

# TIPI HIDROGRAFSKIH OBMOČIJ V GRIČEVJIH SEVEROVZHODNE SLOVENIJE GLEDE NA ZNAČILNOSTI RELIEFA IN PRSTI

**dr. Mauro Hrvatin, dr. Manca Volk Bahun**

ZRC SAZU, Geografski inštitut Antona Melika

mauro.hrvatin@zrc-sazu.si, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6021-8736>

manca.volk@zrc-sazu.si, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4720-9541>

**dr. Dénes Lóczy**

University of Pécs, Faculty of Sciences, Institute of Geography and Earth Sciences

loczyd@gamma.ttk.pte.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2542-6775>

DOI: [https://doi.org/10.3986/9789610504696\\_04](https://doi.org/10.3986/9789610504696_04)

UDK: 911.2:556.166(497.41)

551.4:556.166(497.41)

## IZVLEČEK

**Tipi hidrografskih območij v gričevjih severovzhodne Slovenije glede na značilnosti reliefa in prsti**  
Nadzor nad poplavami je učinkovitejši, če vodo zadržujemo že v povirjih, s čimer preprečimo prehitro in neobvladljivo stekanje vode v nižje dele porečja. Sodobno integrirano in trajnostno upravljanje s porečji zahteva ponovno ovrednotenje obstoječih ukrepov za zmanjševanje prehitrega odтока vode in preprečevanje poplav. Ti obsegajo tradicionalne in sodobne pristope. V prispevku smo glede na reliefne in pedološke razmere z razvrščanjem v skupine določili sedem tipov hidrografskih območij v gričevjih severovzhodne Slovenije. Za vsako skupino hidrografskih območij so značilne svojevrstne odtočne razmere, ki pomembno vplivajo na pogostost in obseg poplav.

## KLJUČNE BESEDE

relief, prst, poplava, geografski informacijski sistem, razvrščanje v skupine, gričevje, Slovenija

## ABSTRACT

**Types of hydrographic areas in the low hills of northeastern Slovenia according to the landscape and soil characteristics**

Flood control can be more efficient if it retains runoff in the higher sections of watersheds before concentration of runoff increases to an extent where inundations cannot be prevented. The requirements of modern integrated and sustainable watershed management call for the re-evaluation of existing approaches to reduce runoff and flood hazard, incorporating some traditional techniques as well as novel technologies. In this paper, we determined seven types of hydrographic areas in the low hills of northeastern Slovenia according to the landscape and pedological conditions by cluster analysis. Each group of hydrographic areas is characterized by unique runoff conditions that significantly affect the frequency and extent of floods.

## KEY WORDS

landscape, soil, flood, geographical information system, cluster analysis, low hills, Slovenia

## 1 Uvod

Poplave spadajo med tiste naravne nesreče, ki vsako leto ogrožajo različna območja Slovenije. Poglavitni vzroki za to so pogoste obilne padavine, velik obseg gorskega in hribovitega sveta ter ozka dna dolin, v katerih so ogrožena številna naselja. V obdobju od 1991 do 2008 so v državi poplave v povprečju povzročile dobrih 15 % vse škode zaradi naravnih nesreč in so po višini škode zaostale samo za sušo in točo. V posameznih letih je bil delež poplav pri skupni škodi še veliko višji: leta 1991 na primer 38 %, leta 1998 51,9 % in leta 2007 kar 64,8 % (Zorn in Hrvatin 2014).

V Sloveniji ločimo hudourniške, nižinske, kraške, morske in mestne poplave (Natek 2005). Zaradi spleta hidrogeografskih dejavnikov odtoka, kot so pokrovnost, prst, kamninska podlaga in relief, se posamezni tipi poplav praviloma pojavljajo le na določenih območjih. Gričevja severovzhodne Slovenije, ki jih obravnavamo v tem prispevku, na primer najbolj ogrožajo poletne in jesenske hudourniške poplave (Trobec 2016).

Nižinske poplave ogrožajo približno 70.000 hektarjev zemljišč, hudourniške pa skoraj 300.000 hektarjev. Zaradi velike ogroženosti imamo v Sloveniji že več kot stoletne izkušnje preprečevanja poplav. Šele v zadnjem času je tudi na pobudo Evropske unije dozorelo spoznanje, da je preventiva dolgoročno cenejša od odpravljanja posledic (Komac, Natek in Zorn 2008).

Nadzor nad poplavami je učinkovitejši, če vodo zadržujemo že v povirjih, s čimer preprečimo hitro in neobvladljivo stekanje vode v nižje dele porečja. Sodobno integrirano in trajnostno upravljanje s porečji zahteva ponovno ovrednotenje obstoječih ukrepov za zmanjševanje prehitrega odtoka vode in preprečevanje poplav v reliefno razgibanih območjih. Ti obsegajo tradicionalne pristope, na primer gradnjo odvodnih kanalov in zadrževalnikov vode, in sodobne pristope, kot so bioinfiltracija in ozelenjena razlivalna polja.

V okviru projekta »Primerni ekološki ukrepi na področju poplavne nevarnosti v hribovitem območju Madžarske in Slovenije« smo doslej že preučili nekatere ukrepe za ekološki nadzor poplav. Ferkova in sodelavci (2020) so raziskali upravljanje majhnih ribnikov v Slovenskih goricah in njihov vpliv na preprečevanje poplav v izbranih porečjih. V pilotni študiji so izvedli inventarizacijo in razvrščanje zadrževalnih ribnikov ter ugotovili, da so bili v glavnem zgrajeni za namensko uporabo, na primer ribolov, namakanje in napajanje živine, danes pa so namenjeni predvsem prstočasnim aktivnostim, estetiki in turizmu. Zaradi večje spremenljivosti padavin postajajo ribniki na krajevni ravni tudi pomemben ukrep za omejevanje posledic suše. Do podobnih spoznanj so prišli tudi madžarski sodelavci pri projektu, ki so preučevali razmere v Južnem Prekdonavju (Lóczy s sodelavci 2019; Nagy s sodelavci 2020).

Ciglič in Nagy (2019) sta analizirala hidrografska območja gričevij severovzhodne Slovenije, Goričkega, Haloz in Slovenskih goric, glede na indeks urbanosti. Ugotovila sta, da so najmanj naravna hidrografska območja v Slovenskih goricah, najbolj naravna pa v Halozah. Indeks urbanosti se je med letoma 2002 in 2018 skoraj povsod zmanjšal. Vzrok za povečanje stopnje naravnosti je predvsem posledica zaraščanja oziroma spreminjanja nekdanjih kmetijskih zemljišč v zemljišča v zaraščanju. Raziskava je pokazala, da lahko z ustrezno rabo tal omilimo nekatere naravne nesreče, na primer pojav poplav in povečane erozije.

Deriaz in sodelavci (2019) ter Ciglič in sodelavci (2019) so ugotavljali spremembe v rabi tal od franciscejskega katastra do današnjih dni. Raziskava je bila izvedena z računanjem strukture rabe tal in pokrajinskih metrik za del panonskih gričevij v Sloveniji. Ugotovili so, da je izračun strukture tipov rabe tal podoben, ne glede na raven natančnosti podatka. Analiza na ravni parcel je pokazala, da se je površina gozdom povečala, površina njiv in vinogradov pa zmanjšala. Današnja pokrajina ima v splošnem manj zaplat, a so večje in bolj nepravilnih oblik.

V tem prispevku smo glede na reliefne in pedološke razmere, z razvrščanjem v skupine, določili sedem tipov hidrografskega območij v gričevjih severovzhodne Slovenije. Za vsako skupino hidrografskega območij so značilne svojevrstne odtočne razmere, ki lahko pomembno vplivajo na pogostost in obseg poplav.

## 2 Naravne razmere v gričevjih severovzhodne Slovenije

Za panonski svet Slovenije je značilna izrazita pokrajinska dvojnost. Na eni strani so ravnine, ki so jih v ledenih dobah s prodrom in peskom nasule večje reke Mura, Drava, Sava in Krka, na drugi strani pa se med njimi vzpenjajo razgibana lapornata, peščena in ilovnata gričevja, ki so jih reke in potoki razčlenili v razpotegnjena slemena z bolj ali manj širokimi vmesnimi zamočvirjenimi dolinami. Kjer je na voljo več ravnega površja, so ga s hidromelioracijami marsikje osušili, struge rek in potokov pa regulirali (Kert 1974; Belec 1998).

Podnebje je celinsko s hladnimi zimami in toplimi poletji. Količina padavin se zmanjšuje od jugozahoda proti severovzhodu. V obdobju od 1981 do 2010 so na primer Haloze letno prejele od 1000 do 1200 mm padavin, medtem ko jih je Goričko prejelo manj kot 900 mm (Bertalančič 2018). Razporeditev padavin med letom kaže na celinski padavinski režim s poletnim viškom. Toplotni obrat v dolinah in na ravninah je manj opazen, pač pa je v gričevju zastopan izrazit toplotni pas z ugodnimi razmerami za rast vinske trte. Osojna pobočja gričev so po večini gozdnata, v gozdovih pa prevladujejo listavci (Žiberna 1992; Belec 1998).

Panonski svet je najbolj rodovitna kmetijska pokrajina Slovenije. Na ravninah sta v ospredju poljedelstvo in živinoreja, v gričevju pa živinoreja, vinogradništvo in sadjarstvo (Belec 1998). V okvirih raziskave smo obravnavali tri gričevnate pokrajine severovzhodne Slovenije: Goričko, Haloze in Slovenske gorice.

Goričko je 492 km<sup>2</sup> veliko gričevje na skrajnem severovzhodnem delu države ob meji z Avstrijo in Madžarsko. Slovenski del Goričkega ni zaključena naravnogeografska enota, saj se proti zahodu podoben svet nadaljuje na avstrijskem Gradiščanskem, proti severu in vzhodu pa na Madžarskem, kjer se razteza do Rabe ter v Stražno ozemlje (Őrség) in Göcsej. Gričevje je skoraj v celoti zgrajeno iz pliocenskih in miocenskih usedlin nekdanjega Panonskega morja. Kamnine so slabo sprijete in so skupaj s prstmi podvržene močni denudaciji in eroziji. Sedem desetih ozemlja leži pod 300 m, najvišji vrh, Sotinski breg, pa je visok 418 m. Polovica površja ima naklone pod 6°, prek 90 % pod 12°. Povprečni naklon je s 5,7° najmanjši med vsemi slovenskimi gričevji. Površje odmakata Ledava in Krka s pritoki. Dolina Ledave leži nekoliko nižje kot dolina Krke, zato imajo potoki, ki se izlivajo v Ledavo, večjo erozijsko moč in so globlje vrezani v podlago. Doline ob potokih so večinoma ozke in vlažne, na oglejenih prsteh pa prevladujejo travniki. Njivska zemljišča in naselja se večinoma držijo pobočij in slemen, kjer se izmenjujeta evtrična in distrična rjava prst. Občasno se ob močnih poletnih nalivih korita vodotokov napolnijo in voda prestopi bregove. Da bi ublažili visoke vode, so zajezili reko Ledavo (Ledavsko jezero) ter regulirali in zajezili več potokov (Olas in Orožen Adamič 1998).

