

Izdelava opozorilnih kart erozije v merilu 1:25000 za izbranih 37 občin

Občinsko poročilo Kobarid – zvezek 2 (erozija)

Ljubljana, september 2022

Investitor:	MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA VODE Mariborska cesta 88, 3000 Celje	
Naročnik:	GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana	
Izvajalec:	EHO PROJEKT d.o.o. Dunajska cesta 51, 1000 Ljubljana	
Podizvajalci:	VGP d.d., KRANJ Ulica Mirka Vadnova 5, 4000 Kranj BIOTEHNIŠKA FAKULTETA Center za pedologijo in varstvo okolja (CPVO) Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana	HIDROTEHNIK d.d. Slovenčeva cesta 56, 1000 Ljubljana
Št. pogodbe / naročilnice / e-naročila:	1130-130/2020	
Število izvodov:	4	
Naloga:	Izdelava opozorilnih kart erozije v merilu 1:25000 za izbranih 37 občin	
Naslov poročila:	Občinsko poročilo KOBARID – zvezek erozija	
Številka poročila:	E-11/21-29	
Avtorji:	Domen Lajevec, univ.dipl.inž. vod. in kom. inž. dr. Mihael Ribičič, univ.dipl.inž.geol. Aleš Klabus, univ.dipl.inž.gozd. mag. Jože Papež, univ.dipl.inž.gozd. Rajko Galič, univ.dipl.inž.gozd. Rudi Korošec, geod. teh. prof. dr. Helena Grčman, univ. dipl. ing. agr. doc. dr. Marko Zupan, univ. dipl. ing. agr. Darjo Durjava, univ.dipl.inž.gozd.	
Tehnična podpora:	Meta Pirš Podobnik	
Nosilec naloge:	Domen Lajevec, univ.dipl.inž. vod. in kom. inž.	
Vodja organizacijske enote:	Žiga Jeriha, univ.dipl.inž. vod. in kom. inž.	
Direktor:	Žiga Jeriha, univ.dipl.inž. vod. in kom. inž.	
Datum:	Ljubljana, september 2022	
Sodelavci na projektu	asist. Rok Turniški, mag. ing. agr Zoran Fujs, univ.dipl.inž. grad. Rok Indihar, dipl. inž. ok. gradb. Žiga Jeriha, univ.dipl.inž. vod. in kom. inž.	

VSEBINA

1. UVODNI DEL	1
2. SPLOŠNO O EROZIJI	2
3. METODOLOGIJA IZDELAVE OPOZORILNIH KART EROZIJE	4
3.1. Izdelava opozorilne karte ploskovne erozije.....	4
3.1.1. Metoda izdelave opozorilne karte ploskovne erozije	4
3.1.1.1. Prilagojena metoda RUSLE	5
3.1.1.2. Opis koeficientov glavne enačbe	5
3.1.1.2.1. Določanje ocene erozijske ogroženosti tal na osnovi talnih lastnosti – koeficient K'	10
3.1.1.3. Izračun prenosa erozijskih potencialov	13
3.1.1.4. Določitev površin obstoječe ploskovne erozije	14
3.1.1.5. Izdelava končne opozorilne karte ploskovne erozije	16
3.2. Izdelava opozorilne karte linijske erozije	17
3.2.1. Metoda izdelave opozorilne karte nevarnosti linijske erozije	17
3.2.1.1. IS modeliranje.....	17
3.2.1.2. Opis koeficientov glavne enačbe	18
3.2.1.3. Določitev erozivnosti litološke podlage – koeficient L	20
3.2.1.4. Izdelava končne opozorilne karte linijske erozije	22
3.2.2. Faze izdelave opozorilnih kart erozije.....	23
3.2.3. Pomanjkljivosti vhodnih podatkov in možne izboljšave modelov	24
4. ZNAČILNOSTI OBČINE NAKLO IN OPIS KOEFICIENTOV	25
4.1. Geografski opis	25
4.2. Hidrografski opis.....	25
4.3 Dostopnost tal za erozijo	27
4.4 Litološki opis.....	31
4.2. Pokrovnost oz. raba tal.....	32
4.3. Padavine	34
4.4. Koeficient transporta T	35
4.5. Ostali koeficienti analiz.....	36
5. OPIS EROZIJSKIH KART	40
5.1. Opozorilna karta pojavljanja ploskovne erozije prsti in preperine	40
4.2 Opozorilna karta pojavljanja linijske erozije v strugah vodotokov	42
6. NAVODILA UPORABNIKU.....	44
7. LITERATURA/VIRI	45
8. PRILOGE	47

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficienta R za območje Slovenije	6
Slika 2: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficienta K' za obravnavane občine	7
Slika 3: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficienta LS za obravnavane občine	8
Slika 4: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficienta C za obravnavane občine	10
Slika 5: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficienta T za obravnavane občine.....	14
Slika 6: Prikaz vrednosti koeficienta L za obravnave občine	19
Slika 7: Prikaz pedosistematskih enot s koeficientom erodibilnosti K' za območje občine Kobarid.....	30
Slika 8: Prikaz litološke podlage s koeficientom erodibilnosti L za območje občine Kobarid	32
Slika 9: Prikaz erodibilnosti posamezne rabe tal (dejavnik C) za občino Kobarid	34
Slika 10: Prikaz erodibilnosti padavin (dejavnik R) za občino Kobarid	35
Slika 11: Prikaz koeficienta transporta T za občino Kobarid	36
Slika 12: Prikaz koeficienta LS za območje občine Kobarid.....	37
Slika 13: Prikaz koeficienta V' za območje vodotokov občine Kobarid	38
Slika 14: Prikaz dejavnika pretoka β za območje vodotokov občine Kobarid	39
Slika 15: Prikaz opozorilne karte ploskovne erozije prsti in preperine za občino Kobarid.....	41
Slika 16: Prikaz opozorilne karte linijske erozije v strugah vodotokov za občino Kobarid	43

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Koeficient K' za posamezne tipe tal oz. pedosistematske enote PSE.....	6
Preglednica 2: Uporabljene vrednosti koeficienta C za obravnavane občine	9
Preglednica 3: Primeri erodibilnost posameznih tipov tal za analizirana območja	12
Preglednica 4: Vrednosti Manningovega koeficienta za vrste rabe tal	13
Preglednica 5: Erodibilnost posameznih tipov litološke podlage s pripadajočimi koeficienti L	18
Preglednica 6: stopnje občutljivosti kamnin in sedimentov za linijsko erozijo v strugah vodotokov	20
Preglednica 7: Erodibilnost posameznih tipov tal za analizirana območja občine Kobarid	27
Preglednica 8: Erodibilnost posameznih tipov litološke podlage za analizirana območja občine Kobarid	31
Preglednica 9: Erodibilnost posameznih vrst rabe tal v občini Kobarid.....	33

KAZALO PRILOG

Priloga 1: PRIPOROČILA, SMERNICE IN NAVODILA UPORABNIKU OPOZORILNIH KART NEVARNOSTI EROZIJE, Preglednica POTENCIALNA PLOSKOVNA EROZIJA	49
Priloga 2: PRIPOROČILA, SMERNICE IN NAVODILA UPORABNIKU OPOZORILNIH KART NEVARNOSTI EROZIJE, Preglednica EROZIJA V STRUGAH IN NA VPLIVNIH OBMOČJIH VODOTOKOV	49
Priloga 3: Opozorilna karta nevarnosti ploskovne erozije za območje občine Kobarid	51
Priloga 4: Opozorilna karta nevarnosti linijske erozije za območje občine Kobarid	51

1. UVODNI DEL

S strani Naročnika Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana je bilo pridobljeno naročilo naloge Izdelava opozorilnih kart erozije v merilu 1:25000 za izbranih 37 občin, ki predstavlja del projekta izdelave opozorilnih kart geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja. Naročnik za posamezne občine v Sloveniji izdeluje opozorilne karte nevarnosti iz področja segmentov pobočnega premikanja, kot so zemljinski in hribinski plazovi ter skalni podori in drobirski tokovi.

Predmetni sklop naloge obravnava izdelavo opozorilnih kart nevarnosti pojavljanja ploskovne erozije prsti ter preperine in linijske erozije v strugah vodotokov za občino Kobarid. Območja erozije so umeščena v štiri stopnje (neznatna, majhna, srednja, visoka) za ploskovno erozijo prsti in preperine ter štiri stopnje (zelo majhna, majhna, srednja, visoka) za linijsko erozijo na območju vodotokov.

Način izdelave opozorilnih kart erozije sledi predhodno izdelanim analizam v okviru projekta GH15, leto 2020, pri čemer se je v okviru predmetne naloge način določitve območij potencialne nevarnosti erozije dopolnilo z možnostjo transporta erozijskih potencialov glede na morfologijo terena in pokrovnostjo površja.

Opozorilne karte nevarnosti po posameznih občinah so v digitalni obliki predane naročniku (DRSV), GeoZS pa jih je vključil v t.i. Geohazard spletno aplikacijo (<https://geohazard.geo-zs.si>) razvito v sklopu preteklih projektov, ki omogoča poizvedovanje po rezultatih na izbranih lokacijah.

2. SPLOŠNO O EROZIJI

Zemeljsko površje se pod vplivom endogenih in eksogenih sil nenehno spreminja. Eksogene (zunanje) sile delujejo v smeri izravnavanja zemeljske površine, endogene (notranje) pa povzročajo gubanje (dvigovanje in/ali spuščanje) zemeljske površine. Delovanje eksogenih sil imenujemo erozija in pomeni odnašanje, prenašanje in nanašanje površinskih delov zemeljskega površja zaradi delovanja eksogenih sil ter sile gravitacije. Endogene sile pa so notranje zemeljske sile in procesi – tektonika, vulkanizem, gorotvorni procesi.

Erozija zemeljskega površja je stalen in povsod prisoten pojav, razlike so v vrstah erozije ter jakosti erozijskih procesov – od neznatnih do ekstremnih. Erozija poteka na vseh vrstah površja – na golih skeletnih (skalnih) tleh, na preperini, zemlji, humusu, peščenih tleh itd. V naravni, od človeka nedotaknjeni krajini, je erozija počasna, umirjena oz. »naravno uravnotežena«. V naših razmerah njeno delovanje umirja rastlinska odeja, pri čemer je najučinkovitejši gozd. Erozija postane škodljiva in nevarna, gledano z vidika človeka, šele v kulturni krajini, ki je zaradi delovanja in uporabe človeka temeljito spremenjena – zlasti sta spremenjeni pokrovnost (oziroma rastlinski pokrov), kar je posledica različne rabe tal. V kulturni krajini je uravnoteženost naravne erozije pogosto porušena. Temu sledi pospešen razvoj erozije ter stopnjevanje njenih - za človeka škodljivih - posledic. Za človeka je najškodljivejše odnašanje ali zasipavanje rodovitnih tal ter odnašanje ali zasipavanje uporabnih površin.

Človek se nenehno trudi dolgoročno ohranjati in varovati kulturno krajino. S prilagojenim gospodarjenjem in s prilagojeno rabo prostora, z ohranjanjem in gojenjem vegetacije ter raznimi protierozijskimi ukrepi zaustavlja, preprečuje, umirja in kontrolira erozijske procese. Za uspešnost varovanja in koriščenja kulturne krajine je zato zelo pomembno poznavanje vrste, jakosti in vzrokov erozijskih procesov ter njihovo prostorsko dinamiko in razporejenost. Eno od orodij za obvladovanje prostorske dinamike in razporejenosti erozijskih procesov je njihovo kartiranje. Najosnovnejša karta za prikaz nevarnosti pred erozijo je Opozorilna karta nevarnosti erozije.

EROZIJA V SLOVENIJI

Ozemlje Slovenije je zelo raznoliko. Na relativno majhnem območju se srečujejo Alpe, Panonska nižina, Sredozemlje in Dinaridi. Geološke in podnebne razlike, ki pogojujejo reliefne, hidrografske, pedološke, biosferne, poselitvene in druge razlike, pogojujejo tudi razlike v vrsti, intenzivnosti in razprostranjenosti erozijskih procesov. Ker so za celotno površino Slovenije značilne relativno obilne padavine ter reliefna razgibanost, za pretežni del pa tudi velika vodnatost in gosta hidrografska mreža, sta voda in gravitacija v naših razmerah poglavitni vzrok erozijskih pojavov. Erozijo povzročajo tudi temperaturne razlike (raztezanje in krčenje povzroča razpad kamnin). Veter kot vzrok erozije je v naših razmerah zanemarljiv, abrazija (erozija povzročena z valovi) pa je lokalno omejena na nekaj odsekov naravne morske obale, na obalah jezer pa zanemarljiva.

Za metodologijo obravnavane naloge je upoštevana splošna definicija erozije: Erozija je sproščanje, premikanje in odlaganje materiala zaradi delovanja vode in gravitacije. V študiji sta obravnavani dve vrsti erozijskih procesov: ploskovna (površinska) erozija na površinah in linijska erozija v strugah vodotokov.

Vodna erozija v vseh svojih različnih oblikah in različicah je najpomembnejša in najbolj zastopana vrsta erozije na območju Slovenije. Voda povzroča erozijske procese kot kapljice padavin (erozija dežnih kapelj), kot tekoča voda (razdiralna in transportna sila) ali kot led in sneg (razdiralna in transportna sila ali ekspanzija). Hkrati voda deluje tudi kot kemični reagent, ki povzroča raztapljanje in preperevanje, kar pospešuje erozijske procese. Razvojne faze vodne erozije si sledijo od ploskovne oz. površinske erozije (ki je neposredna posledica pluvialne erozije ter odtekanja vode po površini), preko brazdanja in jarkanja, (ki je posledica koncentriranja vode v linearne vodne tokove) do hudourniške in rečne erozije v strugah potokov, hudournikov, rečic in rek.

Procesi ploskovne erozije potekajo na vseh nagnjenih površinah v času padavin in odtekanja vode. Procesi linijske erozije so prisotni v vseh strugah vodotokov kadar v njih teče voda. Tekoča voda erodira brežine in dno struge ter priobrežne površine in s tem sprošča plavine, jih premešča ter odlaga. S stekanjem se povečuje količina vode, raste njena erozivna in transportna sila, posledično pa se povečuje količina ter grobost sproščenih in transportiranih plavin. Z erozijo sproščene plavine in plavje so različnih vrst, sestave, oblike in granulacije, odvisno od jakosti erozije. Lahko so kamninska preperina (skale, kamni, grušč, pesek, mivka, melj itd.), rodovitna prst ali humus, deli vegetacije (panji, debla, les, veje, leseni drobir), antropogeni (smeti, plastika, kovine), itd. Vrsto in jakost vodne erozije v strugah vodotokov pogojuje vodni režim vodotoka, ki je odvisen od naravnih danosti v njegovem povodju oz. prispevnem območju. Najvplivnejše lastnosti povodja so: velikost in oblika povodja, relief, razvejanost hidrografske mreže, višinske razlike in nakloni strug ter pobočij, padavinski režim, geološka podlaga, vrsta tal, poraslost z vegetacijo, obstoječi vodnogospodarski objekti, naravna ohranjenost krajine itd. Vodni režim vodotoka je lahko nižinski, hudourniški ali pa ena od številnih prehodnih oblik.

3. METODOLOGIJA IZDELAVE OPOZORILNIH KART EROZIJE

Opozorilni karti ploskovne in linijske erozije sta za posamično občino izdelani z modeliranjem, natančnejši opis metode je podan v nadaljevanju. Za izdelavo opozorilne karte ploskovne erozije prsti in preperine je v prvi fazi uporabljena prilagojena metoda RUSLE, v drugi fazi pa metoda prenosa erozije po površinah pobočij in strug. Za izdelavo opozorilne karte linijske erozije v strugah vodotokov je uporabljena metoda, ki je bila razvita v sklopu projekta GH15, leto 2020 in upošteva naklone vodotokov, njihovo širino, litološko podlago in velikost zaledja.

3.1. Izdelava opozorilne karte ploskovne erozije

Opozorilna karta ploskovne erozije prikazuje delitev teritorija posamezne občine glede na nevarnost pojavljanja ploskovne erozije prsti in preperine. Izdelana je na podlagi modelne napovedi. Zaradi številnosti, kompleksnosti in soodvisnosti vplivnih dejavnikov so zahtevano natančnost merila 1 : 25.000 v model za napoved vključeni le najpomembnejši.

Za določevanje stopnje erozijske nevarnosti ploskovne erozije so bile v preteklosti uporabljene različne metode. V študiji leta 2012 (Opozorilne karte območij snežnih plazov in opozorilne karte nevarnosti erozije za območja nekaterih občin v Sloveniji, EHO Projekt d.o.o. s pod., 2012) je bil za analizo ploskovne erozije uporabljen model napovedi, ki je – poleg ostalih dejavnikov - upošteval ponderirane vrednosti erozijske odpornosti posameznih litoloških slojev. Pomanjkljivost tega modela je bila, da je plast prsti in preperinskega pokrova (to je plast zemeljskega površja, ki je neposredno podvržena erodiranju) upoštevala le posredno, glede na vrsto litološke podlage. V tej nalogi je zato uporabljena metoda RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), ki neposredno obravnava erozijo prsti in preperinskega sloja. Metoda RUSLE je pogosto uporabljena s strani institucij EU (ESDAC - European Soil Data Centre) ter jo za analizo erozije prsti priporoča tudi Evropska komisija. Ker je cilj te naloge izdelava splošne opozorilne karte v velikem merilu, je zaradi poenostavitve pri obdelovanju vhodnih podatkov modela, za potrebe te naloge metoda RUSLE nekoliko prilagojena.

3.1.1. Metoda izdelave opozorilne karte ploskovne erozije

Opozorilna karta ploskovne erozije je izdelana z GIS modeliranjem na podlagi prilagojene metode RUSLE z dodanim izračunom prenosa erozijskih potencialov ter z neposrednim kartiranjem površin obstoječe ploskovne erozije. Teritorij posamezne občine je obdelan po sledečem postopku:

1. Priprava osnovne karte občine, ki vsebuje sloj plastnic (TTN), DOF ter hidrografska mrežo, izločitev urbaniziranih površin in golih površin
2. Izdelava GIS modela po prilagojeni metodi RUSLE ter izračun premeščanja erozijskih potencialov
3. Določitev površin kjer je ugotovljena obstoječa ploskovna erozija.
4. Izdelava končne opozorilne karte z razdelitvijo teritorija občine na 4 stopnje nevarnosti.

3.1.1.1. Prilagojena metoda RUSLE

V glavni enačbi prilagojene metode RUSLE so vsebovani koeficienti, kateri vrednotijo glavne naravne in antropogene faktorje, ki soodvisno vplivajo na procese ploskovne erozije oz. površinsko sproščanje zemljin. Prilagojena Metoda RUSLE določa kvantitativne vrednosti možnega izpiranja zemljin na neki površini, ne določa pa dejanskih izgub zemljin in preperine, ker so spremenljivke določene nominalno.

