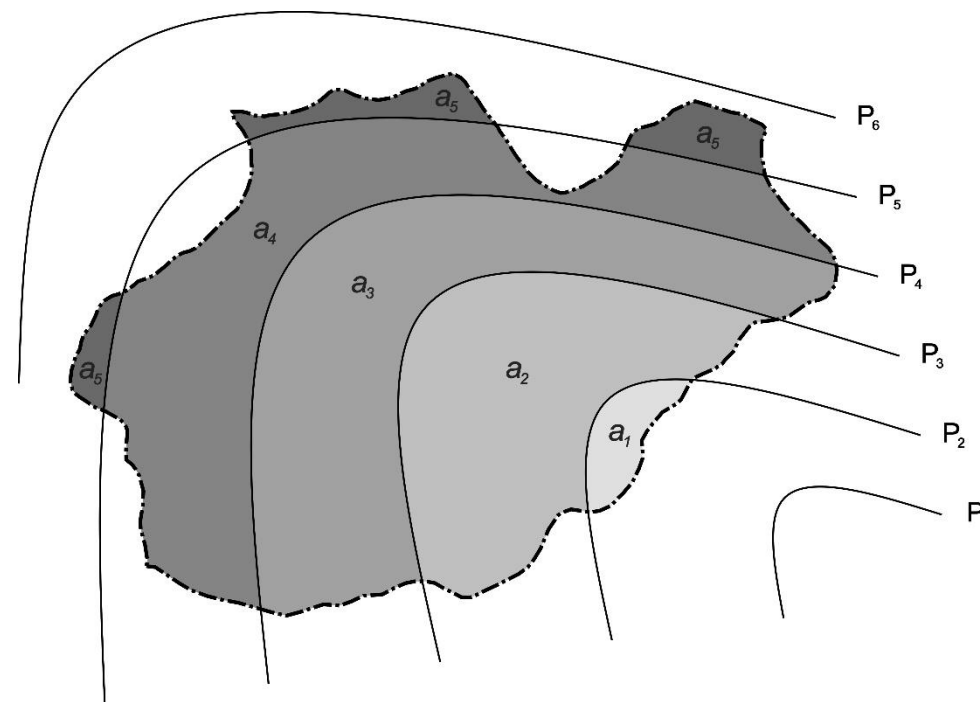
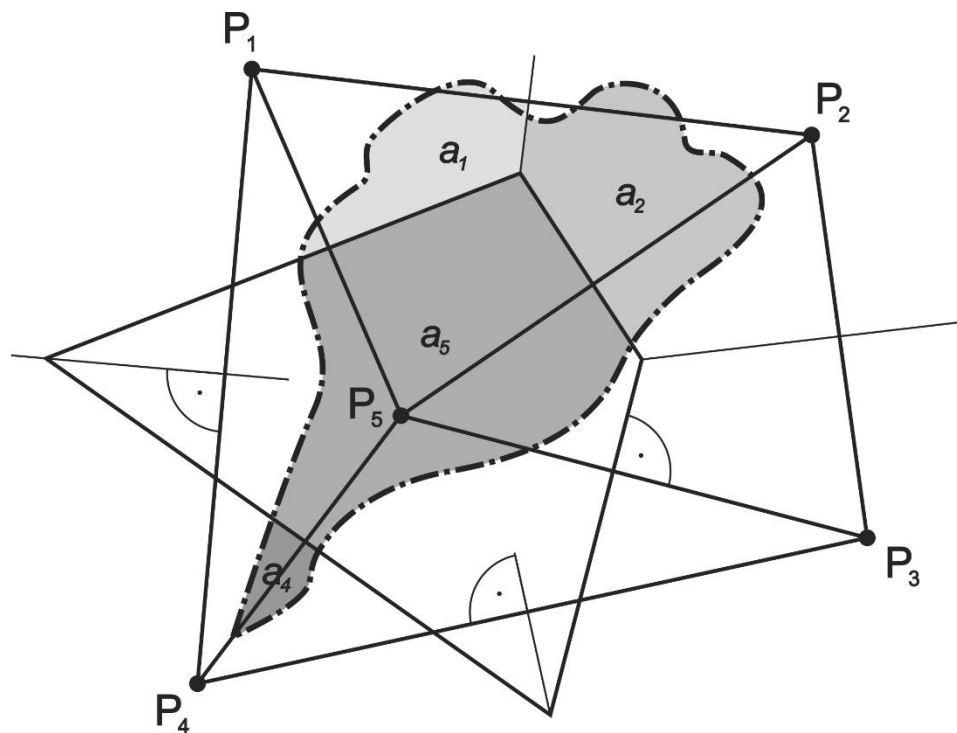
- t – srednja godišnja temperatura vazduha na slivu [°C]

Dobija se na osnovu raspoloživih meteoroloških stanica na slivu ili oko sliva primenom različitih metoda interpolacije, Thiessen-ovih poligona, metoda izohijeta.



Hgod – srednja godišnja količina padavina [mm]

- Dobija se na osnovu raspoloživih kišomernih stanica na slivu ili oko sliva primenom različitih metoda interpolacije, Thiessen-ovih poligona, metoda izohijeta





Z – koeficijent erozije

$$Z = Y \cdot X \cdot a \cdot (\varphi + \sqrt{I_{SR}})$$

- Y – recipročna vrednost koeficijenta otpora zemljišta na eroziju [//];
- $X \cdot a$ – koeficijent uređenja sliva [//];
- φ – brojni ekvivalent vidljivih i jasno izraženih procesa erozije na slivu [//];
- I_{sr} – srednji pad sliva [%].



Koeficijent otpora zemljišta na eroziju (Y)

- Koeficijent predstavlja recipročnu vrednost koeficijenta otpora zemljišta na eroziju, i zavisi od geološke podloge, klimata i tipova pedoloških tvorevina.
- Vrednosti za koeficijent Y su proučene i utvrđene u Laboratoriji za bujice i eroziju Odseka za eroziju i melioracije Šumarskog fakulteta u Beogradu.
- Te vrednosti se odnose na recipročnu otpornost zemljišnih tvorevina i stena na delovanje „bombardovanja zemljišta kišnim kapima“ i na otpornost odnošenja zemljišnih čestica tekućom vodom i eolskom erozijom.





Tipovi zemljišne tvorevine i srodne vrste		Srednji koeficijent Y
1	Peskovi, šljunak i nevezana zemljišta	2.0
2	Les, tufovi, slatine, stepska zemljišta i sl.	1.6
3	Raspadnuti krečnjaci i laporci	1.2
4	Serpentini, crveni peščari, flišne naslage	1.1
5	Podzoli i parapodzoli, raspadnuti škriljci, mikašisti, gnajšisti, agrilošisti i sl.	1.0
6	Jedri i škriljasti krečnjaci, crvenice i humusno silikatno zemljišta	0.9
7	Gajnjače i planinska zemljišta	0.8
8	Smonice, ritske oranice i močvarna zemljišta	0.6
9	Černozem i aluvijalni nanos dobre strukture	0.5
10	Goli, kompaktni eruptivi	0.25





Koeficijent uređenja sliva ($X \cdot a$)

- Koeficijent uređenja sliva ili erozionog područja, odnosi se na zaštićenost zemljišta od uticaja atmosferilija i sila erozije prirodnim uslovima, vegetacijom i slično (koeficijent X),
- ili veštački stvorenim uslovima, antierozionim tehničkim ili biološkim radovima u slivu ili području (koeficijent „ a “).
- To su u suštini dva koeficijenta, čiji se proizvod kreće od 0.01 za zaštićeno zemljište u slivu ili području, do 1,0 za potpuno golo, nezaštićeno i neuređeno zemljište.





Uslovi koji utiču na vrednost koeficijenta Xa		Srednja vrednost		
A.) Sliv ili područje pre antierozivnih radova		X	a	X · a
1	Potpuno golo, neobrađeno zemljište (goleti)	1.0	1.0	1.0
2	Oranice sa oranjem uz i niz padinu	0.9	1.0	0.9
3	Voćnjaci i vinogradi bez prizemne vegetacije	0.7	1.0	0.7
4	Planinski pašnjaci i suvati	0.6	1.0	0.6
5	Livade, detelišta i slične poljoprivredne kulture	0.4	1.0	0.4
6	Degradirane šume i šikare saerodiranim zemljištem	0.6	1.0	0.6
7	Šume i šikare dobrog sklopa i obrasta	0.05	1.0	0.05
B.) Sliv ili područje posle antierozivnih radova		X	a	X · a
1	Oranice sa konturnim oranjem	0.9	0.7	0.63
2	Oranice dobre nege i zaštićene malčiranjem	0.9	0.6	0.54
3	Konturno-pojasna obrada sa plodoredom (oranice)	0.9	0.5	0.45
4	Konturni voćnjaci i vinogradi	0.7	0.45	0.32
5	Terasiranje oranica, terase i gradoni	0.9	0.4	0.36
6	Zatravljanje golih zemljišta i melioracije pašnjaka i suvati	0.6	0.5	0.3
7	Izrada konturnih rovova srednje gustine	0.6	0.4	0.24
8	Retardacioni vodoputevi, mikroakumulacije	0.9	0.3	0.27
9	Obično pošumljavanje na jame ili na pruge	1.0	0.2	0.2
10	Pošumljavanje na gradonima	1.0	0.1	0.1
11	Uređivanje korita vodotokova tehničkim objektima: kanisanje, kinetiranje, izgradnja pregrada, gabiona i sl.	1.0	0.7	0.7





Uslovi koji utiču na vrednost koeficijenta φ		Srednja vrednost φ
1	Sliv ili područje potpuno obuhvaćeno jaružastom erozijom i urvinskim procesima (dubinska erozija)	1.0
2	Oko 80% sliva ili područja pod brazdastom i jaružastom erozijom	0.9
3	Oko 50% sliva ili područja pod brazdastom i jaružastom erozijom	0.8
4	Ceo sliv pod površinskom erozijom: raspadine i osuline, nešto malo brazdi i jaruga (dubinska erozija, kao i jaka kraška erozija)	0.7
5	Ceo sliv pod površinskom erozijom, ali bez vidljivih dubinskih procesa (brazde, jaruge, odroni i sl.)	0.6
6	Zemljište na 50% površine obuhvaćeno površinskom erozijom, a ostali deo sliva očuvan	0.5
7	Zemljište na 20% površine obuhvaćeno površinskom erozijom, dok je 80% osliva ili područja očuvano	0.3
8	Zemljište u slivu bez vidljivih tragova u erozije, ali u koritama vodotoka ima manjih odrona i kliženja	0.2
9	Sliv bez vidljivih tragova erozije, ali pretežno pod oranicama	0.15
10	Područje u slivu bez vidljivih tragova erozije kako u slivu tako i u koritu vodotoka, ali pretežno pod šumama ili višegodišnjom vegetacijom (livade, pašnjaci i sl.)	0.1



