



BF

UNIVERZA V LJUBLJANI
Biotehniška fakulteta

Vasja Leban

Krajinsko-ekološke analize s programskim orodjem QGIS

Študijski priročnik za vaje pri predmetu Krajinska ekologija

Visokošolski učbenik

Ljubljana, 2026

Kolofon:

Naslov publikacije: Krajinsko-ekološke analize s programskim orodjem QGIS: študijski priročnik za vaje pri predmetu Krajinska ekologija: Visokošolski učbenik, ki se bo uporabljal kot predpisano študijsko gradivo, se izdaja na podlagi sklepa Komisije za založniško dejavnost Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani št. 4/2026 z dne 23.2.2026.

Avtor: dr. Vasja Leban

Recenzenti: doc. dr. Mojca Nastran, prof. dr. Janez Pirnat, prof. dr. Blaž Repe

Lektorica: Marjetka Šivic

Tehnični urednik: dr. Vasja Leban



To delo je ponujeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva – Deljenje pod enakimi pogoji 4.0 Mednarodna licenca.

Založila: Založba Univerze v Ljubljani

Za založbo: prof. dr. Gregor Majdič, rektor Univerze v Ljubljani

Izdala: Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani

Za izdajatelja: prof. dr. Marina Pintar, dekanja Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani

Prva e-izdaja

Ljubljana, marec 2026

Cena: Publikacija je brezplačna.

Publikacija je v digitalni obliki prosto dostopna na: <https://ebooks.uni-lj.si/>

DOI: 10.14720/9789612977771

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v
Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID 268307203

ISBN 978-961-297-777-1 (PDF)

Kazalo vsebine

Kazalo vsebine	IV
Kazalo slik.....	VIII
Kazalo preglednic	IX
Seznam okrajšav.....	X
1 Uvod	11
2 Osnove geoinformatike	13
2.1 O geografskih informacijskih sistemih.....	13
2.2 Na kratko o koordinatnih sistemih in projekcijah.....	13
2.3 Na splošno o prostorskih podatkovnih bazah	17
2.4 Pomen merila pri krajinsko-ekoloških analizah.....	19
2.5 Oblika zapisa prostorskih podatkovnih baz.....	21
2.6 Dostop do prostorskih podatkovnih baz in njihov prenos	23
3 Osnove programskega orodja QGIS	24
3.1 Namestitev programskega orodja QGIS.....	24
3.2 Osnovni pogled.....	29
3.2.1 Prilagajanje osnovnega pogleda	30
3.3 Ustvarjanje novega projekta	32
3.4 Osnovne nastavitve	33
3.4.1 Nastavitve projekcij	33
3.4.2 Nastavitve ravnanja ob nepravilnih geometrijah elementov.....	34
3.4.3 Določitev znanega koordinatnega sistema vektorski podatkovni bazi.....	35
3.5 Prebiranje prostorske podatkovne baze z lokalnega diska	36
3.6 Povezava s spletnimi storitvami.....	38
3.7 Poizvedovanje o elementih sloja ali vrednosti celic	39

3.8	Seznam slojev in opravila sloja	40
3.9	Izvoz vektorskih slojev, geopaketov ali posameznih elementov	41
3.10	Združevanje slojev v skupine	42
3.11	Vtičniki	43
3.12	QNarcIS	45
3.13	Povzetek in naloge	47
4	Krajinsko-ekološka analiza površja	48
4.1	Prenos podatkovnih baz laserskega skeniranja	48
4.2	Priprava rastrske podatkovne baze digitalni model višin (DMV)	49
4.3	Rastrska podatkovna baza analitičnega senčenja	52
4.4	Rastrska podatkovna baza naklonov	53
4.5	Rastrska podatkovna baza usmerjenosti pobočij glede na stran neba	54
4.6	Rastrska podatkovna baza razgibanosti površja	55
4.7	Reklasifikacija vrednosti celic rastrov	56
4.8	Spreminjanje zrnatosti rastrov	59
4.9	Lastnosti in oblikovanje rastrskih slojev	60
4.9.1	Prikaz zveznih vrednosti podatkov rastrskih slojev	62
4.9.2	Prikaz diskretnih vrednosti podatkov rastrskih slojev	64
4.9.3	Prikaz kategorij podatkov rastrskih slojev	65
4.10	Analiza krajinske zgradbe	66
4.10.1	Opisna statistika rastrskih celic z zveznimi vrednostmi	66
4.10.2	Izračun površine rastrskih celic s kategoričnimi vrednostmi	67
4.10.3	Območna statistika	68
4.10.4	Območni histogram	71
4.10.5	Analize s kalkulatorjem rastrov	72
4.11	Povzetek in naloge	75
5	Georeferenciranje, vektorizacija in spremembe krajin	76
5.1	Franciscejski kataster	76
5.2	Prenos in priprava lista Franciscejskega katastra	77

5.3	Georeferenciranje	80
5.4	Vektorizacija.....	85
5.4.1	Ustvarjanje novega vektorskega sloja	85
5.4.2	Dodajanje novih elementov na vektorski sloj	86
5.4.3	Napredna orodja vektorizacije	88
5.4.4	Zlivanje poligonov istega razreda	95
5.4.5	Upravljanje zgodovine.....	96
5.4.6	Obrezovanje poligonov.....	97
5.4.7	Ustvarjanje in urejanje atributov v atributivni preglednici.....	98
5.4.8	Povezovanje atributivnih preglednic	100
5.4.9	Dodajanje geometrijskih parametrov elementov	101
5.5	Izbira elementov sloja	103
5.5.1	Ročna izbira v glavnem oknu in v atributivni preglednici.....	103
5.5.2	Izbira po vrednosti atributov.....	105
5.5.3	Izbira po lokaciji in po oddaljenosti.....	107
5.6	Lastnosti in oblikovanje vektorskih slojev	109
5.6.1	Dodajanje oznak elementov.....	111
5.6.2	Prikaz podatkov z enakim slogom	112
5.6.3	Prikaz podatkov po vrednosti kategoričnega atributa.....	113
5.6.4	Prikaz podatkov z zveznimi vrednostmi	114
5.7	Analiza krajinskih sprememb.....	116
5.7.1	Analiza sprememb na podlagi prostorskega preseka slojev	116
5.7.2	Analiza sprememb krajine na regionalni ali mednarodni ravni	118
5.7.3	Opisna statistika atributa.....	121
5.7.4	Opisna statistika atributa z več razredi	122
5.8	Ustvarjanje vektorskega sloja točk iz tabelaričnih podatkovnih baz.....	124
5.9	Spreminjanje projekcij slojev	126
5.10	Povzetek in naloge	127
6	Krajinske metrike	128
6.1	Na splošno o krajinskih metrikah	128

6.2	Najpomembnejše krajinske metrike za kvantifikacijo sestave.....	130
6.2.1	Skupna površina razreda (Class area CA)	130
6.2.2	Razmerje površin razredov (Class area proportion CAP).....	131
6.2.3	Bogastvo zaplat (Patch richness PR)	132
6.2.4	Prevlada različnih rab tal v krajini (Dominance D).....	133
6.2.5	Indeks jedrnih con (Core area index CAI) in njeni derivati	135
6.3	Najpomembnejše krajinske metrike za kvantifikacijo razporeditve.....	140
6.3.1	Število in gostota zaplat (Patch number PN in Patch density PD).....	140
6.3.2	Povprečna velikost zaplat (Mean patch size AREA_MN)	141
6.3.3	Oblika zaplat (Patch shape SHAPE).....	142
6.4	Rasterizacija	143
6.5	Analiza krajinskih metrik z vtičnikom LeCOS.....	144
6.6	Povzetek in naloge	147
7	Priprava zemljevidov.....	148
7.1	Osnove kartografije	148
7.1.1	Osnovna priprava strani	150
7.1.2	Dodajanje grafičnega dela zemljevida	151
7.1.3	Dodajanje besedil	152
7.1.4	Dodajanje oznake za orientacijo.....	153
7.1.5	Dodajanje merila	154
7.1.6	Dodajanje legende	155
7.1.7	Dodajanje preostalih kartografskih elementov.....	156
7.1.8	Izvoz zemljevidov	161
7.2	3D-vizualizacija in 3D-zemljevid	162
7.3	Povzetek in naloge	166
8	Viri in dodatno gradivo	167

Kazalo slik

Slika 1: Grafična ponazoritev zemljepisne širine in zemljepisne dolžine.....	14
Slika 2: Predstavitev točke izhodišča na 3D objektu in projekcija v 2D ravnini.....	14
Slika 3: Vrste projekcij glede na vrsto in položaj pomožne projekcijske ploskve	16
Slika 4: Sedem primerov projekcij Zemlje: a) Merkatorjeva, b) Peirceova kvinkusna, c) Robinsonova, d) Sinu-Mollweide, e) Winkel Tripel, f) cilindrična ekvivalentna, g) Goodeova homolosinusna.....	16
Slika 5: Ponazoritev realnega sveta s prostorskimi sloji.....	17
Slika 6: Atributivna preglednica in njeni elementi.....	18
Slika 7: Spreminjanje zrnatosti rastra celic	19
Slika 8: Povezava med obsegom in zrnatostjo	20
Slika 9: Pogled v mapo na lokalnem disku z različnimi oblikami prostorskih podatkov	21
Slika 10: Uvodna stran portala www.qgis.org	24
Slika 11: Osnovno okno projekta QGIS z vidnim slojem rabe tal v letu 2025	31
Slika 12: Grafična predstavitev vertikalnega in horizontalnega kota pri senčenju	52
Slika 13: Okno za urejanje oblikovanja rastrskih slojev.....	61
Slika 14: Delovanje kalkulatorja rastrov na primeru množenja	72
Slika 15: Izsek centra Ljubljane s Franciscejskega katastra	76
Slika 16: Legenda vrste rabe zemljišč s Franciscejskega katastra	79
Slika 17: Grafični prikaz logičnih operatorjev AND in OR.....	106
Slika 18: Okno za urejanje oblikovanja vektorskih slojev.....	110
Slika 19: Primeri postavitve kartografskih elementov.....	148
Slika 20: Posnetek zaslona 3D-vizualizacije oblaka točk z vidno obrečno vegetacijo	163

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Primeri izrazov pri izbiri elementov, njihov pomen in rezultat primera	105
Preglednica 2: Opisna statistika površin glede na rabo tal v letih 1825 in 2025	123

Seznam okrajšav

ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje
CAS – ciklično aero snemanje
CLC – Corine Land Cover
CLS – ciklično lidar snemanje
CORINE – COoRdination of INformation on the Environment
DOF – digitalni ortofoto posnetek
ESA – European Space Agency
ESRI – Environmental Systems Research Institute
EU – Evropska unija
GCS – Geographic Coordinate System
GIS – geografski informacijski sistemi
GKOT – georeferenciran in klasificiran oblak točk
GNSS – Global Navigation Satellite System
GURS – Geodetska uprava Republike Slovenije
LiDAR – Light Detection and Ranging
LTR – Long Term Release
MKGP – Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
MNVP – Ministrstvo za naravne vire in prostor
OSM – Open Street Maps
OTR – oblak točk reliefa
PCS – Projected Coordinate System
QGIS – Quantum Geographic Information System
WFS – Web Feature Service
WMS – Web Map Service
WMTS – Web Map Tile Service
ZGS – Zavod za gozdove Slovenije
ZRSVN – Zavod Republike Slovenije za varstvo narave

1 Uvod

Prostorske analize so sestavni del vseh panog in disciplin, ki zadevajo realni svet, naravo in prostor na splošno. Pri tem imajo pomembno vlogo sodobne GIS-tehnologije in pristopi. V zdajšnji informacijski dobi so velike potrebe po aplikativnih znanjih s področja geoinformatike. Znanja in veščine rabe orodij GIS so iskane doma in v svetu. Vedno več podatkov in velikih podatkovnih baz je prosto dostopnih, »odprtih«, s čimer se polje uporabe neznansko razširi ne zgolj po številu potencialnih uporabnikov, ampak tudi v asortimaju potencialnih vsebin in raziskovalnih vprašanj. Poleg specializirane (prosto dostopne) programske opreme se lahko srečamo s številno, širše uporabno programsko opremo, ki zadovolji še tako zahtevnega uporabnika.

Pričujoči učbenik je namenjen predvsem študentom gozdarstva, krajinske arhitekture in sorodnih študijskih smeri kot študijski pripomoček pri laboratorijskih vajah. Pri vsebinah je poseben poudarek namenjen analizam krajinsko-ekoloških značilnosti izbranega območja. Navedeni so primeri rabe orodij GIS in prostorskih podatkovnih baz za analizo krajinske zgradbe ter sprememb za georeferenciranje in vektorizacijo (digitalizacijo) ter za uporabo specifičnih funkcionalnosti orodij GIS za različne obdelave in analize prostorskih podatkovnih baz. Pri tem temeljimo na vsebini najpomembnejšega dela s področja krajinske ekologije v slovenskem jeziku, in sicer knjige *Krajinska ekologija*, avtorja prof. dr. Janeza Pirnata (Pirnata, 2024).

Učbenik je tehnično zasnovan kot slikovni priročnik z opisi najpomembnejših funkcionalnosti, orodij in ukazov v programskem orodju GIS – QGIS. Učenje programskega orodja QGIS temelji na zasledovanju učnih ali raziskovalnih ciljev pri predmetu *Krajinska ekologija*. Uporabnost opisanih funkcij programskega orodja QGIS pa presega okvir predmeta in jih moremo uporabiti za analizo raznih drugih podatkovnih baz. Opisane funkcije so predstavljene na prosto dostopnih in ustvarjenih podatkovnih bazah iz let 1825 in 2025. Pomembnejše slike – posnetki zaslonov – so oštevilčene, pri navodilih pa so z rdečim krogom označena polja za vpis ali gumbi za klik, s številkami pa zaporedje.

Struktura priročnika je naslednja: v **drugem poglavju**, ki sledi Uvodu, so navedene najpomembnejše osnove s področja geoinformatike. Prikazane so razlike med različnimi vrstami podatkov, končnicami datotek, načini dostopa in prenosa podatkovnih baz na osebne računalnike. Seznanimo se z dostopi do različnih prostorskih (npr. rastrskih, vektorskih) in atributivnih podatkovnih baz, ki so prosto dostopne na spletnih straneh (npr. pregledovalnik ZGS, GURS, MKGP), portalih (npr. QNarcis) ter dostopom do spletnih storitev (npr. WMS, WFS, WMTS).

V **tretjem poglavju** spoznamo programsko orodje **QGIS**. Sledi opis postopka namestitve programskega orodja QGIS na osebne računalnike znotraj operacijskega sistema Windows 10/11. Poglavje se nadaljuje s prikazom postopkov branja prostorskih podatkovnih baz v programsko orodje QGIS, pregledom lastnosti slojev, namestitve vtičnikov in najpogosteje uporabljenih funkcionalnosti za delo s programom.

V **četrtm poglavju** spoznamo glavne postopke za analizo površja in osnovne tehnike kvantitativnega opisovanja (rastrskih) podatkov v podatkovnih bazah. Osnovni vsebinski

poudarek tega poglavja je namenjen analizi površja in **zgradbe krajin**. Opisani so prenos in obdelava oblakov točk, ustvarjanje digitalnega modela višin (DMV) ter štiri pomembne rastrske podatkovne baze, ki opisujejo površje. Sledi prikaz osnov analize podatkovnih baz in oblikovanja rastrskih slojev.

V **petem poglavju** spoznamo postopke georeferenciranja in vektoriziranja georeferenciranih rastrskih slojev. Osnovna ideja, ki nas bo vodila skozi poglavje, je ugotavljanje **spremenbe krajin**. Seznanili se bomo z analizami vektorskih podatkovnih baz, povezovanjem z relacijskimi preglednicami, izbirami elementov, delom z vektorskimi podatkovnimi bazami in oblikovanjem vektorskih slojev.

Šesto poglavje je namenjeno predstavitvi **krajinskih metrik** in postopkov izračunavanja slednjih s programskim orodjem QGIS. Predstavljeni so: najpomembnejše krajinske metrike za kvantifikacijo sestave in porazdelitve, postopek rasterizacije in vektorizacije ter analiza rastrskih podatkovnih baz z vtičnikom LeCOS.

Sklepno **sedmo poglavje** je namenjeno osnovam **kartografije** in izdelave zemljevidov od pregleda do priprave za tisk ali objavo na spletu.

Sestavni del tega priročnika so prostorske podatkovne baze za delo, ki so dostopne na Repozitoriju Univerze v Ljubljani: <http://hdl.handle.net/20.500.12556/RUL-171097>. Tako lahko študent/ka natančno sledi in uporabi večino rezultatov, predstavljenih v priročniku. Prostorske podatkovne baze so pripravljene za delo v poglavjih 3, 4, 5, 6 in 7. Vsako od poglavji se konča s kratkim povzetkom vsebine in nalogami ter vprašanji za utrjevanje snovi.

Projekt krajinsko-ekološke analize izbranega območja, ki je vsebina laboratorijskih vaj pri predmetu Krajinska ekologija na dodiplomskem študiju gozdarstva in krajinske arhitekture, je zamišljen kot vzporedno učenje programskega orodja QGIS in neposredna aplikacija na krajinsko-ekološke vsebine. Ker je veliko konceptov in tehnik GIS povezanih med seboj, se ne moremo izogniti podajanju osnov GIS in geoinformatike. Razumevanje osnovnih konceptov bo koristno tudi pri ugotavljanju novih možnosti raziskovanja in na drugih področjih (npr. kmetijstvo, varstvo narave). Želim si, da bi pričujoče gradivo navdihovalo bralce za uporabo GIS v vsakdanjem življenju, jih opolnomočilo za delo v praksi ter jih spodbudilo za izrabo lastnega potenciala znanja in veščin.

Učbenik ne bi postal to, kar je, brez natančnega pregleda recenzentov in strokovnega dela lektorice. Predvsem se zahvaljujem prof. dr. Janezu Pirnatu za smiselne strukturne in vsebinske predloge, prof. dr. Blažu Repetu za konstruktivne tehnične komentarje in terminološko usklajevanje ter doc. dr. Mojci Nastran za temeljit pregled in praktične nasvete. Za pomoč pri objavi učbenika se zahvaljujem tudi Akiju Novakoviću.

Petri se posebno zahvaljujem za spodbudo, podporo in potrpežljivost tekom pisanja učbenika. Hvala!

2 Osnove geoinformatike

2.1 O geografskih informacijskih sistemih

Geoinformatika (angl. geoinformatics) je tehniška disciplina, ki proučuje zapletena raziskovalna vprašanja z uporabo napredne informacijske tehnologije in integriranih analiz (Keller in Baru, 2011). V osnovi uporablja tehnologije za pridobivanje, obdelavo, analizo in vizualizacijo prostorskih podatkovnih baz. Med pomembnimi tehnologijami so geografski informacijski sistemi (GIS). GIS so računalniško podprti informacijski sistemi za zajem, shranjevanje, urejanje, analizo, upravljanje, povezovanje, predstavitev in prikaz geografskih podatkov (portal <http://www.fran.si/> in urbanistični terminološki slovar). GIS so tehnologija za delo s prostorskimi podatkovnimi bazami (Farina, 2006: 348), ki jo sestavljajo (prirejeno po Juvančič, 2000: 281):

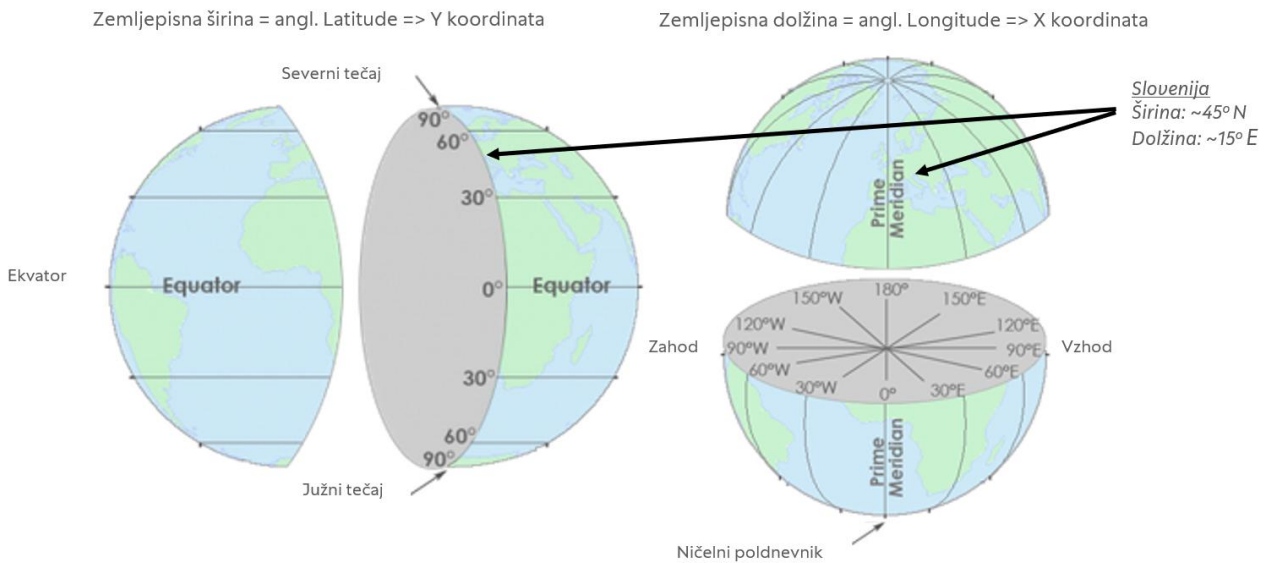
- **strojna oprema** (npr. naprave GNSS, računalniki, skenerji, droni, tiskalniki),
- **programska oprema** (npr. QGIS, QField, LocusMap, ArcGIS Pro, MapInfo, TerrSet),
- **sistem uporabniških aplikacij** (za omogočanje večnamenske uporabe),
- **grafični sloji in podatkovne baze** (grafične prostorske podatke in podatkovne baze),
- **uporabniki sistema** (npr. upravitelji, končni uporabniki, vzdrževalci baz),
- **metodologije in postopki** (npr. za urejanje podatkov in izvedbo analiz, modeliranje).

GIS omogoča zajemanje in vzdrževanje prostorskih podatkov, povezovanje grafičnih podatkovnih baz in atributivnih podatkovnih baz, upravljanje podatkovnih baz, izvajanje prostorskih analiz in modeliranja ter prikazovanje prostorskih podatkovnih baz (npr. zemljevidi, interaktivne karte). GIS so široko razširjena in uporabljena tehnologija, s katero lahko upravljamo s prostorskimi podatkovnimi bazami in izvajamo analize, modeliranje, načrtovanje in druge postopke na področjih varstva narave, gozdarstva, krajinske arhitekture, geografije, urbanizma, družbenih vedah in drugje. V krajinski ekologiji so GIS osnovna tehnologija in orodje za kvantitativno analizo prostorskih podatkovnih baz (glej tudi Farina, 2006: 348).

2.2 Na kratko o koordinatnih sistemih in projekcijah

Prostorske podatkovne baze in podatki so relativne geografske informacije o določeni lokaciji na Zemlji, ki je realni tridimenzionalni (3D) objekt. Za določanje položaja katerekoli točke na tem objektu potrebujemo poseben pripomoček, imenovan *geografski koordinatni sistem* (angl. Geographic Coordinate System s kratico GCS). GCS si lahko predstavljamo kot abstraktno mrežo, vpeto na površje Zemlje, in iz katere lahko odčitamo koordinato poljubne lokacije. Koordinate so opredeljene s koordinatami, ki so opredeljene s koti in sporočajo zemljepisno širino (angl. latitude) in zemljepisno dolžino (angl. longitude). Enota, ki jo pri tem uporabljajo, so stopinje (angl. degrees). Slika 1 ponazarja koncepta zemljepisne širine in dolžine. Poljubno lokacijo na Zemlji lahko tako opredelimo z dvema številcama, ki odražata:

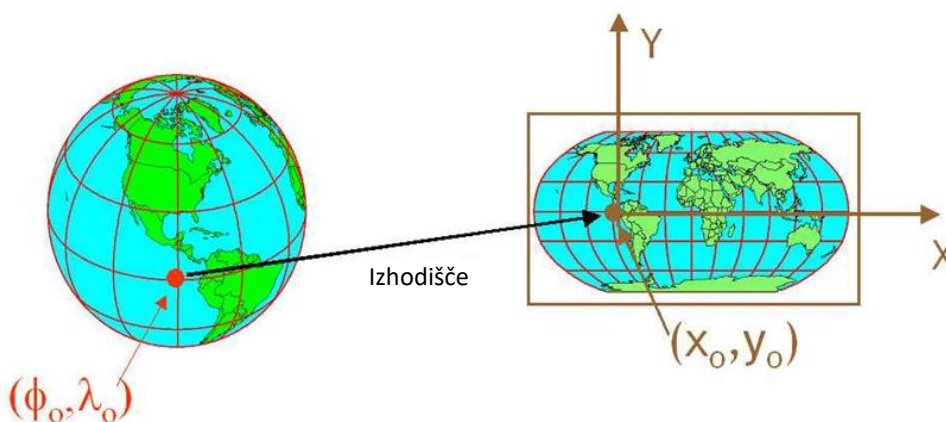
- kot od ekvatorja vzporedno z ničelnim poldnevnikom (meridianom) za 90 stopinj proti severnemu tečaju ali 90 stopinj proti južnemu (tj. zemljepisna širina),
- kot od ničelnega poldnevnika vzporedno na ekvator za 180 stopinj v smeri vzhoda ali 180 stopinj v smeri zahoda (tj. zemljepisna dolžina).



Slika 1: Grafična ponazoritev zemljepisne širine in zemljepisne dolžine (prirejeno po GISGeography, 2017)

GCS v takšni in drugačni obliki uporabljajo vse naprave z navigacijskimi sistemi, tj. sateliti, brezpilotni letalniki, letala, ladje, ročne ure, telefoni, GNSS-sprejemniki. Za praktično rabo, obdelavo in analizo pa so podatki v taki obliki delno uporabni in jih želimo prikazati na enostavni ravnini (ploskvi), raje kot na globusu. Zato jih spremenimo v človeku razumljivejši, preprostejši in širše uporaben *projiciran koordinatni sistem* (angl. Projected Coordinate System, s kratico PCS). Osnovna ideja je prestaviti 3D objekt iz realnosti (tj. površje Zemlje) na dvodimenzionalni (2D) ravnini (npr. list papirja, slikarsko platno, računalniški zaslon). Projekcija je ponazoritev Zemljine površine na 2D ravnini (npr. karti ali zemljevidu). Preslikavo iz 3D objekta na 2D ravnino opravimo na osnovi matematičnih zakonov (Juvančič, 2000: 229).

Ker pa krivih ploskev kateregakoli 3D objekta ne moremo razviti v ravnino brez popačenja, ima vsaka projekcija (in s tem tudi PCS) bodisi popačeno obliko ali popačeno površino/dolžino. Zaradi tega dejstva so nastale različne projekcije, ki primarno služijo različnim namenom in so primerne za različne obsege prikazanih podatkov.



Slika 2: Predstavitev točke izhodišča na 3D objektu in projekcija v 2D ravnini (vir: Coordinate ..., 2017)

Slika 2 prikazuje proces preslikave izbrane točke iz GCS (tj. koordinatna mreža na Zemljinem površju) v PCS na ravnini. V tem primeru točka predstavlja izhodišče. Pri tem procesu preslikave dejansko ustvarimo nov koordinatni sistem na ravnini, kjer zemljepisna širina postane nova koordinata Y, zemljepisna dolžina pa nova koordinata X. Po navadi se v procesu spremeni tudi enota, npr. iz stopinj v metre. Projekcije glede na vrsto deformacije delimo v tri skupine (Juvančič, 2000: 229):

- **konformne**: ohrani se podobnost poligonov, popači pa njihova površina (npr. *Mercatorjeva pokončna valjna*, *Gauss-Krügerjeva prečna valjna*),
- **ekvivalentne**: ohrani se razmerje površin, popači pa podobnost poligonov (npr. *Lambertova prečna valjna*, *Sinu-Mollweideva psevdovaljna*),
- **ekvidistančne**: ohrani se razmerje dolžin zgolj v eni smeri (npr. *Gott-Goldberg-Vanderbeiova azimutna*, *Aitoffova psevdoazimutna*).

Način preslikave določa videz objektov na ravnini, pri čemer velja omeniti še delitvi projekcij, ki vplivata na videz. Prva je delitev projekcij glede na vrsto pomožne projekcijske ploskve (Juvančič, 2000: 230):

- **azimutne** ali ravninske (angl. azimuthal): Zemljo projiciramo neposredno na izbrano ravnino po zakonih linearne transformacije,
- **stožčne** ali konusne (angl. conic): projekcijska ploskva je plašč stožca,
- **valjne** ali cilindrične (angl. cylindrical): projekcijska ploskva je plašč valja,
- **poli-** in **psevdo**projekcija modificirane variante projekcij.

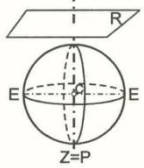
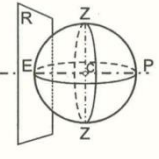
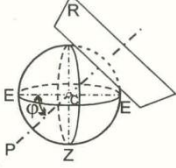
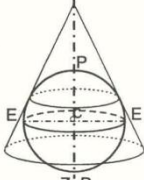
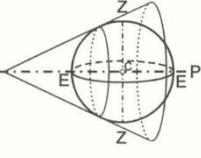
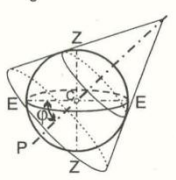
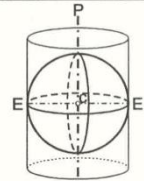
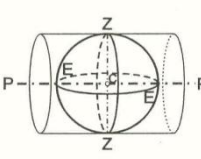
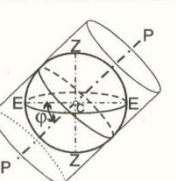
Tretja pomembna delitev je še delitev projekcij glede na položaj projekcijske ploskve in zemeljske osi (Juvančič, 2000: 231):

- **pokončne** ali polarne (angl. polar): os stožca ali valja je na rotacijski osi Zemlje,
- **prečne** ali ekvatorialne (angl. transverse): os stožca ali valja je v ravnini ekvatorja, pri azimutnih projekcijah pa je pravokotna na ravnino ekvatorja,
- **poševne** ali horizontalne (angl. oblique): projekcijska plošča leži poljubno glede na rotacijsko os Zemlje.

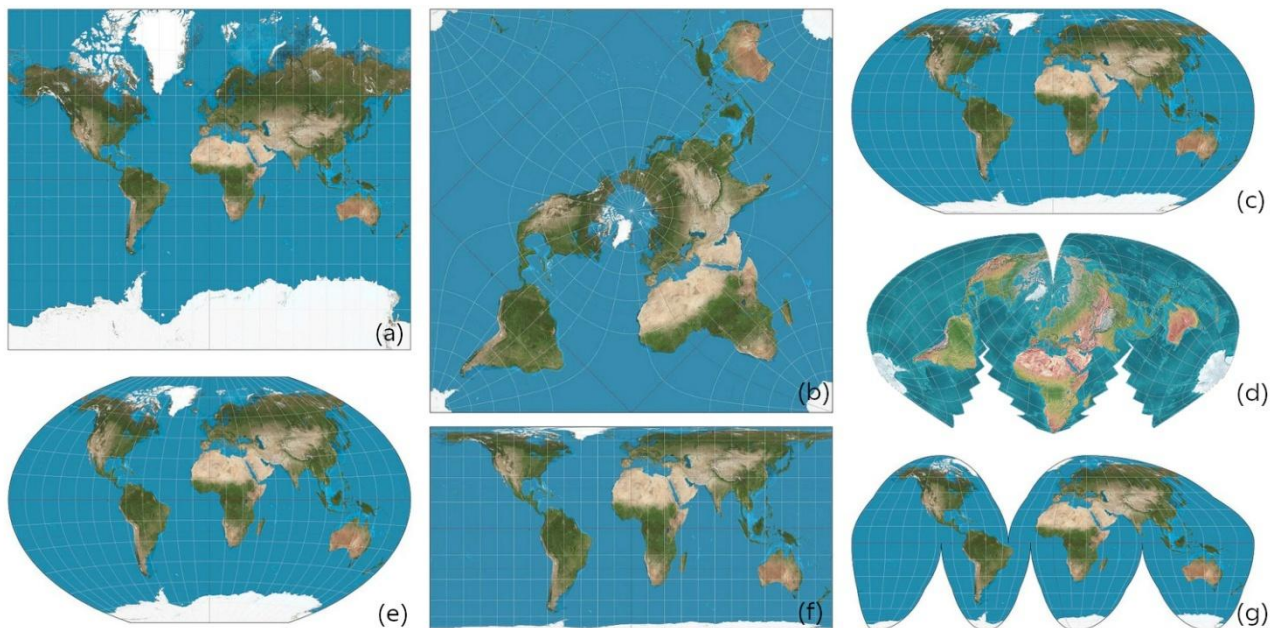
Slika 3 grafično predstavlja vseh devet glavnih kombinacij projekcij glede na tri vrste projekcijske ploskve in glede na tri položaje projekcijske ploskve in zemeljske osi.

Slika 4 pa predstavlja sedem različnih projekcij Zemlje; lahko opazimo, da je pri vsaki projekciji bodisi popačena velikost držav, oblika ali pa položaj. Tako so pri Merkatorjevi projekciji (a) popačene velikosti držav, pri cilindrični ekvivalentni (f) pa oblike držav.

V Sloveniji je uradna veljavna projekcija imenovana **D96/TM** in temelji na prečni Merkatorjevi projekciji (D kot oznaka za geodetski datum, TM kot oznaka za Transverse Mercator), ki je tudi evropski koordinatni sistem (Transformacija ..., 2018). Včasih se srečamo še s starejšo projekcijo, imenovano **D48/GK**. Matematična preslikava (tj. funkcije) je identična projekciji D96/TM; razlika je v drugem referenčnem elipsoidu (tj. matematična podoba oblike Zemlje) in geodetskem datumu (tj. model z nizom parametrov za opredelitev oblike in usmerjenosti koordinatnega sistema glede na podobo Zemlje).

PROJEKCIJE	POKONČNE $Z = P; \varphi = 90^\circ$	PREČNE $Z \perp P; \varphi = 0^\circ$	POŠEVNE $0^\circ < \varphi < 90^\circ$
AZIMUTNE	 P - glavni projekcijski žarek		
STOŽČNE	 P - os stožca		
VALJNE	 P - os valja		
	R - projekcijska ravnina P - glavni projekcijski žarek oziroma os stožca ali valja E - ekvatorialna ravnina	C - središče Zemlje Z - zemeljska os φ - kot med ekvatorialno ravnino in glavnim projekcijskim žarkom	

Slika 3: Vrste projekcij glede na vrsto in položaj pomožne projekcijske ploskve (Vir: Juvančič, 2000: 231)



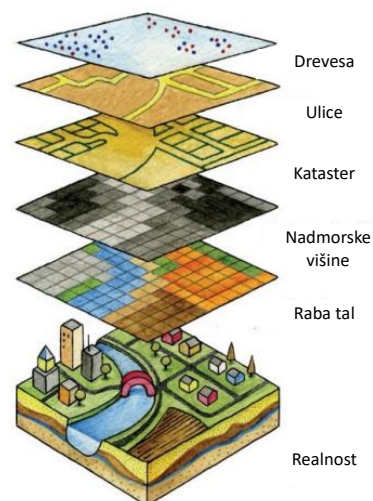
Slika 4: Sedem primerov projekcij Zemlje: a) Merkatorjeva, b) Peirceova kvinkusna, c) Robinsonova, d) Sinu-Mollweide, e) Winkel Tripel, f) cilindrična ekvivalentna, g) Goodeova homolosinusna (vir: Top 10 World Map Projections, 2019)

2.3 Na splošno o prostorskih podatkovnih bazah

Prostorske podatkovne baze so z geografskimi lokacijami povezane baze podatkov in so v digitalni obliki podane z **opisnim** (imenovan tudi atributivni ali tabelarični) in **grafičnim** delom. Grafično prostorske podatke najpogosteje predstavimo glede na vrsto zapisa, in sicer kot **vektorske podatkovne baze točk** (npr. lokacija dreves), **linij** (npr. os vodotoka) in **poligonov** (npr. meja rabe tal) ali **rastrske podatkovne baze** območij (npr. digitalni model višin).

Digitalne grafične prostorske podatkovne baze so predstavitev realnosti, so neke vrste modeli za prikaz danih geografskih značilnosti, pojavov, predmetov nekega območja na Zemljinem površju. V zadnjih letih se uporabljajo tudi za ponazoritev značilnosti pod površjem, pod morsko gladino ali znotraj objektov, kot so npr. stavbe.

Slika 5 prikazuje primere grafičnih prostorskih podatkovnih baz rabe tal, nadmorskih višin, katastra parcel, ulic in dreves. Vsak *sloj* predstavlja eno značilnost, ki jo najdemo v realnosti. Najpogosteje so sloji nič-, eno- ali dvodimenzionalne ponazoritve realnosti in zato predstavljeni v 2D koordinatnem sistemu, ki je v osnovi idealizirana ravnina, na kateri je vsak element sloja (tj. točka, linija, poligon) ali celica, opredeljena s koordinatami.

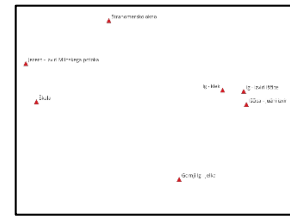


Slika 5: Ponazoritev realnega sveta s prostorskimi sloji (prirejeno po Multiple ..., b. l.)

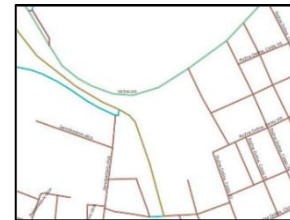
Opisni deli prostorskih podatkovnih baz opisujejo lastnosti elementov, ki jih najdemo na posameznem grafičnem delu podatkovne baze. Pri tem v osnovi razlikujemo **celice** (imenovane tudi piksli, v angl. pixels) rastrskih podatkovnih baz, ki po navadi prekrivajo večje območje in so nosilke enega samega podatka (številске vrednosti). Tako posamezna celica rastrske podatkovne baze nadmorskih višin nosi npr. en podatek (vrednost) o nadmorski višini predela na območju celice, celica rastrske podatkovne baze rabe tal pa (številsko) vrednost o vrsti rabe tal na območju celice. Znotraj ene rastrske podatkovne baze je velikost celice vedno enaka. Med različnimi rastrskimi podatkovnimi bazami pa je velikost celice lahko poljubno velika, zato se na območju ene celice pojavlja več dejanskih nadmorskih višin (tj., ko je relief zelo razgiban). To pomeni, da so vrednosti nadmorskih višin na območju posamezne celice posplošene (tj. neke vrste povprečje) in zato le približek realnosti. Večja je velikost posamezne celice, manj natančen je podatek o dejanski nadmorski višini na območju celice in obratno: manjša je velikost celice, natančnejši je ta podatek.

Druga vrsta prostorskih podatkovnih baz so vektorske podatkovne baze, ki najpogosteje opisujejo prostorske objekte z uporabo t.i. **elementov** ali **objektov**, in sicer točk, linij in poligonov. Elementi so v osnovi matematični objekti, predstavljeni kot vozlišča (angl. vertex) na danem koordinatnem sistemu. Ko se dve vozlišči povežeta z daljico, nastane linija. Pri poligonih sta začetno in končno vozlišče isti, z daljicami pa so povezana tri ali več vozlišča.

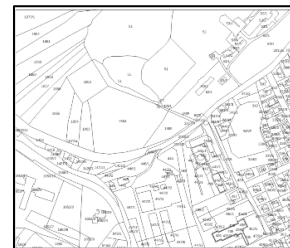
S **točkami** predstavljamo natančno lokacijo na površju Zemlje s koordinatami. Matematično gledano so točke *ničdimenzionalni objekti*, saj ne zajemajo prostora, ampak zgolj določajo specifično lokacijo. Primeri točk so lokacije medvedjih brlogov, lokacije vodnih izvirov, lokacije dreves, lokacije divjih odlagališč itn.



Z **linijami** predstavljamo linijske objekte, ki imajo poleg znane koordinate tudi usmerjenost. Matematično so to *enodimenzionalni objekti*, ker imajo dolžino (npr. v metrih). Linije nimajo širine ali površine, zato se pogosto uporabljajo za predstavitev središčne osi poteka linijskih koridorjev ali objektov, kot so vodotoki, ceste, železnice, električne napeljave.



S **poligoni** predstavljamo zaokrožena območja znotraj določene meje. V vektorski podatkovni bazi si sosednji poligoni pogosto delijo skupno mejo, kar bi v naravi ponazarjalo oster prehod med dvema pojavoma. Matematično so poligoni *dvodimenzionalni objekti*, ker imajo širino in dolžino, na podlagi katerih lahko izračunamo površino (npr. v kvadratnih metrih) in obseg (npr. v kilometrih). Primeri poligonov so območja Natura 2000, zemljiške parcele, meje mest, občin, držav in jezera.



Pomembna značilnost vektorskih podatkovnih baz je, da imajo lahko bogat opisni del, ki je najpogosteje predstavljen v obliki atributivne preglednice. Slika 6 ponazarja zgradbo atributivne preglednice. Vsaka vrstica v atributivni preglednici praviloma predstavlja en element vektorske podatkovne baze (tj. točka, linija, poligon). V primeru, da ena vrstica v atributivni preglednici predstavlja dva ali več elementov podatkovne baze, govorimo o večkratnih elementih (angl. multi-features). Stolpci atributivne preglednice so **atributi** ali spremenljivke (angl. fields) in jih je v atributivni preglednici lahko poljubno število. V mreži celic pa so vrednosti atributa za posamezen element. Za razliko od rastrskih podatkovnih baz je torej posamezni element vektorske podatkovne baze nosilec več atributov z različnimi vrednostmi. Tako ima točkovna vektorska podatkovna baza dreves attribute, kot so npr. vrsta drevesa, prsni premer, višina, osutost krošnje, zdravstveno stanje. Linijska vektorska podatkovna baza vodotokov ima attribute, kot so npr. naziv, izvor vodotoka, širina struge, vrsta, dolžina, poligonska podatkovna baza gozdnih sestojev pa ima attribute, kot so npr. šifra, razvojna faza, površina, zasnova, negovanost.

Atributi (stolpci)

OBJEKTID	IME	TIPTV_ID	TIPTV_IM	IZVOR_ID	IZVOR_IM	SIRINA_ID	SIRINA_IM
7827	256918 Horjušoca	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7828	256920 Horjušoca	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7829	257956 Horjušoca	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7830	306868 Idrija	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7831	306618 Lepenca	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7832	309438 Hostenja	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7833	305914 Soča	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7834	299791 Močnik	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7835	385976 Rečica	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7836	376561 Grušoveljska struga	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7837	376355 Grušoveljska struga	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7838	374547 Ljubnica	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7839	368409 Mtrščnica	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7840	422019 Boben	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7841	422026 Boben	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m
7842	422063 Boben	1	struga vodnega toka	1	naravno	4	5 do 10 m

Vrednost atributa za dani element

Elementi

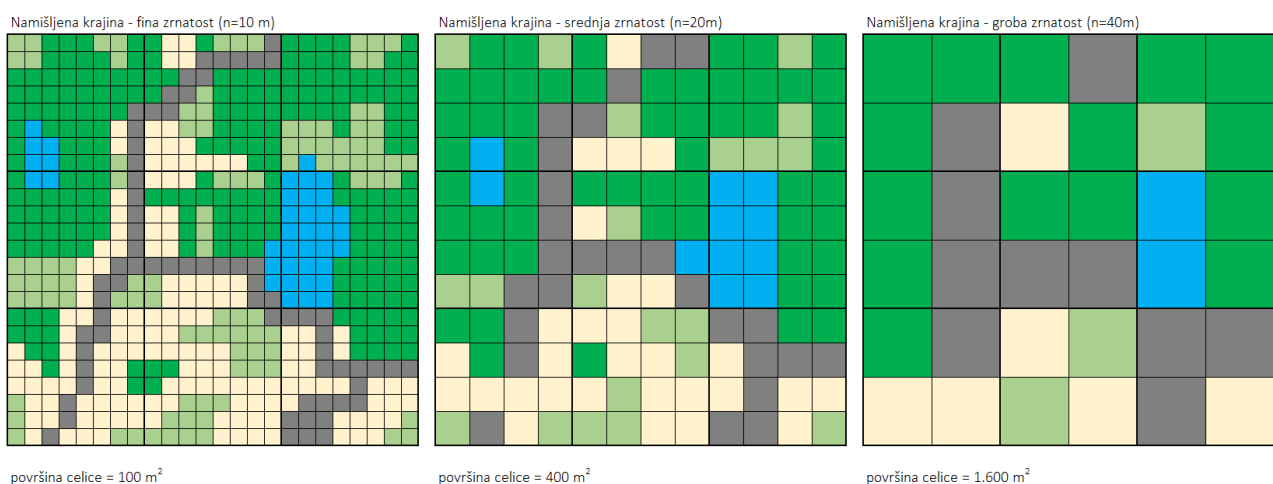
Slika 6: Atributivna preglednica in njeni elementi

Prostorske podatkovne baze najpogosteje uporabljamo za vizualizacije, izvedbo analiz in interpretacijo različnih prostorskih pojavov ter iskanje vzorcev in trendov v podatkovnih bazah. Prostorske podatke baze so ključnega pomena v krajinsko-ekoloških študijah, saj omogočajo analizo in razumevanje prostorskih vzorcev in procesov v naravnem okolju ter vpliv človekove dejavnosti na krajino in ekosisteme. Med drugim omogočajo proučevanje vpliva različnih ekoloških dejavnikov, kot so biotska in abiotska sestava, topografija, raba zemljišč na delovanje ekosistemov in biotsko raznovrstnost, proučevanje krajinskih vzorcev, analiziranje sprememb v rabi zemljišč, oceno ekosistemskih (ali krajinskih) storitev, analiziranje povezanosti različnih habitatov v krajini ter modeliranje ekoloških procesov v krajini.

Metapodatki so bolj ali manj podrobni opisi vsebine in drugih lastnosti prostorske podatkovne baze. Pogovorno so to podatki o podatkih. Z njimi opisujemo lastnosti rastrske, vektorske ali atributivne podatkovne baze (npr. obseg, koordinatni sistem, najmanjša in najvišja vrednost, število celic), predstavljamo avtorja ali institucijo, ki je ustvarila ali skrbi za rastrski sloj, zapišemo leto nastanka in spremembe ter podobno. Metapodatki so pomemben sestavni del katerihkoli podatkov in so namenjeni predvsem uporabnikom, da se seznanijo z vrsto podatkov, ki jih nameravajo uporabljati, in drugimi pogoji rabe.

2.4 Pomen merila pri krajinsko-ekoloških analizah

Natančnost rastrskih podatkovnih baz je torej opredeljena z **zrnatostjo** (imenovana tudi ločljivost ali resolucija), ki je na obeh ekstremih fina ali groba. Osnovna ideja koncepta je prikazana na Slika 7. Manjša je velikost stranice ene celice, manjša je površina celice in vrednost celice predstavlja vrednost za manjše območje v realnosti. Z večanjem dolžine stranice celice in s tem površine celice postaja zrnatost bolj groba in zato tudi slika območja z rabami tal lahko manj razpoznavna. Kot bomo prikazali v poglavju 4.8, je v nekaterih primerih lahko bolj groba zrnatost zaležena in bolje opisuje želeno lastnost površja.

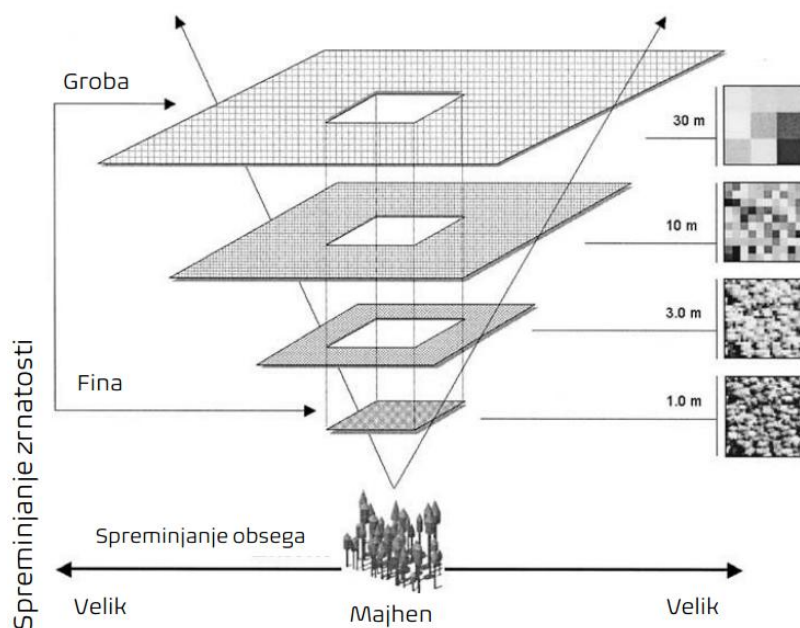


Slika 7: Spreminjanje zrnatosti rastra celic (vir: lasten izris)

Koncept zrnatosti je prva komponenta **merila** in je tesno povezan z drugo, in sicer z **obsegom**, ki se nanaša na prostorsko razprostranjenost območja, ki ga predstavlja rastrska podatkovna baza. Z drugimi besedami: gre za velikost z rastrsko podatkovno bazo predstavljenega območja. Obseg je lahko majhen in obsega površino npr. 100 m² ali pa velik in obsega površino npr. 1.000.000 m². Ob upoštevanju tehnoloških omejitev prikazovanja in obdelave rastrskih podatkovnih baz je za manjše obsege primernejša bolj fina zrnatost, za večje obsege pa bolj groba. Tako dosežemo, da lahko zelo podrobno razumemo zgradbo in delovanje enot manjšega obsega in bolj fine zrnatosti (Pirnat, 2024: 20–22).

Tako obseg kot zrnatost namreč pomembno vplivata na velikost datotek rastrske podatkovne baze, ki se večja skoraj eksponentno z manjšanjem velikosti celic (oz. povečevanjem števila celic). To lahko ponazorimo s pomočjo Slika 8 na naslednji način: za območje velikosti 100 m² je potrebnih 100 celic velikosti 1 m² (tj. celica z dolžino stranice en meter) pri grobi resoluciji za dani obseg ali 10.000 celic velikosti 0,01 m² (tj. celica z dolžino stranice 10 cm) pri fini zrnatosti za dani obseg. Za območje veliko 1.000.000 m² pa potrebujemo 100 celic velikosti 10.000 m² (tj. celica z dolžino stranice 100 m) ali 1.000.000 celic velikosti 1 m² (tj. celica z dolžino stranice 1 m), kar označimo kot fina zrnatost za dani obseg. Kdaj se bomo odločili za bolj fino ali grobo zrnatost, so poleg tehnoloških omejitev pomembne še značilnost proučevanega fenomena, zahtevana natančnost rezultatov, dana količina podatkov, možnost generalizacije. Manjša velikost datotek, ki jo dosežemo z bolj grobo zrnatostjo, po navadi skrajša čas izvedbe analiz, olajša preglednost in upravljanje podatkovne baze, saj je količina podatkov manjša.

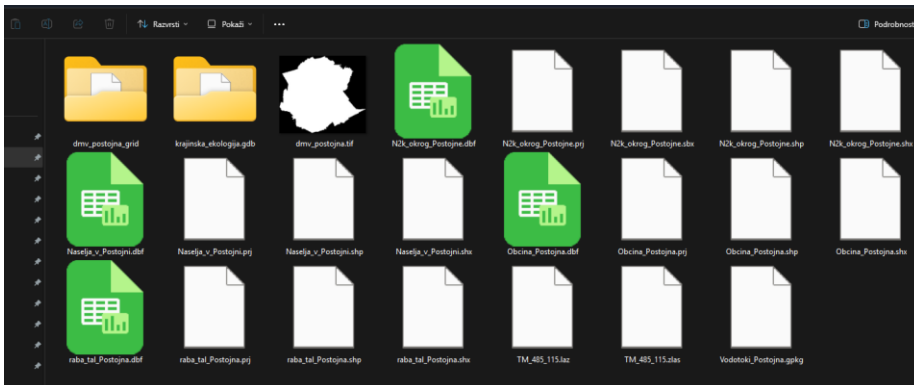
Pri vektorskih podatkovnih bazah so odločilni dejavniki: velikost datotek vektorske podatkovne baze na nosilcih, obseg, število elementov in število atributov. Večja je vrednost naštetih dejavnikov, večja je praviloma velikost datoteke. Podobno kot pri rastrskih podatkovnih bazah se tudi v tem primeru pri večjem obsegu, številu elementov ali številu atributov podaljša čas izvedbe analiz in zmanjša preglednost podatkovne baze.



Slika 8: Povezava med obsegom in zrnatostjo (prirejeno po Hay in sod., 2001)

2.5 Oblika zapisa prostorskih podatkovnih baz

Za shranjevanje prostorskih podatkovnih baz v digitalni obliki se uporabljajo različne oblike zapisa. Med seboj se razlikujejo v načinu shranjevanja podatkov, kodiranju, možnosti obdelave, spremenljivostjo dostopa itn. Ker najpogosteje analize opravljamo na osebnih računalnikih, si prostorske podatkovne baze prenesemo na lokalni disk in jih v programskem orodju GIS tudi odpiramo iz te lokacije. Za upravljanje (npr. premikanje, brisanje, kopiranje) s temi podatkovnimi bazami je dobro vedeti, v kakšni obliki so predstavljeni kot digitalni medij in kako jih vidimo na računalniškem zaslonu.



Slika 9: Pogled v mapo na lokalnem disku z različnimi oblikami prostorskih podatkov (vir: lasten)

Vsaka prostorska podatkovna baza je sestavljena iz več datotek in redko iz ene same. Slika 9 prikazuje, kakšna je vsebina mape na lokalnem disku v Windows 11, ki vsebuje različne prostorske podatke. V mapi najdemo sedem formatov zapisa prostorskih podatkov, ki se med seboj razlikujejo po končnici, in sicer:

- **Shapefile:**
 - preprost ESRI-jev vektorski format, široko podprt v GIS-ovih orodjih, ima pa omejeno prilagodljivostjo in druge omejitve (npr. največja velikost 2 Gb),
 - sestavljen iz najmanj štirih datotek (!), in sicer:
 - *.shp – grafična vektorska datoteka,
 - *.shx – datoteka vektorskih indeksov,
 - *.dbf – spremljajoča atributivna preglednica,
- **GeoPackage:**
 - sodobnejši in odprtokodni format, ki omogoča shranjevanje vektorskih in rastrskih slojev, velika učinkovitost in združljivost, a manj podprt v orodjih,
 - samo ena datoteka s končnico *.gpkg,
- **Geodatabase:**
 - ESRI-jev format, omogoča shranjevanje vektorskih in rastrskih slojev, učinkovit način, manj omejitev pri analizah,
 - ena mapa z imenom, ki se konča z ».gdb«, in vsebuje več datotek z različnimi imeni in končnicami,
- **GeoTIFF (TIFF):**
 - odprtokodni rastrski format, omogoča shranjevanje prostorskih in atributivnih podatkovnih baz v eni datoteki, široka podpora za GIS-ova orodja,
 - ena datoteka s končnico *.tiff ali *.tif,

- **GRID:**
 - ESRI-jev rastrski format, za učinkovito shranjevanje obdelavo rastrskih podatkovnih baz, predvsem velikih datotek, a manjša prilagodljivost pri uporabi,
 - ena mapa, ki pa vsebuje več različnih map in datotek,
- **Oblaki točk:**
 - prostorska podatkovna baza, ustvarjena na osnovi aerosnemanj LiDAR – osnova za izdelavo predvsem rastrskih prostorskih podatkovnih baz (večja območja), za naprednejše in natančnejše analize,
 - ena datoteka s končnico *.laz, *.las ali *.zlas.

Razdelitev prostorskih podatkovnih baz po obliki zapisa pa ni edini način razvrščanja slednjih. Prostorske podatkovne baze razvrščamo tudi glede na način pridobivanja:

- **primarne prostorske podatkovne baze** – to so podatkovne baze, ki smo jih pridobili ali ustvarili sami neposredno iz naprave za zbiranje prostorskih podatkov (npr. terenski popis dreves) ali s fotointerpretacijo ortofoto in satelitskih posnetkov [glej poglavje 5.8] ali drugih digitalnih medijev (npr. vektorizacija zemljevida Franciscejskega katastra [glej poglavje 5]),
- **sekundarne prostorske podatkovne baze** – to so podatkovne baze, ki jih je predhodno pridobila in ustrezno obdelala druga oseba ali institucija (npr. GURS, ARSO, SURS, MKGP, ESA) in (javno) delila za rabo. Za prenos teh podatkovnih baz s pomočjo spletnih storitev glej poglavje 3.6.

Poleg tega lahko prostorske podatkovne baze razvrstimo še glede vsebine:

- **topografske podatkovne baze** – prikazujejo fizične značilnosti površja in naravne elemente, ki sestavljajo geografski prostor, npr. relief, vodotoki, infrastruktura, naselja, občine, meje,
- **tematske podatkovne baze** – nanašajo se na določene lastnosti ali teme, povezane s specifičnimi geografskimi pojavi, npr. raba tal, temperatura, gozdni sestoji, geološka karta,
- **družbeno-gospodarske podatkovne baze** – navezujejo se na družbene in gospodarske aktivnosti na določenem območju in so pogosto združeni na raven naselij, občin, regij, npr. popis prebivalstva, stopnja brezposelnosti, povprečna plača, tipi stanovanj.

Pri krajinsko-ekoloških analizah za območje Slovenije pogosto uporabljamo javno dostopne prostorske podatkovne baze, ki jih lahko uvrstimo v katerokoli naštetu kategorijo. Tako uporabljamo vektorske in rastrske podatkovne baze, oblake točk (za izdelavo digitalnega modela višin), primarne (npr. list Franciscejskega katastra), sekundarne ter topografske (npr. vodotoki), tematske (npr. raba tal) in družbenogospodarske (npr. gostota prebivalstva). Na vajah bomo večino prostorskih podatkovnih baz pridobili iz zunanjih virov. V Sloveniji je veliko prostorskih podatkovnih baz prosto dostopnih, kar pa nikakor ne velja za vse. Večinoma gre za (uradne) javne prostorske podatkovne baze, ki jih pripravljajo in urejajo vladne agencije, državni zavodi ali podobne institucije.

2.6 Dostop do prostorskih podatkovnih baz in njihov prenos

Do javno dostopnih prostorskih podatkovnih baz za prenos na lokalni disk osebnega računalnika pridemo najenostavneje tako, da obiščemo spletno stran, na kateri so shranjene podatkovne baze. Prednost in hkrati lahko tudi pomanjkljivost prenosa podatkovnih baz na tak način je, da so pogosto zastopane za območje celotne Slovenije in si jih prenesemo naenkrat. Zaradi velikosti pa so nekatere javno dostopne prostorske podatkovne baze na voljo le po listih – najpogosteje za območje 1 km² – ali za predele poljubne velikosti, ki jih lahko izberemo sami.

Pomembni viri, ponudniki ali posredniki prostorskih podatkovnih baz za namene krajinsko-ekološke analize so dostopni na spodnjih povezavah:

- javne geodetske podatkovne baze GURS (npr. kataster, hidrografija): <https://ipi.eprostor.gov.si/jgp/>,
- portal MKGP (npr. raba tal): <https://rkg.gov.si/vstop/>,
- geoportal ARSO: https://gis.arso.gov.si/related/ARSO_WFS/,
- pregledovalnik SURS statističnih podatkov: <https://gis.stat.si/>,
- pregledovalnik ZGS (npr. gozdni sestoji): <https://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik/>,
- ARSO podatkovne baze LiDAR (za leto 2013-15): https://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso,
- MNVP podatkovne baze LiDAR (za leto 2023–25): <https://cls.si/>.

Alternativno pa lahko do prostorskih podatkovnih baz dostopamo s pomočjo t.i. spletnih servisov. Spletni servisi so del GIS-ov, ki odjemalskim aplikacijam posreduje podatke, programe, predloge za obdelavo in pomožne informacije, povezane z gradivom GIS:

- **WMS (Web Map Service)** – spletni kartografski servis, ki vrača kartografsko oblikovan prikaz podatkov v vektorski obliki; omogoča pregled podatkovnih baz in podatkov,
- **WMTS (Web Map Tile Service)** – podobno kot WMS, le da kartografske podatke prikaže v obliki vnaprej upodobljenih sličic (shranjenih v predpomnilniku) – omogoča pregled podatkovnih baz in podatkov,
- **WFS (Web Feature Service)** – servis za oddajanje »surovih« geografskih podatkov v vektorski obliki; omogoča pregled podatkov in prenos podatkovnih baz.

Med pomembnejše spletne storitve za območje Slovenije uvrščamo:

- ZGS-pregledovalnik WMS: <https://prostor.zgs.gov.si/geoserver/wms>,
- GURS-pregledovalnik WMS: <https://storitve.eprostor.gov.si/ows-pub-wms/wms>,
- GURS-pregledovalnik WFS: <https://storitve.eprostor.gov.si/ows-pub-wfs/wfs>,
- ZGS-pregledovalnik WMTS: <https://prostor.zgs.gov.si/geowebcache/service/wmts>,
- servis ZGS WFS: <https://prostor.zgs.gov.si/geoserver/wfs>,
- servis GURS WFS: <https://storitve.eprostor.gov.si/ows-pub-wfs/SI.GURS.RPE/wfs>.

V Sloveniji med pomembnejšo spletno storitev uvrščamo tudi proizvod [NarclS](#) projekta LIFE, in sicer vtičnik QNarclS za programsko orodje QGIS. Vtičnik je dodatek, ki omogoča dostop do več kot 250 različnih prostorskih podatkovnih baz in izvedbo prostorskih poizvedb s pomočjo spletnega portala [NarclS](#). Podrobnosti o namestitvi vtičnika in ustvarjanju povezav do spletnih storitev bomo spoznali v poglavju 3.12.

3 Osnove programskega orodja QGIS

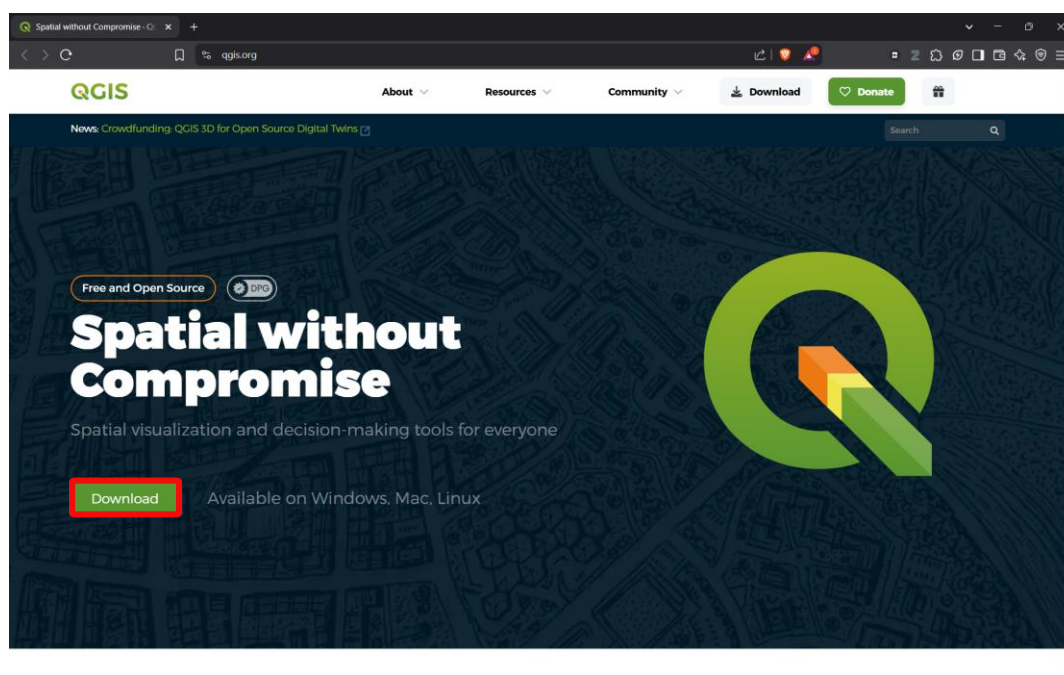
QGIS je prosto dostopen in odprto-koden program za obdelavo in ravnanje s prostorskimi podatkovnimi bazami. Je namizni geografski informacijski sistem (GIS) za osebno in profesionalno rabo. Licenciran je kot GNU General Public License (GPLv2), kar pomeni, da je prosto dostopna tudi programska koda, ki jo lahko spreminjamo pod enakimi licenčnimi pogoji.

Projekt razvoja QGIS, na začetku imenovan *Quantum GIS*, se je začel leta 2002 in različica 1.0 je bila objavljena januarja 2009 (QGIS, 2025). Od vsega začetka programsko orodje QGIS razvijajo prostovoljci, ki redno objavljajo posodobitve. Program je v celoti ali delno preveden v 60 svetovnih jezikov (podatki za leto 2025).

Programsko orodje QGIS lahko uporabljajo uporabniki operacijskih sistemov Windows, na Unix temelječih sistemih (npr. Ubuntu, BSD Linux) ter na Applovih macOS. Napisan je v programskem jeziku C++ in z uporabo razvojnega okolja Qt. QGIS dodatno uporablja programski jezik Python za izdelavo vtičnikov ali skript. V tem priročniku bomo zaradi praktičnosti QGIS uporabljali z operacijskim sistemom Windows 11. Uporabljena različica v tem priročniku je QGIS 3.40 z imenom Bratislava z dolgoročno podporo LTR (angl. Long Term Release). Starejše in novejše različice programskega orodja QGIS 3 se bistveno ne razlikujejo med seboj in omogočajo popolnoma enako funkcionalnost.

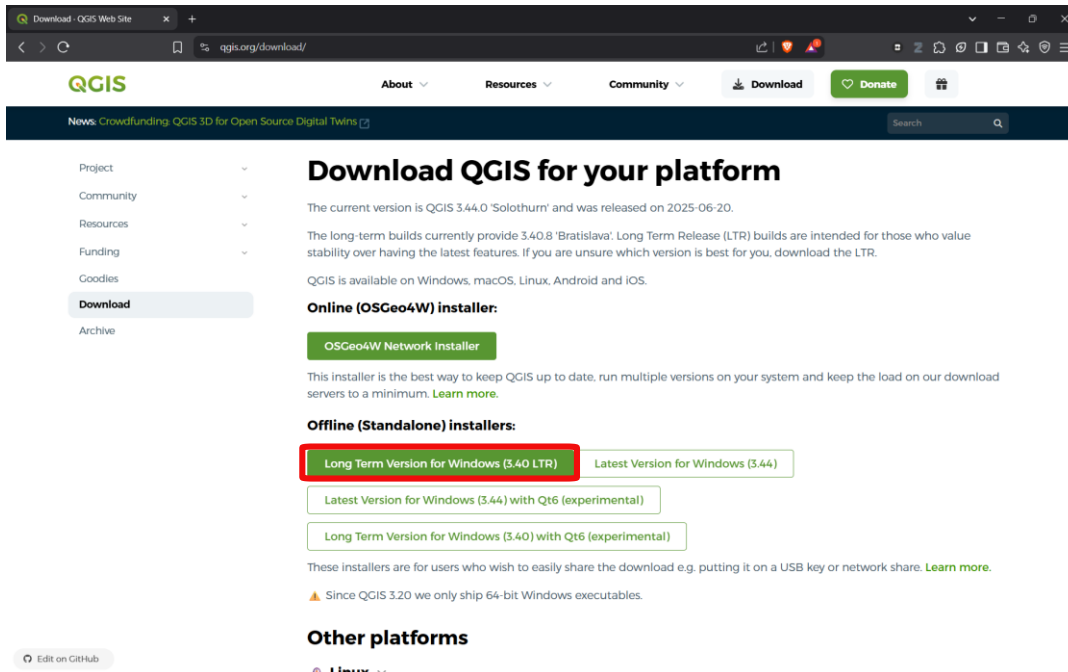
3.1 Namestitev programskega orodja QGIS

Za prenos namestitvenega paketa najprej obiščemo spletni portal <https://qgis.org/> (Documentation ..., b. l.). Na uvodni strani poiščemo in kliknemo na gumb *Download*.



Slika 10: Uvodna stran portala www.qgis.org

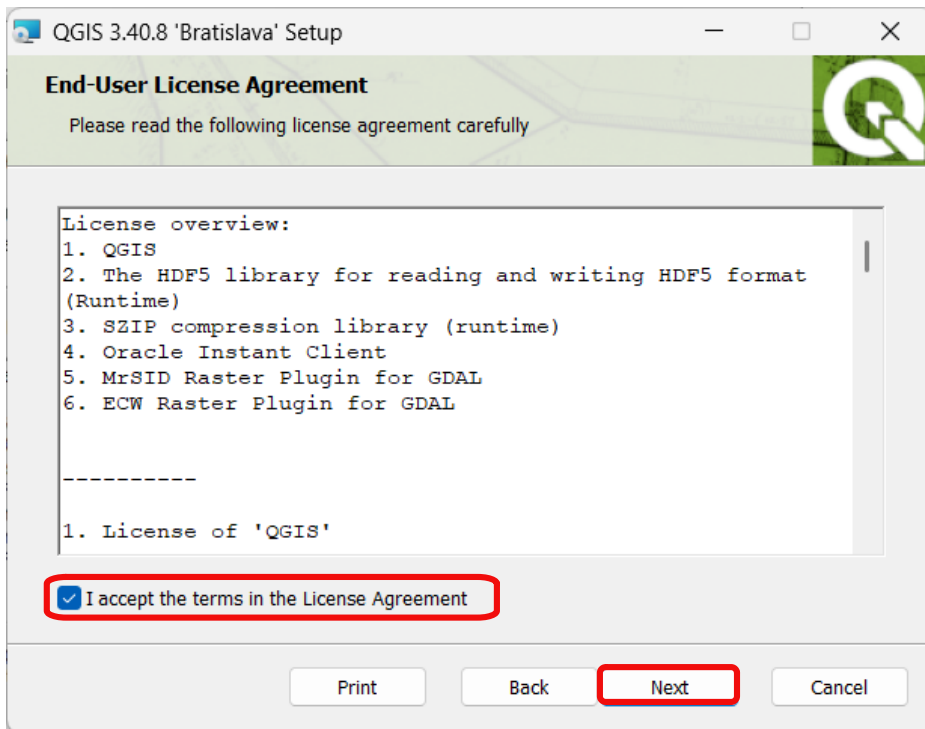
Odpre se nova stran, kjer izbiramo med različicami programa po operacijskem sistemu (npr. Windows, Linux, BSD, MacOS, Android). Priporočamo izbiro stabilne različice z dolgoročno podporo LTR z instalacijo brez spletne povezave – tj. *offline (standalone) installers*.