Glavna enačba metode: $A = R \times K \times LS \times C \times P$

A – ploskovna erozija na enoti površine

R – koeficient erozivnosti padavin, ki temelji na vplivu energije padavin in odtoka

K – koeficient erodibilnosti različnih tipov tal, ki je odvisna od pedoloških lastnosti

LS – koeficient dolžine pobočja ter strmosti glede na primerjalno vrednost

C – koeficient pokrovnosti oziroma tipa rabe tal

P – vpliv kmetijskih zaščitnih ukrepov

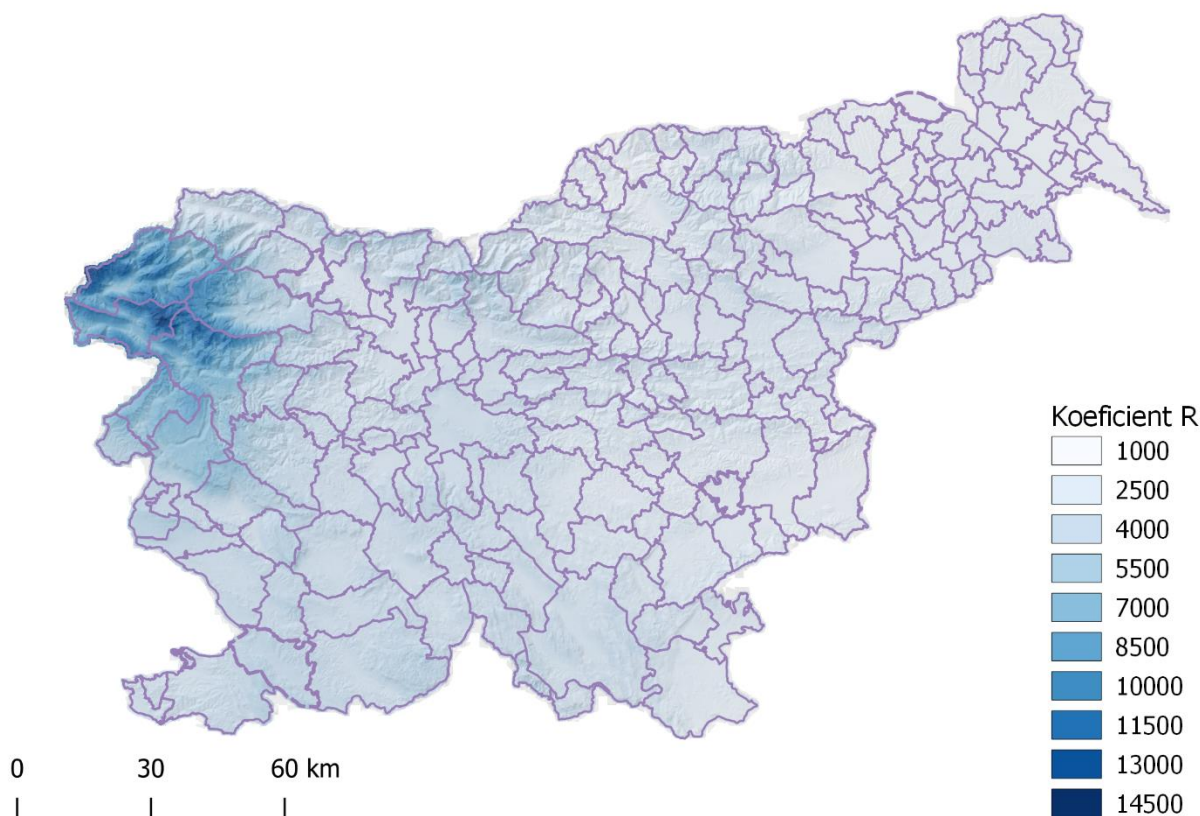
Posamezni koeficienti glavne enačbe so določeni s pomožnimi enačbami in so bili za potrebe te naloge uporabljeni kot brezdimenzijski. Opisi posameznih koeficientov so podani v nadaljevanju.

3.1.1.2. Opis koeficientov glavne enačbe

- **Koeficient R**

Koeficient R vrednoti erozivnost padavin posameznega območja in stopnjo površinskega odtoka vode. Osnovo za določitev koeficienta predstavljata kinetična energija vodnih kapelj in intenzivnost padavin.

Koeficient je bil za potrebe naloge privzet iz predhodno izdelane naloge Meritve in modeliranje erozivnosti padavin kot parametra erozije tal, Petan, S., Ljubljana, 2010. V sklopu te naloge je bila torej uporabljena predhodno izdelana karta prostorske porazdelitve erozivnosti padavin za območje Slovenije (slika 1). Vrednosti koeficienta znašajo od 1.021 do 14.369 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ leto⁻¹. V našem primeru smo koeficient uporabljali brezdimenzijsko, saj namen naloge ni bila kvantitativna določitev sproščanja materialov.



Slika 1: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficienta R za območje Slovenije

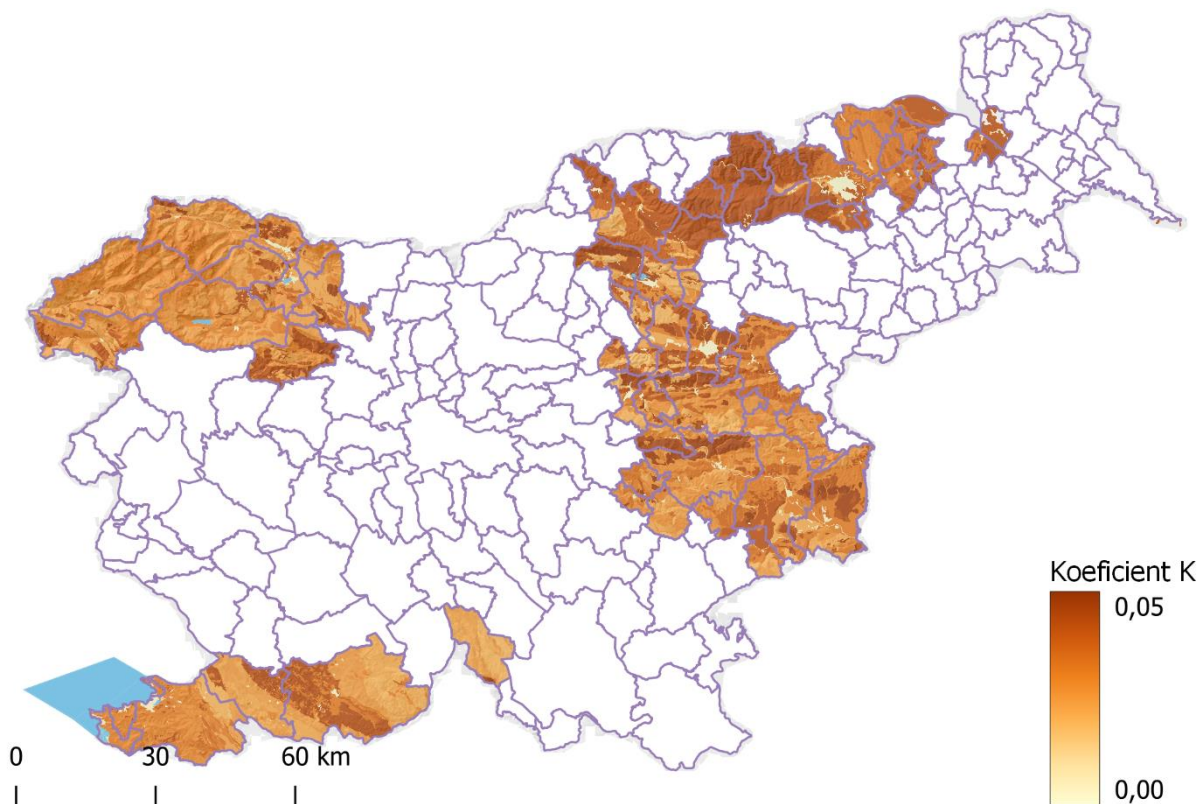
- **Koeficient K'**

Koeficient K' vrednoti erozivnost različnih tipov tal. Njegove vrednosti so v razponu do 0.01 do 0.05. Metoda določanja K' je opisana v posebnem poglavju. Koeficient ima v modelu relativno najpomembnejši vpliv.

V preglednici 1 so podani primeri vrednosti koeficienta K' za nekatere pedosistematske enote (PSE). Na sliki 2 je prikazan koeficient K' za obravnavane občine.

Preglednica 1: Koeficient K' za posamezne tipe tal oz. pedosistematske enote PSE

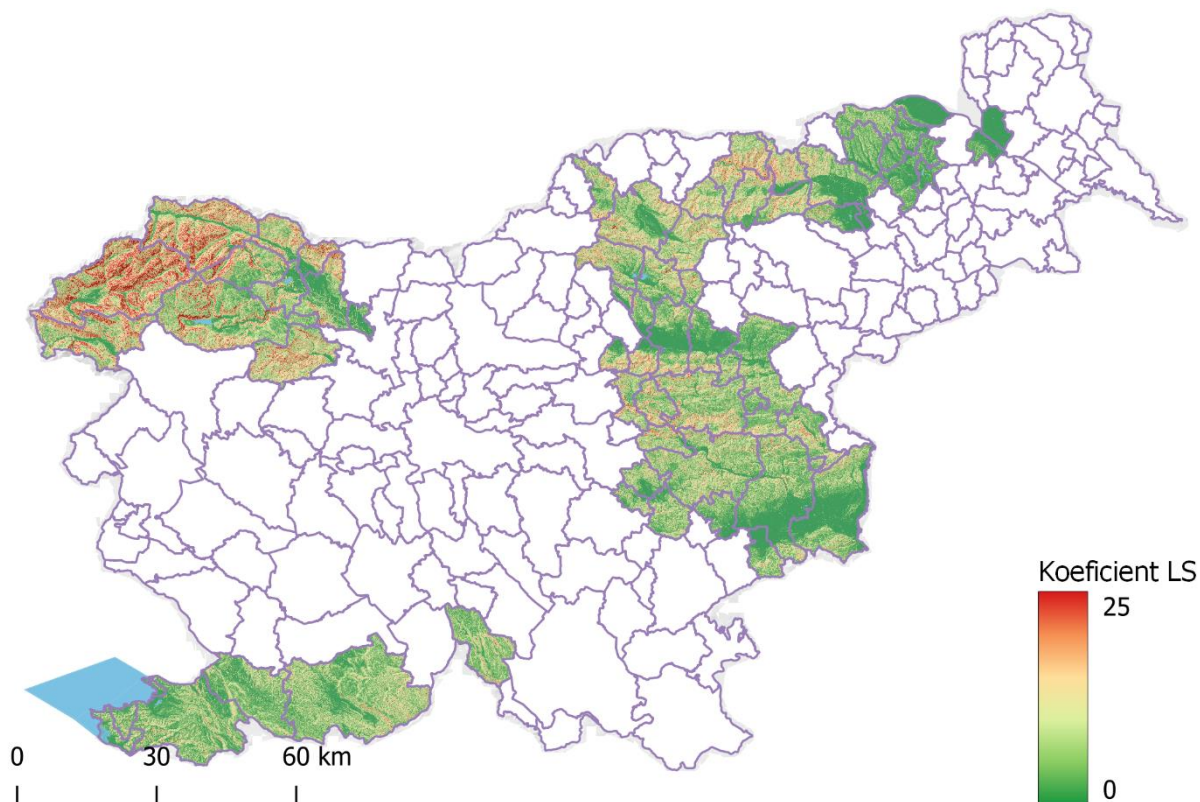
PSE	OPIS TIPA TAL	KOEFICIENT K'
614	ŠOTNA TLA VISOKEGA BARJA, PLITVA, MOČNO HUMIFICIRANA	0.01
358	RJAVA POKARBONATNA TLA, NA APNENCU, TIPIČNA	0.015
31	RENDZINA, NA APNENCU, RJAVA	0.02
208	EVTRIČNA RJAVA TLA, NA DELUVIJU, TIPIČNA	0.025
126	EVTRIČNA RJAVA TLA, NA EOCENSKEM FLIŠU, PSEVDOGLEJENA	0.03
538	PSEVDOGLEJ, RAVNINSKI, EVTRIČEN, SREDNJE GLOBOK	0.035
272	DISTRIČNA RJAVA TLA, NA METAMORFNIH KAMNINAH, KOLUVIALNA	0.04
798	DISTRIČNA RJAVA TLA, NA TONALITU, TIPIČNA	0.045
811	DISTRIČNA RJAVA TLA, NA GRANITU / GRANDIORITU, IZPRANA	0.05



Slika 2: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficienta K' za obravnavane občine

- **Koeficient LS**

Koeficient LS vrednoti faktor dolžine in naklona pobočja. Določen je po metodi Desmet in Govers (1996) ter Kinnell (2005). Za generiranje sloja je bil upoštevan DMV 1x1 m (vir MOP, DRSV, eVode), generaliziran na velikost celice 5x5 m. Vrednosti višin v vodotokih so dodatno popravljene s podatki linijskega sloja vodnega katastra. Za vsako celico je bilo določeno pripadajoče zlivno območje (po metodi Seibert in McGlynn (2007), pri čemer je bila na prevojih upoštevana enakomerna razdelitev vrednosti. Vrednosti koeficienta so od 0 do 25.



Slika 3: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficienta LS za obravnavane občine

- **Koeficient C**

Koeficient pokrovnosti oz. tipa rabe tal C je določen v skladu s smernicami evropske komisije (ESDAC, faktorje za celotno Evropsko unijo povzema publikacija Land Use Policy, (Pangos, P in sod., Land Use Policy 48 (2015) 38–50). Za rabe tal, ki v podatkovnem viru niso obravnavane a se v Sloveniji pojavljajo, so določene primerljive vrednosti.

Osnovni sloj za določanje koeficienta C je karta dejanske rabe tal Slovenije (vir spletni portal Ministrstva za kmetijstvo GERK). Ker gozd najučinkoviteje preprečuje oz. zmanjšuje ploskovno erozijo prsti, je za povečanje natančnosti, dejanska raba »Gozd« (v preglednici 2: raba 2000) dopolnjena s slojem »Gozdna struktura« (vir Zavod za gozdove Slovenije ZGS), ki vrednoti lesno zalogo gozda. Ta podatek posredno vrednoti odraslost in vrsto gozda, kar odločilno vpliva na učinkovitost varovalne funkcije gozda. Lesna zaloga je bila upoštevana po enačbi, ki glede na lesno zalogo določa vpliv funkcije gozdov.

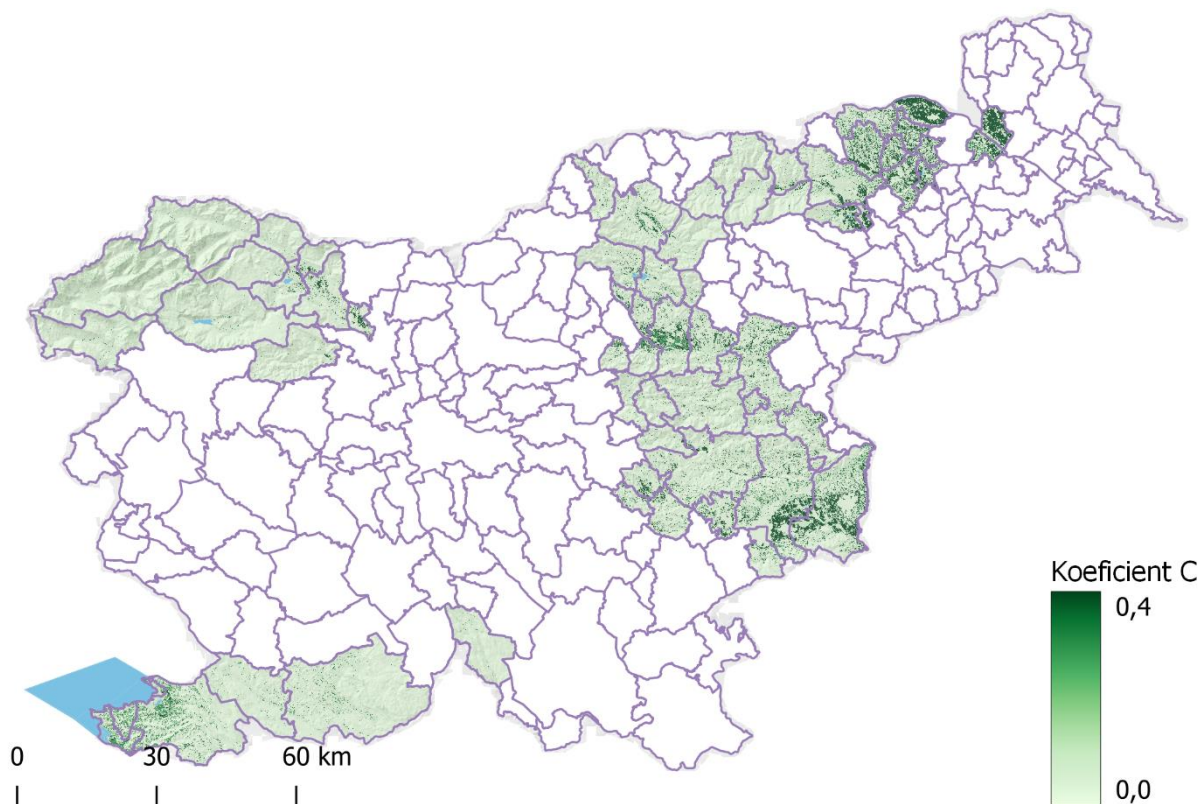
Enačba za izračun koeficienta C na območju dejanske rabe gozd:

$$C(\text{Gozd}) = 1/5 \times (\text{lesna zaloga})^{0.6}$$

Dejanska raba »Pozidano in sorodno zemljišče« je bila upoštevana na način, da se je ločilo območja stavb in preostalih zemljišč. Na območju stavb je koeficient v smislu erodibilnosti ugoden, ostala pozidana območja imajo vrednost primerljivo trajnemu travniku, kar predstavlja urejene travniške površine na območju nepozidanih stavbnih zemljišč.

Preglednica 2: Uporabljene vrednosti koeficienta C za obravnavane občine

RABA	OPIS RABE TAL	KOEFICIENT C
1100	Njiva	0,4
1160	Hmeljišče	0,3
1180	Trajne rastline na njivskih površinah	0,01
1190	Rastlinjak	0,05
1211	Vinograd	0,3
1212	Matičnjak	0,3
1221	Intenzivni sadovnjak	0,08
1222	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak	0,08
1230	Oljčnik	0,22
1240	Ostali trajni nasadi	0,08
1300	Trajni travnik	0,05
1321	Barjanski travnik	0,05
1800	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem	0,005
1410	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	0,06
1420	Plantaža gozdnega drevja	0,03
1500	Drevesa in grmičevje	0,003
1600	Neobdelano kmetijsko zemljišče	0,35
2000	Gozd nad 5 m ³ /ha lesne zaloge	0,002 – 0,08
	Gozd brez lesne zaloge oz. izvzet v sloju Gozdne Strukture	0,015
3000	Pozidano in sorodno zemljišče - stavbe	0,0001
	Pozidano in sorodno zemljišče - ostalo	0,05
4100	Barje	0,05
4210	Trstičje	0,05
4220	Ostalo zamočvirjeno zemljišče	0,05
5000	Suho, odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom	0,1
6000	Odprto zemljišče brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom	0,0001
7000	Voda	0,01



Slika 4: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficienta C za obravnavane občine

- **Koeficient P**

Koeficient P vrednoti dejavnik kmetijskih zaščitnih ukrepov. Za potrebe te metode je vrednost koeficienta generalizirana na 1, saj podrobnejše vrednotenje za karte v merilu 1:25000 ni smiselno.

3.1.1.2.1. Določanje ocene erozijske ogroženosti tal na osnovi talnih lastnosti – koeficient K'

V tem poglavju je opisana metoda določanja koeficienta K', ki vrednoti erozijsko ogroženost posameznih tipov tal na osnovi njihovih pedoloških lastnosti.

Uporabljeni pedološki podatki

Uporabljeni so pedološki podatki digitalne pedološke karte Slovenije v merilu 1:25.000, ki jih hrani in vzdržuje Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja v Ljubljani (ICPVO) v talnem informacijskem sistemu (TIS/ICPVO). To je največja baza podatkov o lastnostih tal in razprostranjenosti talnih tipov v Sloveniji (zasnova 1990 na Katedri za pedologijo in varstvo okolja leta 1990, dograjeno v okviru projektov Digitalizacija pedološke karte Slovenije in Raziskave onesnaženosti tal Slovenije (Vrščaj in Prus, 1994; Vrščaj in Lobnik, 1999; Vrščaj s sod., 2001). V bazi je več slojev podatkov (TIS/ICPVO, 1990 – 2020). V tej nalogi so upoštevani naslednji sloji:

- poligoni pedološke karte v merilu 1:25 000 (preko 10700 poligonov in 1800 pedokartografskih enot – PKE25);
- baza opisov in analiz talnih profilov – PP (preko 2300 pedoloških profilov oziroma analize več 7000 talnih horizontov).

