

RAZPRAVE

POMEN VAROVANJA VROČIH TOČK GEODIVERZITETE ZA OHRANITEV BIOTSKE PESTROSTI NA OBMOČJU NATURE 2000 V DOLINI REKE DRAGONJE

AVTORICA

Špela Čonč

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
spela.conc@zrc-sazu.si

DOI: 10.3986/GV92201

UDK: 502/504:574.1(497.472Dragonja)

COBISS: 1.01

IZVLEČEK

Pomen varovanja vročih točk geodiverzitete za ohranitev biotske pestrosti na območju Nature 2000 v dolini reke Dragonje

Namen prispevka je na varovanem območju Natura 2000 ovrednotiti geodiverzitetu in podati smernice za vključitev v obstoječi sistem naravovarstva. Kot območje preučevanja je bilo izbrano porečje Dragonje. Na podlagi kartografskega gradiva in terenskega dela smo izdelali morfografski zemljevid območja, s pomočjo literature pa prilagodili metodo izračuna indeksa geodiverzitete v geografskih informacijskih sistemih. Končni rezultat je zemljevid indeksa geodiverzitete, na podlagi katerega smo določili vroče točke geodiverzitete.

KLJUČNE BESEDE

geodiverziteta, biodiverziteta, varstvo narave, Natura 2000, GIS, reka Dragonja

ABSTRACT

The importance of protection of geodiversity hotspots for the conservation of biodiversity in the Natura 2000 area in the Dragonja river valley

The purpose of the article is to evaluate geodiversity in Natura 2000 protected area and to provide guidelines for inclusion in the existing nature protection system. The Dragonja River basin (SW Slovenia) was selected as a study area. Based on cartographic material and field work we made a morphographic map of the area, and based on the literature we adjusted the method of calculating the geodiversity index in geographic information systems. The final result is a map of the geodiversity index, on the basis of which geodiversity hotspots were determined.

KEY WORDS

geodiversity, biodiversity, nature conservation, Natura 2000, GIS, Dragonja river

Uredništvo je prispevek prejelo 17. novembra 2020.

1 Uvod

Ekosistemi so pod vse večjim pritiskom zaradi netrajnostnega in čezmernega izkoriščanja naravnih virov, česar se bolj kot kadar koli prej, tudi zavedamo. Zaradi vse večje zaskrbljenosti nad izumiranjem številnih živalskih in rastlinskih vrst ter izgube njihovih habitatov je leta 1992 v Riu de Janeiru potekala Konvencija o biotski raznovrstnosti, ki je več pozornosti namenila preučevanju in varovanju biotskega dela narave (Erhartič 2007; Stepišnik in Trenchovska 2016). Znotraj biologije se je razvil izraz biodiverzitet ali biotska raznovrstnost, ki označuje raznolikost živih organizmov iz vseh okolij (kopenskih, morskih in drugih vodnih ekosistemov ter ekoloških kompleksov) in zajema raznovrstnost znotraj samih vrst, med vrstami in ekosistemi (Zakon o ratifikaciji ... 1996; Stepišnik in Repe 2015).

Kljub prizadevanjem stroke (geologija, geografija) po enakovrednem varovanju abiotske narave oziroma geodiverzitete se izraz varstvo narave še vedno pretežno uporablja v povezavi z varstvom rastlinskih in živalskih vrst (Hribar 2009). V zadnjih tridesetih letih se je kot odziv pretiranega biocentričnega pristopa pri vrednotenju in varovanju narave razvil ter tudi uveljavil izraz geodiverzitet (Stepišnik in Repe 2015). Po mnenju Stepišnika in Repeta (2015) je geodiverzitet najbolj celostno in preprosto definiral Kozłowski (2004), ki jo je opredelil kot naravno pestrost Zemljinega površja, ki se nanaša na geološke in geomorfološke vidike, prsti in površinske vode. Postopno se je z razvojem vrednotenja geomorfološke dediščine in geodiverzitete razvil tudi koncept vročih točk geodiverzitete (Ciglič in Perko 2013; Perko in Ciglič 2015; Stepišnik in Repe 2015; Perko, Hrvat in Ciglič 2017), ki sledi konceptu vrednotenja biodiverzitete. Vroče točke biodiverzitete so opredeljene kot območja izjemne biodiverzitete in ogroženih endemičnih vrst (Myers s sodelavci 2000). Podobno sta koncept pokrajinske raznolikosti in pokrajinskih vročih točk (angleško *landscape hot-spots*) v slovenski geografiji predstavila Ciglič in Perko (2013). Prvi primeri rabe izraza geodiverzitet so se pojavili že v devetdesetih letih prejšnjega stoletja, in sicer v člankih o geološkem, pedološkem in geomorfološkem preučevanju Tasmanije v Avstraliji (Sharples 1993; Dixon 1995; Kiernan 1996). V Veliki Britaniji so izdelali Akcijske načrte za varovanje geodiverzitete in predlagali upoštevanje pri načrtovanju prostora, v Skandinaviji pa so že leta 1996 geodiverzitet vključili v politiko ohranjanja narave (Gray 2004; 2005). Med raziskovalci je vse bolj prisotno zavedanje, da sta biodiverzitet in geodiverzitet močno povezani, saj sta izraza enakovredna, ker naravo sestavljata živi in neživi del. Razumevanje in upoštevanje obeh izrazov vpliva na to, da je pristop k varovanju narave bolj celosten (Gray 2005). V naravovarstveni praksi je to povezovanje najbolj prisotno v okviru zavarovanih območij, vendar se naravovarstvena politika kljub vsemu še vedno premalo zaveda pomena varovanja abiotskega dela narave za zaščito biotskega.

Splošno uveljavljene in sprejete definicije o geodiverziteti in njenem vrednotenju še vedno ni, čeprav je bilo v literaturi že več poizkusov njene opredelitve (Kozłowski 2004; Gray 2004; Erhartič 2007; 2012; Gray, Gordon in Brown 2013). Večina metod za vrednotenje geodiverzitete je kvalitativnih in temelji na subjektivnih elementih, kot je osebno dožemanje estetike (Smrekar, Polajnar Horvat in Erhartič 2016), kar onemogoča primerjavo podatkov in rezultatov vrednotenja (Stepišnik in Repe 2015). V zadnjem času je bilo razvitih več kvantitativnih metod vrednotenja, ki temeljijo na avtomatizaciji, objektivnosti in celostni obravnavi območij s pomočjo geografskih informacijskih sistemov. Avtomatizirane metode omogočajo primerjavo med vhodnimi podatki in rezultati, če ponovimo enak postopek vrednotenja na različnih območjih (Stepišnik in Trenchovska 2016).

V literaturi lahko poleg številnih definicij geodiverzitete zasledimo tudi različne izraze, ki jih strokovnjaki uporabljajo za pojmovanje prvin geodiverzitete: *geosite* (Gray, Gordon in Brown 2013), *geomorphological site* (Panizza in Piacente 1993), *geomorphosite* (Reynard in Cortaza 2007) ali *geotop* (Reynard in Cortaza 2007). V Sloveniji je Erhartič (2010) uvedel izraz »geomorfološka dediščina«, za katerega Stepišnik in Repe (2015) menita, da ni ustrezen, saj se nanaša le na geomorfološke oblike in procese, ne zajema pa geoloških, hidroloških ter pedoloških. Avtorja sta se odločila za uporabo izraza »elementi geodiverzitete«, ki zajema vse prvine vrednotenja geodiverzitete (Stepišnik in Repe 2015). Prav tako se je uveljavil izraz »geodediščina« (*geoheritage*), ki opredeljuje zakonsko varovane abiotske

naravne pojave, ki jih poznamo v Sloveniji kot »naravne vrednote« državnega ali lokalnega pomena (Tičar, Perko in Volk Bahun 2018). Opredeljevanje naravnih vrednot krepi zavedanje o vrednosti naše okolja, hkrati pa pripomore pri ohranjanju teh (Naravne ... 2020). Za razlikovanje med namembnostjo uporabe izraza naravna vrednota, predlagamo uporabo izraza »geovrednota« za abiotske in »biovrednota« za biotske naravne vrednote.

Glavni namen članka je na varovanem območju Natura 2000 (Direktiva ... 1992) ovrednotiti geodiverzitetu in podati smernice za vključitev v obstoječi sistem naravovarstva. Kot območje preučevanja je bilo izbrano porečje Dragonje. V ta namen smo izračunali indeks geodiverzitetu in določili vroče točke geodiverzitetu. Rezultate smo ovrednotili in jih primerjali s stanjem že obstoječih naravnih vrednot na območju. Izpostavili smo razmerje med geo- in biovrednotami (število, površina, stopnja varovanja).

Območje preučevanja smo izbrali na podlagi številčnosti in raznovrstnosti naravnih vrednot ter študije predloga zavarovanja območja (Trampuš s sodelavci 2009), da bi rezultate lahko primerjali z obstoječim stanjem. Na območju porečja Dragonje, ki obsega 116 km², je v Registru naravnih vrednot evidentiranih 55 naravnih vrednot (Register ... 2020). Leta 2009 je Zavod Republike Slovenije za varstvo narave v strokovnem predlogu zapisal, da je »... območje porečja Dragonje ključnega pomena za varstvo naravnih vrednot in ohranjanja biotske pestrosti slovenske Istre ...« (Trampuš s sodelavci 2009). Čeprav je bila naravovarstvena namembnost območja opredeljena v prostorskih planih že v osemdesetih letih prejšnjega stoletja (Guštin 1987), pobude za trajno zavarovanje porečja Dragonje in vzpostavitve krajinskega parka še vedno niso potrdili (Trampuš s sodelavci 2009). Z dopolnitvijo seznama naravnih vrednot v dolini Dragonje želimo poudariti pomen abiotskega dela narave in s tem potrebo po strožjem varstvenem režimu v dolini Dragonje.

