

Ciljni raziskovalni program »Naša hrana, podeželje in naravni viri« v letu 2022

Naslov raziskovalnega projekta:

Strokovna izhodišča ter smernice za gospodarjenje z gozdovi na hudourniških območjih (CRP V4-2212)

Poročilo Delovnega sklopa 2

Določanje hudourniških območij v gozdovih ter njihova klasifikacija

Pripravili: Erika Kozamernik, dr. Aleksander Marinšek, mag. Jože Papež, dr. Jaša Saražin, dr. Urša Vilhar

Gozdarski inštitut Slovenije, 2025



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Kolofon

Naslov publikacije: Določanje hudourniških območij v gozdovih ter njihova klasifikacija

Avtorji / Authors: Erika Kozamernik, dr. Aleksander Marinšek, mag. Jože Papež, dr. Jaša Saražin, dr. Urša Vilhar

Sodelavci pri raziskavi: dr. Primož Simončič, Peter Smolnikar, David Štefanič

Ključne besede: gozd, hudourniško območje, terminologija, metodologija, določanje, klasifikacija

Kraj izdaje: Ljubljana

Založil / Published by: Gozdarski inštitut Slovenije / Slovenian Forestry Institute

Leto izdaje dokumenta: 2025

Cena: brezplačno / free

Publication title: Identification and classification of torrential areas in forests

Keywords: forest, torrential area, terminology, methodology, identification, classification

DOI 10.20315/gis007



To delo je ponujeno pod licenco Creative Commons

Priznanje avtorstva-Deljenje pod enakimi pogoji 4.0 Mednarodna licenca.

Financerji raziskave: Projekt CRP Strokovna izhodišča ter smernice za gospodarjenje z gozdovi na hudourniških območjih financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) ter Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS)

.....

Predlog citiranja: Kozamernik, E., Marinšek, A., Papež, J., Saražin, J., Vilhar, U., 2025. Določanje hudourniških območij v gozdovih ter njihova klasifikacija. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 54 str.

Kazalo vsebine

1. Definicije strokovnih terminov: hudournik, hudourniško območje, hudourniški procesi (Naloga 2.1.).....	6
1.2. Urejanje hudourniških območij v Sloveniji	6
1.2. Hudourniški procesi in škoda	8
1.3. Koncept varstva pred hudourniki in erozijo	9
1.4. Pregled strokovnih terminov s področja hudourničarstva	11
2. Priprava metodologije za določanje hudourniških območij v gozdovih v Sloveniji ter načina in meril za njihovo klasifikacijo (Naloga 2.2.)	16
2.1 Hudourniška območja Slovenije podjetja za urejanje hudournikov (PUH).....	16
2.1.1. Hudourniško območje Gorenjske	16
2.1.2. Hudourniško območje Ljubljanice – Save	17
2.1.3. Hudourniško območje Savinje	17
2.1.4. Hudourniško območje Drave	17
2.1.5. Hudourniško območje Soče	18
2.1.6. Hudourniško območje Primorske	18
2.2. Metodologija določanja hudourniških območij v gozdovih v Sloveniji	19
2.2.1. Širša gozdnata hudourniška območja (GHO)	25
2.2.2. Ožja gozdnata hudourniška območja	27
2.2.3. Beleženje nemih prič visokovodnih dogodkov na hudourniku Zala	27
2.2.4. Predlog metodologije določanja hudourniških območij.....	34
3. Metodologija za pripravo prostorskih prikazov (kart) širših gozdnatih hudourniških območij v Sloveniji (Naloga 2.3.).....	36
3.1. Nevarnost pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov	37
3.2.1. Karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov	37
3.2.2. Karta nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov	37
3.2.3. Združena karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov	39
3.2.4. Zemeljski plazovi in drobirski tokovi v gozdnatih območjih	40
4. Izdelava prostorskega prikaza hudourniških območij v gozdovih v izbranih pilotnih območjih (Naloga 2.4).....	42
4.1. Občina Železniki	43
4.2. Občina Trzič.....	45

4.3.	Mestna občina Koper	46
4.4.	Interpretacija rezultatov	48
	Viri in literatura	49
	Priloga 1	52

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Strokovni termini s področja hudourničarstva ter njihove definicije	13
Preglednica 2: Deleži gozdov glede na stopnjo nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov ter zemeljskih plazov po pilotnih občinah.....	48
Preglednica 3: Pilotni popis nemih prič v porečju hudournika Zala v občini Železniki.....	52

Kazalo slik

Slika 1: Vklesana letnica izdelave 1874 na ustalitvenem prečnem objektu na hudourniku Šijak nakazuje že na urejanje pred letom 1884 (foto: J. Papež)	6
Slika 2: Shematski prikaz določitve meje vodnega zemljišča v prilogi Pravilnika o podrobnejšem načinu določanja meje vodnega zemljišča celinskih voda« (Uradni list RS, št. 58/18).....	15
Slika 3: Pregledna karta hudourniških območij Slovenije, na katerih je Podjetje za urejanje hudournikov (PUH) desetletja izvajalo varstvene ukrepe za zaščito pred hudourniki in erozijo. Ta območja se v sklopu naloge primerjajo s sedanjimi območji Sektorjev na Direkciji Republike Slovenije za vode.....	16
Slika 4: Geološka karta Slovenije (GeoZS, 2013).....	20
Slika 5: Hidrografska mreža z glavnimi prispevnimi območji Slovenije (MOP-ARSO, GURS, 2015).	21
Slika 6: Hidrološka karta Slovenije; struge oranžnih in rdečih vodotokov so široke vsaj 5 m. 22	
Slika 7: Prispevna območja oziroma vodozbirna zaledja posameznih vodotokov	23
Slika 8: Spletna aplikacija Geohazard (vir: https://geohazard.geo-zs.si/)	25
Slika 9: Prispevna območja hudournikov, generirana s programom ArcGIS Pro 3.1.0. z orodji Arc Hydro (ESRI, 2022) na primeru občine Železniki.	26
Slika 10: Hudourniško območje hudournika Zala zajema 378 ha (zeleno območje), hudourniško območje glavnega hudournika pa 137 ha (oranžno območje). Skupno smo na hudourniku Zala popisali 93 nemih prič (točke vijolične barve) (kartografija: Dovečar M. in Saražin J.).	28
Slika 11: Na glavnem hudourniku Zale v pilotnem območju »občina Železniki« (skupna dolžina 3692 m kategoriziranih vodotokov) smo izvedli detajlni popis nemih prič. Ločeno smo prikazali linijske in točkovne neme priče. Prikazano je tudi 10 m široko vplivno območje hudournika (kartografija Dovečar M. in Saražin J.).	29
Slika 12: Sabljasta rast dreves (foto: Saražin J. in Smolnikar P.)	30

Slika 13: Nanos grušča (foto: Saražin J.).....	31
Slika 14: Stranske struge nekategoriziranih vodotokov (foto: Saražin J.).....	32
Slika 15: Zamašena cevna prepusta na gozdnih vlakah (foto: Smolnikar P.).....	32
Slika 16: Odsek hudournika z večjo gostoto potencialnega plavja (foto: Saražin J.).....	33
Slika 17: Gibanje po hudourniških območjih je zahtevno (foto: Smolnikar P.)	34
Slika 18: Značilnosti hudourniškega območja (Papež, 2011).....	35
Slika 19: Karta nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov na primeru občine Tržič.	36
Slika 20: Karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov na primeru občine Tržič.	37
Slika 21: Nove (obtežene) vrednosti posameznih kategorij nevarnosti zaradi procesov pobočnega masnega premikanja.....	38
Slika 22: Povprečne vrednosti obteženega sloja nevarnosti pojavljanja PMP, klasificirane v 6 razredov.	39
Slika 23: Združena karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov.	40
Slika 24: Nevarnost pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov na negozdnih površinah.	41
Slika 25: Nevarnost pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov na gozdnih površinah.	41
Slika 26: Karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov na gozdnatih območjih v občini Železniki.....	44
Slika 27: Karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov na gozdnatih območjih v občini Tržič.	45
Slika 28: Karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov na gozdnatih območjih v Mestni občini Koper.	47

1. Definicije strokovnih terminov: hudournik, hudourniško območje, hudourniški procesi (Naloga 2.1.)

1.2. Urejanje hudourniških območij v Sloveniji

Urejanje hudourniških območij predstavlja eno najstarejših organiziranih dejavnosti na območju današnje Slovenije, vse od leta 1884. Ključni vir izrazoslovja in definicij s področja hudourništva in hudourničarstva izhaja iz Podjetja za urejanje hudournikov (PUH), organizacije, ki je bila pod tem imenom ustanovljena s strani takratne SRS leta 1950, prej pa je obstajala v obliki gozdnotehničnih oddelkov v sklopu gospodarjenja z gozdovi.

Pojme in definicije, kot tudi določevanje hudourniških območij ter ožjih hudourniških območij, se bo preverilo tudi iz vidika več desetletnega uspešnega obvladovanja hudourniške problematike v Sloveniji s strani omenjenega podjetja PUH, v kateri so bili v veliki meri zaposleni prav gozdarji - hudourničarji. Menimo, da je tovrstna osvetlitev nujna, tako iz strokovnega kot "politično/upravnega" vidika, saj na področje urejanja hudournikov in področje urejanja in upravljanje z vodami vplivajo tudi drugi dejavniki, ne zgolj izključno objektivni strokovni dejavniki.



Slika 1: Vklesana letnica izdelave 1874 na ustalitvenem prečnem objektu na hudourniku Šijak nakazuje že na urejanje pred letom 1884 (foto: J. Papež)

Slovenija je zelo bogata z vodo, kar se kaže tudi v bogato razpredeni mreži tekočih površinskih vodotokov (po topografski karti 1:25.000 ca. 1,33 km km⁻²). Večina vodotokov Slovenije je hudourniškega značaja - izdatno nihanje vodostajev v obdobjih nalivov in prodonosnost. Grobo bi lahko razdelili vodotoke Slovenije na:

- vodotoki alpskega sveta z močnim in hitrim nihanjem vodostajev,
- vodotoki kraškega sveta, ki imajo zaradi zadrževalne sposobnosti kraškega podzemlja manj izrazita nihanja vodostajev.

Od skupne dolžine vseh tokov (cca. 27.000 km) jih je približno 37% izrazito hudourniškega značaja. Hudourniških strug prvega reda je okoli 8.700 km, skupno pa cca 17.800 km.

Po rezultatih dosedanjih raziskav so vidni erozijski pojavi v Sloveniji razprostranjeni na skoraj 9.000 km², oziroma 44 % njene površine. Nad 4.000 km² (1/5 Slovenije) teh površin tvorijo skupne prispevne površine okrog 370 hudourniških območij, ki so bolj ali manj gosto preprežene z erodiranimi površinami, s katerih je spiranje in odplavljanje erozijskega detritusa, ter zasipavanje rodovitnih zemljišč z jalovimi naplavinami večje, kot je obnova rodovitnih tal.

Na teh območjih je blizu 30.000 ha močnejše erodiranih površin, od katerih cca. eno tretjino ali skoraj 10.000 ha zavzemajo odprta žarišča globinske ali bočne erozije ter udori in usadi. Vsi omenjeni erozijski procesi sproščajo na celotnem območju Slovenije letno okrog 5,2 – 5,3 mio m³. Z omenjenih 4.000 km² hudourniških zlivnih območij pa se sprošča letno povprečno blizu 2,5 mio m³ erozijskega drobirja, kar predstavlja specifično sproščanje nad 260 m³ km⁻², oziroma okoli 47% celotnega letno sproščenega erozijskega drobirja. To je le povprečje za celotno površino, medtem ko znaša maksimalno sproščanje na soški strani Julijcev ca. 2.800 m³ km⁻² leto⁻¹, v zahodnih Karavankah pa celo blizu 3.000 m³ km⁻² leto⁻¹.

Vse sproščene količine erozijskega drobirja niso odplavljene nemoteno in neposredno v sprejemne reke Sočo, Savo ali Dravo ter njihove večje pritoke. Kakih 60 % jih zastaja in začasno obleži že v erozijskih in hudourniških grapah, na pobočjih, na meliščih in sipinah ob vznožju gorskih ostenj ter na hudourniških vršajih. Od tod jih odplavljajo bodisi srednje in nekoliko višje vode postopoma, bodisi čakajo tam na nenadne neurne vode. Taki nenadni sporadični hudourniški izbruhi lahko povzročijo škode, ki tudi tisočkratno presežejo povprečje letnih škod na posameznem območju.

Od ostalih cca. 40 % erozijskega drobirja, t.j. od ca. 2,0 mio m³ leto⁻¹, ki jih neurne vode odplavljajo po hudourniških strugah prvega reda v sprejemne reke Sočo, Savo in Dravo, se približno četrtnina odlaga in zaustavlja že na prehodih iz hudournikov v reke ter v zgornjih tekih rek, preostali poldrugi milijon m³ pa vpliva predvsem na ekonomsko življenjsko dobo umetnih in naravnih vodno-akumulacijskih objektov.

Poseben problem predstavljajo območja, kjer prihaja do razmakanja in plazenja zemljin, ter trganja zemeljskih plazov, v večini hidromorfološkega izvora. V grobem lahko na osnovi do sedaj zbranih podatkov zaključimo, da cca. 30 % površine Slovenije sestavljajo zemljišča, ki, če

so preveč razmočena ali na njih nedomišljeno posežemo, plazijo. Najhujše posledice ob hudourniških izbruhih povzročajo splazitve, ki zajeziijo hudourniške struge ter na ta način ustvarijo pogoje za nastanek masovnih prenosov plavin. Ti zavzamejo največjo intenziteto s hudourniškiimi lavami, ki na svoji poti rušijo vse ovire.

Protierozijska vloga gozdov je neprecenljiva. Le njim se lahko zahvalimo, da se v Sloveniji erozijski procesi bolj ne razbesnijo. Vendar se moramo nenehno zavedati, da je obstoječe ravnovesje, v katerem igra gozd ključno vlogo blažitelja rušilnih procesov, marsikje zelo krhko.

Za nepremišljene posege smo lahko zelo hitro kaznovani s pojavom erozijskih žarišč in posledično z izbruhi s plavinami obremenjenih hudournikov, snežnimi plazovi, zemeljskimi plazovi in vetrno erozijo.

Celovit pristop k urejanju erozijskih območij temelji na preventivnem ukrepanju, saniranje in restavriranje prizadetih območij, ki so jih prizadeli erozijskimi pojavi in procesi, pa je zgolj posledično.

1.2. Hudourniški procesi in škoda

“Borba” z divjimi gorskimi vodami je človeštvu znana že iz davnine in je prav tako nenehna kot borba človeka z drugimi silami narave da si zavaruje življenje in gospodarstvo ter tako zagotovi svoj obstoj in napredek. V zlivnih območjih hudournikov povzroča erozija z razdiralno silo vode veliko škode, ko pustoši produktivna zemljišča s katerih spira in odplavlja površinske plasti najplodnejše prsti, kjer oblikuje z razrivanjem zemljišč brazde, žlebove, jarke, usade in nove struge in, kjer propadanje enkrat načetih tal zelo naglo napreduje.

Ob hudournikih v večini primerov ni prostora, kjer bi se voda lahko začasno brez škode razlila – poplavlila, se nekaj časa zadržala in potem počasi odtekla. Vsako prelivanja iz okvirov struge – preplavljanje – ima za posledico močno erozijsko delovanje; tvorbo brazd, novih strug, odnašanje zemlje, neredke pa so tudi večje rušilne posledice.

Ob hudourniških izbruhih pride v njihovih zaledjih do pojavov, kot so nenadni **podori, udori, zdrsi, usadi, zemeljski plazovi**, ko se zelo hitro oziroma celo hipoma zrušijo ali zdrsnejo v strugo hudournika velike gmote hribin in zajeziijo odtekanje hudournih voda. V takih primerih pride do naravnega pojava - masovnega transporta plavin, ki ima lahko ob večjih hudourniških izbruhih zelo rušilne posledice in je pogosto vzrok najhujših hudourniških razdejanj.

V zgodovini hudourničarstva so kot najbolj znani primeri izbruhov hudourniških lav evidentirani katastrofalni pojavi na hudournikih povodja Gradaščice - Mačkov potok (1924), Žerovnikov potok (1926) ter Gabršnikov potok (1926); na hudournikih povodja Save Dolinke - Belca (1951), Hladnik (1966), Sedelčnik (1951), Reka pod Krvavcem (1991); na hudournikih povodja Savinje nad Ljubnim (znana vodna ujma novembra 1990) - Revsov graben, Rogačnik, Brložnica, Lučka Bela, Lučnica nad Boltinovem travnikom.

Ko najbolj znani primeri hudourniških izbruhov v obliki hiperkoncentriranih tokov pa so bili evidentirani katastrofalni pojavi na hudournikih povodja Drave - Josipdolski potok (1986), Begantov potok (1986), Trbonjska reka (1986, 1989); na hudournikih povodja Soče - Soča z

Zapodnom, Limarico (1986), Koritnica (1986); na hudournikih povodja Savinje nad Ljubnim (znana vodna ujma novembra 1990) - Ljubnica, Trbiški graben in Lakovnikov graben; na hudournikih povodja Kamniške Bistrice (1990) - praktično ves zgornji in srednji tek hudournika Bistričica in sama Kamniška Bistrica med Konjskim potokom in Stahovico.

Še večje škode nastajajo, kot posledica erozijskih procesov in hudourniškega delovanja, v nižjih legah, v dolinskem svetu, kjer s svojimi naplavinami zasipavajo kulturna zemljišča, ogrožajo naselja, industrijske in prometne naprave, neredko pa tudi življenja prebivalcev. Te škode, ki jih erozija in hudourniki povzročajo na ogroženih zemljiščih v svojem območju in v svoji neposredni okolici, zlasti v glavnih dolinah, kamor se neposredno stekajo, štejemo v neposredne škode.

Razlikujemo pa še tudi posredne škode, ki so neprimerno občutnejše od neposrednih in jih je tudi neprimerno težje, skorajda nemogoče - stvarno ovrednotiti, saj se pojavljajo, kot posledica delovanja hudournikov, pogosto zelo daleč od njihovega ožjega, zlivnega območja. To so škode, ki jih povzročajo povodnji in poplave rek, do katerih pride zaradi zaplavljanja njihovih strug v zgornjih tekih, s kamenjem, gruščem, navlako, kar potem onemogoča pravilno in neškodljivo odtekanje visokih vod. Po drugi strani pa tudi reke same v svojih spodnjih tekih, v nižavju, odlagajo plavine ki jih prenašajo iz zgornjih tekov ter jih odlagajo kot prod in pesek po dnu svojih strug. S tem se dna strug postopoma zvišujejo, posledica pa je prelivanje visokih vod čez bregove. Z dvigom dna sprejemne reke zajeziyo ustja njenih dolinskih pritokov, kar seveda le še povečuje poplavne katastrofe v nižinah. Vse to nakazuje na zahtevnost upravljanja s hudourniškiimi območji oz. upravljanja z vodami in nakazuje na velik pomen "pravega", prilagojenega gospodarjenja z gozdovi na hudourniških območjih - ne samo z vidika varovanja gozdnih sestojev, tudi z vidika prispevanja k zmanjšanju poplavne ogroženosti pred hudournimi visokimi vodami.

1.3. Koncept varstva pred hudourniki in erozijo

Celostni pristop k urejanju erozijskih območij temelji na preventivnem ukrepanju, saniranju in restavriranju z erozijskimi pojavi in procesi prizadetih območij pa je zgolj posledično.

