



**GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE**  
**SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE**  
Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

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

## **2.2 Merila za določanje hudourniških območij v gozdovih v Sloveniji in njihova klasifikacija glede na podvrženost k eroziji**

**in**

## **2.3 Metodologija za pripravo kart hudourniških območij v gozdovih za Slovenijo**

**Poročilo za DS2, nalogi 2.2 in 2.3**

Pripravili: vsi projektni sodelavci

**Gozdarski inštitut Slovenije, september 2023**

## Kazalo vsebine

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Naloga 2.2: Merila za določanje hudourniških območij v gozdovih v Sloveniji in njihova klasifikacija glede na podvrženost k eroziji ..... | 4  |
| 2.2.1. Širša hudourniška območja .....                                                                                                    | 5  |
| 2.2.2. Ožja hudourniška območja .....                                                                                                     | 8  |
| Naloga 2.3 Metodologija za pripravo kart hudourniških območij v gozdovih za Slovenijo .....                                               | 9  |
| 2.3.1. Pregled obstoječih prostorskih podlag za pilotno območje .....                                                                     | 9  |
| Prispevna območja vodotokov.....                                                                                                          | 9  |
| Ploskovna erozija tal .....                                                                                                               | 10 |
| Hudourniški vršaji .....                                                                                                                  | 12 |
| Neme priče hudourniških procesov .....                                                                                                    | 13 |
| 2.3.2. Pomen gozda pri zmanjševanju erozijske ogroženosti .....                                                                           | 16 |
| • Možna ploskovna erozija tal (brez upoštevanega transporta): .....                                                                       | 16 |
| • Možna ploskovna erozija tal (s transportom): .....                                                                                      | 17 |
| Viri in literatura .....                                                                                                                  | 21 |

## Kazalo preglednic

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Popis nemih prič na hudourniku "Krivec". .....               | 18 |
| Tabela 2: Popis nemih prič na hudourniku "Krivec - levi pritok". ..... | 19 |
| Tabela 3: Popis nemih prič na hudourniku "Bernikova dolina". .....     | 20 |

## Kazalo slik

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Podrobnejša karta prispevnih območij hribskih vodotokov (EHO Projekt, 2023) na primeru občine Železniki.....                                                                                                                                                                            | 5  |
| Slika 2: Postopek modeliranja hudourniških vršajev s pomočjo posnetkov LiDAR (Babič in sod., 2021). .....                                                                                                                                                                                        | 6  |
| Slika 3: Karta ogroženosti prispevnih območij zaradi ploskovne erozije predstavlja osnovo za klasifikacijo hudourniških območij.....                                                                                                                                                             | 7  |
| Slika 4: Shematični prikaz postopka določanja gozdnatih hudourniških območij v Sloveniji. ....                                                                                                                                                                                                   | 8  |
| Slika 5: Karta prispevnih območij vodotokov v porečju Zale. ....                                                                                                                                                                                                                                 | 10 |
| Slika 6: Karta ogroženosti zaradi ploskovne erozije tal v porečju Zale v občini Železniki. ....                                                                                                                                                                                                  | 11 |
| Slika 7: Daljinsko zaznavanje hudourniških vršajev (vir: Babič in sod., 2021).....                                                                                                                                                                                                               | 12 |
| Slika 8: Terenski popis nemih prič kot indikatorjev hudourniških procesov v porečju Zale (Davča). ...                                                                                                                                                                                            | 13 |
| Slika 9: Terenski popis nemih prič v porečju Zale. ....                                                                                                                                                                                                                                          | 14 |
| Slika 10: Indeks hrapavosti površja (levo) kot mera razgibanosti reliefa nakazuje na prisotnost geomorfoloških procesov v pokrajini. Območja z večjim indeksom hrapavosti površja (levo) v večji meri sovpadajo z območji, kjer je večja ogroženost zaradi ploskovne erozije (desna karta). .... | 14 |
| Slika 11: Karta ogroženosti zaradi linijske erozije prikazuje, kateri so tisti deli vodotokov, kjer so hudourniški procesi potencialno bolj intenzivni. Karta predstavlja pomožno podlago pri prepoznavanju hudourniških procesov ter pri določanju obsega ožjih hudourniških območij.....       | 15 |
| Slika 12: Ogroženost zaradi ploskovne erozije tal - v primeru goloseka.....                                                                                                                                                                                                                      | 16 |
| Slika 13: Ogroženost zaradi ploskovne erozije tal – po velikopovršinskih motnjah v gozdu (ujme). ...                                                                                                                                                                                             | 17 |

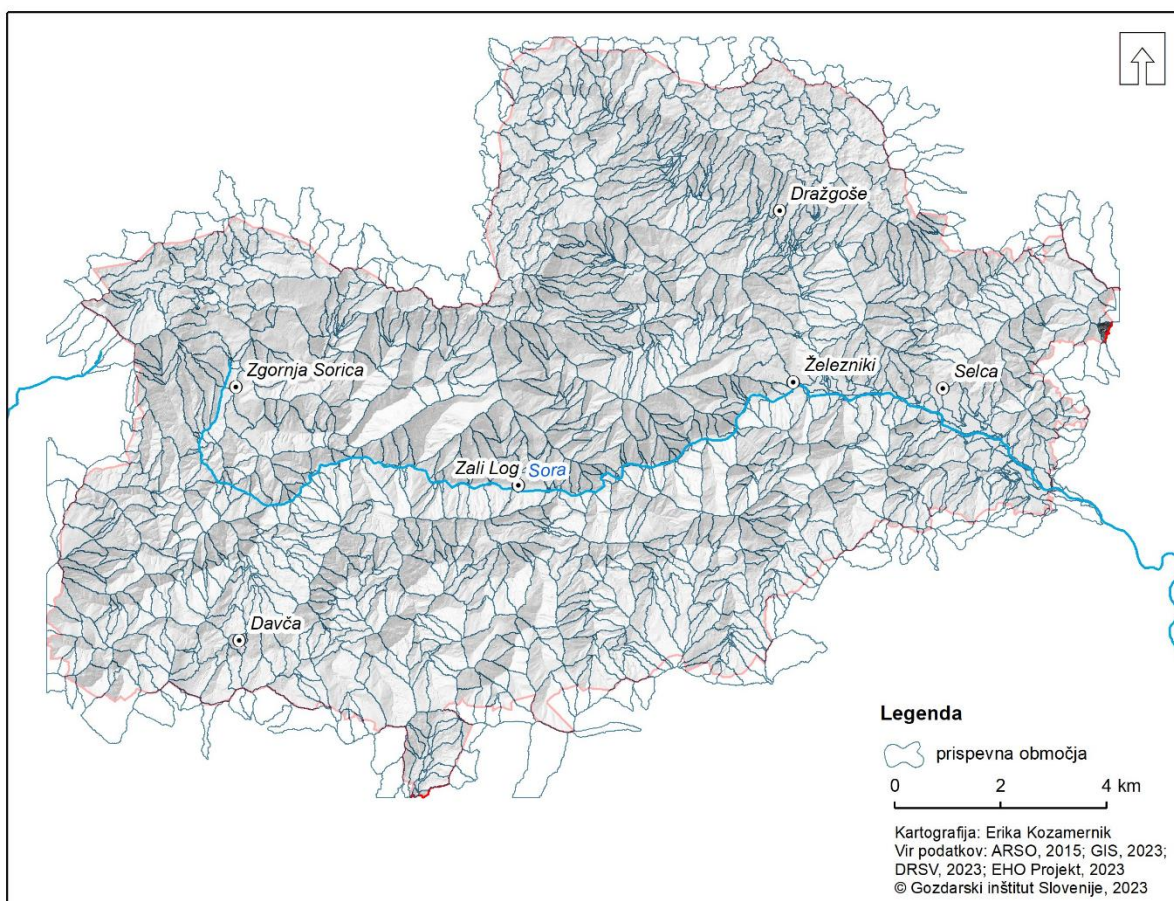
## **Naloga 2.2: Merila za določanje hudourniških območij v gozdovih v Sloveniji in njihova klasifikacija glede na podvrženost k eroziji**

Hudourniki so hribski vodotoki z erodibilnim prispevnim območjem ali erodibilno strugo, relativno velikimi padci ali velikim razmerjem med pretoki visokih in nizkih voda. 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. Slednji obsegajo vse erozijske in akumulacijske procese, ki nastanejo kot posledica delovanja hudourniških voda. Vključujejo procese premeščanja plavin in plavja in s tem tudi hudourniške vršaje.

