

UNIVERZA V LJUBLJANI
FILOZOFSKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GEOGRAFIJO

ŠPELA ČONČ

**Vrednotenje geodiverzitete na območju doline reke
Dragonje**

Magistrsko delo

Ljubljana, 2018

UNIVERZA V LJUBLJANI
FILOZOFSKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GEOGRAFIJO

ŠPELA ČONČ

**Vrednotenje geodiverzitete na območju doline reke
Dragonje**

Magistrsko delo

Mentor: red. prof. dr. Uroš Stepišnik

Študijski program: Geografija – 2. stopnja

Ljubljana, 2018

ZAHVALA

Zahvaljujem se dr. Urošu Stepišniku za mentorstvo, nesebično, požrtvovalno in tovariško pomoč ter nasvete pri izdelavi magistrskega dela, hkrati pa tudi za vse posredovano znanje, ki sem ga bila deležna med študijem geografije.

Ob tem se zahvaljujem vsem profesorjem za znanje, ki so ga delili z mano.

Zahvala gre tudi Niki, Alenu, Alešu, Blažu in Leni za tehnično pomoč in nasvete.

Zahvaljujem se Katii za družbo in nepozabno bežanje pred divjimi prašiči na terenu.

Hvala Denisu, Emi, Niki, Urši in vsem ostalim prijateljem, ki ste mi na kakršen koli način pomagali med študijem in pri nastanku tega magistrskega dela.

Posebna zahvala gre mami in očiju za moralno podporo ter družbo na terenu.

Vrednotenje geodiverzitete na območju doline reke Dragonje

Izvleček

Namen magistrske naloge je, da na območju porečja reke Dragonje izračunamo indeks geodiverzitete ter rezultate ovrednotimo in jih primerjamo s stanjem naravnih vrednot na tem območju. Na podlagi kartografskega gradiva in terenskega dela smo izdelali morfografsko karto območja, s pomočjo literature pa prilagodili metodo izračuna indeksa geodiverzitete. V geografskih informacijskih sistemih smo izdelali karto indeksa geodiverzitete, ki temelji na razgibanosti površja in prostorski razporeditvi elementov geodiverzitete. Končni rezultat indeksa geodiverzitete smo razdelili v pet razredov, od najmanjšega (1, zelo nizek) do najvišjega (5, zelo visok), in ugotovili, da največji delež površine prekrivajo območja z zelo nizkim indeksom geodiverzitete (71,8 %), območja z visokim in zelo visokim indeksom geodiverzitete pa skupaj 2 %. Visok indeks geodiverzitete imajo območja, kjer so prisotni 3 tipi elementov geodiverzitete, indeks razgibanosti površja pa je srednje velik ali visok. Zelo visok indeks geodiverzitete imajo območja, ki vsebujejo 4 ali več tipov elementov, indeks razgibanosti površja pa je visok. Večina območij, ki smo jih opredelili kot območja z visokim ali zelo visokim indeksom geodiverzitete, se sklada z območji, ki so umeščene med naravne vrednote, veliko pa jih je opredeljenih kot naravna vrednota reka Dragonja s pritoki. Menimo, da je treba dopolniti seznam naravnih vrednot, v katerega je treba vnesti posamezne naravne pojave kot točke ali območja, in jih aplicirati kot samostojne naravne vrednote in ne kot reko Dragonjo s pritoki.

Ključne besede: geodiverziteta, varstvo narave, GIS, porečje Dragonje

Evaluation of geodiversity in the Dragonja River valley

Abstract

The purpose of the thesis is the calculation of geodiversity and assessment of geodiversity results in the area of river Dragonja, and to compare the results with the condition of natural riches in the area. The existing map materials and on-field examinations served as the basis for producing a morphographic map of the area. The calculation method of geodiversity index was adjusted according to available bibliography. The geodiversity index map was created in geographic information systems. The map is based on terrain ruggedness index and spatial placement of geodiversity elements. The final result of the geodiversity index was then devised into five classes, from the lowest (1, very low) to the highest (5, very high). It was established that the largest part of the surface is covered with the area with very low geodiversity index (71,8 %), whereas areas with high or very high geodiversity index only cover a total of 2 % of the area surface. High geodiversity index is assigned to areas with 3 types of geodiversity elements, with a medium high or very high terrain ruggedness index. Areas with 4 or more geodiversity element types, with high terrain ruggedness index are assigned a very high geodiversity index. Majority of areas which were classified as high or very high geodiversity index areas match with the areas classified as natural riches, many of them being part of the natural riches the Dragonja river and affluent rivers. The existing list of natural riches should be updated to include individual natural phenomena, as spots or areas, and classified as individual natural riches, rather than parts of the Dragonja river with its affluents.

Key words: geodiversity, protection of nature, GIS, Dragonja river basin

KAZALO

1	Uvod.....	1
1.1	Metode.....	2
2	Teoretična izhodišča.....	3
2.1	Geodiverziteta.....	3
2.2	Proučevanje geodiverzitete v Sloveniji.....	5
2.2.1	Veljavni zakonodajni okvir varstva in vrednotenja geodiverzitete.....	7
2.3	Različne metode vrednotenja geodiverzitete.....	11
2.3.1	Kvalitativne metode vrednotenja geodiverzitete.....	12
2.3.2	Kvantitativne metode vrednotenja geodiverzitete.....	15
2.3.3	Metode vrednotenja geodiverzitete v Sloveniji.....	19
3	Porečje Dragonje.....	24
4	Fizičnogeografske značilnosti porečja reke Dragonje.....	27
4.1	Geološke značilnosti.....	28
4.2	Reliefne značilnosti.....	32
4.3	Hidrološke značilnosti.....	33
4.4	Podnebne značilnosti.....	38
4.5	Pedološke značilnosti.....	40
5	Metode vrednotenja geodiverzitete v porečju Dragonje.....	42
5.1	Programska oprema in podatki.....	42
5.2	Elementi geodiverzitete.....	43
5.3	Izračun indeksa geodiverzitete.....	54
5.3.1	Digitalizacija in rasterizacija.....	55
5.3.2	Število tipov elementov geodiverzitete.....	55
5.3.3	Indeks razgibanosti površja.....	56
5.3.4	Indeks geodiverzitete.....	57
6	Vrednotenje geodiverzitete porečja reke Dragonje.....	60
6.1	Analiza indeksa geodiverzitete.....	60
6.2	Primerjava z obstoječim stanjem.....	66
7	Zaključek.....	72
8	Summary.....	74
9	Viri in literatura.....	76

Kazalo grafikonov

Grafikon 1: Delež zvrsti naravnih vrednot	11
Grafikon 2: Delež indeksa geodiverzitete	64

Kazalo tabel

Tabela 1: Merila španske metode	13
Tabela 2: Merila metode merjenja turističnega potenciala geomorfoloških oblik	14
Tabela 3: Tipi elementov in število identificiranih elementov geodiverzitete	43
Tabela 4: Površina in delež števila tipov geodiverzitete	61
Tabela 5: Površina in delež indeksa geodiverzitete po razredih	64
Tabela 6: Območja z visokim in zelo visokim indeksom geodiverzitete	65
Tabela 7: Zvrsti in imena naravnih vrednot iz Registra naravnih vrednot	68
Tabela 8: Tipi elementov in število identificiranih elementov geodiverzitete	69
Tabela 9: Nove predlagane naravne vrednote	70

Kazalo kart

Karta 1: Zemljevid zavarovanih območij v Sloveniji	10
Karta 2: Karta indeksa geodiverzitete po območjih v pokrajini Tiermes-Caracena, Španija	15
Karta 3: Karta elementov geodiverzitete, geomorfoloških procesov, časovne raznolikosti in indeksa geodiverzitete	16
Karta 4: Karta indeksa geodiverzitete v porečju reke Xingu	17
Karta 5: Indeks geomorfodiverzitete proučevanega območja v Umbriji	18
Karta 6: Območja homogenega indeksa geodiverzitete v Krajinskem parku Rakov Škocjan	20
Karta 7: Območja razredov indeksa geodiverzitete in njihovi deleži na območju Zgornje Pivke	21
Karta 8: Območja homogenega indeksa geodiverzitete na območju Cerknškega polja	22
Karta 9: Indeks geodiverzitete na območju Regijskega parka Škocjanske jame	23
Karta 10: Karta proučevanega območja	24
Karta 11: Naravne vrednote, predlagane naravne vrednote in predlagano območje Krajinskega parka Dragonja	26
Karta 12: Karta naklonov na območju	27
Karta 13: Geološka karta proučevanega območja	28
Zemljevid 14: Porečje Dragonje	34
Karta 15: Podnebna členitev slovenske Istre	39
Karta 16: Tipi prsti na proučevanem območju	41
Karta 17: Elementi geodiverzitete na območju porečja reke Dragonje	44
Karta 18: Število tipov elementov geodiverzitete	56
Karta 19: Indeks razgibanosti površja	57
Karta 20: Indeks geodiverzitete	58
Karta 21: Indeks geodiverzitete po razredih	59
Karta 22: Število tipov elementov geodiverzitete	60
Karta 23: Indeks razgibanosti površja	62
Karta 24: Indeks geodiverzitete po razredih	63
Karta 25: Indeks geodiverzitete in elementi geodiverzitete	65
Karta 26: Naravne vrednote na območju porečja Dragonje	68

Kazalo slik

Slika 1: Tabla s kartami tematskih poti	26
Slika 2: Fliš – menjavanje laporja in peščenjaka.....	29
Slika 3: Shematski prikaz tipičnega flišnega pobočja	29
Slika 4: Izdanek megaplasti oz. karbonatni turbidit nad Gunjači	30
Slika 5: Apnenčasti osamelec Sv. Štefan	31
Slika 6: Erodiranje in premeščanje materiala v zgornjem toku	31
Slika 7: Menjavanje dolin in slemen	33
Slika 8: Antropogeno preoblikovan spodnji del doline reke Dragonje in izliv v Jadransko morje	35
Slika 9: Slapovi na Rokavi, pritoku Dragonje.....	35
Slika 10: Prenovljen Kodarinov mlin	36
Slika 11: Hidrogram Dragonje pri Podkaštelu	37
Slika 12: Posledica poplav pred mejnim prehodom Dragonja leta 2010.....	37
Slika 13: Klimogram Portoroža, Beli Križ	38
Slika 14: Izločanje lehnjaka na slapu v dolini Pasjoka.....	45
Slika 15: Tolmun in prodišče za slapom	46
Slika 16: Brzice na Dragonji	46
Slika 17: Kaskada na Dernarniku, tolmun in prodišče	47
Slika 18: Proces nastajanja spodmolov zaradi rečne erozije	47
Slika 19: Spodmol Stena pri vasi Dragonja.....	48
Slika 20: Shematski prikaz kamninsko pogojenega slapa	48
Slika 21: Slap Supot	49
Slika 22: Vhod v Bužo nad Gunjači.....	50
Slika 23: Erozijski jarek in erodirano gradivo.....	50
Slika 24: Stena v flišu pri Fermovem mlinu.....	51
Slika 25: Erozijsko žarišče v flišu	52
Slika 26: Izdanek megaplasti v Krkavčah	53
Slika 27: Model izračuna indeksa geodiverzitete.....	54

1 Uvod

V obdobju po Konvenciji o biotski raznovrstnosti, podpisani leta 1992 v Riu de Janeiru, je bilo vse več prispevkov tudi na temo varovanja, vrednotenja in možnosti uporabe nežive narave (Erhartič, 2007). Geodiverziteto lahko na splošno definiramo kot »naravni razpon geoloških (kamnine, minerali, fosili), geomorfoloških (reliefne oblike, procesi) in pedoloških značilnosti, ki zajema njihovo zbiranje, (so)odvisnost, lastništvo, interpretacijo in sistematizacijo« (Erhartič, 2012). Za vrednotenje abiotskih delov narave so strokovnjaki razvili več različnih metod, večina je kvalitativnih in subjektivnega značaja, saj temeljijo na opredeljevanju geodiverzitete na podlagi osebnega doživetja lepote, pomembnosti in pestrosti posameznih elementov (Stepišnik, Repe, 2015). Zaradi subjektivnosti se rezultati vrednotenja razlikujejo, niso kakovostni, pridobljene podatke pa je med seboj nemogoče primerjati, zato se pojavlja vse več metod, ki so avtomatizirane in temeljijo na kvantitativnih vidikih vrednotenja (Stepišnik, Repe, 2015).

Na območju Slovenije se z namenom vrednotenja pojavov in oblik, označitvijo naravnih vrednot, predstavitev bistvenih lastnosti naravnih vrednot ter njihovega pomena ukvarja Zavod Republike Slovenije za varstvo narave. Opredeljevanje naravnih vrednot krepi zavedanje o vrednosti našega okolja, hkrati pa pripomore pri ohranjanju teh (Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, 2018). Na območju porečja Dragonje, ki obsega 116 km², je v Registru naravnih vrednot evidentiranih 18 naravnih pojavov, ki so zapisani kot naravne vrednote (Register naravnih vrednot, 2015). 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. Čeprav je bila naravovarstvena namembnost območja opredeljena v prostorskih planih že v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, pobude za trajno zavarovanje porečja Dragonje in vzpostavitev krajinskega parka še vedno niso potrdili (Strokovni predlog ..., 2009).

Območje proučevanja smo izbrali na podlagi številčnosti in raznovrstnosti abiotskih naravnih vrednot ter študije predloga zavarovanja območja, da bi rezultate lahko primerjali z obstoječim stanjem. Zato je glavni namen magistrske naloge, da na območju porečja reke Dragonje izračunamo indeks geodiverzitete ter rezultate ovrednotimo in jih primerjamo s stanjem naravnih vrednot na območju.

Da dosežemo namen, smo si v nalogi zastavili šest ciljev.

- Prvi cilj je opisati razvoj termina geodiverzitete in različnih metod vrednotenja elementov geodiverzitete v Sloveniji in drugod po svetu ter veljavni slovenski zakonodajni okvir varstva abiotskih elementov (Zakon o ohranjanju narave, 2004; Register naravnih vrednot, 2015).
- Drugi cilj je pregledati literaturo, ki se nanaša na proučevano območje, in opisati glavne fizičnogeografske značilnosti območja.
- Tretji cilj je, da na podlagi različnih prostorskih in kartografskih podatkov ter terenske identifikacije izdelamo morfografsko karto geoloških, geomorfoloških in hidroloških pojavov, ki se nahajajo na proučevanem območju, ter da jih pri nadaljnjih analizah upoštevamo kot elemente geodiverzitete.
- Četrti cilj je, da s pregledom in analizo literature, ki se nanaša na vrednotenje elementov geodiverzitete, izberemo čim objektivnejšo metodo vrednotenja in jo prilagodimo našim potrebam.
- Peti cilj je, da s pomočjo geoinformacijskih sistemov in prilagojeno metodo vrednotenja izračunamo indeks geodiverzitete na proučevanem območju.

- Zadnji cilj je, da ovrednotimo geodiverziteto na proučevanem območju na podlagi izračunanega indeksa in jo primerjamo z obstoječim stanjem abiotskih naravnih vrednot na območju.

1.1 Metode

Magistrsko delo je bilo izdelano na podlagi kabinetnih in terenskih metod dela. Kabinetno delo je vključevalo pregled strokovne literature o razvoju termina geodiverzitete (Gray, 2005; Gray, 2013; Serrano in sod., 2007; Reynard in sod., 2007; Erhartič, 2007; Erhartič, 2012;), metod kvalitativnega in kvantitativnega vrednotenja geodiverzitete v Sloveniji in drugje po svetu (Serrano in sod., 2007; Hjort, Luoto, 2010; Erhartič, 2012; Silva in sod., 2013; Melleli in sod., 2017; Stepišnik, Repe, 2015; Stepišnik, Trenchovska, 2016; Stepišnik, Repe, Ilc Klun, 2017; Stepišnik, Trenchovska, 2018) ter veljavnega zakonodajnega okvira varstva narave in vrednotenja geodiverzitete (Zakon o ohranjanju narave, 2004; Register naravnih vrednot, 2015).

Predstavili smo proučevano območje porečja reke Dragonje, dosedanje raziskave, ki so obravnavale proučevano območje, ter pregled osnovnih fizičnogeografskih značilnosti (geološke, reliefne, hidrološke, podnebne in pedološke) proučevanega območja (Ogrin, 1995; Slovenija, pokrajine ..., 2001; Placer, 2008; Zorn, 2008; Strokovni predlog ..., 2009; Natek, Repe, Stepišnik, 2012; Repe, 2012; Trobec, 2012).

Na podlagi analiziranega digitalnega kartografskega gradiva (Državna topografska karta, 1999; Digitalni model višin, 2005; Ortofoto, 2017) in pregleda terena smo izdelali morfografsko karto geoloških, geomorfoloških in hidroloških oblik, ki so značilne za to območje. S pomočjo programov *ArcMap 10.3.1* in *ArcMap 10.4.1* smo identificirane oblike digitalizirali in jih pri nadaljnjih analizah upoštevali kot elemente geodiverzitete.

Na podlagi pregleda strokovne literature (Serrano in sod., 2007; Stepišnik, Repe, 2015; Stepišnik, Trenchovska, 2016; Trenchovska, 2016; Stepišnik, Trenchovska, 2018) smo se odločili za izbor metode izračuna indeksa geodiverzitete. Opis metode in koraki dela so podrobneje opisani v poglavju Metode vrednotenja geodiverzitete v porečju Dragonje.

Da bi dosegli peti cilj, smo s pomočjo geografskih informacijskih sistemov izdelali karto števila tipov elementov geodiverzitete, izračunali indeks razgibanosti površja in kot končni rezultat na podlagi prilagojene metode izračunali indeks geodiverzitete. Postopek izračuna indeksa geodiverzitete je podrobneje opisan v poglavju Metode vrednotenja geodiverzitete v porečju Dragonje.

V zadnji fazi smo ovrednotili geodiverziteto in dobljene rezultate primerjali z že obstoječo interpretacijo vrednotenja naravnih pojavov na proučevanem območju (Strokovni predlog ..., 2009).

2 Teoretična izhodišča

2.1 Geodiverziteta

Zavedamo se, da so ekosistemi pod vse večjim pritiskom zaradi netrajnostnega in prekomernega izkoriščanja naravnih virov. V zadnjih tridesetih letih je znanost, ki se ukvarja z varstvom narave, namenila več pozornosti vrednotenju raznolikosti na področju biodiverzitete, v kar je vodila zaskrbljenost nad izumiranjem številnih živalskih in rastlinskih vrst ter izguba njihovih habitatov (Sacks, 2002; cv: Erhartič, 2007). Konvencija o biološki raznovrstnosti, ki je bila sprejeta leta 1992 na konferenci v Riu de Janeiru, (se je osredotočila predvsem na ohranjanje biodiverzitete) je namenila pozornost predvsem ohranjanju biodiverzitete (Erhartič, 2007). Biodiverziteta ali biološka raznovrstnost označuje raznolikost živih organizmov iz vseh virov (kopenskih, morskih in drugih vodnih ekosistemov ter ekoloških kompleksov) in zajema raznovrstnost znotraj samih vrst, med vrstami in ekosistemi (Uradni list RS, št. 30, 1996).

Varstvo geomorfološke in geološke dediščine je ponekod prisotno že več kot sto let, številne naravovarstvene organizacije po svetu še dandanes namenjajo več pozornosti varovanju vrst in njihovih habitatov, hkrati pa pozabljajo na relief in matično podlago – geološke, geomorfološke ter hidrološke pojave, ki so temelj oblikovanja življenja na Zemlji (Erhartič, 2007). Pojem varstvo narave se še vedno pogosteje uporablja v povezavi z varstvom rastlinskih in živalskih vrst (Hribar, 2009), pojem geodiverziteta, ki skuša identificirati in vrednotiti elemente nežive narave (kamnine, minerali, reliefne oblike in procesi, hidrološke oblike in procesi ter prsti), je nastal kot odziv na pretirano biocentrični pristop pri vrednotenju in zaščiti narave (Gray, 2013; Reynard, 2009; cv: Stepišnik, Repe, 2015).

Geodiverziteto lahko na splošno definiramo kot »naravni razpon geoloških (kamnine, minerali, fosili), geomorfoloških (reliefne oblike, procesi) in pedoloških značilnosti, ki zajema njihovo zbiranje, (so)odvisnost, lastništvo, interpretacijo in sistematizacijo« (Erhartič, 2012). Prvi primeri rabe pojma se pojavijo v devetdesetih letih prejšnjega stoletja, in sicer v člankih o geološkem, pedološkem, geomorfološkem proučevanju Tasmanije v Avstraliji. Znanstveniki so se začeli zavedati, da sta biodiverziteta in geodiverziteta močno povezani, saj sta pojma enakovredna, ker naravo sestavljata živi in neživi del. Razumevanje obeh pojmov vpliva na to, da je pristop k varovanju narave bolj celosten (Gray, 2005). Pojem geodiverziteta se je kot strokovni pojem hitro razširil; najprej je bil uporabljen v Avstraliji kot sestavni del Avstralske ustanovne listine o naravni dediščini (Australian Heritage Commission, 2002; cv: Gray, 2005). Britanski strokovnjaki so v svojo definicijo vključili tudi ljudi in kulturo ter opredelili, da je geodiverziteta »povezava med ljudmi, pokrajino in kulturo. Natančneje, da je raznolikost geoloških in geomorfoloških okolij, pojavov in procesov, ki so oblikovali pokrajino, relief, kamnine, skale, minerale, fosile in prst, te pa predstavljajo okvir za življenje na Zemlji« (Gray, 2004; cv: Erhartič, 2012). V Veliki Britaniji so izdelali Akcijske načrte geodiverzitete in predlagali njihovo upoštevanje pri lokalnem in regionalnem načrtovanju prostora (Gray, 2005). Oblikoval se je pojem *geokonzervatorstvo*, ki obravnava biodiverziteto kot del geodiverzitete, le da je manj natančen, saj si ga lahko razlagamo, kot da vključuje tudi biološke elemente (Gray, 2004; cv: Erhartič, 2012). Z geodiverziteto so se ukvarjali tudi skandinavski strokovnjaki, saj so jo sprejeli v politiko ohranjanja narave že leta 1996. Pojmujejo jo kot raznolikost geoloških in geomorfoloških pojavov na določenem območju (Gray, 2004).

Definicije geodiverzitete so avtorji opredeljevali na različne načine, najbolj celostno in preprosto definicijo pa je po mnenju Stepišnika in Repeta (2015) podal Kozłowski. Geodiverziteto je opredelil kot »naravno pestrost Zemljinega površja, ki se nanaša na

geološke in geomorfološke vidike, prsti in površinske vode» (Kozłowski, 2004; cv: Stepišnik, Repe, 2015). V literaturi lahko zasledimo različne termine, ki jih strokovnjaki uporabljajo za pojmovanje prvin geodiverzitete: »*geosite* (Gray, 2013), *geomorphological site* (Panizza, Piacente, 1993), *geomorphosite* (Reynard in sod., 2007) ali *geotop* (Reynard in Coratza, 2007), v Sloveniji pa se uporablja termin *geomorfološka dediščina* (Erhartič, 2010)« (Stepišnik, Repe, 2015). Stepišnik in Repe (2015) menita, da ta pojem ni ustrezen, saj se osredinja na geomorfološke oblike in procese, ne zajema pa geoloških, hidroloških ter pedoloških prvin. Avtorja sta se odločila za uporabo termina *elementi geodiverzitete*, ki zajema vse prvine vrednotenja geodiverzitete.

Avtorji skušajo elemente geodiverzitete vrednotiti na različne načine, vrednotenja se med njimi izjemno razlikujejo. V grobem lahko izpostavimo vrednotenja, ki elementom pripisujejo le osnovne (znanstvene) vrednosti in dodane (estetske, kulturne, zgodovinske, ekološke, ekonomske) vrednosti (Panizza, Piacente, 1993; Reynard, 2009; cv: Stepišnik, Repe, 2015). Geodiverziteta obravnava vse elemente, katerim lahko pripišemo neko vrednost oziroma pomen, in ne le zakonsko zavarovanih naravnih vrednot (Gray, 2013; cv: Stepišnik, Repe, 2015).

Serrano in Ruiz-Flaño (2007) sta določila prvine, ki naj bi jih vrednotili, in definirala štiri nivoje oziroma ravni, po katerih naj bi vrednotenje potekalo. Avtorja menita, da je treba sprva definirati obseg oziroma razsežnost prvin, ki jih vrednotimo, zato sta jih razdelila v štiri razrede, od osnovnih delcev do kompleksnih pokrajin:

- Osnovni delci (angl. *particles*) so atomi in molekule, minerali, sedimenti in energijski procesi. Ker jih je zaradi njihove »majhnosti« na terenu težko zaznavati, je ta raven bolj teoretična.
- Topografske, geološke, geomorfološke, hidrološke in pedološke pojave definirata kot elemente (angl. *elements*). Terensko kartiranje elementov je mogoče, prav tako pa lahko ugotovimo medsebojno povezovanje različnih elementov.
- Enote, geotope in geosisteme obravnavata kot območja (angl. *geodiversity of places*), kjer lahko prepoznamo različne elemente, ki so kompleksno organizirani, različnih velikosti in razsežnosti. Geodiverziteta območij je uporabna tudi pri večjih, saj je kartiranje zaradi kompleksne organiziranosti lahko oteženo.
- Pokrajina (angl. *landscape geodiversity*) vključuje tako žive kot nežive prvine narave, hkrati pa ta zajema tudi vpliv človeka. Geodiverziteta mora biti osnova pokrajinski diverziteti in biti povezana z geografsko diverziteto.

O geodiverziteti je bilo veliko napisanega, določenih je bilo več različnih definicij ter uporab metod vrednotenja, vendar še vedno ni splošno sprejete in uveljavljene definicije, kaj geodiverziteta natančno je in kako naj bi jo vrednotili. Gray (2013) trdi, da je geodiverziteta geološka in geomorfološka raznolikost abiotske oziroma nežive narave, h kateri prišteva minerale, kamnine, fosile, prsti, pojave in procese, ki oblikujejo fizično površje in podzemlje planeta Zemlje. Nanaša se tudi na fizično raznolikost oceanskega dna in kopnih vodnih prvin (izviri, reke, slapovi, jezera, idr.), ne pa na atmosfero oziroma klimatsko raznovrstnost.

Elemente geodiverzitete lahko dojemamo kot edinstvene pojave, ki so na nekem območju kompleksno povezani in imajo estetsko vrednost. Vse te značilnosti kažejo, da ima geodiverziteta socioekonomsko vrednost za celotno družbo, saj jo lahko uporabljamo za različne namene, kot so znanstvena proučevanja, izobraževanje, varstvo ali razvoj turizma (Ruban, D. A., 2017).

Vrednotenje geodiverzitete povezujemo predvsem z varovanjem narave in upravljanjem zaščitene območij, prav tako pa ima lahko intrinzični, kulturni oziroma estetski, ekonomski, raziskovalni ter izobraževalni pomen (Gray, 2004).

Vrednotenje geodiverzitete naj bi bilo potrebno zaradi naslednjih razlogov (Guthrie, 2004; cv: Erhartič, 2007):

- Oskrbuje s proizvodi in storitvami.
- Vpliva na sprejemanje trajnostnih načel pri odločitvah, ki se nanašajo na prostor.
- Prinaša blaginjo in zadovoljstvo.
- Raziskovanje prispeva k napredku znanosti in gospodarstva.
- Je pomembna pri usposabljanju naravoslovcev (geologi, geografi, geomorfologi).
- Je nenadomestljiva pri izobraževanju (terensko delo).
- Nima le estetske, kulturne in zgodovinske vrednosti za človeka, ampak za vsa živa bitja.

2.2 Proučevanje geodiverzitete v Sloveniji

Številni različni geološki in geomorfološki pojavi, ki se pri nas v Sloveniji nahajajo na relativno majhnem območju, nam kažejo na visoko stopnjo geodiverzitete. Glavni dejavnik, ki vpliva na pestrost, je lega na stiku štirih velikih evropskih reliefnih enot – Alp, Dinarskega gorstva, Panonske nižine in Sredozemlja (Slovenija, pokrajine ... 2001). Geološka sestava je izjemno pestra, kar vpliva tudi na raznolikost prsti in pojavljanje površinskih ter podzemnih geomorfoloških pojavov. Zaradi visokega deleža karbonatnih kamnin v Sloveniji je morda geodiverziteta najintenzivnejša prav pri raznolikih kraških oblikah, ki se pojavljajo tako na primorskem in visokogorskem krasu kot tudi na stiku z nekarbonatnimi kamninami (Jeršek, Vidrih, 2009; cv: Erhartič, 2012). Čeprav geodiverziteta v Sloveniji še ni bila sistematično proučena, lahko na podlagi številnih geoloških, geomorfoloških in hidroloških pojavov, ki se pojavljajo na majhnem območju, trdimo, da je raznolikost visoka (Erhartič, Zorn, 2012).

Leta 1920 je Odsek za varstvo prirode in prirodnih spomenikov pri Muzejskem društvu za Slovenijo predložil dokument z naslovom »Spomenica«, ki velja za prvi celovitejši slovenski naravovarstveni program. Čeprav je bil usmerjen bolj biocentrično, je poleg zavarovanja ogroženih rastlinskih in živalskih vrst ter razglasitve Alpskega varstvenega parka v Dolini Triglavskih jezer obravnaval tudi zavarovanje kraških jam. Pomena nežive narave so se dotaknili pri razlogih za ustanovitev naravnega parka v Kamniških Alpah in v Dolini Triglavskih jezer (nadmorska višina, geotektonika, geologija), niso pa obravnavali površinskih geomorfoloških pojavov. V ospredju so bili tedanji politični, gospodarski in vojni dogodki, zato je bil razvoj na področju varstva narave spregledan in potisnjen v ozadje, nadaljeval pa se je po drugi svetovni vojni. Dve leti po objavi Spomenice se je krasoslovec Putick zapisal v zgodovino varstva jam, saj je prvi predlagal zaščito kapniškega bogastva (Aljančič, M. in sod., 1995).

Prvi resnejši poizkusi vrednotenja so se pojavili v šestdesetih letih prejšnjega stoletja, ko je bil sprejet Zakon o varstvu kulturnih spomenikov in naravnih znamenitosti (1958). Zakon je vrednosti samo določil in jih ni razlikoval med posameznimi pojavi. Naravne vrednote je razdelil v tri razrede: državna ali mednarodna pomembnost, republiška pomembnost, lokalna pomembnost.

Leta 1967 je v okviru Tedna varstva narave pod okriljem Prirodoslovnega društva Slovenije izšel separat, v katerem se nekaj avtorjev dotika teme zaščite abiotskih elementov. Ti poudarjajo, da je potrebna skupna uskladitev interesov turizma, gospodarstva in izobraževanja

za zaščito naravnih znamenitosti, ki so pomembni tako za nas kot za naše zanamce. Poleg usmeritve v ohranjanje abiotskih elementov (jame, soteske, slapovi, lehnjakovi pragovi, izviri, fosili, geološka sestava, idr.) lahko v separatu zasledimo tudi prva načela trajnostnih nazorov (Varstvo narave v Sloveniji, 1967).

Kot prvi pomembnejši zakon je bil sprejet Zakon o varstvu narave (1970), ki je urejal varstvo narave kot celote. Zakonsko določeni nameni varstva so bili:

- vzdrževanje naravnega ravnovesja ter smotrno izkoriščanje narave in naravnih dobrin;
- ohranjanje značilnih podob posameznih pokrajinskih predelov;
- zavarovanje naravnih znamenitosti in redkosti, ki imajo zaradi znanstvene in kulturno-izobraževalne vrednosti ali posebnih lepot in rekreacijske vrednosti poseben družbeni pomen.

Istega leta je izšel prispevek z naslovom »Kako naj vrednotimo pokrajino?« (Orožen Adamič, 1970), v katerem je avtor izdelal preprosto numerično metodo za ocenjevanje dolin. Prispevek je namreč nastal v okviru vrednotenja dolin v povezavi z načrtom, ki je predvideval gradnjo hidroelektrarn na Soči.

Nekaj let kasneje so Peterlin in sodelavci (1976) izdelali »Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije (z dopolnitvami leta 1988 in 1991)« (Peterlin in sod., 1976). Poskusili so vrednotiti naravno dediščino in določili merila vrednotenja za identificiranje elementov naravne dediščine, ki so jih vrednotili na osmih ravneh; te so: znanstvena vrednost, izjemnost ali redkost, značilnost ali tipičnost, kulturno-vzgojna vrednost, ekološka vrednost, krajinsko-oblikovna vrednost, rekreacijska vrednost in ogroženost.

Leta 1981 je bil sprejet Zakon o naravni in kulturni dediščini, ki je zamenjal Zakon o varstvu narave iz leta 1970. Naravno dediščino opredeljuje kot prvino, ki jo sestavljajo geološke tvorbe, nahajališča mineralov in fosilov, geomorfološke oblike, površinske in podzemske kraške pojave, soteske in tesni, ledenike in oblike zaradi ledeniškega delovanja, izvire, slapove, brzice, jezera, močvirja in barja, potoke in reke z obrežij, morska obala pa tudi krajinsko območje, razgledišče, gorski vrh in podobno (Erhartič, 2012).

Leta 1993 je bil sprejet Zakon o varstvu okolja, v katerem je bil vzpostavljen nov, celovit krovni sistem varstva okolja in narave, ki je zajemal tudi poseganje v urejanje okoljskih problemov, hkrati pa je kot sestavni del narave obravnaval tudi človeka. Urejal je tudi trajnostno rabo in varstvo naravnih dobrin, med katere uvrščamo tudi naravne vrednote (Berginc, 2006; cv: Erhartič, 2012).

Leta 1999 je stopil v veljavo Zakon o ohranjanju narave (z dopolnitvami leta 2004, 2006, 2010 in 2014). V zakonu so za naravno dediščino uvedli termin naravna vrednota, ki obravnava: geološke pojave, minerale in fosile ter njihova nahajališča, površinske in podzemske kraške pojave, podzemske jame, soteske in tesni ter drugi geomorfološke pojave, ledenike in oblike ledeniškega delovanja, izvire, slapove, brzice, jezera, barja, potoke in reke z obrežji, morsko obalo, rastlinske in živalske vrste, njihove izjemne osebe ter njihov življenjski prostori, ekosisteme, krajino in oblikovano naravo. Merila vrednotenja naravnih vrednot so podana kot: izjemnost, tipičnost, kompleksna povezanost, ohranjenost, redkost, ekosistemska pomembnost, znanstvenoraziskovalna pomembnost in pričevalna pomembnost. Vsa ta merila so zelo subjektivna ter odvisna od ocenjevalca in njegovih sposobnosti ter prepoznavanja lastnosti naravne dediščine kot vrednote, hkrati pa je ob identifikaciji naravnim vrednotam podeljen pravni status zavarovanega območja ali naravnega spomenika (Zakon o ohranjanju narave, 2004).

O geodiverziteti je bilo napisanih več člankov, prispevkov in tudi knjiga. Kot prvi se je z geodiverzitetjo, predvsem v okviru geomorfologije, ukvarjal Erhartič. Leta 2007 je izdal članek z naslovom »Reliefne oblike kot geodiverziteti (geomorfološka naravna dediščina)« (Erhartič, 2007), ki je izpostavil vrednote reliefnih oblik kot sestavnega dela geomorfološke dediščine in prispeval k uveljavitvi pojma geodiverziteti v Sloveniji. Pet let kasneje sta s sodelavcem Zornom izdala članek »Geodiversity and geomorphosite research in Slovenia«, v katerem sta predstavila nekatera teoretska izhodišča za proučevanje geodiverziteti ter stanje na tem področju v Sloveniji (Erhartič, Zorn, 2012). Istega leta je izšla pomembna znanstvena monografija avtorja Erhartiča, *Geomorfološka dediščina v Dolini Triglavskih jezer*, ki se osredotoča na reliefno analizo omenjenega območja in na naravovarstveno vrednotenje reliefnih oblik. Avtor je s prilagojeno švicarsko metodo območje razdelil na manjše enote in jim določil vrednosti (Erhartič, 2012). Naslednji pomembnejši članek, »Identifikacija vročih točk geodiverziteti na primeru krajinskega parka Rakov Škocjan«, je izšlo leta 2015, kjer avtorja Stepišnik in Repe predstavita aplikacijo avtomatizirane in objektivne metode vrednotenja (Stepišnik, Repe, 2015). Kasneje je bilo o geodiverziteti napisanih še nekaj diplomskih in magistrskih del ter člankov (Lesnik, 2016; Stepišnik, Trenchovska, 2016; Trenchovska, 2016; Stepišnik, Repe, Ilc Klun, 2017; Kropivšek, 2018; Stepišnik, Trenchovska, 2018). Večina del se ukvarja z vrednotenjem izbranih proučevanih območij, na katerih skušajo avtorji uporabiti prilagojene metode, ki naj bi bile čim bolj avtomatizirane in objektivne. Namen prilagoditev metod je aplikacija teh na različnih območjih in izključitev subjektivnosti pri vrednotenju elementov.