Kulturno krajino, ki jo je človek ustvaril in preoblikoval, mora vzdrževati in obnavljati. Protierozijsko ukrepanje naj temelji na seriji drobnih, v prostoru mozaično razporejenih vzdrževalnih ukrepov, namenjenih ohranjanju ravnovesja med erozijsko stabilnostnimi in rušilnimi dejavniki v prostoru, oziroma vzdrževanju dosedanjih protierozijskih ukrepov.

Vzdrževanje ureditvenih ukrepov in ohranjanje ter ponovno vzpostavljanje ravnovesja med rušilnimi in stabilnostnimi sistemi na območjih, ki jih ogroža hudourniška erozija, obsega zlasti urejanje zaledij hudournikov in erozijskih žarišč (ustalitev sproščenega erozijskega materiala in zaledjih hudournikov in preprečevanje nadaljnega čezmernega erozijskega sproščanja).

Večina vzdrževalnih ukrepov lahko označimo tudi kot preventivni ukrepi, kajti z vzdrževalnimi ukrepi posegamo večinoma v začetni fazi pojava erozijske problematike z namenom preprečiti intenziviranje in napredovanje erozijskih procesov ter negativnih posledic, ki bi nastale z večanjem obsega poškodb (zaradi neizvedenih vzdrževalnih del!). Z rednimi vzdrževalnimi

ukrepi z minimalnimi posegi v naravo poskušamo zadržati naravne regresivne erozijske procese v mejah, pri katerih predvsem niso ogrožena življenja ljudi ter pri katerih je tveganje zaradi ogroženosti materialnih dobrin ljudi družbeno sprejemljivo. Zaradi neizvedenih vzdrževalnih del pa se žal nasprotno stalno povečuje erozijska in poplavna ogroženost določenih območij na hudourniških območjih.

Glede na razprostranjenost pojavov hudourniške erozije v Sloveniji je razumljivo, da jih je skoraj nemogoče povsem nadzorovati in tako tudi vseh ni možno preprečiti. S preventivnimi ukrepi, katerih temelj je ustalitev potencialnih hudourniških žarišč s prečnimi zaplavnimi in ustalitenimi objekti v povezavi z biotehničnimi ukrepi, pa lahko bistveno omejimo razprostranjenost hudourniške erozije, predvsem pa bistveno zmanjšamo njihovo jakost.

Z zaplavnimi objekti, zlasti večjimi, in s primerno uporabo naravnih razširitev ob hudourniških strugah lahko že sprožene hudourniške lave ustavimo ali pa vsaj delno razbremenimo in tako omilimo njihov rušilni učinek. Pri lokacijah takih prečnih objektov moramo upoštevati potencialne preplavne oziroma poplavne učinke ob popolni ali delni ustavitvi hudourniških lav. Takšno preventivno ukrepanje je bilo že mnogokrat zelo uspešno (Bistričica 1990, Vuhredščica 1976, Brložnica 1990 ...).

Pri določanju možnega razvoja erozijskih pojavov moramo upoštevati prevladujoče mnenje svetovnih klimatologov – namreč, da lahko v prihodnosti pričakujemo neugodne globalne in posledično neugodne lokalne klimatske spremembe – zlasti ekstremnejše padavinske situacije po obsegu, intenziteti in po trajanju. Podobno velja tudi za erozijske pojave.

Urejanje hudournikov ni samo urejanje hudourniškega vodotoka v ožjem smislu, marveč urejanje celotnega zlivnega območja. Če gledamo le samo strugo, gre le za določene gradbene ukrepe v vodotoku, s katerim naj bi se zmanjšal padec struge, poglobljanje struge in spodjedanje, spodkopavanje njenih bregov, brežin, zato, da bi se zagotovilo neškodljivo odvajanje visokih voda in uredilo prenašanje plavin in plavja, njih odlaganje in obnavljanje hudourniškega grušča nasploh. Za trajno umiritev hudourniških procesov, zlasti v večjih zlivih, pa ne zadostujejo le tehnični ukrepi, ampak je treba z določenimi ukrepanji zajeti celotno zlivno območje (preprečevanje usedanja, posedanja gorskih pobočij, utrjevanje rušljivih pobočij, preprečitev odplavljanja kamenja, grušča, proda).

Najučinkovitejše sredstvo za doseg teh ciljev, t.j. obnove gorskih zemljišč, so vsekakor dobro sklenjeni in strnjeni gozdovi, kot najpopolnejši vodni rezervoar, kot najboljši regulator odtekanja in stekanja vode s pobočij in s tem izravnnavanja skrajnosti v vodostajih, kot varuh pred proženjem snežnih plazov, kot zadrževalnih preperin, grušča, ki se po golih pobočjih izpod preperevajočega ostenja kotrlja navzdol in se zadrži v gozdu; vegetacija nasploh, zlasti pa gozd, dušita tudi denudacijo, ogolevanje, erozijo zemljišč in s tem najučinkoviteje vplivata na znižanje količin "prodonosa" planinskih vodotokov.

Pomen gozdov, omenjen v prejšnjem odstavku, je bil prepoznan že zelo zgodaj – zato je tudi vsa zgodovina evropskega urejanja hudournikov povezana s področjem gozdarstva oz. gospodarjenja z gozdovi.

Ob taki presoji pomena gozda, oz. boljše, vegetacije nasploh, nam preti tudi nevarnost, da zaidemo v drugo skrajnost - da bi lahko prišli do napačnih sklepov, da lahko spregledamo pomen in pomembnost določenih gradbeno tehničnih del pri ukrepanjih proti eroziji in hudournikom. V osnovi bi bilo napačno, če bi presodili, da lahko vse opravimo le z vegetacijo in da lahko povsem izhajamo brez gradbeno tehničnih del.

1.4. Pregled strokovnih terminov s področja hudourničarstva

Ob prvemu mejniku (M6) smo pregledali strokovne termine s področja hudourničarstva, ki se pojavljajo v predpisih na področju gozdarstva in v predpisih na področju urejanja voda:

- Zakon o gozdovih s spremembami in dopolnitvami. 1993, 1998, 2007, 2010. Uradni list RS, št. 30/1993, 13/1998, 67/2002, 115/2006, 110/2007, 106/2010
- Pravilnik o financiranju in sofinanciranju vlaganj v gozdove. Naslov ang. Rules on financing and co-financing investments in forests. 2004, 2005, 2008, 2010, 2014, 2015, 2016, 2019. Uradni list RS, št. 71/04, 95/04, 37/05, 87/05, 73/08, 63/10, 54/14, 60/15, 86/16 in 31/19
- Pravilnik o gozdnih prometnicah. 2009. Uradni list RS, št. 04/2009
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. 1998. Uradni list RS, št. 5/1998
- Pravilnik o izvajanju sečnje, ravnanju s sečnimi ostanki, spravilu in zlaganju gozdnih lesnih sortimentov. 1994, 2004, 2008, 2013. Uradni list RS, št. 55/94, 95/04, 110/08 in 83/13
- Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo. 2010. Uradni list RS, št. 91/2010
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. 2006. Uradni list RS, št. 70 / 2006
- Pravilnik o varstvu gozdov s spremembami in dopolnitvami. 2009. Ur. l. RS, št. 114/2009, 31/2016
- Zakon o divjadi in lovstvu. 2004, 2008. Uradni list RS, št. 16/04, sprem. 17/2008
- Zakon o gospodarjenju z gozdovi v lasti Republike Slovenije 2016. Uradni list RS, št. 9/16
- Pravilnik o podrobnejših merilih za ocenjevanje škode v gozdovih. 2009. Uradni list RS, št. 12/2009
- Zakon o vodah. 2002, 2008, 2012. Uradni list RS, št. 67/2002, 57/2008, 57/2012
- Petauer D., Juvančič V., Sadnikar J., Železnik B. 1996. Pravilnik za določevanje vodovarstvenih območij podtalnic in podzemnih voda. Ljubljana, 25 str.
- Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti. 2007a. Uradni list RS, št. 60/2007
- Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti. 2007b. Uradni list RS, št. 60/2007
- Pravilnik o pitni vodi s spremembami in dopolnitvami. 2004, 2006, 2009. Uradni list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006, 25/2009



- Zakon o graditvi objektov s spremembami in dopolnitvami. 2004, 2005, 2007, 2010, 2011, 2012, 2013, 2015. Ur. l. RS 102/2004 – uradno prečiščeno besedilo, 14/2005 – popr., 92/2005 – ZJC-B, 93/2005 – ZVMS, 111/2005 – odl. US, 126/2007, 108/09, 61/2010 – ZRud-1, 20/2011 – odl. US, 57/2012, 101/2013 – ZDavNepr, 110/2013 in 19/2015
- Zakon o odpravi posledic naravnih nesreč. 2005. Uradni list RS, št. 114/2005

Iz skupno 147 zbranih strokovnih terminov s področja hudourničarstva smo izločili najbolj ključne strokovne termine, ki se že pojavljajo ali bi jih želeli vključiti v zakonodajo na področju gozdarstva (Preglednica 1). Tekom projekta bomo v ta "slovar" po potrebi uvrščali še druge pojme.

Za nekatere strokovne termine so definicije jasno navedene v zakonih, podzakonskih aktih ali strokovni literaturi ter jih navajamo v Preglednici 1. Za tiste termine, katerih definicij nismo našli ali so bile neustrezne, navajamo predloge novih definicij. Tekom projekta bomo te definicije obravnavali na dogodkih v sklopu DS5 (naloge 5.1 Dogodki za izmenjavo znanj) ter jih po potrebi dopolnjevali.



Preglednica 1: Strokovni termini s področja hudourničarstva ter njihove definicije

TERMIN	DEFINICIJA	VIR
hudournik	Hudournik je hribski vodotok z erodibilnim zlivnim območjem ali erodibilno strugo, relativno velikimi padci ali velikim razmerjem med pretoki visokih in nizkih voda.	Jesenovec S. 1995. Pogubna razigranost: 110 let organiziranega hudourničarstva na Slovenskem: 1884-1994. (ur.) Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov: 275 str.
hudourniška struga	Hudourniška struga je korito, po katerem teče hudournik.	/
hudourniško območje	Hudourniško območje je območje, s katerega vse površinske vode odtekajo v posamezni hudournik z vključenim območjem hudourniškega vršaja.	/
ožje hudourniško območje	Ožje hudourniško območje ali povirje je območje, ki obsega zemljišča, ki so stalno ali občasno pod vplivom površinske, globinske ali bočne erozije vode. Obsega osnovno strugo hudournika, vključno s hudourniškim pobočjem, do izrazite geomorfološke spremembe. ali Ožje hudourniško območje obsega vodno zemljišče hudournika, vključno z območjem vpliva visokih hudournih voda in območij nevarnosti zaradi erozijskih procesov.	/
hudourniški procesi	Hudourniški procesi so vsi erozijski in akumulacijski procesi, ki nastanejo kot posledica delovanja hudourniških voda. Vključujejo procese premeščanja plavin in plavja.	/
erozija	Erozija je dolbenje, razjedanje in odnašanje kamnine in preperine (tal) zaradi delovanja ledenikov, vetra in zlasti vode.	Zorn, M., 2008. Erozijski procesi v slovenski Istri. Geografski inštitut Antona Melika, ZRC SAZU.
plavje	Plavje so organski in drugi plavajoči predmeti (debla, vejevje, listje, odpadki in podobno)	Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdr1-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15 in 65/20) 7. člen
plavine	Plavine so trdni mineralni delci, ki jih morje ali celinske tekoče vode plavijo iz virov plavin kot rinjene plavine po dnu strug vodotokov ali kot lebdeče plavine z vodnim tokom.	Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdr1-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15 in 65/20) 7. člen
naplavine	Naplavine so trajne ali začasno odložene rečne, hudourniške ali morske plavine (mivka, pesek, prod), ki se nahajajo na vodnem ali priobalnem zemljišču.	Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdr1-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15 in 65/20) 7. člen

Za določanje »ožjega hudourniškega območja« je ključnega pomena način določanja **»vodnega zemljišče hudournika«, vključno z območjem vpliva visokih hudournih voda in območij nevarnosti zaradi erozijskih procesov.**

»Vodno zemljišče« obravnava *Pravilnik o podrobnejšem načinu določanja meje vodnega zemljišča celinskih voda* (Uradni list RS, št. 58/18), in sicer 3. člen navaja:

.... Meja vodnega zemljišča tekočih celinskih voda (Slika 1) se določi na podlagi:

- stalne ali občasne prisotnosti tekočih celinskih voda in
- osnovne struge, vključno z brežino, ter na podlagi ugotovitve izrazite geomorfološke spremembe.

Pri tem imajo izrazi, navedeni v tem Pravilniku, naslednji pomen (2. člen):

- **brežina** je zemljišče v naklonu, ki skupaj z osnovno strugo tekočih celinskih voda ali z dnom stoječih celinskih voda določa vodno zemljišče;
- **dno stoječih voda** je območje, na katerem je voda stoječih celinskih voda stalno ali občasno prisotna;
- **izrazita geomorfološka sprememba** je zaključek prehoda zemljišča v položnejši ali strmejši naklon ali do stabilnega izravnanelega dela zemljišča, gledano z vodne smeri;
- **mokrotna površina** je slabo odtočno ali občasno poplavljen območje, kjer je zemljišče nasičeno z vodo in kjer uspevajo rastline;
- **osnovna struga** je območje vodotoka skupaj s pripadajočimi sipinami in prodišči, po katerem se stalno ali občasno, zlasti v obdobju, ko ni poplav, giblje vodni tok in z njim plavine.

4. člen istega Pravilnika navaja posebne primere določitve meje vodnih zemljišč tekočih celinskih voda ter v 6. odstavku določa meje vodnega zemljišča za gorske vodotoke in vodotoke v strmih dolinah, kar bi lahko ustrezalo določanju meje **»vodnega zemljišča hudournika«**:

...

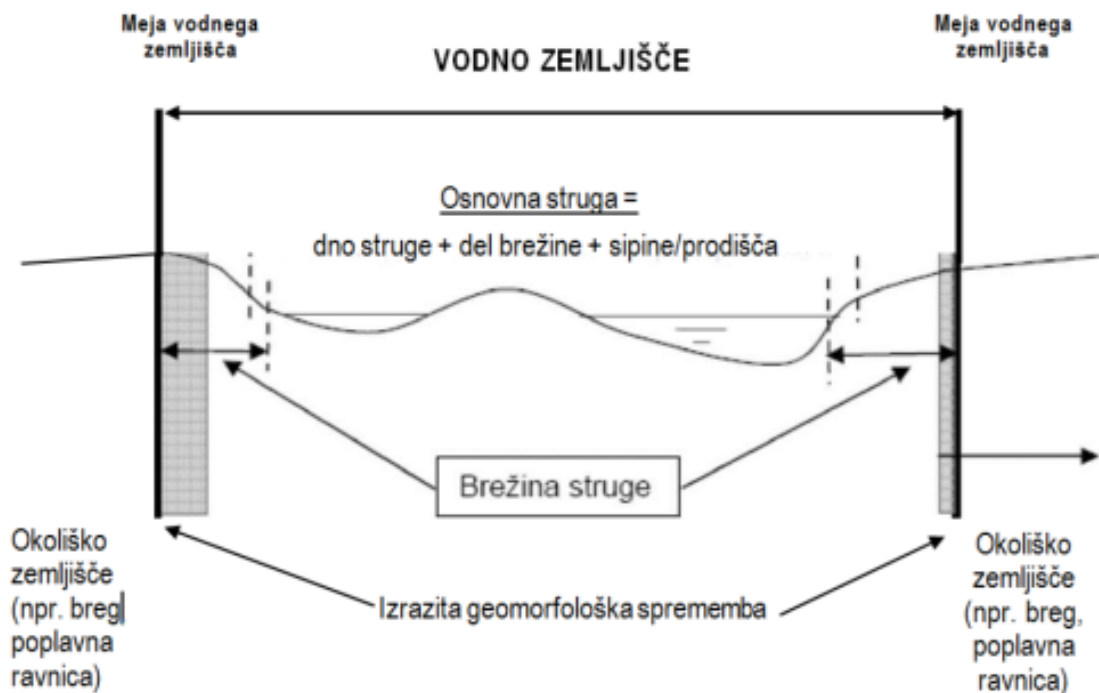
(6) Če gre za gorske vodotoke in vodotoke v strmih dolinah, se pri določitvi meje vodnega zemljišča tekočih celinskih voda upošteva najbolj izrazita geomorfološka sprememba, ki se ugotavlja po naslednjem vrstnem redu:

- *zaključek prehoda zemljišča v položnejši ali strmejši naklon;*
- *vodoravna preslikava meje vodnega zemljišča z nasprotnega brega;*
- *gornji rob sledi pogoste omočenosti na skalnatih površinah ali drugih površinah, na katerih je mogoče zaznati sledi omočenosti.*

Smiselno je upoštevati tudi določila 7. odstavka istega Pravilnika:

(7) Na območju globoko vrezanih dolin (npr. soteska, kanjon) ali brežin struge, kjer se vodno zemljišče vzdolž vodotoka po širini močno spreminja, se meja vodnega zemljišča tekočih celinskih voda določi po zgornji geomorfološki ločnici, ki zagotavlja konsistentno vzdolžno obravnavo vodotoka.

....



Slika 2: Shematski prikaz določitve meje vodnega zemljišča v prilogi Pravilnika o podrobnejšem načinu določanja meje vodnega zemljišča celinskih voda« (Uradni list RS, št. 58/18).

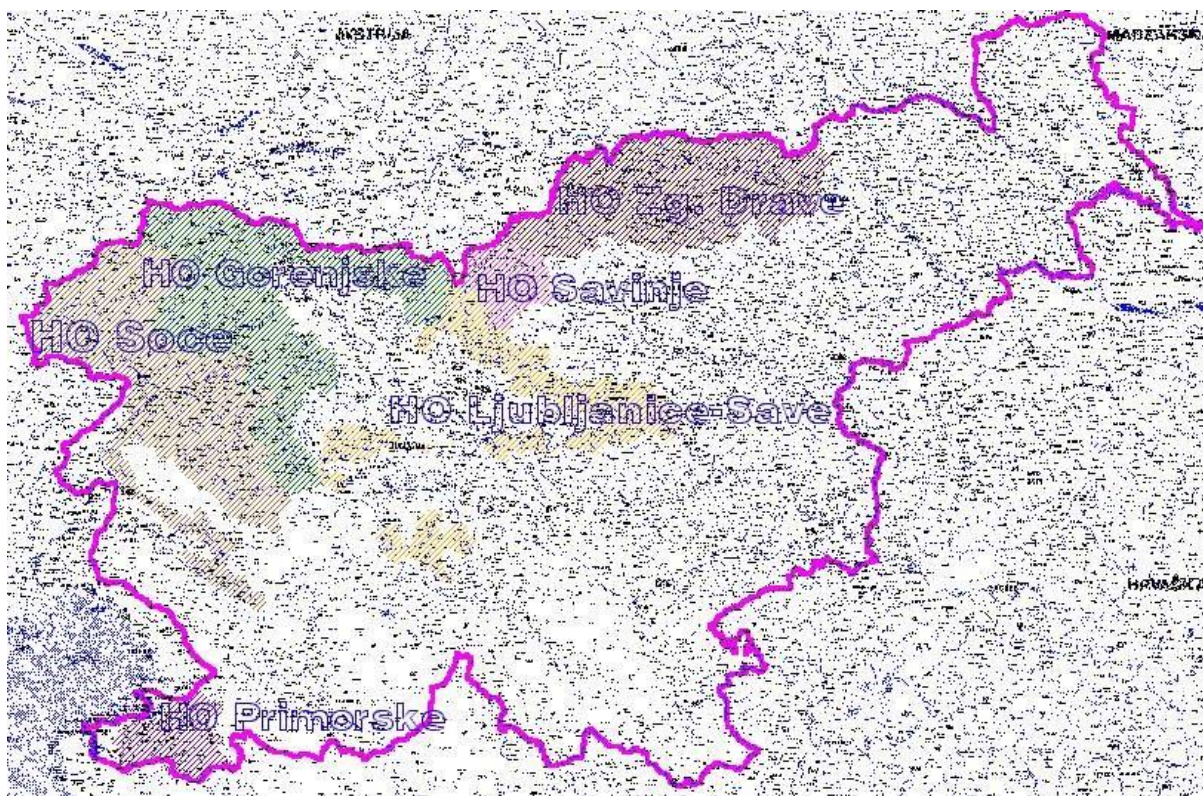
Predlagamo, da se na podlagi določil 4. člena tega Pravilnika definira »vodno zemljišče hudournika«. Dodatno bomo v nadaljevanju predlagali metodologijo za določanje območij vpliva visokih hudournih voda in območij nevarnosti zaradi erozijskih procesov. Vse skupaj je namreč potrebno za določanje »**ožjega hudourniškega območja**«, ki ga omenjajo predpisi na področju gozdarstva.