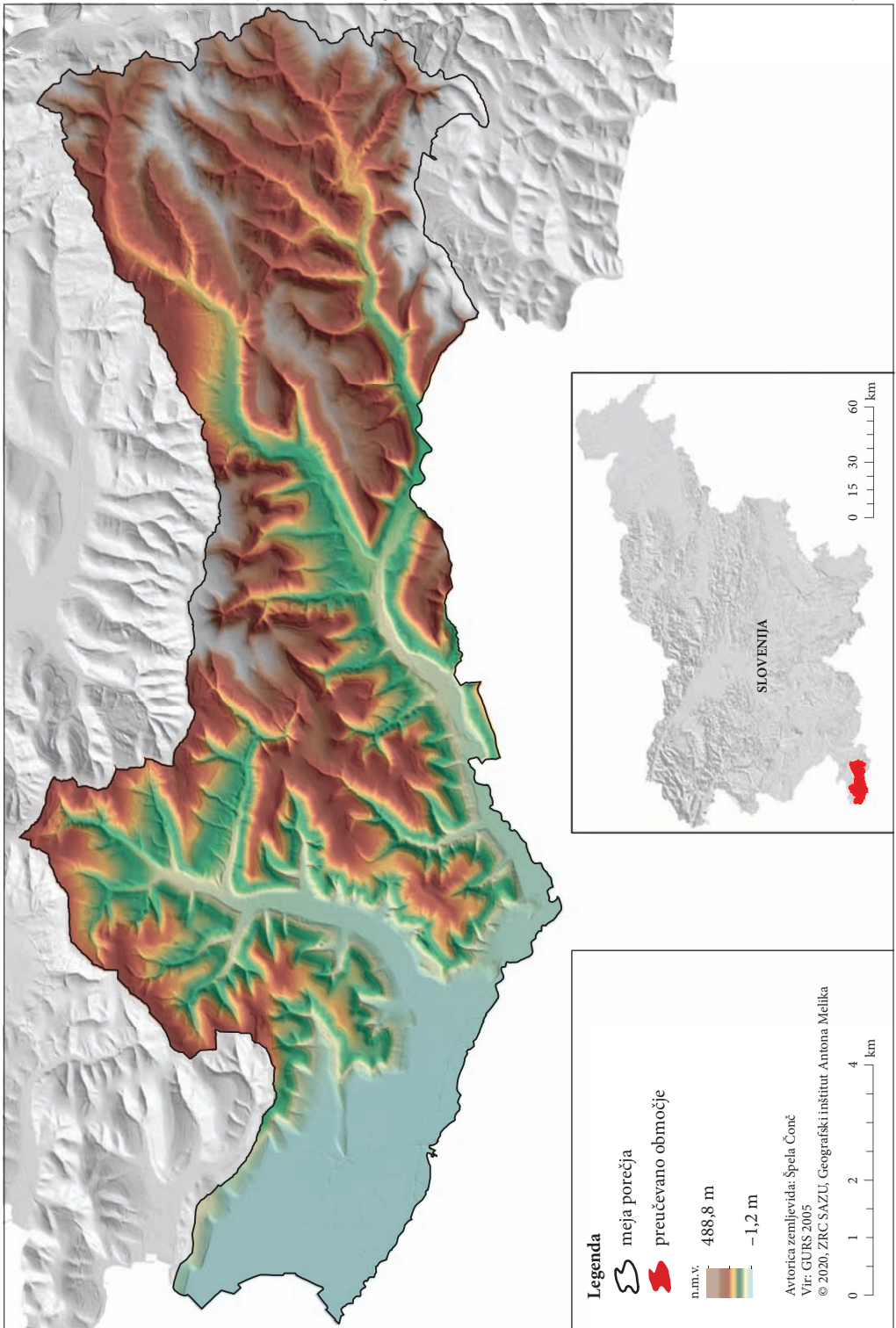
2 Naravnogeografske značilnosti, biotska pestrost in naravne vrednote porečja Dragonje

Porečje Dragonje (slika 1) se glede na naravnogeografsko regionalizacijo Slovenije nahaja v makroregiji sredozemski svet ter v submakroregiji sredozemska flišna brda. Porečje Dragonje je v pokrajini Koprška brda, na območju občin Piran, Izola in Koper (Perko in Orožen Adamič 2001). Vzhodno mejo predstavlja jasna kamninska in reliefna ločnica med flišem in apnencem, ki se v obliki kraškega roba dviguje v Podgorski kras. Na zahodu meji na Piranski zaliv, na jugu na Bujski kras in na severu na Koprška brda, od katerih je porečje ločeno z razvodnico porečja Dragonje (Perko in Orožen Adamič 2001). Slovenski del porečja reke Dragonje zavzema 116,1 km² (Čonč 2018). Ker za hrvaški del porečja Dragonje ni na voljo nekaterih kartografskih podatkov, ki bi jih potrebovali za analizo v geografskih informacijskih sistemih, smo izdelali analizo le za slovenski del porečja.

Glede na osnovni geološki zemljevid ima porečje Dragonje preprosto geološko zgradbo, saj večino območja gradijo flišne kamnine eocenske starosti, nekaj zaplat apnenca paleocenske in eocenske starosti ter kvartarni rečni nanosi (Pleničar, Polšak in Šikić 1969). Zaplate apnenca so pravzaprav kalkareniti oziroma izdanki debelejših plasti, ki so po nastanku karbonatni turbiditi (slika 2) (Trampuš s sodelavci 2009).

Za porečje Dragonje je značilen rečno-denucijski tip reliefa (Zorn 2008; 2009a; 2009b), ki se razvija na območjih, ki jih gradijo slabše prepustne kamnine in kjer voda odteka površinsko. Največji obseg premeščanja gradiva je bil v obdobju pleistocena, saj je bila morska gladina današnjega Jadranskega morja za približno 120 m nižja. Reke in potoki so imeli večjo erozivno moč, prav tako pa je bilo območje odlaganja večje od današnjega, na kar nakazujejo količine proda, ki ponekod segajo do 113 m pod morsko gladino. Pred približno 5000 leti je hitra transgresija morja povzročila dvig morske gladine, ustja rek pa so se premaknila proti notranjosti. Nadaljevala se je erozija v povirnih območjih in akumulacija na naplavnih ravninah (Natek, Repe in Stepišnik 2012).

Slika 1: Preučevano območje in razgibanost rečnega reliefa porečja reke Dragonje. ► str. 12



Reka Dragonja s hudourniškim značajem je 26,6 km dolga obmejna reka, saj po večjem delu poteka državna meja med Slovenijo in Hrvaško (Perko s sodelavci 2019). Glavnina porečja Dragonje je v Sloveniji, le dobra petina sega na Hrvaško (Trobec 2012). Dragonja ima veliko pritokov, ki so prav tako hudourniškega značaja, med večjimi je 18 desnih in 13 levih pritokov. Odsotnost antropogenih posegov v vodotoke se kaže v dobri ohranjenosti in izoblikovanosti raznolikih hidroloških oblik, kot so slapovi, kaskade, tolmoni, lehnjakovi pragovi in dno struge iz plasti peščenjaka (Dragonja 2020). Zaradi hudourniškega značaja reke in pogostega poplavljanja je dolina Dragonje stoletja ostala poselitveno, prometno in gospodarsko razmeroma malo izkoriščena, izjema so bili številni mlini na vodni pogon, nekdanji rudnik črnega premoga v Sečovljah in Sečoveljske soline (Trobec 2012).

Po Ogrinovi (1996) klasifikaciji ima porečje reke Dragonje submediteranski tip podnebja. Za ta tip podnebja je značilno, da je temperatura najhladnejšega meseca nad 0 °C, povprečna temperatura najtoplejšega meseca nad 20 °C, povprečne oktobrsk temperature so višje od aprilskih in da velja submediteranski padavinski režim (Ogrin 1996). Primarni višek padavin se pojavlja jeseni, sekundarni pa na prehodu iz zime v pomlad. Primarni nižek je pozimi, sekundarni pa poleti (Zorn 2008). Na območju porečja reke Dragonje je glede na slovensko klasifikacijo prsti (Grčman s sodelavci 2015) značilnih devet različnih tipov: zaslanjene in podvodne prsti, obrečna tla, hipoglej, psevdoglej, regosol ali kamnišče, evtrična rjava prst, karbonatna rjava prst, rendzina in rigolana prst (Grčman s sodelavci 2015).

Da je območje porečja Dragonje ključnega pomena za ohranjanje in varovanje biotske in abiotске pestrosti slovenske Istre nam kažejo številna prizadevanja za varovanje območja. Prvi poizkusi za ohranitev naravnih posebnosti porečja Dragonje so se začeli okoli leta 1985, ko je bila izdana dokumentacija za načrtovanje hidrotehničnih in agrotehničnih posegov v dolini Dragonje (Guštin 1987). Skozi leta sta tako občina Piran kot občina Koper sprejeli odloke, kjer je reka Dragonja razglašena kot naravni spomenik, celotno porečje pa za kulturno krajino in naravno dediščino (Trampuš s sodelavci 2009). Da bi se porečje reke Dragonje zavarovalo kot krajinski park je bilo vložena veliko truda, vendar pobuda za trajno zavarovanje porečja reke Dragonje še ni bila uresničena (Trampuš s sodelavci 2009).



SPELA ČONČ

Slika 2: Kalkarenitna plast nad Gunjači, ki jo na terenu opazimo kot stopnjo strukturnega reliefa.