2.2.1 Veljavni zakonodajni okvir varstva in vrednotenja geodiverziteti

V okviru Zakona o ohranjanju narave (2004) velja Uredba o zvrsteh naravnih vrednot (2002), katere namen je določiti zvrsti naravnih vrednot, način opredeljevanja naravnih vrednot po zvrsteh, podrobnejše kriterije za razvrstitev naravnih vrednot na naravne vrednote državnega ali lokalnega pomena, varstvene in razvojne usmeritve ter druga pravila ravnanja za varstvo naravnih vrednot. Naravne vrednote obsegajo vso naravno dediščino na območju Republike Slovenije. 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. Uredba o zvrsteh naravnih vrednot (2002) določa več zvrsti; to so:

- površinska geomorfološka naravna vrednota,
- podzemeljska geomorfološka naravna vrednota,
- geološka naravna vrednota,
- hidrološka naravna vrednota,
- botanična naravna vrednota,
- zoološka naravna vrednota,
- ekosistemska naravna vrednota,
- drevesna naravna vrednota,
- oblikovana naravna vrednota,

- krajinska vrednota,
- minerali in
- fosili.

Z vidika vrednotenja in varstva elementov geodiverzitete so pomembne zlasti naslednje:

- površinska geomorfološka naravna vrednota: v naravi se pojavlja zlasti kot kraška površinska oblika (žlebič, škraplja, vrtača, uvala, kotlič, udornica, draga, kraško polje, kraški ravniki, kraška planota), ledeniška reliefna oblika (ledeniška morena, krnica, balvan, ledeniška dolina, grbina, prag), rečno-denudacijska oblika (korito, soteska, rečna terasa, poplavna ravnica, vršaj), poligenetska reliefna oblika (vrh, gorski greben, sleme, otok, skalne oblike, kot so naravni most/okno, stena, skalni osamelec) ali obalna reliefna oblika (klif, abrazijski spodmol, terasa);
- podzemeljska geomorfološka naravna vrednota: v naravi se pojavlja kot podzemna jama, tj. je zlasti votlina, razpoka, brezno in podzemni rov;
- geološka naravna vrednota: v naravi se pojavlja kot nahajališče mineralov ali fosilov, tektonska (prelom, tektonski jarek, tektonska breča, guba), mineraloška (nahajališče mineralov), petrološka (izdanek kamnin), paleontološka (nahajališče fosilov), stratigrafska (stratigrafsko zaporedje ali meja), glaciološka (ledeniško jezero, morena, balvan), pedološka, hidrogeološka (npr. mineralni izvir) ali sedimentološka (sedimentne teksture, turbiditni tokovi, evaporiti) naravna oblika;
- hidrološka naravna vrednota: v naravi se pojavlja zlasti kot reka, potok, jezero, morje, del reke, potoka, jezera ali morja, ledenik, izvir, slapišče ali slap;
- minerali;
- fosili.

Zakon o ohranjanju narave opredeljuje osem meril za kvalitativno vrednotenje pojavov:

- izjemnost: del narave, ki ima izjemne merske, oblikovne ali druge lastnosti (izjemno velik, majhen, izstopajoče oblikovan pojav);
- tipičnost: del narave, ki ima nazorno prepoznavne lastnosti;
- kompleksna povezanost: deli narave, ki imajo različne naravne pojave in oblike ter se povezujejo v funkcionalno celoto ali se nahajajo na geografsko zaključenem območju;
- ohranjenost: del narave, kjer je bil vpliv človeka majhen ali tako časovno oddaljen, da osnovne lastnosti naravnih pojavov ali oblik niso bistveno spremenjene;
- redkost: del narave vsebuje redke naravne oblike ali pojave (absolutna oziroma relativna redkost pojavljanja);
- ekosistemska pomembnost: del narave, ki je pomemben z vidika ohranjanja biotske pestrosti;
- znanstvenoraziskovalna pomembnost: del narave, ki je pomemben kot znanstveni dokaz (npr. pojav/oblika, na podlagi katerega je nastala znanstvena teorija ali

poimenovanje);

- pričevalna pomembnost: del narave, ki je povezan s kulturnimi dogodki in ima simboličen pomen za slovenski narod oziroma je značilen in prepoznaven za Slovenijo.

Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot (2004) določa, da se del narave določi za naravno vrednoto na osnovi strokovnih meril vrednotenja s primerjanjem njegovih lastnosti z lastnostmi drugih delov narave, ki so glede na značilnosti naravnih pojavov in naravnih oblik med seboj primerljivi.

Naravnim vrednotam določimo naslednje podatke:

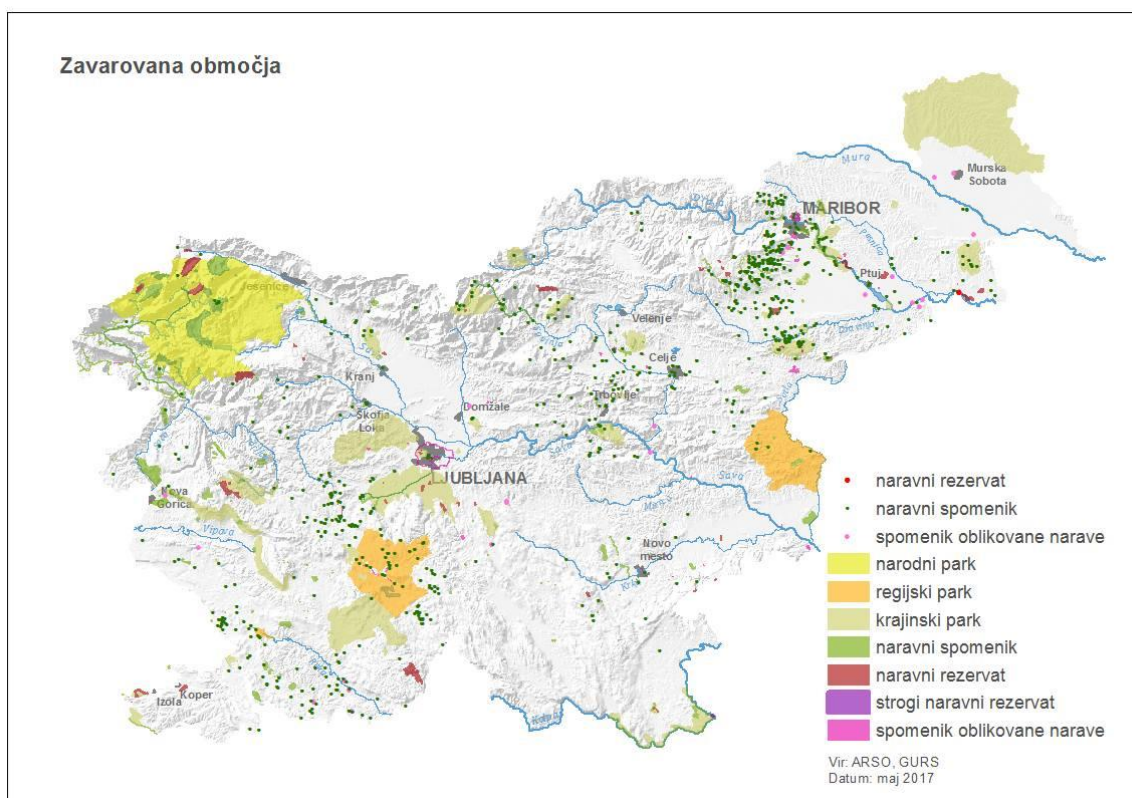
- identifikacijsko številko,
- ime naravne vrednote,
- razvrstitev na naravno vrednoto državnega ali lokalnega pomena,
- kratko oznako naravne vrednote,
- opredelitev zvrsti naravnih vrednot in
- geografsko opredelitev lokacije naravne vrednote z Gauss-Kruegerjevimi koordinatam (Pravilnik o določitvi ..., 2004).

»Namen vrednotenja pojavov in oblik, je označitev naravnih vrednot in predstavitev bistvenih lastnosti naravne vrednote ter njenega pomena. Označevanje naravnih vrednot krepi zavedanje o vrednosti našega okolja, hkrati pa se z usmerjanjem obiskovalcev in opozarjanjem na ravnanje na naravnih vrednotah pripomore tudi k ohranjanju teh. Na osnovi naravovarstvene vrednosti in praviloma tudi ogroženosti pa lahko naravne vrednote zavarujemo. Zavarovanje je eden od ukrepov varstva, s katerim naravnim vrednotam dodelimo status naravnega spomenika, naravnega rezervata ali strogega naravnega rezervata. Tako usmeritve, s katerimi usmerjamo ravnanje na naravni vrednoti, postanejo režimi, s katerimi določimo pravila ravnanja na zavarovanem območju« (Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, 2018).

Eden izmed ukrepov ohranjanja pojavov in oblik je vzpostavitev zavarovanih območij. Register naravnih vrednot je osnova za zavarovanje območij, vendar pa naravne vrednote z vnosom v register še niso zavarovane, takšne postanejo z aktom o zavarovanju. Najbolj razširjen ukrep varstva je zavarovanje, ki določa, da se za ohranjanje naravnih vrednot lahko ustanovi tudi zavarovano območje ene ali več naravnih vrednot, pri čemer jih register opredeli kot:

- ožja (naravni spomenik, strogi naravni rezervat, naravni rezervat) in
- širša (narodni park, regijski park, krajinski park) zavarovana območja.

Karta 1: Zemljevid zavarovanih območij v Sloveniji



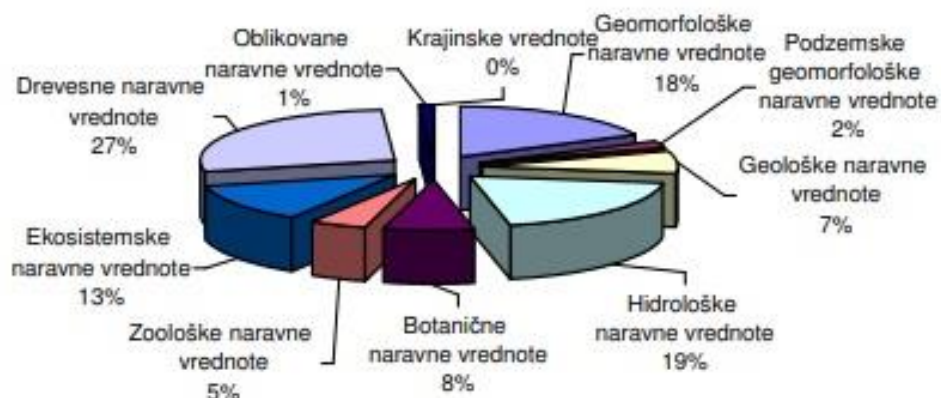
Vir: Karta zavarovanih območij, ARSO, 2017

Nekateri drugi strokovnjaki med zavarovana območja dodajajo tudi območja Nature 2000 in Ekološko pomembna območja (Razvoj zavarovanih ..., 2011).

Velik pomen za prepoznavnost, ohranjanje in zavarovanje geodiverzitete je tudi vpis Škocjanskih jam na seznam Unesca (Park Škocjanske jame, 2015) ter vzpostavitev Geoparka Idrija. Temeljna ideja vzpostavitve geoparkov je združevati varstvo, promocijo in trženje geološke dediščine. Geopark Idrija združuje bogastvo geološke in druge naravne ter kulturne dediščine z gostinsko ponudbo, domačo obrtjo, storitvenimi in turističnimi zanimivostmi, ki jih območje lahko ponudi obiskovalcem (Geopark Idrija, 2018).

Do leta 2011 je bilo v Sloveniji zavarovanega 12,1 % ozemlja; kar 5,7 % zajema krajinske parke (Razvoj zavarovanih ..., 2011). Leta 2007 je bilo v Register naravnih vrednot vpisanih 6519 naravnih vrednot in 8382 jam. Od 6519 naravnih vrednot jih je 32,09 % državnega pomena in 67,91 % lokalnega pomena. Med naravnimi vrednotami je 4085 objektov (64,2 %), ki so v prostoru prikazani kot točke, 2830 (35,8 %) pa jih ima poleg točke, ki je nosilka identitete, še poligon, ki omejuje območje naravne vrednote. Kot je razvidno iz spodnjega grafikona, vključujejo zvrsti, ki jih opredeljuje geodiverziteta, 46 % je naravnih vrednot, 53 % pa je umeščenih med druge zvrsti vrednot (Naravne vrednote v številkah, 2007).

Grafikon 1: Delež zvrsti naravnih vrednot



Vir: Naravne vrednote v številkah, ARSO, 2007

2.3 Različne metode vrednotenja geodiverzitete

Pri vrednotenju geodiverzitete se je razvilo veliko metod, ki vrednotijo geodiverziteto na različne načine, vsem metodam pa je skupno vrednotenje na treh nivojih; te so: znanstveno vrednotenje, upravljanje in vrednotenje dodanih vrednosti (Stepišnik, Trenchovska, 2016). Vsi trije nivoji vključujejo kriteriji vrednotenja redkosti, tipičnosti in celovitosti oziroma ohranjenosti oblike ali pojava, nekatere metode pa obravnavajo tudi ekološko, znanstveno, izobraževalno in kulturno vrednost. Kategorije in podkategorije vrednotenja, ki jih zajema metoda, so odvisne od namena raziskave (upravljanje, znanost, turizem, izobraževanje, idr.) (Reynard, 2007; cv: Erhartič, 2012).

Elementi geodiverzitete postanejo vrednote šele takrat, ko jim človek podeli tak status; to pomeni, da z vrednotenjem pridobijo poseben pomen za človeka in družbo – postanejo vrednote, ker jih nekdo tako ovrednoti. Neka reliefna oblika ali proces postane geomorfološka naravna vrednota le, če ima tudi socialno komponento, če ji geomorfološka stroka podeli status vrednote (Kim, 2004; cv: Erhartič, 2007).

Številni avtorji so skušali opredeliti vrednost narave; tako je nastala klasifikacija, ki opredeljuje naslednje vrednosti oz. vrednote narave:

- intrinzične vrednote (etnično prepričanje, da so nekatere stvari vrednote same po sebi);
- kulturne vrednote (vrednost zaradi pomembnosti, identitete, pečata, ki ga ima reliefna oblika na družbo oziroma neko skupnost);
- estetske vrednote (vrednost zaradi videza oziroma vizualnega učinka (ter učinka na druga čutila), ki ga daje fizično okolje);
- socialno-ekonomske vrednote (finančna vrednost okoljskih prvin (nafta, premog, rudna bogastva, dragi kamni in gradbeni material) in »WTP« (angl. *willingness to pay*) pristop, kjer vrednote določijo vrednost glede na to, koliko je uporabnik pripravljen plačati za uporabo vrednote);
- funkcijske vrednote (vrednote, ki to postanejo zaradi pomembnosti za zagotavljanje potrebne podlage, habitatov in abiotskih procesov, ter vrednote, ki so jim določene utilitaristične (koristoljubne) vrednosti geodiverzitete v človeški družbi),

- geosistemske vrednote (vrednote, ki jih okolja, habitati, substrati dobijo glede na raznolikost v okolju in so podlaga biodiverzitete);
- znanstvenoraziskovalne in izobraževalne vrednote (geološke in geomorfološke vrednote, ki so pomembne za interpretacijo nastanka in procesa razvoja, lahko tudi napovedujejo procese in njihov razplet v prihodnosti. Ključen je trajnostni vidik, saj je pomembno »zapise« ohraniti za prihodnja raziskovanja in izobraževanje) (Erhartič, 2007).

Sprva so metode vrednotenja temeljile zlasti na znanstvenih kriterijih, saj so služile kot podpora inventarizaciji naravne dediščine in presoji vplivov na okolje (Reynard, 2007; cv: Erhartič, 2012). Razvoj znanosti, pomen nežive narave, ozaveščanje prebivalstva in razvoj turizma so dejavniki, ki so vodili k vse večjemu povpraševanju po geoturizmu, turizmu, ki temelji na geološki in geomorfološki dediščini. Zato so se razvile metode, ki zahtevajo celosten pristop in poleg znanstvenih kriterijev vključujejo tudi družboslovni in upravljavski vidik (Erhartič, 2012).

Večina metod je kvalitativnih in subjektivnega značaja, saj temeljijo na opredeljevanju geodiverzitete na podlagi osebnega doživetja lepote, pomembnosti in pestrosti posameznih elementov. Zaradi subjektivnosti se rezultati vrednotenja razlikujejo, niso kakovostni, pridobljene podatke pa je nemogoče primerjati (Stepišnik, Repe, 2015).

Pri vrednotenju geodiverzitete je v zadnjem času opazen velik metodološki napredek, saj se pojavlja vse več metod, ki so avtomatizirane in temeljijo na kvantitativnih vidikih vrednotenja. Izogibajo se subjektivnosti, saj želijo čim celoviteje obravnavati območja, njihov namen pa je, da so lahko uporabne na različnih območjih ter da vrednotenje poteka avtomatizirano, to je, da vrednoti lahko več oseb, da bodo rezultati čim bolj podobni oziroma enaki. Metode se med seboj razlikujejo tudi po načinu zajemanja podatkov o elementih geodiverzitete. Metode, ki vrednotijo posamezne točke ali območja, so preprostejše, kompleksnejše pa obravnavajo celotno območje in znotraj njega identificirajo območja z višjim indeksom geodiverzitete (Stepišnik, Trenchovska, 2016).

2.3.1 Kvalitativne metode vrednotenja geodiverzitete

Leta 2005 sta avtorja Serrano in Gonzáles-Trueba zasnovala metodo, ki je sestavljena iz treh kategorij in temelji na uporabi geomorfološkega zemljevida. Inventarizaciji elementov sledi analiza, s katero elementom določimo znanstveno ali intrizično, dodano ali kulturno ter uporabno ali upravljalno vrednost. Metoda je bila uporabljena v narodnem parku Picos de Europa na severu Španije; od ostalih metod se precej razlikuje, zato je z njimi najtežje primerljiva (Serrano, Gonzáles-Trueba, 2005; cv: Erhartič, 2012).

Tabela 1: Merila španske metode

Znanstvena ali intrizična vrednost	nastanek morfologija	
	dinamika	pretekli procesi sodobni procesi
	starost kamninska zgradba geološka struktura	
Kulturna ali dodana vrednost	estetska vrednost	
	kulturna vrednost	navzočnost kulturnih spomenikov duhovne, literarne in umetniške vsebine zgodovinska raba
	izobraževalna vrednost	izobraževalni viri
	znanstvena vrednost	znanstvena pomembnost tipičnost
	turistična vrednost	dejanska raba potencialna raba
Raba in upravljalna vrednost	dostopnost	
	ranljivost	
	občutljivost	
	intenzivnost rabe	
	ogroženost	
	stopnja zavarovanja	
	človeški vplivi	
	kakovost razgleda	
	sprejemljivost sprememb	

Vir: Serrano, Gonzáles-Trueba, 2005; cv: Erhartič, 2012

Tako imenovana portugalska metoda, ki so jo razvili avtorji v Središču za geoznanosti Univerze v Minhu, je mnogo kompleksnejša. Metoda je bila uporabljena v Naravnem parku Montesinho, vrednotenje pa poteka na dveh nivojih. Prvi nivo je kvantitativen, saj zajema geomorfološko inventarizacijo elementov. V drugem koraku izbranim elementom pripišejo znanstveno (redkost, ohranjenost, tipičnost, pestrost) in dodano vrednost (kulturna, estetska, ekološka). Na drugem nivoju vrednotijo upravljalno vrednost, ki je v drugem koraku razčlenjena na uporabno (dostopnost, vidnost) in ohranitveno vrednost (stopnja slabšanja in pričakovana škoda). Posamezna merila različno obtežijo, končni seštevek pa pomeni skupno vrednost geomorfološke dediščine. Posameznemu objektu v zadnjem koraku pripišejo vsoto vseh uvrstitev glede na vrednost po posameznem merilu. Dediščina, ki ima po vseh merilih visoko vrednost, v končnem rangiranju bolj izstopa. Avtorji menijo, da je prednost metode, da ima ločeno opisno in številčno vrednotenje, zato lahko geomorfološke elemente vrednotimo povsem kvantitativno (Pereira, Pereira, Alves, 2007; cv: Erhartič, 2012).

Na Inštitutu za geografijo Univerze v Lozani je leta 2005 (Pralong; cv: Erhartič, 2012) nastala metoda za merjenje turističnega potenciala. Podobno kot portugalska metoda tudi ta temelji na kvalitativni in kvantitativni analizi. Avtor sklepa, da so vse turistične dobrine, storitve in infrastruktura nastale zaradi znanstvenih, estetskih, kulturnozgodovinskih in družbenogospodarskih vrednosti geomorfološke dediščine. Metoda je sestavljena iz dveh

korakov, merjenja turistične vrednosti (estetska, znanstvena, kulturnozgodovinska, družbenogospodarska vrednost) in uporabne vrednosti (stopnja rabe, način rabe).

Tabela 2: Merila metode merjenja turističnega potenciala geomorfoloških oblik

Turistična vrednost	estetska vrednost	število razgledišč povprečna razdalja do razgledišč površina nadmorska višina barvni kontrasti
	znanstvena vrednost	paleogeografska vrednost tipičnost površina ohranjenost ekološka vrednost
	kulturnozgodovinska vrednost	kulturnozgodovinski običaji slikarsko upodabljanje zgodovinski in arheološki pomen verski in duhovni pomen umetnost in kulturni dogodki
	družbenogospodarska vrednost	dostopnost naravne nevarnosti letni obisk stopnja zavarovanja privlačnost
Raba	stopnja rabe (tudi okolice dediščine)	uporabna površina infrastruktura sezonskost dnevni obisk
	način rabe	raba estetskih vrednosti raba znanstvenih vrednosti raba kulturnih vrednosti raba gospodarskih vrednosti

Vir: Pralong, 2005; cv: Erhartič, 2012

Leta 2007 so Reynard in sodelavci (cv: Erhartič, 2012), prav tako na Inštitutu za geografijo Univerze v Lozani, razvili metodo, ki je najpreprostejša. Namenjena je študentom, raziskovalcem in znanstvenikom. Podobno kot ostale metode tudi ta zajema znanstveno vrednost (redkost, tipičnost, celovitost, paleogeografska vrednost) in dodano vrednost (ekološka, estetska, kulturna, ekonomska vrednost). Osrednji del dodanih vrednosti dopolnjujejo dodatni kriteriji, katerih namen je vzpostaviti možno povezavo med geomorfologijo in drugimi vidiki narave in družbe. Vrednost posameznih meril je podana opisno in ločeno za vsako merilo posebej, kar onemogoča medsebojno primerjavo. Metodo je uporabil tudi Erhartič (2012) pri vrednotenju reliefnih oblik v Dolini Triglavskih jezer.

2.3.2 Kvantitativne metode vrednotenja geodiverzitete

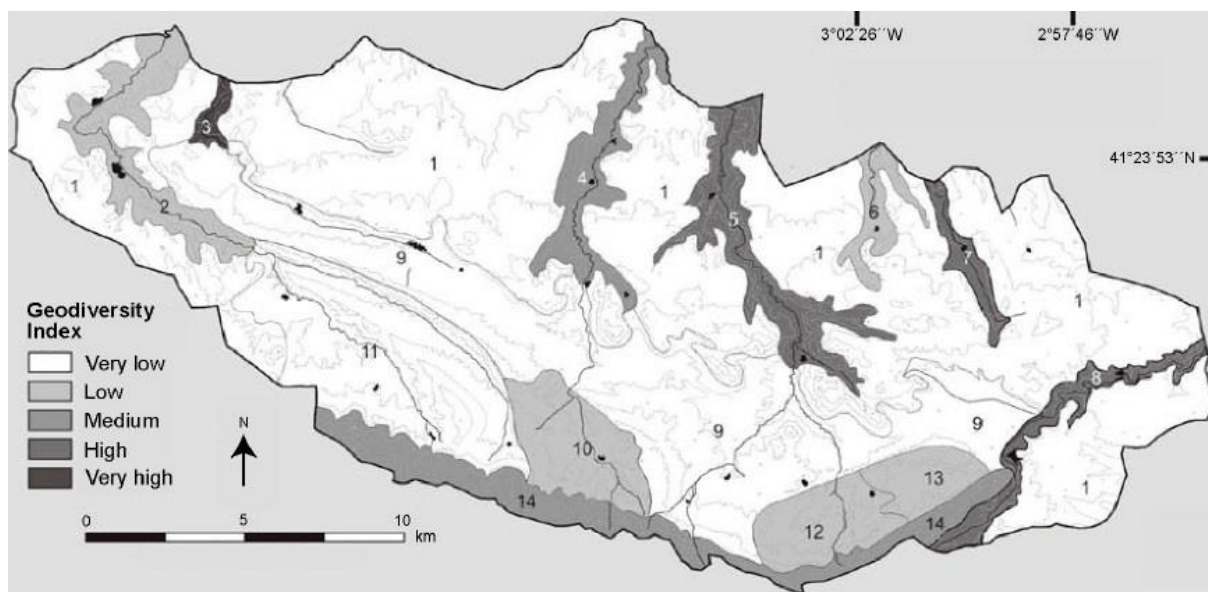
Serrano in sodelavci (2007) so aplicirali kvantitativno metodo vrednotenja v ruralni pokrajini Tiermes-Caracena v Španiji. Metoda je sestavljena iz treh delov. Prvi del vključuje analizo abiotskih elementov, v katero so vključeni geološki, geomorfološki, hidrološki in pedološki elementi. V fazi analize so bili prepoznani elementi vključeni v morfografsko karto, ki je podlaga za naslednje faze. V drugi fazi so s pomočjo morfografske karte, digitalnih zračnih posnetkov in terenskega dela povezali posamezne elemente v štirinajst različno velikih geomorfoloških enot. V vsaki enoti so inventarizirali vse posamezne elemente in tako dobili pregled nad številom različnih abiotskih elementov. Zadnja faza vključuje izračun indeksa geodiverzitete na podlagi števila različnih abiotskih elementov (E_g), koeficienta razgibanosti površja (R) in naravni logaritem površine geomorfološke enote ($\ln S$). Indeks je razporejen med vrednostma 4,4 in 48,6, na podlagi razpona pa so ustvarili pet različnih razredov geodiverzitete, od zelo nizkega do zelo visokega. Karta indeksa geodiverzitete je končni rezultat metode (Serrano, Ruiz-Flaño, 2007; cv: Trenchovska, 2016).

$$Gd = \frac{E_g * R}{\ln S}$$

Gd = indeks geodiverzitete, E_g = št. različnih abiotskih elementov v geomorfološki enoti,

R = koeficient razgibanosti površja, $\ln S$ = naravni logaritem površine geomorfološke enote

Karta 2: Karta indeksa geodiverzitete po območjih v pokrajini Tiermes-Caracena, Španija



Vir: Serrano, Ruiz-Flaño, 2007

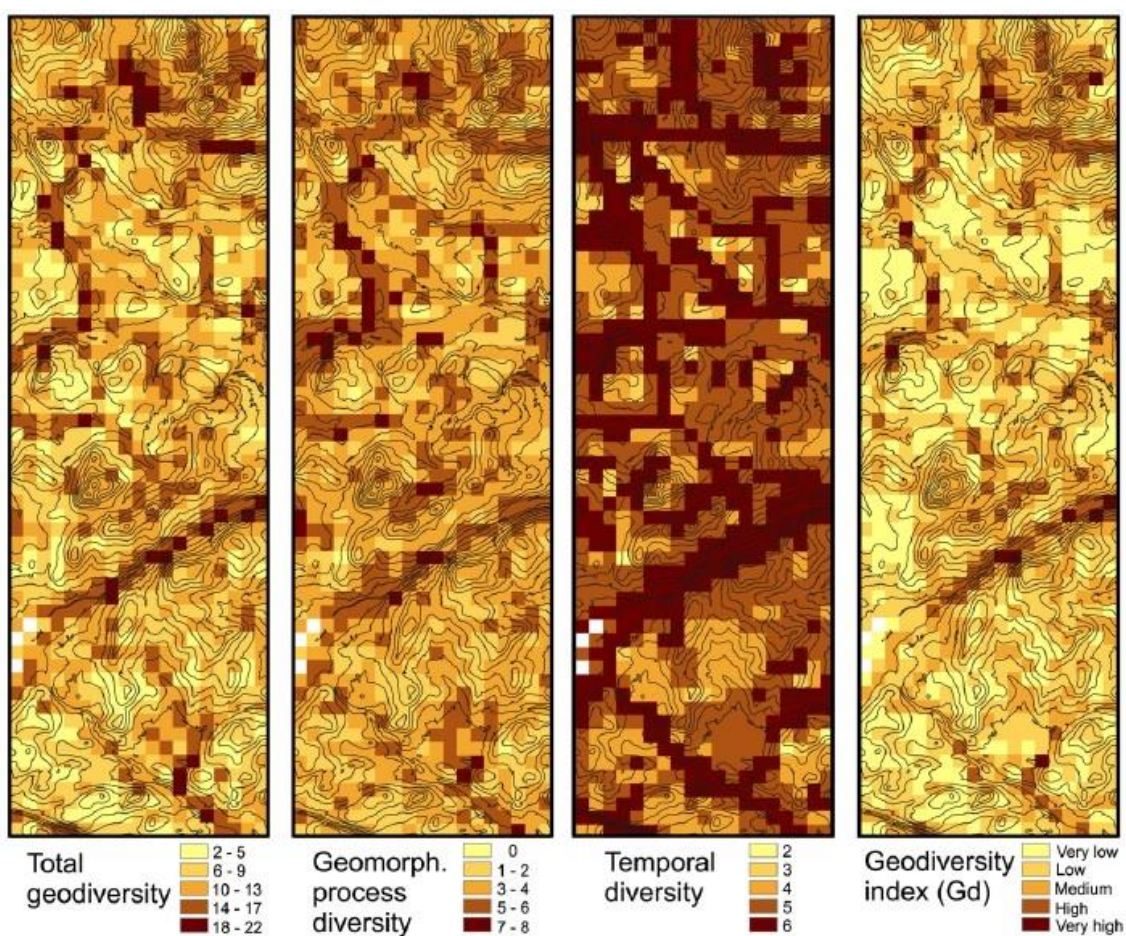
Metoda, ki so jo uporabili finski avtorji, je bila uporabljena na skrajnem severu Finske, na Laponskem. Avtorji so za analizo uporabili abiotske elemente, ki jih je predlagal Gray, in sicer so upoštevali geološke, geomorfološke in hidrološke elemente, ki so jih evidentirali s pomočjo terenskih raziskav, digitalnih zračnih posnetkov, topografskih in geoloških kart. Območje so razdelili na 1137 enakih kvadratov, velikih 500 x 500 m, kar omogoča uporabo različnih podatkov o elementih, tako podrobnih kot tudi večjih. V naslednjem koraku so izračunali skupno število vseh različnih elementov. V nadaljevanju so določili število procesov, ki so jih oblikovali oziroma jih še oblikujejo. V naslednjem koraku so določili čas

nastanka, da bi dobili časovno raznolikost znotraj določenih območij. Elemente so klasificirali v šest skupin:

- formacija kamnin (predkambrij),
- erozijska in denudacijska faza (predkambrij – pleistocen),
- poledenitev (pleistocen),
- umik »Weichselianske poledenitve«,
- holocen,
- recentna aktivnost.

Izračunali so enajst topografskih parametrov (nadmorska višina, naklon, hrapavost idr.) in njihovo medsebojno korelacijo, da bi ugotovili, ali topografija v tolikšni meri vpliva na razporejanje indeksa geodiverzitete v prostoru. Na proučevanem območju so identificirali 74 različnih elementov, kot končni rezultat raziskave pa so nastale štiri različne karte. Prva karta prikazuje število različnih elementov geodiverzitete. Karta, ki prikazuje različno število geomorfoloških procesov, kaže, da se na enoto pojavlja od 2 do 8 različnih procesov. Časovna raznolikost je od 2 do 6. Indeks geodiverzitete so razdelili v pet razredov, od zelo nizkega do zelo visokega. Avtorji so ugotovili, da korelacija med topografijo in indeksom geodiverzitete ni pomembna, kar pomeni, da topografija ne vpliva v tolikšni meri na razporeditev elementov geodiverzitete (Hjort, Luoto, 2010).

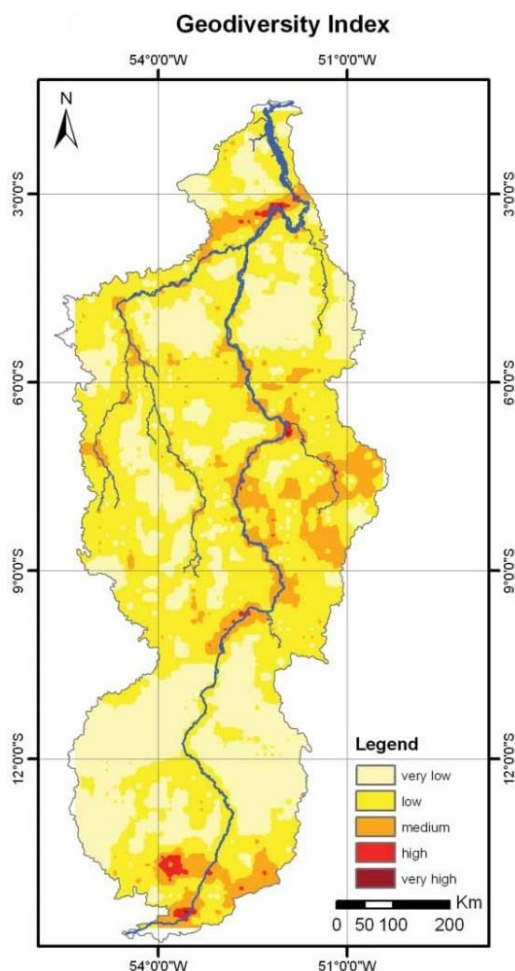
Karta 3: Karta elementov geodiverzitete, geomorfoloških procesov, časovne raznolikosti in indeksa geodiverzitete



Vir: Hjort, Luoto, 2010

Metoda, ki so jo v sodelovanju razvili portugalski in brazilski avtorji, je bila uporabljena na območju porečja reke Xingu, ki leži v brazilski zvezni državi Paraná. Območje zavzema 511.000 km², približno 60 % od tega pripada zavarovanim območjem. Podobno kot finski avtorji so proučevano območje razdelili na mrežo 2462 enako velikih prostorskih enot z velikostjo 13,8 x 13,8 km. V začetni fazi so naredili izbor elementov geodiverzitete, ki vključujejo geološke, geomorfološke, paleontološke in pedološke elemente ter minerale. Indeks geološke diverzitete so izračunali na podlagi števila različnih geoloških elementov, ki se pojavljajo v posameznem kvadratu, enake elemente pa so združili v isto skupino. Indeks geomorfološke diverzitete je sestavljen iz treh podfaktorjev, in sicer geomorfoloških elementov, morfostrukturnih elementov in hidrologije. Geomorfološki in morfostrukturni elementi so bili ovrednoteni po enakem postopku kot geološki elementi. Hidrološke elemente so hierarhično klasificirali po Strahlerjevi klasifikaciji vodotokov in jim manualno pripisali vrednosti pri vsakem kvadratu. Indeks pedološke in paleontološke diverzitete ter diverzitete mineralov so pridobili na podoben način kot indeks geološke diverzitete, tj. glede na število elementov, ki se pojavljajo v posameznem kvadratu. Vrednost geodiverzitete predstavlja seštevek vseh delnih indeksov za posamezen kvadrat. Končni rezultat je karta, ki so jo pridobili s pomočjo izolinij, ki povezujejo vse kvadrate s podobno vrednostjo geodiverzitete, vrednosti pa so razdelili v pet razredov (zelo nizka, nizka, srednja, visoka, zelo visoka) (Silva in sod., 2013).