2. Priprava metodologije za določanje hudourniških območij v gozdovih v Sloveniji ter načina in meril za njihovo klasifikacijo (Naloga 2.2.)

2.1 Hudourniška območja Slovenije podjetja za urejanje hudournikov (PUH)

Podjetje za urejanje hudournikov je desetletja upravljalo s hudourniškimi območji Slovenije:

- Hudourniško območje Gorenjske
- Hudourniško območje Ljubljance-Save
- Hudourniško območje Savinje
- Hudourniško območje Zg. Drave
- Hudourniško območje Soče
- Hudourniško območje Primorske



Slika 3: Pregledna karta hudourniških območij Slovenije, na katerih je Podjetje za urejanje hudournikov (PUH) desetletja izvajalo varstvene ukrepe za zaščito pred hudourniki in erozijo. Ta območja se v sklopu naloge primerjajo s sedanjimi območji Sektorjev na Direkciji Republike Slovenije za vode.

2.1.1. Hudourniško območje Gorenjske

Vodnogospodarsko območje Gorenjske obsega najbolj gorat in s padavinami bogat predel Slovenije in ima zato zelo razvejano in gosto hidrografsko mrežo vodotokov. Pretežni del območja je erozijsko zelo občutljiv zaradi raznolike in erodibilne geološke podlage, razgibanega reliefa, obsežnih površin nad gozdno mejo, pretežno gorskega podnebja ter vse večje obremenjenosti s strani človeka. Poleg hudournikov ima tudi pretežna večina nižinskih

vodotokov vsaj delno hudourniški vodni režim, zato je območje Gorenjske (poleg območja Soče) izrazito alpsko hudourniško področje Slovenije. Zelo pomembna značilnost območja je, da je razmeroma ekološko ohranjeno. Relativno ohranjena gorska in gozdna krajina (obsežen Triglavski narodni park) ter pretežno ekološko neokrnjena kulturna krajina so zelo velikega pomena za celotno Slovenijo, zato jih je potrebno stalno vzdrževati in ohranjati. Urejanje hudournikov ima pri tem zelo pomembno vlogo, relativno bolj kot v drugih območjih Slovenije.

2.1.2. Hudourniško območje Ljubljanice – Save

Vodno območje Ljubljanica - Sava je značilno tudi po številnih hudourniških pojavih. Hudourniška območja glede na svoje lastnosti in geografsko lego lahko razdelimo v štiri predele v:

- hudournike alpsko-predalpskega območja,
- hudournike zasavskega območja,
- hudournike polhograjskega območja,
- hudournike dinarskega območja.

V primerjavi z ostalimi hudourniški območji v Sloveniji je za hudournike na vodnem območju Ljubljanica - Sava značilno, da se pojavljajo v demografsko zelo gosto naseljenih območjih in so zato poleg neposrednih zlasti posredne škode, ki prizadenejo to območje bistveno večje kot v predelih, ki so redkeje poseljeni.

2.1.3. Hudourniško območje Savinje

Hudourniško območje Zgornje Savinje predstavlja Savinja z vsemi pritoki nad Ljubnim. To območje je zaradi krajinsko zelo pestrih, a stabilnostno zelo neugodnih naravnih danosti eno izmed najbolj nepredvidljivih in potencialno ogroženih območij v Sloveniji. Urejanje hudourniških in erozijskih območij se je začelo že zelo zgodaj, po hudem neurju leta 1928 in se je uspešno nadaljevalo do leta 1941. Po letu 1950 so nižinski vodarji postopoma "izrinili" hudourničarje na Solčavsko, hudourniški svet med Ljubnim in Rogovilcem pa je ostal brez gospodarja. Predvidene ureditve hudournikov niso bile realizirane, večina sredstev pa je bila porabljena za regulacijske posege na nižinskih vodotokih. Ujma novembra leta 1990 je pokazala na napake takšnega gospodarjenja. Posledice so bile strahotne. S pravilnejšim predhodnim urejanjem divjanja neurnih voda ne bi mogli preprečiti, saj je svet nad Ljubnim zlasti zaradi geološko labilnih tufskih formacij nepredvidljiv, lahko pa bi jih bistveno omilili.

Izkušnje iz preteklosti nam kažejo, da je tako zahtevno območje mogoče obvladovati le s stalnim, dolgoročnim delom. Prioriteto morata imeti vzdrževanje obstoječih prečnih in vzdolžnih objektov (zlasti tistih iz obdobja 1928 - 1941) in postopno ustaljevanje erozijskih žarišč, pri čemer ima prilagojeno gospodarjenje z gozdovi velik vpliv.

2.1.4. Hudourniško območje Drave

Podjetje za urejanje hudournikov je imelo v upravljanju samo hudournike na območju Zgornje Drave, to je:

- pritoke Drave od Mariborskega otoka do državne meje z Avstrijo (Vič pri Dravogradu)
- pritoke Meže in Mežo nad Črno
- pritoke Mislinje in Mislinja nad Dovžami, brez Suhodolnice od Podgorja do Slovenj Gradca.

Velikost območja znaša cca 1300 km², od tega meri območje Meže z Mislinjo cca 500 km² območje Drave (brez Meže) pa cca 800 km².

2.1.5. Hudourniško območje Soče

Hudourniško območje Soče je značilno po zelo intenzivnih erozijskih pojavih, katerih vzroki so tako v naravnih danostih kot v nedomišljeni rabi prostora (izsekavanje gozdov, paša,...). Delimo ga v pet območij, ki imajo vsaka svoje značilnosti:

- Hudourniško območje Idrijce s pritoki nad Dolenjo Trebušo
- Hudourniško območje Bače
- Hudourniško območje Soče nad sotočjem z Idrijco
- Hudourniško območje Nadiže
- Hudourniški pritoki Vipave

2.1.6. Hudourniško območje Primorske

Po nekdanjem "Odloku o določitvi hudourniških območij" so se šteli za vodotoke medregionalnega pomena prispevna območja Bracana, Dragonje nad Krkavčami, Drnice nad mostom za Dvore, Badaševce nad cesto Koper-Marezige, Rižane nad Dekani in Osapske reke (Odlok o določitvi hudourniških območij, ki se štejejo za vodotoke medregionaknega pomena, 1975). Nastanek erozije tal in hudourniškega značaja hudournikov pogojujejo geološka sestava tal, konfiguracija terena, količina in intenzivnost padavin, rastlinska odeja in človeški posegi v prostor.

Na obravnavanem območju so tla pretežno sestavljena iz fliša in njegovih preperin. Fliš je zelo občutljiv na erozijske procese, posebno še, če ga ne pokriva vegetacija. V preteklosti so ob večanju števila prebivalstva potrebe po novih poljedelskih površinah in pašnikih ter povečane sečnje lesa za kurjavo povzročile čezmerno uničevanje rastlinske odeje. Močni nalivi, značilni za Istro, so tako slabo zaščitena tla spirali, brazdali in odplavljali flišni drobir v nižje ležeče predele. Na začetku tega stoletja je celotna flišna Istra prekrita s številnimi ogolelimi in z jarki izbrazdanimi površinami.

Intenzivno se je pričelo z urejanjem hudournikov okrog leta 1953. K sanaciji erozije je tudi mnogo prispevala opustitev obdelovanja manj donosnih površin in paše živine ter manjši posek lesa za kurjavo, kar je povzročilo zaraščanje poljedelskih površin in razrast gozdne zarasti ter s tem posredno zmanjšanje erozivne moči odtekajočih padavin po flišnih tleh.

Kljub današnjemu izgledu istrske pokrajine, kakršnega nudi vsa zaraščena mimoidočemu s cest, pa se ne smemo slepiti, da so se erozijski procesi umirili. V zaledjih posameznih hudournikov je še vedno dosti erozijskih žarišč, v srednjem in spodnjem teku pa neurejenih strug, ki potekajo po naplavljenem materialu iz zaledij.



2.2. Metodologija določanja hudourniških območij v gozdovih v Sloveniji

Hudourniki so hribski vodotoki z erodibilnim prispevnim območjem ali erodibilno strugo, relativno velikimi padci ali velikim razmerjem med pretoki visokih in nizkih voda (Jesenovec, 1995). Prispevno območje hudournika imenujemo širše hudourniško območje. **Ožje hudourniško območje** pa obsega vodno zemljišče hudournika, vključno z območjem vpliva visokih hudournih voda in območij nevarnosti zaradi hudourniških procesov (definicija je rezultat naloge **2.1. Definicije strokovnih terminov, kaj so »hudournik«, »hudourniško območje«, »hudourniški procesi«, itd.** Slednji obsegajo vse erozijske in akumulacijske procese ter oblike, ki nastanejo kot posledica delovanja hudourniških voda. Vključujejo procese premeščanja plavin in plavja (tudi hudourniške vršaje kot posledico).

Za namen opredeljevanja posameznih območij kot hudourniških smo pregledali relevantne in razpoložljive prostorske podatke. Osredotočili smo se na tiste spremenljivke, ki lahko pomembno vplivajo na pojav in intenziteto hudourniških procesov (npr. tip tal, geološka zgradba, relief, količina padavin, ...) oziroma nanje lahko posredno vplivajo (npr. funkcije gozdov). Nabor relevantnih razpoložljivih prostorskih podatkov je naslednji:

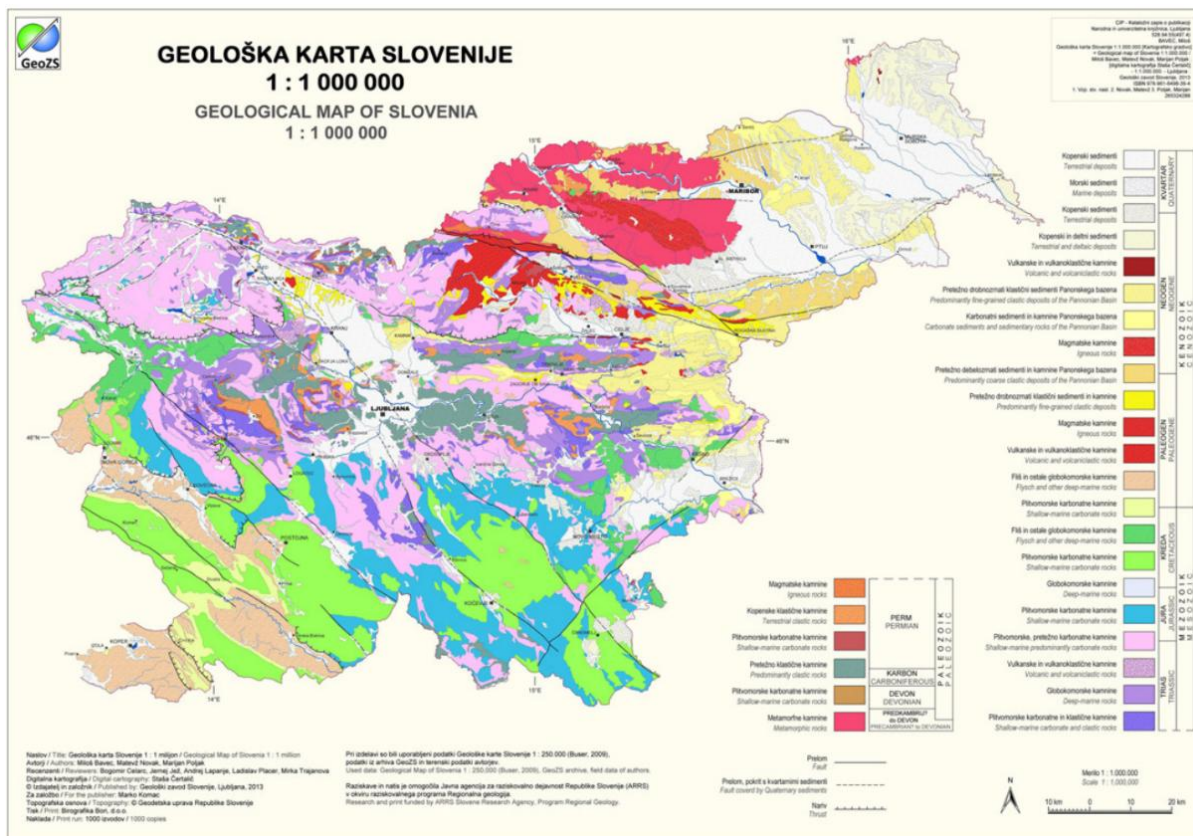
- vodozbirna zaledja (Direkcija RS za vode; DRSV);
- gozdnogospodarske enote (GGE) in gozdnogospodarska območja (GGO) (Zavod za gozdove Slovenije; ZGS)
- zaščitna in varovalna funkcija gozdov ter varovalni gozdovi (Zavod za gozdove Slovenije; ZGS))
- gozdnata ravninska območja – naklon pod 5° (ARSO LiDAR; Zavod za gozdove Slovenije; ZGS));
- maska gozda (Zavod za gozdove Slovenije; ZGS)
- vplivna območja hudournikov (DRSV vodotoki)
- letna količina padavin (ARSO)
- pedološka karta (MKGP)
- osnovna geološka karta (GeoZS)
- nakloni pobočij (ARSO LiDAR)
- nevarnost ploskovne erozije (GeoZS)
- nevarnost pojavljanja pobočnih masnih premikov – PPM (GeoZS)
- karta nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov (DRSV, 2024),
- karto nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov (DRSV, 2024).

Podatki LiDAR

Na podlagi podatkov LiDAR se določajo razvodnice, med posameznimi hudourniški območji. Na podlagi podatkov LiDAR smo izdelali tudi karto naklonov. Naklon pobočja namreč predstavlja enega izmed poglavitnih dejavnikov za nastanek in razvoj erozijskih ter akumulacijskih procesov. Pobočni procesi pa so tisti, pri katerih je izrazito prisotno součinkovanje več različnih dejavnikov. Prav tako lahko s karto naklonov ločimo hudourniška območja od območij ravninskih vodotokov.

Geološka zgradba ter pedološki tipi

Dva izmed pomembnejših dejavnikov sta tudi geološka zgradba površja ter pedološki tipi, ki se na nekem območju razvijejo. Posamezni tipi kamnin ter tal so bolj erodibilni (bolj dovzetni za erozijske procese), drugi pa bolj odporni, stabilnejši. Prav tako se med seboj razlikujejo po možnosti površinskega odtoka voda. Območja brez površinskega odtoka voda so namreč izvzeta iz hudourniških območji.

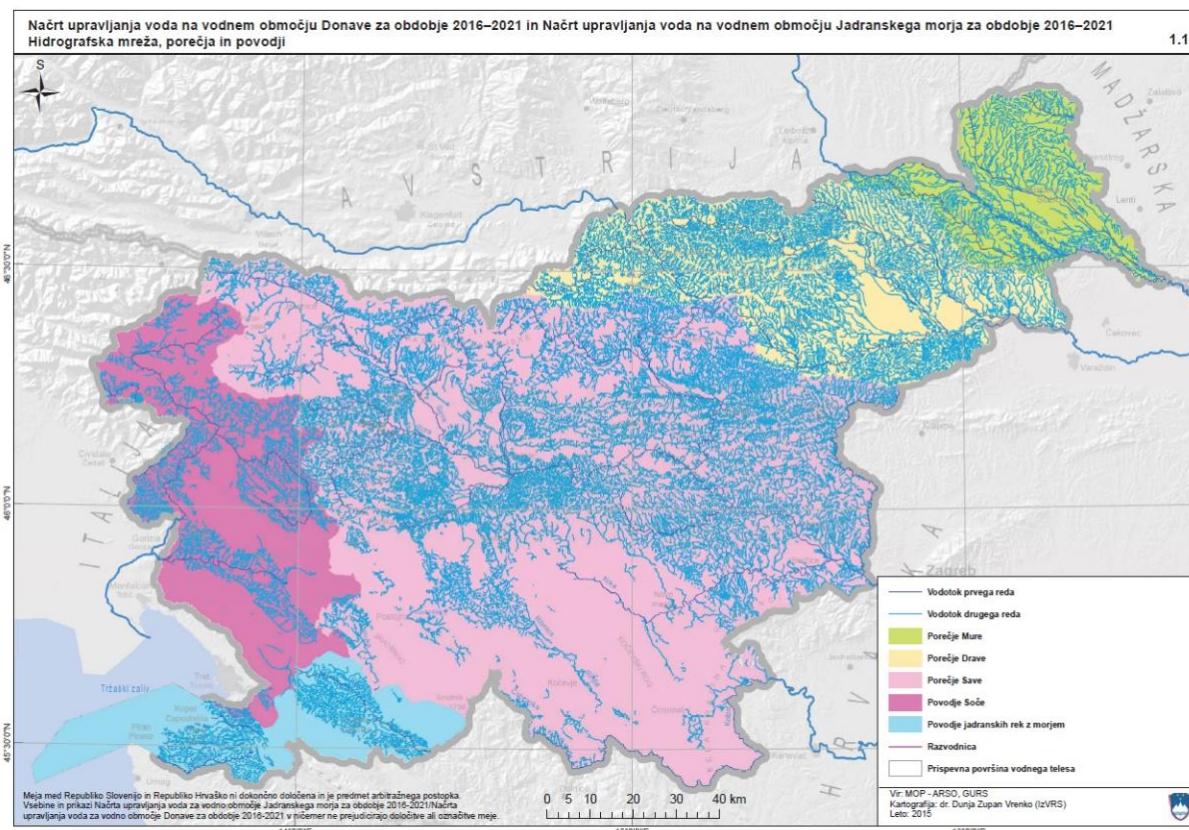


Slika 4: Geološka karta Slovenije (GeoZS, 2013).