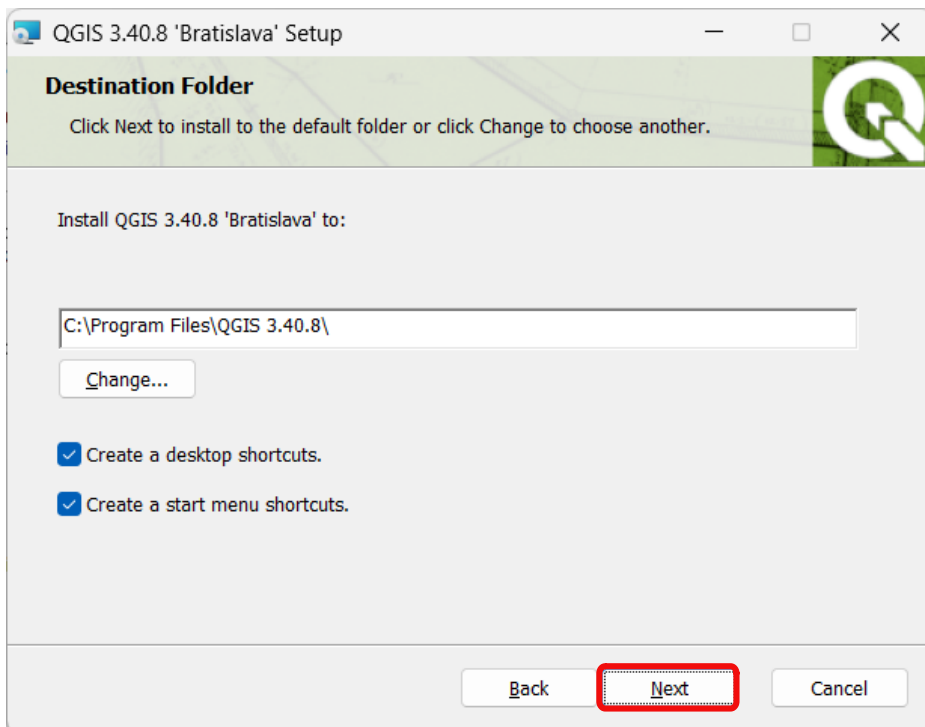
Po končanem prenosu namestitvene datoteke (po navadi je v mapi Prenosi) slednjo kliknemo dvakrat, da začnemo namestitev. Ob uvodnem pozdravu kliknemo gumb *Next*.



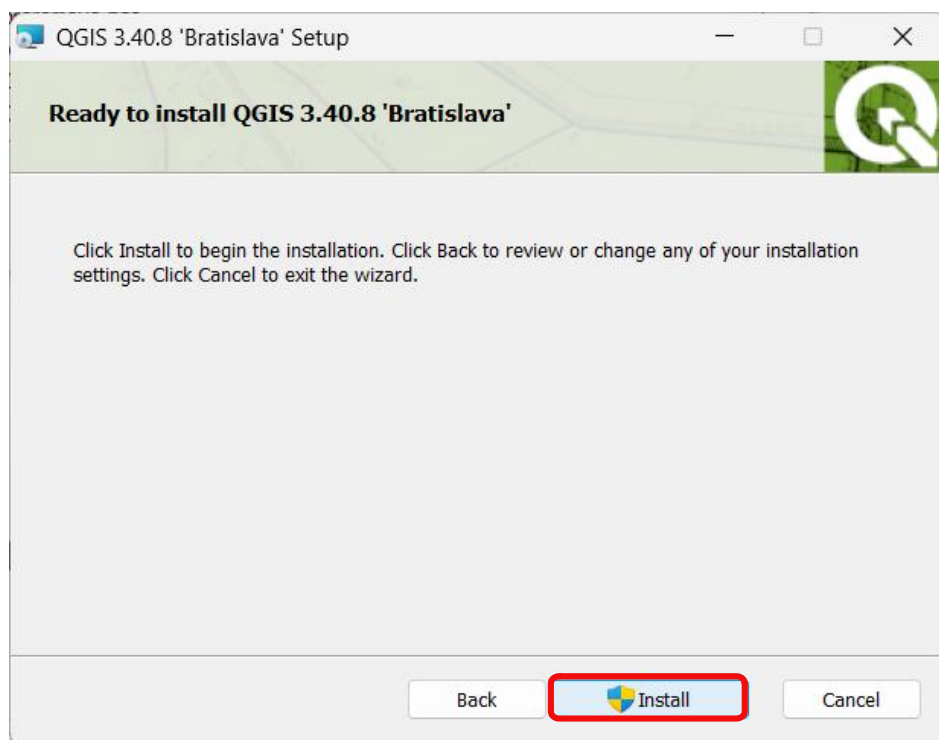
Preberemo licenčne pogoje in odključamo, da se z njimi strinjamo; kliknemo gumb *Next*.



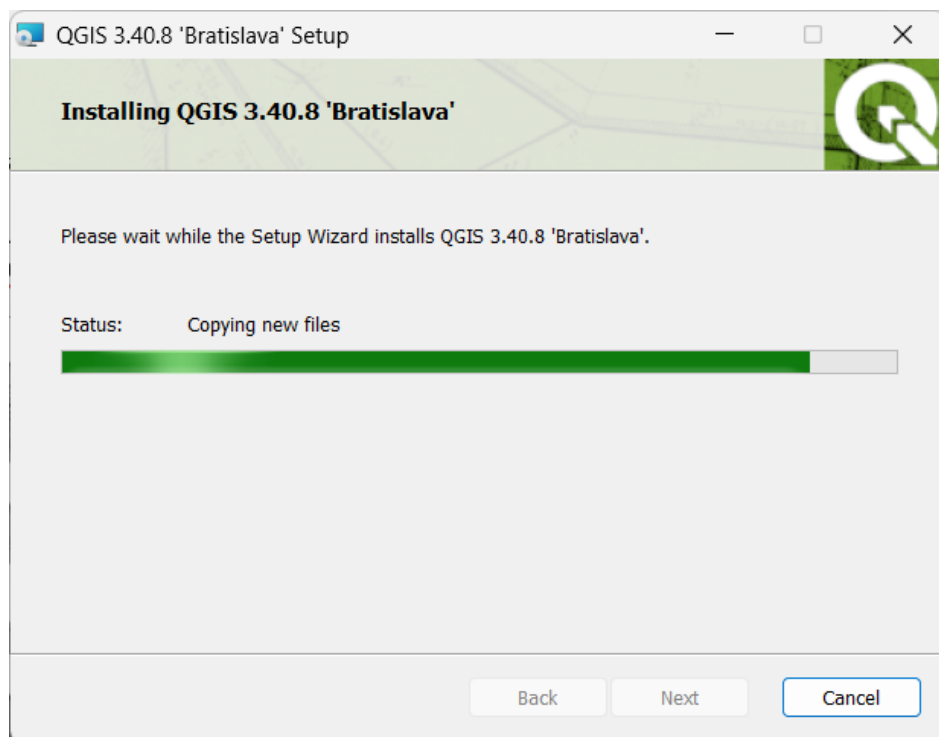
Predlagamo, da lokacije namestitvene mape ne spreminjamo, določimo pa nastavitve bližnjic programa. Kliknemo gumb *Next*.



V zadnjem koraku kliknemo gumb *Install*, da se začne postopek nameščanja programa.



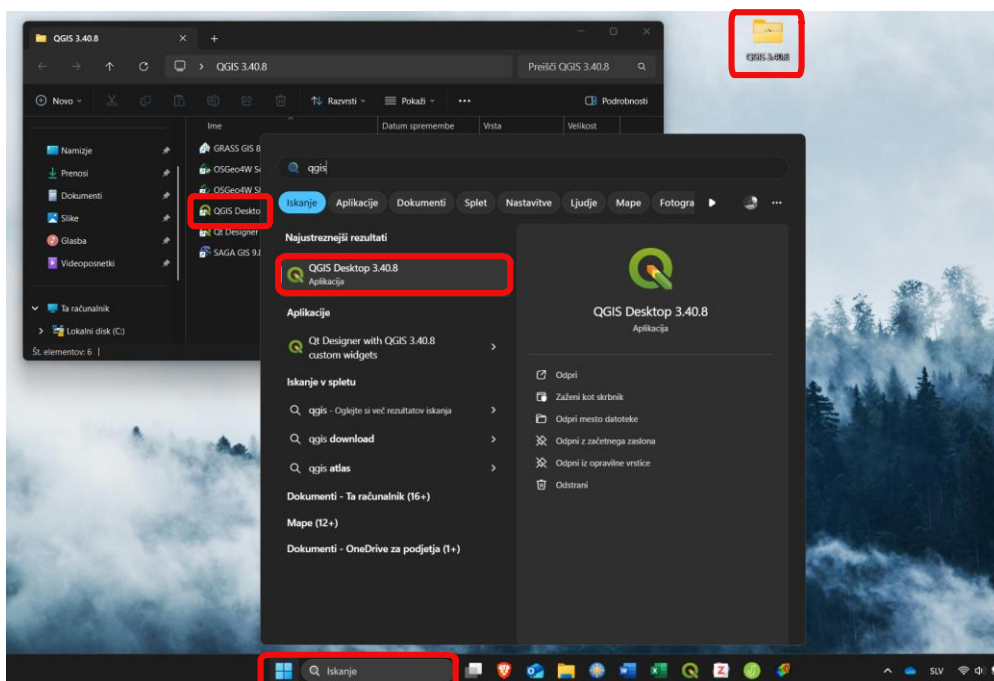
Okno s prikazom poteka namestitve.



Po končani namestitvi pritisnemo gumb *Finish*. Zdaj namestitveno datoteko (po navadi v mapi Prenosi) lahko varno izbrišemo.



Po uspešni namestitvi se na namizju ustvari mapa z bližnjicami do programskega orodja QGIS – v mapi dvakrat kliknemo na ikono QGIS Desktop. Alternativno program poiščemo v iskalniku začetnega menija.



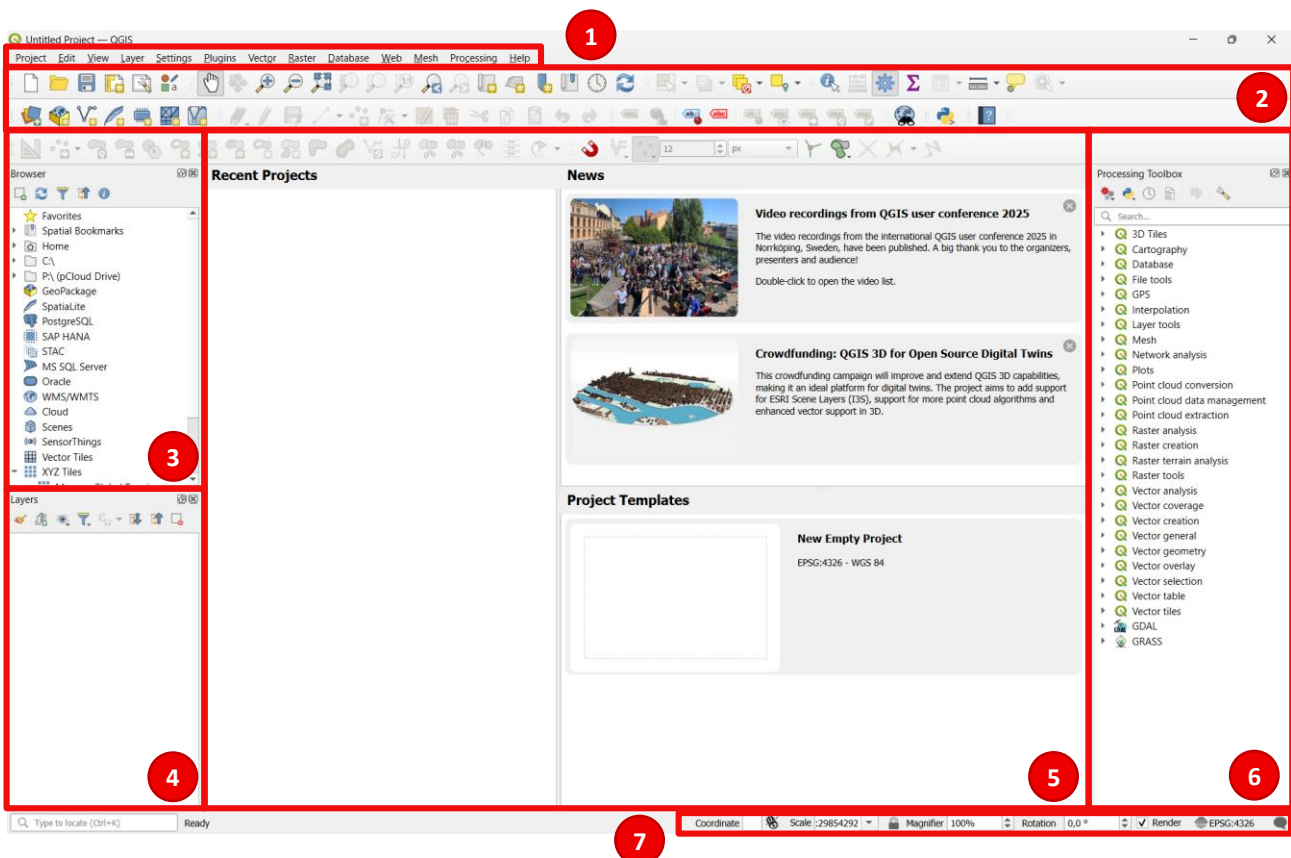
3.2 Osnovni pogled

V nadaljevanju tega poglavja se bomo seznanili z osnovami dela v programskem orodju QGIS, nastavitvami in prebiranjem prostorskih podatkovnih baz. Najprej ustvarimo nov projekt QGIS in ga shranimo z imenom *Vaja_1_Osnove* v novo mapo, v katero tudi skopiramo gradivo vaje 1, ki ga najdemo na RUL: <http://hdl.handle.net/20.500.12556/RUL-171097>.

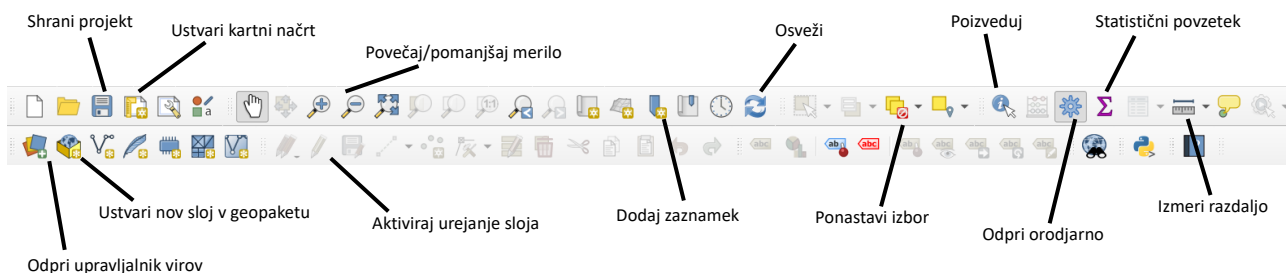
Ko zaženemo program, se odpre okno za izbiro novega ali odprtje že začete projekta. Začetni pogled lahko spreminjamo v nastavitvah. Prav tako lahko v nastavitvah spreminjamo obliko grafičnega uporabniškega vmesnika, jezik, datum in urejamo druge nastavitve.

Osnovni grafični uporabniški vmesnik sestavlja sedem ključnih delov:

1. trak z zavijki in orodji/funkcijami,
2. orodne vrstice s hitrimi gumbi, npr. shrani, natisni, povečaj (angl. toolbar),
3. orodna plošča (angl. panel) brskalnika po mapah (oblačnih) storitvah, zaznamkov,
4. orodna plošča vsebine glavnega okna za vizualizacijo s seznamom slojev,
5. glavno okno za vizualizacijo prostorskih podatkovnih baz in delo z njimi,
6. orodna plošča za funkcije poizvedb,
7. razdelek s koordinatami, merilom, povečavo, usmerjenostjo in koordinatnim sistemom glavnega okna za vizualizacijo.



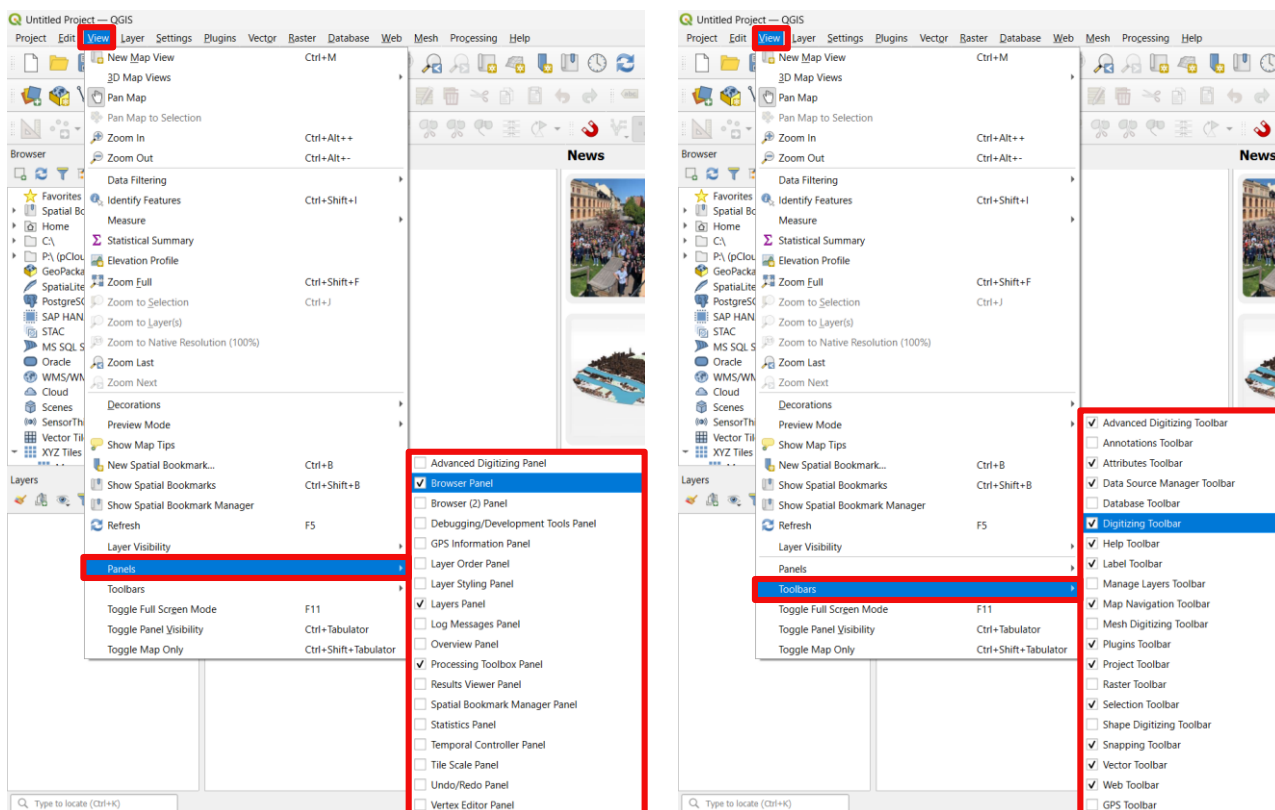
Med glavne funkcionalnosti orodnih vrstic uvrščamo shranjevanje projekta, dodajanje zaznamkov, poizvedbo po elementih sloja ali celicah, merjenje razdalj, dodajanje slojev, ponastavljanje izbora, osveževanje, ustvarjanje novega sloja ter ustvarjanje kartnega načrta.



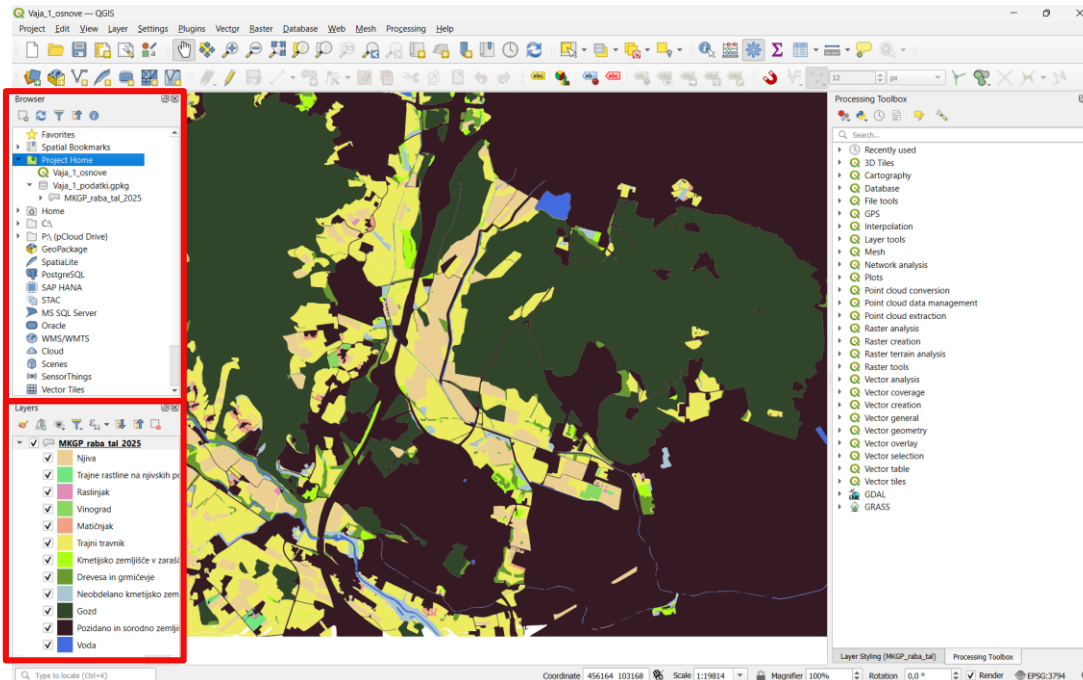
3.2.1 Prilagajanje osnovnega pogleda

Poudariti je treba, da lahko tako posamezne orodne plošče in orodne vrstice kot njihov položaj na zaslonu poljubno dodajamo oziroma spreminjamo. Za ogled in dodajanje orodnih plošč kliknemo zavihek *View*, poiščemo razdelek *Panels* in odkljukamo želeno ploščo. Za ogled in dodajanje orodnih vrstic pa pod zavihkom *View* poiščemo razdelek *Toolbars* in označimo zelene vrstice.

Med pomembnejše orodne vrstice poleg privzetih uvrščamo še Processing Toolbar, Advanced Digitizing Toolbar ter Snapping Toolbar. Med pomembnejše orodne plošče pa poleg privzetih uvrščamo Layer Styling Panel, Statistics Panel in Advanced Digitizing Panel.

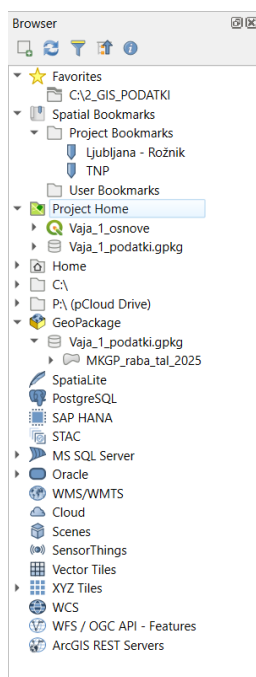


Najpomembnejše orodne plošče so seznam slojev (Layers), ki prikazuje seznam vseh slojev v glavnem oknu za vizualizacijo, ter pregledovalnik (Browser), ki omogoča pregledovanje in urejanje map in datotek (Slika 11). Seznam slojev prikazuje vse v trenutni projekt vključene grafične sloje, vključno z legendami.



Slika 11: Osnovno okno projekta QGIS z vidnim slojem rabe tal v letu 2025

Pregledovalnik map in datotek omogoča enostavno brskanje po mapah in drugih funkcionalnostih programskega paketa. Podoben je raziskovalcu operacijskega sistema Windows.



Pod oznako *Favorites* so shranjene priljubljene mape na lokalnem disku ali na varnem omrežju.

Mapa *Project Home* prikazuje vsebino privzete mape projekta – to je mapa, kjer je shranjena datoteka trenutnega projekta (s končnico *.qgz).

Pod oznako *Spatial Bookmarks* so shranjeni vsi prostorski zaznamki – to so shranjene lokacije za hiter dostop.

Pod oznako *GeoPackage* so prikazani vsi registrirani geopaketi (končnica *.gpkg) – te datoteke so lahko tudi na drugih lokacijah.

Pod oznako *WMS/WMTS* so shranjene povezave do spletnih storitev WMS in WMTS (več v poglavju 2.6).

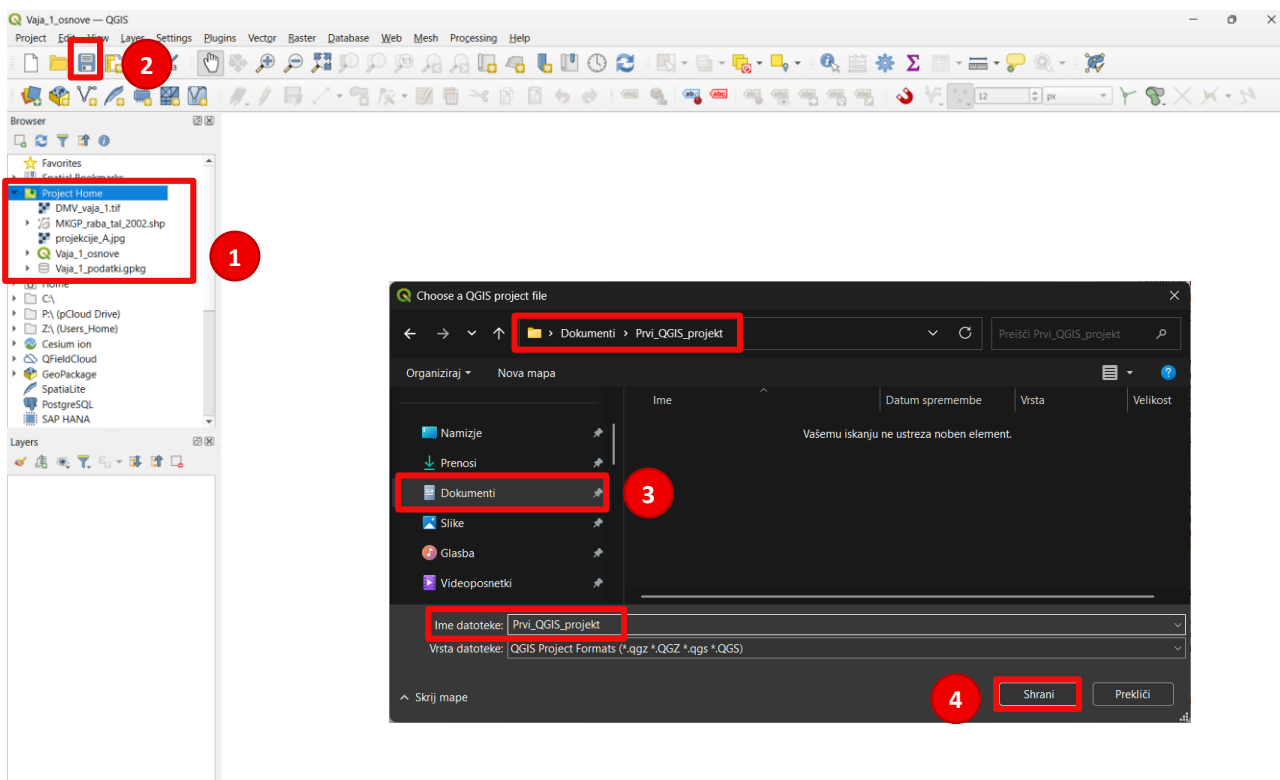
Pod oznako *WFS/OGC API – features* so shranjene povezave do spletnih storitev WFS (več v poglavju 2.6).

3.3 Ustvarjanje novega projekta

Projekt je vsaka posamezna seja programskega orodja QGIS, v kateri obdelujemo enega ali več grafičnih podatkovnih baz, atributivnih podatkovnih baz ali drugih datotek. Programsko orodje QGIS lahko naenkrat deluje zgolj z enim aktivnim projektom. Projekt je v osnovi skupek povezav do grafičnih in atributivnih podatkovnih baz (prikazani na seznamu slojev, poglavje 3.8), vključno z nastavitvami oblikovanja slojev (poglavji 4.9 in 5.6) in projekcij v glavnem oknu (glej poglavje 3.4.1) ter oblikovanimi kartnimi načrti zemljevidov (poglavje 7).

Vsakič, ko ustvarimo nov projekt, ga lahko shranimo na ustrezno mesto na lokalnem disku ali drugih nosilcih podatkov (npr. USB, zunanji diski, spletni oblaki, mrežni diski). Shranjevanje in delo v projektih, shranjenih na drugih (zunanjih) nosilcih podatkov, prinaša določena tveganja, zato ga odsvetujemo. Shranjevanje projektov priporočamo na lokalni disk v dobro znane mape (direktorije), kot so npr. Dokumenti, poljubna mapa na C:/ disku ali particiji. Datoteka projekta QGIS ima lahko poljubno ime (uporabo šumnikov, posebnih znakov in presledkov odsvetujemo) in končnico *.qgz.

Položaj datoteke projekta QGIS s končnico *.qgz znotraj mape na lokalnem disku določa t.i. *domačo mapo projekta* (angl. Project home, 1). Priporočljivo je, da vse podatkovne baze, s katerimi bomo delali znotraj enega projekta, vedno shranjujemo v to mapo. Tako ne bosta zgolj lažja organizacija in iskanje podatkovnih baz, ampak bo tudi omogočen enostaven prenos projekta in podatkovnih baz na druge računalnike prek npr. ključa USB ali zunanjega diska. Pri prenosu *projekta QGIS* na druge računalnike namreč zadošča, da prenesemo (kopiramo) celotno domačo mapo projekta. Tako bomo ohranili vse povezave do podatkovnih baz, oblikovanje in kartne načrte. Projekt QGIS shranimo tako, da pritisnemo gumb z disketo *Save Project* (2); ko shranimo prvič, določimo lokacijo, kamor želimo projekt shraniti in naziv datoteke (3), ter kliknemo gumb *Shrani* (4).



3.4 Osnovne nastavitve

3.4.1 Nastavitve projekcij

Do okna z nastavitvami pridemo s klikom na *Options ...*, ki ga izberemo z zavihka *Settings*. V nastavitvah določamo videz in jezik grafičnega vmesnika (General), poti do osnovnih datotek in map (System), privzeti koordinatni sistem (CRS), upodabljanje (Rendering), barvne sheme (Colors), način digitalizacije (Digitizing), omrežne storitve (Network) in druge nastavitve (Advanced).

Med pomembnejše osnovne nastavitve sodi tudi opredelitev koordinatnega sistema (ali projekcije) projekta in posameznih prostorskih podatkovnih baz. **Koordinatni sistem (projekcija) projekta** je sistem celotnega trenutnega projekta in samega glavnega okna za vizualizacijo. Učinek različnih koordinatnih sistemov (projekcij) bomo najbolj opazili v videzu in obliki vizualizacije slojev v glavnem oknu. Za razliko od koordinatnega sistema projekta pa je vsaka prostorska podatkovna baza definirana v lastnem koordinatnem sistemu (ali projekciji). **Koordinatni sistem (projekcija) podatkovne baze** je projekcija posamezne podatkovne baze in je neodvisna od koordinatnih sistemov drugih podatkovnih baz ali celotnega projekta. Ker vnaprej vemo, da bomo večinoma delali s podatkovnimi bazami z uradno slovensko projekcijo *Slovenia 1996/Slovene National Grid* (pogosto je v uporabi kratica **D96**, šifra **EPSG: 3794**, glej poglavje 2.2), to projekcijo nastavimo kot privzeto za vse nadaljnje projekte in nove sloje.

1. Izberemo *CRS handling* pod razdelkom *CRS and Transforms*.

2. Izberemo možnost *Use a default CRS*.

3. Kliknemo ikono globusa.

4. Vpišemo šifro EPSG 3794.

5. Izberemo koordinatni sistem s šifro EPSG 3794.

6. Kliknemo gumb OK.

7. S spustnega seznama izberemo koordinatni sistem s šifro EPSG 3794.

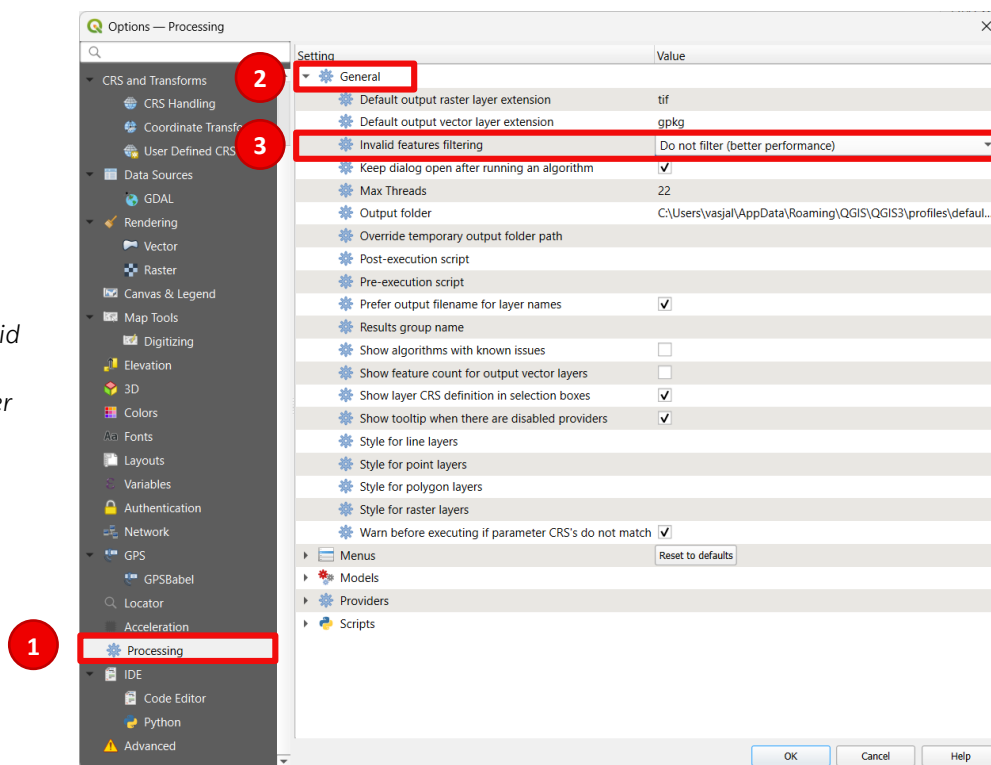
3.4.2 Nastavitve ravnanja ob nepravilnih geometrijah elementov

O nepravilni geometriji (angl. *invalid geometry*) govorimo takrat, ko elementi vektorske podatkovne baze nimajo (pravilnih) geometrijskih parametrov ali so brez veljavnih vozlišč. Primeri nepravilnih geometrijskih parametrov elementov so prostorske podatkovne baze z elementi brez točk (tj. tudi brez koordinat, dolžine, površine), baze z nedoločenim tipom vektorskih elementov, baze z nedokončanimi elementi (npr. nezaključen poligon) ali baze z navzkrižnimi mejami poligonov (Finding ..., 2021). Ko programsko orodje QGIS naleti na element z nepravilno geometrijo, ustavi izvajanje algoritma, funkcije ali orodja. Ker se v tem priročniku ne bomo ukvarjali z avtomatsko prepoznavo in popraviom nepravilnih geometrij, bomo v nastavitvah omogočili nastavev obdelave vseh elementov ne glede na stanje geometrije.

Priporočamo torej izbiro možnosti *Do not filter (better performance)*, kar pomeni, da pred procesiranjem programsko orodje QGIS ne pregleda veljavnosti geometrijskih parametrov elementov in v procesiranje enostavno vključi vse elemente. To lahko sicer vodi v nepravilne rezultate obdelav ali analiz, a je delovanje praviloma nemoteno.

Alternativa je uporaba možnosti *Skip (ignore) features with invalid geometries*, ki izloči vse elemente s prepoznano nepravilnimi ali poškodovanimi geometrijskimi parametri elementov. Tako se sicer izognemo nepravilnim rezultatom, a izgubimo del neuporabnih podatkov.

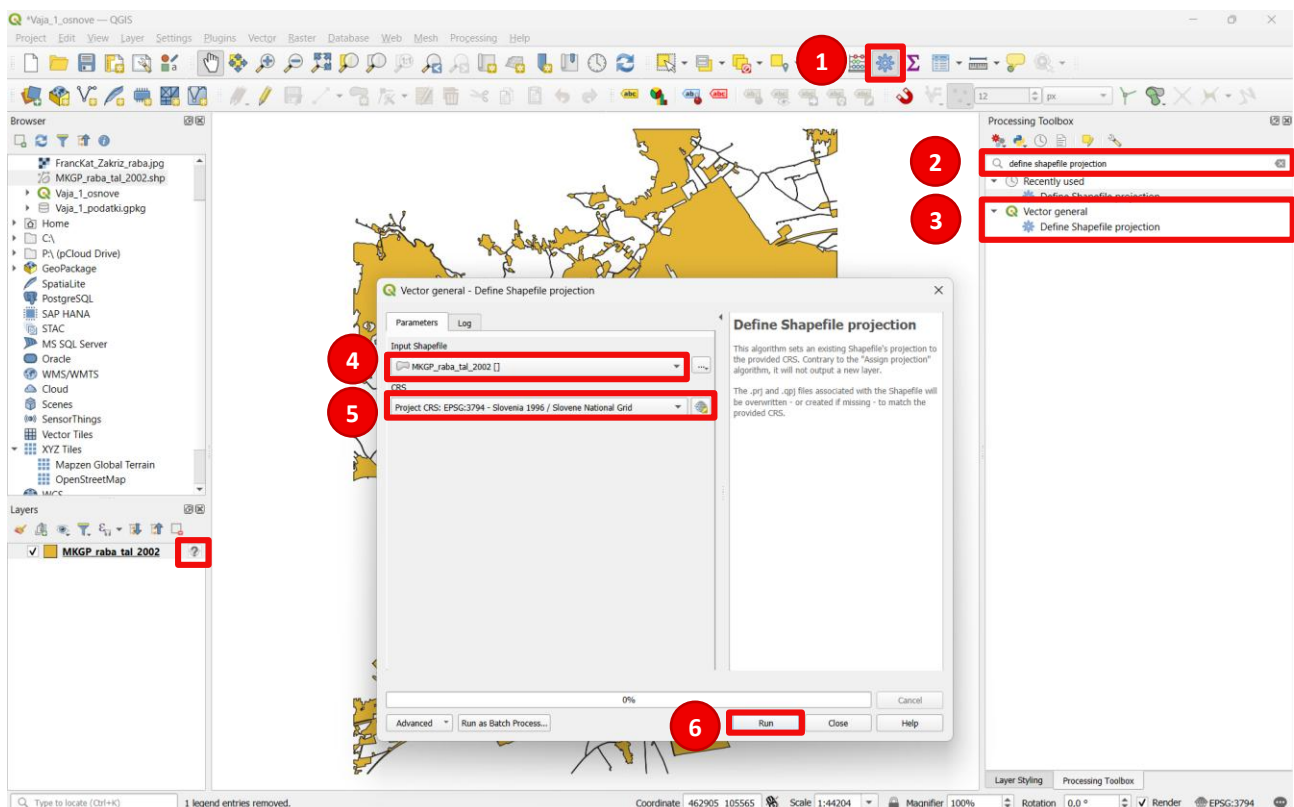
1. Izberemo razdelek Processing
2. Razširimo razdelek General
3. Pod možnostjo *Invalid features filtering* izberemo *Do not filter (better performance)*



3.4.3 Določitev znanega koordinatnega sistema vektorski podatkovni bazi

Včasih, ko preberemo prostorsko podatkovno bazo ali datoteko projekta QGIS, se poleg sloja pojavi ikona z vprašajem. Pri tem sta dva scenarija:

1. elementi sloja ustrezajo položaju v realnosti in smo zato lahko prepričani, da je bila podatkovna baza ustvarjena z veljavnim koordinatnim sistemom ali projekcijo [kako ravnati v takem primeru za vektorske podatkovne baze Shapefile, je opisano spodaj],
2. elementi sloja ali slika ne ustrezajo položaju v realnosti – v takih primerih se slika ali elementi sloja po navadi postavijo na izhodišče (koordinate 0, 0) dodeljenega koordinatnega sistema projekta; v takem primeru smo lahko prepričani, da prostorska podatkovna baza ali rastrska slika nikoli ni imela opredeljenega koordinatnega sistema ali projekcije (kako ravnati v takem primeru, glej poglavje 5.3 o georeferenciranju).



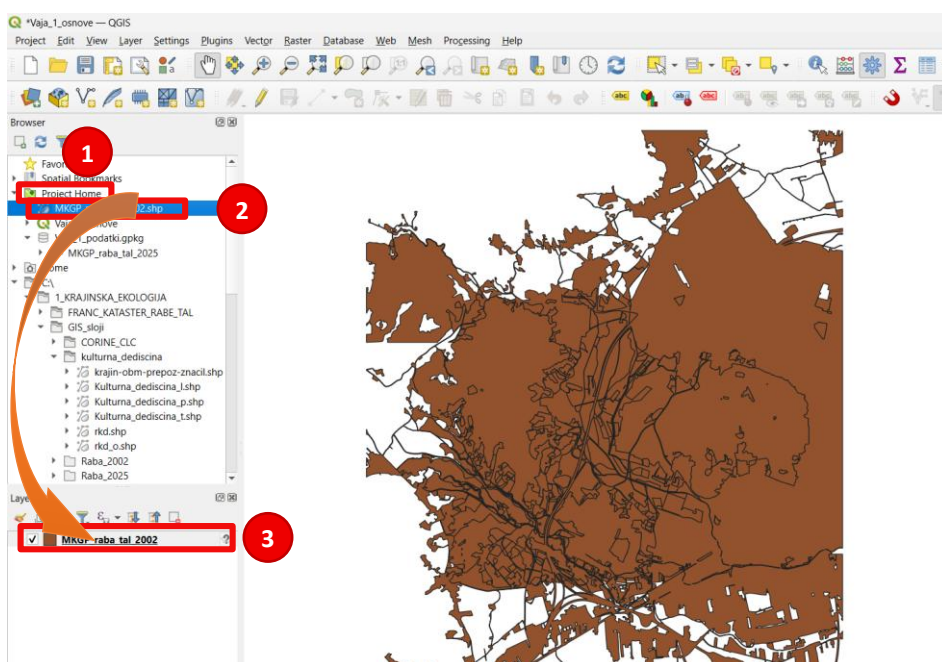
1. Opremo orodno ploščo Toolbox.
2. V orodni plošči poiščemo orodje *Define shapefile projection*.
3. Dvakrat kliknemo na naziv orodja.
4. Izberemo sloj, kateremu želimo dodeliti projekcijo (sloj brez projekcije prepoznamo tudi po oglatih oklepajih brez vsebine).
5. Želena projekcija izberemo s spustnega seznama (če je na seznamu slojev sloj z isto projekcijo) ALI kliknemo na ikono globusa (glej poglavje 3.4.1).
6. Kliknemo gumb OK.

3.5 Prebiranje prostorske podatkovne baze z lokalnega diska

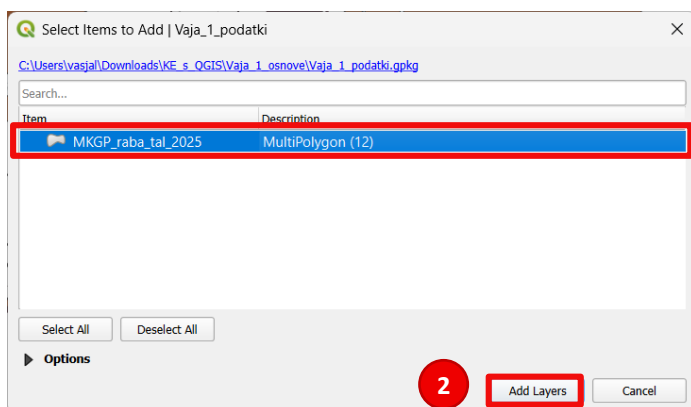
Grafični ali atributivni del prostorske podatkovne baze lahko preberemo na več načinov, deloma odvisno od vrste zapisa prostorskih podatkovnih baz (glej poglavje 2.5). Spodaj sta prikazana najpogosteje uporabljena, in sicer:

- neposredno prebiranje datotek iz pregledovalnika (Browser) na način povleci-in-spusti (angl. drag-and-drop) ali
- na podlagi pogovornega okna urejevalnika virov.

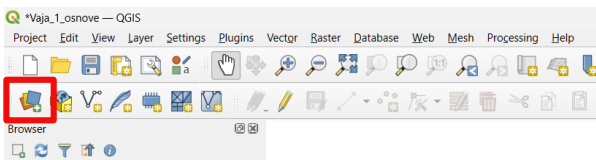
V prvem primeru, ko točno vemo, v kateri mapi na lokalnem disku so prostorske podatkovne baze in katero datoteko predstavlja grafični ali atributivni del podatkovne baze, v pregledovalniku razširimo mapo, da vidimo njeno vsebino (1). Nato izberemo želeno datoteko, jo kliknemo in pridržimo (2) ter spustimo na seznam slojev ali v glavno okno (3).



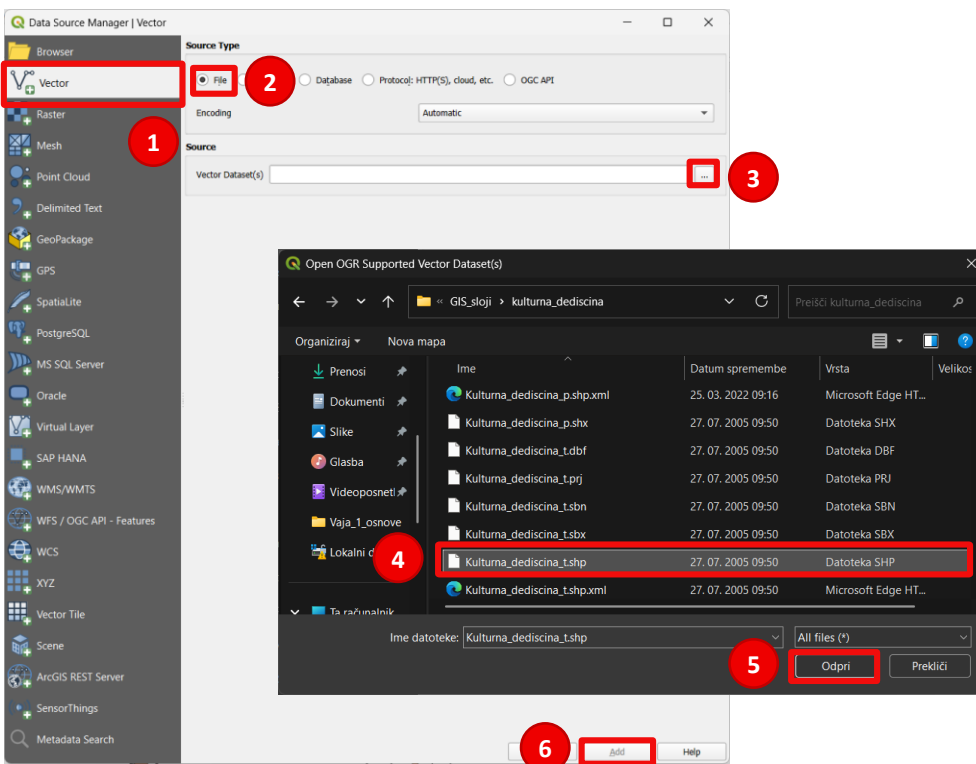
Ko prebiramo podatkovne baze in sloje iz geopaketov (*.gpkg), se pojavi okno za izbiro slojev, ki jih želimo prebrati. Ko izberemo enega ali več slojev, ki jih želimo prebrati v glavnem oknu za vizualizacijo (1), kliknemo gumb *Add Layers* (2).



V drugem primeru lahko uporabimo pogovorno okno za branje različnih podatkovnih baz. V tem primeru moramo imati na voljo veliko več funkcionalnosti in možnosti prebiranja. To velja ne zgolj za veljavne in prepoznane oblike zapisa podatkovnih baz (npr. vektorske datoteke (*.shp), rastrske datoteke (*.tiff), preglednice (*.csv), geopaketi (*.gpkg), oblaki točk (*.laz)) ali spletne storitve WFS in povezave do spletnih podatkovnih baz. V vsakem primeru je nujno poznati vrsto datoteke ali storitve, ki jo želimo prebrati/dodati in lokacijo oziroma spletni naslov. Do urejevalnika virov pridemo tako, da kliknemo ikono *Open Data Source Manager* ali pritisnemo kombinacijo tipk *Ctrl+L*.



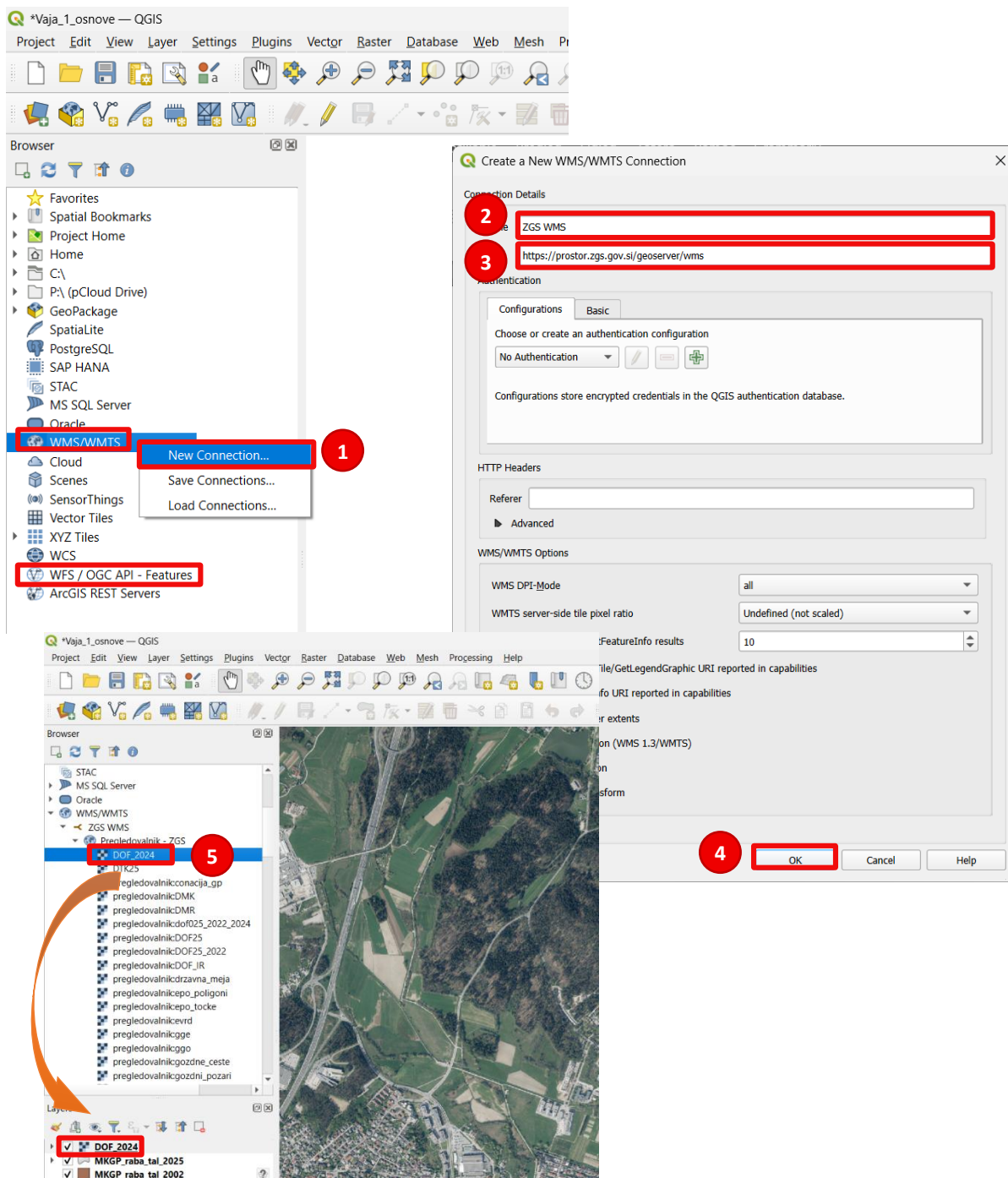
1. V upravljalniku najprej izberemo in kliknemo razdelek z vrsto datoteke ali storitve, ki jo želimo prebrati (npr. vektorska podatkovna baza, rastrska podatkovna baza, oblak točk, WMS) – v spodnjem primeru bo to Shapefile vektorska podatkovna baza.
2. Če želimo prebrati samo eno vektorsko datoteko, izberemo File. Če bi hoteli prebrati več vektorskih podatkovnih baz iz ene mape, izberemo Directory.
3. Kliknemo ikono treh pikic.
4. Poiščemo in izberemo zeleno datoteko Shapefile (s končnico *.shp).
5. Kliknemo gumb OK.
6. Kliknemo gumb Add in grafični del podatkovne baze je dodan na seznam slojev trenutnega projekta.



Organizacija datotek in slojev je ravno tako pomembna kot pravilna uporaba funkcionalnosti QGIS. Priporočam, da si vse podatkovne baze (ali dele baz, ki jih bomo uporabljali) vedno skopiramo v **domačo mapo** (angl. Project Home), tj. mapo, kamor smo shranili projekt.

3.6 Povezava s spletnimi storitvi

Osnove spletnih storitev so opisane v poglavju 2.6, kjer so na voljo tudi povezave do najbolj uporabnih spletnih storitev za območje Slovenije. Vzpostavitev povezave s spletnimi storitvi za javno dostopne prostorske podatkovne baze je enostavna. V pregledovalniku z desnim klikom kliknemo na razdelek WMS/WMTS in izberemo *New Connection ...* (1) (analogno, za vzpostavitev povezave do storitve WFS kliknemo na razdelku *WFS/OGC API – features*). V novem oknu povezavi dodelimo poljubno ime (2) in naslov povezave do spletne storitve (3). Nato kliknemo gumb *OK* (4). Ko je povezava vzpostavljena, lahko dostopamo do podatkovnih baz (slojev) in jih v glavnem oknu vizualiziramo (5), kot je opisano v prejšnjem poglavju pod scenarijem a).



3.7 Poizvedovanje o elementih sloja ali vrednosti celic

S klikom na ikono »i« (angl. Identify Features) iz orodne vrstice *Attributes Toolbar* lahko poizvedujemo o posameznem elementu vektorskega sloja (tj. točka, linija, poligon) ali o celici rastrskega sloja. To je zelo smiselno predvsem takrat, ko se spoznavamo z novimi prostorskimi sloji ali ko želimo na hitro ugotoviti vrednosti atributov posameznih izbranih elementov. Rezultati so prikazani v oknu *Identify Results*, izbrani elementi (pri vektorjih) ali ena celica (pri rastrih) pa se v glavnem oknu za vizualizacijo obarvajo rdečkasto.

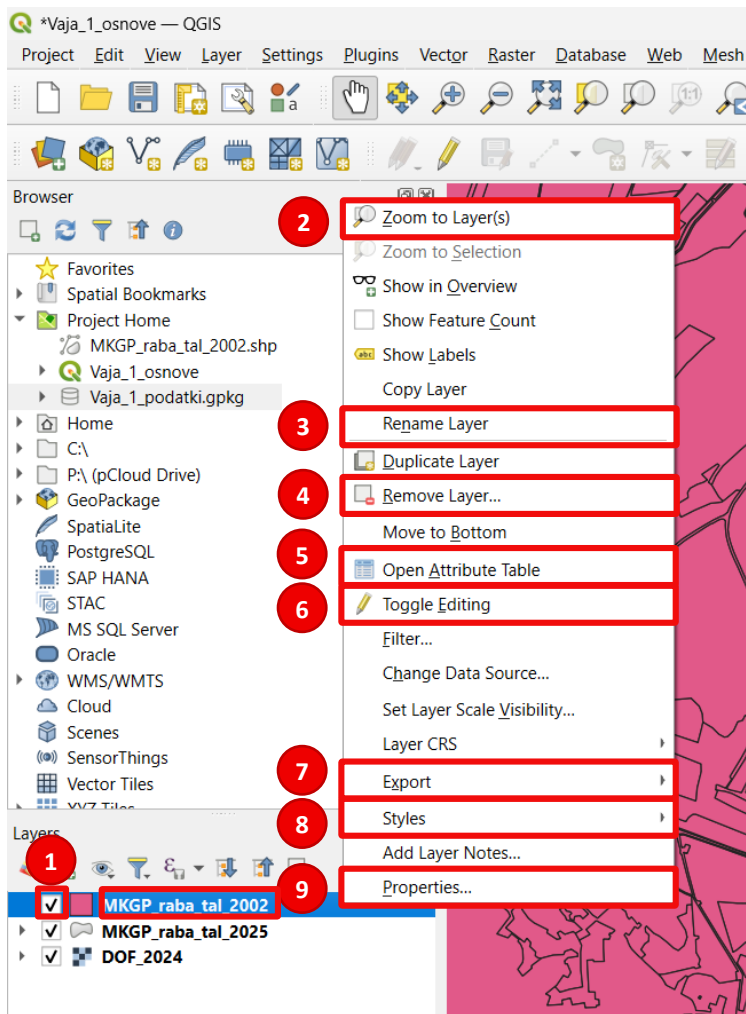
Privzeta nastavitev prikaza podatkov je za izbrani sloj (1). Na plošči *Identify results* se torej prikažejo zgolj podatki o izbranih elementih ali celici na sloju, ki je na seznamu slojev označen z modro barvo, tj. izbran ali aktiven (2). Podatki so razdeljeni v *podatke iz atributivne preglednice* (3) in *preračunane geometrijske podatke* (4), npr. površina, obseg, število delov (pod razdelkom (*Derived*)).

The screenshot shows the QGIS interface with the following components:

- Browser Panel:** A tree view showing the project structure. The layer **MKGP_raba_tal_2025** is selected and highlighted with a red box (2).
- Map Area:** A map showing various colored polygons representing land parcels. A red circle (3) highlights a specific parcel.
- Identify Results Panel:** A window displaying the results of the identification process. It is divided into two sections:
 - Attribute Table (3):** A table with columns 'Feature' and 'Value'. It lists various attributes for the selected feature, such as 'RABA_PID', 'RABA_ID', 'VIR', 'AREA', 'STATUS', 'D_OD', 'USER_ID', 'USER_ID_ZA', 'MANAGER', 'STANJE', and 'VERIFIED'.
 - Derived Data (4):** A section labeled '(Derived)' containing calculated values like '(clicked coord...)', 'Area (Cartesian...)', 'Area (Elliptical...)', 'Closest X', 'Closest Y', 'Closest vertex...', 'Feature ID', 'Part number', 'Parts', 'Perimeter (Cartesian...)', 'Perimeter (Elliptical...)', and 'Vertices'.
- Mode Dropdown (1):** A dropdown menu at the bottom of the Identify Results panel, currently set to 'Current Layer'.

3.8 Seznam slojev in opravila sloja

Seznam slojev (Browser) ponuja pregled vseh slojev v aktivnem projektu in omogoča preprosto urejanje slojev ali njihovih lastnosti, ogled atributivne preglednice, vstop v način urejanja in drugo. Celotna funkcionalnost je odvisna od vrste zapisa prostorske podatkovne baze, vsi sloji pa imajo nekaj skupnih funkcionalnosti. Med pomembnejšimi je prikaz posameznih slojev v glavnem oknu, ki ga uredimo z obkljukano kljukico pred vsakim slojem (1). Če polje ni obkljukano, se sloj ne prikaže v glavnem oknu za vizualizacijo in urejanje prostorskih slojev.



Za ogled funkcionalnosti posameznega sloja kliknemo na sloj z desno tipko – prikaže se spustni meni.

Osnovne funkcionalnosti so:

2. Približaj na obseg sloja ali slojev.
3. Preimenuj sloj.
4. Odstrani sloj s seznama slojev.
5. Odpri atributivno preglednico (večinoma pri vektorskih slojih).
6. Vstop v način urejanja (samo pri vektorskih slojih).
7. Izvoz sloja ali posameznih elementov.
8. Urejanje stilov in videza sloja.
9. Okno z lastnostmi sloja.

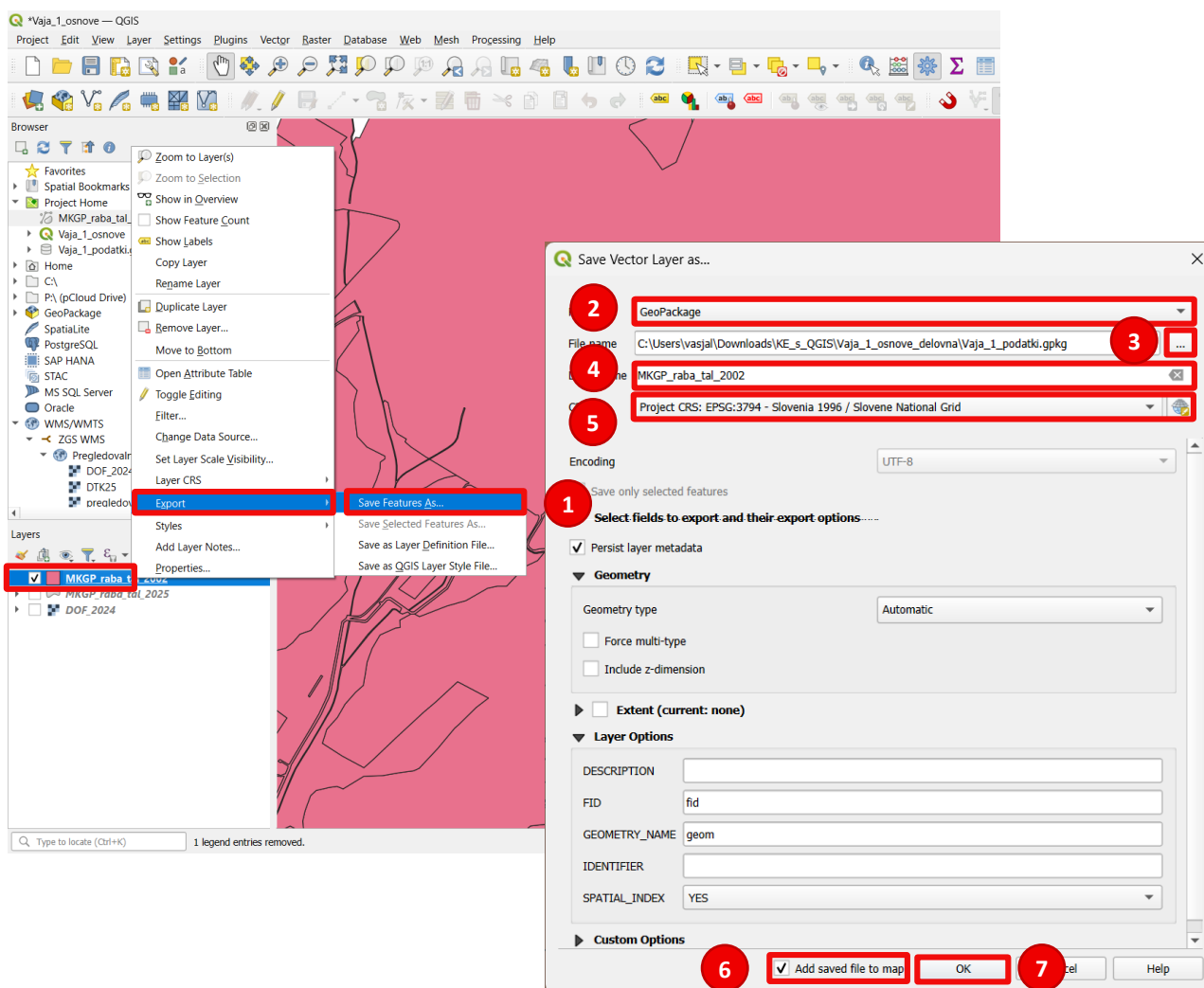
Na seznamu slojev je pomemben vrstni red! Vektorski sloj poligonov ali rastrski sloj, ki je postavljen najvišje, bo zakril vse sloje pod njim ne glede na obliko zapisa; seveda je odvisno

od nastavljenе oblike prikaza (glej tudi poglavji 4.9 in 5.6) ali transparentnosti. Z vektorskimi sloji točk in linij ne bomo imeli težav. Rastrski sloji so zato pogosto najnižje na seznamu, po navadi so nad njimi vektorski poligoni, nato linije in nazadnje točke.

Sicer pa je preurejanje slojev enostavno – na sloju kliknemo in pridržimo levi miškin gumb ter sloj premaknemo na želeni položaj na seznamu. Pri tem se bo pojavilo vodilo v obliki horizontalne črte, ki nakazuje nov položaj sloja znotraj seznama. Ko smo z novim položajem zadovoljni, spustimo miškin gumb – vsebina seznama se nemudoma posodobi.

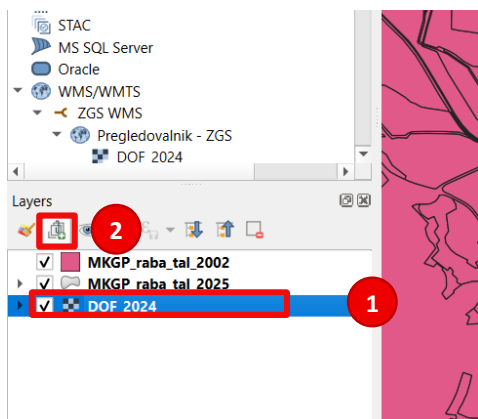
3.9 Izvoz vektorskih slojev, geopaketov ali posameznih elementov

Ena osnovnih in pogosto uporabljenih funkcionalnosti QGIS je izvoz celotnih vektorskih slojev, geopaketov ali posameznih elementov. Izvoza vektorskih slojev se poslužujemo takrat, ko izdelujemo varnostne kopije, ko spreminjamo format zapisa (npr. iz *.shp v *.gpkg) ali koordinatni sistem (npr. iz WGS 1984 v Slovenia 1996), ko iz osnovne podatkovne baze izločamo podniz elementov (npr. samo rabe tal gozd iz celotne podatkovne baze rab tal) ali ko želimo prenesti izbrane sloje z WFS spletnih storitev (npr. izbrane gozdne ceste iz WFS ZGS). V vseh primerih je najpreprosteje izhajati iz pregledovalnika (Browser), kjer z desnim klikom označimo sloj, ki ga želimo izvoziti, poiščemo razdelek *Export* in kliknemo *Save Features As ...* (1). Nato izberemo obliko zapisa podatkovne baze (2) in določimo novo ime in lokacijo ali izberemo obstoječo datoteko (3). Ko izvažamo vektorske datoteke (npr. v formatu Shapefile kot v tem primeru) v geopakete, moramo dopisati tudi naziv sloja, ki smo ga izvozili v izbranem geopaketu (4). Izberemo ciljni koordinatni sistem sloja (5) in odključamo, če želimo, da se izvoženi sloj pojavi tudi na seznamu slojev (6). Nazadnje kliknemo gumb *OK* (7).

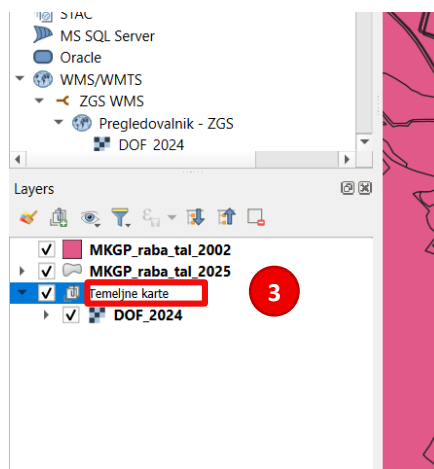


3.10 Združevanje slojev v skupine

Poleg organiziranosti prostorskih podatkovnih baz na lokalnem disku po mapah je pomembna tudi organizacija slojev znotraj posameznega (aktivnega) projekta. Težave se začnejo pojavljati predvsem takrat, ko začnemo z intenzivnimi analizami, ki se pokažejo v velikem številu »vmesnih« slojev. Zato za lažjo preglednost in organizacijo sloje razvrščamo v tematske skupine, kar lahko naredimo na več načinov.

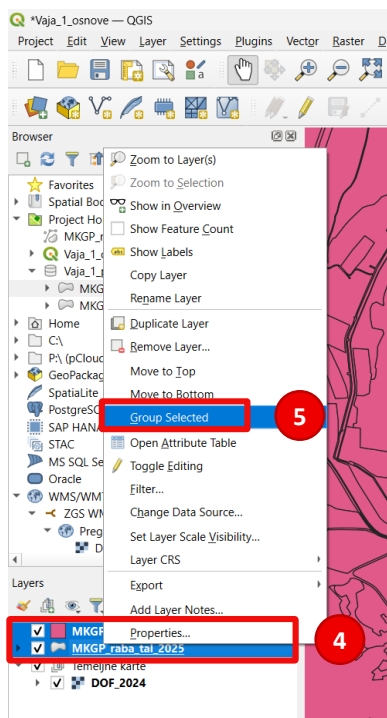


Skupino najhitreje dodamo tako, da kliknemo na sloj (1) in nato ikono *Add Group* (2). Nastane skupina, ki jo lahko poljubno preimenujemo (3).