TABELA VREDNOSTI KOEFICIJENTA EROZIJE 'Z'

Kategorija razornosti	Jačina erozionih procesa u koritu i slivu	Tip vladajuće erozije	Koeficijent erozije Z	Srednja vrednost koeficijenta erozije Z
I	Ekscesivna (preterena) erozija	dubinska mešovita površinska	1,51 i više 1,21-1,50 1,01-1,20	1,25
II	Jaka erozija	dubinska mešovita površinska	0,91-1,00 0,81-0,90 0,71-0,80	0,85
III	Osrednja erozija	dubinska mešovita površinska	0,61-0,70 0,51-0,60 0,41-0,50	0,55
IV	Slaba erozija	dubinska mešovita površinska	0,31-1,40 0,25-0,30 0,21-0,24	0,30
V	Vrlo slaba erozija	dubinska mešovita površinska	0,01-0,19 i manje	0,10





W_{god} – ukupna produkcija- proizvodnja erozionog nanosa

$$W_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot F \quad \left[\frac{m^3}{god} \right]$$

W_{godsp} – specifična produkcija – proizvodnja erozionog nanosa

$$W_{godsp} = \frac{W_{god}}{F} \quad \left[\frac{m^3}{god \cdot km^2} \right]$$





- Prema formulama za W_{god} и W_{godsp} proračunavamo ukupnu i specifičnu produkciju erozionog materijala na jednom slivu ili gravitacionom području.
- Međutim, proizvedeni erozioni materijal tj. nanos koji je proizveden erozionim procesima na slivu, ne dospeva u celokupnoj količini do najniže tačke na slivu.
- Na osnovu ovoga treba da se proračuna **srednja godišnja zapremina ukupnih količina vučenog i suspendovanog nanosa.**





G_{god} – srednja godišnja zapremina ukupnih količina vučenog i suspendovanog nanosa

$$G_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot F \cdot R_u \quad \left[\frac{m^3}{god} \right]$$

Podaci koji se koriste za definisanje klimatskih karakteristika područja

- Srednja godišnja temperatura vazduha
- Srednja godišnja količina padavina

F – površina slivnog područja





R_u – koeficijent retencije nanosa na slivnom području

$$R_u = \frac{(O \cdot D)^{0.5}}{0.25 \cdot (L + 10)}$$

O – obim sliva [km]

L – dužina sliva po glavnom toku [km]

D – srednja visinska razlika sliva [km]





G_{god} – srednja godišnja zapremina ukupnih
količina vučenog i suspendovanog nanosa

$$G_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot F \cdot R_u \quad \left[\frac{m^3}{god} \right]$$

G_{godsp} – specifična srednja godišnja zapremina ukupnih
količina vučenog i suspendovanog nanosa

$$G_{godsp} = \frac{G_{god}}{F} \quad \left[\frac{m^3}{god \cdot km^2} \right]$$





Proračun učešća vučenog nanosa u ukupnom pronosu nanosa

$$\sigma = \frac{z \cdot (\rho_1 - 1)}{\pi \cdot \rho_2} [\%]$$

σ - Učešće vučenog nanosa

ρ_1 - Srednja zapreminska masa vučenog nanosa u rasponu vrednosti 1,5-2,2 $\left[\frac{t}{m^3}\right]$

ρ_2 - Srednja zapreminska masa suspendovanog nanosa u rasponu vredno 0,5-1,1 $\left[\frac{t}{m^3}\right]$

Z - Koeficijent erozije

π - Ludolfov broj (Arhimedova konstanta) – 3,14





Količina vučenog nanosa W_{vn}

$$W_{vn} = G_{god} \cdot \sigma \quad \left[\frac{m^3}{god} \right]$$

Količina suspendovanog nanosa W_{sn}

$$W_{sn} = G_{god} - W_{vn} \quad \left[\frac{m^3}{god} \right]$$

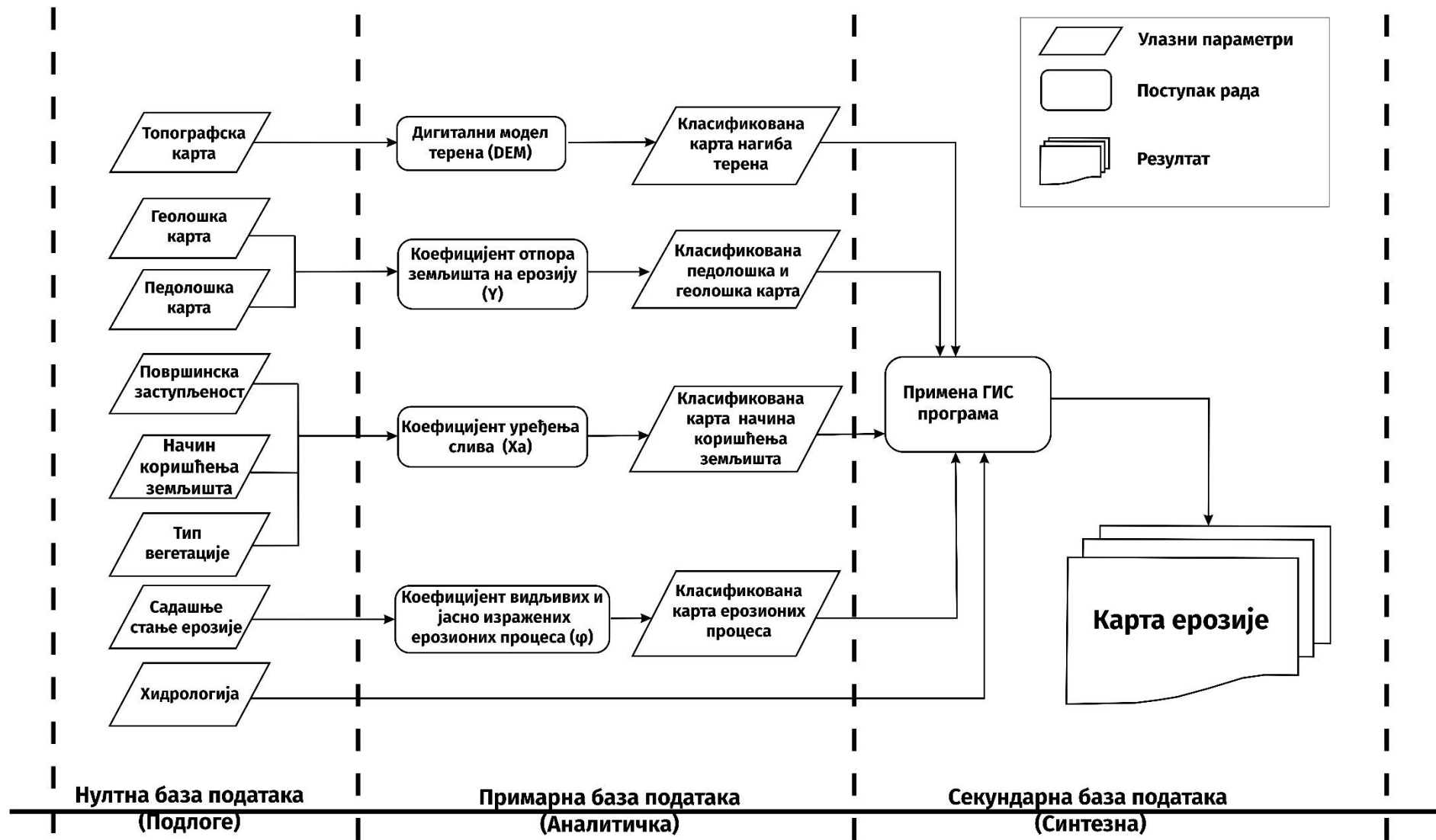




Model baze podataka za izradu Karte erozije

- Formiranje nultog modela baze podataka, odnosno skupa „sirovih“ podloga koje su neophodne za primenu modela.
- Konverzija nultog u primarnu bazu podataka.
- Obradom primarne baze podataka dobija se sekundarna baza.