Hidrografska mreža ter določanje hudourniškega značaja vodotokov

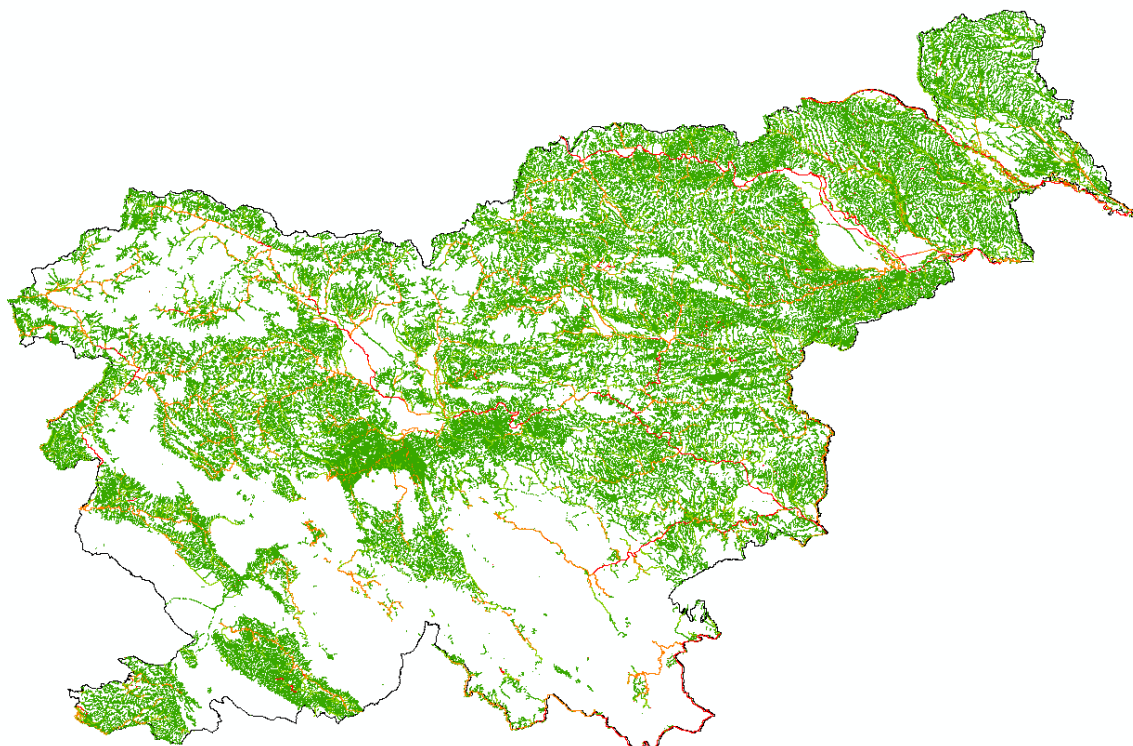
Pregledali smo podatke vodnega katastra. V zbirki podatkov o površinskih vodah je tudi sloj hidrografije. V hidrografski mreži je zajetih skupno 505 tisoč odsekov vodotokov s povprečno dolžino poligona 97 m, kar omogoča dobro spremljanje sprememb na posameznem vodotoku od izvira do izliva. Preverili smo, ali je na podlagi atributov, ki spadajo k temu prostorskemu sloju, mogoče prepoznati, kateri vodotoki so hudourniki. Po pregledu šifranta atributov, ki je

del Metodologije zajema hidrografske mreže, smo ugotovili, da slednje ni mogoče. Med atributi, ki nakazujejo na to, kakšen je značaj vodotoka, je atribut “stalnost”, ki posamezni vodotok opredeli kot “stalni” ali “občasni”. Iz slednjega pa bi bilo neustrezno sklepati na hudourniški značaj vodotoka.



Slika 5: Hidrografska mreža z glavnimi prispevnimi območji Slovenije (MOP-ARSO, GURS, 2015).

Za sistemsko ugotavljanje hudourniškega značaja vodotokov bi bila potrebna podrobnejša študija, ki upošteva metodologijo in razpoložljive prostorske podatke, ki jih bomo za gozdната območja predlagali v okviru tega projekta.



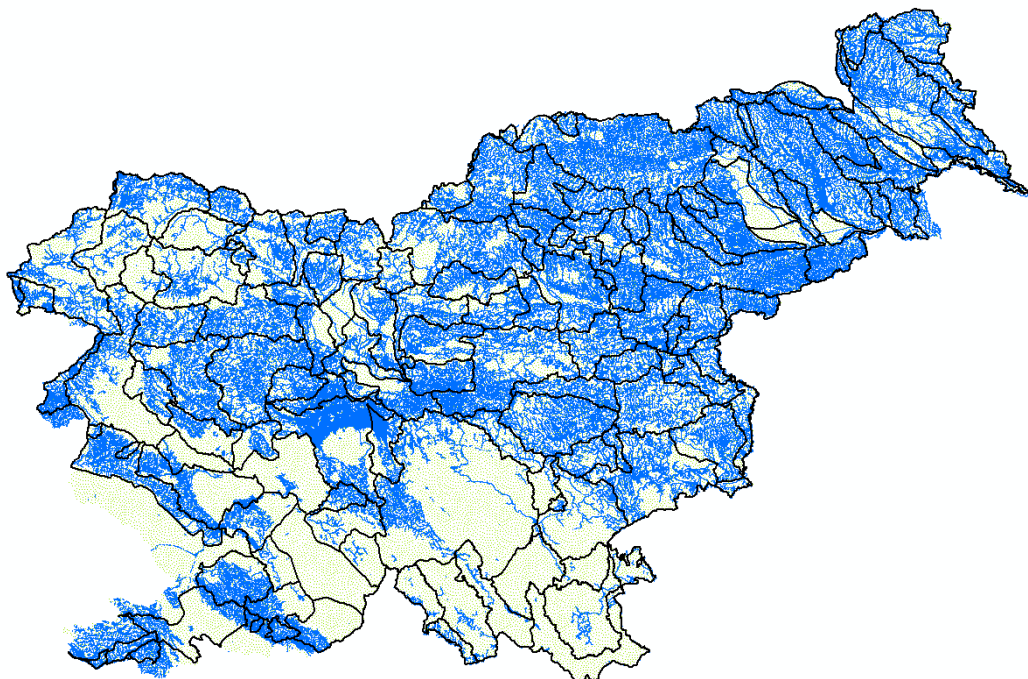
Slika 6: Hidrološka karta Slovenije; struge oranžnih in rdečih vodotokov so široke vsaj 5 m.

Podatki o gozdovih

Ker se naša metodologija določanja hudourniških območij osredotoča posebej na gozdna območja, so za nas zelo pomembni tudi podatki o gozdovih. Gozdne površine je mogoče določiti iz karte gozdnih sestojev (ZGS). Ker se pristojnosti izdaje odločb ZGS večinoma končajo na meji sestojev, bo prednostno uporabljena ta. Za nadaljnjo kategorizacijo hudourniških območij bodo služile tudi ostale podatkovne baze Zavoda za gozdove Slovenije: kategorije gozdov, funkcije, gozdne združbe, razvojne faze, lesna zaloga, negovanost, odprtost in druge.

Prispevna območja vodotokov, grajeni hidrološki objekti

Iz podatkovne baze vodnega katastra smo pridobili grafične podatke o prispevnih območjih oziroma vodozbirnih zaledjih posameznih vodotokov. Pregledali smo tudi informacije o grajenih hidroloških objektih. Velikost prispevnega območja vodotoka ima, v kombinaciji s prej naštetimi dejavniki, pomembno vlogo pri hudourniških procesih. Pomembno lahko vpliva na količino plavja in plavin, ki jih potencialno lahko prenaša nek vodotok. Predvsem pa je od velikosti vodozbirnega zaledja, v kombinaciji z geološko zgradbo, močno odvisna količina vode, ki se steka v vodotok. Žal pa pridobljena karta prikazuje le vodozbirna območja večjih vodotokov (ne pa izključno hudournikov). Hkrati prikazuje celotno vodozbirno območje večjih vodotokov in ne ločuje prispevnih območij nadzemnih in podzemnih vodotokov (na primer reka Rižana). Ker vodotok ponikne v podzemlje, erozijskih procesov zaradi delovanja hudournih voda ni in zato ne moremo določiti hudourniških območij. Zato je za določitev in klasifikacijo hudourniških območij ta prostorski sloj le pogojno uporaben.



Slika 7: Prispevna območja oziroma vodozbirna zaledja posameznih vodotokov

Količina in intenziteta padavin

Za vse erozijske procese je ključen medij, ki omogoča transport materiala. V našem primeru medij za transport gradiva predstavlja voda. Pomemben dejavnik pri opredeljevanju hudourniških območij bo tako predstavljala letna količina padavin na obravnavanem območju. Hkrati pa tudi njihova intenziteta. Najintenzivnejši erozijski procesi so namreč vezani predvsem na intenzivne padavinske dogodke (večja količina padavin v krajšem času).

Opozorilne karte nevarnosti zaradi erozijskih procesov

Nekateri zgoraj naštetih dejavniki za opredelitev hudourniških območij so že združeni v *Opozorilnih kartah geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja, erozije ter snežnih plazov* (GeoZS, 2012, 2019), ki so na voljo za pregled v spletni aplikaciji Geohazard.

Karte so bile izdelane v sklopu dveh projektov, financiranih s strani Ministrstva za okolje in prostor. V merilu, namenjenemu uporabi na nivoju občin (1:25.000), je bilo obdelanih 29 slovenskih občin. V sklopu projekta so bili terensko preverjeni plazovi v vseh 29. občinah (GeoZS, 2012, 2020) ter pripravljeni za vnos v obstoječo spletno aplikacijo e-Plaz.

Opozorilne karte nevarnosti zaradi erozijskih procesov sestavljata dva ločena sloja:

1. opozorilne karte ploskovne erozije prsti in preperine v merilu 1 : 25.000 in
2. opozorilne karte linijske erozije v strugah vodotokov erozije v merilu 1 : 25.000.

Na obeh kartah je nevarnost razdeljena na 4 stopnje nevarnosti pojavljanja ploskovne oziroma linijske erozije:

- I. stopnja - neznatna erozijska nevarnost
- II. stopnja - majhna erozijska nevarnost
- III. stopnja - srednja erozijska nevarnost
- IV. stopnja - velika erozijska nevarnost

Opozorilna karta ploskovne erozije je izdelana z GIS modeliranjem na podlagi prilagojene metode RUSLE ter z neposrednim kartiranjem površin obstoječe ploskovne erozije.

- *Prilagojena metoda RUSLE*

V glavni enačbi prilagojene metode RUSLE so vsebovani koeficienti, ki 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.

Opozorilna karta linijske erozije je izdelana z GIS modeliranjem.

- *GIS modeliranje*

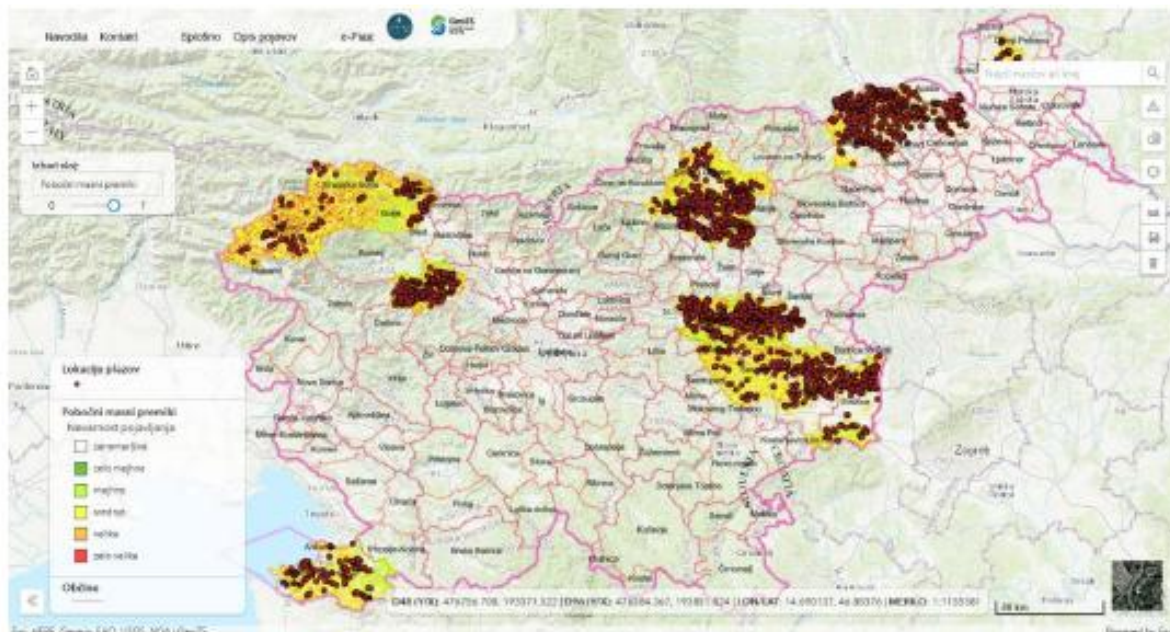
V glavni enačbi metode so vsebovani koeficienti, ki vrednotijo glavne naravne faktorje, ki soodvisno vplivajo na procese linijske erozije oz. erozijske procese v strugah vodotokov.

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 – erozivnost padavin, ki temelji na vplivu energije padavin in odtoka

Posamezni koeficienti glavne enačbe so določeni s pomožnimi enačbami in so brezdimenzijski.

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

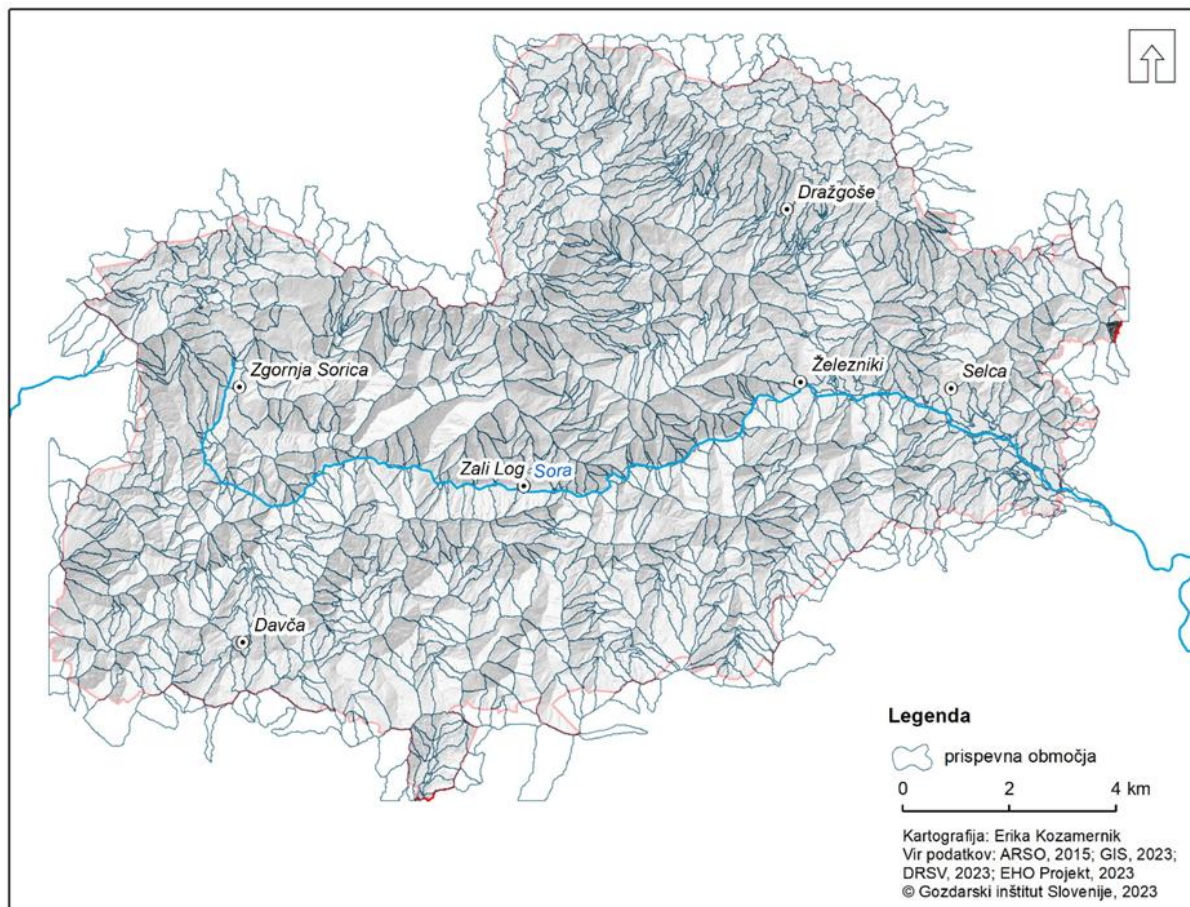


Slika 8: Spletna aplikacija Geohazard (vir: <https://geohazard.geo-zs.si/>)

Določanja gozdnatih hudourniških območij (v nadaljevanju: GHO) smo se lotili v dveh stopnjah. Prva stopnja obsega določanje **širših gozdnatih hudourniških območij**. Na drugi stopnji pa se znotraj širših hudourniških območij določi še **ožja gozdnata hudourniška območja**.

2.2.1. Širša gozdnata hudourniška območja (GHO)

Najprej smo opredelili prostorski nivo, na katerem je potekala nadaljnja klasifikacija hudourniških območij (GHO) znotraj posamezne občine ter razvoj metodologije določanja GHO. Za ta namen smo s programom ArcGIS Pro 3.1.0. z orodji Arc Hydro (ESRI, 2022) avtomatsko zgenerirali prispevna območja hudournikov (Slika 2). Vhodni podatek je predstavljal digitalni model višin z resolucijo 1 m x 1 m, generiran iz oblaka točk podatkov laserskega skeniranja površja (ARSO LiDAR, 2015).



Slika 9: Prispevna območja hudournikov, generirana s programom ArcGIS Pro 3.1.0. z orodji Arc Hydro (ESRI, 2022) na primeru občine Železniki.

Poleg zgoraj prikazanih avtomatsko generiranih prispevnih območij hudournikov smo kot glavne vhodne podatke za modeliranje izbrali še karto nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov ter karto nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov (DRSV, 2024) ter masko gozda (ZGS, 2020a). Metodologija določanja GHO v Sloveniji je podrobneje predstavljena v poglavju 3.

2.2.2. Ožja gozdnata hudourniška območja

Znotraj predhodno določenih širših GHO se v drugem koraku določi še obseg ožjih hudourniških območij. Slednja opredeljujemo na podlagi prisotnosti nemih prič, ki so indikatorji hudourniških procesov. Primeri nemih prič hudourniških procesov so naslednji: akumulacije plavin in plavja v obliki prodišč, večjih (rinjenih) skal, odloženih hlodov v in ob strugah vodotokov, zajede na bregovih, poležana vegetacija na bregovih in druge (Kienholz in sod., 2008; Papež, 2011).

