



REPUBLIKA SLOVENIJA
**MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT**

Masarykova cesta 16, 1000 Ljubljana

T: 01 400 52 00
F: 01 400 53 21



**GEOGRAFSKI INŠTITUT ANTONA MELIKA
ZNANSTVENORAZISKOVALNI CENTER
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI**

**Izdelava metode določanja naravnih pokrajinskih tipov na lokalni
ravni in njihovega kartografskega prikaza za izbrane slovenske občine**

**GIAM ZRC SAZU
Ljubljana 2015**

Razpis:

Javni razpis za spodbujanje raziskovalcev na začetku kariere (UL RS, št. 69/13)

Finančni vir:

Evropska unija, Evropski socialni sklad ter Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (Pogodba št. 3330-14-509068 o sofinanciranju operacije Raziskovalci na začetku kariere-2013-ZRC-SAZU-669; številka operacije: OP13.2.1.8.01.0068)

Naslov projektne naloge:

Izdelava metode določanja naravnih pokrajinskih tipov na lokalni ravni in njihovega kartografskega prikaza za izbrane slovenske občine

Izvajalec projekta ter avtor besedila in zemljevidov:

dr. Rok Ciglič, dipl. univ. geograf

Datum zaključka naloge:

30. 6. 2015

Vsebina:**1 OZADJE****1.1 Struktura poročila****2 SKLADNOST IZVEDENEGA PROJEKTA S PRIJAVNO VLOGO IN JAVNIM RAZPISOM****2.1 Realizacija v prijavni vlogi zastavljenih ciljev****2.2 Uspešno izvedene aktivnosti, naloge in faze projekta****2.3 Časovna opredelitev izvajanja aktivnosti operacije****2.4 Odstopanja od zastavljenih ciljev in predstavitev sprememb glede na načrtovano v prijavni vlogi****2.5 Skladnost s predmetom, cilji in namenom javnega razpisa****3 VSEBINSKO POROČILO****3.1 Pregled uporabljenih metod in predlagani postopki klasifikacij območij na naravne pokrajinske tipe****3.1.1 Izbran predlog določanja naravnih pokrajinskih tipov****3.1.2 Možnost vključitve dodatnega kvantitativnega vrednotenja pri določanju končnih različic tipizacij****3.2 Seznam testnih območij in občin****3.3 Seznam uporabljenih podatkov****3.4 Predstavitev naravnih pokrajinskih tipov po testnih območjih****3.4.1 Testno območje alpski svet****3.4.2 Testno območje panonski svet****3.4.3 Testno območje dinarski svet****3.4.4 Testno območje sredozemski svet (občina Hrpelje-Kozina)****3.5 Promocija metode in rezultatov na znanstvenih simpozijih****3.6 Viri in druga priporočena literatura****4 SKLEP POROČILA****OPOZORILO****5 PRILOGE**

1 OZADJE

Na Javnem razpisu za spodbujanje raziskovalcev na začetku kariere (UL RS, št. 69/13) smo na Znanstveno raziskovalnem centru Slovenske akademije znanosti in umetnosti (ZRC SAZU) v sodelovanju s podjetjem Realis informacijske tehnologije d.o.o. pridobili sredstva za projekt »Izdelava metode določanja naravnih pokrajinskih tipov na lokalni ravni in njihovega kartografskega prikaza za izbrane slovenske občine«. Projekt sta pretežno financirala Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (Pogodba št. 3330-14-509068 o sofinanciranju operacije Raziskovalci na začetku kariere-2013-ZRC-SAZU-669; številka operacije: OP13.2.1.8.01.0068).

Namen projekta je bila izdelava zemljevidov naravnih pokrajinskih tipov, ki so uporabni za seznanitev raznih uporabnikov z osnovnimi naravnogeografskimi značilnostmi območja občine. Isti naravni pokrajinski tip namreč ne glede na lego omogoča ali pa zavrača enake (ali vsaj podobne) posege v prostor. Poleg izrisa zemljevidov je bil namen projekta tudi opisati zarisane tipe ter opis povezati prek identifikatorjev z zemljevidi. Poleg izdelanih klasifikacij za izbrane občine v Sloveniji, pa je predvsem pomemben metodološki rezultat, saj je bil glavni namen projekta tudi, da se določi oziroma priporoči najprimernejšo izmed različic določanja naravnih pokrajinskih tipov na lokalni ravni, ki bo uporabna na tej ravni kjerkoli v Sloveniji in tudi v tujini.

Raziskovalni namen projekta je bil preučiti različne metode nadzorovane in nenadzorovane klasifikacije (odločitvena drevesa, metoda segmentacije itd.) za klasifikacijo pokrajine na lokalni ravni ter pregledati in ovrednotiti prostorske podatke, ki so na voljo za območja posameznih občin z vidika informativne vrednosti, prostorske natančnosti in njihove uporabnosti.

1.1 Struktura poročila

V poročilu želimo predvsem izpostaviti naslednje vsebine:

- skladnost izvedenega projekta s prijavitelno vsebino (poglavje 2),
- metodološki rezultat oziroma predlog postopa klasifikacije območij na naravne pokrajinske tipe (poglavje 3.1),
- prikaz izbora testnih območij (poglavje 3.2) in uporabljenih podatkov (poglavje 3.3),
- prikaz vsebinskih rezultatov (naravnih pokrajinskih tipov) za testna območja s kratkimi opisi in slikovnimi prikazi (poglavje 3.4),
- sklep in možnosti nadaljnega dela (poglavje 4).

2 SKLADNOST IZVEDENEGA PROJEKTA S PRIJAVNO VLOGO IN JAVNIM RAZPISOM

2.1 Realizacija v prijavnih vlogi zastavljenih ciljev

V prijavnih vlogi smo zastavili številne cilje, ki smo jih tekom projekta tudi izpeljali (preglednica 1).

Preglednica 1: Zastavljeni cilji in njihova realizacija.

Cilj	Realizacija
utrditi sodelovanje raziskovalca s podjetjem, ki deluje na področju geografskih informacijskih sistemov (GIS-ov)	da (podjetje Realis informacijske tehnologije d. o. o.)
s pomočjo kvantitativnih metod (klasifikacij) izdelati podatkovne sloje »naravni pokrajinski tipi« za izbrane občine; predvidoma za eno ali dve občini iz vseh štirih naravnogeografskih območij Slovenije (alpski, dinarski, panonski, sredozemski svet)	da (občine: Kočevje, Hrpelje-Kozina, Makole, Kidričevo, Majšperk, Cerklje na Gorenjskem, Preddvor, Šenčur)
izdelati zbirko geografskih opisov tipov z možno povezavo z zemljevidi prek identifikatorjev	da (opisi opremljeni tudi s statističnimi lastnostmi naravnih dejavnikov) – glej poglavje 3
preizkusiti različne načine modeliranja oziroma klasifikacije in izbira najustrežnejšega (ki bi ga lahko podjetje nato uporabilo za vse občine v Sloveniji)	da (različni algoritmi strojnega učenja in statistike za nadzorovano in nenadzorovano klasifikacijo so bili preizkušeni) – glej poglavje 3
vnos končnih podatkovnih slojev v spletno bazo	da (podatki so vneseni v bazo na ZRC SAZU ter tudi podjetja Realis informacijske tehnologije d.o.o.
pridobiti novo znanje raziskovalca na področju spletnih geografskih informacijskih sistemov	da (pridobljeno novo znanje spletnih geografskih informacijskih sistemov, programskih jezikov Python in Java Script)
promovirati dognanja mladega raziskovalca in predstavitev rezultatov v znanstvenih publikacijah ter na simpozijih	da (predstavljeno na znanstvenih konferencah za pokrajinsko ekologijo in geografijo ter objavljeno v raznih zbornikih) – glej poglavje 3.5

2.2 Uspešno izvedene aktivnosti, naloge in faze projekta

Aktivnosti, ki smo jih razporedili v več faz projekta so bile izveden v skladu z opisanimi načrti v prijavi projekta (preglednica 2).

Preglednica 2: Aktivnosti.

Aktivnost	Realizacija
zajem podatkov, priprava ter posodobitev digitalne	da (popravki mej, linij, obdelava

baze podatkov o naravnih značilnostih	satelitskih slik, ...)
vrednotenje uporabnosti podatkovnih slojev za namen klasifikacije občine	da (izračun povprečnega umerjenega koeficienta variacije, medsebojnih korelacij, informacijskega prispevka ...)
priprava klasifikacijskih modelov ter klasifikacija celotnega območja občine v homogene naravne pokrajinske enote (vključno z izrisom meja ter preizkusom različic nenadzorovane klasifikacije in nadzorovane klasifikacije)	Kakor smo predvidevali, je bila priprava modelov v osnovi enotna, a v detajlih (način vzorčenja, uporaba vhodnih podatkov, način vrednotenja) različna za posamezna testna območja in je bila odvisna od podatkovne baze, velikosti in geografskih značilnosti posamezne občine. Primeri tipov so bili tudi obiskani na terenu, s čimer se je izboljšal izbor vzorčnih območij.
verifikacija z zaključnim terenskim ogledom ter izdelava končnih podatkovnih slojev	da (tereni so bili obiskani in fotografirani; podatkovni sloji so v bazi ZRC SAZU in bazi podjetja)
priprava opisov in priporočil za prostorsko načrtovanje v posameznih naravnih pokrajinskih tipih	da (tipi imajo pripadajoče geografske opise)

Dodatno je bilo narejeno tudi klasificiranje manjšega območja habitatnih tipov oziroma rabe tal na testnem območju sredozemskega sveta v občini Hrpelje-Kozina. Podrobneje o tem naknadnem delu, ki je presegel osnovni okvir projekta, je zapisano v poglavju 2.4.

2.3 Časovna opredelitev izvajanja aktivnosti operacije

Projekt je potekal v skladu s pričakovanji. V začetnem obdobju je bilo težišče na izdelavi baze podatkov ter kvantitativnega vrednotenja podatkov. V osrednjem obdobju smo izvedli računalniške analize z GIS-i. V ospredju je bila izdelava klasifikacijskih modelov, njihovo vrednotenje in izdelava končnih podatkovnih slojev »naravni pokrajinski tipi občine«. Modeliranje je bilo najprej (in zato tudi najboljše) izdelano za občino Kočevje, pri preostalih občinah so se nato uporabile tiste metode, ki so se kot najbolj uporabne izkazale ravno pri prvem testnem območju. V zadnjem obdobju je bil čas posvečen kartografiji, opisu tipov ter zaključnim ogledom tipov na terenu.

2.4 Odstopanja od zastavljenih ciljev in predstavitev sprememb glede na načrtovano v prijavnih vlogi

Negativnih odstopanj od zastavljenih ciljev ni bilo. Dodatno pa je bila narejena klasifikacija habitatnih tipov in rabe tal na manjšem testnem območju sredozemskega

sveta v občini Hrpelje-Kozina, ki je predstavljala primer klasifikacije pokrajine na zelo majhnem območju z bolj natančnimi podatki (na primer satelitske slike Rapideye z ločljivostjo 6,5 m, digitalnim modelom višin z ločljivostjo 5 m in letalskimi posnetki z ločljivostjo 0,5 m). Namen te raziskave je bil modelirati habitatne tipe, ki so jih zabeležili raziskovalci leta 2011 na terenu, s pomočjo digitalnega modela višin, satelitskih slik, letalskih posnetkov in drugih digitalnih podatkov. Podobno kot pri modeliranju pokrajinskih tipov občin smo tudi tukaj izdelali model z metodami strojnega učenja in statistike (na primer z gradnjo odločitvenega drevesa). Rezultat tega modeliranja je bil v soavtorstvu z dr. Matejo Breg Valjavec, dr. Krištofom Oštirjem in mag. Danielo Ribeiro predstavljen s posterjem z naslovom *Modelling of Habitat Types in Karst Landscape with High Resolution Satellite Imagery and Digital Terrain Model* na konferenci *The 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment* (11.–15. maj 2015, Berlin, Nemčija).