Določanja hudourniških območij smo se lotili v dveh stopnjah. Prva stopnja obsega določanje t.i. širših hudourniških območij. Na drugi stopnji pa se znotraj širših hudourniških območij določi še ožja hudourniška območja.

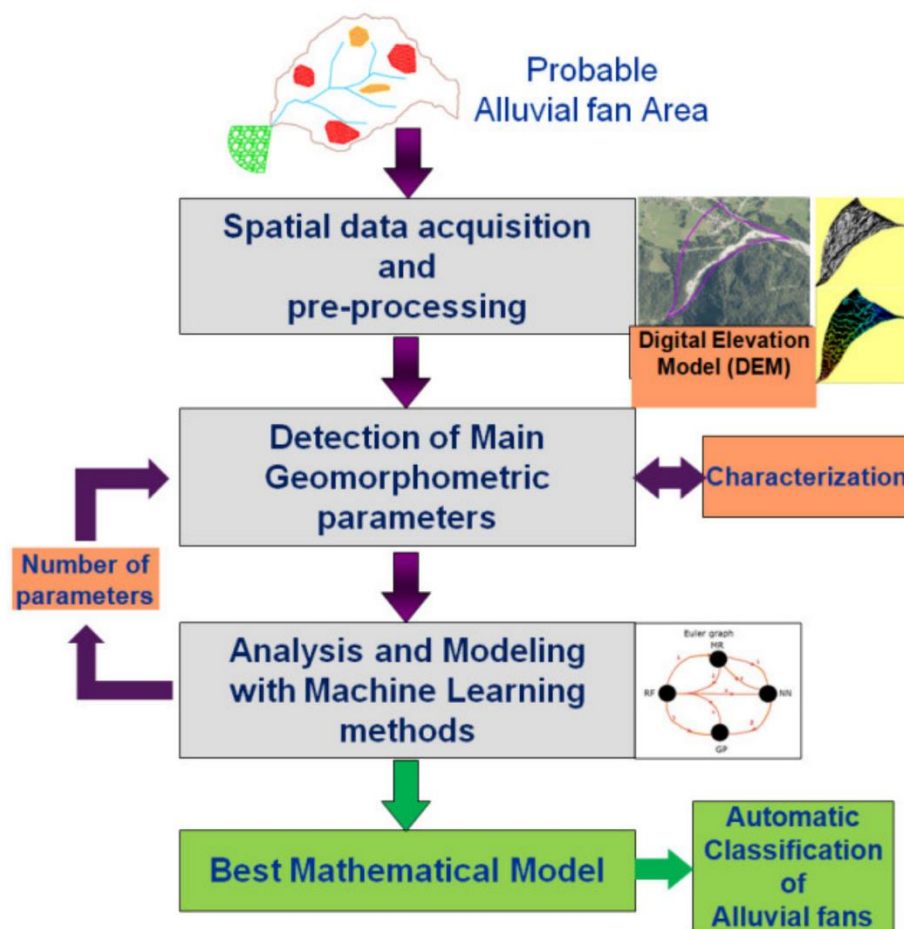
### 2.2.1. Širša hudourniška območja

Za namen določanja širših hudourniških območij predlagamo uporabo karte prispevnih območij hribskih vodotokov, ki jo je za pilotno območje »občina Železniki« pripravilo podjetje EHO Projekt (2023).



Slika 1: Podrobnejša karta prispevnih območij hribskih vodotokov (EHO Projekt, 2023) na primeru občine Železniki.

Naslednji korak je preverjanje prisotnosti hudourniških vršajev znotraj posameznega prispevnega območja. Prisotnost hudourniških vršajev namreč odraža hudourniški značaj vodotoka ter procese premeščanja plavin in plavja, povezane s tem. V primeru, da je hudourniški vršaj prisoten, je torej posamezno prispevno območje vodotoka obravnavano kot širše hudourniško območje. Prisotnost oziroma odsotnost hudourniških vršajev znotraj posameznega prispevnega območja se ugotavlja na podlagi podatkov digitalnega modela reliefa (podatki LiDAR), in sicer po metodi, ki so jo opisali Babič in sod. (2021).



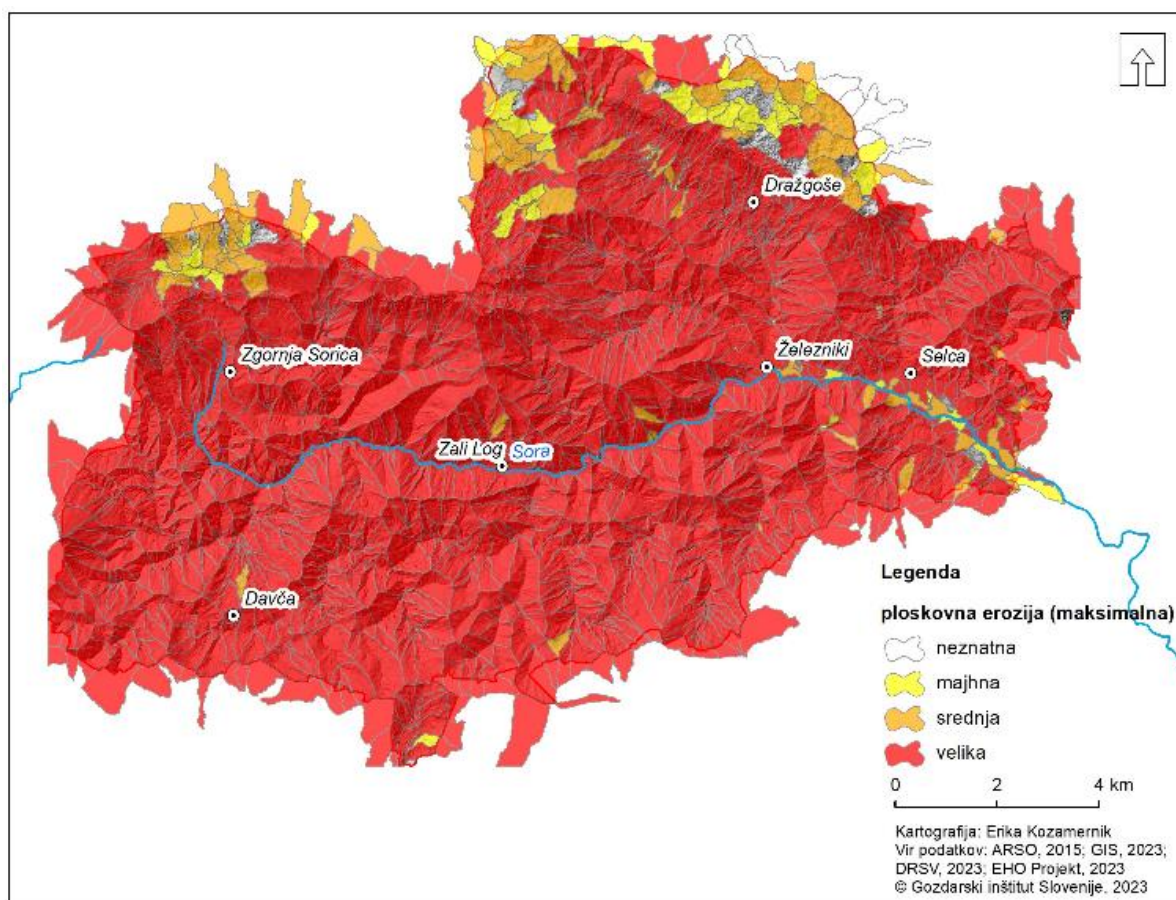
Slika 2: Postopek modeliranja hudourniških vršajev s pomočjo posnetkov LiDAR (Babič in sod., 2021).

