

Aneks 1: Zadatak 1



Finansira
Evropska unija

1 USAGLAŠAVANJE METODOLOŠKOG POSTUPKA ZA IZRADU KARTE EROZIJE

Erozija tla je složen prirodni proces koji je određen sintezom više klimatskih faktora, geološkim karakteristikama i oblicima reljefa kao i pedološkim i vegetacijskim svojstvima. Naravno, sve navedeno vrlo često funkcioniše uz manje ili više jak uticaj antropogenog faktora, koji je posljednjih decenija postao najsveobuhvatniji lokalni i regionalni pa i globalni činilac. Iz navedenih razloga, erozija tla je jedan od teritorijalno najrasprostranjenijih i najtežih oblika degradacije koji direktno utiče na narušavanje prirodnih funkcija tla i stanja životne sredine.

Početni korak u izradi strategije prevencije i zaštite, kao i odabira vrste i obima zaštite zemljišta od erozije kroz namenske radove i mjere je adekvatna procjena intenziteta erozije tla. S obzirom na činjenicu da je erozija tla prostorna pojava koja vrlo često zahvata velike površine, razvijeni su brojni matematički modeli pomoću kojih se može odrediti proizvodnja erozionog materijala na nekom području, kao i dinamika i intenzitet transporta erodiranog materijala. S obzirom na to da je tema erozije tla postala atraktivno polje istraživanja i upravljanja, posljednjih decenija ovaj postupak je značajno unaprijeđen korištenjem GIS metoda i tehnika kao i savremenih baza podataka. Navedene činjenice pozitivno su uticale na razinu tačnosti baza podataka koje pokazuju intenzitet erozije tla, ali je s druge strane metodološki postupak postao složeniji.

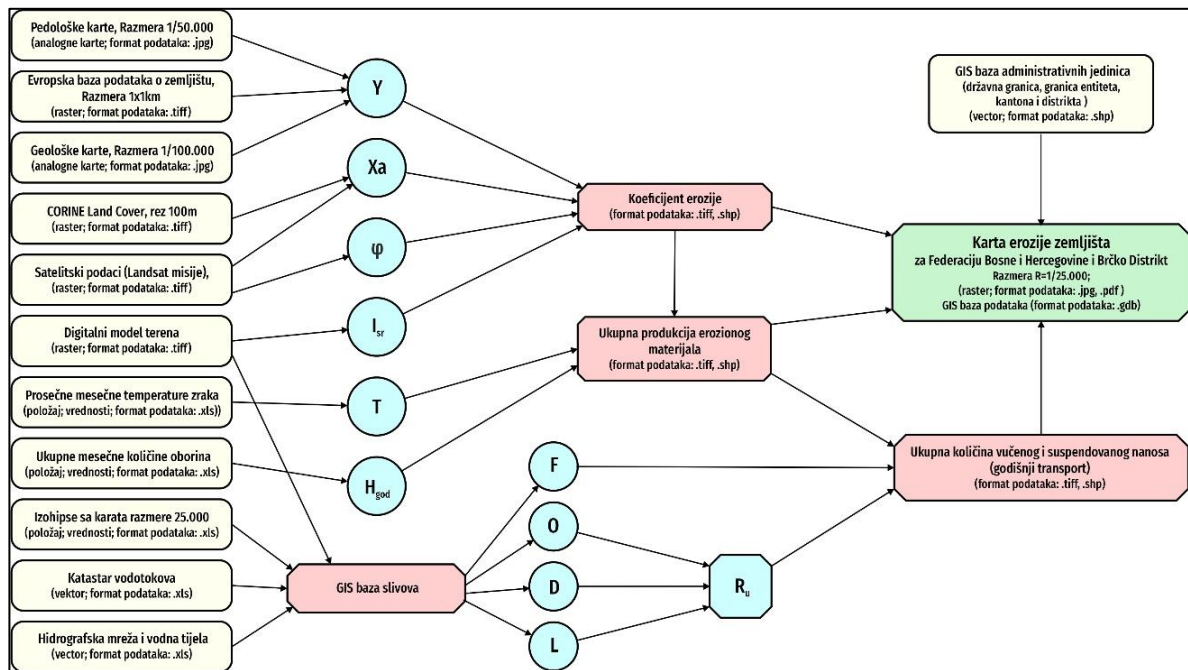
Na početku implementacije projektnih aktivnosti, konsultantski tim koji je angažovao Konzorcij predložio je korištenje originalne Metode potencijala erozije kao osnovnog analitičkog instrumenta za kvantifikaciju proizvodnje (produkcije) i pronosa (transporta) erozionog materijala (sedimenta) i, u skladu s tim, izrada Karte erozije tla za teritoriju Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta. Nakon radnih sastanaka tokom kojih je konsultantski tim predstavio sve naučne, stručne, praktične i operativne prednosti korištenja originalne Metode potencijala erozije, Upravni odbor projekta i programska menadžerica delegacije Evropske unije dali su saglasnost za primjenu ove metode za izvođenje projektnih aktivnosti.

Metod potencijala erozije (originalan metod profesora Slobodana Gavrilovića) je analitički instrument koji omogućava kvantifikaciju i vizuelizaciju svih elemenata koji se tiču procesa erozije zemljišta. Metoda se aktivno koristi u inženjerstvu, projektiranju kao i prostornom i urbanističkom planiranju. Relevantnost Metode potencijala erozije se ogleda u činjenici da su mnogi međunarodni istraživači prepoznali njegov kvalitet te se danas intenzivno koristi u mnogim istraživanjima. Metod potencijala erozije je najkorišteniji instrument za kvantifikaciju erozije zemljišta u svim zemljama bivše Jugoslavije kao i u mnogim drugim zemljama Evrope ali i Azije, Južne Amerike i Afrike i Evrope. Koncept originalnog Metoda potencijala erozije je kompatibilan s GIS metodama i tehnikama i aktivno se koristi za kvantificiranje erozionih procesa u savremenom prostornom i tehničkom kontekstu.

Metod potencijala erozije je razvijen i kalibriran na temelju dugoročnih terenskih istraživanja, posmatranja i mjerenja na slivovima bivše Jugoslavije. Namijenjena je određivanju i kvantificiranju erozionih procesa na više prostornih i organizacijskih razmjera i preporučuje se za sve inženjerske aspekte koji se odnose na eroziju tla i njome izazvane bujične tokove u području upravljanja vodama, za potrebe strategija upravljanja vodama, studija, projekata i nauke.

Osnovne komponente Metode potencijala erozije predstavljaju složeni konglomerat prirodnih i antropogenih karakteristika životne sredine, koje se mogu izraziti kao kvantitativne i prostorne determinante koje uslovljavaju proces erozije tla (Slika 1). Iz ovih razloga potrebno je identifikovati sve

dostupne analogne i digitalne baze podataka koje se prije svega mogu eksplicitno odnositi na cijelo područje Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta, a pored toga imaju kvantitativne vrijednosti i domene koje imaju praktičnu vrijednost za određivanje procesa erozije. Korištene analogne i digitalne baze podataka su obezbijedene iz prije svega lokalnih i regionalnih baza podataka, ali i iz panevropskih baza podataka. Zbog nedostatka nekih relevantnih prostornih podataka i činjenice da je Metoda potencijala erozije nastala prije pojave GIS-a, korišteni su savremeni multispektralni satelitski snimci koji omogućavaju povećanje pouzdanosti i relevantnosti pojedinih analitičkih komponenti Metode. Ovo je ujedno značajno unapređenje metodskog postupka čiji je analitični pristup adekvatan za korištenje savremenih rezultata daljinske detekcije i shodno tome povećanja nivoa prostorne detaljnosti i vremenske aktuelnosti.



Slika 1 Dijagram analitičkih komponenti Metoda potencijala erozije

Primjena Metode potencijala erozije započinje korištenjem analitičkog obrasca podataka koji se odnose na primarne faktore koji utiču na procese erozije. Glavni eksponent intenziteta i kategorije erozije tla predstavljen je koeficijentom erozije Z. Vrijednosti se obično kreću od 0,1 do 1,5, rijetko iznad - od očuvanih, blago erodiranih područja i slivova do područja koja su izuzetno ugrožena erozijskim procesima. Kako je erozija tla prostorni fenomen, može se predstaviti na dvodimenzionalnim medijima s obzirom na analitički izračunat koeficijent erozije (Z), koji ne ovisi o klimatskim svojstvima područja, već o karakteristikama tla, vegetacijskom pokrivaču, reljefu i predstavljanju erozivnih procesa.

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

- Y koeficijent otpornosti tla na eroziju,
- X·a koeficijent zaštićenosti zemljišta od atmosferskog uticaja,
- φ koeficijent opaženih procesa erozije koji su vidljivi u slivu,
- I_{sr} prosječni nagib sliva.

Koeficijent otpornosti tla na eroziju (Y) ovisi pre svega od vrste tla, ali i geološkom sastavu i klimi. Vrijednost koeficijenta je vezana za otpor tvari u tlu i rastresetim stijenama na proces „bombardiranja“ kišnim kapima, kao i na tekuću vodu i eolsku eroziju. Koeficijent zaštite zemljišta od atmosferskog uticaja ($X \cdot a$) odnosi se na otpornost tla na atmosferske uticaje (intenzivne oborine, ekstremne temperature) i sile erozije u prirodnom okolišu. Ovaj koeficijent je sinteza učinka vegetacijskog pokriva (sabkoeficijent X) i primjena tehničkih, biotehničkih i bioloških protuerozijskih radova na slivu (sabkoeficijent a). Koeficijent opaženih procesa erozije (ϕ) predstavlja numerički ekvivalent vidljivih i jasno izraženih erozijskih procesa u slivu ili ugroženom području. Prosječni nagib sliva (I_{sr}) reprezentativni je parametar za opis glavnog reljefa i geomorfoloških karakteristika.

Koeficijent erozije Z temelj je za daljnje proračune kako bi se dobila vrijednost produkcije i transporta erozijskog nanosa. Produkcija erodiranog materijala (W_{god}) predstavlja ukupnu količinu erodiranog materijala što je u korelaciji s reprezentativnom vrijednošću Z koeficijenta erozije. Transport nanosa odnosi se na dio produkcije erozije koji doseže hidrografsku mrežu i sudjeluje u transportu uzrokovanom aktivnošću tekuće vode.

$$W_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot A \text{ [m}^3\text{/godini]}$$

W_{god}	ukupna produkcija erodiranog materijala u slivu,
T	temperaturni koeficijent,
T_{god}	prosječna godišnja temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$),
H_{god}	srednja godišnja količina oborina (mm),
π	Ludolfov broj (3.14),
Z	koeficijent erozije,
A	područje sliva (km^2).

Ukupna količina suspendiranog i vučenog nanosa (erodiranog materijala) koji se pronosi hidrografskom mrežom dobiva se izrazom:

$$G_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot A \cdot R_u$$

R_u	koeficijent retencije nanosa,
O	dužina opsega sliva (km),
L	dužina sliva (km),
D	razlika između prosječne visine iznad razine mora i visine ušća sliva (km).

Kao rezime odabranog metodološkog postupka, ističu se osnovne karakteristike i prednosti Metoda potencijala erozije:

- Metod je izvoran empirijski analitički pristup koji je razvijen i kalibriran na temelju dugogodišnjih terenskih istraživanja, posmatranja i mjerenja na teritoriji slivova Jugoslavije.
- Metod se već više decenija koristi kao osnovni instrument za sve inženjerske aspekte koji se odnose na eroziju tla i kontrolu bujica u sektoru upravljanja vodnim tijelima kao i u prostornim i urbanističkim planovima, projektiranju, studijama, elaboratima itd.



Finansira
Evropska unija

Tehnička pomoć za izradu planova zaštite od erozije i tehničke projektne dokumentacije za infrastrukturu za zaštitu od poplava za odabrana prioriteta područja u Bosni i Hercegovini: 2020/417-462

- Metod koristi istovremeno više od pet parametara čime obuhvata veliki sistem prirodnih i antropogenih karakteristika koje na različite načine utiču na pojavu i razvoj procesa erozija.
- Metod je opšte prihvaćen na regionalnom i globalnom nivou što dokazuje dostupnost velikog broja naučnih radova i projekata u kojima je korišten.
- Analitička konstrukcija Metoda omogućava korištenje savremenih multispektralnih satelitskih baza podataka.
- Uz postojanje adekvantnih podloga, Metod je moguće replicirati na nižim organizacionim i prostornim nivoima.
- Metod rezultira bazom podataka čija logička i informatička konstrukcija omogućava višegodišnji monitoring erozionih procesa.
- Metod rezultira jasnom kartografskom predstavom erozionih procesa i kategorija čime omogućava veću diseminaciju i korištenje od strane različitih korisnika.

2 PRIKUPLJANJE BAZA PODATAKA I OBUKA

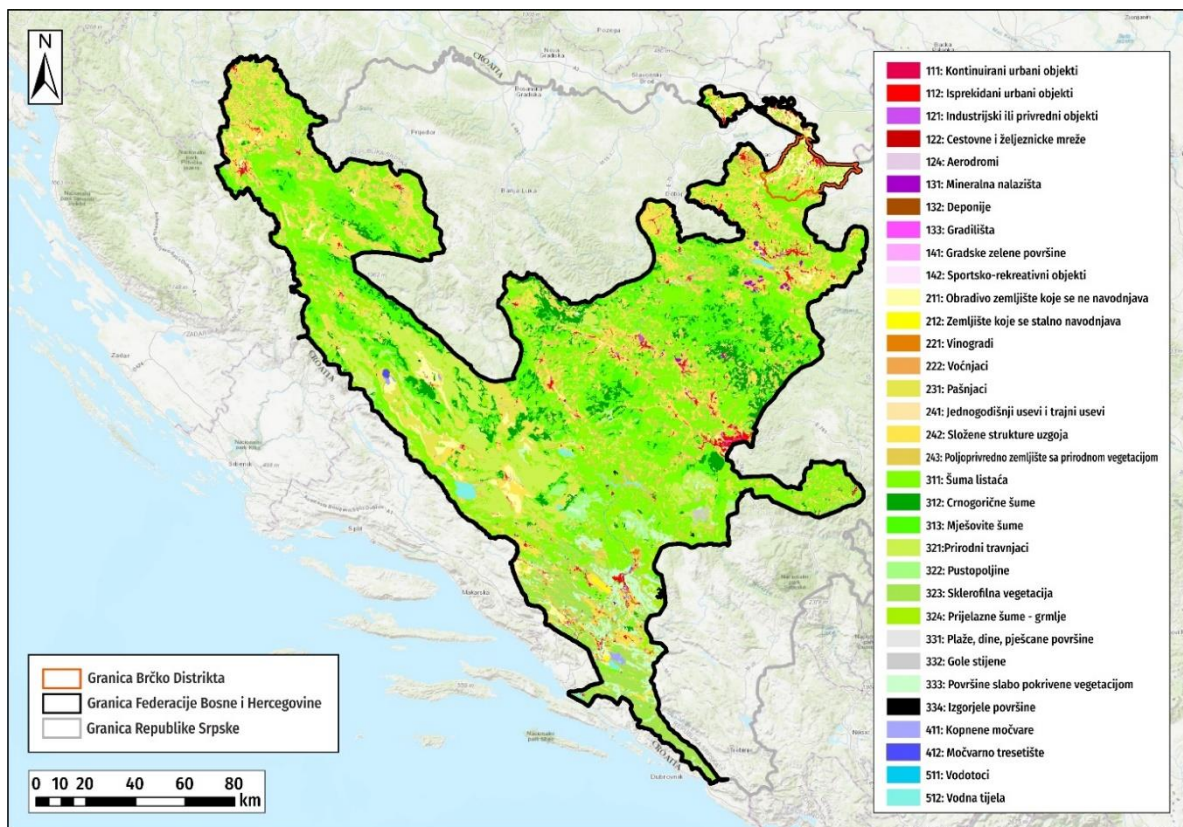
Primarni zadatak za potrebe izrade Karte erozije je formiranje geobaze, koja predstavlja osnovni informacioni i geometrijski skup relevantnih prostornih baza podataka koji predstavljaju faktore uticaja na pojavu i razvoj procesa erozije zemljišta. Baze podataka koje se integrišu u formiranu geobazu predstavljaju elemente koji su neophodni za primjenu analitičkog modela za kvantifikaciju i prostornu identifikaciju kategorija erozije zemljišta. Tokom procesa formiranja geobaze izvršena je komparacija nivoa detaljnosti kao i sinteza svih digitalnih baza koje su dobijene od strane Agencija za vodno područje rijeke Save i Jadranskog mora i nadležnih ministarstava FBiH i BD, kao i ostalih glavnih korisnika i grupa od interesa. Dobijene baze podataka od nadležnih Agencija za vode predstavljaju značajan skup podataka koje su određenim stepenom bile heterogene te je bilo neohodno homogenizovati ih i integrisati u formiranu geobazu podataka – ovaj skup predstavlja nultu bazu podataka. Formirana geobaza predstavlja početni korak koji će voditi ka sukcesivno izrađivanoj operativnoj bazi koja će između ostalog voditi ka materijalu koji je neophodan za pripremu terenskih istražnih radova. Dobijeni podaci predstavljaju značajnu vezu i mehanizam pri procesu dobijanju relevantnih ulaznih parametara za determinaciju Karte erozije, produkcije i pronosa erozionog materijala na identifikovanim slivnim površinama.

Formiranje geobaze predstavljao je složeni proces koji se sastojao od prikupljanja, digitalizacije i harmonizacije relevantnih baza podataka (vektorska baza podataka, rasterska baza podataka i metapodaci), koje je potrebno prostorno i informaciono prilagoditi zahtjevima odgovarajućih GIS softvera („alata“). Jedna od povoljnih okolnosti je postojanje raspoloživih baza podataka na globalnom i evropskom nivou, koje posjeduju potencijal za primjenu na istraživanom području, na određenom nivou tačnosti. U procesu formiranja jedinstvene geobaze izvršena je sinteza globalnih i panevropskih baza podataka, kao i provjera i usaglašavanje koordinatnog sistema dostavljenih digitalnih baza podataka i definisani su parametri kartografske projekcije koji su aplicirani na sve ulazne podatke. Dobijeni podaci, od strane Agencija za vodno područje rijeke Save i Jadranskog mora i nadležnih ministarstava FBiH i BD, imali su neusaglašene parametre u koordinatnim sistemima između parametara projekcije (Gauss Kruger i Transverse Mercator) i geodetskih datuma (D Bessel 1984 i D MGI). Izvršena je analiza nastalih deformacija i promjena na ulaznim prevashodno vektorskim, ali i rasterskim podacima i izvršeno je usaglašavanje podataka dobijenih od Agencija za vodno područje rijeke Save i Jadranskog mora i nadležnih ministarstava FBiH i BD sa podacima iz panevropskih i

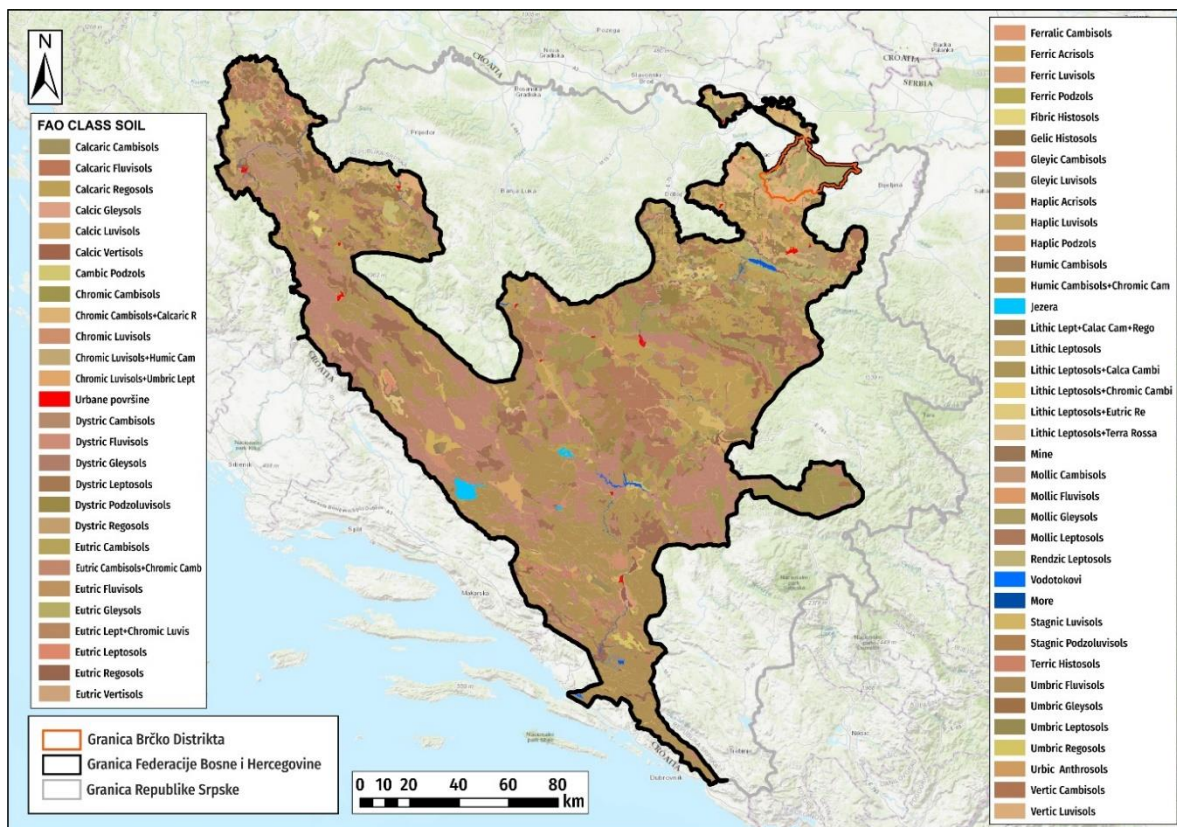
Projekat implementira konzorcij:



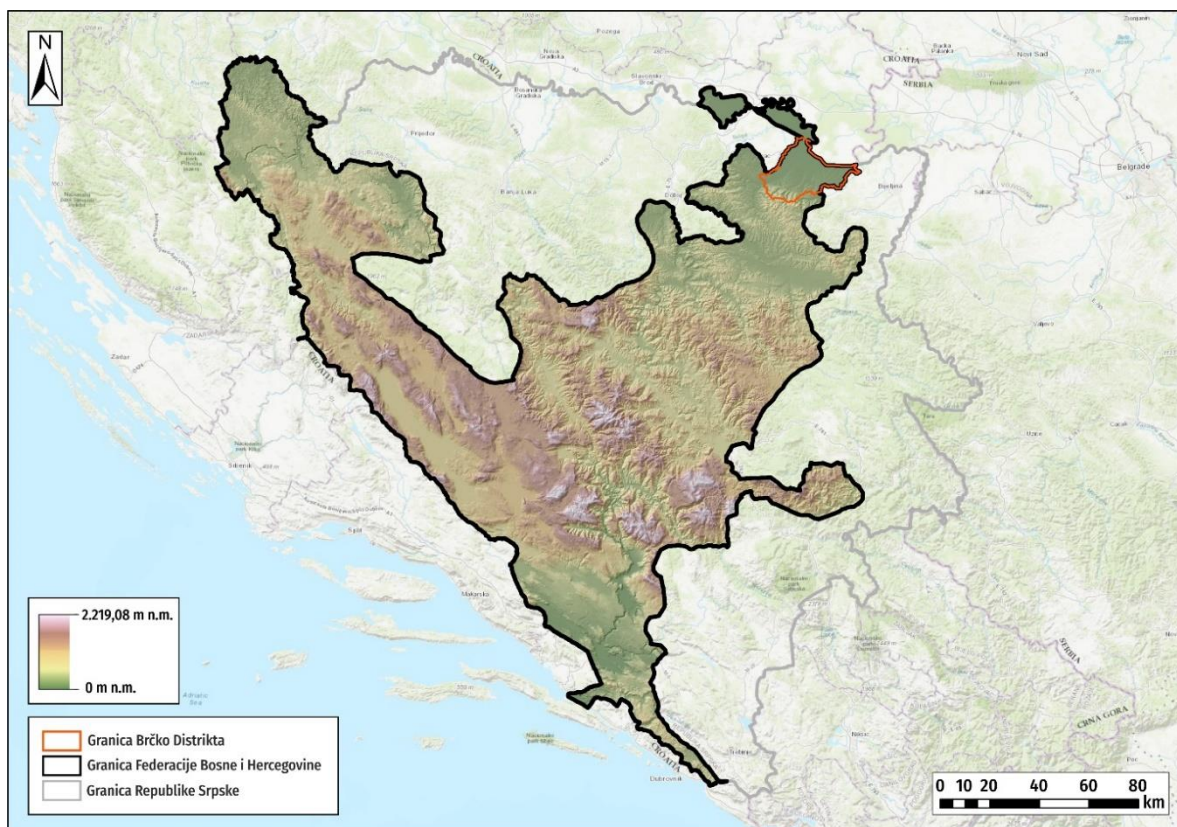
globalnih baza podataka koje su date u WGS1984 i ETRS1989. Sve baze podataka su uniformisane u koordinatni sistem koji je sugerisan od strane institucija Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta, odnosno u Gauss Kruger projekciju zona 6 (MGI_Balkans_6). U sklopu formiranja geobaze izvršene su i digitalizacije vektorskih baza podataka koje nisu kompletirane i objedinjene u relevantne grupe koje ulaze u sam proračun erozionih procesa. U završnom procesu formiranja geobaze izvršena je i primjena topoloških modela i njenih alata za geoprociranje, odnosno, obrada prostornih podataka, prostorna analiza i statistika. Korigovane su greške registrovane na vektorskim bazama podataka koje su nastale kao rezultat ranijih analognih operacija vektorizacije koje se dominantno ogledaju kroz postojanje praznina između poligona, preklapanje poligona kao i pokrivenost poligonima na istraživanom području i sl. Ove nedosljednosti su jedna od osnovnih prepreka za dobijanje homogene baze podataka erozionih procesa koja bi bila upotrebljiva na isti način za donosiocje odluka i zainteresovane strane. Inventarizacija zemljišnog pokrivača obavljena je korištenjem Corine Land Cover baza podataka iz 2018. godine (European Environmental Agency, 2017) (Slika 2). Informacije o karakteristikama zemljišta su dobijene digitalizacijom pedoloških karata koje su u razmjeri 1:50.000 (Slika 3), dok za analizu topografskih parametara kao osnovna baza podataka korišten je digitalni elevacioni model (DEM) (Slika 4).



Slika 2 Zemljišni pokrivač Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta



Slika 3 Pedološka karta Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta



Slika 4 Prostorni raspored nadmorskih visina Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

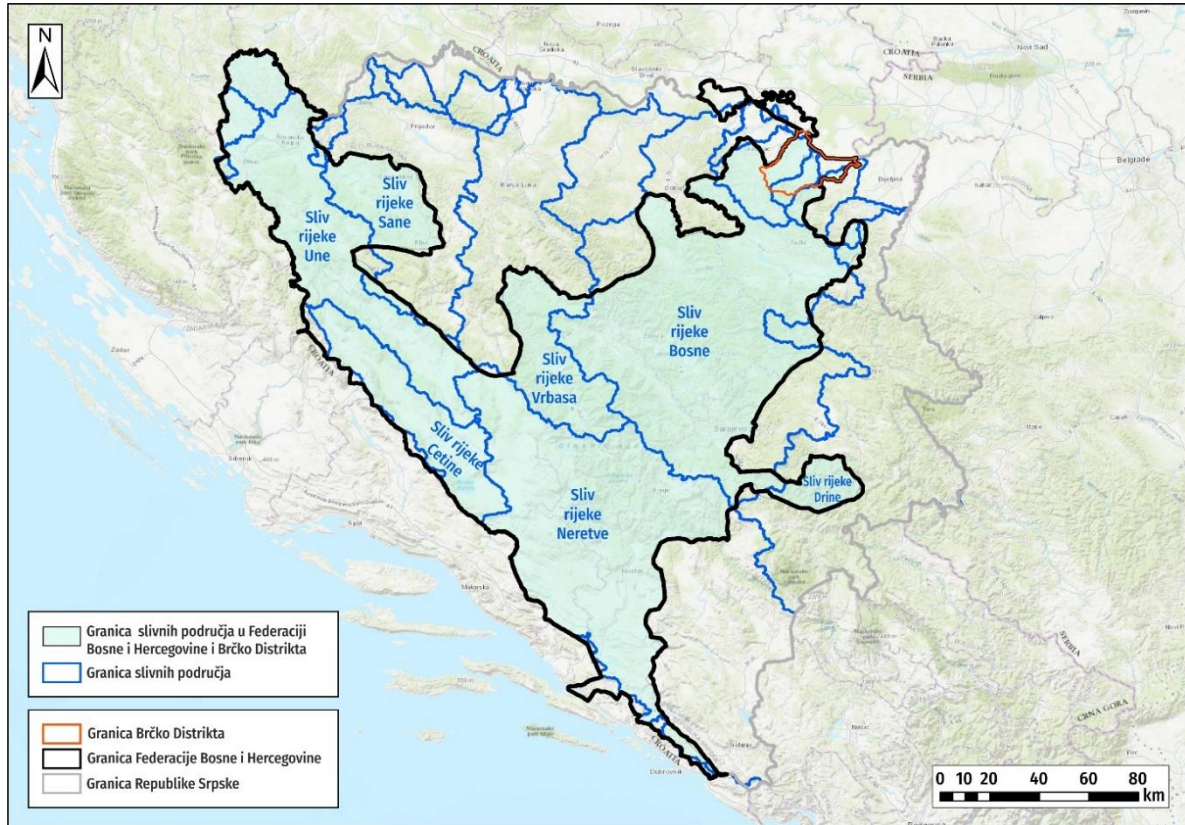


Tehnička pomoć za izradu planova zaštite od erozije i tehničke projektne dokumentacije za infrastrukturu za zaštitu od poplava za odabrana prioriteta područja u Bosni i Hercegovini: 2020/417-462

Kako bi se kreirala Karta erozije zemljišta, koja u što većem stepenu odgovara realnom prostoru i vremenu, primjenjene su metode daljinske detekcije tokom kojih je izvršeno prikupljanje i analiza dostupnih i relevantnih satelitskih snimaka. Korišteni su Landsat satelitski snimci misije 7 i 8, prostorne rezolucije od 30 m koje su preuzete sa zvanične internet stranice US Geological Survey (www.USGS.gov). Program daljinske detekcije Landsat je nastao u saradnji između NASA (National Aeronautics and Space Administration) i USGS (United States Geological Survey) i predstavlja najbogatiju bazu podataka satelitskih snimaka sa neprekidnim nizom snimanja od pola vijeka. Satelitski snimci Landsat misije za potrebe kreiranja Karte erozije su preuzeti za period od 10 godina (od 01. januara 2010. godine do 31. decembra 2020. godine). Izbor scena satelitskih snimaka je biran za svaki mjesec u toku godine koji ima najmanji procjenat oblačnosti. Kako bi se dobili što relevantniji rezultati korišteni su satelitski snimci u vegetacionom i vanvegetacionom periodu. Prije preuzimanja izvršena je i digitalna obrada snimaka. Analiza i obrada digitalnih snimaka se sastoji od određenih matematičkih operacija, funkcija i algoritama. Nakon primarne obrade satelitskih snimaka korišteni su i odgovarajući produkti izvedeni iz raspoloživih spektralnih kanala u vidu spektralnih indeksa. Korišteni su spektralni indeksi kao što su NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) i BSI (Bare Soil Index). Spektralni indeks NDVI koristi se za identifikaciju vegetacije i primijenjen je pri korekciji ulaznih parametara za proračun erozije zemljišta. Pored NDVI, primijenjen je i BSI (Bare Soil Index) koji je u funkciji za detekciju vidljivih erozionih procesa i identifikacije urbanizovanih i neporoznih površina. BSI indeks primijenjen je također u korekciji ulaznih parametara za proračun erozije zemljišta.

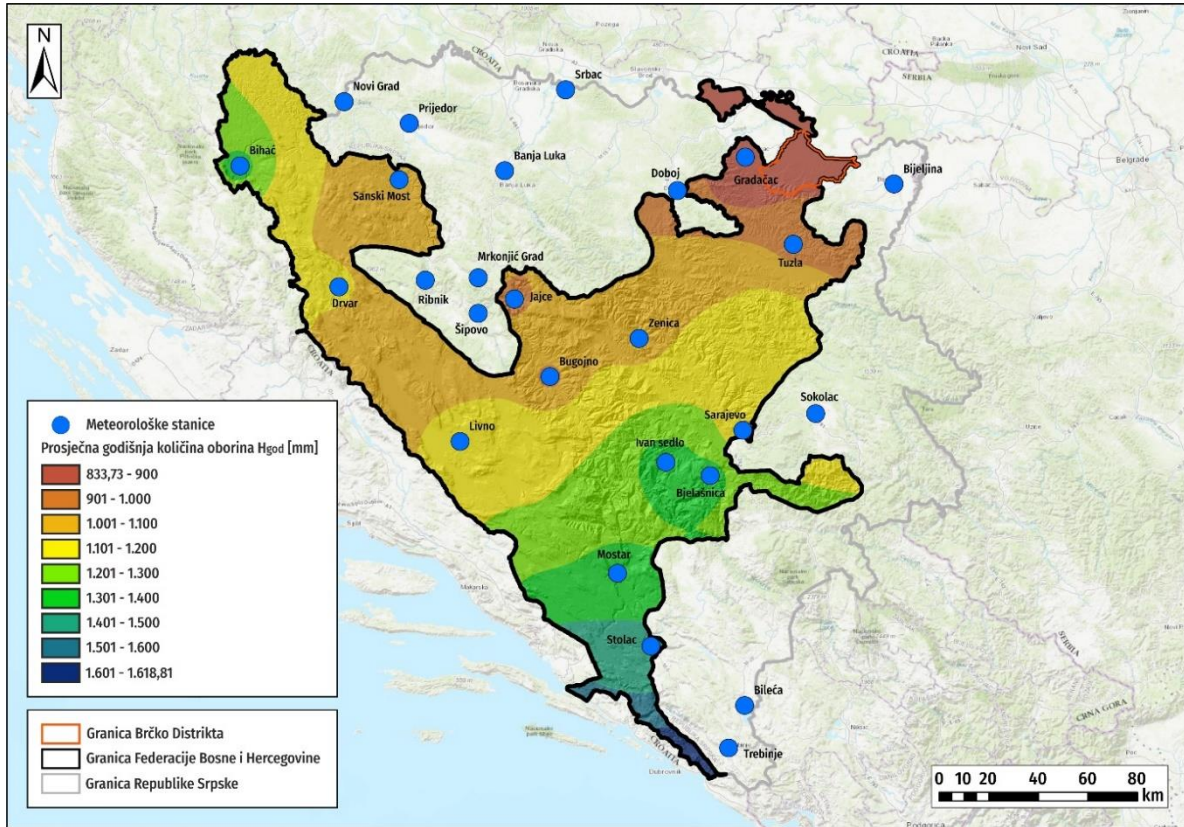
Za potrebe kreiranja Karte erozije Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta, slivno područje je predstavljalo osnovni prostorni analitički medijum. Analiza slivnog područja je esencijalni pristup u upravljanju, očuvanju i planiranju prirodnih resursa. Slivno područje sadrži tri glavna cilja u pogledu istraživanja intenziteta erozionih procesa. Prvi cilj, omogućava bolje razumijevanje mehanizma i procesa nastanka erozionih procesa u različitim oblicima, površinama i načinima upravljanja u slivu. Drugi cilj predstavlja primjenu erozionog modela za potrebe proračuna produkcije i pronos nanosa. Treći cilj proizilazi iz prva dva i predstavlja potrebu za integralnim upravljanjem slivnog područja u cilju zaštite životne sredine i planiranju zemljišnog prostora.

Za potrebe izdvajanje slivova postoje dva pristupa: tradicionalni i savremeni. U tradicionalnom pristupu, izdvajanje slivnih površina vrši se manuelno na osnovu topografske karte. Da bi se automatizovao proces izdvajanja slivova na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta primijenjeni su savremeni pristupi delinacije površina u GIS okruženju. Proces primjene savremenog pristupa zahtijeva određene podatke iz grupe rasterskih i vektorskih baza podataka. Izdvajanje slivnih površina u GIS okruženju je realizovano primjenom hidroloških modela kako bi se formirala prostorna baza podataka i omogućilo razumijevanje hidromorfoloških procesa. Slivna područja su analizirana i izvršena je delinacija na različitim nivoima razmjere. U prvoj fazi izdvojeni su makro slivovi kao što su: sliv rijeke Une, rijeke Sane, rijeke Vrbasa, rijeke Bosne, rijeke Cetina, rijeke Neretve, rijeke Drine (Slika 5). U okviru makro slivova, primijenjena je delinacija mezo i mikro slivnih površina, odnosno podslivova.

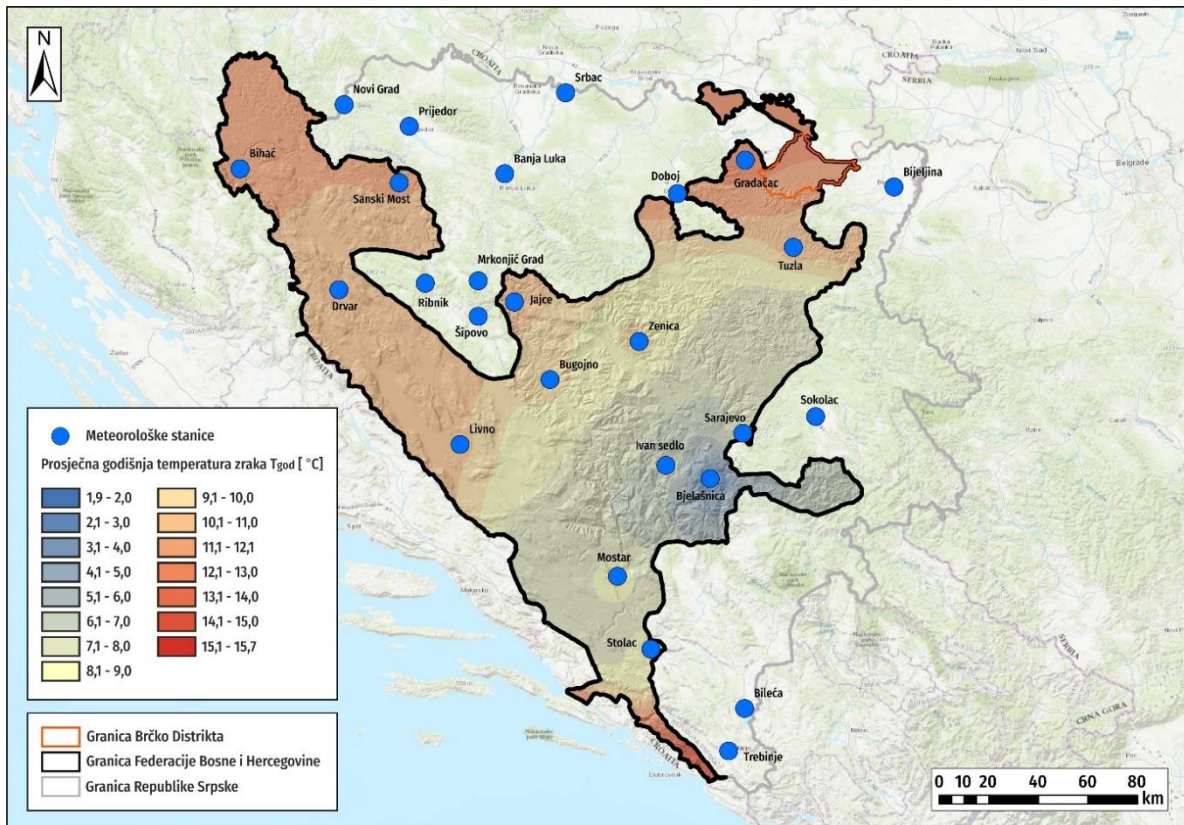


Slika 5 Slivna područja na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

Da bi se utvrdila produkcija i pronos erozionog materijala, primjenom Metode potencijala erozije, primarni zahtjev pored proračuna koeficijenta erozije Z , se odnosi na sintezu klimatskih parametara. Da bi se relevantno odredili klimatski parametri koji su neophodni u procjeni produkcije i pronosa erozionog materijala, u radu su primijenjene metode interpolacije. Za potrebe primjene Metode potencijala erozije korištena je metoda interpolacije inverznim distancama (eng. *Inverse Distance Weighting – IDW*) za potrebe prikaza srednjegodišnje količine oborina i srednje godišnje temperature zraka na osnovu izmjerenih podataka sa meteoroloških stanica. Srednje mjesečne temperature zraka i srednje mjesečne količine oborina analizirane su u periodu od 2000. do 2019. godine na raspoloživim meteorološkim stanicama dobijenih od Federalnog Hidrometeorološkog Zavoda Bosne i Hercegovine i Republičkog Hidrometeorološkog zavoda Republike Srpske. Prostorni raspored prosječne godišnje visine oborina dobijen je u rasterskoj formi u prostornoj rezoluciji od 100 m i prikazan je na Slika 6, dok je prosječna godišnja temperatura zraka u istoj prostornoj rezoluciji prikazana na Slika 7.