2.5 Skladnost s predmetom, cilji in namenom javnega razpisa

Nameni Javnega razpisa za spodbujanje raziskovalcev na začetku kariere so bili: *»izboljšati povezavo med raziskovalnimi organizacijami in gospodarstvom v Sloveniji«, povečanje kakovosti »raziskovalnega dela ter povezanost institucij znanja z gospodarstvom«, »vzpostaviti raziskovalno okolje in povezave med raziskovalnimi organizacijami in gospodarstvom«, razvijati »področja, ki predstavljajo dolgoročne izzive tako za razširjanje znanosti na sploh, kakor tudi gospodarsko sfero«.*

Cilji Javnega razpisa so bili: *»dvig raziskovalne intenzivnosti in kvalitete«, spodbujanje slovenskih podjetij, »da se na osnovi svojih potreb dolgoročno vključujejo v sooblikovanje raziskovalne dejavnosti doktorandov na raziskovalnih institucijah«, »spodbuditi nadaljnje izobraževanje visoko usposobljenih raziskovalcev ter posledično tudi medsektorsko mobilnost in zaposlovanje raziskovalcev v poslovnem sektorju«.*

Ob zaključku projekta menimo, da smo sledili in tudi dosegli večino zastavljenih namenov in ciljev. Projekt je (še bolj) povezal raziskovalno ustanovo ZRC SAZU ter podjetje Realis informacijske tehnologije d.o.o. Projekt o določanju metodologije naravnih pokrajinskih tipov ter izdelavi nekaterih primerov za slovenske občine zagotovo obravnava aktualno tematiko, saj je uporabnost klasifikacije pokrajin pogosto izpostavljena kot pomembna in ima različne možnosti uporabe: inventarizacija, vrednotenje, spremljanje stanja (monitoring), upravljanje, načrtovanje, izvajanje meritev, predstavitev, napovedovanje oziroma študija scenarijev, določanje vzorčnih območij, prenos modelov v prostoru, prikaz raznolikosti pokrajine, analiza pritiskov na okolje in drugo (Loveland in Merchant 2004; McMahon, Wiken in Gauthier 2004; Múcher s sod. 2003; Bailey 1996; Runhaar s sod. 1994; Bunce s sod. 1996; Jongman s sod. 2006; Romportl in Chuman 2007; Reza s sod. 2013; Kolasa 2014). Zaradi težav, ki jih navajajo različni avtorji pokrajinskih klasifikacij v Sloveniji in tujini (za pregled glej Ciglič 2014, 33–35), bo področje pokrajinske klasifikacije vedno zanimivo, saj je z razvojem tehnologije in novimi podatki (na primer lasersko skeniranje površja) lahko modeliranje čedalje bolj natančno in kvalitetno. Za večjo natančnost pa je hkrati treba razviti tudi primerne metode in izbrati prave podatke.

Sodelovanje med raziskovalno ustanovo in podjetjem je predvideno tudi v prihodnje, saj smo v projektu izdelali le modelirane tipizacije za izbrane občine. Metodo lahko uporabimo še za preostale slovenske občine, ki jih je v Sloveniji prek 200. Poleg tega lahko z vnosom novih podatkov izboljšamo tudi v tem projektu izdelane tipizacije.

Sodelovanje je vzpostavljeno in metodologija ter pilotni primeri so lahko temelj za nadaljnje delo – trženje občinskih pokrajinskih klasifikacij.

Tekom projekta se je raziskovalec seznanil tudi z različnimi spletnimi geografskimi sistemi, poleg tega pa se je udeležil tudi različnih izobraževanj na temo programiranja v geografskih informacijskih sistemih (na primer tečajev programskih jezikov Python in Javascript).

3 VSEBINSKO POROČILO

V tem delu poročila predstavljamo glavne vsebinske dosežke. Pričakovani rezultat projekta je bil že na začetku ločen na dva dela:

- rezultat na teoretični ravni:
 - določitev metodologije (postopka) določanja naravnih pokrajinskih tipov na lokalni ravni.
- rezultat na aplikativno ravni:
 - izdelava podatkovnega sloja »naravni pokrajinski tipi« (zapis shp) s pripadajočimi opisi tipov za vsako vključeno občino;
 - izdelava tematskega zemljevida »naravni pokrajinski tipi« za vsako vključeno občino (zapis jpg).

Tudi v poročilu najprej opisujemo metodološki rezultat – predlagano metodologijo določanja naravnih pokrajinskih tipov na lokalni ravni (poglavje 3.1) in nato še klasifikacije izbranih testnih območij (poglavje 3.4). V poglavjih 3.2 in 3.3 pregledno navajamo tudi seznam testnih območij in seznam podatkovnih slojev, ki smo jih uporabili pri projektu.

3.1 Pregled uporabljenih metod in predlagani postopki klasifikacij območij na naravne pokrajinske tipe

Glede na dosedanja spoznanja v geografski stroki ter pestro izbiro kvantitativnih metod je določanje naravnih pokrajinskih tipov mogoče na različne načine (za podrobno navedbo primerov klasifikacij in metod glej Ciglič 2013 in Ciglič 2014). Geografski informacijski sistemi so nedvomno omogočili približevanje k bolj objektivnemu določanju oziroma prepoznavanju pokrajinskih enot. Uporabimo jih lahko pri pridobivanju in urejanju podatkovnih slojev, njihovem vrednotenju, izdelavi klasifikacij (regionalizacij in tipizacij) in preverjanju njihove ustreznosti, kartografskem prikazu, arhiviranju in izpopolnjevanju oziroma posodobitvi že izdelanih klasifikacij. Projekt izdelave posamezne klasifikacije je imel več opravičnih sklopov (kjer je bilo možno, smo preverili več geoinformacijskih orodij):

- zajem podatkov in njihova priprava v okviru digitalne baze podatkov o naravnih značilnostih,
- vrednotenje uporabnosti posameznih podatkovnih slojev za namen klasifikacije na naravne pokrajinske tipe,
- izdelava klasifikacijskih modelov ter klasifikacija celotnega obravnavanega območja v naravne pokrajinske tipe,
- terenski ogled,
- izdelava podatkovnih slojev tipizacij in izris zemljevidov,
- priprava opisov posameznih naravnih pokrajinskih tipov.

V okviru projekta smo se osredotočili predvsem na metodologijo: na vrednotenje podatkovnih slojev ter na zasnovo in preizkus čim bolj objektivnega načina določanja naravnih pokrajinskih tipov na lokalni (občinski) ravni. Za analizo smo izbrali več slovenskih občin, ki so v različnih slovenskih makroregijah. V začetni fazi projekta smo se naslonili na spoznanja lastnih predhodnih raziskav (Ciglič 2013; Ciglič 2014), saj je projekt v znanstvenem pogledu nadaljevanje dela mladega raziskovalca.

V tem poglavju navajamo rezultate oziroma predlagane metode, ki predstavljajo najpomembnejši del poročila. Rezultati primerov (klasifikacije občin z opisi) so opisani v poglavjih 3.2, 3.3 in 3.4.

3.1.1 Izbran predlog določanja naravnih pokrajinskih tipov

Glede na ugotovitve raziskave v okviru projekta, geografske literature in dosedanjega dela (na primer Ciglič 2014) lahko predlagamo sicer več različnih metodologij za določanje naravnih pokrajinskih tipov, a na podlagi izkušenj tega projekta bi izpostavili sledeče sosledje opravil pri izdelavi naravne pokrajinske tipizacije:

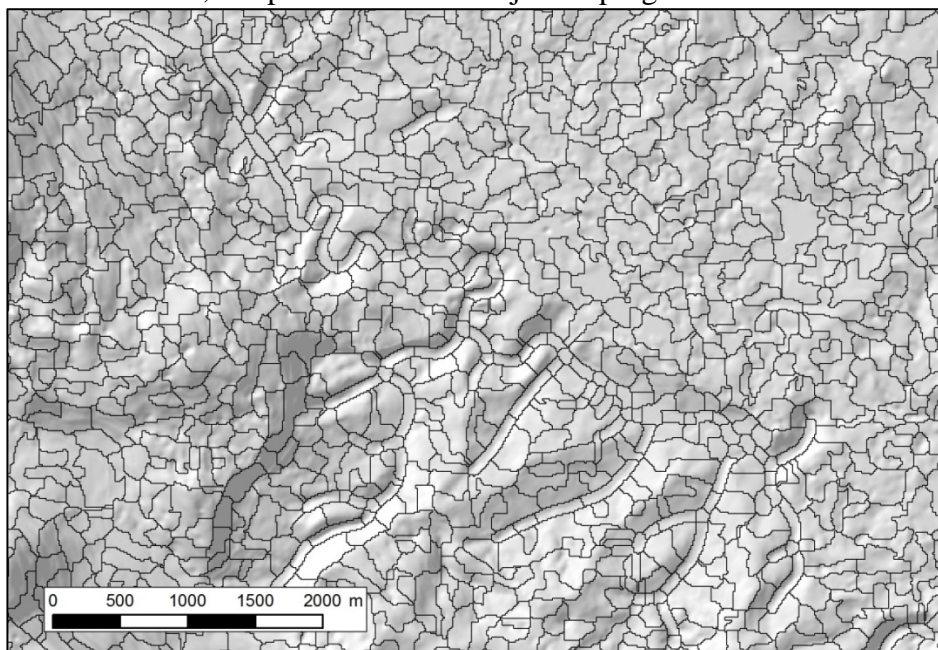
1. Zbrane podatke ustrezno uredimo (v primernem datotečnem zapisu) in obrežemo na meje obravnavanega območja. Iz osnovnih podatkovnih slojev izpeljemo dodatne podatkovne sloje (na primer iz podatkovnega sloja nadmorske višine lahko poleg naklona in ekspozicije določimo tudi razne vrste ukrivljenosti; za reliefne kazalce glej na primer Perko 2007).
2. Da se izognemo preveliki podatkovni bazi, lahko podatkovne sloje na različne načine ovrednotimo ter odstranimo odvečne. Dobro je preučiti medsebojno povezanost podatkovnih slojev ter njihov pomen na različnih prostorskih merilih, kar preverimo z metodo izračuna povprečnega umerjena koeficienta variabilnosti¹ (preglednica 3). Z ustreznim vrednotenjem lažje izberemo najbolj relevantne podatkovne sloje. S tem se izognemo preveliki količini (odvečnih) podatkov. Prav tako lahko določimo, kateri podatkovni sloji so primerni za delitev v manjšem merilu in kateri v večjem.
3. Pri vrednotenju določimo, kateri podatkovni sloji so najbolj natančni in imajo primerno variabilnost v velikem merilu, torej iščemo podatek, s katerim lahko poiščemo zelo majhna homogena območja. V prvem koraku same klasifikacije namreč predvidevamo prehod iz rastrskega na vektorski zapis podatkov z uporabo segmentacije². S tem tudi zarišemo osnovne meje med območji (zarišemo poligone), za katere menimo, da so tako homogeni, da razlike znotraj segmenta (oziroma poligona) za raziskavo razmeroma niso pomembne (slika 1). V nadaljevanju nato kot osnovno enoto uporabljamo segmente oziroma poligone.
4. Po segmentaciji dobimo poligone, ki jim pripišemo vrednosti rastrov, na osnovi katerih nato izpeljemo klasifikacijo. Ker poligon vsebuje več celic lahko vsakemu poligonu za posamezen številski rastrski sloj zabeležimo minimalno vrednost, maksimalno vrednost, povprečje, standardni odklon in druge statistične vrednosti. Pri nominalnih rastrskih podatkih lahko zabeležimo najbolj pogosto kategorijo in pa število različnih kategorij.

¹ Povprečni umerjeni koeficient variacije, ki smo ga razvili na ZRC SAZU (Ciglič 2013 in Ciglič 2014), je uporaben pri preučevanju, kako raznoliki so podatkovni sloji na posameznih prostorskih ravneh. Računamo ga za različno velike sistematične delitve obravnavanega ozemlja, kar omogoči sistematično primerjavo variabilnosti nekega podatkovnega sloja v različnih merilih. Zato nam lahko pomaga tudi pri izbiri ustreznih podatkovnih slojev. S pomočjo izračuna povprečnega umerjenega koeficienta variacije na različnih ravneh ugotovimo, kateri podatkovni sloji so primerni za klasifikacijo v večjem in kateri v manjšem merilu, torej kateri so primerni za določanje večjih prostorskih enot in kateri so primerni za določanje manjših prostorskih enot.

² Segmentacija pomeni prehod iz rastrskega sistema, ki temelji na celicah (pixel-based), v objektni (object-based) vektorski sistem poligonov. Dve pomembni prednosti takega prehoda sta:
- poligonom ob prekrivanju lahko pripišemo različne vrednosti rastrskih podatkovnih slojev, izračunamo dodatne spremenljivke, poleg tega pa s tem dobimo možnost analize s pokrajinskimi spremenljivkami (ang. *landscape metrics*); seznam najpogosteje uporabljenih ter dodatne opise so navedli Lang in sodelavci (2009), Uemaa in sodelavci (2009) ter Šímová in Gdulová (2012),
- zmanjšamo število enot, saj združimo najbolj homogena rastrska območja, in s tem pospešimo analizo. V slovenščini so na temo objektno usmerjene klasifikacije pisali Veljanovski, Kanjir in Oštir (2011), o metodi segmentacije pa Ciglič (2010). V tuji literaturi je postopek opisan v različnih virih (npr. Acharya, Ray 2005; Pratt 2007; Lotufo s sodelavci 2008; Eastman 2012).