Zadnji korak pa predstavlja klasifikacijo širših hudourniških območij glede na stopnjo ogroženosti zaradi ploskovne erozije (GeoZS, 2022). Za vsako prispevno območje hudourniškega vodotoka se, na podlagi karte erozijske ogroženosti tal zaradi ploskovne erozije, izračuna maksimalno erozijsko ogroženost celotnega prispevnega območja. Kategorije ogroženosti zaradi ploskovne erozije so naslednje:

- 1=neznatna;
- 2=majhna;
- 3=srednja;
- 4=velika.

Enake kategorije predlagamo tudi pri klasifikaciji širših hudourniških območij, pri čemer se kategorije nanašajo na ogroženost prispevnih območij hudournikov (vključno s hudourniškiimi vršaji) zaradi hudourniških procesov.





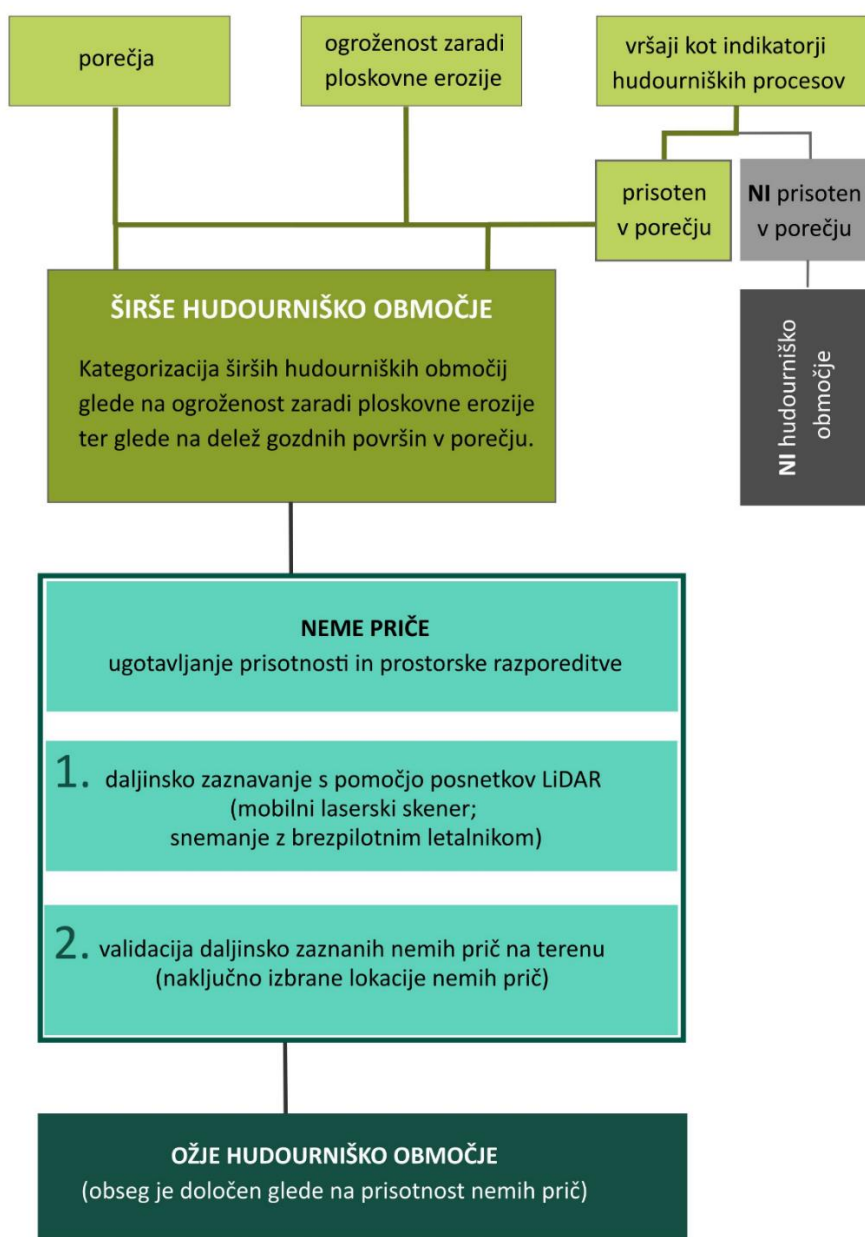
Slika 3: Karta ogroženosti prispevnih območij zaradi ploskovne erozije predstavlja osnovo za klasifikacijo hudourniških območij.



### 2.2.2. Ožja hudourniška območja

Znotraj predhodno določenih širših hudourniških območij 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 (Papež, 2011; PLANALP, 2008).

Neme priče lahko zajamemo s terenskim popisom in kartiranjem, ali pa s pomočjo laserskega skeniranja z brezpilotnim letalnikom ter kasnejšega daljinskega zajema



Slika 4: Shematični prikaz postopka določanja gozdnatih hudourniških območij v Sloveniji.



## **Naloga 2.3 Metodologija za pripravo kart hudourniških območij v gozdovih za Slovenijo**

Za pripravo kart hudourniških območij v gozdovih za Slovenijo potrebujemo prostorske podlage, ki jih predstavljamo v nadaljevanju tega poglavja. Nekatere podlage so trenutno na voljo le za izbrane slovenske občine, za ostale pa so še v izdelavi oziroma jih je mogoče naročiti.

Metodologijo oziroma postopke za pripravo kart gozdnatih hudourniških območij za Slovenijo v nadaljevanju predstavljamo na primeru pilotnega območja občine Železniki oziroma vodozbirnega zaledja Zale (Davča). Metodologija je ob razpoložljivih podatkih prenosljiva tudi na druge občine oziroma na državno raven za celotno Slovenijo.

### **2.3.1. Pregled obstoječih prostorskih podlag za pilotno območje**

Za prikaz metodologije za pripravo kart širših gozdnatih hudourniških območij v Sloveniji smo izbrali porečje Zale (Davča) v občini Železniki.