Slika 6 Prosječna godišnja visina padavina na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta



Slika 7 Prosječna godišnja temperatura zraka na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

3 IZRADA KARTE EROZIJE

3.1 IZRADA PRELIMINARNE BAZE EROZIJE ZEMLJIŠTA

Preliminarna baza erozije zemljišta predstavlja narednu fazu nakon formiranja geobaze i ključni korak u procesu planiranja terenskih istražnih radova. U okviru preliminarne baze erozije zemljišta, koeficijent erozije Z se dobija primjenom analitičkog izraza prikazanog u poglavlju 1 ovog Aneksa 1. (Usaglašavanje metodološkog postupka za izradu Karte erozije, na osnovu parametara Y , $X \cdot a$, ϕ i I_{sr}). Vrijednosti dobijenog koeficijenta erozije Z, prema originalnoj Metodi potencijala erozije, predstavlja kategoriju razornosti i jačine erozionih procesa na istraživanom području. Prema vrijednostima koeficijenta erozije, erozioni procesi se mogu svrstati u različite kategorije koje su prikazane u Tabela 1. Vrijednosti koeficijenta Z se kreću u opsegu od 0,1 do 1,5. Predstavljene vrijednosti koeficijenta erozije se u praksi mogu registrovati sa manjim ili većim odstupanjima samo u rijetkim i izuzetnim slučajevima.

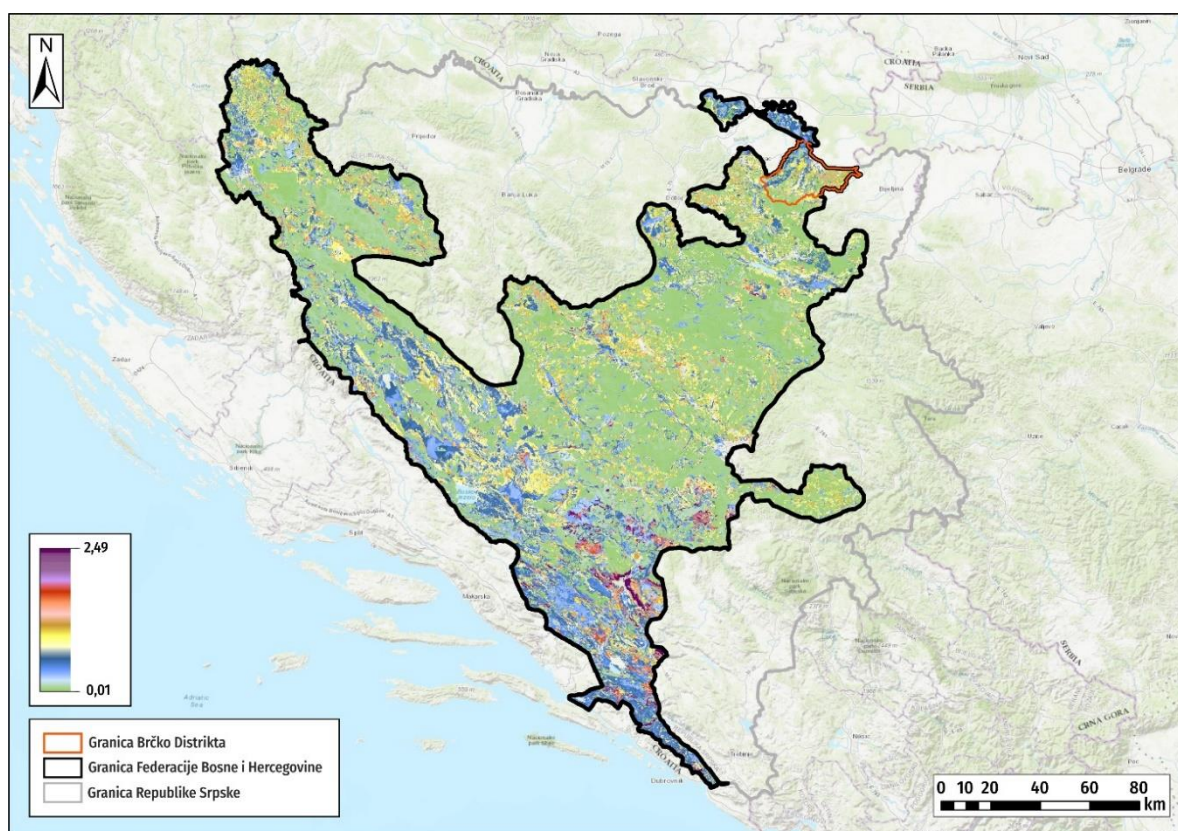
Generisanjem preliminarne baze erozije zemljišta sa prikazanim vrijednostima koeficijenta erozije Z predstavlja osnovni korak u procesu planiranja terenskih istražnih radova, kako bi se izvršila kalibracija ulaznih parametara i validacija dobijenih intenziteta erozionih procesa. Preliminarna baza erozije zemljišta je kreirana u GIS okruženju, i izlazni rezultat koeficijenta erozije Z je prikazan u rasterskoj formi sa prostornom rezolucijom od 100 m. Na Slika 8 prikazan je prostorni raspored preliminarne baze erozije zemljišta, sa minimalnom vrijednošću koeficijenta erozije od $Z_{min}=0,01$ do maksimalne vrijednosti od $Z_{max}=2,49$. Prosječna vrijednost koeficijenta erozije iznosi $Z_{sr}=0,208$, što svrstava područje Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta u kategoriju slabe površinske erozije (kategorija IV-3). Klasifikacijom preliminarne baze erozije zemljišta prema kategorijama razornosti prikazana je na Slika 9, dok je površinska zastupljenost prema kategorijama prikazana u Tabela 2. Prema prikazanoj tabeli, erozija je na istraživanom području zastupljena u svim kategorijama razornosti, gdje najveću zastupljenost ima vrlo slaba erozija.

Proračun koeficijenta erozije Z je analiziran samo na površinama koje su izložene djelovanju intenzivnih erozionih procesa (poljoprivredne površine, šume, livade, žbunasta i niska vegetacija, poluprirodna područja i sl.). Urbanizovana područja sa visokim učešćem neporoznih površina, rijeke, jezera, vlažnih staništa i slično su isključena iz analize zbog nepostojanja zemljišnih slojeva.

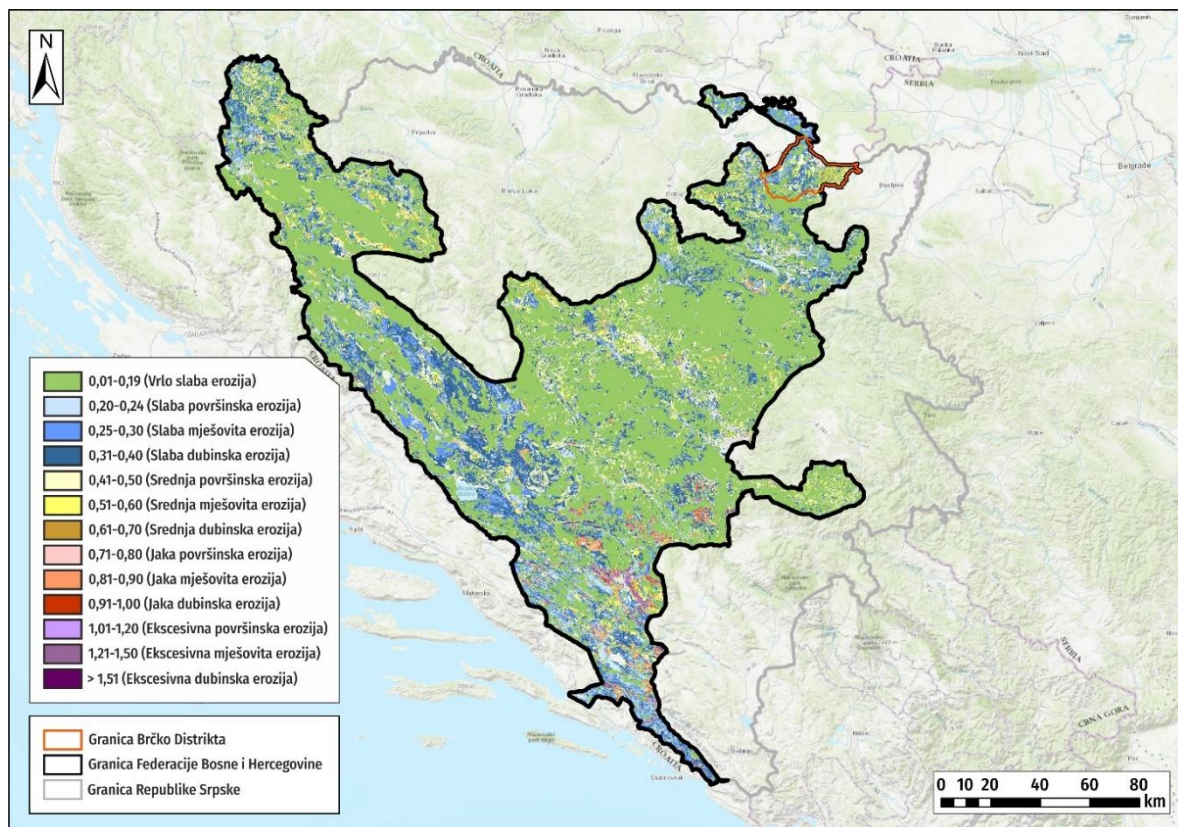
Tabela 1 Vrijednosti koeficijenta erozije Z prema Metodi potencijala erozije

Klasa erozije	Kategorije erozije	Jačina erozionih procesa	Tip vladajuće erozije	Koeficijent erozije Z	Srednja vrijednost koeficijenta erozije Z
1	I-1	Ekscesivna erozija	dubinska	>1,51	1,25
2	I-2		mješovita	1,21-1,50	
3	I-3		površinska	1,01-1,20	
4	II-1	Jaka erozija	dubinska	0,91-1,00	0,85
5	II-2		mješovita	0,81-0,90	
6	II-3		površinska	0,71-0,80	
7	III-1	Srednja erozija	dubinska	0,61-0,70	0,55

Klasa erozije	Kategorije erozije	Jačina erozionih procesa	Tip vladajuće erozije	Koeficijent erozije Z	Srednja vrijednost koeficijenta erozije Z
8	III-2		mješovita	0,51-0,60	
9	III-3		površinska	0,41-0,50	
10	IV-1	Slaba erozija	dubinska	0,31-0,40	0,30
11	IV-2		mješovita	0,25-0,30	
12	IV-3		površinska	0,20-0,24	
13	V-1	Vrlo slaba erozija	tragovi erozije	0,01-0,19	0,10



Slika 8 Prostorni raspored koeficijenta erozije Z na preliminarnoj geobazi erozije zemljišta (Studijska prva faza)



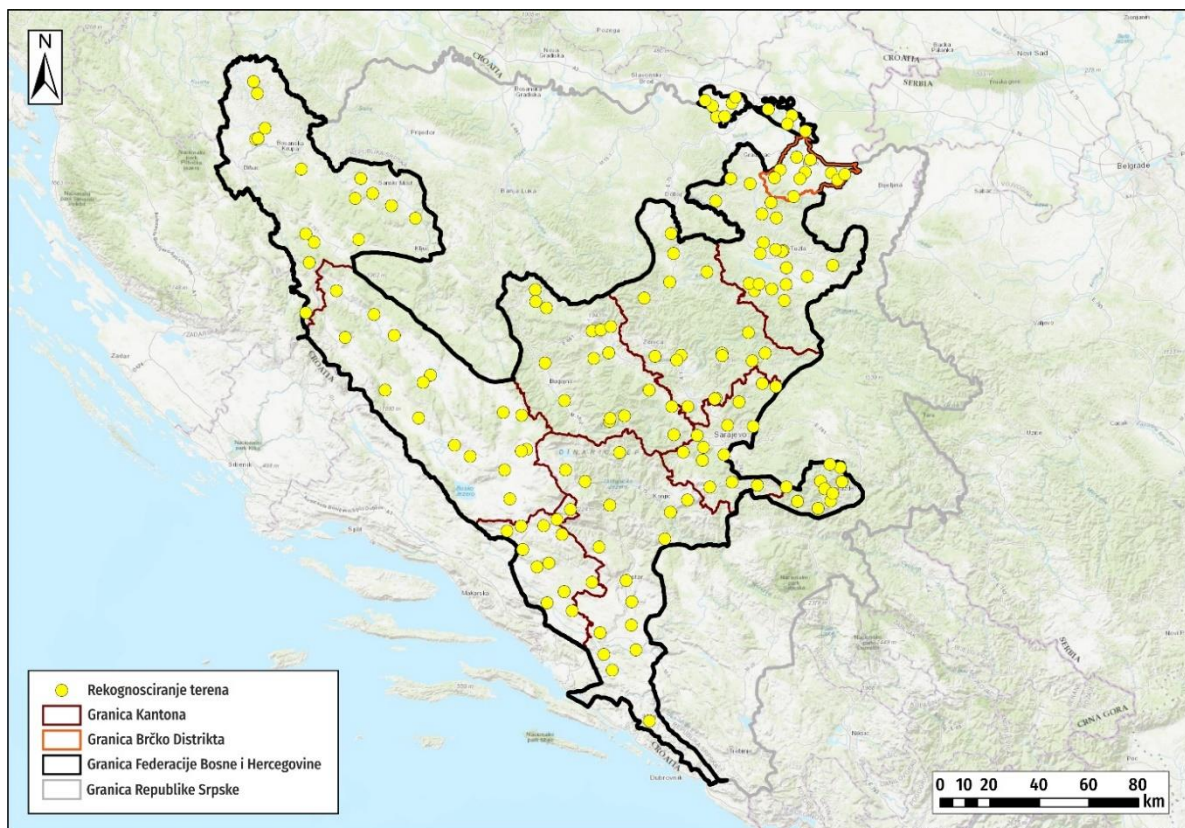
Slika 9 Preliminarna geobaza erozije zemljišta prema kategorijama razornosti (Studijska prva faza)

Tabela 2 Površinska zastupljenost kategorije razornosti preliminarne baze erozije zemljišta

Klasa erozije	Kategorije erozije	Jačina erozionih procesa	Tip vladajuće erozije	Koeficijent erozije Z	km2	%
1	I-1	Ekscesivna erozija	dubinska	>1,51	10,05	0,04
2	I-2		mješovita	1,21-1,50	57,96	0,23
3	I-3		površinska	1,01-1,20	89,81	0,35
4	II-1	Jaka erozija	dubinska	0,91-1,00	85,66	0,33
5	II-2		mješovita	0,81-0,90	124,9	0,49
6	II-3		površinska	0,71-0,80	177,43	0,69
7	III-1	Srednja erozija	dubinska	0,61-0,70	344,56	1,34
8	III-2		mješovita	0,51-0,60	977,51	3,80
9	III-3		površinska	0,41-0,50	2.475,59	9,61
10	IV-1	Slaba erozija	dubinska	0,31-0,40	3.772,69	14,65
11	IV-2		mješovita	0,25-0,30	2.056,09	7,98
12	IV-3		površinska	0,20-0,24	1.283,56	4,98
13	V-1	Vrlo slaba erozija	tragovi erozije	0,01-0,19	14.293,85	55,51
Ukupno					25.749,66	100

3.2 TERENSKI RADOVI

Terenski radovi podrazumijevaju rekognosciranje odnosno istraživanje terena sa detaljnim prikupljanjem odgovarajućih podataka o elementima koji ukazuju na pojavnu određene kategorije erozije - vidljivi tragovi erozije, stanje biljnog pokrivača, način korištenja zemljišta i sl., koji se dalje unose u odgovarajuće terenske obrazce. Struktura terenskih obrazaca je ključni element u kreiranju Karte erozije jer sadrži osnovne elemente iz prethodne studijske kolekcije podataka i rezultata analize ali i relevantne elemente koji se mogu utvrditi samo terenskim putem. Studijska kolekcija podataka sadrži opšte podatke o predmetnom području kao što je položaj u odnosu na administrativno područje (opština, kanton i dr.), kao i položaj u odnosu na vodno područje i podsliv. U sklopu studijske kolekcije podataka određene su osnovne fizičko-geografske karakteristike predmetnog područja, kao i elementi (parametri) dobijeni korištenjem preliminarne Karte erozije. U sklopu terenske kolekcije podataka zastupljeni su elementi za kalibraciju ulaznih parametara, kao što su vidljivi tragovi erozionih procesa, struktura zemljišnog pokrivača i načina korištenja zemljišta. Terenski obrasci sa pratećom foto dokumentacijom imaju značajnu funkciju u ocjeni tačnosti i korekciji ulaznih parametara, odnosno rezultata preliminarne Karte erozije, radi dobijanja kvantitativnih smjernica za kreiranje reprezentativne Karte erozije zemljišta. Izbor lokacija za obilazak je određen na osnovu zastupljenih kategorija erozije zemljišta koje su detektovane tokom izrade preliminarne karte kao i na osnovu dostavljenih podataka koje utiču na karakter terenskog rada kao što su zone minskih polja, putna infrastruktura, zone zaštićenih područja, hidrografska mreža, naseljena mjesta i sl. Na osnovu zadatih kriterijuma određeno je 156 lokacija za terenski obilazak i popunjavanje terenskih obrazaca koje su ravnomjerno raspoređene na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta sa težnjom da raspodjela bude ravnomjerna i u odnosu na broj i površinu kantona (Slika 10).



Slika 10 Prostorni raspored izabranih lokacija za terenske radove

Na slikama od 12 do 16 prikazani su primjeri ekscesivne, jake, srednje, slabe i veoma slabe erozije.



Slika 12 Prikaz ekscesivne erozije zemljišta



Slika 13 Prikaz jake erozije zemljišta



Slika 14 Prikaz srednje erozije zemljišta



Slika 15 Prikaz slabe erozije zemljišta



Slika 16 Prikaz veoma slabe erozije zemljišta

3.3 FINALNA GEOBAZA EROZIJE ZEMLJIŠTA

Nakon izvršenih terenskih radova i kolekcije relevantnih podataka, izvršena je korekcija studijske (preliminarne) geobaze erozije zemljišta i dobijena je finalna geobaza erozije zemljišta. Finalna geobaza erozije zemljišta za istraživano područje je dobijena primjenom analitičkog izraza na osnovu kalibrisanih ulaznih parametara. Kalibracije ulaznih parametara i nastale promjene kategorija intenziteta erozije su analizirane na osnovu ocjene tačnosti. Procjena tačnosti (eng. *accuracy assessment*) je ključna komponenta i fokus značajnih studija u okviru problematike ocjene tačnosti klasifikacije. U osnovi, procjena tačnosti određuje kvalitet informacije koja je proistekla primjenom terenskih istražnih radova, daljinske detekcije, laboratorijskih istražnih radova i slično. Ove procjene, mogu da budu kvalitativne i kvantitativne. Kvalitativne procjene predstavljaju poređenje dobijenih podataka u odnosu na stvarno stanje na terenu. Kvantitativne procjene pokušavaju da identifikuju i kvantifikuju grešku. U ovim procjenama, porede se podaci dobijenih tematskih karata sa referentnim podacima (eng. *ground truth*) koji su prikupljeni adekvatnim obilaskom terena.

Najefikasniji i najčešći način prikazivanja tačnosti klasifikacije podataka je u formi matrice konfuzije (eng. *confusion matrix*) ili matrica greške (eng. *error matrix*). Matrica konfuzije upoređuje po kategorijama razornosti (klase koeficijenta erozije Z) odnos između stvarnih kategorija ustanovljenih na terenu i odgovarajućih kategorija dobijenih na osnovu studijske (preliminarne geobaze erozije zemljišta). Ovakve matrice predstavljaju kvadratne matrice brojeva sa kolonama i redovima, gdje kolone predstavljaju referentne podatke sa terena, a redovi kategorije dobijene studijskim (preliminarnim) radom (Tabela 3).

Rezultati koji su prikazani na dijagonalni tabele su podaci koji su istovjetno klasifikovani za svaku kategoriju (vrijednosti koje se podudaraju). Matrica konfuzije, pored tačnosti svake klasifikovane kategorije, prikazuje i "greške uključivanja" i "greške isključivanja" koje se javljaju u klasifikaciji. Greške uključivanja nastaju kada su pikseli (odnosno površine) jedne kategorije identifikovani da pripadaju drugoj kategoriji, a greške isključivanja nastaju kada pikseli (površine) nisu dodijeljeni određenoj kategoriji.