5. Poligone s podatki lahko klasificiramo z različnimi modeli, pravili oziroma algoritmi. Za obravnavano območje lahko opsijsko najprej izvedemo nenadzorovano hierarhično klasifikacijo (in izrišemo dendrogram) ter ocenimo kolikšno število tipov je smiselno določiti. Alternativno lahko opravimo tudi več nenadzorovanih nehierarhičnih klasifikacij, pri čemer spreminjamo število kategorij. V obeh primerih pregledamo zemljevide rezultatov, analiziramo pa tudi lahko, kakšna je homogenost enot (na primer z izračunom povprečne oddaljenosti enot od povprečja v večdimenzionalnem prostoru spremenljivk ali pa z analizo variance).
6. Po pregledu podatkov in terenskem ogledu ter rezultatov nenadzorovanih klasifikacij izberemo primere (posamezne poligone) predvidenih naravnih pokrajinskih tipov. V tem koraku dejansko že določamo, kakšni tipi obstajajo, oziroma nakažemo, kakšne tipe v pokrajini pričakujemo. Da bi zmanjšali subjektivnost takšnega določanja tipov, izberemo učne primere in validacijske primere. Z učnimi primeri določimo klasifikacijski model oziroma pravila (v primeru našega projekta smo uporabili različne algoritme odločitvenih dreves³), z validacijskimi pa preverimo uspešnost modela. Učne primere lahko na podlagi teh informacij popravimo oziroma določimo druge tipe.
7. Šele ko izberemo najbolj ustrezen model, celotno obravnavano območje klasificiramo oziroma vse poligone uvrstimo v določene tipe.
8. Končni rezultat lahko ročno popravimo. Za manjše popravke, ko ne spreminjamo več števila kategorij in popravljamo zgolj nekatere meje, lahko v tej fazi uporabimo tudi vrednotenje, ki ga na kratko opisujemo v poglavju 3.1.2 (*Možnost vključitve dodatnega kvantitativnega vrednotenja pri določanju končnih različic tipizacij*).

Slika 1: Primer segmentacije na osnovi rastrskih podatkov o gostoti rečne mreže, naklonu, NDVI-ju pri enakovredni obtežbi ter velikost okna 9 celic, obtežbi povprečja 0,6, obtežbi variance 0,4 in podobnosti 6. Narejeno v programu Idrisi.



³ Metodo odločitvenih dreves smo uporabili zaradi možnosti obdelave nominalnih podatkov. Uporaba nominalnih podatkov je v geografiji pogosta (vrsta kamnine, vrsta gozdne združbe, tip rabe tal ...).

Preglednica 3: Pregled nekaterih kvantitativnih metod, ki so uporabni za vrednotenje podatkovnih slojev.

sklop	metoda	podrobnejši opis
analiza variance podatkovnih slojev v različnih merilih	povprečni umerjeni koeficient variacije (izpeljan iz koeficienta variacije)	Ciglič 2013 (za koeficient variacije glej Krevs 1998; Sagadin 2003)
medsebojna povezanost slojev	Spearmanov koeficient (ρ)	Sagadin 2003
	Pearsonov koeficient (r)	Sagadin 2003

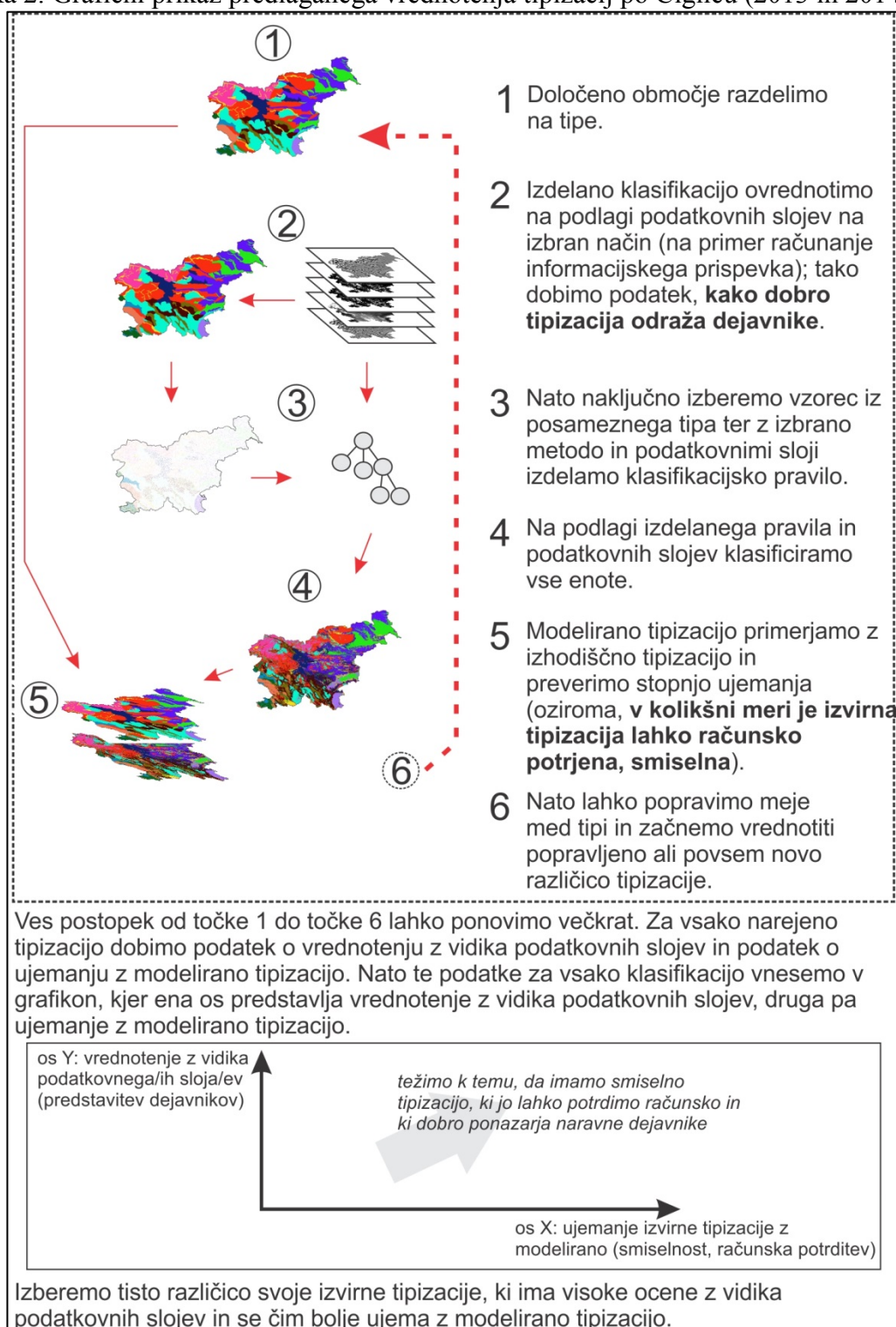
3.1.2 Možnost vključitve dodatnega kvantitativnega vrednotenja pri določanju končnih različic tipizacij

Pri izdelanih klasifikacijah lahko popravljamo posamezne meje in ob naknadnem ovrednotenju, kot ga je predlagal Ciglič (2013 in 2014), optimiziramo končni izdelek – tipizacijo. V tej fazi spreminjanje števila tipov ni dovoljeno. V tem poročilu na kratko povzemamo omenjen način vrednotenja. Za vrednotenje tipizacij so predlagani naslednji koraki (slika 2):

1. Izbrano območje razdelimo na tipe in izdelamo tipizacijo.
2. Izdelano tipizacijo z vidika povezanosti (oziroma pojasnjevalne moči) s podatkovnimi sloji ovrednotimo na izbran način (na primer z izračunom informacijskega prispevka, glej preglednico 4).
3. Nato naključno izberemo učni vzorec, ki je sestavljen iz osnovnih enot (poligonov ali celic) posameznega tipa ter z izbrano metodo nadzorovane klasifikacije izdelamo klasifikacijsko pravilo (glej preglednico 5).
4. Na podlagi izdelanega pravila klasificiramo vse enote na našem območju in izdelamo t.i. modelirano tipizacijo.
5. Modelirano tipizacijo primerjamo s svojo izvirno tipizacijo in ugotovimo stopnjo ujemanja (glej preglednico 6).
6. Nato lahko glede na odstopanja med modelirano in našo izvirno tipizacijo na mestih, kjer je smiselno, popravimo meje med tipi in izdelamo novo različico naše izvirne tipizacije.
7. Korake od 1 do 6 (izdelava in preverjanje različnih različic izvirne tipizacije) lahko ponovimo večkrat, kar pomeni, da tudi dobimo več različic izvirne tipizacije.
8. Za vsako narejeno izvirno tipizacijo imamo na koncu oceno o vrednotenju z vidika povezanosti s podatkovnimi sloji in oceno z vidika ujemanja z modelirano tipizacijo. Te podatke za vsako izvirno tipizacijo vnesemo v graf, kjer ena os predstavlja vrednotenje z vidika podatkovnih slojev, druga pa stopnjo ujemanja z modelirano tipizacijo.
9. Izberemo tisto različico izvirne tipizacije, ki ima čim višjo oceno z vidika podatkovnih slojev in se čim boljše ujema z modelirano tipizacijo.

Opozoriti je treba še, da vrednotenje s pomočjo podatkovnih slojev temelji na vseh poligonih (oziroma celicah), vrednotenje s pomočjo modeliranja pa le na podlagi manjšega dela poligonov (oziroma celic).

Slika 2: Grafični prikaz predlaganega vrednotenja tipizacij po Cigliču (2013 in 2014).



Preglednica 4: Pregled nekaterih kvantitativnih metod, ki so uporabne za računanje povezanosti med nominalnimi in številskimi spremenljivkami.

ime	vir
koeficient F	Zhou s sod. 2003; Sagadin 2003; Foster, Barkus in Yavorsky 2006; Rogerson 2006; Kastelec in Košmelj 2008
koeficient eta ²	Sagadin 2003

informacijski prispevek (ob diskretizaciji)	Fayyad in Irani 1993; Kononenko 2005; Witten in Frank 2005
razmerje informacijskega prispevka (ob diskretizaciji)	Fayyad in Irani 1993; Kononenko 2005; Witten in Frank 2005

Preglednica 5: Pregled nekaterih metod za izvedbo nadzorovane klasifikacije (izdelavo modela).

ime	vir
odločitveno drevo (več algoritmov)	Kononenko 2005; Witten in Frank 2005; Mitchell 1997; Lin, Noe, He 2006; Yohannes in Webb 1999; Idrisi Selva Help System 2015
najmanjša razdalja	Idrisi Selva Help System 2015; McCoy 2005
največja verjetnost	Richards in Jia 2006; Eastman 2012; Idrisi Selva Help System 2015
najbližji sosedi	Kononenko 2005; McRoberts 2012; Idrisi Selva Help System 2015

Preglednica 6: Pregled nekaterih metod za ugotavljanje medsebojne usklajenosti klasifikacij.

ime	vir
Cramerjev koeficient V	Krevs 2001; Perko 2001; Sagadin 2003
koeficient kappa - κ	Campbell 1996; Lillesand, Kiefer in Chipman 2008