Z 241 km<sup>2</sup> površine so Haloze najmanjše med obravnavanimi gričevji. Razprostirajo se od Jelovškega potoka pri Makolah na zahodu do Zavrča ob meji s Hrvaško na vzhodu. Delijo se na vzhodne ali vinorodne Haloze, kjer vinogradi pokrivajo skoraj desetino zemljišč, in na zahodne ali gozdne Haloze, kjer vinogradi pokrivajo le dober odstotek zemljišč, gozdovi pa več kot polovico. Meja med obema deloma poteka po dolini potoka Peklača. Območje je bilo od srednjega oligocena do pliocena skoraj v celoti preplavljeno s plitvim morjem, v katerem so se odlagale usedline. V vzhodnem delu prevladujejo peščeni laporji, proti zahodu pa se ob laporju pojavljajo še kremenovi peščenjaki. Površje je razčlenjeno s številnimi ozkimi dolinami. Značilna so zelo razgibana in kratka slemena, ki potekajo v raznih smereh. Prevladujejo nadmorske višine med 200 in 400 m, ki proti zahodu naraščajo. Najvišje se vzpne z vrhom Jelovice, ki meri 623 m. Le dobra desetina površja ima naklone pod 6° in slaba četrtnina med 6 in 12°. Zaradi velikih strmih je pogosto površinsko spiranje gradiva ter pojavljanje usadov in zemeljskih plazov (Korošec 2012). Kjer so ugodne možnosti za vinogradništvo, so s terasiranjem pobočij uredili večja strnjena zemljišča vinogradov. Na lapornati podlagi prevladujejo plitve rendzine, na peščenjakih in konglomeratih pa so se razvili rankerji, ki so precej kisli in zato porasli z gozdom. Obrečne prsti so zaradi občasnih poplav in stekanja pobočne vode precej vlažne in neugodne za njive. Padavinska voda večinoma odteka površinsko, a so vodotoki razmeroma kratki, dolgi le okoli 7 km (Vovk 1998).

Slovenske gorice so s površino 1034 km<sup>2</sup> največje gričevje v Sloveniji. Razprostirajo se med ravninama ob Dravi in Muri, na severozahodu segajo prek meje v Avstrijo, na jugovzhodu pa se na Hrvaškem nadaljujejo v nizke Medmurske gorice. Zgrajene so iz miocenskih in pliocenskih usedlin, ki so slabo sprijete in erozijsko manj odporne. Prevladujejo peski, gline in laporji, manj je peščenjakov in apnencev. Nizka slemena in griči z višinami od 200 do 400 m se le na skrajnem severozahodu povzpnejo prek 500 m (Svečinski vrh ali Kamenik, 517 m). Povprečni naklon je 7,1° in le na petini zemljišč nakloni presegajo 12°. Prsti so raznolike, saj so nastale pod vplivom številnih naravnih dejavnikov in človeka. Na laporjih, ki hitro preperevajo, so se razvile evtrične rjave prsti, na peščenih, ilovnatih in glinastih kamninah pa je nastala distrična rjava prst, ki vsebuje več silikatnih primesi. Dolinske ravnice so prekrivali psevdogleji in oglejene prsti, porasli s kisloljubno travo. Po hidromelioracijah, globokem oranju in apnjenju so se iz njih razvile rodovitne hidromeliorirane prsti. Štiri petine površja odmakata Pesnica in Ščavnica, preostali del pa Drava in Mura. Pesnica in Ščavnica imata že v zgornjem toku mokrotno plosko dno in majhen strmec ter sta nekdanj pogosto poplavljali. Po obsežnih hidromelioracijah sedaj tečeta po premočrtnih prekopih, ki sta obdana z zaščitnimi nasipi. Visoke vode začasno zadržujejo v umetnih zaježitvenih jezerih. Takih jezer je v dolini Pesnice pet: Pernica, Pristava, Komarnik, Radehova in Gradiško jezero, v dolini Ščavnice pa tri: Negovsko, Blaguško in Gajševsko jezero. Nekatera med njimi so bila nekdanj ribniki, ki pa so jih preuredili in vključili v sistem obrambe pred poplavlami (Kert 1998).

### 3 Metode dela

Obravnavana gričevja severovzhodne Slovenije, Goričko, Haloze in Slovenske gorice, smo najprej razdelili na 42 hidrografske območij (slika 1), ki skupno obsegajo 1686,62 km<sup>2</sup> oziroma 8,32 % države. Posamezna hidrografska območja so porečja manjših vodotokov ali pa homogeni deli porečij večjih vodotokov, v našem primeru Pesnice in Ščavnice.

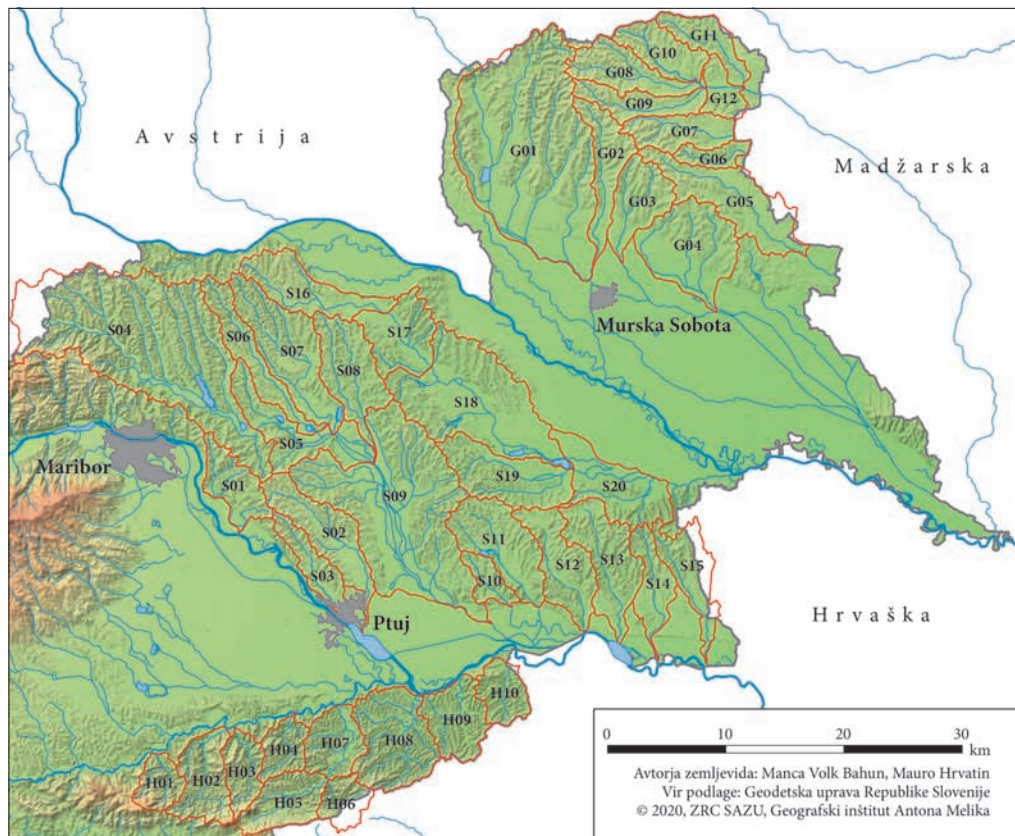
Sledila je priprava reliefnih in pedoloških kazalnikov. Dva kazalnika predstavljata nadmorske višine površja, dva kazalnika naklone površja in štirje kazalniki pedološke razmere. Podatki o višinah in naklonih temeljijo na digitalnem modelu višin z ločljivostjo 25 m Geodetske uprave Republike Slovenije. Podatkovna sloja smo pripravili tako, da smo višine in naklone razdelili na štiri velikostno enake razrede oziroma kvartile. S prekrivanjem sloja hidrografske območij ter podatkovnih slojev z razredi višin (slika 2) in razredi naklonov (slika 3) smo ugotovili, kolikšen delež posameznih razredov višin in naklonov sestavlja posamezno hidrografska območje. Kot reliefne kazalnike smo upoštevali:

- deleže nadmorskih višin površja do 1. kvartila,
- deleže nadmorskih višin površja nad 3. kvartilom,
- deleže naklonov površja do 1. kvartila,
- deleže naklonov površja nad 3. kvartilom.

Podatke o prsteh smo povzeli po digitalni Pedološki karti Slovenije (1999). Na obravnavanem območju se pojavlja 32 različnih tipov prsti, ki smo jih smiselno združili v štiri skupine (slika 4):

- humusno akumulativne prsti,
- evtrične rjave prsti,
- distrične rjave prsti in
- hidromorfne prsti.

Humusno akumulativne prsti so mlade in plitve. Najpogostejši predstavnik teh prsti v panonskih gričevjih so rendzine, ki so debele od 10 do 20 cm. V njih je precej preperelih kosov kamnine. So rodovitne, vendar slabo zadržujejo vodo, zato je rastje pogosto izpostavljeno suši. Praviloma imajo nevtralno ali rahlo bazično reakcijo. Rendzinam so po strukturi zelo podobni rankerji, ki imajo zaradi nekarbonatne kamninske podlage kislo reakcijo in so manj rodovitni (Urbančič s sodelavci 2005; Repe 2010).