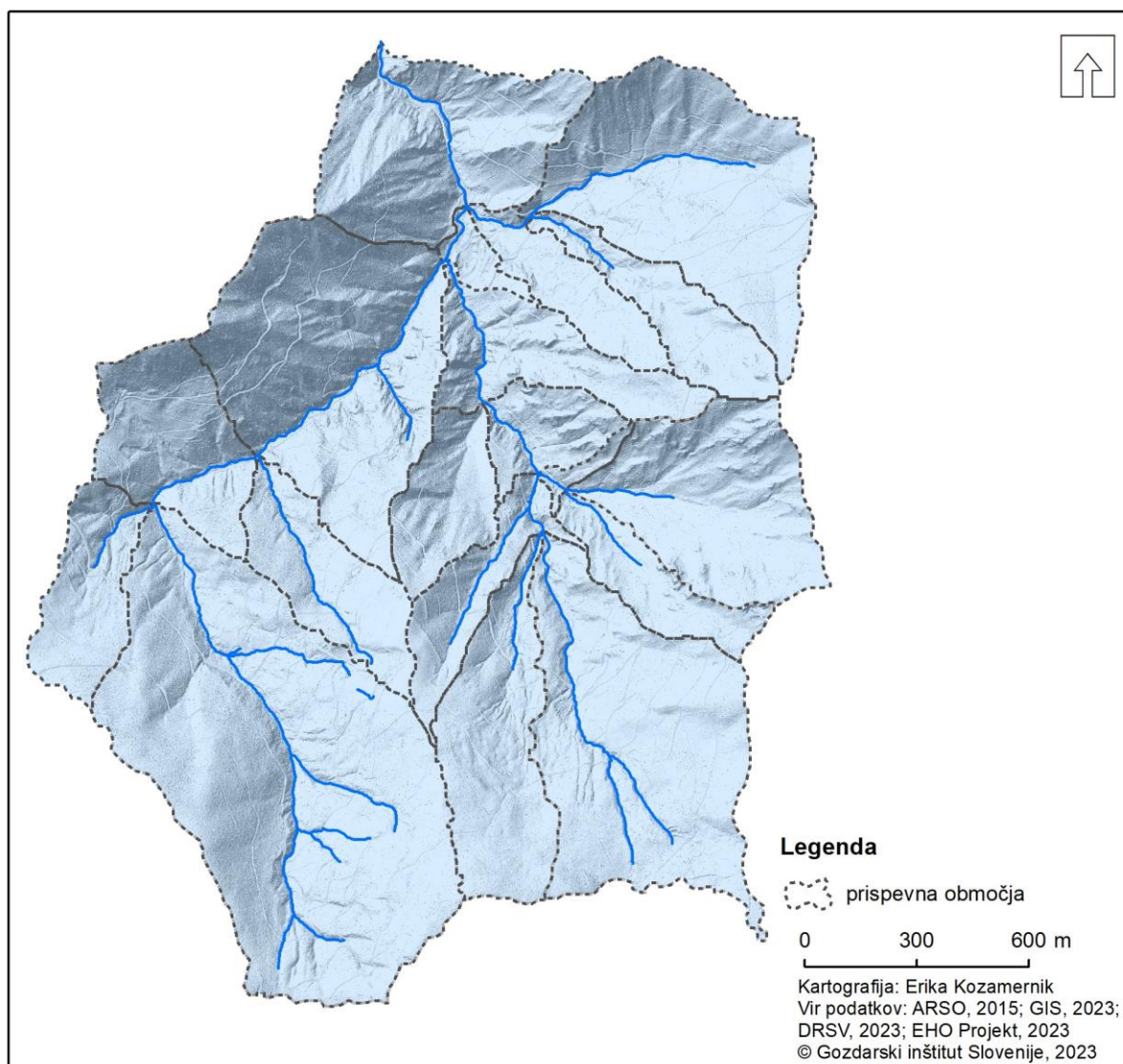
Občina Železniki je ena od bolj goratih slovenskih občin. V celoti leži v območju jugovzhodnega predgorja Julijskih Alp. Obsega glavno in stranske doline med skrajnim vzhodnim delom grebena Spodnje Bohinjskih gora na severu ter grebenom Škofjeloško-Cerkljanskega hribovja na jugu. Teren občine je zelo 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 nastopanje erozijskih procesov.

Za pripravo kart gozdnatih hudourniških območij potrebujemo naslednje prostorske podlage:

#### **Prispevna območja vodotokov**

Prispevna območja posameznih vodotokov v porečju večjega vodotoka predstavljajo osnovno enoto za opredeljevanje širših hudourniških območij. Posamezno prispevno območje predstavlja območje, s katerega se vode zlivajo v en vodotok.

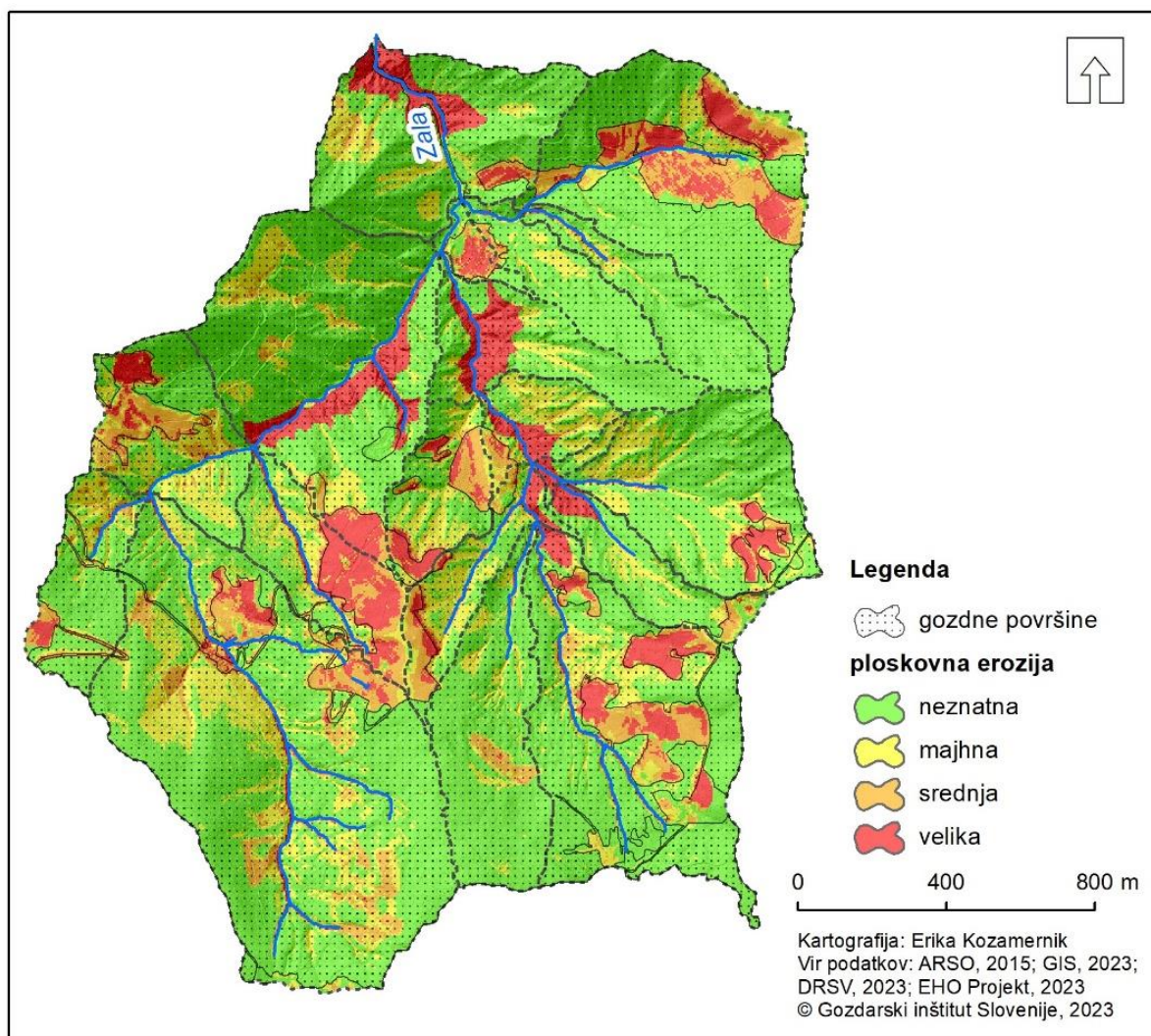


Slika 5: Karta prispevnih območij vodotokov v porečju Zale.

### Ploskovna erozija tal

Med opozorilnimi kartami geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja in erozije, je tudi karta ploskovne erozije tal (GeoZS, 2022), ki je na voljo za pregled v spletni aplikaciji Geohazard. Karte so bile izdelane v sklopu dveh projektov, financiranih s strani Ministrstva za naravne vire in prostor. V merilu, namenjenemu uporabi na nivoju občin (1:25.000), je bilo obdelanih 29 slovenskih občin (GeoZS, 2012, 2020). Ko bodo pripravljene karte za vse slovenske občine, bo mogoča izdelava kart hudourniških območij v gozdovih za Slovenijo.

Karta ogroženosti zaradi ploskovne erozije tal predstavlja ogroženost glede na trenutno stanje dejanske rabe tal, skupaj z upoštevanim transportom (raba tal: **2000 – gozd**). Glede na karto lahko ugotovimo, da se najvišje kategorije ogroženosti zaradi ploskovne erozije pojavljajo v večji meri izven gozdnih površin. Izjema so območja z veliko ogroženostjo zaradi ploskovne erozije, ki se pojavljajo ob usekih vzdolž gozdnih cest.