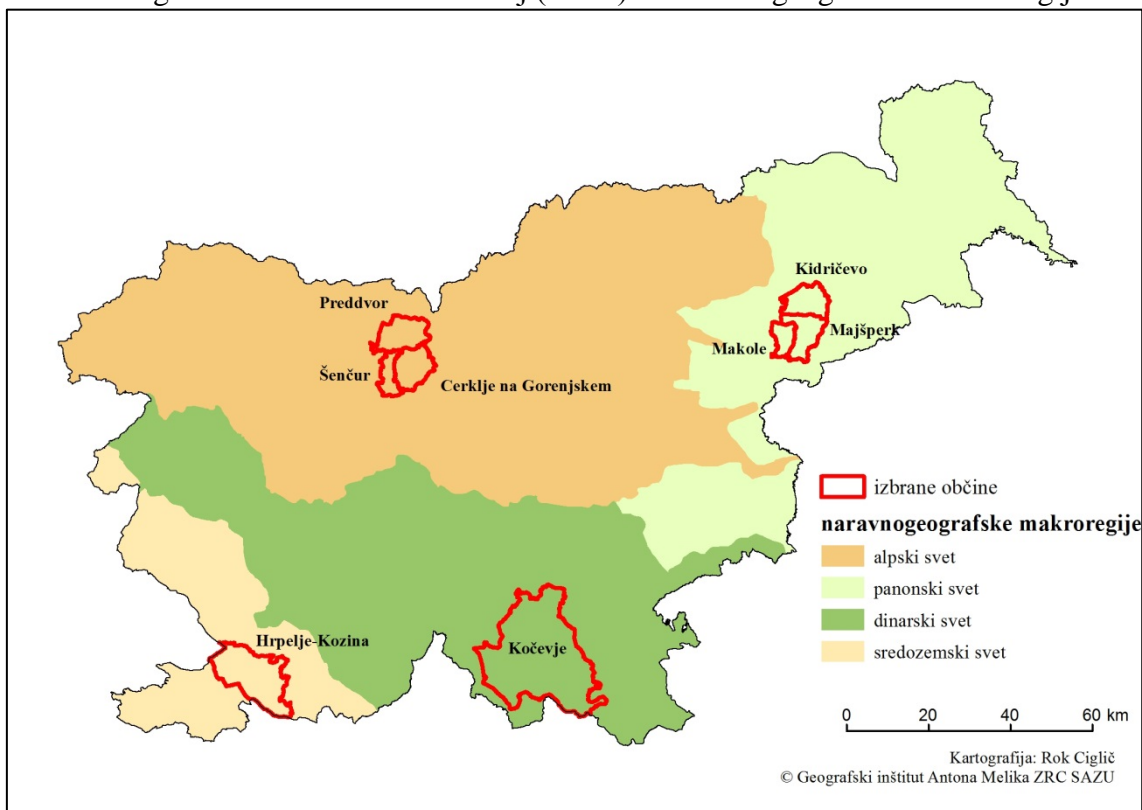
3.2 Seznam testnih območij in občin

Izmed slovenskih občin, ki so vključene v sistem Prostorski informacijski sistem občin (PISO), ki ga vodi podjetje Realis, smo izbrali po eno ali več občin iz vsake slovenske naravnogeografske makroregije (po Perku 1998). Izbirali smo občine ali pa območje več sosednjih občin, ki so naravnogeografsko raznolike ter imajo na voljo digitalne podatkovne sloje čim več različnih naravnih elementov. Ker gre za preizkus metod klasifikacije, smo namreč namenoma želeli najprej preizkusiti občine, ki ob pregledu osnovnih zemljevidov reliefa (naklon, višina), kamnin, prsti in mreže vodotokov izkazujejo večjo raznolikost naravnih pogojev.

Končni seznam izbranih testnih območij in občin po posameznih območjih (poimenovano po Perko 1998):

- alpski svet: območje občin Cerklje na Gorenjskem, Šenčur, Preddvor;
- dinarski svet: območje občine Kočevje;
- panonski svet: območje občin Kidričevo, Makole, Majšperk;
- sredozemski svet: območje občine Hrpelje-Kozina.

Slika 3: Pregled izbranih testnih območij (občin) in naravnogeografskih makroregij.



3.3 Seznam uporabljenih podatkov

Seznam izvirnih podatkov je naveden v preglednici 7, kjer so navedeni viri in pa kratka opomba glede zapisa podatka. Vsi podatki so bili zbrani v podatkovni bazi v istem koordinatnem sistemu (D48). Podatke smo za vsako občino popravili na mestih, kjer smo zasledili napake (na primer zamaknjenost karte kamninske podlage na določenih mestih), ali pa dopolnili (na primer dodatek podatka o stalnosti in nestalnosti vodotoka ter vrisi nekaterih vodotokov, ki v osnovnem podatkovnem sloju niso bili zavedeni). Iz izvirnih podatkovnih slojev smo izpeljali različne dodatne podatkovne sloje (preglednica 8; na primer ukrivljenost iz digitalnega modela višin ali padavinski režim iz podatkov o mesečnih padavinah). Te podatke smo uporabili v različne namene – glede na njihovo uporabnost pri posamezni občini.

Preglednica 7: Seznam izvirnih podatkov, ki so bili uporabljeni v različnih fazah projekta.

podatkovni sloj	vir	zapis
digitalni model višin (12,5 m)	Geodetska uprava RS	12,5 m
digitalni model višin (25 m)	Geodetska uprava RS	25 m
povprečne mesečne in letne padavine (1971–2000)	Agencija RS za okolje	1000 m
povprečne mesečne in letne temperature (1971–2000)	Agencija RS za okolje	1000 m
kamninska podlaga	Geografski inštitut Antona Melika na osnovi podatkov Geološkega	vektorski sloj

	zavoda Slovenije	
povprečna letna energija kvaziglobalnega obsevanja	Gabrovec 1996	100 m
kvaziglobalna osončenost	Zakšek 2005 in 2007	100 m
vodotoki	Agencija RS za okolje	vektorski sloj
vodotoki	EIONET	vektorski sloj
pedološka karta	Ministrstvo za kmetijstvo in okolje	vektorski sloj
lokacije jam	Jamarska zveza Slovenije	koordinate
lokacije plazov	Uprava RS za zaščito in reševanje	koordinate
satelitski posnetki Landsat 8 (OLI in TIRS)	Ameriška vesoljska agencija NASA	15, 30, 100 m

Preglednica 8: Izpeljani digitalni podatkovni sloji, ki so bili uporabljeni v različnih fazah projekta.

izvirni podatkovni sloj	izpeljani podatkovni sloji
digitalni model višin (12,5 m)	višina (enaka izvirnemu)
	naklon
	višinska razgibanost
	naklonska razgibanost
	ukrivljenost (skupna)
	ukrivljenost (navpična)
	ukrivljenost (vodoravna)
	lokacije reliefnih depresij (z vsaj 1,1 m globine)
	gostota vrtač (z vsaj 1,1 m globine)
digitalni model višin (25 m)	lokacije reliefnih depresij (z vsaj 1,1 m globine)
	gostota vrtač (z vsaj 1,1 m globine)
povprečne mesečne in letne padavine (1971–2000)	letna količina padavin
	indeks mediteranskosti
povprečne mesečne in letne temperature (1971–2000)	povprečna letna temperatura
	letna temperaturna razlika
	razlika v aprilski in oktobrski temperaturi
kamninska podlaga	tipi kamnin
	prepustnost
sončno obsevanje	letna količina sončnega obsevanj po Gabrovcu
	letna količina sončnega obsevanja po Zakšku
vodotoki (ARSO in EIONET)	mreža večjih vodotokov (stalni, nestalni)
	gostota rečne mreže (več radijev)
pedološka karta	karta prsti
lokacije jam	lokacije jam
	gostota jam (različni radiji)
satelitski posnetki Landsat 8 (OLI in TIRS)	normirani diferencialni vegetacijski indeks (NDVI)

3. 4 Predstavitev naravnih pokrajinskih tipov po testnih območjih

V tem poglavju na kratko podajamo izbrane rezultate za testna območja. Za vsako testno območje smo pripravili zemljevid tipov in kratek opis značilnosti

naravnogeografskih elementov. Vsaki tipizaciji pa pripada tudi podatkovni sloj v zapisu shp, zemljevid v zapisu jpg, obširne statistične značilnosti pa so zabeležene v zapisu xls, kjer so zbrani podatki o deležih posameznih tipov kamnin, prsti in rastja znotraj posameznega pokrajinskega tipa, podatki o gostoti rečne mreže, gostoti reliefnih depresij ter podatki o minimalnih, maksimalnih in povprečnih vrednostih različnih naravnih elementov (seznam datotek, ki je v podatkovnih bazi, je naveden v prilogi 1). Za opise in statistične podatke smo se oprli na različne vire: Zemljevid tipov kamnin ... 2014; Litostratigrafska karta ... 2007; Pedološka karta 2012; Zemljevidi povprečnih ... 2010; Vodotoki ... 2006; Gabrovec 1996; Digitalni model ... 2013; Ciglič s sod. 2012). Pri združevanju rastja v skupine smo uporabili združevanje po Perku s sod. (2015).

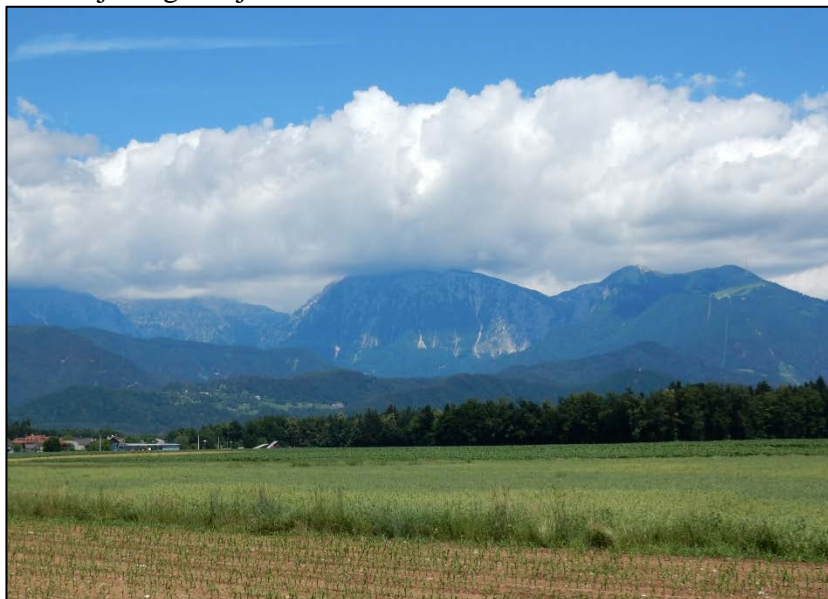
3. 4. 1 Testno območje alpski svet

Testno območje obsega občine Preddvor, Cerklje na Gorenjskem in Šenčur ter pokriva 205,2 km². Za območje smo izvedli več poskusov modeliranja, na koncu pa smo izbrali model z oznako *Vzorec 1.5, Model A*. **Možni pokrajinski tipi v alpskem svetu po tem modelu so:**

1. starejše (konglomeratne) terase, ponekod zakrasele (A1),
2. prodne ravnice in vršaji (vključno s terasami) (A2),
3. gričevja v manj prepustnih kamninah (A3),
4. hribovja (večinoma pobočja) v večinoma bolj stabilnih karbonatnih kamninah z vmesnimi melišči, hudourniki ipd. (A4),
5. kraške planote (A5),
6. visokogorja (nad gozdno mejo) (A6),
7. hribovja v manj prepustnih magmatskih kamninah (A7),
8. alpske doline in ravnine (A8).

Pri modeliranju se je za težavno izkazalo razlikovanje med prodnimi ravninami in alpskimi dolinami, kar velja ob morebitni posodobitvi podatkov in novih analizah preveriti.

Slika 4: Na testnem območju v alpskem svetu se prepletajo prodne ravnice, kjer so pogoste njivske površine, starejše konglomeratne terase, ki so večinoma pokrite z gozdom, ter hribovja in gorovja v karbonatnih in nekarbonatnih kamninah.



Kratek opis tipov testnega območja v alpskem svetu.

Območje: alpski svet; oznaka tipa: 1; koda A1.

Na območju prevladujejo stare (konglomeratne) terase, na katerih se je ponekod izoblikovalo kraško površje s plitkimi vrtačami in celo manjšimi jamami. Povprečni naklon tipa je $1,7^\circ$, nadmorska višina pa 395 m, tip pa se pojavlja na 342 do 555 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 0,4. Povprečna temperatura v januarju je $-0,7^\circ\text{C}$, v juliju pa $19,2^\circ\text{C}$. Osončenost variira od 2804 do 4500 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 24,2. Gostota rečne mreže je 628 m/km^2 , reliefnih depresij pa 0,3 na km^2 .

Območje: alpski svet; oznaka tipa: 2; koda A2.

Na območju prevladujejo prodne ravnice (s terasami). Pogosto so spremenjene v njivske površine, saj imajo z izjemo najmlajših predelov ugodno prst za kmetijstvo. Povprečni naklon tipa je $1,5^\circ$, nadmorska višina pa 408 m, tip pa se pojavlja na 363 do 637 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 0,2. Povprečna temperatura v januarju je $-0,9^\circ\text{C}$, v juliju pa $18,8^\circ\text{C}$. Osončenost variira med 2702 in 4684 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,5. Gostota rečne mreže je 736 m/km^2 , reliefnih depresij pa 0,1 na km^2 .

Območje: alpski svet; oznaka tipa: 3; koda A3.

Na območju prevladujejo gričevja v manj prepustnih kamninah (terciarni peščenjak in konglomerat, kredni in terciarni fliš). Povprečni naklon tipa je $15,4^\circ$, nadmorska višina pa 453 m, tip pa se pojavlja na 354 do 1395 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 3. Povprečna temperatura v januarju je $-1,2^\circ\text{C}$, v juliju pa $17,9^\circ\text{C}$. Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 2872 do 4772 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,5. Gostota rečne mreže je 2054 m/km^2 , reliefnih depresij pa 0.

Območje: alpski svet; oznaka tipa: 4; koda A4.