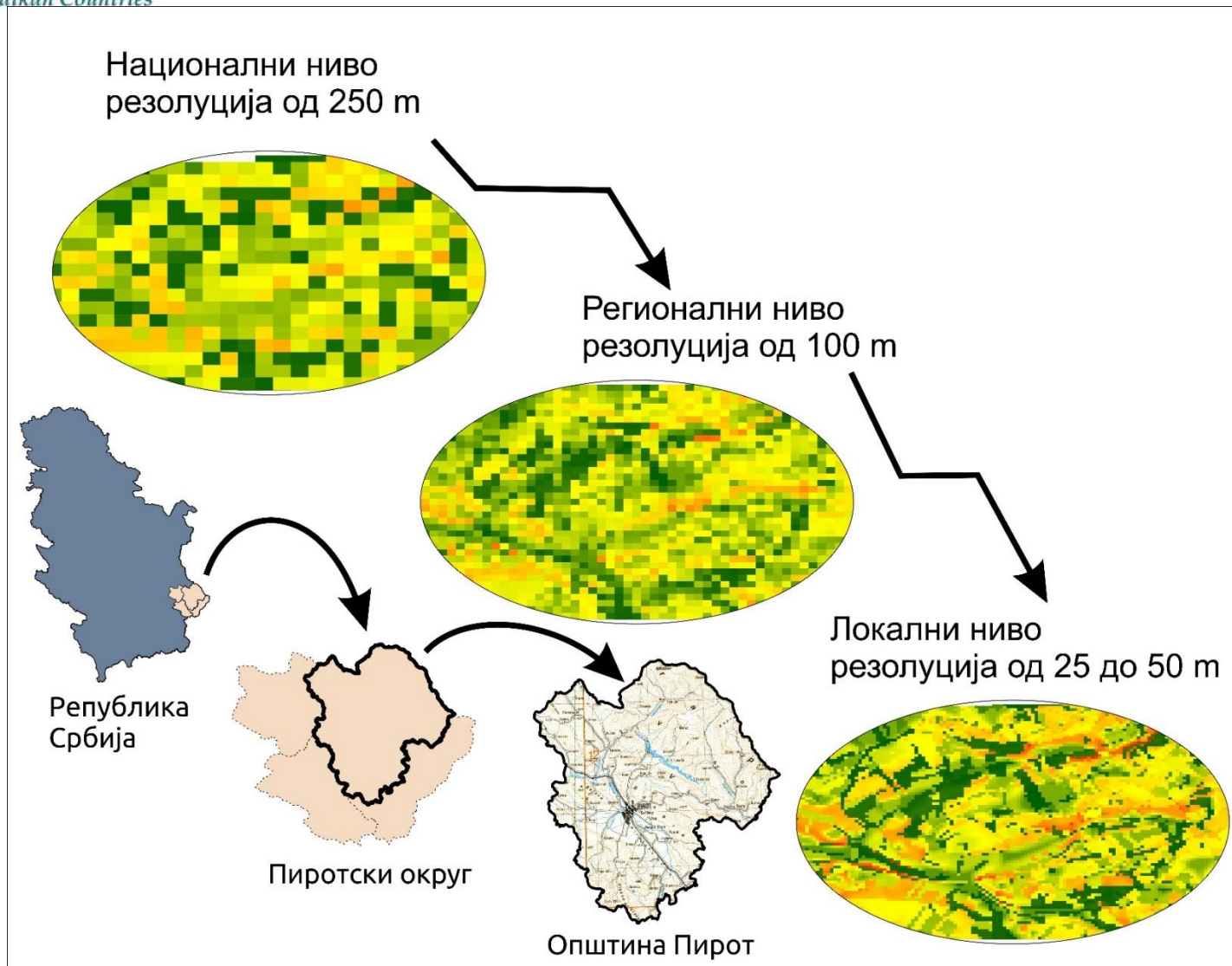


- Prvi nivo je formiranje **nulte baze podataka** - omogućava dalje kreiranje različitih primarnih baza kao neophodnih polazišta za primenu metoda.
- Nulta baza zapravo predstavlja skup osnovnih geo informacija koje imaju prostorni i informacioni potencijal da posle odgovarajuće obrade i interpretacije obezbede ulazne podatke za primenu erozionog modela.
- **Primarna baza** podataka (analitička baza) predstavlja fazu obrade i procesuiranja nulte baze podataka, kako bi se dobila sekundarna (sintezna) baza podataka.
- Završna etape primene modela predstavlja kreiranje sekundarne (sintezne) baze podataka, sa rezultatima koji su proizvod aplikacije erozionog modela.





Formiranje Karte erozije na tri prostorna i organizaciona nivoa



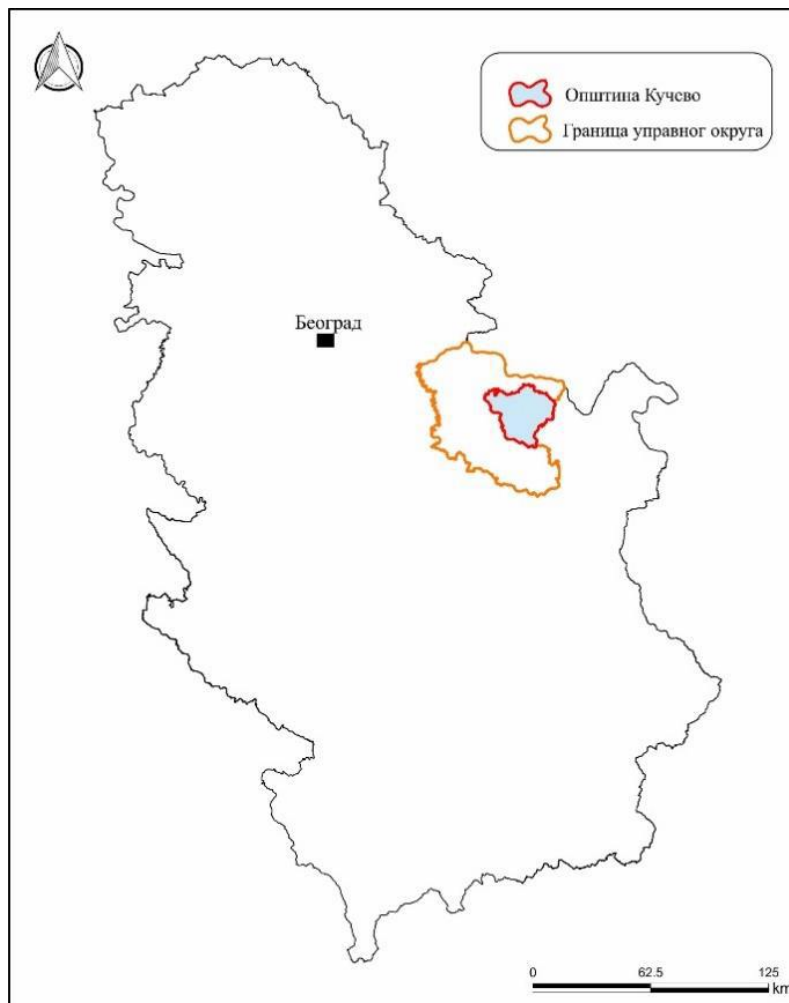


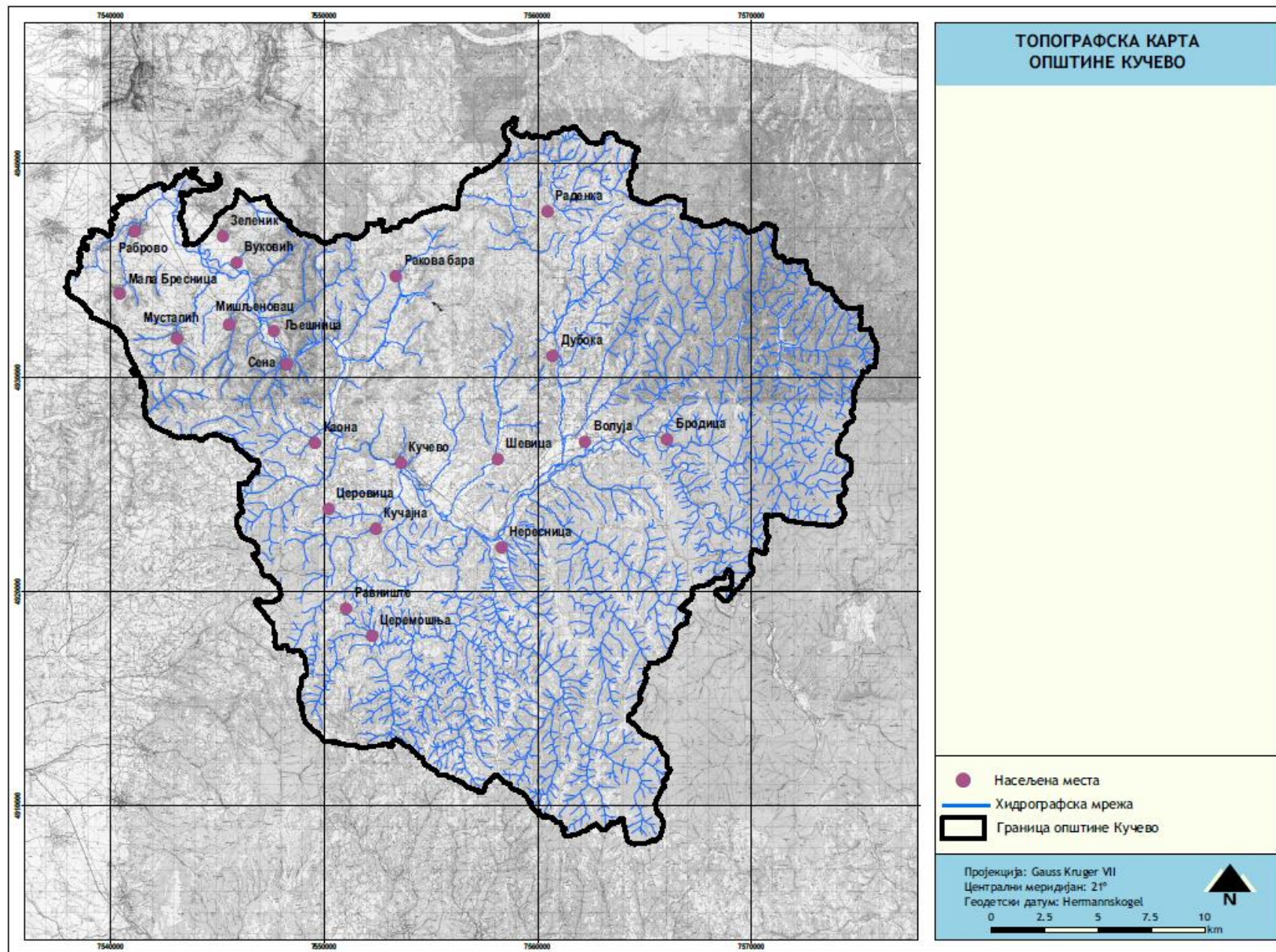
SETOF Soil Erosion and TOrrential Flood
*Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries*