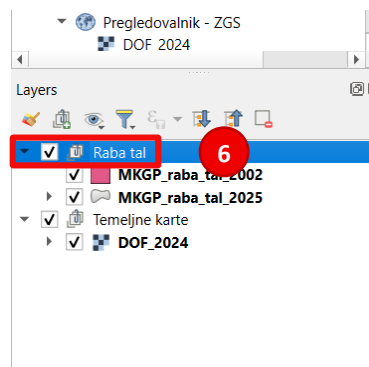


Primer hierarhičnega poimenovanja skupin:

- Prvi teden
 - o Raba tal
 - o Tematski sloji
 - o Temeljne karte
- Drugi teden
 - o Osnovni sloji
 - o Analizirani sloji
 - o Temeljne karte
- Tretji teden
 - o Franciscejski kat.
 - o Analizirani sloji
- ...
 - o ...
 - o ...



Nadalje lahko ustvarjamo skupine tako, da označimo sloje, ki jih želimo vključiti v novo skupino. Dva ali več slojev označimo tako, da pred pritiskom miške držimo tipko Ctrl – označena sloja se pobarvata z modro obrobo (4). Nato kliknemo na enega od označenih slojev z desno tipko in izberemo *Group Selected* (5). Nazadnje novo skupino še poljubno preimenujemo (6).



Za enostavno dodajanje skupin v podoknu s seznamom slojev kliknemo na belo polje z desnim gumbom in izberemo *Add Group*“.

Sloje, ki jih želimo dati v skupino, označimo in jih prenesemo v skupino na način povleci-in-spusti.

3.11 Vtičniki

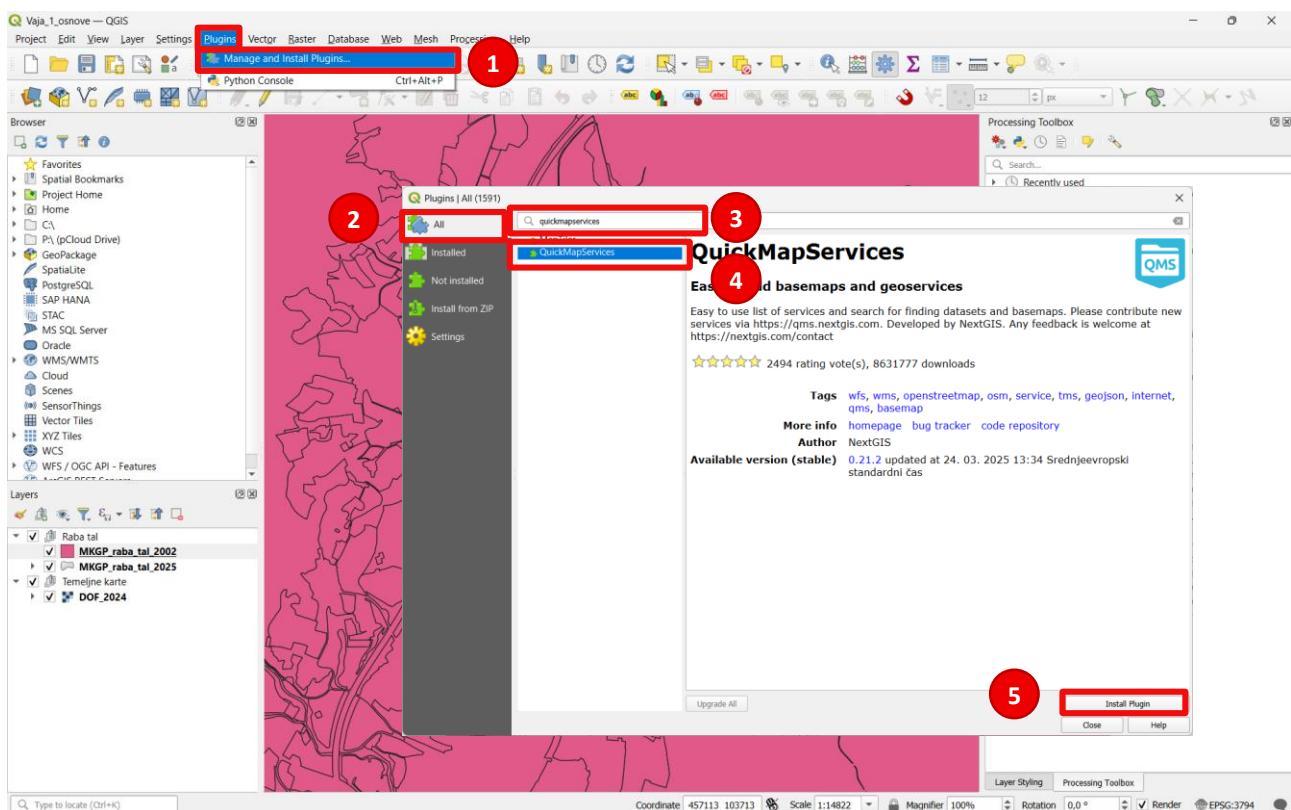
V QGIS je veliko orodij in funkcionalnosti dostopnih s pomočjo t.i. vtičnikov (angl. Plugins). Večino so jih – tako kot programsko orodje QGIS – ustvarili prostovoljci in so zato prosto dostopni.

V tem priročniku bomo namestili in prikazali uporabo naslednjih vtičnikov:

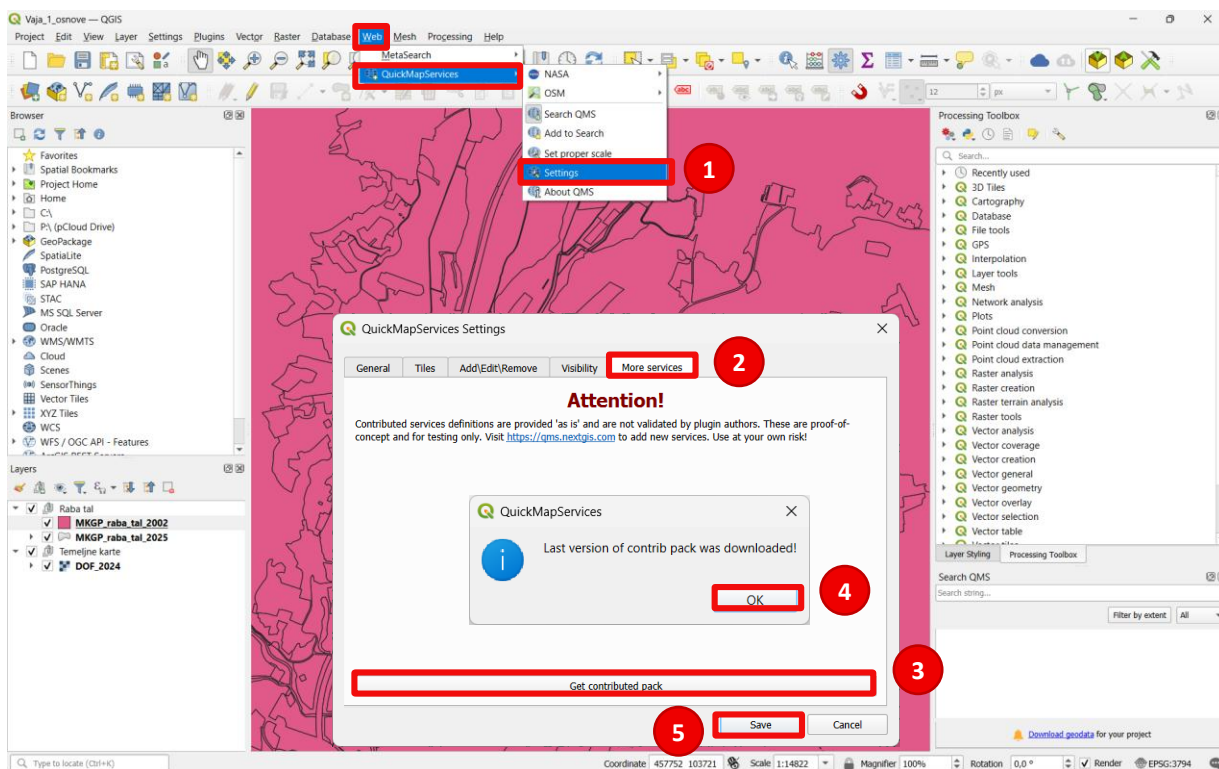
- **QuickMapServices** – storitev pregledovanja temeljnih kart,
- **LecoS** – izračun izbranih krajinskih metrik,
- **QNarcis** – pregledovalnik slojev prek spletnih storitev (glej poglavje 3.12).

V nadaljevanju bomo spoznali postopek namestitve enega najbolj priljubljenih in uporabnih vtičnikov z imenom *QuickMapServices*. Z njim enostavno dostopamo do vrste temeljnih kart različnih ponudnikov, kot so ESRI, Google, OSM, Bing.

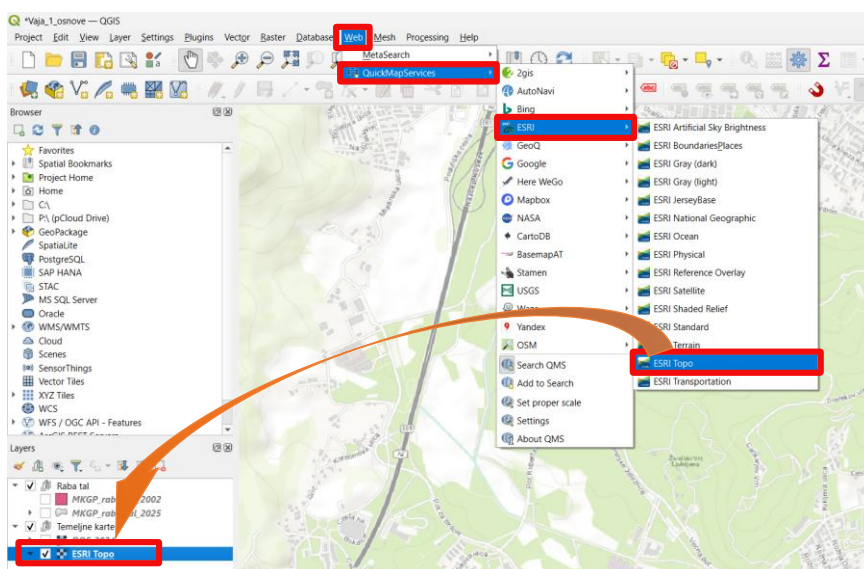
Za pregled, urejanje in dodajanje vtičnikov najprej kliknemo *Plugins* in nato *Manage and Install Plugins ...* (1). Nato izberemo razdelek vseh vtičnikov *All* (2) in v iskalnem polju poiščemo želeni vtičnik (3). Zadetki z iskanim imenom se izpišejo v spodnjem oknu in kliknemo na želeni vtičnik (4) ter pritisnemo gumb *Install Plugin* (5).



Ko vtičnik QuickMapServices uspešno namestimo, se v orodni vrstici pod zavihkom Web pojavi razdelek QuickMapServices. Preden začnemo uporabljati temeljne karte, poskrbimo za ustrezno nastavitve vtičnika – kliknemo *Settings* (1), da se odpre okno z nastavitvami. Nato kliknemo na zavihek *More services* (2) in gumb *Get contributed pack* (3). Po uspešni namestitvi se pojavi okno, kjer kliknemo gumb *OK* (4). Nazadnje nastavitve shranimo s klikom na gumb *Save* (5).



S tako nadgradnjo vtičnika QuickMapServices se nabor ponudnikov spletnih storitev razširi na ponudnike, ki ponujajo različne oblike temeljnih slojev (npr. topografijo, satelitski posnetki). Dodajanje temeljnih kart v glavno okno za vizualizacijo je enostavno – pomaknemo se do zelenega ponudnika in kliknemo na storitev, ki se nato prenese v projekt.

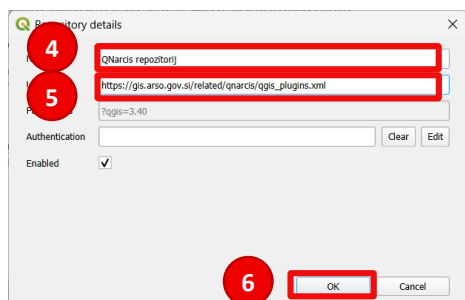
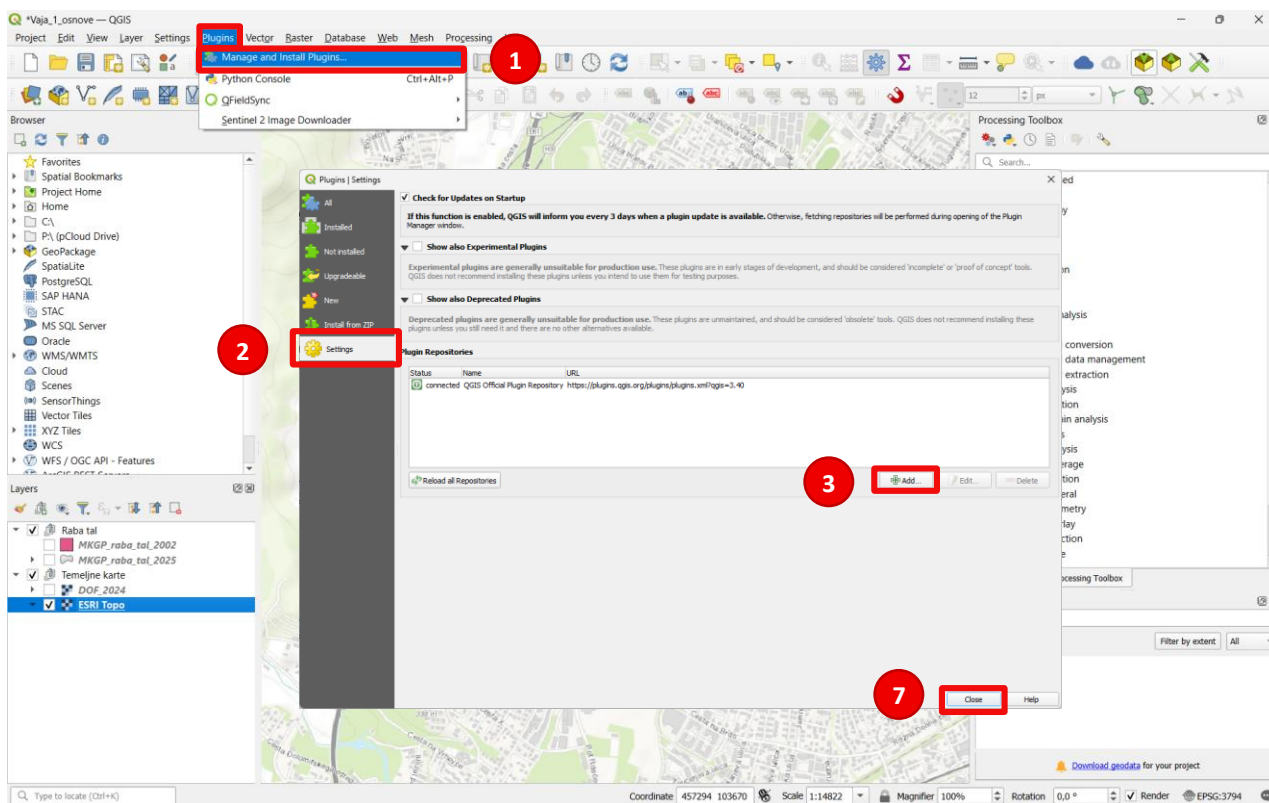


3.12 QNarcIS

Med letoma 2021 in 2024 je potekal večji projekt LIFE NarcIS ([povezava do spletne strani](#)), ki je med drugim ustvaril naravovarstveni portal ter vtičnik QGIS QNarcIS za dostop do spletnih kartnih storitev različnih ponudnikov. Spletni GIS NarcIS pa je povezano orodje za dostop in analizo različnih prostorskih podatkovnih baz slovenskih ponudnikov.

Največja prednost namestitve in uporabe vtičnika QNarcIS v QGIS je v možnosti pregledovanja več kot dvesto različnih prostorskih podatkovnih baz slovenskih institucij (npr. ZGS, MKGP, ZRSVN). Dodatne funkcionalnosti obsegajo poizvedbe s pomočjo spletnega vmesnika, za kar je pa potrebna prijava v sistem QNarcIS (več o tem najdete na spletni QNarcIS).

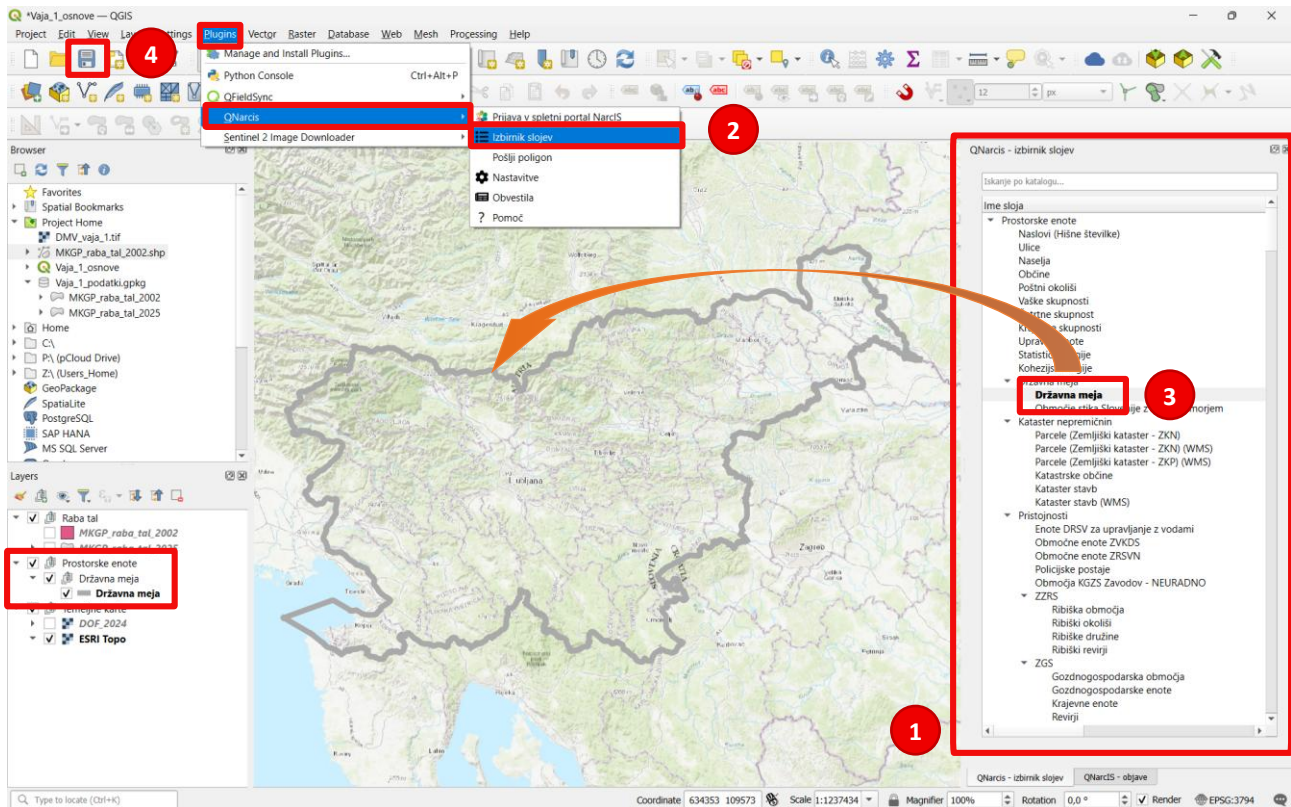
V tem priročniku bomo vtičnik QNarcIS namestili kot alternativo že omenjenim storitvam WMS ZGS za pregledovanje prostorskih podatkovnih baz (glej poglavje 2.6). Najprej izberemo *Manage and Install Plugins...* v spustnem meniju *Plugins* (1). Nato kliknemo na razdelek *Settings* (2) in nato na gumb *+Add ...* (3).



V novem oknu za vpis povezave URL do repozitorija določimo poljubno ime (4) in prilepimo (5) povezavo: https://gis.arso.gov.si/related/qnarcis/qgis_plugins.xml Kliknemo gumba OK (6) in Close (7).

V zadnjem koraku poiščemo in dodamo vtičnik z nazivom *QNarcis* po navodilih iz poglavja 3.11.

Do seznama vseh podatkovnih baz v orodni plošči (1) pridemo tako, da pod menijem *Plugins* izberemo *QNarcis* in nato *Izbirnik slojev* (2). Nato dvakrat kliknemo na podatkovno bazo (sloj), ki jo želimo vizualizirati v glavnem oknu (3).



Ker gre za spletne storitve, je hitrost nalaganja podatkovnih baz (slojev) v veliki meri odvisna od hitrosti povezave s spletom. Nalaganje podrobnejših (tj. prostorsko večji, kompleksnejši, z več elementi ...) podatkovnih baz lahko traja tudi 20 ali 30 sekund. Zato bodimo potrpežljivi; preden preberemo večje podatkovne baze, projekt shranimo (4). Vsekakor ni priporočljivo pavšalno prebirati več podatkovnih baz, saj računalnik zelo verjetno ne bo mogel obdelati vseh zahtev in bo »zmrznil«. Takrat nam ne preostane drugega, da prisilno zapremo programsko orodje QGIS in ga odpremo znova.

3.13 Pouzetek in naloge

V poglavju smo se seznanili s programskim orodjem QGIS in njegovimi glavnimi značilnostmi. Na začetku poglavja sta opisana postopek prenosa namestitvene datoteke in postopek namestitve programa. Nato so opisani: najpomembnejše funkcionalnosti, pogledi, orodne vrstice in ikone. Sledi spoznavanje z najpomembnejšimi nastavitvami programa in postopkom branja prostorskih podatkovnih baz z lokalnega diska ter s pomočjo spletnih storitev. Za boljšo organizacijo prostorskih slojev smo spoznali združevanje slojev v skupine in delovanje seznama slojev. V zadnjem delu poglavja pa smo si ogledali še zelo pomemben element programskega orodja QGIS, to so vtičniki, in posebej spoznali slovenski vtičnik QNarcIS.

Naloge, s katerimi boš raziskal/-a podatkovne vir, baze in podatke ter utrdil/-a osvojene veščine:

- poveži se z drugimi storitvami WFS in WMS (glej poglavje 2.6 za povezave),
- oglej si seznam vtičnikov in poišči kakšnega zanimivega (glej poglavje 3.11),
- podrobneje se seznanj z vtičnikom QuickMapServices in preizkusi različne temeljne karte. Ko jih vizualiziraš v glavnem oknu, jih na seznamu slojev porazdeli po smiselnih skupinah,
- podrobneje se seznanj z vtičnikom QNarcIS in si oglej zanimive sloje s seznama,
- v projektu preberi še rastrsko podatkovno bazo z imenom DMV_vaja_1.tif. Približaj in primerjaj z vektorsko podatkovno bazo rabe tal. Poskusi najti celico z najnižjo in najvišjo nadmorsko višino (glej poglavje 3.7).

4 Krajinsko-ekološka analiza površja

V tem poglavju bomo podrobneje spoznali rastrske podatkovne baze in delo z njimi. Osnovno rastrsko podatkovno bazo *digitalni model višin* bomo ustvarili s pomočjo podatkovne baze oblakov točk reliefa. Najprej pa naredimo nov projekt QGIS in ga shranimo z imenom *Vaja_2_Analiza_povrsja* v novo mapo. V tem poglavju uporabljamo gradivo vaje 2, ki ga najdemo na RUL: <http://hdl.handle.net/20.500.12556/RUL-171097>.

4.1 Prenos podatkovnih baz laserskega skeniranja

Preden začnemo s samo pripravo DMV, si priskrbimo ustrezne podatkovne baze. Za našo nalogo so to podatkovne baze cikličnega laserskega skeniranja Slovenije v obliki listov velikosti 1 km². To so t.i. oblaki točk reliefa (OTR), pridobljeni na osnovi tehnologije LiDAR zajema podatkov in so za leti 2023 in 2024 dostopni na spletnem portalu CLSS <https://clss.si/>. Za leti 2013 in 2014 so podatkovne baze na voljo na geoportalu ARSO.

V priročniku je izbran primer okolice kraja Jezero pri Podpeči na Ljubljanskem barju. Obiščemo portal CLSS in poiščemo izbrano območje (1). Opazimo pravilno mrežo kvadrantov – to so posamezni listi s podatkovnimi bazami. Ko z levim gumbom kliknemo na en list (2), se izpiše okno z osnovnimi informacijami lista (3), kot so datum zajema, ime kvadranta (ki je hkrati poenostavljena koordinata) idr. ter povezavami za prenos podatkov (4). Za naš primer bomo na računalnik prenesli **DMR**, in sicer za kvadrante z imenom (koordinatami): 455_92, 456_92, 455_91 ter 456_91. Ko kliknemo *Prenos* (4,13 MB), se odpre pogovorno okno, v katerem poskrbimo, da podatkovno bazo shranimo v mapo projekta *Vaja_2* (6) in nazadnje kliknemo *Shrani* (7).

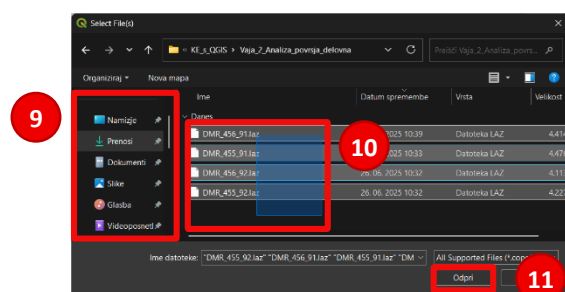
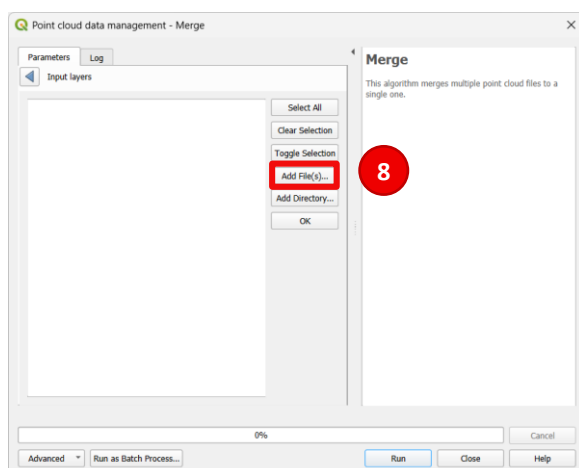
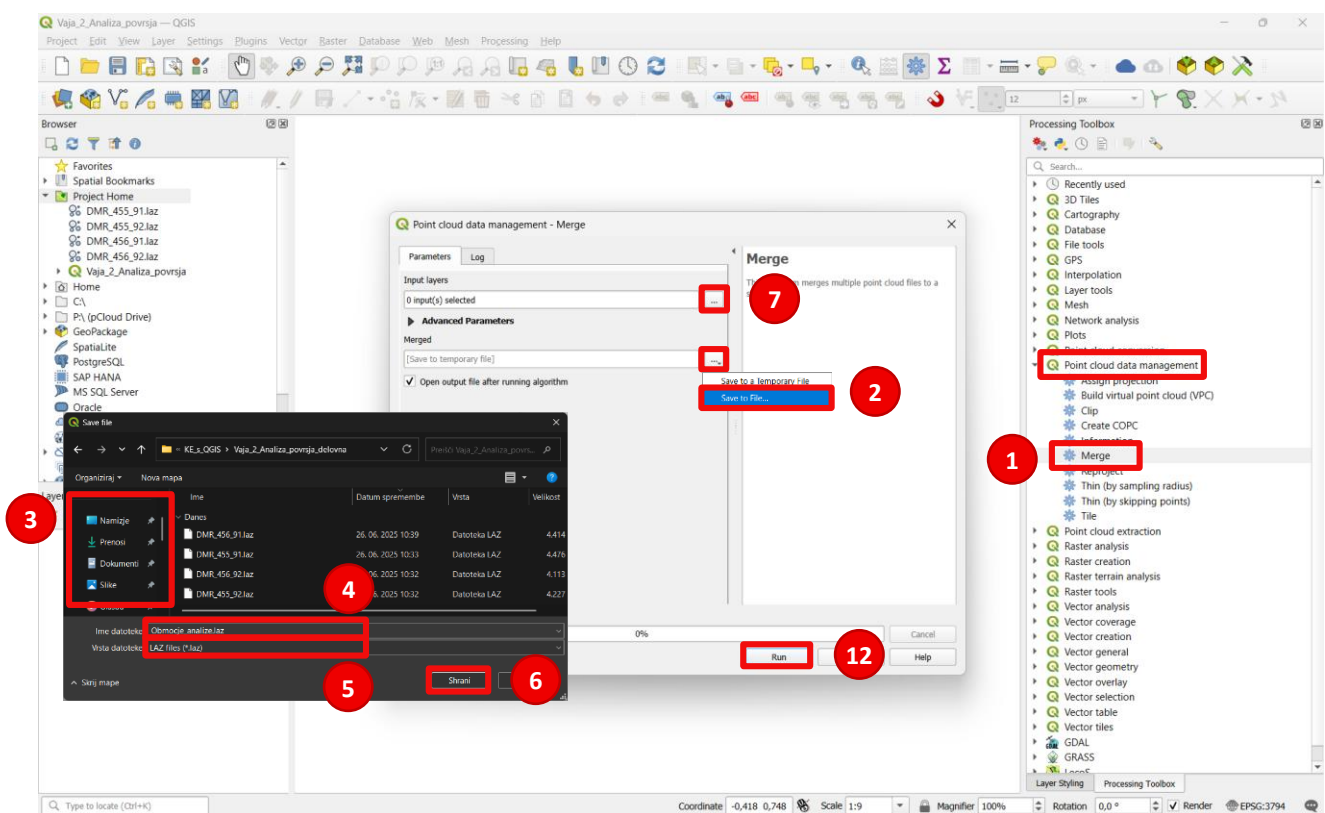
The screenshot illustrates the workflow for downloading LiDAR data from the CLSS portal. It shows the map interface, the selection of a quadrant, the resulting information window, and the file download process.

CLSS 2023 - 2025	
Splošno	
Datum zajema	06.05.2023
Ime kvadranta	455_92
Ime območja	Ljubljana
Tehnično poročilo območja	Prenesi
Minimalna višina	280,96
Maksimalna višina	504,72
Prenos podatkov	
GKOT	Prenesi (218,60 MB)
DMR	Prenesi (4,13 MB)
nDMP	Prenesi (4,98 MB)
PAS	Prenesi (80,25 MB)
POF	Prenesi (80,25 MB)
POFI	Prenesi (80,48 MB)

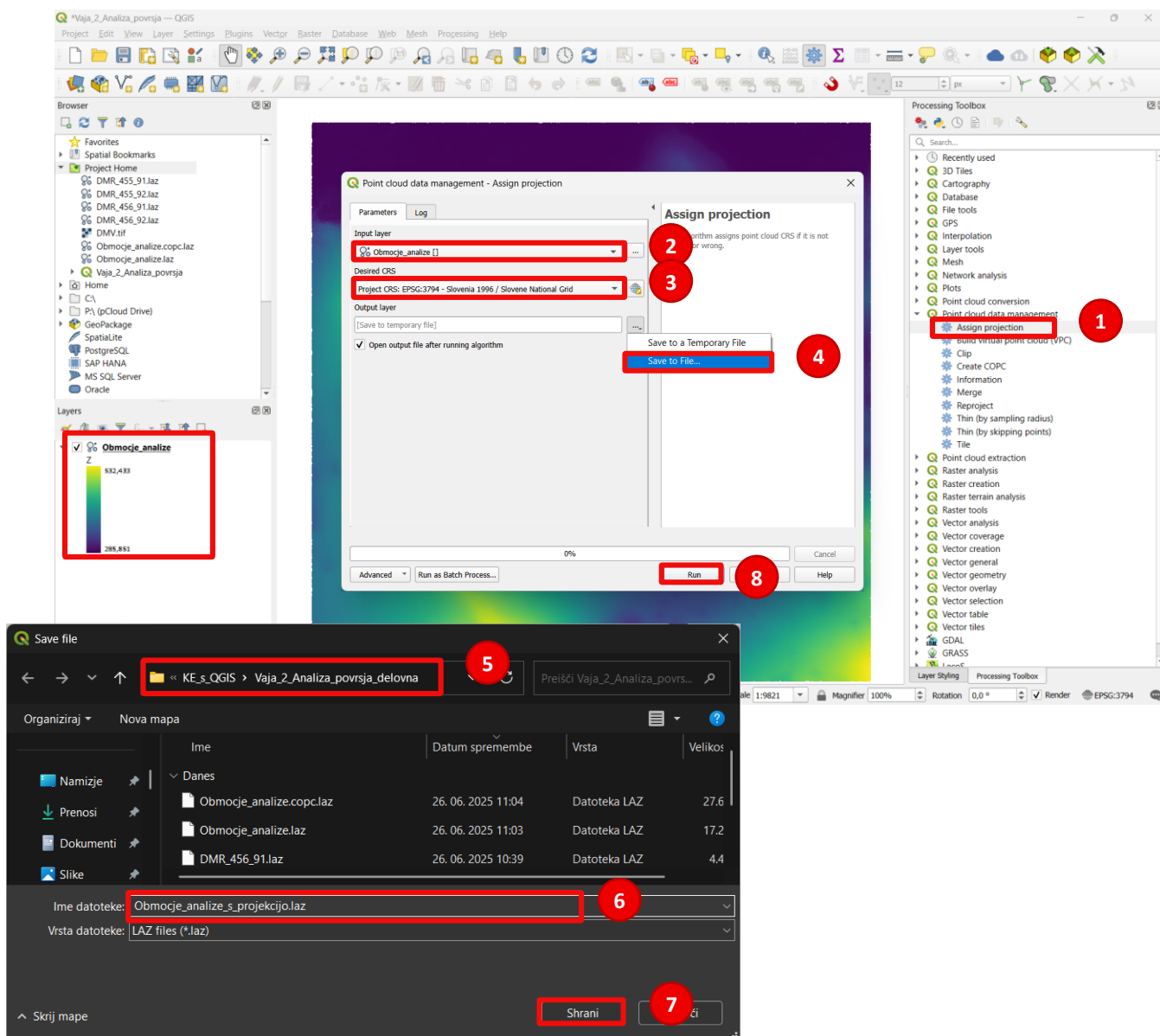
Ime	Datum spremembe	Vista	Velikost
DMR_455_91.laz	26.06.2025 10:33	Datoteka LAZ	4,476 KB
DMR_456_92.laz	26.06.2025 10:32	Datoteka LAZ	4,113 KB
DMR_455_92.laz	26.06.2025 10:32	Datoteka LAZ	4,227 KB

4.2 Priprava rastrske podatkovne baze digitalni model višin (DMV)

Programsko orodje QGIS omogoča neposredno pretvorbo podatkovnih baz posameznega lista oblaka točk v rastrsko podatkovno bazo. Ker pa želimo pripraviti kompozit iz štirih listov, ki smo jih prenesli na računalnik (to pomeni območje velikost 4 km²), moramo štiri liste najprej združiti v enega. To naredimo z orodjem Merge, ki ga najdemo v orodjarni pod skupino *Point cloud data management* (1). Najprej določimo lokacijo in naziv izhodne (združene) datoteke tako, da izberemo *Save to file...* (2). V pogovornem oknu se pomaknemo v domačo mapo projekta (3), vpišemo naziv nove datoteke (4) in izberemo format *.laz (5), to je isti format, v katerem so osnove datoteke. Kliknemo Shrani (6). Nato kliknemo gumb s tremi pikicami (7) in gumb *Add File(s) ...* (8). V pogovornem oknu se pomaknemo v mapo, v kateri so shranjene datoteke oblakov točk LiDAR (9), označimo vse (10) in kliknemo gumb *Odprti* (11). Nazadnje kliknemo gumb *Run* (12) za zagon orodja.

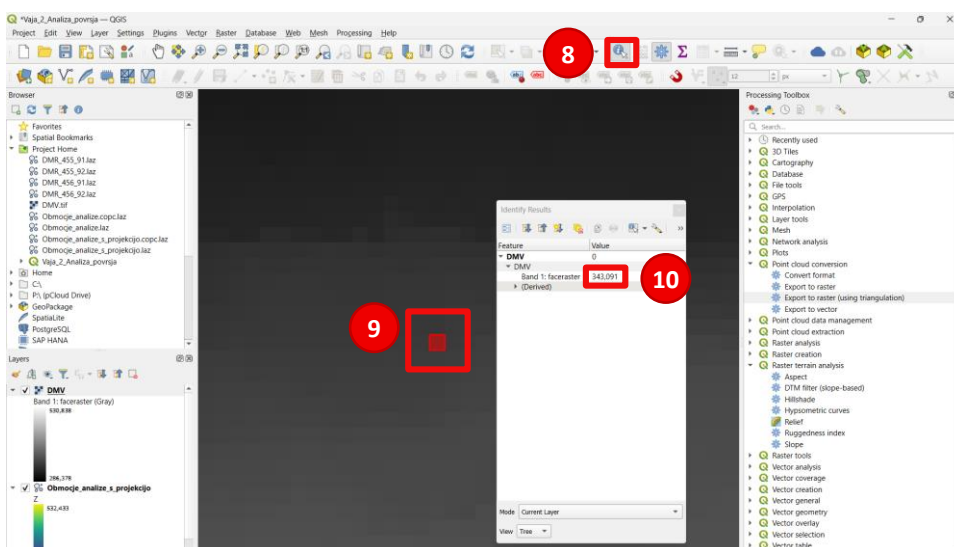
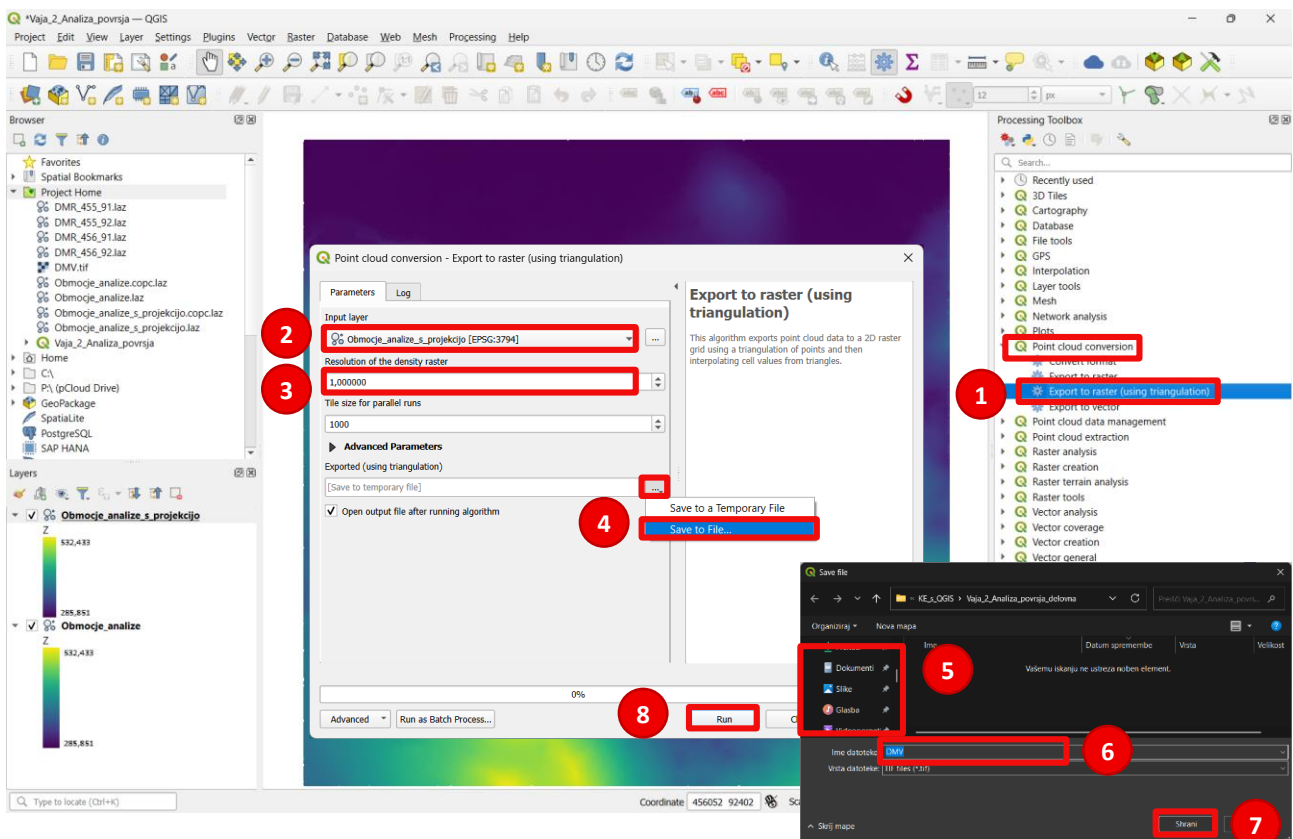


Rezultat združitve se prikaže tudi v glavnem oknu in na seznamu slojev. V nadaljevanju poskrbimo, da dobi podatkovna baza oblaka točk ustrezno projekcijo z orodjem *Assign projection* (1). Znak, da sloj nima ustrezno definirane projekcije, je prazna vsebina znotraj oglatega oklepaja pod točko (2). Zato tu izberemo sloj, kateremu želimo pripisati projekcijo, izberemo želeno projekcijo – v našem primeru je to *EPSG: 3794 - Slovenia 1996/Slovene National Grid* (3) – in kliknemo gumb s tremi pikicami in *Save to file ...* (4). Izberemo domačo mapo (5), vpišemo naziv novega sloja (6) in izbiro potrdimo s klikom na gumb *Shrani* (7). Orodje zaženemo s klikom na gumb *Run* (8).



Rastrska podatkovna baza nadmorskih višin ali DMV je eden najpomembnejših analitičnih slojev ne samo na področju krajinske ekologije. Gradient nadmorskih višin pomembno vpliva na pojavljanje rastlinstva in živalstva ter prispeva k vrsti naravnih fenomenov, kot je npr. (mikro)podnebje.

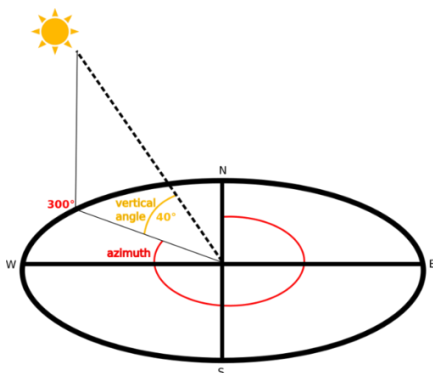
Končno lahko oblak točk pretvorimo v DMV z orodjem *Export to raster (using triangulation)*, ki ga najdemo v orodjarni pod skupino orodij *Point cloud conversion* (1). S spustnega seznama izberemo sloj oblaka točk (2) in opredelimo velikost rastrske celice v osnovnih enotah (3). Kliknemo gumb s tremi pikicami in *Save to File ...* (4). V pogovornem oknu se pomaknemo v domačo mapo projekta (5), novemu sloju dodelimo naziv (6) in kliknemo gumb *Shrani* (7). Nazadnje zaženemo orodje s klikom na gumb *Run* (8). Rezultat je rastrska podatkovna baza DMV s celicami velikosti 1 x 1 meter in vrednostmi, ki ustrezajo nadmorski višini na tistem kvadratnem metru. Nadmorska višina v posamezni rastrski celici je izračunana kot povprečna nadmorska višina točk znotraj obsega celice.



8. Da na hitro ugotovimo nadmorsko višino v celici, uporabimo *Identify Features*.
9. Kliknemo na poljubno celico.
10. V oknu *Identify Results* odčitamo vrednost v metrih.

4.3 Rastrska podatkovna baza analitičnega senčenja

V prejšnjem koraku pripravljena rastrska podatkovna baza DMV je osnova za izdelavo vrste analitičnih in preglednih rastrskih podatkovnih baz za prikaz površja. V orodjarni bomo orodja našli v skupini orodij *Raster terrain analysis*.



Orodje *Hillshade* izračuna osenčenost površja na osnovi DMV. Nova podatkovna baza prikazuje površje s senčenjem, kot bi ga osvetlila/potemnila svetloba z določenega položaja na nebu. Tak položaj lahko določimo tako, da spremenimo vrednosti parametrov *horizontalni kot* (angl. azimuth) in *vertikalni kot* (angl. vertical angle). Privzeta vrednost za horizontalni kot je 300 stopinj, za vertikalni kot pa 40 stopinj (Slika 12).

Slika 12: Grafična predstavitev vertikalnega in horizontalnega kota pri senčenju (Documentation for QGIS 3.4, b. l.)

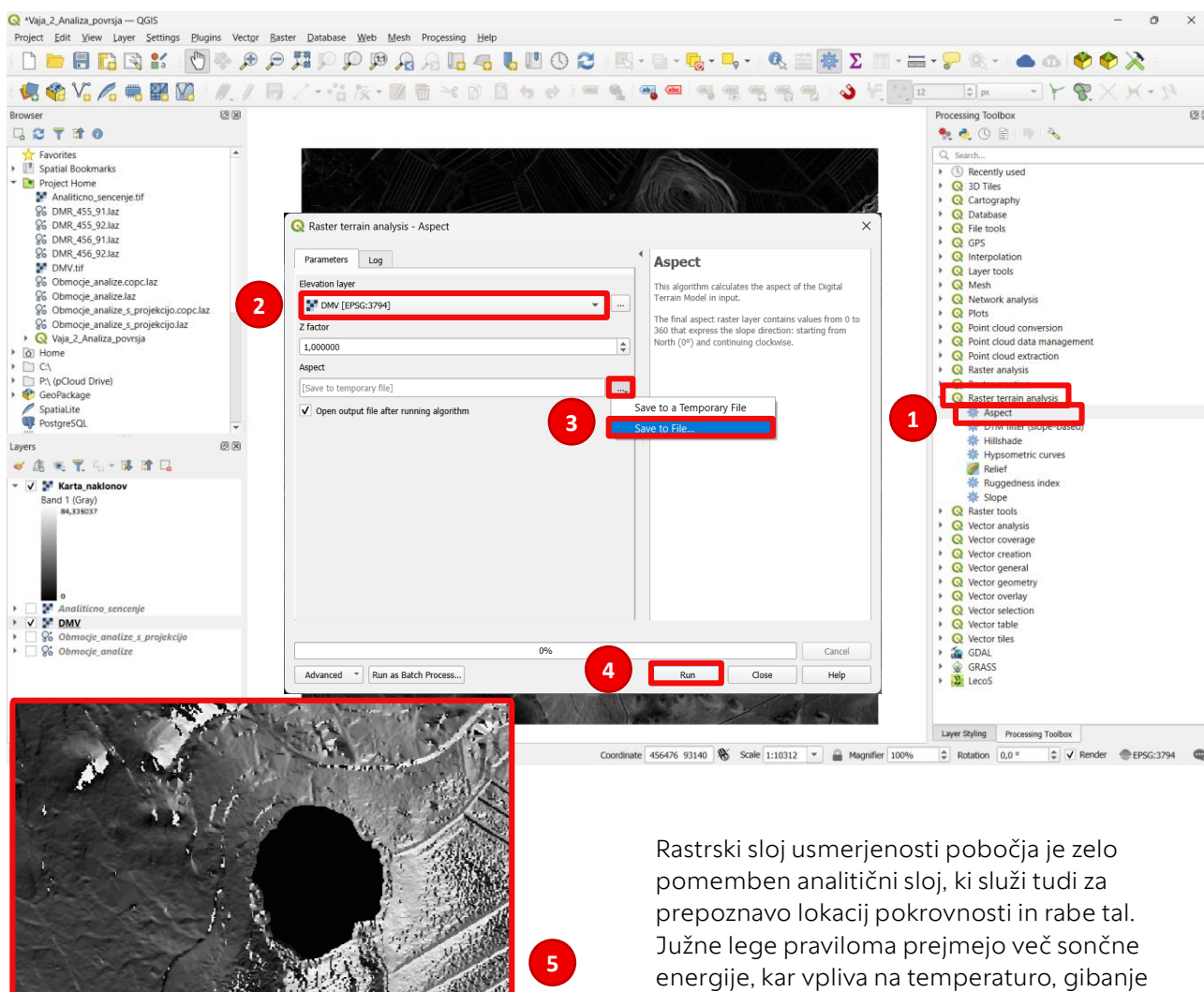
Izberemo orodje *Hillshade* (1), določimo DMV sloj (2), datoteko shranimo v domačo mapo (3; za podrobnosti glej prejšnja poglavja) in kliknemo gumb *Run* (4). Rezultat (5) je rastrska podatkovna baza z vrednostmi celic od 0 do 255, ki za vsako celico ponazarja črno-beli odtenek.

Karta analitičnega senčenja je uporabna za boljšo predstavo topografije območja. Na njej lahko prepoznamo značilne elemente, kot so r. ceste in poti, vrtače, lokacije stavb.

4.5 Rastrska podatkovna baza usmerjenosti pobočij glede na stran neba

Drugi pomemben morfogenezski element reliefa je usmerjenost pobočij glede na smer neba ali azimut. Pogovorno za usmerjenost pobočij zasledimo tudi izraz ekspozicija. Porazdelitev vegetacije je največkrat odvisna od usmerjenosti pobočja, ki določa tudi porazdelitev energije (insolacijo), vlažnost, dolžino vegetacijske dobe ipd. (Pirnat, 2024: 37–41). Klasičen primer so gorski grebeni pod gozdno mejo, ki so po navadi porasli s travami in grmovjem na južnih legah ter gozdovi na severnih pobočjih. Usmerjenost pobočja redno upošteva tudi človek pri kmetijskih aktivnostih, ko vinograde ali oljčnike postavlja na južnih ali južnejših pobočjih.

V skupini orodij *Raster terrain analysis* tokrat izberemo orodje *Aspect* (1), določimo sloj DMV (2), datoteko shranimo v domačo mapo (3; za podrobnosti glej prejšnja poglavja) in kliknemo gumb *Run* (4). Rezultat (5) je rastrska podatkovna baza z vrednostmi celic od 0 do 360, ki za vsako celico ponazarja vrednost azimuta v stopinjah.



Rastrski sloj usmerjenosti pobočja je zelo pomemben analitični sloj, ki služi tudi za prepoznavo lokacij pokrovnosti in rabe tal. Južne lege praviloma prejmejo več sončne energije, kar vpliva na temperaturo, gibanje zraka, svetlobne razmere in izhlapevanje vode.

4.6 Rastrska podatkovna baza razgibanosti površja

Tretji morfogenetski element reliefa je razgibanost ali pregibi (Anko, 1982). V programskem orodju QGIS je na voljo t.i. indeks topografske razgibanosti ali heterogenosti površja (angl. Topographic Ruggedness Index). Rastrska podatkovna baza razgibanosti površja v osnovi pokaže (absolutno) razliko v nadmorski višini sosednjih celic. Heterogenost površja je pomembna spremenljivka pri predvidevanju vrst, ki bodo zasedle določen habitat (Riley in sod., 1999). Lestvica predlaganih kategorij heterogenosti površja, ki jo bomo uporabili v tem učbeniku, je naslednja:

- 0–80 m = ravno površje,
- 81–116 m = skoraj ravno površje,
- 117–161 m = rahlo razgibano površje,
- 162–239 m = srednje razgibano površje,
- 240–497 m = zmerno razgibano površje,
- 498–958 m = zelo razgibano površje,
- 959–4.367 m = ekstremno razgibano površje.

V skupini orodij *Raster terrain analysis* izberemo orodje *Ruggedness index* (1), določimo sloj DMV (2), datoteko shranimo v domačo mapo (3; za podrobnosti glej prejšnja poglavja) in kliknemo gumb *Run* (4). Rezultat (5) je rastrska podatkovna baza z vrednostmi celic od 0 do 4.367 m (za naš primer) – vsaka celica nosi vrednost razgibanosti površja na površini 1 m².

1. Ruggedness index

2. DMV (EPSG:3794)

3. Save to File...

4. Run

5. Raster terrain analysis - Ruggedness index

Rastrska podatkovna baza razgibanosti površja nakaže območja z velikimi razlikami v nadmorski višini. Karta je uporabna tudi za odkrivanje potencialnih strukturnih niš nekaterih rastlinskih in živalskih vrst.

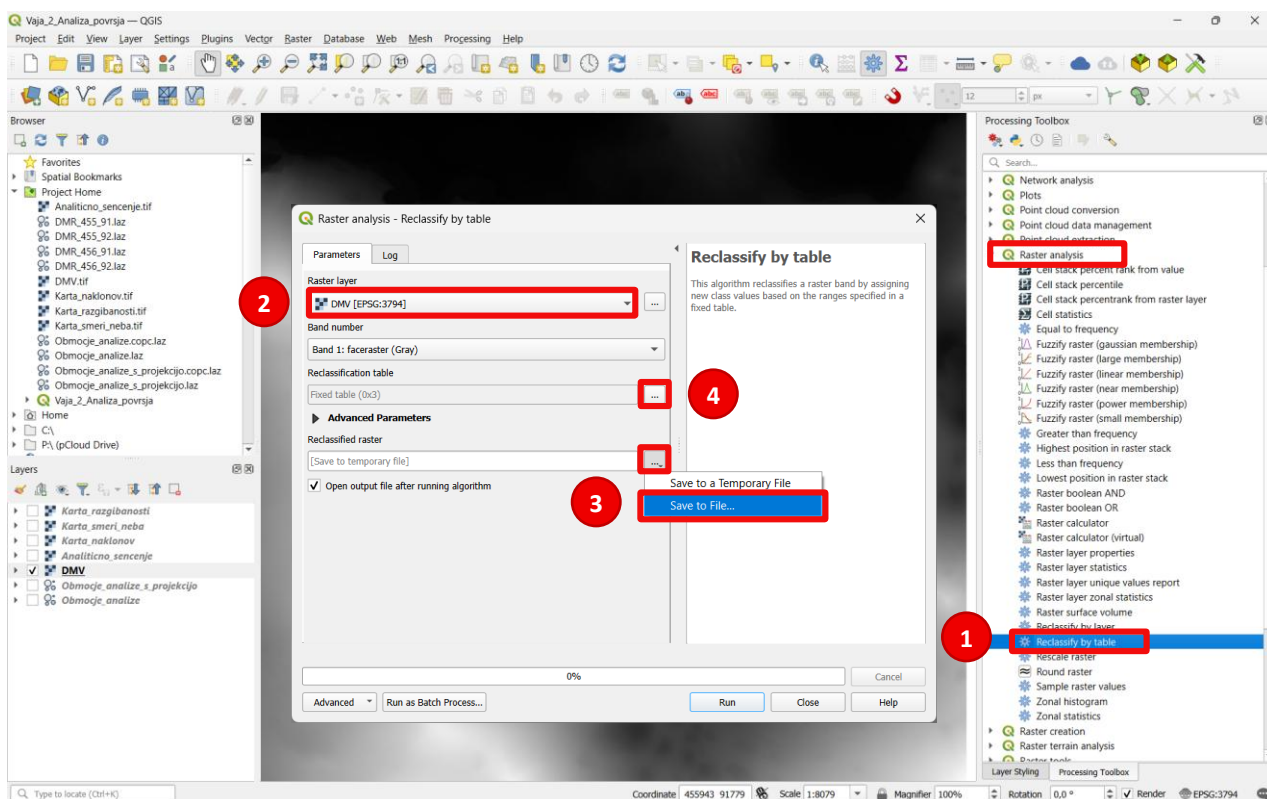
4.7 Reklasifikacija vrednosti celic rastrov

Doslej smo uspeli izdelati pet zelo podrobnih temeljnih rastrskih podatkovnih baz – velikost celice rastrov je bila 1 x 1 m. Vsi izdelani sloji vsebujejo realne (zvezne) številke vrednosti celic, kar pomeni, da je verjetnost, da bosta dve celici imeli enako vrednost zelo majhna ali blizu nič. Po navadi to ne velja za na videz popolnoma ravne površine, kot je npr. jezero, a tudi tam so mogoča odstopanja. Dodatna pomanjkljivost rastrskih podatkovnih baz z realnimi vrednostmi celic je, da poleg osnovne opisne statistike na nivoju vsega sloja ne moremo izračunati opisne statistike za raven določenih kategorij ali razredov. Kot taki so ti sloji, razen sloja analitičnega senčenja, le pogojno zanimivi za prikazovanje na zemljevidih (poglavje 4.9). Seznanimo se zdaj z združevanjem vrednosti celic po kategorijah ali razredih.

Postopek spreminjanja vrednosti celic imenujemo reklasifikacija (angl. reclassification). tako ustvarimo novo rastrsko podatkovno bazo z omejenim (manjšim) številom kategorij – vsaka celica dobi novo celoštevilsko vrednost, določeno glede na originalno vrednost. To naredimo na način, da za vsak interval originalnih vrednosti določimo novo vrednost. S tem postopkom ustvarimo poljubne in poljubno število kategorij – odvisno od zasnove in zahtevane natančnosti. V nadaljevanju si bomo ogledali štiri primere reklasifikacije:

- DMV --> ustvarili bomo štiri stometrske višinske pasove,
- nakloni --> ustvarili bomo sedem kategorij strmosti,
- ekspozicije --> ustvarili bomo osem kategorij usmerjenosti pobočja,
- razgibanost --> ustvarili bomo sedem kategorij heterogenosti (glej poglavje 4.6).

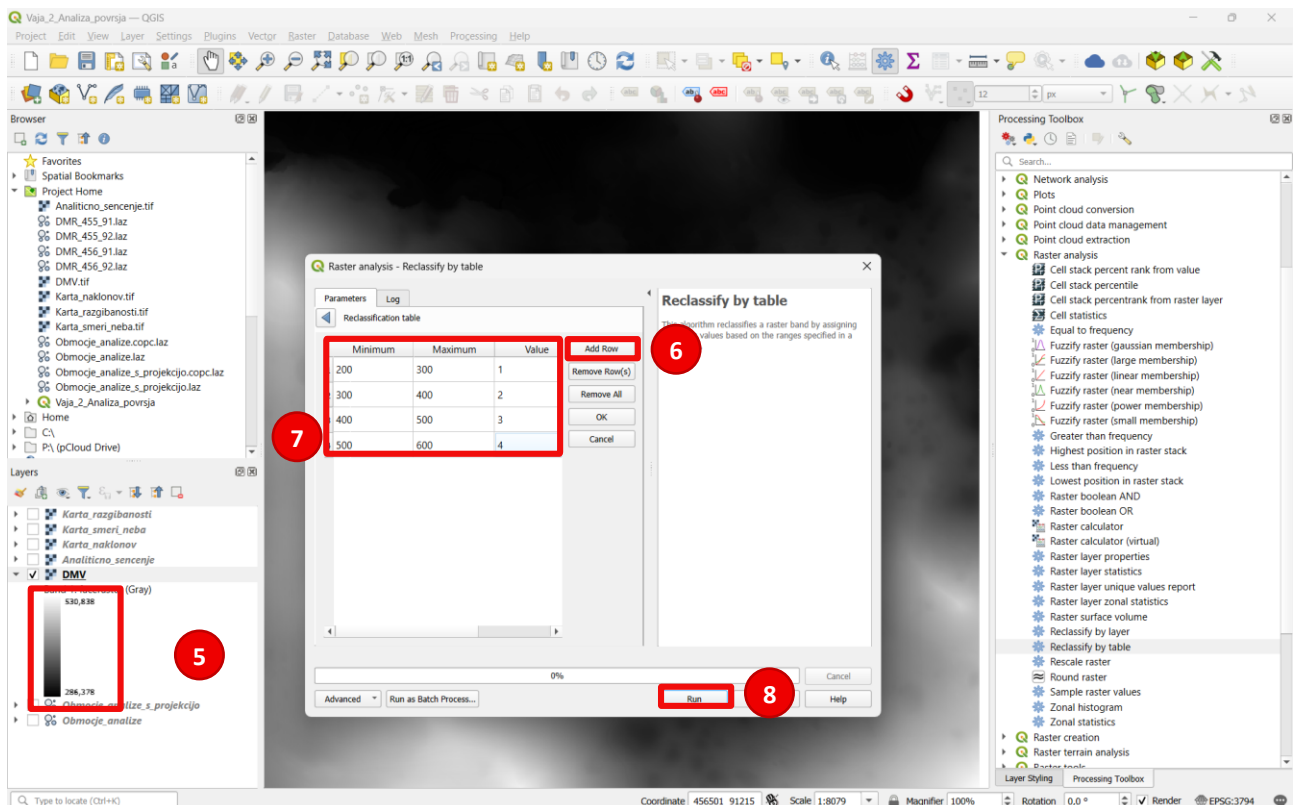
V orodjarni v skupini orodij *Raster analysis* izberemo orodje *Reclassify by table* (1). Določimo sloj (tu najprej DMV), ki ga želimo reklasificirati (2) ter datoteko shranimo v domačo mapo (3; glej tudi prejšnja poglavja). Nato kliknemo gumb s tremi pikicami (4).



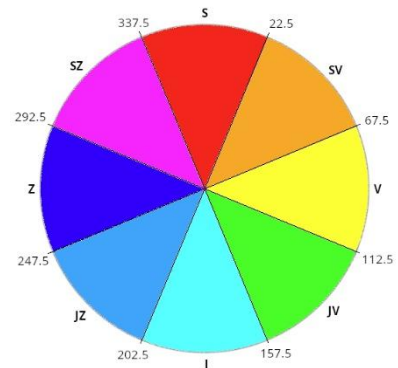
Naslednji korak je najpomembnejši, saj moramo vpisati spodnje in zgodnje vrednosti originalnih vrednosti (v tem primeru nadmorske višine) in dodeliti nove vrednosti celic. Nadmorske višine bomo razdelili na stometrške višinske razrede. Najnižjo in najvišjo višino na danem območju ugotovimo z legendo sloja na seznamu slojev (5). Bistveno je, da pri vpisovanju spodnjih (prva vrstica) in zgornjih vrednosti (zadnja vrstica) v preglednico vpišemo spodnjo vrednost, ki je nižja od najnižje, oziroma zgornjo vrednost, ki je višja od najvišje na sloju DMV. V našem primeru je najnižja višina 286,37 m, najvišja pa 530,83 m, zato bomo zapisali naslednje intervale in jim dodelili nove vrednosti (angl. value):

- od 200 do pod 300 m --> vrednost 1,
- od 300 do pod 400 m --> vrednost 2,
- od 400 do pod 500 m --> vrednost 3,
- od 500 do pod 600 m --> vrednost 4.

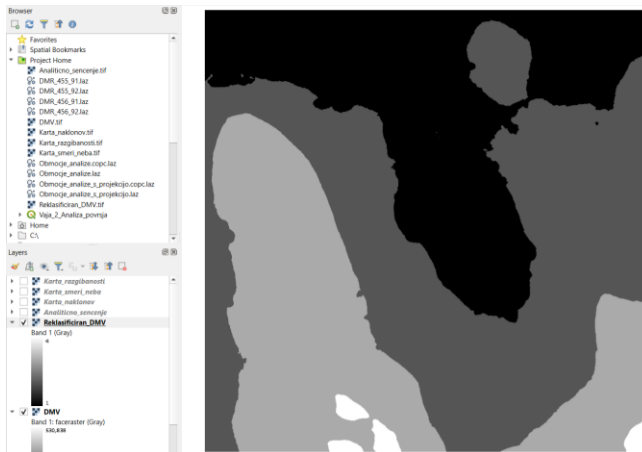
Najprej dodamo štiri nove vrstice s klikom na gumb *Add Row* (6) in nato izpolnimo preglednico z zgornjimi vrednostmi (7). Pozorni bodimo, da so **največje vrednosti predhodnih kategorij enake kot najmanjše vrednosti naslednjih kategorij**. Ko končamo, kliknemo gumb *Run* (8).



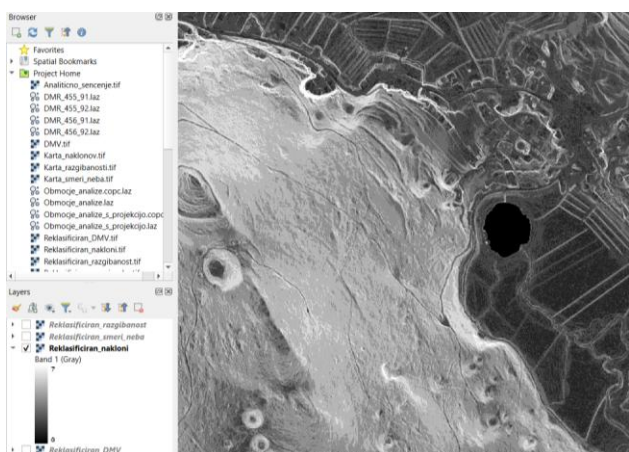
Na enak način ustvarimo še druge rastrske podatkovne baze: kategorije naklonov povzemamo po (Pirnat, 2017: 131). Kategorije usmerjenosti pobočja oblikujemo po standardnih azimutih (slika levo). Zaradi narave azimuta so severne lege definirane z vrednostmi od 0 do 22,5 stopinje ter od 337,5 do 360 stopinj. Da zadostimo matematičnim pravilom, moramo ustvariti devet vrstic in vpisati isto vrednost (tj. value=1) za oba severna intervala.



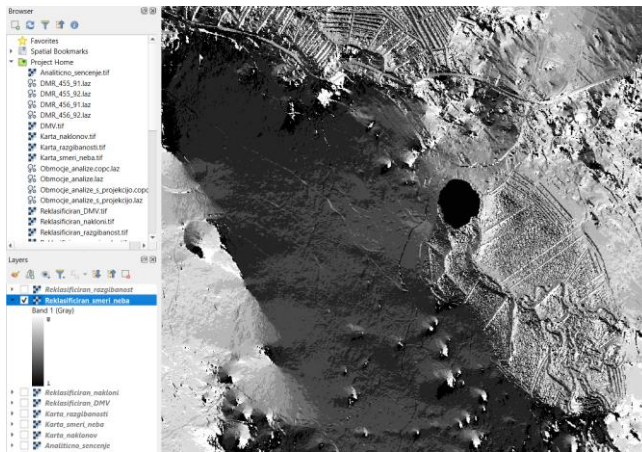
Reklasificirani rastrski sloj nadmorskih višin:



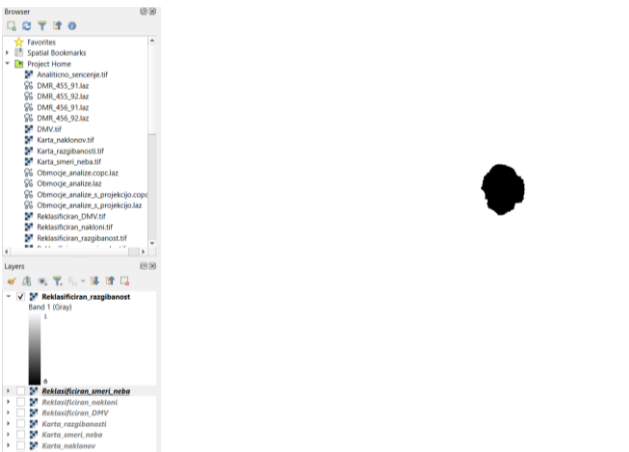
Reklasificirani rastrski sloj naklonov:



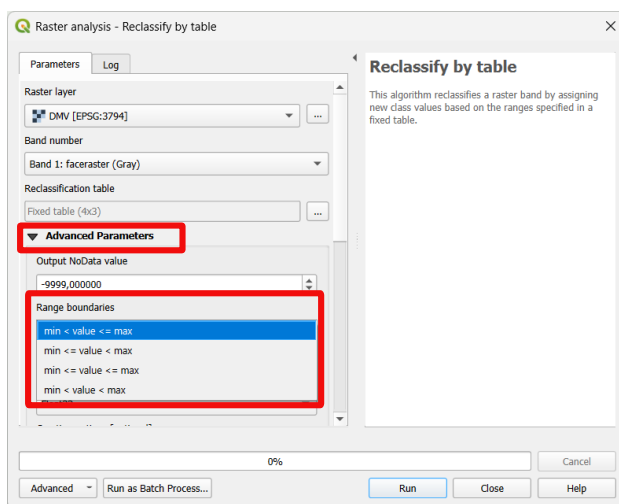
Reklasificirani sloj usmerjenosti pobočja:



Reklasificirani rastrski sloj razgibanosti površja:



V opisanem postopku reklasifikacije, oblikovanje novih kategorij sledi privzetim nastavitvam (angl. Range boundaries). To pomeni, da so meje razredov določene tako, da se v razred uvrsti celica, katere vrednost je večja od spodnje določene vrednosti ali manjša ali enaka od zgornje določene vrednosti (angl. $min < value \leq max$).