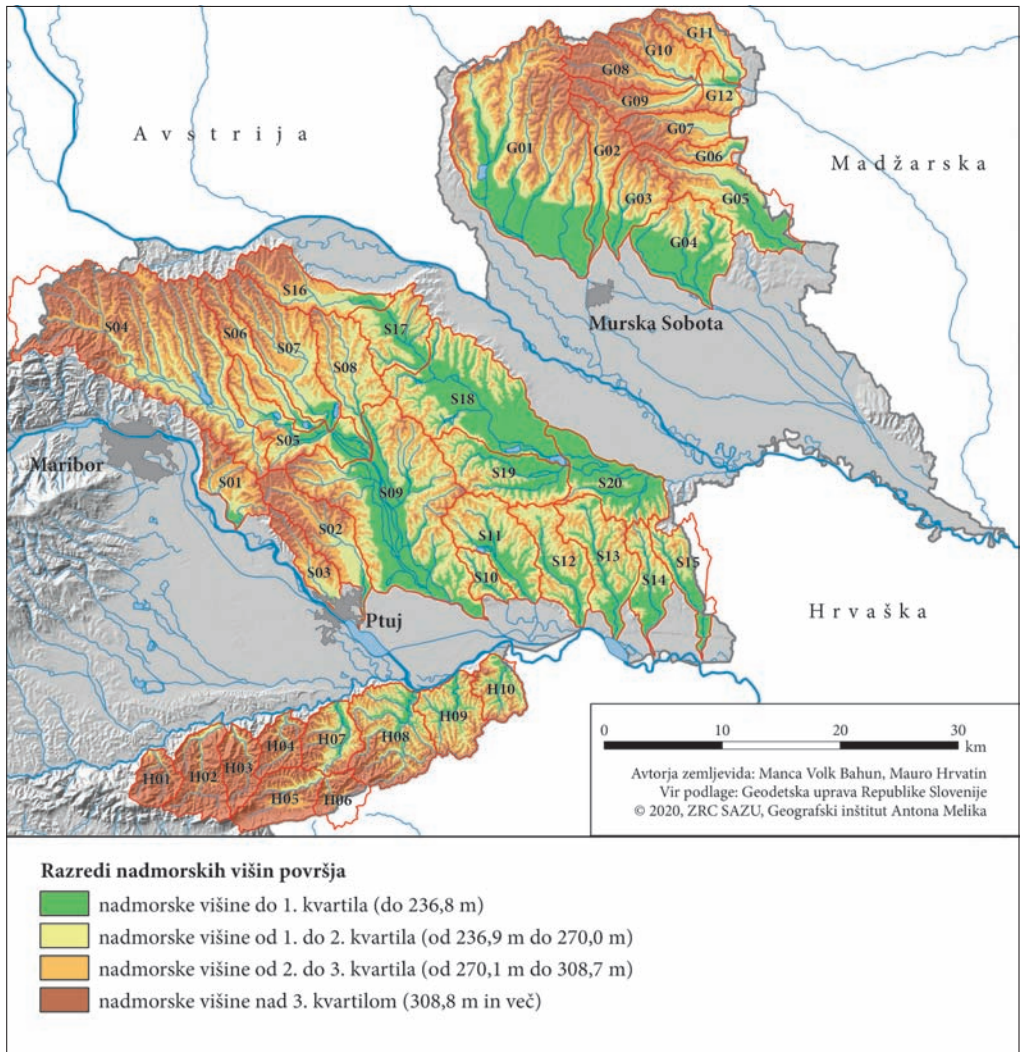
### Hidrografska območja

G01 Ledava	H05 Rogatnica 1	S11 Sejanski potok
G02 Mačkovski potok	H06 Tisovec	S12 Lešnica
G03 Martjanski potok	H07 Rogatnica 2	S13 Pušenski potok
G04 Lipnica	H08 Psičina	S14 Libanja
G05 Kobiljski potok	H09 Bela	S15 Trnava
G06 Ivanjševski potok	H10 Kojuhovski potok	S16 Ščavnica 1
G07 Mala Krka		S17 Ščavnica 2
G08 Velika Krka 1	S01 Mlinski potok	S18 Ščavnica 3
G09 Peskovski potok	S02 Rogoznica	S19 Turja
G10 Merek	S03 Grajena	S20 Ščavnica 4
G11 Dolenski potok	S04 Pesnica 1	
G12 Velika Krka 2	S05 Pesnica 2	
	S06 Globovnica	
H01 Jelovski potok	S07 Velka	
H02 Skrelska	S08 Drvanja	
H03 Jesenica	S09 Pesnica 3	
H04 Peklača	S10 Cvetkovski potok	

Slika 1: Obravnavana hidrografska območja v gričevjih severovzhodne Slovenije.

Evtrične rjave prsti so pogoste na slabo odpornih ali nesprijetih karbonatnih kamninah. Temeljna značilnost je visoka zasičenost z bazami, zunanji odraz pa je rahlo bazična do nevtralna reakcija in visoka primernost za kmetijstvo. Stik s kamninsko podlago je enakomeren, globina prsti pa je spremenljiva in koleba med 35 in 100 cm. Na večjo sposobnost prsti za zadrževanje vode vpliva prisotnost drobnejših, meljastih in glinastih delcev. Nekdaj so jih poraščali listnati gozdovi, danes je večina zemljišč namenjenih kmetijstvu (Urbančič s sodelavci 2005; Repe 2010).

Distrične rjave prsti prevladujejo v vzpetem in razgibanem, a ne preveč strmem svetu na različnih nekarbonatnih kamninah in sedimentih. Temeljna značilnost je nizka zasičenost z bazami, zunanji odraz pa je kislja do zelo kislja reakcija. Stik z matično podlago je enakomeren, globina prsti pa je spremenljiva in koleba med 35 in 70 cm. Naravno rastlinstvo je kisloljubno in nezahtevno. Najpogostejši so bukovi



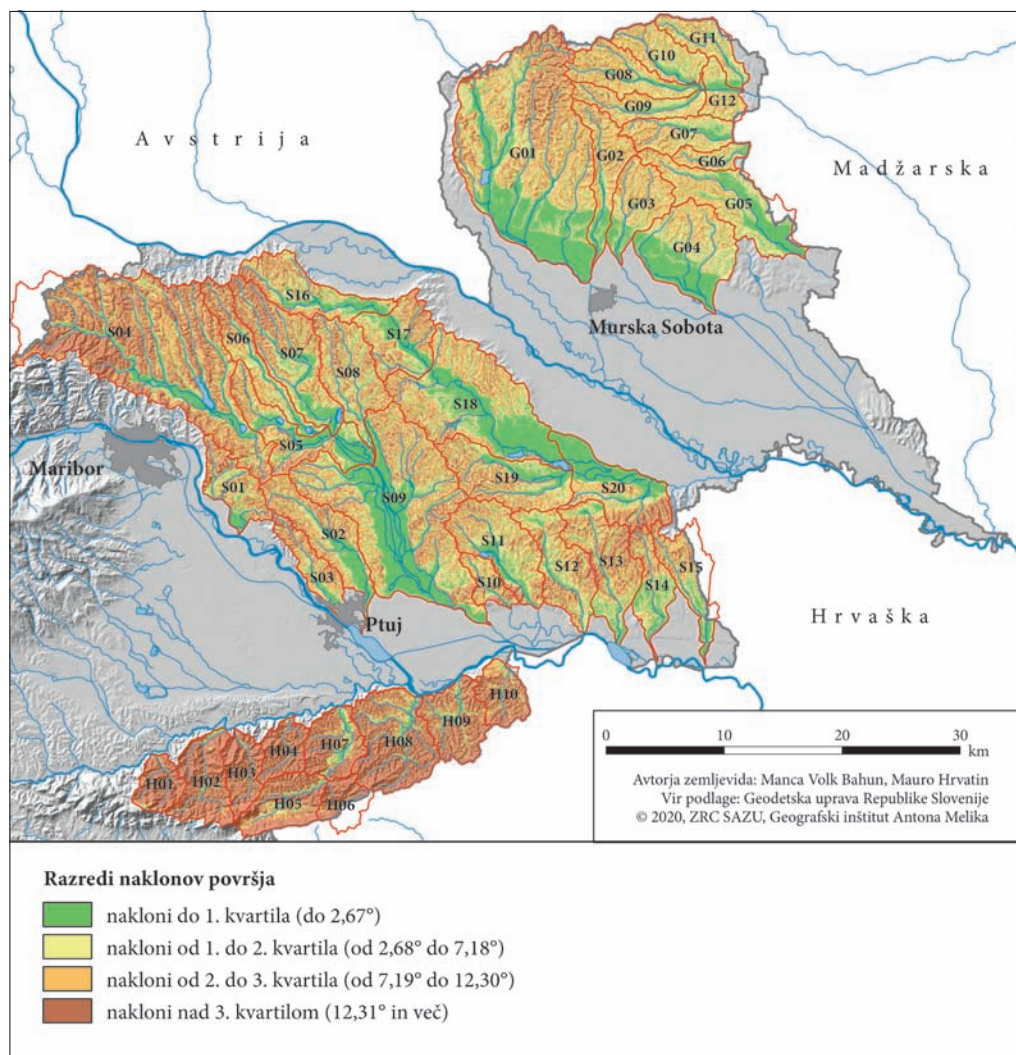
Slika 2: Razredi nadmorskih višin površja v gričevjih severovzhodne Slovenije. Deleže prvega in četrtega razreda v posameznem hidrografskem območju smo uporabili kot reliefna kazalnika.

gozdovi s pravim kostanjem. Kljub slabšim kemičnim lastnostim so na njih zaradi blagega reliefa in agrotehničnih ukrepov kmetijska zemljišča (Urbančič s sodelavci 2005; Repe 2010).

Med hidromorfne spadajo tiste prsti, v katerih se dalj časa zadržuje padavinska ali talna voda. Pronicanje skozi prst je zelo skromno, med kemičnimi procesi pa prevladuje redukcija. V panonskih gričevjih so tovrstne prsti na poplavnih ravninah v dnu rečnih dolin in na pobočjih z vododržno ilovnato podlago. Njihova globina običajno presega 70 cm. Najpogostejši tipi hidromorfni prsti v panonskih gričevjih so psevdoglej, hipoglej in oglejena obrečna prst (Urbančič s sodelavci 2005; Repe 2010).