Prema Tabela 3 prikazana je matrica konfuzije u analizi svojstva i prostornosti promjena kategorijskih mapa koje predstavljaju kategorije koeficijenata erozije. Promjene kategorisanih koeficijenata erozije, zapravo kategorije razornosti, su tumačene preko matrice konfuzije za istraživano područje Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta. Dijagonalne vrijednosti predstavljaju zastupljenost svake kategorije razornosti (kategorisanih koeficijenata erozije) koja je identifikovana istovjetno u obje faze rada. Desna kolona predstavlja površinsku zastupljenost studijske (preliminarne) karte dok donji red predstavlja površinsku zastupljenost nakon izvršenih terenskih radova i korekcije ulaznih parametara. Matrica se proračunava za svaku kategoriju razornosti posebno. Površina koja je ostala istovjetna dobija se zbirom dijagonala u matrici.

Analizirajući razlike između studijske (preliminarne) geobaze erozije zemljišta i nakon terenskih radova, u Tabela 3 prikazana je matrica konfuzije za geobaze erozije zemljišta na područje Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta. Prema Tabela 3, matrica konfuzije pokazuje razlike u klasi 1 (ekscesivna erozija dubinskog tipa). Na osnovu studijske geobaze erozije zemljišta pod ovom kategorijom je identifikovana površina od 10,05 km², odnosno 0,04% od ukupne istraživane površine. Na osnovu terenskih istražnih radova i kalibracije ulaznih parametara, na finalnoj geobazi erozije zemljišta, pod ovom kategorijom je tačno detektovana površina od 55,23 km², odnosno 0,21% od ukupne površine. Razlike u površinskoj zastupljenosti erozionih procesa su zabilježene i pod klasom 2

(ekscesivna erozija mješovitog tipa) gdje je nakon terenskih istražnih radova detektovana ukupna površina od 122,67 km² (odnosno 0,48%). Analizirajući ekscesivnu eroziju površinskog tipa (klasa 3), nakon terenskih istražnih radova, tačno je identifikovana površina od 187,63 km², odnosno 0,73% od ukupne istraživane površine. U odnosu na kategoriju jake erozije dubinskog tipa, ukupno je utvrđena površina od 127,93 km², ili 0,50% površine istraživanog područja. U okviru kategorije jake erozije mješovitog tipa (klasa 5) utvrđena je površina od 135,47 km² (0,53%), dok je pod klasom 6 (jaka erozija površinskog tipa) detektovana ukupna površina od 212,79 km² (0,83%). Pod kategorijom srednje erozije dubinskog tipa (klasa 7) ukupno je detektovana površina od 491,19 km², odnosno 1,91% od ukupne istraživane površine. U okviru kategorije srednje erozije mješovitog tipa (klasa 8) utvrđena je ukupna površina od 1.339,51 km² (5,20%). Analizom kategorije srednje površinske erozije, na osnovu terenskih istražnih radova, identifikovano je ukupna površina od 2.990,17 km², odnosno 11,61%.

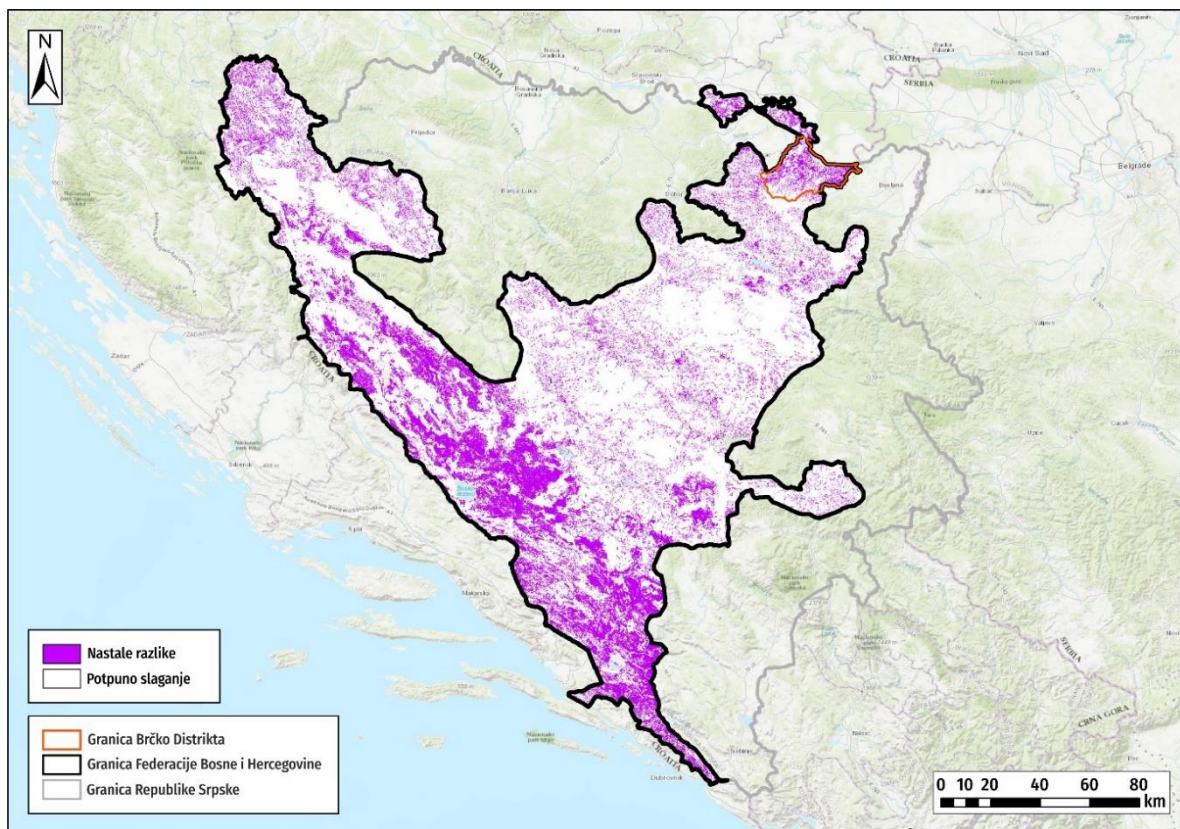
Nakon terenskog rada i kalibracije ulaznih parametara na kategorijama slabe i vrlo slabe erozije došlo je do identifikacije razlika u površinskoj zastupljenosti. Prema matrici konfuzije, a u analizi slabe erozije dubinskog tipa (klasa 10), ukupno je detektovana površina od 3.533,2 km² (13,72%). Analizom kategorije slabe erozije mješovitog tipa (klasa 11), ukupno je identifikovana površina od 1.476,02 km² (5,73%). Klasa 12 predstavlja kategoriju slabe erozije površinskog tipa, i na istraživanom području tačno je detektovana površina od 894,24 km² (3,47%). Erozijski procesi pod kategorijom vrlo slabe erozije (klasa 13) je identifikovala jako malu promjenu u površinama između preliminarne i finalne geobaze erozije zemljišta. U odnosu na matricu konfuzije, identifikovana je ukupna površina od 14.183,61 km², odnosno zauzima 55,08% od ukupne istraživane površine.

Kako bi se uvidjela prostorna distribucija (odnosno slaganja) kategorija razornosti i tipova erozionih procesa, na Slika 17 prikazane su razlike koje su nastale nakon terenskih radova i korekcije studijske (preliminarne) geobaze erozije zemljišta. Pored prostorne distribucije, na Slika 18 grafički su prikazane razlike za svaku kategoriju posebno u odnosu na obje geobaze erozije zemljišta. Histogram raspodjele vrijednosti koeficijenta erozije Z prikazan je na Slika 19. U odnosu na prosječne vrijednosti koeficijenta erozije Z, obje analizirane geobaze erozije zemljišta su u kategoriji slabe površinske erozije, gdje je veća vrijednost zabilježena u finalnoj geobazi, nakon obavljenih terenskih radova. U pogledu minimalnih vrijednosti koeficijenta erozije Z, veće vrijednosti su zabilježene u preliminarnoj geobazi erozije zemljišta, dok je maksimalna vrijednost koeficijenta erozije Z identifikovana u finalnoj geobazi erozije zemljišta.

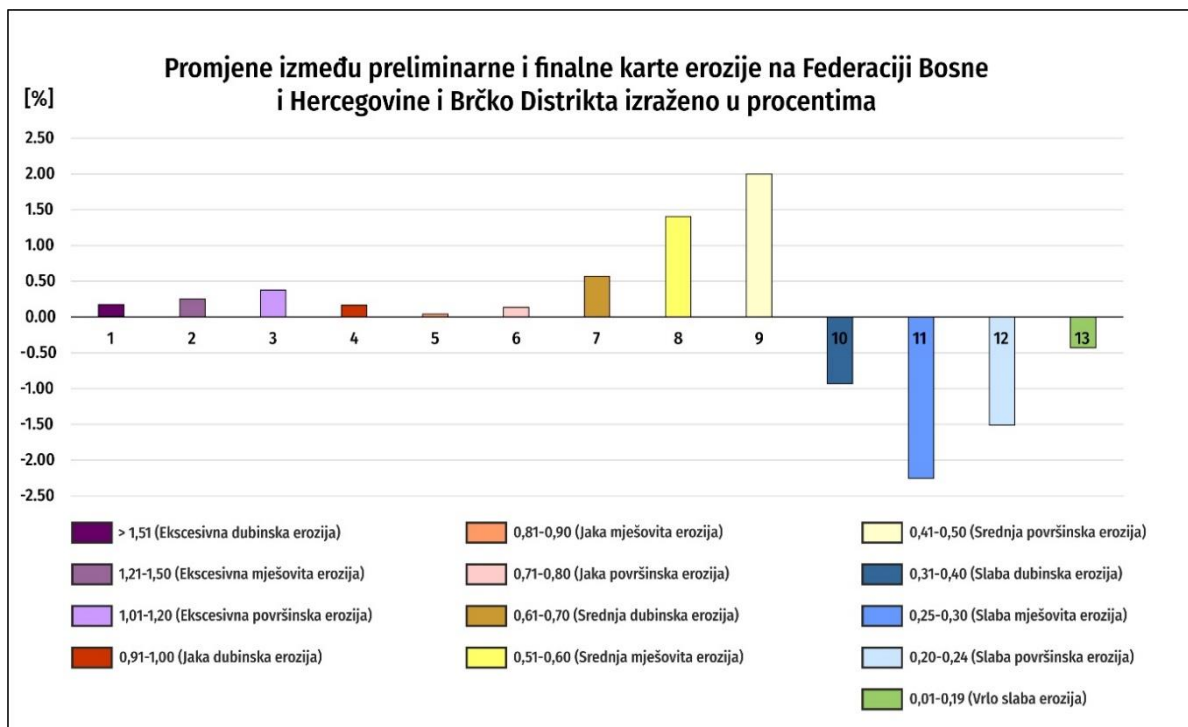
Tabela 3 Matrica konfuzije promjene kategorija erozije na osnovu studijske karte i terenskog istražnog rada na području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta (izražene u km²)

Z finalna baza															
	Klase erozije Z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Σ Z prva faza
Z prva faza	1	9,91	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,05
	2	38,14	19,31	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57,96
	3	7,17	67,57	14,44	0,57	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	89,81
	4	0,01	29,7	49,68	5,18	1,04	0,05	0	0	0	0	0	0	0	85,66
	5	0	5,88	80,11	26,67	9,88	2,14	0,22	0	0	0	0	0	0	124,9
	6	0	0,07	39,42	63,05	36,13	27,7	10,43	0,63	0	0	0	0	0	177,43
	7	0	0	3,44	31,53	62,43	82,86	121,1	42,01	1,19	0	0	0	0	344,56
	8	0	0	0,03	0,93	25,52	84,79	251,59	485,4	127,59	1,66	0	0	0	977,51
	9	0	0	0	0	0,41	15,25	102,94	704,63	1.406,55	244,56	1,24	0,01	0	2.475,59
	10	0	0	0	0	0	0	4,91	106,66	1.395,81	2.086,23	175,21	3,53	0,34	3.772,69
	11	0	0	0	0	0	0	0	0,18	58,47	1.085,99	806,42	100,14	4,89	2.056,09
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,56	114,13	451,17	520,95	196,75	1.283,56
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,63	41,98	269,61	13.981,63	14.293,85
	Σ Z finalna baza	55,23	122,67	187,63	127,93	135,47	212,79	491,19	1.339,51	2.990,17	3.533,2	1.476,02	894,24	14.183,61	25.749,66

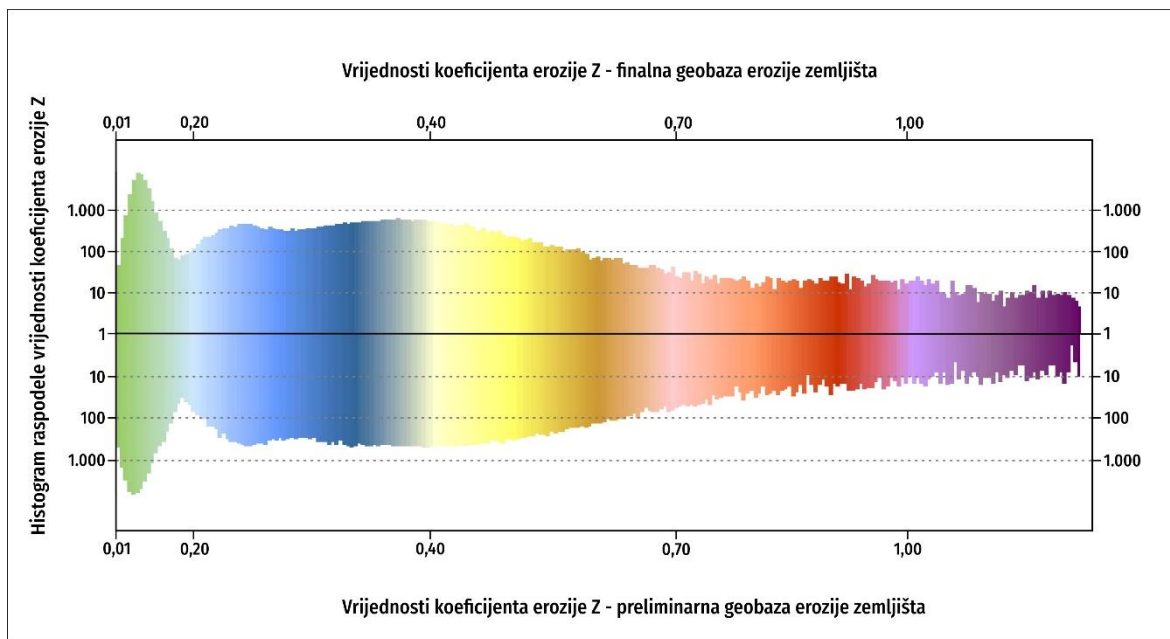
Legenda klase erozije Z: 1 – Ekscesivna erozija (I-1); 2 – Ekscesivna erozija (I-2); 3 – Ekscesivna erozija (I-3); 4 – Jaka erozija (II-1); 5 – Jaka erozija (II-2); 6 – Jaka erozija (II-3); 7 – Srednja erozija (III-1); 8 – Srednja erozija (III-2); 9 – Srednja erozija (III-3); 10 – Slaba erozija (IV-1); 11 – Slaba erozija (IV-2); 12 – Slaba erozija (IV-3); 13 – Vrlo slaba erozija (V)



Slika 17 Komparacija između studijske (preliminarne) i finalne geobaze erozije zemljišta na području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

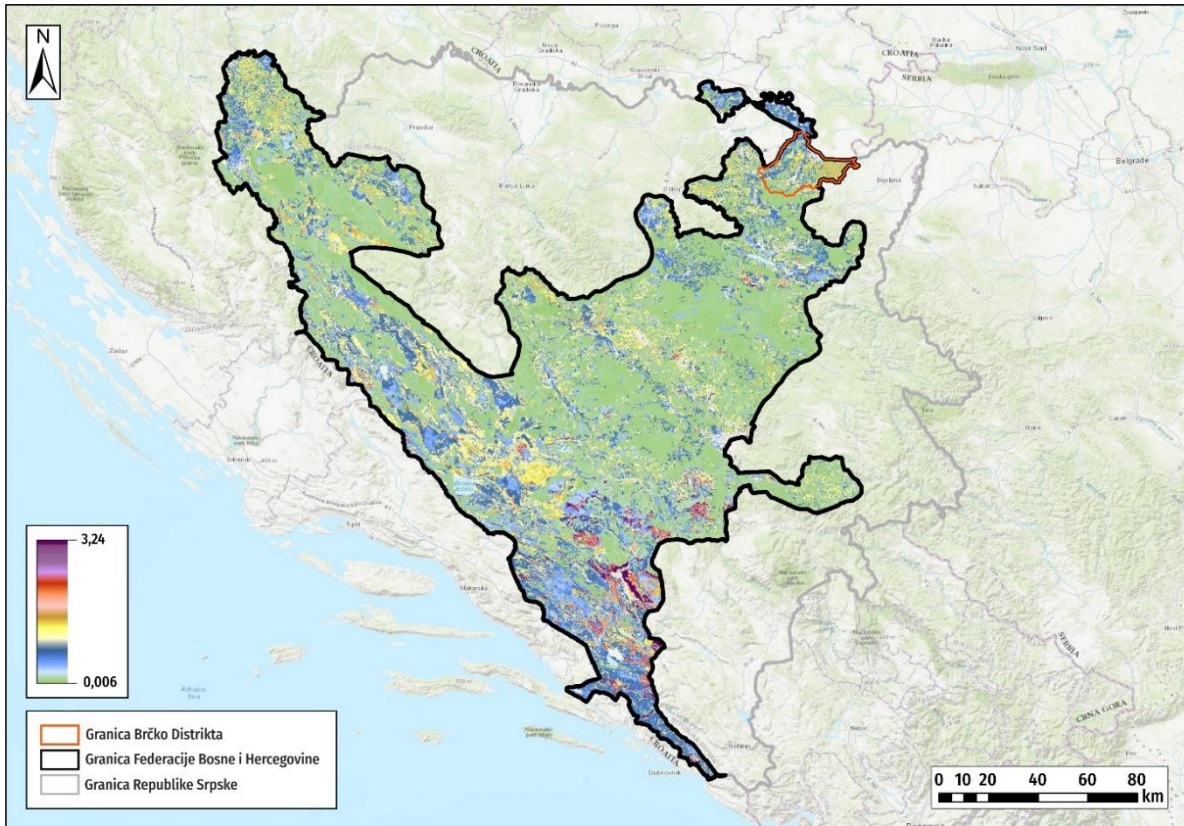


Slika 18 Promjene između preliminarne i finalne geobaze erozije zemljišta na području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

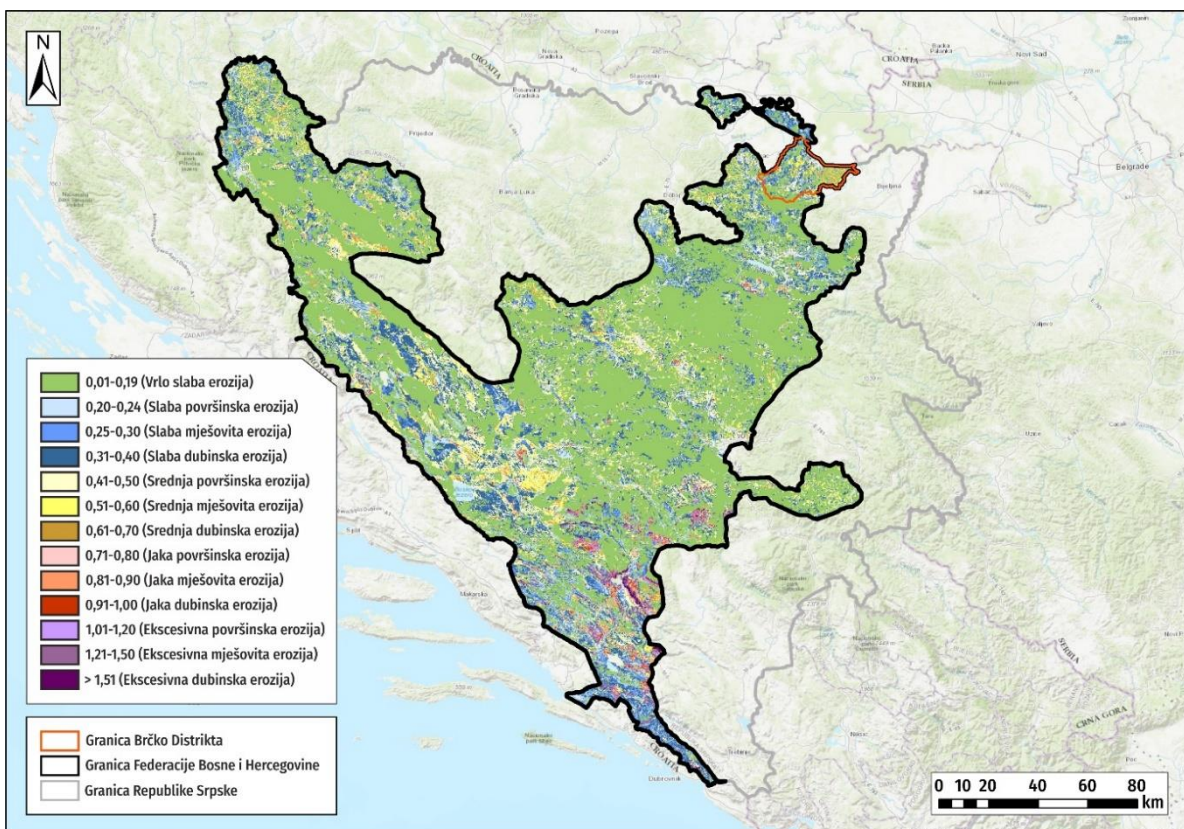


Slika 19 Histogram raspodjele preliminarne i finalne geobaze erozije zemljišta na području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