Karta 4: Karta indeksa geodiverzitete v porečju reke Xingu



Vir: Silva in sod., 2013

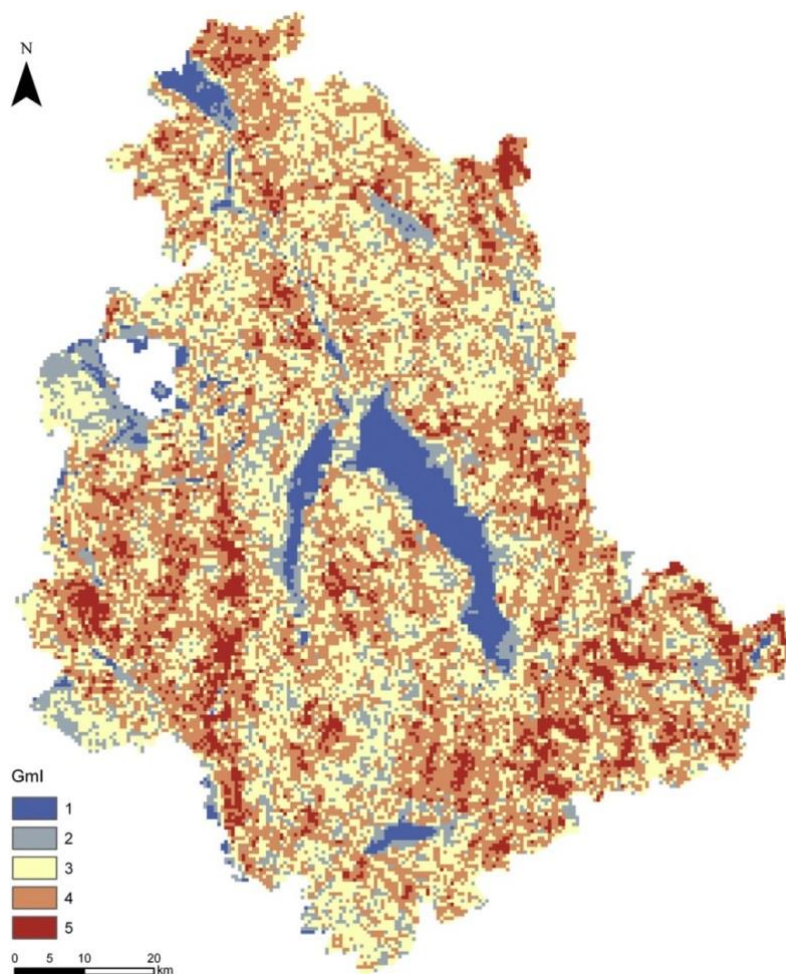
Italijanski avtorji so zasnovali kvantitativno metodo vrednotenja geomorfološke diverzitete oziroma geomorfodiverzitete. Metodo so aplicirali na območju Umbrije v Italiji. Osredotočili so se na parametre, ki vplivajo na oblikovanje fizičnega površja. V analizi so s pomočjo geografskih informacijskih sistemov in digitalnega modela nadmorske višine določili kazalce, ki vključujejo geološke elemente, gostoto drenažne mreže, razgibanost površja, pozicijo naklona in zemeljske oblike. Geomorfodiverzitetni indeks so poizkušali pridobiti s pomočjo naslednje enačbe, ki vsebuje prej naštetе kazalce:

$$GmI = Geov + Ddv + Rgv + Spv + Lcv$$

GmI = indeks geomorfodiverzitete, **Geov** = faktor geološke diverzitete, **Ddv** = faktor diverzitete gostote drenažne mreže, **Rgv** = faktor diverzitete razgibanosti površja, **Spv** = faktor diverzitete pozicije naklona, **Lcv** = faktor diverzitete zemeljskih oblik

Vsi kazalci so rastrski sloji, ki so na podlagi pregledane literature reklasificirani na isto mersko lestvico; določili so jim 5 kategorij, pri čemer je 1 minimalna vrednost, 5 pa maksimalna vrednost. Končni rezultat metode je zemljevid, ki prikazuje indeks geomorfodiverzitete in je seštevek vseh kazalcev. Na podlagi Jenkovega algoritma so končno karto reklasificirali na 5 razredov, pri čemer je 1 minimalna vrednost in 5 maksimalna. Ugotovili so, da je indeks višji na območju, kjer je amplituda nadmorske višine večja, in nižji na bolj uravnanih območjih (Melleli in sod., 2017).

Karta 5: Indeks geomorfodiverzitete proučevanega območja v Umbriji



Vir: Melleli in sod., 2017

2.3.3 Metode vrednotenja geodiverzitete v Sloveniji

Leta 2012 je Erhartič izdal prvo pomembnejše delo, ki se nanaša na naravovarstveno vrednotenje geomorfoloških oblik, tj. *Geomorfološka dediščina v Dolini Triglavskih jezer*. Avtor meni, da so pomembnejša območja z večjo osredotočenostjo izjemnih, redkih, tipičnih, kompleksno povezanih oblik, ki imajo tudi znanstvenoraziskovalno ali pričevalno vrednost, zato je območje glede na morfogenetske pokrajinsko-reliefne dejavnike razdelil na 17 različnih geomorfoloških enot. Združevanje oblik v smiselne enote z veliko gostoto in raznolikostjo oblik veča tudi naravovarstveni pomen območja. Geomorfološke enote je prikazal na sinteznem zemljevidu in jih razdelil v 3 večje zaključene enote (območje vrhov in grebenov s pripadajočimi melišči, območje uravnav, podov in laštov ter dno doline). Avtor je pripravil vizitko ovrednotenih enot, ki jo je razdelil na 6 podenot, numerično vrednotenje je izvedel v tretjem (znanstvena vrednost) in četrtem (dodatna vrednost) delu vizitke. Vsakemu merilu vrednotenja je glede na poznavanje problematike in območja pripisal vrednost med 0 (brez vrednosti) in 1 (zelo visoka vrednost). Znanstvena merila temeljijo na redkosti, tipičnosti, celovitosti in paleogeografski vrednosti pojava. Pri redkosti pojava je upošteval absolutno redkost (kadar je v Sloveniji do približno 5 podobnih objektov oziroma območij) in relativno redkost (nanašanje na manjše zaokroženo območje, na primer Triglavski narodni park). Pri tipičnosti je dodelil večjo vrednost značilnim pojavom oziroma zelo nazorno oblikovanim pojavom. Celovitost se nanaša na kompleksnost pojavov, večjo vrednost so dobile enote, v katerih prepleta več pojavov, ki sestavljajo celoto. Paleogeografska vrednost poudarja povezanost pojava z značilnostmi površja in podnebja v preteklih obdobjih. Na podlagi teh štirih kriterijev je izračunal povprečje in tako dobil znanstveno vrednost. Dodatna merila zajemajo ekološko, estetsko, kulturno ter ekonomsko vrednost. Ta del vrednotenja temelji na poenostavljenih merilih vrednotenja, katerega namen je osvetliti možne povezave med geomorfološko dediščino, živo naravo in družbo. Ekološka vrednost je povprečje dveh podmeril, ekološkega vpliva (vpliv geomorfologije za razvoj ekosistemov oziroma navzočnosti rastlinskih in živalskih vrst) in zavarovanih območij (upošteva obstoječ varstveni status). Estetsko merilo vsebuje tudi dve podmerili, vidnost ter vizualno pestrost. Kulturna merila imajo sestavljata podmerili, to sta kulturna in ekonomska vrednost ter dostopnost. Skupna vrednost znanstvenih, ekoloških in estetskih vrednosti je podana opisno. Merila med seboj niso primerljiva, saj se nanašajo na naravne pojave z več povsem različnih zornih kotov. Končni rezultat metode so 4 različni zemljevidi, ki prikazujejo znanstveno, ekološko, estetsko ter kulturno in ekonomsko vrednost posameznih geomorfoloških enot.

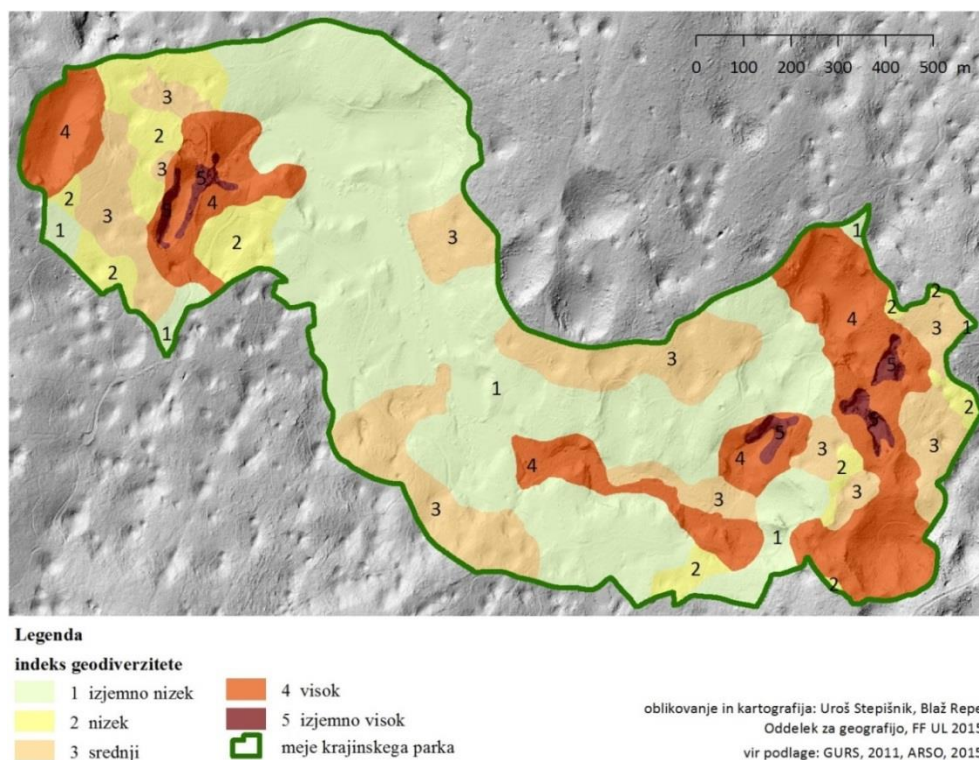
Stepišnik in Repe (2015) sta objavila članek »Identifikacija vročih točk geodiverzitete na primeru Krajinskega parka Rakov Škocjan«, v katerem sta predstavila kvantitativno metodo vrednotenja geodiverzitete, ki sta jo izvedla s pomočjo geoinformacijskih orodij (ArcGIS 10.2.2., Saga GIS 2.1.4., Idrisi Selva 17.0.). Izračun geodiverzitete je potekal v 4 fazah:

- izbor podatkovnih slojev in vzpostavitev geografskega informacijskega sistema za preučevano območje;
- prepoznavanje, digitalizacija, priprava in pretvorbe površinskih abiotskih elementov;
- izračun parametrov enačbe za izračun indeksa geodiverzitete;
- prilagoditev izračunanih podatkov za končni prikaz.

V prvi fazi sta izračunala parametre na podlagi lidarskega digitalnega modela nadmorskih višin z natančnostjo 1 x 1 m. Pri prepoznavanju nekaterih površinskih oblik sta si pomagala z digitalnimi ortofoto posnetki. V naslednjem koraku sta prepoznala, določila in opredelila posamezne abiotske pojave kot elemente geodiverzitete. Opredelila sta jih na podlagi terenskega pregleda in kartiranja, in prepoznala 9 različnih elementov geodiverzitete (izviri, ponori, vodni tokovi, slepe doline, zatrepne doline, večji jamski vhodi, naravna mostova,

vrtače in udornice). Elemente sta prikazala s poligonsko obliko in tako opredelila dejansko stanje elementov geodiverzitete. V tretji fazi sta izračunala posamezne parametre po formuli, ki sta jo predlagala avtorja Serrano in Ruiz-Flaño. Podatke o elementih geodiverzitete sta združila v enoten sloj, v katerem je vsak del vseboval število različnih elementov geodiverzitete na določeni lokaciji. Vse podatke sta reklasificirala v rastrsko obliko ter na podlagi predlagane enačbe izračunala indeks geodiverzitete. V zadnji fazi sta kontinuirane rastrske prikaze z glajenjem podatkov, uporabo modula večine in generalizacijo podatkov dobila vektorski prikaz indeksa geodiverzitete. Končni rezultat je 5 območij s sorazmerno homogeno vrednostjo indeksa geodiverzitete, pri čemer je 1 izjemno nizek in 5 izjemno visok.

Karta 6: Območja homogenega indeksa geodiverzitete v Krajinskem parku Rakov Škocjan

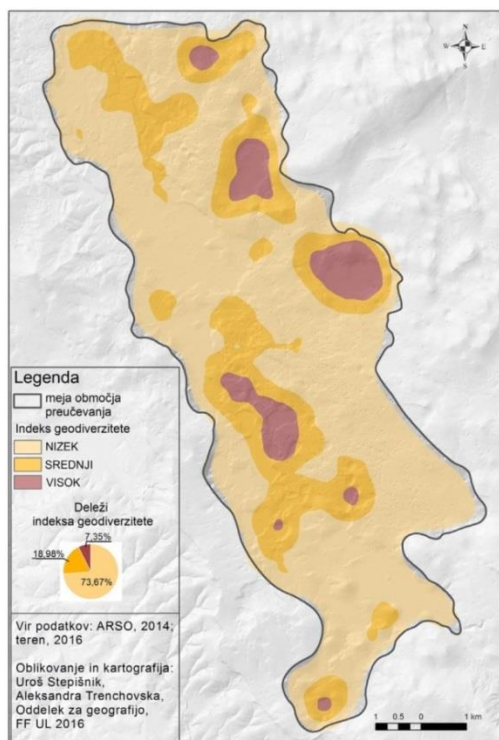


Vir: Stepišnik, Repe, 2015

Stepišnik in Trenchovska (2016) sta predstavila novo metodo vrednotenja geodiverzitete, ki sta jo uporabila na območju Zgornje Pivke. Razvila sta jo z namenom, da bi vrednotenje potekalo čim bolj objektivno in sistematično. Metoda temelji na vrednotenju celotnega območja na osnovi prostorske razporejenosti elementov geodiverzitete in razčlenjenosti površja. Model inventarizacije in vrednotenja geodiverzitete je potekal v treh fazah. V prvi fazi sta na podlagi terenskega kartiranja, strokovne literature, kartografskega gradiva in digitalnih ortofoto posnetkov identificirala in prostorsko dokumentirala elemente geodiverzitete. Prepoznala sta geomorfološke (večje kraške kotanje, zatrepne doline, kopasti vrhovi) in hidrološke (izviri, reke, presihajoča jezera) elemente. Oblike sta digitalizirala in dobila vektorske sloje, na podlagi lidarskega digitalnega modela nadmorskih višin pa sta izračunala indeks reliefne razgibanosti. V drugi fazi sta inventarizirala elemente geodiverzitete glede na prostorsko enoto, reklasificirala vektorske sloje v rastrske in določila navzočnost oziroma odsotnost vsakega elementa posebej znotraj prostorske enote. Rastrske sloje sta reklasificirala in seštelata ter dobila točno število različnih elementov, ki se pojavljajo znotraj 1828 enako velikih prostorskih enot na celotnem proučevanem območju. V zadnji fazi

sta s pomočjo modificirane enačbe avtorjev Serrano in Ruiz-Flaño izračunala indeks geodiverzitete, ki dosega vrednosti med 0 in 1220,07. Dobljene vrednosti sta razvrstila v tri naravne Jenksove razrede, in dobila nizek, srednji ter visok indeks geodiverzitete. Razrede sta pretvorila v homogene zaokrožene enote in določila, da so območja z visokim indeksom tudi vroče točke geodiverzitete.

Karta 7: Območja razredov indeksa geodiverzitete in njihovi deleži na območju Zgornje Pivke



Vir: Stepšnik, Trenchovska, 2016

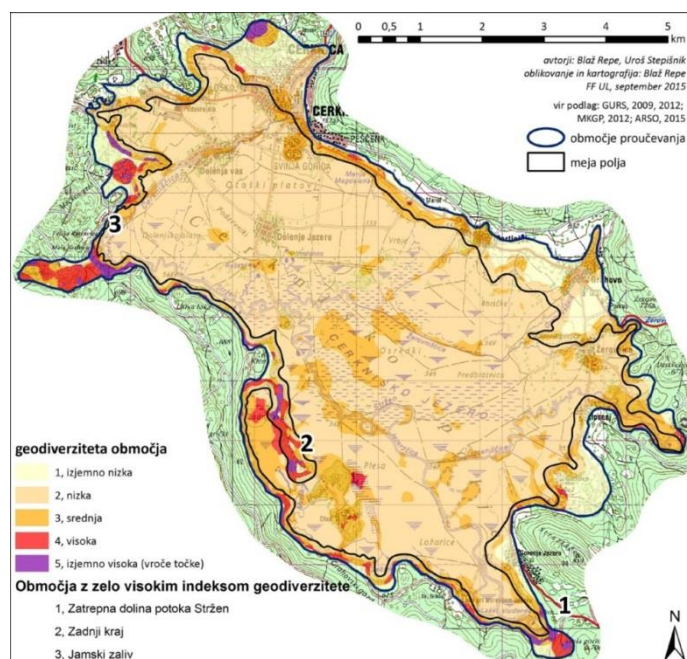
Stepšnik, Repe in Ilc Klun (2016) so objavili članek, katerega namen je izdelava in evalvacija metode za vrednotenje geodiverzitete za izobraževalne namene. Postopek vrednotenja je potekal v dveh fazah. V prvi fazi so identificirali območja z visokim indeksom geodiverzitete, ki so zaradi večje pestrosti okolja ustreznejša za izobraževalne namene. V drugi fazi so identificirali dodane vrednosti območji, za katera so ugotovili, da imajo večjo stopnjo geodiverzitete. Dodano vrednost so določili na podlagi elementov, ki so pomembni pri procesu organizacije izobraževalne ekskurzije ali terenskega dela. Metodo so preizkusili na območju Cerkniskega polja, ki je zaradi dostopnosti in velike pestrosti kraških oblik že uveljavljena destinacija za organizacijo ekskurzij. Vrednotenje geodiverzitete izbranega območja so izvedli z različnimi GIS orodji. Pri prepoznavanju elementov geodiverzitete so si pomagali z lidarskim digitalnim modelom nadmorskih višin, digitalnimi ortofoto posnetki, topografskimi kartami in terenskim kartiranjem. Prepoznali so 11 različnih elementov geodiverzitete (kraški izviri, estavele, ponikve, ponori, humi, površinski tokovi, slepa dolina, udornice, vršaj, zatrepne doline, Cerknisko polje skupaj s presihajočim jezerom). Identificirane elemente so digitalizirali in jih prikazali kot poligone. V naslednjem koraku so po formuli, ki sta jo predlagala Serrano in Ruiz-Flaño, izračunali indeks geodiverzitete in dobili karto s polkvantitativno mersko lestvico, ki omogoča oblikovanje pet različnih vrednosti geodiverzitete od zelo nizke do zelo visoke za vsako homogeno enoto, pri čemer lahko najvišje vrednosti indeksa geodiverzitete opredelimo kot vroče točke. S fokalno metodo

analize sosedstva so v GIS orodjih ugotovili število različnih elementov geodiverzitete, ki prekrivajo oziroma ležijo na celici velikost 1 x 1 m. Iz izračunanih parametrov Eg in R , ki so jih standardizirali s površino osnovne celice, so izračunali zvezni rastrski sloj indeksa geodiverzitete (Gd). Kontinuiran rastrski prikaz zelo natančno opredeljuje geodiverzitetu in je primeren za nadaljnje analize vendar je bil njihov cilj dobiti čim bolj zaokrožena jasno opredeljena območja indeksa geodiverzitete, zato so v zadnjem koraku opravili naslednje pretvorbe kontinuiranega rastrskega površja indeksa geodiverzitete (Gd): glajenje ostrih skokov, združevanje podobnih vrednosti in z generalizacijo dobljenih rezultatov, kjer so imele večje zaključene enote prednost pred manjšimi in raztresenimi. Vrednotenje izobraževalnega potenciala geodiverzitete so zasnovali na podlagi več kriterijev, ki so pomembni tako za organizacijo ekskurzije kot za njeno kvaliteto izvedbo; območje ekskurzije mora namreč biti dostopno in varno za vse udeležence, hkrati pa mora biti tudi izobraževalno (povezano z vsebino učnega načrta). Zato so v predlagano metodo vključili sedem kriterijev: dostopnost, varnost, pokritost vsebine geodiverzitete z vsebino učnega načrta, medpredmetno povezovanje, vpetost območja v širši kontekst ekskurzije, terenske tehnike in učila. Vsak predlagani kriterij so ocenili z vrednostma od 0 do 1 (0 je najmanjša in 1 največja). Končni izobraževalni potencial območij z visokim indeksom geodiverzitete je opredeljen kot vrednost *izobraževalnega potenciala* (EP), ki je vsota vseh sedmih kriterijev:

$$EP = A + S + GCG + CCI + IE + FT + TM$$

Majhen izobraževalni potencial pomeni, da območje ni primerno za izvedbo ekskurzije, visok izobraževalni potencial pa, da je območje primerno za organizacijo kvalitetne ekskurzije. Avtorji so ugotovili, da so velika homogena območja z zelo visokim indeksom geodiverzitete skupaj z območji, ki imajo visok izobraževalni potencial, na treh mestih na Cerknškem polju.

Karta 8: Območja homogenega indeksa geodiverzitete na območju Cerknškega polja



Vir: Stepišnik, Repe, Ilc Klun, 2016

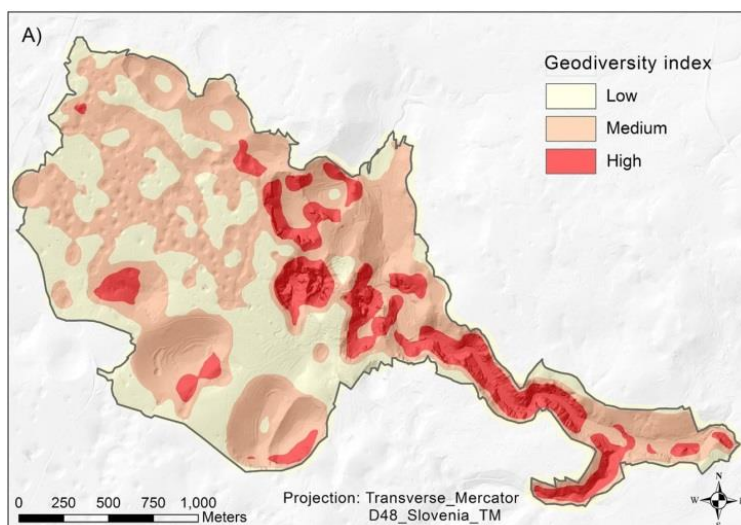
Stepišnik in Trenchovska (2018) sta objavila članek »A New Quantitative Model for Comprehensive Geodiversity Evaluation: the Škocjan Caves Regional Park, Slovenia«, v katerem sta predstavila novo kvantitativno metodo vrednotenja geodiverzitete. Metoda je

lahka za uporabo, delno avtomatizirana in zasnovana tako, da jo lahko uporabimo na različnih reliefnih tipih. Metodo sta aplicirala na območju Regijskega parka Škocjanske jame. Metoda je zasnovana na podlagi kombinacije morfografskega kartiranja in prostorskih analih v geografskih informacijskih sistemih. V analizo sta vključila geomorfološke in hidrološke elemente geodiverzitete, ki sta jih identificirala s pomočjo digitalnih ortofoto posnetkov, lidarskim digitalnim modelom nadmorskih višin, naravovarstvenim atlasom, topografskimi kartami in terenskim kartiranjem. Vse prepoznane elemente sta digitalizirala in pretvorila v rastrsko obliko, in z opcijo bloc statistics določila število različnih elementov (E_g) na prostorsko enoto, celotno območje pa sta razdelila na enake enote. Na podlagi digitalnega modela višin sta po Rileyjevi metodi izračunala indeks razgibanost površja (IR) na površino enote, ki sta jo vključila v prilagojen izračun za indeks geodiverzitete (G_d), ki sta ga zasnovala Serrano in Ruiz-Flaño.

$$G_d = E_g * IR$$

V geoinformacijskih sistemih sta pomnožila število različnih elementov in indeks razgibanosti površja. Kot predlaga enačba, ki sta jo zasnovala Serrano in Ruiz-Flaño, je v imenovalcu še naravni logaritem površine geomorfološke enote, vendar sta ga Stepišnik in Trenchovska izpustila, saj so že predhodnih koraki upoštevali izračun glede na prostorsko enoto. Karta indeksa geodiverzitete je klasificirana na tri razrede po Jenksu, to so nizka, srednja in visoka geodiverziteta. Avtorja sta ugotovila, da ima približno tretjina proučevanega območja nizek indeks geodiverzitete. Večina tega območja se nahaja na kraškem površju, indeks razgibanosti površja je nizek, število različnih elementov je majhno. Skoraj polovico območja lahko uvrstimo v razred s srednjim indeksom geodiverzitete, za katerega sta značilna večja variacija števila različnih elementov geodiverzitete in višji indeks razgibanosti površja. Na tem območju se nahajajo udornice, brezstropne jame in ostali kraški površinski pojavi, del pa sodi tudi na območje kanjona, kjer je višji indeks razgibanosti površja. Območje, ki ima visok indeks geodiverzitete, pokriva 15 % proučevanega območja. Tu je število različnih elementov geodiverzitete največje in tudi indeks razgibanosti površja je visok. Območja se nahajajo na območju udornic in osrednjega dela kanjona, kjer ponika reka Reka. Imenujemo jih tudi vroče točke geodiverzitete.

Karta 9: Indeks geodiverzitete na območju Regijskega parka Škocjanske jame

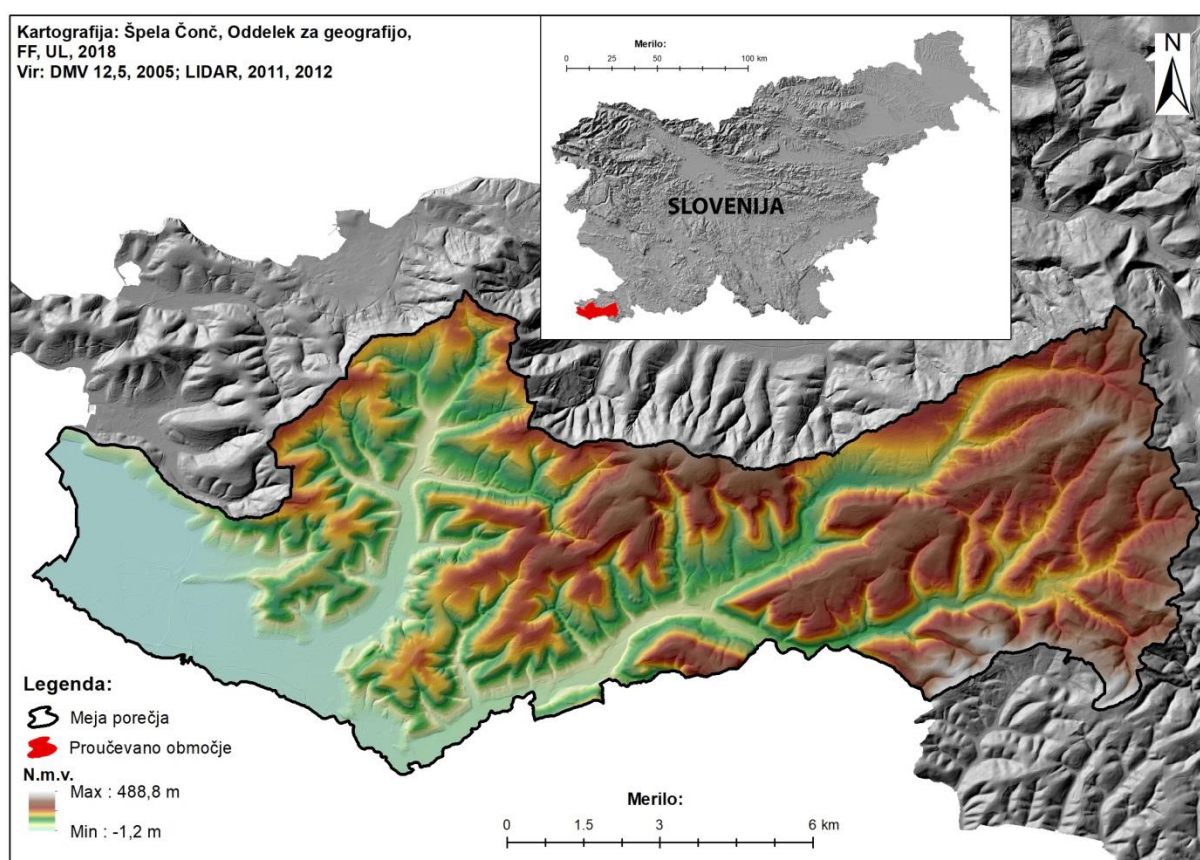


Vir: Stepišnik, Trenchovska, 2018

3 Porečje Dragonje

Glede na Naravnogeografsko klasifikacijo Slovenije se proučevano območje nahaja v makroregiji Sredozemski svet ter v submakroregiji Sredozemska flišna brda. Temeljne značilnosti Sredozemskega sveta so menjavanje flišnih in apnenčastih kamnin, submediteransko podnebje, obmorska lega, gosta poselitev v gručastih naseljih, litoralizacija, vinogradništvo in oljkarstvo. Porečje Dragonje je v pokrajini Koprška brda, na območju občin Piran, Izola in Koper (Slovenija, pokrajine ..., 2001). Vzhodno mejo predstavlja kamninska in reliefna meja med območji z eocenskim flišem ter paleogenskimi apnenci, ki se v obliki kraškega roba dviguje v Podgorski kras. Na zahodu območje meji na Piranski zaliv, ki je del Jadranskega morja, na jugu pa mejo predstavlja Bujski kras, ki je v hrvaškem delu Istre. Na severu so Koprška brda, od katerih je porečje ločeno z razvodnico porečja Dragonje (Slovenija, pokrajine ..., 2001).

Karta 10: Karta proučevanega območja



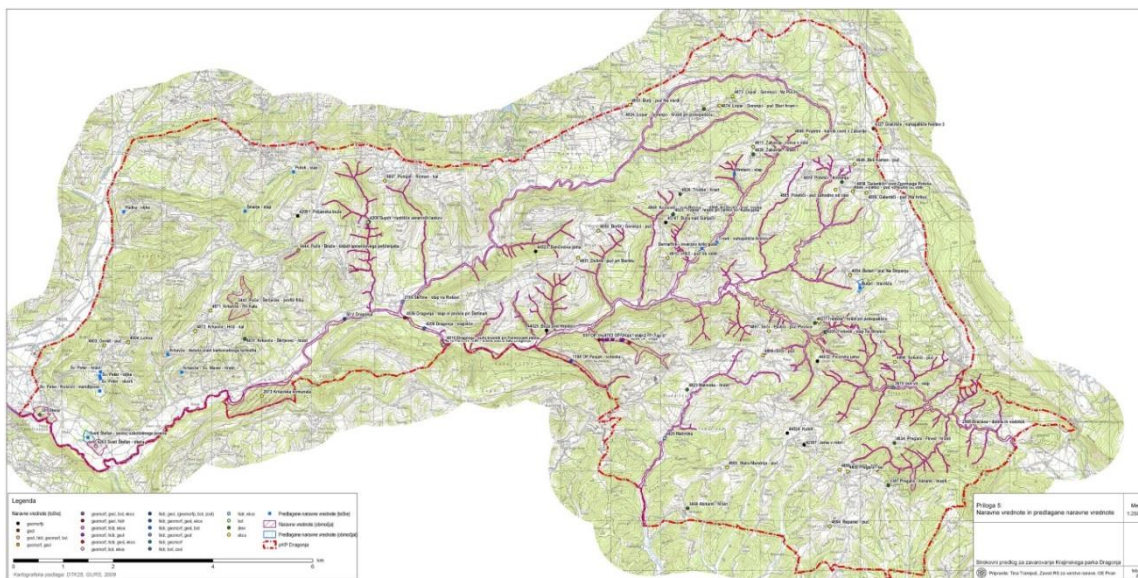
Slovenski del porečja reke Dragonje, ki smo ga proučevali v okviru magistrskega dela, zavzema 116,1 km² (DMV 12,5, 2005). V analizo območja je bil vključen del porečja reke Dragonje s pritoki, ki se izključno nahaja na slovenskem državnem teritoriju. Za proučevanje le slovenskega dela porečja smo se odločili zaradi pomanjkanja kartografskega gradiva na hrvaškem delu porečja, ki bi ga potrebovali za analiziranje podatkov v geografskih informacijskih sistemih.

Prve omembe reke Dragonje povezujemo z razlagami izvora imena in segajo v 7. ali 8. stoletje. V delu *Cosmografia* jo je pod imenom Argaone omenjal Anonymus iz Ravene (Žitko, 1999; cv: Zorn, 2008). Leta 1540 je v delu *Del sito de Listria* avtor Pietro Coppo zapisal, da je reka Dragonja dobila ime po svojem vijugastem toku, ki spominja na kačastega zmaja. V zapisu je uporabil ime Dragogna, ki izvira iz italijanske besede »drago«, tj. zmaj

(Žitko, 1999; cv: Zorn, 2008). V nekoliko kasnejših delih so avtorji povezovali pojem zmaj s hudourniškim značajem reke in ne le z vijugavostjo (Darovec, 1999; cv: Zorn, 2008). Pozneje se je reka Dragonja pogosto pojavljala v različnih zapisih o slovenski Istri, kot na primer v delu *Samosvoje mesto Trst in mejna grofija Istra* iz leta 1896, vendar so opisi splošni. Bolj podrobne fizičnogeografske raziskave območja segajo v obdobje po letu 1950. Leta 1951 je v delu *Solarstvo Šavrinskega primorja* (Savnik, 1951) avtor omenjal Dragonjo v zvezi s pogoji za nastanek solin, v kateri pa izpostavlja predvsem hidrološke značilnosti reke ter podnebne značilnosti območja. Šifrer je v delu *Nova geomorfološka dognanja v Koprskem primorju* (Šifrer, 1965) analiziral predvsem vpliv transgresije morja na razvoj obalnega reliefa, prav tako pa je s pomočjo proučevanja vrtnin, geološke zgradbe in izoblikovanosti reliefa poizkušal pojasniti razvoj stratigrafskih značilnosti območja, med drugim tudi doline reke Dragonje. Leta 1969 je izšla geološka karta za območje Trsta, karta in opisi so natančni, vendar narejeni v majhnem merilu. Geološka karta in tolmač veljata za prvo strokovnejšo delo s področja geologije, saj tudi natančno opisujejo razvoj litologije in nastanek kamnin (Osnovna geološka ..., 1969). Leta 1971 je izšlo diplomsko delo *Erozija tal in hudourniki: Dragonja v slovenski Istri* (Paulič, 1971). Kasneje se je s tematiko erozijskih procesov v dolini Dragonje ter v slovenski Istri ukvarjalo še več avtorjev. Izšlo je več podrobnejših člankov, monografij, diplomskih del ter doktorska disertacija (Natek, 1990; Statut, 2004; Zorn, 2007a; Zorn, 2007b; Zorn, 2008). Na področju geoloških raziskav so se raziskovalci ukvarjali predvsem z nastankom in zgradbo fliša, strukturnimi posebnostmi Istre, naravno prelomno zgradbo, inverznimi karbonatnimi megaplastmi v eocenskem flišu, spodmoli ter tudi mineralnimi lastnostmi tal (Pavlovec, 1987; Čermelj, 1995; Marinčič in sod., 1996; Pavšič, 1998; Placer, 2004; Placer, 2005a; Bricman, 2014; Ozis, Šmuc, 2015; Kocjančič, 2016). S hidrogeografskimi značilnostmi se je prav tako ukvarjalo več avtorjev. Proučevali so hudourniški značaj reke, poplavne značilnosti, hidromelioracijske posege ter posebnosti hidrografske mreže v eocenskem flišu (Orožen Adamič, 1977; Lovrenčak, 1980; Placer, 2005b; Fuks, 2010). Prav tako je nastalo več različnih prispevkov na temo naravovarstva, zavarovanja območja, naravnih in kulturnih danosti ter ocene stanja okolja (Pejič, 1987, 1988; Wohinz, 1993; Pavlič, 2001; Ocena stanja okolja ..., 2004; Strokovni predlog, 2009).

Najbližji poizkus vrednotenja nežive narave pomeni Strokovni predlog za zavarovanje Krajinskega parka Dragonje, ki so ga leta 2009 pripravili na Zavodu Republike Slovenije za varstvo narave, na območni enoti Piran. Strokovni predlog vsebuje pregled dosedanjih aktivnosti za ohranjanje na področju, fizičnogeografski, zgodovinski, kulturni ter naravovarstveni (naravne vrednote in biotska raznovrstnost) opis območja. Strokovni predlog zajema tudi poglavje, v katerem je opisano današnje stanje ohranjenosti naravnih vrednot in biotske pestrosti, morebitni dejavniki ogrožanja, utemeljitve varstva območja ter pravila ravnanja v primeru, da se predlagano območje zavaruje (Strokovni predlog ..., 2009).