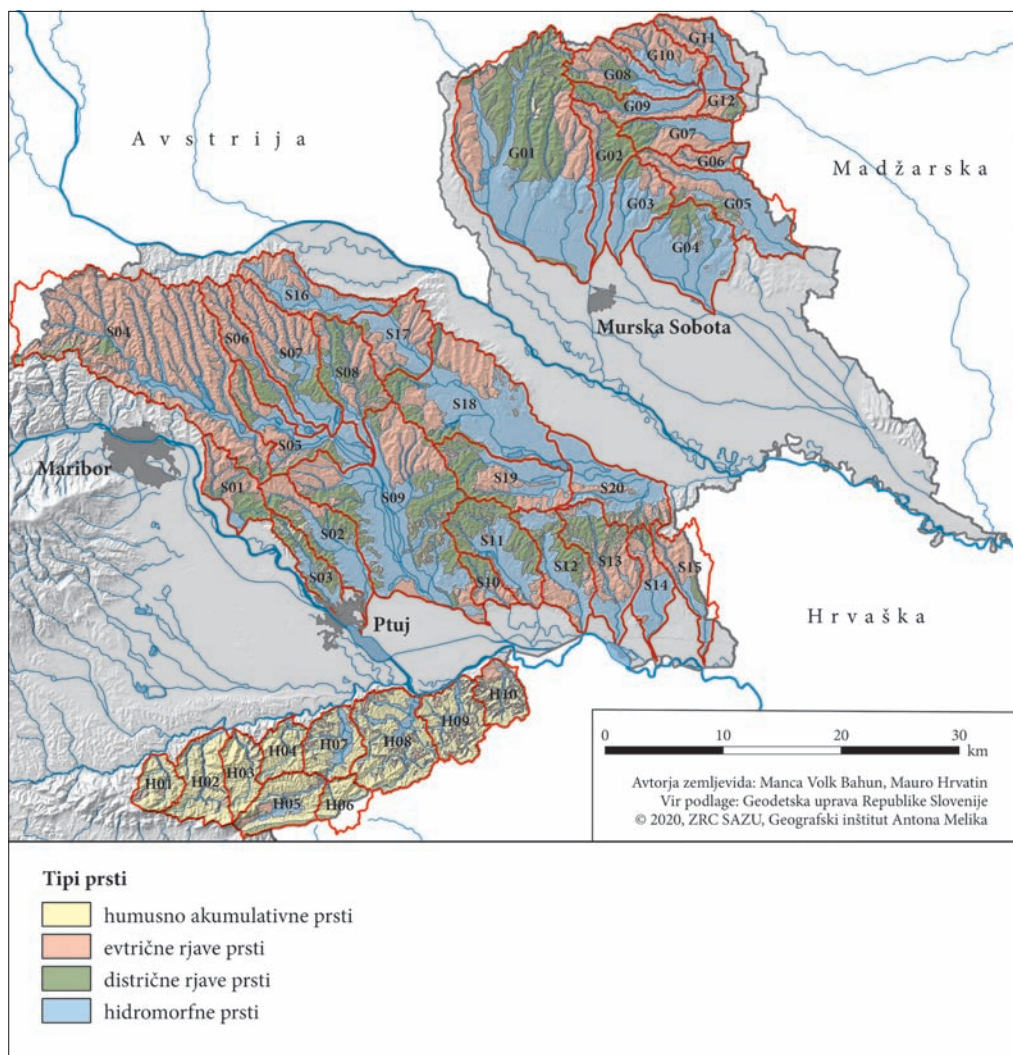
Kot pedološke kazalnike smo uporabili deleže posameznih tipov prsti.

Podobnost med hidrografskimi območji smo računali na temelju evklidskih razdalj, pri razvrščanju v skupine pa smo dosegli najboljši rezultat ob uporabi Wardove metode (Ward 1963). Ta je zelo priljubljena



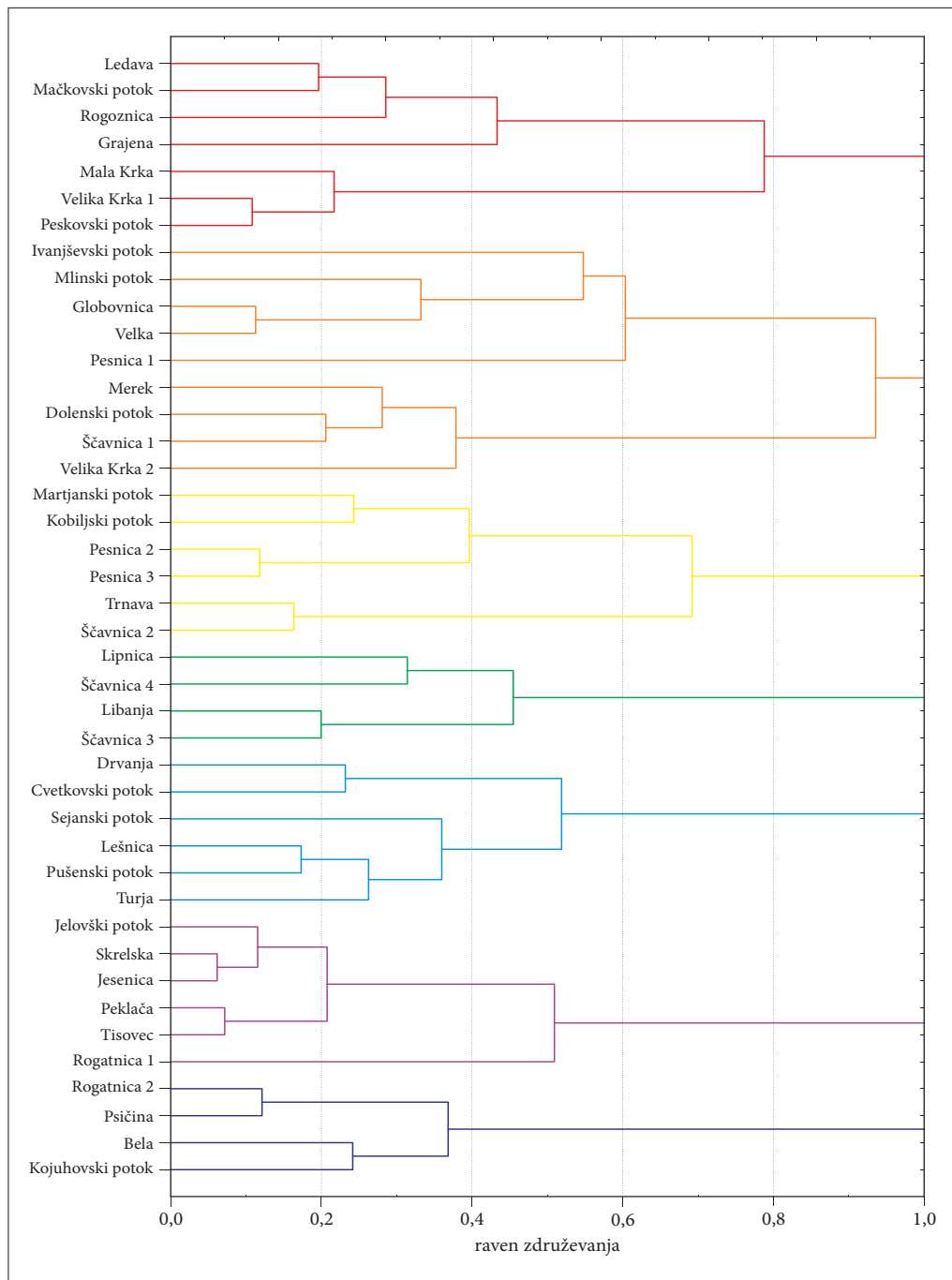
Slika 3: Razredi naklonov površja v gričevjih severovzhodne Slovenije. Deleže prvega in četrtega razreda v posameznem hidrografskem območju smo uporabili kot reliefna kazalnika.

in pogosto uporabljena med slovenskimi geografi (Hrvatin 1998; Perko 1998; Frantar in Hrvatin 2005; Petek 2005; Komac 2006; Bole 2008; Perko 2009; Hrvatin in Perko 2018; Volk Bahun 2020). Spada med hierarhične metode, ki ne zahtevajo vnaprej opredeljenega končnega števila skupin. Postopno združevanje v skupine se lahko nazorno prikaže z drevesom združevanja ali dendrogramom (Ferligoj 1989), kjer drevesni listi predstavljajo statistične enote, drevesne veje statistične skupine, točke, kjer se veje razcepijo oziroma združijo, pa raven združevanja skupin. Za mero homogenosti uporablja vsoto kvadratov razlik med enotami v skupini in njihovo aritmetično sredino (Jesenko in Jesenko 2007). Na splošno velja Wardova metoda za zelo učinkovito, med slabostmi pa ji največkrat očitajo oblikovanje (pre)majhnih skupin (StatSoft 2013).



Slika 4: Tipi prsti v gričevjih severovzhodne Slovenije. Delež tipov prsti v posameznem hidrografskem območju smo uporabili kot pedološke kazalnike.

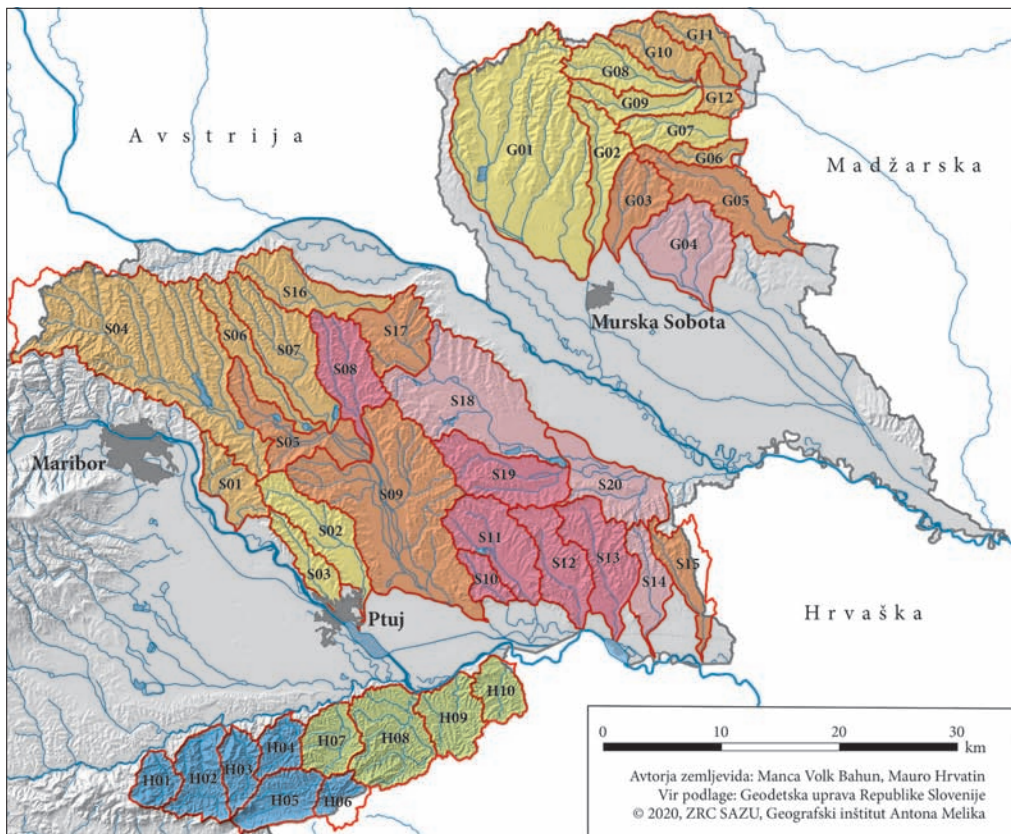




Slika 5: Drevesni diagram združevanja hidrografskih območij v gričevjih severovzhodne Slovenije glede na značilnosti reliefa in prsti.