Slika 6: Karta ogroženosti zaradi ploskovne erozije tal v porečju Zale v občini Železniki.

Opozorilna karta ploskovne erozije je bila izdelana z GIS modeliranjem na podlagi prilagojene metode RUSLE ter z neposrednim kartiranjem površin obstoječih erozijskih žarišč.

#### **Prilagojena metoda RUSLE**

V glavni enačbi prilagojene metode RUSLE (GeoZS, 2022) 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.

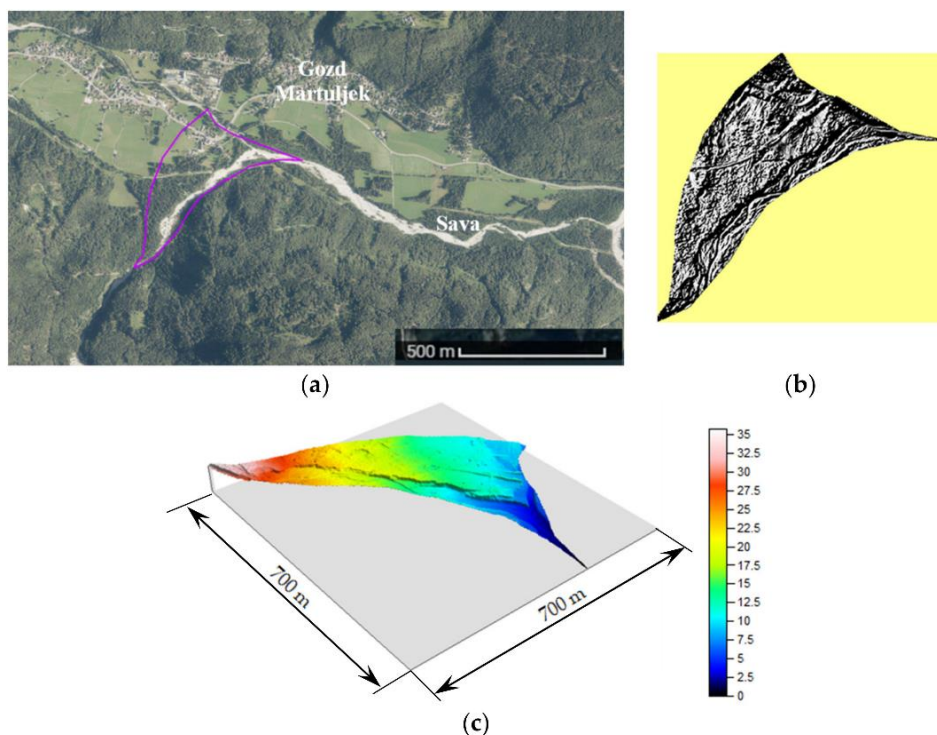
Rezultat GIS modeliranja je razdelitev teritorija posamezne občine na štiri stopnje nevarnosti pojavljanja ploskovne erozije:

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

### Hudourniški vršaji

Različni erozijski procesi (premeščanje talnih delcev zaradi delovanja vode) in večji enkratni dogodki (podori, plazovi, usadi) v dna dolin prinesejo večje količine gradiva (grušč, skale, drobnozrnate sedimente...), ki se ob večjih padavinskih dogodkih in takratnih visokih vodah presedimentira dolvodno ter se odloži v obliki vršajev (Stock, 2013). Hudourniški vršaj predstavlja pahljačasto geomorfološko obliko, ki jo sestavlja bolj grobo, večje in slabše sortirano gradivo. Nastane zaradi zmanjšane transportne moči vodnega toka, navadno v vznožju pobočij, kjer reka z vzpetega površja priteče na ravnino (ZRC SAZU, Geografski inštitut..., 2013).

Na podlagi prisotnosti oziroma odsotnosti vršajev v posameznem prispevnem območju, posamezno območje opredelimo kot hudourniško oziroma ne-hudourniško.

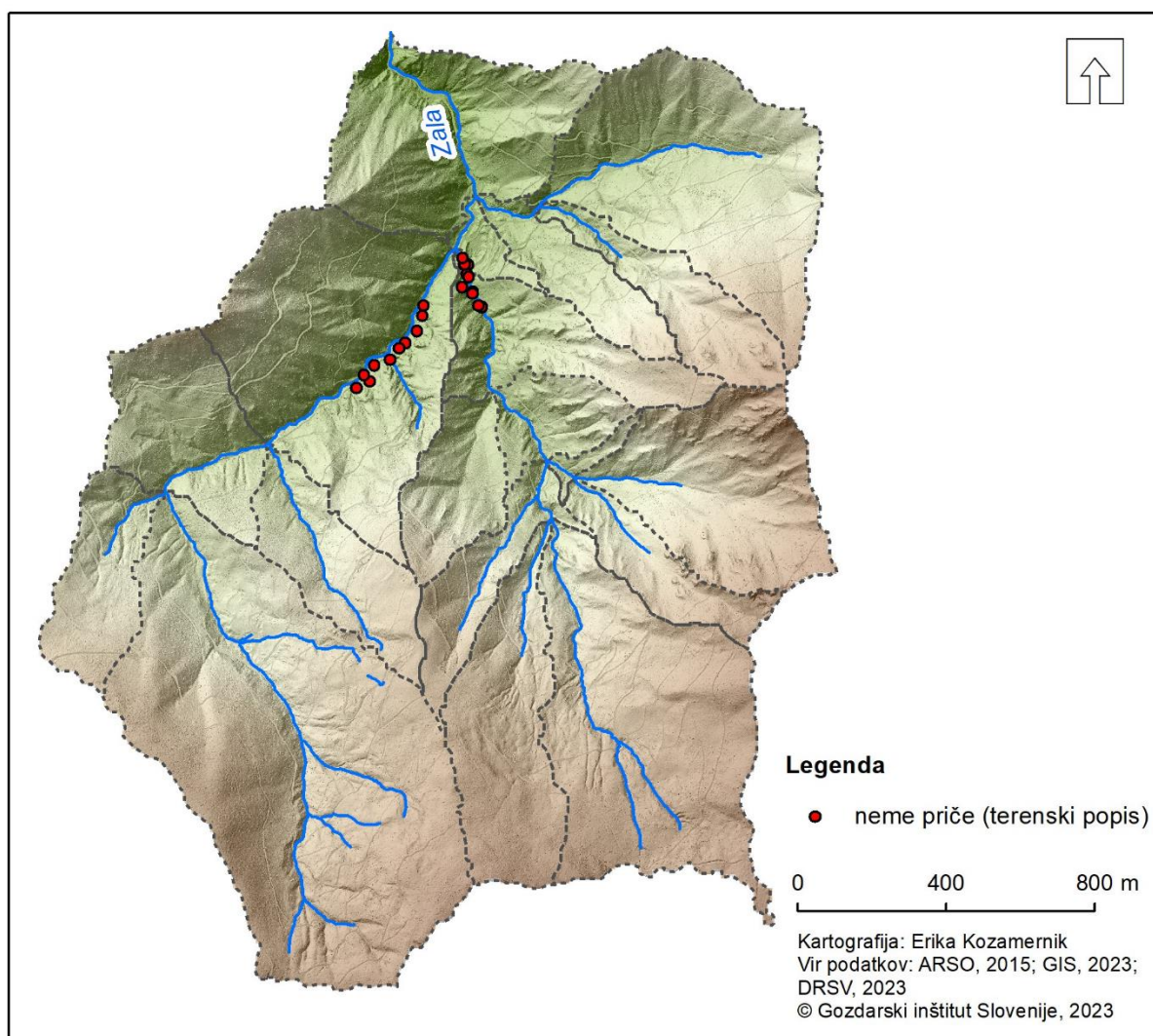


Slika 7: Daljinsko zaznavanje hudourniških vršajev (vir: Babič in sod., 2021).