Porečje Dragonje uvrščamo med ekološko pomembna območja in območje Nature 2000, na območju pa so evidentirane tudi naravne vrednote. Vse tri načine varovanja uvrščamo med varovana območja (Turk in Mežan 2009). Ekološko pomembna območja so po Zakonu o ohranjanju narave (1999, 32. člen) »... območje habitatnega tipa, dela habitatnega tipa ali večje ekosistemske enote, ki pomembno prispeva k ohranjanju biotske raznovrstnosti«. Predstavljajo eno izmed izhodišč za izdelavo naravovarstvenih smernic in so obvezno izhodišče pri urejanju prostora ter rabi naravnih dobrin (ARSO 2020). Natura 2000 je omrežje posebnih varstvenih območij, katerih cilj je ohranitev biotske pestrosti. Namen posebnih varstvenih območij je ohranjanje redkih ali na evropski ravni zaradi človeških dejavnosti ogroženih rastlinskih in živalskih vrst ter njihovih habitatov. Območja Nature 2000 so določena na podlagi Direktive o pticah in Direktive o habitatih (ARSO 2020). Preučevano območje je izjemno pestro tako z vidika rastlinskih in živalskih vrst, kot tudi po številu habitatnih tipov. Številne vrste na območju spadajo na seznam ogroženih vrst tako na ravni Slovenije kot tudi Evrope (Trampuš s sodelavci 2009). Na pestrost habitatov in vrst vplivajo številni dejavniki, med drugim tudi vpliv človeka. Večina habitatov je sekundarnega nastanka in rezultat antropogenih vplivov. Človek je skozi dolgoletno spreminjanje rabe tal vplival na prostor ter ustvaril številne habitate rastlinskim in živalskim vrstam, ki so se prilagajale življenjskim razmeram. Opuščanje tradicionalne rabe tal ogroža obstoj habitatov (Trampuš s sodelavci 2009). Poleg antropogenih dejavnikov na pestrost rastlinskih in živalskih vrst ter njihovih habitatov v največji meri vplivajo abiotiski oziroma naravnogeografski dejavniki (na primer geološke, reliefne, hidrološke, podnebne, pedološke značilnosti). Večina habitatnih tipov na izbranem območju je vezana na hidrološke značilnosti območja (na primer presihanje vode, suša) in reliefne oblike vezane na vodo ter obvodni prostor (na primer erozijske stene, brzice,



SPELA ČONČ

Slika 3: Naravna vrednota Fermov mlin – flišna stena.

tolmuni, mrtvice, prodišča) (Trampuš s sodelavci 2009). Na območju najdemo 44 rastlinskih in 109 živalskih vrst, ki spadajo na seznam ogroženih vrst, 17 habitatnih tipov, ki so naravovarstveno najvišje vrednoteni in 3 habitatne tipe, ki so na območju Slovenije redki, ranljivi in malo razširjeni (Trampuš s sodelavci 2009).

Na območju porečja Dragonje je v Registru naravnih vrednot (2020) zavedenih 55 naravnih vrednot. Večina (38) vrednot je lokalnega pomena, dobra tretjina (17) vrednot pa je državnega pomena. Največ naravnih vrednot (24) pripada skupini ekosistemske naravne vrednote, od tega je 23 kalov, 1 območje pa predstavljajo Sečoveljske soline. Poleg ekosistemskih med biovrednote spada tudi 7 drevesnih in 1 botanična naravna vrednota. Geovrednot (slika 3) je 23, od tega so 4 jame, 19 pa je geovrednot različnih kombinacij zvrsti (hidrološke, geomorfološke, geološke, botanične, zoološke, ekosistemske) (Register ... 2020). Leta 2009 so v Strokovnem predlogu za zavarovanje Krajinskega parka Dragonja navedli še 14 novo predlaganih naravnih vrednot in območje porečja Dragonje za v prihodnje opredelili kot območje pričakovanih naravnih vrednot (Trampuš s sodelavci 2009).

3 Metode

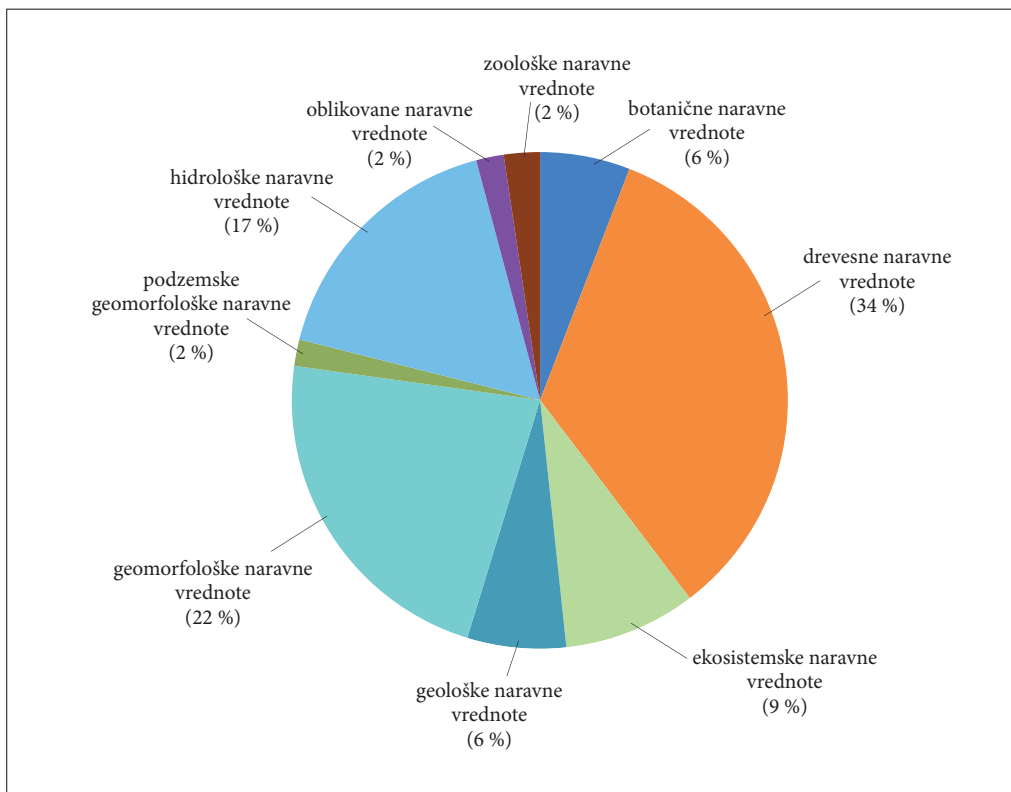
3.1 Geodiverziteteta v Sloveniji in veljavni zakonodajni okvir ohranjanja narave

Preučevanje in vrednotenje nežive narave ima tako kot drugje po svetu tudi v Sloveniji dolgo tradicijo. Preprosto numerično metodo za potrebe vrednotenja dolin v porečju Soče je kot prvi izdelal Orožen Adamič (1970). Leta 1976 je izšlo delo Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije (Peterlin s sodelavci 1976), v katerem so avtorji poskusili vrednotiti naravno dediščino in določili merila vrednotenja za prepoznavanje elementov naravne dediščine (Peterlin s sodelavci 1976). Kasneje je bilo o geodiverziteti napisanih več del. K uveljavitvi izraza geodiverziteteta v Sloveniji je prispeval Erhartič (2007), ki je izpostavil vrednote reliefnih oblik kot sestavni del geomorfološke dediščine. Erhartič in Zorn (2012) pa sta predstavila nekatera teoretska izhodišča za preučevanje geodiverzitetete v Sloveniji ter stanje na tem področju. Leta 2012 je izšla monografija »Geomorfološka dediščina v Dolini Triglavskih jezer« (Erhartič 2012), ki se osredotoča na reliefno analizo omenjenega območja in na naravovarstveno vrednotenje reliefnih oblik. Nekoliko kasneje je izšel članek »Identifikacija vročih točk geodiverzitetete na primeru krajinskega parka Rakov Škocjan«, v katerem sta Stepišnik in Repe (2015) predstavila aplikacijo avtomatizirane in objektivne metode vrednotenja. Kasneje je bilo o geodiverziteti napisanih še nekaj diplomskih in magistrskih del ter člankov, katerih namen je prilagoditev metod in njihova uporaba na različnih območjih ter zmanjšanje vpliva subjektivnosti pri vrednotenju elementov (Lesnik 2016; Stepišnik in Trenčovska 2016; Trenčovska 2016; Stepišnik, Repe in Ilc Klun 2017; Stepišnik in Trenčovska 2017; Čonč 2018; Kropivšek 2018). Izdanih je bilo tudi več del na temo pokrajinskih vročih točk, pokrajinske raznolikosti, geodediščine, estetskega pomena in ohranjanja ter zaščite posameznih reliefnih oblik (Breg 2007; Ciglič in Perko 2013; Perko in Ciglič 2015; Smrekar, Polajnar Horvat in Erhartič 2016; Perko, Hrvat in Ciglič 2017; Tičar, Perko in Volk Bahun 2018).

V Sloveniji velja Zakon o ohranjanju narave (1999), v katerem so uvedli izraz »naravna vrednota« za vso naravno dediščino na območju Republike Slovenije in ga opredelili kot: »*Naravna vrednota je poleg redkega, dragocenega ali znamenitega naravnega pojava tudi drug vredni pojav, sestavina oziroma del žive ali nežive narave, naravno območje ali del naravnega območja, ekosistem, krajina ali oblikovana narava*« (Zakon o ohranjanju ... 1999, 4. člen). V Registru naravnih vrednot (2020) je po podatkih iz leta 2020 evidentiranih 17.430 naravnih vrednot, od tega 5282 naravnih vrednot in 12.148 jam – naravnih vrednot, ki so prikazane posebej; 37,33 % naravnih vrednot je državnega in 62,67 % lokalnega pomena (Register ... 2020). Uredba o zvrsteh naravnih vrednot (2002) naravne vrednote na podlagi različnih značilnosti razvršča v deset skupin (slika 4).