Karta 11: Naravne vrednote, predlagane naravne vrednote in predlagano območje Krajinskega parka Dragonja



Vir: Strokovni predlog, 2009

V dolini Dragonje lahko zasledimo nekaj tematskih tabel, ki so bile postavljene v okviru projekta »Uživajmo podeželje, LAS Istre 2011«, na njih pa so prikazane kolesarske, pohodne ter konjeniške poti, naravne in kulturne znamenitosti ter turistična infrastruktura. Dolina Dragonje ni oblegana s turisti, saj so najzanimivejše naravne in kulturne zanimivosti dokaj težko dostopne zaradi nepretrdnosti terena ter nekoliko slabše prometne infrastrukture, zato množični turizem na tem območju ni razvit. Na spletu lahko zasledimo, da prevladujejo predvsem enodnevni izleti, za katere se odločijo predvsem pohodniki in gorski kolesarji.

Slika 1: Tabla s kartami tematskih poti

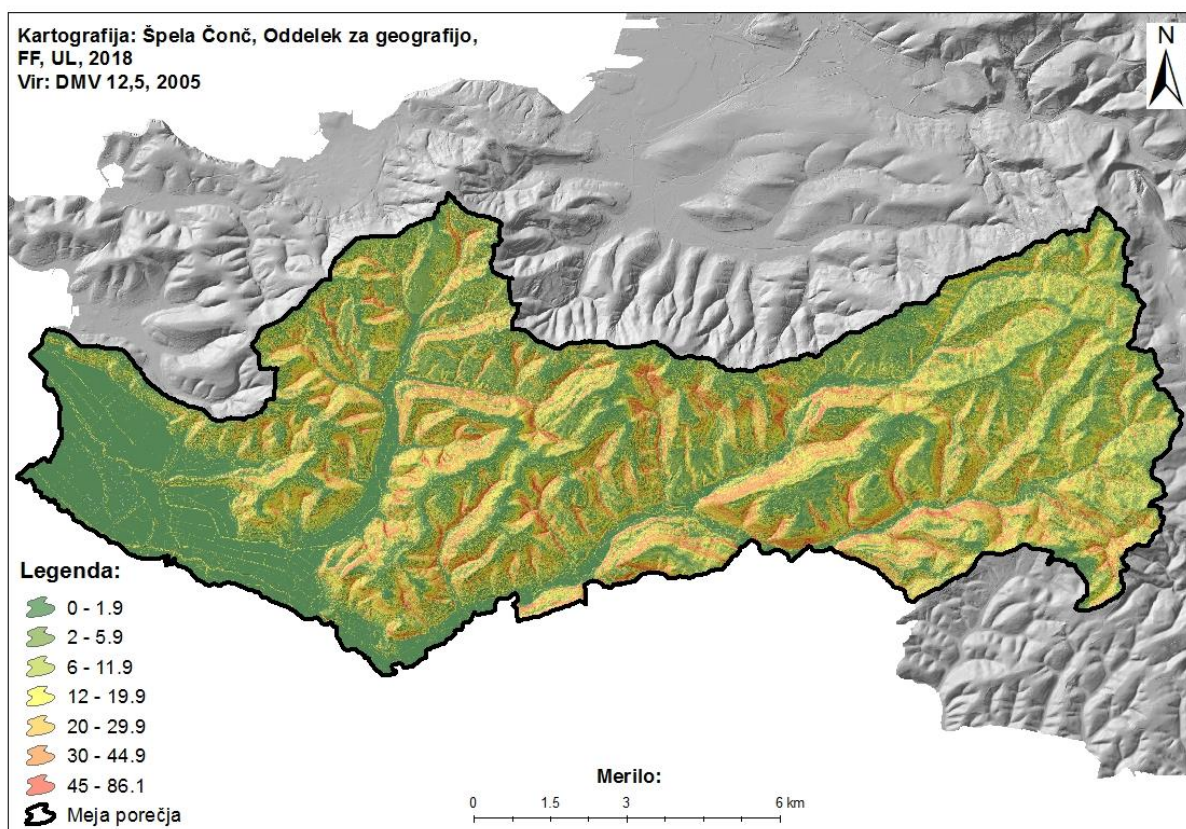


Avtorica slike: Čonč, 2018

4 Fizičnogeografske značilnosti porečja reke Dragonje

Proučevano območje porečja reke Dragonje se nahaja v flišnem gričevju, za katerega je značilno, da se najvišje nadmorske višine v njenem vzhodnem in osrednjem delu, postopoma se znižujejo proti zahodu oziroma izlivu Dragonje v morje. Najvišja točka na območju dosega 488,8 m nadmorske višine. V vzhodnem delu porečja so nadmorske višine majhne, prevladuje naplavna ravnica, ki jo je oblikovala Dragonja s pritoki (LIDAR, 2011, 2012). Po celotnem porečju Dragonje so vidni visoki nakloni, saj je za flišna gričevja značilno hitro menjavanje dolin in slemen. Največji naklon na območju znaša 86° , povprečen naklon pa $14,6^{\circ}$ (LIDAR, 2011, 2012).

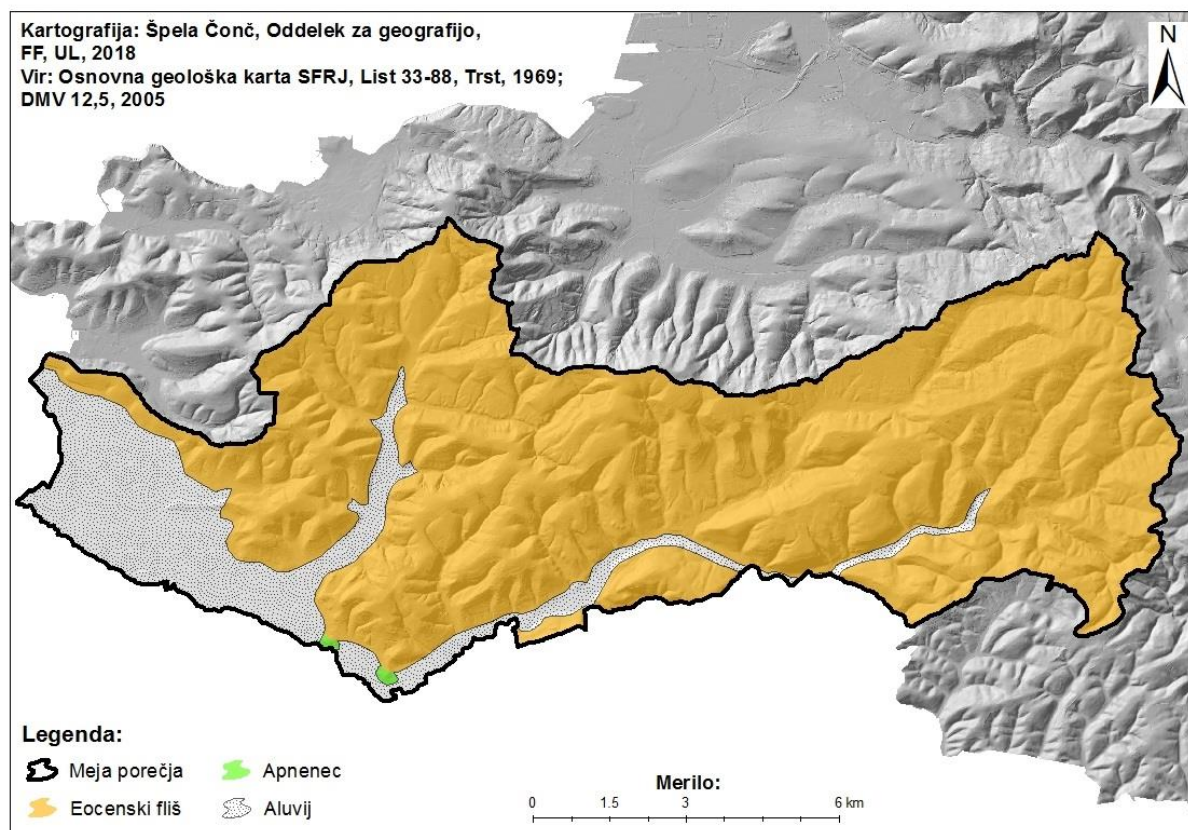
Karta 12: Karta naklonov na območju



4.1 Geološke značilnosti

Proučevano območje ima dokaj enostavno geološko zgradbo. Glede na Osnovno geološko karto SFRJ večino območja gradi eocenski fliš, sledijo mu aluvialni nanosi ter nekaj zaplat apnenca (Osnovna geološka ..., 1969).

Karta 13: Geološka karta proučevanega območja



Najpreprostejša definicija fliša je v Geološkem terminološkem slovarju, ki fliš opredeljuje kot »zaporedje konglomerata, peščenjaka in laporovca, ki je nastalo pri turbiditni sedimentaciji« (Pavšič, 2006; cv: Zorn, 2008). Termin fliš je v strokovno literaturo leta 1827 iz lokalnega narečja (nem. nar. Flysch/Fliisch) vpeljal švicarski geolog Studer. »V dolini Simmertal pomeni Flysch kamninsko skladovnico, pri kateri se trdnejše kamnine (peščenjak) izmenjujejo z glinenimi in lapornatimi plastmi. Zaradi vodne neprepustnosti mehkejših plasti je kamnina pri navlaženem stanju nagnjena k drsenju (nem. Rutschen) in polzenju/tečenju (nem. Fliessen)« (Schaub, 1961; cv: Zorn, 2008).

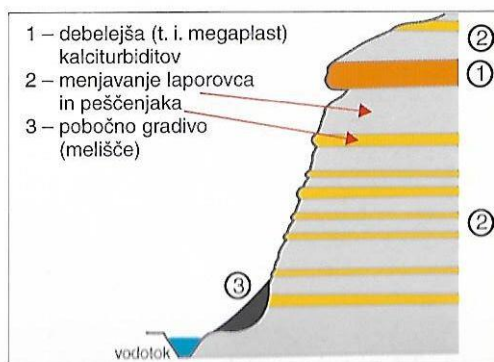
Fliš je sestavljen iz sedimentov, ki so jih odlagali vrtnčasti kalni tokovi (turbiditni tokovi, morski plazovi) in iz odkladnin globokomorskega bazena. Na robovih flišnih bazenov je bilo odloženo nesprijetno gradivo, ki se je ob potresih ali zaradi prevelike teže sedimentov začelo premikati. Ko so se turbiditni tokovi umirili, se je sprva odložilo večje gradivo, nato pa zmeraj bolj zrnato (kamninski drobir, pesek, lapornati delci), nastajale so kamnine breča, peščenjak in lapor. Z vsakim turbiditnim tokom se je oblikovala enota oziroma sekvenca od peščenjaka do laporja (Schaub, 1961; cv: Zorn, 2008; Strokovni predlog ..., 2009). Večina enot oziroma sekvenc se začne s plastjo peščenjaka. Peščenjaki so rumenkaste in sive barve, zaradi karbonatnega veziva med zrnji pa precej trdi. Sledijo jim plasti vse bolj drobnozrnatega laporja, ki je sive, zelene do rumenkaste barve. Navadno se zopet pojavijo peščenjaki in ves cikel se ponovi (Strokovni predlog ..., 2009).

Slika 2: Fliš – menjavanje laporja in peščenjaka



Avtorica slike: Čonč, 2018

Slika 3: Shematski prikaz tipičnega flišnega pobočja



Vir: Mihljević, 1995; cv: Zorn, 2008

Novejša Placerjeva teorija trdi, da je preučevano območje del Jadransko-Apulijskega predgorja, ki predstavlja relativno trdno jedro Jadranske mikroplošče. Območje Istre gradijo kamnine Jadransko-Dinarske mezozojske karbonatne platforme in flišne kamnine (Placer, 2008). Tukajšnji fliš naj bi nastal v začetku terciarja, v obdobju eocena, ob razpadanju Jadransko-Dinarske karbonatne platforme, ko se je odlagal v globljem morju ob njenem vznožju. Od srednjega miocena dalje naj bi se ta tektonska enota podirvala pod Zunanje Dinaride (Kras, Čičarija) vzdolž črnokalskega naravnega preloma (Natek, Repe, Stepišnik, 2012). Pritiski, ki so nastajali pri podirvanju, so povzročili deformacijo kamnin, ki se odražajo kot prelomi, gube in inverzno ležeče plasti (Strokovni predlog ..., 2009).

Na preučevanem območju se mestoma pojavljajo tudi zaplate karbonatnih turbiditov oziroma *megabedov* oziroma izdanki megaplasti. Megabede sestavljajo apnenčaste breče, ki postopoma prehajajo v apnenčev peščenjak oziroma kalkarenit. Karbonatni turbiditi so se zaradi premikov in tresljajev s turbiditnimi tokovi valili v globlje morje in se usedali med flišne plasti. Sediment, ki gradi flišne kamnine, izvira iz oddaljenega kontinentalnega zaledja na severu, sediment, ki tvori vmesne debele plasti karbonatnih turbiditov, pa se je usipal v morje s karbonatne platforme, ki je ležala južno od tega bazena (Strokovni predlog ..., 2009).

Slika 4: Izdanek megaplasti oz. karbonatni turbidit nad Gunjači



Avtorica slike: Čonč, 2018

Po odmiku morja so bile flišne kamnine izpostavljene erozijskemu delovanju rek in potokov. Med erodiranjem in dolbenjem strug je voda prenašala erodiran material in ga na območju spodnjega toka odlagala kot naplavni material v obliki peska, proda in glinastega sedimenta. Dna dolin Dragonje in njenih večjih pritokov so prekrita z debelimi rečnimi nanosi. Večji obseg premeščanja materiala iz zgornjega dela porečja v spodnji je bil v času zadnje večje pleistocenske poledenitve, ko je bila gladina morja za približno 90 m nižja kot danes, erozivna moč reke pa se je povečala (Strokovni predlog ..., 2009).

Slika 5: Apnenčasti osamelec Sv. Štefan



Avtorica slike: Čonč, 2018

Slika 6: Erodiranje in premeščanje materiala v zgornjem toku



Avtorica slike: Čonč, 2018

4.2 Reliefne značilnosti

Po Gabrovcu in Hrvatinu (1998; cv: Zorn, 2008) razlikujemo v Sloveniji 4 temeljne genetske tipe reliefa: rečno-denudacijskega, ledeniškega, kraškega in obalnega. Preučevano območje porečja Dragonje spada med rečno-denudacijski tip reliefa, prisotna pa sta oba podtipa. Destrukcijski rečno-denudacijski relief je značilen za vzpeta območja, kjer se izmenjujejo doline in slemenena, akumulacijski rečno-denudacijski pa se pojavlja na ravninah. Rečno-denudacijski relief se je razvil na območjih, ki jih gradijo slabše prepustne kamnine in kjer voda odteka površinsko (Zorn, 2008).

Večina porečja leži v slabo prepustnih flišnih kamninah, zato je geološka sestava območja razmeroma enotna. Razlike nastanejo zaradi različnega razmerja v deležu peščenjakov in laporjev. Površinska voda je območje razrezala s številnimi dolinami, nekdanja enotna površina pa se je ohranila v obliki slemen in hrbtov (Slovenija, pokrajine ..., 2001).

Glede na nadmorske višine in morfologijo reliefa bi lahko večino porečja umestili med gričevja, akumulacijsko ravnico pa med ravnine (Gabrovec, Hrvatin, 1998; cv: Zorn, 2008). Jurak in Fabić (2000; cv: Zorn, 2008) sta porečje glede na litološko sestavo umestila med tipični relief hudourniških območij, za katere so značilni globoko vrezani hudourniki, strma pobočja z razkrito kamninsko podlago, ozka slemenena med vzporednimi vodotoki in uravnave v nivojskem razporedu. Placer (2005; cv: Zorn, 2008) je razvoj reliefa na območju porečja Dragonje poizkušal razložiti s tektoniko. Dolini Rokave in srednjega toka Dragonje potekata v smeri zahod–jugozahod–vzhod–severovzhod oziroma pod kotom 60° . Placer trdi, da strukturo dolin pogojuje prelom (Rokavin prelom), ki naj bi potekal med Kaštelom, po Dragonji in Rokavi do vasi Lopar. Tako naj bi se spodnji in srednji del doline Rokave izoblikoval po prelomu, zgornji del pa po narivni coni. Spodnji tok Dragonje pa naj bi bil vezan na litološko mejo med apnencem savudrijskega krasa in fliša (Placer, 2004; 2005; cv: Zorn, 2008). Kot najstarejša razlaga o nastanku reliefa na preučevanem območju se je uveljavila Kokoletova (1956; cv: Natek, Repe, Stepišnik, 2012) teorija o cikličnemu razvoju reliefa, ki jo je povzel po Davisu. Najvišje uravnane dele površja (nadmorska višina približno 500 m) je opredelil kot ostanke nekdanjega pliocenskega peneplena, niz slemenskih nivojev z nižjo nadmorsko višino pa kot rezultat postopnega postpliocenskega zniževanja erozijske baze.

V obdobju pleistocena je bila erozijska baza rek in potokov znatno nižja, 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 akumulacije večje od današnjega, na kar nakazujejo količine proda, ki ponekod segajo do 113 m pod morsko gladino. Hitra transgresija morja pred približno 5000 leti je povzročila dvig morske gladine, ustja rek pa so se premaknila proti notranjosti. V tem času je bila obalna črta podobna današnji, nadaljevala se je erozija v povirnih območjih in akumulacija na naplavnih ravninah (Natek, Repe, Stepišnik, 2012).

Slika 7: Menjavanje dolin in slemen



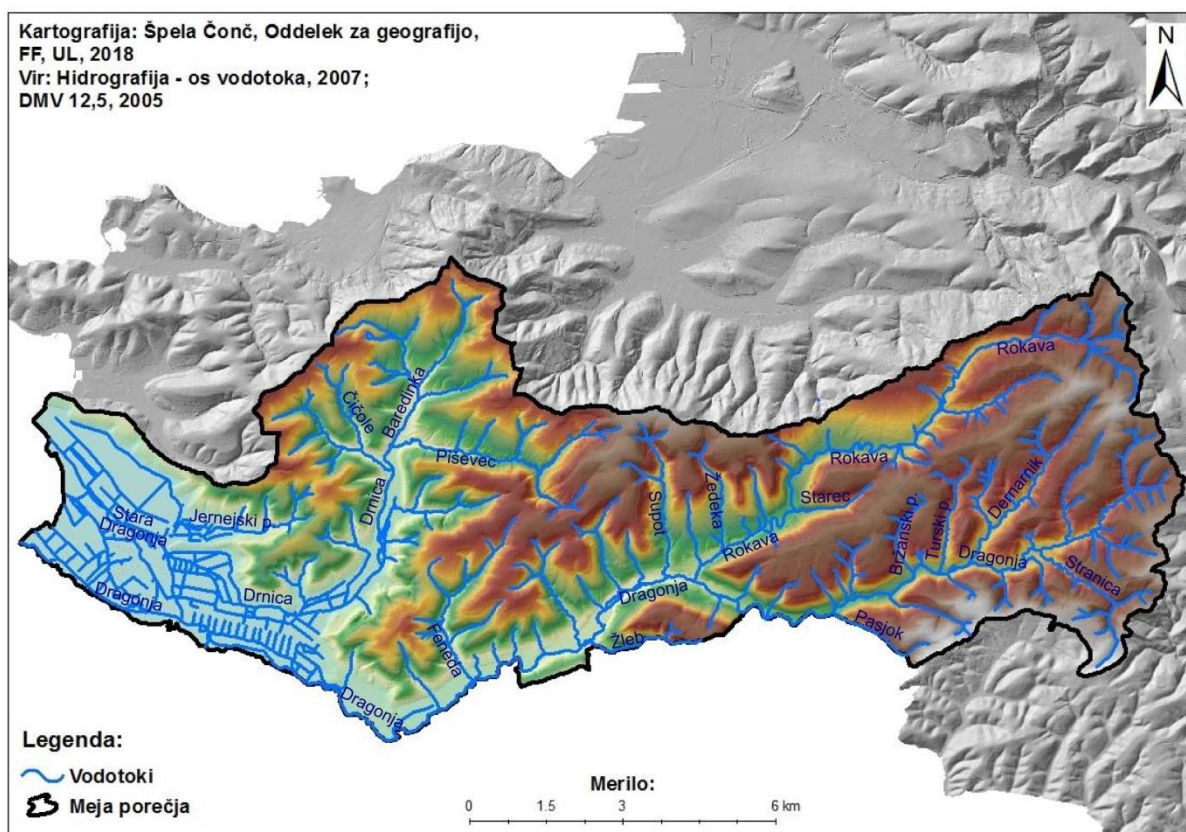
Avtorica slike: Čonč, 2018

4.3 Hidrološke značilnosti

Za območje flišne Istre je značilna gosta rečna mreža, večje doline so široke zaradi bočne erozije in akumulacije, pobočja so razčlenjena s pritoki in mlajšo globinsko erozijo (Zorn, 2008). Po večjem delu Dragonje poteka državna meja med Slovenijo in Hrvaško, kar ji daje značaj obmejne reke. Glavnina porečja Dragonje z Drnico je v Sloveniji, dobra petina oziroma 29 km² pa sega na Hrvaško. (Trobec, 2012). Dragonja je dolga 26,6 km, njeno porečje pa obsega 95,6 km². Dragonja sodi v kategorijo sredozemske reke. Njeno porečje obsega območje eocenskega fliša Šavrinskega gričevja, na južnem območju pa meji na Bujski kras. Struga razmeroma malo vijuga, tok je dokaj raven in kratek, na kar vpliva tudi njen hudourniški značaj. Podolžni profil je enakomeren, kar nam kaže tudi povprečni padec, ki je v izvirnem območju približno 2,5 %, v srednjem toku 0,75 %, v spodnjem toku, ki je reguliran, pa 0,2 % (Frisco1, 2018).

Dragonja ima veliko pritokov, ki so prav tako hudourniškega značaja, med večjimi je 18 desnih in 13 levih pritokov. Pritoki večinoma niso regulirani, razen Krkavškega potoka, ki je delno reguliran v spodnjem nižinskem delu doline. V povirnem delu Dragonje so v šestdesetih letih zgradili prodno pregrado, ki se je ob izrednih hidroloških razmerah podrla zaradi nerednega vzdrževanja. Odsotnost antropogenih posegov v vodotoke se kaže v dobri ohranjenosti in izoblikovanosti raznolikih hidroloških pojavov. Vodotoke bogatijo številni pojavi, kot so slapovi, kaskade, tolmoni, lehnjakovi pragovi in dno struge iz peščenjakovih plošč. Bregovi vodotokov so zaraščeni, večinoma z grmovno rastjo, kar otežuje prehodnost terena (Frisco1, 2018).

Zemljevid 14: Porečje Dragonje



V spodnjem delu doline Dragonje so izvedli regulacije in melioracije, da bi omejili poplave in pridobili površine za kmetijsko obdelovanje. Na tem območju, ki zavzema približno 500 ha, danes gojijo predvsem vinsko trto, sadno drevje in poljščine. Strugo Dragonje so regulirali, kanalizirali in poglobili v dolžini 7,5 km, od Stene do izliva v morje. Prav tako so regulirali tudi Drnico, ki pred tem v spodnjem toku ni imela stalne struge in se je v številnih manjših curkih izlivala v Dragonjo (Orožen Adamič, 1982; cv: Trobec, 2012). Edino obremenjevanje za reko predstavljajo slemenska naselja z deloma neurejenim odvajanjem odpadnih voda ter kmetijska dejavnost na melioriranih površinah z uporabo umetnih gnojil in fitofarmacevtskih sredstev. Oboje ima na kakovost vode v reki razmeroma majhen vpliv (Trobec, 2012).

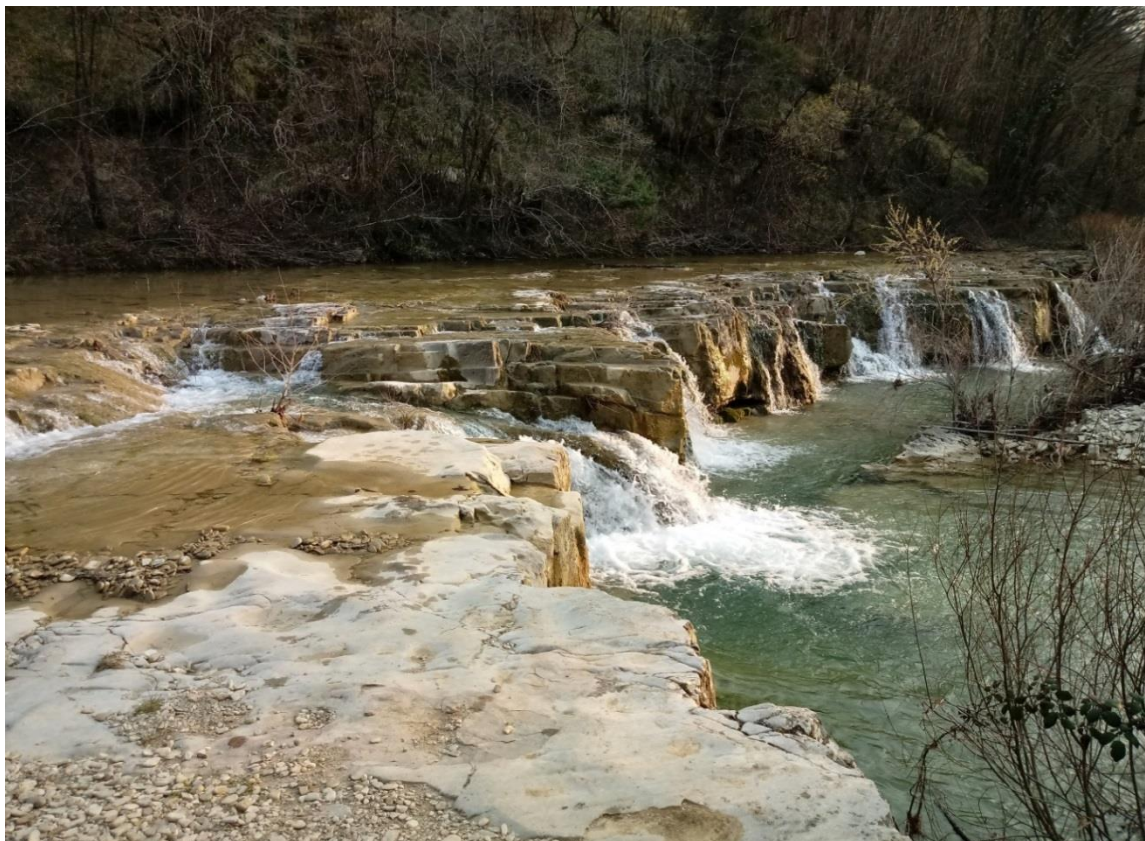
Dragonja nima stalnega izvira, saj se voda na površini začne pojavljati v obliki manjših izvirov. Povirni vodotoki se med seboj združujejo, dokler tok ne postane stalen. Prvi večji pritok je Pinjevec oziroma Rokava, ki se v Dragonjo izlije pri Škrlinah (Trobec, 2012). Večino porečja gradi fliš, ki je neprepustna kamnina, zato je Dragonja z bolj ali manj stalnimi pritoki ustvarila gosto in razvejeno rečno mrežo. Ker je fliš slabo odporen, ga vode zlahka erodirajo in premeščajo material po strugi navzdol. Vodotoki so zato globoko vrezani v strma pobočja, med njimi pa so položnejša razvodna slemena. Porečje je reliefno zelo dinamično, kar se kaže v številnih slapovih, razgaljenih geoloških profilih, brzicah, tolmunih, spodmolih, prodiščih in tako dalje. Dolina Dragonje je skoraj po celotnem toku reke uravnana in zasuta z rečnimi naplavinami. Po toku navzdol je postopno vse širša in prostranejša. Ob morju je s svojimi naplavinami izoblikovala obsežno obalno ravnico in s tem omogočila nastanek Sečoveljskih solin (Trobec, 2012).

Slika 8: Antropogeno preoblikovan spodnji del doline reke Dragonje in izliv v Jadransko morje



Avtorica slike: Čonč, 2018

Slika 9: Slapovi na Rokavi, pritoku Dragonje



Avtorica slike: Čonč, 2018

Redka poselitev je na položnejših slemenih, v dolinah pa je zaradi poplavne ogroženosti ni. Edino stalno naselje v dolini je Dragonja, ostala poselitev v dolini je bila vezana izključno na nekdanjo mlinarsko dejavnost. Na strmih pobočjih so že v rimskih časih naredili številne kulturne terase, na katerih so gojili različne kmetijske pridelke, v dolini pa so bili večinoma travniki in pašniki. 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).

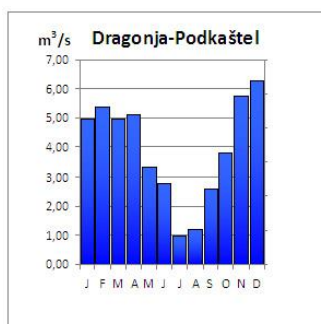
Slika 10: Prenovljen Kodarinov mlin



Avtorica slike: Čonč, 2018

Dragonja ima kljub svoji dolžini in razvejenemu porečju razmeroma malo vode. Vodomerna postaja Podkaštel, ki se nahaja v spodnjem delu porečja, glede na 37-letno opazovalno obdobje v povprečju beleži le $1 \text{ m}^3/\text{s}$ pretoka (sQs). Količina vode v strugi je med letom neenakomerno razporejena. Od oktobra do maja je količina vode nadpovprečna, v poletnih mesecih, med junijem in septembrom pa izrazito podpovprečna. Razporeditev količine vode je posledica submediteranskega podnebja, ki ima višek padavin jeseni, poleti pa ima zaradi visokih temperatur in izhlapevanja nižek padavin. Rečni pretočni režim je dežni. Poleti pogosto povsem presahne, takrat se voda pretaka večinoma podzemno, v strugi pa se pojavlja le v globljih tolmunih.

Slika 11: Hidrogram Dragonje pri Podkaštelu



Vir: Rečni režim, 2018

Orožen Adamič (1980) v delu *Geografske značilnosti poplavnega sveta ob Dragonji in Drnici* ugotavlja, da je večina grap in dolin v flišu večinoma v laporju, ki je nepropusten za vodo, višji deli pobočij in hrbtov pa so v peščenjaki, ki so za vodo propustni. Zaradi pomanjkanja plasti na območju ni pomembnejših izvirov, voda prihaja na površje na več manjših mestih, v topli polovici leta pa večinoma presahne takoj, ko pride na površje, ob deževju pa hitro odteka po površju. Strokovnjaki predvidevajo, da se večja količina vode pretaka podzemno pod aluvialnimi nanosi, kar je posledica stika z Bujskim krasom, ki ga gradijo apnenci in aluvialnih nanosov, kar daje poplavam v spodnjem toku svoj značaj, saj značilnosti poplavljanja kažejo na kraško hidrologijo. Odkar so spodnji del Dragonje regulirali, so poplave manj pogoste kot včasih, pojavljajo se le na vsakih nekaj let. Gre za tipične lokalne poplave, ki so podobne kot drugje po Sloveniji. Na ostalem območju porečja Dragonje so poplave kratkotrajne in hudourniškega značaja, trajajo večinoma le nekaj ur, redko več kot nekaj dni. Osnovni vzrok poplavljanja je, da voda zaradi močnega deževja, velike količine vode in nepropustnih flišnih kamnin hitro odteka. Voda se zbira v obliki hudournikov po strmih erozijskih jarkih, na bolj ravnem svetu pa se razlije ob glavnem vodotoku. V času močnejšega deževja lahko vse doline in erozijske jarke štejemo med ožje poplavne proge (Orožen Adamič, 1980). Po pričevanju lokalnega prebivalstva in pisnih virih so bile večje poplave na območju porečja Dragonje v letih 1765, 1790–1795, 1852, 1896, 1937, 1946, 1955, 1969, 1974, 1977, 1980, 1992, 1993, 1995, 2010, 2017 (Komac, Natek, Zorn, 2008).

Slika 12: Posledica poplav pred mejnim preходом Dragonja leta 2010

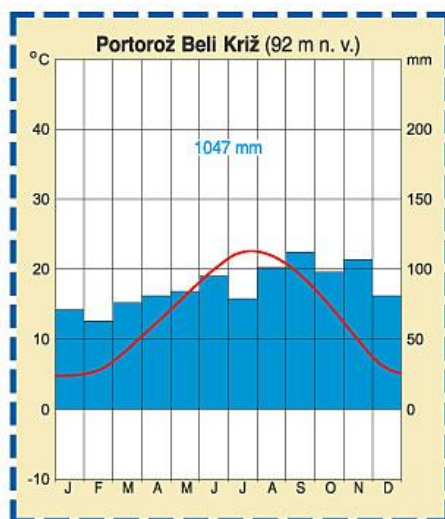


Avtor: Grča, D., 2010. Poplavna bomba v Sečovljah, Delo

4.4 Podnebne značilnosti

V prispevku Podnebni tipi v Sloveniji je Ogrin (1996) obravnaval podnebne tipe v Sloveniji, za izhodišče členitve podnebja je izbral Köppenov podnebni sistem. Po Ogrinovi klasifikaciji je porečje reke Dragonje uvrščeno v submediteranski tip podnebja, ki ga avtor deli na dva podtipa, obalno submediteransko oziroma podnebje oljke in na zaledno submediteransko podnebje. Za submediteransko podnebje je značilno, da je temperatura najhladnejšega meseca nad 0 °C, povprečna temperatura najtoplejšega meseca nad 20 °C, povprečne oktobrske temperature so višje od aprilskih in da velja submediteranski padavinski režim. Proučevano območje ima značilnosti obeh podtipov. Za obalno submediteransko podnebje je značilno, da je povprečna temperatura najhladnejšega meseca nad 4 °C, povprečna temperatura najtoplejšega meseca nad 22 °C, povprečna letna količina padavin pa je od 1000 do 1200 mm. Za zaledno submediteransko podnebje je značilno, da je povprečna temperatura najhladnejšega meseca med 0 in 4 °C, povprečna temperatura najtoplejšega meseca med 20 in 22 °C, povprečna letna količina padavin pa je med 1200 in 1700 mm (Ogrin, 1996). Primarni višek padavin se pojavlja jeseni, sekundarni pa na prehodu iz pomladi v jesen. Primarni nižek je pozimi, sekundarni pa poleti (Zorn, 2008).