Na območju prevladujejo hribovja v večinoma stabilnih karbonatni kamninah (apnenec in dolomit). Za območje je značilna precejšnja reliefna razgibanost in poraslost z gozdom. Povprečni naklon tipa je $29,2^\circ$, nadmorska višina pa 1045 m, tip pa se pojavlja na 464 do 2080 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 1,9. Povprečna temperatura v januarju je $-2,6^\circ\text{C}$, v juliju pa $14,9^\circ\text{C}$. Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 1057 do 4801 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 22,6. Gostota rečne mreže je 761 m/km^2 , reliefnih depresij pa 0 na km^2 .

Območje: alpski svet; oznaka tipa: 5; koda A5.

Na območju prevladujejo kraške planote, kjer je evidentna zakraselost (vrtače in odsotnost površinskih vodotokov). Stabilnost na tem območju, večinoma gre za apnenec, je dobra. Povprečni naklon tipa je $11,8^\circ$, nadmorska višina pa 808 m, tip pa se pojavlja na 560 do 1875 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 1,2. Povprečna temperatura v januarju je $-1,5^\circ\text{C}$, v juliju pa $17,1^\circ\text{C}$. Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 3252 do 4745 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,5. Gostota rečne mreže je 0 m/km^2 , reliefnih depresij pa 24,5 na km^2 .

Območje: alpski svet; oznaka tipa: 6; koda A6.

Na območju prevladujejo visokogorja, ki so najvišje območje z najvišjimi nakloni. Gre za območje nad zgornjo gozdno mejo, ki je skoraj v celoti zgrajeno iz apnenca, ponekod pa dolomita. Povprečni naklon tipa je $37,3^\circ$, nadmorska višina pa 2095 m, tip pa se pojavlja na 1786 do 2555 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 0,7. Povprečna temperatura v januarju je $-4,6^\circ\text{C}$, v juliju pa $9,6^\circ\text{C}$. Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 1224 do 4801 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 21. Gostota rečne mreže je 31 m/km^2 , reliefnih depresij pa 0,5 na km^2 .

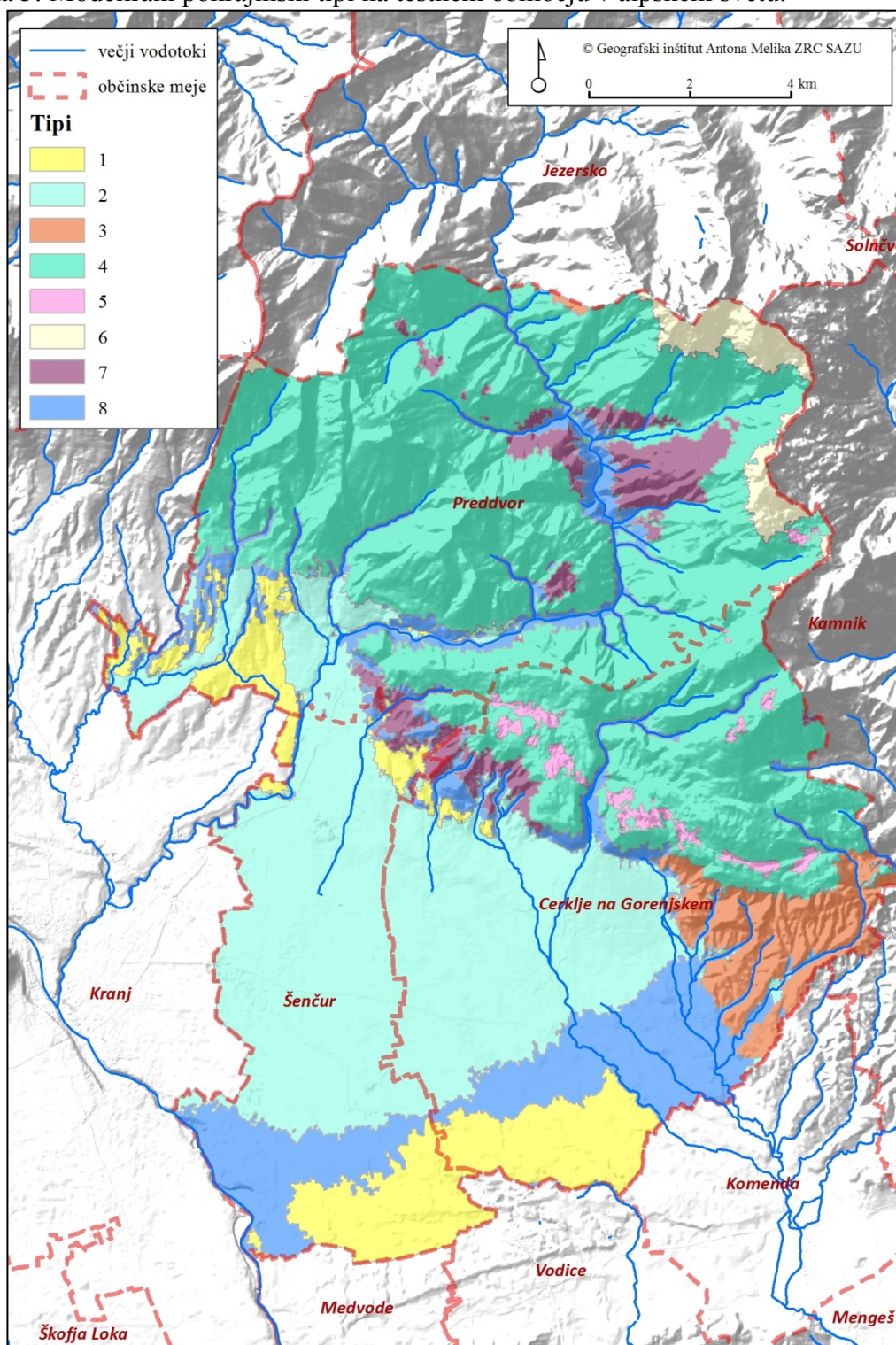
Območje: alpski svet; oznaka tipa: 7; koda A7.

Na območju prevladujejo hribovja v manj prepustnih kamninah. Večinoma gre za mezozojske in terciarne vulkanoklastite ter paleozojske, triasne in terciarne predornine. Povprečni naklon tipa je $24,9^\circ$, nadmorska višina pa 798 m, tip pa se pojavlja od 417 do 1499 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 3,5. Povprečna temperatura v januarju je $-2,1^\circ\text{C}$, v juliju pa $16,1^\circ\text{C}$. Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 1759 do 4786 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,4. Gostota rečne mreže je 1360 m/km^2 , reliefnih depresij pa 0,1 na km^2 .

Območje: alpski svet; oznaka tipa: 8; koda A8.

Na območju prevladujejo alpske doline in po računalniškem modeliranju tudi nekateri deli ravnin na jugu območja. Prevladujejo karbonatni prod, precej pa je tudi melja, gline in peska. Povprečni naklon tipa, ki ponekod zaradi merila raziskave vključuje tudi del pobočij, je $8,3^\circ$, nadmorska višina pa 445 m, tip pa se pojavlja na 342 do 1493 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 1. Povprečna temperatura v januarju je -1°C , v juliju pa $18,5^\circ\text{C}$. Osončenost variira od 1798 do 4753 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,7. Gostota rečne mreže je 3112 m/km^2 , reliefnih depresij pa 0,1 na km^2 .

Slika 5: Modelirani pokrajinski tipi na testnem območju v alpskem svetu.



3. 4. 2 Testno območje panonski svet

Testno območje obsega občine Majšperk, Makole in Kidričevo ter pokriva 181,2 km². Za območje smo izvedli več poskusov modeliranja, na koncu pa smo izbrali model z oznako Vzorec 3, Model 3. **Možni pokrajinski tipi v panonskem svetu:**

1. ravnine in širše doline z drobnoznatimi nesprijetimi sedimenti (P1),

2. ravnine z grobozrnatimi nesprijetimi sedimenti (P2),
3. gričevnata in hribovita območja iz manj odpornih kamnin (P3),
4. hribovita, višja območja iz bolj odpornih kamnin (P4).

Eden izmed največjih izzivov klasifikacije predstavlja meja med ravninami z drobozrnatimi nesprijetimi sedimenti ter ravninami z grobozrnatimi nesprijetimi sedimenti, ki je zaradi dinamičnosti procesov ponekod nejasna.

Slika 6: Na testnem območju v panonskem svetu se najpogosteje prepletajo doline ter gričevja iz slabo odpornih kamnin, nekoliko redkeje pa tudi višje vzpetine s višjimi nakloni iz bolj odpornih kamnin. Severni del območja pokriva obsežna silikatna prodna ravnina.



Kratek opis tipov testnega območja v panonskem svetu.

Območje: panonski svet; oznaka tipa: 1; koda P1.

Na območju prevladujejo ravnine in dna dolin med gričevji z drobozrnatimi nesprijetimi sedimenti (kvartarna glina, melj in pesek, tudi prod). Povprečni naklon tipa je $4,4^\circ$, nadmorska višina pa 253 m, tip pa se pojavlja na 225 do 460 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 0,7. Povprečna temperatura v januarju je 0°C , v juliju pa $19,7^\circ\text{C}$. Osončenost variira od 2489 do 4658 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 21. Gostota rečne mreže je 4221 m/km^2 , reliefnih depresij pa 0 na km^2 .

Območje: panonski svet; oznaka tipa: 2; koda P2.

Na območju prevladujejo ravnine z grobozrnatimi nesprijetimi sedimenti (večinoma silikatni prod), ki so povsem preobražene v kmetijske površine (njive). Povprečni naklon tipa je $0,4^\circ$, nadmorska višina pa 240 m, tip pa se pojavlja na 230 do 320 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 0. Povprečna temperatura v januarju je $-0,2^\circ\text{C}$, v juliju pa $19,9^\circ\text{C}$. Osončenost zaradi

nerazgibanosti reliefa variira le od 4005 do 4299 MJ/m², indeks mediteranskosti pa je 21,1. Gostota rečne mreže je 2 m/km², reliefnih depresij pa 0,4 na km².

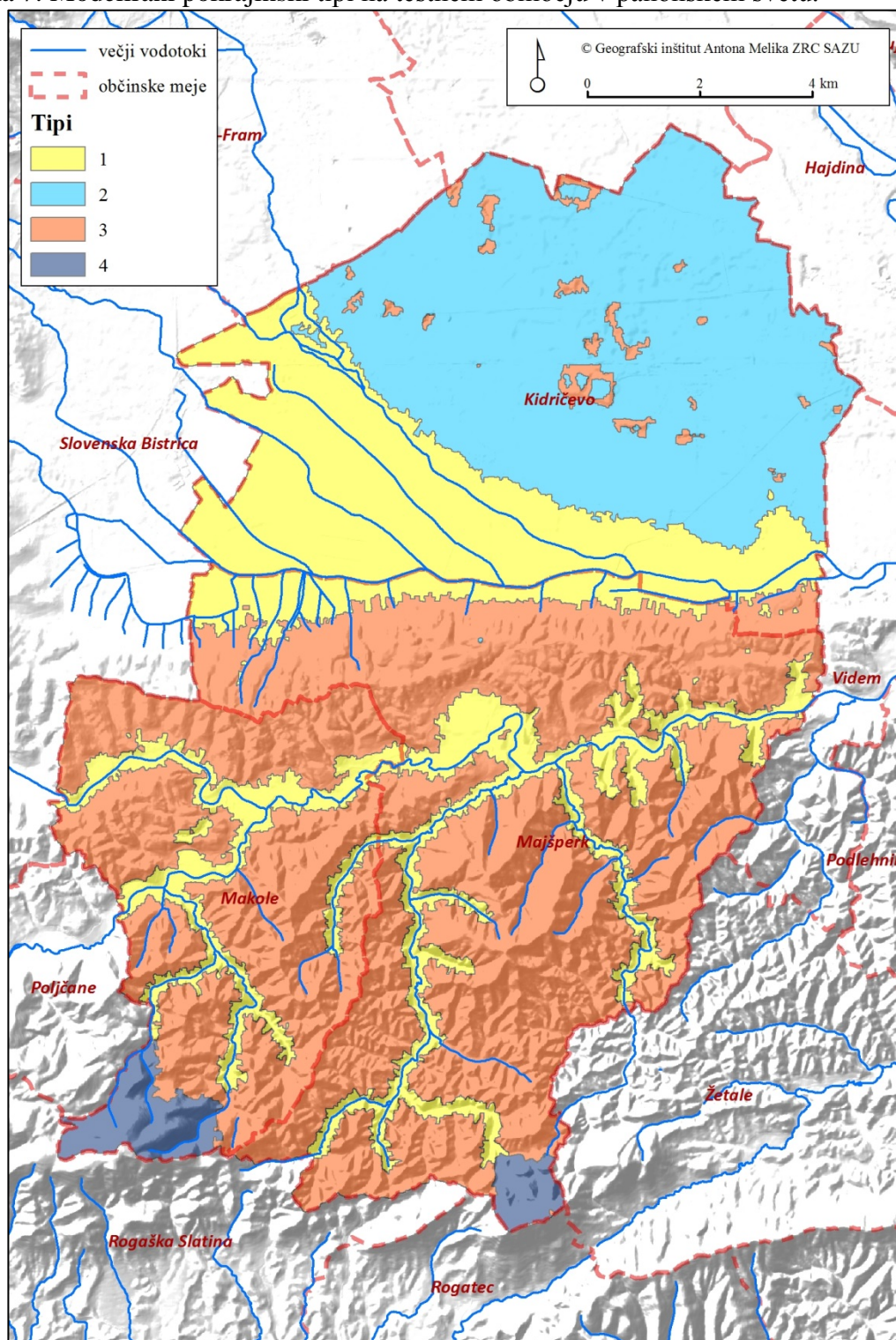
Območje: panonski svet; oznaka tipa: 3; koda P3.