Merila vrednotenja naravnih vrednot so podana kot: izjemnost, tipičnost, kompleksna povezanost, ohranjenost, redkost, ekosistemska pomembnost, znanstvenoraziskovalna pomembnost in pričevalna pomembnost. Večinoma so zelo subjektivna in odvisna od ocenjevalca ter njegovih sposobnosti prepoznavanja lastnosti naravne dediščine kot vrednote (Zakon o ohranjanju ... 1999).

Vzpostavljanje zavarovanih območij je eden izmed ukrepov za varovanje in ohranjanje naravnih pojavov. Naravne vrednote z vnosom v register še niso zavarovane, takšne postanejo z aktom o zavarovanju. Kljub temu pa Register naravnih vrednot predstavlja podlago za zavarovanje območij. Določa, da se za ohranjanje naravnih vrednot lahko ustanovi zavarovano območje ene ali več naravnih vrednot, pri čemer jih register opredeli kot ožja (naravni spomenik, strogi naravni rezervat, naravni rezervat) ali širša (narodni park, regijski park, krajinski park) zavarovana območja (Zakon o ohranjanju ... 1999). Poleg zavarovanih območij v Sloveniji poznamo tudi varovana območja, kamor spadajo ekološko pomembna območja (EPO) in posebna varstvena območja (PVO; na primer Natura 2000) (Hribar, Šmid Hribar in Erhartič 2011). K prepoznavnosti, ohranjanju in zavarovanju geodiverzitet je pripomogel tudi vpis Škocjanskih jam na seznam Unesca (Park Škocjanske ... 2020) ter vzpostavitev Geoparka Idrija leta 2010 in Geoparka Karavanke leta 2013. V fazi ustanavljanja pa je tudi Geopark Kras (Geoparki 2020). Glede na stanje leta 2019 je bilo v Sloveniji zavarovanih 270.184 ha, kar je 13,33 % površine Slovenije. V Sloveniji so trenutno naslednja zavarovana območja: 1 narodni park, 3 regijski parki, 46 krajinskih parkov, 1 strogi naravni rezervat, 56 naravnih rezervatov in 1164 naravnih spomenikov (Zavarovana ... 2020).



Slika 4: Delež naravnih vrednot po vrsteh v Sloveniji, ki so evidentirane v Registru naravnih vrednot (2020).

3.2 Metode za vrednotenje geodiverzitete v porečju Dragonje

V raziskavi smo za inventarizacijo in vrednotenje geodiverzitete uporabili različne podatke. Za prikaz naravnogeografskih lastnosti območja smo uporabili geološki zemljevid (Pleničar, Polšak in Šikić 1969), digitalni model višin z ločljivostjo 12,5 m (Digitalni ... 2005), vektorski sloj hidrografija – os vodotoka (Hidrografija ... 2007) ter pedološki zemljevid (Pedološka ... 2016). Pri prepoznavanju elementov geodiverzitete in izračunu indeksa geodiverzitete smo si pomagali z digitalnimi ortofoto posnetki (Ortofoto 2017), Registrom naravnih vrednot, tj. jam, točk, območij (Register ... 2015) ter digitalnim modelom reliefa z ločljivostjo 2 m, ki smo ga pridobili na podlagi lidarskih posnetkov (LiDAR 2011). Za prostorske analize in izdelavo modela vrednotenja geodiverzitete na izbranem območju smo uporabili ESRI-jeva programa *ArcMap 10.3.1* in *ArcMap 10.4.1*.

Inventarizacija in vrednotenje geodiverzitete je potekala v treh fazah dela. V prvi fazi smo s pomočjo programa izdelali mejo porečja reke Dragonje, ki hkrati predstavlja tudi naše preučevano območje (funkcije *Fill*, *Flow Direction*, *Flow Accumulation*, *Reclassify*, *Pour Point*, *Watershed* ter *Raster to Polygon*). Sledilo je prepoznavanje elementov geodiverzitete in izdelava morfografskega zemljevida območja, pri čemer smo si pomagali z obstoječo literaturo, kartografskim gradivom, registrom naravnih vrednot in terenskim delom. Morfografski zemljevid je bila izdelan v manjšem merilu (1 : 25.000), saj smo zaradi težko dostopnega terena in velikosti preučevanega območja prepoznali le površinsko vidne, večje ter dostopnejše reliefne, geološke in hidrološke elemente.

Druga faza dela je vključevala digitalizacijo morfografskega zemljevida in prepoznanih elementov geodiverzitete, s katero smo ustvarili vektorske sloje posameznih oblik (*Editor*) in jih za potrebo nadaljnjih analiz pretvorili v rastrske podatke (*Point/Polyline/Polygone to Raster*). Prepoznali smo 1069 elementov geodiverzitete, ki smo jih razvrstili v 7 različnih tipov elementov geodiverzitete (slika 5).

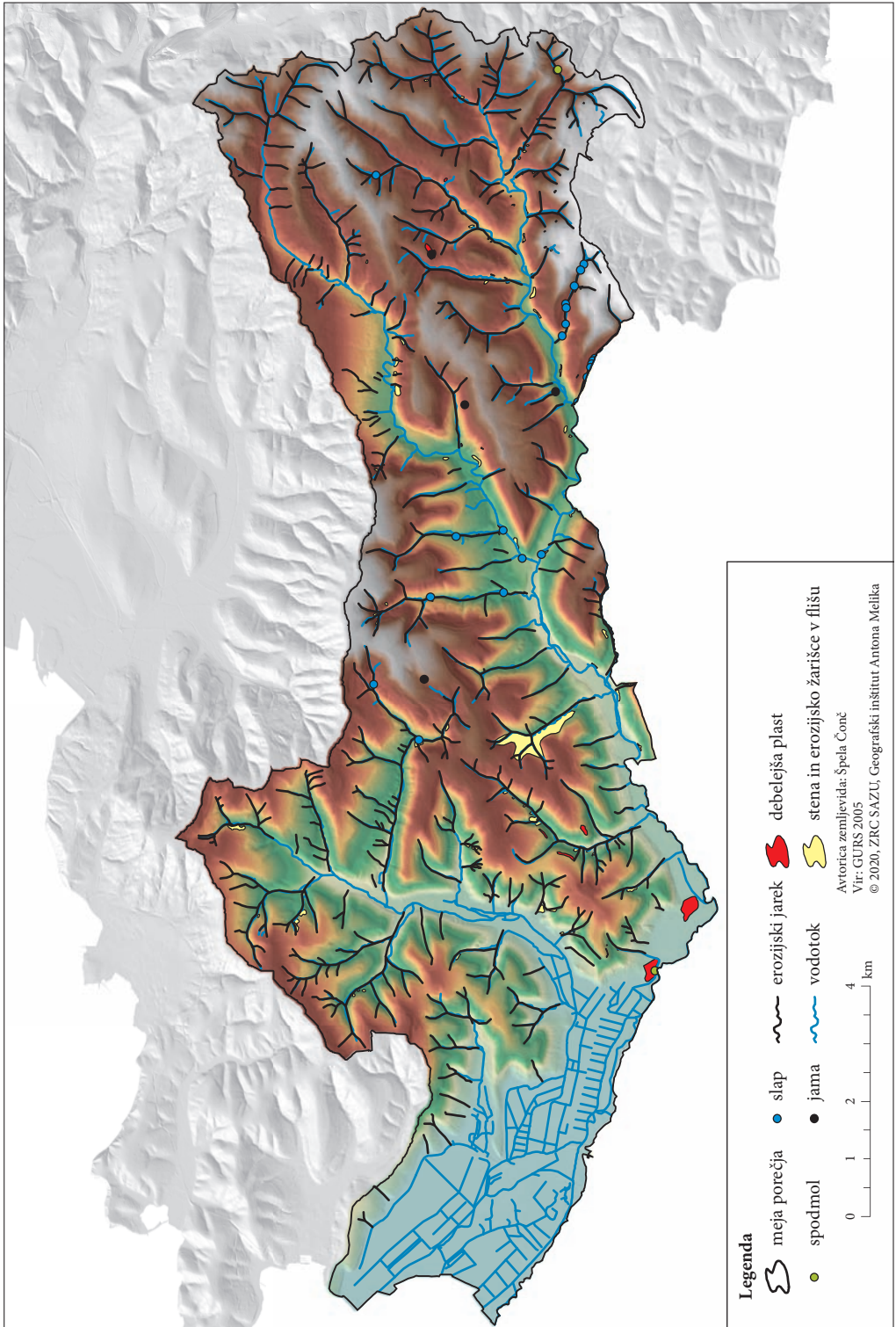
Ker smo pri nadaljnjih analizah uporabili digitalni model višin (LiDAR 2011) z ločljivostjo 2 m, smo v fazi rasterizacije slojem elementov geodiverzitete dodelili enako velikost celic. Z orodjem *Focal Statistics* smo izračunali število tipov elementov. Določili smo območja, ki so v radiju 100 m od elementov geodiverzitete (velikost radija je določena na podlagi velikosti preučevanega območja) in vsem celicam znotraj območja radija pripisali vrednost 1, celicam izven območja pa vrednost 0. S funkcijo *SUM (Raster Calculator)* smo združili vseh 7 rastrskih slojev in dobili vsoto števila elementov geodiverzitete, ki so v 100-metrskem radiju od posamezne celice. V zadnjem koraku druge faze dela smo po Rileyjevi metodi (Riley, DeGloria in Elliot 1999) z orodjema *Focal Statistics* in *Raster Calculator* izračunali indeks razgibanosti površja (*TRI – Terrain Ruggedness Index*). Kot vhodni rastrski sloj smo v analizo vključili digitalni model nadmorskih višin z ločljivostjo 2 m (LiDAR 2011). Indeks razgibanosti površja smo razvrstili v 3 razrede, ki prikazujejo območja z nizkim, srednjim in visokim indeksom.