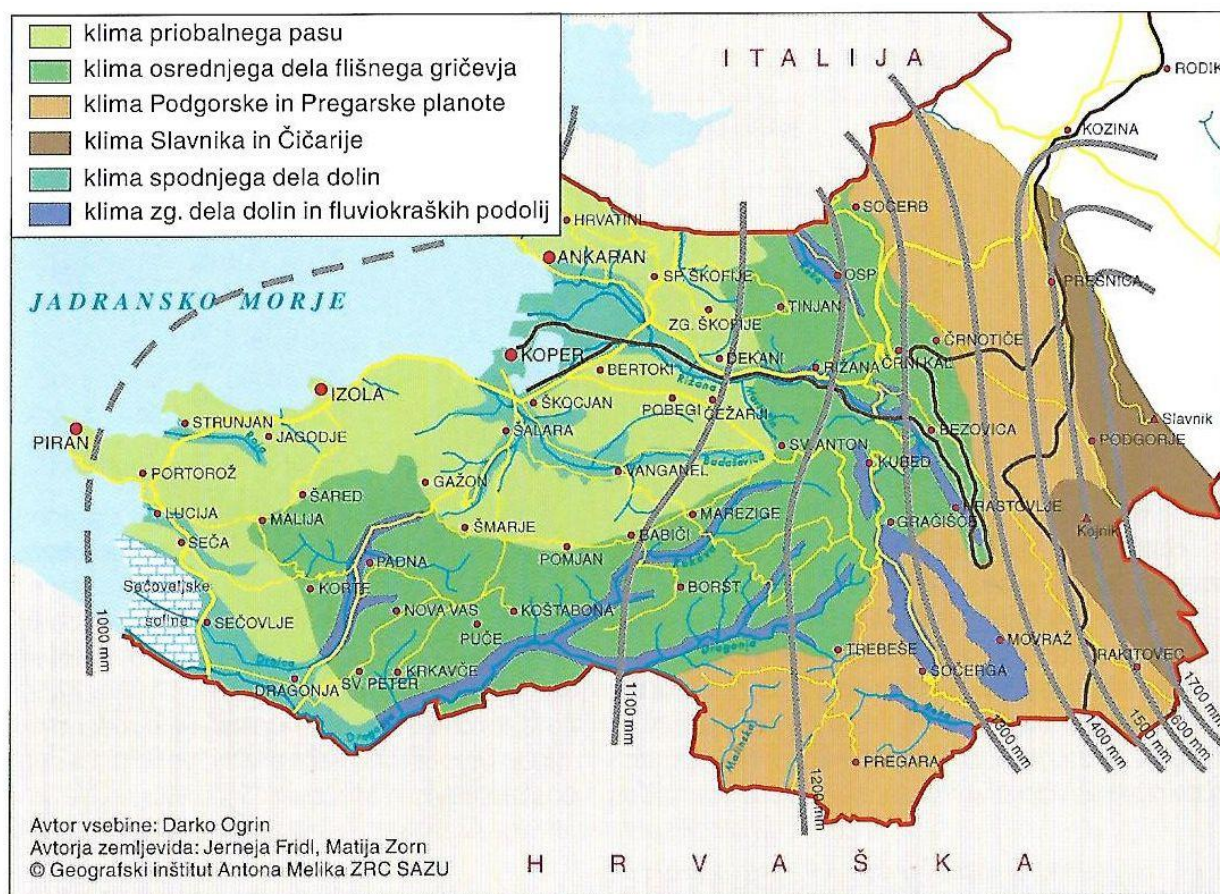
Slika 13: Klimogram Portoroža, Beli Križ



Vir: Klimogram Portoroža Belega Križa – primer primorskega podnebja, 2010

Slovenska Istra je klimatsko pestra pokrajina, kar je posledica reliefne razgibanosti, stika morja in kopnega, odprtosti posameznih predelov proti morju in hkrati oddaljenosti od njega (Jurinčič, 2009). V delu *Podnebje slovenske Istre* je Ogrin (1995) ločil dodatnih 6 klimatskih pasov. Klimatske pasove je opredelil glede na predhodne analize, ki se večinoma nanašajo na reliefne značilnosti Istre (dna dolin, gričevja, fluviokraško površje ter kraško površje), količino padavin, temperature, podnebne pojave (slana, inverzija, oblačnost) ter na pomen klime za rastlinstvo (meja oljke). Porečje Dragonje spada po tej klasifikaciji v 5 različnih pasov: klimo priobalnega pasu, klimo spodnjega dela dolin, klimo osrednjega dela flišnega gričevja, klimo zgornjega dela dolin in fluviokraških podolij ter klimo Podgorske in Pregarske planote.

Karta 15: Podnebna členitev slovenske Istre



Vir: Ogrin, 1995

Za območje je značilna tudi vetrovnost, zato lahko izpostavimo tri značilne tipe vetrov: burjo, jugo in maestral.

- Burja je najznačilnejši priobalni veter Jadrana. Je suh in mrzel veter, ki običajno napoveduje lepo vreme. Najpogosteje piha iz smeri sever-severovzhod do vzhod-severovzhod. Burja nastane zaradi razporeditev območij različnega zračnega tlaka nad širšim območjem Evrope. Ločimo dva tipa burje, anticiklonalno in ciklonalno. Anticiklonalna burja nastane, kadar je nad severovzhodno Evropo območje visokega zračnega tlaka (sibirski anticiklon), nad Sredozemljem pa območje nizkega tlaka. Takrat je značilno suho in jasno vreme, visok zračni tlak in zmerno nizke temperature zraka. Anticiklonalna burja se pojavlja v vseh obdobjih leta, piha vzdolž celotnega Jadrana, na posameznih lokalnih območjih se lahko razvije do orkanske stopnje. Ciklonalna burja nastane s preходом ciklonov v smeri iz severozahoda proti jugovzhodu, ki se prek Jadrana približujejo njegovi vzhodni obali in povzročijo močno sesanje zraka iznad obale proti morju. Je stalnejši veter, imenuje se tudi mračna burja ali škura, saj je zanjo značilno temna in deževna vreme, velikokrat (predvsem pozimi) tudi sneg in zelo nizke temperature.
- Jugo je topel in vlažen veter, ki piha iz smeri vzhod-jugovzhod do smeri jug-jugovzhod. Pojavlja se vse leto, na severnem Jadranu pogosteje od marca do junija. V poletnem obdobju običajno traja 2 do 3 dni, pozimi do 10 dni. Spremlja ga močna oblačnost in dolgotrajne padavine.

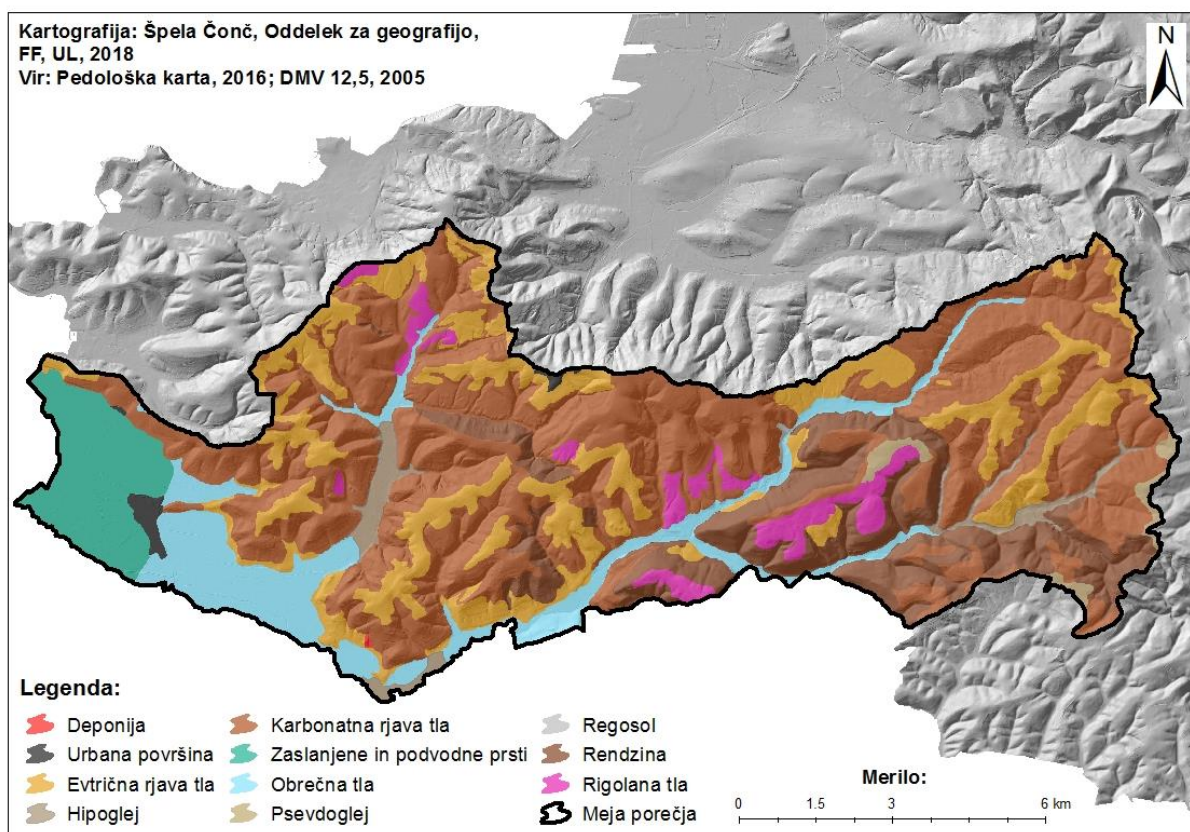
- Maestral je tipičen poletni veter, ki nastane kot posledica zračnih tokov med poleti razširjenim območjem azorskega anticiklona ter širokim območjem nizkega zračnega tlaka nad srednjim vzhodom. V priobalnem pasu se pojavlja značilna lokalna cirkulacija, kjer na dnevni cikel maestrala vplivajo termični tokovi kot posledica različno hitrega segrevanja in ohlajanja kopnega in morja. Kopno, ki se zvečer ohladi, čez dan pa hitreje segreva, povzroči dvigovanje toplih zračnih mas, ki se nad morjem spustijo in ohladijo, kar povzroči nastanek krožnega vetra iz smeri morja proti kopnem. Tako je maestral zaznamovan z dnevnim hodom sonca. Pihati začne od 9. do 11. ure, maksimum doseže okoli 14. ure in nato proti večeru oziroma s sončnim zahodom preneha (Glavni vetrovi na Jadranu, 2018).

4.5 Pedološke značilnosti

Najpomembnejši pedogenetski dejavnik, ki vpliva na razvoj prsti na preučevanem območju, je kamninska oziroma matična podlaga. Celotno območje je grajeno iz eocenskega fliša, na večjih naplavnih ravninah in dnu dolin zasledimo aluvialno gradivo, ob ustju Dragonje pa se rečni sedimenti mešajo z morskimi (Repe, 2012). Drugi pomembnejši pedogenetski dejavnik je površje. Razgibanost reliefa, ki se kaže z menjavanjem dolin, uravnavami, grapami, hrbti in erozijskim jarki, vpliva na naklon površja, nadmorsko višino in ekspozicijo. Razgibanost površja in velik naklon povzročata intenzivne pobočne procese, kar vodi do tega, da je odeja prsti tanka, zato je razlika v lastnostih prsti med vzpetim in ravninskim delom kljub nizkim nadmorskim višinam zelo velika (Repe, 2012). Na proučevanem območju je minimalni naklon 0° , maksimalni 86° , povprečen naklon pa znaša $14,6^{\circ}$, med ekspozicijami pa prevladujejo južne (J, JV, JZ) (LIDAR, 2011, 2012). Repe (Repe, 2006; cv: 2012) kot tretji najpomembnejši pedogenetski dejavnik navaja vodo; ta se izrazito navezuje na prejšnja dva dejavnika. Matična podlaga vpliva na to, da je vodna mreža na površju, relief pa določa, kako, kam in na kakšen način se bo voda gibala, kje bo nastal primanjkljaj in kje presežek ter akumulacija. Topoklimatske razmere, ki so posledica ekspozicije, naklona in prejete energije Sončevega obsevanja, se kažejo v lastnostih prsti. Od vseh naštetih dejavnikov so odvisne vodne razmere in zadrževanje vode v prsti ter samo podnebje prsti. Prsti, ki se nahajajo v senčnih legah, imajo večjo vsebnost vode, zato so tudi hladnejše in imajo več organskih snovi (Repe, 2012). Na pedogenezo ima na tem območju velik vpliv tudi človek. Ta v pedosfero posega s krčenjem naravne vegetacije, urejanjem obdelovalnih in pašnih površin (terasiranje, globoko oranje oziroma rigolanje), namakanje, izsuševanje, pozidava, onesnaževanje prsti ipd. (Repe, 2012).

Prvi najznačilnejši pedogenetski proces, ki je značilen za obravnavano območje, je preperevanje matične podlage. Na območju prevladujejo mehkejša in proti mehanskemu preperevanju manj odporne kamnine, zato so prsti debelejša, izjemno plitvih je malo. Ker mehansko preperevanje poteka dokaj hitro, prsti niso tako skeletne, zaradi manjše količine padavin in višjih povprečnih temperatur pa se razkroj organskih snovi kaže v obliki mineralizacije kot humifikacije. Prsti imajo slabše izražen humusni horizont, zaradi tega pa vsebuje več železovih oksidov. Zaradi manjše količine padavin ni močnega izpiranja snovi, zato so prsti dobro založene z bazičnimi kationi in karbonati. Na nekaterih območjih je zaradi neprepustne matične podlage značilno psevdoglejevanje, na uravnanih delih, ki jih gradi aluvialno gradivo vode omogočajo, oglejevanje, bližina morja pa zaslanjevanje (Repe, 2012).

Karta 16: Tipi prsti na proučevanem območju



Na proučevanem območju porečja reke Dragonje je glede na slovensko klasifikacijo tal (Tla Slovenije, 2015) značilnih 10 različnih tipov prsti:

- evtrična rjava tla,
- hipoglej,
- karbonatna rjava tla,
- zaslanjene in podvodne prsti,
- obrečna tla,
- psevdoglej,
- regosol ali kamnišče,
- rendzina in
- rigolana tla.

5 Metode vrednotenja geodiverzitete v porečju Dragonje

V tem poglavju je opisana programska oprema, ki smo jo uporabili za izvedbo modela vrednotenja geodiverzitete na izbranem območju. Predstavljeni so podatki, ki smo jih potrebovali za popis elementov geodiverzitete ter za izdelavo kartografskega gradiva, identificirani elementi geodiverzitete, izbor in prilagoditev metode za izračun indeksa geodiverzitete.

Izračun indeksa geodiverzitete je potekal v treh fazah dela. V prvi fazi smo s pomočjo programa izdelali mejo porečja reke Dragonje, ki hkrati predstavlja tudi naše proučevano območje. Mejo porečja smo izračunali na podlagi digitalnega modela višin z resolucijo 12,5 x 12,5 (DMV, 2005) s funkcijami *Fill*, *Flow Direction*, *Flow Accumulation*, *Reclassify*, *Pour Point*, *Watershed* ter *Raster to Polygon*. Sledila je identifikacija elementov geodiverzitete na proučevanem območju, pri čemer smo si pomagali z obstoječo literaturo, kartografskim gradivom ter registrom naravnih vrednot. Analizirali smo razpoložljivo digitalno kartografsko gradivo (Državna topografska karta v merilu 1 : 25.000 (1999), senčen relief (DMV, 2005) ter digitalni ortofoto posnetki (Ortofoto, 2017). Na podlagi analize digitalnega kartografskega gradiva in podrobnega terenskega pregleda smo izdelali morfografsko karto, ki je bila izdelana v nekoliko manjšem merilu (1 : 25.000), saj smo zaradi težko dostopnega terena in velikosti proučevanega območja identificirali le površinsko vidne, večje ter dostopnejše geomorfološke, geološke ter hidrološke elemente.

V drugi fazi dela smo digitalizirali morfografsko karto in identificirane elemente geodiverzitete s pomočjo orodja *Editor*, ki nam omogoča urejanje in ustvarjanje vektorskih oblik. Identificirali smo 1069 elementov geodiverzitete, ki smo jih klasificirali v 7 različnih tipov elementov geodiverzitete. Za pretvorbo vektorskih podatkov v rastrske smo za pretvorbo točk uporabili ukaze *Point to Raster*, za linije *Polyline to Raster* ter za poligone *Polygone to Raster*. V nadaljevanju smo izdelali rastrski sloj števila tipov elementov geodiverzitete in indeksa razgibanosti površja.

V zadnji fazi dela smo sloje vključili v prilagojeno enačbo za izračun indeksa geodiverzitete ter izračunali indeks geodiverzitete, ki smo ga z ukazom *Reclassify* reklasificirali v 5 ročno in smiselno določenih razredov. Podatke smo z ukazoma *Focal statistics* in *Boundary clean* generalizirali in zgladili, končen rezultat pa prikazali kot sklenjena vektorska območja geodiverzitete.

5.1 Programska oprema in podatki

Za izdelavo modela vrednotenja geodiverzitete na izbranem območju smo uporabili ESRI-jevo programsko opremo *ArcGIS for Desktop 10.3.1.* in *ArcGIS for Desktop 10.4.1.* oziroma programa *ArcMap 10.3.1.* ter *ArcMap 10.4.1.* Programa sta namenjena izdelavi in analiziranju kartografskega gradiva, prostorskim analizam ter urejanju prostorskih podatkov. Programa podpirata izdelavo in obdelavo tako rastrskih kot tudi vektorskih podatkov (ArcMap, 2016).

Za izvedbo magistrskega dela so bili uporabljeni različni podatki, ki jih pridobivajo ustanove Geološki zavod Slovenije, Geodetska uprava Republike Slovenije, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Agencija Republike Slovenije za okolje in prostor. Za prikaz fizičnogeografskih lastnosti območja smo uporabili podatke geoloških kart (Osnovna geološka ..., 1969), digitalnega modela višin z resolucijo 12,5 x 12,5 m (DMV, 2005), vektorski sloj hidrografija – os vodotoka (Hidrografija – os vodotoka, 2007) ter pedološko karto (Pedološka karta, 2016). Pri identifikaciji elementov geodiverzitete smo si pomagali z digitalnimi ortofoto posnetki, ki so bili posneti med letoma 2014 in 2017 (Ortofoto 2017), registrom naravnih vrednot, tj. jam, točk, območij (Register naravnih vrednot, 2015), ter

izdelanim senčenim reliefom, ki smo ga pridobili iz digitalnega modela nadmorskih višin z resolucijo 12,5 x 12,5 m (DMV, 2005). Digitalni model reliefa z resolucijo 2 x 2 m, ki smo ga pridobili na podlagi lidarskih posnetkov (Lidar, 2011, 2012), smo uporabili za izračun indeksa razgibanosti površja, števila tipov elementov geodiverzitete in indeksa geodiverzitete. Vsi omenjeni podatki so javno dostopni in pridobljeni s portalov ustanov.

5.2 Elementi geodiverzitete

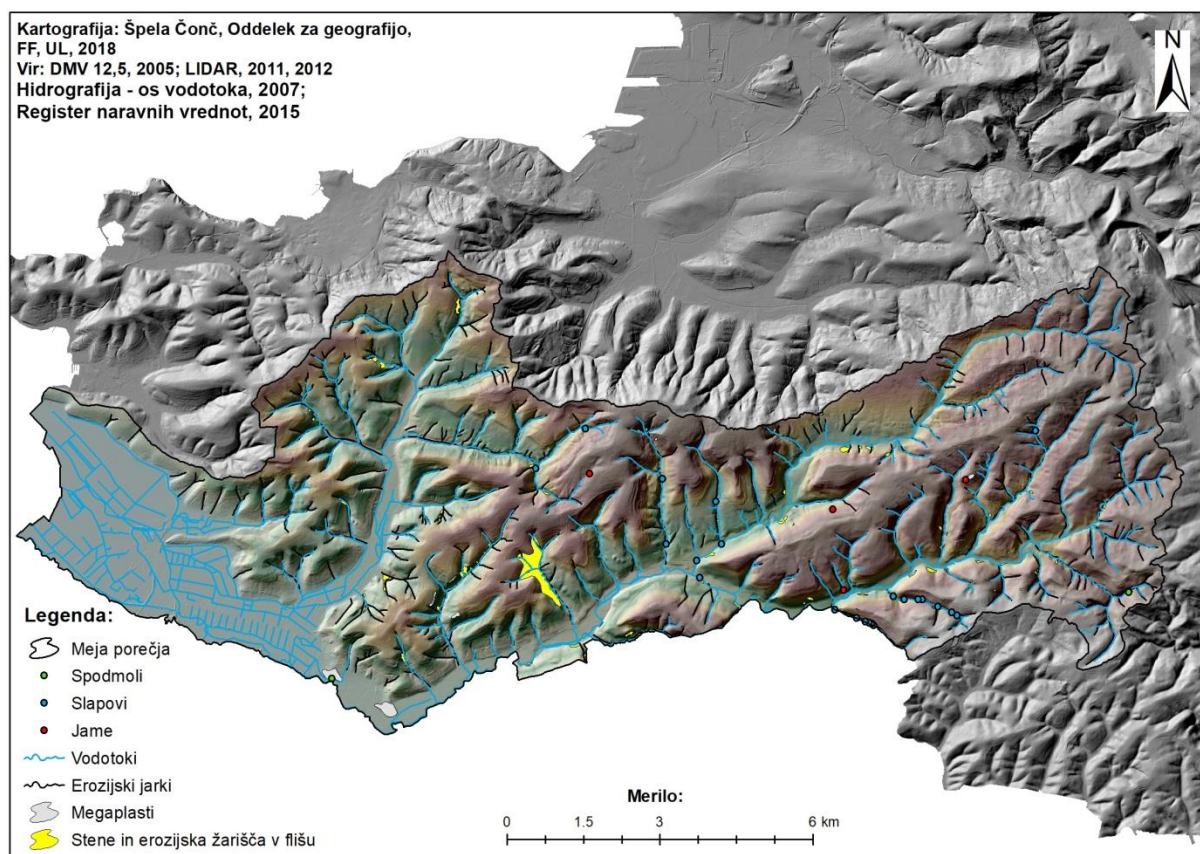
Pri identifikaciji elementov geodiverzitete na proučevanem območju porečja Dragonje smo si pomagali z obstoječo literaturo, kartografskim gradivom ter registrom naravnih vrednot. V prvi fazi smo analizirali digitalno kartografsko gradivo. Pri analizi smo si pomagali z Državno topografsko karto v merilu 1 : 25.000 (1999), senčenim reliefom (2005) ter digitalnimi ortofoto posnetki (2017). V naslednji fazi smo na podlagi prve faze in podrobnega terenskega pregleda izdelali morfografsko karto. Ta je bila izdelana v nekoliko manjšem merilu (1 : 25.000), saj smo zaradi težko dostopnega terena in velikosti proučevanega območja identificirali le površinsko vidne, večje ter dostopnejše geomorfološke, geološke ter hidrološke elemente. Na območju smo prepoznali 7 različnih tipov elementov geodiverzitete, identificirali pa skupno 1069 elementov geodiverzitete.

Tabela 3: Tipi elementov in število identificiranih elementov geodiverzitete

Tip elementov geodiverzitete	Število identificiranih elementov geodiverzitete
Spodmol	2
Slap	23
Jama	4
Erozijski jarek	370
Vodotok	553 (18 večjih, 535 manjših)
Stena ali erozijsko žarišče v flišu	100
Izdanki megaplasti	17

Na proučevanem območju smo identificirali 2 spodmola, 23 slapov, 4 jame, 370 erozijskih jarkov, 100 območij sten ali erozijskih žarišč v flišu in 17 območij izdankov megaplasti. Na območju je 18 večjih vodotokov, ki so tudi poimenovani, 535 odsekov vodotokov pa so manjši in hkrati občasni pritoki; v to število je všteta tudi celotna mreža vodnih kanalov, ki je značilna za spodnji del porečja Dragonje in je posledica regulacij vodotoka.

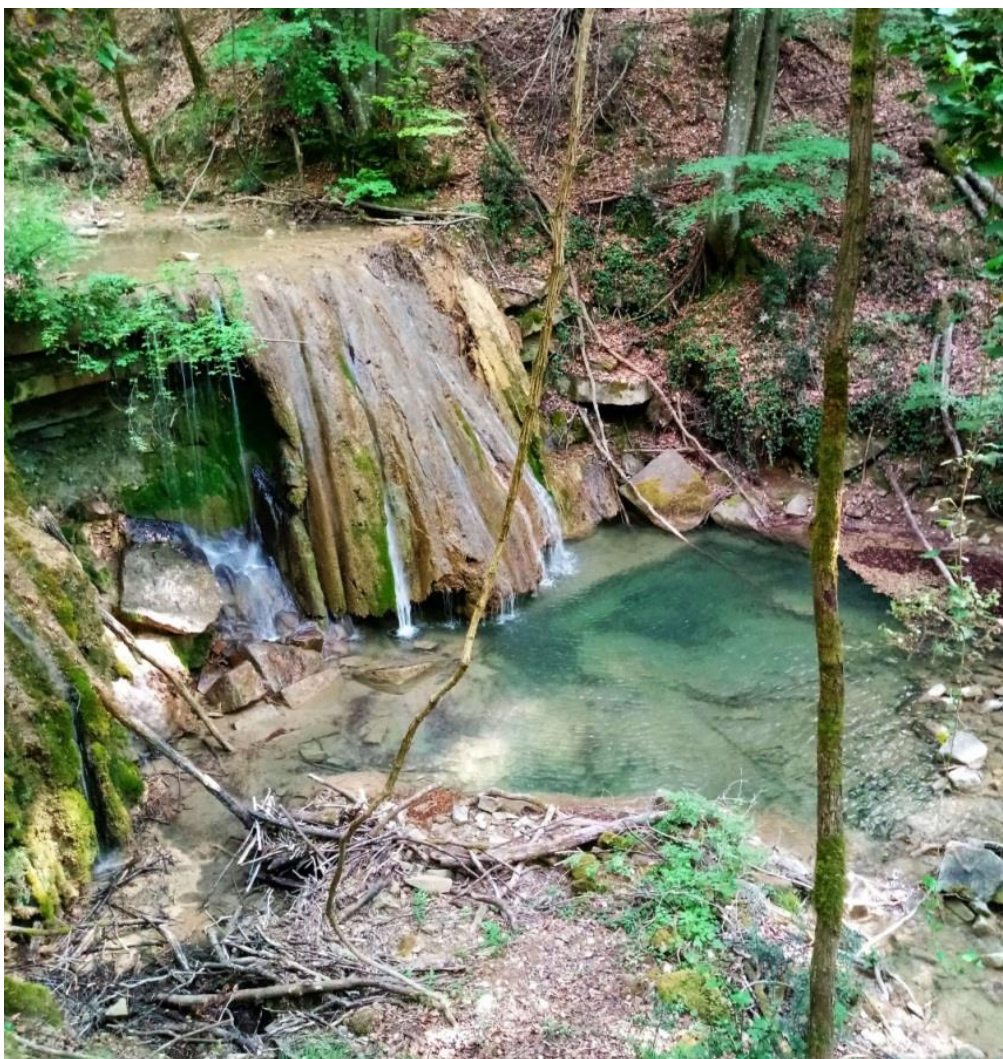
Karta 17: Elementi geodiverzitete na območju porečja reke Dragonje



Pri terenskem pregledu smo identificirali še več tipov, ki jih zaradi majhnosti in oteženega prikaza v morfografsko karto nismo vključili. Poleg identificiranih tipov smo prepoznali še območja, prekrita z lehnjakom, tolmane, prodišča, brzice ter kaskade. V morfografsko karto tudi nismo vključili izvirov, saj je, kot je že bilo omenjeno, območje težko dostopno in neprehodno, identifikacijo pa otežuje tudi nestalna prisotnost vode, saj je večina izvirov na območju občasnih.

Lehnjak je lahek, porozen kalcijev karbonat, ki se akumulira na dnu ali na gladini površinskih voda, pogosto na rastlinah na pragovih in slapovih, ter je posledica prenasíčenosti vode. Do izločanje kalcita pride do porušitev dinamičnega ravnotežja v raztopini. Ko v okoliški atmosferi parcialni tlak ogljikovega dioksida upade, se ta začne iz vode izločati v atmosfero. Delež produktov v raztopini naraste, torej voda postane prenasíčena, rezultat pa je izločanje kalcita (Stepišnik, 2011). Na proučevanem območju zasledimo lehnjak predvsem na manjših pritokih reke Dragonje, izloča se predvsem na mestih, kjer se voda izmenično pretaka čez tolmane, kaskade in slapove.

Slika 14: Izločanje lehnjaka na slapu v dolini Pasjoka



Avtorica slike: Čonč, 2018

Tolmuni so krajevno poglobljeni deli rečne struge z mirnejšo in globljo vodo, ki najpogosteje nastanejo na zavojih vodotoka ali pa za stopnjami, kaskadami, slapovi (Geografski terminološki slovar, 2005). Na zavoju ali po padcu se hitrost vode in erozijsko delovanje poveča, kar povzroča nastanek tolmunov. Na zavojih se zaradi delovanja centrifugalne sile pojavljajo tolmuni na zunanji strani, na notranji pa to povzroča nasipanje. Pri tolmunih, ki nastanejo za stopnjami, kaskadami ali slapovi, pa je nasipavanje prisotno dolvodno, ko se erozijska moč vode umiri (Natek, 2003). Tolmune različnih velikosti zasledimo skoraj v vseh strugah vodotokov na proučevanem območju. Nastajajo tako na zavojih vodotokov kot tudi za stopnjami, kaskadami in slapovi.

Prodišča so prodnate ali peščene rečne naplavine, ki prekrijejo zemljišča ob rečnem toku ali v strugi, značilna predvsem za zgornji in srednji tok vodotoka. Nimajo stalne oblike, saj reke ob visoki vodi gradivo premeščajo dolvodno, na istem mestu pa akumulirajo novo. Večina prodišč nastane na notranjih delih rečnih zavojev, na zunanjih delih pa gradivo erodirajo (Geografija 1, 2016). Tako kot tolmune tudi prodišča različnih velikosti zasledimo pri vseh vodotokih na območju, saj nastajajo kot posledica premeščanja gradiva dolvodno.

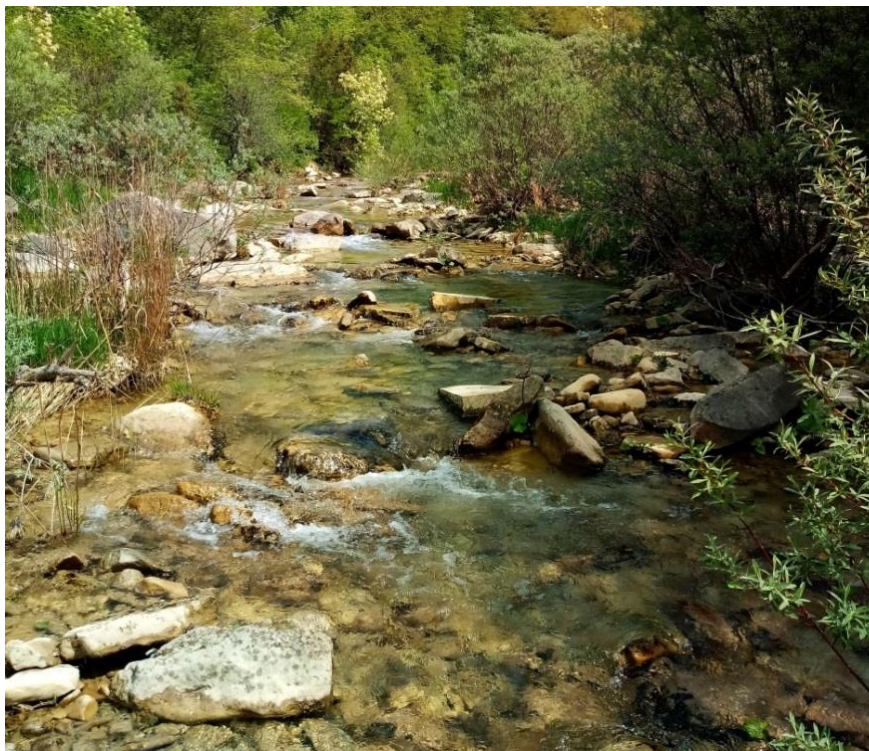
Slika 15: Tolmun in prodišče za slapom



Avtorica slike: Čonč, 2018

Brzice se pojavljajo na krajših odsekih reke, kjer je vodni tok zaradi večjega strmca hitrejši ter buči in kipi čez skale v rečni strugi (Natek, 2003). Zaradi erozije in usipanja gradiva s pobočij so značilne skale različnih velikosti na vseh vodotokih na območju. Na mestih, kjer je več skal, se pojavljajo brzice.

Slika 16: Brzice na Dragonji



Avtorica slike: Čonč, 2018

Kaskade definiramo kot niz manjših slapov. Voda teče čez večje skale, za njimi pa pogosto nastanejo manjši tolmini (Natek, 2003). Na proučevanem območju so nizi manjših slapov vidni predvsem na manjših in slikovitih pritokih reke Dragonje. Pogosto jih povzroča gradivo večjih dimenzij, ki je v strugo premeščeno s pobočij. Prav tako pa na pojav kaskad vpliva različno odporna matična podlaga.

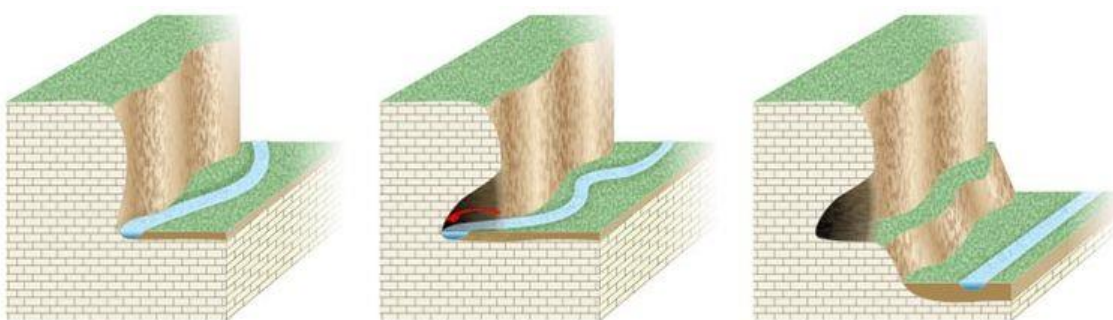
Slika 17: Kaskada na Dernarniku, tolmun in prodišče



Avtorica slike: Čonč, 2018

Spodmol je »krajša horizontalna jama s širokim vhodom« (Stepišnik, 2011). Nastane z erozijo kamnine. Zniževanje površja ali rečno delovanje odstrani pobočje, površje pa se odmika nazaj. Odpornejša kamnina izoblikuje nekakšno streho spodmola (Rock Shelter, 2015). Na območju smo identificirali dva spodmola. Oba sta nastala zaradi rečne erozije, saj je voda izpodjedala manj odporno pobočje, odpornejša kamnina pa je izoblikovala nekakšno streho spodmola.

Slika 18: Proces nastajanja spodmolov zaradi rečne erozije



Vir: Coward's Hollow Rock Shelter, 2014

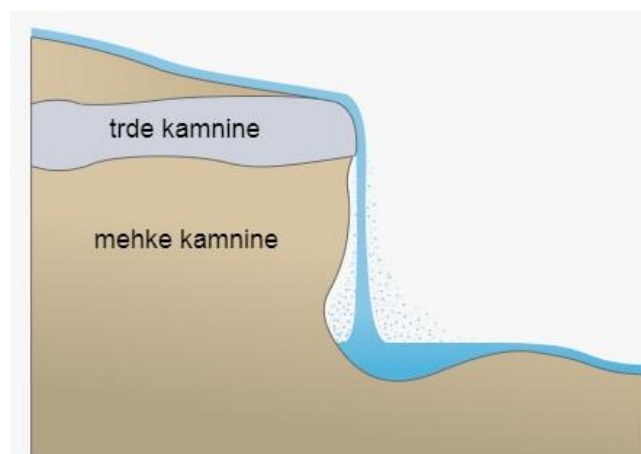
Slika 19: Spodmol Stena pri vasi Dragonja



Avtorica slike: Čonč, 2018

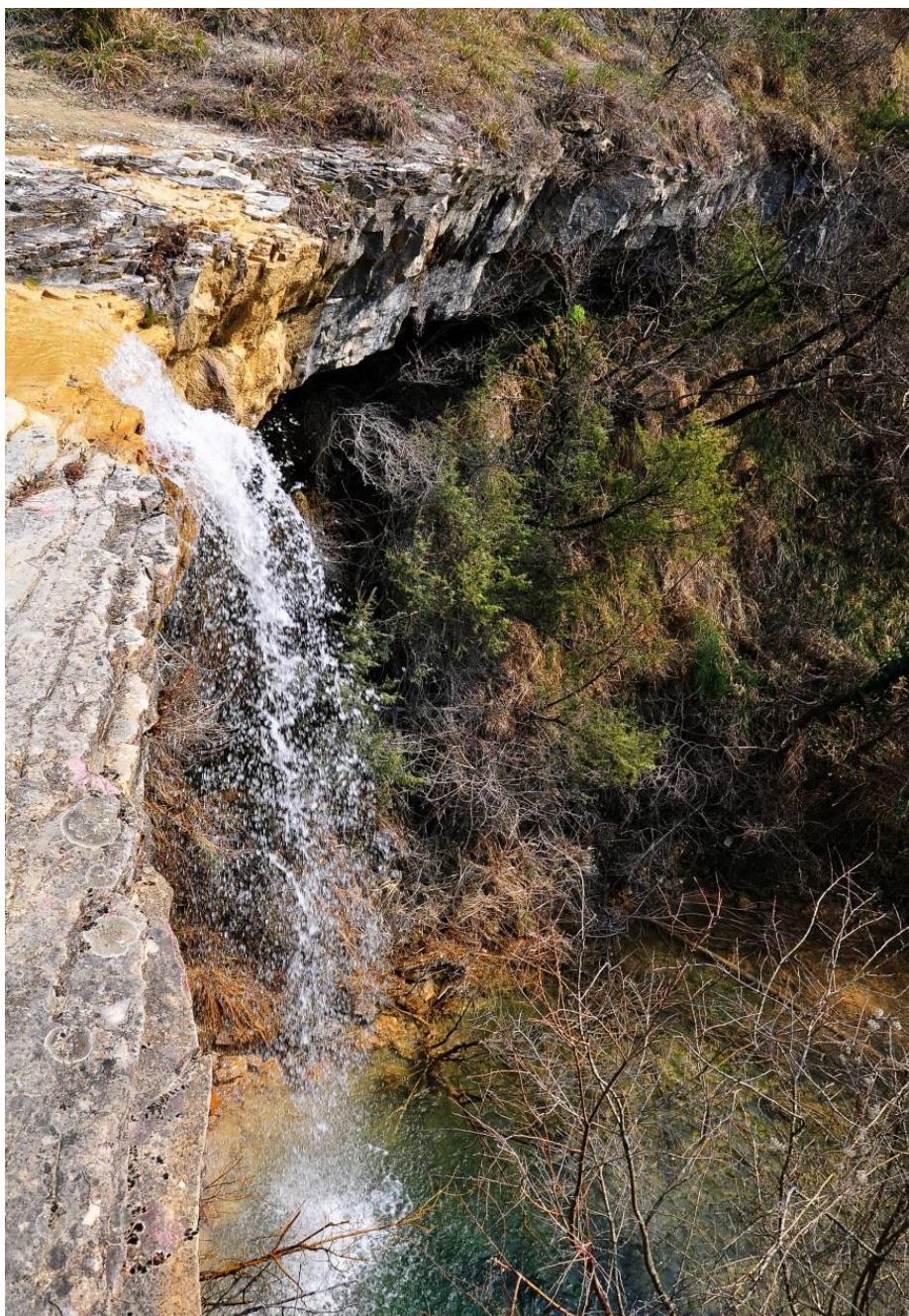
Slap je mesto, kjer voda pada prek strme ali navpične stopnje. Slapove delimo na erozijske (tektonski, kamninsko pogojeni, obviseli, pregradni), akumulacijske in umetne (Natek, 2003). Na proučevanem območju so slapovi, ki so kamninsko pogojeni in akumulacijski. Kamninsko pogojeni slapovi nastanejo na območjih, kjer trše in odpornejše kamnine na erozijo ležijo nad mehkejšimi kamninami (Geografija 1, 2016). Akumulacijski slapovi pa nastajajo na pragovih in kaskadah, prek katerih se odlagajo večje količine lehnjaka (Natek, 2003).