Pedološko karto Slovenije sestavljajo poligoni, ki ustrezajo talnim oziroma pedo-kartografskim enotam (PKE). Te so opredeljene na osnovi talnih sistematskih enot (PSE) na osnovni klasifikacijskega sistema pri čemer so uporabljeni opisni in merjeni podatki talnih profilov (PP). Talna kartografska enota (pedokartografska enota = PKE) predstavlja osnovno kartografsko enoto pedološke karte. PKE je sestavljena iz ene ali več pedosistematskih enot (PSE), ki v naravi značilno nastopajo skupaj in jih zaradi merila karte ni mogoče ločeno prikazati. PKE pedološke karte v merilu 1:25 000 (PKE25) tako sestavljajo do tri PSE, njihova zastopanost v skupni površini pa je opredeljena z deležem (Vrščaj in Prus, 1994). Pedosistematska enota (PSE) je enota tal (=talni tip) v določenem sistemu klasifikacije z značilnimi lastnostmi, ki se bistveno razlikujejo od lastnosti drugih tal (druge pedosistematske enote)(Vrščaj in Prus, 1994).

Talne sistematske enote (PSE) vseh obravnavanih območij so pregledane ob uporabi ustreznih talnih profilov tako opisnih (morfoloških lastnosti) kakor tudi merjenih (analitskih) rezultatov. Vsaki PSE je pripisan ustrezen atribut erozijske ogroženosti na 10 stopenjski lestvici (razredi erozijske ogroženosti od 1 do 5 z vmesnimi polovičnimi vrednostmi).

Pedološke lastnosti, ki vplivajo na stabilnost tal

Ključna lastnost pri odpornosti na vodno erozijo je dobro izražena in stabilna *struktura tal* oz. njenih strukturnih agregatov, ki omogoča dobro infiltracijo padavin. Stabilnost strukturnih agregatov tal pomeni, da so odporni na fizikalno delovanje dežnih kapljic in da se ne razpustijo, če so tla nasičena z vodo. Izraženost in obstojnost strukture tal se razvršča v tri stopnje: dobro izražena/obstoja, srednje dobro izražena/obstoja, slabo izražena/obstoja struktura. Na tvorbo strukturnih agregatov vpliva tekstura (zrnavost), vsebnost humificirane organske snovi in prisotnost dvovalentnih bazičnih kationov. Zelo pomembna je tudi globina podzemne vodne ter dreniranost tal.

Pri razvrščanju tal v razrede erozijske ogroženosti so upoštevani tudi pH vrednost, delež bazičnih kationov, tekstura ter razvojna stopnja.

Preglednica 3: Primeri erodibilnost posameznih tipov tal za analizirana območja

MORFOLOŠKE; FIZIKALNE IN KEMIJSKE LASTNOSTI TAL	OPIS EROZIJSKE OGROŽENOSTI	EROZIJA	KOEF. K'
Tla imajo v zgornjih horizontih dobro izraženo in dobro obstojno strukturo. So dobro humozna, organska snov je povezana z mineralnim delom v stabilne organomineralne komplekse (sprstenina). Delež bazičnih kationov je > 80 %. Tekstura je ilovnata, z manjšim odmikom v glinasto ilovnato (GI) ali meljasto glinasto ilovnato teksturo (MGI). Procesi psevdoglejevanja niso prisotni.	Ni erozijske ogroženosti oziroma je zanemarljiva Erozijska ogroženost je zanemarljiva tudi na strmih terenih in na neporaščenih zemljiščih.	1	0.01
Tla imajo v zgornjih horizontih dobro do srednje dobro izraženo in dobro obstojno strukturo. Tla so dobro humozna, organska snov je povezana z mineralnim delom v stabilne organomineralne komplekse (sprstenina). Delež bazičnih kationov je 50-80 %, prevladujejo izmenljivi kalcijevi ioni. Tekstura je ilovnata, z manjšim odmikom v glinasto ilovnato (GI) ali meljasto glinasto ilovnato teksturo (MGI). Procesi psevdoglejevanja niso prisotni.	Majhna erozijska ogroženost Erozijska ogroženost je majhna tudi ko tla niso poraščena.	2	0.02
Tla imajo v zgornjih horizontih srednje dobro izraženo in srednje dobro obstojno strukturo. Tla so slabo humozna ali pa je organska snov slabo humificirana in ni dobro povezana z mineralnim delom tal (sprstenina - prhnina). Delež bazičnih kationov je 30- 50 %. Tekstura je ilovnata, z večjim odmikom v glinasto ilovnato (GI) in meljasto glinasto ilovnato teksturo (MGI) ter manjšim odmikom v meljasto ilovnato (MI) teksturo. Morebitni procesi psevdoglejevanja so prisotni globlje od 40 cm.	Zmerna erozijska ogroženost Erozija se pojavlja le ob neugodnih vremenskih razmerah (intenzivne padavine) in kadar so tla gola.	3	0.03
Tla imajo v zgornjih horizontih slabo do srednje dobro izraženo strukturo, ki je slabo obstojna. Tla so slabo humozna; če so humozna organska snov ni povezana z mineralnim delom tal (prhninasti humus). Delež bazičnih kationov je 10 do 30 %. Tekstura je manj ugodna, z večjim deležem posameznih velikostnih delcev (PGI, PI, MI, G) Če so prisotni procesi psevdoglejevanja, je psevdoglejni horizont že na globini 30 – 40 cm.	Velika erozijska ogroženost Ob intenzivnih padavinah ali po dolgotrajni suši je ogroženost za erozijo velika, tudi če so tla poraščena in v ravnini. Gola tla in tla na pobočjih so dovzetna za erozijo tudi pri manj intenzivnih padavinah.	4	0.04
Struktura je slabo izražena in slabo obstojna. Tla so zelo slabo humozna. Delež bazičnih kationov je < 10%. Tekstura jemeljasta (MG, MI, M,) Če so prisotni procesi psevdoglejevanja, je psevdoglejni horizont že na globini < 30 cm.	Zelo velika erozijska ogroženost Nevarnost za erozijo tudi na ravnini.	5	0.05

3.1.1.3. Izračun prenosa erozijskih potencialov

Zaradi možnosti prenosa erozijskih potencialov ter odlaganja na nižje ležečih lokacijah ali v strugah vodotokov oz. v grapah, je v modelnem izračunu po prilagojeni metodi RUSLE (poglavje 3.1.1.1.) dodan izračun možnega prenosa materialov. V tem izračunu so upoštevani trije dejavniki: kapaciteta erozijskih potencialov, možnost prenosa glede na naklon pobočja in hrapavost podlage.

Kapaciteta erozijskih potencialov je določena z metodo RUSLE: določene so izvirne cone erozijskih potencialov in »zlivna« območja za posamezno celico. Osnova za izračun je digitalni model višin - DMV 1x1 m (vir MOP, DRSV, eVode), generaliziran na velikost celice 5x5 m z upoštevanimi »vtisnjenimi« vodotoki.

Dejavnik možnosti prenosa glede na naklon pobočja in dejavnik hrapavosti podlage sta združena v enotni koeficient transporta - T. Za izračun je privzeta srednja vrednost naklona 30°, kar je posplošena vrednost naravnega posipnega kota za materiale in zadostuje za natančnost opozorilne karte v merilu 1 : 25.000. Hrapavost podlage je določena z Manningovim koeficientom za posamezne vrste rabe tal (preglednica 4) po katerih se vrši transport, pri čemer je predpostavljen plitek tok erozijskega materiala, vrednosti Manningovega koeficienta pa so normalizirane s faktorjem 14.

Enačba za izračun koeficienta transporta - T:

$$T = 14 \times \sin\beta \times m$$

T – koeficient transporta

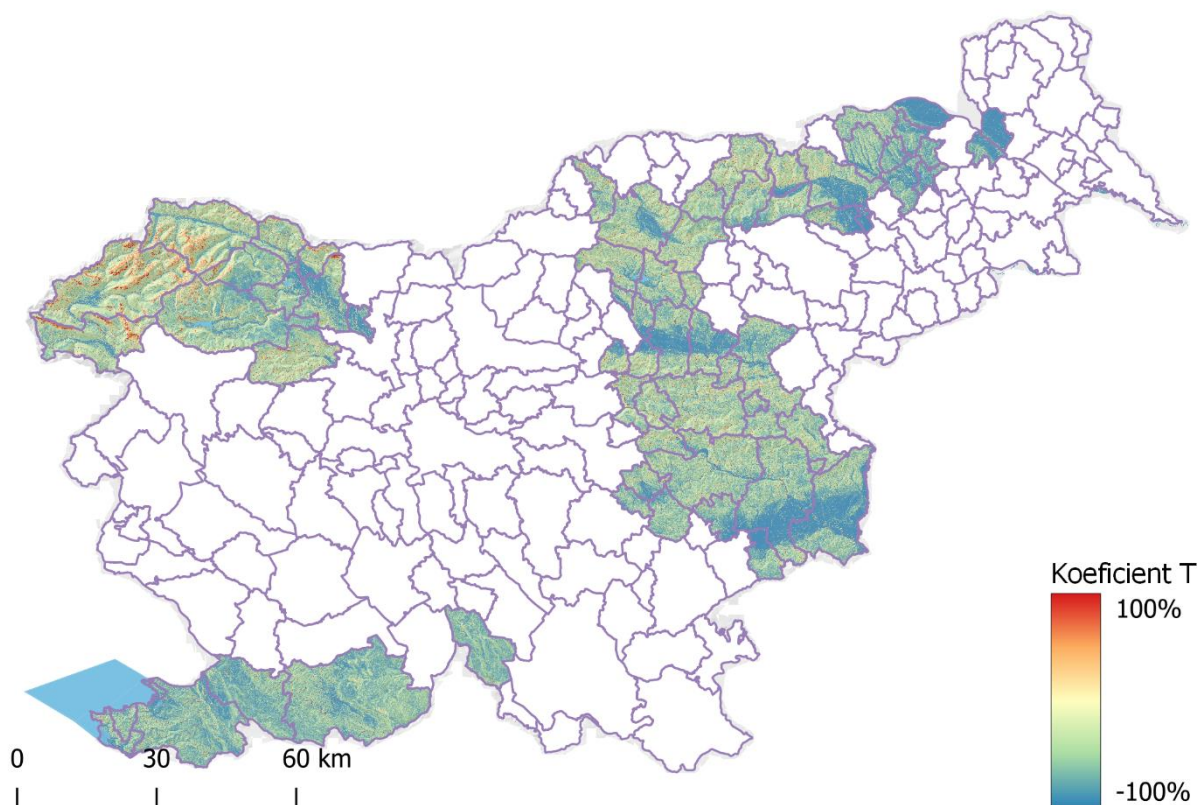
β – naklon pobočja

m – Manningov koeficient hrapavosti

Preglednica 4: Vrednosti Manningovega koeficienta za vrste rabe tal

RABA	OPIS RABE TAL	KOEFICIENT m
1100	Njiva	0.07
1160	Hmeljišče	0.10
1180	Trajne rastline na njivskih površinah	0.07
1190	Rastlinjak	0.08
1211	Vinograd	0.08
1212	Matičnjak	0.08
1221	Intenzivni sadovnjak	0.08
1222	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak	0.08
1230	Oljčnik	0.08
1240	Ostali trajni nasadi	0.08
1300	Trajni travnik	0.05
1321	Barjanski travnik	0.05
1800	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem	0.08
1410	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	0.08
1420	Plantaža gozdnega drevja	0.08
1500	Drevesa in grmičevje	0.10

1600	Neobdelano kmetijsko zemljišče	0.08
2000	Gozd	0.12
3000	Pozidano in sorodno zemljišče	0.04
4100	Barje	0.03
4210	Trstičje	0.08
4220	Ostalo zamočvirjeno zemljišče	0.03
5000	Suho, odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom	0.08
6000	Odprto zemljišče brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom	0.08
7000	Voda	0.02



Slika 5: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficienta T za obravnavane občine

3.1.1.4. Določitev površin obstoječe ploskovne erozije

Prilagojena metoda RUSLE napoveduje nevarnost pojavljanja ploskovne erozije na določenem območju, pri čemer pa so obravnavani predvsem erozijski procesi sproščanja in odplakovanja prsti ali preperine. Na nekaterih površinah pa procesi ploskovne erozije že potekajo oz. je ploskovna erozija že obstoječa. Na določenih tipih površin obstoječe ploskovne erozije hkrati potekajo erozijski procesi sproščanja, odplakovanja in odlaganja, na nekaterih pa prevladujejo predvsem procesi odlaganja nanosov oz. zasipavanja.

Površine obstoječe ploskovne erozije, na katerih že potekajo intenzivni procesi ploskovne erozije, so določene z neposrednim terenskim kartiranjem ter rekognosciranjem DOF. Na opozorilni karti

ploskovne erozije so vse površine obstoječe ploskovne erozije ne glede na vrsto, uvrščene oz. prikazane v najvišji IV. stopnji nevarnosti.

V tej nalogi obravnavane vrste površin z obstoječo ploskovno erozijo so: melišča, hudourniški vršaji, erozijska žarišča, prodišča in sipine ter antropogeno povzročena ploskovna erozija.

Melišče

Melišče je nasipališče ob vznožju skalnih sten, pobočij ali skalnih žlebov ter grap. Odložena podornina je skalni oz. kamnit material. Vzrok nastajanja podornine je denudacija, površinsko in/ali linijsko erodiranje. Aktivno melišče pomeni, da je dotekanje novega materiala stalno in intenzivno. Na območju melišča ni površinske vode, zato tudi ni ploskovnega odnašanja prsti zaradi vodne erozije. So pa stalno prisotni erozijski procesi zasipavanja in premikanja podornega materiala, zato se na območju aktivnega melišča plast prsti in posledično stalna vegetacija ne razvijeta. Na opozorilni karti ploskovne erozije so v IV. stopnji nevarnosti vključene tudi vse površine aktivnih melišč.

Hudourniški vršaj

Hudourniški vršaj je položno pobočje v obliki ležečega polstožca, nastalo iz odloženega prodnatega, peščenega ali gruščnatega nanosa, na iztekih hudourniških strug ali grap. Aktivni hudourniški vršaj pomeni, da je dotekanje novega materiala redno in pogosto. Na območju vršaja prevladuje erozijski proces odlaganja plavin oz. akumuliranja nanosov, na aktivnejših delih vršaja pa hkrati potekajo ploskovna erozija, linijska (hudourniška) erozija, ki sproščata in premeščata nanose ter poplavljanje visoke vode. Na aktivnih delih vršaja je razvoj prsti in stalne vegetacije zelo oviran zaradi stalnega zasipavanja in premeščanja nanosov. Na opozorilni karti ploskovne erozije so v IV. stopnji nevarnosti vključene tudi površine aktivnih hudourniških vršajev.

Erozijsko žarišče

Erozijsko žarišče je območje prizadeto zaradi zelo intenzivne erozije. Na območju aktivnega erozijskega žarišča hkrati potekajo erozijski procesi pluvialne in površinske erozije, hudourniške (linearne) vodne erozije vseh oblik, denudacija, plazenje itd. Hkrati potekajo procesi sproščanja, premeščanja in odlaganja plavin oz. nanosov. Na območju aktivnega erozijskega žarišča se zaradi erozijskih procesov ne more razviti plast prsti in posledično stalna vegetacija. Erozijsko žarišče je običajno močan vir plavin v hudournikih oz. vodotokih. Na opozorilni karti ploskovne erozije so v IV. stopnji nevarnosti vključene tudi površine aktivnih erozijskih žarišč.

Prodišča, sipine, zaplavki

Prodišča oz. sipine so območja strug vodotokov kjer naravno zastajajo plavine. Po njih voda meandrira, v času visoke vode pa je prodišče poplavljen, na njem potekajo erozijski procesi sproščanja, premeščanja in odlaganja nanosov. Zaplavki oz. zaplavni prostori so površine za zaplavnimi objekti, kjer se plavine (umetno) zaustavljajo oz. zadržujejo. Na območju prodišč in zaplavljkov se zaradi stalnih površinskih in linijskih erozijskih procesov ter poplavljanja ne more razviti plast prsti ter posledično stalnejša vegetacija. Na opozorilni karti ploskovne erozije so v IV. stopnji nevarnosti vključene tudi površine prodišč in zaplavljkov.

Območja antropogene erozije

Območja antropogeno povzročene ploskovne erozije so zaradi gospodarske dejavnosti devastirana oz. erodirana območja - kamnolomi, peskokopi, dnevni kopi, deponije. Poleg izkopavanj in nasipavanj na teh površinah potekajo tudi procesi naravne ploskovne in linijske erozije. Na teh površinah se ne more razviti plast prsti in posledično stalna vegetacija. V območja antropogene erozije so vključena tudi območja planinskih pašnikov in travišč, kjer se zaradi intenzivne uporabe planinskih poti ali zaradi intenzivnega pašništva pojavlja močno površinsko erodiranje. Na opozorilni karti erozije so v IV. stopnji nevarnosti vključene tudi površine območij antropogeno povzročene erozije.

V Sloveniji se območja obstoječe ploskovne erozije (razen antropogeno povzročene ploskovne erozije) pojavljajo predvsem v gorskem svetu, torej le na območju občin, ki so gorate ali hribovite. Območja antropogeno povzročene erozije pa so raztresena po celi Sloveniji.

3.1.1.5. Izdelava končne opozorilne karte ploskovne erozije

Na končni opozorilni karti ploskovne erozije v merilu 1 : 25.000 je celoten teritorij posamezne občine razdeljen na štiri stopnje nevarnosti pojavljanja ploskovne erozije, ki so prikazane v barvni lestvici:

- I. stopnja - neznatna erozijska nevarnost - bela
- II. stopnja - majhna erozijska nevarnost - rumena
- III. stopnja - srednja erozijska nevarnost - oranžna
- IV. stopnja - velika erozijska nevarnost - rdeča

Opis razmer na območjih analize po posameznih stopnjah erozijske nevarnosti:

Neznatna stopnja erozijske nevarnosti – Na območju ni prisotnih erozijskih procesov oz. so le ti zanemarljivi.

Majhna stopnja erozijske nevarnosti – na območjih je zgolj lokalno, morda neizrazito opaziti znake erozije, kar se na manjših delih izkazuje v slabši zaraščenosti, spiranje zemljine ali preperine je prisotno le izjemoma.

Srednja stopnja erozijske nevarnosti – na območjih je opaziti znake erozije, kar se na posameznih delih izkazuje v slabši zaraščenosti oz. zmanjševanju zarasti, zmernem spiranju zemljine, spiranje zemljine ali preperine je prisotno le lokalno.

Visoka stopnja erozijske nevarnosti – na območjih je evidentno opaziti znake erozije, kar se izkazuje v slabi zaraščenosti območja oz. zmanjševanju vpliva zarasti, spiranju zemljine, prisotnosti erozijskih jarkov, transportu zemljin in preperine.

V I. stopnjo erozijske nevarnosti so poleg površin, ki so z modelom ovrednotene kot površine z neznatno erozijsko nevarnostjo, uvrščene tudi vse urbane površine (na katerih se predpostavlja, da ploskovne erozije ni) ter vse gole skalne površine (na katerih se zaradi nadmorske višine prst ne more razviti ali pa zaradi strmine prst ali preperina ne obstaneta).

V II. In III. stopnjo erozijske nevarnosti so uvrščene površine, ki so z modelom ovrednotene kot površine z majno oz. srednjo erozijsko nevarnostjo.

V IV. stopnjo erozijske nevarnosti so poleg površin, ki so z modelom ovrednotene kot površine z veliko erozijsko nevarnostjo, uvrščene tudi vse površine kjer je ugotovljena obstoječa ploskovna erozija.

3.2. Izdelava opozorilne karte linijske erozije

Opozorilna karta linijske erozije prikazuje delitev vodotokov v posamezni občini glede na nevarnost nastanka erozijskih poškodb (zajed, poglobitev dna). Izdelana je na podlagi modelne napovedi s poenostavljeno metodo, ki določa predvsem zmožnost vodotoka generiranja poškodb na brežinah in dnu.