V zadnji fazi dela smo izračunali indeks geodiverzitete s pomočjo enačbe, ki sta jo predlagala Serrano in Ruiz-Flaño (2007). Enačbo smo prilagodili potrebam našega dela. Inдекsa je odvisen pestrosti pojavljanja različnih elementov geodiverzitete (število tipov elementov geodiverzitete – *Eg*) in indeksa razgibanosti površja (*TRI*):

$$Gd = Eg \cdot TRI$$

Z orodjem *Raster Calculator* smo med seboj zmnožili sloja števila tipov elementov geodiverzitete in indeksa razgibanosti površja ter dobili vrednosti indeksa geodiverzitete med 0 in 18. Za lažjo razlago rezultatov smo vrednosti razvrstili v 5 ročno določenih razredov in dobili območja z zelo nizkim, nizkim, srednjim, visokim ter zelo visokim indeksom geodiverzitete. Da smo dobili bolj sklenjena območja in lepši grafični prikaz, smo sloj generalizirali in zgladili z orodjema *Focal Statistics* in *Boundary clean*.

Slika 5: Elementi geodiverzitete, ki so bili upoštevani pri vrednotenju v dolini Dragonje. ► str. 18



Rastrski sloj smo z orodjem *Raster to Polygon* pretvorili in dobili vektorski prikaz območij s petimi razredi indeksa geodiverzitete. Območja z visokim in zelo visokim indeksom geodiverzitete so vroče točke geodiverzitete. Vroče točke geodiverzitete smo primerjali s slojem naravnih vrednot.

4 Rezultati

Na območju smo prepoznali 2 spodmola, 23 slapov, 4 jame, 370 erozijskih jarkov, 100 območij sten ali erozijskih žarišč v flišu, 17 območij izdankov debelejših plasti in 553 vodotokov, skupaj 1069 elementov geodiverzitete. Na območju je 18 večjih vodotokov, 535 odsekov vodotokov pa je manjših in hkrati občasnih pritokov; v to število je všteta tudi celotna mreža vodnih kanalov, ki je značilna za spodnji del porečja Dragonje in je posledica regulacij vodotoka. Pri terenskem pregledu smo prepoznali še več tipov elementov geodiverzitete, ki jih zaradi majhnosti in oteženega prikaza v morfografski zemljevid nismo vključili. Prepoznali smo še območja, prekrita z lehnjakom, tolmane, prodišča, brzice ter kaskade. Prav tako nismo vključili izvirov, saj neprehodnost območja in nestalnost prisotnosti vode otežujeta prepoznavanje.

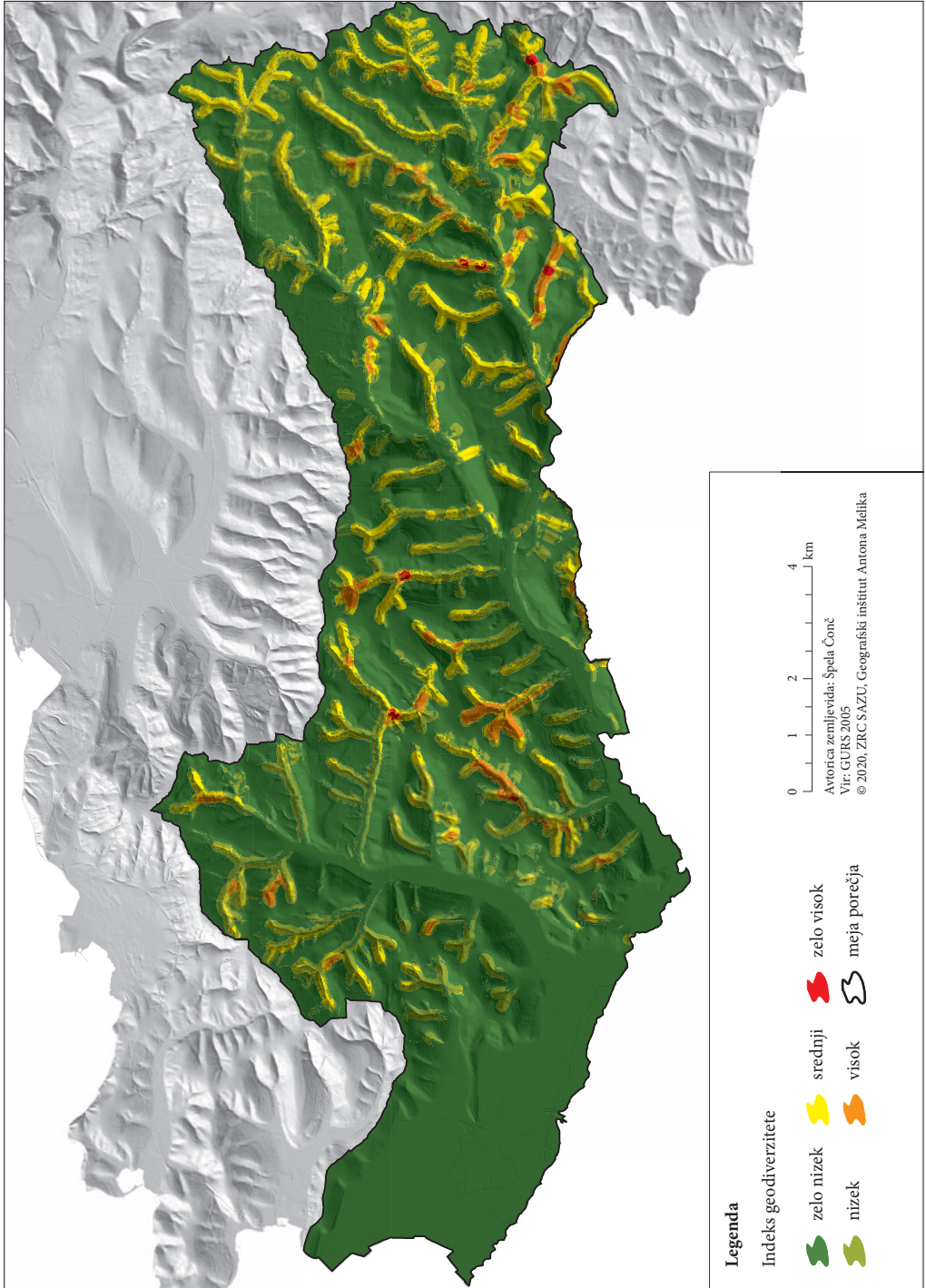
Na podlagi prepoznanih elementov geodiverzitete smo izračunali sloje števila tipov elementov geodiverzitete in vsem celicam v radiju 100 m od elementa pripisali vrednost 1. Vse rastrske sloje tipov elementov geodiverzitete smo med seboj sešteli in dobili končni sloj števila tipov elementov geodiverzitete, kjer je celicam pripisana vrednost enaka številu tipov elementov geodiverzitete, ki so v njihovem 100-metrskem radiju. Prepoznali smo 7 različnih tipov elementov geodiverzitete, vendar na nobenem območju v 100-metrskem radiju ni bilo vseh 7 tipov. Največ elementov, 6, se pojavi na območju pri slapu Stranice, kjer smo v določenem radiju prepoznali spodmol, slap, vodotok, erozijski jarek, izdanke debelejših plasti in steno oziroma erozijsko žarišče v flišu. Največji delež porečja (46 %) zajemajo območja, kjer v 100-metrskem radiju ni nobenega elementa geodiverzitete. Na približno 30 % območja je prisoten po 1 element geodiverzitete, na dobrih 20 % pa 3 elementi. Na slabih 0,2 % območja je v radiju 100 m 4 ali 5 elementov geodiverzitete.

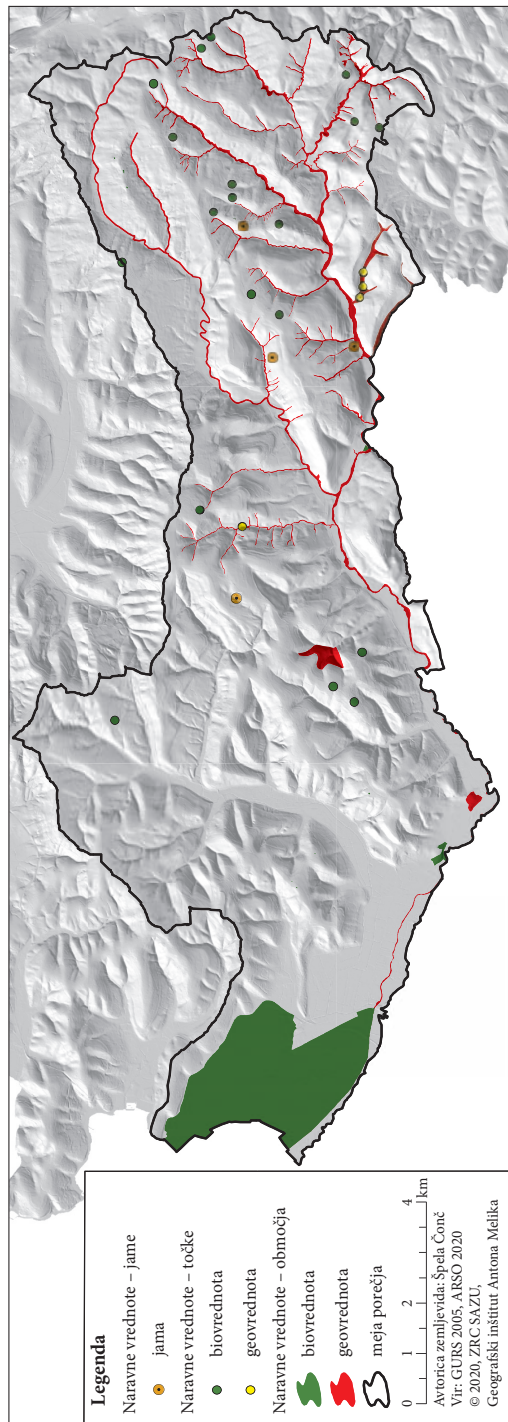
Drugo merilo, ki vpliva na indeks geodiverzitete je razgibanost površja. Izračunali smo ga po Rileyjevi metodi (Riley, DeGloria in Elliot 1999) in dobili rastrski sloj z razponom med 0 in 151. Indeks smo razdelili na podlagi Jenksovih naravnih razredov (Jenks 1967) in jih ročno popravili, da so vrednosti indeksa smiselno sovpadale z vrednostjo naklona in razgibanostjo površja. Končni rezultat je zemljevid indeksa razgibanosti površja s tremi razredi, ki prikazujejo območja z nizkim, srednjim in visokim indeksom. Indeks razgibanost površja se razporeja tako, kot smo pričakovali. Z nadmorsko višino se večja naklon, kar vpliva na intenzivnost erozijski procesov. Te vplivajo na večjo razčlenjenost pobočij, hkrati pa tudi na nastanek reliefnih in hidroloških oblik. Najnižje vrednosti indeksa imajo širša dna rečnih dolin, slemena in uravnana pobočja z majhnim naklonom. V razred s srednjimi vrednostmi indeksa sodijo območja, ki imajo srednje velik naklon in so bolj razčlenjena. V razred z visokimi vrednostmi indeksa pa so uvrščena območja z največjim naklonom in največjo razčlenjenostjo reliefa.