Na območju prevladujejo gričevja v manj odpornih kamninah, večinoma laporovec, tudi peščenjak in konglomerat. Povprečni naklon tipa je 16,8°, nadmorska višina pa 337 m, tip pa se pojavlja na 226 do 856 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 3. Povprečna temperatura v januarju je -0,1 °C, v juliju pa 19,4 °C. Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 1932 do 4663 MJ/m², indeks mediteranskosti pa je 20,8. Gostota rečne mreže je 1985 m/km², reliefnih depresij pa 0,3 na km².

Območje: panonski svet; oznaka tipa: 4; koda P4.

Na območju prevladujejo hribovja v za ta območja bolj odpornih peščenjakih in konglomeratih. Povprečni naklon tipa je 22,8°, nadmorska višina pa 624 m, tip pa se pojavlja na 350 do 882 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je sicer na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 3,3. Na območju se ob odstranitvi vegetacijskega pokrova lahko hitro pojavijo plazovi. Povprečna temperatura v januarju je -0,6 °C, v juliju pa 17,7 °C. Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 2007 do 4655 MJ/m², indeks mediteranskosti pa je 20,4. Gostota rečne mreže je 1723 m/km², reliefnih depresij pa 0 na km².

Slika 7: Modelirani pokrajinski tipi na testnem območju v panonskem svetu.



3. 4. 3 Testno območje dinarski svet

Testno območje obsega občino Kočevje in pokriva 555,2 km². Za območje smo izvedli več poskusov modeliranja, na koncu pa smo izbrali model z oznako *Vzorec 1, Model 4*.

Možni pokrajinski tipi v dinarskem svetu:

1. kraška polja (D1),
2. kraška hribovja (D2),
3. kraški ravniki (D3),
4. recentne naplavne ravnice (D4),
5. manj prepustni kraški ravniki; območja z debelejšimi sloji nesprijetih kamnin (D5),
6. manj prepustna hribovja (D6),
7. dolomitni kraški ravniki na nižji nadmorski višini; pobočja na nižji nadmorski višini (D7).

Na območju je prisotna precejšnja zakraselost in reliefna razgibanost, ki otežuje razmejitve med hribovitimi pobočji in ponekod zelo razgibanimi kraškimi ravniki. Na jugu je dolina Kolpe, ki s svojimi pobočji in ozkim dolinskim dnom tvori poseben tip.

Slika 8: V dinarskem svetu je večina površja zakraselega, v najbolj splošnem pogledu pa se razlikujejo obsežna kraška hribovja z malo vode ter kraška polja z osrednjim vodotokom in številnimi vrtačami.



Kratek opis tipov testnega območja v dinarskem svetu.

Območje: dinarski svet; oznaka tipa: 1; koda D1.

Na območju prevladujejo kraška polja, kjer se je ob prelomnih conah in zdrobljenih karbonatnih kamninah razvil osrednji vodotok (katerega ožje območje je sicer uvrščeno v tip D4), ki ga spremljajo nanosi gline in ilovice. Nekaj je tudi pritokov, ki pa so večinoma kratki. Posebej težko je določiti mejo med kraškim ravnikom (ki ga smatramo kot nekoliko dvignjen teren nad nivojem podzemne vode s tanjšim slojem nesprijetih sedimentov na površju) in poljem (ki ima več nesprijetih sedimentov na površju in leži bližje nivoju podzemnega pretakanja vode, saj je ob višjem vodostaju veliko vrtač zalitih z vodo). Ta tip je precej preobražen, saj je večinoma izkoriščen za poselitev ali

kmetijstvo. Povprečni naklon tipa je $4,8^\circ$, nadmorska višina pa 469 m, tip pa se pojavlja na 302 do 629 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 0,6. Povprečna temperatura v januarju je $-0,9^\circ\text{C}$, v juliju pa $18,3^\circ\text{C}$. Osončenost variira od 2505 do 4622 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,4. Gostota rečne mreže je 8 m/km^2 , reliefnih depresij pa 6,5 na km^2 .

Območje: dinarski svet; oznaka tipa: 2; koda D2.

Na območju prevladujejo kraška hribovja na (večinoma) apnencu in dolomitu, na katerih se je izoblikovalo kraško površje s številnimi vrtačami in jamami. Prsti so plitke in ne dopuščajo intenzivne kmetijske rabe, zato je večina območja pokritega z jelovo-bukovimi gozdovi. Povprečni naklon tipa je $14,6^\circ$, nadmorska višina pa 801 m, tip pa se pojavlja na 533 do 1286 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 1. Povprečna temperatura v januarju je $-1,3^\circ\text{C}$, v juliju pa $16,8^\circ\text{C}$. Osončenost zaradi razgibanosti reliefa, ki je večinoma usmerjen v dinarski smeri SZ–JV, variira od 1975 do 4619 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,8. Gostota rečne mreže je $11,3\text{ m/km}^2$, reliefnih depresij pa 3,7 na km^2 .

Območje: dinarski svet; oznaka tipa: 3; koda D3.

Na območju prevladujejo kraški ravniki s številnimi vrtačami in močno razgibanostjo površja. Večina tipa je zgrajenega iz apnenca. Povprečni naklon tipa je $10,1^\circ$, nadmorska višina pa 539 m, tip pa se pojavlja na 195 do 744 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 0,9. Povprečna temperatura v januarju je $-0,9^\circ\text{C}$, v juliju pa 18°C . Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 1884 do 4622 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,4. Gostota rečne mreže je 4 m/km^2 , reliefnih depresij pa 7,3 na km^2 .

Območje: dinarski svet; oznaka tipa: 4; koda D4.

Na območju neposredno ob vodotokih prevladujejo naplavne ravnice z glino in ilovico. Povprečni naklon tipa je $5,9^\circ$, nadmorska višina pa 497 m, tip pa se pojavlja na 453 do 698 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 1,1. Povprečna temperatura v januarju je $-0,9^\circ\text{C}$, v juliju pa 18°C . Osončenost variira od 2472 do 4583 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,7. Gostota rečne mreže je 8898 m/km^2 , kar je razumljivo, saj gre za ozka območja ob vodotokih. Reliefnih depresij je le 0,3 na km^2 in se pojavljajo na robu tipa, ki prehaja v kraško polje, kraški ravniki ali kakšen drug tip.

Območje: dinarski svet; oznaka tipa: 5; koda D5.

Na območju prevladujejo manj prepustni kraški ravniki, na katerih je sicer ponekod izoblikovano kraško površje, a je zanje značilen ponekod tudi debelejši sloj glin in ilovice. Zaradi tega je veliko površin spremenjenih v kmetijske. Povprečni naklon tipa je $4,3^\circ$, nadmorska višina pa 520 m, tip pa se pojavlja na 465 do 659 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 0,9. Povprečna temperatura v januarju je -1°C , v juliju pa $18,1^\circ\text{C}$. Osončenost variira od 3247 do 4463 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,4. Gostota rečne mreže je 163 m/km^2 , reliefnih depresij pa 4,9 na km^2 .

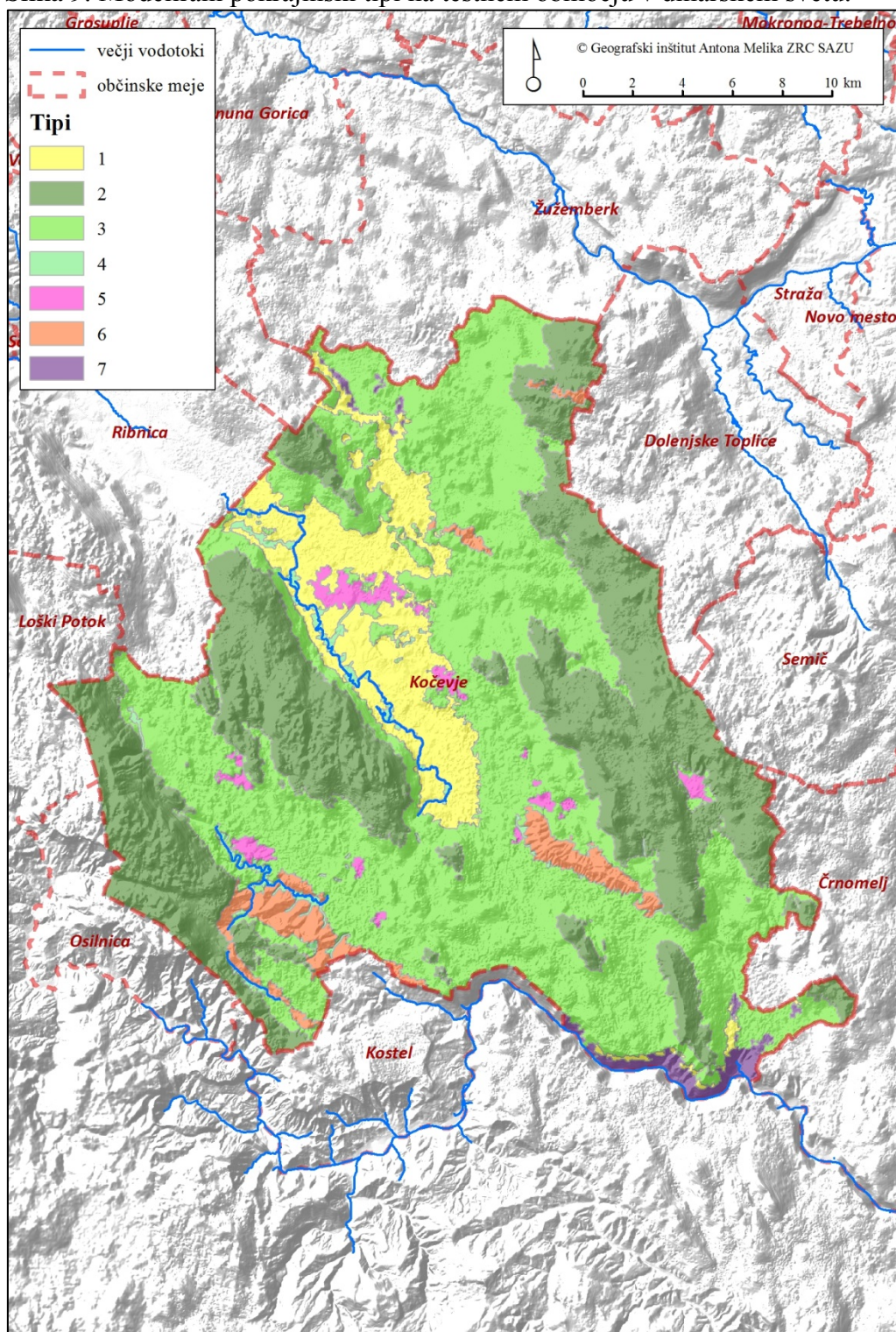
Območje: dinarski svet; oznaka tipa: 6; koda D6.

Na območju prevladujejo manj prepustna hribovja, na katerih je precej površinskih vodotokov (gostota rečne mreže je 1484 m/km^2) in v tem pogledu precej izstopajo od okoliškega razgibanega kraškega površja. Ta hribovja so večinoma zgrajena iz permokarbonskih kamnin (peščenjak, meljevec, glinavec ...). Območje tipa je večinoma poraslo z gozdom. Povprečni naklon tipa je $12,4^\circ$, nadmorska višina pa 579 m, tip pa se pojavlja na 435 do 902 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 3. Povprečna temperatura v januarju je $-0,9^\circ\text{C}$, v juliju pa $17,8^\circ\text{C}$. Osončenost variira od 1884 do 4617 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,9. Gostota reliefnih depresij je 3,2 na km^2 , ki pa se pojavljajo večinoma ob robovih na stiku s kraškim površjem.

Območje: dinarski svet; oznaka tipa: 7; koda D7.