Alternativno lahko z razširitvijo razdelka *Advanced Parameters* izberemo:

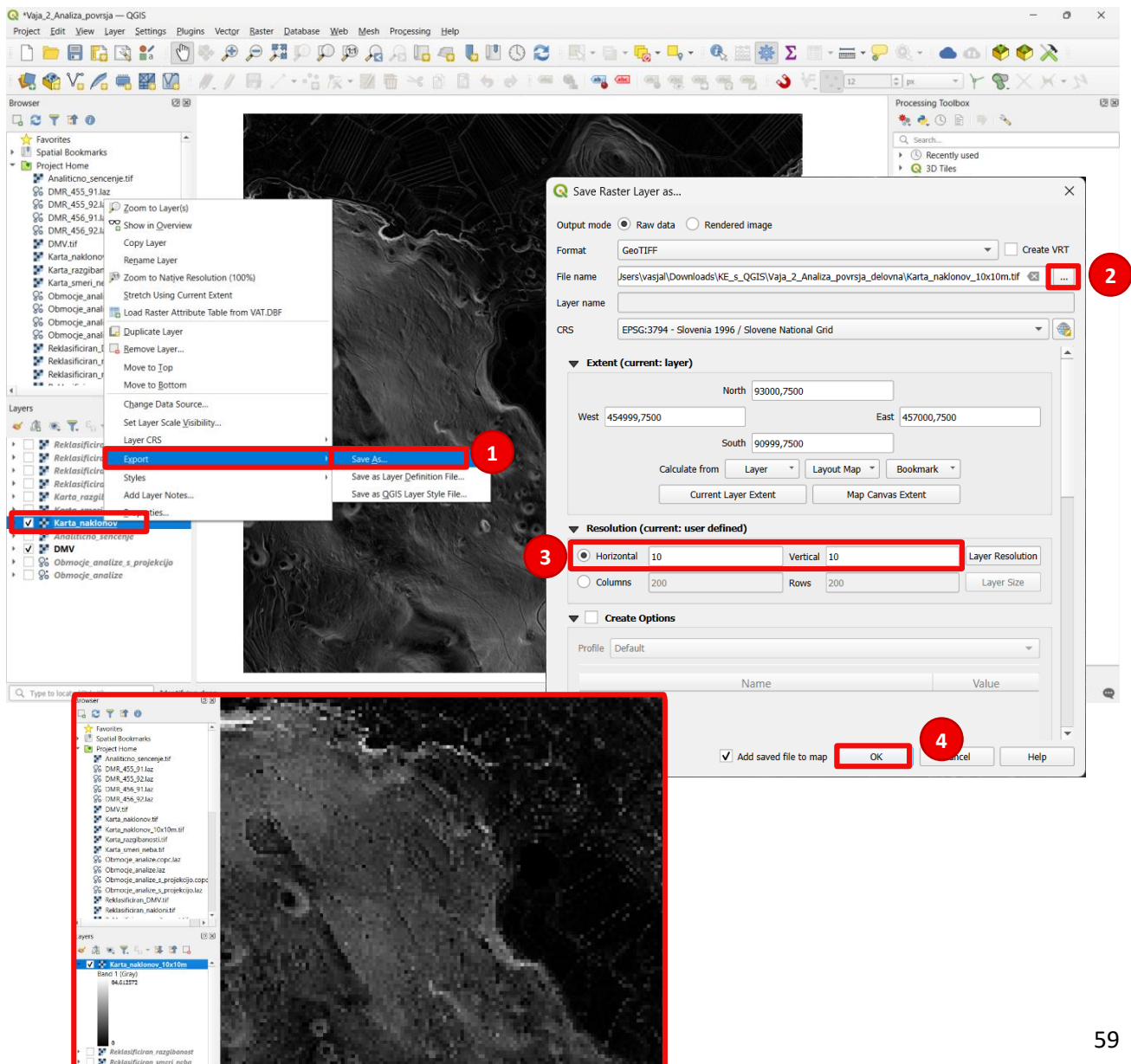
- večjo ali enako od spodnje ali manjšo od zgornje ($min \leq value < max$),
- večjo ali enako od spodnje ali manjšo ali enako od zgornje ($min \leq value \leq max$),
- večjo od spodnje ali manjšo od zgornje ($min < value < max$).

V priročniku in na vajah bomo najpogosteje uporabljali privzeto vrednost, občasno tudi smiselno alternativo $min \leq value < max$.

4.8 Spreminjanje zrnatosti rastrov

Rastrske podatkovne baze, ki smo jih uporabili doslej, so, kot omenjeno, zelo natančne z vidika zrnatosti. Včasih je to zaželeno, v nekaterih primerih pa moteče. Za določene podatkovne baze, npr. naklonov, bi bilo bolj smiselno, da bi uporabili bolj grobo zrnatost (glej poglavje 2.4). Predstavljamo si, da z večjo velikostjo celic (tj. bolj grobo zrnatostjo) lahko bolje povzamemo značilnost širšega območja. Ravno to pa želimo doseči z rastrsko podatkovno bazo naklonov in usmerjenosti pobočja – ne oceniti, kolikšen je naklon ali usmerjenost pobočja na vsakem kvadratnem metru, ampak dobiti širšo sliko območja (npr. za celice s površino 100 m²).

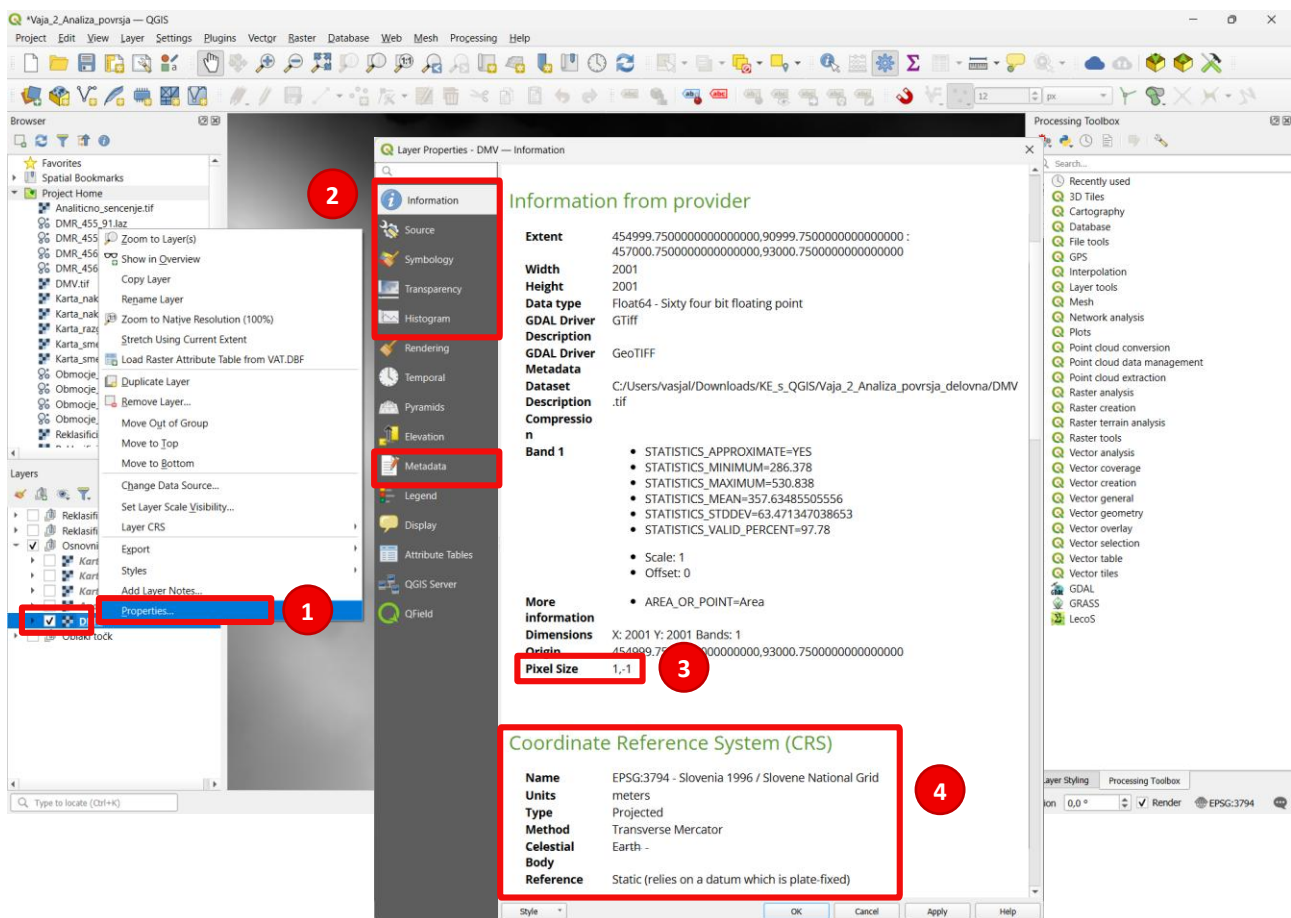
Kot po navadi, je na voljo več načinov za spreminjanje velikosti celic. Verjetno je najpreprostejši, da rastrsko podatkovno bazo (s trenutno velikostjo celic 1 x 1 m) preprosto izvozimo s spremenjeno velikostjo celic. Na seznamu slojev z desno tipko kliknemo na sloj, ki ga želimo izvoziti, ter izberemo *Export in Save As ...* (1). Nato vpišemo ime novega sloja in izberemo lokacijo (2). Glavni korak je spreminjanje zrnatosti – velikosti celic v osnovnih enotah (metri) – v tem primeru v 10 x 10 m (3). Za dokončanje izvoza kliknemo gumb OK (4).



4.9 Lastnosti in oblikovanje rastrskih slojev

Pred nadaljevanjem si za lažjo organizacijo razvrstimo sloje na seznamu slojev po skupinah, kot je opisano v poglavju 3.10.

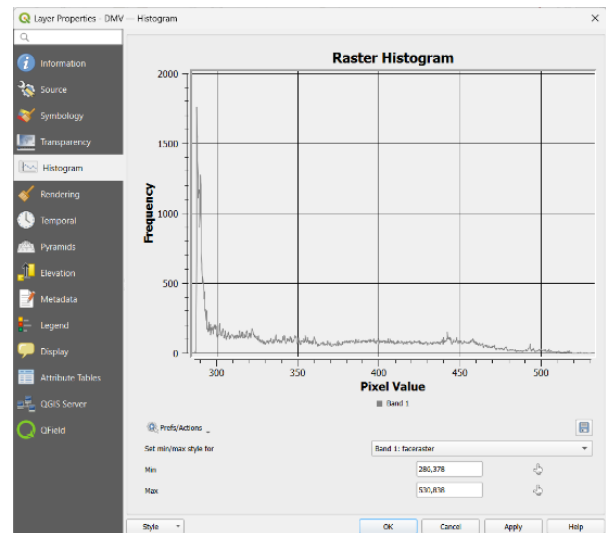
Preden nadaljujemo z analizami, si oglejmo lastnosti in oblikovanje rastrskih slojev. Vsak sloj ima serijo lastnosti, ki jih lahko pregledujemo, spreminjamo, urejamo. Poleg tega lahko vsak rastrski sloj posebej smiselno oblikujemo tako, da ustreza namenu vizualizacije, tj., da vizualiziramo ključno sporočilo in najbolj prikažemo, kar želimo prikazati. Do vseh lastnosti sloja pridemo tako, da na seznamu slojev z desno tipko kliknemo na sloj in izberemo *Properties ...* (1). Med najpomembnejše in uporabne lastnosti sloja uvrščamo skupine (2) informacije (Information), oblikovanje (Symbology), prosojnost (Transparency), histogram (Histogram) in metapodatki (Metadata).



Informacije: nudijo pregled o imenu, lokaciji, velikosti in vrsti datoteke, čas zadnje spremembe, obseg, število stolpcev in vrstic, vrsto podatkovne baze in podatkov, velikost celice, koordinatnem sistemu sloja in druge. V tem razdelku največjo pozornost namenjamo velikosti celice (Pixel Size; 3) in koordinatnemu sistemu sloja (Coordinate Reference System (CRS); 4), v katerem je zapisana tudi osnovna enota (v tem primeru so to metri).

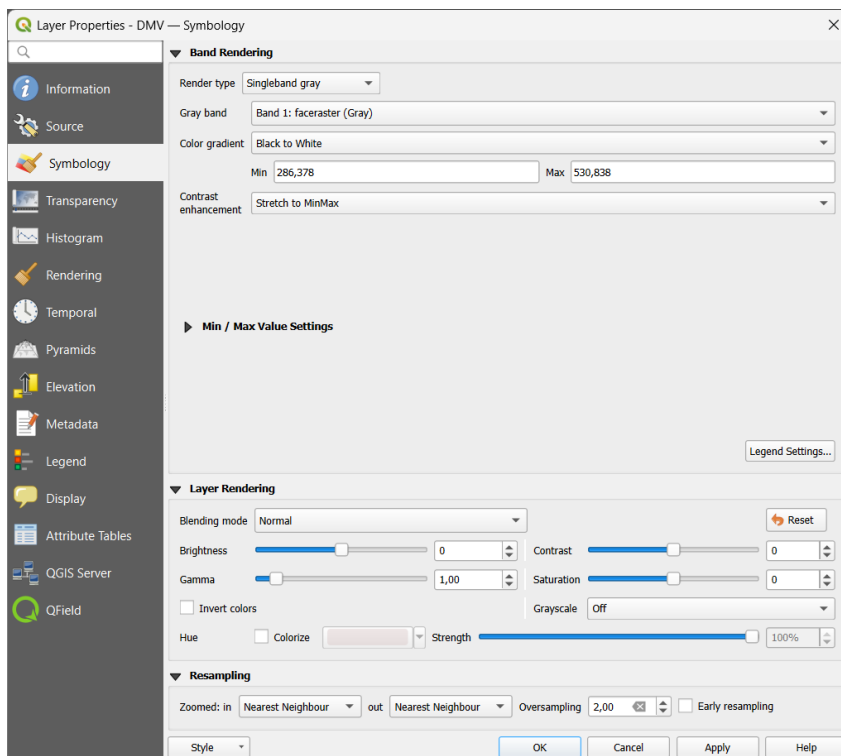
Prosojnost: Pri rastrskih slojih nastavlamo t.i. globalno neprosojnost (Opacity).

Histogram: grafični prikaz števila celic rastra (na y osi) po vrednosti celic (na x osi). Histogram omogoča prvi, grobi vtis o porazdelitvi površin obravnavanega rastra po vrednosti celic.



Metapodatki: Metapodatki so podatki o rastrski podatkovni bazi. Opisujejo samo podatkovno bazo in njeno vsebino (npr. obseg, koordinatni sistem, najmanjša in najvišja vrednost, število celic), predstavljajo avtorja ali institucijo, ki je ustvarila ali skrbi za rastrski sloj. Zapišemo leto nastanka in spremembe ter podobno. Metapodatki so pomemben sestavni del prostorskih podatkovnih baz.

Oblikovanje: Ena najpomembnejših lastnosti vsakega sloja je oblikovanje, s čimer mislimo na način, kako podatke s podatkovne baze vizualiziramo ali prikažemo na zemljevidih ali za druge analize. Pri oblikovanju rastrskih slojev so najočitnejše barve in barvne lestvice. Posebno pri rastrskih slojih z zveznimi vrednostmi celic pa je pred izbiro barv še pomembneje izbrati ustrezen način in kategorizacijo danih vrednosti podatkov.

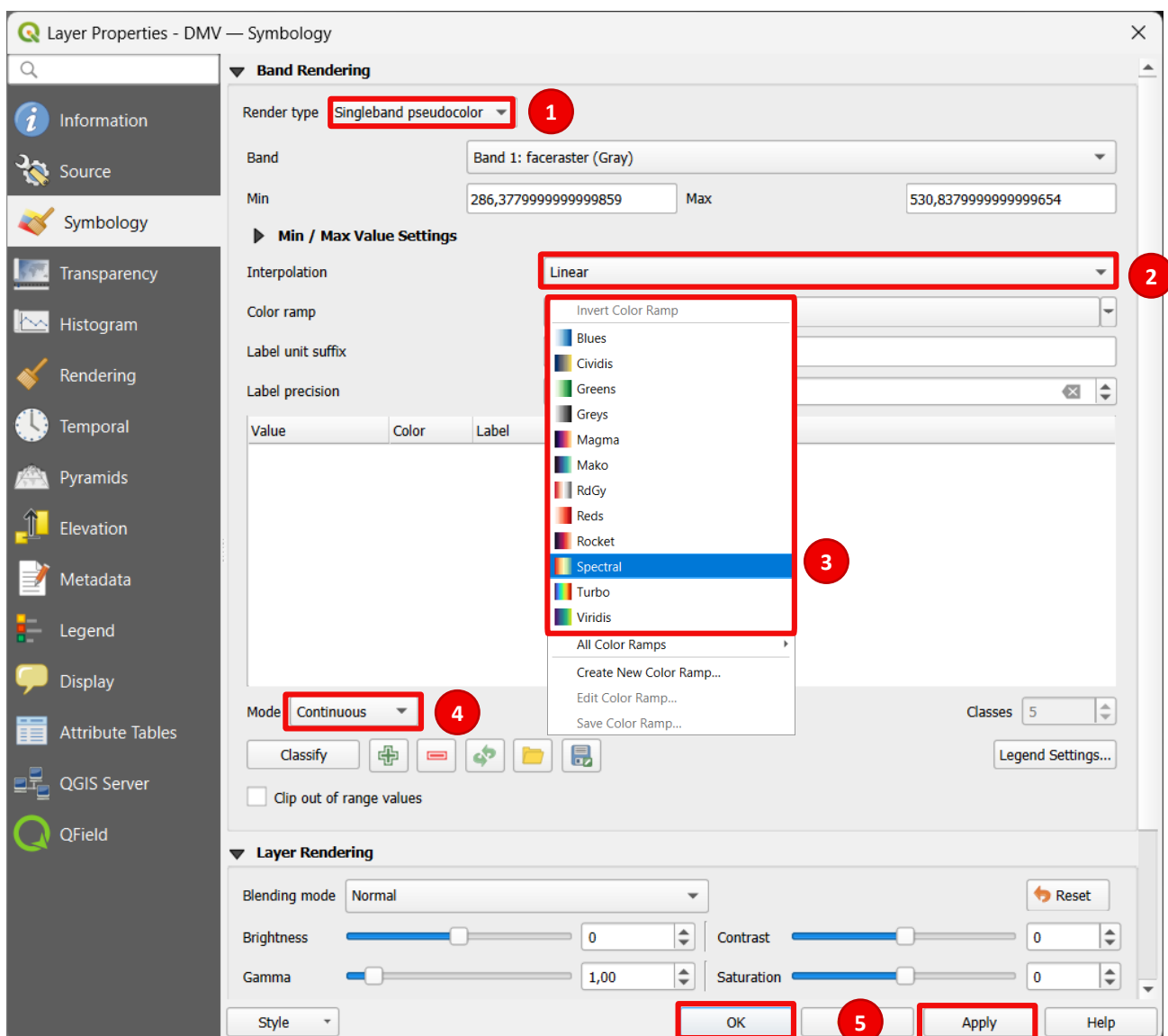


Slika 13: Okno za urejanje oblikovanja rastrskih slojev

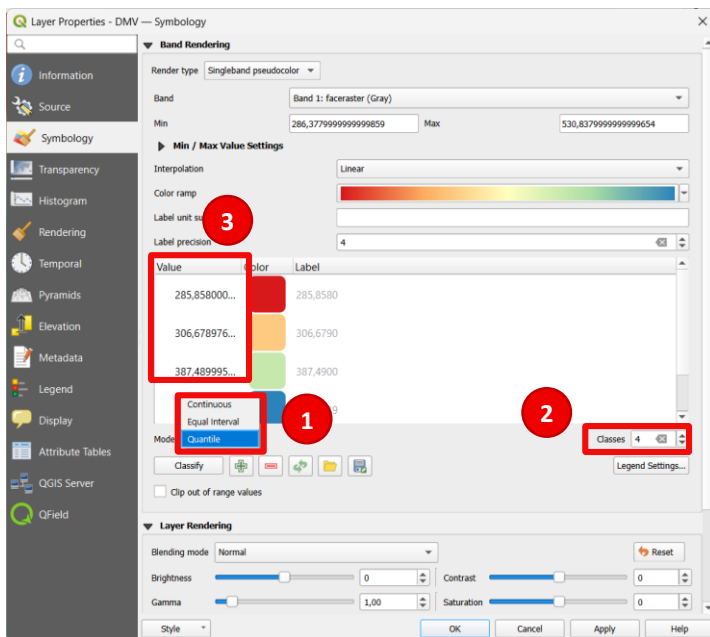
4.9.1 Prikaz zveznih vrednosti podatkov rastrskih slojev

Rastrske sloje, ki vsebujejo celice z realnimi (zveznimi) številskimi vrednostmi (npr. rastrski sloji DMV, nakloni, usmerjenost pobočij), pogosto prikazujemo linearno prelivajoče zvezno iz ene barve v drugo ali druge barve.

Za prikaz zveznih rastrskih slojev z barvnimi paletami na različen način njihove interpolacije znotraj danih vrednosti podatkov izberemo način upodabljanja *Singleband pseudocolor* (1). Način interpolacije ostane linearen (2). Izberemo poljubno barvno paletu (3) in ohranimo zvezni način prikaza (4) ter kliknemo (5) gumb OK (če želimo shraniti nastavitve in zapreti okno) ali *Apply* (če želimo samo shraniti nastavitve).



Poleg zveznega načina vizualizacije poznamo še vizualizacijo z oblikovanjem kategorij z enakim intervalom (*Equal Interval*) ter oblikovanje s (približno) enakim številom celic po kategorijah (*Quantile*) (1).



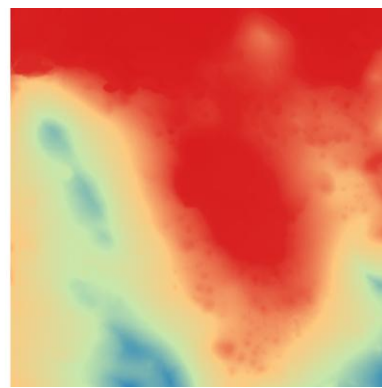
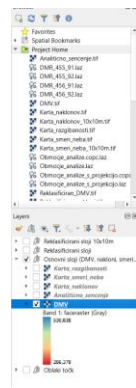
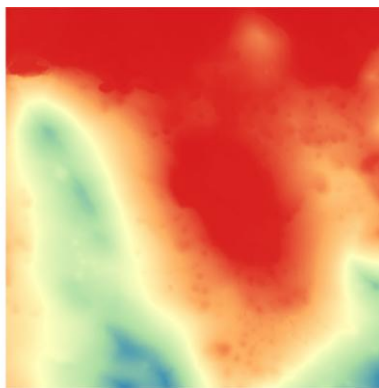
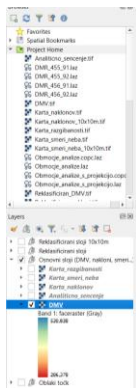
Mejne vrednosti (prelivajočih) kategorij lahko določimo tudi ročno tako, da najprej izberemo število razredov (2) in nato vrednosti po vrsticah vpišemo v stolpec *Value* (3). Po želji lahko posameznim kategorijam dodelimo imena, ki bodo vidna tudi na legendi.

Ko končamo, kliknemo gumb *Apply* ali *OK*.

Primeri ustvarjenih rastrskih slojev DMV z različnim linearnim oblikovanjem

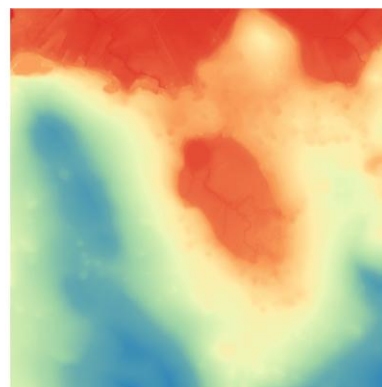
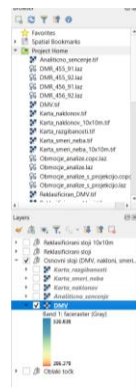
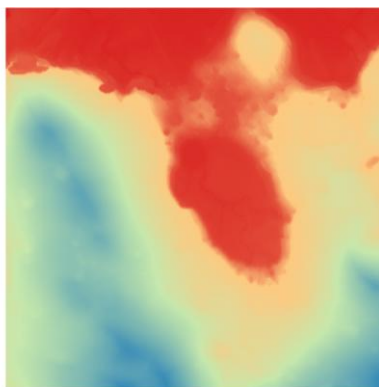
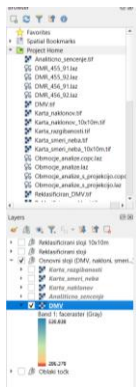
Linearno – zvezno:

Linearno – enak interval, štirje razredi



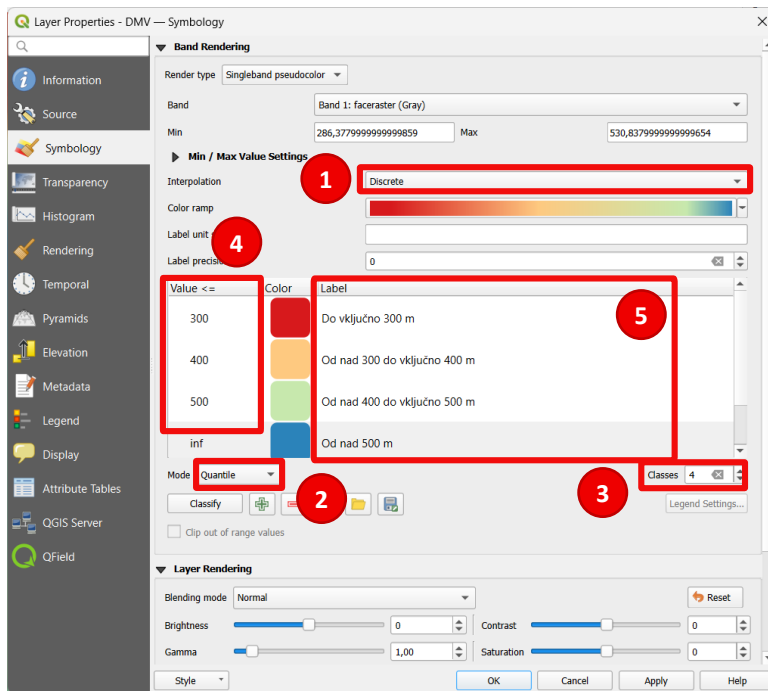
Linearno – kvantili, štirje razredi

Linearno – kvantili, deset razredov



4.9.2 Prikaz diskretnih vrednosti podatkov rastrskih slojev

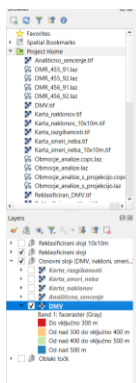
Rastrske podatkovne baze z zveznimi vrednostmi celic (podatkov) pa lahko vizualiziramo tudi v t.i. diskretnih kategorijah. To pomeni, da dodelimo eno barvo za posamezno kategorijo, vsaka kategorija pa vsebuje vrednosti celic na intervalu. Ta funkcionalnost je primerljiva z idejo reklasifikacije (glej poglavje 4.7), s to razliko, da vrednosti celic ne spreminjamo.



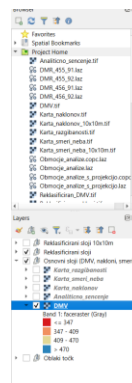
Mejne vrednosti kategorij smo najprej ročno nastavili, in sicer glede na mejne vrednosti, ki smo jih uporabili tudi pri reklasifikaciji (glej poglavje 4.7). Najprej smo izbrali diskretno interpolacijo (1), nato način kvantilov (2) ter določili število razredov (3). V stolpec *Value* smo vpisali mejne vrednosti (4), v stolpec *Label* pa naziv kategorij (5). Ta imena kategorij bodo vidna na legendi. Ko zaključimo, kliknemo gumb *Apply* ali *OK*.

Primeri ustvarjenih rastrskih slojev DMV z različnim diskretnim oblikovanjem:

Diskretno – ročen vnos, 4 razredi:



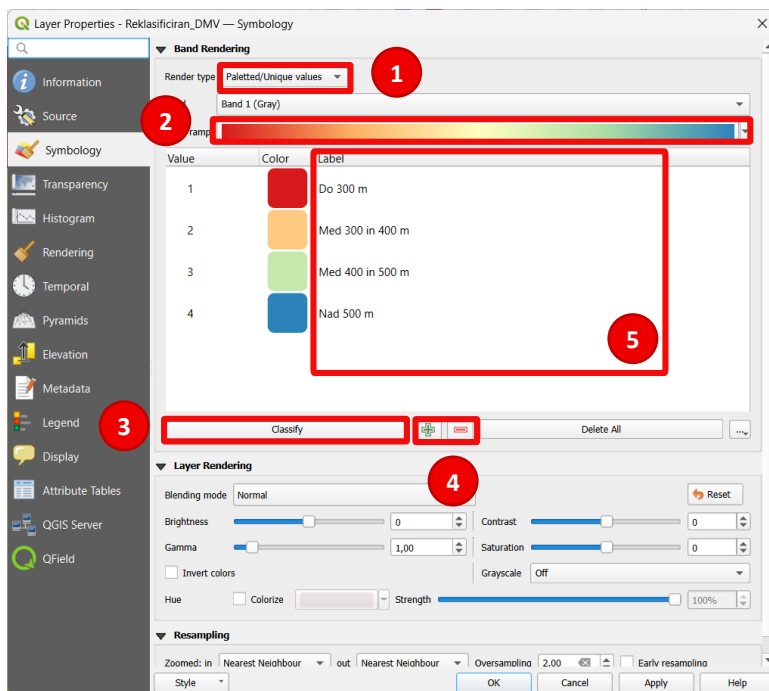
Diskretno – enak interval, 4 razredi:



4.9.3 Prikaz kategorij podatkov rastrskih slojev

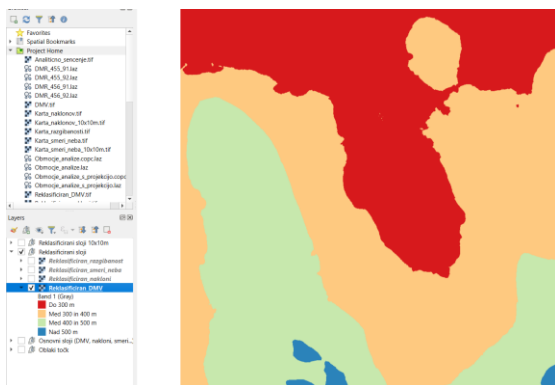
Rastrske sloje, ki vsebujejo celice z obvladljivim (tj. relativno majhnim) številom kategorij (npr. kategorije rabe tal, reklasificirani rastrski sloji), lahko prikažemo tudi kot unikatne vrednosti – prikazane vse vrednosti celic v danem rastrskem sloju.

Najprej določimo način upodobitve *Paletted/Unique values* (1). Izberemo barvno paletto (2) in kliknemo gumb *Classify* (3) za izpis vseh najdenih kategorij. Enkrat nanizane kategorije lahko odstranjujemo ali ponovno dodajamo s klikom na gumba + in -. V stolpcu *Label* lahko določimo poljubno ime kategorije, ki se bo izpisalo tudi na legendi.

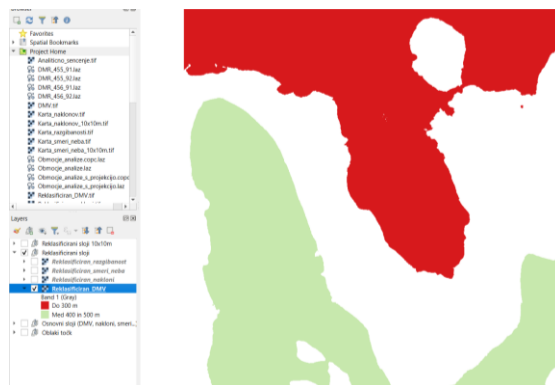


Primeri reklasificiranih rastrskih slojev z različnim unikatnim oblikovanjem:

Kategorije DMV – štiri razredi:



Kategorije DMV – trije razredi:



4.10 Analiza krajinske zgradbe

V tem poglavju so predstavljene osnovne funkcionalnosti programskega orodja QGIS, ki so uporabne pri analizi krajinske zgradbe. Kot primer bomo uporabili tri rastrske podatkovne baze, ki smo jih izdelali v prejšnjem poglavju, in sicer rastrsko podatkovno bazo DMV, naklonov in reklasificirano usmerjenost pobočij. Kasneje bomo za smiselno dopolnitev analiz dodali in uporabili še vektorsko podatkovno bazo rabe tal v letu 2025 za območje analize.

4.10.1 Opisna statistika rastrskih celic z zveznimi vrednostmi

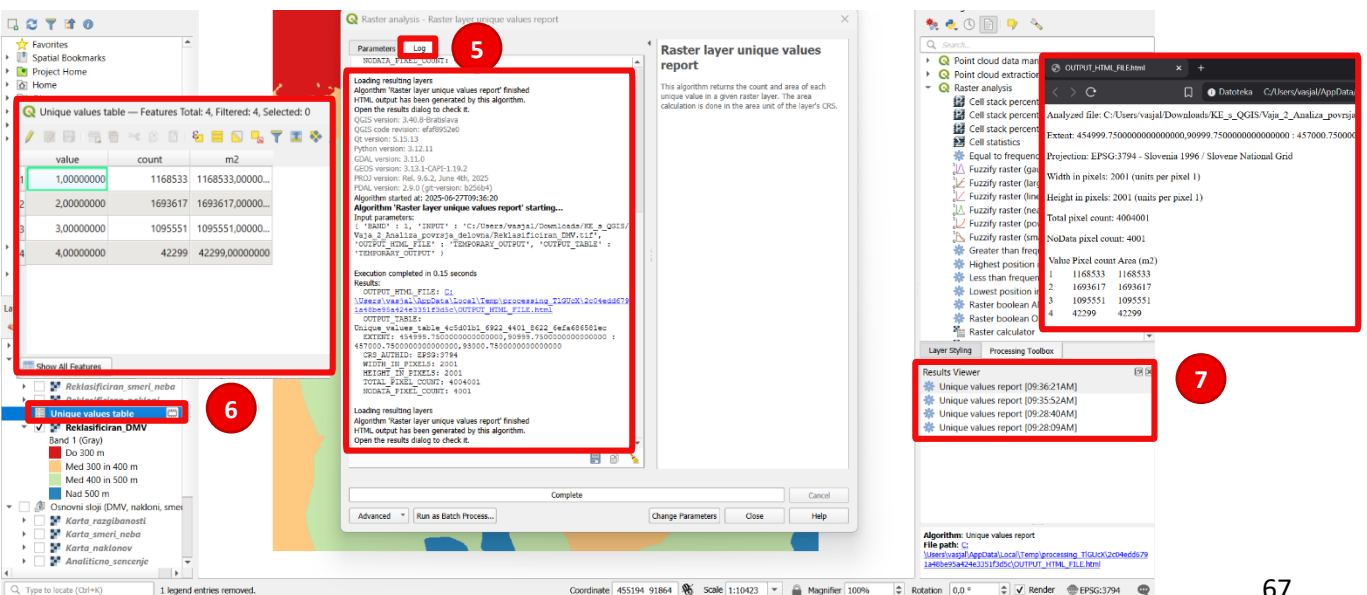
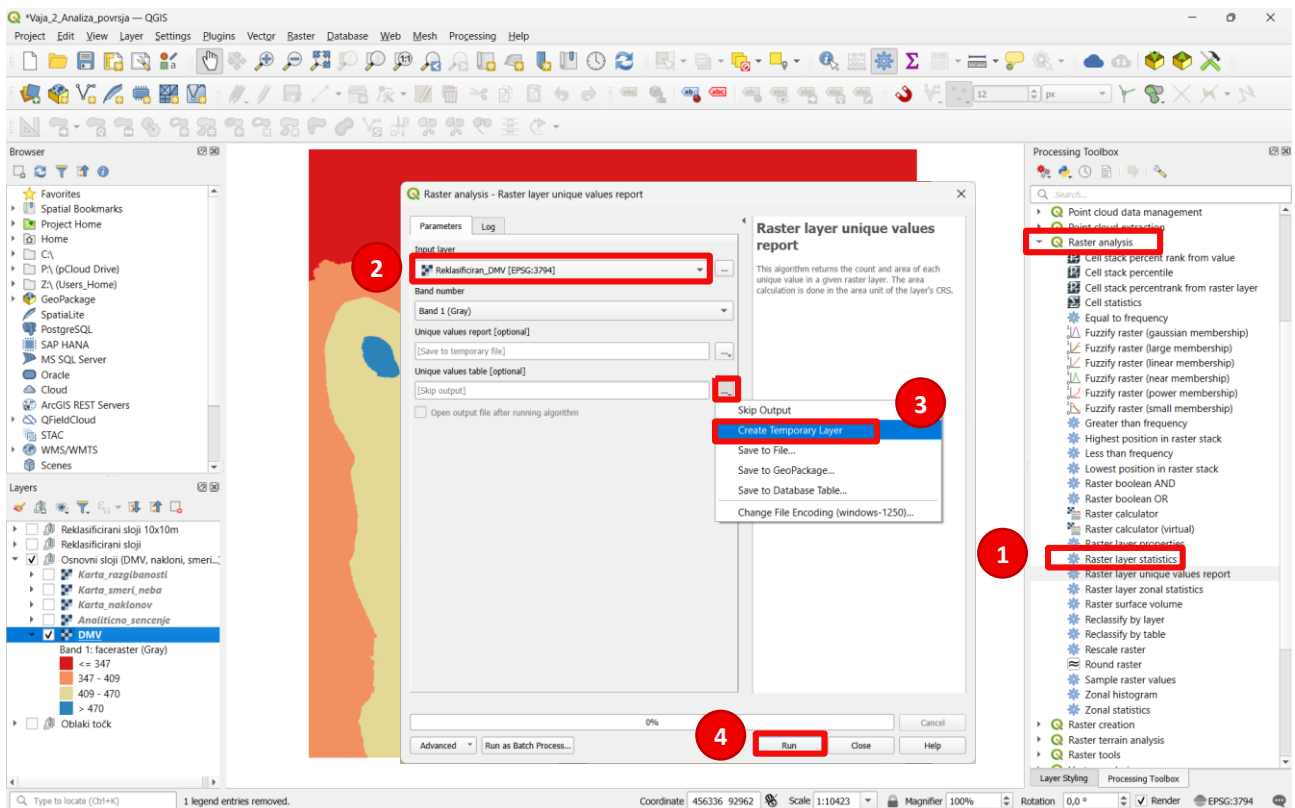
Poizvedbo in povzemanje opisne statistike zveznih (včasih tudi kategoričnih) rastrskih slojev izvedemo z ukazom *Raster layer statistics* (1), ki ga najdemo v orodjarni pod skupino orodij z nazivom *Raster analysis*. Izberemo rastrski sloj, ki ga želimo analizirati (2), in z možnostmi izhodnih rezultatov izberemo *Skip Output* – tako se bodo rezultati prikazali v oknu *Log* (5) in se izbrisali ob zaprtju okna. Najpogostejši primer rabe orodja je npr. za izračun povprečne nadmorske višine ali povprečnega ter največjega naklona na območju analize.

Med opisno statistiko rastra uvrščamo:

- **Count** = število vseh celic
- **Min** = najnižja vrednost celice
- **Max** = najvišja vrednost celice
- **Range** = obseg vrednosti celic
- **Sum** = vsota vrednosti vseh celic
- **Mean** = aritmetična sredina vseh celic
- **Std_dev** = standardni odklon vseh celic
- **Sum_of_squares** = vsota kvadriranih vrednosti vseh celic

4.10.2 Izračun površine rastrskih celic s kategoričnimi vrednostmi

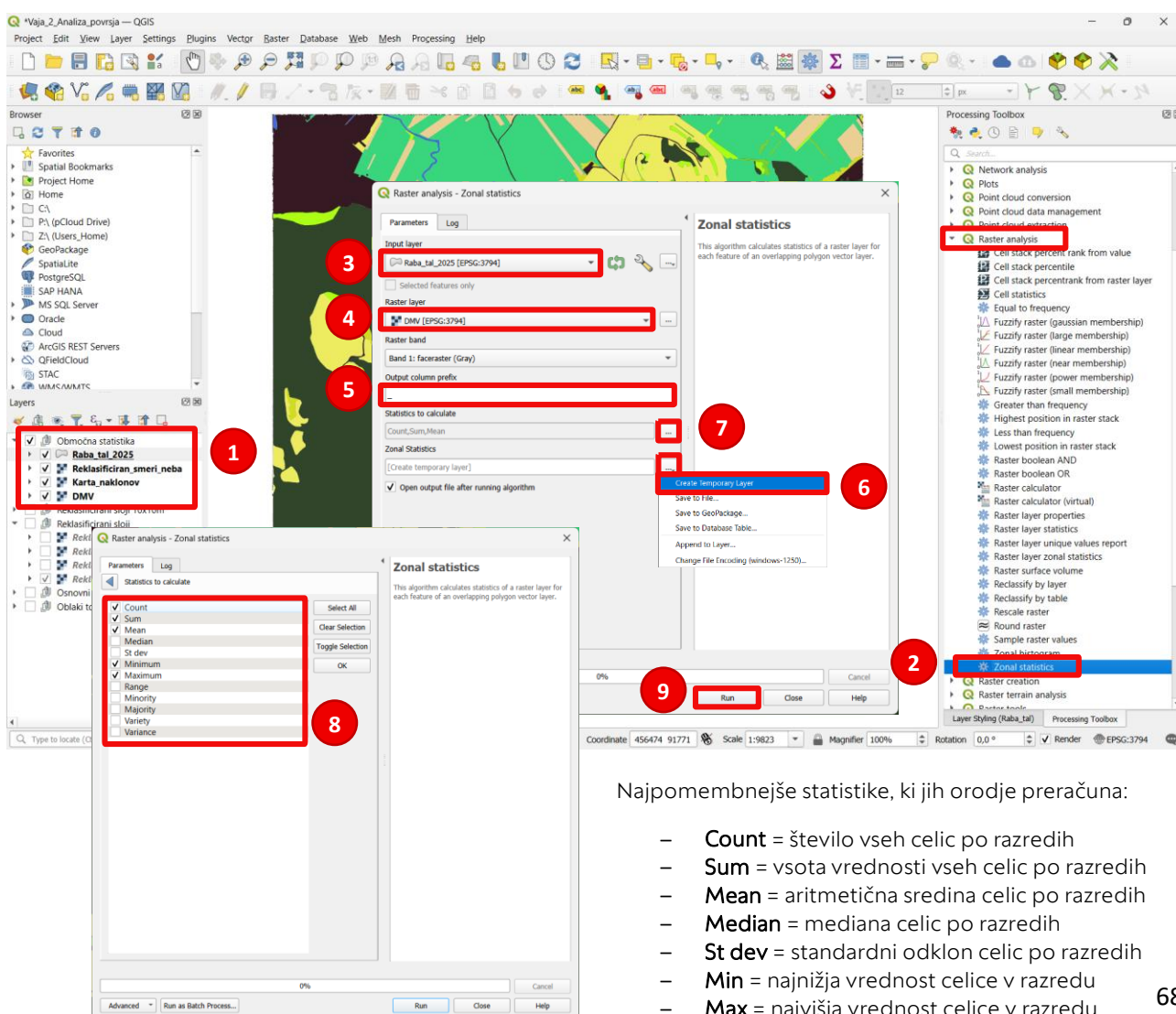
Ko želimo izračunati število celic in površino po kategorijah (tj. kategoričnih rastrskih slojev, kot je npr. reklasificiran sloj DMV), uporabimo ukaz *Raster layer unique values report*, ki ga najdemo v orodjarni pod skupino orodij *Raster analysis* (1). V tem primeru nas zanima, kolikšna je površina posameznih višinskih razredov danega območja. Izberemo kategorični rastrski sloj (2), določimo, da se ustvari začasna preglednica z rezultati *Create Temporary Layer* (3) in kliknemo Run (4). V tem primeru se rezultati prikažejo v dnevniku zapisov (Log) (5), začasna preglednica se postavi na seznam slojev (6) in v podoknu *Results Viewer* (7) se izpiše povezava do poročila v *.html obliki. Poudariti velja, da se začasni sloji (angl. temporary layers) vedno, ko zapremo QGIS, zbršejo in jih ne moremo več obnoviti.



4.10.3 Območna statistika

Pri začetnih krajinsko-ekoloških analizah pogosto spoznavamo lastnosti površja posameznih ekosistemov, habitatov ali rab tal. S takimi analizami skušamo odgovoriti na vprašanja, kakšen je povprečni naklon glede na rabo tal ali kolikšna je največja/najmanjša nadmorska višina glede na posamezno usmerjenost pobočij. Za doseg ciljev uporabljamo t.i. območno statistiko (angl. Zonal statistics), ki za posamezne poligone povzema vrednosti rastrskih celic, ki so pod njimi. V primeru dveh rastrskih slojev uporabimo območno statistiko za rastrske sloje (angl. Raster layer zonal statistics).

V nadaljevanju si bomo ogledali uporabo obeh orodij na primeru rastrskih slojev DMV, naklonov in reklasificirno usmerjenost pobočij, ki smo jih ustvarili v prejšnjih poglavjih, ter preberemo vektorski sloj rabe tal za leto 2025 (glej poglavje 3.5). Zaradi preglednosti omenjene sloje uvrstimo v novo skupino na seznamu slojev (1; glej poglavje 3.10). Orodje *Zonal statistics* najdemo v orodjarni pod skupino *Raster analysis* (2). S spustnega seznama najprej izberemo vektorski sloj (3), nato rastrski (4) in nato vpišemo predpono stolpcev v atributivni preglednici z izbranimi statistikami (5; privzeto je podčrtaj _). Določimo, da želimo ustvariti začasno datoteko (*Create Temporary Layer*) (6). V zadnjem koraku kliknemo gumb s tremi pikicami (7), da vstopimo v izbiro statistik in izberemo tiste, ki naj jih orodje izračuna (8), in kliknemo gumb *Run* (9).



Najpomembnejše statistike, ki jih orodje preračuna:

- **Count** = število vseh celic po razredih
- **Sum** = vsota vrednosti vseh celic po razredih
- **Mean** = aritmetična sredina celic po razredih
- **Median** = mediana celic po razredih
- **St dev** = standardni odklon celic po razredih
- **Min** = najnižja vrednost celice v razredu
- **Max** = najvišja vrednost celice v razredu
- **Range** = obseg vrednosti celic v razredu

Rezultat je nov vektorski sloj, pri katerem je najpomembnejša atributivna preglednica. V njej so zapisane vrednosti izbranih statistik za vse elemente (v tem primeru poligone) vektorskega sloja. Atributivno preglednico odpremo tako, da z desnim gumbom kliknemo na novo ustvarjen začasni sloj (1) in izberemo možnost *Open Attribute Table* (2). V vrsticah so nanizane kategorije rab tal (3), v stolpcih s predpono podčrtaj_ pa izračunane statistike (4). Preostali stolpci so originalni stolpci iz vektorskega sloja *Raba_tal_2025*.

Zdaj lahko odčitamo vrednosti povprečnih, najvišjih in najnižjih nadmorskih višin glede na rabo tal. Naraščajoče ali padajoče vrednosti stolpcev sortiramo tako, da kliknemo na naziv stolpca. Iz preglednice razberemo, da gozd v povprečju (stolpec »mean«) leži na najvišjih nadmorskih višinah (389,13 m), voda pa na najnižjih (288,42 m).

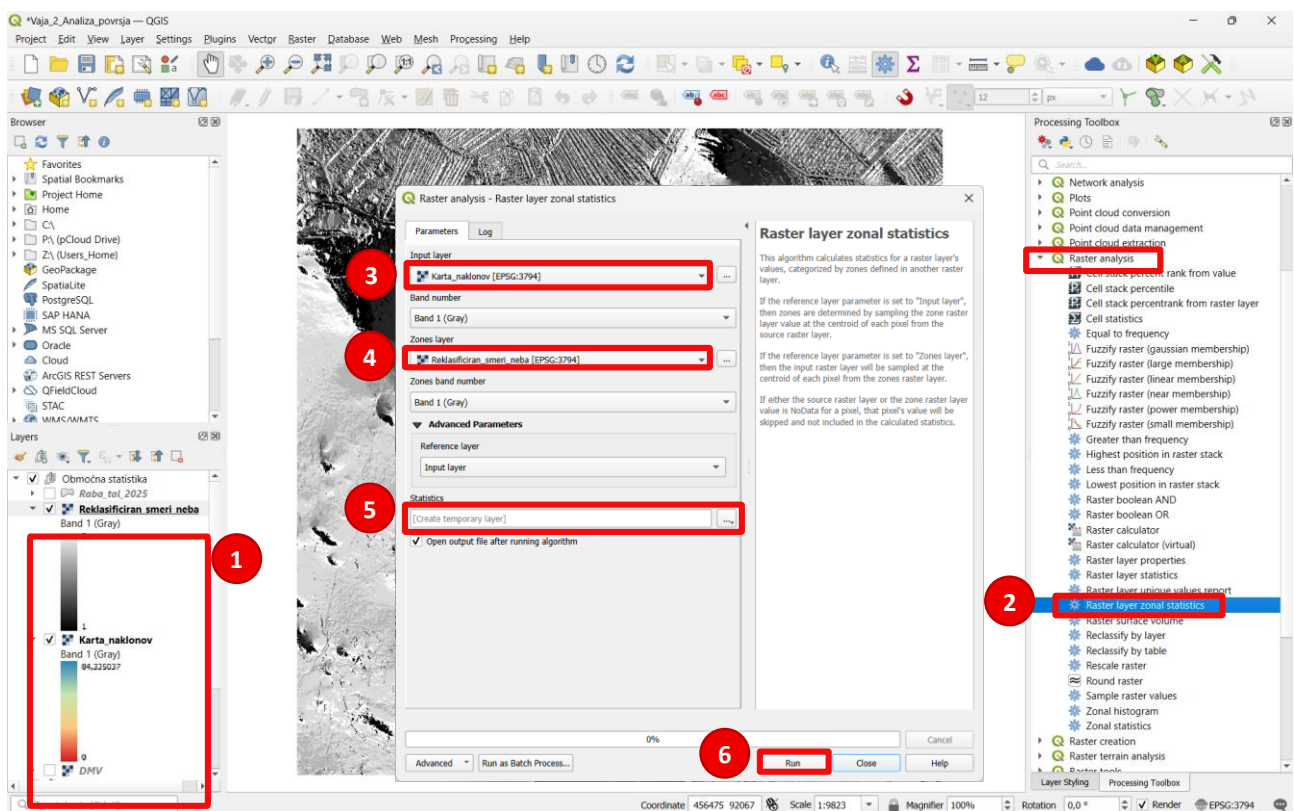
fid	RABA_PID	RABA_ID	NAZIV_RABA	count	sum	mean	median	stdev	min	max	range		
1	1	6305144	1321	14100,6143	Bajarski travnik	545136	157747170,890	289,372139963	288,696	3,33451303272...	286,637	319,015	32,35800...
2	2	5950844	4220	543,6112	Ostalo zamočvirjeno zemljišče	13072	3804716,06599	291,058450581	290,936	1,31601689329...	289,277	300,73	11,45300...
3	3	4637035	1222	1150,3883	Ekstenzivni/travnisko sadovnjak	17058	6236433,92499	365,601707410	388,1995	47,2431959990...	298,252	418,978	120,726
4	4	7442595	2000	81,9868	Gozd	2391639	930661046,713	389,131071501	386,84000...	54,8525187382...	287,151	532,344	245,19300...
5	5	7446087	1600	146,0027	Neobdelano kmetijsko zemljišče	35410	11404820,4290	322,07905823	297,7865	55,6957204238...	286,911	476,536	189,625
6	6	7446362	1190	88,8347	Rastlinjak	89	25705,2219999	288,822719101	288,829	0,07472075186...	288,651	288,974	0,322999...
7	7	6305202	1100	225,132	Njiva	54105	1581201,8180	292,231805156	287,849	19,2839312843...	286,677	422,002	135,325
8	8	1074537	7000	444,6192	Voda	21642	6241927,37200	288,417307642	288,339	0,79478633043...	285,858	292,966	7,108000...
9	9	2318555	1300	2897,0003	Trajni travnik	484233	162829688,027	336,263096542	308,702	55,3155638574...	286,823	484,611	197,788
10	10	2594675	1410	356,3527	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	33644	10871971,2210	323,147402835	301,8985	56,0579452327...	286,737	484,454	197,71699...
11	11	7446086	3000	35,2417	Pozidano in sorodno zemljišče	384222	115302530,481	300,093514897	293,607	22,9276793275...	286,218	484,688	198,46999...
12	12	2319254	1500	643,8448	Drevesa in grmičevje	17750	5495725,60599	309,618343999	295,769	35,0043016743...	286,956	401,716	114,75999...

fid	RABA_PID	RABA_ID	AREA	NAZIV_RABA	count	sum	mean	median	stdev	min	max	range	
1	6	7446362	1190	88,8347	Rastlinjak	89	192,81461434	2,166456	2,093196...	1,108174...	0,1219545...	5,412786...	5,290832...
2	8	1074537	7000	444,6192	Voda	21642	60392,666739	2,790530...	2,196803...	3,479899...	0,0003090...	36,30798...	36,30767...
3	1	6305144	1321	14100,6143	Bajarski travnik	545136	1813159,2479	3,326067...	1,801338...	4,040961...	0	57,90191...	57,90191...
4	7	6305202	1100	225,132	Njiva	54105	183713,17713	3,395493...	2,196803...	3,479899...	0,0003090...	36,30798...	36,30767...
5	2	5950844	4220	543,6112	Ostalo zamočvirjeno zemljišče	13072	59288,250818	4,535514...	3,149568...	4,171993...	0,0146455...	33,42520...	33,41055...
6	11	7446086	3000	35,2417	Pozidano in sorodno zemljišče	384222	2673727,9918	6,958810...	3,811429...	8,742695...	0	80,45471...	80,45471...
7	9	2318555	1300	2897,0003	Trajni travnik	484233	4453302,7259	9,196611...	7,743244...	6,691735...	0,0098911...	69,64929...	69,63940...
8	3	4637035	1222	1150,3883	Ekstenzivni/travnisko sadovnjak	17058	197444,32749	11,57488...	10,35461...	6,405827...	0,0286329...	42,90214...	42,87351...
9	5	7446087	1600	146,0027	Neobdelano kmetijsko zemljišče	35410	442938,34397	12,50884...	9,184740...	10,32459...	0,0226740...	48,08202...	48,05935...
10	12	2319254	1500	643,8448	Drevesa in grmičevje	17750	228955,24672	12,89888...	10,53505...	10,21573...	0,0365208...	55,44857...	55,41204...
11	4	7442595	2000	81,9869	Gozd	2391639	42931487,824	17,95065...	17,53042...	8,198696...	0,0102002...	85,83850...	85,82830...
12	10	2594675	1410	356,3527	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	33644	701306,11263	20,84490...	16,34677...	16,97886...	0,0868122...	85,31236...	85,22555...

Zdaj si oglejmo še rezultate območne statistike za sloj naklonov. Razberemo, da so povprečni nakloni (stolpec *_mean*) najnižji na rabi tal rastlinjaki (2,2 stopinje), največji pa na zaraščajočih se površinah (20,8 stopinje). Absolutno največji naklon (stolpec *_max*) najdemo na rabi gozd (85,8 stopinje).

Podobno deluje tudi orodje *Raster layer zonal statistics*, z razliko, da sta za uporabo potrebna dva rastrska sloja – eden od njiju mora imeti kategorične vrednosti celic. Za naš primer bomo uporabili sloj *Reklasificirane_smeri_neba*, sloj *Karta_naklonov* pa predstavlja sloj z zveznimi vrednostmi celic, za katerega bomo izračunali opisno statistiko (1; iz legende lahko tudi razberemo, da so na enem sloju celoštevilске vrednosti, na drugem pa realna števila z decimalno vejico). Vprašanje, na katerega želimo najti odgovor, je: na kateri usmerjenosti pobočij je naklon največji ter koliko znaša povprečni naklon južnih in severnih pobočij?

V orodjarni kliknemo dvakrat na orodje *Raster layer zonal statistics* (2), določimo zvezni rastrski sloj (3), nato kategorični rastrski sloj (4), se odločimo za ustvarjanje začasne datoteke ter kliknemo gumb *Run* (6). Rezultat orodja je preglednica (7), ki jo odpremo kot je opisano na prejšnji strani, in prikazuje (osnovno) opisno statistiko (število celic, največja vrednost, najmanjša vrednost, povprečna vrednost, vsota) po kategorijah usmerjenosti pobočij (o njih glej poglavje 4.7 in (Pirnat, 2024: 39).



Statistics — Features Total: 8, Filtered: 8, Selected: 0

zone	m2	sum	count	min	max	mean	
1	1,00000000	466443,000000...	6681248,19456...	466443	0,00043713211	85,60953522	14,32382562
2	2,00000000	810111,000000...	13748916,7849...	810111	0,00030909906	85,25631714	16,97164560
3	3,00000000	490080,000000...	6970641,56186...	490080	0,014208474	80,45471954	14,22347691
4	4,00000000	194361,000000...	1413367,49593...	194361	0,00030909906	76,82395935	7,27186779
5	5,00000000	196363,000000...	1442898,58495...	196363	0,013988228	83,83582306	7,34811846
6	6,00000000	431542,000000...	4750822,75235...	431542	0,00030909906	84,90455627	11,00894641
7	7,00000000	793388,000000...	10815318,1919...	793388	0,013988228	85,83850861	13,63181469
8	8,00000000	606795,000000...	7962123,35032...	606795	0,00030909906	85,25925446	13,12160343

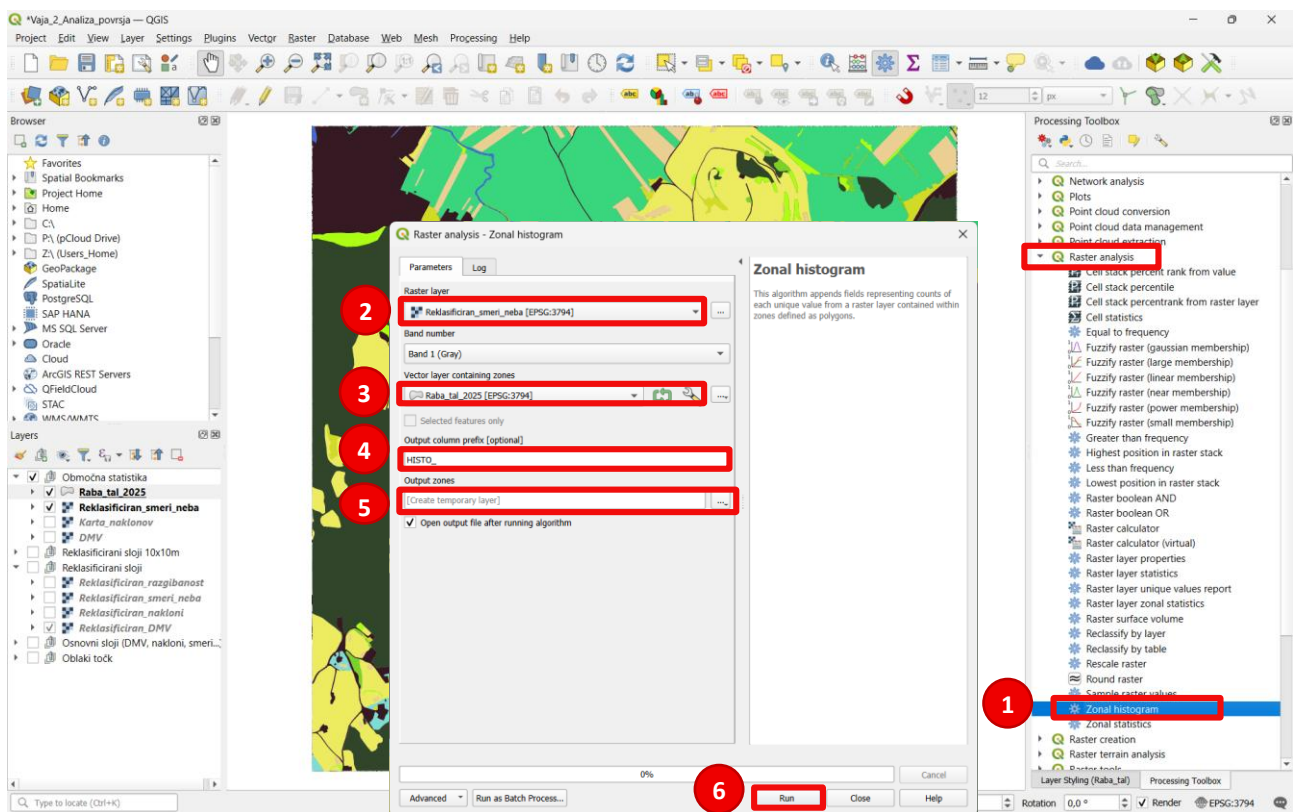
Zdaj lahko odgovorimo na postavljena vprašanja. Največji naklon najdemo na zahodnih legah (šifra 7; 85,8 stopinje).

Povprečni naklon južnih (šifra 5) leg znaša 7,35 stopinje, severnih leg (šifra 1) pa 14,32 stopinje.

4.10.4 Območni histogram

Orodje, podobno prejšnjemu *območna statistika*, je orodje *območni histogram* (angl. Zonal histogram). Orodje zahteva vektorski sloj s poligoni in kategorični rastrski sloj in povzame za vse poligone vektorskega sloja število celic po posameznih kategorijah rastrskega sloja. Vprašanje, na katerega orodje pomaga odgovoriti, je, npr., koliko gozda najdemo na južnih pobočjih, katera usmerjenost pobočij prevladuje na rabi tal njive in katere rabe tal na kateri legi je površinsko največ?

V orodjarni pod skupino orodij *Raster analysis* dvakrat kliknemo orodje *Zonal histogram* (1). Izberemo kategorični rastrski sloj (2), izberemo vektorski sloj s poligoni (3), vpišemo predpono imen stolpcev (privzeta vrednost je HISTO_) (4). Nato opredelimo še izhodno datoteko (5; v tem primeru želimo ustvariti začasni sloj) in kliknemo gumb *Run* (6). Rezultat je vektorski sloj, pri katerem je najpomembnejša atributivna preglednica (7; za odpiranje preglednice glej prejšnje poglavje).



fid	RABA_PID	RABA_ID	AREA	NAZIV_RABA	HISTO_NODATA	HISTO_1	HISTO_2	HISTO_3	HISTO_4	HISTO_5	HISTO_6	HISTO_7	HISTO_8
1	6305144	1321	14100,6143	Barganski travnik	1000	65612	77665	57279	57068	48505	78938	77406	82580
2	5950844	4220	543,6112	Ostalo zamočvirjeno zemljišče	0	2383	1768	1029	902	1432	1942	1737	1879
3	4637035	1222	1150,3883	Ekstenzivni/travniki s sadovnjak	0	1389	603	341	151	356	4382	7200	2636
4	7442595	2000	81,9869	Gozd	0	269253	603495	336894	63148	68311	199934	490016	360588
5	7446087	1600	146,0027	Neobdelano kmetijsko zemljišče	23	4572	4945	5642	2296	1956	4485	6513	5001
6	7446362	1190	88,8347	Rastlinjak	0	21	12	4	5	14	11	5	17
7	6305202	1100	225,132	Njiva	407	5872	8233	5186	6338	3910	7394	7380	9792
8	1074537	7000	444,6192	Voda	10936	1340	1494	1654	1462	1223	1267	1181	1110
9	2318555	1300	2897,0003	Trajni travnik	204	44128	49577	41969	25544	32234	80640	138368	71773
10	2594675	1410	356,3527	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	6	7763	8888	5500	2387	1816	1745	2864	2681
11	7446086	3000	35,2417	Posidano in sorodno zemljišče	341	61630	50153	32955	34279	35473	47531	55599	66599
12	2319254	1500	643,8448	Drevesa in grmičevje	0	2236	3080	1388	757	1060	2944	4627	1658

Odgovori na postavljena vprašanja so: na južnih pobočjih (šifra 5) najdemo 6,83 ha gozdov (68.311 celic); na rabi tal njive prevladuje severozahodna lega (šifra 8) s površino 0,98 ha (9.792 celic); največ gozdov (60,35 ha ali 603.495 celic) je na severovzhodnih legah.

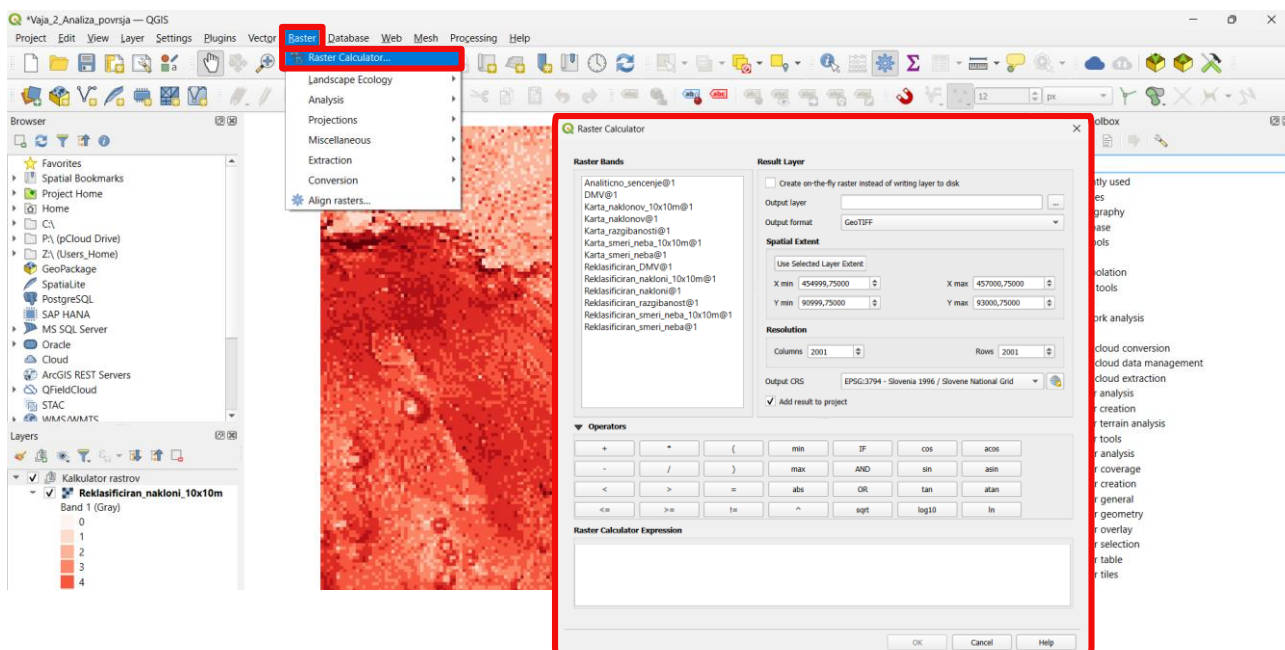
4.10.5 Analize s kalkulatorjem rastrov

Kalkulator rastrov (angl. Raster calculator, včasih ga najdemo pod nazivom Map Algebra ali Map calculator) je vsestransko uporabno orodje za delo z rastrskimi sloji. Z njim izvajamo aritmetične in algebraične operacije na zveznih in kategoričnih rastrskih slojih. Tako lahko rastre med seboj npr. množimo, delimo, seštevamo, odštevamo, kvadriramo, obravnavamo v funkcijskem razmerju. Lahko pa delamo zgolj z enim rastrom in v takem primeru se orodje pogosto obnaša kot logični operator. Delovanje kalkulatorja rastrov na primeru množenja dveh kategoričnih rastrov nazorno prikazuje Slika 14. Ko pomnožimo dva rastrska sloja (DMV in nakloni), dejansko pomnožimo vsako celico z drugo celico, ki leži na istem mestu kot prva. Rezultat je nov rastrski sloj, ki vsebuje celice z rezultati množenja dve celic slojev DMV in naklonov na isti lokaciji.



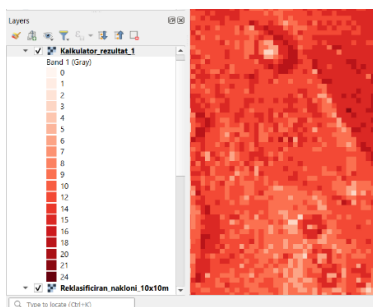
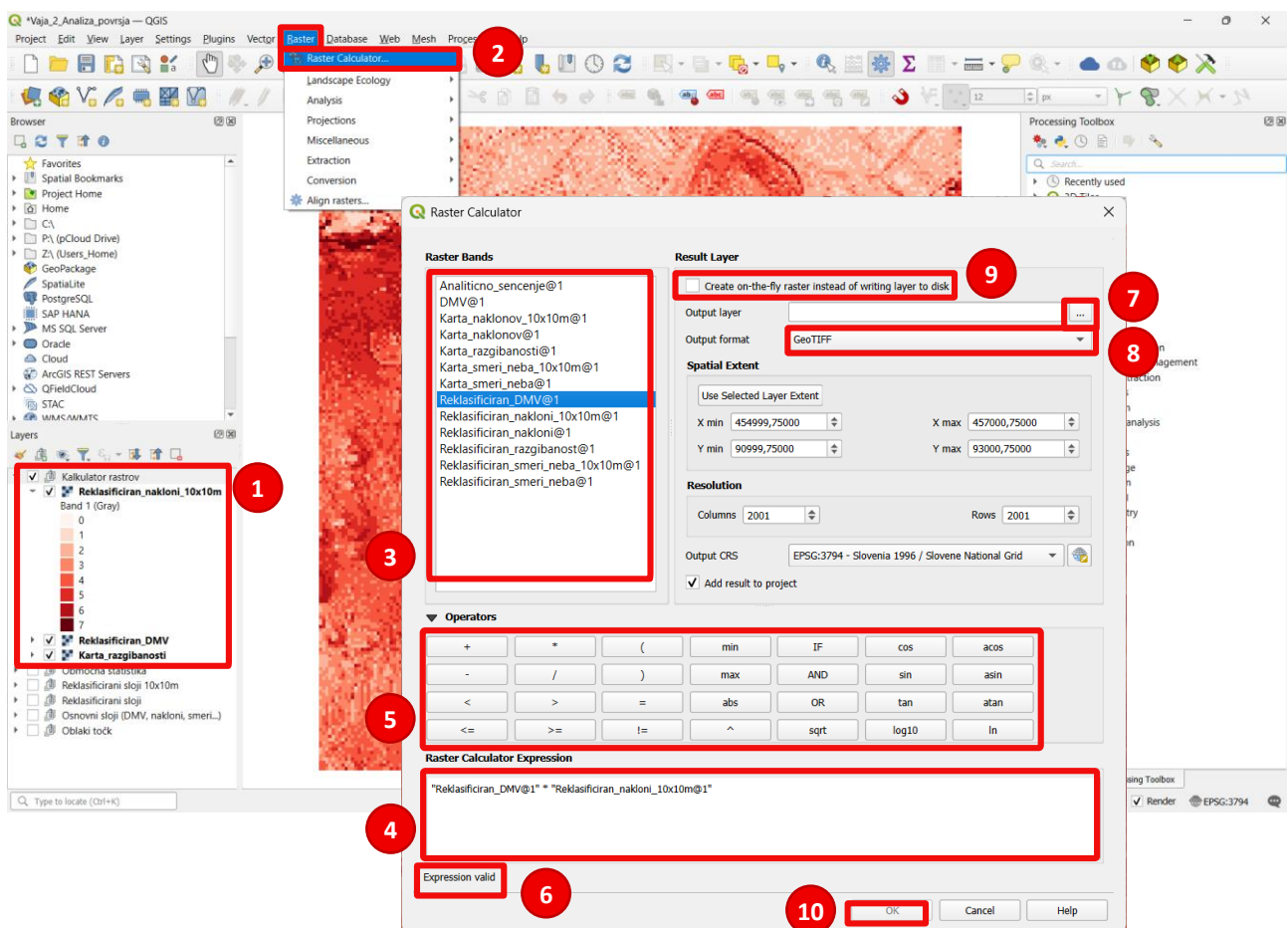
Slika 14: Delovanje kalkulatorja rastrov na primeru množenja

Poudariti velja, da v programskem orodju QGIS najdemo najmanj tri različice kalkulatorja rastrov, ki temeljijo na različnih knjižnicah (npr. QGIS, GDAL, SAGA) in zato so lahko malenkostno različni rezultati. V tem priročniku bomo opisali delovanje kalkulatorja rastrov QGIS, ki ga najdemo v orodni vrstici *Raster* pod imenom *Raster Calculator* ...