Slika 20: Shematski prikaz kamninsko pogojenega slapa



Vir: Geografija 1, 2016

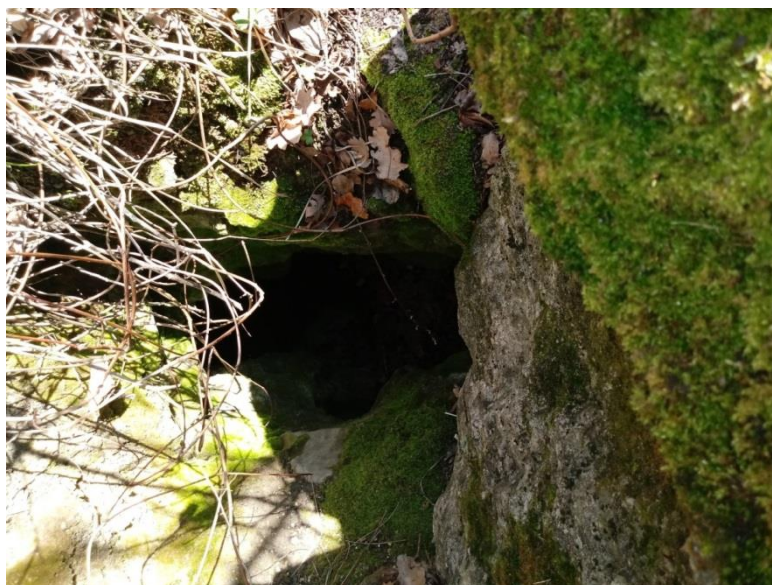
Slika 21: Slap Supot



Avtorica slike: Čonč, 2018

Termin **jama** ima več različnih definicij. »Po Slovarju slovenskega knjižnega jezika je jama naraven izvotljen prostor pod zemeljskim površjem« (Pogačnik, 2008; cv: Stepišnik, 2011). Jamarska zveza Slovenije uporablja definicijo, ki pravi, »da je jama vsaka naravna votlina v kamnini, ki je prehodna človeku in je vsaj 10 m dolga in široka«. »Slovenska kraška terminologija (Gams in drugi, 1973; cv: Stepišnik, 2011, str. 65) pa jamo opredeljuje kot prehodno podzemeljsko votlino, ne glede na to, ali je vodoravna ali navpična.« Na območju porečja Dragonje so 4 jame, ki jih domačini imenujejo buže (Poljasnka buža, Buža pod Hrpeljci, Buža nad Gunjači ter Bančinova jama). Večinoma gre za manjše jame oziroma krajša vertikalna brezna.

Slika 22: Vhod v Bužo nad Gunjači



Avtorica slike: Čonč, 2018

Erozijski jarek je jarek, ki je nastal zaradi erozije na pobočju (Geografski terminološki slovar, 2005). Ker so flišne kamnine za vodo nepropustne in slabo odporne, je erozija padavinske vode izjemno učinkovita, zato zaradi stekanja številnih vodnih žlebov nastajajo erozijski jarki. Zaradi klimatogeografskih razmer vodotoki v erozijskih jarkih niso stalni, vendar imajo ob padavinah toliko večjo erozijsko moč (Roglić, 2005).

Slika 23: Erozijski jarek in erodirano gradivo



Avtorica slike: Čonč, 2018

Za območje flišne Istre je značilna gosta **rečna mreža**, večje doline so široke zaradi bočne erozije in akumulacije, pobočja pa so razčlenjena s pritoki in mlajšo globinsko erozijo. Struga razmeroma malo vijuga, tok je dokaj raven in kratek, na kar vpliva tudi njen hudourniški značaj (Zorn, 2008). 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 pojavov (Trobec, 2012).

Erozijska žarišča in stene so geomorfološka posebnost flišne Istre, ki se pojavljajo v linijskih (erozijski jarki in struge hudournikov) ali ploskovnih oblikah (strme stene ali rebrasti relief na položnejših območjih) (Jurak, Fabić, 2000; cv: Zorn, 2008). Erodibilnost kamnine in razčlenjenost površja sta glavna dejavnika, ki vplivata na nastanek erozijskih žarišč, lahko pa so ti tudi antropogenega nastanka (Harvey, 2004; cv: Zorn, 2008). Na območju erozijskih žarišč in sten v flišu se sprosti največ gradiva, saj je matična kamnina neposredno izpostavljena spremembam temperature in vlage ter spiranju. Na privetrni strani so izpostavljena vetrni eroziji; če je na pobočju prisoten lapor, ta razpade v majhne delce in oblikuje stožičaste nasutine pod erozijskimi jarki ali melišča pod golimi stenami ob vznožju erozijskih žarišč (Jurak, Fabić, 2000; cv: Zorn, 2008). Erozijska žarišča in stene so izdaten vir erodiranega gradiva, hkrati pa so pomemben dejavnik oblikovanja pobočij (Harvey, 2004; cv: Zorn, 2008).

Slika 24: Stena v flišu pri Fermovem mlinu



Avtorica slike: Čonč, 2018

Slika 25: Erozijsko žarišče v flišu



Avtorica slike: Čonč, 2018

Na preučevanem območju se mestoma izdanjajo tudi plasti karbonatnih turbiditov oziroma izdanki **megaplasti**. Izdanke megaplasti gradijo apnenčaste breče, ki postopoma prehajajo v apnenčev peščenjak oziroma kalkarenit. Karbonatni turbiditi so se zaradi premikov in tresljajev s turbiditnimi tokovi valili v globlje morje in se usedali med flišne plasti. Sediment, ki gradi flišne kamnine, izvira iz oddaljenega kontinentalnega zaledja na severu, sediment, ki tvori vmesne debele plasti karbonatnih turbiditov, pa se je usipal v morje s karbonatne platforme, ki je ležala južno od tega bazena (Strokovni predlog ..., 2009). Najbolj značilni primeri izdankov megaplasti so vidni v vasi Krkavče, Stena pri Dragonji, Stena Sveti Štefan ter zaplata karbonatnih turbiditov nad vasjo Gunjači.

Slika 26: Izdanek megaplasti v Krkavčah

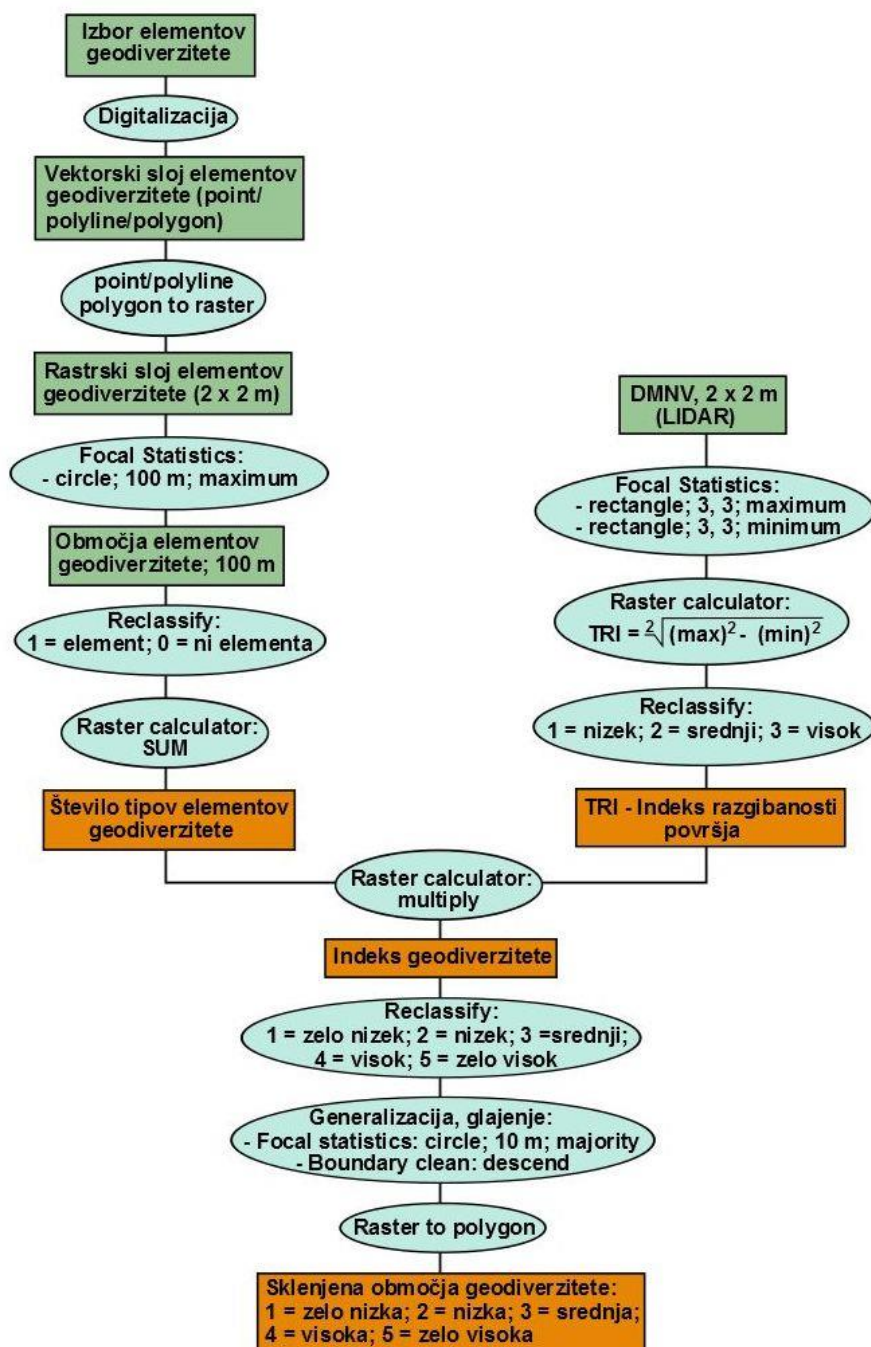


Avtorica slike: Čonč, 2018

5.3 Izračun indeksa geodiverzitete

Druga in tretja faza metode izračuna indeksa geodiverzitete sta temeljili na uporabi geoinformacijskih programov. Metoda, ki smo jo uporabili za izračun indeksa, je izpeljana iz predlagane metode Serrana in sodelavcev (2007). Večina avtomatiziranih predlogov vrednotenja geodiverzitete v Sloveniji uporablja modifikacije te enačbe. Tudi naša metoda temelji na modifikaciji, podobna pa je vrednotenju, ki sta ga leta 2016 na območju Zgornje Pivke uporabila Stepišnik in Trenchovska. Namen prilagajanja metod je, da bi bilo vrednotenje čim bolj objektivno in sistematično (Stepišnik, Trenchovska, 2018).

Slika 27: Model izračuna indeksa geodiverzitete



Avtorica slike: Čonč, 2018

5.3.1 Digitalizacija in rasterizacija

V drugi fazi dela smo digitalizirali morfografsko karto in identificirane elemente geodiverzitete s pomočjo orodja *Editor*, ki nam omogoča urejanje in ustvarjanje vektorskih oblik. Identificirali smo 1069 elementov geodiverzitete, ki smo jih klasificirali v 7 različnih tipov elementov geodiverzitete. Ustvarili smo 7 vektorskih slojev, 3 sloji so predstavljali točkaste elemente (spodmoli, jame, slapovi), 2 sloja poligonov sta bila uporabljena za prikaz elementov, ki obsegajo večja območja (stene in erozijska žarišča v flišu, megaplasti), 2 sloja pa za prikaz linijskih elementov (rečna mreža oziroma vodotoki ter erozijski jarki). Ker nadaljnje analize zahtevajo uporabo rastrskih podatkov, smo jih pretvorili. Za pretvorbo točk smo uporabili ukaz *Point to Raster*, za linije *Polyline to Raster*, za poligone pa *Polygon to Raster*. Pri nadaljnjih analizah smo uporabili digitalni model nadmorskih višin (Lidar, 2011, 2012) z natančnostjo 2 x 2 m, zato smo v fazi rasterizacije slojem elementov geodiverzitete dodelili enako velikost celic. Vrednost 1 smo dodelili tistim celicam, kjer se element nahaja, ostalim pa vrednost 0. Izdelali smo 7 rastrskih slojev.

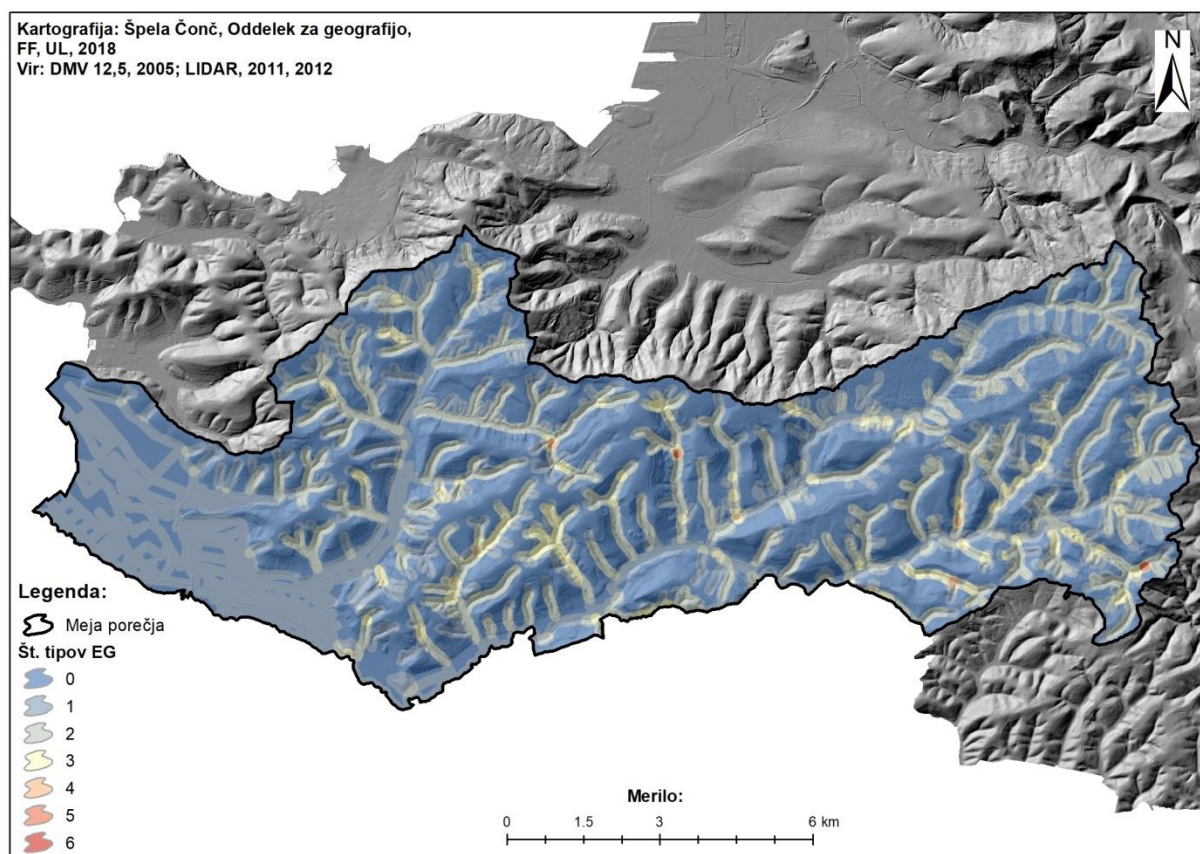
5.3.2 Število tipov elementov geodiverzitete

Orodje *Focal Statistics* izvaja operacije, ki temeljijo na analizi statistik vseh določenih sosednjih celic in središčni celici pripiše novo vrednost. V orodju lahko sami izberemo tip sosedstva, na podlagi katerega želimo, da nam izračuna statistike celic. Tip sosedstva je lahko v obliki krofa (*annulus*), kroga (*circle*), pravokotnika (*rectangle*) ali klina (*wedge*). Orodje nam lahko izračuna naslednje statistike: večina (*majority*), manjšina (*minority*), maksimalna vrednost (*maximum*), minimalna vrednost (*minimum*), povprečje (*mean*), sredino (*median*), razpon (*range*), standardni odklon (*standard deviation*) in vsoto (*sum*) (ArcMap, 2016).

V našem primeru smo z orodjem *Focal Statistics* izračunali število tipov elementov. Določili smo območja, ki se nahajajo v radiju 100 m od elementov geodiverzitete. Ker je površina proučevanega območja velika (116,2 km²), smo se odločili za tako velikost radija. Pri analizi smo orodju določili, da rastrskim slojem elementov geodiverzitete pripiše vsem celicam, ki so v radiju 100 m od elementa, vrednost 1. Orodje deluje tako, da od vsake celice, kjer je prisoten element, naredi 100-metrski radij in celicam v tem radiju pripiše vrednost 1, celicam, ki so oddaljene več kot 100 m, pa pripiše vrednost 0. Pri orodju smo določili naslednje parametre: *Neighborhood = Circle*, *Radius = 100 m*, *Units = Map*, *Statistic Type = maximum*. Za vsak rastrski sloj elementov geodiverzitete smo ponovili enak postopek.

Z orodjem *Raster Calculator* smo združili vseh 7 rastrskih slojev. S funkcijo *SUM* smo jih med seboj sešteli. Orodje pripiše celicam vrednost, ki je enaka številu elementov geodiverzitete, ki se nahajajo v njenem 100-metrskem radiju. Na primer, če je v radiju 100 m od celice 5 elementov geodiverzitete, bo celica dobila vrednost 5, če pa v radiju 100 m ni nobenega elementa geodiverzitete, bo dobila celica vrednost 0. Končni rezultat je bil rastrski sloj, ki predstavlja število tipov elementov geodiverzitete na prostorsko enoto 2 x 2 m.

Karta 18: Število tipov elementov geodiverzitete



5.3.3 Indeks razgibanosti površja

V naslednjem koraku smo izračunali indeks razgibanosti površja – *TRI* (angleško *Terrain Ruggedness Index*). Indeks je bil izračunan po metodi, ki so jo zasnovali Riley in sodelavci (1999). Indeks na podlagi digitalnega modela nadmorskih višin izračuna spremembo višine med celico in osmimi sosednjimi celicami ter vsaki celici dodeli novo vrednost. Indeks razgibanosti površja predstavlja objektivni prikaz in nam pove, kakšno je relativno razporejanje nadmorskih višin (Riley in sod., 1999).

Z orodjem *Focal Statistics* smo izdelali dva sloja, ki prikazujeta najmanjšo nadmorsko višino v okolici in največjo nadmorsko višino v okolici. Kot vhodni rastrski sloj smo v analizo vključili digitalni model nadmorskih višin z resolucijo 2 x 2 m (Lidar, 2011, 2012). Pri orodju smo za sloj največjih nadmorskih višin določili naslednje parametre: *Neighborhood* = *Rectangle, 3 x 3*, *Statistic Type* = *maximum*. Pri orodju smo določili za sloj najmanjših nadmorskih višin naslednje parametre: *Neighborhood* = *Rectangle, 3 x 3*, *Statistic Type* = *minimum*. Končna rezultata sta bila sloja, pri katerih je ukaz izračunal minimalno in maksimalno vrednost osmih sosednjih celic in jo pripisal osrednji celici.

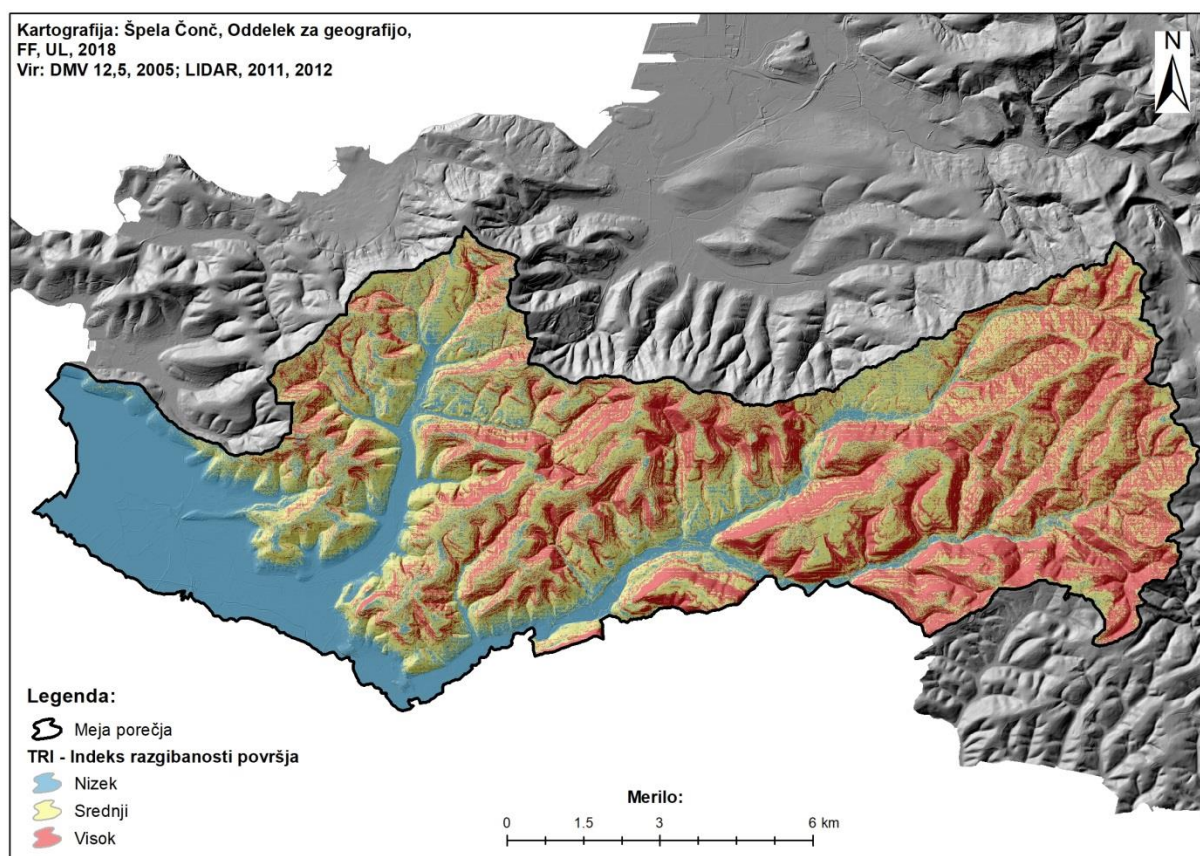
Z orodjem *Raster Calculator* smo po spodnji enačbi izračunali indeks razgibanosti površja.

$$TRI = \sqrt{|DMV_{max}^2 - DMV_{min}^2|}$$

Rezultat je bil rastrski sloj indeksa razgibanosti površja za proučevano območje porečja reke Dragonje. Najmanjša vrednost indeksa je 0, največja pa 151. Rastrski sloj indeksa razgibanosti površja smo z orodjem *Reclassify* reklasificirali s pomočjo Jenkovih naravnih razredov, ki pa smo jih nekoliko ročno popravili, da so bile vrednosti še bolj smiselne za

proučevano območje. Jenksovi naravni razredi razdelijo vrednosti tako, da so znotraj razreda čim manjše razlike, med razredi pa so razlike čim večje (ArcMap, 2016). Indeks razgibanosti površja smo reklasificirali v 3 razrede, ki prikazujejo območja z nizkim, srednjim in visokim indeksom razgibanosti površja. Najnižje vrednosti indeksa imajo širša dna rečnih dolin, slemena in uravnana pobočja z majhnim naklonom. V razred s srednjimi vrednostmi indeksa so uvrščena območja, ki imajo srednje velik naklon in so bolj razčlenjena. V razred z visokimi vrednostmi indeksa pa sodijo območja z največjim naklonom in največjo razčlenjenostjo reliefa. Za reklasifikacijo indeksa smo se odločili zaradi lažjega prikaza rezultatov, ki jih bomo pridobili v naslednjem koraku dela.

Karta 19: Indeks razgibanosti površja



5.3.4 Indeks geodiverzitete

V zadnji fazi dela smo izračunali indeks geodiverzitete po prilagojeni enačbi, ki so jo predlagali Serrano in sodelavci (2007). Enačba za izračun indeksa geodiverzitete vključuje število različnih abiotskih elementov (E_g), koeficient razgibanosti površja (R) in naravni logaritem površine geomorfološke enote ($\ln S$) (Serrano in sod., 2007).

$$Gd = \frac{E_g * R}{\ln S}$$

Gd = indeks geodiverzitete, E_g = št. različnih abiotskih elementov v geomorfološki enoti, R = koeficient razgibanosti površja, $\ln S$ = naravni logaritem površine geomorfološke enote

V našem primeru smo računali indeks za posamezno celico (enako velike prostorske enote) in iz enačbe odstranili naravni logaritem površine geomorfološke enote ($\ln S$). Naravni logaritem površine geomorfološke enote lahko uporabimo takrat, ko računamo indeks geodiverzitete za različno velike prostorske enote (Stepišnik, Trenchovska, 2016).

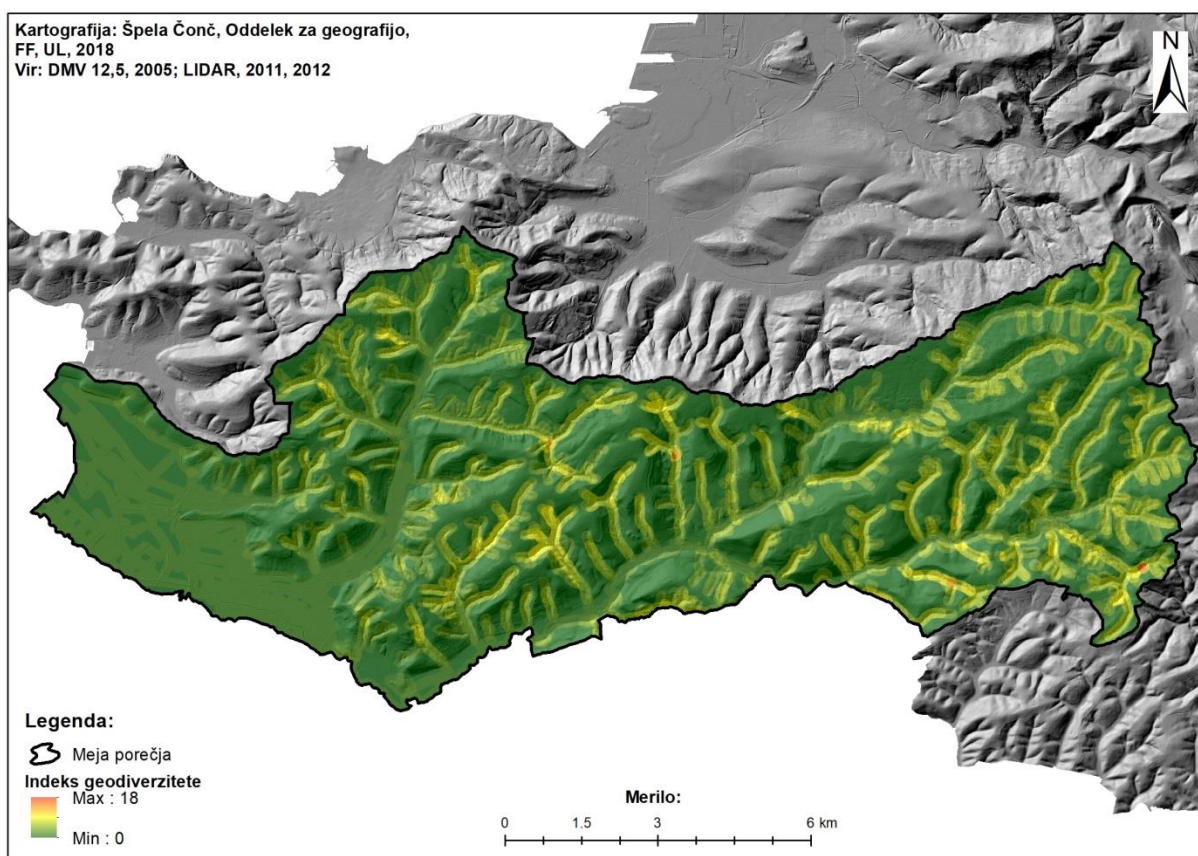
Z orodjem *Raster Calculator* smo po spodnji enačbi izračunali indeks geodiverzitete. Med seboj smo zmnožili rastrski sloj števila tipov elementov geodiverzitete in reklasificiran rastrski sloj indeksa razgibanosti površja.

$$Gd = Eg * TRI$$

Gd = indeks geodiverzitete, **Eg** = št. tipov elementov geodiverzitete, **TRI** = indeks razgibanosti površja

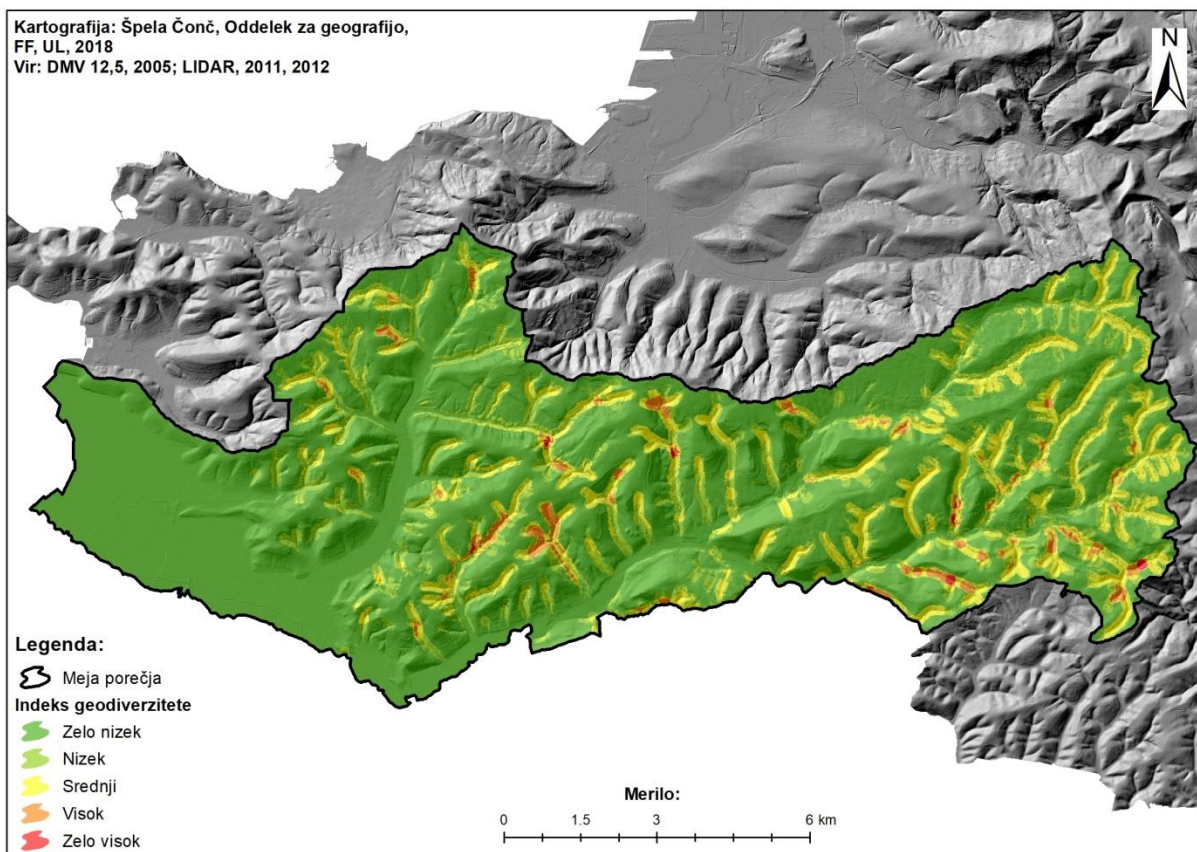
Rezultat je rastrski sloj indeksa geodiverzitete z vrednostmi od 0 do 18. Vrednosti so nizke, saj je največje število tipov elementov geodiverzitete v eni celici 6, največja vrednost indeksa razgibanosti površja pa 3.

Karta 20: Indeks geodiverzitete



Za boljši prikaz in lažjo interpretacijo rezultatov smo sloj reklasificirali v 5 ročno določenih razredov. Območja z vrednostjo med 0 in 3 smo definirali kot območja z zelo nizko geodiverzitetjo, med 4 in 6 z nizko geodiverzitetjo, med 7 in 8 s srednjo geodiverzitetjo, med 9 in 11 z visoko geodiverzitetjo ter med 12 in 18 z zelo visoko geodiverzitetjo. Da smo dobili nekoliko bolj sklenjena območja in lepši grafični prikaz, smo reklasificirani sloj indeksa geodiverzitete generalizirali in zgladili z orodjema *Focal Statistics* (parametri: *Neighborhood* = *Circle*, *Radius* = 10 m, *Units* = *Map*, *Statistic Type* = *Majority*) in *Boundary clean* (*Descend*). Generaliziran in zglajen rastrski sloj indeksa geodiverzitete smo z orodjem *Raster to Polygon* pretvorili in dobili vektorski prikaz območij s petimi razredi indeksa geodiverzitete.