Območje tega posebnega tipa je predvsem v Kolpski dolini, ki je samo na JV občine. Na območju prevladujejo zato karbonatna gozdna pobočja na nižji nadmorski višini ter manjši delež uravnav s prodnimi, peščenimi, meljastimi in glinenimi nanosi ob reki. Povprečni naklon tipa je $20,9^\circ$, nadmorska višina pa 318 m, tip pa se pojavlja (z nekaj manj primerno klasificiranimi segmenti) na 185 do 539 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 1. Povprečna temperatura v januarju je $-0,2^\circ\text{C}$, v juliju pa $19,1^\circ\text{C}$. Osončenost variira od 2906 do 4620 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,3. Gostota rečne mreže je 1078 m/km^2 , reliefnih depresij pa 1,3 na km^2 .

Slika 9: Modelirani pokrajinski tipi na testnem območju v dinarskem svetu.



3. 4. 4 Testno območje sredozemski svet (občina Hrpelje-Kozina)

Testno območje obsega občino Hrpelje-Kozina in pokriva 194,9 km². Za območje smo izvedli več poskusov modeliranja, na koncu pa smo izbrali model z oznako *Vzorec 1*, **Model 1. Možni pokrajinski tipi v sredozemskem svetu:**

1. dna (slepih) dolin z debelejšim slojem nesprijetih sedimentov (S1),

2. slemena hribovij v manj prepustnih kamninah (S2),
3. hribovja (predvsem pobočja) v manj prepustnih kamninah (S3),
4. manj razgibana zakrasela območja v karbonatnih kamninah (S4),
5. zakrasela hribovja v karbonatnih kamninah (S5).

Slika 10: Na testnem območju v sredozemskem svetu je ena izmed pomembnih razlik v pokrajini kamninska podlaga, saj se prepletajo manj prepustna flišna območja in bolj prepustne zakrasele karbonatne kamnine.



Kratek opis tipov testnega območja v sredozemskem svetu.

Območje: sredozemski svet; oznaka tipa: 1; koda S1.

Na območju prevladujejo dna (slepih) dolin z debelejšim slojem sedimentov glin in peska. Slepe doline so se izoblikovale zaradi vodotokov, ki pritečejo z manj prepustnih flišnih kamnin na kraško območje. Povprečni naklon tipa je $5,5^\circ$, nadmorska višina pa 508 m, tip pa se pojavlja na 390 do 592 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 1,1. Povprečna temperatura v januarju je $1,5^\circ\text{C}$, v juliju pa $18,9^\circ\text{C}$. Osončenost variira od 2846 do 4838 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,3. Gostota rečne mreže je 6782 m/km^2 , reliefnih depresij pa $0,4\text{ na km}^2$.

Območje: sredozemski svet; oznaka tipa: 2; koda S2.

Na območju prevladujejo slemena hribovij v manj prepustnih kamninah (fliš). Gre predvsem za slemena Brkinov. Povprečni naklon tipa je $13,2^\circ$, nadmorska višina pa 748 m, tip pa se pojavlja na 649 do 945 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 2,3. Povprečna temperatura v januarju je $0,9^\circ\text{C}$, v juliju pa 18°C . Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 2963 do 5174 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,5. Gostota rečne mreže je 659 m/km^2 , reliefnih depresij pa 0 na km^2 .

Območje: sredozemski svet; oznaka tipa: 3; koda S3.

Na območju prevladujejo hribovja, predvsem pobočja, v manj prepustnih kamninah (fliš). Povprečni naklon tipa je $15,8^\circ$, nadmorska višina pa 562 m, tip pa se pojavlja na 186 do 762 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 2,3. Povprečna temperatura v januarju je $1,6^\circ\text{C}$, v juliju pa 19°C . Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 2688 do 5296 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,5. Gostota rečne mreže je 2535 m/km^2 , reliefnih depresij pa 0,2 na km^2 .

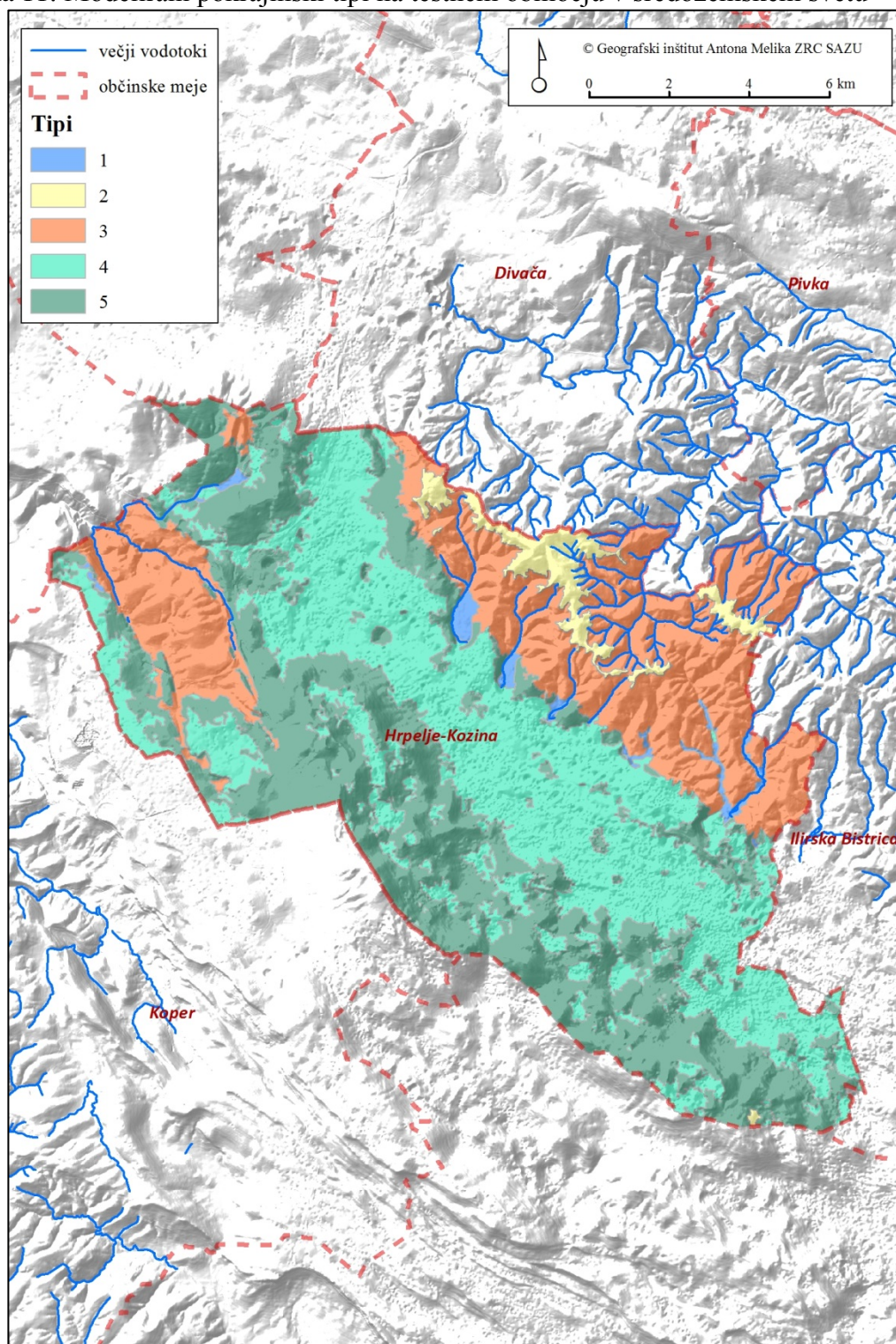
Območje: sredozemski svet; oznaka tipa: 4; koda S4.

Na območju prevladujejo manj razgibana kraška območja, na katerih se je izoblikovalo kraško površje s številnimi vrtačami, jamami in drugimi kraškimi pojavi. Povprečni naklon tipa je 7° , nadmorska višina pa 560 m, tip pa se pojavlja na 389 do 1055 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 0,8. Povprečna temperatura v januarju je $1,8^\circ\text{C}$, v juliju pa $19,1^\circ\text{C}$. Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 2848 do 5154 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,3. Gostota rečne mreže je 19 m/km^2 , reliefnih depresij pa 15,6 na km^2 .

Območje: sredozemski svet; oznaka tipa: 5; koda S5.

Na območju prevladujejo višja kraška hribovja iz apnenca in dolomita. Povprečni naklon tipa je $13,5^\circ$, nadmorska višina pa 646 m, tip pa se pojavlja na 356 do 1082 m nadmorske višine. Nevarnost plazov je na lestvicah kategorij treh zemljevidov plazovitosti (najvišja vrednost je 5; Zorn, Komac 2008) ocenjena v povprečju na 1. Povprečna temperatura v januarju je $1,4^\circ\text{C}$, v juliju pa $18,6^\circ\text{C}$. Osončenost zaradi razgibanosti reliefa variira od 2656 do 5161 MJ/m^2 , indeks mediteranskosti pa je 23,3. Gostota rečne mreže je $41,5\text{ m/km}^2$, pa še ta podatek je posledica predvsem nekaterih vodotokov, ki pridejo z neprepustnih kamnin, nato pa hitro poniknejo. Reliefnih depresij je 1,1 na km^2 .

Slika 11: Modelirani pokrajinski tipi na testnem območju v sredozemskem svetu



3. 5 Promocija metode in rezultatov na znanstvenih simpozijih

Projektno delo ter vmesni rezultati so bili predstavljeni na znanstvenih konferencah na temo geografije in pokrajinske ekologije (preglednica 9).

Preglednica 9: Seznam predavanj o projektu.

simpozij	datum	naslov predavanja	soavtorstvo
<i>EUROGEO Annual Conference</i>	17. 5. 2014	Landscape classification with GIS - imagination or powerful geographer's tool?	Perko, D., Hrvatin, M.
<i>Advances in spatial typologies: how to move from concepts to practice? IALE-Europe thematic workshop</i>	4. 7. 2014	Quantitative methods and landscape classification: Slovenian examples	Perko, D., Hrvatin, M.
<i>IGU Regional Conference</i>	22. 8. 2015	Determination of natural landscape types at local (municipality) level with machine learning and statistical methods	/
<i>17th International Symposium Landscape and landscape ecology</i>	27. 5. 2015	Analysis of landscape typologies of Slovenia	/
<i>Geobalcanica 2015</i>	5. 6. 2015	Determination of natural landscape types in different Slovenian municipalities	/
<i>Geobalcanica 2015</i>	5. 6. 2015	Slovenia as a European landscape hotspot	Perko, D.

3.6 Viri in druga priporočena literatura

- Acharya, T., Ray, A. K. 2005: Image processing. Principles and applications. Hoboken.
- Bailey, R. G. 1996: Ecosystem geography. New York.
- Breg Valjavec, M., Ciglič, R., Oštir, K., Ribeiro, D. 2015: Modelling of Habitat Types in Karst Landscape with High Resolution Satellite Imagery and Digital Terrain Model. Poster na konferenci The 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment.
- Bunce, R. G. H, Barr, C. J., Clarke, R. T., Howard, D. C., Lane, A. M. J. 1996: Land classification for strategic ecological survey. Journal of environmental management 47-1.
- Burrough, P. A., McDonnell, R. A., Lloyd, C. D. 2015: Principles of geographical information systems. Oxford.
- Campbell, J. B., 1996: Introduction to remote sensing. London.
- Ciglič, R. 2010: Subjektivnost pri metodi segmentacije. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010. Ljubljana.
- Ciglič, R. 2008: Sonaravne smernice za prostorski razvoj poselitve v občini Kočevje. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta. Ljubljana.
- Ciglič, R. 2013: Uporaba geografskih informacijskih sistemov za določanje naravnih pokrajinskih tipov Slovenije. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta. Ljubljana.
- Ciglič, R. 2014: Analiza naravnih pokrajinskih tipov Slovenije z GIS-om. Geografija Slovenije 28. Ljubljana.
- Ciglič, Hrvatin, M., Komac, B., Perko, D. 2012: Karst as a criterion for defining areas less suitable for agriculture. Acta geographica Slovenica 52-1.
- Čarni, A., Marinček, L., Seliškar, A., Zupančič, M., 2002. Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije (CD ROM). Ljubljana, ZRC SAZU.
- Digitalni model višin 12,5 m (podatkovni sloj). 2013. Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije.
- Draksler, A. 2014: Usmeritve za prostorsko načrtovanje v porečju Kokre. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta. Ljubljana.
- Eastman, J. R. 2012: IDRISI Selva Manual. Worcester.