Statistično razvrščanje v skupine vključuje naslednje korake (Ferligoj 1989):

- izbiranje enot,
- izbiranje spremenljivk,
- računanje podobnosti med enotami,



#### Tipi hidrografskih območij

- zmerno visoka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem hidromorfnih in distričnih rjavih prsti
- zmerno visoka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem evtričnih rjavih in hidromorfnih prsti
- zmerno nizka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem hidromorfnih in evtričnih rjavih prsti
- pretežno nizka in zmerno položna hidrografska območja s pretežno hidromorfnimi prstmi
- zmerno nizka in zmerno strma hidrografska območja z enakomernim deležem evtričnih rjavih, distričnih rjavih in hidromorfnih prsti
- visoka in strma hidrografska območja s prevlado humusno akumulativnih prsti
- zmerno visoka in pretežno strma hidrografska območja s pretežno humusno akumulativnimi prstmi

Slika 6: Tipi hidrografskih območij v gričevjih severovzhodne Slovenije.

- izbiranje ustrezne metode razvrščanja enot v skupine,
- ocenjevanje dobljenih skupin.

V našem primeru so bile enote razvrščanja hidrografska območja, spremenljivke pa izbrani relief in pedološki kazalniki. Ker so bile spremenljivke istovrstne (deleži višinskih in naklonskih razredov ter deleži tipov prsti), jih ni bilo treba standardizirati. Podobnost med hidrografskimi območji smo računali na temelju evklidskih razdalj, ki so geometrične razdalje v večrazsežnostnem prostoru. Med dvema hidrografskima območjema izračunamo evklidsko razdaljo tako, da seštejemo vse kvadrirane razlike med istovrstnimi kazalniki obeh območij, dobljeno vsoto pa korenimo. Med metodami razvrščanja v skupine smo izbrali Wardovo, postopno združevanje hidrografskih območij v skupine pa smo grafično prikazali z drevesnim diagramom (slika 5). Višina točke, ki jo imenujemo raven združevanja, je sorazmerna meri različnosti med skupinama (Ferligo 1989).

## 4 Tipi hidrografskih območij glede na značilnosti reliefa in prsti

S hierarhično klasifikacijo smo določili sedem skupin hidrografskih območij (slika 6). V štirih skupinah so skupaj hidrografska območja Goričkega in Slovenskih goric, eno skupino sestavljajo samo hidrografska območja Slovenskih goric, dve skupini pa sta sestavljeni samo s hidrografskimi območji iz Haloz.

Imena skupin smo določili glede na prevladujoče vrednosti višinskih, naklonskih in pedoloških kazalnikov. Če na primer delež višin do 1. kvartila prevladuje nad deležem višin nad 3. kvartilom, smo skupino opredelili kot nizko, če pa delež naklonov do 1. kvartila zaostaja za deležem naklonov nad 3. kvartilom, smo skupino opredelili kot strmo. V kolikor je delež naklonov nad 3. kvartilom večji od deleža naklonov do 1. kvartila, a nižji od 50 %, smo hidrografsko območje opredelili kot zmerno strmo. Če je delež med 50 in 75 %, smo hidrografsko območje opredelili kot pretežno strmo, v kolikor pa je delež presegal 75 %, smo hidrografsko območje opredelili samo kot strmo.

Največ hidrografskih območij je zbranih v skupini zmerno visokih in zmerno položnih hidrografskih območij z večjim deležem evtričnih rjavih in hidromorfni prsti (devet), najmanj hidrografskih območij pa je zbranih v skupini pretežno nizkih in zmerno položnih hidrografskih območij s pretežno hidromorfnimi prstmi ter v skupini zmerno visokih in pretežno strmih hidrografskih območij s pretežno humusno akumulativnimi prstmi (po štiri).

S pomočjo digitalne Opozorilne karte poplav (2018) smo pregledali, katere skupine hidrografskih območij so izpostavljene poplavam in v kolikšni meri. Uporabljeni zemljevid oziroma podatkovni sloj prikazuje obseg območij poplavljanja glede na pogostost pojava (pogoste, redke in zelo redke poplave) z namenom opozarjanja na poplavno nevarnost. Največjo poplavno ogroženost smo ugotovili pri skupini zmerno nizkih in zmerno položnih hidrografskih območij z večjim deležem hidromorfni in evtričnih rjavih prsti, kjer poplave ogrožajo več kot desetino zemljišč. Več kot 5 % zemljišč je poplavno ogroženih tudi pri skupini zmerno visokih in zmerno položnih hidrografskih območij z večjim deležem evtričnih rjavih in hidromorfni prsti (7,3 %) in pri skupini pretežno nizkih in zmerno položnih hidrografskih območij s pretežno hidromorfnimi prstmi (6,9 %).

Pri analizi poplavne ogroženosti gričevij severovzhodne Slovenije se je pokazalo, da predstavlja glavno težavo kombinacija razmeroma strmih pobočij in položnih dolin. Ob poletnih in jesenskih neurjih padavinske vode razmeroma hitro odteka z bolj ali manj strmih pobočij in se kopičijo v dolinah s skromnimi strmci, kjer povzročajo hudourniške poplave. Tipi prsti in njihove sposobnosti zadrževanja vode so ob tem manj pomembni, saj ob silovitih nalivih velike količine padavinske vode ne utegnejo pronicati v tla, ampak površinsko odteka v doline. Ob tem niso ogrožene samo doline v gričevjih, ampak tudi v neposrednem sosedstvu. Vodotoki, ki odteka iz Haloz, pomembno prispevajo tudi k poplavam Dravinje.

Na temelju indeksa urbanosti (Ciglič in Nagy 2019) smo skupinam hidrografskih območij določili še stopnjo naravnosti. Višje vrednosti indeksa kažejo na višjo stopnjo urbanosti, nižje, negativne vrednosti pa na visoko stopnjo naravnosti obravnavane pokrajine.

#### **4.1 Zmerno visoka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem hidromorfni in distričnih rjavih prsti**

Prvo skupino sestavljajo hidrografska območja Ledave, Mačkovskega potoka, Male Krke, Velike Krke 1 in Peskovskega potoka na Goričkem ter hidrografska območja Rogoznice in Grajene v Slovenskih goricah. Za skupino so značilni zelo nizki deleži višin do 1. kvartila (v povprečju 4,7 %) in kar visoki deleži višin nad 3. kvartilom (v povprečju 43,2 %). Večji delež višin nad 3. kvartilom ima le šesta skupina. Nakloni do 1. kvartila so podpovprečni (v povprečju 17,9 %), vendar je delež naklonov nad 3. kvartilom še precej manjši (v povprečju 9,4 %). Med tipi prsti so najbolj razširjene hidromorfne prsti (v povprečju 42,1 %), precej pa je tudi distričnih rjavih prsti (v povprečju 31,8 %) in evtričnih rjavih prsti (v povprečju 23,0 %) (slika 7).

Delež poplavnih zemljišč je v povprečju 2,9 % in po posameznih hidrografskih območjih koleba od 0,0 % (Grajena in Rogoznica) do 5,9 % (Peskovski potok). Skromen je tudi indeks urbanosti, ki je v povprečju 0,07 in po posameznih hidrografskih območjih koleba od -0,08 (Peskovski potok) do 0,22 (Rogoznica).

#### **4.2 Zmerno visoka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem evtričnih rjavih in hidromorfni prsti**

Drugo, največjo in najbolj heterogeno skupino sestavljajo hidrografska območja Ivanjševskega potoka, Merka, Dolenskega potoka in Velike Krke 2 na Goričkem ter hidrografska območja Mlinskega potoka, Pesnice 1, Globovnice, Velke in Ščavnice 1 v Slovenskih goricah. Za skupino so značilni zelo nizki deleži višin do 1. kvartila (v povprečju 5,9 %) in nadpovprečni deleži višin nad 3. kvartilom (v povprečju 31,3 %). Nakloni do 1. kvartila so podpovprečni (v povprečju 17,7 %), vendar je delež naklonov nad 3. kvartilom še nekoliko manjši (v povprečju 15,8 %). Med tipi prsti so najbolj razširjene evtrične rjave prsti (v povprečju 54,7 %), ki jim sledijo hidromorfne prsti (v povprečju 32,4 %) (slika 8).

Delež poplavnih zemljišč je v povprečju 7,3 % in po posameznih hidrografskih območjih koleba od 0,0 % (Ivanjševski potok) do 13,5 % (Velika Krka 2). Več kot 10 % poplavnih zemljišč je v hidrografskih območjih Velike Krke 2 (13,5 %), Velke (13,3 %), Globovnice (10,4 %) in Pesnice 1 (10,3 %). Indeks urbanosti je v povprečju 0,13 in po posameznih hidrografskih območjih koleba od -0,14 (Ivanjševski potok) do 0,37 (Globovnica).