Na podlagi natančne analize slojev števila tipov elementov geodiverzitete in indeksa razgibanosti površja smo ugotovili, da je bila pri izračunu indeksa geodiverzitete prostorska razporeditev elementov geodiverzitete bolj poudarjena kot pa razgibanost površja in se odločili za ročno razvrstitev. Na nekaterih območjih, kjer je indeks geodiverzitete zelo nizek ali nizek, je indeks razgibanosti površja visok, število elementov geodiverzitete pa je manjše. Na takih območjih so pogosti predvsem erozijski jarki in vodotoki. Območja z visokim indeksom razgibanosti površja in večjim številom tipov elementov geodiverzitete smo uvrstili v razrede s srednjim, visokim ali zelo visokim indeksom geodiverzitete. Za boljši prikaz in lažjo razlago rezultatov smo novo razvrščen sloj generalizirali in zgladili.

Slika 6: Indeks geodiverzitete kaže višjo vrednost abiotske narave ob vodotokih. ► str. 20

Slika 7: Naravne vrednote (zgornja slika) in indeks geodiverzitete (spodnja slika). ► str. 21





Preglednica 1: Vroče točke geodiverzitete.

območje vroče točke geodiverzitete	število prisotnih tipov elementov geodiverzitete
Piševec	vodotok, erozijski jarek, 2 slapova, jama
pod Pučami	vodotok, erozijski jarek, največja flišna stena na območju
Supot	vodotok, erozijski jarek, erozijska žarišča, izdanki debelejših plasti, 2 slapova
Žedeka	vodotok, erozijski jarek, izdanki debelejših plasti, slap
Pasjok	vodotok, erozijski jarek, erozijska žarišča, 7 slapov
Vruja	vodotok, erozijski jarek, 6 slapov
Stranica	vodotok, erozijski jarek, erozijska žarišča, izdanki debelejših plasti, slap, spodmol
Dernarnik	vodotok, erozijski jarek, erozijska žarišča, izdanki debelejših plasti
Truški potok	vodotok, erozijski jarek, izdanki debelejših plasti
Medljanščica	vodotok, erozijski jarek, erozijska žarišča
povirje Baredinke	vodotok, erozijski jarek, erozijska žarišča
pod Šaredom	vodotok, erozijski jarek, erozijska žarišča
Feneda	vodotok, erozijski jarek, erozijska žarišča, izdanki debelejših plasti

Preglednica 2: Seznam predlaganih novih naravnih vrednot.

ime naravne vrednote	zvrst
slap Vruja 4	hidrološka, geomorfološka
slap Vruja 5	hidrološka, geomorfološka
slap Vruja 6	hidrološka, geomorfološka
slap Vruja 7	hidrološka, geomorfološka
slap Pasjok 1	hidrološka, geomorfološka
slap Pasjok 2	hidrološka, geomorfološka
slap Pasjok 3	hidrološka, geomorfološka
slap Pasjok 4	hidrološka, geomorfološka
slap Pasjok 5	hidrološka, geomorfološka
slap Pasjok 6	hidrološka, geomorfološka
slap Žedeka	hidrološka, geomorfološka
slap Supot 2	hidrološka, geomorfološka
debelejša plast Krkavče	geološka, geomorfološka
debelejša plast Dernarnik	geološka, geomorfološka
debelejša plast nad Gunjači	geološka, geomorfološka
Škrline – flišna stena nad Rokavo	geomorfološka, geološka
pritok Rokave med potokom Supot in Žedeka	hidrološka, geomorfološka
potok Žedeka	hidrološka, geomorfološka
pritok pri Fermovem mlinu	hidrološka, geomorfološka
potok Starec	hidrološka, geomorfološka
Bržanski potok	hidrološka, geomorfološka
Turski potok	hidrološka, geomorfološka
Zabavski potok	hidrološka, geomorfološka
Piševec	hidrološka, geomorfološka

Rastrski sloj smo pretvorili v vektorski prikaz območij s 5 razredi indeksa geodiverzitete. Območja z vrednostjo med 0 in 3 smo opredelili kot območja z zelo nizko, med 4 in 6 z nizko, med 7 in 8 s srednjo, med 9 in 11 z visoko ter med 12 in 18 z zelo visoko geodiverzitetjo.

Največji delež površine (71,8 %) prekrivajo območja z zelo nizkim indeksom geodiverzitete. Sledijo jim območja z nizkim indeksom, 14,8 %. Območja s srednjim indeksom prekrivajo 11,4 % površine, z visokim in zelo visokim indeksom geodiverzitete pa skupaj le 2 %. Glede na izračun indeksa in grafični prikaz so območja z visokim in zelo visokim indeksom v dolinah, ki so jih izoblikovali večji pritoki reke Dragonje (slika 6); tam je več različnih tipov elementov kot tudi več elementov geodiverzitete.

Območja z visokim in zelo visokim indeksom geodiverzitete smo opredelili kot območja vročih točk geodiverzitete. Takih območij je 13 in gre za doline stalnih ali občasnih pritokov Dragonje (preglednica 1).

Geovrednote, ki so evidentirane v Registru naravnih vrednot (2020) sovpadajo z območji vročih točk geodiverzitete. Številnim geovrednotam je hkrati pripisana tudi ekosistemska, zoološka in botanična zvrst oziroma pomembnost, saj so to habitati redkih in ogroženih vrst. Takšne geovrednote so: slap Supot, ki velja za eno redkih rastišč ogroženih venerinih laskov (*Adiantum capillus – veneris*), Sečoveljske soline, Fermov mlin – flišna stena (slika 3), Sveti Štefan – stena, kjer je rastišče evmediteranske flore (na primer črničevje, *Quercus ilex*), reka Dragonja, ki je življenjski prostor ogroženih rastlinskih in živalskih vrst ter slap Škrlina (Register ... 2020). Poleg naravnih vrednot je celotno preučevano območje habitat številnih ogroženih, redkih rastlinskih (44) in živalskih (109) vrst. Gre za habitate, ki so vezani na vodo in obvodni prostor (na primer vlažni travniki, lehnjakotvorni izviri, prodišča, tolmoni), travišča, apnenčaste zaplate oziroma izdanke debelejših plasti, flišne stene, jame in druge (Trampuš s sodelavci 2009).

V okviru raziskave smo na območju skupno prepoznali 1069 elementov geodiverzitete in jih primerjali z evidentiranimi naravnimi vrednotami (Register ... 2015; slika 7). Na območju smo prepoznali enako število jam (4) in spodmolov (2), ki so tudi že vključeni kot naravna vrednota pri Slapu na Stranici in debelejši plasti Stena. V Registru naravnih vrednot (2015) so le 4 slapovi, mi pa smo jih prepoznali 23, vendar so jih v Registru zajeli pod naravno vrednoto Dragonja s pritoki. Na območju smo evidentirali 17 območij izdankov debelejših plasti, v Registru naravnih vrednot (2015) pa so 3.

5 Razprava

Poglavitni namen članka je bil na izbranem območju Natura 2000 (Direktiva ... 1992) ovrednotiti geodiverzitetjo in podati smernice za vključitev v obstoječi sistem naravovarstva. V ta namen smo po prilagojeni metodi, ki sta jo predlagala Serrano in Ruiz-Flaño (2007), izračunali indeks geodiverzitete in določili vroče točke geodiverzitete. Rezultate indeksa geodiverzitete smo primerjali z obstoječim stanjem naravnih vrednot in ugotovili, da se večina območij vročih točk geodiverzitete sklada z območji naravnih vrednot.

Na območju je trenutno zavarovanih 55 naravnih vrednot. Po številu (32) in površini (709 ha) prevladujejo ekosistemske biovrednote. Na njihovo število vplivajo za to območje značilni kali (23), na površino pa Sečoveljske soline (674 ha). Geovrednot je 23 in obsegajo skupno površino 394 ha (Register ... 2020). Leta 2009 so (Trampuš s sodelavci 2009) v Strokovnem predlogu za zavarovanje Krajinskega parka Dragonja navedli še 14 novo predlaganih naravnih vrednot in območje za v prihodnje opredelili kot območje pričakovanih naravnih vrednot. Menimo, da je potrebna dopolnitev seznama naravnih vrednot, v katerega bi bilo treba vnesti na novo prepoznane naravne pojave in posamezne že evidentirane abiotske naravne pojave opredeliti kot samostojne naravne vrednote v obliki točk ali območij (preglednica 2).