Plan za proglašenje erozionih područja na teritoriji opštine Kučevo

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

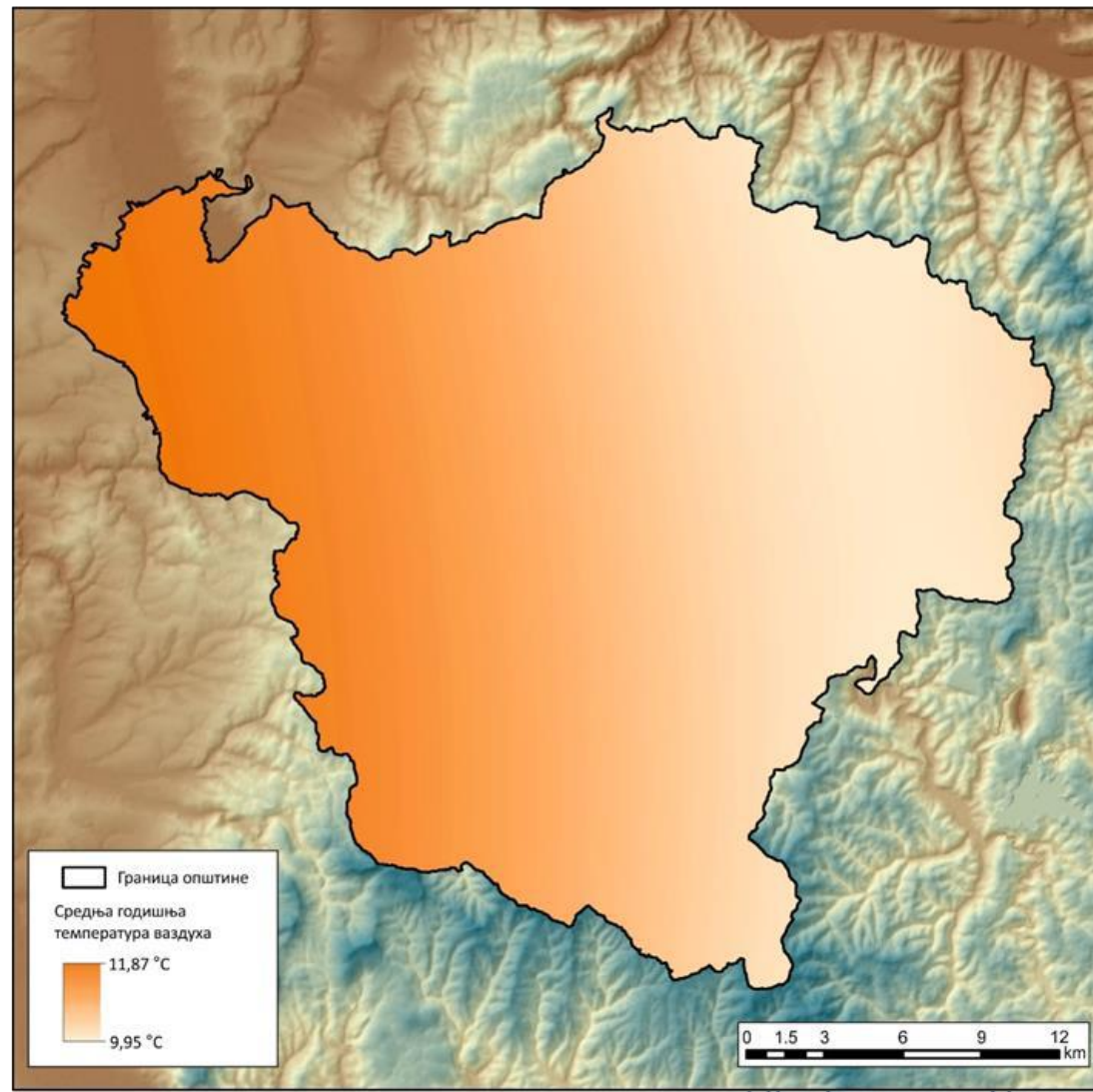
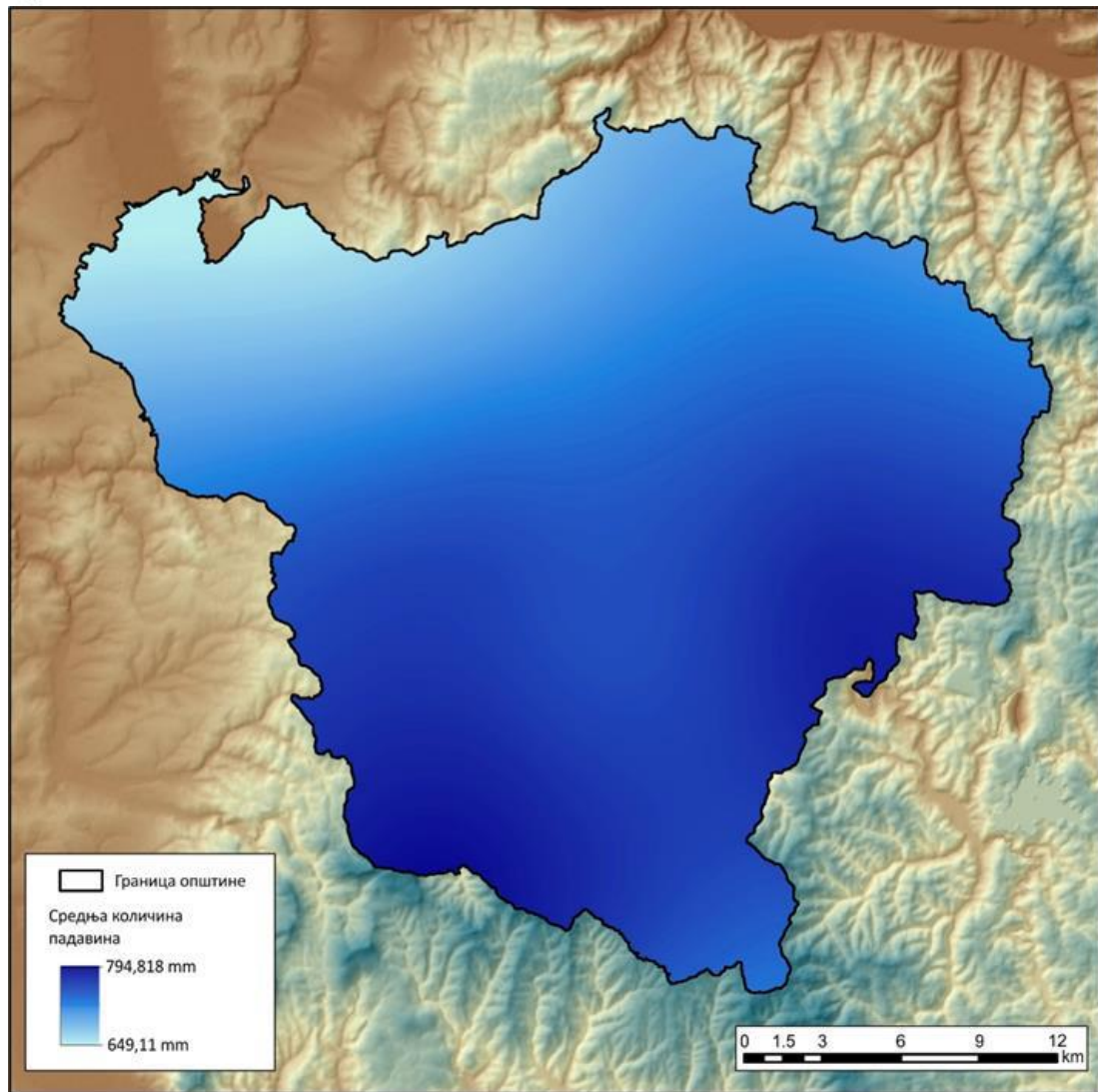