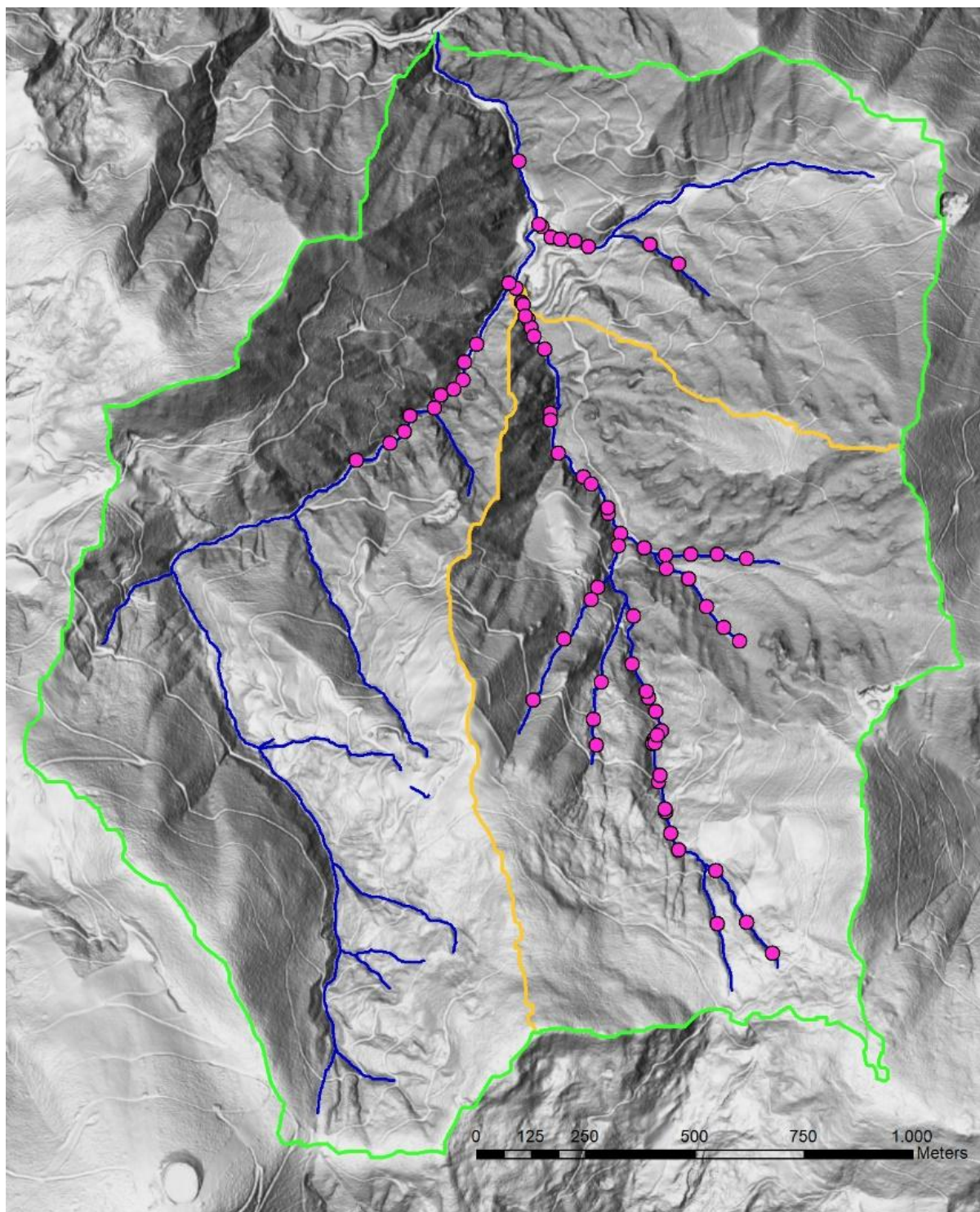
Neme priče lahko zajamemo s terenskim popisom in kartiranjem, ali pa s pomočjo laserskega skeniranja z brezpilotnim letalnikom (v primeru večjih hudournikov ob primerni dostopnosti in pokrovnosti drevesnih krošenj) ter kasnejšega daljinskega zajema.

Na območjih z znatnim vplivom hudournih voda je zavoljo zmanjšanja erozijske in poplavne problematike smiselno prilagojeno gospodarjenje z gozdovi. Najbolj zanesljiv dokaz vpliva hudournih voda so neme priče, ki se nahajajo na hudourniških območjih. Neme priče so geomorfološki in biološki dokazi o preteklih dogodkih masnih gibanj, ki jih lahko prepoznamo na terenu, kot tudi sledi o aktualnih erozijskih in hudourniških procesih v prostoru. Več o identifikaciji nemih prič je zapisal Papež (2011).

Izvedba popisa nemih prič na pilotnem območju bo služila aktualizaciji pri preverjanju tujih in domačih praks pri določanju območja prilagojenega gospodarjenja z gozdovi. Cilj je podati univerzalno oddaljenost od vodotoka, od katere naprej je vpliv hudournih voda znatno manjši. S tem bi v smernicah želeli predlagati splošno minimalno razdaljo od osi hudournika, do katere je nujno prilagojeno gospodariti, s prisotnostjo nemih prič na terenu, pa bi se ta razdalja ustrezno povečala.

2.2.3. Beleženje nemih prič visokovodnih dogodkov na hudourniku Zala

Za izvedbo terenskega popisa nemih prič smo si izbrali porečje Zale v občini Železniki. Hudournik Zala je pritok hudourniške reke Davča. Občina Železniki je v poletju leta 2023 beležila več izjemnih padavinskih dogodkov zaradi česar smo pričakovali večje število svežih nemih prič (Saražin, 2023; Saražin in Vilhar, 2023).



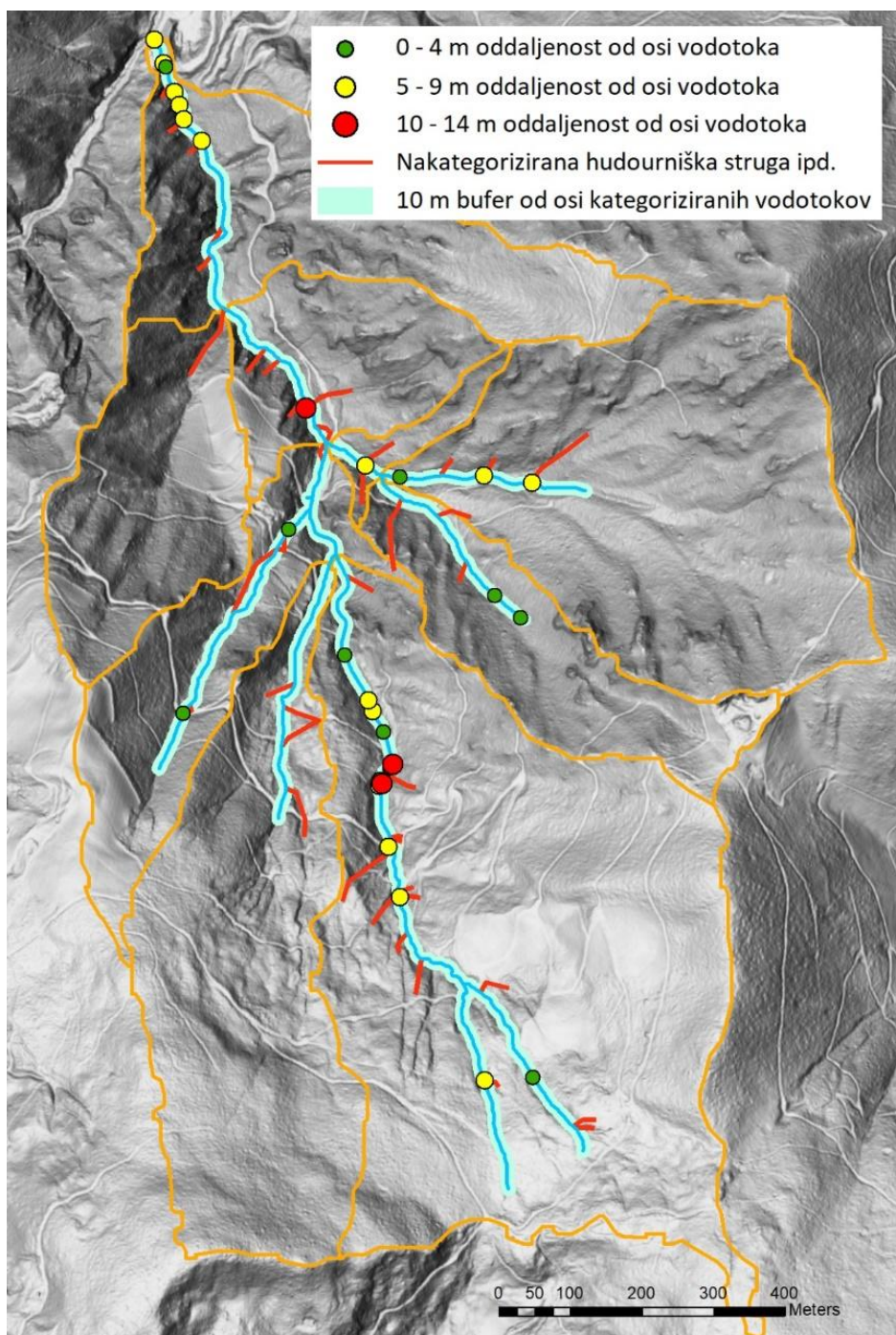
Slika 10: Hudourniško območje hudournika Zala zajema 378 ha (zeleno območje), hudourniško območje glavnega hudournika pa 137 ha (oranžno območje). Skupno smo na hudourniku Zala popisali 93 nemih prič (točke vijolične barve) (kartografija: Dovečar M. in Saražin J.).

Horizontalna razdalja vseh, v hidrografske mrežo zajetih vodotokov je 10.616 m, površina celotnega hudourniškega območja pa 378 ha (Slika 3 – zeleno območje). Medsebojno usklajevanje ekipe popisovalcev smo izvedli v spodnjem delu hudournika, na okvirni dolžini

1500 m vodotokov, nato pa smo detajlno posneli hudourniško območje glavnega hudournika Zale, v skupni horizontalni dolžini 3692 m vodotokov. Površina hudourniškega območja glavnega hudournika ima površino 137 ha (Slika 4 – oranžno območje). Skupno smo popisali 93 nemih prič, ki jih prikazujemo kot točke vijolične barve na karti hudourniškega območja.

Podrobni popis – osrednji hudournik porečja Zale

Obravnavano hudourniško območje osrednjega hudournika pokriva strme terene na nadmorski višini med 700 in 1300 m. Zaradi lažjega prikaza in obravnave smo evidentirane neme priče ločili v dve glavni skupini.



Slika 11: Na glavnem hudourniku Zale v pilotnem območju »občina Železniki« (skupna dolžina 3692 m kategoriziranih vodotokov) smo izvedli detajlni popis nemih prič. Ločeno smo prikazali linijske in točkovne neme priče. Prikazano je tudi 10 m široko vplivno območje hudournika (kartografija Dovečar M. in Saražin J.).

Neme priče iz prve skupine lahko prikažemo s točkami, saj pokrivajo manjša področja v neposredni bližini osi hudournika in so večinoma posledica neposrednega vpliva kategoriziranega vodotoka. Primeri tovrstnih nemih prič so razširitev hudourniške struge, sabljasta rast dreves, nanosi plavja, poškodbe na gozdnih prometnicah. Pri vsaki zabeleženi nemi priči smo izmerili tudi razdaljo med osjo vodotoka in najbolj oddaljeno točko tovrstnih nemih prič. Na Sliki 4 smo tovrstne neme priče prikazali rangirano glede na največjo oddaljenost od osi vodotoka: (1) do 4 m; (2) 5 do 9 m; in (3) od 10 do 14 m.

Večino nemih prič, ki so se pojavile dlje kot 10 m od osi vodotoka, smo lahko prikazali z linijo in predstavljajo drugo skupino. Tovrstne neme priče so večinoma povezane s sekundarno mrežo hudourniških strug in erozijskih jarkov (lahko tudi zemeljski plazovi), ki niso kategorizirani (niso zabeleženi v hidrografski mreži). Stranskih strug nismo pregledali v celoti, ampak zgolj od njihovega izliva v kategoriziran vodotok, zato so prikazane dolžine večinoma le ocene. Večinoma je šlo za plitvejšje erozijske jarke, in hudournike z majhnimi pretoki, ki so občutno manjših gabaritov v primerjavi s kategoriziranimi. Izjema je bil zgolj hudournik zabeležen kot nema priča št. 37, ki ima zelo izrazito hudourniško dolino ter kar 10 ha veliko vodozbirno območje.

Podrobnejši popis nemih prič visokovodnih dogodkov na hudourniku Zala je v **Prilogi 1**.



Slika 12: Sabljasta rast dreves (foto: Saražin J. in Smolnikar P.)



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE

SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana



Slika 13: Nanos grušča (foto: Saražin J.)



Slika 14: Stranske struge nekategoriziranih vodotokov (foto: Saražin J.)



Slika 15: Zamašena cevna prepusta na gozdnih vlakah (foto: Smolnikar P.)

Popis potencialnega lesenega plavja

V sklopu popisa nemih prič smo na več odsekih hudournika, v skupni dolžini približno 2000 m, ki so zajemali tako zgornji, kakor tudi spodnji tok izbranega hudournika Zala, popisali tudi potencialno plavje. Potencialno plavje smo popisovali tako, da smo si odgovarjali na vprašanje: katera drevesa, oz. kosi dreves v sami strugi ali neposredno ob njej negativno vplivajo na poplavno in erozijsko varnost hudournika. Za te kose dreves ali drevesa menimo, da bi bilo smiselno izvesti določene ukrepe (npr. umik ali razkosanje). Ekonomske upravičenosti tovrstnih ukrepov nismo upoštevali. V ta namen smo potencialno plavje razvrstili v tri skupine:

- 1) mrtva ležeča drevesa oziroma kosi dreves,
- 2) mrtva stoječa drevesa in
- 3) živa nevarna drevesa.



Slika 16: Odsek hudournika z večjo gostoto potencialnega plavja (foto: Saražin J.)

Skupno smo popisali 202 kosa potencialnega plavja. Od tega 123 kosov premera od 7 do 14 cm; 50 kosov premera od 15 do 19 cm; in 29 kosov premera od 20 do 40 cm. Pri ležečem drevju je bil beležen srednji premer, pri stoječem pa prsni premer. Ocenjen volumen potencialnega plavja je bil 22,02 m³. Preračunano na kilometer dolžine hudournika bi to zneslo 8,86 m³ ležečih kosov, 0,95 m³ stoječih mrtvih dreves in 1,19 m³ nevarnih živih dreves. Skupaj 11,01 m³ potencialnega plavja na 1 km hudournika.

Komentar k popisu nemih prič

Terenski popis nemih prič je časovno zelo zamuden, gibanje po hudourniških strugah pa je lahko tudi zelo nevarno. Po usklajeni metodologiji popisovanja smo za 3692 m vodotokov osrednjega hudournika Zala dva do trije popisovalci potrebovali okvirno dva delovna dneva s skupno 10 ur (x 2-3) efektivnega časa brez upoštevanja odmorov in prevozov. Posamezne struge hudournikov skupaj premagajo nadmorsko višino približno 1250 m. Zaradi zamudnosti terenskega dela smo poskušali iste neme priče oceniti tudi na podlagi uradnih LIDAR podatkov, vendar so bili ti uporabni zgolj za določitev nekaterih nekategoriziranih hudourniških strug, medtem ko bi za popis realnega stanja potrebovali bistveno natančnejše daljinsko pridobljene podatke, ki bi jih morali zajemati individualno za vsak hudournik posebej. Iz tega sledi, da nam kartne podlage lahko služijo kot dober pripomoček pri načrtovanju, medtem, ko je za detajlno določitev vpliva hudournikov potrebno terensko opazovanje ali pa individualni zajem daljinskih podatkov za vsak hudournik posebej.



Slika 17: Gibanje po hudourniških območjih je zahtevno (foto: Smolnikar P.)

2.2.4. Predlog metodologije določanja hudourniških območij

Hudournik

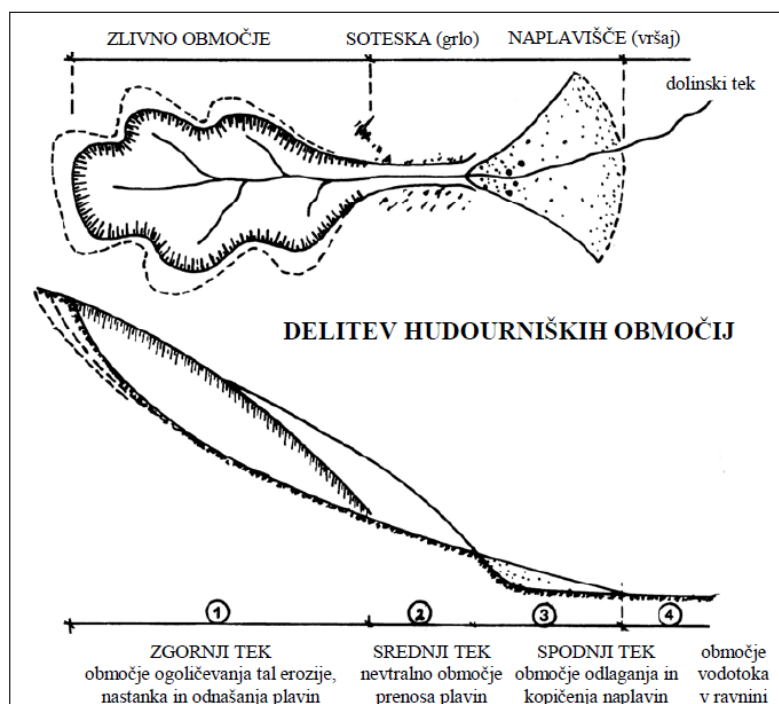
Izraz "hudournik" glede na definicijo pomeni hribski vodotok z erodibilnim vodozbirnim območjem ali erodibilno strugo, relativno velikimi padci ali velikim razmerjem med pretoki

visokih in nizkih voda. Hudournike bomo določili kot vse vodotoke, ki se nahajajo na hudourniškem območju.

Alternativni predlog, ki ga bo veljalo preizkusiti na pilotnem območju pa je, da bi kot hudourniške vodotoke izločili tiste vodotoke, katerih povprečni naklon je večji od 5%, njegova širna pa manjša od 5 m.

Hudourniško območje

Hudourniško območje je območje, s katerega vse površinske vode odteka v posamezni hudournik. Torej hudourniška območja Slovenije predstavljajo celotno prispevno območje površinskih vodotokov, z izjemo prispevnih območij ravninskih vodotokov. Zaradi lažje predstave, lahko tako celotno območje Slovenije, v grobem razdelimo na tri območja: (1) hudourniška območja, (2) območja nižinskih vodotokov in (3) območja brez površinskega odtoka. Naš predlog določitve hudourniških območij sloni na izločitvi drugih dveh območij.



Slika 18: Značilnosti hudourniškega območja (Papež, 2011)

Izločitev območij brez površinskega odtoka bomo izvedli s pomočjo geološke karte, kjer bi izločili določena območja karbonatnih kamnin, kjer ni površinskega odtoka, oz. ta ne doseže nobenega površinskega vodotoka).

Izločitev območij nižinskih/ravninskih vodotokov bomo izvedli s pomočjo geološke karte ali karte tal, kjer bi izločili mlajša sedimentna območja, oz. območja z debelo plastjo tal, z nižinskimi vodotoki (npr. Ljubljansko barje, naplavne ravnice rek iz drobnozrnatih sedimentov, idr.).

Hudourniško območje posameznega hudournika pa zajema območje od vodotoka, pa do njegove razvodnice (meja med dvema vodozbirnim območjem, ki se določa iz podatkov LiDAR in praviloma poteka po grebenih), ki omejuje prispevno območje.