Finalna geobaza erozije zemljišta je prikazana u rasterskoj bazi podataka u prostornoj rezoluciji od 100 metara. Postorni raspored koeficijenta erozije Z je prikazan na Slika 20, dok su kategorije razornosti prikazane na Slika 21. Vrijednost dobijenog koeficijenta erozije Z, prikazana je prema originalnoj Metodi potencijala erozije i predstavlja kategoriju razornosti i jačine erozionih procesa na istraživanom području. Na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta, vrijednosti koeficijenta erozije Z su izražene kroz prosječne, minimalne i maksimalne vrijednosti. Prosječna vrijednost koeficijenta erozije Z za cjelokupno istraživano područje iznosi $Z_{sr}=0,23$, što svrstava istraživano područje u kategoriju slabe površinske erozije, sa rasponom vrijednosti koeficijenta Z od 0,006 do 3,24 (Slika 20). U Tabela 4 prikazana je zastupljenost pojedinih kategorija erozije, na osnovu vrijednosti koeficijenta erozije Z. Prema Tabela 4 i na Slika 21, erozija je na istraživanom području zastupljena u svim kategorijama razornosti. Najveću zastupljenost ima vrlo slaba erozija sa površinom od 14.183,61 km², odnosno 55,08% od ukupne analizirane površine. Ukupna analizirana površina koja je podložna erozionim procesima iznosi 25.749,66 km², odnosno 96,91% od ukupne površine Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta. Kategorija slabe erozije (posmatrajući sva tri tipa vladajuće erozije), predstavlja drugu kategoriju koja je dominantna na istraživanom području i zauzima ukupnu površinu od 5.903,46 km², odnosno 22,93% od ukupne površine. Kategorija srednje erozije koja je također zastupljena sa sva tri eroziona tipa (dubinski, mješoviti i površinski tip) zauzima površinu od 4.820,87 km², odnosno 18,72%. Proces dubinskog, mješovitog i površinskog tipa iz kategorija jake erozije zauzimaju površinu od 476,19 km², odnosno 1,85% od ukupne analizirane površine. Kategorija ekscesivne erozije sa sva tri eroziona tipa zauzima površinu od 365,53 km², odnosno 1,42% od ukupne analizirane površine koja je podložna erozionim procesima.



Slika 20 Prostorni raspored koeficijenta erozije Z na finalnoj geobazi erozije zemljišta



Slika 21 Finalna geobaza erozije zemljišta prema kategorijama razornosti

Tabela 4 Površinska zastupljenost kategorije razornosti finalne geobaze erozije zemljišta

Klasa erozije	Kategorije erozije	Jačina erozionih procesa	Tip vladajuće erozije	Koeficijent erozije Z	km ²	%
1	I-1	Ekscesivna erozija	dubinska	>1,51	55,23	0,21
2	I-2		mješovita	1,21-1,50	122,67	0,48
3	I-3		površinska	1,01-1,20	187,63	0,73
4	II-1	Jaka erozija	dubinska	0,91-1,00	127,93	0,50
5	II-2		mješovita	0,81-0,90	135,47	0,53
6	II-3		površinska	0,71-0,80	212,79	0,83
7	III-1	Srednja erozija	dubinska	0,61-0,70	491,19	1,91
8	III-2		mješovita	0,51-0,60	1.339,51	5,20
9	III-3		površinska	0,41-0,50	2.990,17	11,61
10	IV-1	Slaba erozija	dubinska	0,31-0,40	3.533,2	13,72
11	IV-2		mješovita	0,25-0,30	1.476,02	5,73
12	IV-3		površinska	0,20-0,24	894,24	3,47
13	V-1	Vrlo slaba erozija	tragovi erozije	0,01-0,19	14.183,61	55,08
Ukupno					25.749,66	100

Nakon definisanja geobaze erozije zemljišta i koeficijenta erozije Z, kao i vremenskih dinamičkih parametara (srednje godišnje količine oborina i srednje godišnje temperature zraka) pristupilo se proračunu produkcije erozionog materijala prema prikazanim formulama u poglavlju 1 ovog Aneksa 1. Ukupna produkcija erozionog materijala se definiše kao gubitak zemljišnog materijala usljed dejstva erozionih faktora, izražen u metrima kubnim za posmatrani period na datom području. Ukupna produkcija erozionog materijala, može da se izrazi kao i specifična vrijednost (po kilometru kvadratnom istraživanog područja). Primjenom formule za proračun specifične produkcije erozionog materijala u GIS okruženju, dobijene su geobaze specifične produkcije u rasterskoj bazi sa prostornom rezolucijom od 100 m. Kako bi se definisali intenziteti produkcije erozionog materijala i ugroženost istraživanog područja, definisane su kategorije produkcije i jačine erozionih procesa prema originalnoj podjeli Metode potencijala erozije koje su prikazane u Tabela 5.

Tabela 5 Kategorije produkcije nanosa i jačine erozionih procesa

Klasa produkcije nanosa	Kategorija produkcije nanosa	Jačina erozionih procesa	Tip vladajuće erozije	Specifična produkcija m ³ ·km ⁻² ·god ⁻¹
1	I-1	Područje ekscesivne erozije	dubinskog (preteranog) tipa	> 4.000
2	I-2	Područje ekscesivne erozije	površinskog tipa	3.000 – 4.000
3	II-1	Područje jake erozije	dubinskog tipa	2.000 – 3.000
4	II-2	Područje jake erozije	površinskog tipa	1.500 – 2.000
5	III-1	Područje srednje erozije	dubinskog tipa	1.200 – 1.500

Klasa produkcije nanosa	Kategorija produkcije nanosa	Jačina erozionih procesa	Tip vladajuće erozije	Specifična produkcija $m^3 \cdot km^{-2} \cdot god^{-1}$
6	III-2	Područje srednje erozije	površinskog tipa	1.000 – 1.200
7	IV	Područje slabe erozije	mješovitog tipa	500 – 1.000
8	V	Područje vrlo slabe erozije	mješovitog tipa	0,00 – 500

Geobaza specifične produkcije erozionog materijala je prikazana u rasterskoj bazi podataka u prostornoj rezoluciji od 100 metara. Prostorni raspored specifične produkcije erozionih materijala je prikazan na Slika 22, dok su kategorije produkcije nanosa prikazane na Slika 23. Vrijednosti dobijene specifične produkcije erozionog materijala predstavljaju kategorije razornosti i jačine erozionih procesa na istraživanom području. Na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta, vrijednosti specifične produkcije erozionog materijala su izražene kroz prosječne, minimalne i maksimalne vrijednosti. Prosječna vrijednost specifične produkcije erozionog materijala za cjelokupno istraživano područje iznosi $W_{godsp}=546,57 m^3 \cdot km^{-2} \cdot god^{-1}$, što svrstava istraživano područje u kategoriju slabe erozije mješovitog tipa, sa rasponom vrijednosti specifične produkcije erozionog materijala od $1,54 m^3 \cdot km^{-2} \cdot god^{-1}$ do $20.912,58 m^3 \cdot km^{-2} \cdot god^{-1}$ (Slika 22). U Tabela 6 prikazana je zastupljenost pojedinih kategorija specifične produkcije erozionog materijala, koja je analizirana na površinama koje su izložene djelovanju intenzivnih erozionih procesa (poljoprivredne površine, šume, livade, žbunasta i niska vegetacija, polu-prirodna područja i sl.). Urbanizovana područja sa izraženim učešćem neporoznih površina, rijeke, jezera, vlažna staništa i slično su isključena iz analize. Prema Tabela 6 i na Slika 23, specifična produkcija erozionog materijala na istraživanom području je zastupljena u svim kategorijama razornosti i produkcije nanosa. Najveću zastupljenost ima područje vrlo slabe erozije, sa pojavom mješovitog tipa erozionih procesa, odnosno 60,74% od ukupne analizirane površine. Ukupna analizirana površina koja je podložna erozionim procesima iznosi $25.749,66 km^2$, odnosno 96,91% od ukupne površine Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta. Područje sa slabom erozijom i pojavom mješovitog tipa erozionih procesa, predstavlja drugu kategoriju koja je dominantna na istraživanom području i zauzima ukupnu površinu od $5.414,74 km^2$, odnosno 21,03% od ukupne površine. Kategorija na kojoj je zastupljena srednja erozija površinskog tipa je također zastupljena i zauzima površinu od $1.600,84 km^2$, odnosno 6,22%. Područja na kojima je zastupljena srednja erozija sa dubinskim tipom i specifičnom produkcijom erozionog materijala sa rasponom vrijednosti od $1.200 m^3 \cdot km^{-2} \cdot god^{-1}$ do $1.500 m^3 \cdot km^{-2} \cdot god^{-1}$ zauzima ukupnu površinu od $1.324,61 km^2$, odnosno 5,14% od ukupne analizirane površine. Područje sa jakim erozijom i pojavom površinskog tipa erozionih procesa zauzima površinu od $793,96 km^2$, odnosno 3,08% od ukupne analizirane površine. Kategorija koja je karakterisana pod jakim erozijom dubinskog tipa, zauzima površinu od $427,50 km^2$, odnosno 1,66% od ukupne analizirane površine. U područja koja su pod kategorijom ekscesivne erozije površinskog tipa spadaju osuline, plazine, jaka brazdasta erozija, jaka kraška erozija, jaka laminarna erozija koje imaju prosečne godišnje količine nanosa iznad $W_{godsp}=3.000 m^3 \cdot km^{-2} \cdot god^{-1}$. Ova kategorija ekscesivne erozije površinskog tipa, na istraživanom području zauzima površinu od $216,35 km^2$, odnosno 0,84% od ukupne analizirane površine. Pod kategorijom ekscesivne erozije dubinskog tipa su glavne karakteristike ove kategorije kao što su teška jaružasta erozija, oburvine, pojave klizišta, urvinski procesi najtežeg tipa, koje imaju prosječnu godišnju količinu nanosa iznad $W_{godsp}=3.000 m^3 \cdot km^{-2} \cdot god^{-1}$. Prema datoj Tabela 6, ukupna površina ekscesivne erozije dubinskog tipa zauzima površinu od $332,10 km^2$, odnosno 1,29% od ukupne analizirane površine. Pored specifične produkcije erozionog materijala,

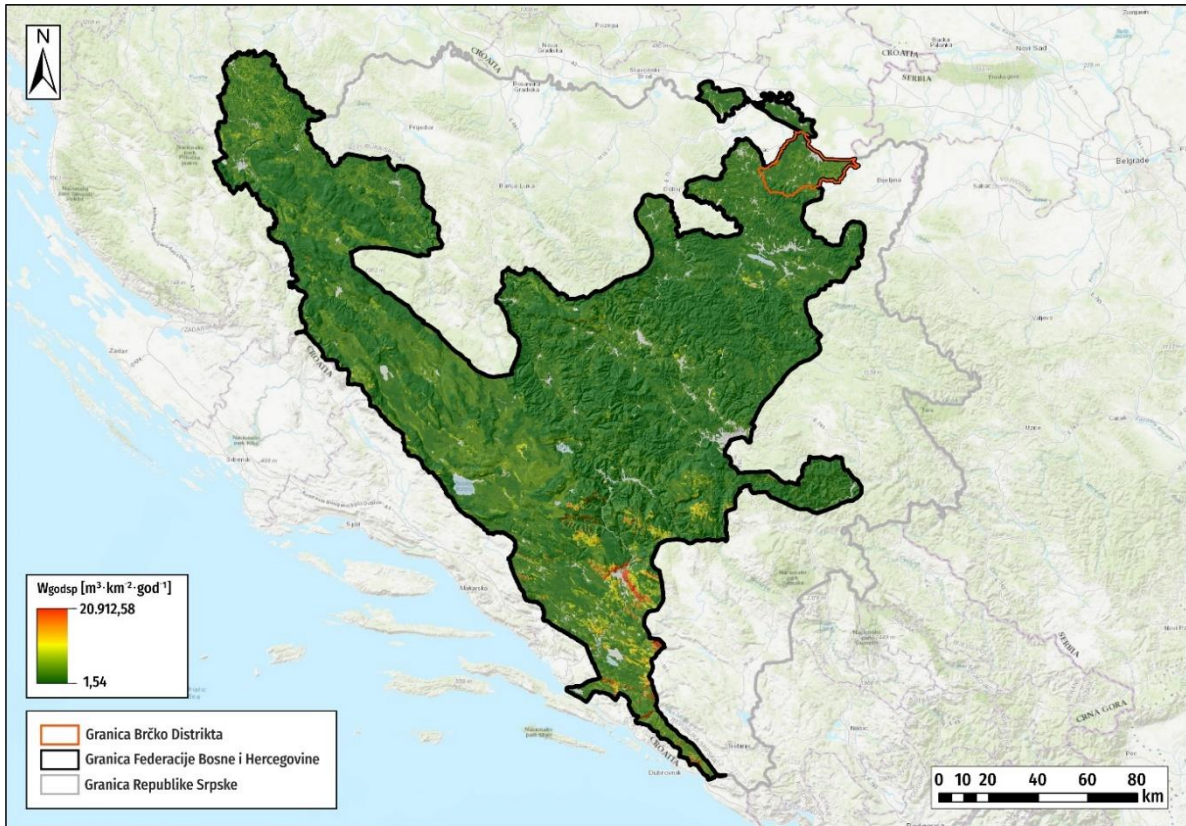
izračunata je i ukupna godišnja produkcije erozionog materijala koja je prikazana u Tabela 7, a izračunata je posebno na nivou granica Federacije Bosne i Hercegovine, Brčko Distrikta i na ukupnoj istraživanoj površini. Ukupna godišnja produkcija erozionog materijala samo na teritorije Federacije Bosne i Hercegovine iznosi $W_{god}=13.811.565,78 \text{ m}^3$, dok je specifična produkcija $W_{godsp}=546,05 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. Analizom u okviru istraživanog područja Brčko Distrikta, ukupna godišnja produkcija erozionog materijala iznosi $W_{god}=263.374,41 \text{ m}^3$, dok je specifična produkcija $W_{godsp}=577,75 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. Ukupna godišnja produkcija na istraživanom području iznosi $W_{god}=14.074.940,2 \text{ m}^3$.

Tabela 6 Površinska zastupljenost produkcije nanosa na području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

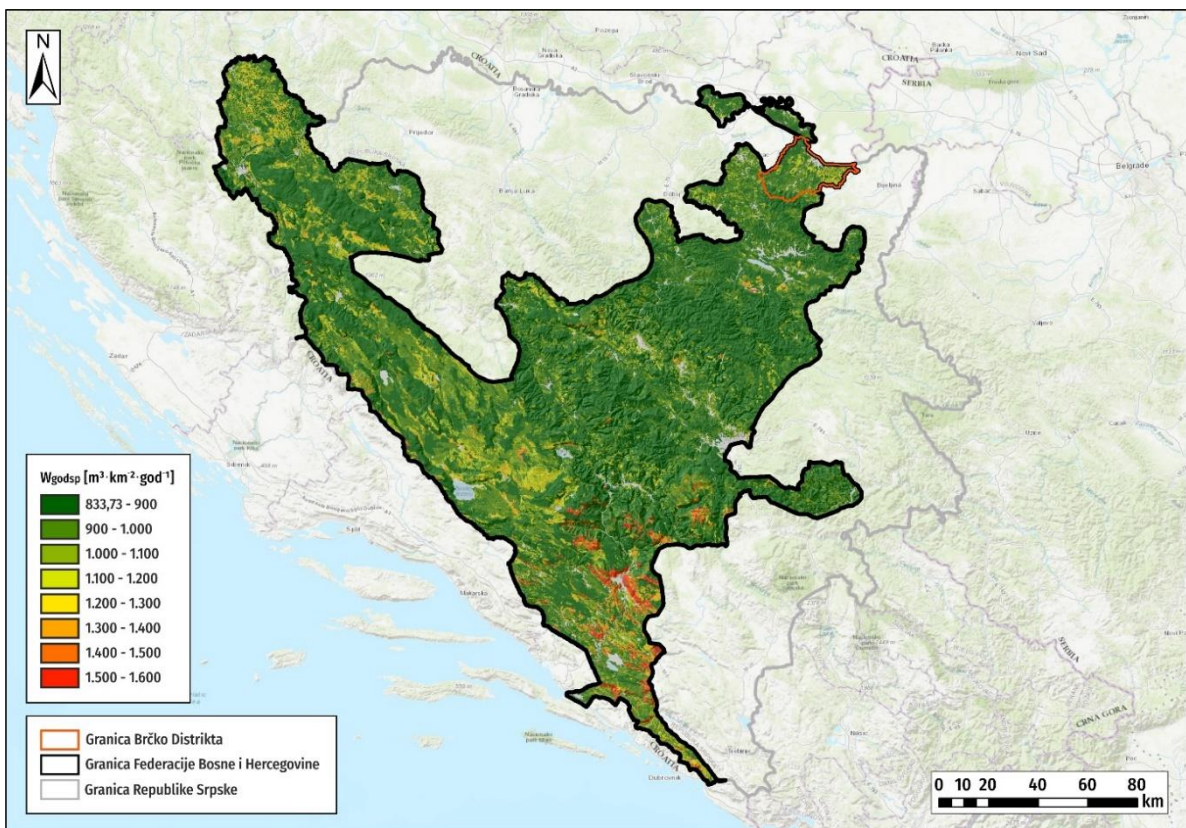
Klasa produkcije nanosa	Kategorija produkcije nanosa	Jačina erozionih procesa	Tip vladajuće erozije	Specifična produkcija $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$	km^2	%
1	I-1	Područje ekscesivne erozije	dubinskog (preteranog) tipa	> 4.000	332,10	1,29
2	I-2	Područje ekscesivne erozije	površinskog tipa	3.000 – 4.000	216,35	0,84
3	II-1	Područje jake erozije	dubinskog tipa	2.000 – 3.000	427,50	1,66
4	II-2	Područje jake erozije	površinskog tipa	1.500 – 2.000	793,96	3,08
5	III-1	Područje srednje erozije	dubinskog tipa	1.200 – 1.500	1324,61	5,14
6	III-2	Područje srednje erozije	površinskog tipa	1.000 – 1.200	1600,84	6,22
7	IV	Područje slabe erozije	mješovitog tipa	500 – 1.000	5414,74	21,03
8	V	Područje vrlo slabe erozije	mješovitog tipa	2,26 – 500	15639,56	60,74
Ukupno					25.749,66	100,00

Tabela 7 Vrijednosti ukupne godišnje produkcije erozionog nanosa i specifična eroziona produkcija po jedinici površine

Istraživano područje	$W_{godsp} (\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1})$	$W_{god} (\text{m}^3)$
Federacija Bosne i Hercegovine	546,05	13.811.565,78
Brčko Distrikt	577,75	263.374,41
Ukupno (Federacija BiH i Brčko Distrikt)	546,57	14.074.940,2



Slika 22 Prostorni raspored specifične produkcije erozionog materijala na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