- Fayyad, U. M., Irani, K. B. 1993: Multi-interval discretization of continuous-valued attributes for classification learning. Proceedings of the Thirteenth international joint conference on artificial intelligence 2. San Mateo.
- Foster, J., Barkus, E., Yavorsky, C. 2006: Understanding and using advanced statistics. London, Thousand Oaks, New Delhi.
- Fu, P. 2015: Getting to know Web GIS. Redlands.
- Gabrovec, M. 1996: Solar Radiation and the Diverse Relief of Slovenia. Sončno obsevanje v reliefno razgibani Sloveniji. Geografski zbornik 36 (z digitalni podatkovnim slojem).
- Geoportal ARSO (podatkovni sloji Agencije Republike Slovenije za okolje). URL: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (30. 10. 2013).
- Gostinčar, P. 2009: Geomorfološke značilnosti Kočevskega Roga in Kočevske Male gore. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta. Ljubljana.
- Idrisi Selva Help System 2015. URL: <http://www.clarklabs.org/support/IDRISI-Taiga-Help-System.cfm> (7. 5. 2015).
- Jamšek Rupnik, P. 2014: Geomorfološki dokazi za aktivno tektoniko v Ljubljanskem bazenu. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Ljubljana.
- Jež, J. 2011: Zgornjekredna sedimentacijska dinamika severnega obrobja Jadranske karbonatne platforme (zahodna Slovenija). Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta. Ljubljana.
- Jongman, R. H. G., Bunce, R. G. H., Metzger, M. J., Múcher, C. A., Howard, D. C., Mateus, V. L. 2006: Objectives and applications of a statistical environmental stratification of Europe. Landscape Ecology 21, 3.
- Karta odsekov ZGS s šifrantom (podatkovni sloj). 2008. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.
- Kastelec, D., Košmelj, K., 2008: Diskriminantna analiza in klasifikacija: osnove in primer. Acta agriculturae Slovenica 91, 1.
- Kastelec, D., Rakovec, J., Zakšek, K. 2007: Sončna energija v Sloveniji. Ljubljana.
- Kataster jam Jamarske zveze Slovenije. URL: <http://jamarska-zveza.si/index.php/strokovne-sluzbe/ss-kataster-jam> (10. 11. 2013).
- Kobetič, L., Jug, M., Lipušček, N., Mrak, N. 2008: Strokovne podlage za zasnovo krajine na območju občine Kočevje. Končno poročilo. Locus d.o.o. Domžale.
- Kolasa, J. 2014: Ecological boundaries: a derivative of ecological entities. Web ecology 14.
- Kolečka, J. 2014: Přírodní krajiny České republiky. Brno.
- Komac, M., Urbanc, J. 2012: Assessment of spatial properties of karst areas on a regional scale using GIS and statistics – the case of Slovenia. Journal of cave and karst studies 74, 3.
- Komac, M., Urbanc, J. 2013: Model stopnje zakraselosti za območje Slovenije. Ujma 27.
- Kononenko, I. 2005: Strojno učenje. Ljubljana.
- Košir, Ž., Zorn-Pogorelec, M., Kalan, J., Marinček, L., Smole, I., Čampa, L., Šolar, M., Anko, B., Accetto, M., Robič, D., Toman, V., Žgajnar, L., Torelli, N., Tavčar, I., Kutnar, L., Kralj, 2007: Gozdnovegetacijska karta Slovenije (CD ROM). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije.
- Krevs, M. 1998: Vpliv izbora prostorske enote na rezultate geografskih statističnih analiz. Geografski vestnik 70.
- Krevs, M. 2001: Statistična povezanost med neštevilskima spremenljivkama. Učno gradivo za predmet Kvantitativne metode 1. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo.
- Landsat 8. URL: <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php> (1. 6. 2015)
- Lang, S., Walz, U., Klug, H., Blaschke, T., Syrbe, R.-U. 2009: Landscape metrics – a toolbox for assessing past, present and future landscape structures. Geoinformation technologies for geocultural landscapes: European perspectives. Leiden.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., Chipman, J. W. 2008: Remote sensing and image interpretation. Hoboken.
- Lin, N., Noe, D., He, X. 2006: Tree-based methods and their applications. Springer handbook of engineering statistics. London.
- Litostratigrafska karta Slovenije (podatkovni sloj). 2007. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije (naročnik Agencija RS za okolje).
- Lokacije plazov. Arhiv Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje. Ljubljana.
- Lotufo, R. A., Audigier, R., Saúde, A. V., Machado, R. C. 2008: Morphological image processing. Microscope image processing, Burlington, San Diego, London.
- Loveland, T. R., Merchant, J. M. 2004: Ecoregions and ecoregionalization: geographical and ecological perspectives. Environmental Management 34-S1.

- Lovrenčak, F. 1976: Zgornja gozdna meja v Kamniških Alpah v geografski luči (v primerjavi s Snežnikom). Geografski zbornik 16, 1.
- McMahon, G., Wiken, E. B., Gauthier, D. A. 2004: Toward a scientifically rigorous basis for developing mapped ecological regions. *Environmental Management* 34, 1.
- McRoberts, R. E. 2012: Estimating forest attribute parameters for small areas using nearest neighbors techniques. *Forest ecology and management* 272.
- Meze, D. 1974: Porečje Kokre v pleistocenu. Geografski zbornik 14, 1.
- Mitchell, T. M. 1997: Lecture slides for textbook Machine learning. URL: <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs.cmu.edu/project/theo-20/www/mlbook/ch3.pdf> (3. 5. 2010).
- Múcher, C. A., Bunce, R. G. H., Jongman, R. H. G., Klijn, J. A., Koomen, A. J. M., Metzger, M. J., Wascher, D. M. 2003: Identification and Characterisation of Environments and Landscapes in Europe. Wageningen.
- Pedološka karta (podatkovni sloj). 2007. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. URL: <http://rkg.gov.si/GERK/> (13. 6. 2012).
- Perko, D. (ur.), Orožen Adamič, M. (ur.) 1998: Slovenija: pokrajine in ljudje. Ljubljana.
- Perko, D. 1992: Tipi pokrajin v porečju Kokre. Geografski zbornik 39, 2.
- Perko, D. 1998: The Regionalization of Slovenia. *Acta geographica/Geografski zbornik* 38.
- Perko, D. 2001: Analiza površja Slovenije s stometrijskim digitalnim modelom reliefa. Ljubljana.
- Perko, D. 2007: Morfometrija površja Slovenije. Ljubljana.
- Perko, D., Hrvatina, M., Ciglič, R. 2015: A methodology for natural landscape typification of Slovenia. *Acta geographica Slovenica* 55, 2.
- Pratt, W. K. 2007: Digital image processing. Los Altos.
- Prostorski informacijski sistem občin (PISO). URL: <http://www.geoprostor.net> (1. 10. 2013)
- Repe, B. 2010: Prepoznavanje osnovnih prsti slovenske klasifikacije. Dela 34.
- Richards, J., Jia, X. 2006: Remote sensing digital image analysis: an introduction. Berlin, Heidelberg.
- McCoy, R. M. 2005: Field methods in remote sensing. New York.
- Rogerson, P. A. 2006: Statistical methods for geography: a student guide. London, Thousand Oaks, New Delhi.
- Romportl, D., Chuman, T. 2007: Proposal method of landscape typology in the Czech Republic. *Journal of landscape ecology*, 0, 0.
- Runhaar, H. J., Udo de Haes, H. A. 1994: The use of site factors as classification characteristics for ecotopes. *Ecosystem Classification for Environmental Management*. Dordrecht.
- Sagadin, J. 2003: Statistične metode za pedagoge. Maribor.
- Stepišnik, U. 2011: Reliktne vršaji kontaktnega krasa. *E-GeograFF* 3. Ljubljana.
- Šifrer, M. 1974: Kvartarni razvoj Dravinjski gorici in bližnjega obrobja. Geografski zbornik 14.
- Šímová, P., Gdulová, K. 2012: Landscape indices behavior: A review of scale effects. *Applied geography* 34.
- Uemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R., Mander, Ü. 2009: Landscape metrics and indice san overview of their use in landscape research. *Living reviews in landscape research* 3.
- Veljanovski, T., Kanjir, U., Oštir, K. 2011: Objektno usmerjena analiza podatkov daljinskega zaznavanja. *Geodetski vestnik* 55, 4.
- Vodotoki. EIONET. URL: <http://nfp-si.eionet.europa.eu/Dokumenti/GIS/voda/> (2. 12. 2006).
- Witten, I. H., Frank, E. 2005: Data mining: practical machine learning tools and techniques. Amsterdam.
- Yohannes, Y., Webb, P. 1999: Classification and regression trees, CARTTM: A user manual for identifying indicators of vulnerability to famine and chronic food insecurity. Washington.
- Zakšek, K., Podobnikar, T., Oštir, K. 2005: Solar radiation modelling. *Computers & Geosciences* 31.
- Zemljevid tipov kamnin (podatkovni sloj z revizijo za nekatera projektna območja). 2014. Ljubljana. Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU.
- Zemljevidi povprečnih mesečnih in letnih temperatur in zemljevidi povprečnih mesečnih in letnih padavin 1971–2000 (podatkovni sloj). 2010. Ljubljana, Agencija RS za okolje.
- Zhou, Y., Narumalani, S., Waltman, W. J., Waltman, S. W., Palecki, M. A., 2003. A GIS based spatial pattern analysis model for eco-region mapping and characterization. *International journal of geographical information science* 17, 5.
- Zorn, M., Komac, B. 2008: Zemeljski plazovi v Sloveniji. *Georitem* 8. Ljubljana.
- Žlebnik, L. 1982: Hidrogeološke razmere na Dravskem polju. *Geologija* 25, 1.

4 SKLEP POROČILA

Pokrajinska klasifikacija se je tudi na lokalni ravni izkazala za zelo zahtevno opravilo, saj terja dobro podatkovno bazo, ustrezno metodo in pravilno interpretacijo rezultatov. V okviru projekta smo uspeli izdelati modelirane klasifikacije naravnih pokrajinskih tipov za različne slovenske občine iz različnih slovenskih makroregij. Izkazalo se je, da v podrobnostih vsaka terja svojstven poglobljen pristop, v splošnem pa lahko uporabimo na temelju tega projekta predlagan vrstni red postopkov za določanje naravnih pokrajinskih tipov. Obstoječa digitalna baza klasifikacij nam omogoča hitro posodobitev tipov (na primer nadaljnji popravki meja, pripis dodatnih naravno- in družbenogeografskih značilnosti), izris novih zemljevidov ter postavitev spletnih sistemov.

V prihodnje se lahko tovrstne metode uporabijo tudi za druge občine ali druga manjša območja, pomembno pa je, da zanje zagotovimo ustrezno digitalno podatkovno bazo.

Obstoječi naravni pokrajinski tipi so določeni z računalniškimi metodami, kar pomeni, da so sicer določeni objektivno, a zaradi napak v podatkih ne odražajo nujno stanja v naravi (zaradi tega ob koncu navajamo tudi spodnje opozorilo). Vsekakor je bila izražena pripravljenost za nadaljnje sodelovanje med podjetjem Realis d.o.o. in ZRC SAZU pri morebitnih posodobitvah testnih primerov ter promociji metode določanja naravnih pokrajinskih tipov z geografskimi informacijskimi sistemi tudi na novih območjih.

OPOZORILO

Določeni naravni pokrajinski tipi v okviru tega projekta so rezultat testiranja različnih kvantitativnih metod. Naravni pokrajinski tipi so zato zgolj informativne narave. Avtor poročila, ZRC SAZU in podjetje Realis informacijske tehnologije d.o.o. ne prevzemamo nobene odgovornosti pri njihovi uporabi.

5 PRILOGE

Priloga 1: Seznam datotek.

Preglednica: Seznam datotek tipizacij.

območje	občine	podatkovni sloj (format .shp)	zemljevid (format .jpg)
alpski svet	Cerklje na Gorenjskem, Šenčur, Preddvor	Alpski.shp	Alpski.jpg
sredozemski svet	Hrpelje-Kozina	Sredozemski.shp	Sredozemski.jpg
dinarski svet	Kočevje	Dinarski.shp	Dinarski.jpg
panonski svet	Kidričevo, Makole, Majšperk	Panonski.shp	Panonski.jpg

Preglednica: Seznam datotek s statističnimi podatki o naravnih elementih po posameznih pokrajinskih tipih.

območje	občine	vsebina	Ime datoteke
alpski svet, sredozemski svet, dinarski svet, panonski svet	Cerklje na Gorenjskem, Šenčur, Preddvor, Hrpelje-Kozina, Kočevje, Kidričevo, Makole, Majšperk	statistične značilnosti posameznih pokrajinskih tipov	statisticne_znacilnosti.xlsx
		deleži tipov kamnin po pokrajinskih tipih	kamnine.xlsx
		deleži tipov rastja po pokrajinskih tipih	vegetacija7.xlsx, vegetacija15.xlsx
		deleži tipov prsti po pokrajinskih tipih	prsti.xlsx

Datoteke hrani avtor poročila.