Karta 21: Indeks geodiverzitete po razredih



6 Vrednotenje geodiverzitete porečja reke Dragonje

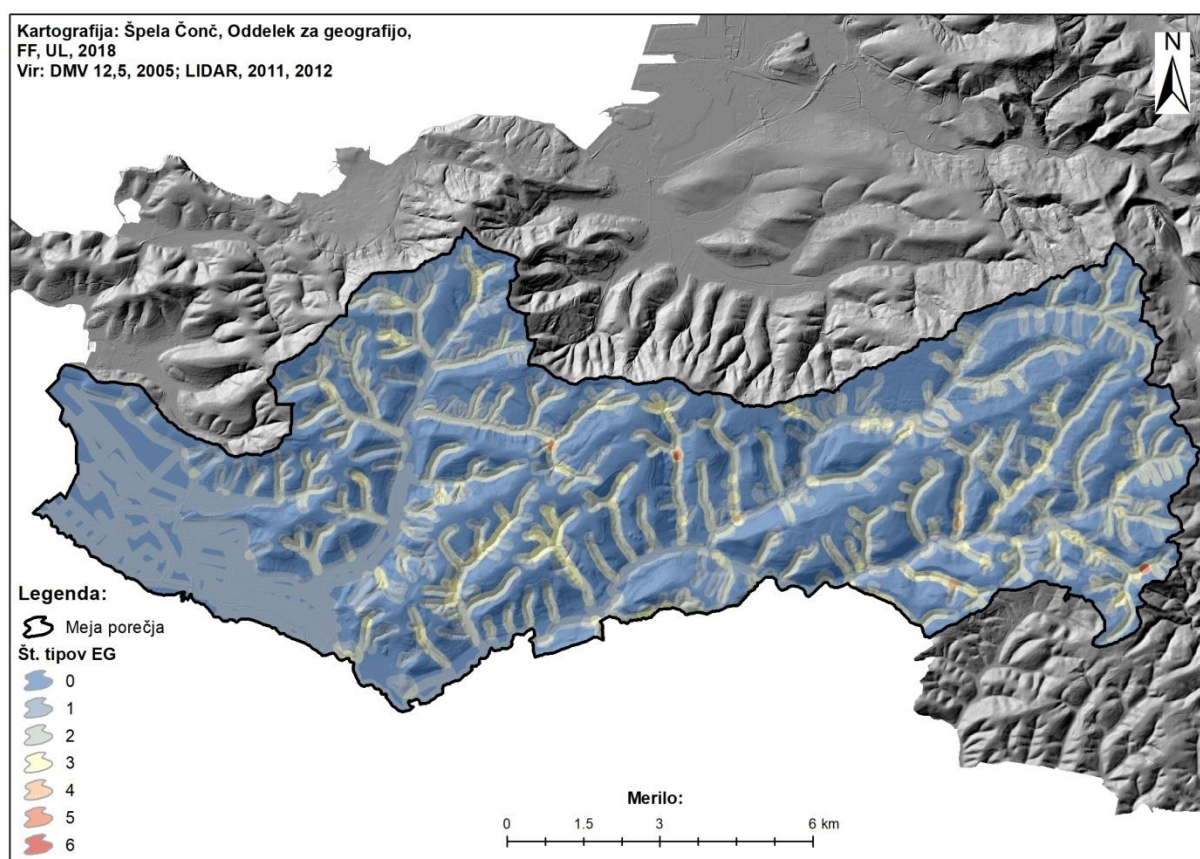
V tem poglavju so podrobneje predstavljeni dobljeni rezultati izračuna indeksa geodiverzitete ter vrednotenje geodiverzitete na proučevanem območju. Zadnje podpoglavje vsebuje je primerjavo z obstoječim stanjem, ki temelji na analizi opravljene interpretacije geodiverzitete. V strokovnem delu *Strokovni predlog za zavarovanje Krajinskega parka Dragonja* so predstavljeni geomorfološki, geološki in hidrološki pojavi, ki jih je Zavod Republike Slovenije uvrstil na seznam naravnih vrednot.

6.1 Analiza indeksa geodiverzitete

Kot je že bilo omenjeno, smo indeks geodiverzitete izračunali po prilagojeni enačbi, ki so jo predlagali Serrano in sodelavci (2007).

Sloj **števila tipov elementov geodiverzitete** smo pridobili z orodjem *Focal Statistics*. Vsem celicam, ki so v radiju 100 m od elementa geodiverzitete, smo določili vrednost 1 in dobili 100-metrski pas v okolici elementov. Vse rastrske sloje smo med seboj sešteli z orodjem *Raster Calculator* in dobili končni sloj števila tipov elementov geodiverzitete. Orodje je celicam pripisalo vrednosti enake številu tipov elementov geodiverzitete, ki so v njihovem 100-metrskem radiju.

Karta 22: Število tipov elementov geodiverzitete



Samo na enem območju, ki zajema 0,002 % skupne površine, je število tipov elementov v 100-metrskem radiju 6. To je območje pri slapu Stranice, kjer se v določenem radiju pojavljajo spodmol, slap, vodotok, erozijski jarek, izdanki megaplasti in stena oziroma erozijsko žarišče v flišu. Na približno 46 % območja se v 100-metrskem radiju ni nobenega elementa geodiverzitete. Na slabih 30 % območja je viden 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. Identificiranih je bilo 7 različnih tipov elementov geodiverzitete, na nobenem območju v 100-metrskem radiju ni bilo vseh 7 tipov.

Tabela 4: Površina in delež števila tipov geodiverzitete

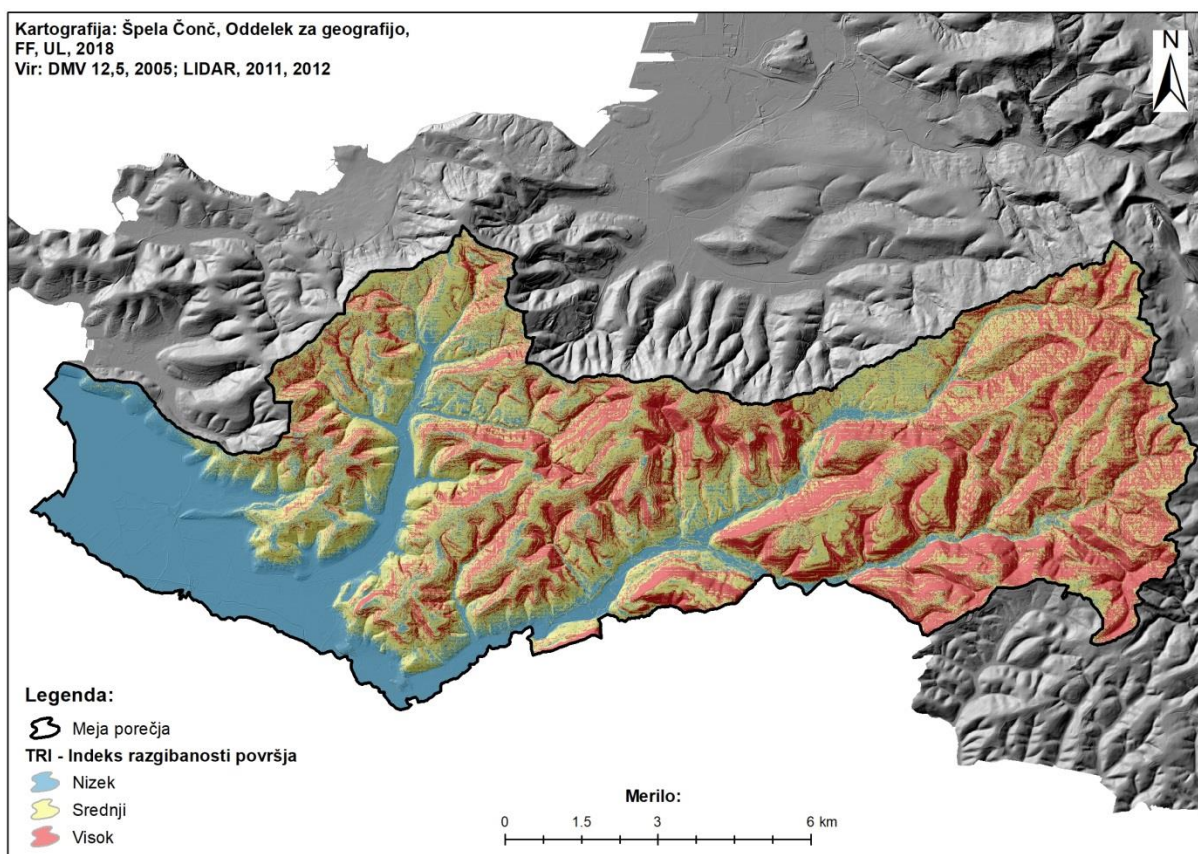
Število tipov elementov geodiverzitete	Površina (km ²)	Delež (%)
0	53,592	46,153
1	33,790	29,099
2	24,929	21,468
3	3,603	3,103
4	0,159	0,137
5	0,044	0,038
6	0,002	0,002
Skupaj	116,119	100

Indeks razgibanosti površja smo izračunali po metodi, ki so jo predlagali Riley in sodelavci (1999). Z orodjem *Focal Statistics* smo izdelali dva sloja, ki prikazujeta najmanjšo nadmorsko višino v okolici in največjo nadmorsko višino v okolici. Z orodjem *Raster Calculator* smo po spodnji enačbi izračunali indeks razgibanosti površja.

$$TRI = \sqrt{|DMVmax^2 - DMVmin^2|}$$

Rezultat je bil rastrski sloj indeksa razgibanosti površja z najmanjšo vrednostjo 0 in največjo 151. Rastrski sloj indeksa razgibanosti površja smo z orodjem *Reclassify* reklasificirali s pomočjo Jenkovih naravnih razredov, ki smo jih ročno popravili, da so bile vrednosti še bolj smiselne za proučevano območje. Indeks razgibanosti površja smo reklasificirali v 3 razrede, ki prikazujejo območja z nizkim, srednjim in visokim indeksom razgibanosti površja.

Karta 23: Indeks razgibanosti površja



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. Rezultati izračuna indeksa razgibanosti površja na proučevanem območju se razporejajo tako, kot smo pričakovali. Z nadmorsko višino se večja naklon reliefa, zaradi večjega naklona pa so intenzivnejši erozijski procesi. Erozijski procesi vplivajo na večjo razčlenjenost pobočij, hkrati pa tudi na nastanek geomorfoloških in hidroloških oblik. Indeks razgibanosti površja sovпада z naklonom in tudi prisotnostjo oziroma odsotnostjo elementov geodiverzitete. Višje vrednosti indeksa razgibanosti površja so, z izjemo slemen, ki so uravnana, na območju višjih nadmorskih višin, prav tako je večje tudi število elementov geodiverzitete.

Indeks geodiverzitete smo izračunali po prilagojeni enačbi, ki so jo predlagali Serrano in sodelavci (2007). Indeks smo izračunali za posamezno celico, ki označuje prostorsko enoto, celice so pa enake velikosti (2 x 2 m). Z orodjem *Raster Calculator* smo po spodnji enačbi izračunali indeks geodiverzitete. Med seboj smo zmnožili rastrski sloj števila tipov elementov geodiverzitete in reklasificiran rastrski sloj indeksa razgibanosti površja.

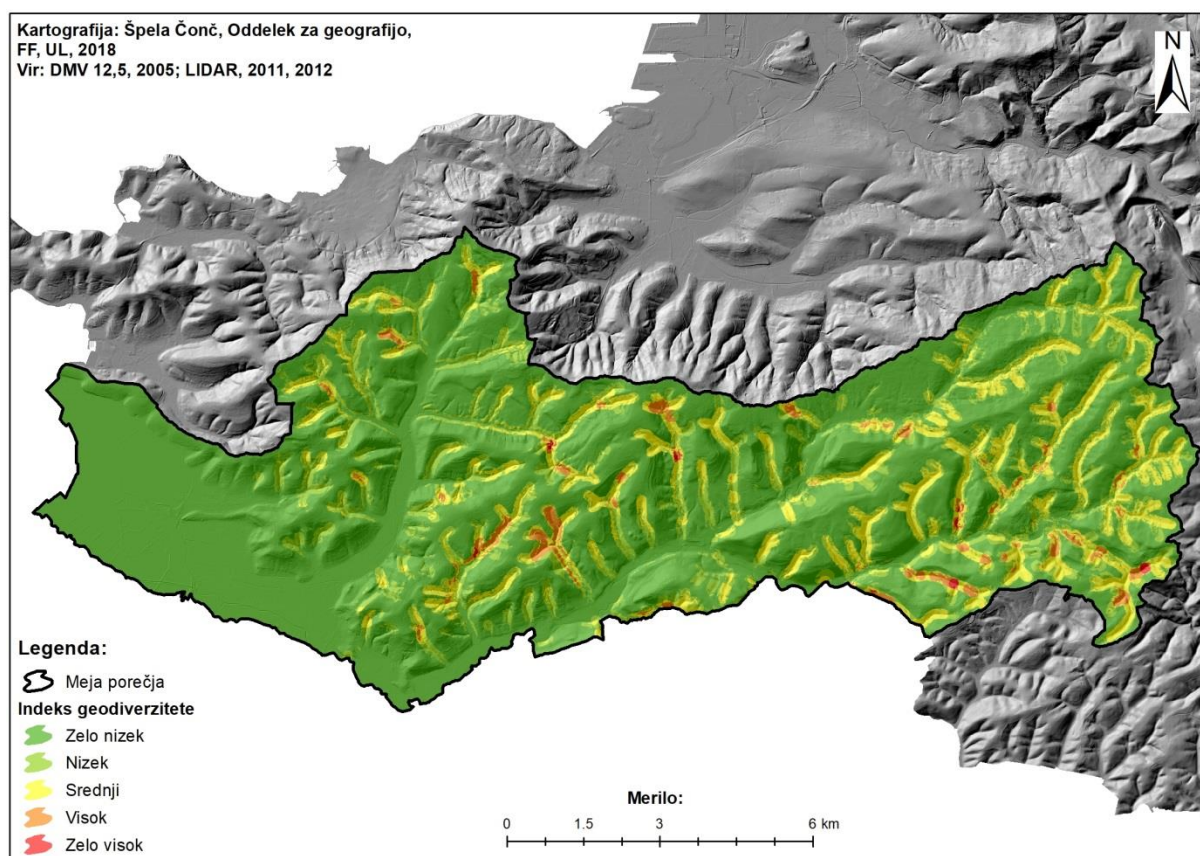
$$Gd = Eg * TRI$$

Gd = indeks geodiverzitete, **Eg** = št. tipov elementov geodiverzitete, **TRI** = indeks razgibanosti površja

Rezultat je rastrski sloj indeksa geodiverzitete z vrednostmi od 0 do 18. Vrednosti so nizke, saj je največje število tipov elementov geodiverzitete v eni celici 6, največja vrednost indeksa razgibanosti površja pa 3. Za boljši prikaz in lažjo interpretacijo rezultatov smo sloj reklasificirali v 5 ročno določenih razredov. Območja z vrednostjo med 0 in 3 smo definirali

kot območja z zelo nizko geodiverzitetjo, med 4 in 6 z nizko geodiverzitetjo, med 7 in 8 s srednjo geodiverzitetjo, med 9 in 11 z visoko geodiverzitetjo ter med 12 in 18 z zelo visoko geodiverzitetjo. Da smo dobili nekoliko bolj sklenjena območja in lepši grafični prikaz, smo reklasificirani sloj indeksa geodiverzitete generalizirali in zgladili z orodjema *Focal Statistics* in *Boundary clean (Descend)*. Generaliziran in zglajen rastrski sloj indeksa geodiverzitete smo z orodjem *Raster to Polygon* pretvorili in dobili vektorski prikaz območij s 5 razredi indeksa geodiverzitete.

Karta 24: Indeks geodiverzitete po razredih

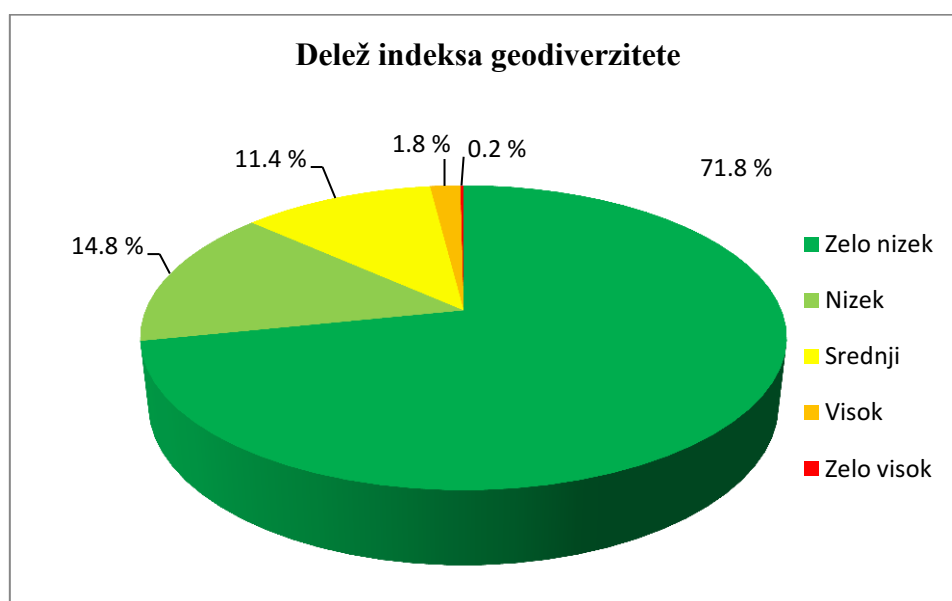


Pri indeksu geodiverzitete je bila prostorska razporeditev elementov geodiverzitete bolj poudarjena kot pa razgibanost površja. Na podlagi natančne analize slojev števila tipov elementov geodiverzitete in indeksa razgibanosti površja smo se zato odločili za ročno reklasifikacijo. Na nekaterih območjih, 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.

Tabela 5: Površina in delež indeksa geodiverzitete po razredih

Indeks geodiverzitete	Površina (km ²)	Delež (%)
Zelo nizek	83,4	71,8
Nizek	17,2	14,8
Srednji	13,2	11,4
Visok	2,1	1,8
Zelo visok	0,2	0,2
Skupaj	116,1	100

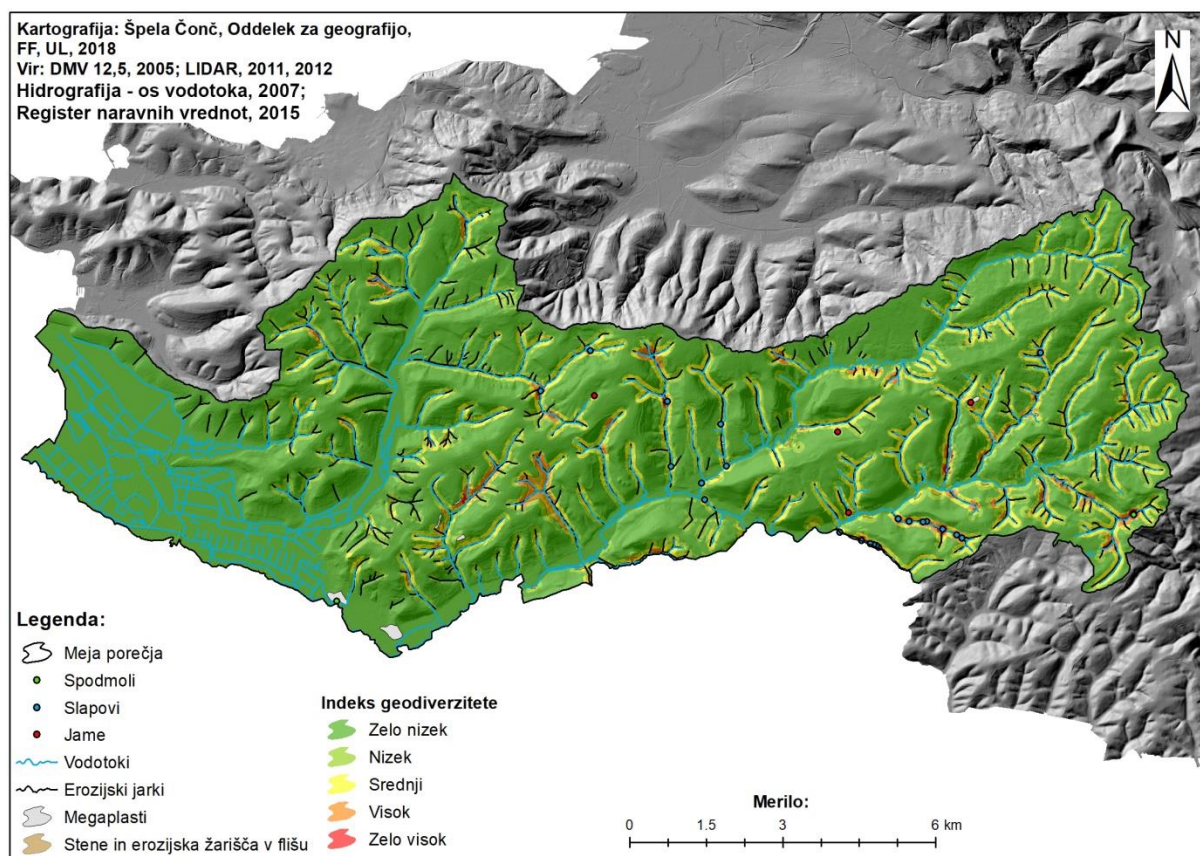
Grafikon 2: Delež indeksa geodiverzitete



Največji delež površine prekrivajo območja z zelo nizkim indeksom geodiverzitete, in sicer 71,8 %. Sledijo jim območja z nizkim indeksom, 14,8 %. Območja s srednjim indeksom geodiverzitete prekrivajo 11,4 % površine, območja z visokim in zelo visokim indeksom geodiverzitete pa 2 %.

Zelo nizek indeks geodiverzitete imajo območja, kjer je le 1 ali 2 tipa elementov geodiverzitete, indeks razgibanosti površja pa je nizek. Nizek indeks geodiverzitete imajo območja, kjer se nahajata 2 tipa elementov geodiverzitete, indeks razgibanosti površja pa je nizek. Nizek indeks geodiverzitete imajo območja, kjer se nahaja le 1 tip elementa geodiverzitete, indeks razgibanosti površja pa je visok. Nizek indeks geodiverzitete imajo tudi območja, kjer se nahajajo 4 tipi elementov geodiverzitete, indeks razgibanosti površja pa je nizek. Srednji indeks geodiverzitete imajo območja, kjer se nahajata 2 tipa elementov geodiverzitete, indeks razgibanosti površja je srednje velik ali pa visok. Srednji indeks geodiverzitete imajo tudi območja, kjer so prisotni 4 tipi elementov geodiverzitete, indeks razgibanosti površja pa je srednji. Visok indeks geodiverzitete imajo območja, kjer so prisotni 3 tipi elementov geodiverzitete, indeks razgibanosti površja pa je srednje velik ali pa visok. V razred z zelo visokim indeksom geodiverzitete so uvrščena območja, kjer so prisotni 4 ali več tipov elementov in kjer je indeks razgibanosti površja visok.

Karta 25: Indeks geodiverzitete in elementi geodiverzitete



Območja z visokim in zelo visokim indeksom geodiverzitete se glede na izračun in grafični prikaz nahajajo v dolinah, ki so jih izoblikovali večji pritoki reke Dragonje. V njihovih dolinah je prisotnih tako več različnih tipov elementov kot tudi več elementov geodiverzitete. Na njihovih območjih so prisotni vodotoki, erozijski jarki, izdanki megaplasti, stene in erozijska žarišča v flišu, slapovi in spodmoli, v bližini nekaterih se pojavljajo tudi jame.

Tabela 6: Območja z visokim in zelo visokim indeksom geodiverzitete

Območje z visokim in zelo visokim indeksom geodiverzitete	Število prisotnih tipov elementov geodiverzitete
Piševce	vodotok, erozijski jarek, 2 slapova, jama (Poljanska buža)
Območje Puč	vodotok, erozijski jarek, največja flišna stena na območju
Supot	vodotok, erozijski jarek, erozijska žarišča, izdanki megaplasti, 2 slapova
Žedeka	vodotok, erozijski jarek, izdanki megaplasti, slap
Pasjok	vodotok, erozijski jarek, erozijska žarišča, 7 slapov
Vruja	vodotok, erozijski jarek, 6 slapov
Stranica	vodotok, erozijski jarek, erozijska žarišča, izdanki megaplasti, slap, spodmol
Dernarnik	vodotok, erozijski jarek, izdanki megaplasti
Truški potok	vodotok, erozijski jarek, izdanki megaplasti

V tabeli je naštetih 9 območij, ki smo jih s pomočjo izračuna indeksa geodiverzitete opredelili kot območja z visoko ali zelo visoko geodiverzitetjo. Menimo, da bi bilo takšnih območij še več, če bi izdelali še podrobnejšo morfografsko karto z naštetimi elementi geodiverzitete, ki jih nismo vključili v analizo zaradi merila karte in velikosti proučevanega območja. V vseh naštetih dolinah večjih pritokov lahko zasledimo kaskade, tolmane, prodišča in na mestih izločanje lehnjaka. Če bi v analizo vključili tudi te elemente geodiverzitete, bi se indeks geodiverzitete na več mestih povečal. Nekaterim območjem je bil po metodi dodeljen nižji razred indeksa geodiverzitete, ki pa bi jih bilo treba po našem mnenju uvrstiti v razred z visokim indeksom geodiverzitete. Ta območja so v dolini Dragonje in Rokave, kjer je indeks razgibanosti površja nizek, v radiju 100 m pa je prisotnih manj tipov elementov geodiverzitete. Prvo tako območje je pri vasi Dragonja, kjer se nahaja večji izdanek megaplasti apnenca, na njej pa se je izoblikoval spodmol. Drugo tako območje je pri Škrlinah, kjer se nahajajo večje plošče megaplasti apnenca, slikovita flišna stena in v radiju približno 600 m dva široka slapova. Tretje območje, za katerega menimo, da ima večjo geodiverzitetjo, kot mu je bila dodeljena, je območje flišne stene pri Fermovem mlinu.

6.2 Primerjava z obstoječim stanjem

Prva prizadevanja za ohranitev naravnih posebnosti porečja Dragonje segajo v drugo polovico osemdesetih let 20. stoletja. Leta 1985 so izdali tehnično dokumentacijo za načrtovanje večjih hidrotehničnih in agrotehničnih posegov v dolini Dragonje. Melioracijska dela, ki so bila predvidena na območju porečja Dragonje, bi povsem spremenila naravni tok reke in uničila podobo doline. Medobčinski zavod za varstvo naravne in kulturne dediščine Piran je začel aktivno zbirati podatke, da bi dokazal, da so melioracijski posegi nesprejemljivi iz ekoloških razlogov, ter k sistematičnemu raziskovanju pritegnil še druge strokovne ustanove. Prirodoslovni muzej Slovenije je opravil inventarizacijo flore, Inštitut za biologijo Univerze E. Kardelja v Ljubljani inventarizacijo flore, Zavod SRS za varstvo naravne in kulturne dediščine pa inventarizacijo nežive naravne dediščine. Leta 1987 je Skupščina občine Koper prepovedala melioracijska dela. Leta 1989 je Skupščina občine Piran sprejela Odlok o razglasitvi posameznih naravnih spomenikov in spomenikov oblikovane narave v občini Piran. V okviru tega odloka, ki je še veljaven, je reka Dragonja na območju občine Piran razglašena za hidrološki, geomorfološki, botanični in zoološki spomenik, osamelec Stena pri vasi Dragonja pa za geomorfološki in botanični naravni spomenik. Občina Koper je v Dolgoročnem družbenem planu 1986–2000 reko Dragonjo in njene pritoke opredelila za naravni spomenik, celotno porečje pa za kulturno krajino in naravno dediščino. Na območni enoti Piran Zavoda Republike Slovenije za varstvo narave so leta 2001 pripravili Odlok o začasnem zavarovanju reke Dragonje s pritoki, ki je veljal do leta 2006. Opravljenih je bilo veliko študij, ki so temeljile na usmerjanju dejavnosti v varstvo in ohranjanje naravnih in kulturnih posebnosti slovenske Iste. Leta 1998 so začeli z aktivnostmi v okviru projekta »Krajinski park Dragonja – park za življenje«. V okviru projekta je izšla tudi publikacija Krajinski park Dragonja, ki je pripomogla, da je v zavesti ljudi območje prepoznano park, kar mu daje prednost pri vzpostavitvi predvidenega zavarovanega območja. Občini Koper in Piran sta leta 2007 na Ministrstvo za okolje in prostor poslali pobudo za trajno zavarovanje porečja reke Dragonje, ki še ni bila uresničena (Strokovni predlog, 2009).

Najbližji poizkus vrednotenja nežive narave na območju porečja Dragonje pomeni Strokovni predlog za zavarovanje Krajinskega parka Dragonje, ki so ga leta 2009 pripravili na Zavodu Republike Slovenije za varstvo narave na območni enoti Piran. Strokovni predlog vsebuje pregled dosedanjih aktivnosti za ohranjanje na področju, fizičnogeografski, zgodovinski, kulturni ter naravovarstveni (naravne vrednote in biotska raznovrstnost) opis območja. Strokovni predlog prav tako zajema poglavje, v katerem je opisano današnje stanje ohranjenosti naravnih vrednot in biotske pestrosti, morebitni dejavniki ogrožanja, utemeljitve

varstva območja ter pravila ravnanja v primeru, da se predlagano območje zavaruje (Strokovni predlog, 2009).

V okviru Zakona o ohranjanju narave (2004) velja Uredba o zvrsteh naravnih vrednot (2002), katere namen je določiti zvrsti naravnih vrednot, način opredeljevanja naravnih vrednot po zvrsteh, podrobnejše kriterije za razvrstitev naravnih vrednot na naravne vrednote državnega ali lokalnega pomena, varstvene in razvojne usmeritve ter druga pravila ravnanja za varstvo naravnih vrednot. Naravne vrednote obsegajo vso naravno dediščino na območju Republike Slovenije. Uredba o zvrsteh naravnih vrednot (2002) določa zvrsti naravnih vrednot; z vidika vrednotenja in varstva elementov geodiverzitete so pomembne naslednje:

- površinska geomorfološka naravna vrednota: v naravi se pojavlja zlasti kot kraška površinska oblika (žlebič, škraplja, vrtača, uvala, kotlič, udornica, draga, kraško polje, kraški ravnik, kraška planota), ledeniška reliefna oblika (ledeniška morena, krnica, balvan, ledeniška dolina, grbina, prag), rečno-denudacijska oblika (korito, soteska, rečna terasa, poplavna ravnica, vršaj), poligenetska reliefna oblika (vrh, gorski greben, sleme, otok, skalne oblike, kot so naravni most/okno, stena, skalni osamelec) ali obalna reliefna oblika (klif, abrazijski spodmol, terasa);
- podzemeljska geomorfološka naravna vrednota je del narave: v naravi se pojavlja kot podzemna jama, ki je zlasti votlina, razpoka, brezno in podzemni rov;
- geološka naravna vrednota: v naravi se pojavlja kot nahajališče minerala ali fosila, tektonska (prelom, tektonski jarek, tektonska breča, guba), mineraloška (nahajališče minerala), petrološka (izdanek kamnin), paleontološka (nahajališče fosila), stratigrafska (stratigrafsko zaporedje ali meja), glaciološka (ledeniško jezero, morena, balvan), pedološka, hidrogeološka (npr. mineralni izvir) ali sedimentološka (sedimentne teksture, turbiditni tokovi, evaporiti) naravna oblika;
- hidrološka naravna vrednota: v naravi se pojavlja zlasti kot reka, potok, jezero, morje, del reke, potoka, jezera ali morja, ledenik, izvir, slapišče ali slap;
- minerali;
- fosili.

Poleg zvrsti naravnih vrednot pa Zakon o ohranjanju narave opredeljuje tudi osem meril za kvalitativno vrednotenje pojavov (izjemnost, tipičnost, kompleksna povezanost, ohranjenost, redkost, ekosistemska pomembnost, znanstvenoraziskovalna pomembnost in pričevalna pomembnost). Naravnim vrednotam je treba določiti naslednje podatke: identifikacijsko številko, ime naravne vrednote, razvrstitev na naravno vrednoto državnega ali lokalnega pomena, kratko oznako naravne vrednote, opredelitev zvrsti naravnih vrednot in geografsko opredelitev lokacije naravne vrednote z Gauss-Kruegerjevimi koordinatami (Pravilnik o določitvi ..., 2004).

Na območju je evidentiranih 18 naravnih pojavov, ki so kot naravne vrednote zapisane v Registru naravnih vrednot (2015). Štirje naravni pojavi so opredeljeni kot točke, štirje kot jame in 10 kot območje. Vseh 18 naravnih pojavov spada v zvrsti hidroloških, geomorfoloških ali geoloških naravnih vrednot.

Karta 26: Naravne vrednote na območju porečja Dragonje

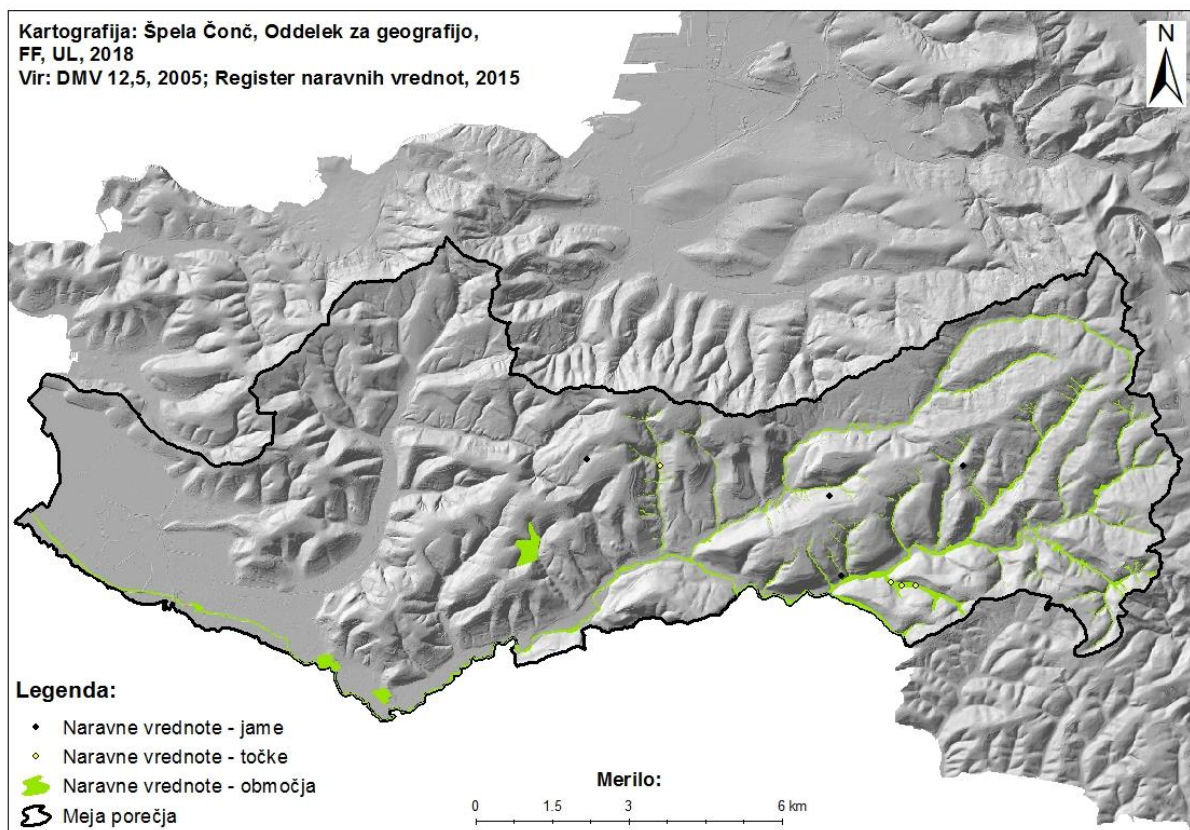


Tabela 7: Zvrsti in imena naravnih vrednot iz Registra naravnih vrednot

Zvrst naravne vrednote	Ime naravne vrednote
Geomorfološka	Buža nad Gunjači
Geomorfološka	Bančinova jama
Geomorfološka	Buža pod Hrpeljci
Geomorfološka	Poljanska buža
Geomorfološka, hidrološka	Slap 1 – Vruja
Geomorfološka, hidrološka	Slap 2 – Vruja
Geomorfološka, hidrološka	Slap 3 - Vruja
Geomorfološka, hidrološka, geološka	Slap - Supot
Geomorfološka, hidrološka, geološka	Dragonja s pritoki
Geomorfološka, geološka	Stena
Geomorfološka, hidrološka, (geološka)	Pasjok
Geomorfološka, hidrološka, (geološka)	Vruja
Geomorfološka	Stena – Sveti Štefan
Geomorfološka, hidrološka, geološka	Slap in plošče pri Škrlinah
Geomorfološka, hidrološka	Slap na Stranici
Geomorfološka, hidrološka, geološka	Slap na Rokavi – Škrline
Geomorfološka, hidrološka, geološka	Flišna stena – Fermov mlin
Geomorfološka, geološka	Flišna stena – Puče, Škrljevec

Vir: Register naravnih vrednot, 2015

Čeprav Zakon o ohranjanju narave (2004) poleg določitve zvrsti naravnih vrednot opredeljuje tudi 8 meril za kvalitativno vrednotenje pojavov (izjemnost, tipičnost, kompleksna povezanost, ohranjenost, redkost, ekosistemska pomembnost, znanstvenoraziskovalna pomembnost in pričevalna pomembnost), študija vrednotenja za omenjene posamezne naravne vrednote ni bila opravljena. V študiji, ki so jo izvedli na Zavodu Republike Slovenije za varstvo narave, ugotavljajo, da je večina naravnih vrednot na obravnavanem območju vezanih na vodotoke. Gre za struge, bregove, slapove slapišča in geološke profile, ki jih uvrščajo pod geološko, geomorfološko ali hidrološko zvrst ter jame (Strokovni predlog ..., 2009). Vsaka naravna vrednota je poimenovana, določena ji je zvrst, dodana kratka oznaka vrednote ter pomen (lokalni/državni). V okviru predloga zavarovanja Krajinskega parka Dragonja so strokovnjaki izvedli celostno vrednotenje območja in ne le naravnih vrednot. Ugotavljajo, da je območje zaradi lege v zaledju obalnih mest, naravnih značilnosti in zgodovinskih dejstev ohranilo precejšnjo stopnjo naravne ohranjenosti (Strokovni predlog ..., 2009). Ker je območje kompleksno, občutljivo in neskladno v številnih razvojnih interesih, so podali predlog zavarovanja, da bi zagotovili varstvo najpomembnejših delov (rastišča, habitati, naravne vrednote). Cilj zavarovanja območja je predvsem ohranjanje narave, zavzema pa se tudi za predstavitev in trženje (turizem, rekreacija, izobraževanje) ter za upravljanje območja kot celote (Strokovni predlog ..., 2009). V okviru vrednotenja območja so prepoznali, da je največja vrednost območja prepletanje naravnih danosti ter trajnostnega razvoja območja, ki predstavlja razvojni potencial (Strokovni predlog ..., 2009). Ker je območje izredno bogato z naravnimi vrednotami, tudi takimi, ki še niso raziskane, terenski pregledi odkrijejo nove posebnosti, ki opravičujejo oblikovanje novih predlogov in popravkov seznama naravnih vrednot. Zaradi možnosti novih predlogov in popravkov so območje v prihodnje opredelili kot območje pričakovanih naravnih vrednot (Strokovni predlog ..., 2009).