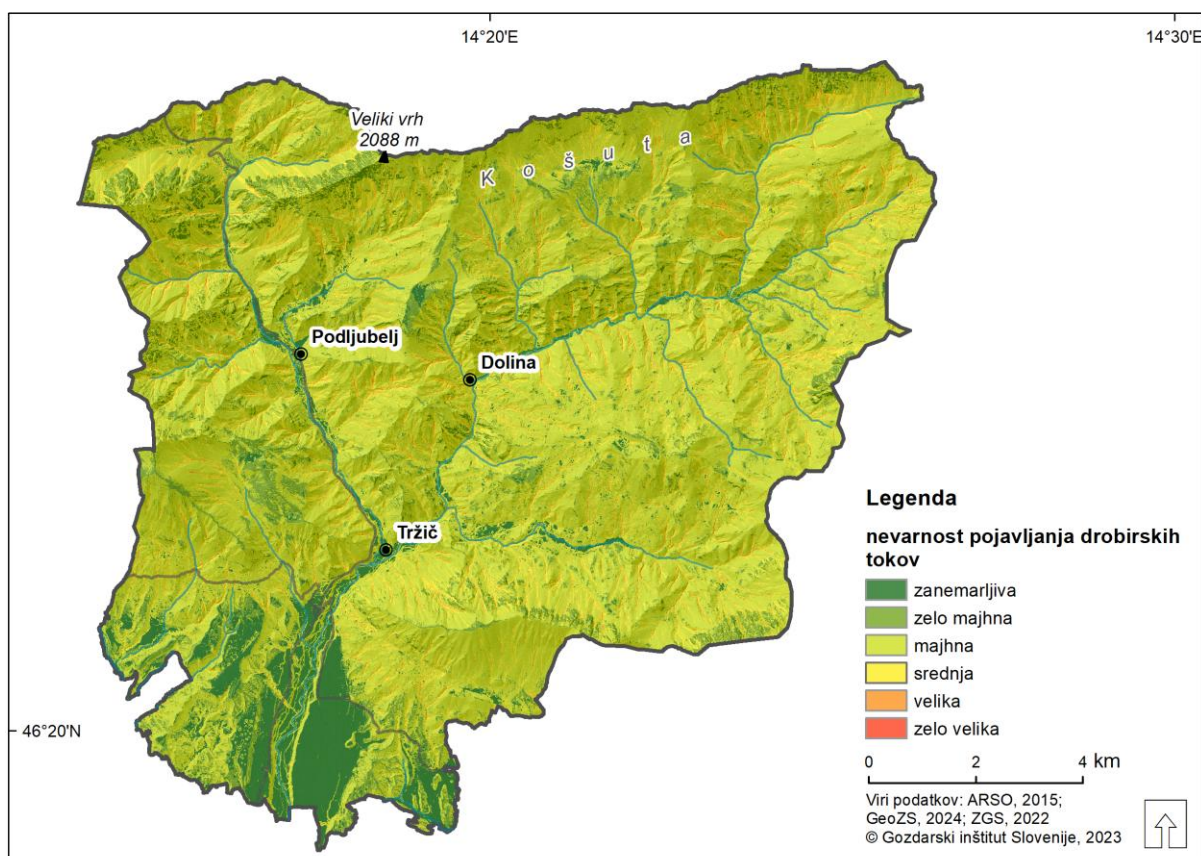
Hudourniško območje v gozdu

Opredeljena hudourniška območja se nato prekrije z gozdnimi območji, ki so združena v prostorskem sloju gozdnih sestojev (ZGS).

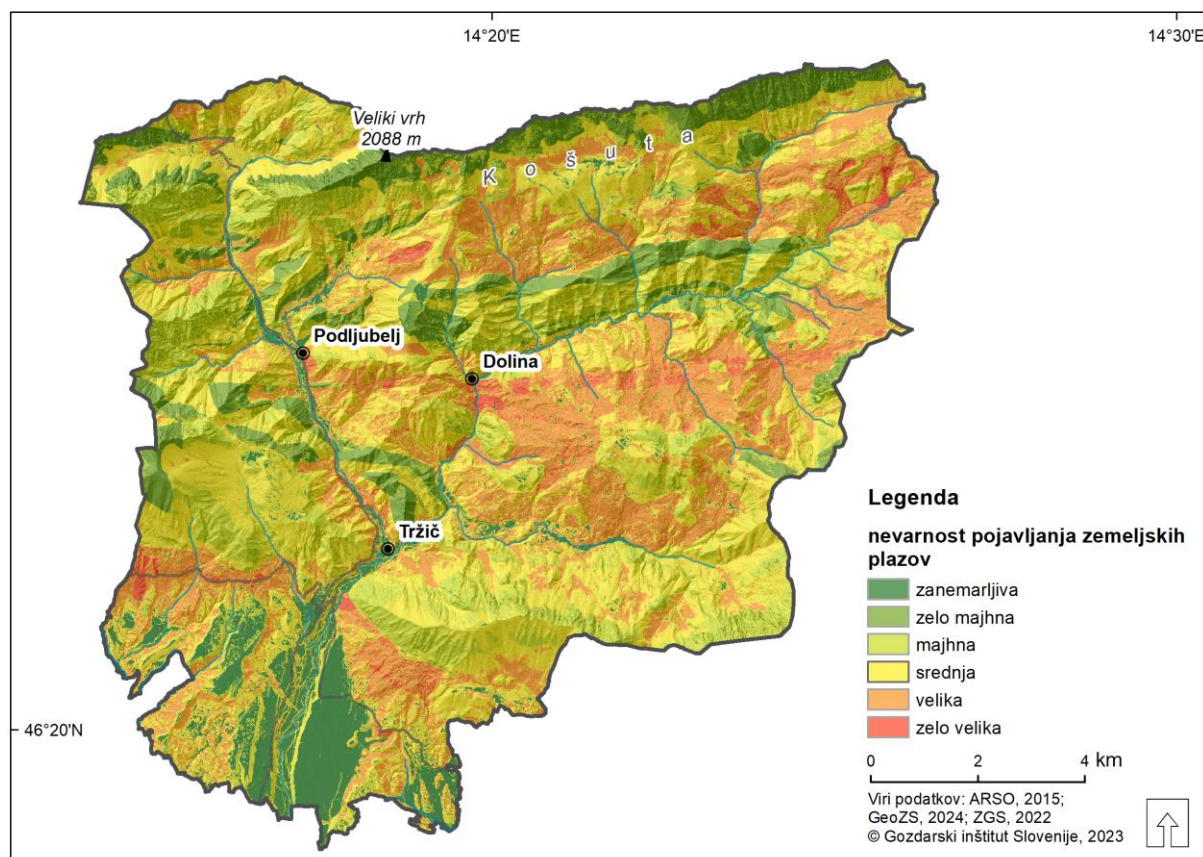
3. Metodologija za pripravo prostorskih prikazov (kart) širših gozdnatih hudourniških območij v Sloveniji (Naloga 2.3.)

Kot osnovo za določanje širših gozdnatih hudourniških območij (GHO) v Sloveniji smo po pregledu vseh relevantnih dostopnih prostorskih podatkov uporabili naslednje:

- Karto nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov (DRSV, 2024),
- Karto nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov (DRSV, 2024),
- karto avtomatsko generiranih prispevnih območij hudournikov (ESRI, 2022) ter
- masko gozda (ZGS, 2021).



Slika 19: Karta nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov na primeru občine Tržič.



Slika 20: Karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov na primeru občine Tržič.

3.1. Nevarnost pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov

3.2.1. Karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov

Opozorilna karta verjetnosti pojavljanja zemeljskih plazov – GeoZS 1:25.000 prikazuje verjetnost nastajanja zemeljskih plazov. Karta prikazuje izključno izvorna območja pojavljanja zemeljskih plazov. Območja premeščanja in odlaganja zemeljskih mas so lahko daleč stran od izvornih območij. Karta je namenjena uporabi v merilu 1:25.000. GeoZS je karto za območja posameznih občin izdeloval postopoma po naročilu MOP in kasneje DRSV od leta 2012 dalje.

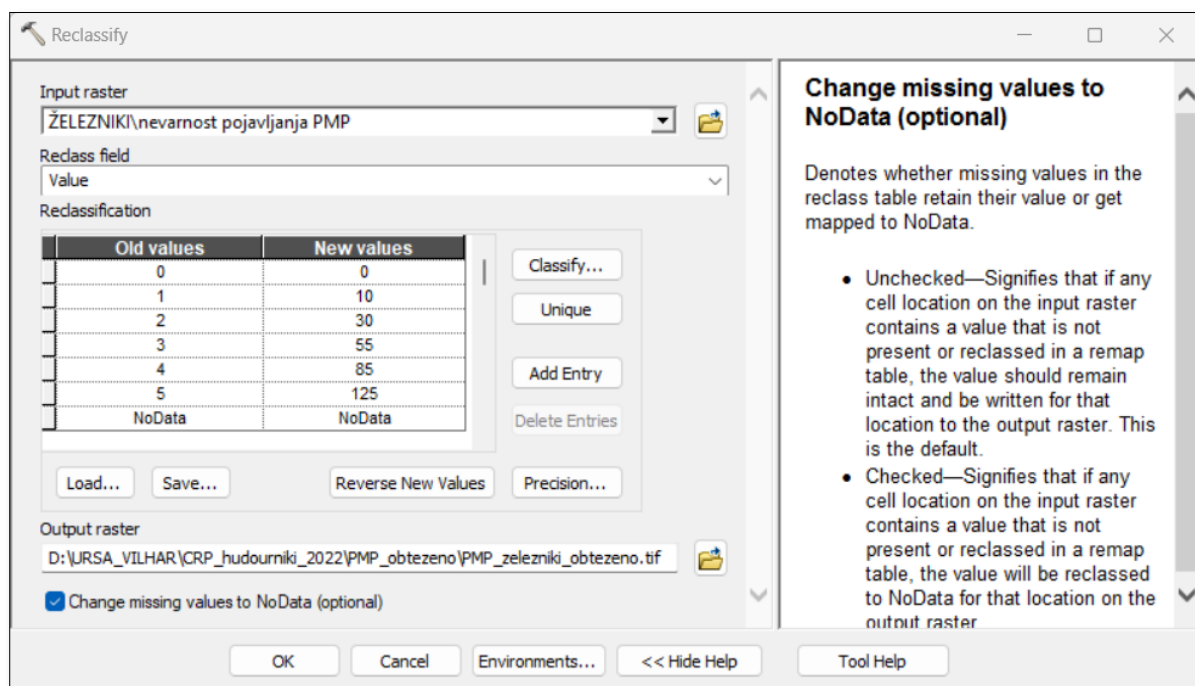
3.2.2. Karta nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov

Opozorilna karta verjetnosti pojavljanja drobirskih tokov – GeoZS 1:25.000 prikazuje verjetnost nastajanja drobirskih tokov. Karta prikazuje izključno izvorna območja pojavljanja drobirskih tokov. Območja premeščanja in odlaganja zemeljskih mas so lahko daleč stran (v primeru drobirskih tokov tudi več km) od izvornih območij. Karta je namenjena uporabi v merilu 1:25.000. GeoZS je karto za območja posameznih občin izdeloval postopoma po naročilu MOP in kasneje DRSV od leta 2012 dalje.

Tako **karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov** kot tudi **karta nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov** v originalu obsegata 6 kategorij, ki so naslednje:

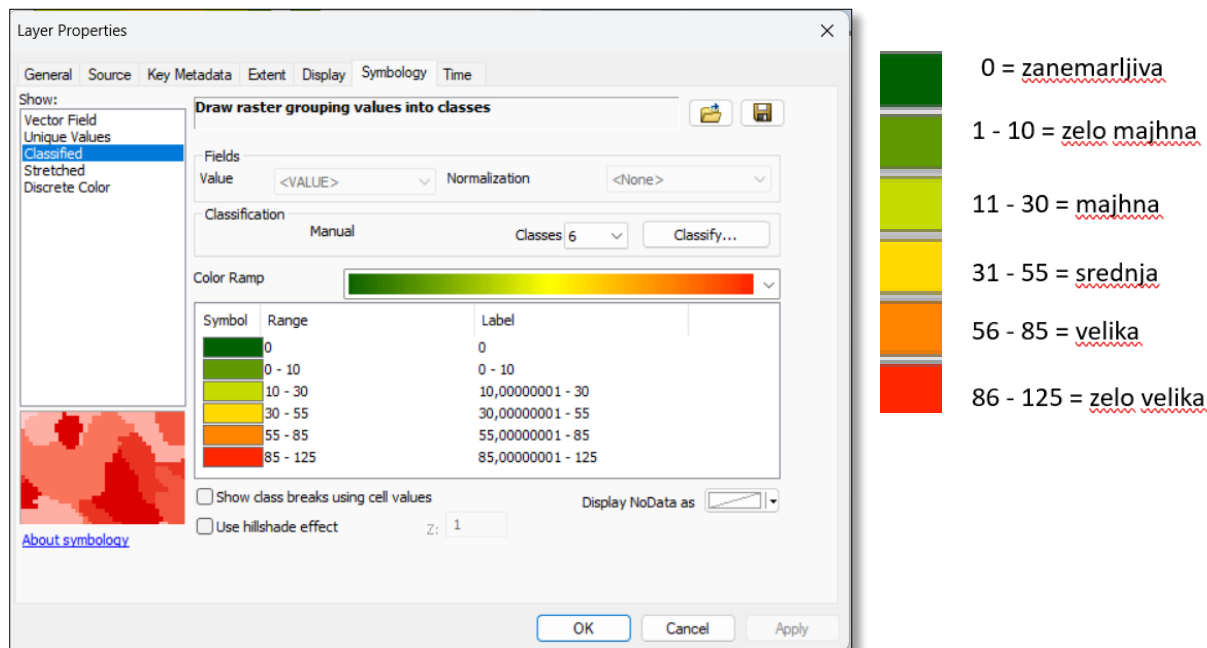
- 0 – zanemarljiva
- 1 – zelo majhna
- 2 – majhna
- 3 – srednja
- 4 – velika
- 5 – zelo velika

Navedenih 6 kategorij nevarnost pojavljanja obeh navedenih procesov smo v nadaljevanju obtežili po zgledu študije, ki se je ukvarjala s klasifikacijo hudournikov na podlagi njihovega potenciala erozivnosti (Gavrilović in sod., 2008). Metoda erozijskega potenciala (znana tudi kot Gavrilovićeva metoda oz. model) določa, da večja kot je na neki točki nevarnost pojavljanja teh procesov, večja je utež. Vrednosti uteži so razvidne iz **Slike 15** in se nahajajo v stolpcu »**New values**«.



Slika 21: Nove (obtežene) vrednosti posameznih kategorij nevarnosti zaradi procesov pobočnega masnega premikanja.

Na podlagi novo nastalega (**obteženega**) rastra smo nato za vsako prispevno območje hudournikov (ESRI, 2022) izračunali »**Zonal statistics**« (**mean**) povprečja. Glede na novo pridobljene vrednosti smo prispevna območja hudournikov nato klasificirali v šest kategorij nevarnosti pojavljanja obeh procesov: I) zemeljskih plazov in II) drobirskih tokov (Slika 14).



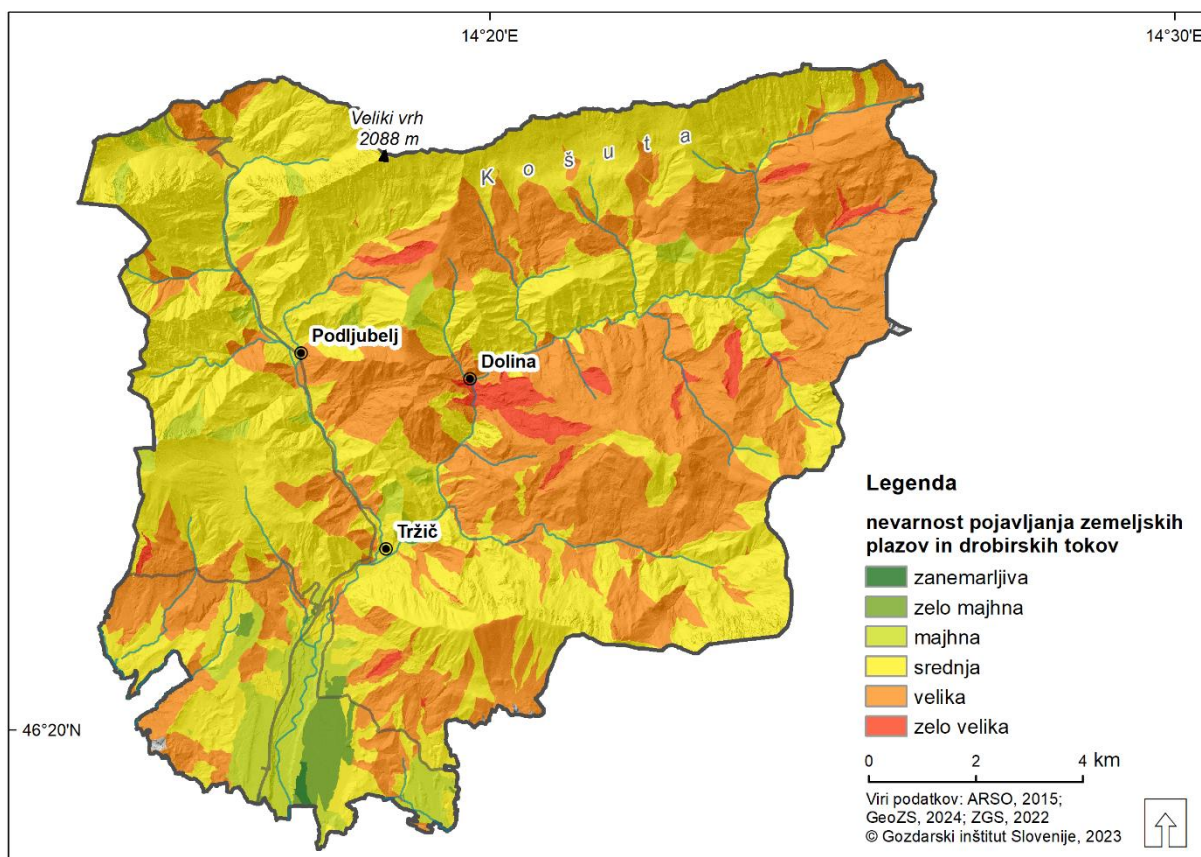
Slika 22: Povprečne vrednosti obteženega sloja nevarnosti pojavljanja PMP, klasificirane v 6 razredov.

Vsako avtomatsko generirano prispevno območje hudournika znotraj pilotnega območja občine Železniki, ki predstavlja osnovno enoto opredeljevanja gozdnatih hudourniških območij (GHO), se je torej glede na zgornjo klasifikacijo uvrstilo v enega izmed šestih razredov nevarnosti pojavljanja

- I) drobirskih tokov oziroma
- II) zemeljskih plazov.

3.2.3. Združena karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov

V nadaljevanju smo obe karti združili na ravni posameznih prispevnih območij vodotokov in tako dobili karto nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov in zemeljskih plazov. Za vsako posamezno porečje smo upoštevali višjo izmed kategorij obeh vhodnih slojev. V primeru, da je bila nevarnost pojavljanja (znotraj posameznega prispevnega območja) drobirskih tokov zelo majhna, hkrati pa nevarnost pojavljanja zemeljskih plazov velika, smo temu prispevnemu obmoju pripisali višjo kategorijo (t.j. velika nevarnost pojavljanja obeh procesov).



Slika 23: Združena karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov.