3.2.1. Metoda izdelave opozorilne karte nevarnosti linijske erozije

Opozorilna karta linijske erozije je izdelana z GIS modeliranjem. Teritorij posamezne občine je obdelan po sledečem postopku:

1. Priprava osnovne karte občine, ki vsebuje sloj plastnic (TTN), DOF ter hidrografske mrežo
2. Izdelava GIS modela
3. Izdelava končne opozorilne karte z razdelitvijo hidrografske mreže občine na 4 stopnje nevarnosti

3.2.1.1. IS modeliranje

V glavni enačbi metode so vsebovani koeficienti, ki vrednotijo glavne naravne faktorje, ki soodvisno vplivajo na procese linijske erozije oz. erozijske procese v strugah vodotokov.

Glavna enačba metode: $E = V' \times L \times \beta \times R$

E – linijska erozija v strugi vodotoka

V' – koeficient hitrosti, ki je odvisen od naklona in kategorije širine vodotoka na določenem odseku

L – koeficient erodibilnosti litološke podlage

β – koeficient velikosti zlivnega območja vodotoka v korelaciji s pretokom

R – koeficient erozivnosti padavin, ki temelji na vplivu energije padavin in odtoka (povzeto po enačbi RUSLE)

Posamezni koeficienti glavne enačbe so določeni s pomožnimi enačbami in so brezdimenzijski. Opisi posameznih koeficientov so podani v nadaljevanju.

Rezultat GIS modeliranja je razdelitev hidrografske mreže teritorija posamezne občine na štiri stopnje nevarnosti pojavljanja linijske erozije.

Metoda napoveduje nevarnost sproščanja in odplavljanje erozijskega materiala zaradi linijske vodne erozije v strugah vodotokov.

3.2.1.2. Opis koeficientov glavne enačbe

- Koeficient V'**

Koeficient V' vrednoti hitrost vodnega toka v strugah vodotokov. Določen je s poenostavljeno enačbo za izračun hitrosti vodnega toka, ki upošteva le naklon in širino struge. Podatki so pridobljeni iz vektorskega sloja podatkov površinskih voda (vir MOP DRSV eVode) ter za potrebe naloge rasterizirani na celice 5x5 m.

$$V' = B^{2/3} \times I^{1/2}$$

B – širina struge

I – padec nivelete struge

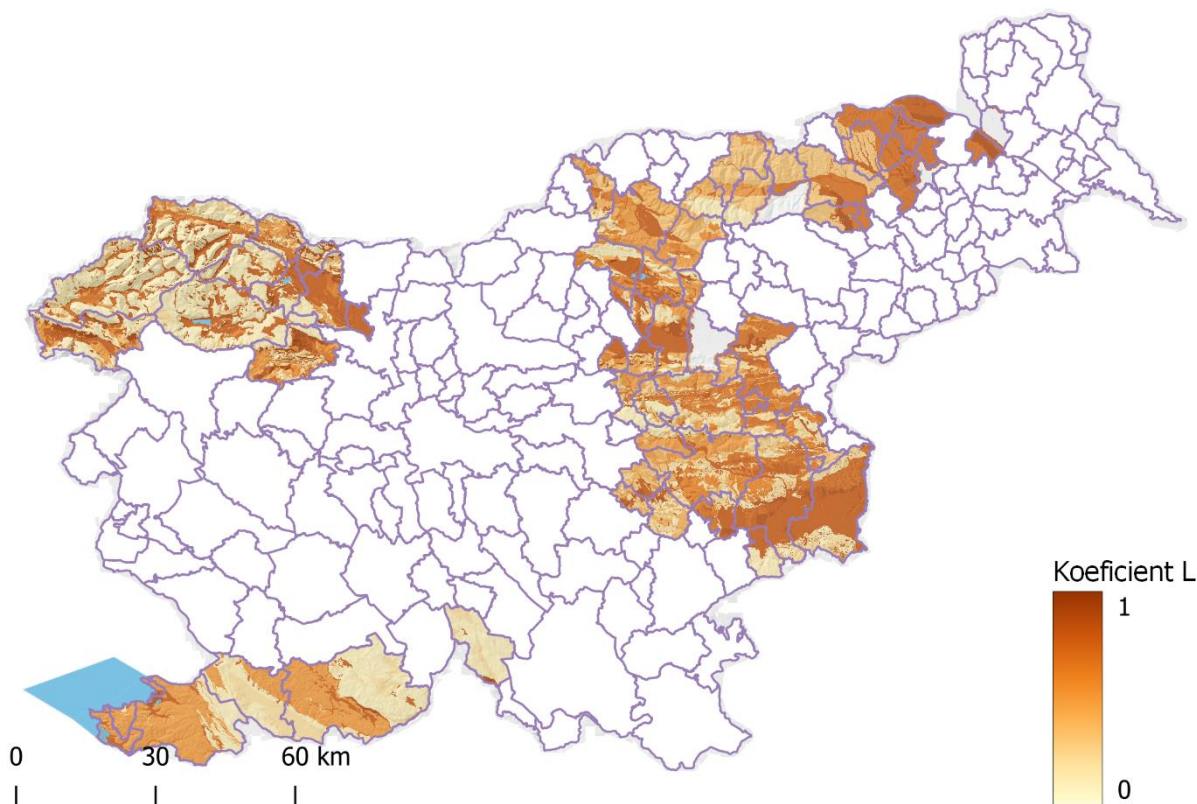
- Koeficient L**

Koeficient L vrednoti erozivnost različnih tipov litološke podlage na katerem se nahaja struga oz. ki so gradnik brežin in dna struge. Določen je bil na podlagi ekspertne ocene (opisano v posebnem poglavju 3.1.2.3). Koeficient ima v modelu relativno pomemben vpliv.

V preglednici 5 so podane vrednosti koeficienta L za posamezne litološke enote. Na sliki 6 so prikazane vrednosti koeficienta L za obravnavane občine.

Preglednica 5: Erodibilnost posameznih tipov litološke podlage s pripadajočimi koeficienti L

Lito_ID	STOPNJA ERODIBILNOSTI	LITOLOŠKA PODLAGA	KOEFICIENT L
117	NIZKA	Masiven apnenec	0.1
124		Ploščast dolomit z roženci	0.2
88	SREDNJA	Kremenov peščenjak in lapor	0.3
32		Lapor, lapornat apnenec	0.4
40	VISOKA	Konglomerat, peščenjak, meljevec in glinavec	0.5
241		Tufski peščenjak, glinavec, vložki tufa	0.6
9		Peščen glinavec in lapor	0.7
19	ZELO VISOKA	Pesek, prod, peščena glina, glinast prod	0.8
134		Peščena glina, lapornata glina in pesek	0.9
6		Barjanski sedimenti (melj, glina)	1.0



Slika 6: Prikaz vrednosti koeficienta L za obravnave občine

- **Koeficient β**

Koeficient β vrednoti vpliv velikosti zlivnega območja vodotoka in pretoka visoke vode. Ker se vodotoki v Sloveniji zelo razlikujejo po velikostih in lastnostih zlivnih območij, višinah visoke vode ter posledično tipih vodnega režima je uporabljena enačba, ki te razlike uravnoteži.

Enačba simulira zmanjšanje pretoka vodotoka v odvisnosti od velikosti zlivnega območja.

$$\beta = \log(CA \times 98,3)/9$$

CA - zlivno območje, ki pripada posamezni rastrski celici na strugi vodotoka

Za določanje pripadajočih zlivnih območij posameznim celicam na strugah vodotokov je bila uporabljena metoda Seibert in McGlynn (2007). Za generiranje sloja je bil uporabljen DMV 1x1 m (vir MOP, DRSV, eVode), generaliziran na velikost celice 5x5 m. Na prevojih je bila upoštevana enakomerna razdelitev vrednosti. Dodatno so se sloju popravile vrednosti višin v vodotokih s podatki linijskega sloja vodnega katastra ter preračunala dolvodnost z minimalnim naklonom 0.001°.

3.2.1.3. Določitev erozivnosti litološke podlage – koeficient L

V preglednici 6 so za kamnine, ki gradijo ozemlje Slovenije, podani koeficienti erodibilnosti litološke podlage L. Osnovne litološke enote, ki se pojavljajo v Sloveniji (vir geološki zavod Slovenije) so - glede na ocenjeno erozivnost kamnin in sedimentov v strugah vodotokov – razvrščene v deset razredov oz. stopenj občutljivosti na erozijo (preglednica 4):

Preglednica 6: stopnje občutljivosti kamnin in sedimentov za linijsko erozijo v strugah vodotokov

Razred Koeficient L	Stopnja občutljivosti za erozijo	Opis litološke sestave kamnin in sedimentov
1 L=1,0	ZELO VISOKA	Zelo rahlo odloženi drobnnozrnati meljnoglinasti sedimenti ali sedimenti
2 L=0,9		Glinaste zemljine in skrilavi glinavec ter pobočni grušči
3 L=0,8		Zemljine, kjer prevladujeta prod ali pesek
4 L=0,7	VISOKA	Kamnine, v katerih prevladuje lapornata komponenta; prodno-peščene zemljine s konglomerati ter vršaji
5 L=0,6		Vulkanske in klastične kamnine, v katerih prevladujejo visoko erozivni sedimenti
6 L=0,5		Medsebojno menjavanje različno erozivnih klastičnih in vulkanskih kamnin, ki vsebujejo vsaj eno eroziji zelo podvrženo kamnino.
7 L=0,4	SREDNJA	Medsebojno menjavanje različno erozivnih kamnin. Ne prevladujejo ne nizke, ne visoko erozivne kamnine ene nad drugimi. Nastopajo v približno enakem razmerju.
8 L=0,3		Menjavanje kamnin različnega nastanka (sedimentne, metamorfne, magmatske) nizke stopnje občutljivosti, ki vsebujejo tudi posamezne kamnine višje občutljivosti na erozijo.
9 L=0,2	NIZKA	Pretežno dolomiti ali peščenjaki z nizko stopnjo podvrženosti eroziji
10 L=0,1		Apnenci z vključki apnenih breč in masivnih dolomitov z zelo nizko stopnjo podvrženosti eroziji ter magmatske kamnine

Pri uvrščanju kamnin in sedimentov določene litološke enote v razred erodibilnosti je bilo potrebno upoštevati, da je slovensko ozemlje geološko zelo kompleksno zgrajeno. Zelo redko samo ena vrsta kamnine in sedimenta sestavlja litološko enoto. Pogosto je litološka enota sestavljena iz več različnih kamnin in sedimentov, ki se znotraj litološke enote menjavajo, pri tem pa ima vsaka vrsta kamnine in sedimenta drugačno erodibilnost

Razred *zelo visoke erodibilnosti* zajema koherentne in nekoherentne zemljine in sedimente ter je razdeljen v tri podrazrede z vrednostmi koeficienta erodibilnosti L=1,0, L=0,9 in L=0,8. Izjema je kamnina skrilavi glinavec, ki zaradi skrilavosti in glinaste sestave izjemno intenzivno prepereva in je zato podvržen zelo intenzivni eroziji.

V **razred 1 (L=1,0)** so uvrščene rahlo odložene glinastomeljne zemljine in sedimenti, ki so po lastnostih izjemno erodibilni, ker pa se nahajajo v ravninskem svetu ob počasno tekočih vodotokih, njihova zelo visoka erodibilnost ne pride do izraza. **Razred 2 (L=0,9)**, poleg že omenjenega skrilavega glinavca, zajema glinaste zemljine in pobočne gruščke. Za gline velja, da se pod vplivom vode lahko spremenijo iz trdne ali poltrdne konsistence v težkognetne ali lahkognetne gline in jih zato voda zlahka odnaša. Pobočni gruščki se na pobočjih nahajajo večinoma v mejnem labilnem ravnotežju. Ker so nevezani, je njihova občutljivost za erozijo ob vodotokih zelo visoka. **Razred 3 (L=0,8)** predstavljajo nekoherentni sedimenti peski, prodi, nesprijete morene, lahko tudi s primesmi koherentnih zemljin (glin in meljev). Zaradi nevezanosti so zelo visoko erodibilni.

Razred *visoke erodibilnosti* zajema kamnine, ki so slabo sprijete in imajo povečini lapornato ali tufsko primes. Delimo ga v tri podrazrede z vrednostmi koeficienta erodibilnosti L=0,7, L=0,6 in L=0,5.

V **razred 4 (L=0,7)** so uvrščene predvsem litološke enote, pri katerih imajo lapornate kamnine prevladujočo vlogo. Zaradi občutljivosti laporja na razpadanje pod vplivom vode, ob vodotokih prihaja do intenzivne erozije. Pomembno vlogo za pojavljanje intenzivne erozije ima tudi pesek. **Razred 5 (L=0,6)** je manjši vmesni razred v katerega so uvrščene litološke enote z visoko erozivnimi kamninami, ki jih ne uvrščamo ne v 4. nižji in ne v 6. višji razred. **Razred 6 (L=0,5)** predstavlja predvsem litološke enote, za katere so značilne vulkanske kamnine. Tufi, podobno kot lapor, pod vplivom vode zgubijo notranjo trdnost in povezanost med delci in so zato visoko erodibilni.

Razred *srednje stopnje erodibilnosti* zajema pisano serijo raznovrstnih kamnin in je razdeljen v dva podrazreda z vrednostmi koeficienta erodibilnosti L=0,4 in L=0,3.

V **razredu 7 (L=0,4)** nastopa menjavanje najrazličnejših kamnin z različno erodibilnostjo, pri čemer ne prevladujejo kamnine nizke erodibilnosti nad visoko in obratno, zato v povprečju te kamnine uvrščamo v srednji razred. V **razredu 8 (L=0,3)** je glede na prejšnji razred že več kamnin nizke erodibilnosti, kot sta apnenec in konglomerat.

Razred *nizke stopnje erodibilnosti* zajema karbonatne kamnine (dolomit, apnenec), klastične trde kamnine (konglomerat, peščenjak) in magmatske kamnine (tonalit, granit). Razdeljen je v dva podrazreda z vrednostmi koeficienta erodibilnosti L=0,2 in L=0,1.

Razred 9 (L=0,2) zajema predvsem dolomit. Uvrstitev dolomita je sicer lahko problematična, ker je njegova podvrženost eroziji zelo odvisna od tektonske prizadetosti. Masiven dolomit lahko ima erodibilnost enako masivnemu apnencu, medtem ko ima tektonsko poškodovan dolomit lahko zelo visoko erodibilnost. Konglomerati in peščenjaki so tudi slabo erodibilni, kljub temu da preperevajo intenzivneje kot karbonatne kamnine. V **razred 10 (L=0,1)** so uvrščeni najkompaktnejše kamnine, predvsem apnenci in različne magmatske kamnine. Erozijska je na teh trdnih kamninah zelo šibka.

Za namen naloge smo na določenih območjih, kjer močno erodibilna litološka podlaga ob vodotokih ni bila predhodno določena, koeficient prilagodili vrednosti 0.8. Taka vrednost se je dodala na območju ožjih dolin, kjer je bilo zaznati potek struge po odloženih plavinah, nanosih pobočnih materialov oz. je sestava brežin strug lokalno pogosto drugačna (bolj erodibilni sedimenti itd.) Osnovna litološka podlaga pa ni izkazovala realnih razmer na območju.

3.2.1.4. Izdelava končne opozorilne karte linijske erozije

Na opozorilni karti linijske erozije v merilu 1 : 25.000 je hidrografska mreža teritorija posamezne občine razdeljena na štiri stopnje nevarnosti pojavljanja linijske erozije, ki so prikazane v barvni lestvici.

- I. stopnja - zelo majhna erozijska nevarnost - modra
- II. stopnja - majhna erozijska nevarnost - rumena
- III. stopnja - srednja erozijska nevarnost - oranžna
- IV. stopnja - velika erozijska nevarnost - rdeča

Opis razmer na vodotokih po posameznih stopnjah erozijske nevarnosti:

Zelo majhna stopnja erozijske nevarnosti – Na območju strug se je zelo majhno erozijsko nevarnost pripisalo vsem vodotokom, ki po modelnem izračunu niso izkazovali višjih stopenj erozije. V to stopnjo erozijske nevarnosti so uvrščeni tudi vsi odseki strug, ki so v celoti regulirani. Regulirana struga je v celoti urejena struga na daljšem odseku. Ima obojestransko utrjene (zavarovane) brežine (obrežna zavarovanja, zidovi) ter zavarovano in/ali stabilizirano dno (pragovi). Taka struga je odporna pred erodiranjem v kolikor je redno vzdrževana.

Majhna stopnja erozijske nevarnosti – na takih odsekih strug se usadi nahajajo redko, bočne zajede so v manjšem obsegu, dno vodotokov ima razmeroma stabilno nivoeto z redkimi tolmoni in stopnjami, prodonosnost se pojavlja v manjšem obsegu.

Srednja stopnja erozijske nevarnosti – na območju strug se nahajajo na takih odsekih bodisi manjši usadi, bočne zajede ali pa je dno vodotokov lokalno nestabilno s tolmoni in je zmerno prodonosno.

Visoka stopnja erozijske nevarnosti – na območju strug se nahajajo na takih odsekih bodisi usadi, večje bočne zajede ali pa je dno vodotokov nestabilno, s tolmoni in je izrazito prodonosno.

Ker se predpostavlja, da je vsaj minimalna linijska erozija prisotna v vseh vodotokih (razen na popolnoma reguliranih odsekih), so v I. stopnjo (modra) uvrščeni vsi odseki, ki niso uvrščeni v enega od ostalih treh.

V IV. stopnji nevarnosti linijske erozije so – poleg vseh odsekov, ki so z modelom ovrednoteni kot odseki z veliko nevarnostjo linijske erozije - uvrščeni tudi vsi odseki vodotokov, ki potekajo po območjih kjer je ugotovljena obstoječa ploskovna erozija.

3.2.2. Faze izdelave opozorilnih kart erozije

Karte so bile izdelane na podlagi naslednjih delovnih faz:

I. PRIPRAVA DELOVNIH KART

V začetni fazi se je izdelalo delovne karte iz obstoječih razpoložljivih podatkov o eroziji ter vodotokih na obravnavanih območjih

II. UVODNI TERENSKI PREGLEDI Z ZAJEMOM TERENSKIH PODATKOV

Zajemalo se je predvsem splošne podatke o eroziji in njej sorodnih pojavih. Ogledi so bili osnova za spoznavanje morfologije terena, opazovalo se je predvsem izpostavljena območja z erodibilnejšo rabo tal ter vodotoke v splošnem.

III. IZDELAVA MODELA EROZIJE

a. Pridobivanje in uporaba javno dostopnih in terenskih podatkov

Za potrebe izračunov smo pridobili dodatne, najnovejše, javno dostopne podatke. Predvsem se le ti nanašajo na osnovne sloje (DMV, raba tal, pedološki podatki, padavine, kataster vodotokov,...)

b. Priprava modela

Izdelalo se je dva modela na osnovi metodologij, opisanih v poglavjih 3.1.1 in 3.1.2.

c. Modeliranje v okolju GIS

Na podlagi modelov se je v okolju GIS izvedlo modelne izračune, ki so bili podlaga za terensko verifikacijo pridobljenih vrednosti.

d. Izdelava prvih kart potencialne erozije

Glede na terensko pregledana izpostavljena območja in predhodno izdelane karte erozije (2012, 2019) se je pridobljene vrednosti v modelnem izračunu rangiralo v tri stopnje erozijske nevarnosti (majhna, srednja in visoka). Predvidevalo se je, da se zelo majhna erozijska nevarnost pojavlja na odsekih vseh strug, kjer ni izkazana višja stopnja nevarnosti erozije.

IV. TERENSKA VERIFIKACIJA MODELA

Terenska verifikacija je bila izvedena na način, da se je izbralo karakteristične lokacije na območjih posameznih občin, ki so izkazovale različne stopnje ploskovne in linijske erozije. Ta območja smo pregledali po kriterijih stopenj erozijske nevarnosti, opisanih v poglavju 3.2.1.4.

V. KALIBRACIJA MODELA

Na podlagi terenske verifikacije smo izvedli korekcijo modelnih izračunov, ker je posledično v primeru analize linijske erozije na območju vodotokov podalo končno metodo opisano v

poglavju 3.1.2. Pri modelnem izračunu za ploskovno nevarnost erozije smo na nekaterih delih dopolnili osnovne sloje.