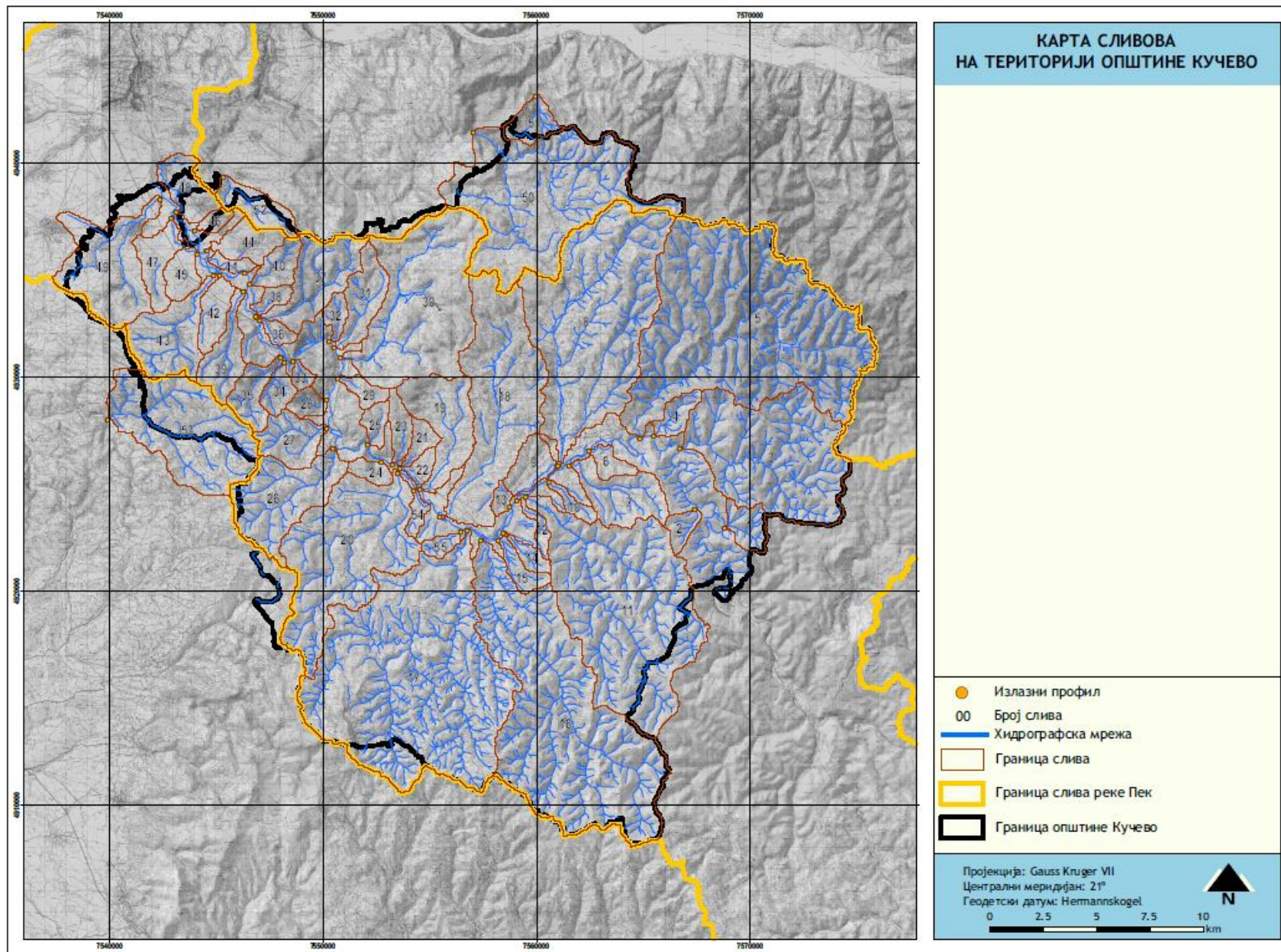


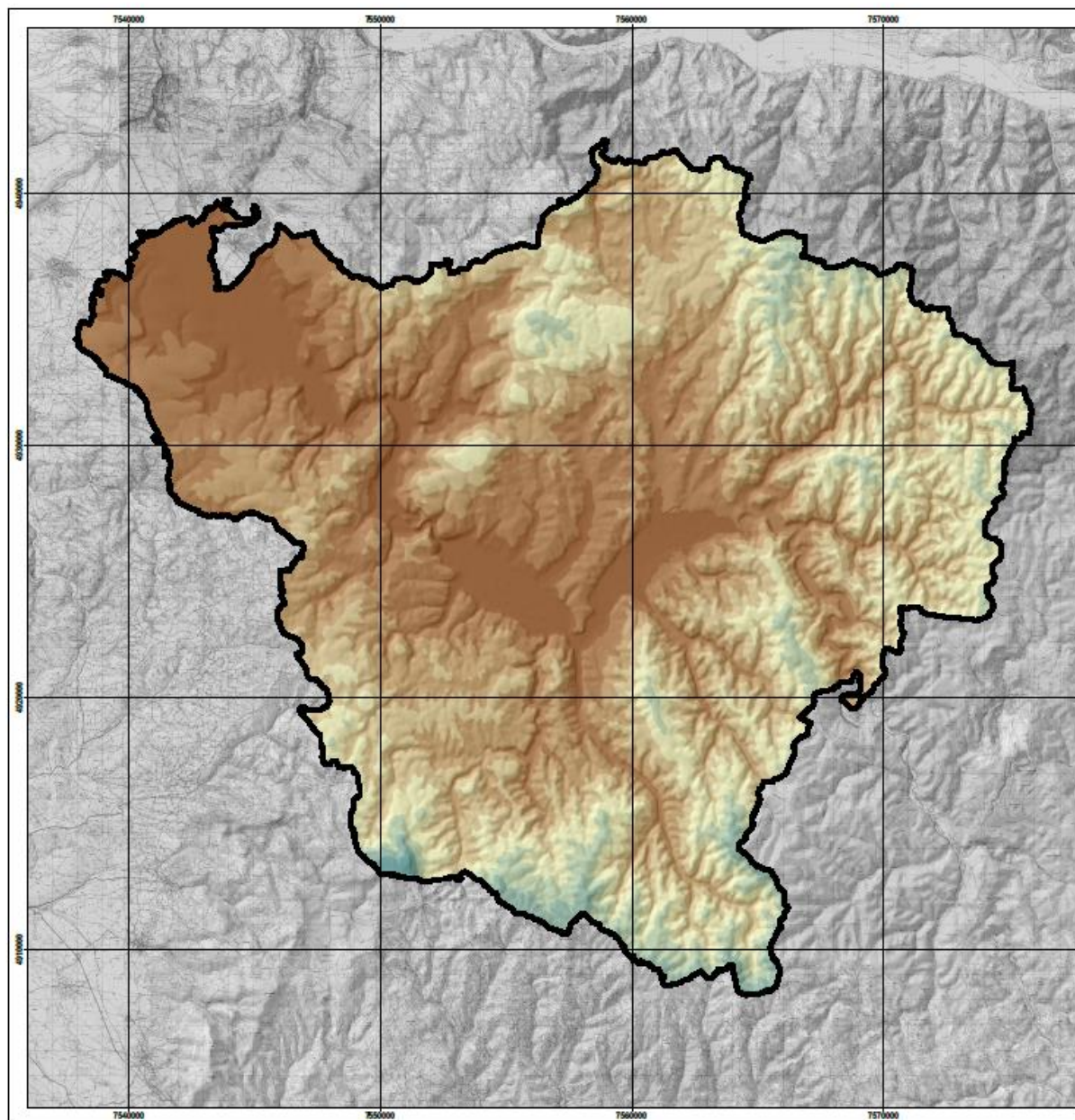
Soil Erosion and TOrrential Flood Prevention: Curriculum Development at the Universities of Western Balkan Countries



of the European Union

















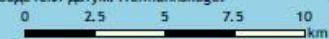
**ПРОСТОРНА РАСПОДЕЛА НАДМОРСКИХ
 ВИСИНА НА ТЕРИТОРИЈИ
 ОПШТИНЕ КУЧЕВО**

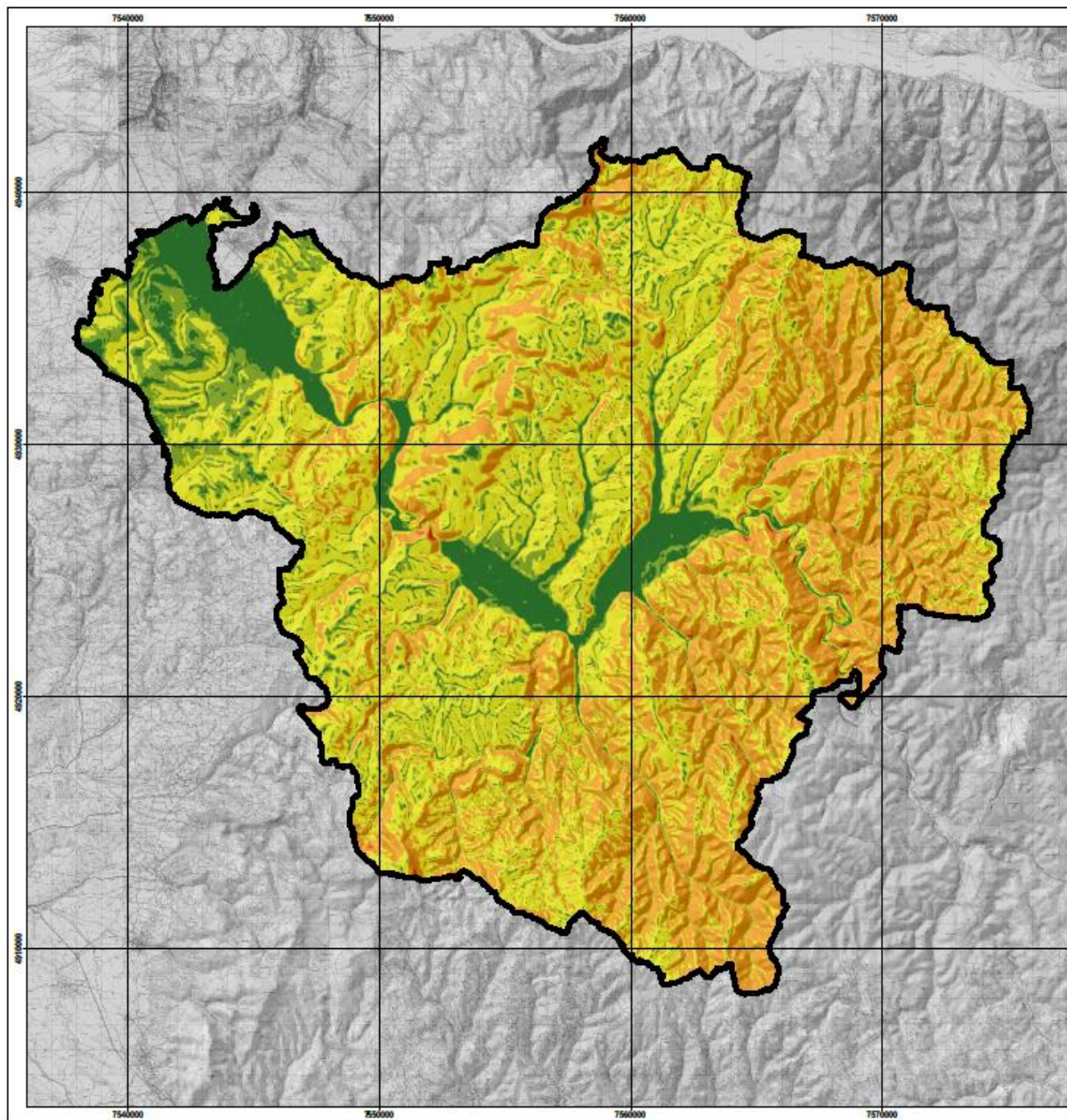
Надморске висина [mnm]

	104.78 - 200
	200 - 300
	300 - 400
	400 - 500
	500 - 600
	600 - 700
	700 - 800
	800 - 900
	900 - 924.31

 Граница општине Кучево


Пројекција: Gauss Kruger VII
 Централни меридијан: 21°
 Геодетски датум: Hermannskogel