3.2.4. Zemeljski plazovi in drobirski tokovi v gozdnatih območjih

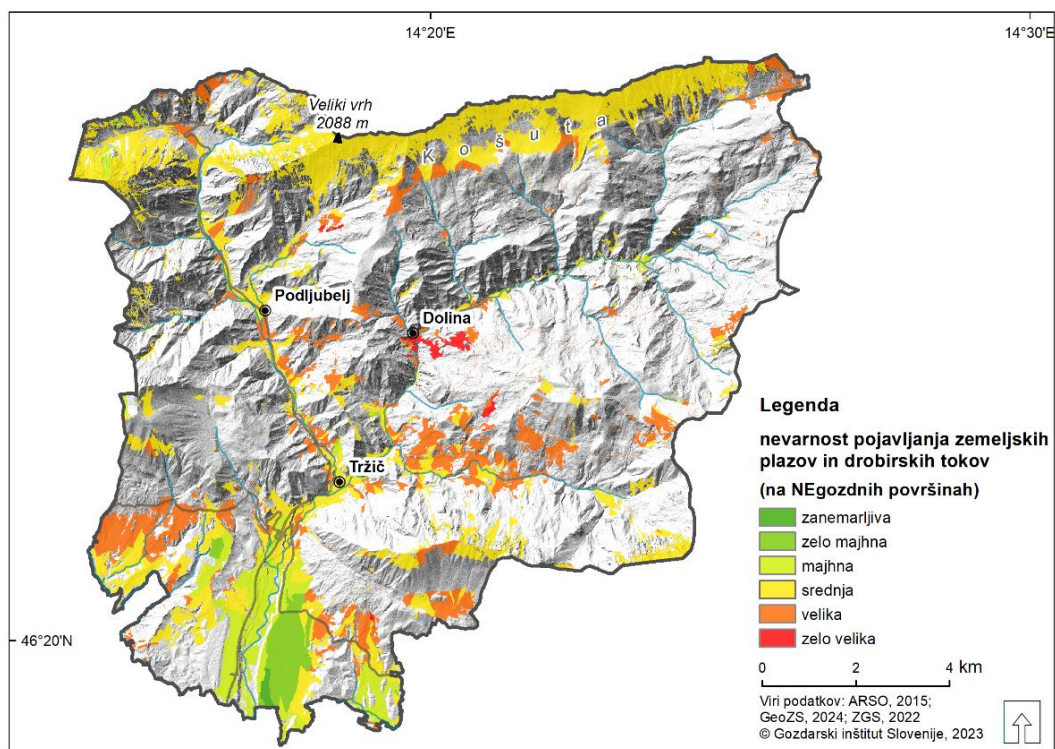
V okviru projekta smo se ukvarjali z gozdnatimi območji. V nadaljevanju smo tako združeno karto nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov prekrili z masko gozda in s tem dobili karto gozdnatih območij, razdeljenih glede na stopnje nevarnosti pojavljanja navedenih procesov.



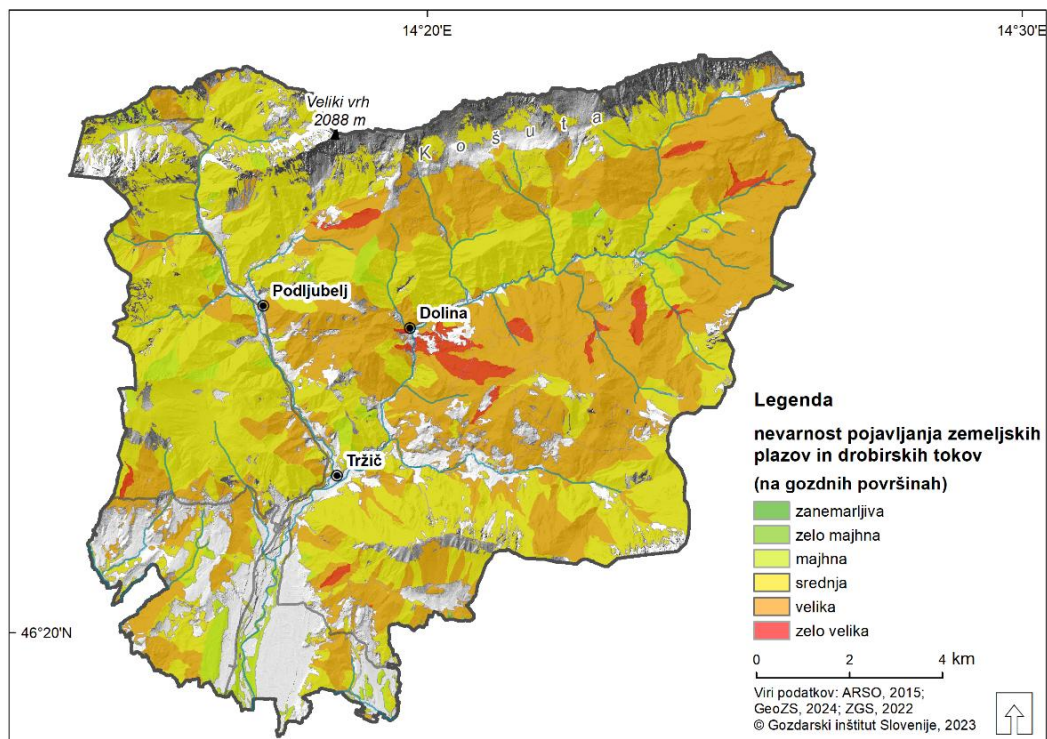
GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE

SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana



Slika 24: Nevarnost pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov na negozdnih površinah.



Slika 25: Nevarnost pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov na gozdnih površinah.



4. Izdelava prostorskega prikaza hudourniških območij v gozdovih v izbranih pilotnih območjih (Naloga 2.4)

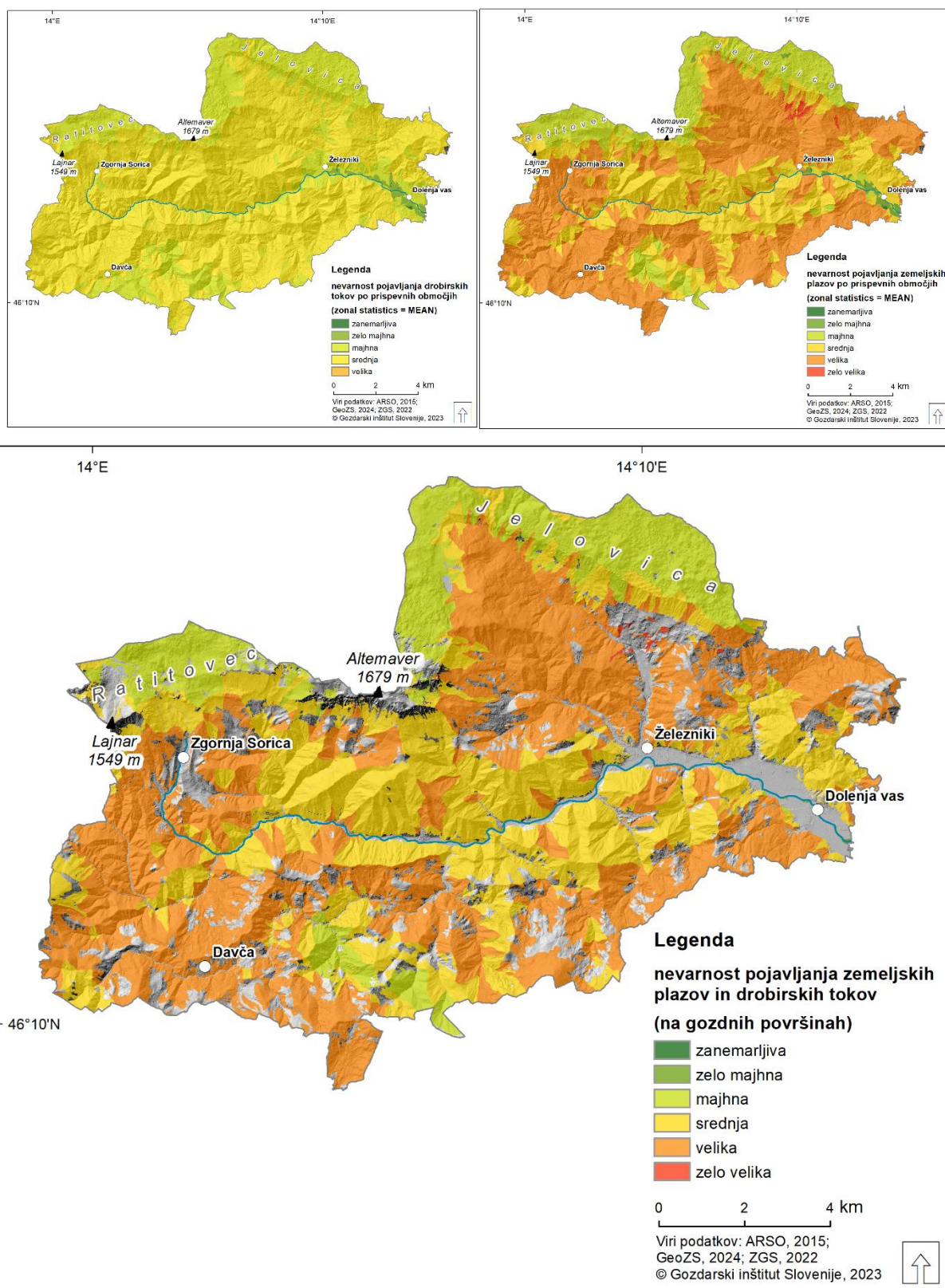
Območja, ki so na karti nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov in zemeljskih plazov uvrščena v kategorije **zelo velike, velike in srednje nevarnosti pojavljanja obravnavanih procesov**, smo opredelili kot območja, na katerih je potrebno prilagojeno gospodarjenje z gozdovi in zanje veljajo določene omejitve. Za ta območja bomo v okviru projekta pripravili tudi smernice in konkretne predloge /pristope pri gospodarjenju z gozdovi.

Metodologijo za pripravo prostorskih prikazov širših gozdnatih hudourniških območij smo želeli preizkusiti na večjem številu pilotnih območij, da bi jo lahko prenesli na celotno Slovenijo. Gozdnata hudourniška območja (GHO) smo prikazali na primeru 4 izbranih pilotnih območij: občina Železniki, občina Tržič in Mestna občina Koper. Pilotne občine smo izbrali glede na veliko raznolikost njihovih geoloških in geomorfološke značilnosti, različne intenzivnosti pobočnih masnih premikov (zemeljski plazovi, skalni podori, usadi...), razlik v vegetacijskih, hidrografskih in klimatoloških značilnosti (odsotnost / prisotnost površinske rečne mreže, vodnatost, količina padavin,...), sodijo v različne gozdnogospodarske enote ZGS. Pomemben kriterij je bila tudi razpoložljivost prostorskih podatkov, ki so predstavljali vhodne podatke za določitev GHO. Izbrali smo namreč 4 izmed občin, za katere je že na voljo karta nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov oziroma zemeljskih plazov (Geološki zavod Slovenije).

4.1. Občina Železniki

Občina Železniki je ena od bolj goratih slovenskih občin. V celoti leži v območju jugovzhodnega predgorja Julijskih Alp. Obsega glavno in stranske doline med skrajnim vzhodnim delom grebena Spodnje Bohinjskih gora na severu ter grebenom Škofjeloško-Cerkljanskega hribovja na jugu. Teren občine je zelo razgiban in predstavlja tipični predalpski relief z ostrimi grebeni, izrazitejšimi grapami, strmejšimi pobočji. Morfološka razgibanost je izrazitejša v zahodnem delu in se zmanjšuje v smeri proti vzhodu. Glavni vodotok na območju predstavlja Selška Sora. Stranske doline in grape pritokov, pogosto globoko urezane v teren, so večinoma usmerjene bolj ali manj pravokotno na glavno dolino, razen Davče, katere povodje poteka vzporedno z glavno grapo Zadnje Sore.

Višinske razlike med vrhovi na razvodnici ter dnom grap in dolin so relativno velike, v zahodnem delu znašajo od 900 do 1170 m (najvišja vrhova sta Ratitovec 1678 m in Blegoš 1530 m) proti vzhodu pa padejo na 700 do 800 m. Zelo velika razgibanost terena nakazuje na velik potencial za nastanek erozijskih procesov. Gozdovi pokrivajo skupno več kot 81 % celotne občine.

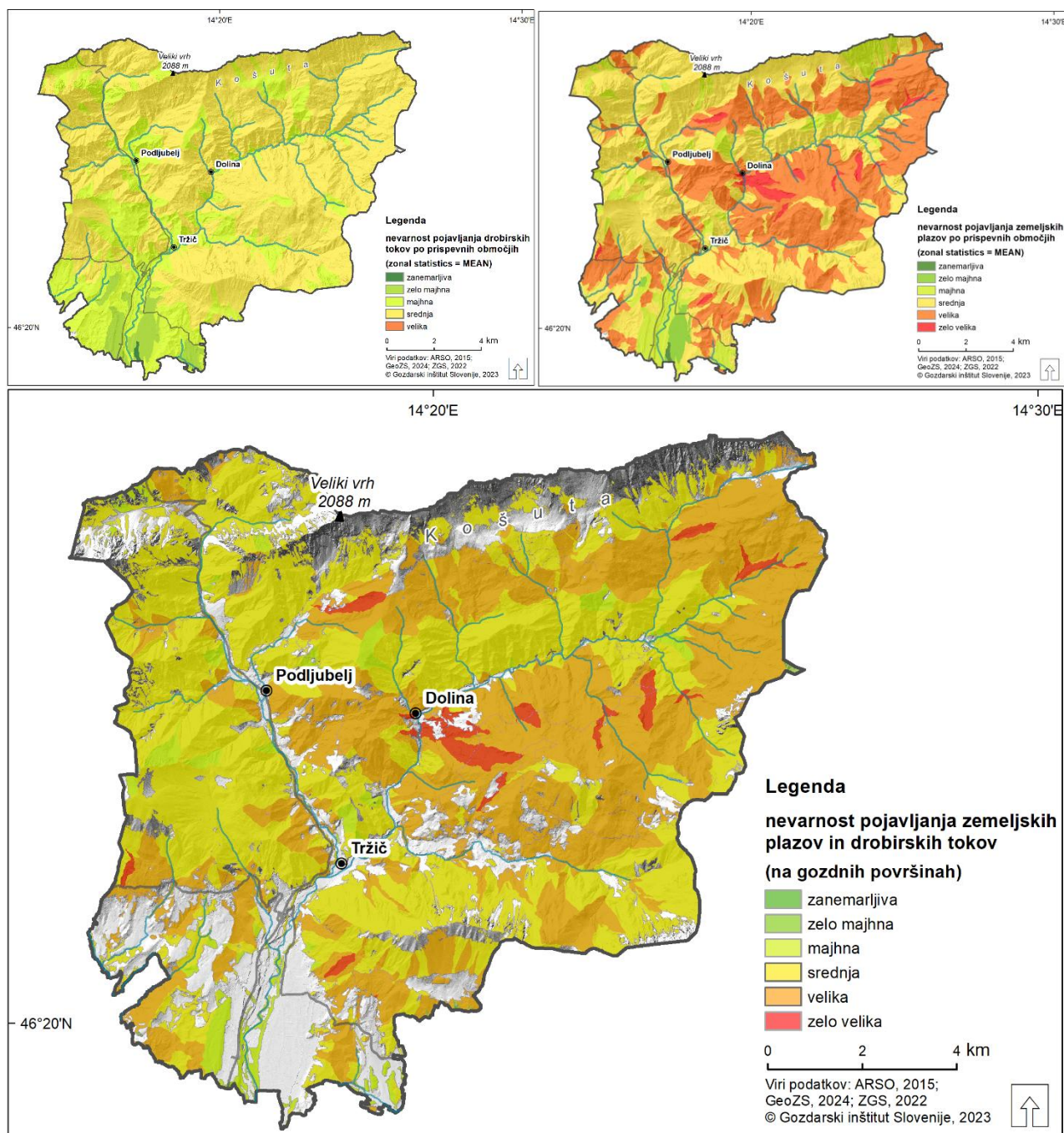


Slika 26: Karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov na gozdnatih območjih v občini Železniki.



4.2. Občina Tržič

Severni del občine zavzemajo osrednje Karavanke, proti jugu se pokrajina znižuje v hribovje, najjužnejši del občine pa predstavljajo uravnave, ki pripadajo severnemu delu Ljubljanske kotline in se imenujejo Dobrave. Gorati del občine prekinjajo večje in manjše doline. Glavne tri so dolina Tržiške Bistrice, dolina Mošenika in dolina Lomščice. Ostro alpsko podnebje, ki prevladuje v občini, je posledica opisane gorske pokrajine in se kaže v dokaj nizkih temperaturah in nadpovprečni količini padavin. Delež gozdnatih območij v občini je 75%.

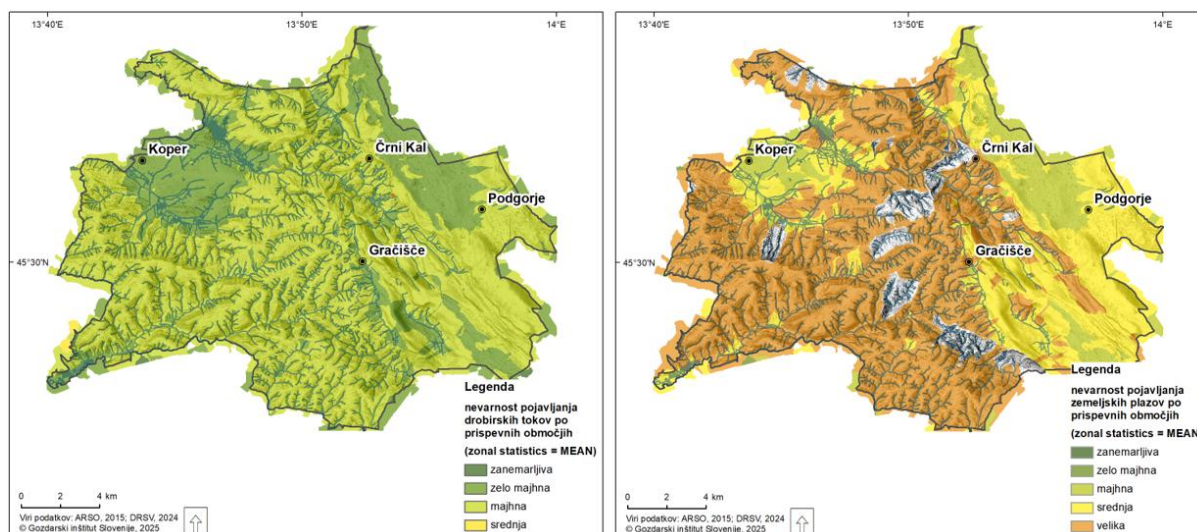


Slika 27: Karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov na gozdnatih območjih v občini Tržič.