### Neme priče hudourniških procesov

Neme priče predstavljajo indikatorje v naravi, ki (v našem primeru) nakazujejo na hudourniške procese. Na podlagi prisotnosti le teh lahko ugotavljamo, ali so procesi prisotni, ter kakšna sta njihova intenziteta ter obseg.

V okviru projekta smo iz tega razloga opravili pilotni terenski popis nemih prič za del vodozbirnega zaledja Zale (Davča) v občini Železniki. Na spodnji karti so prikazane natančne lokacije ročno zajetih nemih prič hudourniških procesov na terenu, v nadaljevanju pa so v preglednicah (**Priloge 1, 2 in 3**) podani njihovi podrobni opisi (vrsta neme priče, dimenzije ter osnovne značilnosti), ki so bili vneseni v ta namen pripravljene terenske obrazce.



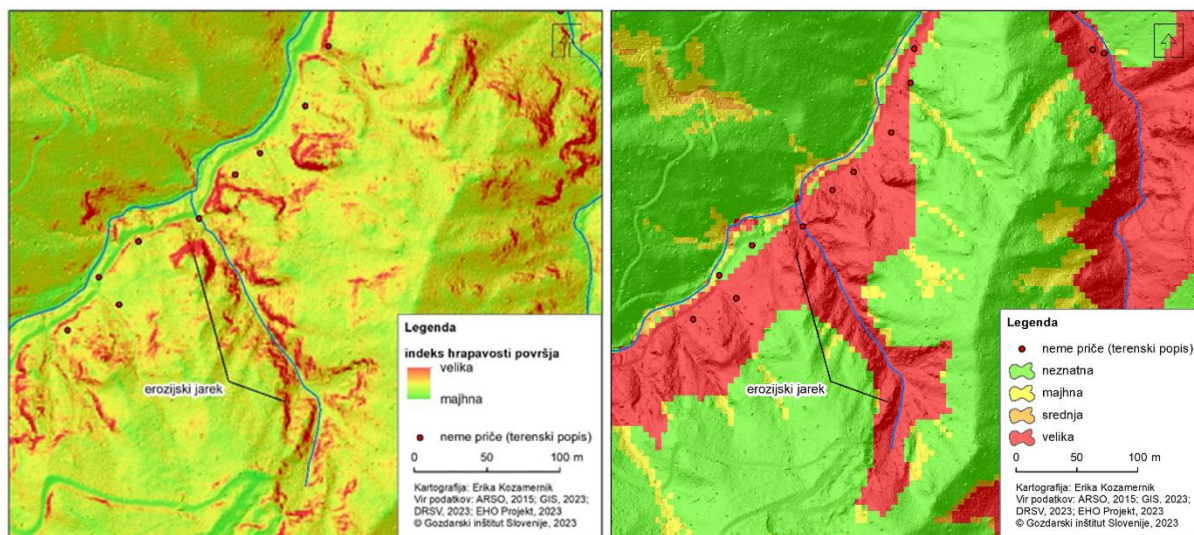
Slika 8: Terenski popis nemih prič kot indikatorjev hudourniških procesov v porečju Zale (Davča).





Slika 9: Terenski popis nemih prič v porečju Zale.

Za namen identifikacije in ugotavljanje prostorske razporeditve nemih prič smo se lotili pregledovanja posnetkov letalskega laserskega skeniranja površja (LiDAR), ki so bili za to območje posneti leta 2015. Na podlagi pregleda le teh smo ugotovili, da so v takšni obliki neprimerni za daljinsko zaznavanje nemih prič hudourniških procesov. Glavni razlog so visoki nakloni pobočij, zaprtost površja na proučevanem območju (ozke doline) ter lomljenje laserskih žarkov na vodnih površinah. Problem nastane predvsem pri prepoznavanju območij akumulacij naplavin v strugi in na njenih bregovih, prav tako pa tudi pri določanju natančnega obsega erozijskih procesov in oblik (usadi) na bregovih. Najlažje prepoznavni so erozijski jarki, saj navadno segajo dlje po pobočju navzgor in imajo kontinuiteto.

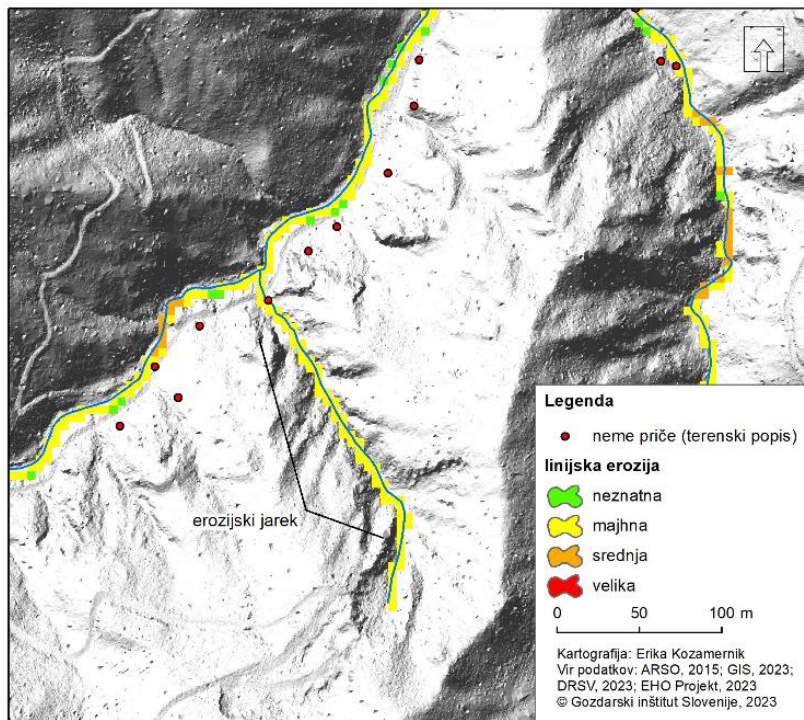


Slika 10: Indeks hrapavosti površja (levo) kot mera razgibanosti reliefa nakazuje na prisotnost geomorfoloških procesov v pokrajini. Območja z večjim indeksom hrapavosti površja (levo) v večji meri sovpadajo z območji, kjer je večja ogroženost zaradi ploskovne erozije (desna karta).

Ročni terenski popis nemih prič se je izkazal za natančnega, vendar časovno potratnega in s tem finančno nevzdržnega. Iz tega razloga predlagamo, da se na območjih, ki se glede na predstavljene karte erozijske ogroženosti izkazujejo kot območja z najvišjo stopnjo erozijske ogroženosti, izvedejo snemanja z mobilnim laserskim skenerjem s pomočjo brezpilotnega letalnika. Slednje omogoča pridobitev natančnih posnetkov laserskega skeniranja z bistveno manjše višine kot je bilo izvedeno



snemanje z ALS (*Airborne Laser Scanner*). Ocenjujemo, da bi bil na podlagi tako zajetih posnetkov laserskega skeniranja možno daljinsko zaznavanje nemih prič hudourniških procesov na večjem območju.



Slika 11: Karta ogroženosti zaradi linijske erozije prikazuje, kateri so tisti deli vodotokov, kjer so hudourniški procesi potencialno bolj intenzivni. Karta predstavlja pomožno podlago pri prepoznavanju hudourniških procesov ter pri določanju obsega ožjih hudourniških območij.