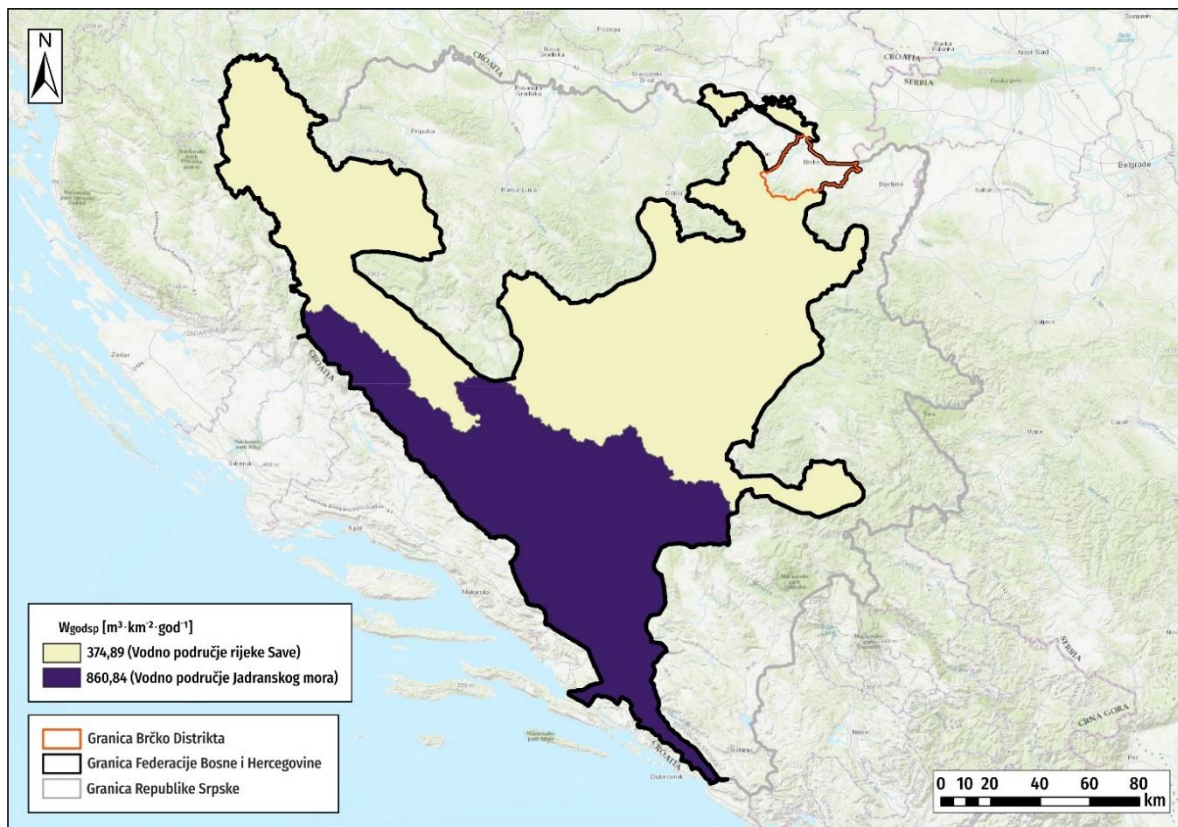


Slika 23 Kategorija specifične produkcije erozionog materijala na području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

Pored administrativnih jedinica, analiza specifične i ukupne godišnje produkcije erozionog materijala je analizirana i u odnosu na vodna područja i slivne površine. Prema definisanim vodnim područjima na istraživanom području, ukupna godišnja produkcija erozionog materijala na vodnom području rijeke Save iznosi $W_{god}=6.141.543,74 \text{ m}^3$, dok specifična produkcija erozionog materijala iznosi $W_{godsp}=374,89 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$ (Slika 24). Na vodnom području Jadranskog mora, ukupna godišnja produkcija erozionog materijala iznosi $W_{god}=7.666.288,86 \text{ m}^3$, dok rezultati specifične produkcije erozionog materijala iznose $W_{godsp}=860,83 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$ (tabela 9).

Tabela 8 Vrijednosti ukupne godišnje produkcije erozionog nanosa i specifična eroziona produkcija po jedinici površine

Istraživano područje	$W_{godsp} (\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1})$	$W_{god} (\text{m}^3)$
Vodno područje rijeke Save	374,89	6.141.543,74
Vodno područje Jadranskog mora	860,83	7.666.288,86

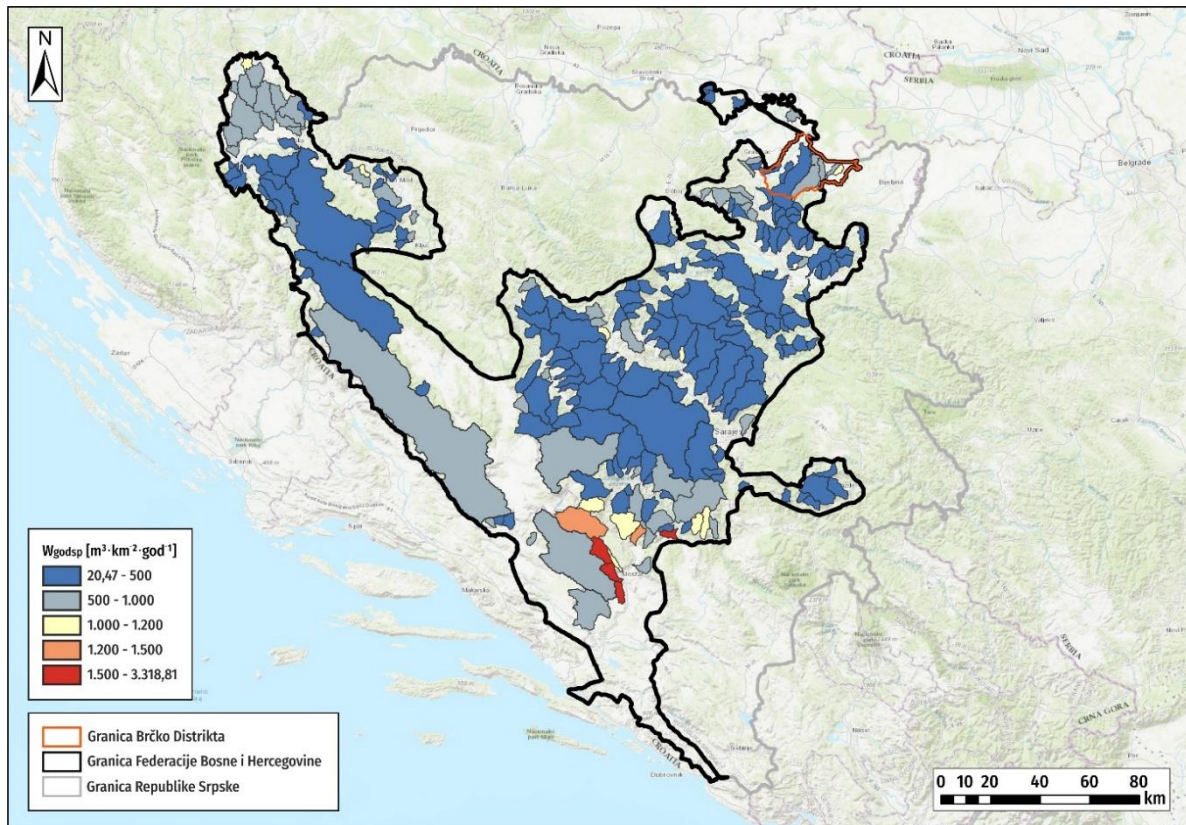


Slika 24 Kategorija specifične produkcije erozionog materijala na vodnim područjima Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

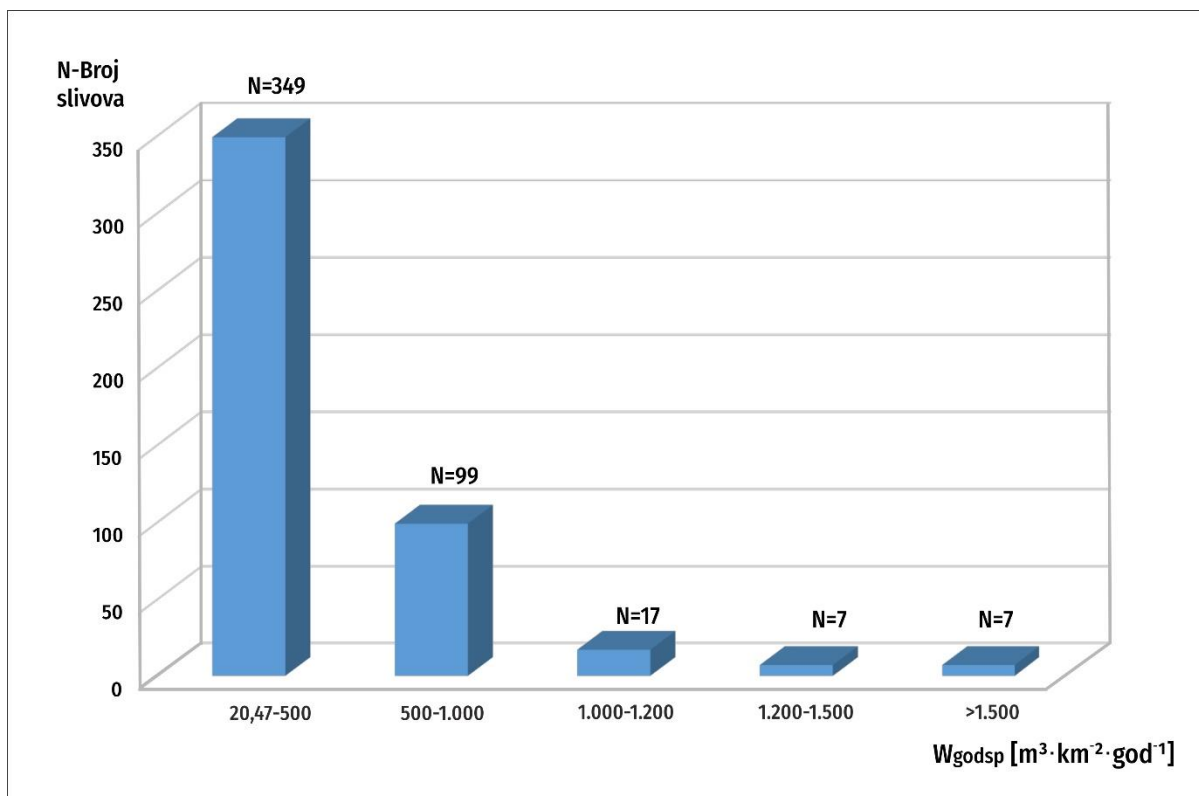
Pored vodnih područja, izvršena je i analiza i proračun specifične produkcije erozionog materijala na teritoriji slivnih površina koji se cijelom svojom površinom prostiru na istraživanom području. Delineacija slivnih površina predstavlja jednu od aktivnosti tokom procesa proračuna erozione produkcije, odnosno proračuna količina erozionog materijala koja dopijeva do hidrografske mreže (vodotokova). Da bi se proračunala količina erozionog materijala koja dopijeva do hidrografske mreže, definisane su osnovne fizičko-geografske karakteristike izdvojenih slivnih površina na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčkog Distrikta. Fizičko-geografske karakteristike su značajan pokazatelj osnovnih svojstava slivnih površina (slivova). Koriste se kao osnovni parametri za preciznu

identifikaciju određenog sliva (površina; obim; dužina i dr.), ili kao osnovni ulazni podaci u jednačinama za proračun erozije produkcije i pronosa nanosa. Na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčkog Distrikta preliminarno je izvojeno 714 slivova, dok je konačan proračun erozije produkcije i pronosa nanosa analiziran na 479 slivova koji se cijelom svojom površinom prostiru na istraživanom području. Analizirani slivovi imaju površinu u opsegu od 10,02 km² do 1.905,03 km². Slivovi koji su determinisani na istraživanoj teritoriji pripadaju vodnim područjima rijeke Save i Jadranskog mora.

Na Slika 25 prikazan je prostorni raspored slivnih površina i podjela na osnovu specifične produkcije erozionog materijala. Prema Slika 26, prikazana je struktura slivnih površina u odnosu na specifičnu produkciju erozionog materijala. Prema datoj slici, ukupno 349 slivnih površina ima specifičnu produkciju nanosa u rasponu od $W_{\text{godsp}}=0-500 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. Prema rasponu specifične produkcije $W_{\text{godsp}}=500-1.000 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, ukupno je identifikovano 99 slivnih površina. Analizom u odnosu na specifičnu produkciju erozionog materijala sa rasponom vrijednosti $W_{\text{godsp}}=1.000-1.200 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, identifikovano je 17 slivnih površina. Pod kategorijom specifične produkcije erozionog materijala sa rasponom vrijednosti $W_{\text{godsp}}=1.200-1.500 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$ zabilježeno je ukupno 7 slivnih površina. Slivovi kod kojih je zabilježeno da imaju specifičnu produkciju erozionog materijala veću od $W_{\text{godsp}} > 1.500 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, na istraživanom području je ukupno identifikovano 7 slivnih površina.



Slika 25 Kategorija specifične produkcije erozionog materijala na vodnim područjima Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

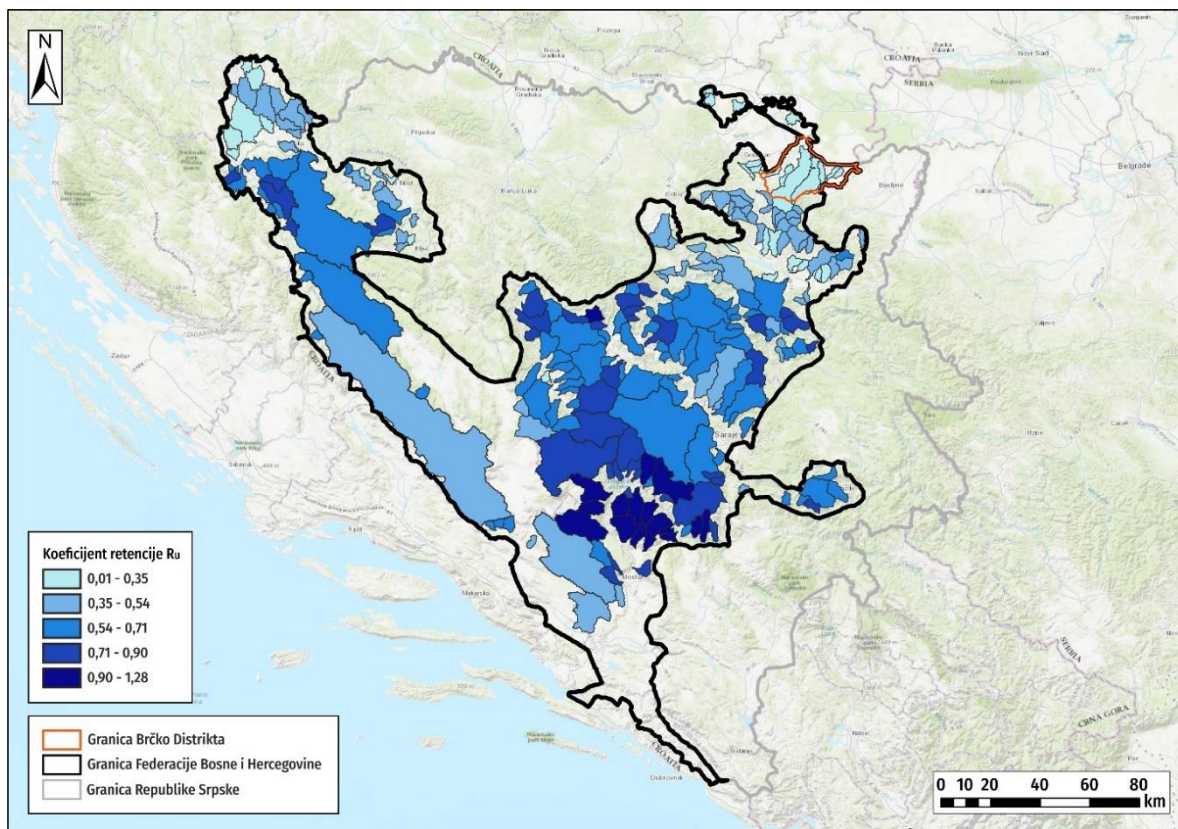


Slika 26 Struktura analiziranih slivova na području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta prema specifičnoj produkciji erozionog materijala

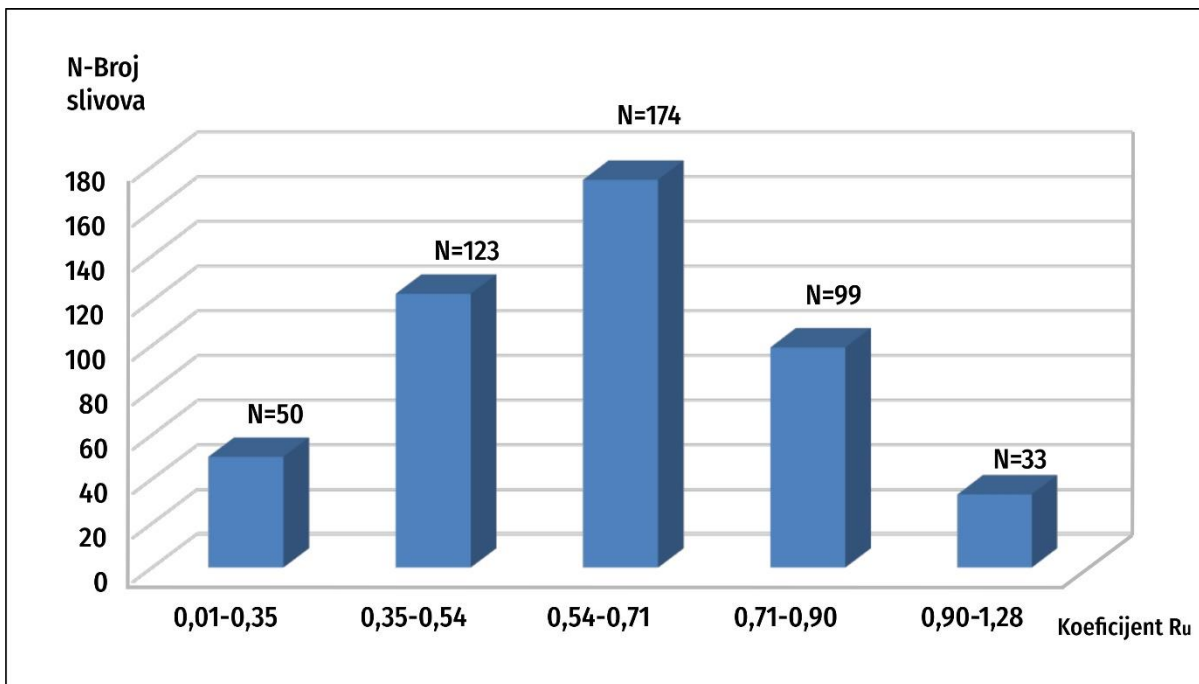
Ukupna produkcija erozionog materijala izražava destruktivni potencijal sliva ili istraživanog područja, koji je u korelaciji sa reprezentativnom vrijednošću koeficijenta erozije Z . Međutim, morfološke karakteristike slivnih površina, posebno nagib i dužina padine, predstavljaju limitirajući faktor za transport proizvedenog erozionog materijala, sa hipsometrijskih viših na niže dijelove sliva. Pored toga, transport (odnosno pronos) erozionog materijala se odvija u određenom vremenskom intervalu koji je duži ukoliko se na padinama javljaju različite „prepreke“ (vegetacija, prirodne depresije i uvale, kao i zaravnjeni dijelovi terena). Iz pomenutog razloga, formiran je izraz koji izražava koeficijent retencije (zadržavanje) erozionog materijala (R_u). Koeficijent retencije (R_u) predstavlja izraz za redukciju ukupne godišnje produkcije erozionog materijala, odnosno, definiše količinu materijala (nanosa) koja dopijeva do hidrografske mreže (od mjesta nastanka do referentnog profila). Smanjivanje ukupne količine erozionog materijala, od vododjelnice ka hidrografskoj mreži, je prirodni proces uslovljen fizičko-geografskim karakteristikama sliva.

Koeficijent retencije erozionog materijala na istraživanom području je dobijen na osnovu slivnih površina i njenih fizičko-geografskih karakteristika. Prema Slika 27 prikazan je prostorni raspored koeficijenta retencije erozionog materijala, gdje na izdvojenim slivnim površinama ima raspon vrijednosti od $R_u=0,01$ do $R_u=1,28$. Na Slika 28 prikazana je struktura slivnih površina u odnosu na koeficijent R_u . Prema datoj slici ukupno 50 slivova ima raspon koeficijenta R_u od 0,01 do 0,35, dok je 123 slivnih površina sa definisanim R_u koji imaju raspon vrijednosti od 0,35 do 0,54. Prema definisanoj podjeli, ukupno 174 sliva ima raspon koeficijenta R_u od 0,54 do 0,71, dok je 99 slivnih površina imaju koeficijenta R_u koji se nalazi u rasponu vrijednosti od 0,71 do 0,90. Slivovi koji imaju raspon vrijednosti od 0,90 do 1,28 ukupno je izdvojeno 33 slivne površine na istraživanom području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta.