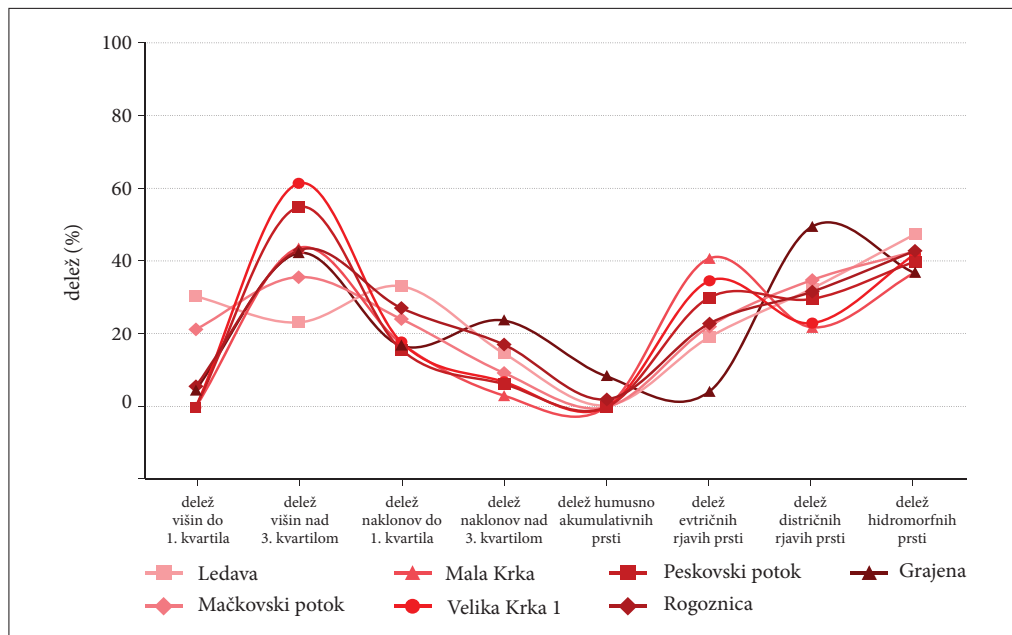
#### **4.3 Zmerno nizka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem hidromorfni in evtričnih rjavih prsti**

Tretjo skupino sestavljajo hidrografska območja Martjanskega potoka in Kobiljskega potoka na Goričkem ter hidrografska območja Pesnice 2, Pesnice 3, Trnave in Ščavnice 2 v Slovenskih goricah. Za skupino so značilni nadpovprečni deleži višin do 1. kvartila (v povprečju 35,8 %) in zelo skromni deleži višin nad 3. kvartilom (v povprečju 7,2 %). Tudi nakloni do 1. kvartila so nadpovprečni (v povprečju 32,5 %), medtem ko je delež naklonov nad 3. kvartilom precej manjši (v povprečju 13,3 %). Skoraj polovico zemljišč prekrivajo hidromorfne prsti (v povprečju 48,2 %), ki jim sledijo evtrične rjave prsti (v povprečju 31,2 %) (slika 9).

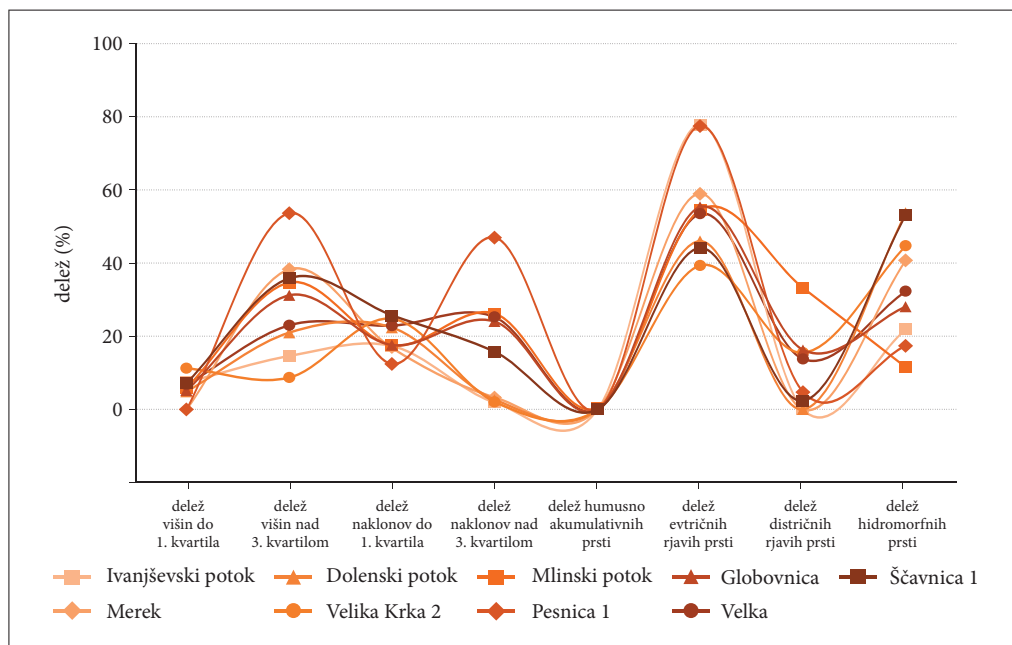
Delež poplavnih zemljišč je v povprečju 10,9 % in po posameznih hidrografskih območjih koleba od 0,8 % (Kobiljski potok) do 27,7 % (Pesnica 2). Več kot 10 % poplavnih zemljišč je v hidrografskih območjih Pesnice 2 (27,7 %) in Pesnice 3 (20,3 %). Indeks urbanosti je v povprečju 0,29 in po posameznih hidrografskih območjih koleba od 0,04 (Kobiljski potok) do 0,52 (Trnava).

#### **4.4 Pretežno nizka in zmerno položna hidrografska območja s pretežno hidromorfni prsti**

Četrto skupino sestavljajo hidrografska območja Lipnice na Goričkem ter hidrografska območja Libanje, Ščavnice 3 in Ščavnice 4 v Slovenskih goricah. Za skupino so značilni zelo visoki deleži višin



Slika 7: Deleži posameznih reliefnih in pedoloških kazalnikov za zmerno visoka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem hidromorfnih in distričnih rjavih prsti.



Slika 8: Deleži posameznih reliefnih in pedoloških kazalnikov za zmerno visoka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem evtričnih rjavih in hidromorfnih prsti.

do 1. kvartila (v povprečju 62,5 %) in neznatni deleži višin nad 3. kvartilom (v povprečju 0,7 %). Tudi nakloni do 1. kvartila (v povprečju 43,1 %) močno presegajo delež naklonov nad 3. kvartilom (v povprečju 11,7 %). Med tipi prsti prevladujejo hidromorfne prsti (v povprečju 67,7 %), precej manj je evtričnih rjavih prsti (v povprečju 24,0 %) (slika 10).

Delež poplavnih zemljišč je v povprečju 6,9 % in po posameznih hidrografskih območjih koleba od 0,0 % (Ščavnica 4) do 12,9 % (Lipnica). Več kot 10 % poplavnih zemljišč je samo v hidrografskem območju Lipnice (12,9 %). Indeks urbanosti je v povprečju 0,27 in po posameznih hidrografskih območjih koleba od 0,20 (Lipnica) do 0,33 (Ščavnica 4).

#### **4.5 Zmerno nizka in zmerno strma hidrografska območja z enakomernim deležem evtričnih rjavih, distričnih rjavih in hidromorfni prsti**

Peto skupino sestavljajo hidrografska območja Drvanje, Cvetkovskega potoka, Sejanskega potoka, Lešnice, Pušenskega potoka in Turje v Slovenskih goricah. Za skupino so značilni rahlo nadpovprečni deleži višin do 1. kvartila (v povprečju 28,9 %) in zelo skromni deleži višin nad 3. kvartilom (v povprečju 1,5 %). Nakloni do 1. kvartila so podpovprečni (v povprečju 17,9 %), kar velja tudi za delež naklonov nad 3. kvartilom (v povprečju 18,9 %). Trije tipi prsti so skoraj izenačeni: hidromorfni prsti je v povprečju 38,1 %, distričnih rjavih prsti v povprečju 34,9 % in evtričnih rjavih prsti v povprečju 30,9 % (slika 11).

Delež poplavnih zemljišč je v povprečju 4,1 % in po posameznih hidrografskih območjih koleba od 0,0 % (Turja) do 6,0 % (Sejanski potok). Indeks urbanosti je v povprečju 0,22 in po posameznih hidrografskih območjih koleba od 0,03 (Cvetkovski potok) do 0,31 (Drvanja).

#### **4.6 Visoka in strma hidrografska območja s prevlado humusno akumulativnih prsti**

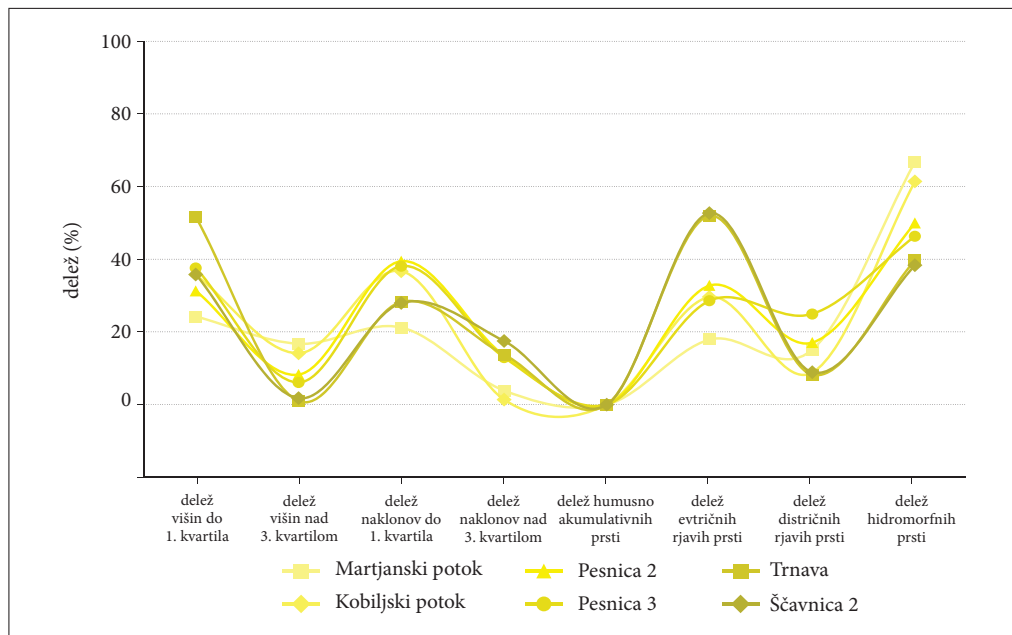
Šesto skupino sestavljajo hidrografska območja Jelovškega potoka, Skrelske, Jesenice, Peklače, Rogatnice 1 in Tisovca v Halozah. Za skupino so značilni neznatni deleži višin do 1. kvartila (v povprečju 0,1 %) in izredno visoki deleži višin nad 3. kvartilom (v povprečju 79,6 %), ki daleč presegajo vse preostale skupine. Tudi nakloni do 1. kvartila so izredno skromni (v povprečju 2,3 %), medtem ko je delež naklonov nad 3. kvartilom izjemen (v povprečju 83,1 %) in prav tako presega vse preostale skupine. Med tipi prsti prevladujejo humusno akumulativne prsti (v povprečju 91,4 %) (slika 12).