VI. IZDELAVA KONČNIH KART

Po izvedeni kalibraciji se je izdelalo končne opozorilne karte nevarnosti ploskovne in linijske erozije na vodotokih v merilu 1:25.000.

VII. IZDELAVA POROČIL ZA POSAMEZNE OBČINE

V zaključni fazi projekta so bila izdelana tudi poročila za posamezne občine ter predmetno krovno poročilo.

3.2.3. Pomanjkljivosti vhodnih podatkov in možne izboljšave modelov

Kvaliteta opozorilnih kart ploskovne in linijske erozije je v prvi vrsti odvisna od prostorske natančnosti vhodnih podatkov, ki so vključeni v enačbi obeh modelov. Najpomembnejša podatkovna sloja sta pedološki in litološki sloj, oba sta izdelana z natančnostjo 1 : 25.000. Za oba sloja je ugotovljeno, da je natančnost na nekaterih območjih nereprezentativna. Zaradi hitrega menjavanja litoloških enot (kamnin) na nekaterih območjih, litološki in pedološki sloj v tem merilu ne moreta dovolj natančno prikazati stanja v naravi.

Poleg tega so podatki litološkega sloja lahko pomanjkljivi na območjih strug vodotokov. Zaradi prisotnosti večjih količin pobočnih sedimentov, je sestava brežin strug hudournikov lokalno pogosto drugačna (bolj erodibilni sedimenti itd.) od v modelu upoštevane litološke podlage iz podatkovnega sloja. Vsled temu je bil na nekaterih delih z uporabo dodatnega koeficienta sloj litologije prilagojen. Podatki pedološkega sloja so pomanjkljivi na območjih visokogorja, ker ne prikazujejo območij preperine brez sloja prsti (ker se prst zaradi visokogorske klime ne razvije).

Pri izdelavi opozorilne karte linijske erozije je ugotovljena pomanjkljivost nenatančna oz. pomanjkljiva hidrografska mreža, predvsem na nekaterih gorskih območjih. Hidrografsko mrežo bi bilo potrebno dopolniti. Problematično je tudi spreminjanje vodnogospodarske urejenosti strug vodotokov. Model prikazuje stopnje nevarnosti linijske erozije na vseh vodotokih hidrografske mreže, dodatno upoštevani pa so le odseki popolnoma reguliranih oz. protierozijsko urejenih strug, ki so uvrščeni v I. stopnjo (zelo majhna erozijska nevarnost). Niso pa upoštevani deloma urejeni odseki strug, ki so vsaj delno odpornejši na erozijo in bi lahko bili uvrščeni v za eno ali dve stopnji nižjo nevarnost. V poročilih za posamezne občine je ta pomanjkljivost deloma rešena z natančnejšim opisom v pripadajočih poglavjih. Hidrografsko mrežo bi bilo potrebno dopolniti s podatkom o stopnji vodnogospodarske urejenosti strug.

4. ZNAČILNOSTI OBČINE NAKLO IN OPIS KOEFICIENTOV

4.1. Geografski opis

Občina Kobarid se nahaja v skrajnem zahodnem delu Slovenije. V celoti na leži v alpski makroregiji, v zahodnih Julijskih Alpah. Nahaja se med občinami Bovec, Tolmin in Bohinj. Površina občine znaša 192,7 km² zato spada med večje slovenske občine.

Celotna občina je reliefno zelo razgibana. Obsega dve glavni pokrajinski enoti: pretežni del občine obsega gorski svet (visokogorski grebeni, vrhovi in planote ter zelo strma pobočja), manjši del pa je dolinski svet - širša kobariška dolina ob Soči ter Nadiži. Glavni grebeni potekajo v alpski orografski smeri zahod - vzhod. Višinske razlike so zelo velike in znašajo do 1387 m na vzhodu ter do 2050 m na zahodu: dolinski del leži na nadmorskih višinah od 196 m (Soča pod Idrskim) do 237 m (Kobarid) in 286 m (Nadiža pod Podbelo); najvišji vrh na zahodu občine je Krn (2244 m), planotast svet vzhodno od Krna leži na višinah 1500 (Krnsko jezero) do 2100 m, najvišja vrhova na vzhodu pa sta Stol (1673 m) in Matajur (1644 m).

Poselitev je redka, vezana na dolinski del ter spodnje, položnejše dele pobočij Krna (Drežniške ravne), Stola (Breginjski kot) in Matajurja (Livške ravne). V glavni kobariški dolini se nahaja Kobarid (občinsko središče) ter strnjene vasi Idrsko, Ladra, Smast, Staro selo, Sužid, Vino in Kred. Na Drežniških ravneh so vasi Drežnica, Koseč, Drežniške ravne in Magozd. Na vzhodu se na pobočju pod Krnom nahajata še vasi Vrsno in Krn. V Breginjskem kotu so vasi Breginj, Podbela, Logje, Borjana, Sedlo in nekaj manjših. Na livških ravneh so vasi Livek, Jevšček in Livške Ravne. Vas Trnovo se nahaja v severnem delu občine ob Soči. V občini Kobarid je leta 2020 živelo 4052 prebivalcev kar pomeni povprečno gostoto 21 prebivalca na km².

Cestna mreža v občini Kobarid je vezana na doline. Skozi občino vodijo reg. ceste R 102 Tolmin - Kobarid - Robič, R 203 Kobarid - Bovec ter R 903 čez Livek. Številne so tudi lokalne ceste, ki povezujejo vasi Breginjskega kota, Drežniških raven in Livških raven z dolino. Mreža gozdnih cest je precej redka in vezana na spodnje dele gozdnatih pobočij.

4.2. Hidrografski opis

Osrednji in vzhodni del občine Kobarid ležita v povodju Soče. Glede na geološko razvodnico se skrajni vzhodni del občine (kraški svet okoli Krnskega jezera) zliva proti Soči v smeri doline Lepene na severu. Celoten zahodni del občine (zahodno od vasi Staro selo) pa pripada delu povodja reke Nadiže. Zaradi zakraselosti na območju Krna, vzhodno od Krna ter na Polovniku, Matajurju, Miji in Stolu ni površinskih vodotokov. Številnejše struge hudourniških pritokov Soče se pojavijo šele v grapah na spodnjih pobočjih Polovnika (Globočnik), Matajurja (Potočec, Mlinšček) in Krna (Kozjak, Ročica, Podmlaka, Jama, Podmlaz) ter Stola. Pritok Soče je tudi potok Idrija, ki je pretežno reguliran in nižinski. Hudourniki so le njeni pritoki in izvirna kraka izpod pobočij Matajurja.

V spodnjih delih pobočij Stola nad Breginjem se nahaja več bolj razvejanih hudourniških pritokov Nadiže (Bela, Jamjak, Pasji potok) ter Črni potok, ki je levi izvirni krak Nadiže ter teče po meji z Italijo. Veliko manjših hudourniških pritokov Nadiže se nahaja na spodnjih pobočjih Stola med vasjo Logje in Kred. Veliko manjših hudourniških pritokov se izliva v Nadižo izpod Mije in Matajurja dolvodno od vasi Robič.

Hidrografska mreža v občini Kobarid je srednje gosta - dolžina vseh vodotokov državne hidrografske mreže v občini Kobarid znaša 469 km.

Glavna odvodnika sta reki Soča in Nadiža (vodotoka I. reda). Soča je tipična alpska reka z izrazitim hudourniškim vodnim režimom, ki pa ima na območju občine Kobarid že nekoliko manjši padec. Gorvodno od Kobarida je njen vzdolžni profil pretežno ustaljen in nekoliko strmejši, saj teče po globoki grapi polni grobih plavin in balvanov, na odseku pod hudičevim mostom pri Kobaridu pa tudi skozi globoko skalno sotesko. Dolvodno od Kobarida pa teče po širši dolini, kjer se padec še nekoliko zmanjša - ker je dolina širša je struga zato manj ustaljena, bolj vijuga ter bočno erodira in tvori ter premešča sipine.

Vsi naštetih pritoki Soče imajo izrazit hudourniški značaj (razgibane, strme struge, izrazita nihanja vodostajev v veliki odvisnosti od intenzitete padavin, večje hitrosti in sile vode, velik delež mešanih in grobih plavin itd.). Od pritokov Soče ima nekoliko manj hudourniški značaj le potok Idrija, ki teče položno po dnu doline mimo Kobarida in je regulirana.

Tudi Nadiža je alpska hudourniška reka. V občini Kobarid leži le del njenega povodja oz. zaledja, drugi del pa v Italiji. Hidrografska mreža je zelo razvejana, na območju Stola pa so povprečne letne padavine zelo visoke in zelo pogosto v obliki ekstremnih nalivov. Zaradi vseh teh razlogov je njen vodni režim zelo izrazito hudourniški, prodonosnost pa zelo intenzivna. Izraziti hudourniki so tudi vsi njeni pritoki.

Vodnogospodarski objekti, urejenost vodotokov

Soča je na celotnem toku skozi občino Kobarid naravno ohranjena, le na odseku dolvodno od Kobarida je bilo v preteklosti zgrajenih nekaj usmerjevalnih jezbic za umirjanje bočnega erodiranja ter preprečitev širjenja prodišč.

Nekaj odsekov strug večjih pritokov Soče je urejenih na odsekih skozi in ob naseljih ter na odsekih ob cestah in pri mostovih: Potočec ob vasi Idrsko, Ročica skozi vas Ladra, Kozjak in pritoki skozi vasi na Drežniških ravnah, Kokošnjak gorvodno od reg. ceste (tudi zaplavna pregrada). Potok Idrija je bil v preteklosti reguliran skoraj na celotnem toku, saj teče po kmetijskih površinah. Regulacija je sonaravna, trasa struge pa je močno izravnana. Na njenem hudourniškem pritoku Šjak je bil zgrajen sistem 4 zaplavnih pregrad. Na več odsekih skozi vas Staro Selo je reguliran levi pritok Idrije.

Tudi Nadiža je skoraj na celotnem toku skozi občino v naravnem stanju. Nekaj usmerjevalnih jezbic je bilo zgrajenih na ovinku pri vasi Robič ter na dolvodnih odsekih za varovanje regionalne ceste. Od pritokov Nadiže je bila že pred drugo svetovno vojno sistematično urejevan hudournik Bela ter njeni večji pritoki nad Breginjem. Zgrajenih je bilo več sistemov zaplavnih in ustalitvenih pregrad za umirjanje erozijskih žarišč. Bela je regulirana tudi pri vasi Podbela na izlivnem odseku. Več krajših regulacij je bilo zgrajenih tudi na strugah hudourniških pritokov Nadiže na odsekih skozi vasi Borjana in Potoki ob vznožju Stola.

4.3 Dostopnost tal za erozijo

Rendzina (61 %) so najpogostejše zastopane talne tipe v občini Kobarid. Zaradi velikega deleža kalcija na sorptivnem delu tal so v splošnem malo do zmerno erozijsko ogrožena. Pretežno se nahajajo na apnencu in dolomitu, v manjšem obsegu tudi na moreni, na pobočnem grušču ter na peščenih in prodnatih nasutinah rek. Ponekod se izmenjujejo z litosoli (10 %) z zmerno erozijsko ogroženostjo ter z rjavimi pokarbonatnimi tlemi (1,6 %) z majhno erozijsko ogroženostjo.

Najbolj so ogrožena distrična rjava tla (13,7 %) na nekarbonatnem flišu in dekalificiranem laporju, ki jih v največjem obsegu najdemo v zahodnem ter jugovzhodnem delu občine. Ponekod se pojavljajo z rankerjem (0,8 %). Njuna erozijska ogroženost je zelo velika, k tej pa v največji meri prispeva slaba obstojnost strukturnih agregatov zaradi majhnega deleža dvovalentnih kalcijevih ionov na sorptivnem delu tal in posledično nizkega pH tal.

Na različnih karbonatnih kamninah se razpršeno po občini pojavljajo evtrična rjava tla (9,3 %) z zmerno erozijsko ogroženostjo. Zahodno od Kobarida ob potoku Idrija se nahajajo hipogleji (0,6 %) in amfigleji (0,3 %) (z zmerno erozijsko ogroženostjo). Ob reki Soči v jugozahodnem delu ter ob reki Nadiži najdemo tudi nerazvita obrečna tla (0,6 %) v asociaciji z obrečnimi tlemi (0,6 %) (z zmerno do veliko erozijsko ogroženostjo).

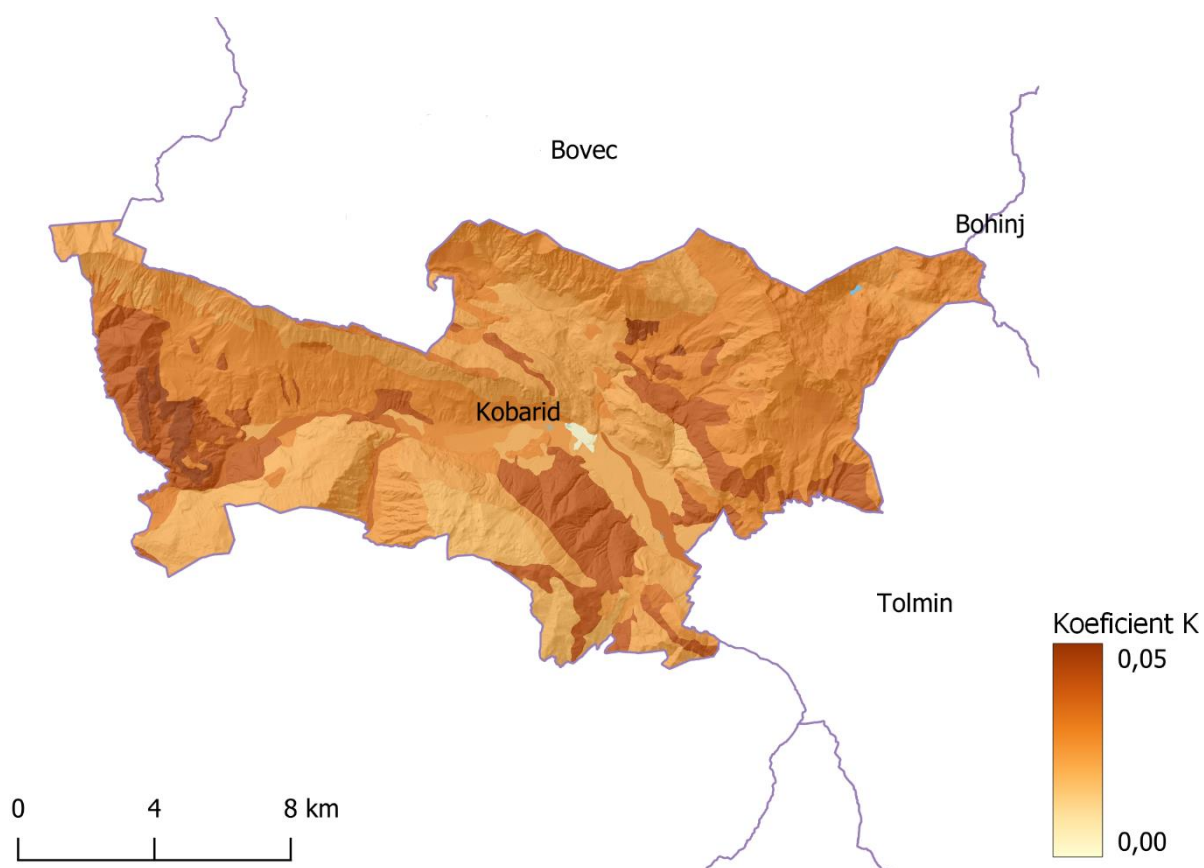
Peglednica 7: Erodibilnost posameznih tipov tal za analizirana območja občine Kobarid

Pedokartografske enote (PKE)	Koeficient erozijske ogroženosti	Površina (km ²)	Površina - skupaj (km ²)	Delež površine v občini (%)
Koeficient erozijske ogroženosti: -8 (podatka ni mogoče določiti)			0,39	0,20
PKE: 991 PSE 991: urbana površina, mesto, naselje, tlakovane površine; 100%	-8,00	0,39		
Koeficient erozijske ogroženosti: 1,50 - 2,49 (majhna ogroženost)			63,33	32,86
PKE: 1149 PSE 26: rendzina, na apnencu in dolomitu, sprsteninasta; 70% PSE 377: rjava pokarbonatna tla, na apnencu in dolomitu, tipična, plitva; 30%	1,85	8,42		
PKE: 1232 PSE 26: rendzina, na apnencu in dolomitu, sprsteninasta; 70% PSE 376: rjava pokarbonatna tla, na apnencu in dolomitu, tipična; 30%	1,85	0,72		
PKE: 1092 PSE 40: rendzina, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč.vršaju, sprsteninasta; 100% inkluzije: PSE 67: evtrična rjava tla, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč.vršaju, tipična, plitva	2,00	2,99		
PKE: 1096 PSE 30: rendzina, na apnencu, sprsteninasta; 100% inkluzije: PSE 417: izprana tla (luvisol), na laporju, tipična	2,00	4,87		
PKE: 1147	2,00	4,51		

Pedokartografske enote (PKE)	Koeficient erozijske ogroženosti	Površina (km ²)	Površina - skupaj (km ²)	Delež površine v občini (%)
PSE 41: rendzina, na ledenodobnih prodnati in peščenih nasutinah rek in reč.vršaju, rjava; 100% inkluzije: PSE 40: rendzina, na ledenodobnih prodnati in peščenih nasutinah rek in reč.vršaju, sprsteninasta PKE: 1150 PSE 30: rendzina, na apnencu, sprsteninasta; 100% inkluzije: PSE 142: evtrična rjava tla, na flišu in laporju s primesjo apnenih breč, izprana PKE: 1058 PSE 26: rendzina, na apnencu in dolomitu, sprsteninasta; 80% PSE 25: rendzina, na apnencu in dolomitu, prhninasta; 20% inkluzije: PSE 376: rjava pokarbonatna tla, na apnencu in dolomitu, tipična PKE: 1088 PSE 26: rendzina, na apnencu in dolomitu, sprsteninasta; 70% PSE 25: rendzina, na apnencu in dolomitu, prhninasta; 30% inkluzije: PSE 376: rjava pokarbonatna tla, na apnencu in dolomitu, tipična PKE: 1079 PSE 25: rendzina, na apnencu in dolomitu, prhninasta; 50% PSE 26: rendzina, na apnencu in dolomitu, sprsteninasta; 50% inkluzije: PSE 1: litosol, karbonaten, na apnencu in dolomitu	2,00 2,10 2,15 2,25	0,49 0,00 5,44 35,89		
Koeficient erozijske ogroženosti: 2,50-3,49 (zmerna ogroženost)			89,60	46,49
PKE: 129 PSE 129: evtrična rjava tla, na paleocenskem in krednem flišu, tipična; 100% PKE: 1087 PSE 25: rendzina, na apnencu in dolomitu, prhninasta; 60% PSE 1: litosol, karbonaten, na apnencu in dolomitu; 20% PSE 26: rendzina, na apnencu in dolomitu, sprsteninasta; 20% PKE: 1148 PSE 562: hipoglej, evtričen, humusni; 60% PSE 582: amfiglej, evtričen, humusni; 40% PKE: 1516 PSE 172: evtrična rjava tla, na različnih bazičnih kamninah, tipična; 80% PSE 50: ranker, evtričen, litični; 20% PKE: 1078 PSE 25: rendzina, na apnencu in dolomitu, prhninasta; 60% PSE 1: litosol, karbonaten, na apnencu in dolomitu; 40% inkluzije: PSE 24: rendzina, na apnencu in dolomitu, surovi humus (tangel) PKE: 1090 PSE 43: rendzina, na pobočnem grušču, prhninasta; 80% PSE 44: rendzina, na pobočnem grušču, sprsteninasta; 20%	2,50 2,50 2,50 2,60 2,70 2,80	0,97 14,56 1,65 1,38 14,45 17,39		