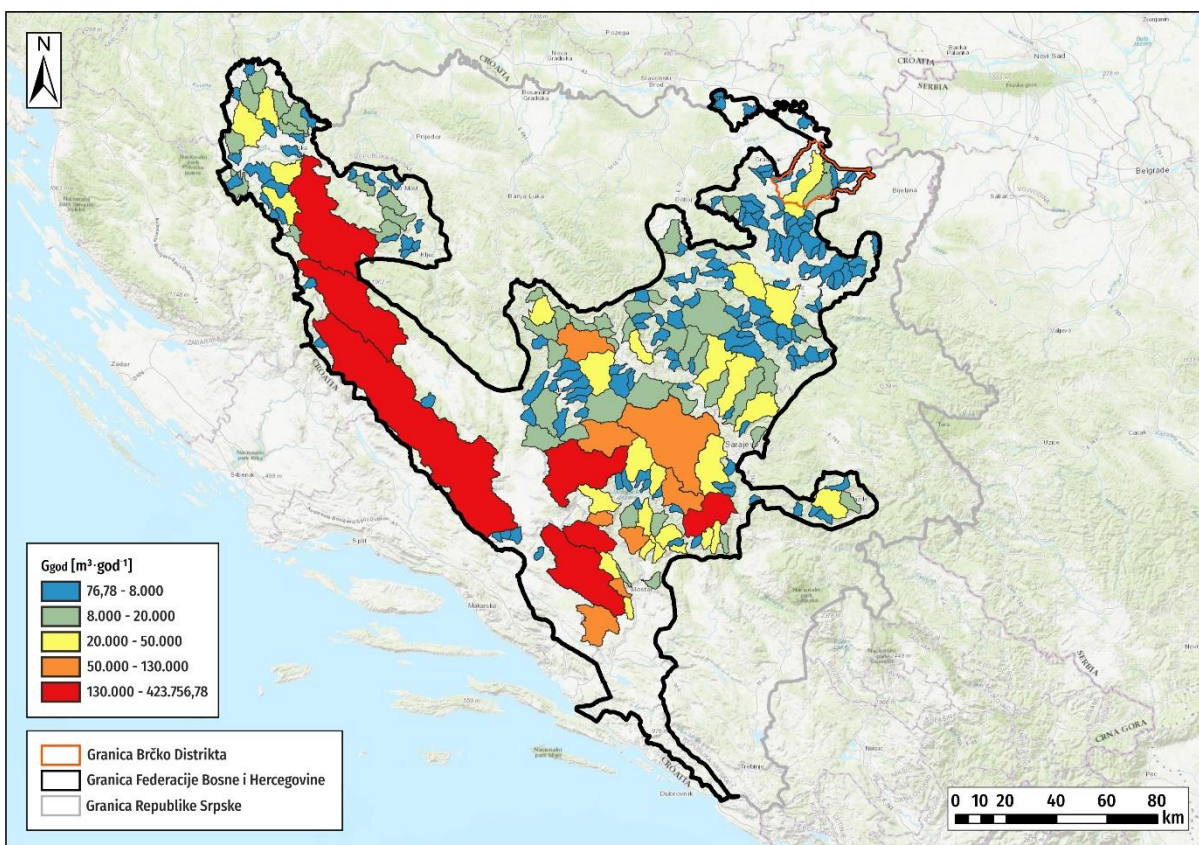
Nakon definisanog koeficijenta retencije erozionog materijala (R_u) može da se pristupi proračunu srednje godišnje zapremine ukupnih količina vučenog i suspendovanog nanosa, kao i specifične srednje godišnje zapremine ukupnih količina vučenog i suspendovanog nanosa na izdvojenim slivovima. Na Slika 29 prikazan je prostorni raspored srednje godišnje zapremine ukupnih količina vučenog i suspendovanog nanosa, gdje se vrijednosti kreću u rasponu od $76,78 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1}$ do $423.756,78 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1}$. Prema definisanoj podjeli, na Slika 30 prikazana je struktura analiziranih slivova, gdje je ukupno 341 slivnih površina sa rasponom vrijednosti $G_{\text{god}} = 76,78 - 8.000 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1}$. Slivne površine koje imaju raspon vrijednosti $G_{\text{god}} = 8.000 - 20.000 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1}$, je ukupno definisano 76 slivova na istraživanom području. U pogledu raspona vrijednosti $G_{\text{god}} = 20.000 - 50.000 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1}$, ukupno je definisano 45 slivne površine. Na osnovu definisane podjele, prema rasponu vrijednosti $G_{\text{god}} = 50.000 - 130.000 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1}$, ukupno je definisano 10 slivnih površina, dok je ostalih 7 slivnih površina zastupljeno u rasponu vrijednosti od $G_{\text{god}} = 130.000 - 423.756,78 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1}$.



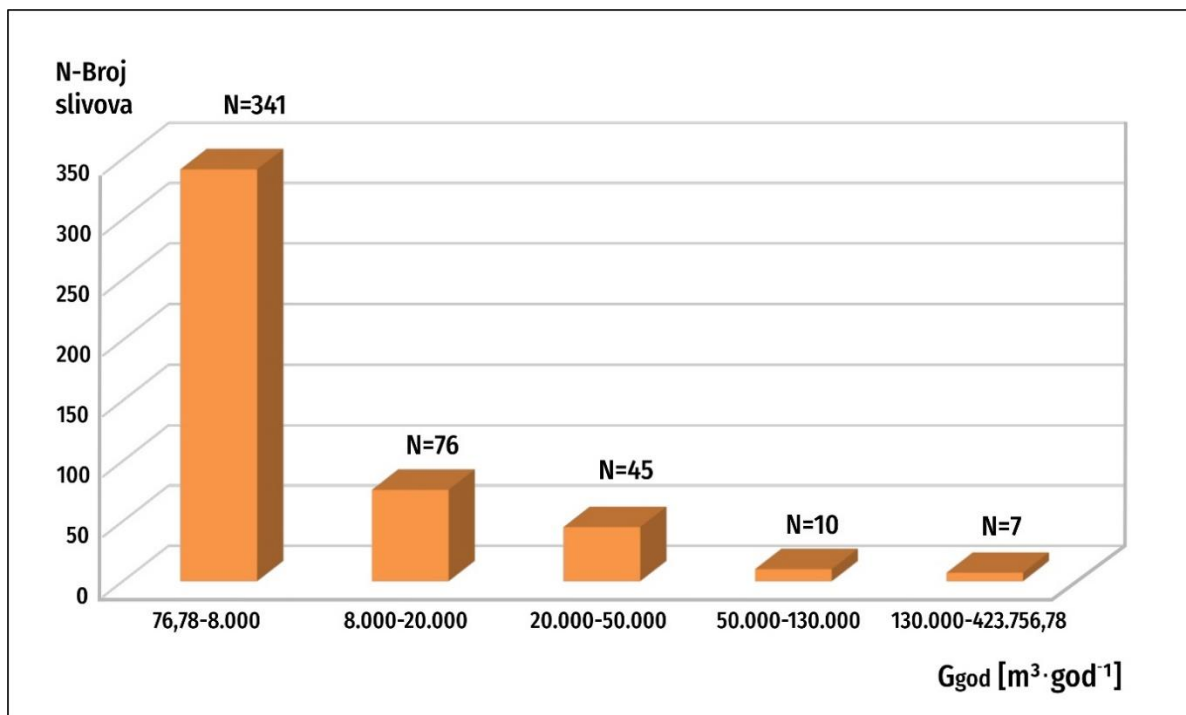
Slika 27 Prostorni raspored koeficijenta retencije erozionog materijala (R_u) na izdvojenim slivovima na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta



Slika 28 Struktura analiziranih slivova na području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta prema koeficijentu Ru

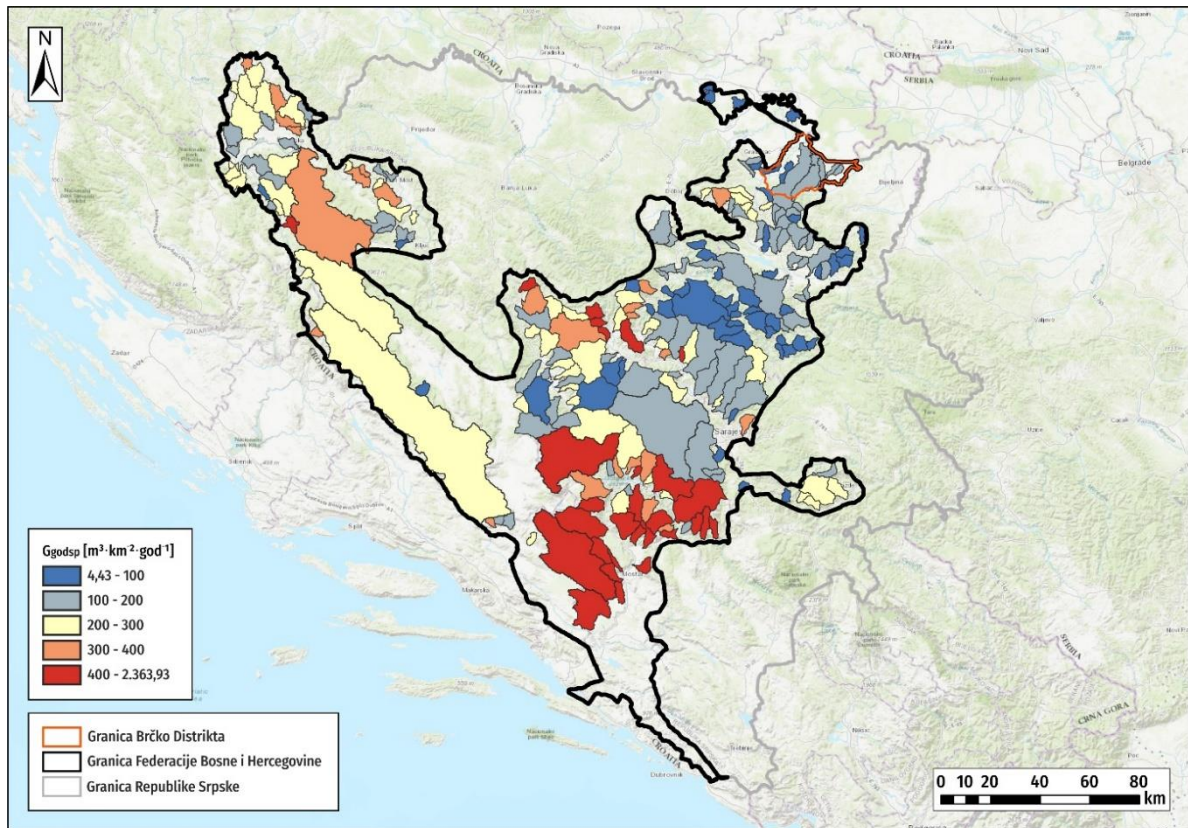


Slika 29 Srednja godišnja zapremina ukupnih količina vučenog i suspendovanog nanosa na izdvojenim slivovima na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta

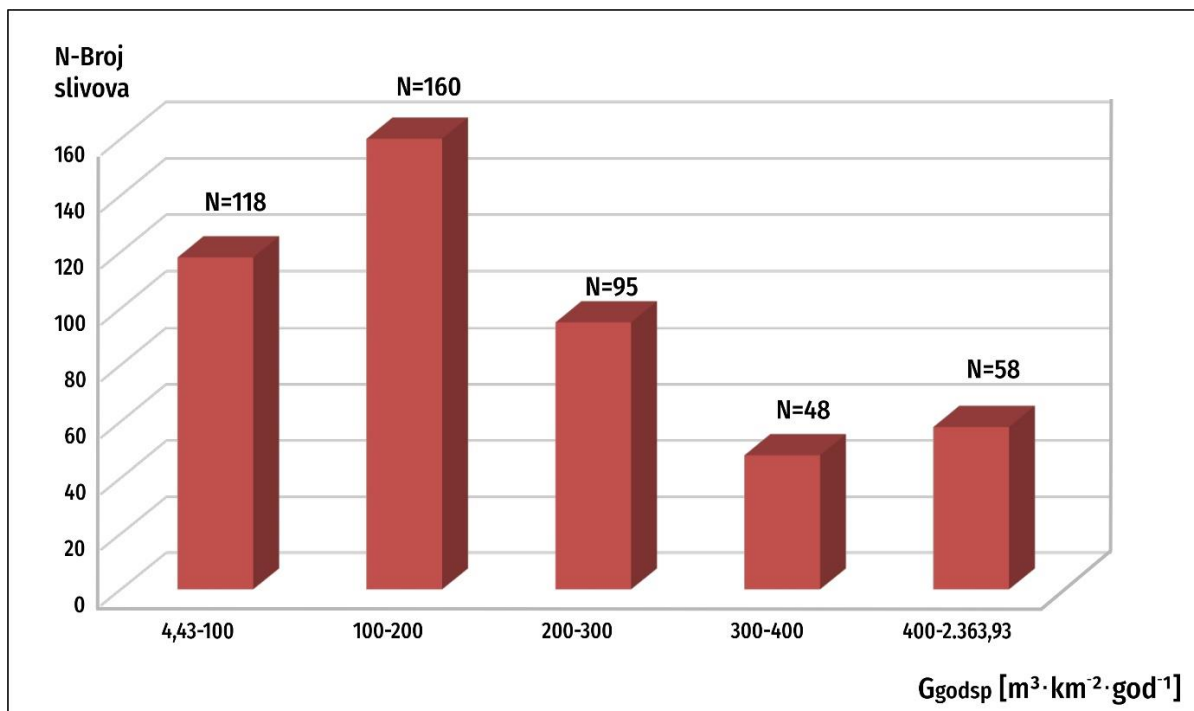


Slika 30 Struktura analiziranih slivova na području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta prema srednjoj godišnjoj zapremini ukupnih količina vučnog i suspendovanog nanosa

Pored proračunate srednje godišnje zapremine ukupnih količina vučnog i suspendovanog nanosa, prema definisanoj metodologiji Metode potencijala erozije, može da se proračuna i specifična vrijednost srednje godišnje zapremine ukupnih količina vučenog i suspendovanog nanosa koja je izražena u $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. Na Slika 31, prikazan je prostorni raspored specifične vrijednosti koja je izražena po jedinici slivne površine i ima raspon vrijednosti od $G_{\text{godsp}} = 4,43 - 2.363,93 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. Prema definisanoj podjeli, na Slika 32, prikazana je struktura analiziranih slivova. U odnosu na raspon vrijednosti $G_{\text{godsp}} = 4,43 - 100 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, ukupno je definisano 118 slivnih površina, dok je 160 slivnih površina izdvojeno da pripadaju rasponu vrijednosti od $G_{\text{godsp}} = 100 - 200 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. Prema kategoriji raspona vrijednosti $G_{\text{godsp}} = 200 - 300 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, definisano je ukupno 95 slivnih površina, a u kategoriju od $G_{\text{godsp}} = 300 - 400 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, definisano je 48 slivnih površina. Kategorija sa rasponom vrijednosti $G_{\text{godsp}} = 400 - 2.363,93 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, identifikovalo je ukupno 58 slivnih površina koja imaju najveći pronos erozionog materijala.



Slika 31 Specifična srednja godišnja zapremina ukupnih količina vučenog i suspendovanog nanosa na izdvojenim slivovima na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta



Slika 32 Struktura analiziranih slivova na području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta prema specifičnoj srednjoj godišnjoj zapremina ukupnih količina vučenog i suspendovanog nanosa

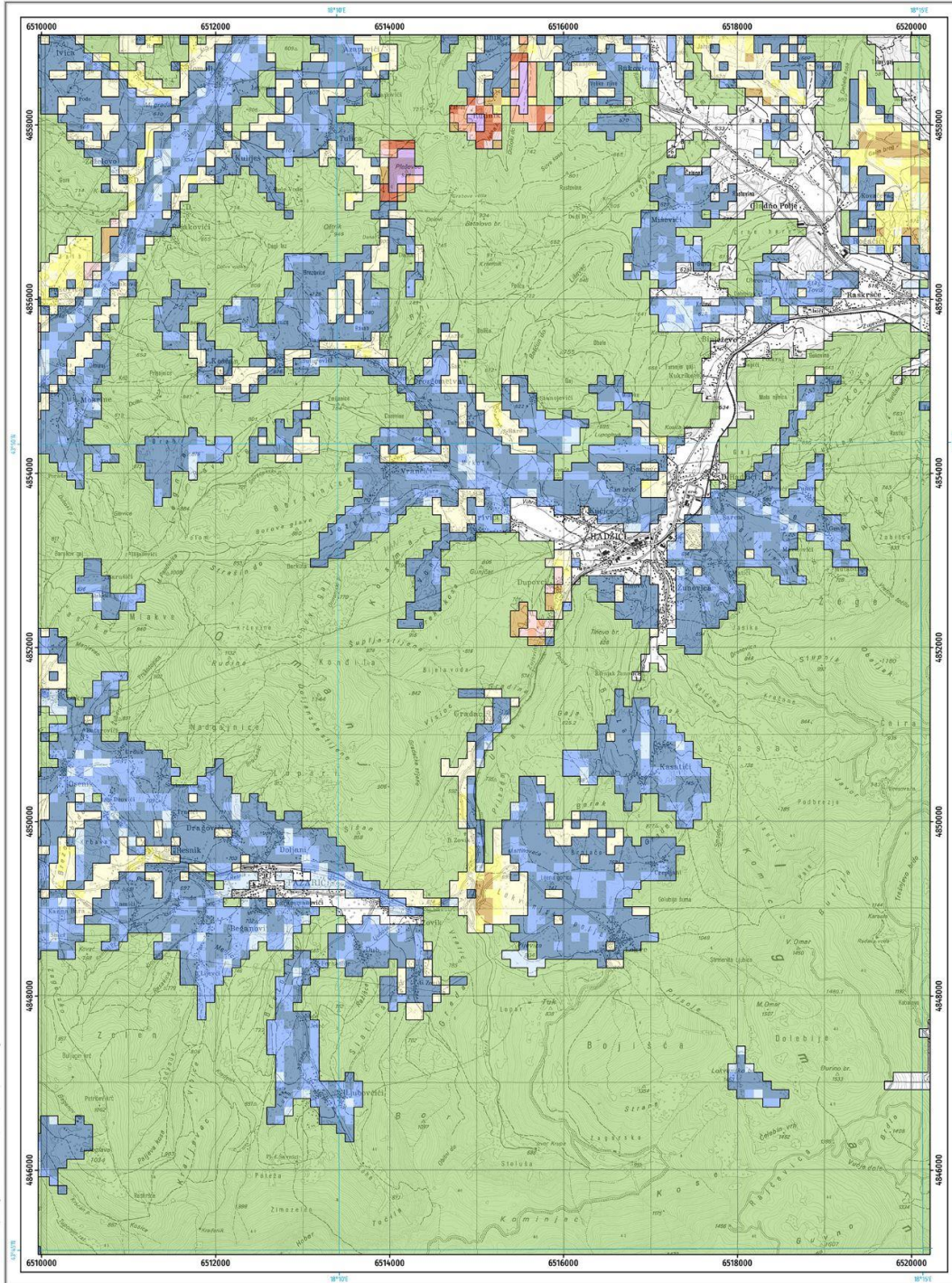
3.4 KARTA EROZIJE ZEMLJIŠTA

Pored svih prethodno navedenih informacionih elemenata baze podataka (geobaze) o kategorija erozije zemljišta, značajna komponenta projekta je izrada i kartografske prezentacije (karte) erozije zemljišta za teritoriju Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta. Karte erozije zemljišta su izrađene u razmjeri 1:25.000 i njihov teritorijalni raspored je identičan rasporedu zvaničnih topografskih karti također u istoj razmjeri (TK25). Ukupan broj karata je 278 i njihov osnovni tematski sadržaj je izraz finalne digitalne baze podataka identifikovanih kategorije erozije zemljišta. Grafička predstava karte erozije Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta je usaglašena sa stavovima i preporukama Radne grupe i Upravnog odbora (Slika 33). Pored ovoga, na početku izrade kartografskog materijala odlučeno je da svi elementi karte budu prikazani na lokalnom i engleskom jeziku.

Osnovni naziv karte je identičan nazivu i nomenklaturi topografskih karta koje su izvedene iz karti razmjere 1:100.000 i 1:50.000 sa nazivom dominantnog opšte poznatog naselja ili geografske odrednice - npr. Hadžići 525-1-4 i pozicioniran je u centralnom gornjem delu. U gornjem lijevom dijelu karte je dat opšti tematski naslov karte "Karta erozije zemljišta na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta" dok su u gornjem desnom uglu pozicionirani logo Evropske unije, zastava Bosne i Hercegovine, evidencioni broj projekta, kao i logoi kompanija koje čine konzorcijum. U donjem dijelu karte je prikazana legenda identifikovanih kategorija erozije zemljišta, oznaka sjevera, razmjera i grafički razmjernik. Kategorije erozije zemljišta su prikazane na podlozi koju predstavlja odgovarajuća topografska karta koja omogućava lakše snalaženje u okviru lokalnog prostora. Pored ovoga, prostor karte je određen geografskim i Gaus-Kriggerovim koordinatnim sistemom.