V okviru naše raziskave smo na območju evidentirali skupno 1069 elementov geodiverzitete. Večina števila elementov obsega erozijske jarke, vodotoke in stene ali erozijska žarišča v flišu. Na območju smo evidentirali enako število jam, kot je že zapisano v Registru naravnih vrednot (2015). Na območju smo evidentirali 2 spodmola, ki pa sta že vključena kot naravni vrednoti pri Slapu na Stranici in megaplasti Stena. V Registru naravnih vrednot (2015) so evidentirani 4 slapovi, mi pa smo jih evidentirali 23, vendar so jih zajeli pod naravno vrednoto Dragonja s pritoki. Na območju smo evidentirali 17 območij izdankov megaplasti, v Registru naravnih vrednot (2015) pa so 3.

Tabela 8: Tipi elementov in število identificiranih elementov geodiverzitete

Tip elementov geodiverzitete	Število identificiranih elementov geodiverzitete
Spodmol	2
Slap	23
Jama	4
Erozijski jarek	370
Vodotok	553 (18 večjih, 535 manjših)
Stena ali erozijsko žarišče v flišu	100
Izdanki megaplasti	17

Menimo, da bi v register naravnih vrednot lahko vključili vse pritoke reke Dragonje, tudičasne, saj se po naši analizi večina teh pritokov uvršča v razrede s srednjim ali visokim indeksom geodiverzitete.

Tabela 9: Nove predlagane naravne vrednote

Zvrst naravne vrednote	Ime naravne vrednote
Geomorfološka, hidrološka, geološka	Slap Potok
Geomorfološka, hidrološka, geološka	Slap – Šmarje
Geomorfološka, geološka	Debela plast karbonatnega turbidita – Krkavče
Geomorfološka, geološka	Inveržno krilo gube – Dernarnik
Geomorfološka, hidrološka, geološka	Slap Hrstavc
Geološka	Nahajališče fosilov – Trsek

Vir: Strokovni predlog ..., 2009

V delu Strokovni predlog za zavarovanje Krajinskega parka Dragonja (2009) so predstavili obširnejši seznam naravnih pojavov, ki se uvrščajo med hidrološke, geomorfološke in geološke zvrsti. Z izjemo jam, ki niso še vpisane v Register naravnih vrednot (2015) in nahajališča fosilov, smo vse elemente geodiverzitete evidentirali tudi mi.

Na podlagi izračuna indeksa geodiverzitete smo prepoznali 9 območij, ki smo jih opredelili kot območja z visoko ali zelo visoko geodiverzitetjo. Takšnih območij bi bilo še več, če bi izdelali še podrobnejšo morfografsko karto z naštetimi fizičnogeografskimi oblikami, ki jih nismo vključili v analizo zaradi natančnosti morfografske dokumentacije in velikosti proučevanega območja. V vseh naštetih dolinah večjih pritokov lahko zasledimo kaskade, tolmine, prodišča in na nekaterih mestih izločanje lehnjaka. Če bi v analizo vključili tudi te elemente geodiverzitete, bi se indeks geodiverzitete na več mestih povišal. Nekaterim območjem je bil po metodi dodeljen nižji razred indeksa geodiverzitete, ki pa bi jih bilo treba po našem mnenju uvrstiti v razred z visokim indeksom geodiverzitete. Ta območja so v dolini Dragonje in Rokave, kjer je indeks razgibanosti površja nizek, v radiju 100 m pa je prisotnih manj tipov elementov geodiverzitete. Prvo tako območje je pri vasi Dragonja, kjer se nahaja večji izdanek megaplasti apnenca, na njej pa se je izoblikoval spodmol. Drugo tako območje je pri Škrlinah, kjer so vidne večje plošče izdankov megaplasti apnenca, slikovita flišna stena in v radiju približno 600 m dva široka slapova. Tretje območje, za katerega menimo, da ima večjo geodiverzitetjo, kot mu je bila dodeljena, je območje flišne stene pri Fermovem mlinu.

Večina območij, ki smo jih opredelili kot območja z visokim ali zelo visokim indeksom geodiverzitete, se sklada z območji, ki so jih v strokovnem predlogu zavarovanja opredelili kot predloge za ožja zavarovana območja. Kot ožja zavarovana območja so predlagali reko Dragonjo s pritoki, Steno, Sveti Štefan, Slap Supot, Slap Stranice in profil fliša pri Pučah (Strokovni predlog ..., 2009). Večina območij z visokim ali zelo visokim indeksom geodiverzitete je uvrščena v naravno vrednoto reka Dragonja s pritoki, zato številni posamezni naravni pojavi niso posebej evidentirani, ampak so zabeleženi kot celota. V številnih pritokih so slapovi, megaplasti, stene ali erozijska žarišča v flišu, ki bi jih bilo treba vnesti v register naravnih vrednot kot samostojne vrednote. V pritoku Supot sta 2 slapova, v registru je evidentiran samo eden. Prav tako ni evidentiran slap na pritoku Žedeka. Pritok Pasjok je evidentiran kot naravna vrednota reka Dragonja s pritoki, čeprav je na njegovem območju 7 slapov, enako je s pritokom Vruja, katerem so v registru evidentirani le 3 slapovi, dejansko pa jih je 6. V pritoku Stranica se nahaja velik izdanek megaplasti, spodmol in slap, v registru naravnih vrednot pa je evidentiran le slap. Pritok Piševca ni evidentiran kot naravna vrednota, čeprav se na njegovem območju nahajajo številne stene ali erozijska žarišča v flišu in 2 slapova.

Menimo, da je treba dopolniti seznam naravnih vrednot, v katerega je treba vnesti posamezne naravne pojave kot točke. Nekatere pritoke, ki se uvrščajo med območja z visokim ali zelo visokim indeksom geodiverzitete, bi lahko izdvojili in jih aplicirali kot samostojno naravno vrednoto in ne kot reko Dragonjo s pritoki. Prav tako bi bilo treba na seznam naravnih vrednot uvrstiti večje izdanke megaplasti (npr. izdanek megaplasti v vasi Krkavče, izdanek megaplast nad vasjo Gunjači, inverzen izdanek megaplasti na območju Dernarnika).

Rezultati izračuna indeksa geodiverzitete bi bili še natančnejši, če bi na terenu identificirali še več naravnih pojavov in procesov oziroma mikrooblik, ki pa jih v magistrsko delo nismo vključili zaradi velikosti območja in merila kartiranja. Tudi težko prehoden in zaraščen teren otežuje prostorsko identifikacijo pojavov in procesov, zato so v veliko pomoč digitalna kartografska gradiva. Zaradi možnosti ponovne aplikacije metode bi lahko postopek izračuna indeksa geodiverzitete ponovili, če bi identificirali še več elementov geodiverzitete. Zaradi stalnega razvoja novih, izboljšanih ali prilagojenih avtomatiziranih metod bi lahko postopek čez nekaj časa ponovili z bolj dodelanimi metodologijami in primerjali dobljene rezultate.

Čeprav je Zavod Republike Slovenije za varstvo narave leta 2009 dal strokovni predlog za vzpostavitev krajinskega parka na območju porečja Dragonje, se od takrat naprej na zakonodajnem in varstvenem področju ni veliko spremenilo (Strokovni predlog ..., 2009). Na proučevanem območju so identificirali in predlagali več novih abiotskih naravnih vrednot, ki pa zaradi zakonskih omejitev še vedno niso vnesene v Register naravnih vrednot (Strokovni predlog ..., 2009; Register naravnih vrednot, 2015). Na Zavodu Republike Slovenije za varstvo narave imajo vzpostavljeno enotno metodologijo za vodenje evidence o naravnih vrednotah (Register naravnih vrednot, 2015), ne pa tudi enotne metodologije za vrednotenje naravnih pojavov, kar je metodološki problem pri opredeljevanju naravnih vrednot zaradi subjektivnosti ocenjevalca.

Karta indeksa geodiverzitete nam omogoča primerjavo znotraj proučevanega območja in med ostalimi območji, če bi enako metodo aplicirali tudi drugje. S pomočjo karte lahko proučujemo, kje se pojavlja nižji in kje višji indeks geodiverzitete. S karto si lahko pomagamo pri proučevanju izgube geodiverzitete in pri njenem varovanju skozi čas. Karta je lahko orodje pri prostorskem planiranju in pri načrtovanju predlogov za zavarovanje območij. Prav tako nam lahko karta pomaga pri načrtovanju tematskih poti za izobraževalne ali turistične namene.

7 Zaključek

Narava je vse bolj izpostavljena človekovim posegom in izkoriščanju, zato jo je treba varovati. V preteklosti je bilo poudarjeno zlasti raziskovanje in varovanje žive narave, v zadnjih dvajsetih letih pa se znanstveniki vse bolj zavedajo tudi pomembnosti nežive narave. Geodiverziteta je termin, ki opisuje naravno pestrost Zemljinega površja in se nanaša na geološke, geomorfološke, pedološke in hidrološke naravne pojave (Kozłowski, 2004; cv: Stepišnik, Repe, 2015). Z namenom zavarovanja in vrednotenja geodiverzitete so se razvile številne metode z različnimi pristopi, tako kvantitativnimi kot kvalitativnimi. Leta 2009 so španski avtorji aplicirali metodo za izračun indeksa geodiverzitete, ki ga izračunamo na podlagi števila elementov geodiverzitete na izbranem območju in indeksa razgibanosti območja (Serrano in sod., 2009).

Na podlagi te metode je temeljil tudi naš izračun indeksa geodiverzitete, ki smo ga aplicirali na območju porečja reke Dragonje v slovenski Istri. Območje je znano po enotni flišni zgradbi, sredozemskih potezah, neokrnjenosti narave in značaju mejne reke (Slovenija, pokrajine ..., 2001). Z namenom, da izdelamo karto indeksa geodiverzitete in rezultate primerjamo z obstoječim stanjem naravnih vrednot na območju, smo s pomočjo prilagojene metode v geografskih informacijskih sistemih izračunali indeks geodiverzitete. Delo je potekalo v treh korakih. V prvem koraku smo na podlagi obstoječe literature, geoloških kart (Osnovna geološka ..., 1969), digitalnega modela višin 12,5 (DMV, 2005), vektorskega sloja rek (Hidrografija – os vodotoka, 2007), digitalnimi ortofoto posnetki (Ortofoto 2017), registrom naravnih vrednot (jame, točke, območja; Register naravnih vrednot, 2015) ter izdelanim senčenim reliefom (DMV, 2005) izdelali morfografsko karto geoloških, geomorfoloških in hidroloških naravnih oblik, ki smo jih digitalizirali in pridobili sloj elementov geodiverzitete. V drugem koraku smo z geografskimi informacijskimi sistemi izdelali sloj števila tipov elementov geodiverzitete in sloj indeksa razgibanosti površja. V tretji fazi smo po prilagojeni enačbi iz slojev števila tipov elementov geodiverzitete in indeksa razgibanosti površja izračunali indeks geodiverzitete. Indeks geodiverzitete smo razdelili v 5 razredov, od zelo nizkega do zelo visokega. S pomočjo generalizacije in glajenjem podatkov smo rastrski sloj pretvorili v vektorski in dobili prikaz sklenjenih območij z različno vrednostjo geodiverzitete.

Rezultate indeksa geodiverzitete smo primerjali z obstoječim stanjem abiotskih naravnih vrednot in ugotovili, da se večina območij, ki smo jih opredelili kot območja z visokim ali zelo visokim indeksom geodiverzitete, sklada z območji, ki so opredeljena kot naravne vrednote, veliko pa kot naravna vrednota reka Dragonja s pritoki (Register naravnih vrednot, 2015). Menimo, da je treba dopolniti seznam naravnih vrednot, v katerega bi bilo treba vnesti posamezne naravne pojave kot točke ali območja in jih aplicirati kot samostojno naravno vrednoto in ne kot reko Dragonjo s pritoki.

Karta indeksa geodiverzitete nam omogoča primerjavo znotraj proučevanega območja in med ostalimi območji, če bi enako metodo aplicirali tudi drugje. S pomočjo karte lahko proučujemo, kje se pojavlja nižji in kje višji indeks geodiverzitete. S karto si lahko pomagamo pri proučevanju izgube geodiverzitete in pri njenem varovanju skozi čas. Karta nam lahko služi kot orodje pri prostorskem planiranju in pri načrtovanju predlogov za zavarovanje območij. Prav tako nam lahko karta pomaga pri načrtovanju tematskih poti za izobraževalne ali turistične namene.

Rezultati izračuna indeksa geodiverzitete bi bili še natančnejši, če bi na terenu identificirali še več naravnih pojavov in procesov oziroma mikrooblik, ki pa jih v našo magistrsko delo nismo vključili zaradi velikosti območja in merila kartiranja. Težko prehoden in zaraščen teren

otežuje tudi prostorsko identifikacijo pojavov in procesov, zato so v veliko pomoč digitalna kartografska gradiva. Da bi pridobili še boljšo predstavo o tem, kakšno geodiverziteto ima izbrano območje, bi bilo treba ponoviti enak postopek izračuna in vrednotenja indeksa geodiverzitete za območje celotne Slovenije ali izbrana območja s podobno raznovrstnostjo abiotskih naravnih vrednot ter primerjati rezultate.

8 Summary

Nature is increasingly exposed to growing pressures by man and unsustainable use, and requires ever stronger protection. In the past, the accent was placed on research and protection of living nature, whereas importance of non-live nature has come into scientific awareness in the past twenty years. Geodiversity is a term describing natural diversity of Earth surfaces and terrains and refers to geological, geomorphological, paedological and hydrological natural phenomena (Kozłowski, 2004; cv: Stepišnik, Repe, 2015). Geodiversity protection and evaluation endeavours have led to development of different methods comprised of different qualitative and quantitative approaches. In 2009, Spanish authors applied the method of geodiversity application index, calculated on the basis of the number of geodiversity elements on a selected area and the terrain ruggedness index (Serrano and oth. 2009).

For the purposes of this thesis, the geodiversity index calculation is based on the said method. The geodiversity index was applied in the area of Dragonja River in Slovenian Istria. The area is known for its even flysch composition, Mediterranean features, unspoilt nature, and the character of bordering river (Slovenija, pokrajine ..., 2001). In order to produce the map of geodiversity index and compare the results with the existing condition of natural riches in the area, the geodiversity index was calculated with the help of adjusted method in geographic information systems. It was a three-step process. The first step was to use existing literature and geologic maps (Osnovna geološka ..., 1969), digital model of height 12,5 (DMV, 2005), vector layer of rivers (Hidrografija – os vodotoka, 2007), digital orto-photo images (Ortofoto 2017), register of natural riches - caves, spots, areas (Register naravnih vrednot, 2015) and the shaded relief, (DMV, 2005), and produce a morphographic map of geological, geomorphologic and hydrologic natural forms, which were digitalised and to acquire a layer of geodiversity elements. In the framework of step number two we used geographic information systems to create a layer of number of geodiversity element types and the layer of rugged terrain index. Third step then included using the adjusted equation from layers of geodiversity element types and rugged terrain index to calculate geodiversity index. Geodiversity index was then devised into 5 classes, from the lowest to highest. Generalisation and data polishing was then applied to transform the raster layer into vector, and acquire a presentation of rounded areas with different geodiversity values.

Geodiversity index results were compared to the existing condition of abiotic natural riches to conclude that majority of areas, which were defined as having high or very high geodiversity index areas matched the areas defined as natural riches, and that many of them were part of the natural riches of River Dragonja with affluents (Register naravnih vrednot, 2015). It is our belief that the list of natural values should be updated by entering additional individual natural phenomena as spots or areas and that they should be applied as separate natural riches, and not as part of the Dragonja River with affluents.

The geodiversity index map enables comparisons within the studied area as well as with other areas, if the same method would be applied there. The map could help in studying areas of appearance of lower and higher geodiversity index. The map can also be used to study loss of geodiversity and its conservation in time. It can also be used as a tool in spatial planning and planning of areas proposed for protection. It can also help in planning thematic trails for educational or tourist purposes.

Results of geodiversity index calculation would have been more exact, if more natural phenomena and processes, i.e., microforms would have been identified on field, which were not included in the Master thesis, due to the extensive size of the area and the mapping scale. The inaccessible and heavily overgrown terrain renders spatial identification of phenomena

and processes very difficult, which made digital map materials very helpful. In order to gain a better idea on the nature of geodiversity in the designated area, the same calculation procedure and valuation of geodiversity index procedure should be made on the entire terrain of the Republic of Slovenia, or on selected areas with similar diversity of abiotic natural riches and the results should be compared.

9 Viri in literatura

- Aljančič, M., Gregori, J., Praprotnik, N., Hlad, B., Peterlin, S., Skoberne, P., Vidic, J., 1995. Varstvo narave na Slovenskem. Ljubljana, Prirodoslovni muzej, 86 str.
- ArcMap, 2016. ArcGIS Desktop. URL: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/> (Citirano 5.6.2018)
- Bricman, J., 2014. Mineralne lastnosti tal spodnjega dela doline Dragonje. Diplomsko delo. Ljubljana, Narovoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, 59 str.
- Coward's hollow rock shelter. Geocaching. 2014. URL: https://www.geocaching.com/geocache/GC57FC8_cowards-hollow-rock-shelter?guid=55ac71e6-a841-413e-9b3e-fd6b85ce2000 (Citirano 20.6.2018)
- Čermelj, B., 1995. Geološke značilnosti porečja Dragonje. Primorska srečanja, 18, 146, str. 395–398.
- Digitalni model višin z ločljivostjo (DMV 12,5, DMV 25, DMV 100), 2017. Prostor, Prostorski portal. URL: <http://www.e-prostor.gov.si/zbirke-prostorskih-podatkov/topografski-in-kartografski-podatki/digitalni-model-visin/digitalni-model-visin-z-locljivostjo-dmv-125-dmv-25-dmv-100/> (Citirano 12.5.2018)
- Državna topografska karta merila 1 : 25.000 (DTK 25), 1999. Zbirke prostorskih podatkov, Portal prostor. GURS. URL: <http://www.e-prostor.gov.si/zbirke-prostorskih-podatkov/topografski-in-kartografski-podatki/topografski-podatki-in-karte/drzavna-topografska-karta-merila-1-25000-dtk-25/> (Citirano 19.6.2018)
- Erhartič, B., 2007. Reliefne oblike kot geodiverziteta (geomorfološka naravna dediščina). Dela, 28, str. 59–74.
- Erhartič, B., 2010. Geomorphosite assessment. Acta geographica Slovenica, 50, 2, str. 295–319.
- Erhartič, B., 2012. Geomorfološka dediščina v Dolini Triglavskih jezer. Ljubljana, Založba ZRC, 187 str.
- Frisco1. Porečje Dragonje. S čezmejnimi sodelovanjem do zmanjšanja poplavne ogroženosti URL: <https://frisco-project.eu/sl/porecja/dragonja/> (Citirano 8.4.2018)
- Fuks, T., 2010. Hidrogeološke razmere na vplivnem območju odlagališča odpadkov Dragonja. Diplomsko delo. Ljubljana, Narovoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, 55 str.
- Geografija 1, 2016. Kralj Serša, M., Jeršin Tomassini, K., Nemec, L. (ur.). I-učbenik za geografijo v 1. letniku gimnazij. I-učbeniki. URL: <http://eucbeniki.sio.si/geo1/2501/index5.html> (Citirano 20.6.2018)
- Geografski terminološki slovar, 2005. Kladnik, D., Lovrenčak, F., Orožen Adamič, M. (ur.). Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU, 451 str.
- Geopark Idrija, 2018. URL: <http://www.geopark-idrija.si/si/> (Citirano 15.3.2018)
- Glavni vetrovi na Jadranu, 2018. Navtični vodnik slovenskega morja in obale. URL: <http://www.hidrografija.si/p1/4-1-6.php> (Citirano 16.4.2018)

- Gray, M., 2004. Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature. Chichester, Wiley- Blackwell, 434 str.
- Gray, M., 2005. Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How?. George Wright Forum, 22, 3. URL: <http://www.georgewright.org/223gray.pdf> (Citirano 1.3.2018)
- 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, str. 659–673 URL: <https://www.sciencedirect-com.nukweb.nuk.uni-lj.si/science/article/pii/S0016787813000047> (Citirano 15.3.2018)
- Grča, D., 2010. Fotografija - Poplavna bomba v Sečovljah, Delo. <http://www.delo.si/novice/slovenija/poplavna-bomba-v-secovljah.html> (Citirano 8.5.2018)
- Hidrografija – os vodotoka, 2007. Javne informacije Slovenije, Geodetska uprava Republike Slovenije. URL: http://prostor3.gov.si/cepp/GURS_izpisvse.jsp?ID=%7BFBF4AC90-613A-45D0-964B-121C68FDD66E%7D (Citirano 12.5.2018)
- Hjort, J., Luoto, M., 2010. Geodiversity of high-latitude landscapes in northern Finland. Geomorphology, 115, str. 109–116.
- Hribar, A., 2009. Geomorfološka dediščina in varstvo narave. Seminarska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 84 str.
- Jurinčič, I., 2009. Nosilna zmogljivost Slovenske Istre za turizem. Portorož, Fakulteta za turistične študije – Turistica, 221 str.
- Karta zavarovanih območij, 2017. Narava, ARSO. URL: <http://www.arso.gov.si/narava/zavarovana%20obmo%20C4%8Dja/karta/> (Citirano 15.3.2018)
- Klimogram Portoroža Belega Križa – primer primorskega podnebja, 2010. Modrijan. URL: [http://www.modrijan.si/slv/content/search/\(offset\)/3220?SearchText=](http://www.modrijan.si/slv/content/search/(offset)/3220?SearchText=) URL: (Citirano 16.4.2018)
- Kocjančič, A., 2016. Geomorfološke raziskave inverznih eocenskih plasti v dolini Dragonje. Diplomsko delo. Ljubljana, Narovoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, 46 str.
- Komac, B., Natek, K., Zorn, M., 2008. Geografski vidiki poplav v Sloveniji. Ljubljana, Založba ZRC, 180 str.
- Kropivšek, L., 2018. Vrednotenje geodiverzitete na območju Čemšeniške planine. Magistrsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 67 str.
- Lesnik, B., 2016. Vrednotenje geodiverzitete na območju Rakiške planote. Diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 84 str.

- LIDAR, 2011, 2012. Evode, Ministrstvo za okolje in prostor. URL: <http://www.evode.gov.si/podatki/lidar-podatki/> (Citirano 12.5.2018)
- Lovrenčak, F., 1980. Prsti in rastje poplavnega sveta ob Dragonji. Geografski zbornik, 19, str. 188–200.
- Marinčič, S., Šparica, M., Tunis, G., Uchman, A., 1996. The eocene flysch deposits of the Istrian peninsula in Croatia and Slovenia: regional, stratigraphic, sedimentological and ichnological analyses. Anali Koprškega primorja in bližnjih pokrajin, 6, 9, str. 139–156.
- Melelli, L., Vergari, F., Liucci, L., Del Monte, M., 2017. Geomorphodiversity index: Quantifying the diversity of landforms and physical landscape. Science of The Total Environment, 584–585. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717301043?via%3Dihub> (Citirano 22.3.2018)
- Naravne vrednote v številkah, 2007. Register naravnih vrednot, ARSO. URL: http://www.arso.gov.si/narava/naravne%20vrednote/v%20%C5%A1tevilkah/nar_vred_stev.pdf (Citirano 15.3.2018)
- Natek, K., 1990. Erozijska v porečju Dragonje. V: Orožen Adamič, M. (ur.). Zbornik 15. zborovanja slovenskih geografov. Ljubljana, Zveza geografskih društev Slovenije, str. 61 – 66.
- Natek, K., 2003. Geomorfologija. Študijsko gradivo za predmet Geomorfologija (1. letnik). Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 233 str.
- Natek, K., Repe, B., Stepišnik, U., 2012. Geomorfološke značilnosti morskega dna, obale in zaledja. V: Geografija stika Slovenske Istre in Tržaškega zaliva. Ogrin, D. (ur.). Ljubljana, Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, str. 37–48.
- Ocena stanja okolja v Slovenski Istri, 2004. Elaborat. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 84 str.
- Ogrin, D., 1995. Podnebje Slovenske Istre. Koper, Zgodovinsko društvo za južno Primorsko, 381 str.
- Ogrin, D., 1996. Podnebni tipi v Sloveniji. Geografski vestnik, 68, str. 39–56
- Ogrin, D., 2000. Prispevek k poznavanju fizičnogeografske podobe Sečoveljskih solin. Anali za istrske in mediteranske študije, 10, 2, str. 253–262. URL: <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-Q57YJH49> (Citirano 14.5.2018)
- Orožen Adamič, M., 1970. Kako naj vrednotimo pokrajino?. Proteus, 33, 4, str. 152–156.
- Orožen Adamič, M., 1979. Geografske značilnosti poplavnega sveta ob Dragonji in Drnici. Acta Geographica, 19, str. 159–213.
- Ortofoto, 2017. Zbirke prostorskih podatkov, Portal prostor. GURS. URL: <http://www.e-prostor.gov.si/zbirke-prostorskih-podatkov/topografski-in-kartografski-podatki/ortofoto/> (Citirano 19.6.2018)

- Osnovna geološka karta SFRJ. List Trst. 1969. 1 : 100.000. Beograd, Zvezni geološki zavod.
- Ozis, L., Šmuc, A., 2015. Lehnjakasti kapniki v spodmolih v slovenski Istri. Geografski vestnik, 87, 2, str. 9–22.
- Park Škocjanske jame, Slovenija, 2015. URL: <http://www.park-skocjanske-jame.si/> (Citirano 15.3.2018)
- Paulič, V., 1971. Erozijska tal in hudourniki - Dragonja v slovenski Istri. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 104 str.
- Pavlič, M., 2001. Geografske značilnosti porečja Dragonje v luči predvidenega krajinskega parka. Diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 106 str.
- Pavlovec, R., 1987. Geološke zanimivosti na Steni pri Dragonji. Proteus, 49, 6, str. 233–234.
- Pavšič, J., 1998. Fliš, značilnost Slovenskega primorja. Naravoslovna solnica : za učitelje, vzgojitelje in starše, 3, 1, str. 4–7.
- Pedološka karta, 2016. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: <https://podatki.gov.si/dataset/pedoloska-karta-slovenije> (Citirano 12.5.2018)
- Pejič, E., 1987/1988. Koprška podeželska pokrajina od začetka 19. stoletja do danes: (na primeru Dragonje kot naravne in kulturne danosti). Diplomsko delo. Koper, Pedagoška akademija, Oddelek v Kopru, 64 str.
- Placer, L., 2005b. Nekatere posebnosti hidrografske mreže v slovenski Istri. V: Horvat, A., (ur.). 17. posvetovanje slovenskih geologov. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo str. 91–92.
- Placer, L., 2005a. Strukturne posebnosti severne Istre. Geologija, 48, 2, str. 245–251.
- Placer, L., 2008. Osnove tektonske razčlenitve Slovenije. Geologija, 51, 2, str. 205–217. URL: <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-QYT8WPJ5/529d5c1f-8585-404c-8842-dee5402f3273/PDF> (Citirano 14.5.2018)
- Placer, L., Košir, A., Popit, T., Šmuc, A., Juvan, G., 2004. Buzetski narivni prelom v Istri in inverzne karbonatne megaplasti v eocenskem flišu v dolini Dragonje. Geologija, 47, 2, str. 193–198
- Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot, 2004. Uradni list RS, št. 22/03. URL: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/51517> (Citirano 15.3.2018)
- Rečni režim, 2018. Slovenija – površje, podnebje, rastje in vodovje. URL: <http://eucbeniki.sio.si/geo9/2603/index8.html> (Citirano 16.4.2018)
- Register naravnih vrednot (jame, točke, območja), 2015. Spletna objektna storitev (WFS) za izdajanje okoljskih prostorskih podatkov. ARSO. URL: http://gis.arso.gov.si/wfs_web/faces/WFSLayersList.jspx (Citirano 19.6.2018)

- Repe, B., 2012. Prsti Slovenske Istre. V: Geografija stika Slovenske Istre in Tržaškega zaliva. Ogrin, D. (ur.). Ljubljana, Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, str. 49–65.
- Riley, S. J., DeGloria, S. D., Elliot, R., 1999. A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain journal of sciences*, 5, 1–4, str. 23 - 27. URL: https://www.researchgate.net/publication/259011943_A_Terrain_Ruggedness_Index_that_Quantifies_Topographic_Heterogeneity (Citirano 28.6.2018).
- Rock shelter. *Geology. Encyclopedia Britannica*. 2015. URL: <https://www.britannica.com/science/rock-shelter> (Citirano 20.6.2018)
- Roglič, J., 2005. Geomorfološke teme. Samobor, Meridijani, 558 str.
- Ruban, D.A., 2017. Geodiversity as a precious national resource: A note on the role of geoparks. *Resources Policy*, 53, str. 103-108 URL: [https://www.sciencedirect-com.nukweb.nuk.uni-lj.si/science/article/pii/S0301420717301502](https://www.sciencedirect.com.nukweb.nuk.uni-lj.si/science/article/pii/S0301420717301502) (Citirano 15.3.2018)
- Rutar, S., 1896. Samosvoje mesto Trst in mejna grofija Istra : prirodoznanski, statistični, kulturni in zgodovinski opis. Ljubljana, Matica Slovenska, 280 str.
- Savnik, R., 1951. Solarstvo Šavrinskega primorja. Blasnikova tiskarna, Ljubljana, 19 str. URL: http://zgs.zrc-sazu.si/Portals/8/Geografski_vestnik/Pred1999/GV_2301_137_156.pdf (Citirano 1.6.2018)
- Serrano, E., Ruiz-Flaño, P., 2007. Geodiversity. A theoretical and applied concept. *Geographica Helvetica* 62, str. 140–147. URL: <https://www.geogr-helv.net/62/140/2007/gh-62-140-2007.pdf> (Citirano 28.2.2018)
- Slovenija, pokrajine in ljudje. 2001. 3. izdaja. Perko, D., Orožen Adamič, M. (ur.). Ljubljana, Mladinska knjiga, 735 str.
- Statut, M. 2004. Recentni erozijski procesi v porečju Dragonje. Diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 135 str.
- Stepišnik, U., 2011. Fizična geografija krasi. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete, 143 str.
- Stepišnik, U., Repe, B., 2015. Identifikacija vročih točk geodiverzitete na primeru krajinskega parka Rakov Škocjan. *Dela*, 44, str. 45–62.
- Stepišnik, U., Repe, B., Ilc Klun, M., 2016. Vrednotenje izobraževalnega potenciala geodiverzitete na primeru Cerkniškega polja. *Dela*, 47, str. 5–21. URL: <https://revije.ff.uni-lj.si/Dela/article/view/dela.47.1.5-39/7438> (Citirano 10.6.2018)
- Stepišnik, U., Trenchovska, A., 2016. Predlog kvantitativnega modela vrednotenja geodiverzitete na primeru krasi Zgornje Pivke, Slovenija. *Dela*, 46, str. 41–52. URL: <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-QRA8Q81F/?euapi=1&query=%27keywords%3dtrenchovska%27&pageSize=25> (Citirano 10.6.2018)

- Stepišnik, U., Trenchovska, A., 2018. A New Quantitative Model for Comprehensive Geodiversity Evaluation: the Škocjan Caves Regional Park, Slovenia. *Geoheritage*, 10, 1, str. 39–41. URL: https://www.researchgate.net/publication/313446538_A_New_Quantitative_Model_for_Comprehensive_Geodiversity_Evaluation_the_Skocjan_Caves_Regional_Park_Slovenia (Citirano 10.6.2018)
- Strokovni predlog za zavarovanje Krajinskega parka Dragonja, 2009. Zavod RS za varstvo narave – OE Piran, 60 str. URL: http://www.zrsvn.si/dokumenti/63/2/2012/SP_pKPD_ZRSVN_feb09_2673.pdf (Citirano 1.6.2018)
- Šifrer, M., 1965. Nova geomorfološka dognanja v Koprskem primorju. *Acta Geographica*, 9, str. 5–58 URL: https://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/zbornik/GZ_0901_005-054.pdf (Citirano 1.6.2018)
- Tla Slovenije s pedološko karto v merilu 1: 250 000, 2015. Evropska komisija, Skupni raziskovalni center (JRC). URL: http://soil.bf.uni-lj.si/projekti/pdf/atlas_final_2015.pdf (Citirano 12.5.2018)
- Trenchovska, A., 2016. Inventarizacija in vrednotenje geodiverzitete na območju Kratova, Makedonija. Magistrsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 73 str.
- Trobec, T., 2012. Hidrogeografske značilnosti obalnega pasu in zaledja. V: *Geografija stika Slovenske Istre in Tržaškega zaliva*. Ogrin, D. (ur.). Ljubljana, Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, str. 135–155.
- Uredba o zvrsteh naravnih vrednot, 2002. Uradni list RS, št. 52/02 in 67/03. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED2354> (Citirano 15.3.2018)
- Varstvo narave v Sloveniji. 1967. Čermelj, L. (ur.). Ljubljana, Prirodoslovno društvo Slovenije, 48 str.
- Wohinz, K., 1993. Vrednost zaščitene doline Dragonje. *Primorska srečanja*, 146, str. 399–401.
- Zakon o ohranjanju narave, 1999. Uradni list RS, št. 96/04. URL: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1600> (Citirano 15.3.2018)
- Zakon o ohranjanju narave. 2004. Uradni list Republike Slovenije, št. 96/04. URL: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1600> (Citirano 8.3.2018)
- Zakon o ratifikaciji Konvencije o biološki raznovrstnosti (MKBR), 1996. Uradni list RS št. 30. URL: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/1996-02-0029?sop=1996-02-0029> (Citirano 27.2.2018).
- Zakon o varstvu narave. Uradni list SRS, 7–21/1970. URL: http://web.bf.uni-lj.si/students/vnd/knjiznica/Skoberne_literatura/predpisi_zgodovina/zvn_1970.pdf (Citirano 8.3.2018)
- Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, 2018. URL: <http://www.zrsvn.si/sl/default.asp> (Citirano 15.3.2018)

- Zorn, M., 2007a. Recentni geomorfni procesi na rečno-denudacijskem reliefu na primeru porečja Dragonje. Doktorsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 463 str.
- Zorn, M., 2007b. Ali se zavedamo hitrosti erozijskih procesov – primer iz slovenske Istre. Dela, 28, str. 183–195.
- Zorn, M., 2008. Erozijski procesi v slovenski Istri. Ljubljana, Založba ZRC, 423 str.

Izjava o avtorstvu

Izjavljam, da je magistrsko delo *Vrednotenje geodiverzitete na območju doline reke Dragonje* v celoti moje avtorsko delo ter da so uporabljeni viri in literatura navedeni v skladu z mednarodnimi standardi in veljavno zakonodajo.

Ljubljana, 13.8.2018

Špela Čonč