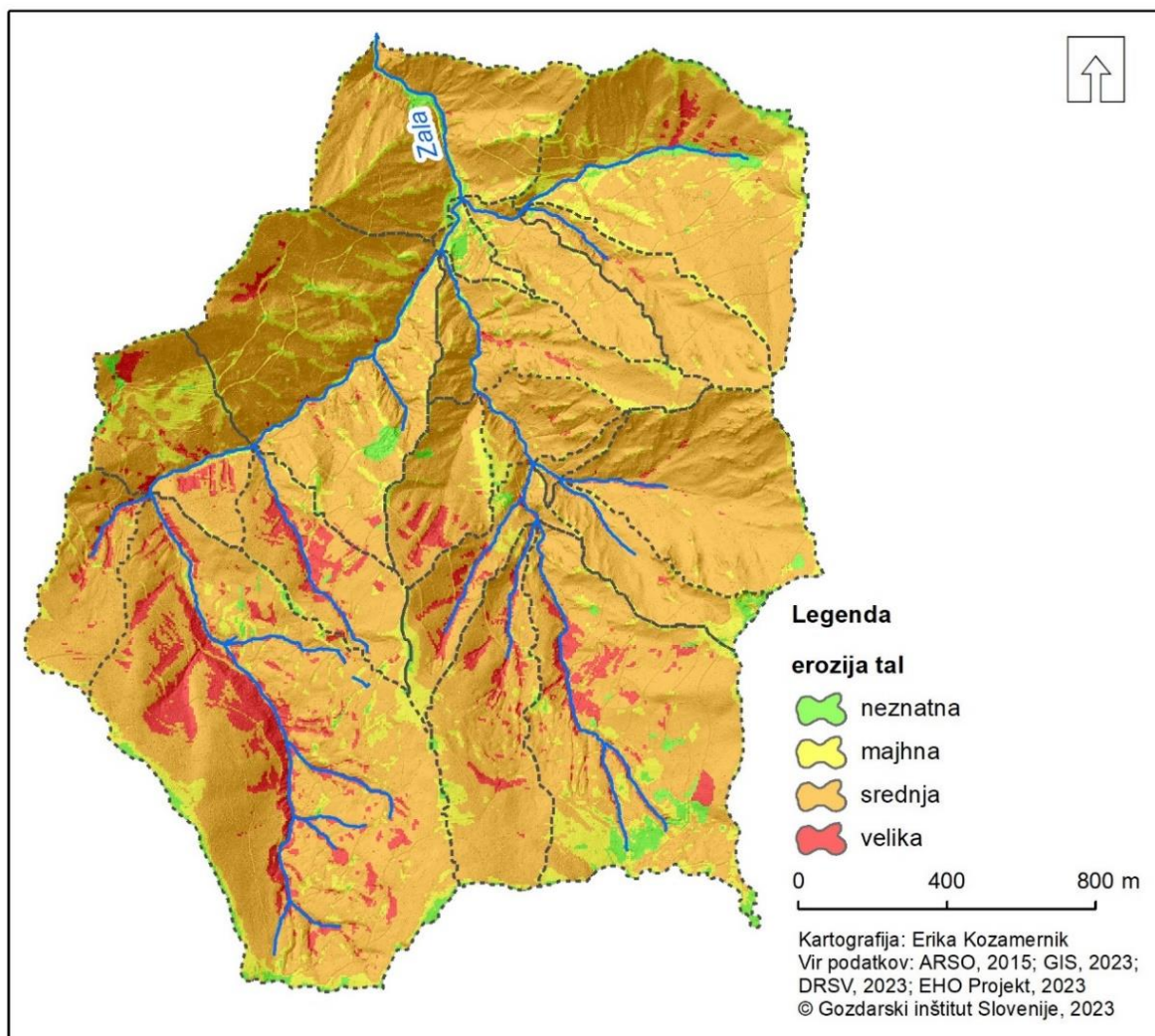
### 2.3.2. Pomen gozda pri zmanjševanju erozijske ogroženosti

V okviru projekta se ukvarjamo predvsem z gozdnatimi hudourniškiimi območji. Gozdovi imajo pomembno varovalno funkcijo in s tem pomembno pripomorejo k manjši ogroženosti zaradi erozijskih procesov. K zmanjševanju pomembno prispevajo tako drevesne krošnje z intercepcijo (t.j. prestrezanjem padavin) kot tudi koreninski sistem (utrjevanje ter zadrževanje tal). Z zmanjševanjem deleža gozda znotraj prispevnih območij se torej lahko pomembno poveča potencialna ogroženost zaradi ploskovne erozije tal.

Slednje je prikazano z modeli, katerih rezultat sta tudi naslednji dve karti:

- **Možna ploskovna erozija tal (brez upoštevanega transporta):**

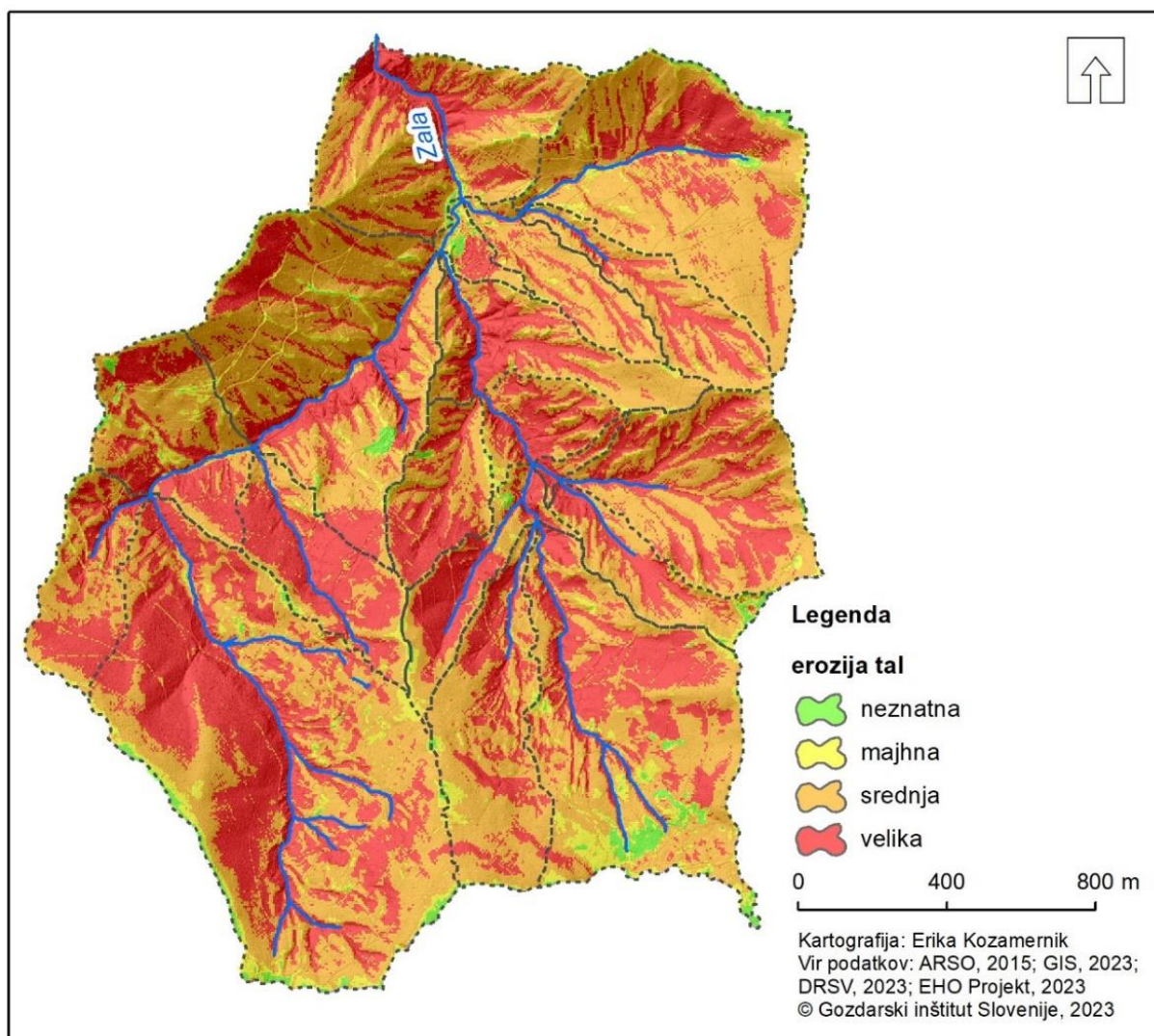
Karta prikazuje potencialno erozijo, pri čemer *ni upoštevan transport*. Raba tal **2000 – gozd** je nadomeščena z rabo tal **1300 - trajni travnik**. Slednje bi predstavljalo potencialno erozijsko ogroženost v primeru, če bi iz kakršnega koli razloga na območju prišlo do popolnega goloseka gozda. Erozijski potencial bi se s takšnim posegom močno povečal.