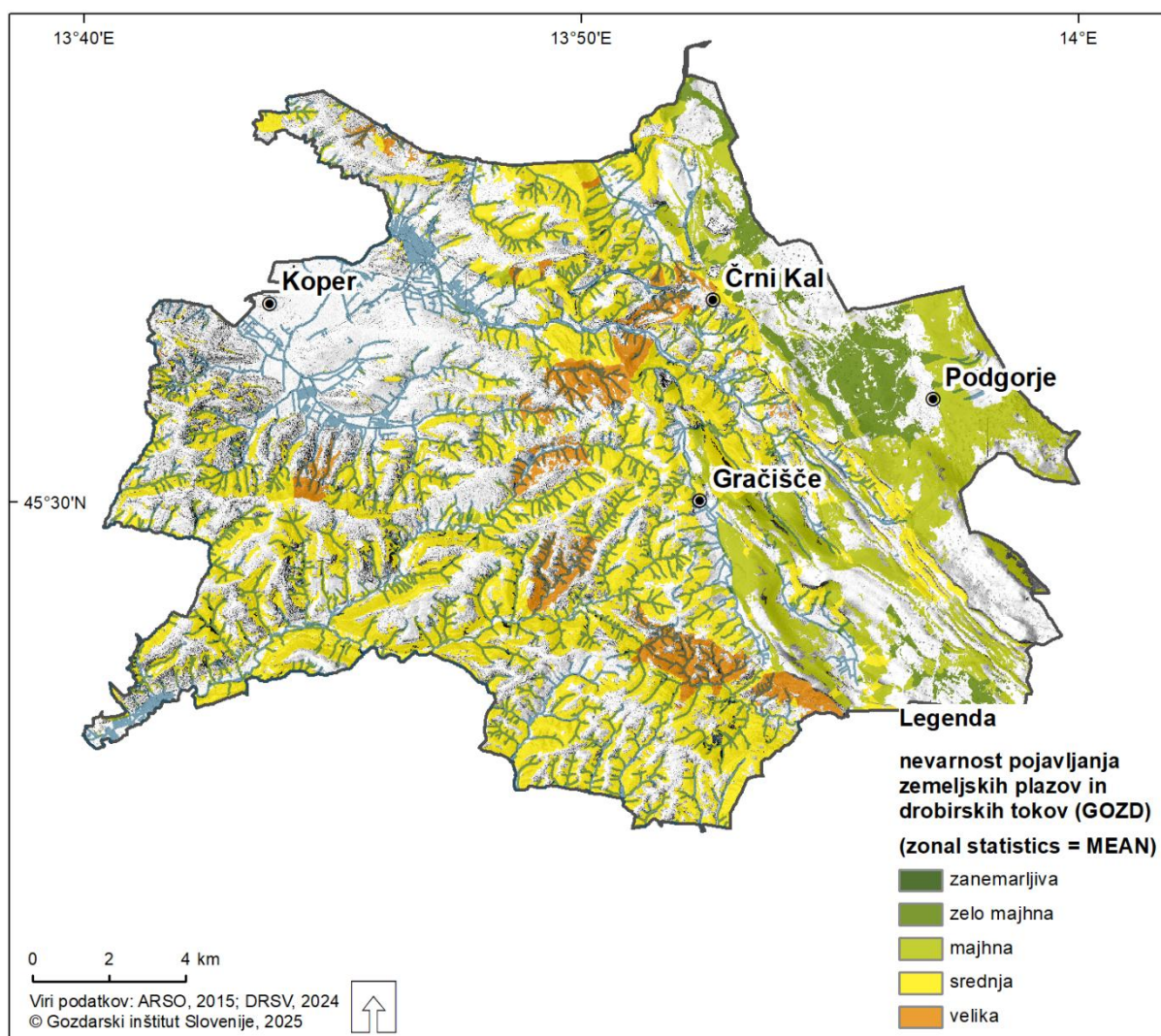


4.3. Mestna občina Koper

Občina Koper leži na stiku Jadranskega morja, flišnega gričevja, kraške planote Kras in Dinarskega gorstva. Lega na stičišču fizično-geografskih enot, ki so si med seboj zelo različne, se kaže v veliki razgibanosti reliefa, ki se od obalne ravnine ob izlivu reke Rižane, preko flišnega gričevnatega zaledja in Kraškega roba dvigne do najvišje točke občine, vrha Slavnik kjer doseže na 1028 m nadmorske višine. Za flišno gričevje so značilni strmejši nakloni pobočij, intenzivni erozijski procesi, na njem pa je dobro razvit fluvialni relief in je prisotna površinska rečna mreža. Za razliko od gričevja ima območje Kraškega roba izrazito luskasto zgradbo. Predstavlja območje geološkega nariva, kar se kaže kot izmenjavanje uravnanih delov ter skalnih sten. Območje nad Kraškim robom je uravnano in izrazito zakraselo, zanj



pa je značilna odsotnost površinske rečne mreže. Gozdovi pokrivajo nekaj manj kot 48 % površine celotne občine.



Slika 28: Karta nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov in drobirskih tokov na gozdnatih območjih v Mestni občini Koper.

4.4. Interpretacija rezultatov

Obravnane tri pilotne občine se med seboj razlikujejo že po površini. Prav tako pa so tudi različno gozdnate. Najbolj gozdnata je občina Železniki, kjer gozdovi pokrivajo kar dobrih 81 % površine celotne občine. Najmanjši delež gozdnih površin pa ima Mestna občina Koper, kjer gozdove najdemo le na okoli 48%.

Občine pa se med seboj močno razlikujejo tudi po drugih fizičnogeografskih dejavnikih kot so relief, geološka zgradba, pedološka zgradba, nakloni pobočij, količina padavin idr.

Preglednica 2: Deleži gozdov glede na stopnjo nevarnosti pojavljanja drobirskih tokov ter zemeljskih plazov po pilotnih občinah.

Ime občine	Delež gozda v občini (%)	Nevarnost pojavljanja drobirskih tokov in zemeljskih plazov			
		Delež gozda – zelo velika nevarnost	Delež gozda – velika nevarnost	Delež gozda – srednja nevarnost	Delež gozda – 3 kategorije SKUPAJ
Železniki	81	0,14	49,93	35,28	85,35
Tržič	75	2,39	43,89	49,89	96,00
Koper	48	0	63,08	8,44	71,53

Kot glavne podlage pri določanju gozdnatih hudourniških območij služijo naslednji sloji:

- Opozorilna karta verjetnosti pojavljanja zemeljskih plazov v merilu 1:25.000,
- Opozorilna karta verjetnosti pojavljanja drobirskih tokov v merilu 1:25.000,
- karta avtomatsko generiranih prispevnih območij hudournikov (ESRI, 2022),
- maska gozda (ZGS, 2021) ter
- Linijski podatkovni sloj hidrografije – površinske vode (DRSV).
-

Obe opozorilni karti sta trenutno na voljo za 95 od skupno 212 slovenskih občin. Metodologija, ki smo jo zasnovali bo torej na ravni Slovenije izvedljiva, ko bodo podatki na voljo za vse občine (predvidoma v prihodnjih nekaj letih).

Poleg manjkajočih opozorilnih kart je problematičen tudi prostorski sloj vodotokov. V obstoječem linijskem podatkovnem sloju hidrografije, ki zajema površinske vode (DRSV), ni posebej opredeljeno, kateri vodotoki imajo hudourniški značaj. Prav tako v sloju manjka veliko število občasnih vodotokov. Za slednje ocenjujemo, da je njihov zajem in klasifikacija možna na podlagi modeliranja iz podatkov laserskega skeniranja površja (ARSO LIDAR, 2015) oziroma na podlagi terenskega popisa.

Zaključimo lahko, da opozorilne karte nevarnosti pojavljanja zemeljskih plazov ter drobirskih tokov v gozdnatih območjih predstavljajo pomembno podlago za določanje hudourniških območij in sprejemanje ukrepov za zmanjševanje ogroženosti ter s tem posledic hudourniških procesov. Karte so predvsem osnova za ciljno usmerjen terenski pregled potencialnih problematičnih hudourniških območij ter kasneje za morebitno umeščanje objektov na in ob vodotokih.

Viri in literatura

Alpska konvencija, 2008. Dokumentacija o naravnih nesrečah / nevarnih dogodkih. Terenska navodila. Alpski signali 4. URL: <https://www.alpconv.org/si/domaca-stran/novice-publikacije/publikacije-multimedija/podrobnosti/as4-dokumentacija-o-naravnih-nesrecah-nevarnih-dogodkih/>

ARSO LiDAR, 2015. Podatki laserskega skeniranja površja. LiDAR e-Vode. URL: http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso&culture=en-US (Citirano 03.10.2023)

ESRI, 2022. ArcGIS Pro, Arc Hydro Tools. URL: <https://www.esri.com/content/dam/esrites/en-us/media/manuals/downloading-arc-hydro.pdf> (Citirano 06.03.2024).

Gavrilović, Z., Stefanović, M., Milovanović, I., Cotrić, J., Milojević, M., 2008. Torrent classification—Base of rational management of erosive regions. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. XXIVth Conference of the Danubian Countries. DOI: [10.1088/1755-1307/4/1/012039](https://doi.org/10.1088/1755-1307/4/1/012039)

Geohazard, 2024. Pregledovalnik Geohazard. Splošno. Izdelava opozorilnih kart nevarnosti zaradi procesov pobočnega masnega premikanja. URL: <https://geohazard.geo-zs.si/informacije/#/splosno> (Citirano 06.03.2024)

GeoZS, 2020. Geohazard. Ogroženost zaradi ploskovne erozije tal. Prostorski sloj. URL: <https://geohazard.geo-zs.si/> (Citirano 06.03.2024).

GeoZS, 2020a. Geohazard. Nevarnost zaradi procesov pobočnega masnega premikanja. URL: <https://geohazard.geo-zs.si/> (Citirano 06.03.2024)

Jesenovec S. 1995. Pogubna razigranost: 110 let organiziranega hudourničarstva na Slovenskem: 1884-1994. (ur.) Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov: 275 str.

Kienholz H., Perret S., Schmid F., Horvat A., Papež J. 2008. Dokumentacija o naravnih nesrečah/nevarnih dogodkih – Terenska navodila. The documentation of natural disasters - a handout for field work. . št. Platforma Naravne nevarnosti Alpske konvencije. Natural Hazards Working Group at the Alpine Convention (PLANALP): 64 str.

Odlok o določitvi hudourniških območij, ki se štejejo za vodotoke medregionaknega pomena. 1975. Uradni list SRS, št. 21/75. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ODLO769> (Citirano: 23.09.2025)

Papež, J. 2011. Neme priče pri presoji nevarnosti zaradi erozijskih in hudourniških procesov. Silent witnesses in hazard assesment of erosion and torrential processes. Magistrsko delo. Biotehniška fakulteta. Univerza v Ljubljani, Ljubljana, pp. 180

Petauer D., Juvančič V., Sadnikar J., Železnik B., 1996. Pravilnik za določevanje vodovarstvenih območij podtalnic in podzemnih voda. Ljubljana, 25 str.

Pravilnik o financiranju in sofinanciranju vlaganj v gozdove. 2004, 2005, 2008, 2010. Uradni list RS, št. 71/04, 95/04, 37/05, 87/05, 73/08, 63/10. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV5730> (Citirano 23.09.2025)

Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih, 1998. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/1998-01-0242?sop=1998-01-0242> (Citirano 23.09.2025)

Pravilnik o izvajanju sečnje, ravnanju s sečnimi ostanki, pravilu in zlaganju gozdnih lesnih sortimentov. 1994, 2004, 2008, 2013. Uradni list RS, št. 55/94, 95/04, 110/08 in 83/13. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV2997> (Citirano 23.09.2025)

Pravilnik o pitni vodi s spremembami in dopolnitvami, 2004, 2006, 2009. Ministrstvo za zdravje. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV3713> (Citirano 23.09.2025)

Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti, 2007a. Ministrstvo za obrambo, Ministrstvo za okolje in prostor. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV8318> (Citirano: 23.09.2025)

Pravilnik o gozdnih prometnicah, 2009. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV9225> (Citirano: 23.09.2025)

Pravilnik o podrobnejših merilih za ocenjevanje škode v gozdovih, 2009. Ministrstvo za finance, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV9274> (Citirano: 23.09.2025)

Pravilnik o varstvu gozdov s spremembami in dopolnitvami, 2009. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV9492> (Citirano: 23.09.2025)

Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo, 2010. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV10005> (Citirano: 23.09.2025)

Saražin J. 2023. Ali so minule hudourniške poplave prinesle tudi kaj dobrega? InfoGozd – Skrbno z gozdom 4 (9): <https://wcm.gozdis.si/sl/infogozd/strokovni-prispevki/clanki/2023091408455449/ali-so-minule-hudourniske-poplave-prinesle-tudi-kaj-dobrega/>

Saražin J. In Vilhar U. 2023. Julijske ujme so povzročile večjo škodo v gozdovih in na gozdni infrastrukturi. InfoGozd – Skrbno z gozdom 4 (7): 23-28. <https://wcm.gozdis.si/sl/novice/2023072410311082/julijske-ujme-so-povzrocile-vecjo-skodo-v-gozdovih-in-na-gozdni-infrastrukturi/>

Zakon o divjadi in lovstvu, 2004, 2008. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO3780> (Citirano: 23.09.2025)

Zakon o gospodarjenju z gozdovi v lasti Republike Slovenije 2016. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO7109> (Citirano: 23.09.2025)

Zakon o gozdovih s spremembami in dopolnitvami. 1993, 1998, 2007, 2010. Uradni list RS, št. 30/1993, 13/1998, 67/2002, 115/2006, 110/2007, 106/2010. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO270> (Citirano 23.09.2025)

Zakon o graditvi objektov s spremembami in dopolnitvami, 2004, 2005, 2007, 2010, 2011, 2012, 2013, 2015. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo. URL:

<https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO3490> (Citirano 23.09.2025)

Zakon o odpravi posledic naravnih nesreč, 2005. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo. URL:

<https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO3734> (Citirano: 23.09.2025)

Zakon o vodah. 2002, 2008, 2012. Uradni list RS, št. 67/2002, 57/2008, 57/2012. Ministrstvo za

okolje, prostor in energijo. URL: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO1244> (Citirano 23.09.2025)

ZGS, 2021. Maska gozda. URL: <https://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik/> (Citirano 06.03.2024).

ZGS, 2023. Funkcije gozdov. URL: <https://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik/> (Citirano 06.03.2024).

ZRC SAZU, Geografski inštitut Antona Melika, 2013: Geografski terminološki slovar ur: Drago Kladnik, Franc Lovrenčak (predsednik) in Milan Orožen Adamič. DOI: <https://doi.org/10.3986/978-961-254-470-6>



Priloga 1

V naslednji preglednici je predstavljen popis nemih prič.

Preglednica 3: Pilotni popis nemih prič v porečju hudournika Zala v občini Železniki.

ID	Maksimalna horizontalna oddaljenost (m)	Opis neme priče
1	7	odnešena cesta in cevni prepusti zaradi zamašitve
2	6	Naplavišče z odlaganjem grobih naplavin in lesenega plavja
3	4	Nalaganje in odlaganje grobih naplavin in lesenega plavja, razširitev struge, bočna erozija
4	20	Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka. Širina jarka 1 m
5	9	Usad - širina 10 m, višina 8 m, globina 1 m
6	7	Odlaganje plavja in plavin, razširitev struge, bočna erozija
7	6	Odloženo plavje in naplavine
8	20	Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka
9	7	Fosilna naplavna ravnica, širina 3 m, dolžina 20 m, prekriva trava, nanosi lesenega plavja
10	20	Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka, širina jarka 2 m do 4 m
11	5	Razširitev struge + majhen usad
12	41	2x erozijski jarek, iztek erozijskega jarka na desnem bregu
13	3	Razširitev struge
14	26	Erozijski jarek desni breg
15	8	Sabljasta rast dreves na desnem bregu
16	22	Erozijski jarek desni breg
17	6	Nanos grušča, razširitev struge, združitev dveh strug
18	83	Nova struga na desnem bregu
19	30	Sabljasta rast + pobočni grušč
20	0	Dejanski začetek struge, višje zgolj pobočni grušč
21	32	Sprana nasipna brežina vlake
22	43	Stranski jarek
23	80	Erozijski jarek od vlake do hudournika (levi breg)
24	34	Erozijski jarek od vlake do hudournika (levi breg)
25	4	Razširjena struga
26	43	Stranska struga levi breg
27	76	Stranska struga desni breg
28	50	Del hudournika je zavil 50m desno po vlaki in se nato vrnil nazaj v strugo
30	9	Razcepitev struge stranski meander
31	13	Razcepitev struge stranski meander
32	27	Stranska struga do ceste -desni breg
33	11	Sabljasta rast dreves - levi breg
34	24	Stranska struga, plitev plaz - levi breg
35	23	Stranski podor



36	36	Stranska struga - levi breg
37	Ocena LIDAR 250 m	Stranska struga - levi breg, globoka hudourniška dolina, 10 ha vodozbirnega območja, verjetno izpuščen iz registra
38	23	Stranska struga - levi breg
39	9	Razcepitev struge - meander
40	83	Stranski hudournik - levi breg
41	9	Razširitev struge
42	22	Stranski hudournik - desni breg
43	20	Usad
44	53	Stranska struga
45	30	Stranska struga
46	54	Stranska struga levi breg
47	40	Stranska struga desni breg
48	3	Razširitev struge
49	19	Dve stranski strugi desni breg
50	6	Razširitev struge
51	24	Stranska struga desni breg
52	12	Stranska struga
53	10	Stranska struga
54	4	Razširitev struge
55	6	Sabljasta rast dreves - levi breg
56	7	Usad 7 m x 3 m
57	14	Usad 14 m x 7 m
58	44	Stranska struga
59	0	Zamašen prepust premera 80 cm + odnešen del vozišča vlake
60	10	Razširitev struge
61	4	Razširitev struge
62	5	Razširitev struge
63	8	Sabljasta rast dreves
64	1	Tik pod cesto verjetno ostanki pregrade
65	9	Razširitev struge + stranska struga
66	11	Razširitev struge + začetek meandra
67	30	Konec drugega kraka/meandra
68	7	Drugi tok, ki je šel po vlaki in potem nazaj v strugo
69	3	Razširitev struge
70	16	Vršaj nekategoriziranega vodotoka, 20 m x 20 m
71	24	Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka
72	17	Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka, širina od 1 m do 2 m
73	12	Ploskovna erozija, odprta pobočja, odnešen material, močni curki vode
74	20	Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka
75	7	Odlaganje grobih plavin in plavja, 14 m x 33 m
76	20	Ploskovna erozija na brežini, leseno plavje - veliko deblo
77	14	Ploskovna erozija in hudourniški jarki 50 m x 20 m



78	3	Čep iz lesenega plavja 6 m x 6 m, pri slapu, ki predstavlja naravni skok in naravno ustalitveno pregrado
79	8	Fosilna zaraščena sipina - naplavišče poraščeno z mladimi bukvami
80	10	Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka
81	13	Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka, širina od 2 m do 5 m
82	13	Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka
83	8	Sveže naplavišče
84	5	Odnešena cesta, preusmeritev struge hudournika
85	3	Po celi širini struge hudournika so vidni znaki visokih voda, cca. od 1 m do 2 m levo in desno (poležano rastlinje)
86	0	balvan v strugi
87	4	Bočna erozija, nanos materiala po strugi, z bokov struge, iz ceste
88	3	Nanos hudourniških plavin, 7,5 m x 13 m
89	16	Nesprožen neaktiven plaz 200 m ³ na dolžini 10 m, leži na mostu, nestabilno, čaka, da se sproži, debelina 3 m. Nesprijet grušč
90	5	Začetek preusmeritve struge/odnešenega vozišča
91	7	Konec preusmeritve struge/odnešenega vozišča
92	20	Nanos drobirja iz stranske stuge
93	4	Spodjedanje ceste