Čeprav vemo, da je območje porečja Dragonje zaradi biotske in abiotske pestrosti ključnega pomena na nacionalni in evropski ravni, območje do danes še ni strožje varovano ali opredeljeno kot širše

zavarovano območje (Trampuš s sodelavci 2009). Z dopolnitvijo seznama naravnih vrednot v dolini Dragonje želimo poudariti pomen abiotskega dela narave in s tem potrebo po strožjem varstvenem režimu v dolini Dragonje. Naravne vrednote z vnosom v Register še niso zavarovane, takšne postanejo šele z aktom o zavarovanju. Vzpostavljane zavarovanih območij je eden izmed ključnih ukrepov za varovanje in ohranjanje naravnih pojavov. Na območju doline Dragonje sta dve območji zavarovani kot naravni spomenik (grič Stena in reka Dragonja s pritoki) in eno območje kot krajinski park (Sečoveljske soline). Naravni spomenik je opredeljen kot »... območje, ki vsebuje eno ali več naravnih vrednot, ki imajo izjemno obliko, velikost, vsebino ali lego ali so redke primer naravne vrednote« (Zakon o ohranjanju ... 1999, 64. člen). Na območju naravnih spomenikov se lahko z aktom o zavarovanju prepovejo ali omejujejo človeški posegi in vplivi (Zakon o ohranjanju ... 1999), na območju dotičnih pa posebnih omejitev ni. Območje porečja Dragonje je opredeljeno tudi kot ekološko pomembno območje in območje Nature 2000. V Uredbi o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (2004) so opredeljene varstvene usmeritve, ki opredeljujejo le to, da naj bi bili posegi na območjih čim bolj trajnostni in neškodljivi za habitate. Čeprav so območja Nature 2000 določena na podlagi habitatne direktive (Direktiva ... 1992) in so vezana na abiotski življenjski prostor rastlinskih in živalskih vrst, več pozornosti posveča biodiverziteti. V osnovi nakazuje povezavo med varovanjem biotskega in abiotskega dela narave, vendar varovanje abiotskega dela narave ni jasno opredeljeno. Preplet naravnogeografskih dejavnikov in pestrost naravnih pojavov oziroma geodiverzitet pogojuje obstoj raznolikih habitatov, ki so življenjski prostor rastlinskih in živalskih vrst.

Vsekakor ima območje porečja Dragonje potencial in tudi potrebo po vzpostavitvi strožjega varstvenega režima. Območje je pestro tako z vidika geodiverzitet in biodiverzitet, dodatno vrednost pa mu daje tudi bogata kulturna dediščina. Zakonodajnih možnosti za vzpostavitev varovanja je veliko, še vedno pa ostaja odprto vprašanje, kateri režim varovanja bi bil za območje najbolj primeren. Po našem mnenju območje doline Dragonje izpolnjuje vse pogoje za vzpostavitev krajinskega oziroma celo regijskega parka, saj ustreza vsem merilom za ustanovitev. Regijski park je opredeljen kot »... obsežno območje regijsko značilnih ekosistemov in krajine z večjimi deli prvobitne narave in območji naravnih vrednot, ki se prepletajo z deli narave, kjer je človekov vpliv večji, vendarle pa z naravo uravnotežen« (Zakon o ohranjanju ... 1999, 70. člen).

6 Sklep

Na območju doline reke Dragonje so redki ekosistemi in habitati, ki so pomembni na državni in evropski ravni ter so življenjski prostor številnih ogroženih rastlinskih in živalskih vrst. Območje je bogato tudi po številu naravnih vrednot. Večina območja je v odličnem naravnem stanju, saj so posegi človeka v okolje minimalni. V delih, kjer je vpliv človeka opazen, pa je le ta večinoma v skladu s trajnostnimi načeli. Strožji režim varovanja celotnega območja porečja Dragonje je potreben tudi z vidika ohranjanja Krajinskega parka Sečoveljske soline, ki je na skrajni izlivni točki reke Dragonje. Vsak večji vpliv človeka v zgornjem delu porečja bi lahko ogrozil že tako krhke ekosisteme v spodnjem delu porečja.

Model izračuna indeksa geodiverzitet, ki smo ga izvedli ima interdisciplinarni pomen, saj je poleg znanstvenoraziskovalne pomembnosti uporaben tudi z vidika razvoja turizma, izobraževanja in varstva narave. Zemljevid indeksa geodiverzitet s homogenimi razredi ima možnost uporabe pri prostorskem načrtovanju in upravljanju tako zavarovanih kot nezavarovanih območij. Lahko se ponudi tudi kot tržni proizvod za izdelavo interaktivnega zemljevida na spletu ali mobilne aplikacije. Zemljevid indeksa geodiverzitet se lahko vključi tudi pri načrtovanju in odločanju o vzpostavljanju novih geoparkov ter pisanju državnih ali lokalnih akcijskih načrtov varovanja geodiverzitet.

Zahvala: Avtorica se zahvaljuje Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za finančno podporo raziskovalnemu programu Geografije Slovenije (P6-0101).

7 Viri in literatura

- ARSO 2020. Medmrežje: <https://www.arso.gov.si/narava/> (23. 10. 2020).
- Breg, M. 2007: Environmental aspects of doline conservation and protection in Slovenia. Dela 28. DOI: <https://doi.org/10.4312/dela.28.43-57>
- Ciglič, R., Perko, D. 2013: Europe's landscape hotspots. Acta geographica Slovenica 53-1. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS53106>
- Čonč, Š. 2018: Vrednotenje geodiverzitete na območju doline reke Dragonje. Magistrsko delo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Digitalni model višin 12,5. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 2005.
- Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst. Uradni list Evropskih skupnosti L 206/7 (22. 7. 1992). Bruselj. Medmrežje: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=SL> (28. 10. 2020).
- Dixon, G. 1995: Aspects of Geoconservation in Tasmania: A Preliminary Review of Significant Earth Features. Report to the Australian Heritage Commission, Occasional Paper no. 32. Hobart.
- Dragonja 2020. Medmrežje: <https://frisco-project.eu/sl/porecja/dragonja/> (20. 10. 2020).
- Erhartič, B. 2007: Reliefne oblike kot geodiverzitetna (geomorfološka naravna dediščina). Dela 28. DOI: <https://doi.org/10.4312/dela.28.59-74>
- Erhartič, B. 2010: Geomorphosite assessment. Acta geographica Slovenica 50-2. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS50206>
- Erhartič, B. 2012: Geomorfološka dediščina v Dolini Triglavskih jezer. Geografija Slovenije 23. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545895>
- Erhartič, B., Zorn, M. 2012: Geodiversity and geomorphosite research in Slovenia. Geografski vestnik 84-1.
- Geoparki 2020. Medmrežje: <https://www.naravniparkislovenije.si/slo/zanimivosti/geoparki> (19. 10. 2020).
- Gray, M. 2004: Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature. Chichester. DOI: <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.416>
- Gray, M. 2005: Geodiversity and geoconservation: What, why, and how? The George Wright Forum 22-3.
- Gray, M., Gordon, J. E., Brown, E. J. 2013: Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. Proceedings of the Geologists' Association 124-4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2013.01.003>
- Grčman, H., Vidic, N. J., Zupan, M., Lobnik, F., Jones, A., Montanarella L. (ur.) 2015: Tla Slovenije s pedološko karto v merilu 1: 250.000. Luksemburg, 2015. Medmrežje: http://soil.bf.uni-lj.si/projekti/pdf/atlas_final_2015.pdf (8. 10. 2020).
- Guštin, B. 1987: Dragonja: naravna in kulturna dediščina: smernice za načrtovanje posegov. Medobčinski zavod za varstvo naravne in kulturne dediščine. Piran.
- Hidrografija – os vodotoka. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 2007.
- Hribar, A. 2009: Geomorfološka dediščina in varstvo narave. Seminarska naloga, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Hribar, M., Šmid Hribar, M., Erhartič, B. 2011: Premislek o razvoju in zavarovanih območjih. Razvoj zavarovanih območij v Sloveniji, Regionalni razvoj 3. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545826>
- Jenks, G. F. 1967: The data model concept in statistical mapping. International Yearbook of Cartography 7.
- Kiernan, K. 1996: Conserving Geodiversity and Geoheritage: The Conservation of Glacial Landforms. Hobart.
- Kozłowski, S. 2004: Geodiversity: the concept and scope of geodiversity. Przegląd geologiczny 52, 8-2.
- Kropivšek, L. 2018: Vrednotenje geodiverzitete na območju Čemšeniške planine. Magistrsko delo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Lesnik, B. 2016: Vrednotenje geodiverzitete na območju Rakiške planote. Diplomsko delo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- LiDAR. Ministrstvo za okolje in prostor. Ljubljana, 2011.

- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B., Kent, J. 2000: Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403. DOI: <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Naravne vrednote 2020. Medmrežje: <https://zrsvn-varstvonarave.si/kaj-varujemo/naravne-vrednote/> (8. 10. 2020).
- Natek, K., Repe, B., Stepišnik, U. 2012: Geomorfološke značilnosti morskega dna, obale in zaledja. Geografija stika Slovenske Istre in Tržaškega zaliva, GeograFF 12. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.4312/9789610600268>
- Ogrin, D. 1996: Podnebni tipi v Sloveniji. *Geografski vestnik* 68.
- Orožen Adamič, M. 1970: Kako naj vrednotimo pokrajino? *Proteus* 33-4.
- Ortofoto. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 2017.
- Panizza, M., Piacente, S. 1993: Geomorphological assets evaluation. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N. F., Suppl. 87.
- Park Škocjanske jame 2020. Medmrežje: <http://www.park-skocjanske-jame.si/> (19. 10. 2020).
- Pedološka karta. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Ljubljana, 2016.
- Perko, D., Ciglič, R. 2015: Slovenia as a European landscape hotspot. *Acta Geobalkanica* 1-2. DOI: <https://doi.org/10.18509/AGB.2015.05>
- Perko, D., Hrvatin, M., Ciglič, R. 2017: Determination of landscape hotspots of Slovenia. *Acta geographica Slovenica* 57-1. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS.4618>
- Perko, D., Orožen Adamič, M. (ur.) 2001: Slovenija – pokrajine in ljudje. Ljubljana.
- Perko, D., Zorn, M., Ciglič, R., Breg Valjavec, M. 2019: Changing river courses and border determination challenges: the case of the Slovenian-Croatian Border. *Geospatial Challenges in the 21st Century*. Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-04750-4_11
- Peterlin, S., Ravbar, M., Smerdu, R., Vardjan, F. 1976: Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije: stanje leta 1975. Ljubljana.
- Pleničar, M., Polšak, A., Šikić, D. 1969: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000, list Trst. Zvezni geološki zavod. Beograd.
- Register naravnih vrednot. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana, 2015.
- Register naravnih vrednot. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana, 2020.
- Reynard, E., Coratza, P. 2007: Geomorphosites and geodiversity: a new domain of research. *Geographica Helvetica* 62-3. DOI: <https://doi.org/10.5194/gh-62-138-2007>
- Riley, S. J., DeGloria, S. D., Elliot, R. 1999: A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences* 5.
- Serrano, E., Ruiz-Flaño, P. 2007: Geodiversity: A theoretical and applied concept. *Geographica Helvetica* 62-3. DOI: <https://doi.org/10.5194/gh-62-140-2007>
- Sharples, C. 1993: A Methodology for the Identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation Purposes. Hobart.
- Smrekar, A., Polajnar Horvat, K., Erhartič, B. 2016: The beauty of landforms. *Acta geographica Slovenica* 56-2. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS.3039>
- Stepišnik, U., Repe, B. 2015: Identifikacija vročih točk geodiverzitet na primeru krajinskega parka Rakov Škocjan. *Dela* 44. DOI: <https://doi.org/10.4312/dela.44.45-62>
- Stepišnik, U., Repe, B., Ilc Klun, M. 2016: Vrednotenje izobraževalnega potenciala geodiverzitet na primeru Cerknškega polja. *Dela* 47. DOI: <https://doi.org/10.4312/dela.47.5-39>
- Stepišnik, U., Trenčovska, A. 2016: Predlog kvantitativnega modela vrednotenja geodiverzitet na primeru krasi Zgornje Pivke, Slovenija. *Dela* 46. DOI: <https://doi.org/10.4312/dela.46.41-65>
- Stepišnik, U., Trenčovska, A. 2017: A new quantitative model for comprehensive geodiversity evaluation: the Škocjan Caves Regional Park, Slovenia. *Geoheritage* 10. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12371-017-0216-5>
- Tičar, J., Perko, D., Volk Bahun, M. 2018: Geodediščina in pokrajinska raznolikost Slovenije. *Pokrajina v visoki ločljivosti, GIS v Sloveniji* 14. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789610501138>

- Trampuš T., Turk R., Vidmar B., Zega M. 2009: Strokovni predlog za zavarovanje Krajinskega parka Dragonja. Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, Območna enota Piran. Piran.
- Trenchovska, A. 2016: Inventarizacija in vrednotenje geodiverzitete na območju Kratova, Makedonija. Magistrsko delo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Trobec, T. 2012: Hidrogeografske značilnosti obalnega pasu in zaledja. Geografija stika Slovenske Istre in Tržaškega zaliva, GeograFF 12. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.4312/9789610600268>
- Turk, I., Mežan, U. 2009: Varovana območja narave. Medmrežje: <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/varovana-obmocja-narave-0> (23. 10. 2020).
- Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). Uradni list Republike Slovenije 49/2004, 110/2004, 59/2007, 43/2008, 8/2012, 33/2013, 35/2013, 39/2013, 3/2014, 21/2016, 47/2018. Ljubljana.
- Uredba o zvrsteh naravnih vrednot. Uradni list Republike Slovenije 52/2002, 67/2003. Ljubljana.
- Zakon o ohranjanju narave. Uradni list Republike Slovenije 56/1999, 96/2004, 61/2006, 8/2010, 46/2014, 21/2018, 31/2018, 82/2020. Ljubljana.
- Zakon o ratifikaciji Konvencije o biološki raznovrstnosti. Uradni list Republike Slovenije 7/1996. Ljubljana.
- Zavarovana območja 2020. Medmrežje: <https://www.arso.gov.si/narava/zavarovana%20obmo%c4%8dja/> (19. 10. 2020).
- Zorn, M. 2008: Erozijski procesi v slovenski Istri. Geografija Slovenije 18. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545482>
- Zorn, M. 2019a: Erosion processes in Slovene Istria. Part 1, Soil erosion. Acta geographica Slovenica 49-1. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS49102>
- Zorn, M. 2019a: Erosion processes in Slovene Istria. Part 2. Acta geographica Slovenica 49-2. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS49203>

8 Summary: The importance of protection of geodiversity hotspots for the conservation of biodiversity in the Natura 2000 area in the Dragonja river valley

(translated by Živa Malovrh)

Human intervention into nature and unsustainable exploitation of natural resources are becoming increasingly more intensive, making the need for nature protection that much more important. In the past, the emphasis was placed mainly on the research and protection of biotic nature, while in the last three decades, scientists and environmentalists have become more aware about the importance of abiotic nature as well. Despite scientific efforts (geology, geography) for equal protection of abiotic nature or geodiversity, the term nature protection is still predominantly used in conjunction with the protection of plant and animal species (Hribar 2009). The term geodiversity has been developed and established as a reaction to the overly biocentric approach to nature valuation and protection (Stepišnik and Repe 2015), and can be defined as natural variety of the Earth's surface, referring to geological and geomorphological aspects, soils, and surface waters (Kozłowski 2004). The development of the valuation of geomorphological heritage and geodiversity also led to the concept of geodiversity hotspots (Ciglič and Perko 2013; Perko and Ciglič 2015; Stepišnik and Repe 2015; Perko, Hrvatin and Ciglič 2017), which emulates the concept of evaluating biodiversity hotspots (Myers et al. 2000).

Much has been written about geodiversity; a number of definitions have arisen, and different evaluation methods have been outlined, but no generally accepted and established definition has been delineated on what geodiversity actually is and how to evaluate it. Most methods for evaluating geodiversity are qualitative and based on subjective elements (Smrekar, Polajnar Horvat and Erhartič 2016), which prevents data comparison and results evaluation (Stepišnik and Repe 2015). Numerous quantitative evaluation methods have been developed that are based on automatization, objectivity, and a comprehensive survey of areas using geographic information systems, which do enable data and results

comparison (Stepišnik and Trenchovska 2016). In addition to the numerous definitions and methods, literature also contains the various terms experts use to name the elements of geodiversity; in Slovenia, the generally accepted terms are *geomorphological heritage* (Erhartič, 2010), *elements of geodiversity* (Stepišnik and Repe 2015), and *geoheritage*. The latter designates legally protected abiotic natural phenomena, otherwise known as *natural values* (Tičar, Perko and Volk Bahun 2018). In order to distinguish between the different meanings of the term natural value, we suggest the term *geovalue* be used for abiotic natural values and *biovalue* for biotic natural values.

The main purpose of the article is to evaluate the geodiversity in the selected area of the Dragonja river basin, which is protected under Natura 2000 (Direktiva ... 1992), and to form guidelines for it to be included into the existing nature protection system. We calculated the geodiversity index for the area of the Dragonja river basin based on two indicators: the variety of various geodiversity elements and the geodiversity index (Serrano and Ruiz-Flaño 2007). Areas with a high and very high geodiversity index were designated as areas of geodiversity hotspots.

The results of the geodiversity index were compared with the existing state of the natural values and it was determined that most of the geodiversity hotspot areas correspond with areas of natural values. There are currently 55 protected natural values in the area. Ecosystem biovalues are prevalent in number (32) and surface area (709 ha), while there are 23 geovalues encompassing a total surface area of 394 ha (Register ... 2020).

Even though it has been established that the biotic and abiotic diversity of the area of the Dragonja river basin is of key importance at the national and European level, the area still has not been more stringently protected or defined as a wider protected area (Trampuš et al. 2009). We believe that the list of natural values should be amended to add the newly identified natural phenomena and previously documented individual abiotic natural phenomena as independent natural values in individual spots or areas. By supplementing the list of natural values in the Dragonja Valley, we want to emphasize the significance of abiotic nature and with it, the need to establish a more rigorous protection regime in the Dragonja Valley.

Establishing protected areas is one of the key measures for protecting and preserving natural phenomena. There are two areas in the Dragonja Valley protected as natural monuments (Grič Stena and the Dragonja River with tributaries), while one area is protected as a nature park (Sečovelje salt pans). The Dragonja river basin is also defined as an ecologically significant area and a Natura 2000 area. The Dragonja river basin certainly has the potential and expresses the need for a more rigorous protection system to be established. The area is diverse both in geodiversity as well as biodiversity, with its rich cultural heritage constituting additional potential. There are many possibilities for establishing protection, while the question remains on which type of protection would be most suitable for the area. In our opinion, the Dragonja Valley possesses all the necessary assets for establishing a nature or even regional park, as it meets all the necessary preconditions for the establishment.

The executed model for calculating the geodiversity index has an interdisciplinary significance, as it is important not only for scientific research, but it could also be applied to tourism, education, and nature protection. The created geodiversity index map containing homogenous classes can also be used in spatial planning and managing both protected as well as unprotected areas. It can also be offered as a commercial product as the basis for an interactive map online or as a mobile application. The geodiversity index map can also be included as a tool in planning and decision-making to establish new geoparks and drafting national or local action plans to protect geodiversity.