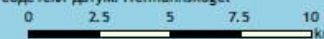


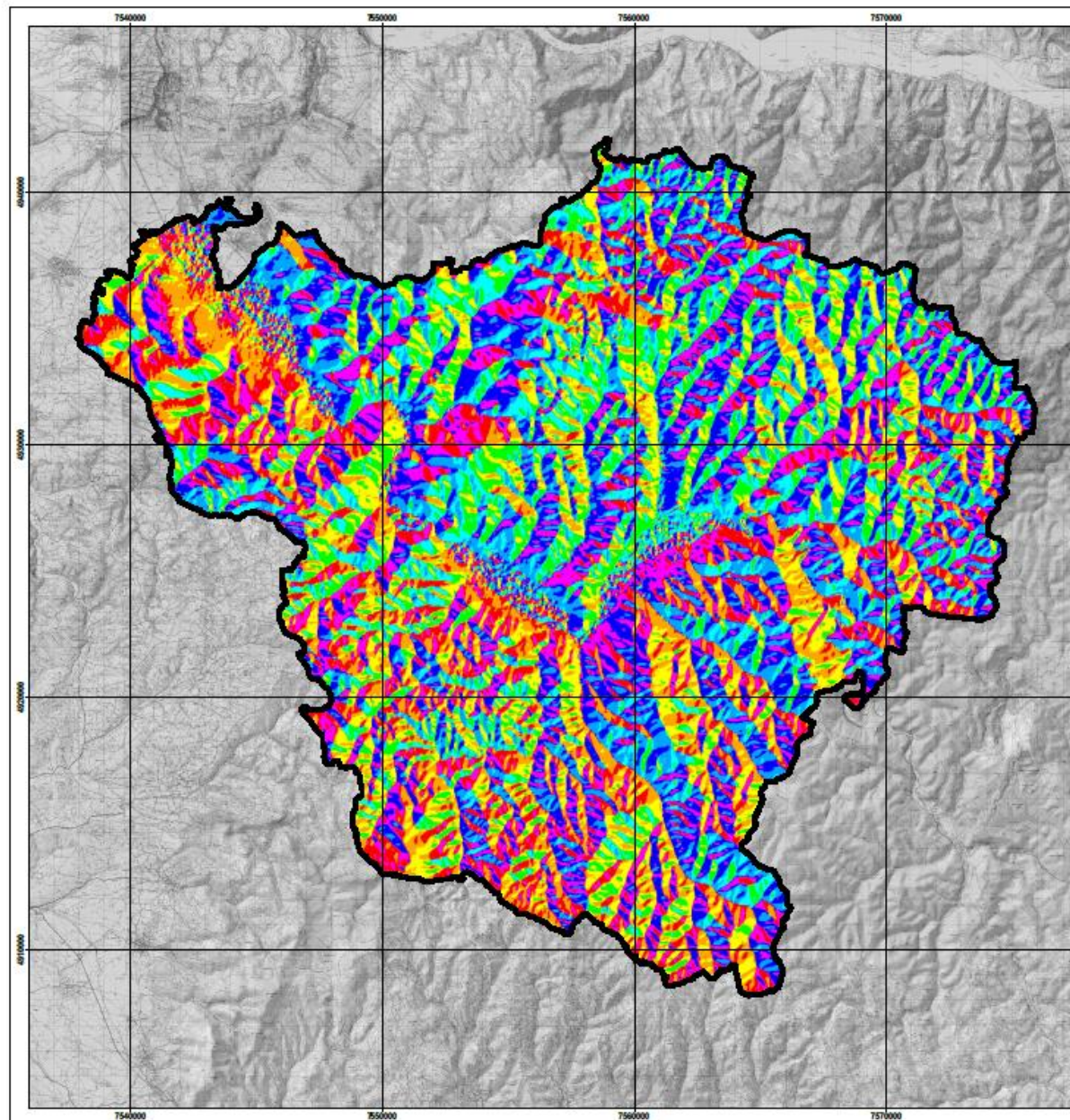
**КАРТА НАГИБА ТЕРЕНА
НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ КУЧЕВО**



 Граница општине Кучево

Пројекција: Gauss Kruger VII
Централни меридијан: 21°
Геодетски датум: Hermannskogel



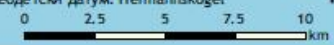


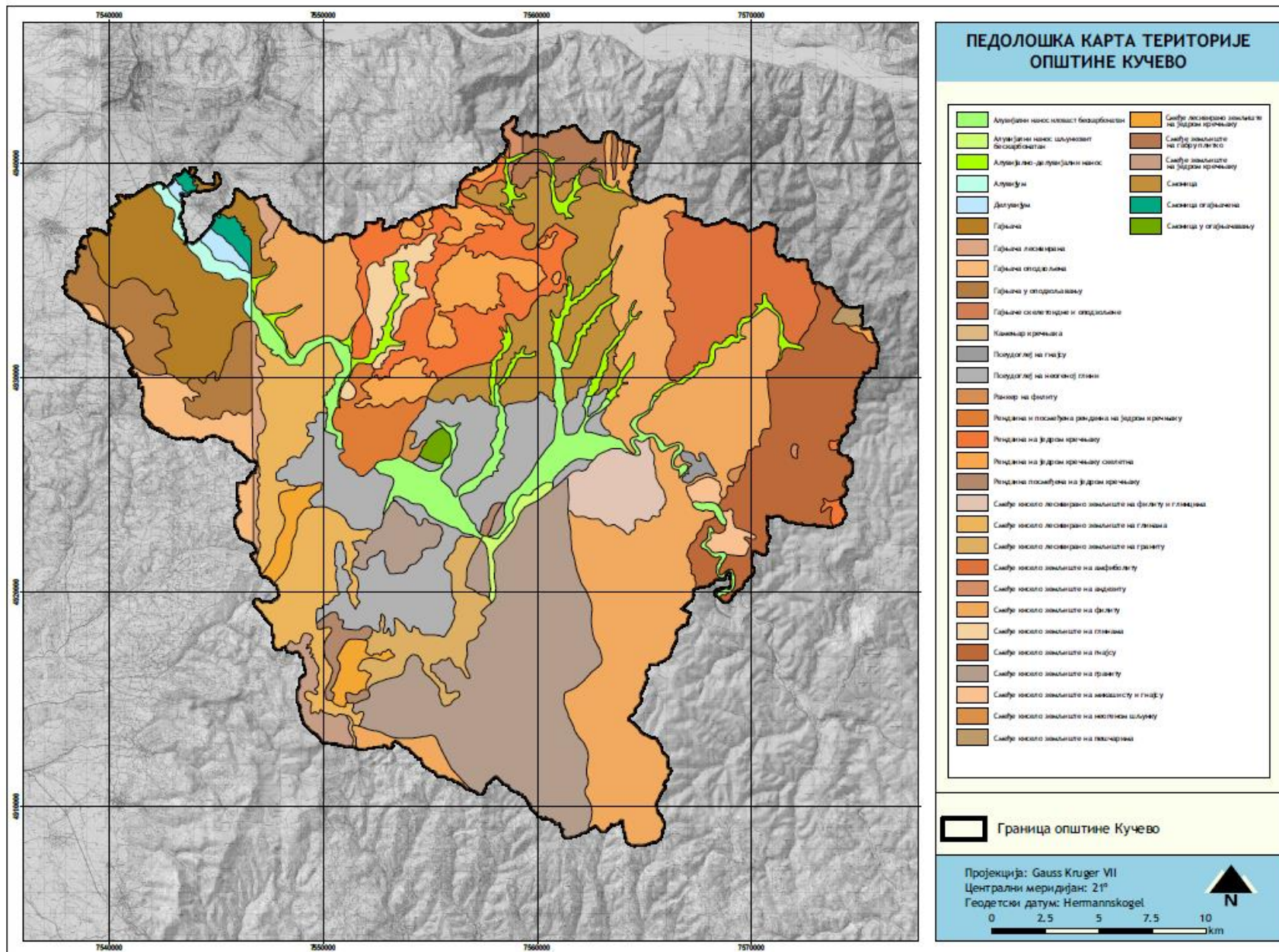
**КАРТА ЕКСПОЗИЦИЈА НА ТЕРИТОРИЈИ
ОПШТИНЕ КУЧЕВО**

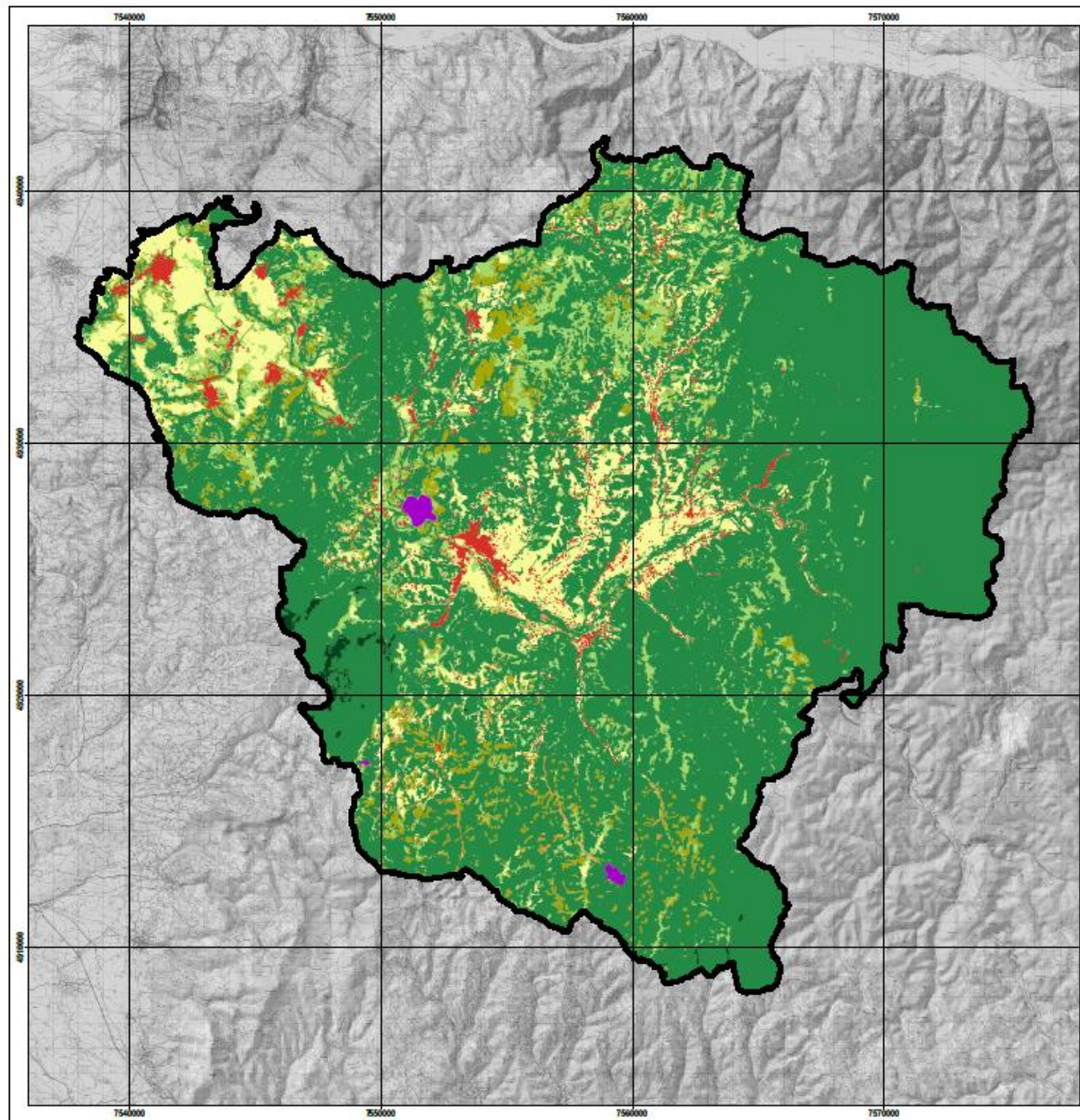
- Север (N)
- Североисток (NE)
- Исток (E)
- Југоисток (SE)
- Југ (S)
- Југозапад (SW)
- Запад (W)
- Северозапад (NW)