Delež poplavnih zemljišč je v povprečju 2,4 % in po posameznih hidrografskih območjih koleba od 0,9 % (Skrelska) do 3,7 % (Rogatnica 1). Indeks urbanosti je v povprečju -0,37 in po posameznih hidrografskih območjih koleba od -0,59 (Tisovec) do -0,19 (Rogatnica 1).

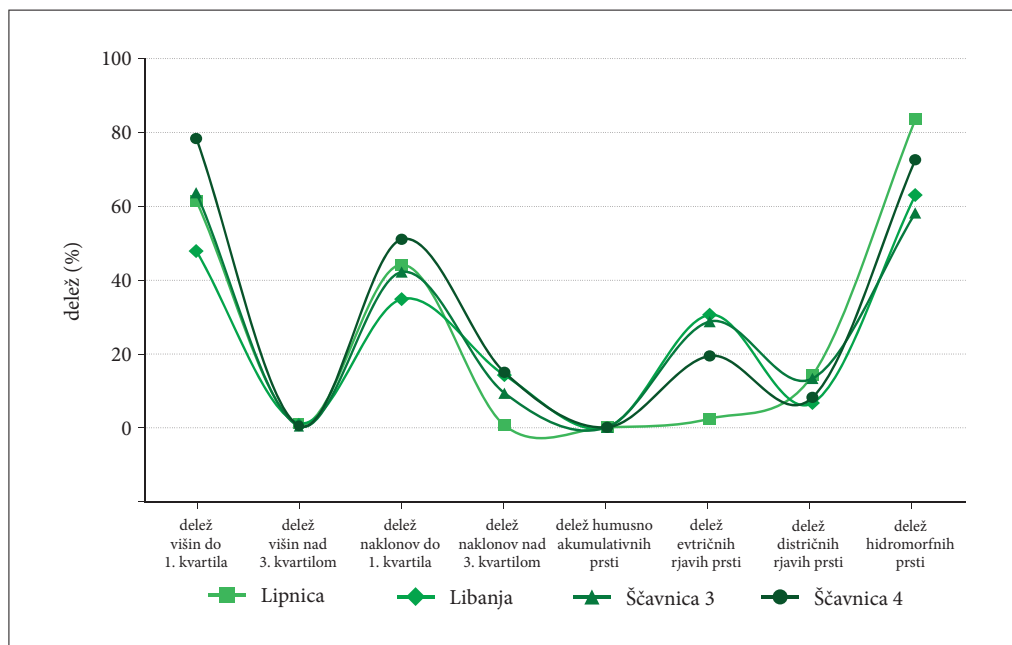
#### **4.7 Zmerno visoka in pretežno strma hidrografska območja s pretežno humusno akumulativnimi prstmi**

Sedmo, najbolj homogeno skupino sestavljajo hidrografska območja Rogatnice 2, Psičine, Bele in Kojuhovskega potoka v Halozah. Za skupino so značilni precej podpovprečni deleži višin do 1. kvartila (v povprečju 15,1 %) in rahlo podpovprečni deleži višin nad 3. kvartilom (v povprečju 22,5 %). Nakloni do 1. kvartila so zelo skromni (v povprečju 7,7 %), zelo visok pa je delež naklonov nad 3. kvartilom (v povprečju 62,1 %). Med tipi prsti prevladujejo humusno akumulativne prsti (v povprečju 70,5 %), medtem ko je hidromorfni prsti (v povprečju 14,3 %) in evtričnih rjavih prsti (v povprečju 12,5 %) precej manj (slika 13).

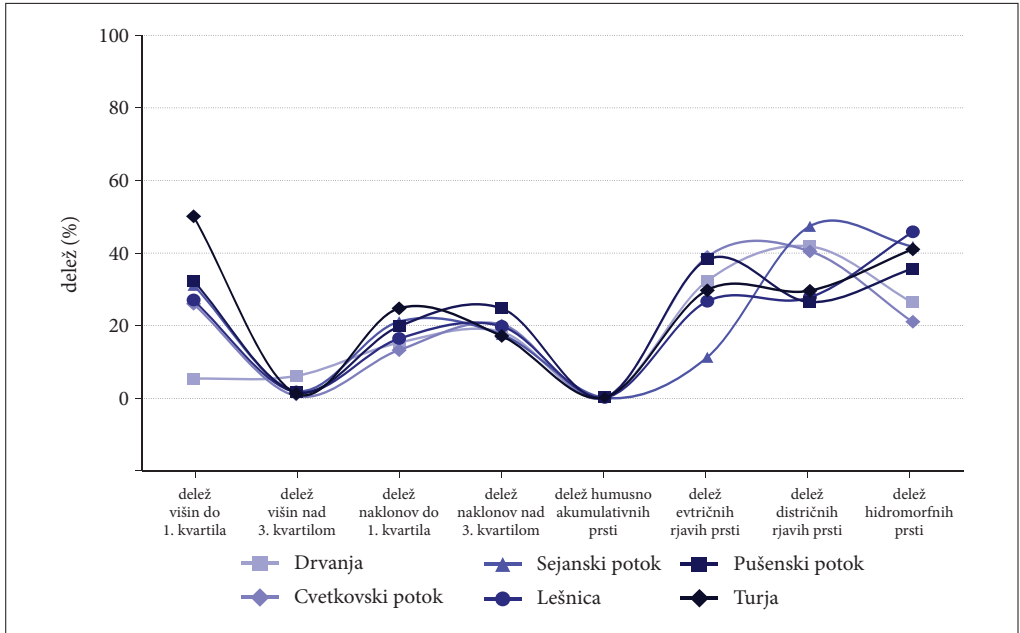
Delež poplavnih zemljišč je v povprečju 3,1 % in po posameznih hidrografskih območjih koleba od 0,0 % (Bela in Kojuhovski potok) do 10,3 % (Rogatnica 2). Več kot 10 % poplavnih zemljišč je samo v hidrografskem območju Rogatnice 2 (10,3 %). Indeks urbanosti je v povprečju -0,01 in po posameznih hidrografskih območjih koleba od -0,10 (Psičina) do 0,08 (Bela).



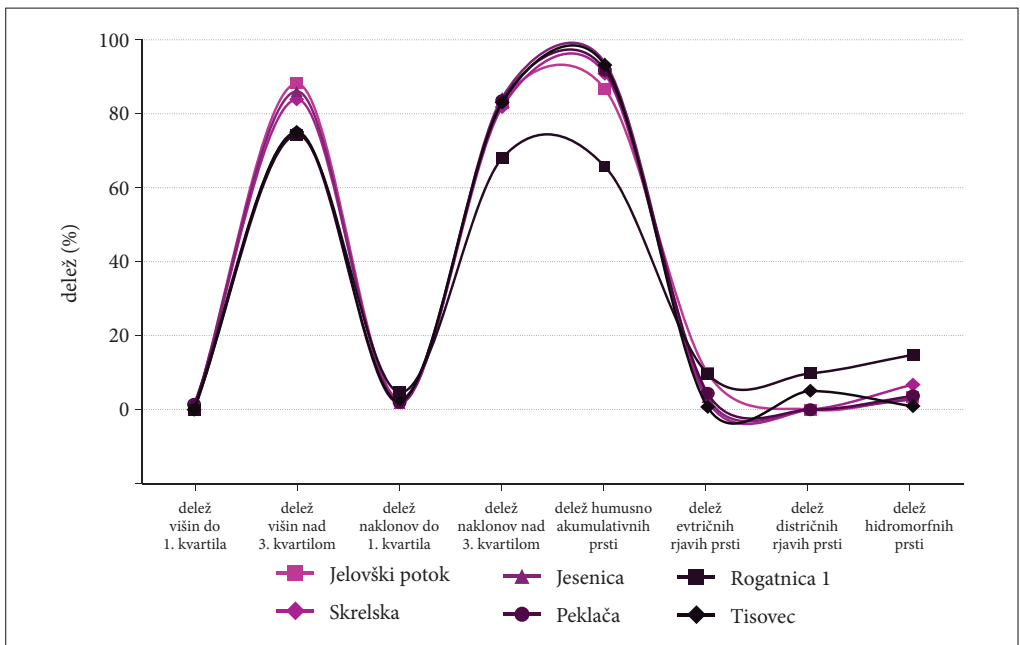
Slika 9: Deleži posameznih reliefnih in pedoloških kazalnikov za zmerno nizka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem hidromorfnihi in evtričnih rjavih prsti.



Slika 10: Deleži posameznih reliefnih in pedoloških kazalnikov za pretežno nizka in zmerno položna hidrografska območja s pretežno hidromorfnihi prsti.

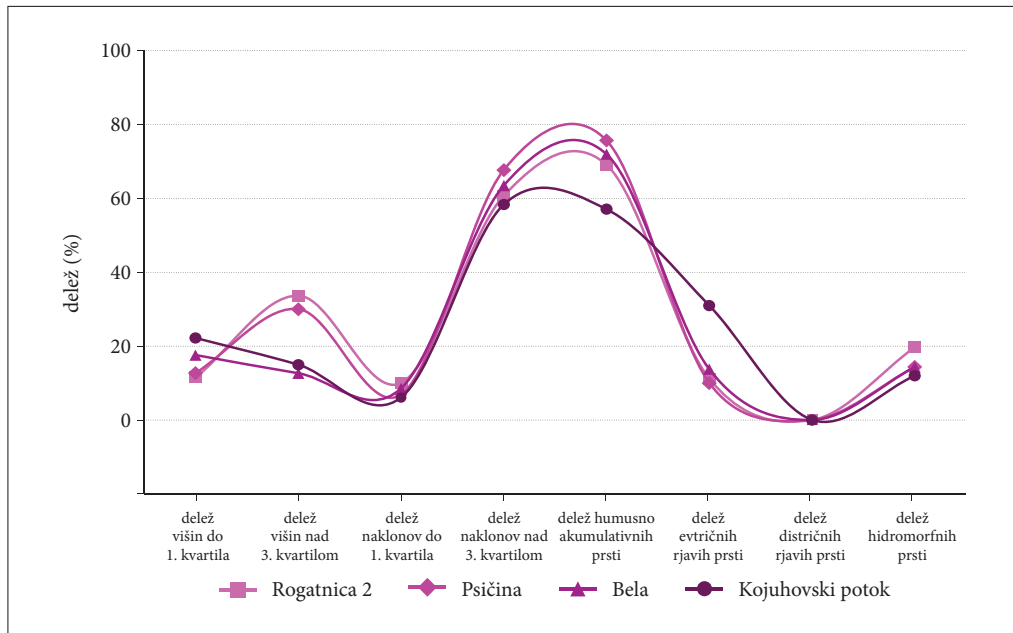


Slika 11: Deleži posameznih reliefnih in pedoloških kazalnikov za zmerno nizka in zmerno strma hidrografska območja z enakomernim deležem evtričnih rjavih, distričnih rjavih in hidromorfnih prsti.