Pedokartografske enote (PKE)	Koeficient erozijske ogroženosti	Površina (km ²)	Površina - skupaj (km ²)	Delež površine v občini (%)
PKE: 1151 PSE 89: evtrična rjava tla, na pobočnem grušču, tipična; 80% PSE 44: rendzina, na pobočnem grušču, sprsteninasta; 20%	2,80	2,10		
PKE: 1281 PSE 138: evtrična rjava tla, na flišu in laporju s primesjo apnenih breč, tipična; 50% PSE 51: ranker, evtričen, regolitični; 30% PSE 146: evtrična rjava tla, na flišu in laporju s primesjo apnenih breč, koluvialna; 20%	2,80	3,68		
PKE: 1091 PSE 48: rendzina, na moreni, sprsteninasta; 80% PSE 72: evtrična rjava tla, na moreni, tipična; 20% inkluizije: PSE 79: evtrična rjava tla, na moreni, koluvialna	2,90	10,18		
PKE: 1 PSE 1: litosol, karbonaten, na apnencu in dolomitu; 100%	3,00	9,81		
PKE: 561 PSE 561: hipoglej, evtričen, mineralen, zmerno močan; 100%	3,00	0,24		
PKE: 1080 PSE 47: rendzina, na moreni, prhninasta; 50% PSE 48: rendzina, na moreni, sprsteninasta; 50% inkluizije: PSE 73: evtrična rjava tla, na moreni, tipična, plitva	3,00	8,98		
PKE: 1089 PSE 43: rendzina, na pobočnem grušču, prhninasta; 70% PSE 3: litosol, karbonaten, na pobočnem grušču; 30%	3,15	3,14		
PKE: 1094 PSE 290: distrična rjava tla, na silificiranem apnencu z roženci, tipična; 70% PSE 358: rjava pokarbonatna tla, na apnencu, tipična; 30%	3,25	1,06		
Koeficient erozijske ogroženosti: 3,50-4,49 (velika ogroženost)			36,15	18,76
PKE: 403 PSE 403: izprana tla (luvisol), na apnencu, akrična; 100%	3,50	0,40		
PKE: 1095 PSE 444: nerazvita obrečna tla (fluvisol), karbonatna, plitva; 60% PSE 451: obrečna tla, karbonatna, plitva, na peščeno prodnatem aluviju; 40%	3,60	3,07		
PKE: 1521 PSE 282: distrična rjava tla, na nekarbonatnem flišu in dekalificiranem laporju, tipična; 70% PSE 208: evtrična rjava tla, na deluviju, tipična; 30%	3,90	0,37		
PKE: 12 PSE 12: regosol, karbonaten, na laporju in flišu; 100%	4,00	0,59		
PKE: 1093 PSE 282: distrična rjava tla, na nekarbonatnem flišu in dekalificiranem	4,00	31,73		

Pedokartografske enote (PKE)	Koeficient erozijske ogroženosti	Površina (km ²)	Površina - skupaj (km ²)	Delež površine v občini (%)
laporju, tipična; 50% PSE 129: evtrična rjava tla, na paleocenskem in krednem flišu, tipična; 30% PSE 286: distrična rjava tla, na nekarbonatnem flišu in dekalificiranem laporju, izprana; 20%				
Koeficient erozijske ogroženosti: $\geq 4,50$ (zelo velika ogroženost)			3,26	1,69
PKE: 1082 PSE 282: distrična rjava tla, na nekarbonatnem flišu in dekalificiranem laporju, tipična; 80% PSE 55: ranker, distričen, regolitični; 20%	4,50	0,62		
PKE: 286 PSE 286: distrična rjava tla, na nekarbonatnem flišu in dekalificiranem laporju, izprana; 100%	5,00	2,63		



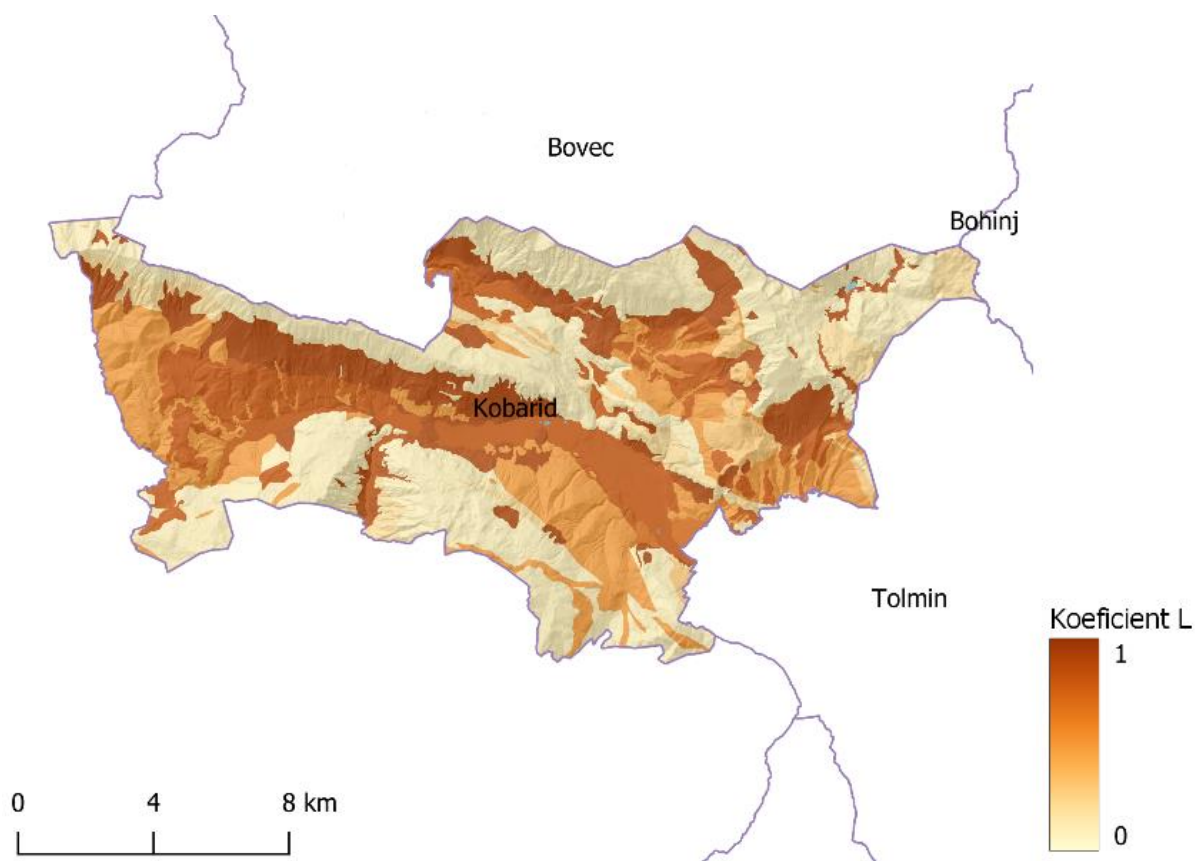
Slika 7: Prikaz pedosistematskih enot s koeficientom erodibilnosti K' za območje občine Kobarid

4.4 Litološki opis

V alpskem svetu občine Kobarid so glede občutljivosti kamnin na erozijo vodotokov ekstremne razlike. Tektonsko dvigovanje, delovanje hudourniških rek ob ekstremnih vremenskih dogodkih in ledenikov je povzročilo intenzivno erozijo sicer kompaktnih kamnin in nanose ravninskih in pobočnih sedimentov. Reki Soča in Nadiža sta nanesti, posebno po ledenih dobah, debele sloje proda in ustvarili ravninski svet med gorami. Skupaj s pobočnimi gruščmi, ledeniški morenami in vršaji jih uvrščamo v za erozijo vodotokov zelo visoko občutljivost. V južnih delih občine med karbonatnimi kamninami Alp nastopajo fliši (menjavanje peščenjaka, kalkarenita in laporovca), ki gradijo položnejša pobočja ker so znatno podvrženi erozijskim procesom, še posebno ob vodotokih. Uvrščamo jih v razred visoke erodibilnosti. Na manjših površinah se jim pridružujejo še skrilavi glinavci, vršaji in prodi s konglomerati. V razred srednje erodibilnosti uvrščamo manjša območja, kjer nastopajo lapornate kamnine s apnenci. Ostale alpske predele občine gradijo masivni apnenci, dolomiti, apnene breče, ki spadajo v kamnine, ki so zelo odporni na erozijo hudourniških vod, ki tu nastopajo.

Preglednica 8: Erodibilnost posameznih tipov litološke podlage za analizirana območja občine Kobarid

ID	OPIS	L	Površina [km²]	ERODI- BILNOST	Delež (%)
15	POBOČNI GRUŠČ	0,9	30,56	zelo visoka	32,3
19	PROD, PREPERINA, GLINA, MELJ, PESEK, PODREJENO GRUŠČ	0,8	12,26		
49	LEDENIŠKI SEDIMENTI	0,8	19,53		
108	PROD, PESEK IN KONGLOMERAT	0,7	0,01	visoka	19,3
191	VRŠAJ	0,7	1,05		
12	SKRILAVI GLINAVEC IN PLOŠČAST APNENEC Z ROŽENCEM	0,5	0,74		
47	MENJAVANJE PEŠČENJAKA IN LAPOROVCA	0,5	0,11		
47	MENJAVANJE PEŠČENJAKA, KALKARENITA IN LAPOROVCA-FLIŠ	0,5	35,26		
32	LAPORNAT APNENEC IN LAPOROVEC	0,4	0,05	srednja	3,5
92	MENJAVANJE PLOŠČASTEGA APNENECA IN LAPOROVCA	0,3	5,8		
87	APNENČEVA BREČA IN LAPORNATI APNENEC	0,2	1,01	nizka	44,9
124	PLOŠČAST DOLOMIT Z ROŽENCI	0,2	1,26		
127	SKLADOVIT IN MASIVEN DOLOMIT	0,2	1,03		
127	SKLADOVIT IN MASIVEN DOLOMIT	0,2	8,08		
11	SKLADOVIT APNENEC	0,1	0,84		
36	APNENČEVA BREČA	0,1	17,59		
81	DEBELOSKLADOVIT APNENEC, DOLOMITIZIRAN APNENEC, PONEKOD DOLOMIT	0,1	0,02		
81	SKLADOVIT APNENEC S PREHODI V DOLOMIT	0,1	41,34		
84	APNENEC IN APNENČEVA BREČA	0,1	8,19		
117	APNENEC Z RAZLIČNIMI FOSILI	0,5	0,2		
118	MASIVEN APNENEC	0,1	1,23		
123	PLOŠČAST APNENEC Z ROŽENCI	0,1	5,91		
130	APNENEC IN APNENČEVA BREČA	0,1	0,95		
			193,02		



Slika 8: Prikaz litološke podlage s koeficientom erodibilnosti L za območje občine Kobarid

4.2. Pokrovnost oz. raba tal

Rastlinska pokrovnost in raba tal sta usklajeni z nakloni terena, zato je raba tal z vidika podvrženosti površinski in hudourniški eroziji pretežno ugodna, še zlasti v zadnjih 60 letih, ko se je močno zmanjšalo intenzivno pašništvo ter se je močno povečala poraslost z gozdom. Prevladujoče rastiščne razmere so gorske, le v dolini tudi predgorske.

Gozdovi prekrivajo 63 % površine občine - predvsem spodnja in srednja, položnejša pobočja Matajurja, Mije, Stola, Polovnika in Krna. Velik del teh sestojev ima izrazito varovalno funkcijo, precej površin pa so tudi kmetijske površine – pašniki in travniki - v zaraščanju ter drevesa in grmičevje - skupaj 815 ha (4 % površine občine). Gozdni sestoji so pretežno listnati, manj pa mešani z mestoma večjim deležem iglavcev - predvsem smreke in tudi bora. Velik delež gozdnih sestojev je še slabše razvitih, saj so nastali z zaraščanjem opuščenih pašnikov po drugi svetovni vojni, zato je njihova starost manj kot 70 let. Hkrati se ponekod stanje gozda zadnja leta poslabšuje zaradi posledic vse toplejšega podnebja. Ogrožena je predvsem smreka zaradi napadov podlubnikov, veliko škode pa napravijo tudi poletne suše, žledolomi in vetrolomi. Gozdne površine kljub večjim naklonom izkazujejo nizek koeficient C (do 0.003), kmetijske površine v zaraščanju pa 0.003 do 0.005.

Največji koeficient erodibilnosti C v občini (0.4) izkazujejo površine s trajnimi travniki, ki se nahajajo predvsem na ravninskih območjih občine, nekaj pa tudi na položnejših pobočjih okoli Drežniških in

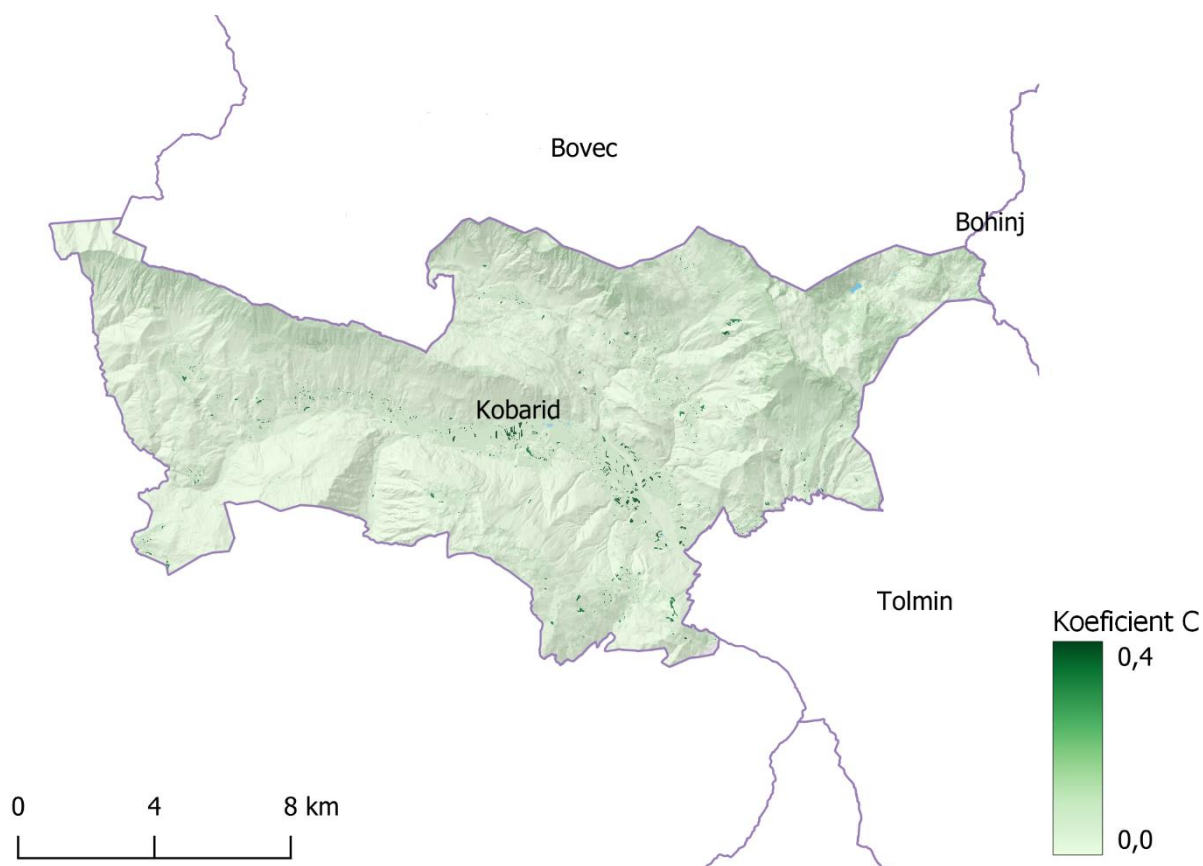
Livških raven ter v Breginjskem kotu - skupaj 3612 ha (19 % površine občine). Značilnost občine Kobarid je da so travniki zelo razpršeni in na majhnih površinah. Nekaj večjih travniških površin je okoli vasi Sužid, Idrsko in Mlinsko. Zaradi položnejših nagibov izkazujejo zmeren koeficient $C = \text{do } 0,05$. Nekaj je še travniških sadovnjakov (107 ha), površin z njivami pa le 49 ha.

Gole skalnate površine z zanemarljivim rastlinskim pokrovom je na območju občine 438 ha (2 % površin, $C = 0,001$) ter suhih visokogorskih površin s gorskim rastlinskim pokrovom (gorske trate, ruševje) - 1030 ha (5 % površin), ki izkazujejo visok $C = 0,1$. Urbaniziranih površin je 330 ha (2,0 % površin), obsegajo tudi industrijske površine ob Kobaridu.

Raba tal oz. pokrovnost je v sklopu analize upoštevana v dejavniku C , ki je za območje občine prikazan na sliki 9.

Preglednica 9: Erodibilnost posameznih vrst rabe tal v občini Kobarid

Raba_ID	Opis vrste rabe	C	Površina [ha]	DELEŽ (%)
1100	Njiva	0.4	49.0	0.0
1190	Rastlinjak	0.05	0.0	0.0
1211	Trajne rastline na njivskih površinah	0.01	1.0	0.0
1221	Intenzivni sadovnjak	0.08	7.0	0.0
1222	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak	0.08	107.0	1.0
1240	Ostali trajni nasadi	0.08	0.0	0.0
1300	Trajni travnik	0.05	3612.0	19.0
1410	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	0.06	341.0	2.0
1420	Plantaža gozdnega drevja	0.03	0.0	0.0
1500	Drevesa in grmičevje	0.003	474.0	2.0
1600	Neobdelano kmetijsko zemljišče	0.35	48.0	0.0
1800	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem	0.005	475.0	2.0
2000	Gozd	0.001	12193.0	63.0
3000	Pozidano in sorodno zemljišče	0.0001	330.0	2.0
5000	Suho, odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom	0.1	1030.0	5.0
6000	Odprto zemljišče brez ali z nepomembnim rastl. pokrovom	0.0001	438.0	2.0
7000	Voda	0.01	144.0	1.0
			19270.0	

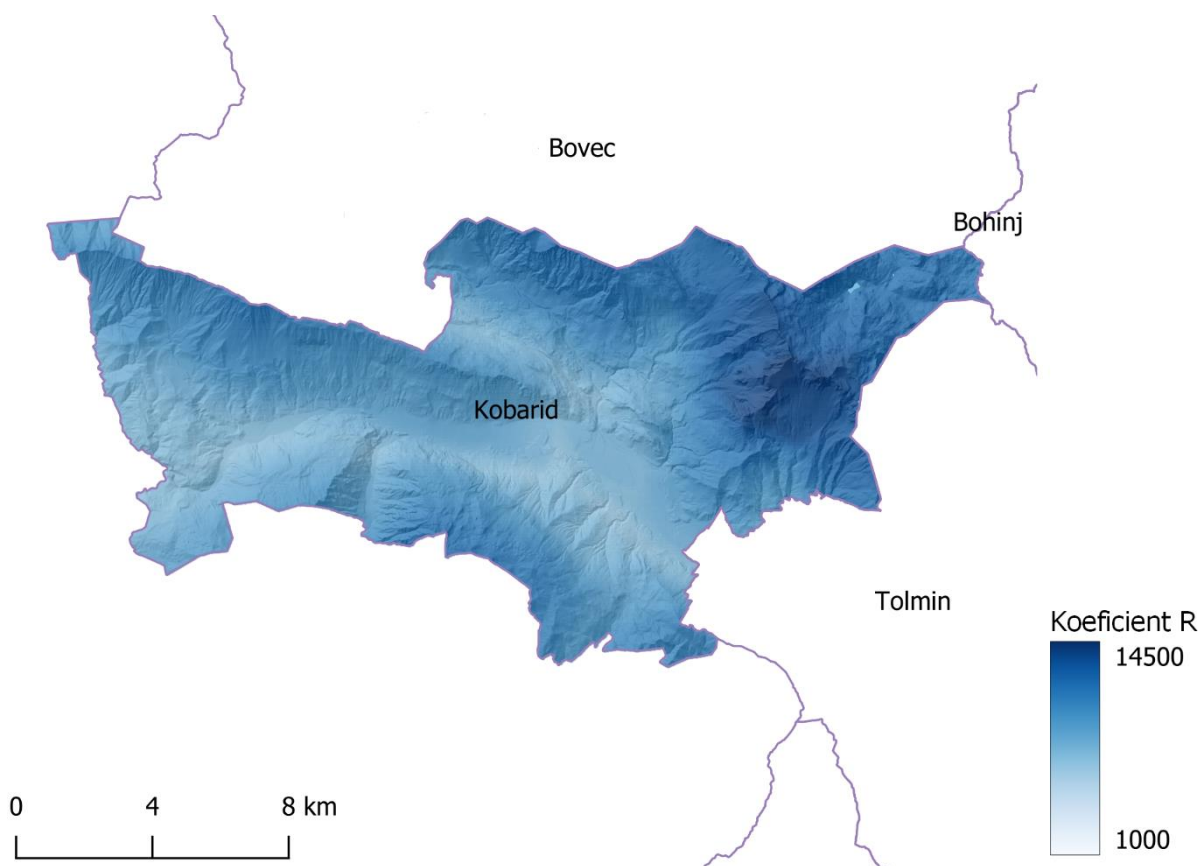


Slika 9: Prikaz erodibilnosti posamezne rabe tal (dejavnik C) za občino Kobarid

4.3. Padavine

Koefficient R vrednoti erozivnost padavin in stopnjo površinskega odtoka vode. Osnovo za določitev sta kinetična energija vodnih kapelj in intenzivnost padavin. Povprečne letne padavine na območju občine Kobarid so zelo visoke, znašajo 2600 do več kot 3200 mm in izrazito naraščajo z nadmorsko višino proti Krnu in proti grebenu Stola. Na območju občine se nahaja meteorološka postaja Breginj (povprečne letne padavine 2536 mm). Največ padavin je običajno jeseni in pomladi, močni nalivi pa so najpogostejši jeseni in poleti. Povprečno število dni s padavinami nad 50 mm je 13 do več kot 16.