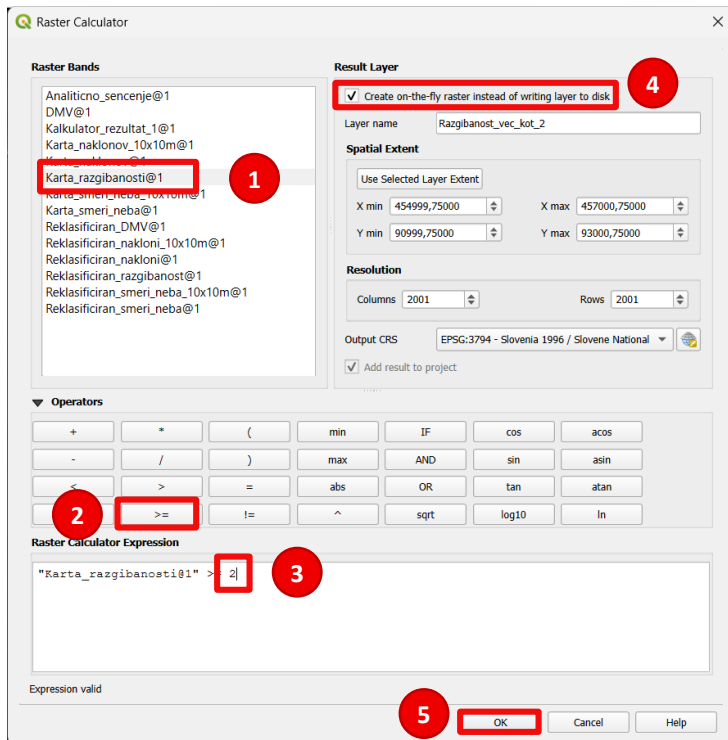
Za prikaz delovanja orodja bomo prebrali tri rastrske sloje, ki smo jih do ustvarili, in sicer: sloj razgibanosti, sloj reklasificiranih DMV ter sloj reklasificiranih naklonov z zrnatostjo 10 m. Na seznamu slojev ustvarimo novo skupino slojev, v kateri združimo vse tri sloje (1).

Za začetek bomo pomnožili oba reklasificirana sloja, in sicer DMV in naklone. V kalkulator vstopimo tako, da v meniju *Raster* izberemo *Raster Calculator ...* (2). S seznama slojev najprej dvakrat kliknemo na naziv *Reklasificiran_DMV@1* (3) in naziv se bo prenesel v območje izraza (4). Nato kliknemo na znak za množenje na seznamu operatorjev (5) in še enkrat s seznama slojev dvakrat kliknemo na naziv *Reklasificiran_nakloni_10 x 10m@1*. Če je izraz sintaktično pravilen, se pod območjem izraza izpiše sporočilo *Expression valid* (6), v nasprotnem primeru se izpiše *Expression invalid*. Nadaljujemo z vpisom imena (7) in izbiro formata (8) izhodnega rastrskega sloja. Če pa želimo ustvariti zgolj začasni sloj, odkljukamo *Create on-the-fly raster instead of writing layer to disk* (9). Preostalih parametrov ne spreminjamo. Zaključimo s klikom na gumb *OK* (10).

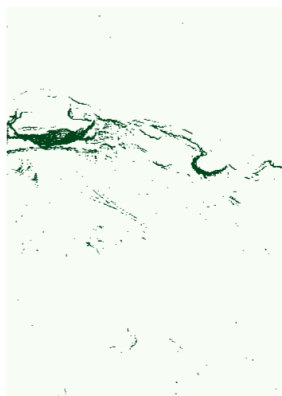
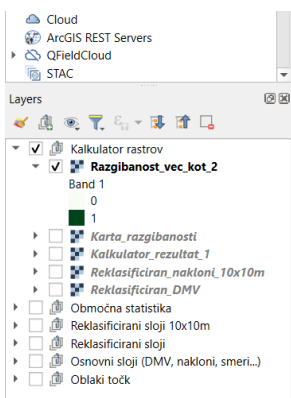


Rezultat je nov sloj, ki vsebuje približno $(m*n)-(n/2)$ novih kategorij (kjer je m število kategorij prvega sloja in n število kategorij drugega sloja) in s tem vrednost celic. Poudariti velja, da je ustvarjeni rastrski sloj vedno v ločljivosti najbolj grobega rastrskega sloja. Tako opazimo, da ima ustvarjeni raster ločljivost 10 m, ker je to ločljivost sloja reklasificiranih naklonov.

Delovanje kalkulatorja rastrov z enim rastrskim slojem bomo pojasnili na primeru sloja razgibanosti površja (glej tudi poglavje 4.6). Ustvariti želimo nov sloj, ki bo prikazoval zgolj območja z razgibanostjo površja večjo ali enako 2 – torej območja, kjer je razlika v nadmorski višini sosednjih celic večja od dveh metrov. V kalkulatorju najprej dvakrat kliknemo sloj *Karta_razgibanosti@1* (1), kliknemo na znak večje ali enako (2) in na konec izraza vpišemo številko 2 (3). Ustvarimo začasni sloj, zato odključujemo *Create on-the-fly raster instead of writing layer to disk* (4) in kliknemo gumb OK (5).



Rezultat tovrstnih analiz je vedno rastrski sloj z dvema kategorijama celic, ki ustrezata logičnima operatorjema *drži* (angl. true) in *ne drži* (angl. false). *Drži* ima na rastrskih slojih vedno vrednost 1, *ne drži* pa vrednost 0.



V kalkulatorju rastrov lahko pišemo tudi zahtevnejše izraze in kombiniramo različne rastrske sloje. Za primer si oglejmo izraz: $Razgibanost_vec_kot_2@1 = 1 \text{ AND } (DMV@1 >= 450 \text{ AND } DMV@1 < 550)$

Na novo ustvarjenem rastrskem sloju bodo vrednost *drži* v tem primeru dobile celice, kjer je razgibanost površja večja od 2 in so na nadmorski višini nad vključno 450 metrov in pod 550 metrov.

Podrobnejši opis logičnih operatorjev in dela z njimi je naveden v poglavju 5.5.2.

4.11 Pouzetek in naloge

V poglavju 4 smo se seznanili z osnovami dela v programskem orodju QGIS. Podrobneje smo spoznali rastrske podatkovne baze in pripravo digitalnega modela višin (DMV): prenos »surovih« oblakov točk s spleta, pripravo slednjih za nadaljnjo uporabo, določitev projekcije ter pretvorbo v rastrski sloj. DMV je osnovni analitični sloj za izdelavo rastrskih slojev analitičnega senčenja, naklonov, usmerjenosti pobočij, razgibanosti površja, kar smo tudi spoznali v poglavju. Nadalje smo se osredotočili na načine vizualizacije rastrskih slojev ter spoznali orodja in njihovo uporabo za namene krajinsko-ekoloških analiz.

Še nekaj nalog in vprašanj, s katerimi boš utrdil/-a večšine osvojene v tem poglavju.

- Na portalu CLSS poišči list (kvadrant) okrog svojega domovanja, ga prenese in poskusi ustvariti rastrske sloje: DMV, analitičnega senčenja, naklonov, usmerjenosti pobočij in razgibanosti površja.
- Podrobneje analiziraj sloj DMV. Kolikšna je najnižja, najvišja in povprečna višina območja? Koliko se vrednosti spremenijo, če spremeniš zrnatost na 20 x 20 m? Zakaj?
- Reklasificiraj rastrski sloj naklonov in usmerjenost pobočij s poljubnimi kategorijami ter povzemi značilnosti slednjih. Katerih kategorij naklonov je največ? Katera usmerjenost pobočij prevladuje po površini?
- Analiziraj in reklasificiraj rastrski sloj razgibanosti površja. Koliko je območij z razgibanostjo v četrtem razredu (tj. od 162 do 236 m)? Če poznaš območje: ali so tam posebni habitati? Poznaš značilno vrsto nižnega območja?
- Reklasificiraj vrednosti DMV v dve kategoriji (vrednost nič dodeli celicam, katerih vrednosti so manjše od povprečne višine, vrednost ena pa celicam z višjo vrednostjo). Nato reklasificiraj rastrski sloj naklonov v dve kategoriji na isti način kot DMV. Nato s kalkulatorjem rastrov pomnoži oba sloja. Koliko je območij, ki izpolnjujejo oba pogoja (tj., kjer je vrednost celic ena)?

5 Georeferenciranje, vektorizacija in spremembe krajin

V tem poglavju bomo podrobneje spoznali georeferenciranje in delo z vektorskimi sloji. Za primer bomo vzeli del zemljevida Franciscejskega katastra. Cilj georeferenciranja in vektorizacije je poustvariti vektorski sloj rabe tal z začetka 19. stoletja. Kasneje bomo vektorski sloj uporabili za oceno sprememb rabe tal in primerjavo krajinskih metrik z letom 2025. Ustvarimo nov projekt QGIS in ga shranimo v novo mapo z imenom *Vaja_3_Georeferenciranje_digitalizacija*. V poglavju uporabljamo gradivo vaje 3, ki ga najdemo na RUL: <http://hdl.handle.net/20.500.12556/RUL-171097>.

5.1 Franciscejski kataster

Franciscejski kataster ali stabilen zemljiško-davčni kataster (Lisec, Ferlan, 2017) je knjiga z zemljevidi in sezname zemljišč s podatki o lastnikih in rabi tal. Ime nosi po avstrijskem cesarju Francu I. (1768–1835). V ozadju izdelave katastra je bila davčna reforma, s katero si je cesar omislil izboljšati razmere na področju davčnega sistema. Za slovensko ozemlje je bil kataster narejen med letoma 1818 in 1828 (Slak in sod., 2019) s kasnejšimi dopolnitvami (reambulacijami) vse do leta 1869. Franciscejski kataster je naslednik Terezijanskega in Jožefinskega katastra in hkrati prvi kataster, ki na ravni parcele prikazuje rabo tal (Pirnat, 2024: 117–120). Kataster je sestavljen iz grafičnega dela, to je katastrska karta (včasih imenovana tudi katastrska mapa, načrt) v merilu 1 : 2.880, skice katastrske občine in rektifikacijske karte ter spisovnega dela, to je opis meje, seznam zemljiških parcel, seznam stavbnih parcel, seznam lastnikov zemljišč in drugo. Katastrske karte so listi v velikosti 71,5 x 58 cm. Za slovensko ozemlje je Franciscejski kataster dostopen v Arhivu Slovenije ter na portalu VAČ – virtualna čitalnica (<https://vac.sjas.gov.si/vac>). Posebno uporaben za pregledovanje je tudi avstrijski spletni portal Arcanum Maps (<https://maps.arcanum.com/>).

Kataster je bil narejen po **katastrskih občinah** (nem. Katastralgemeinden s kratico KG), ki so bili deli posameznih **kresij** ali okrožnih uradov (nem. Steuerbezirk), ki pa so bili nižja administracijska enota **kronskih dežel** (nem. Kronland). V 19. stoletju je bilo slovensko ozemlje razdeljeno med tri oziroma štiri dežele, in sicer Kranjska (nem. Krain), Štajerska (nem. Steyermark), Primorska (nem. Küstenland) in kasneje še Koroška (nem. Kärnten) (VAČ, b. l.). S portala VAČ je razvidno, da so Kranjsko deželo delili na Ljubljansko, Novomeško in Postojnsko kresijo, Štajersko regijo na Mariborsko, Celjsko in Graško kresijo ter Primorsko deželo na Goriško kresijo, Trst, Istro in Reko.



Slika 15: Izsek centra Ljubljane s Franciscejskega katastra (vir: <https://maps.arcanum.com/>)

5.2 Prenos in priprava lista Franciscejskega katastra

Vse obdelave in analize v tem priročniku bomo izvedli na osnovi prosto dostopnih podatkov. Nadaljevali bomo na območju primera s prejšnjih poglavij, torej vasi Jezero na Ljubljanskem barju z okolico. S spletnega portala VAČ (<https://vac.sjas.gov.si/vac>) si bomo najprej prenesli en list katastrske karte. Najprej kliknemo gumb *Iskanje* (1) in Iskanje po tektoniki arhiva (2). Nato s kliki na znak »+« odpiramo razdelke (3):

Arhiv Republike Slovenije [ARS]

--> 000 UPRAVA

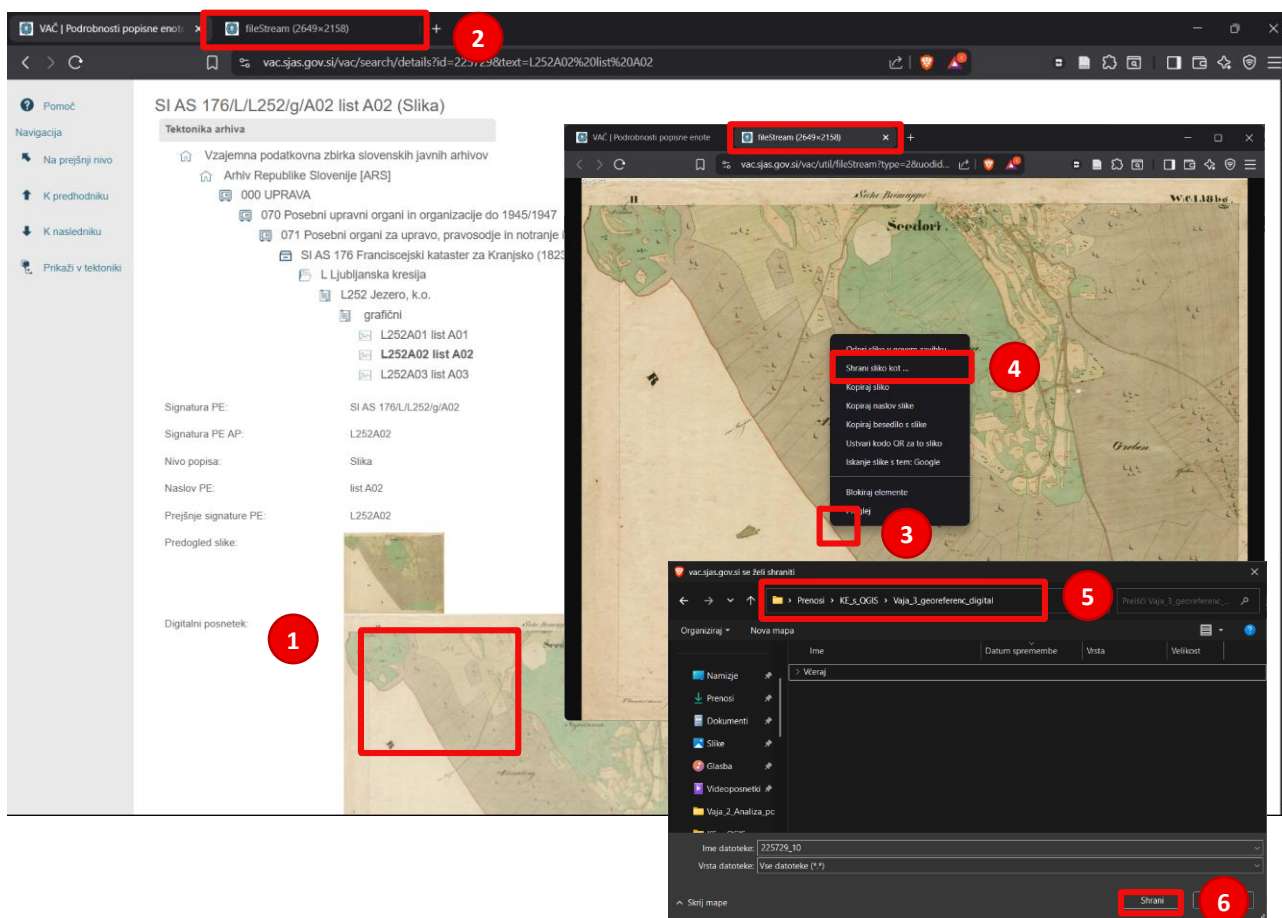
--> 070 Posebni upravni organi in organizacije do 1945/1947

--> 071 Posebni organi za upravo, pravosodje in notranje in zunanje zadeve do 1945/1947

- ☐ L250 Zvirbe, k.o.
- ☐ L251 Zapogo, k.o.
- ☐ L252 Jezero, k.o.
- ☐ grafični
- ☐ L252A01 list A01
- ☐ L252A02 list A02
- ☐ L252A03 list A03
- ☐ L252A04 list A04
- ☐ L252A05 list A05
- ☐ spisovni
- ☐ L252PG Skica
- ☐ L252PI Opis meje
- ☐ L252PS Seznam zemljiških parcel
- ☐ L252PT Seznam stavbnih parcel
- ☐ L252PUA Abecedni seznam lastnikov zemljišč
- ☐ L252PIA Izkaz rabe zemljišč
- ☐ L252PIB Izkaz rabe zemljišč
- ☐ L252PIK Katastrski seznam elaborat
- ☐ L253 Selo pri Kamniku, k.o.
- ☐ L254 Seta, k.o.
- ☐ L255 Gorenja Ravan, k.o.

Da najdemo liste katastrske občine Jezero, moramo odpreti razdelek *SI AS 176 Franciscejski kataster za Kranjsko (1823–1869)* in znotraj njega še *L Ljubljanska kresija*. Katastrsko občino Jezero najdemo pod številko in nazivom *L252 Jezero, k.o.* Vsebuje grafični del s petimi listi katastrske mape tiner spisovni del s skico, opisom mej, seznamami parcel in lastnikov ter izkazi rabe zemljišč. Dvakrat kliknemo na list *L252A02 list A02*.

Kliknemo na spodnjo sliko (1), da se slika odpre v novem zavihku (2), nato pa na sliki z desnim klikom priključimo meni (3) in izberemo *Shrani sliko kot ...* (4). Izberemo domačo mapo projekta (5) in kliknemo *Shrani* (6).

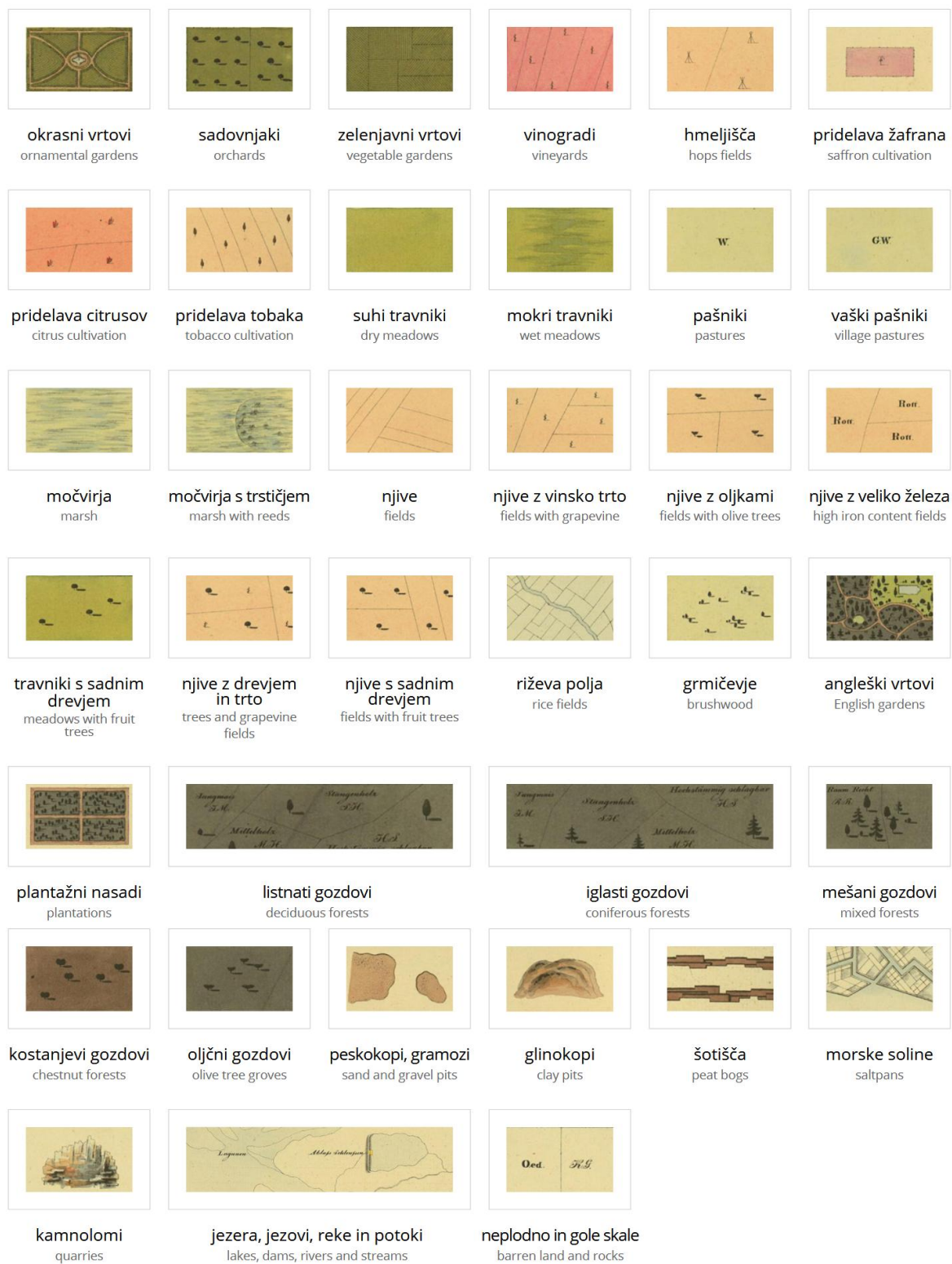


Poudariti velja, da so nekateri listi shranjeni v formatu *.pdf, drugi pa so slike, ki včasih nimajo dodeljene končnice (npr. *.jpg). Programsko orodje QGIS omogoča branje in prikaz obeh formatov in brez večjih težav še mnogo drugih. Poleg tega so nekateri listi zasukani, drugi so bolj, tretji pa manj kakovostni. V vsakem primeru bomo prenesene datoteke prebrali v QGIS in jih hkrati uporabili s pregledovalnikom Arcanum Maps.

Ko izbirate območje za lastno krajinsko-ekološko analizo v okviru vaj, bodite pozorni na izbiro lista, na katerem je prikazanega več kot dve tretjini območja lista; z drugimi besedami: območje za analizo naj bo dovolj veliko. Poleg tega svetujemo, da ste pozorni, da so na izbranem listu rabe tal: naselja, hiše (posebno cerkve) in ceste, gozd, travniki in pašniki ter polja in njive. Zaželeno je tudi, da so na listu vodne površine (reke, jezera). Legendo prikazujemo v nadaljevanju. Barve se v odtenkih lahko precej razlikujejo od lista do lista, a na splošno velja, da so barve glede rabe tal naslednje:

- **njive** – rumeno-rjava barva,
- **vrtovi** – zelena barva,
- **gozd** – temno siva barva,
- **voda** – odtenki modre,
- **objekti** – zidani so rdeče barve, leseni rumene, javne stavbe so temno rdeče barve,
- **ceste** – kamnite so rdeče, poljske poti pa rjave barve.

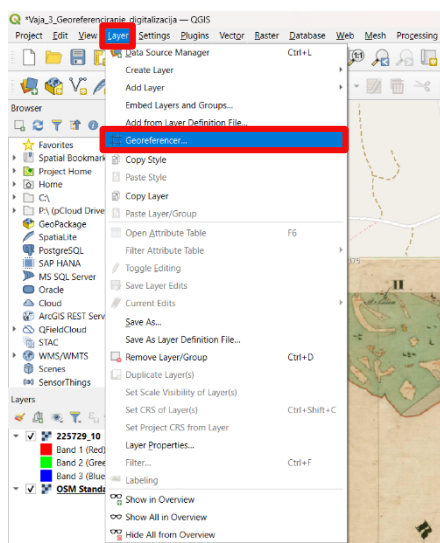
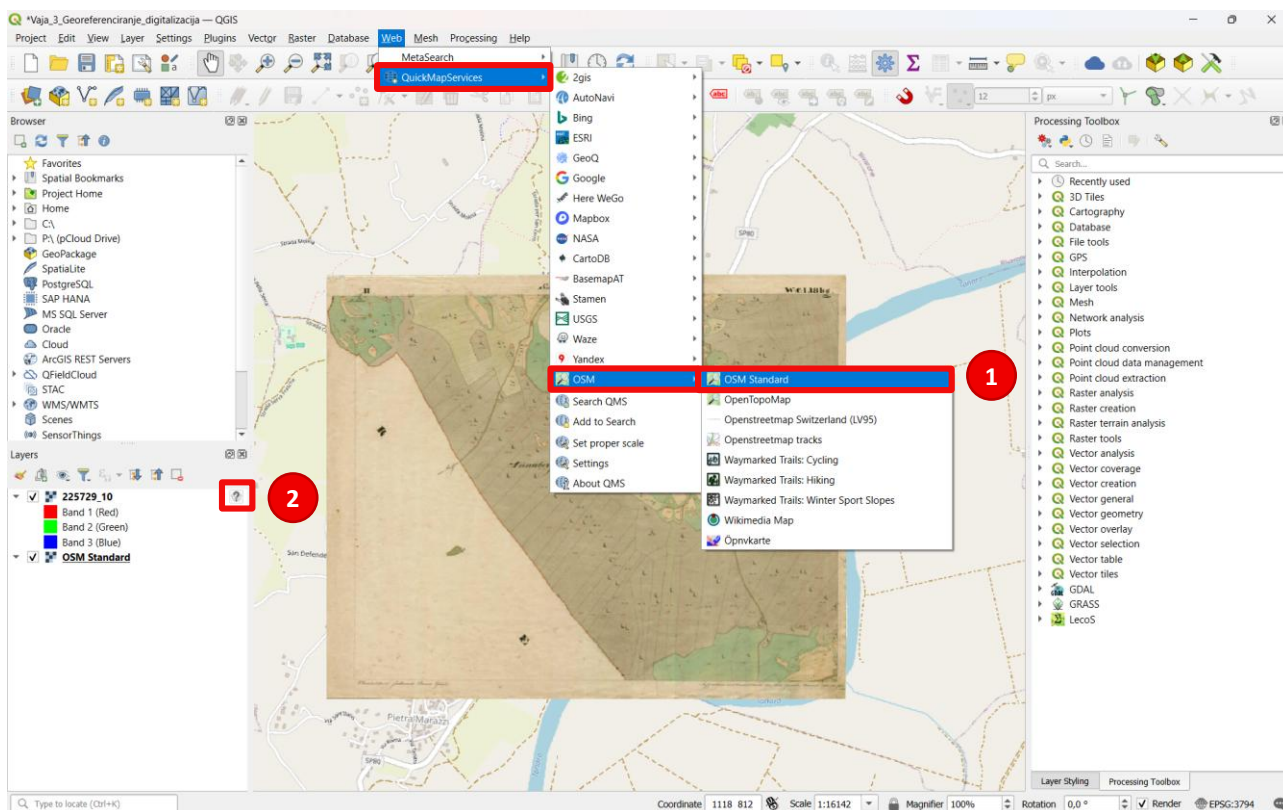
Podrobnejša legenda je dostopna v monografiji (Slak in sod., 2019) ter na portalu VAČ: <https://vac.sjas.gov.si/vac/search/details?id=241776>. Spodaj prikazujemo del legende podrobnejše rabe zemljišč, ki bo koristila pri vektorizaciji (glej poglavje 5.4).



Slika 16: Legenda vrste rabe zemljišč s Franciscejskega katastra (vir: Slak in sod., 2019)

5.3 Georeferenciranje

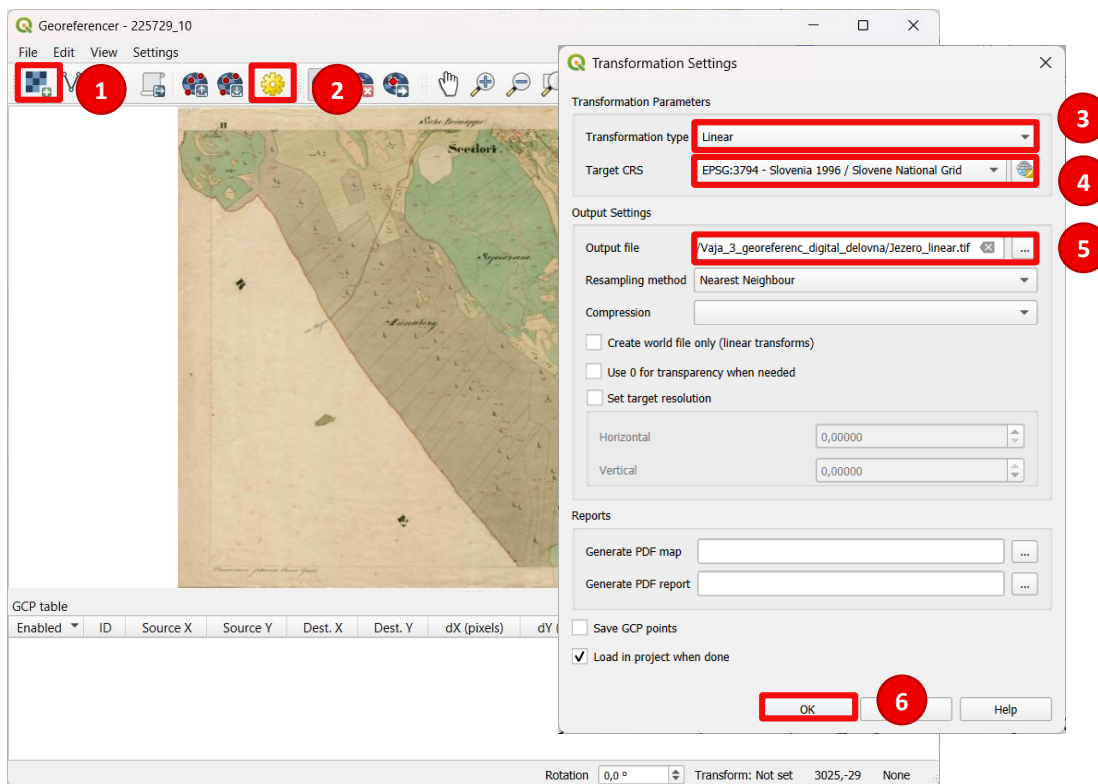
Če preneseno sliko lista Franciscejskega katastra preberemo v QGIS (glej poglavje 3.5) in podložimo temeljno karto OSM Standard (1), vidimo, da list območja Jezera leži nekje v severni Italiji. To nastane zato, ker slika ni georeferencirana – to pomeni, da v sami rastrski sliki niso zapisani lokacijski podatki, vključno s koordinatnim sistemom, kar bi sliko postavilo na *pravo mesto*. Da je nekaj »narobe« s koordinatnim sistemom, pove tudi vprašaj ob sliki na seznamu slojev (2). Postopek umeščanja slike, fotografije, skeniranega zemljevida ipd. v znano projekcijo imenujemo georeferenciranje (angl. georeferencing) ali georegistracija (angl. georegistration).



Da bomo torej smiselno uporabili pridobljeno sliko, jo moramo najprej »postaviti na zemljevid« s postopkom georeferenciranja. V programskem orodju QGIS je na voljo obsežen modul, namenjen izključno georeferenciranju; najdemo ga pod menijem *Layer* pod nazivom *Georeferencer*.

Preden zaženemo modul za georeferenciranje, v projektu preberemo še temeljno karto satelitskega posnetka Google Satellite ali drugega ponudnika (npr. Bing, ESRI), ki jo izberemo s pomočjo vtičnika QuickMapServices (glej tudi poglavje 3.11).

Ko kliknemo na orodje, se pojavi novo okno, v katerega najprej preberemo sliko s klikom na *Open Raster* (1). Nato odpremo okno nastavitvev *Transformation Settings* (2), da določimo vrsto transformacije (3), koordinatni sistem (4) ter naziv in lokacijo novega sloja v formatu *.tif (5). Nastavitve potrdimo s klikom na gumb *OK* (6).



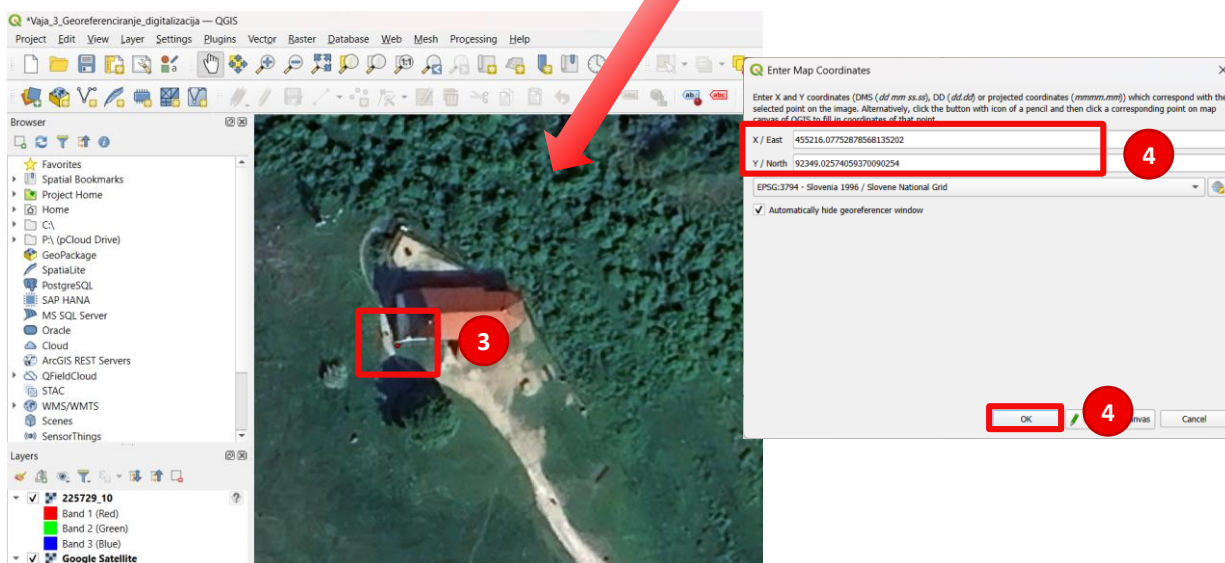
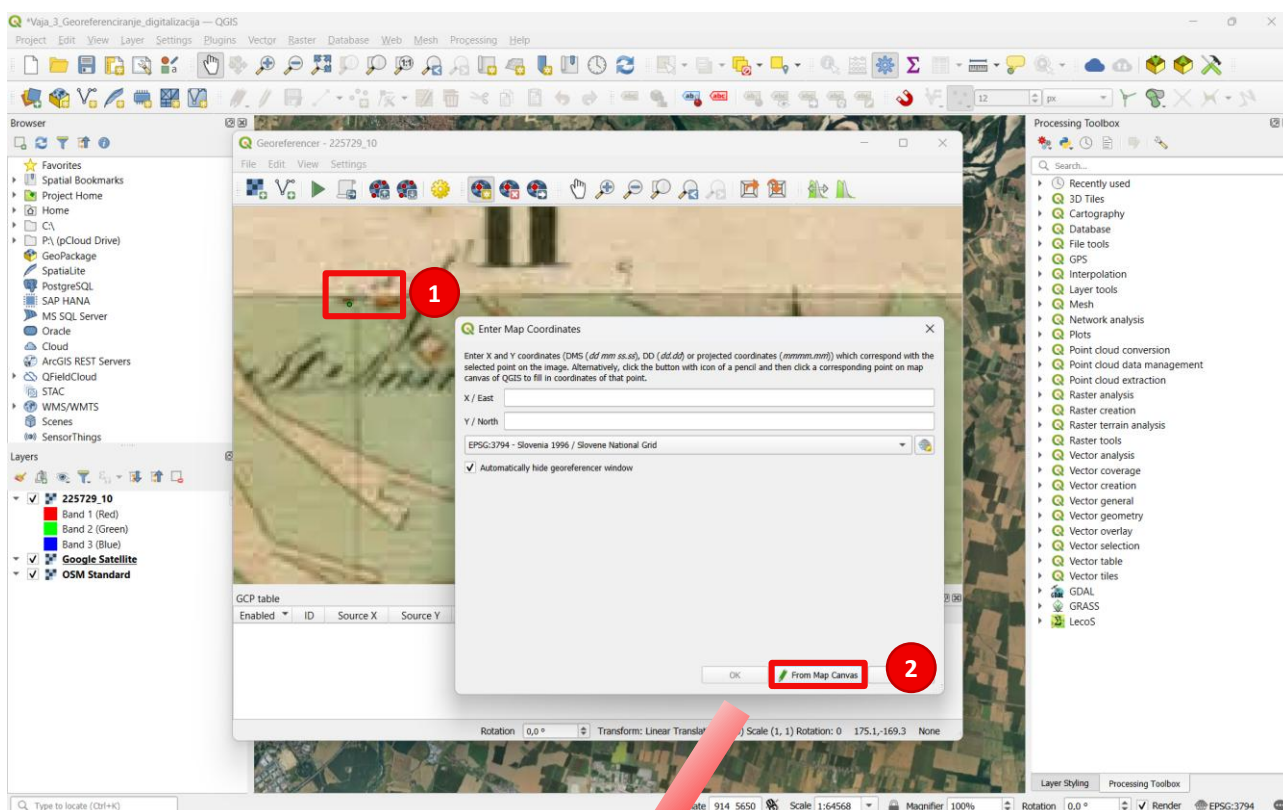
Od načina transformacije je odvisna uspešnost prileganja slike na dejansko stanje v naravi. Načini transformacije so:

- **Linearna** – ne spremeni velikost celic, ne omogoča rotacije, zahteva dve referenčni točki,
- **Helmert** – podobna linearni, a omogoča rotacijo, zahteva vsaj dve referenčni točki,
- **Polinomial 1, Polinomial 2, Polinomial 3** – poleg rotacije omogoča strig in ukrivljanje slike, zahtevajo vsaj trikratno *stopnjo polinoma* referenčnih točk,
- **Thin Plate Spline** – varianta polinomne, zahteva deset ali več referenčnih točk,
- **Projective** – varianta polinomne, primernejša za fotografije pod kotom, zahteva štiri ali več referenčnih točk.

Način transformacije je eden od dveh ključnih elementov georeferenciranja. Drugi element so t.i. **referenčne točke** (angl. Ground Control Points ali GCP points); bolj kot so referenčne točke natančno postavljene, boljši je rezultat georeferenciranja, kar pomeni, da se slika bolj prilega stanju na površju. Postopek georeferenciranja namreč poteka tako, da dodajamo referenčne točke na sliko (tj. Franciscejski kataster) in na znano isto točko npr. na satelitskem posnetku trenutnega stanja. Georeferenciranje bo najbolj uspešno, če uspemo najti najmanj tri, štiri zanesljive referenčne točke blizu robov slike – da so torej postavljene diagonalno. In kako vemo, katera točka na satelitskem posnetku zaseda isto točko na sliki? Pri tem si najbolj pomagamo s prepoznanimi objekti, ki so na sliki in na satelitskem posnetku. Med najbolj

značilne in nedvoumne objekte v prvi vrsti spadajo cerkve in hiše, pa tudi vodni objekti in včasih ceste. Pri iskanju referenčnih točk si pomagamo s portalom Arcanum Maps.

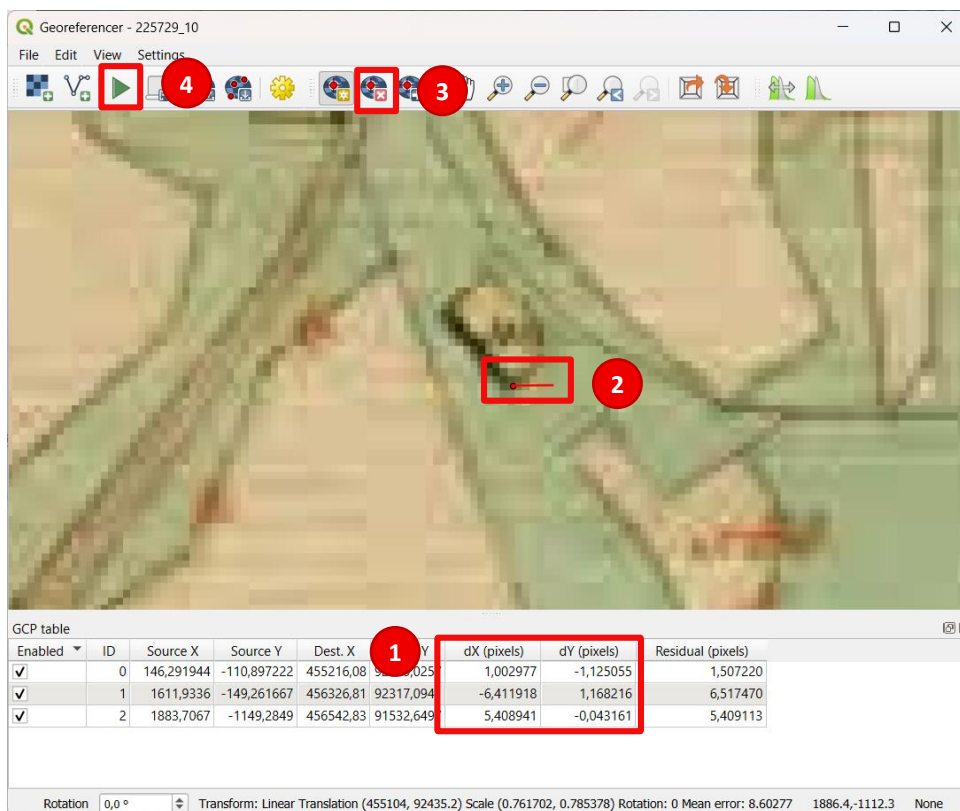
Ko najdemo prvo zanesljivo referenčno točko na sliki in na satelitskem posnetku (npr. spodnji levi vogal cerkve Sv. Ane na zgornjem desnem robu slike), jo kliknemo (1), da se odpre okno *Enter Map Coordinates* in v njem kliknemo gumb *From Map Canvas*, da določimo točko na satelitskem posnetku (2). Nato na satelitskem posnetku dodamo točko na mesto, kjer vemo, da sovpada s točko na sliki (3). Ko določimo referenčno točko, se ponovno odpre okno *Enter Map Coordinates*, tokrat z vnesenimi koordinatami (4). Nazadnje kliknemo gumb OK (5).



Na enak način dodajamo naslednje referenčne točke – njihovo število je odvisno od vrste transformacije (glej zgoraj). Za naš prvi poskus – to je linearna transformacija – dodamo še dve.

Referenčne točke se shranjujejo v t.i. GCP preglednico, ki je privzeto prikazana v spodnjem delu okna *Georeferencer*. Stolpca *dX* (pixels) in *dY* (pixels) (1) nakazujeta, za koliko celic so georeferencirane točke na sliki odmaknjene po koordinatah X in Y od dodanih točk na satelitskem posnetku. Manjša je številka, manj so točke oddaljene, boljše je prileganje slike. Zamik je poleg natančnosti določanja referenčnih točk odvisen tudi od vrste transformacije – pri linearni transformaciji se slika lahko zgolj premakne levo/desno in poveča/pomanjša, ne pa tudi zasuka (kot pri drugih) ali spremeni obliko (kot pri polinomskih). Grafično je zamik prikazan z rdečo črto (2). Če ugotovimo, da smo napačno dodelili referenčno točko, jo zberišemo s klikom na gumb *Delete point* (3).

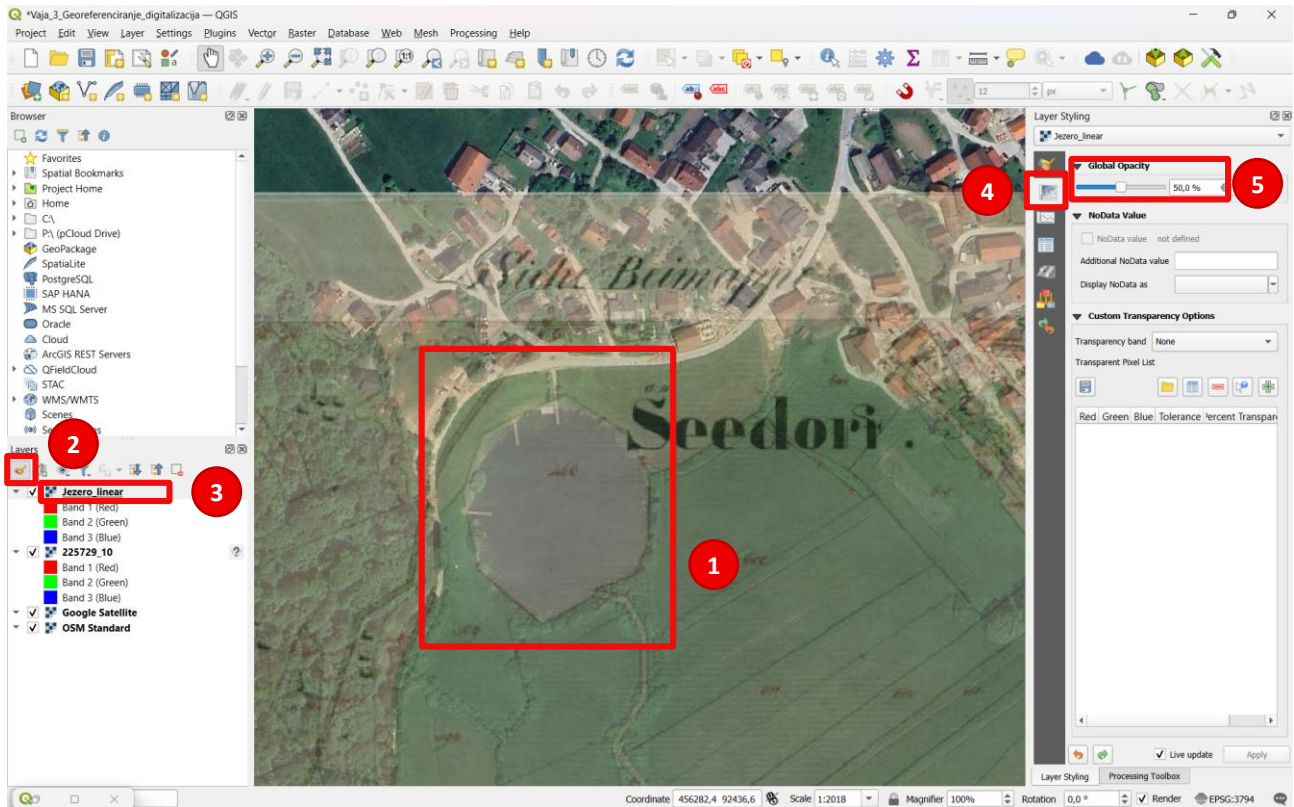
Ko smo končali z dodajanjem referenčnih točk, kliknemo gumb *Start Georeferencing* (4), da ustvarimo georeferencirani rastrski sloj, ki se odpre v glavnem oknu programskega orodja QGIS.



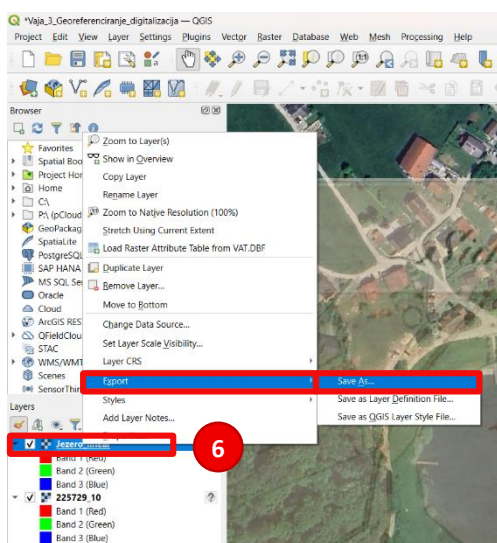
Enabled	ID	Source X	Source Y	Dest. X	Dest. Y	dX (pixels)	dY (pixels)	Residual (pixels)
<input checked="" type="checkbox"/>	0	146,291944	-110,897222	455216,08	92317,025	1,002977	-1,125055	1,507220
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1611,9336	-149,261667	456326,81	92317,094	-6,411918	1,168216	6,517470
<input checked="" type="checkbox"/>	2	1883,7067	-1149,2849	456542,83	91532,649	5,408941	-0,043161	5,409113

Rotation: 0,0° Transform: Linear Translation (455104, 92435.2) Scale (0.761702, 0.785378) Rotation: 0 Mean error: 8.60277 1886.4,-1112.3 None

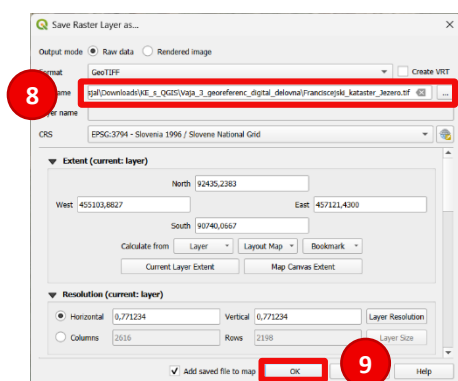
Pregledovanje uspešnosti postopka (1) je najlažje opraviti s poltransparentnim rastrskim slojem. Najprej omogočimo stransko vrstico *Layer Styling* (2), nato označimo georeferenciran rastrski sloj (3), izberemo razdelek *Transparency* (4) in nastavimo netransparentnost (angl. Global Opacity) na želeno vrednost (5).



Listi Franciscejskega katastra so v ortogonalni državni projekciji, zato je georeferenciranje pogosto uspešno že s tremi referenčnimi točkami in linearno transformacijo. Če ni, se vrnemo v orodje *Georeferencer* in poskusimo spremeniti vrsto transformacije in/ali dodati nove ali popraviti obstoječe referenčne točke.



Zadnji korak je izvoz končnega rastrskega sloja v georeferencirani tif format (*.tif). Za izvoz enostavno z desnim gumbom kliknemo na georeferencirani sloj (6) in v možnosti *Export* izberemo *Save As ...* (7), določimo naziv in lokacijo (8) ter kliknemo gumb *OK* (9).

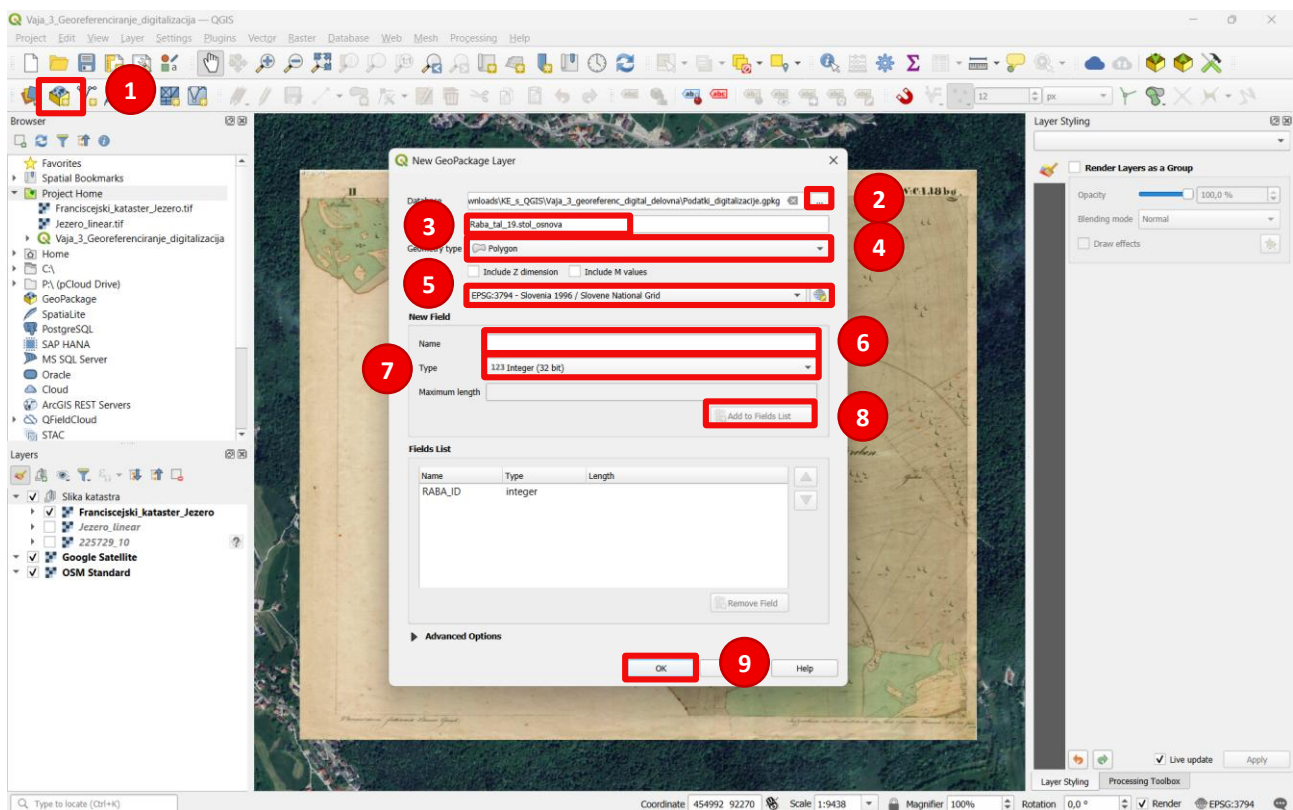


5.4 Vektorizacija

Vektorizacija je na splošno serija postopkov za pretvarjanje rastrskih podatkovnih baz (npr. georeferencirani zemljevidi, satelitski posnetki, ortofoto posnetki) v vektorske podatkovne baze. Vektorizacija je oblika (ročne) digitalizacije, s katero prenesemo prostorske podatke s slik ali podobnih rastrskih slojev v točke, linije ali poligone. V našem primeru gre za risanje poligonov na vektorski sloj, ki ustrezajo posamezni rabi tal z zemljevida Franciscejskega katastra. Tako ustvarimo lasten vektorski sloj rabe tal iz 19. stoletja, ki ga bomo kasneje primerjali s slojem iz 21. stoletja.

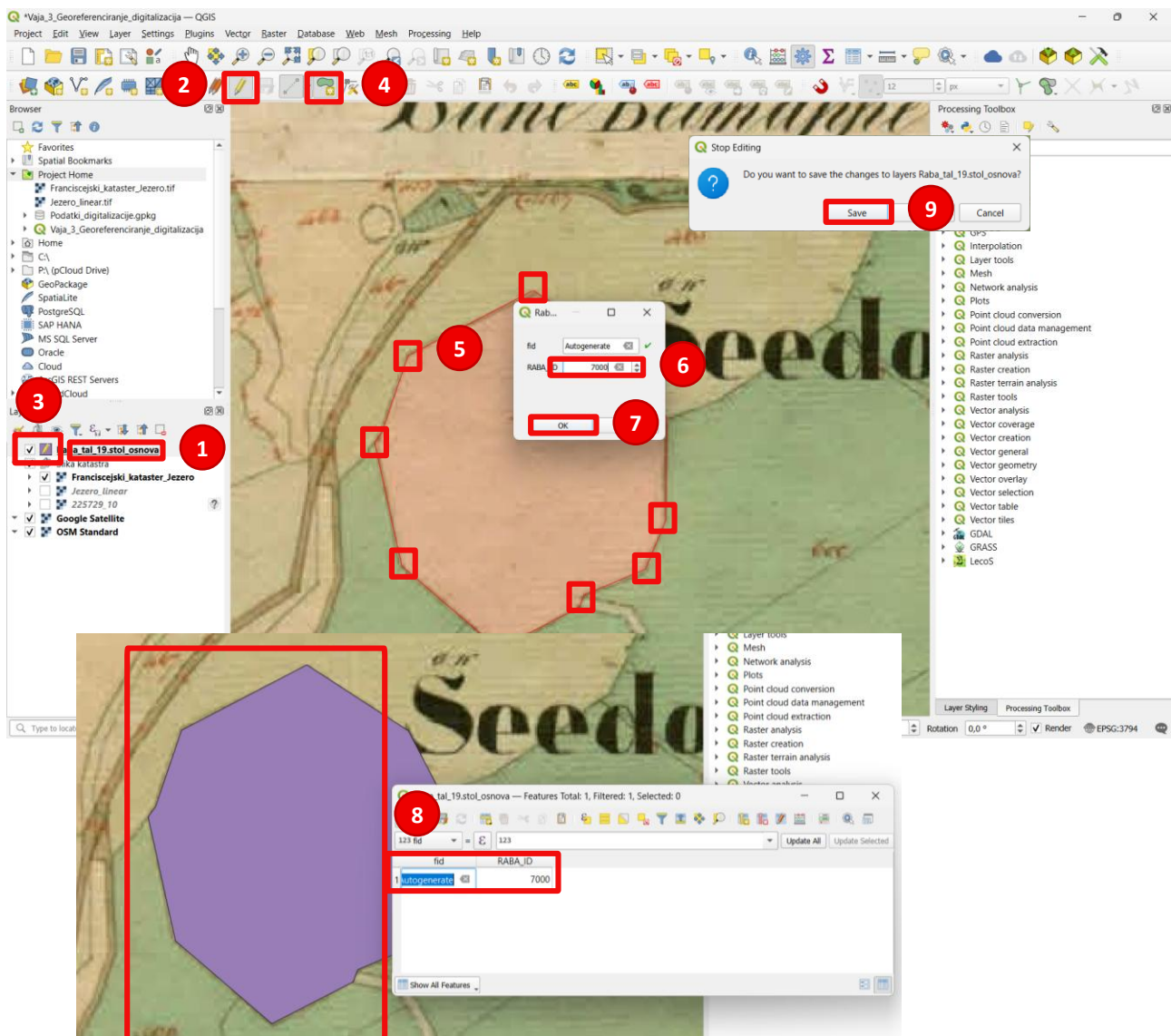
5.4.1 Ustvarjanje novega vektorskega sloja

Nov vektorski sloj lahko ustvarimo na več načinov. Spoznajmo prvega: najprej kliknemo na gumb *New Geopackage Layer ...* (1). V novem oknu kliknemo gumb za tri pikice (2) in določimo lokacijo domače mape in naziv geopaketa. Nato vpišemo naziv sloja, ki bo dejanski vektorski sloj in je znotraj geopaketa (3). Dodelimo vrsto geometrije (4), in sicer sistem poligonov (angl. Polygon) in koordinatni sistem (5). V razdelku *New Field* na atributivno preglednico dodamo nove attribute, ki se izpišejo v razdelku *Field List* in jih sicer lahko urejamo ter dodajamo tudi kasneje (glej poglavje 5.4.7). Vpišemo ime (angl. Name) (6), vrsto zapisa (angl. Type) (7) in atribut ustvarimo s klikom na gumb *Add to Fields List* (8). Mi za enkrat vpišemo naziv *RABA_ID*, določimo vrsto *Integer (32 bit)* (več o vrstah zapisa je opisano v poglavju 5.4.7). Postopek ustvarjanja novega vektorskega sloja zaključimo s klikom na gumb *OK* (9).

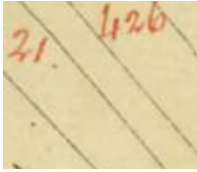

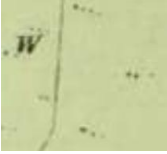
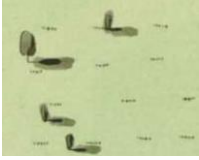





5.4.2 Dodajanje novih elementov na vektorski sloj

Ko pravilno ustvarimo sloj, se pojavi na seznamu slojev. Za dodajanje elementov (tj. poligonov) na novo ustvarjeni vektorski sloj najprej označimo (1) in nato kliknemo na gumb (*Toggle Editing*), da vključimo urejanje (2). Ob ikoni sloja se prikaže ikona svinčnika (3). Nov element začnemo dodajati s klikom na gumb *Add Polygon Feature* (4), kurzor miške se spremeni v krogec s križcem in lahko začnemo risati. Rišemo tako, da dodajamo točke, ki predstavljajo *vozlišče* poligona (angl. vertex). Začnemo z enostavnimi in znanimi oblikami, kot je npr. jezero, in z levim klikom dodajamo vozlišča (5). Ko zaključimo poligon, kliknemo desni klik in odpre se pogovorno okno za vpis zaporedne številke *fid* (pustimo, da se generira sama, tj. *Autogenerate*), vpišemo pa šifro rabe tal v spodnji okvirček. Za primer vode vpišemo šifro 7000 (6) in kliknemo gumb *OK* (7). Poligon se obarva in v atributivni preglednici se pojavi prva vrstica, ki nakazuje na ustvarjeni element, vključno z dodeljeno šifro rabe tal (8). Seznam rab tal in šifer je prikazan na naslednji strani. Ko z urejanjem končamo (ali če želimo nadaljevati kasneje), ponovno kliknemo ikono svinčnika (2) in v pogovornem oknu kliknemo gumb *Save* (9) (ali *Discard*, če želimo opustiti spremembe).



Poenostavljen šifrant rabe tal, uporabljen pri vektorizaciji slike Franciscejskega katastra, vključno z grafičnimi primeri, je naslednji:

- | | | | |
|---|--|------------------|---|
| 1100 – njive, |  | 1211 – vinograd, |  |
| 1300 – trajni travnik, pašnik, |  | | |
| 1800 – kmetijsko zemljišče, poraslo z drevjem, sadovnjak, |  | | |
| 2000 – gozd, |  | | |
| 3000 – pozidano in sorodno zemljišče, |  | | |
| 4100 – barje, zamočvirjeno, trstičje, |  | 7000 – voda. |  |

S Franciscejskega katastra je včasih kar težko razbrati pravilno rabo tal – posebno iz listov na VAČ-u. Tudi barvni odtenki so včasih drugačni kot predpisani. Zato uporabljamo poenostavljene kategorije – tiste, ki so najbolj očitne in prepoznavne. V našem primeru bomo vektorski sloj rabe tal zgradili na osnovi navedenih kategorij.

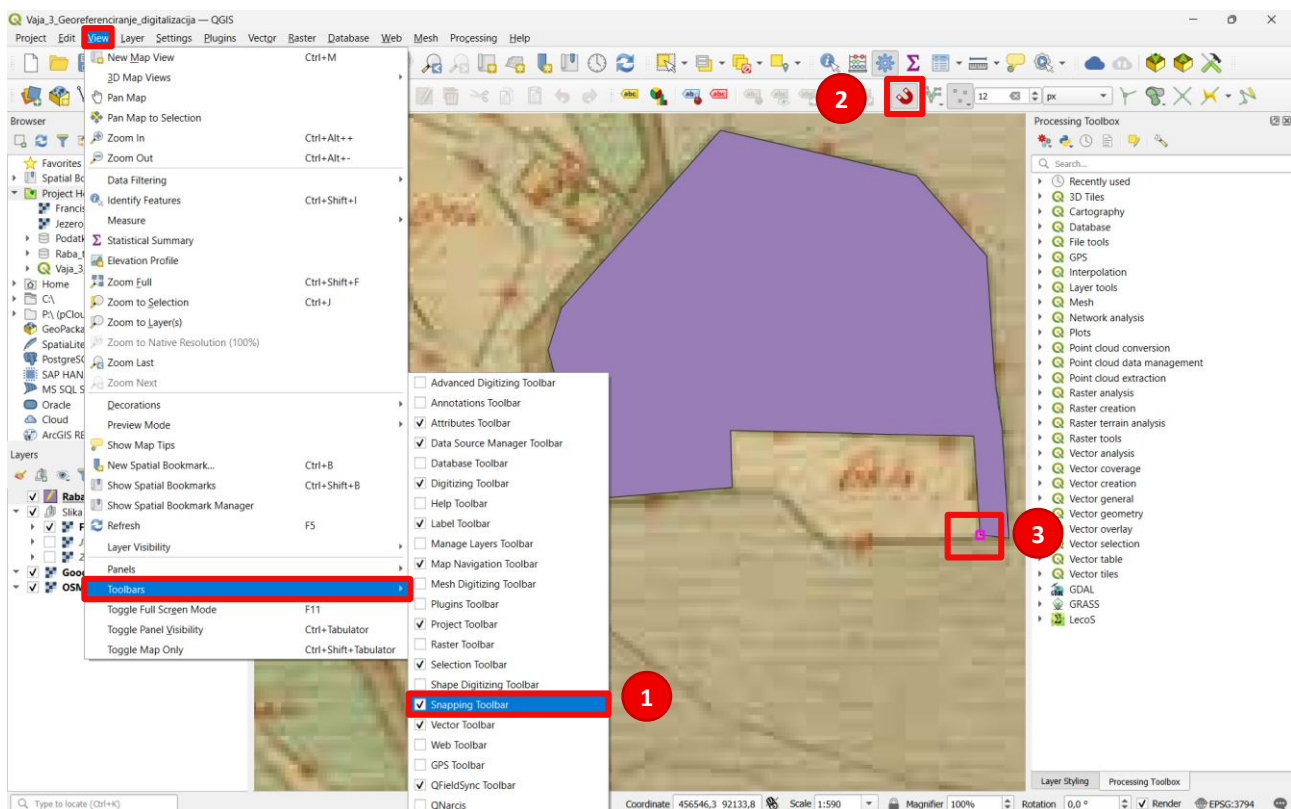
Še nekaj priporočil: primarno nas zanimajo rabe tal, zato se ne ukvarjamo s parcelnimi mejami. To pomeni, da če ena raba tal vključuje več parcel, vse vektoriziramo kot en poligon, kot isto rabo. Pri naseljih ne vektoriziramo posameznih objektov, ampak celotno strnjeno naselje kot eno enoto, kot en poligon. Zunanje meje naj tvorijo meje objektov ali vrtov v neposredni bližini objektov. Začnemo z najpreprostejšimi in prepoznanimi rabami tal, nato nadaljujemo z bolj zapletenimi oblikami.

5.4.3 Napredna orodja vektorizacije

Programsko orodje QGIS je dobro opremljeno z raznimi orodji, ki pomagajo pri vektorizaciji. Najpogostejša bomo spoznali v nadaljevanju.

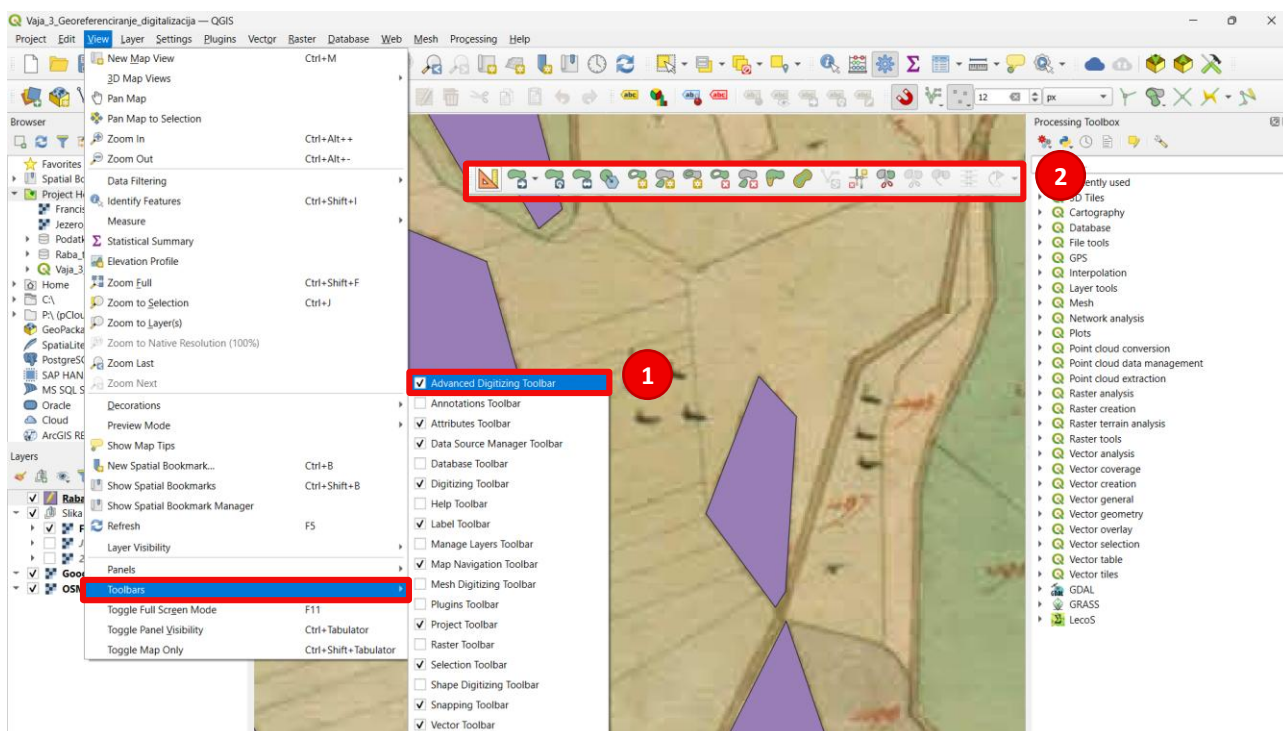
Pripenjanje

Pripenjanje (angl. Snapping) je orodje, ki omogoča natančno določanje novih vozlišč na obstoječe segmente (linije med dvema ogliščema), površine, centroide, sredine segmentov in/ali končna vozlišča linij. Privzeto je omogočeno pripenjanja zgolj na obstoječa vozlišča. Funkcionalnosti orodja so zajete v orodni vrstici z nazivom *Snapping Toolbar* (1). Pripenjanje vključimo s klikom na gumb *Enable Snapping* (2) in nadaljujemo z vektorizacijo. Vsakič ko se s kurzorjem približamo obstoječemu vozlišču, se na mestu obstoječega vozlišča pojavi moder kvadrček (3). Ko kliknemo z levim miškinim gumbom, se prvo vozlišče novega poligona postavi točno na(d) obstoječe vozlišče. S pripenjanjem zagotovimo, da med mejami sosednjih poligonov ni morebitnega prekrivanja ali prostega prostora. Orodje uporabljamo vedno, ko vektoriziramo rabo tal ob že obstoječih poligonih.