Karta erozije zemljišta na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta
Map of soil erosion in the territory of the Federation of Bosnia and Herzegovina and Brčko District

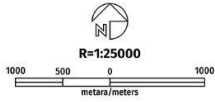
Hadžići
525-1-4



Grafički prikaz gradbene definicije stepne erozije zemljišta u 2020. godini.

The graphical representation of the geobases defines the state of soil erosion in 2020.

<p>Ekscesivna erozija</p> <p>I-1 I-2 I-3</p>	<p>Jaka erozija</p> <p>II-1 II-2 II-3</p>	<p>Srednja erozija</p> <p>III-1 III-2 III-3</p>	<p>Excessive erosion</p> <p>I-1 I-2 I-3</p>	<p>Strong erosion</p> <p>II-1 II-2 II-3</p>	<p>Middle erosion</p> <p>III-1 III-2 III-3</p>
<p>Slaba erozija</p> <p>IV-1 IV-2 IV-3</p>	<p>Vrlo slaba erozija</p> <p>V-1</p>	<p>Zona akumuliranja nanosa</p> <p></p>	<p>Weak erosion</p> <p>IV-1 IV-2 IV-3</p>	<p>Very weak erosion</p> <p>V-1</p>	<p>Sediment accumulation zone</p> <p></p>



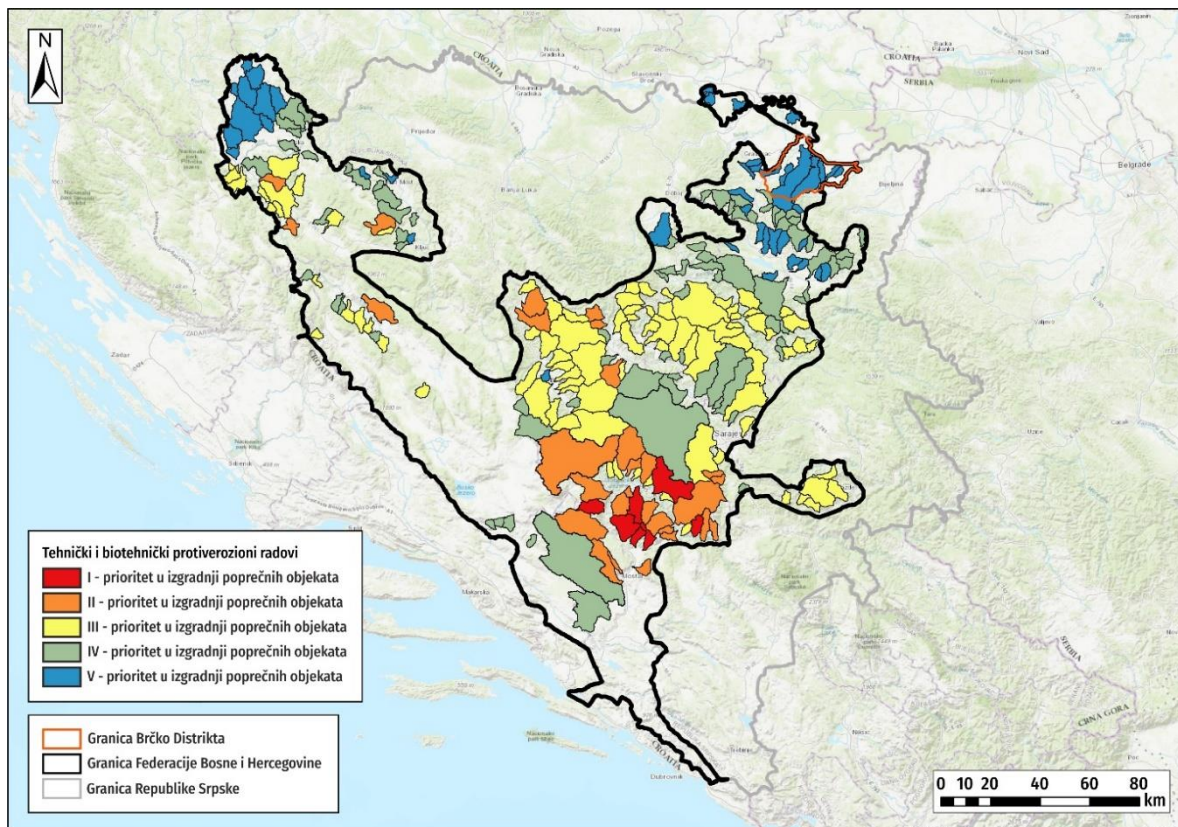
Slika 33 Kartografska predstava (karta) erozije zemljišta na određenoj teritoriji (primjer Hadžići 525-1-4)

4 IZRADA KONCEPTA PROTIVEROZIONIH RADOVA

Sistem protiverozionih radova i mjera predstavlja koncept zaštitnih aktivnosti koje su usmjerene ka zaštiti zemljišta od spiranja sa padina, regulisanju površinskog oticaja, uspostavljanju i povećanju plodnosti erodiranih zemljišnih površina, te njihovom najracionalnijem korištenju i otklanjanju uzročnika koji mogu da izazovu eroziju zemljišta. Protiverozioni radovi podrazumijevaju akcije kojima se neposredno uređuje istraživano područje (bujični sliv, opština, regiona ili sl.) i/ili eroziona područja, a obuhvataju kombinaciju tehničkih, biotehničkih i bioloških radova. Pod protiverozionim mjerama se podrazumijevaju akcije kojima se utiče na način obrade, održavanje i upravljanje poljoprivrednim zemljištem, šumama i vodama, kao i na način njihovog korištenja.

Prema izrađenoj Karti erozije zemljišta, a u odnosu na kvantifikaciju intenziteta erozionih procesa, produkcije i pronosa erozionog materijala (nanosa), kao i na osnovu fizičko-geografskih karakteristika, pedoloških tvorevina i aktuelnog zemljišnog pokrivača i načina korištenja zemljišta, predložen je koncept protiverozionih radova i mjera.

Tehničkim radovima se obezbeđuje neposredna zaštita od bujičnih poplava i zadržavanje erozionog materijala (nanosa). Od tehničkih radova predložena je izgradnja poprečnih objekata (pregrada), a u odnosu na produkciju i pronosa erozionog materijala, izdvojeni slivovi su podijeljeni u pet kategorija prema prioritetu za izgradnju. Pod prvom kategorijom (I) odnosno pod prvim prioritetom za izgradnju poprečnih objekata ukupno je identifikovano 17 slivnih površina. Pod drugom kategorijom prioriteta (II) identifikovana je 61 slivna površina, dok je u kategoriju (III) identifikovano 188 slivnih površina. U četvrtoj kategoriji (IV), ukupno je identifikovano 137 slivnih površina od ukupno izdvojenih 474 slivnih površina koje se cijelom svojom površinom nalaze na istraživanom području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta. U petu kategoriju (V) su kategorisani slivovi sa znatno slabijim intenzitetom erozionih procesa - identifikovano je 71 slivnih površina. Na Slika 34 prikazani su prioriteti u odnosu na slivne površine na kojima se predlaže izgradnja poprečnih objekata, odnosno pregrada u svrhu zaštite od erozionih procesa i ublažavanje bujičnog poplavnog talasa.



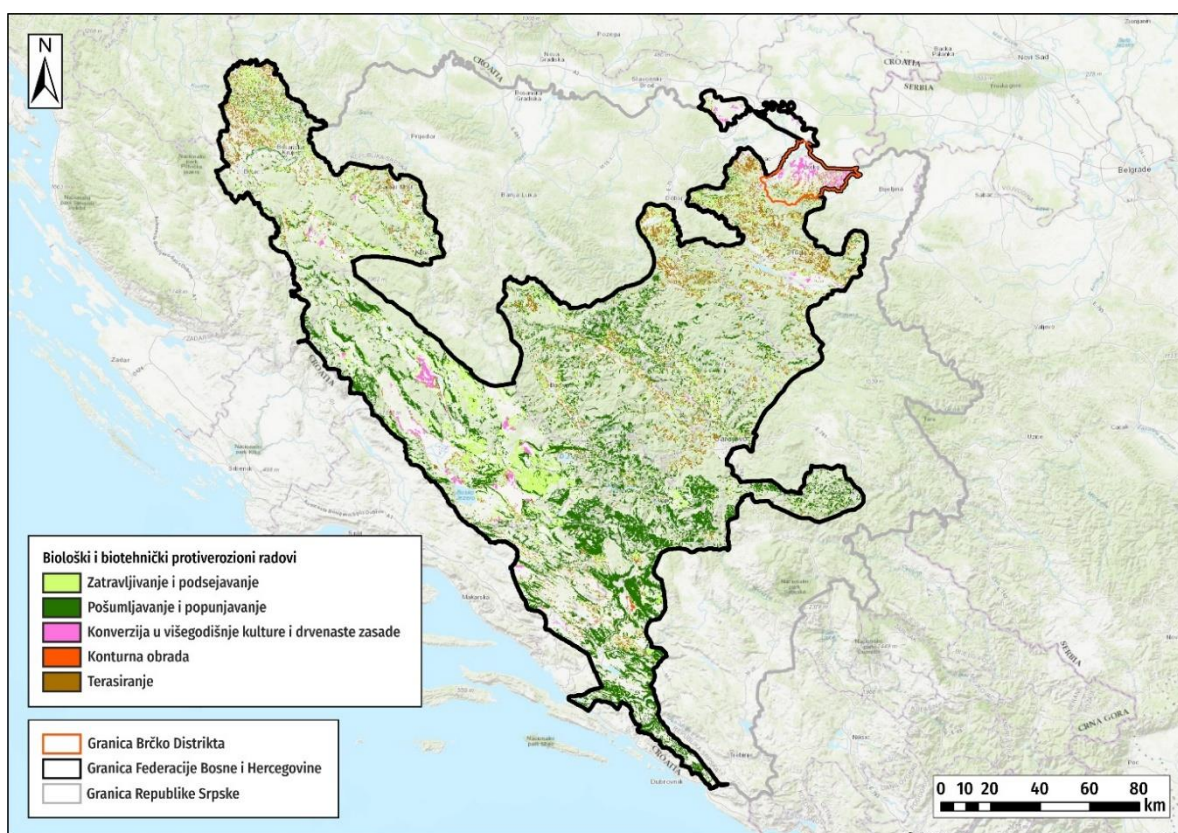
Slika 34 Slivnice površine prema prioritetima za izgradnju tehničkih protiverozionih radova (pregrada) i izgradnju biotehničkih radova (pletera)

Biotehnički radovi najčešće čine dopunu biološkim radovima i stvaraju povoljne uslove za uspostavljanje vegetacionog pokrivača na strmim i ogoljelim padinama, odnosno za bolji uspjeh aktivnosti pošumljavanja, zatravljivanja, podizanje voćnjaka i dr. Na istraživanom području od biotehničkih radova predložena je primjena pletera, konturna obrada i terasiranje zemljišta.

U okviru bioloških radova predloženo je protiveroziono pošumljavanje i popunjavanje, zatravljivanje odnosno podsijavanje i konverzija u višegodišnje kulture i drvenaste zasade. Uloga vegetacije se ogleda u zaštiti zemljišta od pluvijalne erozije (erozija izazvana radom kiše), a zavisi od vrste, strukture i starosti vegetacionog pokrivača. Vrijednovanje ostvarenog stepena zaštite polazi od konstatacije da je ugrožena padina manje podložna destruktivnom dejstvu erozionih procesa ukoliko se uspostavi bilo kakav zasad. Na Slika 35, predstavljen je prostorni raspored protiverozionih radova i mjera, dok je površinska zastupljenost planiranih radova prikazana u Tabela 9. Ukupna površina planiranih radova iz grupe bioloških i biotehničkih radova iznosi 7.755,95 km², što iznosi 29,19 % od ukupne površine Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta. Od planirane ukupne površine za izvođenje ovih radova, za primjenu konturne obrade planirana je površina od 24,11 km², odnosno 0,31%. Planirana površina na kojoj bi se izvršila konverzija u višegodišnje kulture ili drvenaste zasade iznosi 230,44 km², odnosno 0,31% od ukupne površine za izvođenje ovih radova. Za potrebe pošumljavanja i popunjavanja degradiranih površina, planirano je ukupno 3.760,49 km², odnosno 48,49 % od ukupne površine. Pod terasiranjem degradiranih površina planirano je 1.359,44 km² (17,53 %), dok pod mjerom zatravljivanja, odnosno podsijavanja planirano je ukupno 2.381,47 km² (30,71%).

Tabela 9 Površinska zastupljenost planiranih protiverozionih radova iz grupe bioloških i biotehničkih mjera i radova

Protiverozioni radovi	km ²	%
Konturna obrada	24,11	0,31
Konverzija u višegodišnje kulture/drvenaste zasade	230,44	2,97
Pošumljavanje/Popunjavanje	3.760,49	48,49
Terasiranje	1.359,44	17,53
Zatrtljavanje/Podsejavanje	2.381,47	30,71
Ukupno	7.755,95	100



Slika 35 Prostorni raspored planiranih protiverozionih radova iz grupe biotehničkih i bioloških mjera i radova

5 MONITORING EROZIJE ZEMLJIŠTA I NOVELIRANJE KARTE EROZIJE

Erozija zemljišta je složen proces i prostorno-vremenska pojava koja je uslovljena različitim prirodnim i antropogenim faktorima. Razvoj procesa erozije zavisi od klimatskih faktora (padavine, temperatura, vetar), geoloških faktora (geološki sastav terena, vrste stena), reljefa (nagib padina, dužina padina i oblik padina), zemljišta (tip zemljišta, struktura, tekstura), vegetacionog pokrivača (potencijalna vegetacije, tip šume, fitocenoza), antropogenog uticaja (način korištenja zemljišta, vrste gajenih kultura i primijenjenih agrotehničkih mjera, gazdovanje i upravljanje zemljištem, urbanizacija, eksploatacija šuma, protiverozioni radovi). Navedeni faktori se mogu podijeliti na vremenski nepromjenljive (npr. litologija, reljef) i promjenljive parametre (npr. klima, način korištenja zemljišta i struktura zemljišnog pokrivača).

Pri izradi Karte erozije ulazni podaci se dijele na statičke i dinamičke baze podataka. U statičke baze podataka spadaju zvanične kartografske publikacije Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta ili Evropske unije. Kartografske publikacije relevantne za prostor Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta su geološke i pedološke karte koje mogu biti u analognoj ili digitalnoj formi (rasterskoj ili vektorskoj). U statičke baze podataka spadaju i digitalni modeli terena, koji su prikazani također u rasterskoj bazi podataka. Pedološke i geološke karte rađene su u periodu od 60-ih do 80-ih godina XX vijeka i predstavljaju jedini izvori informacija iz ovog domena za proces izrade Karte erozije.

Dinamičke baze podataka su predstavljene podacima koji su senzitivni na prostorno-vremenske promjene, a koji predstavljaju primarne baze neophodne za izradu Karte erozije. Ova grupa podrazumijeva baze podataka o klimatskim pokazateljima i načinu korištenja zemljišta (strukture površina) a koji generalno presudno utiču na pojavnost i intenzitet erozionih procesa. Klimatski parametri mogu da se prate na dnevnom nivou, dok se način korištenja zemljišta, odnosno, promjena strukture površina, prati na godišnjem nivou, kako bi se uvidjeli trendovi i značajne promjene. Ovakav pristup monitoringa kontrole erozije zemljišta ima presudan korak u noveliranju Karte erozije jer je pomoću ovog pristupa moguće utvrditi „vruće“, „neutralne“ i „svijetle“ tačke (hotspot, neutral spot, bright spot), koje posjeduju potencijal za kalibraciju ulaznih parametara (primarne baze podataka).

Izrada geobaze erozije zemljišta i karta erozija predstavljaju ključan element u izradi koncepta protiverozionih radova i mjera na konceptualnom i planskom nivou. Navedene komponente predstavljaju strateške korake u izradi Programa upravljanja erozijom za teritoriju Federaciju Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta kao inicijalu fazu monitoringa i upravljanjem erozijom zemljišta u ugroženim područjima.

Rezultat koji je nastao iz aktivnosti projekta jeste i determinisanje obima i dinamike monitoringa koji potencijalno treba realizovati na godišnjem nivou za upravljanje erozijom zemljišta na cijeloj teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta. Ovakav program se zasniva na preporukama Protokola o upravljanju nanosom uz Okvirni sporazum o slivu rijeke Save, koji je sačinila Međunarodna komisija za sliv rijeke Save. Kao jedan od ključnih i strateških prioriteta Protokola je održivo upravljanje nanosom kroz primjenu mjera za kontrolu erozije zemljišta, bujičnih poplava i ostalih procesa koji su odgovorni za produkciju i transport nanosa.

Erozija zemljišta nanosi ogromne i dugotrajne štete koje istovremeno ugrožavaju više privrednih, funkcionalnih i prirodnih sektora: poljoprivredu, šumarstvo, saobraćaj, komunalnu infrastrukturu, prostorno planiranje i dr. Multidisciplinarni pristup omogućava efikasniji i obimniji uticaj antierozionih mjera i radova na degradaciju zemljišnih i vodnih resursa. Primjenom ovakvog pristupa, ministarstva nadležna za poslove voda, poljoprivrede, šuma, zaštite životne sredine i prirodne resurse, a na osnovu

Karte erozije za cjelokupnu teritoriju Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta utvrđuju kriterijume za identifikaciju erozionih područja na državnom nivou. Svako eroziono područje treba da ima oznaku, jasno determinisanu granicu kao i specifične uslove za njegovo korištenje i upravljanje što predstavlja ključan element u izradi koncepta protiverozionih radova na planskom i konceptualnom nivou. Karta erozije koja je rezultat ovog projekta pruža sveobuhvatni uvid u stanje i trendove razvoja erozionih procesa na cjelokupnom istraživanom području Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta čime postaje jedan od osnovnih strateških dokumenata za analize prostornih i kvalitativno-kvantitativnih promjena u stanju životne sredine kao i stepen otpornosti na procese degradacije zemljišta i hazarde od pojave bujičnih poplava. S obzirom na činjenicu da već nekoliko decenija nisu obavljena cjelovita istraživanja o stanju erozionih procesa na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta, a dodatno u kontekstu tekućih klimatskih fluktuacija i promjena i procesa urbanizacije, Karta erozije u ovoj razmjeri i na ovom nivou detaljnosti je na nacionalnom nivou dokument od visokog prioritetnog značaja. Nadležna ministarstva vrše noveliranje Karte erozije za teritoriju Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta po isteku pet godina od dana njene izrade, a izrada nove Karte erozije zemljišta po isteku deset godina od izrade prethodne karte.

Kao logični i funkcionalni nastavak rezultata ovog projekta sleduje Karta erozije na nižim prostornim razmjerama (kantonima i opštinama) čime bi se formirala detaljna baza podataka o eroziji zemljišta koja bi posjedovala esencijalan značaj za održivo planiranje i upravljanje prostorima jedinica lokalne samouprave. Pored toga, ovaj nivo detaljnosti analize erozionih procesa je pogodan za primjenu na prostornim cjelinama koje su sa različitih aspekta prepoznate kao područja od izuzetnog značaja za Federaciju Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta: područja zaštite prirodnih vrijednosti (Nacionalni parkovi, Parkovi Prirode, Specijalni rezervati prirode, itd.), kulturni predjeli, slivna područja akumulacija, područja zaštite nepokretnih kulturnih dobara, područja eksploatacije mineralnih sirovina. Također, ovaj nivo detaljnosti je pogodan za primjenu prilikom izrade generalnih urbanističkih planova, kao i tokom prostornih analiza područja ugrožene životne sredine (povećana zagađenja, plavna područja, deponije, jalovišta, pepelišta).

Na ovom nivou takođe treba identifikovati jasne granice erozionih područja koja su u ovom slučaju detaljnija i mogu da se odnose na najnižu administrativnu podjelu. Na ovom nivou identifikovane granice ima veliki značaj za planove upravljanja vodama i rizicima od poplava, planova razvoja šumskog područja, programa razvoja šumarstva i poljoprivredne osnove. Pored ovoga granice erozionih područja na nižem prostornom i organizacionom nivou predstavljaju nezaobilazan element prostornih planova nižeg reda (prostorni plan kantona, prostorni plan opštine, prostorni plan područja posebnih obilježja) i urbanističkih planova (urbanistički plan grada, urbanistički plan urbanog područja, regulacioni plan, urbanistički projekat).