Slika 12: Deleži posameznih reliefnih in pedoloških kazalnikov za visoka in strma hidrografska območja s prevlado humusno akumulativnih prsti.





Slika 13: Deleži posameznih reliefnih in pedoloških kazalnikov za zmerno visoka in pretežno strma hidrografska območja s pretežno humusno akumulativnimi prsti.

## 5 Sklep

V prispevku je predstavljena tipizacija hidrografskih območij v gričevjih severovzhodne Slovenije glede na značilnosti reliefa in prsti, ki smo jo opravili na temelju štirih reliefnih (morfometričnih) in štirih pedoloških kazalnikov. Ob upoštevanju osmih kazalnikov smo na osnovi evklidskih razdalj in Wardove hierarhične metode razvrščanja v skupine razvrstili 42 hidrografskih območij Goričkega, Haloz in Slovenskih goric. Ker so bili vsi upoštevani kazalniki istovrstni (deleži morfometričnih razredov in deleži tipov prsti), jih ni bilo treba standardizirati.

Rezultat statističnega razvrščanja v skupine je sedem tipov hidrografskih območij:

- zmerno visoka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem hidromorfni in distričnih rjavih prsti,
- zmerno visoka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem evtričnih rjavih in hidromorfni prsti,
- zmerno nizka in zmerno položna hidrografska območja z večjim deležem hidromorfni in evtričnih rjavih prsti,
- pretežno nizka in zmerno položna hidrografska območja s pretežno hidromorfni prsti,
- zmerno nizka in zmerno strma hidrografska območja z enakomernim deležem evtričnih rjavih, distričnih rjavih in hidromorfni prsti,
- visoka in strma hidrografska območja s prevlado humusno akumulativni prsti in
- zmerno visoka in pretežno strma hidrografska območja s pretežno humusno akumulativni prsti.

V štirih skupinah so skupaj hidrografska območja Goričkega in Slovenskih goric, eno skupino sestavljajo samo hidrografska območja Slovenskih goric, dve skupini pa sta sestavljeni samo s hidrografskimi območji iz Haloz.

Največjo poplavno ogroženost smo ugotovili pri skupini zmerno nizkih in zmerno položnih hidrografskih območij z večjim deležem hidromorfni in evtričnih rjavih prsti, kjer poplave ogrožajo več kot desetino zemljišč. Več kot 5 % zemljišč je poplavno ogroženih tudi pri skupini zmerno visokih in zmerno položnih hidrografskih območij z večjim deležem evtričnih rjavih in hidromorfni prsti (7,3 %) ter pri skupini pretežno nizkih in zmerno položnih hidrografskih območij s pretežno hidromorfni prsti (6,9 %).

Pri analizi poplavne ogroženosti gričevij severovzhodne Slovenije se je pokazalo, da predstavlja glavno težavo kombinacija razmeroma strmih pobočij in položnih dolin. Ob poletnih in jesenskih neurjih padavinske vode razmeroma hitro odteka z bolj ali manj strmih pobočij in se kopičijo v dolinah s skromnimi strmci, kjer povzročajo hudourniške poplave. Tipi prsti in njihove sposobnosti zadrževanja vode so ob tem manj pomembni, saj ob silovitih nalivih velike količine padavinske vode ne utegnejo pronicati v tla, ampak površinsko odteka v doline. Ob tem niso ogrožene samo doline v gričevjih, ampak tudi v neposrednem sosedstvu.

*ZAHVALA: Prispevek je nastal v okviru mednarodnega raziskovalnega projekta Primerni ekološki ukrepi na področju poplavne nevarnosti v hribovitem območju Madžarske in Slovenije (N6-0070; SNN 125727), ki sta ga sofinancirali Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in madžarska Nacionalna agencija za raziskave, razvoj in inovacije, ter v okviru raziskovalnega programa Geografija Slovenije (P6-0101), ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.*

## 6 Viri in literatura

- Belec, B. 1998: Panonski svet. Slovenija: pokrajine in ljudje. Ljubljana.
- Bertalančič, R. 2018: Padavine v 21. stoletju. Predstavitev rezultatov projekta Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja. Medmrežje: <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/CPVO/>
- Usposabljanje/54011f5b56/12nov18\_padavine.pdf (16. 4. 2020).
- Bole, D. 2008: Ekonomska preobrazba slovenskih mest. Geografija Slovenije 19. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545444>
- Ciglič, R., Deriaz, J., Zorn, M., Ferk, M., Lóczy, D. 2019: Analiza promjene uporabe zemljišta na primjeru panonskih brda u Sloveniji. Ekonomska i ekohistorija 15.
- Ciglič, R., Nagy, G. 2019: Naturalness level of land use in a hilly region in north-eastern Slovenia. Geografski vestnik 91-1. DOI: <https://doi.org/10.3986/GV911101>
- Deriaz, J., Ciglič, R., Ferk, M., Lóczy, D. 2019: The influence of different levels of data detail on land use change analyses: a case study of Franciscan Cadastre for a part of the Pannonian Hills, Slovenia. European Countryside 11-3. DOI: <https://doi.org/10.2478/euco-2019-0019>
- Ferk, M., Ciglič, R., Komac, B., Lóczy, D. 2020: Management of small retention ponds and their impact on flood hazard prevention in the Slovenske Gorice Hills. Acta geographica Slovenica 60-1. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS.7675>
- Ferligoj, A. 1989: Razvrščanje v skupine: teorija in uporaba v družboslovju. Ljubljana.
- Frantar, P., Hrvatin, M. 2005: Pretočni režimi v Sloveniji med letoma 1971 in 2000. Geografski vestnik 77-2.
- Hrvatin, M. 1998: Discharge regimes in Slovenia. Geografski zbornik 38.
- Hrvatin, M., Perko, D. 2018: Morfometrični tipi pokrajinskih vročih in mrzlih točk v Sloveniji. Geografski vestnik 90-2. DOI: <https://doi.org/10.3986/GV90202>
- Jesenko, J., Jesenko, M. 2007: Multivariatne statistične metode. Kranj.
- Kert, B. 1974: Prikaz nekaterih družbeno pogojenih učinkov pokrajinske transformacije Pesniške doline. Socialnogeografski aspekti socialnega razlikovanja med slovenskimi pokrajinami. Ljubljana.

- Kert, B. 1998: Slovenske gorice. Slovenija: pokrajine in ljudje. Ljubljana.
- Komac, B. 2006: Dolec kot značilna reliefna oblika dolomitnega površja. Geografija Slovenije 13. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545208>
- Komac, B., Natek, K., Zorn, M. 2008: Geografski vidiki poplav v Sloveniji. Geografija Slovenije 20. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545451>
- Korošec, V. 2012: Haloško kmetijstvo med preteklostjo in prihodnostjo. Geografski obzornik 59, 1-2.
- Lóczy, D., Nagy, G., Czigány, Sz., Gyenizse, P., Pirkhoffer, E., Zorn, M., Ciglič, R., Fábíán, Sz. Á., Varga, G., Markovics, B. 2019: Landscape pattern and runoff in agricultural hilly regions: mapping and monitoring. Book of Abstracts: State of Geomorphological Research in 2019. Český Ráj.
- Nagy, G., Lóczy, D., Czigány, Sz., Pirkhoffer, E., Fábíán, Sz. Á., Ciglič, R., Ferk, M. 2020: Soil moisture retention on slopes under different agricultural land uses in hilly regions of Southern Transdanubia. Hungarian Geographical Bulletin 68-2 (v tisku).
- Natek, K. 2005: Poplavna območja v Sloveniji. Geografski obzornik 52-1.
- Olas, L., Orožen Adamič, M. 1998: Goričko. Slovenija: pokrajine in ljudje. Ljubljana.
- Opozorilna karta poplav. Inštitut za vode. Ljubljana, 2018.
- Pedološka karta Slovenije 1 : 250.000. Center za pedologijo in varstvo okolja Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana, 1999.
- Perko, D. 1998: Regionalization of Slovenia. Geografski zbornik 38.
- Perko, D. 2009: Tipi naravne pokrajine kot dejavnik regionalnega razvoja in regionalnih razlik v Sloveniji. Razvojni izzivi Slovenije, Regionalni razvoj 2. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545581>
- Petek, F. 2005: Spremembe rabe tal v slovenskem alpskem svetu. Geografija Slovenije 11. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545123>
- Repe, B. 2010: Prepoznavanje osnovnih prsti slovenske klasifikacije. Dela 34. DOI: <https://doi.org/10.4312/dela.34.143-166>
- StatSoft 2013: StatSoft Inc. Electronic Statistics Textbook. Cluster Analysis. Medmrežje: <http://www.statsoft.com/Textbook/Cluster-Analysis> (18. 9. 2019).
- Trobec, T. 2016: Prostorsko-časovna razporeditev hudourniških poplav v Sloveniji. Dela 46. DOI: <https://doi.org/10.4312/dela.46.5-39>
- Urbančič, M., Simončič, P., Prus, T., Kutnar, L. 2005: Atlas gozdnih tal Slovenije. Ljubljana.
- Volk Bahun, M. 2020: Mehanizmi pojavljanja snežnih plazov v slovenskih Alpah. Doktorska disertacija, Fakulteta za humanistične študije Univerze na Primorskem. Koper.
- Vovk, A. 1998: Haloze. Slovenija: pokrajine in ljudje. Ljubljana.
- Ward, J. H. 1963: Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association 58-301. DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>
- Zorn, M., Hrvatin, M. 2014: Škoda zaradi naravnih nesreč v Sloveniji. (Ne)prilagojeni, Naravne nesreče 3. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612546762>
- Žiberna, I. 1992: Vpliv klime na lego in razširjenost vinogradov na primeru Srednjih Slovenskih goric. Geografski zbornik 32.