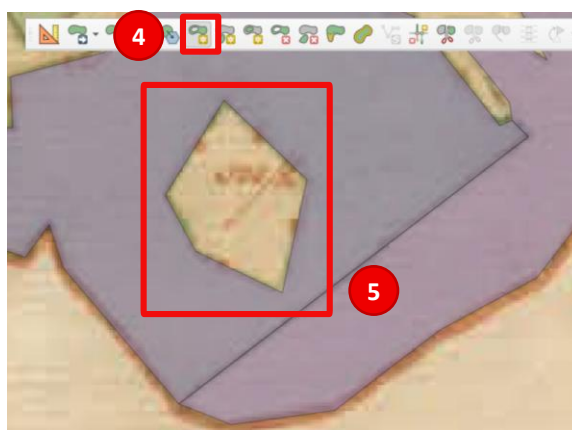
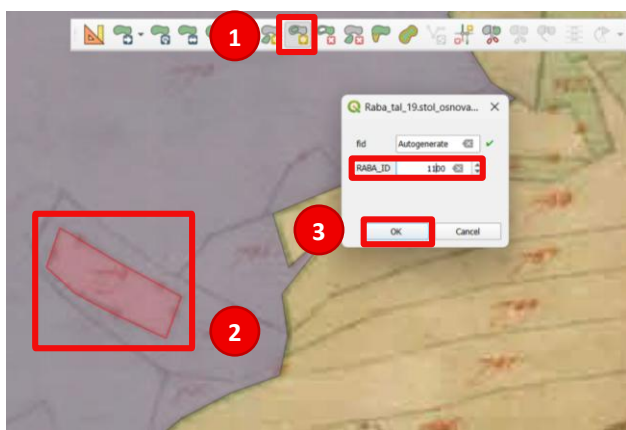
Orodna vrstica naprednega vektoriziranja

Na orodni vrstici naprednega vektoriziranja (angl. Advance Digitizing Toolbar) najdemo funkcionalnosti za nadaljnje ustvarjanje ali urejanje obstoječih elementov.



Ustvarjanje poligonov in lukenj znotraj obstoječih poligonov

Pri vektoriziranju zemljevida Franciscejskega katastra sodi med pomembnejšo funkcionalnost ustvarjanje poligonov znotraj obstoječih poligonov (angl. Fill Ring) (1). Nov poligon moramo vedno začeti in ga končati po meji ali znotraj meje obstoječega poligona (2). Da poligon zaključimo in ga ustvarimo, kliknemo z desnim gumbom, izpolnimo zahtevane vrednosti atributov in kliknemo gumb OK (3). Ustvarjanje zgolj lukenj poteka znotraj obstoječih poligonov (angl. Add Ring) na podoben način – kliknemo na ikono (4) in narišemo poligon ter z desnim klikom potrdimo ustvarjanje; rezultat je »luknja« v obstoječem poligonu (5).



Deljenje poligonov

Deljenje obstoječih poligonov z ukazom Split Features (1). Deljenje pomeni, da en obstoječi poligon razdelimo na dva (ali več) ločena poligona, ki si delita skupno mejo. Poligon vedno začnemo deliti zunaj poligona ali na oglišču (2, nadaljujemo z dodajanjem vmesnih vozlišč in zaključimo spet zunaj poligona ali na oglišču (3). Deljenje potrdimo z desnim klikom. Tako razdeljena poligona imata enake vrednosti atributov v atributivni preglednici!



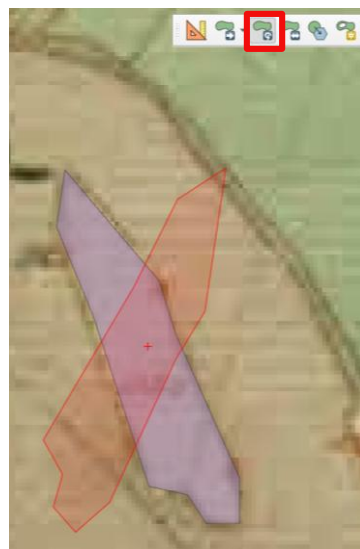
Premikanje, obračanje in spreminjanje velikosti poligonov

Obstoječe poligone (ali točke, linije) premikamo (angl. Move Feature) tako, da kliknemo na funkcionalnost in enostavno premaknemo izbrani poligon na želeno mesto; podobno tudi z obračanjem (angl. Rotate Feature) – središče osi obračanja je centroid poligona – in spreminjanjem velikosti (angl. Scale Feature). V vseh treh primerih se vrednosti atributov v atributivni preglednici ne spremenijo.

Premikanje



Obračanje

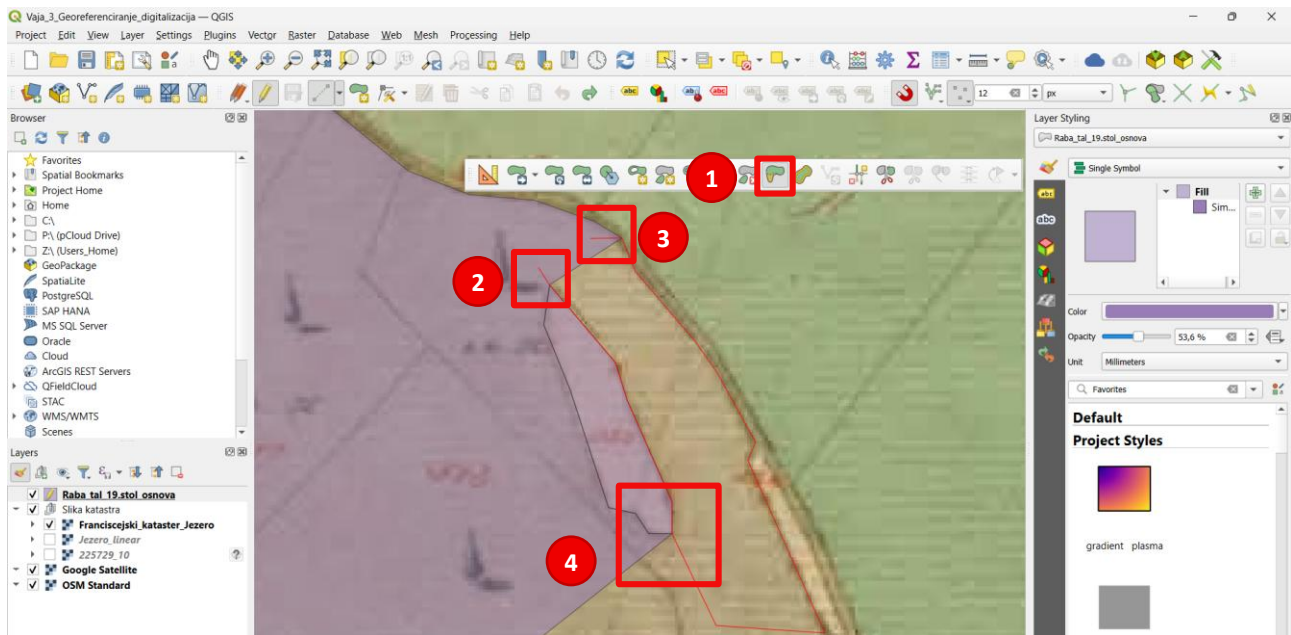


Spreminjanje velikosti



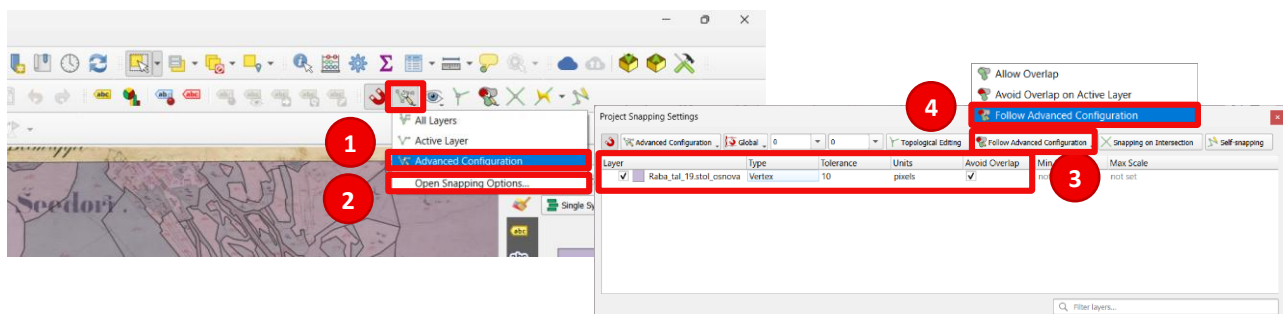
Preoblikovanje poligonov

Funkcionalnost uporabimo takrat, ko želimo preoblikovati geometrijo obstoječega poligona; na primer, ko želimo razširiti ali podaljšati obstoječi poligon na novo območje. Začnemo s klikom na gumb Reshape Features (1) in začnemo dodajati prvo vozlišče – obvezno mora biti znotraj poligona, ki ga želimo razširiti (2). Nato nadaljujemo z dodajanjem vozlišč in zaključimo z zadnjim vozliščem, ki mora obvezno ležati znotraj istega obstoječega poligona (3). Preoblikovanje zaključimo s klikom na desni miškin gumb. Poligonov ne moremo razširjati s ciljem zaokroževanja istih poligonov – to pomeni, da se podaljšani poligon na nobenem vozlišču ne sme dotikati meje istega poligona (4).

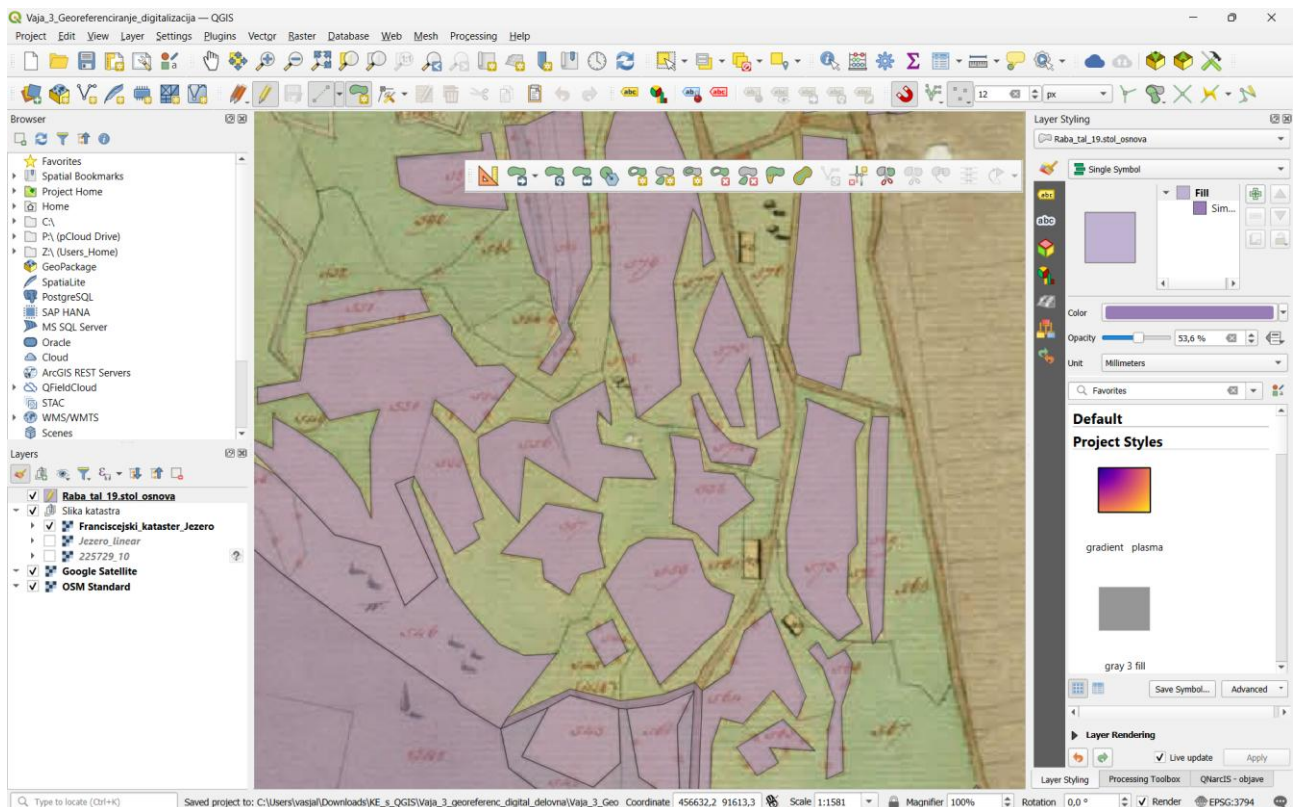


Avtomatsko generiranje mej novih poligonov ob meje obstoječih

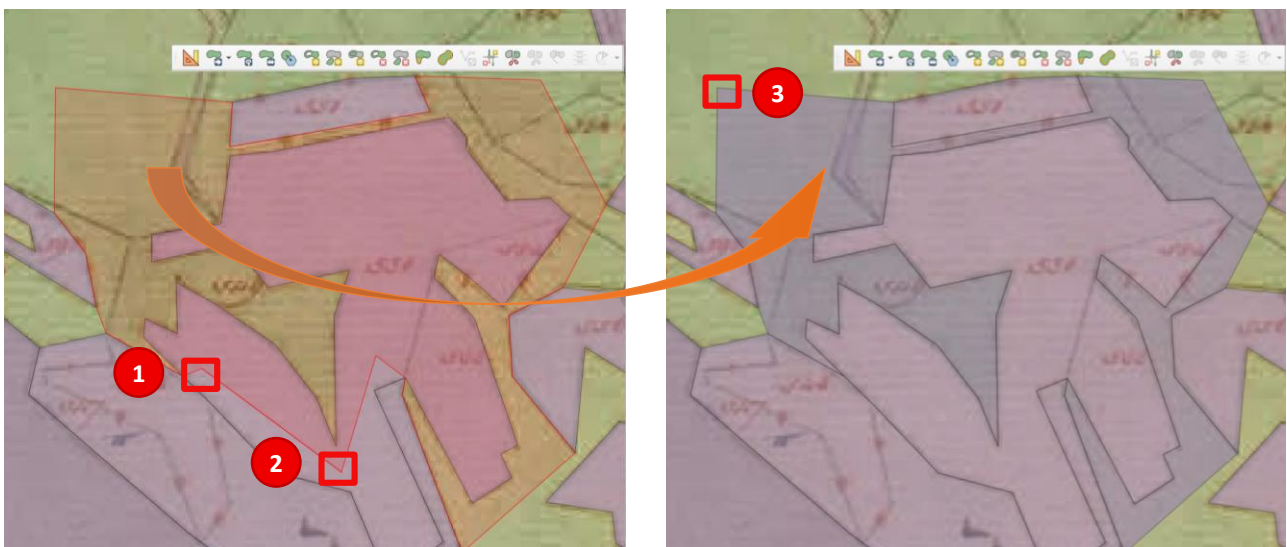
V primeru kompleksnih oblik poligonov vektorizacijo začnemo v več korakih – vedno sledimo načelu od enostavnih do bolj zapletenih oblik. Pri tem je v veliko pomoč funkcija avtomatskega generiranja poligonov po mejah obstoječih poligonov. Za vklop avtomatskega generiranja poligonov moramo najprej nastaviti napredno pripenjanje (Advanced Configuration) (1), nato v nastavitvah naprednega (Open Snapping Options ...) (2) pripenjanja določimo sloj(e), katerim naj sledi pripenjanje, ter označimo, da prostorsko prekrivanje ni dovoljeno (Avoid Overlap) (3). Nazadnje določimo, da prekrivanje sledi naprednim nastavitvam pripenjanja (Follow Advanced Configuration) (4).



V prvem koraku vektoriziramo enostavne oblike poligonov, ki so jasno ločeni med seboj (npr. raba tal 1100).



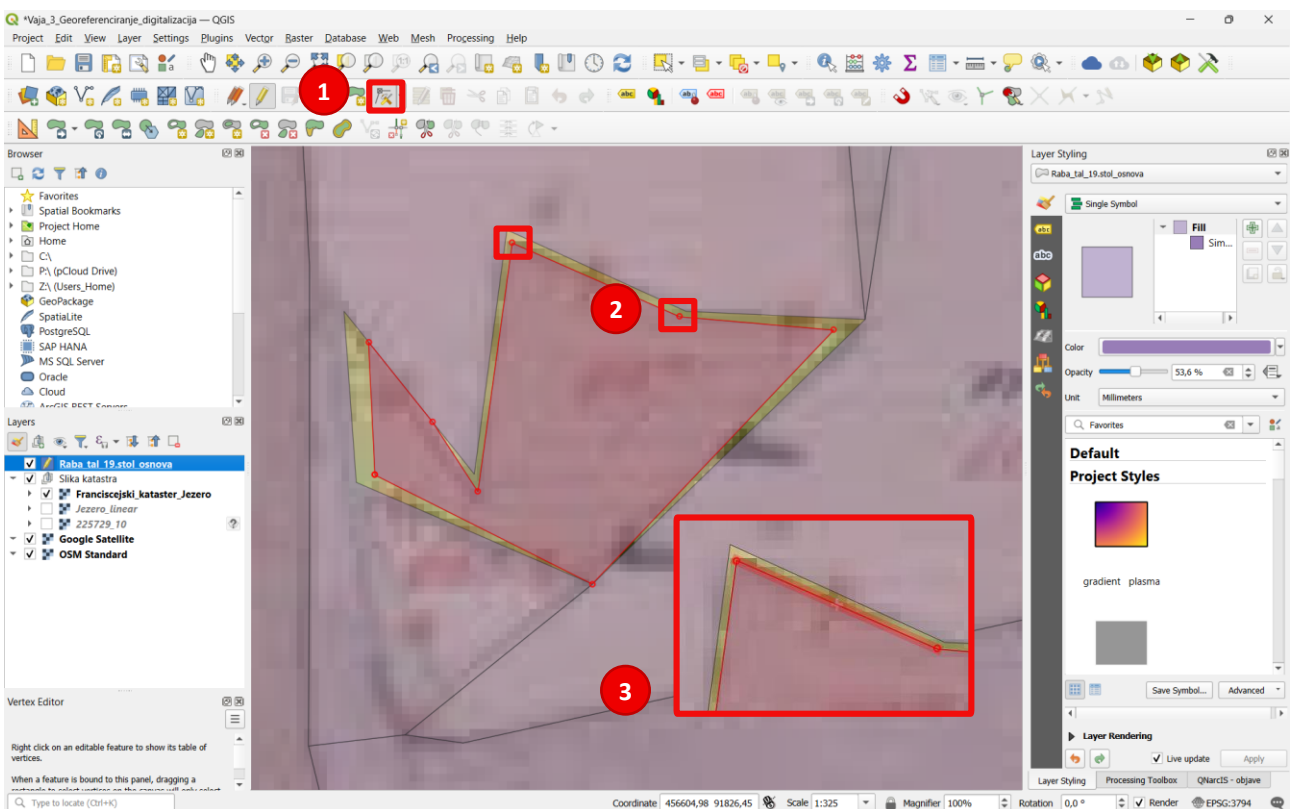
V drugem koraku uveljavimo samodejno ustvarjanje poligonov. Vedno začnemo in končamo znotraj obstoječega poligona in linija med začetnim (1) in zadnjim (2) vozliščem ne sme sekati meja trenutnega poligona. Preostala vozlišča lahko postavimo poljubno. Ko zaključimo z zadnjim vozliščem, kliknemo desni miškin gumb in novi poligon se ustvari po mejah obstoječih poligonov, zunanje meje pa tvorijo vozlišča, ki smo jih sami dodeljevali (3).



Urejanje vozlišč poligona

Vsak element (tj. poligon, linija, točka) je sestavljen iz vozlišč. Pri linijah so vozlišča povezana z daljicami (angl. segment), pri poligonih pa so vozlišča med seboj tudi povezana z daljicami, dodatno pa sta povezani tudi začetno in končno vozlišče linije in tvorita zaprt mnogokotnik. Če želimo urejati vozlišča – jih premikati, dodajati, brisati – uporabimo orodje za urejanje vozlišč z angleškim nazivom *Vertex Tool (Current Layer)*.

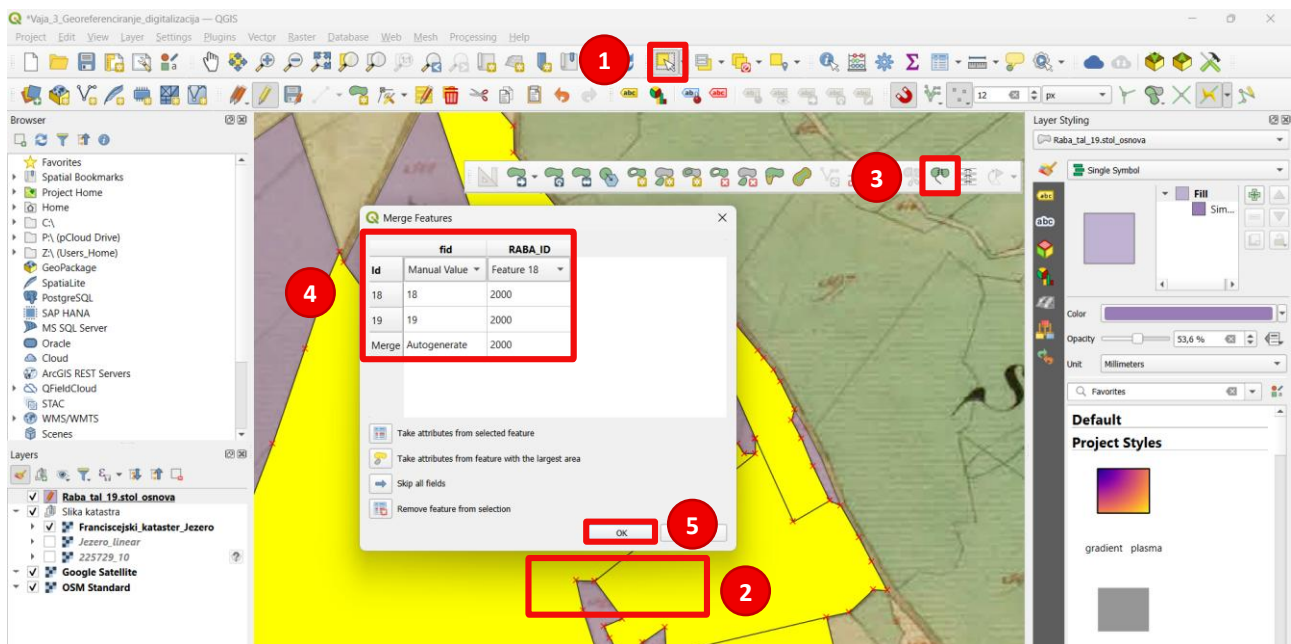
Ob prehodu miškekega kurzorja čez posamezni element (npr. linijo, poligon ali točko) se slednji obarva in na njem se pojavijo pike (2), ki predstavljajo vozlišča in ki jih lahko z miško izberemo (kliknemo) ter premikamo. Če se z miškinim kurzorjem zapeljemo čez daljico, se le-ta odebeli, na njej pa se pojavi znak "+" (3), kar pomeni, da lahko med dve vozlišči dodamo novo vozlišče. Pri linijah lahko na podoben način nadaljujemo risanje obstoječe linije – kliknemo na znak "+", ki se pojavi za zadnjim vozliščem obstoječe linije.



Združevanje dveh ali več poligonov v enega

Funkcionalnost je uporabna, ko želimo združiti dva sosednja poligona (z isto rabo tal) v enega večjega. Pogosto se namreč zgodi, da isto rabo tal vektoriziramo v več korakih – tj. z več poligoni – in jih združujemo naknadno. To se zgodi v primeru velikega števila majhnih poligonov ene rabe tal, ki so ločeni med seboj, vmes pa je druga raba. V takih primerih imamo dve možnosti: a) da najprej narišemo poligon za rabo, ki obdaja majhne poligone druge rabe in nato ustvarjamo poligone znotraj obstoječih (glej podpoglavje *Ustvarjanje poligonov in lukenj znotraj obstoječih poligonov*) ali b) da dodajamo enostavne nove poligone, meje katerih se dotikajo mej drugih poligonov in jih nato združimo v enega. Slednji postopek opisujemo v nadaljevanju.

Najprej kliknemo gumb *Select Features by Area or Single Click* (1) in kliknemo na oba poligona, ki ju želimo združiti v enega (2). Nato na orodni vrstici kliknemo gumb *Merge Selected Features* (3) in pojavi se pogovorno okno, v katerem lahko dodelimo novo vrednost atributa, kjer vidimo, da se združujeta poligona z zaporedno številko (stolpec »fid«) 18 in 19 in oba imata isto rabo tal (stolpec RABA_ID), to je gozd s šifro 2000. V tretji vrstici Merge vidimo, da se bo vrednost nove zaporedne številke avtomatsko generirala, vrednost atributa RABA_ID pa prepisala (tj. privzeto ostane šifra 2000, ki pa jo lahko poljubno spremenimo) (4). Ko z urejanjem vrednosti atributov zaključimo, kliknemo gumb OK (5).



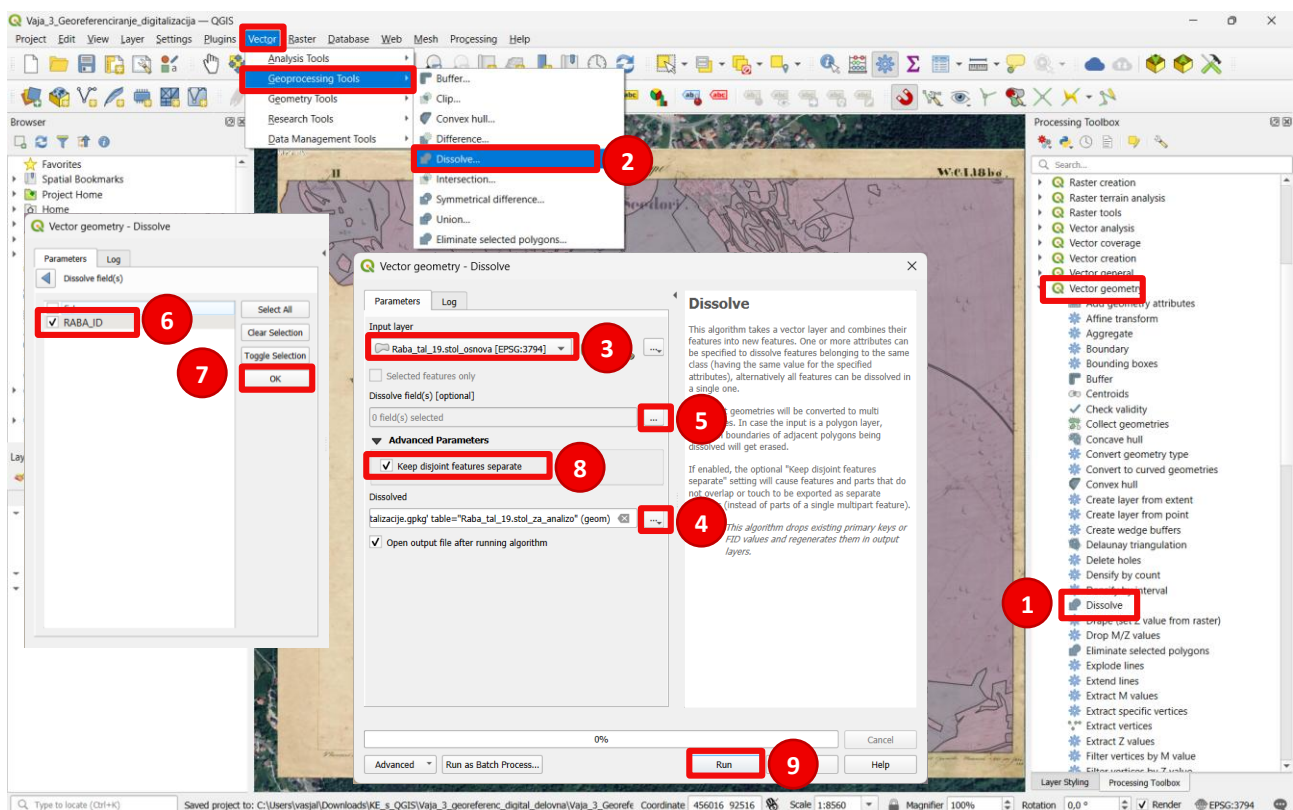
Taka funkcionalnost je najbolj uporabna za združevanje manjšega števila poligonov. Če imamo več poligonov, je tak postopek zamuden. Zato se raje poslužujemo orodja zlivanja (angl. dissolve), ki ga opisujemo v naslednjem poglavju.

5.4.4 Zlivanje poligonov istega razreda

Pri vektorizaciji smo – zaradi lažjega risanja – ustvarili več dotikajočih se poligonov z isto kategorijo rabe tal. Z orodjem za zlivanje poligonov Dissolve lahko združujemo vse poligone v en večji poligon ali pa zlijemo (sosednje) poligone po vrednosti atributa. V našem primeru želimo torej zliti vse dotikajoče se poligone z isto kategorijo rabe tal v skupni poligon. Tako bomo zbrisali umetno ustvarjeno mejo (nastalo zaradi postopka vektorizacije) in ustvarili enoten poligon, ki odraža dejansko stanje rabe tal na sliki.

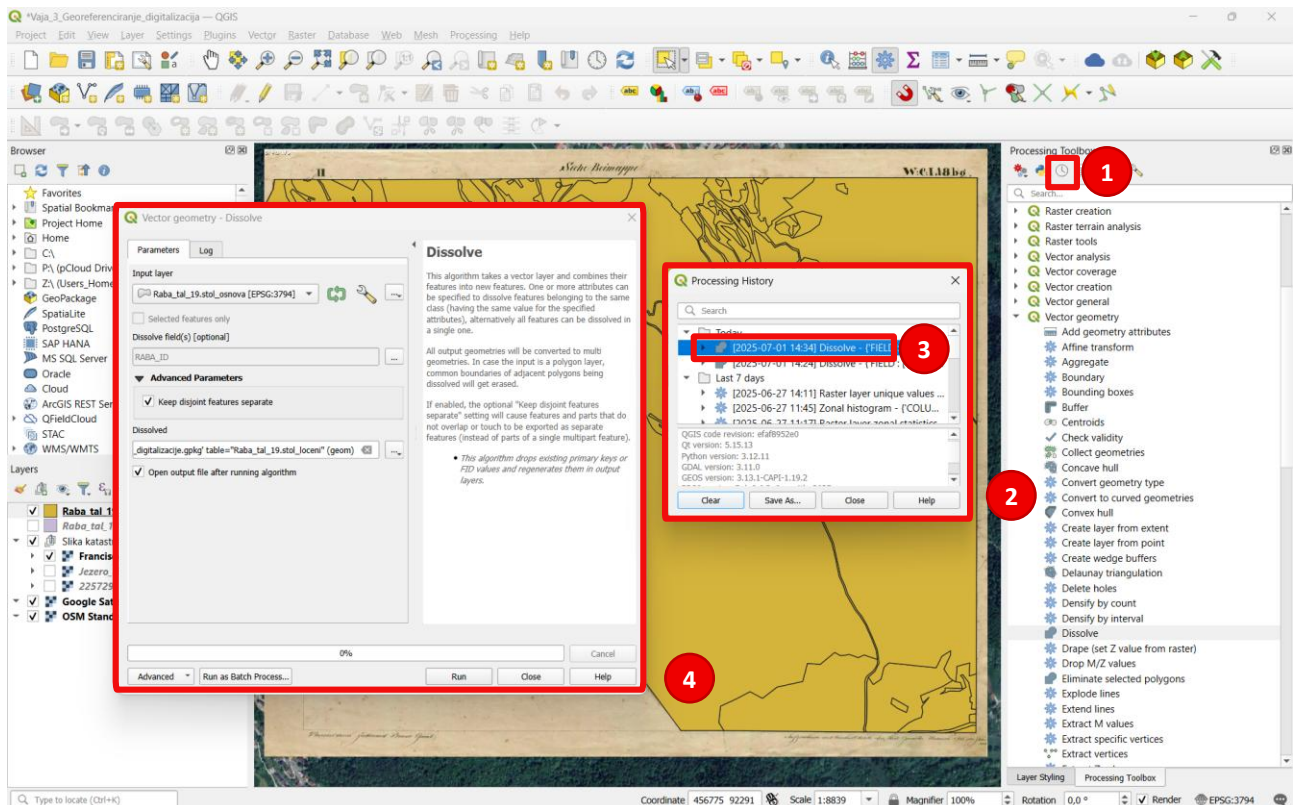
Orodje *Dissolve ...* najdemo v orodjarni pod skupino orodij *Vector geometry* (1) ali pod zavihkom *Vector* in skupino *Geoprocessing Tools* (2). Nato izberemo vhodni sloj (3) in naziv izhodnega sloja, ki ga shranimo v isti geopaket, kot je osnova vektorizirane raba tal (4). Če z omenjenimi nastavitvami kliknemo gumb *Run* (9), kot rezultat dobimo nov sloj z enim velikim poligonom, ker smo enostavno zlili vse poligone trenutnega sloja. Če pa želimo določiti zlivanje po vrednosti atributa (npr. šifra rabe tal), pa kliknemo gumb s tremi pikicami (5) in v oknu izberemo naziv atributa (tj. RABA_ID) (6) ter kliknemo gumb *OK* (7), da se vrnemo na prejšnji pogled. V zadnjem koraku označimo, ali želimo, da so prostorsko ločeni poligoni iste rabe tal obravnavani kot ločeni poligoni (obkljukano) ali da so poligoni iste rabe tal *združeni* po kategoriji rabe tal (odkljukano; to je privzeta vrednost) (8).

Za krajinsko-ekološke analize bo treba ustvariti dva sloja, zato najprej pripravimo sloj z ločenimi poligoni (kljukica obkljukana) in nato za združene (kljukica odkljudkana). Podrobneje bomo delo s posameznim slojem obravnavali v poglavju 6 o krajinskih metrikah.



5.4.5 Upravljanje zgodovine

Vsakič, ko zaženemo orodje iz orodjarne, se njegova uporaba zapiše v dnevnik zgodovine (angl. History). Pomembno je tudi, da v dnevnik zapišemo tudi nastavitve parametrov orodja (npr. katere sloje smo uporabili in, koliko so znašale vrednosti parametrov). Ko želimo vedeti, kdaj in katero orodje ter nastavitve smo uporabili znotraj projekta, si to lahko ogledamo v zgodovini (1). V novem okencu se po dnevih prikažejo vsa uporabljena orodja (2). Na vsako od orodij lahko kliknemo dvakrat (3) in odpre se okno orodja z nastavitvami, enakimi kot ob zagonu (4).

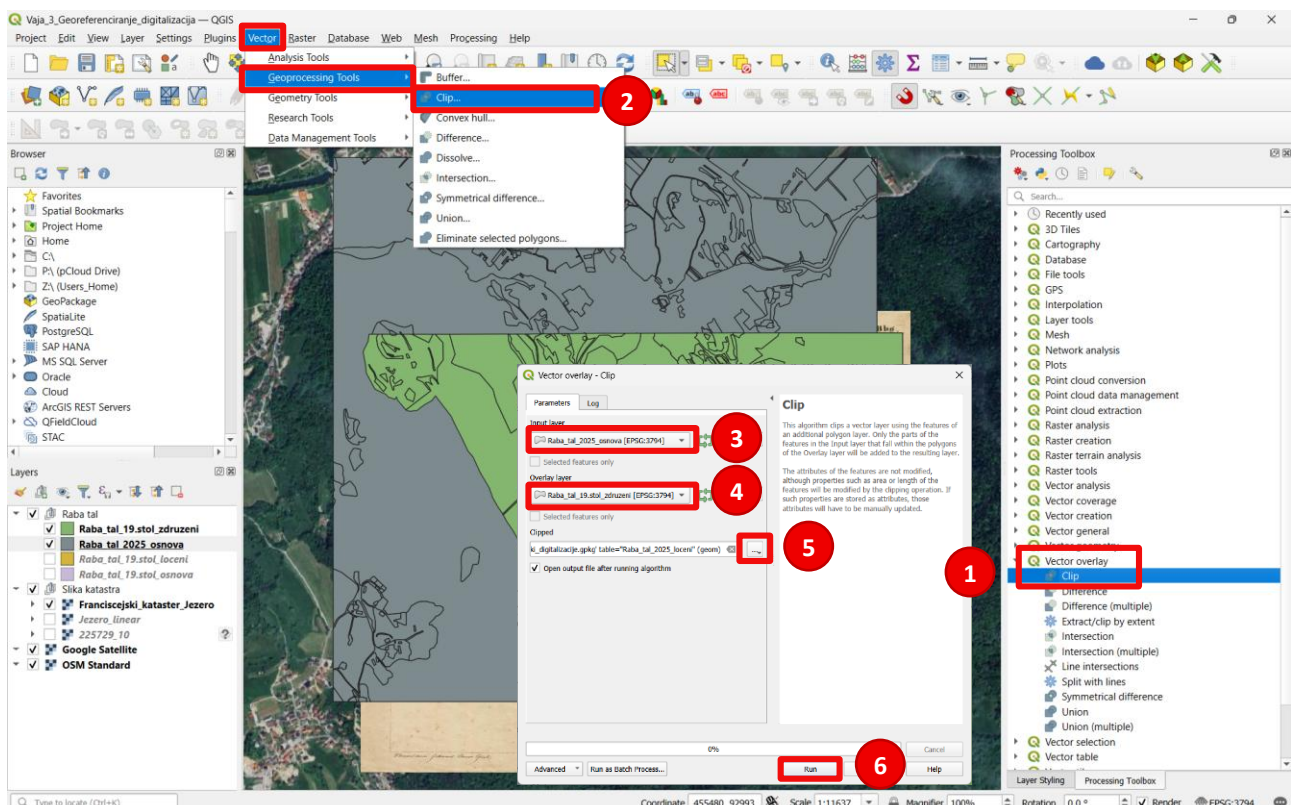


Poleg dnevnika samega sta z dostopom do uporabljenih orodij in vrednostnih parametrov mogoča hitro spreminjanje parametrov in ponoven zagon orodja. To je priročno pri orodjih z veliko parametri ali ko želimo isto orodje in parametre uporabiti na drugih prostorskih podatkovnih slojih.

5.4.6 Obrezovanje poligonov

Na tej točki imamo na seznamu slojev vektoriziran sloj rabe tal iz 19. stoletja za izbrano območje ter vektorski sloj rabe tal iz leta 2025, ki smo ga prebrali iz geopaketa. Če sloj raba tal iz leta 2025 vizualiziramo v glavnem oknu, ugotovimo, da se po obsegu ne prilega s slojem rabe tal iz 19. stoletja. Sloj iz 19. stoletja sledi meji katastrske občine in lista, sloj iz 21. stoletja pa umetni kilometrski mreži. V tem koraku bomo poenotili oba sloja na območje enake oblike in velikosti z orodjem obrezovanje (angl. Clip). Vsebinsko je orodje za obrezovanje enako geometrijskemu preseku dveh vektorskih slojev. Vse primerjave (krajinskih metrov in sprememb rabe tal, opisane v nadaljevanju) bomo izvedli na tako pripravljenih slojih. Z orodjem za obrezovanje osredotočimo našo raziskavo, saj je obrezano območje vedno manjše in zato bolj obvladljivo, zasede manj prostora na nosilcih podatkov, izvedba analiz pa je hitrejša.

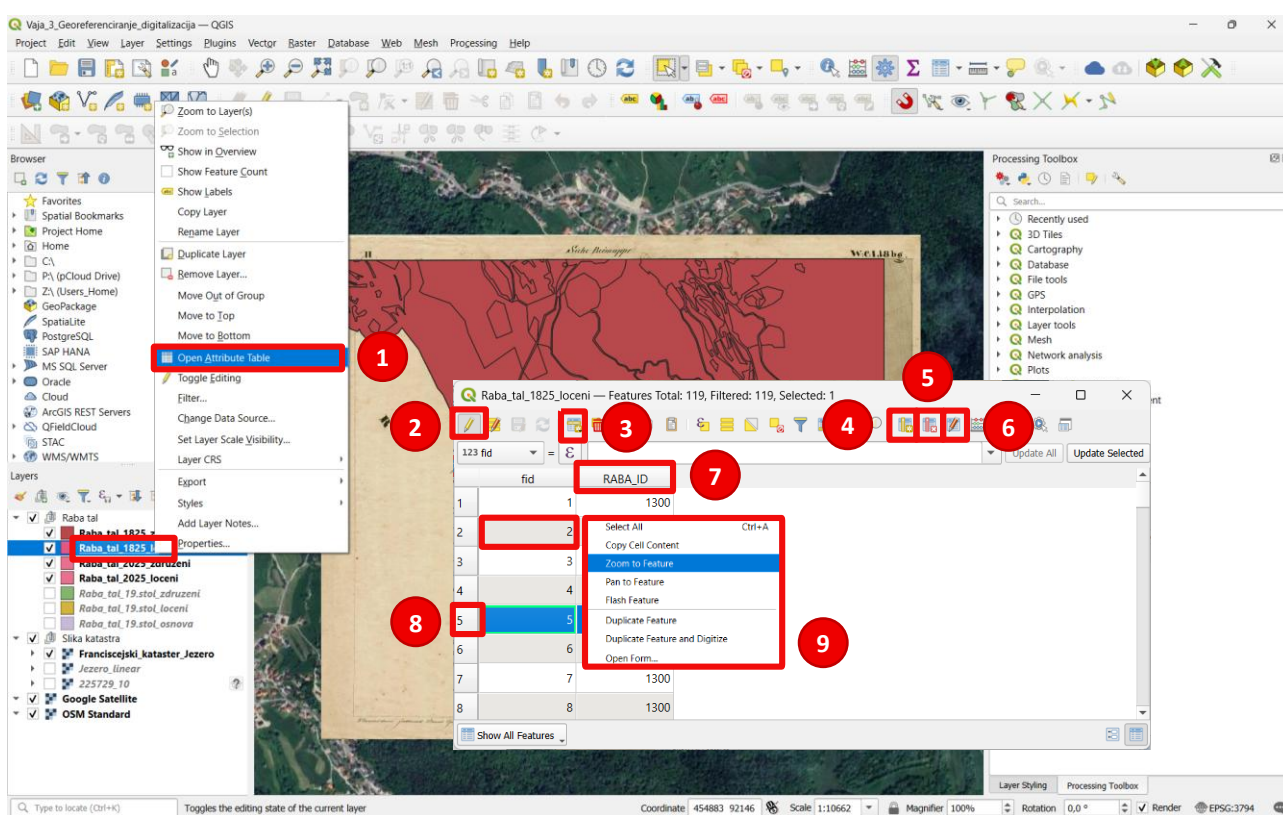
Orodje za obrezovanje vektorskih slojev najdemo v orodjarni pod skupino z imenom *Vector overlay* (1) ali pod zavihkom *Vector* in skupino *Geoprocessing Tools* (2). Najprej določimo vhodni vektorski sloj (to je raba tal iz 21. stoletja), iz katerega želimo izrezati elemente (3), nato določimo vektorski sloj (to je raba tal iz 19. stoletja), ki bo osnova za izrezovanje vhodnega sloja (t.i. prekrivni sloj) (4). S klikom na gumb s tremi pikicami določimo lokacijo in naziv izhodnega sloja (priporočam shraniti v geopaket iz domače mape, kjer so že drugi sloji) (5) in kliknemo gumb *Run* (6).



Ko obrežemo sloj rabe tal iz 21. stoletja, postopek ponovimo, le da je zdaj vhodni sloj raba tal iz 19. stoletja, prekrivni pa sloj rabe tal iz 21. stoletja. Tako smo dobili skupaj štiri sloje z enako obliko območja in enako skupno površino. Štirje sloji bodo služili za računanje krajinskih metrik in sprememb rabe tal v okviru krajinsko-ekološke analize.

5.4.7 Ustvarjanje in urejanje atributov v atributivni preglednici

Zdaj preglejmo atributivne preglednice ustvarjenih slojev in njihovo vsebino. Atributivno preglednico sloja odpremo tako, da z desnim miškinim gumbom kliknemo na sloj in izberemo *Open Attribute Table* (1). Za urejanje atributivne preglednice najprej vključimo način urejanja *Toggle Editing* (2). Tako lahko dodajamo nove elemente sloja (Add Feature) (3), nove attribute (New Field) (4), brišemo attribute (Delete Field) (5) in organiziramo attribute (Organize Fields) (6). Z levim klikom na naziv stolpca (tj. atributa) (7) določimo naraščajočo ali padajočo razporeditev elementov. Z levim klikom na številko vrstice (tj. elementa) (8) pa izberemo element (več o izbiranju v poglavju 5.5). Če z desnim miškinim gumbom kliknemo v celico z vrednostjo, se odpre pogovorno okno (9). Med najpogosteje uporabljenimi funkcijami v oknu so *Zoom to Feature*, ki približa glavno okno za vizualizacijo na označeni element, ter *Duplicate feature*, ki naredi kopijo označenega elementa.



Vsak atribut je opredeljen z vrsto atributa (angl. type). Vrsta atributa pove, katere vrednosti lahko pripišemo posameznemu elementu. Novemu atributu lahko pripišemo eno od spodnjih vrst vrednosti (type):

- **INTEGER (32 bit)** = kratka celoštevilska vrednost,
- **INTEGER (64 bit)** = dolga celoštevilska vrednost,
- **DECIMAL NUMBER (real)** = decimalno (realno) število,
- **TEXT (string)** in **JSON (string)** = besedilo, pri čemer lahko uporabimo katerikoli znak,
- **DATE** = datum,
- **DATE & TIME** = datum in čas,
- **BINARY OBJECT (BLOB)** = objekti, kot so npr. slike,
- **BOOLEAN** = logični *drži* in *ne drži* (angl. true in false).

Najpogosteje uporabljane vrste atributov so celoštevilske vrednosti, realna števila in besedilo. Primer celoštevilske vrednosti so kategorije (npr. atribut RABA_ID), primer realnih števil so površine v kvadratnih metrih, primer besedila pa naziv rabe tal. Postopek dodajanja atributov je enak za vse vrste vrednosti.

Pri poimenovanju atributov je priporočljivo slediti dobrim praksam:

- naziv naj bo čim krajši (lahko tudi smiselno okrajšan) in poveden,
- ne uporabljamo šumnikov (npr. č, š, ž) in posebnih znakov (npr. /, @, !),
- ne uporabljamo presledkov – raje uporabimo podčrtaj (_).

V nadaljevanju bomo vsem štirim ustvarjenim slojem rabe tal (tj. iz let 1825 in 2025) dodali nov atribut z nazivom POVRSINA in vrsto DECIMAL NUMBER. V atributivni preglednici prvega sloja najprej vključimo urejanje (1), nato kliknemo *Add Field* (2) in vpišemo naziv atributa (3). Nato določimo vrsto atributa (4) in kliknemo *OK* (5). Novo ustvarjeni atribut se pojavi v atributivni preglednici (6) in vidimo, da so vrednosti elementov *NULL*, torej prazni. Urejanje shranimo s klikom na *Save* (7).

The screenshot shows the QGIS interface with the 'Add Field' dialog box open. The dialog box has the following fields and options:

- Name: Povrsina
- Type: 1-2 Decimal number (real)
- Provider type: double
- Alias: (empty)
- Comment: (empty)

The 'Attributes' table shows the following data:

fid	Povrsina
1	NULL
2	NULL
3	NULL
4	NULL
5	NULL
6	NULL

The 'Layers' panel on the left shows the following layers:

- Raba tal
- Raba tal_1825_zdruzeni
- Raba tal_1825_loceni
- Raba tal_2025_zdruzeni
- Raba tal_2025_loceni
- Raba tal_19.stol_zdruzeni
- Raba tal_19.stol_loceni
- Raba tal_19.stol_osnova
- Slika katastra
- Franciscejski_kataster_Jezero
- Jezero_linear
- 225729_10
- Google Satellite
- OSM Standard

The 'RELEASE NOTES QNarcIS_2.2.1.2 (10.6.2025)' panel on the right shows the following text:

RELEASE NOTES QNarcIS_2.2.1.2 (10.6.2025)
2025-06-10T09:42:21Z
Spremembe vsebine:

- * Dodana skupina Poplave – avgust 2023 (Podporni podatki)
- * Dodani DRSV sloj Poplave – avgust 2023 (DOF) (Podporni podatki)
- * Dodani DRSV sloj Poplave – avgust 2023 (CIR) (Podporni podatki)
- * Dodani DRSV sloj Poplave – avgust 2023 (Senčenje) (Podporni podatki)
- * Dodana skupina Gozdne prometnice (Podporni podatki -> - avgust 2023)
- * Dodan ZGS sloj Gozdne prometnice (Podporni podatki -> - avgust 2023)
- * Premaknjen ZGS sloj Gozdne ceste (Podporni podatki -> - avgust 2023)
- * Spremenjen vir strojnika ARSO sloja Pregledna karta ARS
- * Omejitve pogleda OKFF sloja Najdišča – območja na mer
- * Popravljena simbolologija ZGS sloja Gozdni rezervati (Podp
- * Popravljena simbolologija ZGS sloja Gozdni sestoji (Podp
- * Dodana skupina Državna meja (Prostorske enote)
- * Premaknjen GURS sloj Državna meja (Prostorske enote -)
- * Dodan GURS sloj Območje stika Slovenije z odprtim mory

The 'Sloj - protipožarne preseke' panel on the right shows the following text:

Sloj - protipožarne preseke
2025-05-12T10:58:45Z
Zdravo,
pod Gozdarstvom/Prihaz gozdom bi bilo dobro dodati še sloj Prc
Robert

The 'Izjemen interes za aprilska usposabljanja o QGIS' panel on the right shows the following text:

Izjemen interes za aprilska usposabljanja o QGIS
2025-05-26T12:39:40Z
Naravni človek eden naših najbolj zanimivih raziskovalcev za naša Tanjalska vje
Povezave

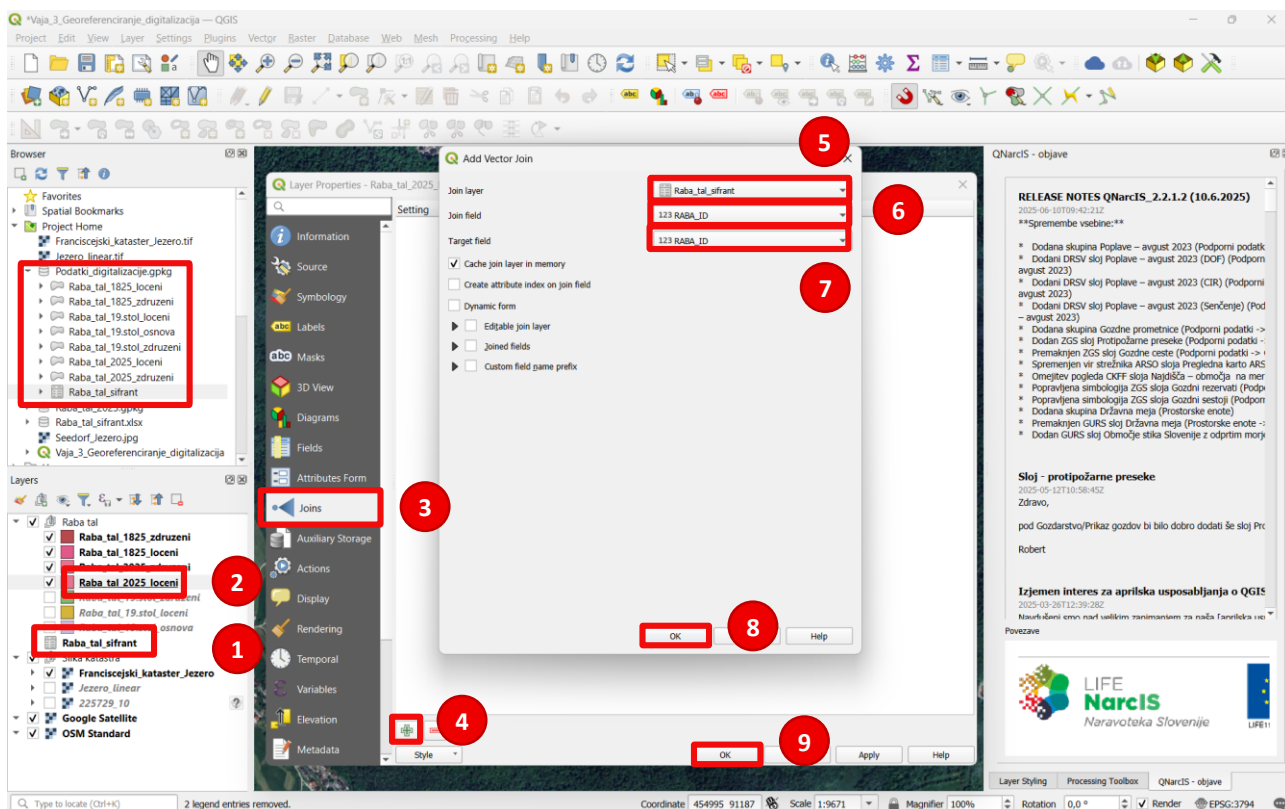
The 'LIFE Narcis' logo is visible at the bottom right of the screenshot.

5.4.8 Povezovanje atributivnih preglednic

Podatkovne baze GIS so pogosto oblikovane hierarhično in relacijsko. To pomeni, da pri atributih, ki imajo značaj vrednosti kategoričen (tj. s šiframi), so šifre shranjene na enem sloju (po navadi je to grafični), šifrant (tj. nazivi) pa v drugi bazi. Na tak način zmanjšamo velikost predvsem grafičnih slojev in tudi optimiziramo delovanje ter povečamo preglednost podatkovnih baz. V našem primeru so na grafičnih slojih v atributivnih preglednicah šifre rabe tal. Poleg tega je v gradivih v geopaketu na voljo šifrant rabe tal s šiframi, nazivi rabe tal, nazivi skupin rabe ter stopnja nenaravnosti rabe ali hemerobija (angl. hemeroby). V našem interesu je torej povezati šifrant z grafičnimi sloji, da bodo slednji poleg šifer rabe tal prikazovali tudi nazive.

V geopaketu poiščemo in preberemo bazo *Raba_tal_sifrant* (1). Nato z desnim gumbom kliknemo na sloj, kateremu želimo pripeti preglednico (2) in kliknemo razdelek *Joins* (3).

Kliknemo *Add New Join* znak »+« (4) za ustvarjanje nove povezave. V novem oknu izberemo sloj ali bazo, ki vsebuje šifrant *Join Layer* (5), nato pa naziv atributa iz šifranta *Join Field* (6) ter naziv atributa z grafičnega sloja, ki vsebuje šifro (7). Povezavo potrdimo s klikom na gumb *OK* (8) in zapremo okno nastavitve sloja s klikom na gumb *OK* (9).



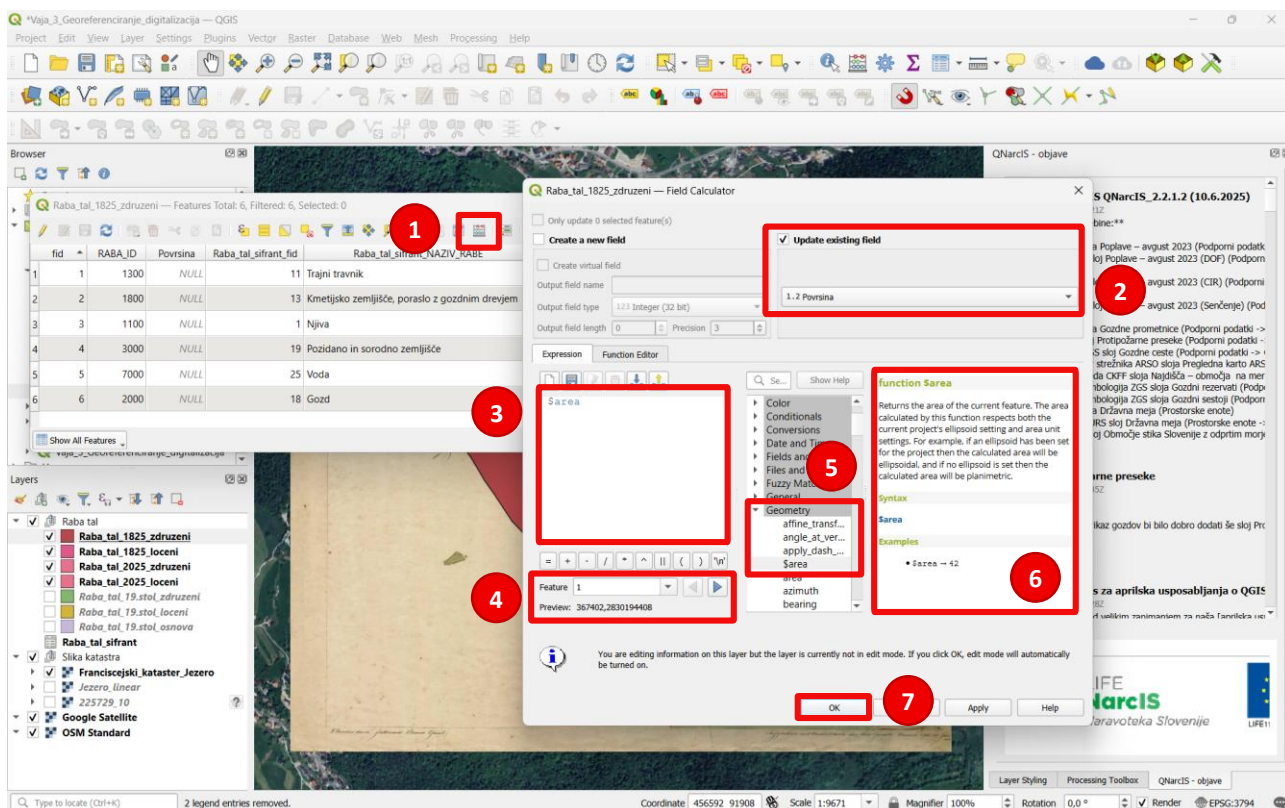
id	RABA_ID	Povrsina	Raba_tal_sifrant_id	Raba_tal_sifrant_NAZIV_BAZE	Raba_tal_sifrant_SKUPINA_BAZE
1	1300	11	11	trajni travnik	travniške površine
2	1800	13	13	Kmetijska zemljišča, posrso z goščim drevom	travniške površine
3	1100	11	11	Njive	Njive in vrtni
4	2000	19	19	Posidano in sorodno zemljišče	Ostale neekmetijska zemljišča
5	7000	25	25	Voda	Ostale neekmetijska zemljišča
6	2000	18	18	Gozd	Gozd

Rezultat je viden v atributivni preglednici: prvi trije atributi so atributi grafičnega sloja rabe tal iz leta 1825, zadnji štirje pa so povezave, kar vidimo tudi iz naziva atributa, ki je sestavljen iz naziva baze in naziva atributa.

5.4.9 Dodajanje geometrijskih parametrov elementov

Zdaj ko vemo, katera raba tal poimensko sodi v posamezno šifro rabe tal, lahko za posamezen element (tj. poligon) izračunamo površino. Poleg obsega poligonov je površina najpomembnejši in vsesplošno uporaben geometrijski kazalnik. Podatek o površini (in obsegu) bomo uporabili pri krajinskih metrikah (poglavje 6). Zdaj pa se seznanimo z izračunom površine elementov vseh štirih slojev rabe tal – za to uporabljamo zmogljivo orodje kalkulator atributov (angl. Field Calculator).

V atributivni preglednici kliknemo gumb *Open field calculator* (1). Ker smo atribut z nazivom POVRSINA že ustvarili, v pogovornem oknu najprej odključamo, da želimo izračunane površine zapisati v obstoječi atribut (angl. Update existing field) (2). Nato v polje *Expression* zapišemo izraz, na podlagi katerega bo potekal določen postopek (3). Kot bomo spoznali v poglavju 6 o krajinskih metrikah, so izrazi lahko bolj zapleteni, vsebujejo aritmetične in logične operatorje ter sklice na druge vrednosti atributov ali parametrov geometrije. Za izračun površine elementa v polje vpišemo izraz *\$area*. Predogled rezultatov (angl. Preview) (4) je naveden med operatorji in z njim preverimo veljavno rezultatov ter si ogledamo rezultate po posameznih elementih (angl. Feature) – po elementih se premikamo s klikom na gumb desno in levo. Ob neveljavnem izrazu se izpiše besedilo *Expression is invalid*. Do funkcij in ukazov pridemo tudi tako, da jih poiščemo v srednjem stolpcu (5). Skrajni desni stolpec (6) pa je namenjen opisu funkcije ali ukaza s pravilno sintakso in primerom ali za ogled unikatnih vrednosti kategoričnih atributov. Ko smo z nastavitvami zaključili, kliknemo gumb OK (7).



fid	RABA_ID	Povrsina	Raba_tal_sifrant_fid	Raba_tal_sifrant_NAZIV_RABE	Raba_tal_sifrant_SKUPNINA_RABE	Raba_tal_sifrant_HEMEL
1	1300	367402,2830194408	11	Trajni travnik		
2	1800	102755,55889689008	13	Kmetijsko zemljišče, poroslo z gozdnim drevesjem	Travnikišne površine	
3	1100	165986,04912249083	1	Njiva	Njive in vrtovi	
4	3000	40860,44076713594	19	Pozidano in sorodno zemljišče	Ostala neokmetijska zemljišča	
5	7000	18185,05997441712	25	Vidva	Dotale neokmetijska zemljišča	

Pogled v atributivno preglednico razkrije, da so zdaj vsem elementom pripisane vrednosti njihovih površin. Privzete enote so osnovne enote, definirane v projekciji – za naš primer so to metri, pri površinah torej kvadratni metri.

Najpogostejše geometrijske lastnosti elementov po vrsti zapisa vektorskega sloja so:

- točke:
 - $\$x$ = x koordinata (zemljepisne dolžine; angl. longitude),
 - $\$y$ = y koordinata (zemljepisne širine; angl. latitude),
 - $\$z$ = z koordinata (nadmorska višina; angl. altitude),
- linije:
 - $\$length$ = dolžina,
- poligoni:
 - $\$area$ = površina,
 - $\$perimeter$ = obseg.

Če želimo podatek o površini prikazati v drugih enotah (npr. hektarih), uporabljamo aritmetične operatorje in vrednosti. Tako bomo površino v kvadratnih metrih enostavno delili z 10.000 in izračunali površino v hektarih. Ker smo površine v kvadratnih metrih že izračunali in so zapisane v atributu Povrsina, lahko podatke uporabimo za izračun površin v hektarih. Ker atributa še nimamo, izberemo *Create a new field* (1), vpišemo naziv in določimo vrsto *Decimal number (real)* (2). Nato razkrijemo skupino *Fields and Values* (3) in dvakrat kliknemo atribut Povrsina ter izraz dopolnimo z znakom za deljenje in številom 10.000 (4). Kliknemo *OK* (5) in ko smo zaključili s spreminjanjem atributov, preglednico shranimo in izključimo urejanje (6).

The screenshot shows the QGIS Field Calculator dialog box with the following settings:

- 1** Create a new field
- 2** Output field name: Povrsina_ha
- 2** Output field type: 1..2 Decimal number (real)
- 2** Output field length: 0, Precision: 3
- 3** Fields and Values list: Povrsina (selected)
- 4** Expression: "Povrsina" / 10000
- 5** OK button
- 6** Close button (X) in the top right of the dialog

The background attribute table shows the result of the calculation:

fid	RABA_ID	Povrsina	Povrsina_ha	Raba_tal_sifrant_fid	Raba_tal_sifrant_NAZIV_RABE	Raba_tal_sifrant_SKUPNINA_RABE	Raba_tal_sifrant_HEMEL
1	1300	367402,2830194408	36,74	11	Trajni travnik		
2	1800	102755,55889689008	10,28	13	Kmetijsko		
3	1100	165986,04912249083	16,6	1	Njiva		
4	3000	40860,44076713594	4,09	19	Pozidano i		
5	7000	18185,05997441712	1,82	25	Vidva		
6	2000	1173591,68298005	117,36				

5.5 Izbira elementov sloja

Pomembna funkcionalnost programskega orodja QGIS je izbiranje elementov vektorskih slojev. Elemente izbiramo in označujemo zato, da izbrane kopiramo in prenašamo na druge ali nove sloje, da pregledujemo vsebino izbranih, ugotavljamo prisotnost elementov pod določenimi pogoji (npr. oddaljenost od neke točke, vrednost atributov), preračunavamo vrednosti zgolj izbranih elementov ipd. Predvsem je pomembna zadnja točka: vse urejanje ali analize omogoča QGIS delati tudi za izbrane elemente. To pomeni, da lahko npr. preračunamo površine zgolj izbranim elementom, da izvozimo izbrane elemente ali da združimo zgolj izbrane elemente.

5.5.1 Ročna izbira v glavnem oknu in v atributivni preglednici

Najpogostejši in najhitrejši način je ročna izbira v glavnem oknu za vizualizacijo prostorskih podatkov ali v atributivni preglednici. V glavnem oknu izbiramo tako, da označimo sloj, na katerem želimo izbirati elemente (1), kliknemo gumb *Select Features by Area or Single Click* (2). Poleg privzetega so načini ročnega izbiranja elementov še poligon (Select Features by Polygon), prostoročno (Select Features by Freehand) ali znotraj začrtanega radija (Select Features by Radius). Pri privzeti možnosti, kot nakaže ime, izbiramo s posameznimi kliki (3) ali tako, da narišemo začasni pravokotnik nad elementi (4), ki jih izbiramo. Če med posameznimi kliki ali izbiro držimo tipko *Shift*, dodajamo poljubne elemente k izboru. Izbor počistimo s klikom na gumb *Deselect Features from All Layers* (5). V atributivni preglednici bodo na opisani način izbrani elementi obarvani z modro barvo (6). Če želimo v atributivni preglednici prikazati zgolj izbrane rezultate, kliknemo gumb v spodnjem levem kotu in izberemo *Show Selected Features* (7).

The screenshot illustrates the QGIS workflow for selecting features. It shows the main map window with a layer 'Raba tal_1825_loceni' selected (1). The 'Select Features by Area or Single Click' tool is active (2). A red box highlights a selection area on the map (3) and a larger red box highlights a selection area defined by a rectangle (4). The 'Deselect Features from All Layers' tool is also visible (5). The attribute table for 'Raba tal_1825_loceni' is shown, with selected features highlighted in blue (6). The 'Show Selected Features' button is highlighted in the bottom left of the attribute table (7).

fid	RABA_ID	Povrsina	Povrsina_ha	raba_tal_sifrant_fic_tal_sifrant_NAZIV	al_sifrant_SKUPIN/ tal_sifrant_HEMER		
108	113	3000	63,8442682046...	0,00638442682...	19 Pozidano in sor...	Ostala neketnj...	7
109	115	3000	90,6270159892...	0,00906270159...	19 Pozidano in sor...	Ostala neketnj...	7
110	116	3000	408,492317769	0,04084923177...	19 Pozidano in sor...	Ostala neketnj...	7
111	117	7000	1,80742479103...	1,80742479103...	23 Voda	Ostala neketnj...	2
112	118	7000	110,812064109...	0,01108120641...	25 Voda	Ostala neketnj...	2
113	119	3000	2,93651150014	0,02936511500...	18 Gozdt	Ostala neketnj...	1
114	120	3000	28,6887896280...	0,02868878962...	18 Gozdt	Ostala neketnj...	1
115	121	3000	18,8873978657...	0,01887397865...	18 Gozdt	Ostala neketnj...	1
116	122	11,2522811242...	0,01125228112...	18 Gozdt	Ostala neketnj...	1	
117	123	10,16755213511...	0,01016755213...	18 Gozdt	Ostala neketnj...	1	
118	124	9,065124066849...	0,00906512406...	18 Gozdt	Ostala neketnj...	1	
119	125	18,11388707519...	0,01811388707...	18 Gozdt	Ostala neketnj...	1	

Elemente v atributivni preglednici ročno izberemo tako, da z levim miškinim gumbom klikamo na stransko vrstico s številskimi oznakami (1):

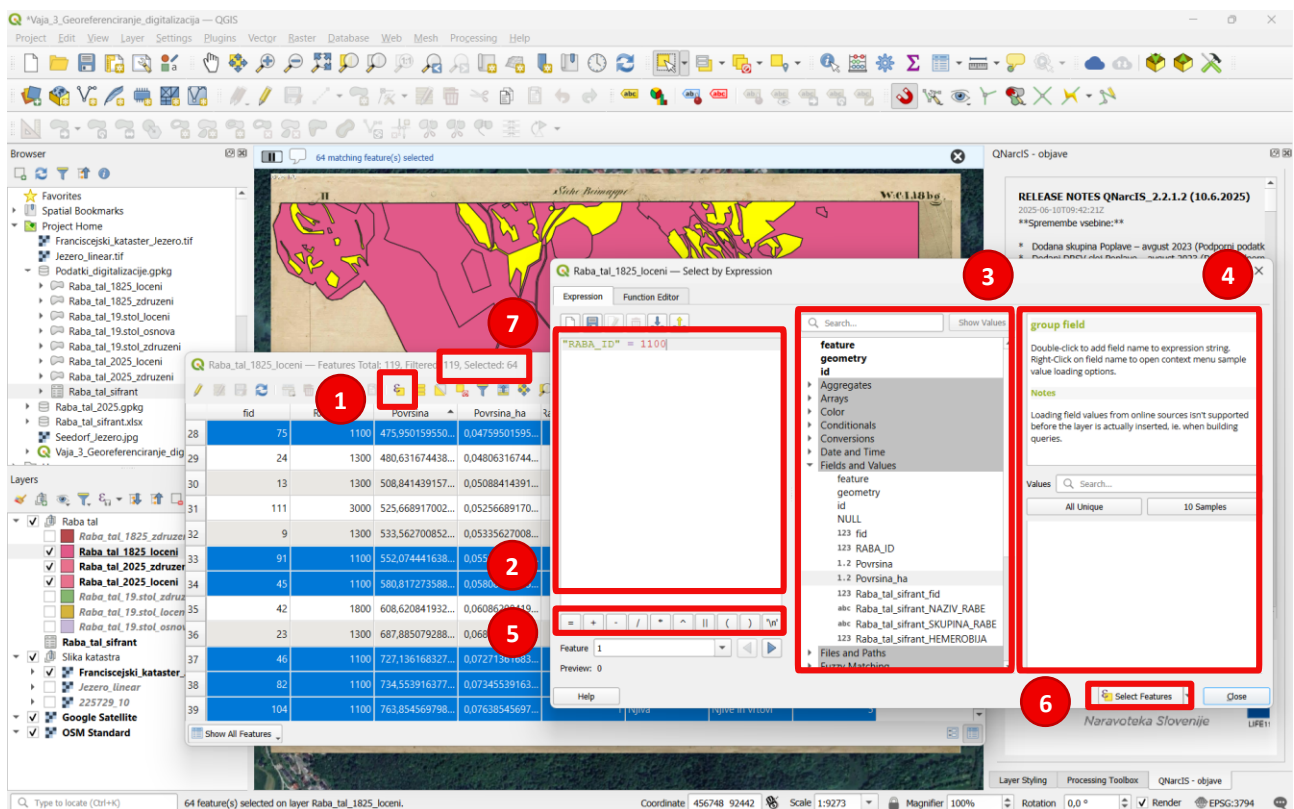
- če pri tem držimo tipko CTRL, izbiramo več posameznih elementov,
- če pri tem držimo tipko SHIFT ↑, izbiramo več posameznih zaporednih elementov.