Граница општине Кучево

Пројекција: Gauss Kruger VII
 Централни меридијан: 21°
 Геодетски датум: Неманскогел






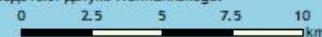


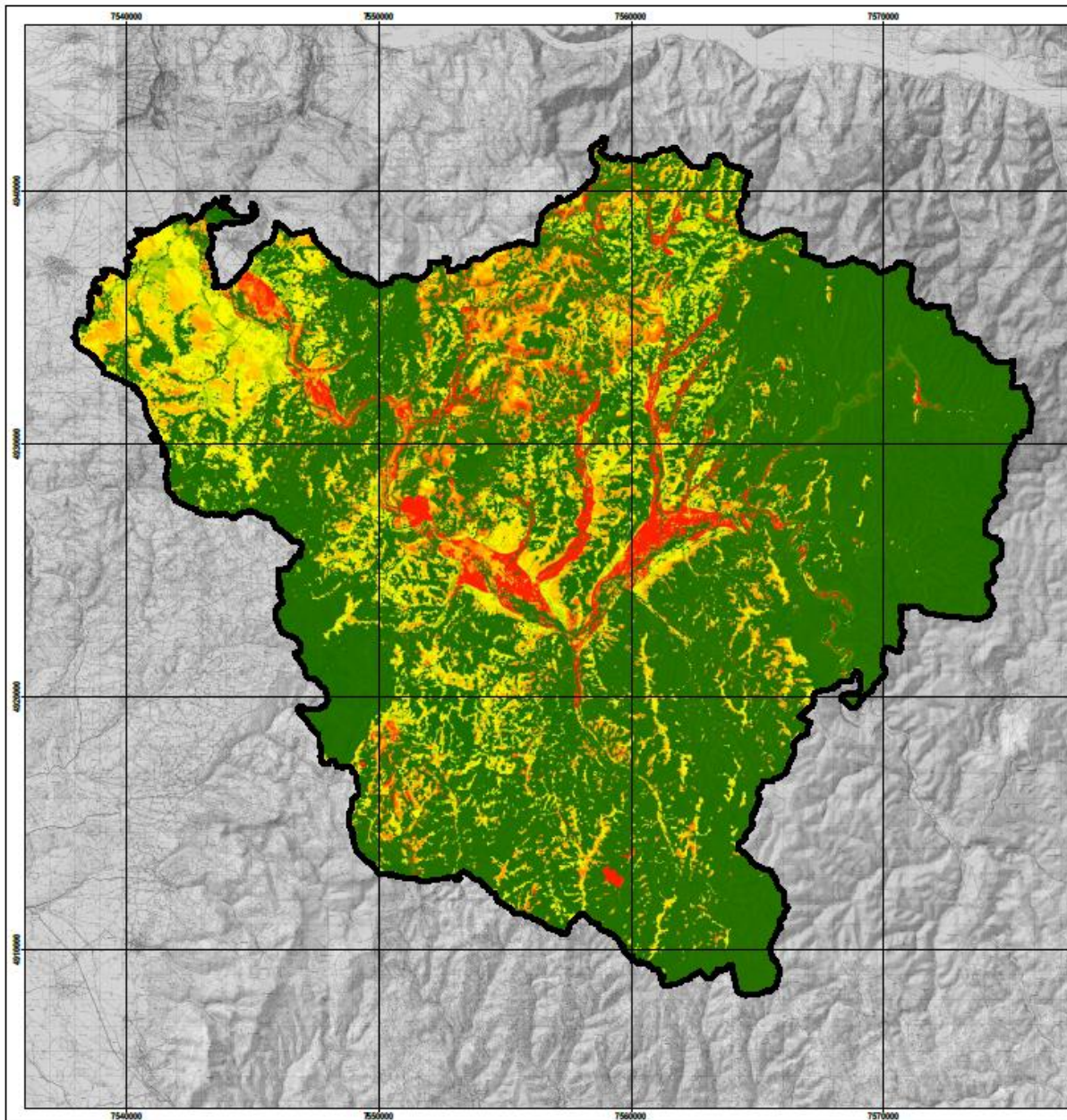
КАРТА НАЧИНА КОРИШЋЕЊА
ПРОСТОРА НА ТЕРИТОРИЈИ
ОПШТИНЕ КУЧЕВО

- Вештачке површине
- Експлоатационе области
- Гола земљишта
- Пољопривредна земљишта
- Травнате површине
- Жбуње
- Листопадне шуме
- Четиначарске шуме
- Водене површине

 Граница општине Кучево

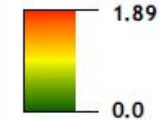
Пројекција: Gauss Kruger VII
 Централни меридијан: 21°
 Геодетски датум: Hermannskogel






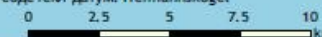
**ПРОСТОРНИ РАСПОРЕД
КОЕФИЦИЈЕНТА ЕРОЗИЈЕ Z
НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ КУЧЕВО**

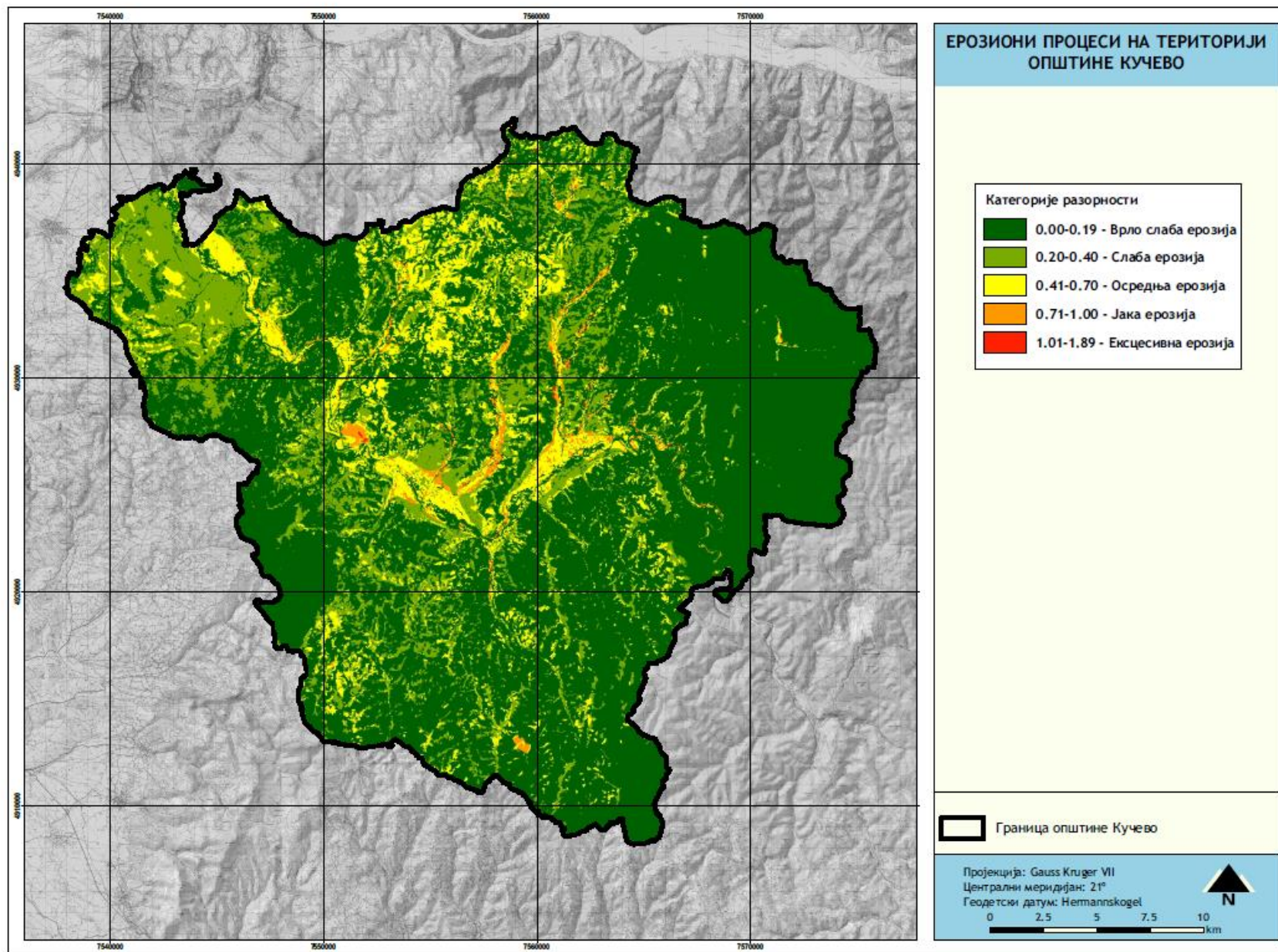
Вредност
коэффициента
ерозије Z



 Граница општине Кучево

Пројекција: Gauss Kruger VII
Централни меридијан: 21°
Геодетски датум: Hermannskogel







KONCEPT PROTIVEROZIONOG UREĐENJA

- Sistem protiverozionih radova i mera predstavlja kompleks zaštitnih mera i metoda koji su usmereni ka regulisanju površinskog oticaja, zaštiti zemljišta od spiranja, obnovi i povećanju plodnosti erodiranih zemljišnih površina, te njihovom najracionalnijem korišćenju i otklanjanju razloga koji mogu da izazovu eroziju.