Vrednost koeficienta R na območju občine Kobarid je 6000 (dolinski deli) do 14000 (gorski in visokogorski deli).



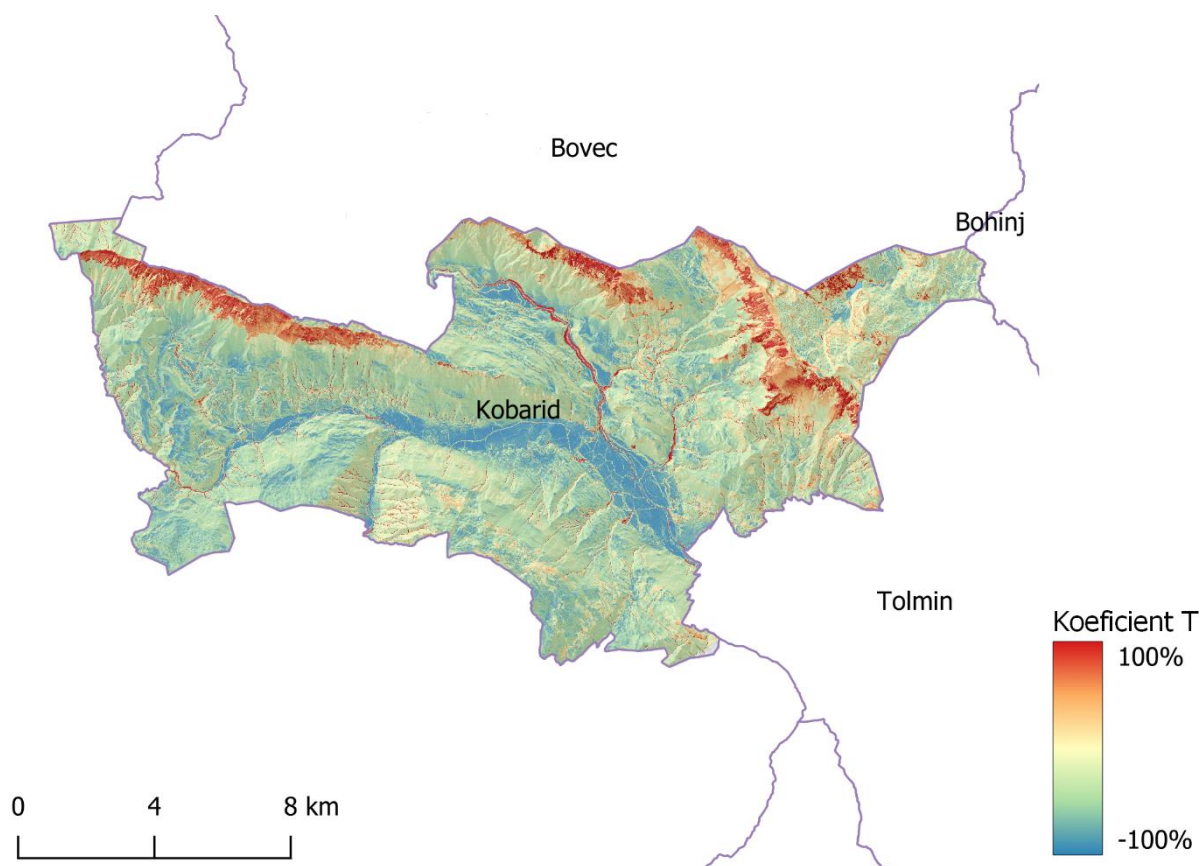
Slika 10: Prikaz erodibilnosti padavin (dejavnik R) za občino Kobarid

4.4. Koeficient transporta T

Dejavnik možnosti prenosa glede na naklon pobočja in dejavnik hrapavosti podlage sta združena v enotni koeficient transporta - T.

V ravninskih oz. dolinskih delih občine (dolina ob Soči in Nadiži), zaradi blagih naklonov, prevladujejo površine z negativnimi vrednostmi koeficienta T (– 100 do -50). V bolj reliefno razgibanih in goratih delih občine Kobarid - zaradi v poprečju večjih naklonov ter gozdnatosti pobočij s strmejšim naklonom - prevladujejo površine z srednjimi vrednostmi koeficienta T (od –50 do 50). Ta območja so najbolj zastopana in obsegajo planotasto območje Matajurja ter spodnja pobočja Matajurja nad Sočo, obsežna območja Breginjskega kota, Drežniških Raven in Livških raven, severna pobočja Stola (Hlevišče) ter dolino Soče okoli vasi Trnovo. Na teh območjih so zastopane tudi visoke vrednosti koeficienta T (+50 do +100), ki pa so izrazito linearno koncentrirane v hudourniških grapah (kjer poteka intenzivnejši transport materiala) in na strmih brežinah in pobočjih nad Sočo. Tudi planotasto gorsko območje okoli Krnskega jezera na skrajnem zahodnem delu občine izkazuje prevladujoče nizke do srednje vrednosti (-100 do 0).

Najvišje vrednosti koeficient T so na izrazito strmih, travnatih ali pa neporaslih gorskih pobočjih – najvišja pobočja Kobariškega stola, Polovnika in Krasjega vrha, Lopatnika in Krna, Maselnika in Velikega Lemeža, kjer poteka intenzivnejši transport materiala.



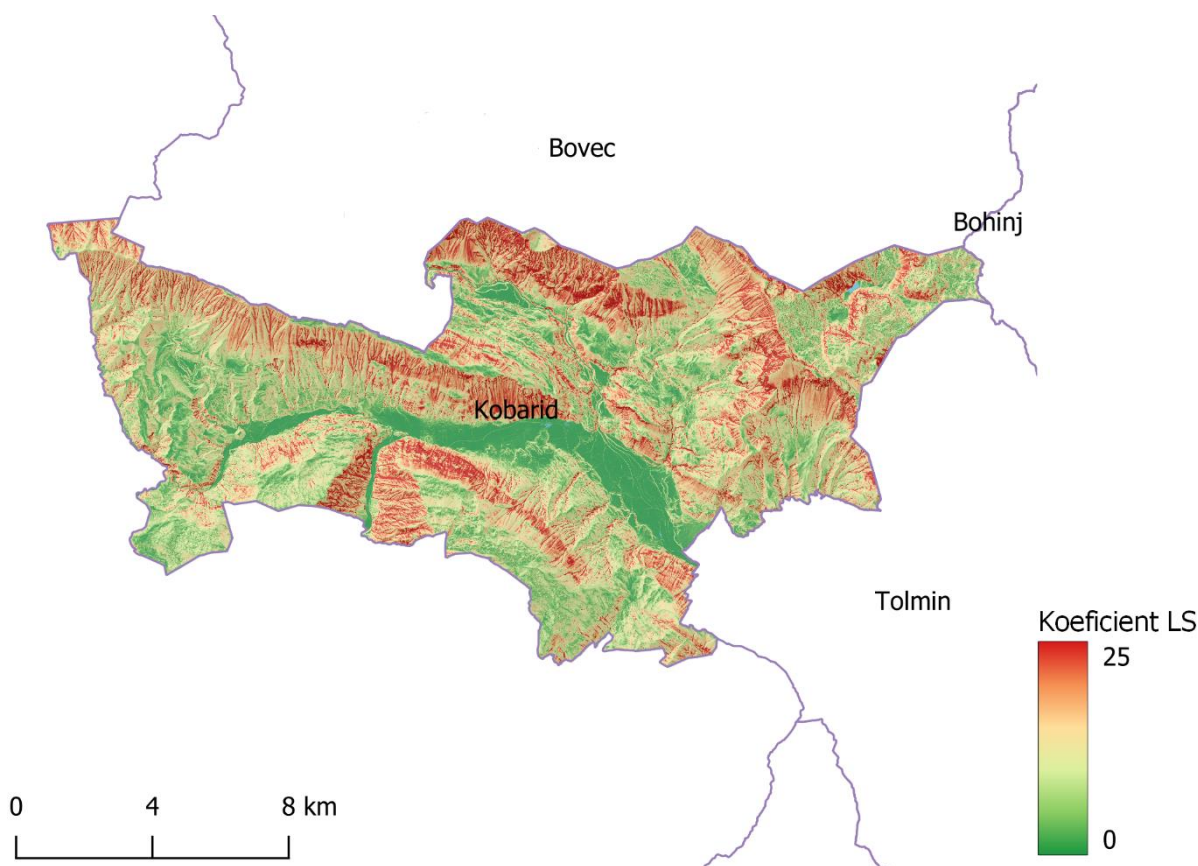
Slika 11: Prikaz koeficienta transporta T za občino Kobarid

4.5. Ostali koeficienti analiz

Za potrebe metod so bili na območju občine iz vrednoteni še naslednji koeficienti:

LS – koeficient dolžine ter strmosti pobočja

Koeficient je odvisen od zveznosti naklonov in višinskih razlik na območju. Na območju občine Kobarid so zaradi velikih višinskih razlik ter strmih in raznoliko dolgih pobočij zastopane vse vrednosti. V ravninskih in dolinskih delih občine (območje kobariške doline ob Soči in Nadiži) močno prevladujejo nizke vrednosti 0 do 5. V povprečju nekoliko višje vrednosti 0 do 10 prevladujejo na položnejših in planotastih območjih z relativno krajšimi pobočji. Teh območij je relativno velik delež – vršno planotasto območje Matajurja, nižji in položnejši predeli Breginjskega kota, Drežniških raven, Livških raven, položnejša pobočja nad Sočo okoli Trnovega ter spodna pobočja Matajurja, planotast gorski svet okoli Krnskega jezera itd. Na vseh strmih in dolgi pobočjih gorskih grebenov v občini prevladujejo visoke vrednosti koeficienta 15 do 25. Na enakomerno razgrapanih pobočjih Kobariškega Stola, Matajurja in Mije nad Nadižo, Polovnika in Krna je očitna koncentriranost visokih vrednosti 20 do 25 na strmih pobočjih grap, med njimi pa nekoliko nižje vrednosti do 20 ali 15. Največje strnjene površine ki izkazujejo koeficient 20 do 25 se nahajajo na pobočjih Polovnika, Stola nad Kobaridom, Krna in Velikega Lemeža.



Slika 12: Prikaz koeficienta LS za območje občine Kobarid

V' – koeficient hitrosti vode

Koeficient je odvisen od naklona in kategorije širine vodotoka.

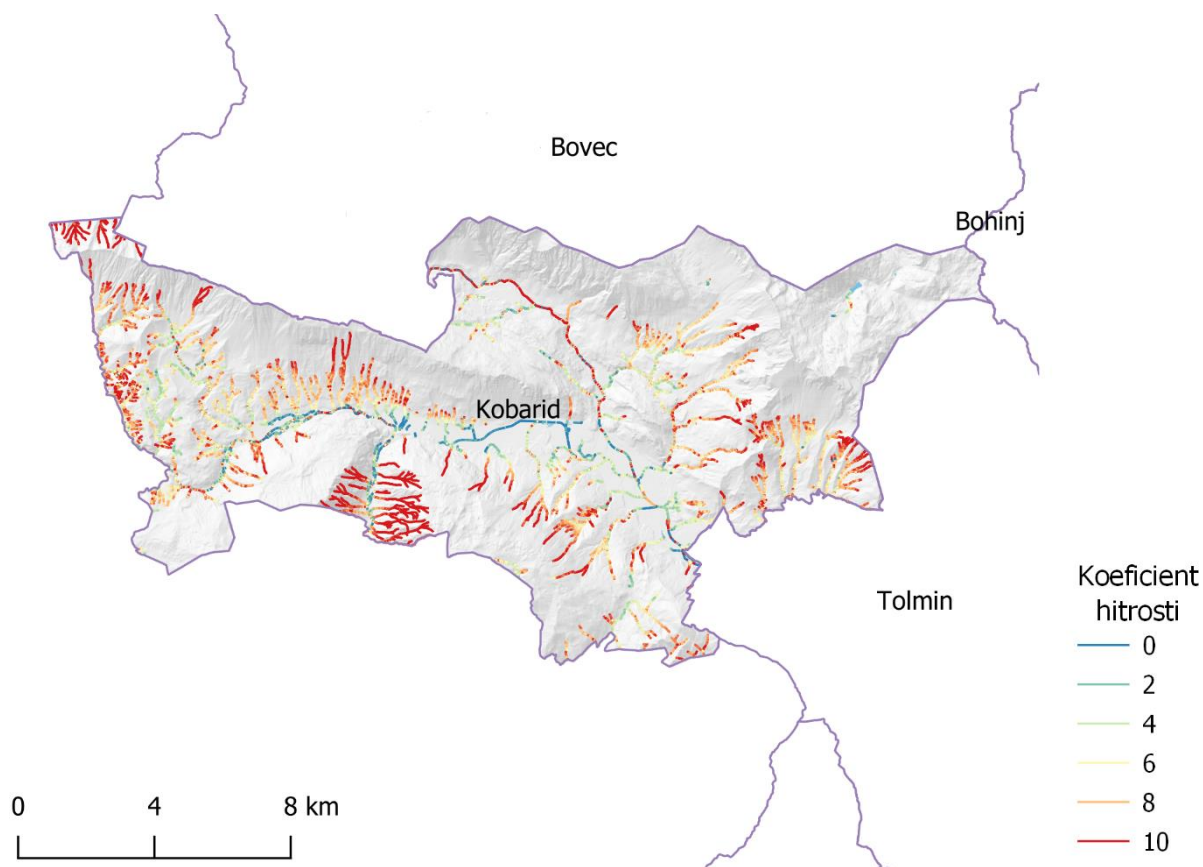
Soča gorvodno od Kobarida izkazuje izrazito visoke vrednosti 8 do 10 (zaradi strmejše in utesnjene struge), kar prekinjajo le krajši odseki z nižjimi vrednostmi (6 do 8). Dolvodno od Kobarida se njen naklon zmanjša, širina pa izrazito poveča (meandriranje po prodiščih) zato vrednosti koeficienta padejo na 2 do 6, s krajšimi odseki z višjimi vrednostmi.

Nadiža izkazuje nizke vrednosti 0 do 4 na celotnem odseku dolvodno od Podbele (meandriranje po prodiščih), s krajšimi odseki 4 do 8. Gorvodno od Podbele je struga strmejša, ožja in razgibana zato so vrednosti koeficienta višje in bolj raznolike 4 do 10.

Vsi pritoki Soče večinoma izkazujejo srednje do visoke vrednosti 6 do 10, ki izrazito naraščajo proti zaledju kjer narašča strmina. Le v spodnjih odsekih vrednosti padejo na srednje do nizke 6 do 2. Podobno velja za večino pritokov Nadiže v Breginjskem kotu (izpod Kobariškega stola in Mije), kjer izkazujejo povprečno nekoliko višje vrednosti vodotoki v povodju Bele. Izrazito visoke vrednosti (8 do 10) izkazujejo vsi pritoki Nadiže izpod Matajurja in Mije dolvodno od Robiča, ker so zelo strmi in v grapah.

Potok Idrija je nižinski zato izkazuje na celotnem toku vrednosti 0 do 2, le v skrajnem zaledju vrednosti

narastejo na 6 do 10. Podobno velja za vse njene pritoke kjer vrednosti naraščajo od 0 do 4 na spodnjih odsekih do 6 do 10 proti zaledju.

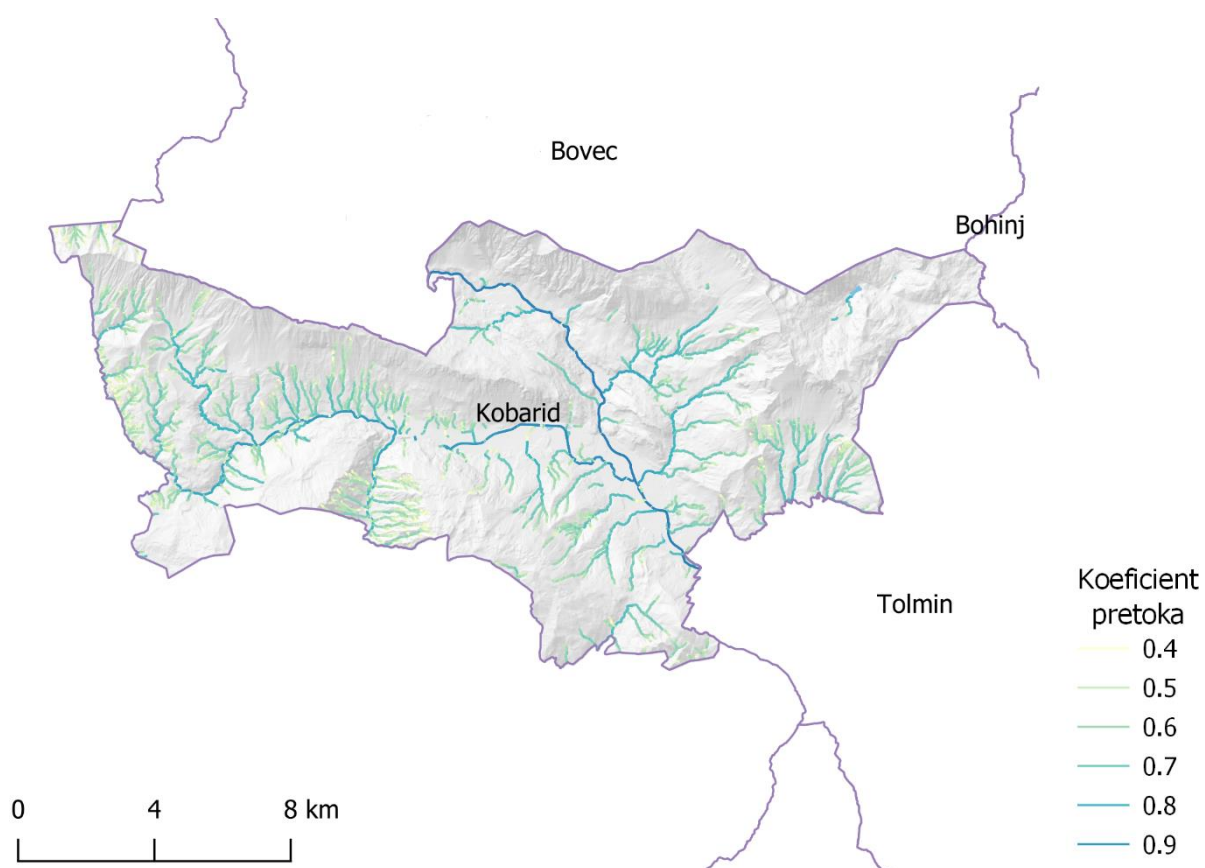


Slika 13: Prikaz koeficienta V' za območje vodotokov občine Kobarid

β – koeficient velikosti prispevnega območja vodotoka v korelaciji s pretokom

Na vrednost koeficienta β imata izrazit vpliv predvsem razvejanost hidrografske mreže in velikost prispevnega območja.