Napis na vrhu okna atributivne preglednice je indikativen: prikazuje skupno število vseh elementov (Total), število filtriranih elementov (Filtered) in izbranih elementov (Selected) (2). Pomembni funkcionalnosti izbiranja elementov sta še preobrni izbor (Invert Selection) (3), ki omogoči, da izbrani elementi postanejo neizbrani, prej neizbrani pa izbrani, ter počisti izbor (Deselect all features from the layer) (4). Uporabna funkcionalnost je še postavitvev glavnega okna za vizualizacijo na velikost izbranega (ali izbranih) elementa Zoom map to the selected rows (5), s katero približamo izbrani/e elemente sloja v glavnem oknu.

fid	RABA_ID	Povrsina	Povrsina_ha	Raba_tal_sifrant_fic	tal_sifrant_NAZIV	al_sifrant_SKUPINA	tal_sifrant_HEMER	
108	113	3000	63,8442682046...	0,00638442682...	19	Pozidano in sor...	Ostala neketij...	7
109	115	3000	90,6270159892...	0,00906270159...	19	Pozidano in sor...	Ostala neketij...	7
110	116	3000	408,492317769...	0,04084923177...	19	Pozidano in sor...	Ostala neketij...	7
111	117	7000	18074,2479103...	1,80742479103...	25	Voda	Ostala neketij...	2
112	118	7000	110,812064109...	0,01108120641...	25	Voda	Ostala neketij...	2
113	119	2000	575980,198011...	57,5980198011...	18	Gozd	Gozd	1
114	120	2000	286887,896280...	28,6887896280...	18	Gozd	Gozd	1
115	121	2000	188873,978657...	18,8873978657...	18	Gozd	Gozd	1
116	122	2000	112522,811242...	11,2522811242...	18	Gozd	Gozd	1
117	123	2000	1675,52135110...	0,16755213511...	18	Gozd	Gozd	1
118	124	2000	6512,40668499...	0,65124066849...	18	Gozd	Gozd	1
119	125	2000	1138,87075197...	0,11388707519...	18	Gozd	Gozd	1

5.5.2 Izbira po vrednosti atributov

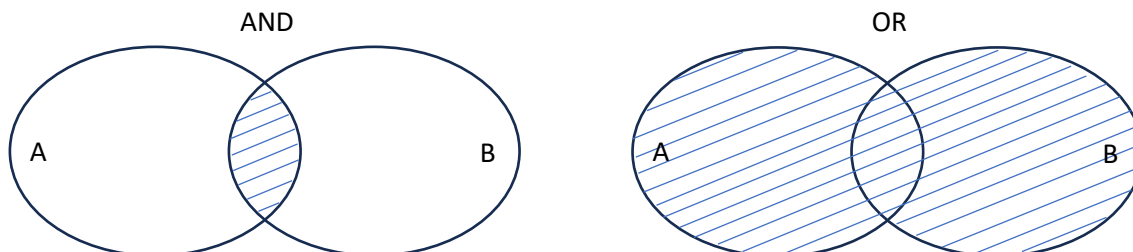
Najpogosteje nas zanima, koliko elementov vsebuje sloj glede na določena merila. Ko se srečujemo s pogojnim (angl. conditional) iskanjem, moramo pomisliti na logično izbiro in izbiro *pod določenimi pogoji* oz. ko imajo atributi določeno vrednost. Tako nas morda zanima, koliko je vseh elementov z rabo tal 1100 (njive) ali koliko je vseh elementov, manjših od 0,5 hektara, ali kombinacija obojega. Za take in podobne primere uporabljamo orodje *Select features using an Expression* (1). Okno je sestavljeno iz treh delov: na levi je obrazec za vnos izraza (2), na sredini je seznam atributov, funkcij in ukazov (3), na desni pa je opis funkcije s sintakso in primerom ter seznam vseh unikatnih vrednosti (angl. Unique values) atributa (4). Samo delovanje orodja je podobno kalkulatorju atributov (glej poglavje 5.4.9). Pri vpisu izraza si pomagamo z najpogostejšimi aritmetičnimi operatorji (5). Ko smo pripravili izraz, kliknemo gumb *Select Features* (6) za izbiro. Število izbranih elementov je zapisano v naslovu okna atributive preglednice (7). Rezultate primera izbire na sloju *Raba_tal_1825_loceni* prikazuje Preglednica 1.



Preglednica 1: Primeri izrazov pri izbiri elementov, njihov pomen in rezultat primera

Izraz	Pomen	Št. elementov
RABA_ID = 1100	Izberi vse elemente, ki imajo rabo tal enako 1100 (njive)	64
Raba_tal_sifrant_NAZIV_RABE = Gozd	Izberi vse elemente z rabo tal gozd (RABA_ID = 2000)	7
Povrsina_ha <= 0,5	Izberi vse elemente s površino, manjšo ali enako 0,5 hektara	87
RABA_ID = 1100 AND Povrsina_ha <= 0,5	Izberi vse elemente, ki imajo rabo tal 1100 (njive) in so manjši od 0,5 hektara	52
RABA_ID = 1100 OR Povrsina_ha <= 0,5	Izberi vse elemente z rabo tal 1100 (njive) ter vse elemente z drugimi rabami tal, ki so manjši od 0,5 hektara	99

Koncept logičnih operatorjev AND in OR grafično ponazorimo z dvema pogojema A in B znotraj enega seta podatkov (Slika 17): pri uporabi operatorja AND so v izbor vključeni zgolj tisti elementi seta, ki izpolnjujejo pogoj A **in** pogoj B – vključeni elementi morajo izpolnjevati oba pogoja. Pri uporabi operatorja OR pa so v izbor vključeni vsi elementi seta, ki izpolnjujejo pogoj A **ali** pogoj B – vključeni elementi torej izpolnjujejo samo pogoj A, samo pogoj B ali oba pogoja.

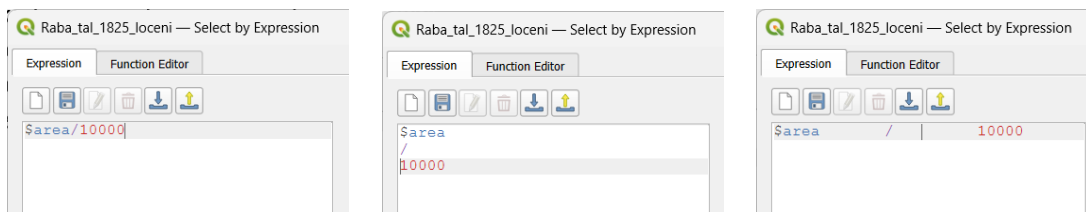


Slika 17: Grafični prikaz logičnih operatorjev AND in OR (vir: lasten izris)

Pri logičnih vrednostih velja omeniti še vrednosti s posebnim pomenom, in sicer *drži* (angl. true) in *ne drži* (angl. false). Številsko gre za rezultata 1 in 0, pri čemer vrednost 1 praviloma pomeni *drži*, vrednost 0 pa *ne drži*. Uporaba binarnih vrednosti je pri GIS (in v računalništvu na splošno) zelo pogosta in uporabna pri izbiri (npr. če izpolnjuje pogoj A, to pomeni, da je element izbran in mu pripišemo vrednost 1 ali *True*). Nekaj primerov rabe in rezultatov, vključno z drugimi pomembnejšimi aritmetičnimi operatorji so:

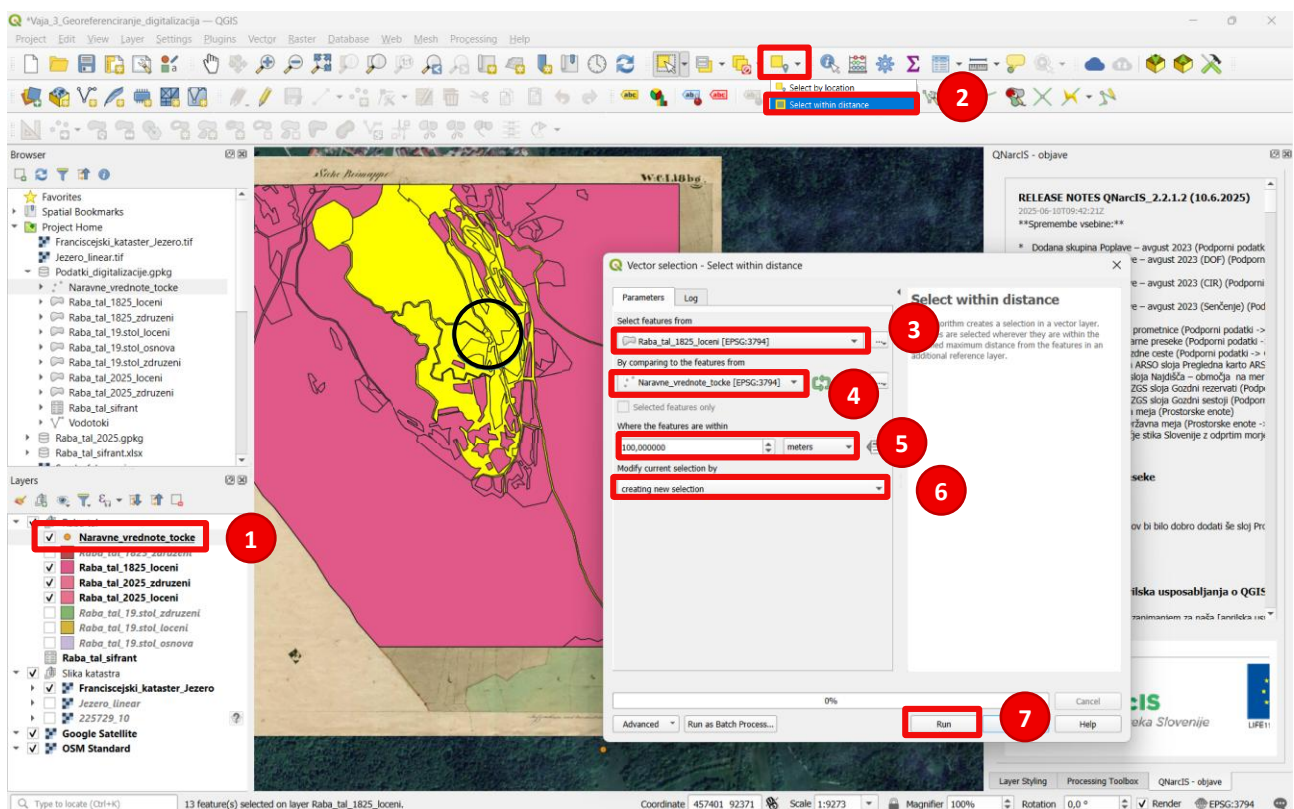
- = enako (primer: ena je enako tri zapišemo kot $1 = 3$ --> *False*),
- < manjše (primer: tri je manjše od štiri zapišemo kot $3 < 4$ --> *True*),
- <= manjše ali enako (primer: pet je manjše ali enako pet zapišemo kot $5 \leq 5$ --> *True*),
- > večje (primer: nič je večje od ena zapišemo kot $0 > 1$ --> *False*),
- >= večje ali enako (primer: štiri je večje ali enako od dve zapišemo kot $4 \geq 2$ --> *True*),
- + seštevanje (primer: ena plus dve zapišemo kot $1 + 2$ --> 3),
- - odštevanje (primer: dvajset minus sedem zapišemo kot $20 - 7$ --> 3),
- * množenje (primer: štirikrat tri zapišemo kot $4 * 3$ --> 12),
- / deljenje (primer: deset deljeno s pet zapišemo kot $10 / 5$ --> 2),
- ^ potenca (primer: tri na peto potenco zapišemo kot 3^5 --> 243).

Pri pisanju izrazov uporabljamo sintakso, ki je veljavna v programskem jeziku *Python*. To pomeni, da lahko isti izraz, ki vrne isti rezultat, zapišemo z vsakim delom izraza v svoji vrstici ali brez presledkov ali z desetimi presledki. Pomembno je torej le, da je izraz matematično (tj. vsebinsko) pravilno zapisan:



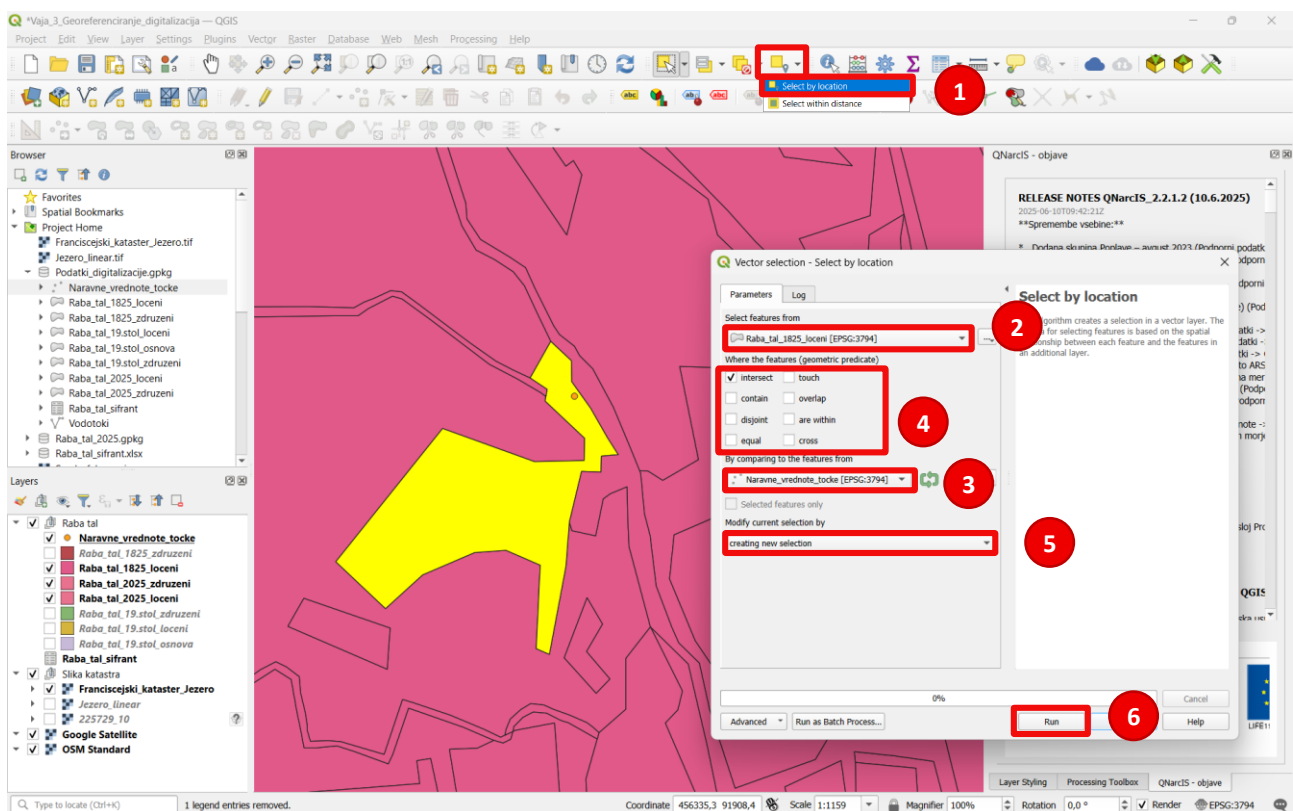
5.5.3 Izbira po lokaciji in po oddaljenosti

Izbira po lokaciji je tretji pogosti način izbire elementov in temelji na razporejenosti elementov v prostoru. Izberemo torej elemente, ki so prostorsko znotraj opredeljenega območja. To območje opredelimo bodisi z razdaljo od elementov vektorskega sloja (Select within distance) ali glede na lokacijo elementov drugega vektorskega sloja (Select by location). Za primer si bomo ogledali izbiro elementov na sloju *Raba_tal_1825_loceni*, ki so največ sto metrov oddaljeni od naravne vrednote z nazivom *Jezero – izviri Mlinskega potoka*, ki jo najdemo na sloju *Naravne_vrednote_tocke* znotraj geopaketa. Preberemo sloj naravnih vrednot (1) in izberemo orodje *Select within distance* (2). V pogovornem oknu opredelimo sloj, s katerega bomo izbirali elemente (v našem primeru je to sloj rabe tal) (3), nato določimo točkovni sloj, ki bo služil za izmero oddaljenosti (4). Nadaljujemo z vpisom zelene razdalje in enote (5) ter se opredelimo, ali ustvarjamo novo izbiro (creating new selection), dodajamo izbiri (adding to current selection), izbiramo znotraj že izbranih elementov (selecting within current selection) ali odstranjujemo izbrane elemente s trenutne izbire (removing from current selection) (6). Izmed vseh možnosti je privzeta in najpogosteje uporabljena prva. Izbiri zaključimo s klikom na gumb *Run* (7).



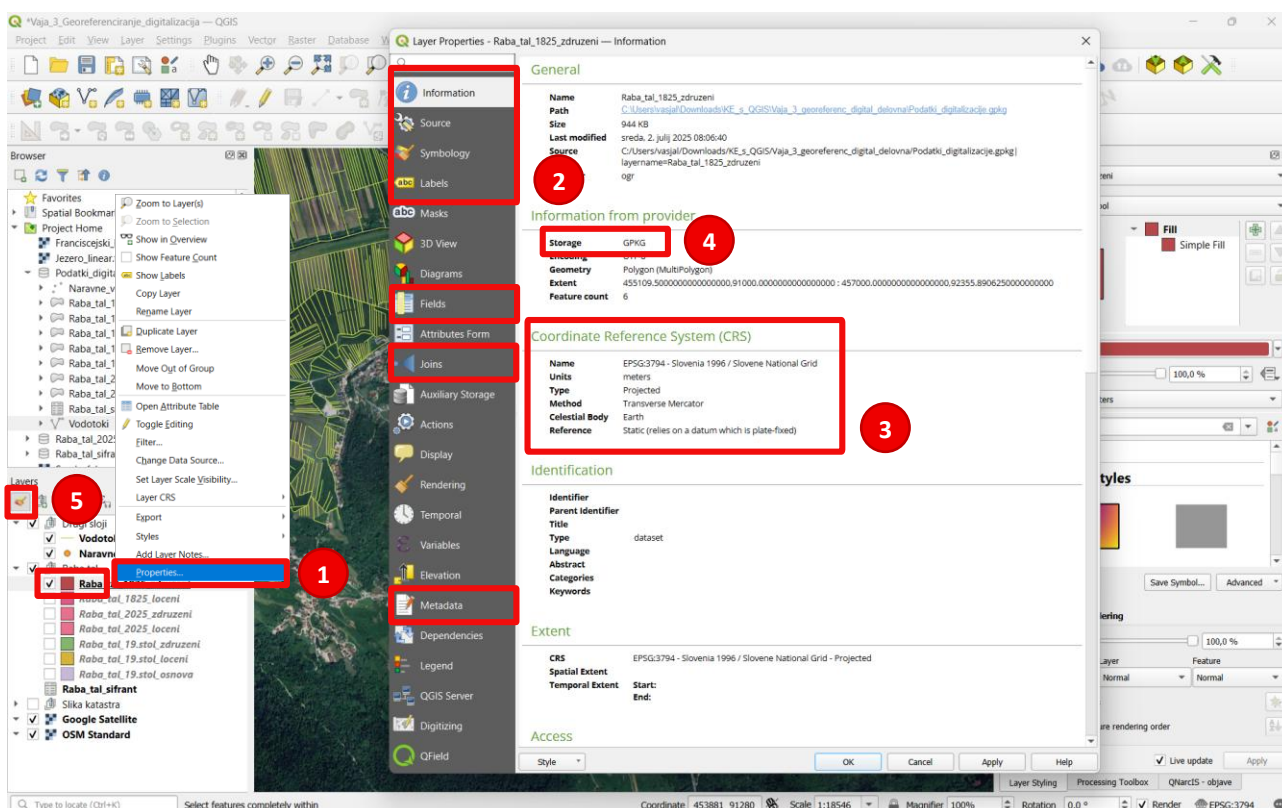
Orodje deluje tako, da izbere vse elemente, ki so v celoti ali le delno znotraj območja ali pa se samo dotikajo navidezne meje območja, določene z oddaljenostjo. Praktično to pomeni, do se v izbiri vključijo tudi večji poligoni ali linije, ki so le malenkost znotraj zapisane oddaljenosti (črn krogec v glavnem oknu).

Alternativna metoda iskanja po lokaciji je iskanje na osnovi točne lokacije elementov izbranega vektorskega sloja. Za primer si bomo najprej ogledali, kako je videti izbira po lokaciji točke naravne vrednote iz prejšnjega odstavka. Tokrat izberemo orodje *Select by location* (1). V pogovornem oknu najprej določimo sloj, s katerega bomo izbirali elemente (spet je sloj rabe tal) (2), nato določimo točkovni sloj, ki bo služil za izmero oddaljenosti (3). Nadaljujemo z določitvijo načina izbire elementov (4). Pri tem se lahko odločimo, da bomo elemente izbrali na osnovi dotikanja (intersect), vsebovanja (contain), nedotikanja (disjoint), enakosti (equal), dotikanja (touch), prostorskega preseka (overlap), če so znotraj (are within) ali se križajo (cross). Privzeta in najpogosteje uporabljena je prva možnost (intersect), ki izbere elemente, ki se dotikajo elementov sloja, ki služi za izmero oddaljenosti. Nazadnje opredelimo, da ustvarjamo novo izbiro (za druge možnosti glej prvi odstavek tega poglavja) (5) in zaključimo s klikom na gumb *Run* (6).



5.6 Lastnosti in oblikovanje vektorskih slojev

Za konec poglavja spoznajmo še lastnosti in oblikovanje vektorskih slojev. Podobno kot pri rastrskih slojih ima tudi vsak vektorski sloj lastnosti, ki jih lahko pregledujemo, spreminjamo, urejamo. Do lastnosti vektorskega sloja pridemo tako, da na seznamu slojev z desno tipko kliknemo na sloj in izberemo *Properties ...* (1). Med najpomembnejše in uporabne lastnosti vektorskih slojev uvrščamo skupine (2) informacije (Information), oblikovanje (Symbology), oznake (Labels), atributi (Fields), povezave (Joins) in metapodatki (Metadata).



Informacije: Poleg pomembnih informacij o imenu, lokaciji, velikosti datoteke in obliki zapisa vektorskih podatkovnih baz ponuja še informacije o času zadnje spremembe, številu elementov, številu atributov, koordinatnem sistemu sloja in drugo. V tem razdelku namenjamo največjo pozornost koordinatnemu sistemu sloja (Coordinate Reference System (CRS); 3) ter velikosti celice (Storage; 4).

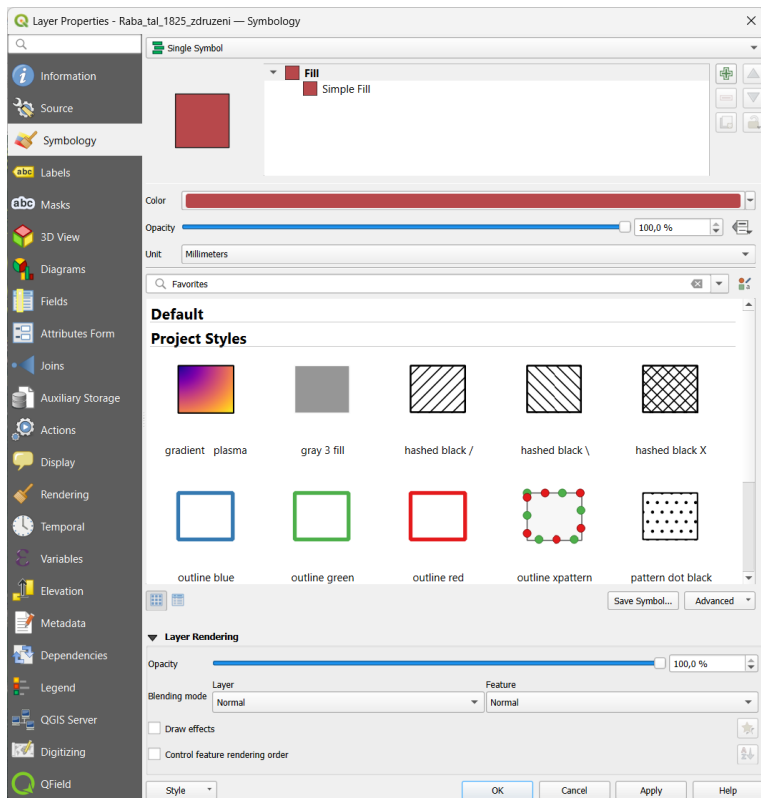
Atributi: Pregledni seznam vseh atributov sloja. V tem razdelku spoznamo, kateri elementi so del sloja in kateri so povezani (s povezavo Join). Tu lahko attribute dodajamo in brišemo ter jim urejamo nekatere lastnosti (npr. ali smemo zapisovati (nove) vrednosti v atribut).

Povezave: Glej poglavje 5.4.8.

Metapodatki: So podatki o podatkovni bazi; za opis vektorskega sloja (npr. koordinatni sistem, število elementov), predstavitev avtorja ali institucije, ki skrbi za sloj, zapišemo leto nastanka, spremembe in podobno. Namenjeni so uporabnikom, da se seznanijo z lastnostmi podatkov.

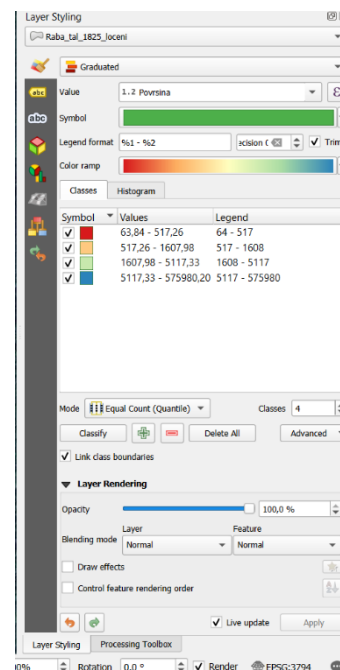
Oznake: Razdelek za urejanje in prikaz oznak na elementih vektorskega sloja; po navadi kot besedila ali deli besedila, zapisani v atributivni preglednici in ki odražajo neko lastnost elementov (npr. naziv rabe tal).

Oblikovanje: Način vizualizacije podatkov v glavnem oknu in na zemljevidih.



Slika 18: Okno za urejanje oblikovanja vektorskih slojev

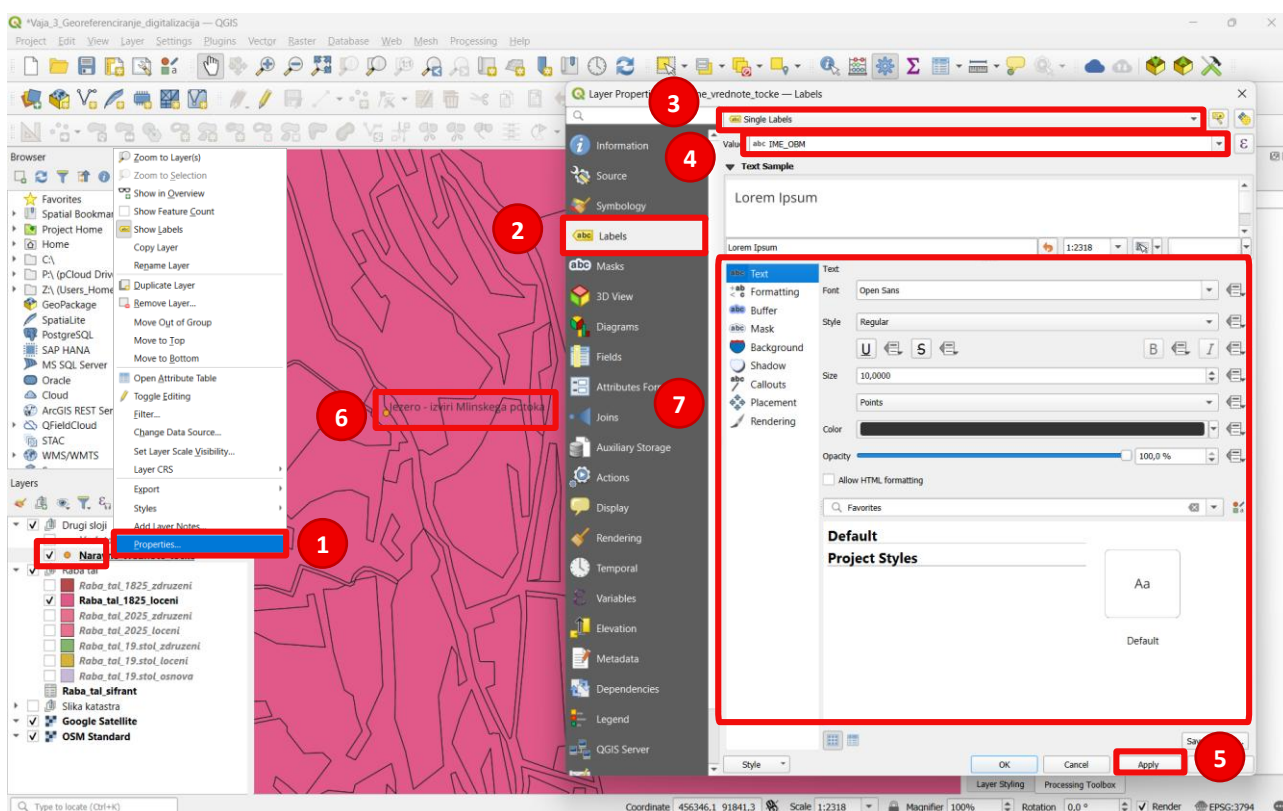
Zelo uporabna je tudi stranska orodna plošča *Layer Styling*, ki omogoča hitro oblikovanje slojev – od osnovnih vizualizacij, dodajanja in urejanja oznak, upravljanja z neprosojnostjo, pa vse do urejanja slogov in načina vizualizacije 3D. Orodno ploščo vklopimo s klikom na gumb *Open the Layer Styling panel* (5) ali s pritiskom na tipko *F7*.



5.6.1 Dodajanje oznak elementov

Oznake (angl. Labels) so napisi, ki spremljajo elemente vektorskega sloja. Vsebina oznak je praviloma shranjena v atributih. Napisi so dobrodošli vedno, ko želimo v glavnem oknu vizualizirati ali na zemljevid dodati več informacij. Tako lahko na primer poligonom dodamo šifro ali naziv rabe tal in/ali površine, točkam naravnih vrednot naziv naravne vrednote, linijam vodotokov pa naziv vodotoka.

Osnovno dodajanje oznak začnemo z desnim klikom na sloj in izbiro lastnosti *Properties* (1). V oknu izberemo razdelek *Labels* (2) in s spustnega seznama izberemo možnost *Single Labels* (3). V nadaljevanju s spustnega seznama izberemo atribut, katere vrednosti se bodo prikazale v glavnem oknu (4). Izberemo lahko katerikoli atribut s seznama – na primeru sloja naravnih vrednot izberemo atribut IME_OBM, ki nosi podatke o kratkem nazivu naravne vrednote. Da si ogledamo oznake v glavnem oknu za vizualizacijo, lahko na tej stopnji kliknemo gumb *Apply* (5) – pri tem ostane okno nastavitve odprto. V glavnem oknu so oznake prikazane s privzeto barvo, vrsto in velikostjo pisave (6).

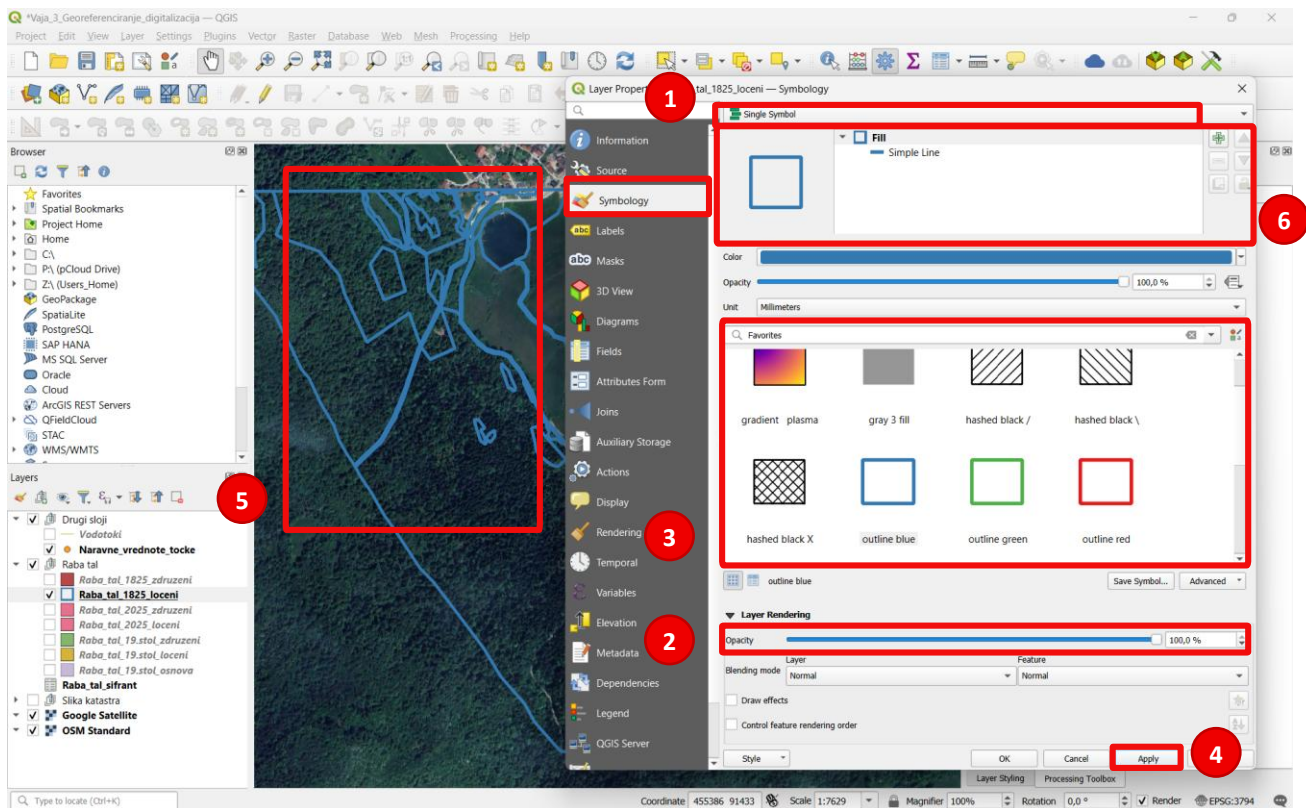


Nadalje videz in postavitev oznak lahko urejamo z vrsto parametrov (7). Med pomembnejše sodijo (po razdelkih):

- **Text:** urejanje velikosti (Size), vrste (Font) in barve (Color) pisave,
- **Buffer:** dodajanje obrobe besedilu za izboljšanje vidnosti napisa,
- **Placement:** urejanje položaja oznake, npr. nad točko, levo/desno ob točki, znotraj poligona, vzdolž linije.

5.6.2 Prikaz podatkov z enakim slogom

Najpreprostejši (in privzeti) način prikazovanja elementov je z enakim slogom za vse elemente (Single Symbol) (1). Način je uporaben predvsem pri prvem pregledu in spoznavanju podatkov ter za prikaz administrativnih enot (npr. meje občin) ali podobnih vektorskih slojev. Pomembna značilnost poligonov je, da so privzeto prikazani kot pobarvani poligoni in so neprosojni, zato ne vidimo elementov slojev pod njimi. Elegantna rešitev je enostavno zmanjšanje neprosojnosti (angl. Opacity) sloja (2). Alternativa je pobarvanje zgolj meje poligonov, ploskev pa ostane prosojna. Ker je ta možnost pogosta, je na seznamu predoblikovanih slogov vrste *Outline* v treh osnovnih barvah (3). Klik na gumb *Apply* (4) sloj posodobi in v glavnem oknu vizualizira nove nastavitve oblikovanja (5).



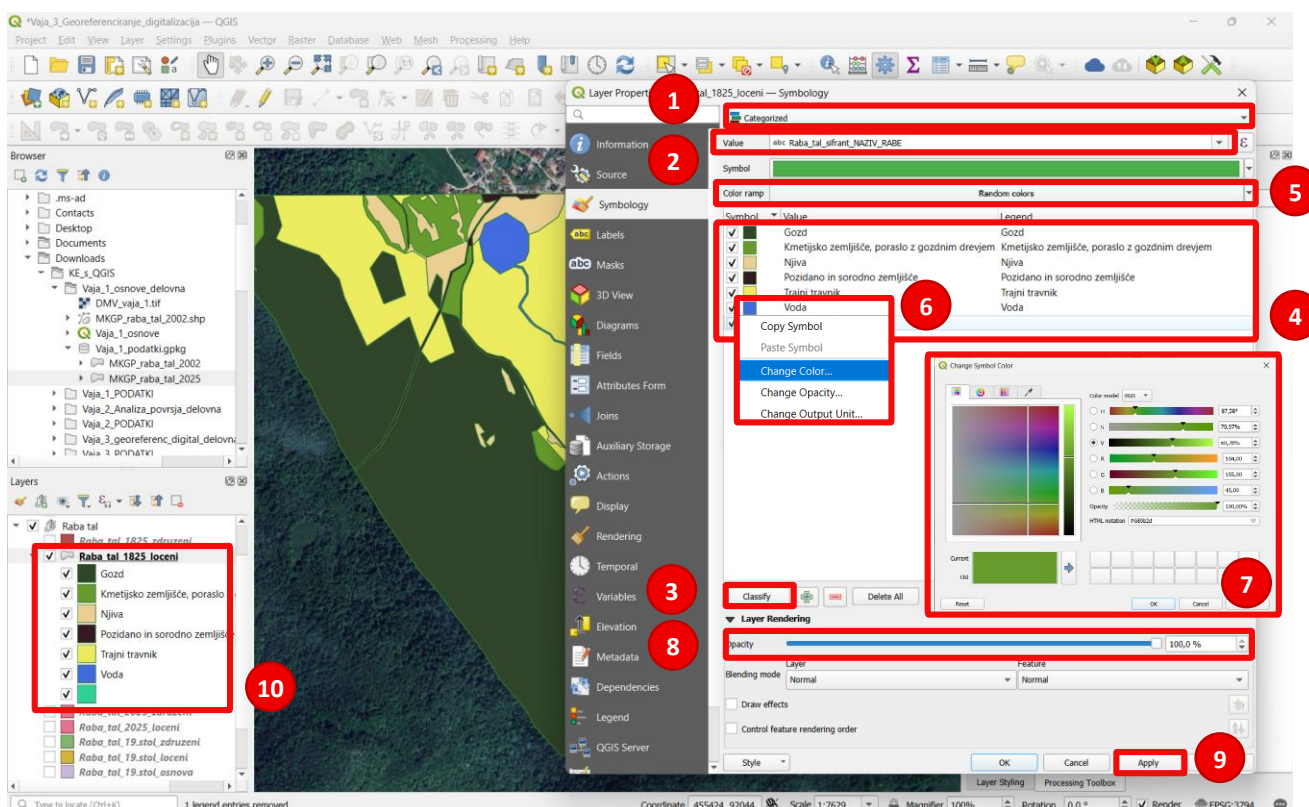
Sloge lahko ustvarjamo tudi sami z dodajanjem in urejanjem posameznih elementov (tj. delov) sloga (7). Enostavni slogi, kot je npr. *Outline*, imajo malo elementov – samo enostavno linijo, ki prikazuje daljice poligonov. Kompleksnejši slogi imajo lahko več postavk (npr. obrobo, polnilo, šrafuro), ki jih urejamo ločeno in z vrsto nastavitvev. Med pomembne nastavitve posameznih elementov slogov sodijo npr. barva Color (8), debelina Stroke width (9), oblika Stroke style (10) in neprosojnost Opacity (11).



5.6.3 Prikaz podatkov po vrednosti kategoričnega atributa

Sloji rabe tal, ki smo jih pripravili v prejšnjih poglavjih, vsebujejo atribut RABA_ID, ki je kategorični atribut. To pomeni, da je število unikatnih vrednosti atributa ali kategorij omejeno. Za leto 1825 je bilo npr. šest kategorij rabe tal, za leto 2025 pa enajst. Taki sloji so idealni za vizualizacijo po kategorijah atributa – vsaki kategoriji dodelimo eno barvo (in uredimo druge lastnosti, če je treba).

S spustnega seznama tokrat izberemo *Categorized* (1) in nato naziv atributa (2). Ker smo sloje rab tal povezali s šifrantom, se vrednosti iz šifranta tudi pojavijo na spustnem seznamu. Prikazati želimo nazive rabe tal, zato izberemo atribut *Raba_tal_sifrant_NAZIV_RABE*. Kliknemo gumb *Classify* (3) in na seznamu kategorij se prikažejo vse kategorije – v tem primeru rabe tal (4). Najprej kategorijam dodelimo privzete barve, ki pa jih lahko spreminjamo z enostavno izbiro barvne lestvice (Color ramp) (5) ali za posamično kategorijo z desnim klikom na kategorijo, nato *Change color ...* (6), kjer v pogovornem oknu izberemo zeleno barvo (7). Po želji lahko spremenimo še neprosojnost celotnega sloja (8) in ko končamo z nastavitvami, kliknemo gumb *Apply* (9), da uveljavimo spremembe. Tako vizualizacija v glavnem oknu kot kazalo (10) se takoj posodobita. Vrednosti kategorij (tj. nazive rabe tal) lahko poljubno spreminjamo s spreminjanjem stolpa *Legend* na seznamu kategorij (4); na istem seznamu lahko tudi odključamo kategorije, ki jih ne želimo prikazati, jih brišemo ali znova dodajamo.

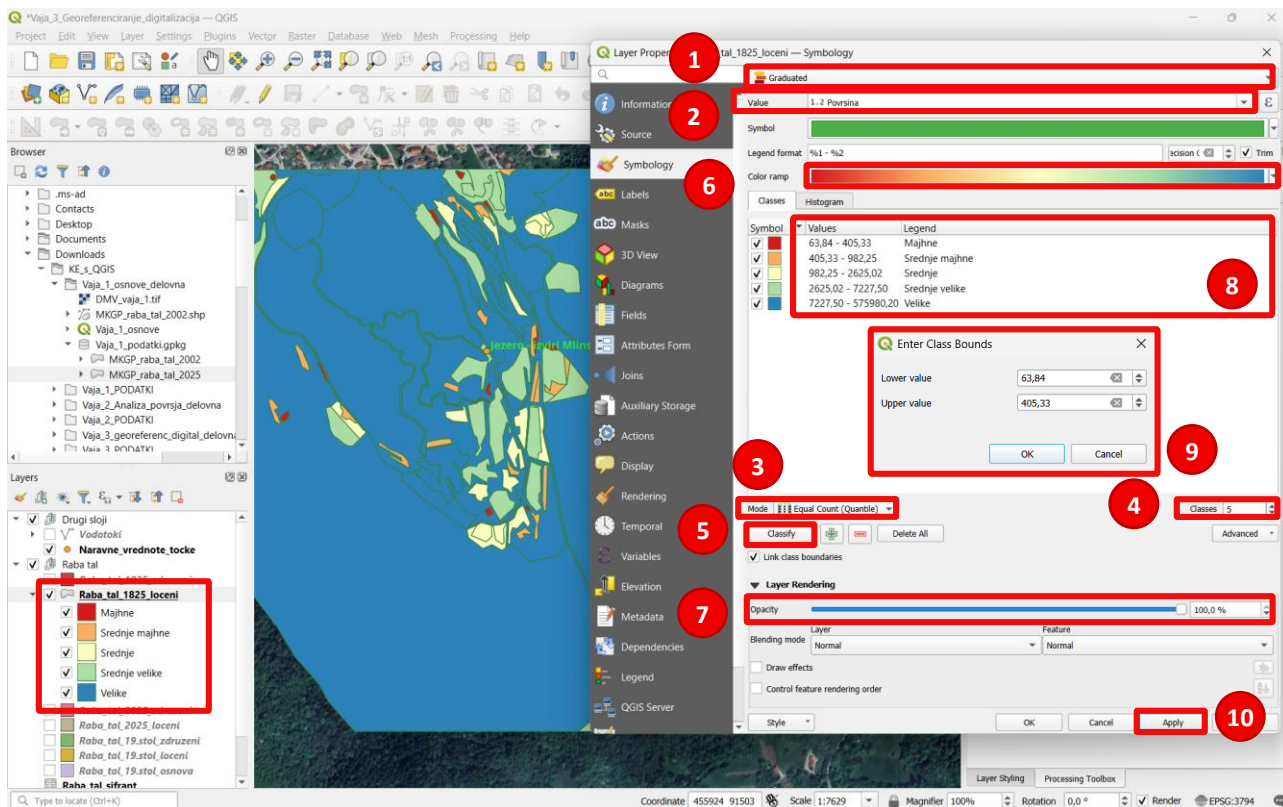


Na popolnoma enak način urejamo sloge za vektorske sloje z linijami in točkami. Razlike so v sami grafični obliki sloga (pika, linija), a v osnovi lahko za katerikoli vektorski sloj s kategoričnim atributom uporabimo ta sloj oblikovanja.

5.6.4 Prikaz podatkov z zveznimi vrednostmi

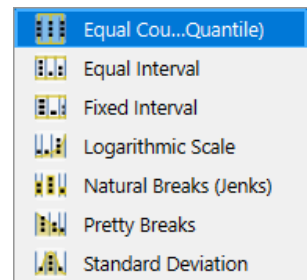
Kadar so vrednosti atributov zvezne in torej nimamo omejenega števila kategorij, ampak teoretično neskončno različnih vrednosti, uporabimo oblikovanje *Graduated*. V osnovi tako naročimo programu, da sam oblikuje kategorije po naših navodilih. Kategorije so definirane s spodnjo in z zgornjo vrednostjo ter številom kategorij ali razredov (Classes). Kot bomo spoznali, definicija razredov pomembno vpliva na videz (elementov) sloja v glavnem oknu ali na zemljevidu.

Začnemo z izbiro *Graduated* (1) in atributa (2), ki ga želimo vizualizirati. Nato izberemo način ustvarjanja razredov (3 – podrobneje opisani v nadaljevanju) in število razredov (4) ter kliknemo gumb *Classify* (5). Kasneje lahko izbiramo barvno lestvico ali barve posameznih razredov (6) ter neprosojnost (7). V stolpcu Legend urejamo nazive razredov, ki so vidni na legendi (8), in ročno urejamo zgornje ter spodnje meje kategorij. Slednje storimo tako, da dvakrat kliknemo na območje razreda v stolpcu *Values*, da se odpre novo pogovorno okno, kamor vpišemo spodnjo (Lower value) in zgornjo (Upper value) vrednost ter kliknemo gumb OK (9). Za uveljavitev sprememb kliknemo gumb *Apply* (10).



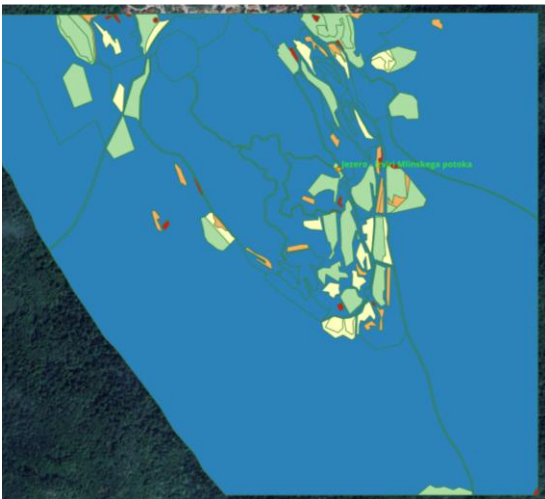
Kot je bilo omenjeno, je način oblikovanja razredov odločilen za »pravilen« prikaz podatkov. V programskem orodju QGIS izbiramo med več načini avtomatskega oblikovanja razredov; najpogosteje uporabljeni so:

- Equal Count (Quantile)** = oblikovanje razredov s približno enakim številom elementov po razredih,
- Equal Interval** = oblikovanje razredov z enako velikostjo intervala med spodnjo in zgornjo vrednostjo razreda,
- Logarithmic Scale** = oblikovanje razredov na logaritemski lestvici; primerno takrat, ko je razpon vrednosti zelo velik,
- Natural Breaks (Jenks)** = oblikovanje razredov tako, da je varianca znotraj posameznega razreda najmanjša in varianca med razredi največja.

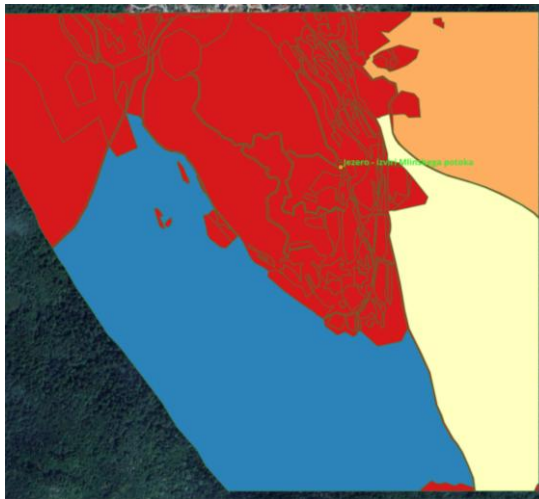


Prikazane so vizualizacije istega sloja rabe tal za štiri najpomembnejše načine oblikovanja vrednosti s petimi razredi:

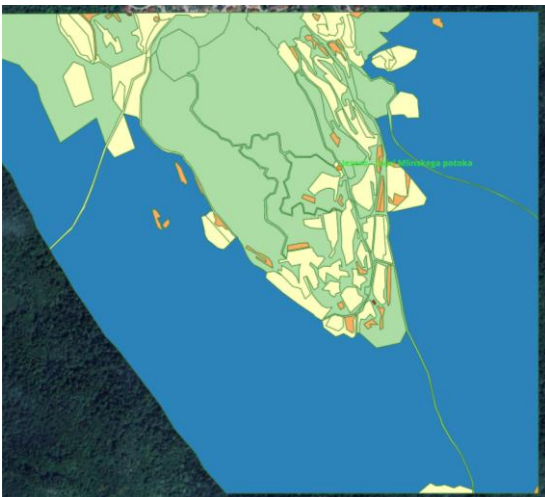
Equal count:



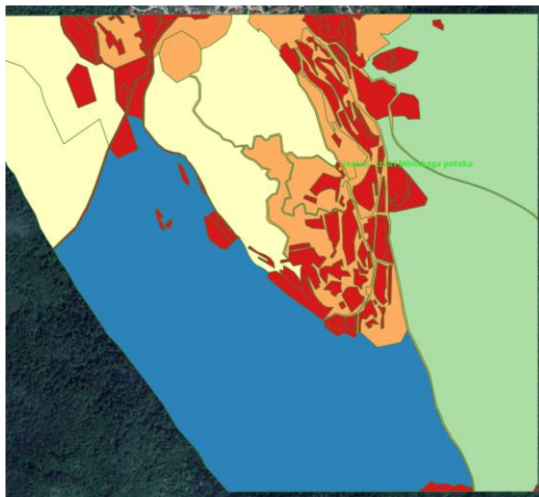
Equal interval:



Logarithmic scale:



Natural breaks (Jenks):

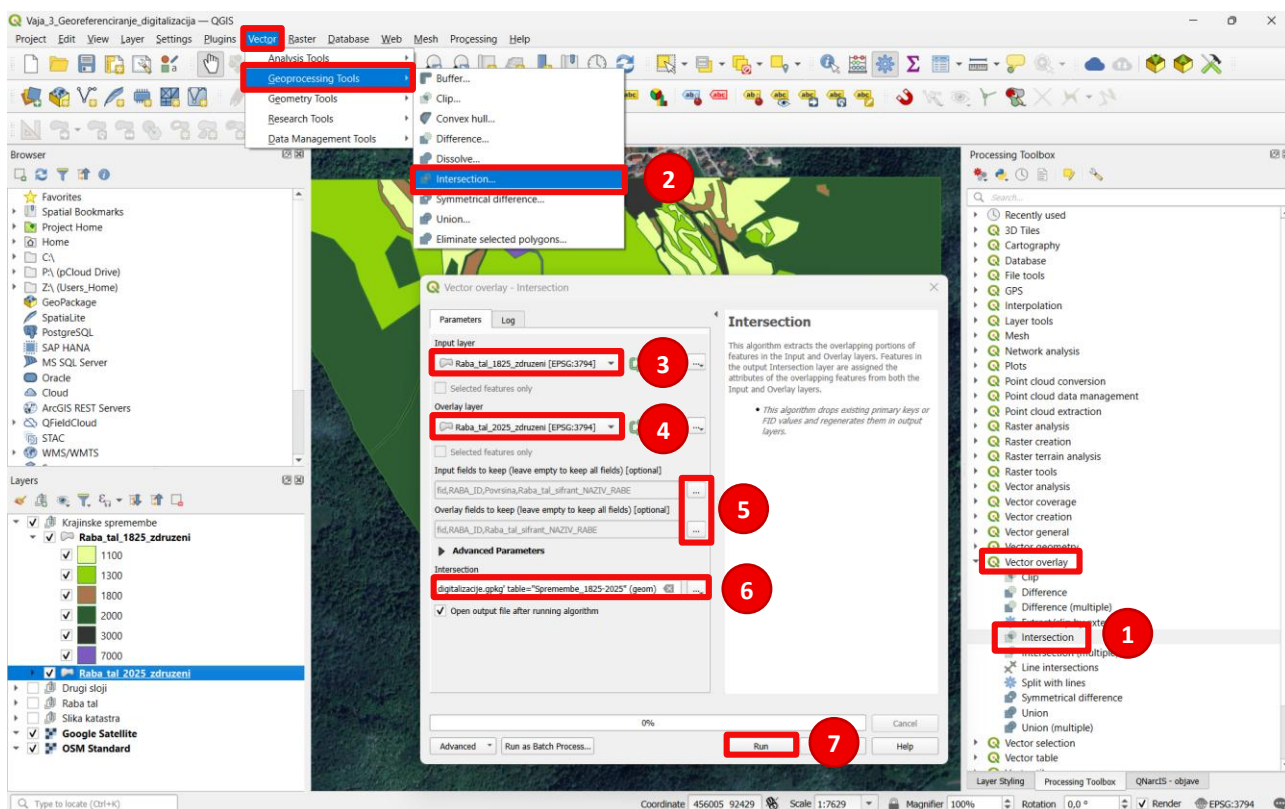


5.7 Analiza krajinskih sprememb

Krajinska ekologija je študij zgradbe, delovanja in spreminjanja krajini (Forman, Godron, 1986). Študij spreminjanja krajini v analize vplete dinamično komponento in omogoči primerjavo zgradbe ter delovanje krajine v dveh ali več obdobjih. V nadaljevanju bomo spoznali, kako na relativno preprost način analiziramo in vizualiziramo krajinske spremembe v programskem orodju QGIS.

5.7.1 Analiza sprememb na podlagi prostorskega preseka slojev

Za analizo krajinskih sprememb bomo uporabili vektorska sloja rabe tal iz let 1825 in 2025, ki smo jih pripravili v tem poglavju. V analizo vključimo sloja s prostorsko združenimi poligoni. Za analizo sprememb uporabimo orodje za iskanje geometrijskega (prostorskega) preseka izbranih slojev (angl. Intersection), za podrobnejšo razlago glej "Multiple ...," b. l., ki ga najdemo v orodjarni pod skupino z imenom *Vector overlay* (1) ali v meniju *Vector*, *Geoprocessing tools* (2). Pogovorno prostorski preseki slojev imenujemo tudi prekrivanje (angl. overlay). Najprej določimo vhodni sloj (angl. Input layer) (3) – to je sloj rabe tal iz leta 1825 –, nato določimo t.i. prekrivni sloj (angl. Overlay layer) (4) – to je sloj rabe iz leta 2025. Zaporedje za sam grafični sloj ni pomembno – je pa pomembno za atributivno preglednico. V njej se namreč atributi vhodnega sloja pojavijo pred atributi prekrivnega sloja. Opcijsko lahko izberemo še, kateri atributi se prenesejo na nov vektorski sloj (5) – zaradi preglednosti ohranimo zgolj attribute *fid*, *RABA_ID*, *Poursina* in *Raba_tal_sifrant_NAZIV_RABE*. Na koncu izberemo še naziv in lokacijo izhodnega sloja (6) ter zaženemo orodje s klikom na gumb *Run* (7). Rezultat je nov vektorski sloj, sestavljen iz elementov, ki se prekrivajo v obeh slojih.



Za enostavno vizualizacijo spremenjenih in nespremenjenih površin kliknemo na ravnokar ustvarjeni sloj *Spremembe_1825-2025* (1) in odpremo orodno ploščo oblikovanja (Open the Layer Styling panel) (2). Na njej izberemo način *Categorized* (3) in pod vrednost (Value) vpišemo pogoj $RABA_ID = RABA_ID_2$ (4). Tako preverimo, ali je šifra rabe tal iz leta 1825 enaka šifri rabe tal iz leta 2025. Potem obstajata dva mogoča izida:

- raba se med leti **ni** spremenila, zato pogoj *drži* (tj. True) in pripišemo vrednost 1,
- raba se **je** med leti spremenila, zato pogoj *ne drži* (tj. False) in pripišemo vrednost 0.

Novo izvedene podatke nato uporabimo za vizualizacijo – s klikom na gumb *Classify* (5) jih prikažemo na seznamu (6), kjer lahko izklopimo (ali izbrišemo) posamezne kategorije. Če izklopimo prikazovanje vrednosti 1 (to so predeli, kjer se raba tal v 200 letih ni spremenila), na grafičnem sloju glavnega okna ostanejo zgolj predeli, kjer se je raba tal spremenila.

V atributivni preglednici ugotovimo podrobnejše vrednosti sprememb. Ker se površine novih poligonov ne izračunajo avtomatsko, jo najprej izračunamo po postopkih, opisanih v poglavju 5.4.9 (7). Zdaj rezultati pravilno kažejo na posamezne spremembe. Atribut *RABA_ID* označuje rabo tal v letu 1825, atribut *RABA_ID_2* pa rabo tal v letu 2025. Iz preglednice tako razberemo, da je raba tal njive (1100) ostala nespremenjena zgolj na 713,71 m², da se je 18.409,97 m² njiv spremenilo v pozidana zemljišča ali da se je 71.275,47 m² njiv spremenilo v trajni travnik (8).

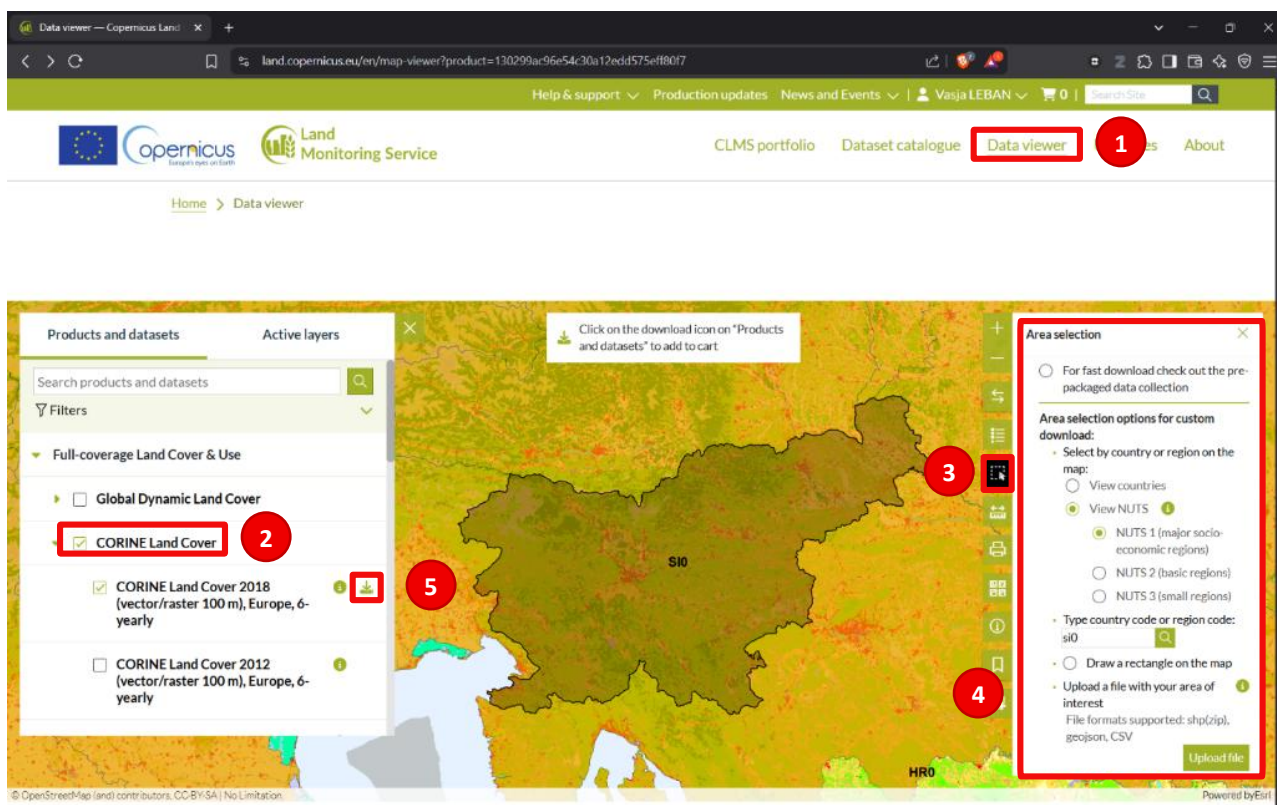
fid	RABA_ID	Povrsina	Raba_tal_sifrant_NAZIV_RABE	fid_2	RABA_ID_2	Raba_tal_sifrant_NAZIV_RABE_2
1	1100	71275,4698117...	Njiva	2	1300	Trajni travnik
2	1100	718,901844608...	Njiva	3	4220	Ostalo zamočvirjeno zemljišče
3	1100	713,711854905...	Njiva	4	1100	Njiva
4	1100	1348,84971825...	Njiva	5	1600	Neobdelano kmetijsko zemljišče
5	1100	2629,56470110...	Njiva	6	1222	Ekstenzivni oziroma travniški sadojnjak
6	1100	18409,9669563...	Njiva	7	3000	Pozidano in sorodno zemljišče
7	1100	392,409381487...	Njiva	8	7000	Voda
8	1100	28478,4826282...	Njiva	9	1321	Barjanski travnik
9	1100	2448,01933475...	Njiva	10	1500	Drevesa in grmičevje

Če želimo npr. *vizualizirati* zgolj spremembe iz rabe tal njive (1100) v rabo tal trajni travniki (1300), spremenimo izraz (4), da se glasi: $RABA_ID = 1100 \text{ AND } RABA_ID_2 = 1300$ in pritisnemo tipko *Enter*.

5.7.2 Analiza sprememb krajine na regionalni ali mednarodni ravni

Na višjih ravneh (npr. regionalna, državna) so podatkovne baze rabe tal MKGP za večino osebnih računalnikov preveč podrobne. Velikost vseh podatkovnih baz (sorazmerno obsegu območja in točnosti podatkov) je enostavno prevelika za učinkovite analize. V takih primerih si lahko pomagamo z manj točnimi podatki, kot so npr. podatkovne baze sistema CORINE (kratica za angl. COOrdination of INformation on the Environment). To je program Evropske unije (EU) za spremljanje okolja in predvsem (sprememb) rabe tal v državah Evropske unije. Rezultati programa so prosto dostopni na spletni strani

<https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>, a je potrebna brezplačna registracija (za to sledite navodilom). Za registracijo potrebujete veljaven e-poštni naslov. V letu 2025 so na voljo podatkovne baze za leta 1990, 2012 in 2018, ki jih prenesemo jih tako, da obiščemo CORINE grafični brskalnik *Data viewer* (1) in na seznamu slojev izberemo rabo tal *CORINE Land Cover* (včasih s kratico CLC) (2) ter kliknemo gumb za izbiro območja (3). Na desni se odpre orodna plošča, kjer izberemo območja prenosa: lahko izberemo celotno državo (View countries), posamezne teritorialne enote znotraj države (angl. Nomenclature of Territorial Units for Statistics s kratico NUTS), lahko vrišemo pravokotnik ali naložimo lastno območje v formatu *.shp ali *.csv (4). Nazadnje kliknemo gumb za prenos podatkov (5).



Podobno storimo tudi za podatkovne baze CLC za leto 1990. Ker želimo primerjati spremembe rabe tal z obeh obdobj, prenesemo isto območje. Alternativno lahko s temi podatkovnimi bazami primerjamo dve različni območji kot npr. Pirnat in Hladnik (2019).

V košarici (1) sta obe podatkovni bazi in na tem mestu se moramo odločiti o obliki podatkovnih baz (Type), formatu zapisa (Format) in projekciji (Projection) (2). Oblika zapisa je lahko vektorska ali rastrska. Format zapisa rastrskih datotek je vedno *.tiff, pri formatu zapisa za vektorske datoteke pa izbiramo med geopodatkovno bazo (*.gdb), *Geography Markup Language* (*.gml), geopaketom (*.gpkg), geoJSON ali datoteko *shape* (*.shp). Zaradi enostavnosti in kompatibilnosti uporabimo format geopaketa.

Pri izbiri projekcije imamo štiri možnosti:

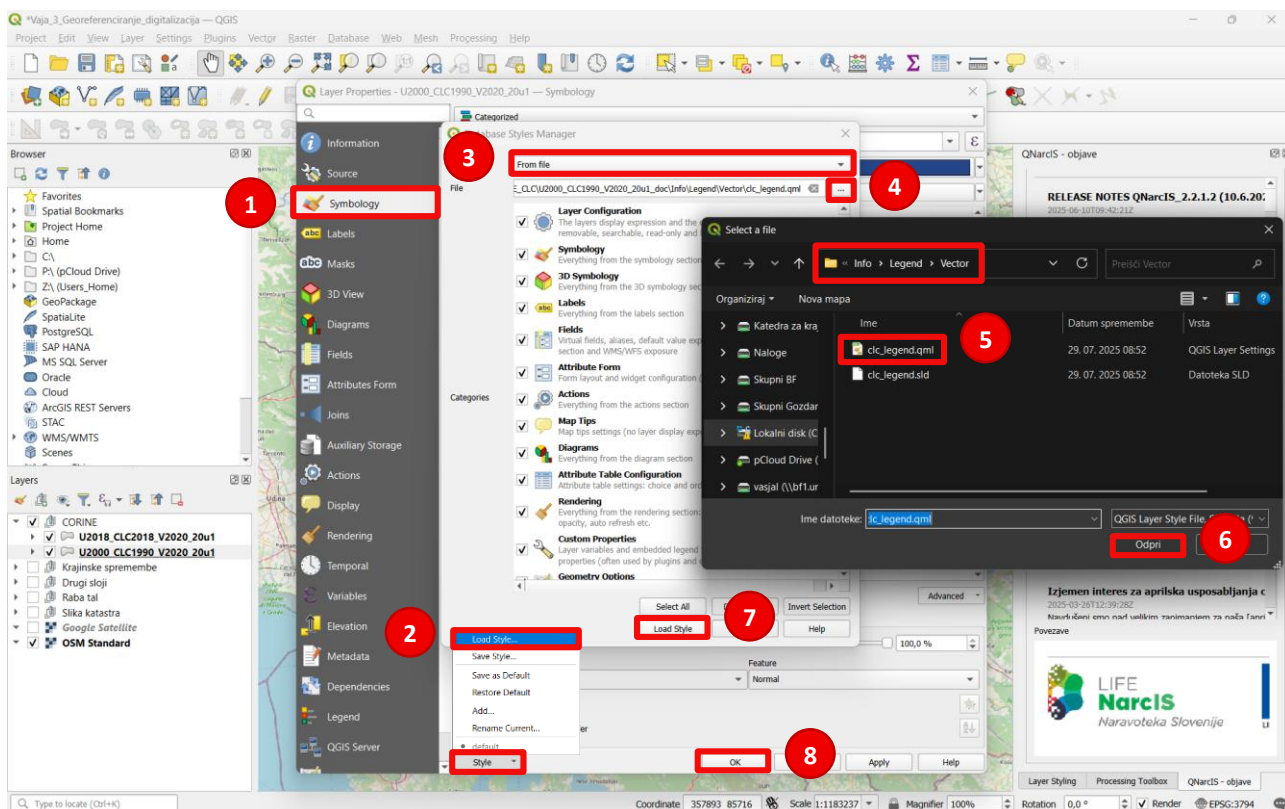
- **EPSG 3035:** ETRS89-extended / LAEA Europe – osnovna projekcija v uporabi v državah EU; enota: metri,
- **EPSG 3857:** WGS 84 / Pseudo-Mercator – osnovna projekcija, ki jo uporabljajo Google Maps, OpenStreetMap, Bing, ArcGIS, ESRI; enota: metri,
- **EPSG 4258:** ETRS89 – osnovna projekcija v uporabi v državah EU; enota: stopinje,
- **EPSG 4326:** WGS 84 - World Geodetic System 1984 – osnovna projekcija GPS/GNSS naprav; enota: stopinje.