Slika 12: Ogroženost zaradi ploskovne erozije tal - v primeru goloseka.

- **Možna ploskovna erozija tal (s transportom):**

Karte prikazujejo možno erozijo tal z upoštevanim transportom. Raba tal **2000 – gozd** je nadomeščena z rabo tal **1300 – trajni travnik**, pri izračunu transporta pa je namesto gozda upoštevana raba tal **1500 – drevesa in grmičevje**. Slednje predstavlja približek stanja v gozdu po ujmah.



Slika 13: Ogroženost zaradi ploskovne erozije tal – po velikopovršinskih motnjah v gozdu (ujme).



## Priloge 1, 2 in 3

Tabela 1: Popis nemih prič na hudourniku "Krivec".

| ID | Maks. naklon od osi hudournika | Naklon meritve (°) | Širina struge hudournika    | Naziv                                                      | Opis                                                                                                                        |
|----|--------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 16,4                           | -0,5               | 7,9 (naklon meritve -28,9°) | Vršaj nekategoriziranega vodotoka                          | Površina 20 m x 20 m, cca. 100 m dolžine                                                                                    |
| 2  | 26,5                           | 24                 | 0                           | Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka                |                                                                                                                             |
| 3  | 17,0                           | 0,1                | 9 (naklon meritve -15,6°)   | Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka                | Širina 1 m do 2 m, naklon 22°                                                                                               |
| 4  | 11,5                           | 0                  | 8,4 (naklon meritve -21,7°) | Ploskovna erozija                                          | Odprta pobočja, odnaša material, močni curki vode. Zgornjega roba se ne vidi, spodnji rob cca. Dolžine 50 m, varovalni gozd |
| 5  | NA                             | 5                  | NA                          | Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka                | Naklon 37°                                                                                                                  |
| 6  | NA                             | NA                 | NA                          | Odlaganje grobih plavin in plavja                          | Širina 14 m, dolžina 33 m                                                                                                   |
| 7  | 20,1                           | -13,5              | 5                           | Ploskovna erozija na brežini, leseno plavje - veliko deblo |                                                                                                                             |
| 8  | 20                             | 45                 | 5                           | Ploskovna erozija in hudourniški jarki                     | 50 m x 20 m                                                                                                                 |
| 9  | NA                             | NA                 | NA                          | Čep iz lesenega plavja                                     | 6 m x 6 m, pri slapu, ki predstavlja naravni skok in naravno ustalitevno pregrado                                           |
| 10 | 8                              | 10                 | 5                           | Fosilna zaraščena sipina - naplavišče                      | mlade bukve (starost cca. 10 let), potencialno jih lahko visoka voda odnese, zelo nagnjen nagnoj                            |
| 11 | 10                             |                    | 10 (naklon meritve -25°)    | Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka                |                                                                                                                             |
| 12 | 15                             | -31                | 13,5                        | Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka                | naklon 36°, širina od 2 m do 5 m                                                                                            |
| 13 | NA                             | NA                 | NA                          | Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka                | dolžina 17,4 m, naklon jarka 42,5°                                                                                          |



Tabela 2: Popis nemih prič na hudourniku "Krivec - levi pritok".

| ID | Maks. naklon od osi hudournika | Naklon meritve (°) | Širina struge hudournika | Naziv                                                      | Opis                                                             |
|----|--------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1  | 6                              | 0                  | 2                        | Naplavišče z odlaganjem gorbih naplavin in lesenega plavja |                                                                  |
| 2  | 4                              | 0                  | 2                        | Nalaganje in odlaganje grobih naplavin in lesenega plavja  | Razširitev struge, bočna erozija                                 |
| 3  | 1                              | 0                  | 2                        | Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka                | Širina jarka 1 m, naklon 45°                                     |
| 4  | 10                             | 23                 | 4                        | Usad                                                       | Širina 10m, višina 8 m, globina 1 m                              |
| 5  | 6,5                            | /                  | 5                        | Odlaganje plavja in plavin                                 | Razširitev struge, bočna erozija                                 |
| 6  | 12                             | 0                  | 6                        | Odlaganje plavja in plavin                                 |                                                                  |
| 7  | 3                              | 0                  | 6                        | Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka                | naklon jarka 45°, v jarku ležita 2 podrti debli dreves           |
| 8  | 7                              | -13                | 4                        | Fosilna naplavna ravnica                                   | širina 3 m, dolžina 20 m, prekirva trava, nanosi lesenega plavja |
| 9  | 6                              | 0,5                | NA                       | Erozijski jarek nekategoriziranega vodotoka                | širina jarka 2 m do 4 m, naklon 34°                              |

Tabela 3: Popis nemih prič na hudourniku "Bernikova dolina".

| ID | Maks. naklon od osi hudournika | Naklon meritve (°) | Širina struge hudournika | Naziv                     | Opis                                                                                                              |
|----|--------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1 | 7,5                            | 5                  | 2                        | Naplavišče                | Sveže                                                                                                             |
| A2 | 5                              | 5                  | 1,5                      | odnešena cesta            | Vzrok poškodbe je preusmeritev struge hudournika                                                                  |
| A3 | 3                              | 16                 | 3                        | odsek struge              | Po celi širini struge hudournika so vidni znaki visokih voda, cca. 1 m do 2 m levo in desno (poležano rastlinje)  |
| A4 | 0                              | 16                 | 8                        | balvan v strugi           | že nekaj časa                                                                                                     |
| A5 | 4                              | 16                 | 8                        | bočna erozija             | Nanos materiala po strugi, z bokov struge, iz ceste. Odsek od cestnega prepusta na ovinku ceste navzdol.          |
| A6 | 3                              | 15                 | 7,5                      | nanos hudourniških plavin | širina 7,5 m, dolžina 13 m                                                                                        |
| A7 | 8                              | 25                 | 5                        | nesprožen neaktiven plaz  | 200 m <sup>3</sup> na dolžini 10 m, leži na mostu, nestabilno, čaka, da se sproži, debelina 3 m. Nesprijet grušč. |

## Viri in literatura

- ARSO, 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](http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso&culture=en-US) (Citirano 03.10.2023).
- Babič, M., Petrovič, D., Sodnik, J., Soldo, B., Komac, M., Chernieva, O., Kovačič, M., Mikoš, M., Čali, M. Modeling and Classification of Alluvial Fans with DEMs and Machine Learning Methods: A Case Study of Slovenian Torrential Fans. *Remote Sens.* 2021, 13, 1711. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13091711>
- EHO Projekt, 2023. Ogroženost zaradi ploskovne erozije tal. Prostorski sloj.
- GeoZS, 2022. Ploskovna erozija, merilo 1:25.000. Geohazard. URL: <https://geohazard.geo-zs.si/> (Citirano 04.10.2023).
- 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
- PLANALP, 2008. Dokumentacija o naravnih nesrečah / evarnih dogodkih. Terenska navodila. Alpski signali 4. URL: <https://www.alpconv.org/en/> (Citirano: 04.10.2023).
- Stock, J. D., 2013. Treatise on Geomorphology, Waters Divided: A History of Alluvial Fan Research and a View of Its Future. *Treatise on Geomorphology*, 413–458. DOI: [10.1016/B978-0-12-818234-5.60043-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818234-5.60043-3).
- 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>