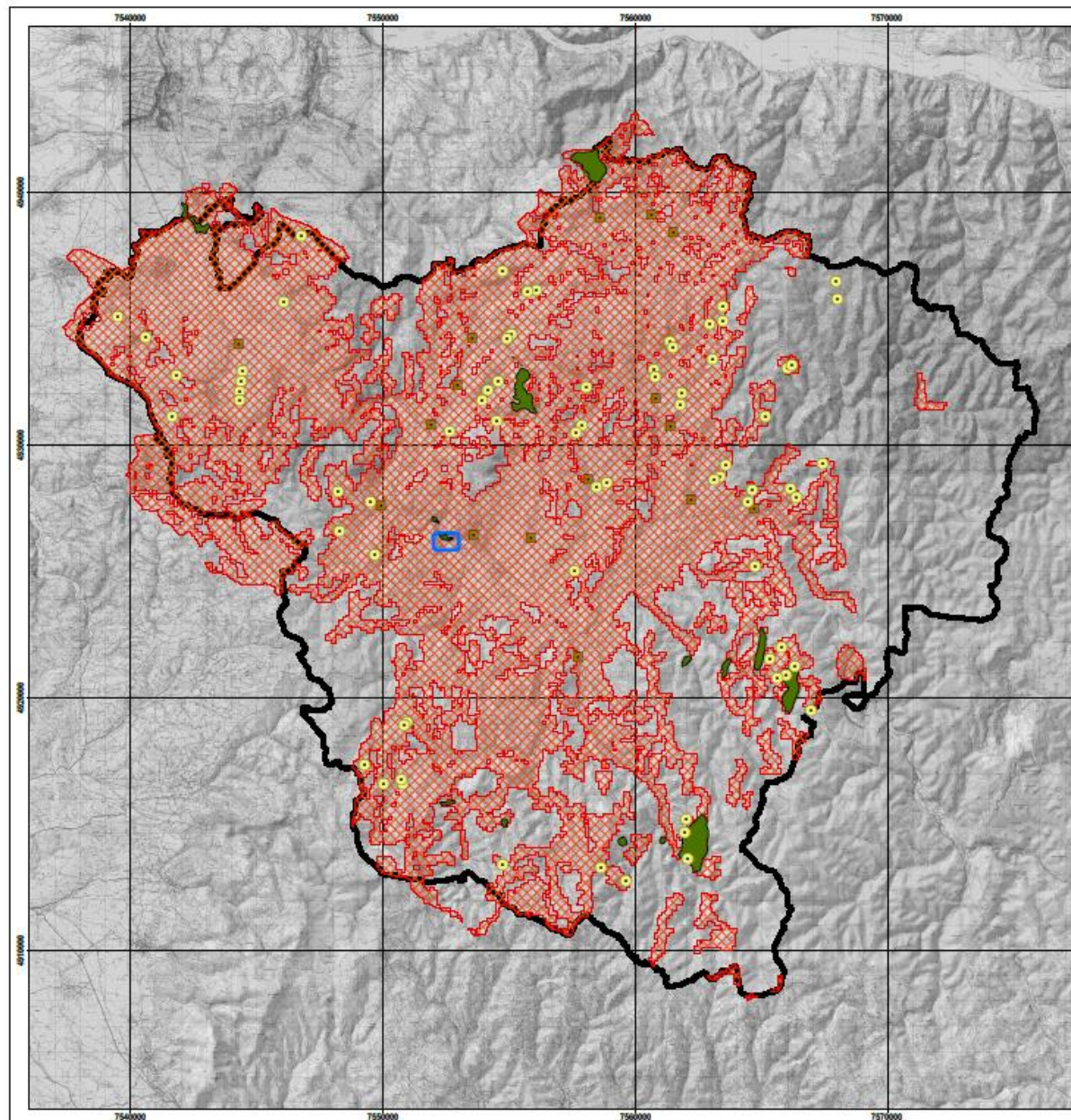
- Protiverozioni radovi podrazumevaju kompleksne aktivnosti kojima se neposredno uređuju istraživano područje (bujični sliv, parcela, opština) i/ili eroziona područja.
- Protiverozioni radovi podrazumevaju kombinaciju tehničkih, biotehničkih i bioloških radova u koje spadaju izgradnja pregrada, pragova, kineta, kanala, brana, nasipa, konturnih zidića, terasa, pletera, kao i melioracije pašnjaka, pošumljavanje, zatravljivanje i slično.











- Pod protiverozionim merama podrazumevaju se aktivnosti kojima se utiče na način obrade, održavanje i upravljanje zemljištem, šumama i vodama, kao i na način njihovog iskorišćavanja.
- Obuhvataju rešenja koja proističu iz relevantnih zakonskih propisa, administrativnih zabrana i preporuka, kao i edukativne i informativno-propagandne mere.






**КАРТА ЕРОЗИОНИХ ПОДРУЧЈА СА
ПРЕДЛОЖЕНИМ ПРОТИВЕРОЗИОНИМ
РАДОВИМА НА ТЕРИТОРИЈИ
ОПШТИНЕ КУЧЕВО**

-  Ерозиона подручја
- Технички радови**
-  Габionsке преграде
-  Насип
- Биотехнички радови**
-  Плетери
- Биолошки радови**
-  Пошумљавање

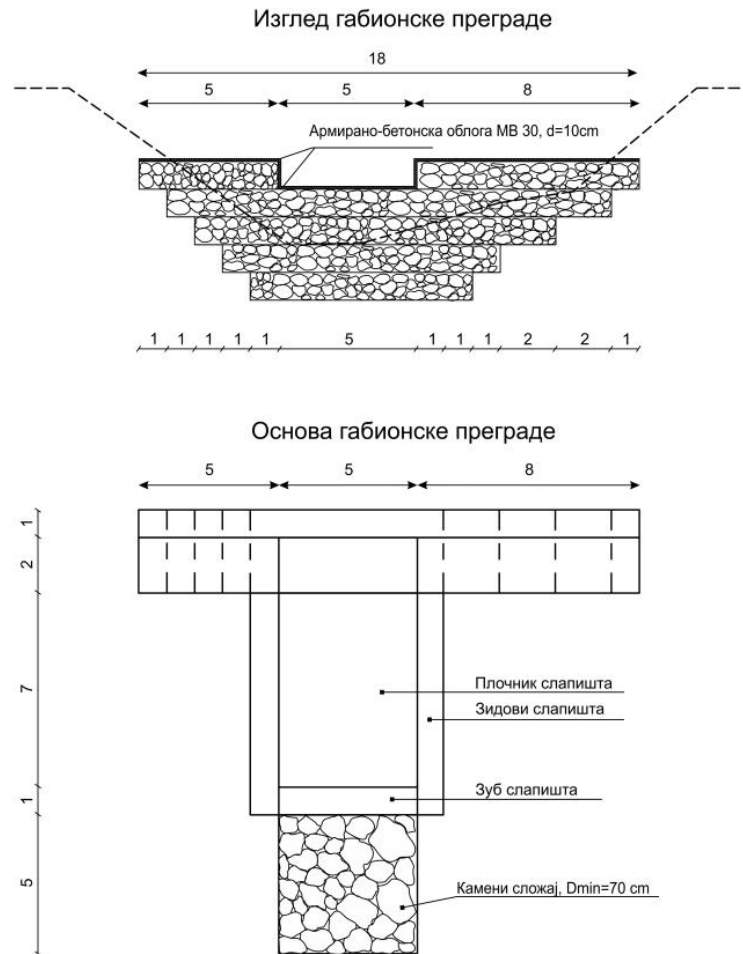
 Граница општине Кучево

Пројекција: Gauss Kruger VII
 Централни меридијан: 21°
 Геодетски датум: Hermannskogel

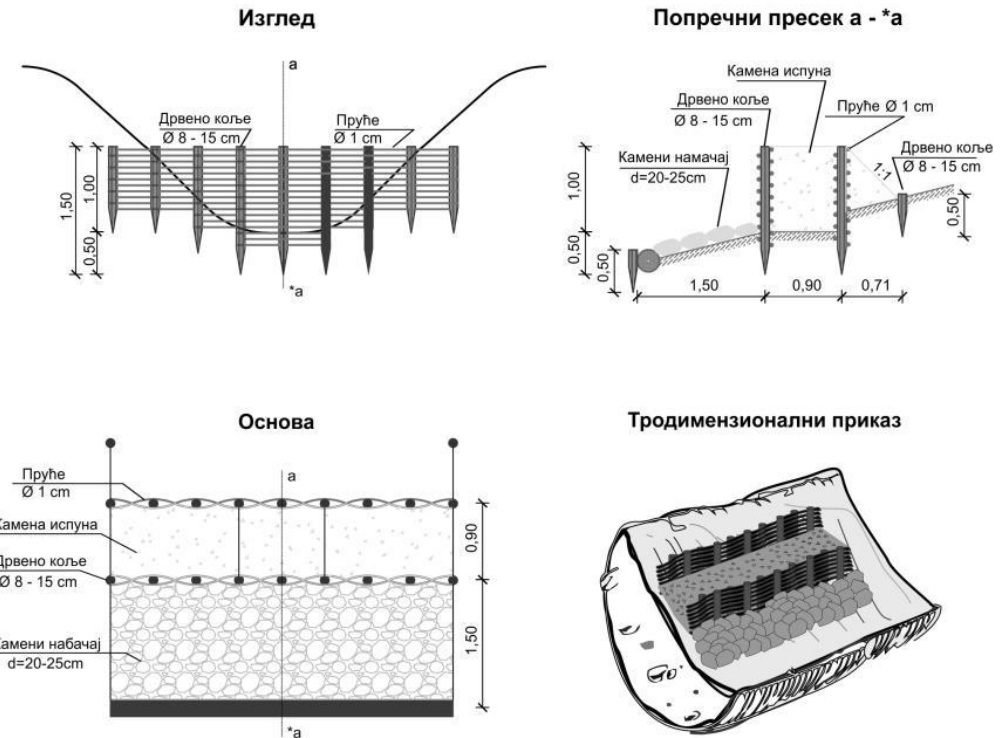





ГАБИОНСКА ПРЕГРАДА



ДВОСТРУКИ ПЛЕТЕР





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries



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





Soil Erosion and TOrrential Flood
Prevention: Curriculum Development at the
Universities of Western Balkan Countries



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