Soča izkazuje visoko vrednost koeficienta 0.9 zaradi vpliva obsežnejšega in razvejanega zlivnega območja. Zaradi dolžine ter večjega in razvejanega povodja izkazuje relativno visoko vrednost 0.8 tudi Nadiža. Nekoliko višje vrednosti (0.6 do 0.7) izkazujejo večji pritoki Soče in Nadiže, vsi ostali pritoki pa so relativno kratki zato izkazujejo nizke vrednosti 0.4 do 0.5.



Slika 14: Prikaz dejavnika pretoka θ za območje vodotokov občine Kobarid

5. OPIS EROZIJSKIH KART

Opozorilna karta pojavljanja ploskovne erozije prsti in preperine ter opozorilna karta pojavljanja linijske erozije v strugah vodotokov sta bili za celotno območje občine Kobarid izrednoteni na podlagi metod, opisanih v krovnem poročilu in slojev opisanih v poglavju 3. Validacija je bila izvedena s terenskimi pregledi kritičnih oz. reprezentativnih lokacij.

5.1. Opozorilna karta pojavljanja ploskovne erozije prsti in preperine

Potencialna nevarnost pojavljanja erozije prsti in preperine vključno s površinami obstoječe površinske erozije je prikazana na Opozorilni karti nevarnosti pojavljanja erozije v merilu 1 : 25.000. Površina celotne občine je razdeljena na štiri stopnje nevarnosti: neznatna (I. stopnja), majhna (II. stopnja), srednja (III. stopnja), visoka (IV. stopnja).

4.1.1 Območja obstoječe ploskovne erozije

Območja obstoječe ploskovne erozije so zajeta v IV. stopnji nevarnosti v katerem so hkrati vsebovana tudi območja potencialne erozije visoke stopnje nevarnosti.

Na območju občine Kobarid je površin z obstoječo ploskovno erozijo relativno veliko, nahajajo se predvsem na strmih gorskih pobočjih, nekaj pa je tudi prodišč v rekah. Najobsežnejša in strnjena območja obstoječe erozije kjer prevladujejo melišča in erozijska žarišča se nahajajo na pobočjih Krna in Velikega Šmohorja. Številna melišča se nahajajo še na pobočjih vrhov in grebenov Velike Babe, Lopatnika, Polovnika in Kobariškega Stola. Manjša a številna melišča se nahajajo na pobočju Mije nad Nadižo. Obsežnejša erozijska žarišča se nahajajo v povodju Bele nad Breginjem, nekaj jih je tudi na pobočjih nad Sočo, kjer jih povzroča erodiranje Soče. Na območju občine je precej tipičnih vršajnih območij, ki pa so večinoma manjša. Aktivni vršaji so na iztekih hudourniških grap pritokov Nadiže izpod Matajurja in Mije ter na izlivu Bele. Zelo obsežna so tudi prodišča na Nadiži dolvodno od Podbele ter Soči dolvodno od Kobarida.

Antropogeno povzročena erozija je na območju občine Kobarid prisotna v nekaj kamnolomih oz. peskokopih ter na območju zelo frekventnih planinskih poti.

4.1.2 Območja potencialne ploskovne erozije

Na območju občine Kobarid so zaradi raznolikosti pokrajine oziroma reliefa posamezne stopnje potencialne nevarnosti pojavljanja ploskovne erozije po deležih relativno enakomerno razporejene.

Površin kjer je zaznana potencialna ploskovna erozija IV. stopnje je 4694 ha kar je 24,4 % površine občine. Gre predvsem za strma gorska pobočja v najvišjih legah nad gozdno mejo. Največe strnjene površine IV. stopnje so v visokogorju okoli Krna in Krnskega jezera, na zgornjih pobočjih Polovnika in Kobariškega Stola. Zelo velik delež teh površin so območja obstoječe erozije - predvsem melišča in erozijska žarišča. Nekaj teh površin je razpršenih tudi v nižjih legah na pobočjih Matajurja in okoli Drežniških raven. V dolinskem delu občine spadajo v IV. stopnjo prodišča na Nadiži in Soči ter vršaji.

Površin kjer je zaznana potencialna erozija srednje III. stopnje je 4106 ha kar je 21,3 % površine občine. Te površine se nahajajo na strmejših pobočjih na srednjih nadmorskih višinah, predvsem na manj odpornih tleh. Največ teh površin je na srednjih in spodnjih pobočjih Kobariškega stola, Matajurja, Mije

in Krna.

Površin kjer je zaznana majhna erozijska nevarnost II. stopnje je 5162 ha kar je 26,8 % površine občine. To so zmerno nagnjene površine kjer prevladuje kmetijska raba (travniki, pašniki, površine v zaraščanju) ali pa gozd slabše razvitosti na manj stabilnih tleh. Največ teh površin je v spodnjih legah pobočij Breginjskega kota, Mije, Matajurja, Soške doline gorvodno od Kobarida, precej pa tudi na Drežniških ravnah in okoli vasi Krn.

Površin z neznatno erozijsko nevarnostjo I. stopnje je v občini nekoliko večji delež – 27,5 % kar je 5309 ha. Nahajajo se na ravninskih in dolinskih, blago nagnjenih površinah občine kjer je raba tal pretežno kmetijska – dolini Soče in Nadiže. Precej takih površin je tudi na zmerno nagnjenih, s kvalitetnim gozdom poraslih pobočjih s stabilnejšimi tlemi – položnejša pobočja v Breginjskem kotu ter severna in zahodna pobočja Matajurja. V to stopnjo nevarnosti spadajo tudi zakrasela severozahodna pobočja Krna.

Zastopanost površin potencialne ploskovne erozije na območju občine Kobarid je naslednja:

I. stopnja	- neznatna erozijska nevarnost	– 27,5 %
II. stopnja	- majhna erozijska nevarnost	– 26,8 %
III. stopnja	- srednja erozijska nevarnost	– 21,3 %
IV. stopnja	- velika erozijska nevarnost	– 24,4 %



Slika 15: Prikaz opozorilne karte ploskovne erozije prsti in preperine za občino Kobarid

4.2 Opozorilna karta pojavljanja linijske erozije v strugah vodotokov

Izrednotene vrednosti izkazujejo možnost oz. potencialno nevarnost za nastanek erozijskih procesov v strugah vodotokov – erozijske poškodbe brežin ali dna oz. celotne struge - v času višjih pretokov, ki so posledica močnejših padavin in drugih faktorjev v povodju. Pri vrednotenju je upoštevan tudi vpliv obstoječih vodnogospodarskih in protierozijskih ukrepov in objektov v strugah. Odseki kjer je struga v celoti regulirana (zavarovanje brežin, zavarovanje in stabiliziranje dna, daljša prekritja ali kanaliziranja struge) so uvrščeni v I. razred (neznatna nevarnost pojavljanja linijske erozije). Predpostavlja se, da je z rednim vzdrževanjem teh vodnogospodarskih ureditev zagotovljeno njihovo dolgoročno protierozijsko funkcioniranje.

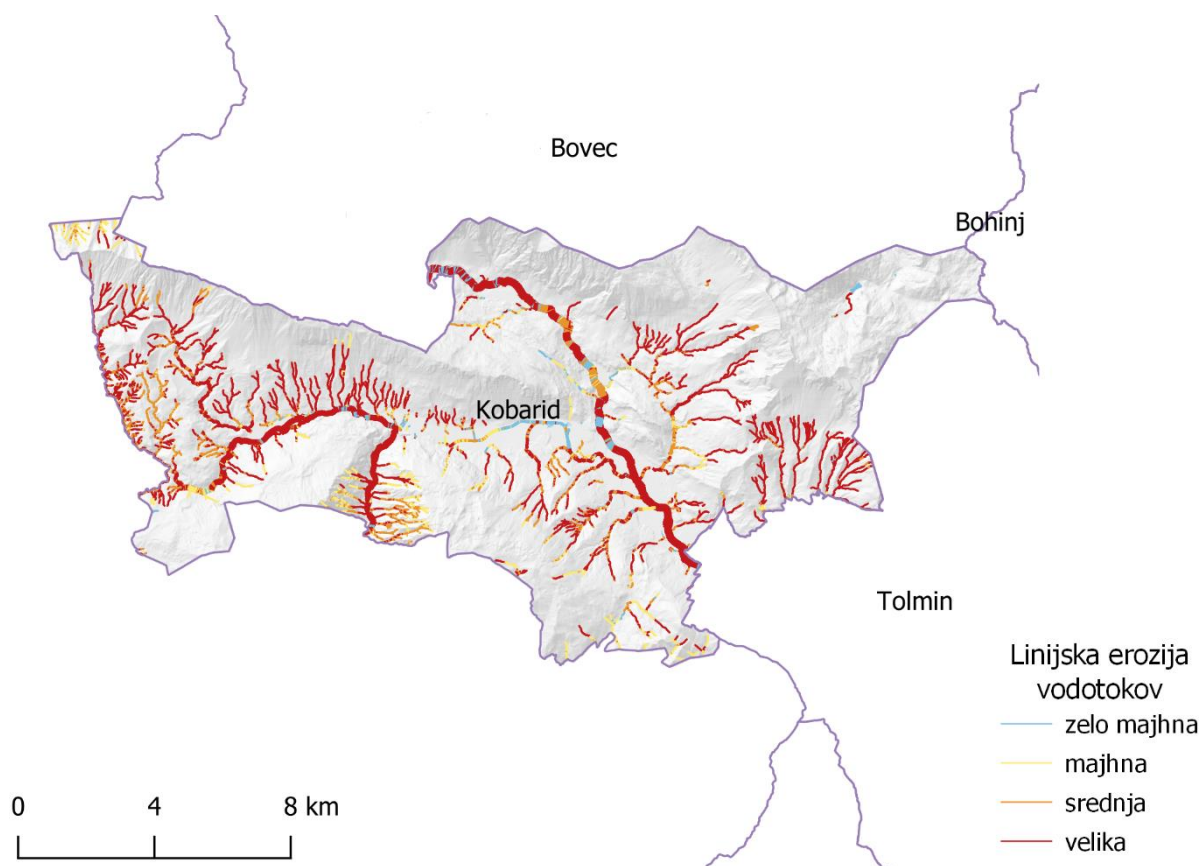
Pretežna večina vodotokov v občini Kobarid ima - zaradi gorskega reliefa in izjemno intenzivnih padavin – hudourniški vodni režim. Zato so stopnje nevarnosti pojavljanja linijske erozije v povprečju zelo visoke – več kot polovica vodotokov izkazuje IV. stopnjo erozijske nevarnosti, skoraj četrtina pa III. stopnjo.

Soča je na območju občine Kobarid skoraj popolnoma naravno ohranjena. Dolvodno od Kobarida teče po obsežnih prodiščih kjer izkazuje IV. stopnjo nevarnosti. Na odseku gorvodno od Kobarida zaradi razgibanosti struge in strmega padca izkazuje večinoma IV. In III. stopnjo nevarnosti, z vmesnimi krajšimi odseki II. in I. stopnje. Vsi pritoki Soče izpod južne strani Krna izkazujejo IV. stopnjo erozijske nevarnosti na celotnem toku. Prav tako izkazujejo IV. stopnjo nevarnosti skoraj vsi zaledni pritoki Kozjaka in Ročice (ki sta leva pritoka Soče izpod Krna), le nekateri v spodnjih legah preidejo v III. stopnjo. Glavna struga Kozjaka v srednjem toku izkazuje III. stopnjo v spodnjem pa spet IV. stopnjo. Glavna struga Ročice je v spodnjem toku bolj umirjena in izkazuje I. do II. stopnjo. Vsi pritoki Soče izpod Matajurja izkazujejo IV. do III. stopnjo nevarnosti erozije, razen v srednjih legah kjer na krajših odsekih pade na II. stopnjo (zaradi stabilnejše geološke podlage). Od pritokov Soče je izjema le potok Idrija, ki ima bolj nižinski vodni režim. Na daljšem dolinskem odseku je sonaravno regulirana in izkazuje I. stopnjo nevarnosti erozije. Na odseku dolvodno od regulacije pa teče vrezana v soške nanose zato nevarnost erozije spet naraste na večinoma IV. stopnjo. Pritoki Idrije ter zaledni kraki so strmejši hudourniki, ki izkazujejo III. do IV. stopnjo.

Tudi Nadiža je na območju občine Kobarid skoraj popolnoma naravno ohranjena, zaradi razgibanosti struge in strmega padca v zaledju ter meandriranja po prodiščih v srednjem toku (skoraj na celotnem odseku dolvodno od Podbele do meje z Italijo) izkazuje večinoma IV. stopnjo nevarnosti, z redkimi vmesnimi odseki III., II. in I. stopnje. Vsi pritoki Nadiže izpod pobočij Kobariškega Stola izkazujejo IV. stopnjo erozijske nevarnosti na skoraj celotnem toku, le na krajših odsekih tudi III. stopnjo. Hudourniki v povodju Bele izkazujejo III. do IV. stopnjo nevarnosti. Pritoki Nadiže izpod Mije in Matajurja izkazujejo nekoliko nižje stopnje III. do II. - zaradi stabilnejše geološke podlage.

Zastopanost stopenj nevarnosti linijske erozije na območju strug občine Kobarid je naslednja:

I. stopnja	- zelo majhna erozijska nevarnost	– 3,5 %
II. stopnja	- majhna erozijska nevarnost	– 15,1 %
III. stopnja	- srednja erozijska nevarnost	– 23,0 %
IV. stopnja	- velika erozijska nevarnost	– 57,4 %



Slika 16: Prikaz opozorilne karte linijske erozije v strugah vodotokov za občino Kobarid

6. NAVODILA UPORABNIKU

Preglednice »Priporočila, smernice in navodila uporabniku opozorilnih kart nevarnosti erozije« so namenjene vsem uporabnikom opozorilnih kart za pravilno interpretacijo erozijskih območij ter ustrezno predhodno odločanje pri načrtovanju posegov v prostor oziroma načrtovanju bodoče rabe prostora ter obravnavanju obstoječih objektov ter obstoječih rab prostora. V preglednici potencialne ploskovne erozije so obravnavana območja, kjer obstaja možnost nastanka erozije prsti in preperine oz. je na teh območjih povečana možnost nastanka erozije. V preglednici erozije v strugah in na vplivnih območjih vodotokov so prikazani posamezni odseki strug, kjer je možnost pojavljanja erozije v strugah.

V obeh preglednicah sta za posamezne vrste območij navedena stopnja erozijske nevarnosti (visoka, srednja, majhna ter pri linijski eroziji zelo majhna) in opis erozijske nevarnosti.

V preglednici potencialne ploskovne erozije so v dveh stolpcih podana priporočila in smernice za obstoječo rabo prostora in v primeru spremembe rabe prostora.

V preglednici erozije v strugah in na vplivnih območjih vodotokov so podana priporočila za posege v strugah, priobalnem pasu in v vplivnem območju vodotokov glede na stopnjo erozijske nevarnosti. Dodana so še priporočila oz. napotki za podrobnejše analiziranje .

Pri strugah vodotokov za vse stopnje erozijske nevarnosti veljajo podobne informacije in priporočila. Pri tem se je izhajalo iz dejstva, da praktično na vseh odsekih strug in priobalnih pasovih vodotokov obstaja vsaj zmerna stopnja erozijske nevarnosti. Za zanesljivejše rangiranje posameznih odsekov strug v različne stopnje erozijske nevarnosti je potrebno izvesti bolj podrobno analizo. Na stopnjo zahtevnosti erozijske problematike na različnih odsekih strug vodotokov in njihovih priobalnih pasovih vpliva zelo veliko dejavnikov, tako naravnih (pojavi erozijskih žarišč, naravna rečna dinamika premeščanja plavin idr.) kot antropogenih (izvedeni posegi v vplivnih območjih visokih voda, izgradnja vodnogospodarskih objektov in ureditev, idr.), zato je treba ob vseh strugah vodotokov smiselno upoštevati zapisana opozorila, smernice in priporočila oz. navodila. S podrobnejšim analiziranjem ter natančno preučitvijo razmer, na podlagi izmere in hidravlične ter hidrološke analize povodja in struge, pa se lahko podrobneje določi vplivno območje vodotoka (coniranje glede na ogroženost oz. nevarnost itd.), vrsto, vzroke in jakost erozijskih procesov ter možne protierozijske, protipoplavne oz. vodnogospodarske ukrepe.

7. LITERATURA/VIRI

DURJAVA, Darjo, RIBIČIČ, Mihael, KLABUS, Aleš, PAPEŽ, Jože, LAJEVEC, Domen, JERIHA, Žiga, FUJS, Zoran, JERŠIČ, Tadej, GALIČ, Rajko, ČERNIVEC, Janko, PAVŠEK, Miha, ZORN, Mitja. Opozorilne karte območij snežnih plazov in opozorilne karte nevarnosti erozije za območja nekaterih občin v Sloveniji. Ljubljana: EHO Projekt d.o.o., 2012

KOMAC, Marko, PAVLIČ, Matevž. Nadgradnja ploskovnega erozijskega modela z območji erozije v strugah – primer občine Bohinj, članek, revija GEOLOGIJA 60/2, str. 235-256, Ljubljana, 2017

CONFRONTI, Massimo, AUCELLI, Pietro P.P., ROBUSTELLI, Gaetano, SCARCIGLIA, Fabio,. Geomorphology and GIS analysis for mapping gullyerosion susceptibility in the Turbolo stream catchment (Northern Calabria, Italy), Nat Hazards (2011) 56: str. 881–898

PANGOS, Panos, BORELLI, Pasquale, MEUSBURGER, Katrin, ALEWELL, Christine, LUGATO, Emanuele, MONTARELLA, Luca. Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. Land Use Policy 48 (2015), str. 38–50

MEDEN, Jaša. Modeliranje erozije prsti z modelom RUSLE v katastrski občini Neblo – magistrsko delo, Ljubljana, 2018, 144 str.

ZORN, Matija. Erozijski procesi V slovenski Istri, Ljubljana, 2008, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU (Geografija Slovenije 18), 423 str.

Seibert, Jan & McGlynn, Brian. (2007). A new triangular multiple flow direction algorithm for computing upslope areas from gridded digital elevation models. Water Resources Research. 43. -. 10.1029/2006WR005128.

DESMET, P. & GOVERS, Gerard. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. (1996). Journal of Soil and Water Conservation. 51. str. 427-433.

MOORE, I.D., GRAYSON, R.B., LADSON, A.R. Digital terrain modelling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications, 1991, Hydrological Processes, Vol.5, No.1

Kinnell, P.I.A. Alternative Approaches for Determining the USLE-M Slope Length Factor for Grid Cells. 2005

Statistični urad Republike Slovenije

Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, Seznam naravnih vrednot v Sloveniji

8. PRILOGE

Priloga 1: PRIPOROČILA, SMERNICE IN NAVODILA UPORABNIKU OPOZORILNIH KART NEVARNOSTI EROZIJE, Preglednica POTENCIALNA PLOSKOVNA EROZIJA

Priloga 2: PRIPOROČILA, SMERNICE IN NAVODILA UPORABNIKU OPOZORILNIH KART NEVARNOSTI EROZIJE, Preglednica EROZIJA V STRUGAH IN NA VPLIVNIH OBMOČJIH VODOTOKOV

Priloga 3: Opozorilna karta nevarnosti ploskovne erozije za območje občine Kobarid

Priloga 4: Opozorilna karta nevarnosti linijske erozije za območje občine Kobarid