Za naš primer je najbolje uporabiti privzeto projekcijo z enoto metri – EPSG 3035 –, v kateri so tudi izvirne podatkovne baze. Nato odključamo podatkovne baze, ki jih želimo prenesti (3) in kliknemo gumb *Process download request* (4).

The screenshot shows the Copernicus Land Monitoring Service Cart interface. The top navigation bar includes 'Help & support', 'Production updates', 'News and Events', and a user profile 'Vasja LEBAN'. A search bar and a shopping cart icon (1) are also present. The 'Downloads' menu (5) is open, showing options for 'My settings', 'Downloads', 'Historic downloads', and 'Logout'. The main content area is titled 'Cart' and contains a 'Note' section with instructions on how to download data. Below the note is the 'My cart' section, which lists two items: 'CORINE Land Cover 1990' and 'CORINE Land Cover 2018'. Each item has a 'Static info' column (3) and a 'Configurable' column (2) with dropdown menus for 'Type', 'Collection', and 'Format'. The 'Projection' column (2) shows 'EPSG:3035 (Source system of the dataset)'. At the bottom right, there is a 'Process download request' button (4).

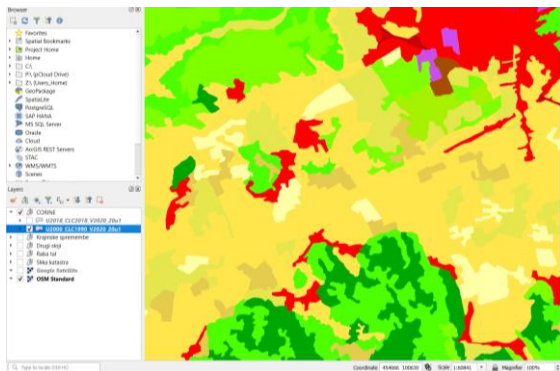
Zdaj so podatkovne baze v pripravi in ko bodo nared, bomo obveščeni na e-poštni naslov. Trajanje obdelave je odvisno od velikosti izbranega območja in aktivnosti prometa ter lahko traja tudi več ur. Za prenos pripravljenih podatkovnih baz na spletnem portalu kliknemo podstran *Downloads* (5) in nato povezavo *Download file*. Prenos lahko začnemo tudi tako, da kliknemo povezavo, ki nam jo je poslal avtomatski sistem na e-poštni naslov.

Znotraj vsakega prenosa najdemo mapo z informacijami in dodatnimi datotekami, kot je npr. legenda. Da uporabimo privzeto legendo CLC rabe tal v lastnostih sloja in razdelku *Symbology* (1), kliknemo *Style* in izberemo *Load style ...* (2). V novem oknu izberemo izbiro *From file* (3) in kliknemo na gumb s tremi pikicami (4) za izbiro datoteke. Datoteka slogov ima končnico *.qml in naziv *clc_legend* in jo najdemo v mapi *Info/Legend/Vector* (5). Ko jo izberemo, kliknemo gumb *Odprti* (6), nato pa še gumb *Load Style* (7) in gumb *OK* (8).

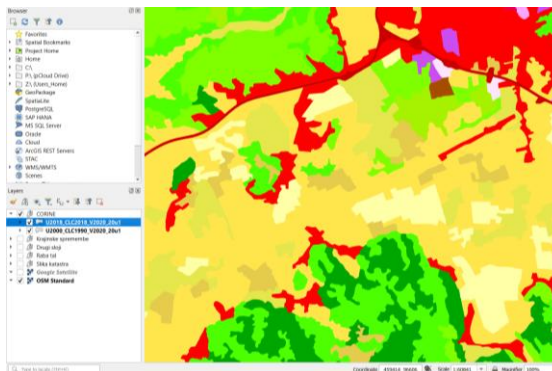


Spremembe analiziramo po postopkih, opisanih v poglavju 5.7.1. Pomembne razlike bomo zaznali le na obsejih, večjih od ravni ekosistema ali krajine. Spodnji sliki npr. prikazujeta območje Ljubljanskega barja in rabo tal CLC v obeh letih. Okoli vasi Jezero, ki smo jo analizirali skozi celotno poglavje 5, skoraj ni sprememb; so pa spremembe drugje (npr. okolica Brezovice, avtocesta).

Leto 1990:

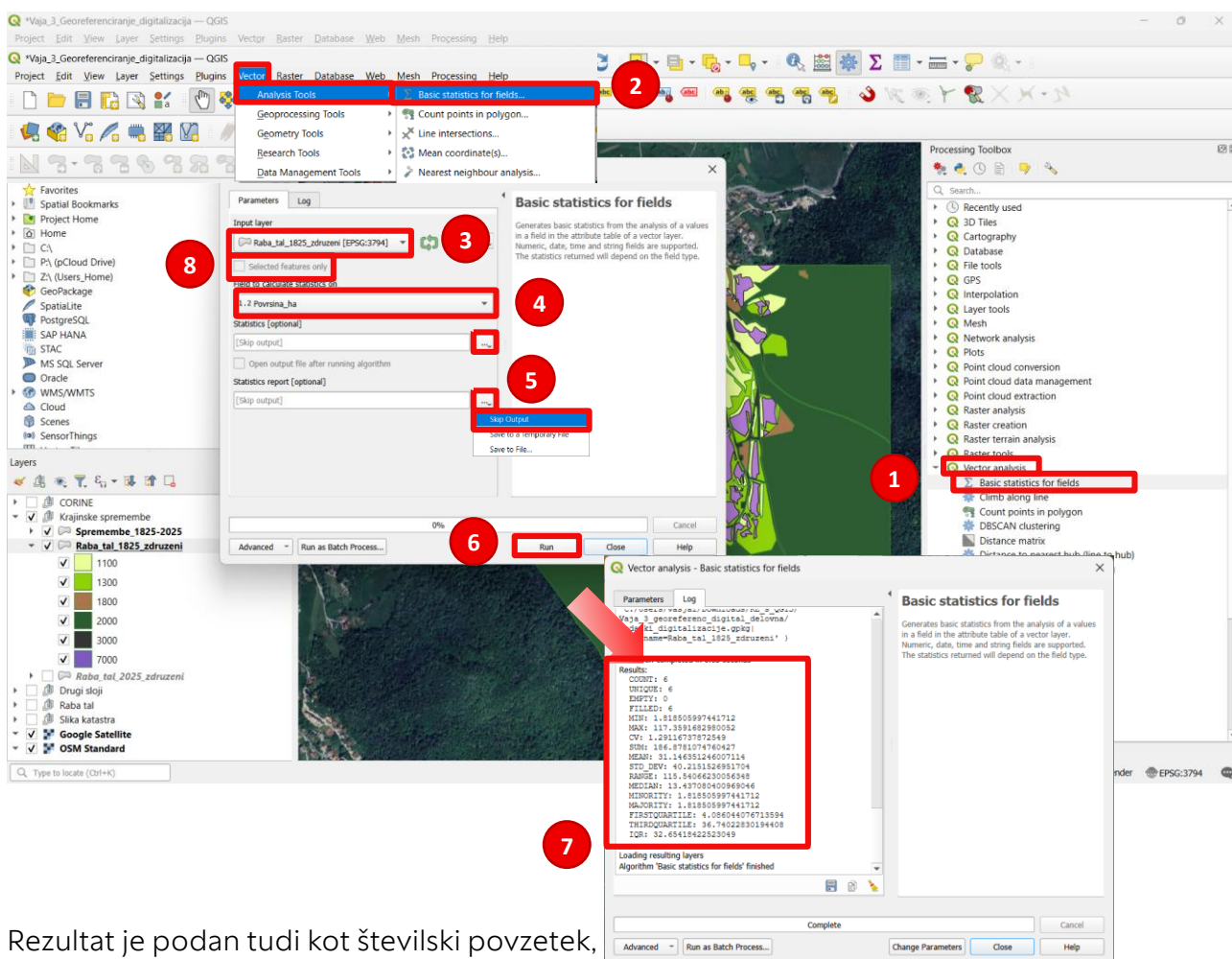


Leto 2018:



5.7.3 Opisna statistika atributa

V naslednjem koraku po navadi povzamemo vrednosti (izbranih) elementov nekega atributa – izračunamo t.i. opisno statistiko (angl. Descriptive Statistics). Za to uporabimo orodje opisna statistika za attribute (angl. Basic statistics for fields), ki ga najdemo v orodjarni pod skupino z imenom *Vector analysis* (1) ali v meniju *Vector, Analysis tools* (2). Najprej določimo vhodni sloj (angl. Input layer) (3) – to je sloj rabe tal iz leta 1825 –, nato izberemo atribut, za katerega želimo izračunati opisno statistiko (angl. Field to calculate statistics on) (4). Za hiter osnovni prikaz izberemo *Skip output* z obeh polj rezultatov (5) in kliknemo gumb *Run* (6). Rezultati so prikazani v zavihku *dnevnik* (angl. Log) v vrsticah (7).

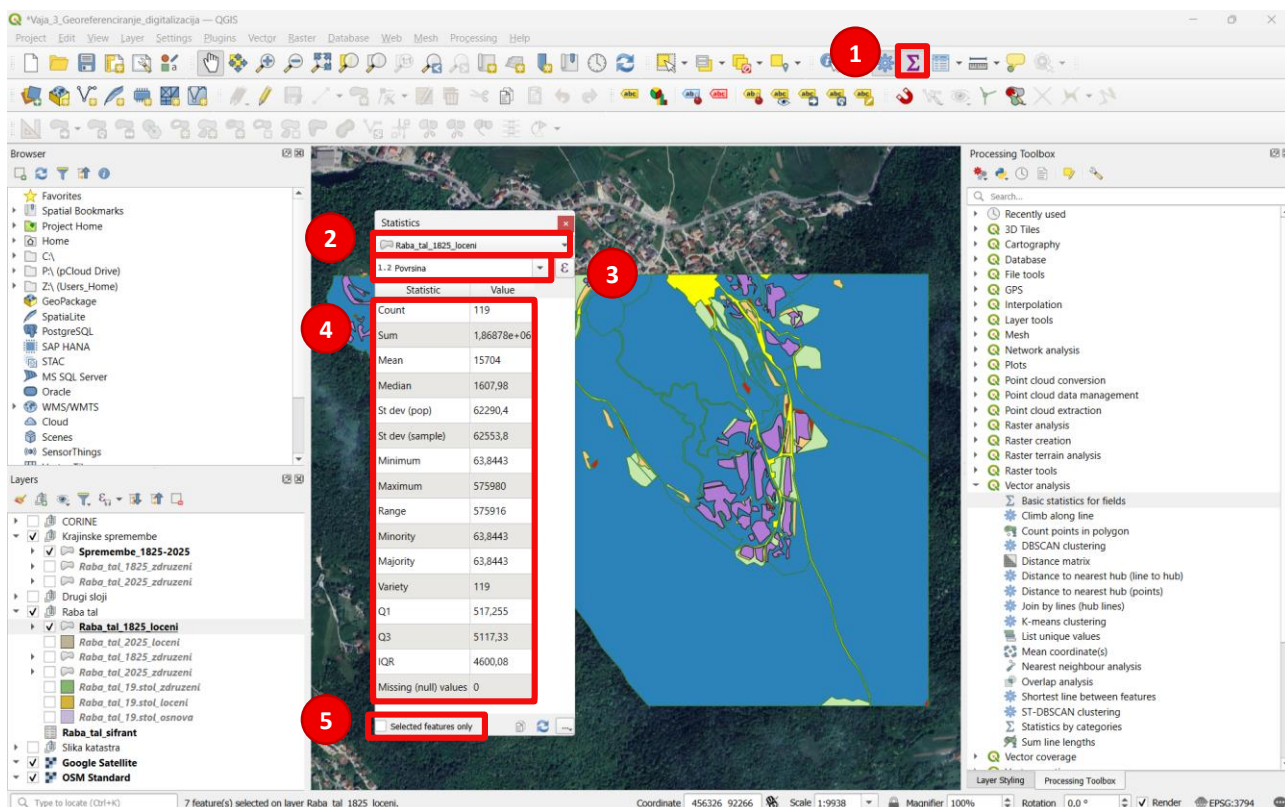


Rezultat je podan tudi kot številski povzetek, med drugim so prikazani:

- **count** = število vseh elementov,
- **unique** = število unikatnih elementov,
- **min** = najmanjša vrednost,
- **max** = največja vrednost,
- **sum** = skupna vsota,
- **mean** = aritmetična sredina,
- **std_dev** = standardni odklon,
- **range** = razpon vrednosti.

Pri krajinsko-ekoloških analizah orodje najpogosteje uporabljamo, da ugotovimo skupno, najmanjšo, največjo ali povprečno površino posameznih elementov na ravni krajine (glej poglavje 6.1 za podrobnosti). Alternativno pa lahko z orodjem poizvedemo opisno statistiko za zgolj eno rabo tal, in sicer tako, da v atributivni preglednici najprej izberemo npr. rabo tal gozd (glej poglavje 5.5.2 za izbiro) in nato obkljukamo možnost *Selected features only* (8).

Še hitrejša možnost je pregled opisne statistike atributa z oknom *Show Statistical Summary*, do katerega pridemo tako, da kliknemo gumb s simbolom *sigma* Σ (1). Po izbiri sloja (2) izberemo atribut (3) in opisna (osnovna) statistika se prikaže v obliki preglednice (4). Če želimo prikazati zgolj opisno statistiko izbranih elementov, obkljukamo možnost *Selected features only* (5).

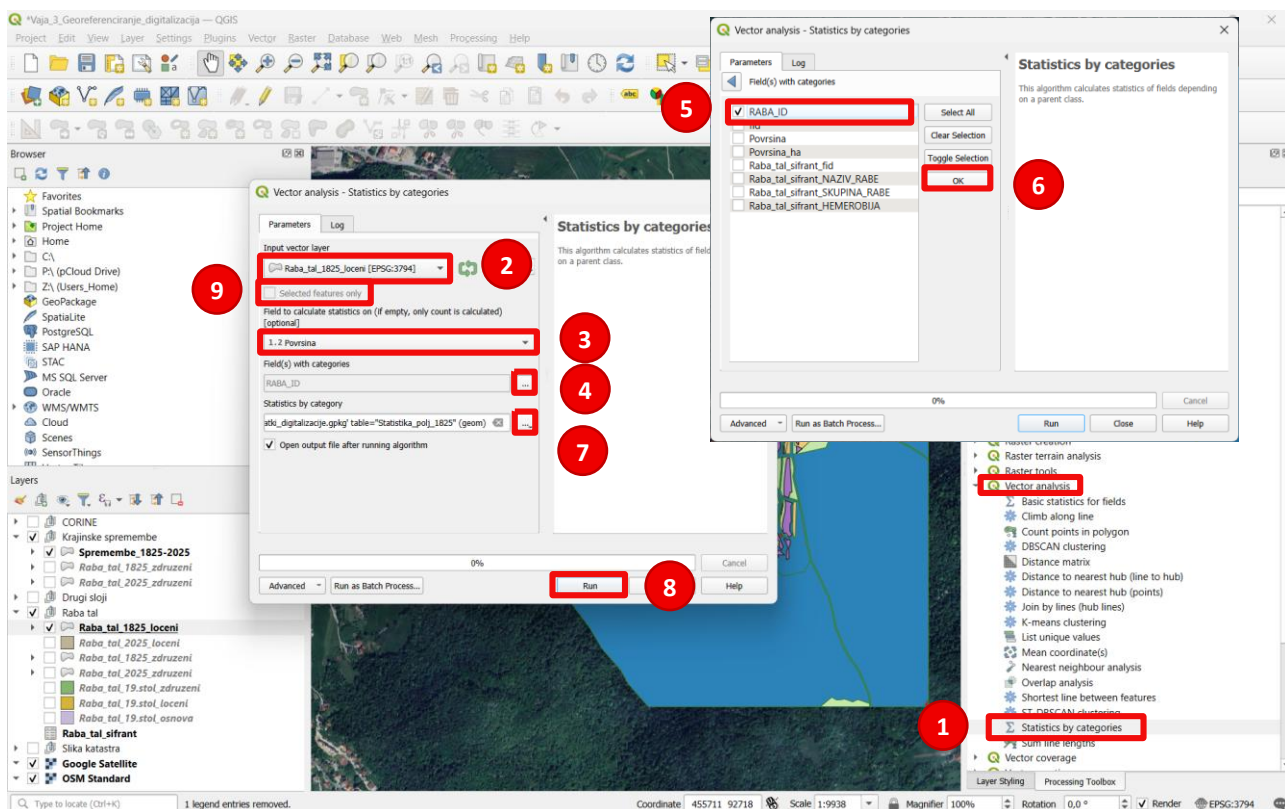


5.7.4 Opisna statistika atributa z več razredi

Še pogosteje pa uporabljamo podobno orodje, ki avtomatsko izračuna opisno statistiko izbranega atributa ločeno za posamezne kategorije, ki so shranjene v drugem atributu. Najpogosteje se pri krajinsko-ekoloških analizah srečamo s površino posameznih zaplat rabe tal v analizirani krajini. Pri tem nas zanima, kolikšne površine je največja in najmanjša zaplata posamezne rabe tal, koliko je povprečna površina vseh zaplat posamezne rabe tal, koliko znaša skupna površina vseh zaplat posamezne rabe tal ipd. Drugi primeri rabe so preračuni obsega in oblike zaplat ali drugih krajinskih metrik (glej poglavje 6) po posameznih kategorijah rabe tal. Nadalje orodje uporabljamo tudi za združevanje površin sprememb rabe tal v atributivni tabeli, ki je rezultat dela v poglavju 5.7.1.

Dejanski primeri rabe osnovnega koncepta orodja so prikazani v delih: Pirnat in Kobler (2012), Pirnat (2015, 2024: 130) ter Pirnat in Hladnik (2019). V nadaljevanju navajamo opisne statistike za posamezne rabe tal za leti 1825 in 2025.

Orodje (opisna) statistika po kategorijah (angl. Statistics by categories) najdemo v orodjarni v skupini z nazivom *Vector analysis* (1). Izberemo vhodni vektorski sloj (2) in določimo atribut, za katerega želimo izračunati opisno statistiko (3). Nato s klikom na gumb s tremi pikicami (4) izberemo enega ali več kategoričnih atributov (5) in kliknemo gumb OK (6). Določimo lokacijo in naziv izhodne preglednice ali ustvarimo začasno preglednico (7) ter kliknemo gumb *Run* (8).



Preglednica 2 podaja opisno statistiko površin rabe tal po kategorijah za leti 1825 in 2025. Iz nje med drugim razberemo, da je v letu 1825 analizirano krajino sestavljalo šest različnih rab tal s skupaj 119 zaplatami (count), v letu 2025 pa 93 ter da je povprečna površina zaplat gozda (Raba_ID 2000) v letu 1825 znašala 167.655,9 m², v letu 2025 pa se je povečala na 464.177,3 m².

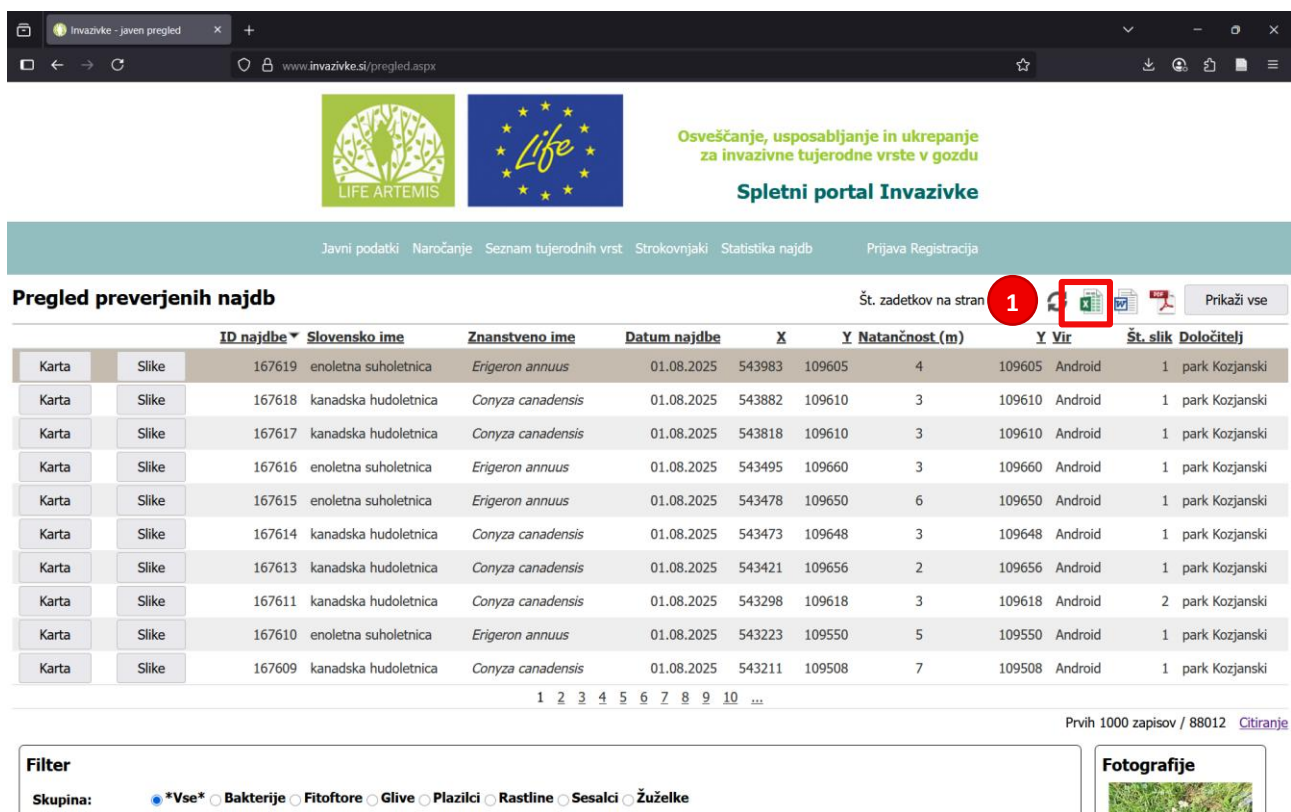
Preglednica 2: Opisna statistika površin glede na rabo tal v letih 1825 in 2025 (vir: lastni preračuni)

Raba_ID	Leto 1825					Leto 2025				
	count	min	max	sum	mean	count	min	max	sum	mean
1100	64	152,66	13.246,71	165.986,05	2.593,53	4	102,74	308,04	784,00	196,00
1222	/	/	/	/	/	3	670,05	3.588,67	5.017,06	1.672,35
1300	26	90,15	91.681,12	367.402,28	14.130,86	21	142,38	63.070,62	158.991,14	7.571,01
1321	/	/	/	/	/	4	217,48	100.299,78	202.168,07	50.542,02
1410	/	/	/	/	/	18	1,71	624,04	4.949,43	274,97
1500	/	/	/	/	/	14	138,79	991,87	6.189,12	442,08
1600	/	/	/	/	/	11	107,59	3.825,80	9.275,65	843,24
1800	13	400,59	50.377,83	102.755,56	7.904,27	/	/	/	/	/
2000	7	1.138,87	575.980,20	1.173.591,68	167.655,95	3	389,81	1.388.211,06	1.392.531,96	464.177,32
3000	7	63,84	31.792,01	40.860,44	5.837,21	7	26,59	55.993,05	58.123,87	8.303,41
4220	/	/	/	/	/	7	262,75	5.546,61	13.076,05	1.868,01
7000	2	110,81	18.074,25	18.185,06	9.092,53	1	17.674,71	17.674,71	17.674,71	17.674,71

Za primer povzemanja sprememb rabe tal v letih 1825 in 2025 uporabimo atributivno preglednico, ki smo jo ustvarili v poglavju 5.7.1. Če v njej izberemo zgolj elemente, ki imajo enako rabo tal v obeh letih (tj. atribut RABA_ID = RABA_ID_2) in uporabimo orodje statistika po kategorijah za izbrane elemente (9), izračunamo podatek o skupni površini posameznih rab tal, ki so v tem obdobju ostala enaka. Alternativno: če v omenjeni atributivni preglednici izberemo zgolj elemente z različno rabo tal v obeh letih (tj. atribut RABA_ID \neq RABA_ID_2), pa preračunamo skupno površino posameznih rab tal, ki se je iz leta 1825 do leta 2025 spremenila. Podobno z izbiro vseh elementov v atributivni preglednici z enako šifro rabe tal RABA_ID_2 ugotovimo skupno površino rabe tal, ki je prešla iz katerekoli rabe v izbrano rabo tal (npr. 2000 – gozd). Na osnovi preračunov ugotovimo, da je raba tal na 1.253.158,14 m² (67,1 %) obravnavanega območja (s skupno površino 1.868.781,07 m²) ostala nespremenjena, da je 318.616,36 m² (51,8 %) spremenjene rabe tal predstavljal raba tal s šifro 1300 (trajni travniki), da je v gozd skupaj prešlo 220.283,33 m² vseh površin rabe tal, največ trajnih travnikov (108.223,15 m²).

5.8 Ustvarjanje vektorskega sloja točk iz tabelaričnih podatkovnih baz

Včasih so točkovne prostorske podatkovne baze na voljo v obliki preglednice s seznamom elementov, kateremu sta dodana atributa s koordinatami točk (X in Y). Tak primer je javno dostopen seznam popisanih invazivnih vrst v Sloveniji, ki je dostopen na spletnem portalu *Invazivke* na naslovu <https://www.invazivke.si/pregled.aspx>. Na dan 1. 8. 2025 je seznam popisanih invazivnih vrst obsegal 88.012 enot. Na spletnem portalu lahko v *.xlsx (format MS Excel) prenesemo celoten seznam, in sicer tako, da kliknemo gumb *Izvoz v Excel* (1).



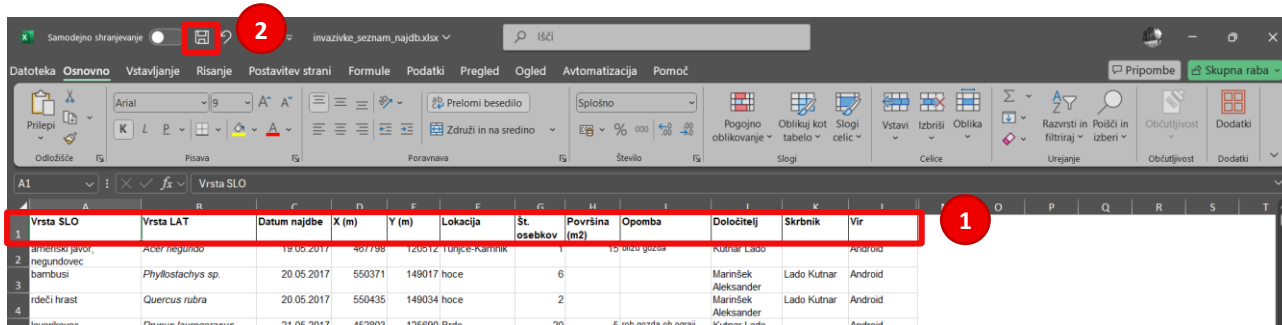
The screenshot shows the 'Spletni portal Invazivke' interface. At the top, there are logos for LIFE ARTEMIS and the European Union, along with the text 'Osveščanje, usposabljanje in ukrepanje za invazivne tujevrstne vrste v gozdu'. Below this is a navigation bar with links like 'Javni podatki', 'Naročanje', 'Seznam tujevrstnih vrst', 'Strokovnjaki', 'Statistika najdb', 'Prijava', and 'Registracija'. The main content area is titled 'Pregled preverjenih najdb' and displays a table of records. The table has columns for 'ID najdbe', 'Slovensko ime', 'Znanstveno ime', 'Datum najdbe', 'X', 'Y', 'Natančnost (m)', 'Y Vir', 'Št. slik', and 'Določitelj'. A red circle highlights the 'Izvoz v Excel' button in the top right corner of the table area. Below the table, there are pagination controls and a filter section.

ID najdbe	Slovensko ime	Znanstveno ime	Datum najdbe	X	Y	Natančnost (m)	Y Vir	Št. slik	Določitelj			
Karta	Slike	167619	enoletna suholetnica	<i>Erigeron annuus</i>	01.08.2025	543983	109605	4	109605	Android	1	park Kozjanski
Karta	Slike	167618	kanadska hudoletnica	<i>Coryza canadensis</i>	01.08.2025	543882	109610	3	109610	Android	1	park Kozjanski
Karta	Slike	167617	kanadska hudoletnica	<i>Coryza canadensis</i>	01.08.2025	543818	109610	3	109610	Android	1	park Kozjanski
Karta	Slike	167616	enoletna suholetnica	<i>Erigeron annuus</i>	01.08.2025	543495	109660	3	109660	Android	1	park Kozjanski
Karta	Slike	167615	enoletna suholetnica	<i>Erigeron annuus</i>	01.08.2025	543478	109650	6	109650	Android	1	park Kozjanski
Karta	Slike	167614	kanadska hudoletnica	<i>Coryza canadensis</i>	01.08.2025	543473	109648	3	109648	Android	1	park Kozjanski
Karta	Slike	167613	kanadska hudoletnica	<i>Coryza canadensis</i>	01.08.2025	543421	109656	2	109656	Android	1	park Kozjanski
Karta	Slike	167611	kanadska hudoletnica	<i>Coryza canadensis</i>	01.08.2025	543298	109618	3	109618	Android	2	park Kozjanski
Karta	Slike	167610	enoletna suholetnica	<i>Erigeron annuus</i>	01.08.2025	543223	109550	5	109550	Android	1	park Kozjanski
Karta	Slike	167609	kanadska hudoletnica	<i>Coryza canadensis</i>	01.08.2025	543211	109508	7	109508	Android	1	park Kozjanski

Filter
Skupina: *Vse* Bakterije Fitoftore Glive Plazilci Rastline Sesalci Žuželke

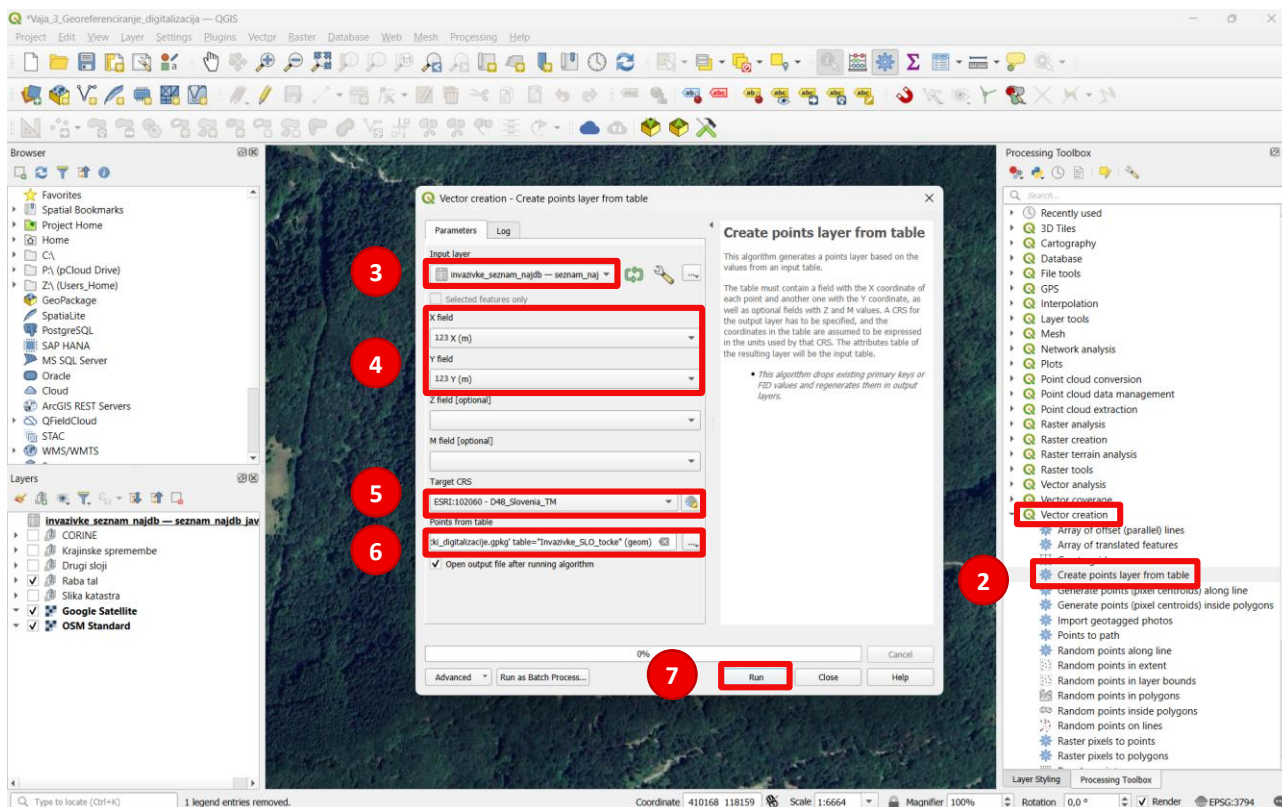
Fotografije

Pred uvozom v QGIS preneseno datoteko odpremo v programu za obdelavo preglednic (npr. LibreOffice Calc ali MS Excel) in v celoti izbrišemo prvi dve vrstici z naslovom in podatki za citiranje. Tako dobimo za uvoz v programsko orodje QGIS primerno preglednico, kjer so v prvi vrstici nazivi atributov (1). Datoteko shranimo (2).



Vrsta SLO	Vrsta LAT	Datum najdbe	X (m)	Y (m)	Lokacija	Št. osebkov	Površina (m ²)	Opomba	Določitelj	Skrbnik	Vir
ameriški javor	Acer negundo	19.05.2017	467198	126512	Turje-E-Kamnik	1	15	blizu gozda	Kutnar Lado		Android
negundovec											
bambusa	Phylllostachys sp.	20.05.2017	550371	149017	hoce	6			Marinšek Aleksander	Lado Kutnar	Android
rdeči hrast	Quercus rubra	20.05.2017	550435	149034	hoce	2			Marinšek Aleksander	Lado Kutnar	Android
lovnikovc	Prunus laurocerasus	21.05.2017	452803	125690	Birde	20	5	rob gozda ob ograji	Kutnar Lado		Android

Zdaj lahko enostavno preberemo datoteko v programsko orodje QGIS na enega od načinov, opisanih v poglavju 3.5. Nato odpremo orodje *Create points layer from table*, ki ga najdemo v orodjarni pod skupino z nazivom *Vector creation* (2). V novem oknu določimo pravkar uvoženo preglednico kot *Input layer* (3) ter s spustnega seznama izberemo atribut X (m) za X field in Y (m) za Y field (4). V naslednjem koraku določimo projekcijo *Target CRS* (5), ki je za to podatkovno bazo *D48_Slovenia_TM* s šifro *EPSG: 102060* in kratico *D48/GK* ali *D48/TM* (gre za staro slovensko projekcijo, ki pa je v opuščanju – za podrobnosti glej zgibanko Transformacija ..., 2018. Nazadnje določimo še naziv in lokacijo novega vektorskega sloja (6) in kliknemo *Run* (7).

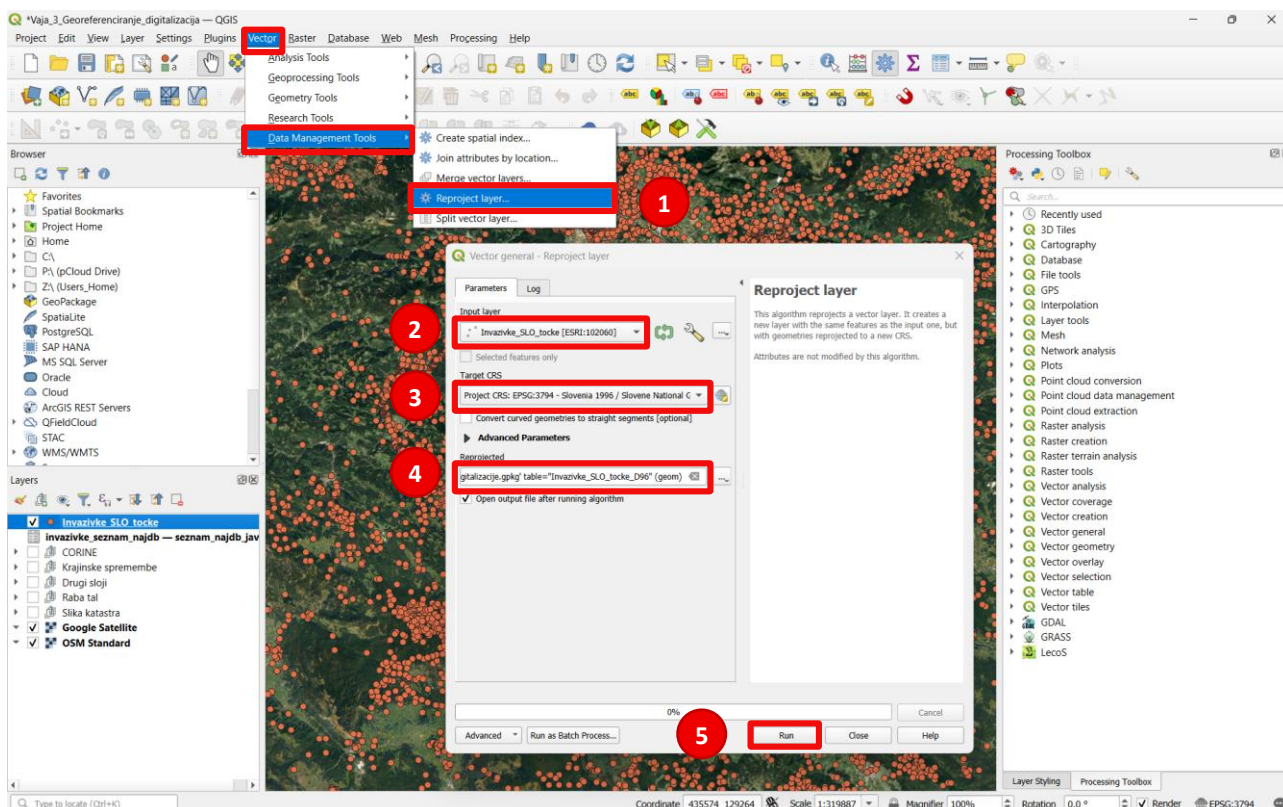


5.9 Spreminjanje projekcij slojev

Sloj iz prejšnjega poglavja je v stari projekciji, čeprav točke ležijo na pravilnih mestih. To je zato, ker programsko orodje QGIS upošteva projekcije slojev in projekta (za podrobnosti glej poglavje 3.4.1) in avtomatsko preslika točke iz sloja, ki so v drugi projekciji, kot je projekcija projekta, na pravilno mesto. V angleščini je za to v rabi izraz *on the fly*.

Dokler prostorske podatkovne baze zgolj vizualiziramo, to ni problematično. Težave lahko nastanejo takrat, ko želimo analizirati in urejati dva sloja z dvema različnima projekcijama. Da bi se izognili kakršnimkoli težavam, *reprojiciramo* (tj. spremenimo projekcijo) sloj(e) v isto projekcijo. V nadaljevanju prikazujemo spreminjanje projekcije na primeru podatkovne baze o invazivkah – sloj torej želimo reprojicirati iz projekcije *D48/TM* v projekcijo projekta z oznako *D96/TM*.

Orodje za reprojiciranje vektorskih slojev se imenuje *Reproject layer ...*, ki ga najdemo pod menijem *Vector* in skupino *Data Management Tools* (1). Najprej določimo vektorski sloj, ki ga želimo reprojicirati (2) in določimo ciljno projekcijo *Target CRS* (3). V našem primeru bo to projekcija projekta in vseh preostalih slojev s šifro *EPSG: 3794*. Nazadnje določimo še lokacijo in naziv izhodnega (reprojiciranega) sloja (4) in kliknemo gumb *Run* (5).



Za reprojiciranje rastrskih slojev je v rabi orodje *Warp (Reproject) ...*, ki ga najdemo pod menijem *Raster* in skupino *Projections*. Način delovanja je popolnoma enak reprojiciranju vektorskih slojev, ki je opisan prej.

5.10 Pouzetek in naloge

Centralna tematika petega poglavja je delo z vektorskimi sloji. Pred tem smo se najprej seznanili z georeferenciranjem lista zemljevida Franciscejskega katastra. Ta zemljevid je pomemben, ker je prvi, ki natančno prikazuje dejansko rabo tal po parcelah – ustvarjen je bil v začetku 19. stoletja. Nato smo si ogledali postopek vektorizacije georeferenciranega lista. Spoznali smo postopke ustvarjanja novih vektorskih slojev, dodajanja novih in urejanja obstoječih elementov na vektorskem sloju. V nadaljevanju smo si ogledali atributivne preglednice slojev in delo z njimi, dodajanje atributov ter urejanje geometrije elementom. Nato smo se seznanili še z dodajanjem oznak in načini vizualizacije vektorskih slojev, v zadnjem poglavju pa spoznali postopke analize sprememb rabe tal in povzemanja osnovnih statistik atributov.

Za utrjevanje osvojenega znanja poskusi rešiti naloge in odgovoriti na vprašanja.

- S portala VAČ prenesi poljuben list Franciscejskega katastra in ga georeferenciraj (glej poglavji 5.2 in 5.3). Poskusi z različnimi transformacijami in številom referenčnih točk. Katera transformacija je bila najboljša?
- Ustvari nov vektorski sloj znotraj novega geopaketa. Vektoriziraj (vsaj del) lista georeferenciranega lista Franciscejskega katastra. Pripravi vektorski sloj raba_tal_loceni, kjer so elementi posamezni poligoni, poveži sloj s šifrantom raba tal in izračunaj površino elementov. Kateri element je največji po površini? Katere rabe tal? Koliko elementov je na rabi tal njive? Koliko je vseh elementov?
- Na vektorski sloj vektorizirane rabe tal dodaj atribut Obseg in izračunaj obsege poligonov. Poligon katere rabe tal ima največji obseg?
- Združi sloj raba_tal_loceni po šifri rabe tal. Koliko različnih rab tal najdemo na območju? Katera raba skupno prevladuje po površini? Katere rabe je skupno najmanj po površini?
- Koliko je vseh poligonov z rabo tal njive in velikostjo, večjo od enega hektara? Koliko je vseh poligonov z rabo tal njive ali velikostjo, večjo od enega hektara?

6 Krajinske metrike

V poglavju so podrobneje opisane najpomembnejše krajinske metrike za kvantifikacijo in objektivno vrednotenje krajinske zgradbe. V poglavju sledimo opisani klasifikaciji (McGarigal, b. l.) in najprej opišemo izbrane krajinske metrike za kvantifikacijo sestave, nato izbrane krajinske metrike za prostorsko razporeditev ter hkrati predstavimo načine za njihov izračun v programskem orodju QGIS. V zadnjem delu se seznanimo še z vtičnikom LeCOS za analizo krajinskih metrik. Ustvarimo nov projekt QGIS in ga shranimo v novo mapo z imenom *Vaja_4_Krajinske_metrike*. V tem poglavju uporabljamo gradivo vaje 4, ki ga najdemo na RUL: <http://hdl.handle.net/20.500.12556/RUL-171097>.

6.1 Na splošno o krajinskih metrikah

Raziskave s področja krajinske ekologije so usmerjene v proučevanje vzrokov, posledic in funkcionalnih sprememb prostorske heterogenosti (Turner in Gardner, 2015: 97). Posebno pomembno je proučevanje interakcije med prostorskimi vzorci in ekološkimi procesi (tj. delovanje krajine), za kar se poslužujemo kvantitativnih metod. Poleg odgovora na vprašanje *kaj* in *koliko* se je krajinski vzorec spremenil (glej poglavje 5.7), nas pogosto zanima tudi *kako* je sprememba nastala. Kvantitativne metode omogočajo tudi objektivno primerjavo dveh različnih območij analize ter za analizo morebitnih scenarijev prihodnjega razvoja (Turner in Gardner, 2015: 99–140).

Krajinska ekologija je veda o zgradbi, spreminjanju in delovanju krajine. Predvsem prva dva elementa moremo uspešno opisati s pomočjo t.i. krajinskih metrik, ki kvantitativno in zato objektivno podajajo želene značilnosti. Primeri kazalnikov so povprečna površina zaplate, oblika zaplate, indeks jedrnih območij, relativni delež in število različnih ekosistemov analiziranega območja itn. V priročniku bomo podrobneje spoznali najpomembnejše krajinske metrike in njihovo analitično moč na realnem primeru.

Krajinske metrike (angl. landscape metrics) ali krajinski kazalniki so kvantitativni podatki za ovrednotenje zgradbe krajine v okolju GIS (Pirnat, 2024: 130). Pirnat (2024: 139–146) navaja nekaj primerov uporabe krajinskih metrik v realnih situacijah. Krajinske metrike podajajo mero in snov za prostorsko strukturo zaplat, razredov zaplat ali celotne krajine (Botequilha-Leitão in sod., 2006: 20). S krajinskimi metrikami merimo geometrijske lastnosti krajinskih elementov in njihov relativni položaj ter porazdelitev. Z njimi si pomagamo izmeriti, opisati in razumeti pomen krajinskih elementov ali njihov prostorski vzorec.

Izraz **drobljenje** (angl. fragmentation) se pogosto pojavlja kot sinonim za pet pojavov, in sicer drobljenje, deljenje, vrzeljenje, manjšanje in izginjanje (Forman, 1995; Pirnat, 2024: 104–105). Drobljenje je razkosanje prej enovitega habitata ali ekosistema v več manjših ločenih delov. Gre za proces, ki je nadaljevanje deljenja. Lahko se začne z vrzeljenjem, ki predstavlja oblikovanje manjših habitatov ali ekosistemov znotraj zaplate. Posledica drobljenja je manjšanje habitata ali ekosistema. Če se manjšanje nadaljuje, govorimo o izginjanju. Pojavi se med seboj prepletajo, pogosto pa jih posredno ali neposredno sprožajo človekove dejavnosti (Pirnat, 2017: 122). Posledice drobljenja so: izguba površine in vrst, ki se pojavljajo

na večjih sklenjenih površinah, motnja za vrste, ki so poseljene zelo na redko, povečevanje izoliranosti, spodbujanje vdora tujih vrst. S krajinskimi metrikami v osnovi kvantificiramo **sestavo krajine** in **prostorsko razporeditev krajine** (McGarigal, b. l.).

Prostorska razporeditev krajine (angl. configuration) se nanaša na prostorski značaj, postavitev ali lokacijo zaplat znotraj krajinskega mozaika. Te metrike po navadi izračunavamo za raven krajine ali razreda. **Sestava krajine (composition)** se nanaša na lastnosti, povezane z različnostjo in količino zaplat znotraj krajine. Te metrike niso prostorsko eksplisitne (Turner in Gardner, 2015: 116) in jih izračunamo za raven krajine. Tako krajinska sestava kot prostorska razporeditev lahko neodvisno in vzajemno vplivata na ekološke procese (npr. gibanje snovi, živih bitji, razmnoževanje).

Krajinske metrike torej izračunavamo na treh prostorskih ravneh (McGarigal, b. l.):

- **raven zaplate** -> metrike izračunamo ločeno za vsako zaplato v krajini; opisujejo prostorski značaj in značilnosti posamezne zaplate; izračunane vrednosti za vsako posamezno zaplato imajo relativno majhno interpretativno vrednost; so predvsem osnova za izračun krajinskih metrik na ravni razreda ali krajine;
- **raven razreda** -> metrike izračunamo za vsak razred v krajini (tj. združene zaplate istih razredov); predstavljajo prostorsko razporeditev in krajinski vzorec; večino teh metrik lahko interpretiramo kot kazalnike fragmentiranosti, ker merijo prostorsko razporeditev posameznih razredov;
- **raven krajine** -> metrike izračunamo za celoten krajinski mozaik; predstavljajo prostorski vzorec celotnega krajinskega mozaika; večino teh metrik lahko širše interpretiramo kot kazalnike krajinske heterogenosti, ker merijo celoten mozaik.

Posamezna krajinska metrika obravnava enega od osmih vidikov krajinskega vzorca (McGarigal, b. l.):

- **površina in rob** -> osnovne metrike za opis heterogenosti krajine (npr. površina zaplat, delež površin razreda, gostota roba, kazalnik največje zaplate),
- **oblika** -> za opis geometrijske kompleksnosti in/ali kompaktnosti zaplat (npr. razmerje med obsegom in površino, indeks oblike, indeks fraktalne dimenzije),
- **jedrne cone** -> za opis notranjosti zaplat (t.i. jedrnih con) (npr. površina jedrne cone, indeks jedrnih con, število jedrnih con po razredih),
- **kontrast** -> za opis stopnje razlik (tj. kontrasta) vzdolž robov zaplat (npr. indeks robnega kontrasta),
- **agregacija** -> za opis stopnje združevanja (agregiranja) zaplat (npr. indeks agregacije),
- **težnja k združevanju** -> za opis stopnje razdeljenosti razreda ali krajine (npr. število zaplat, gostota zaplat),
- **izoliranost** -> za opis stopnje prostorske oddaljenosti (izoliranosti) zaplat med seboj (npr. indeks povezanosti, indeks podobnosti),
- **raznolikost** -> za opis sestave in raznolikosti krajinskih vzorcev (npr. bogastvo zaplat, Shannonov indeks enakomernosti, Simpsonov indeks raznolikosti, prevlada).

Za poglobitev v teorijo priporočam študij del Forman in Godron (1986), Farina (2006), Turner in Gardner (2015), With (2019) ter Pirnat (2024), za praktične podrobnosti glede krajinskih metrik pa Botequilha-Leitão in sod. (2006), Fragstats... (2023) ter McGarigal (b. l.).

6.2 Najpomembnejše krajinske metrike za kvantifikacijo sestave

6.2.1 Skupna površina razreda (Class area CA)

Med osnovne krajinske metrike nedvomno uvrščamo skupno površino razreda zaplat. Drugo angleško ime zanjo je Total Class Area (TCA). Razred je tu sinonim za kategorijo, kot je npr. kategorija rabe tal (atribut RABA_ID). To pomeni, da je to metrika na ravni razreda. Tehnično gledano je to vsota vseh površin zaplat znotraj posamezne kategorije. Gre za absolutno mero, ki jo najpogosteje izrazimo v enotah kvadratni metri, hektari in kvadratni kilometri. CA je mera sestave krajine in predstavlja skupno površino posamezne kategorije zaplat (npr. ekosistema, rabe tal) znotraj obravnavane krajine.

Metrika CA pomaga prepoznati matico in manjšinske ekosisteme ali rabe tal. Prvi je pomemben strukturni element krajinskega mozaika, drugi pa morebiti osnova za ekološko pomembna območja. Matica je krajinski element, ki je najboljšežnejši, najboljše povezan in najbolj vpliva na razvoj prostora (Pirnat, 2024: 71). Metrika CA sporoči, kateri krajinski element (npr. ekosistem, raba tal) na obravnavanem območju ima največjo površino. Spremembe površin lahko nakazujejo na pomembne spremembe v delovanju ekosistemov, spremembe pretoka snovi, vrst in hranil. Metrika CA ne sporoča prostorske lokacije, ampak zgolj omogoča agregiran pregled skupnih površin. Uporabna je v kombinaciji z metrikami bogastvo zaplat (PR), povprečna velikost zaplat (AREA_MN) in gostota zaplat (PD), ki jih predstavljamo v nadaljevanju.

Izračun metrike CA

Z izračunom površin posameznih elementov smo se seznanili v poglavju 5.4.9. Na primeru podatkovnih baz vaje 4, kjer so posamezni elementi (tj. poligoni) rabe tal ločeni, je metriko CA najenostavneje izračunati z orodjem statistika po kategorijah, ki je opisano v poglavju 5.7.4.

Preglednica 2 (stolpec *sum*) podaja povzetek skupnih površin rabe tal v letih 1825 in 2025. Iz nje razberemo, da je v obeh letih prevladovala raba tal 2000 (tj. gozd) in da se je v dvesto letih povečala za več kot 21 ha (218.940,28 m²). Na drugi strani je v letu 1825 bilo najmanj rabe tal 7000 (tj. vode), v letu 2025 pa rabe tal 1100 (tj. njive). Tu velja opomniti, da velike razlike v letih (npr. raba tal 1100) v določeni meri izhajajo tudi iz same klasifikacije rabe tal, ki je v letu 2025 veliko podrobnejša, ter natančnosti vektorizacije (glej tudi komentar v poglavju 5.4.2).

6.2.2 Razmerje površin razredov (Class area proportion CAP)

Če prva metrika predstavlja posamezen razred v absolutnem pomenu, je metrika CAP komplementarna alternativa v relativnem pomenu. To pomeni, da CAP predstavlja delež površin posameznega razreda (tj. ekosistema, rabe tal) v krajini. Metriko CAP v angleškem jeziku najdemo tudi pod nazivom Percentage of Landscape in akronimom PLAND. Izražena je v odstotkih, zato je zelo primerna takrat, ko primerjamo dve različno veliki krajini. Podobno kot metrika CA je to metrika na ravni razreda. Gre torej za relativno mero, ki se – podobno kot CA – navezuje na obseg razredov in ne obravnava njihove prostorske razporeditve.

Tudi metrika CAP je uporabna za prepoznavo matice, manjšinskih ekosistemov ali oceno krajinske enakomernosti. Uporabna je v kombinaciji z metriki PR, AREA_MN in PD.

Izračun metrike CAP

Izračun metrike CAP lahko opravimo v programskem orodju QGIS ali v programu za obdelavo razpredelnic (npr. LibreOffice Calc, MS Excel). Posamezno skupno površino razreda enostavno delimo s površino vseh razredov skupaj (tj. celotnega obravnavanega območja, krajine). V QGIS jo izračunamo tako, da vsoto površin po posameznih rabah tal (stolpec *sum*) delimo s skupno vsoto vseh rab tal pomnožimo s 100 (1). Skupno vsoto vseh rab tal najhitreje izračunamo tako, da z orodjem *Show Statistical Summary* (2; glej tudi poglavje 5.7.3) seštejemo vse vsote površin po posameznih rabah tal (3). Dobljeni rezultati (4) so v odstotkih – ugotovimo, da raba tal 2000 (gozd) zaseda 62,80 % vseh površin obravnavanega območja, najmanj pa je rabe 7000 (vode), in sicer 0,97 %.

The screenshot shows the QGIS interface with several windows open. The Field Calculator dialog is in the foreground, showing the expression $\text{sum} / 186.878 * 100$. The Statistics dialog is also open, showing the sum of all areas as 186.878. The CAP values for each land use class are displayed in a table.

RABA_ID	count	sum	CAP
1	1300	26,7402283019	19,6600072250
2	1800	13,102755558896	5,49853695442
3	1100	64,165986049121	8,88205402037
4	3000	7,408604407671	2,18647677988
5	7000	2,181850599744	0,97309795558
6	2000	117,359168298	62,7998845760

6.2.3 Bogastvo zaplat (Patch richness PR)

Bogastvo zaplat pomeni število različnih tipov razredov zaplat (npr. ekosistemov, rab tal). Metrika PR je najpreprostejša mera sestave krajine, ki nakaže številčno pestrost različnih vrst razredov zaplat na obravnavanem območju. Metrika PR je zgolj metrika na ravni krajine. Predvsem je primerna za oceno raznovrstnosti živali, rastlin in gibanja snovi ter energije. Več različnih tipov razredov zaplat praviloma pomeni večjo raznolikost fizičnih in ekoloških pogojev, kar nakazuje na večjo raznovrstnost, skladiščenje hranil ter večjo sposobnost zadrževanja padavinskih voda (Botequilha-Leitão in sod., 2006: 63–68). PR ne pove nič o prostorski razporeditvi tipov razredov, niti ne o samih površinah razredov. Metrika je občutljiva za uporabljeni obseg obravnavanega območja in sistem razredov. Metrika PR je torej funkcija obsega v pomenu, da večje krajine verjetno vsebujejo več različnih tipov razredov zaplat. Uporabna je v kombinaciji z metrikami CAP, število zaplat (PN) in PD.

Izračun metrike PR

Programsko orodje QGIS poda informacijo o številu različnih rabah tal implicitno, kar pomeni, da lahko enostavno odčitamo število vseh elementov v opisu atributivne preglednice sloja raba tal ali njenega derivata (npr. opisna statistika). Za prvo uporabimo atributivno preglednico rabe tal z združenimi poligoni (1; glej tudi poglavje 5.4.9). Kot drugi primer pa je atributivna preglednica, ki jo izračunamo z orodjem statistika po kategorijah, kar je opisano v poglavju 5.7.4 (2).

Na primeru uporabljenih slojev rabe tal razberemo, da je bilo število različnih tipov rabe tal v letu 1825 6, v letu 2025 pa 11. Lahko zaključimo, da se je skozi leta povečevala raznovrstnost fizičnih in ekoloških pogojev. Tudi tu velja opomniti, da razlike v določeni meri izhajajo iz same klasifikacije rab tal, ki je v letu 2025 veliko natančnejša.

The screenshot displays the QGIS interface with the following data tables:

Table 1: Raba_tal_1825_zdruzeni (Features Total: 6, Filtered: 6, Selected: 0)

fid	RABA_ID	Povrsina	Povrsina_ha
1	7000	18074,2479103...	1,80742479103...
2	1300	43720,2643603...	4,37202643603...
3	1100	860,245033183...	0,08602450331...
4	2000	575980,198011...	57,5980198011...
5	3000	7864,67057435...	0,78646705743...
6	1800	3525,38504274...	0,35253850427...

Table 2: Statistics_rabe_tal_2025 (Features Total: 11, Filtered: 11, Selected: 0)

fid	RABA_ID	count	unique	min	max
1	1	1410	18	0,00017084015...	0,06240442360...
2	2	1300	21	0,01423818526...	6,30706155922...
3	3	4220	7	0,02627503327...	0,55466058510...
4	4	1100	4	0,01027444523...	0,03080419868...
5	5	1600	11	0,01075863660...	0,38257970847...
6	6	1800	7	0,00265868827...	5,59930540319...
7	7	176747129148...	1,76747129148...	0,02174830029...	10,0299775555...
14	14	0,01387897805...	0,09918734290...	0,03898058110...	138,821106311...
3	3	3	3	0,03898058110...	138,821106311...

Table 3: Statistics_rabe_tal_1825 (Features Total: 6, Filtered: 6, Selected: 0)

RABA_ID	count	sum	CAP	mean
1300	26	36,7402283019...	19,6600072250...	1,41308570392...
1800	13	10,275558896...	5,49853695442...	0,79042737612...
1100	64	16,5986049121...	8,88205402037...	0,25935320175...
3000	7	4,08604407671...	2,18647677988...	0,58372058238...
7000	2	1,81850599744...	0,97309795558...	0,90925299872...
2000	7	117,359168298...	62,7998845760...	16,7655954711...

6.2.4 Prevlada različnih rab tal v krajini (Dominance D)

Metrika prevlade D prikazuje, ali so razredi zaplat (npr. ekosistemi, habitati, rabe tal) površinsko uravnoteženi ali eden/nekaj razredov prevladuje na drugimi (Pirnat, 2024: 130–131). Vrednosti metrike D so normalizirane, da lahko obsegajo vrednosti od 0 do 1, pri čemer nižja vrednost pomeni, da so razredi zaplat, ki jih primerjamo, uravnoteženi, višja vrednost pa pomeni, da ena ali nekaj rab prevladuje (Turner in Gardner, 2015: 116–117). Metrika D je mera sestave krajine, ki omogoča objektivno primerjavo dveh krajin ali iste krajine v dveh časovnih obdobjih. D je metrika na ravni krajine. Derivat metrike je *Shannonov kazalnik enakomernosti* (SHEI), ki je z metriko D v razmerju $SHEI = 1 - D$. Metrika ne poda informacije, kateri razred prevladuje, zato je uporabna v kombinaciji z metrikami CAP, PR in indeks jedrnih con (CAI).

Izračun metrike D

Izračun metrike D temelji na relativnih površinah (v osnovi je to metrika CAP) in številu vseh različnih tipov razredov zaplat (v osnovi je to metrika PR). Ko imamo vse rezultate, metriko D najenostavneje izračunamo v programu za obdelavo preglednic (npr. LibreOffice Calc ali MS Excel). Za izvoz seta podatkov atributivne preglednice v QGIS najprej označimo vse elemente v preglednici – pri tem lahko uporabimo gumb *Invert selection* (1), da preobrne izbor (tj., če imamo 0 izbranih elementov, se izberejo vsi in obratno) ter kliknemo gumb *Copy selected rows to clipboard* (2), ki se aktivira, ko izberemo najmanj en element. V programu, npr. MS Excel, nato prilepimo set podatkov v poljubno celico (3). **Pomembno: preden prilepimo set podatkov iz QGIS, poskrbimo, da so v programu za obdelavo preglednic za decimalna ločila nastavljene pike, za ločila tisočic pa vejice.**

The screenshot shows the QGIS interface with a statistics table for 'Raba_tal_1825_zdruzeni'. The table has columns for RABA_ID, count, sum, mean, and CAP. A red box highlights the 'Copy selected rows to clipboard' button (2) and the 'Invert selection' button (1). Below the QGIS window, the LibreOffice Calc spreadsheet is shown with the copied data pasted into a table. A red box highlights the pasted data (3).

RABA_ID	count	sum	mean	CAP
1300	26	36.7402283019...	1.41308570392...	19.66001
1800	13	10.2735538896...	0.79042737612...	5.498537
1100	64	16.5986049121...	0.25935320175...	8.882054
3000	7	4.08604407671...	0.58372058238...	2.186477
7000	2	1.81850599744...	0.90925299872...	0.973098
2000	7	117.359168298...	16.7655954711...	62.799888

Ko smo uredili set podatkov v MS Excel, sledi sam izračun po enačbi 1.

$$D = 1 - \left[\sum_i \left(-\frac{p_i * \ln(p_i)}{\ln(n)} \right) \right] \quad \dots (1),$$

kjer p_i predstavlja delež razreda i , n pa število vseh razredov zaplat v krajini (Pirnat, 2024: 130). Zaradi lažjega izračuna v sosednji stolpec za posamezno vrstico z rabo tal vpišemo del enačbe znotraj notranjih oklepajev, in sicer: delež posamezne rabe tal (CAP) delimo s 100 in pomnožimo z logaritmom istega deleža rabe tal (1), vse skupaj pa delimo z logaritmom števila različnih rab tal (PR) (2). To naredimo za vse vrstice z rabami tal, na koncu pa D izračunamo tako, da od 1 odštejemo vsoto vseh prejšnjih preračunov (3).

	A	B	C	D	E	F	G
1	wkt_geom	RABA_ID	count	sum	mean	CAP	D pomocni
2	NULL	1300	26	36.740228301944	1.41308570392092	19.6600072250045	$=(F2/100*LN(F2/100))/LN($B$9)$
3	NULL	1800	13	10.27555889689	0.790427376129923	5.49853695442428	$=(F3/100*LN(F3/100))/LN($B$9)$
4	NULL	1100	64	16.5986049121976	0.259353201753088	8.88205402037568	$=(F4/100*LN(F4/100))/LN($B$9)$
5	NULL	3000	7	4.08604407671359	0.583720582387656	2.18647677988505	$=(F5/100*LN(F5/100))/LN($B$9)$
6	NULL	7000	2	1.81850599744171	0.909252998720856	0.973097955586913	$=(F6/100*LN(F6/100))/LN($B$9)$
7	NULL	2000	7	117.359168298005	16.7655954711436	62.7998845760363	$=(F7/100*LN(F7/100))/LN($B$9)$
9	PR =	=COUNTA(C2:C7)				D =	=1-SUM(G2:G7)

Primerjava vrednosti metrike D za leti 1825 in 2025 razkrije, da se je skozi leta zmanjševala stopnja uravnoteženosti rabe tal. Leta 1825 je D znašal 0,378, leta 2025 pa se je povečal na 0,610. Ko ugotavljamo razloge, ne moremo mimo obravnave različne tipologije rabe tal za obe obdobji. S poenotenjem razredov rab tal (npr. agregacija rab tal v skupine rab tal) bi mogoče ugotovili bolj konsistentne rezultate. V našem primeru vrednosti kazalnika nakazujejo, da je v letu 2025 v krajini bolj prevladovalo nekaj vrst rabe tal. Relativna površina (CAP) dejansko razkrije, da se je delež gozdov povečal, metrika PR pa nakazuje na povečanje števila različnih razredov rabe tal.

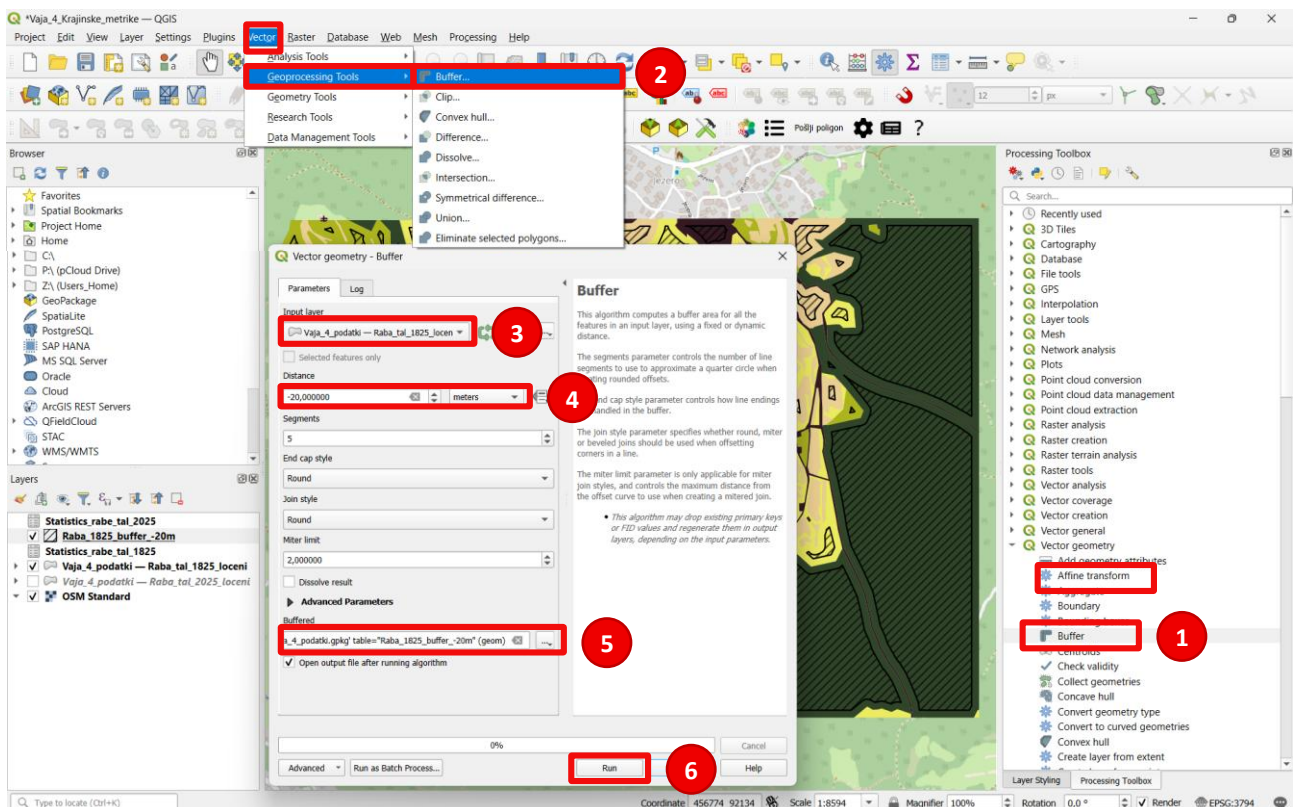
6.2.5 Indeks jedrnih con (Core area index CAI) in njeni derivati

O jedrnih conah (angl. core Area) govorimo takrat, ko od roba posamezne zaplate odštejemo razdaljo od roba zaplate (angl. edge). Velikosti jedrnih con so zelo odvisne od oblike in površine zaplate ter globine roba zaplate (Pirnat, 2024: 80–85). Jedrne cone so pomembne pri ugotavljanju značaja in delovanja zaplat in krajine kot take ter sporočajo sposobnost ustvarjanja habitatov vrst s specifičnimi zahtevami (npr. specialisti). Metrika CAI v osnovi določa delež posamezne zaplate, ki ga tvori jedrna cona. Kot taka je to metrika na ravni zaplate. Uporabnejša metrika pa je tehtano povprečje CAI_AM (angl. area-weighted mean core area index) bodisi na ravni razreda ali ravni krajine. Večji vrednosti metrik CAI in CAI_AM na splošno nakazujeta tudi na manjšo razdrobljenost krajine. Metriki CAI in CAI_AM sta relativni meri in ne odražata velikosti zaplat, skupne velikosti razreda ali krajine (Fragstats..., 2023). Uporabna je v kombinaciji z metrikami CA, CAP in oblika zaplat (SHAPE).

Izračun metrik CAI in nekaterih derivatov

Ročni izračun metrik CAI v programskem orodju QGIS obsega več korakov. Osnovno orodje se imenuje varstveni pas (angl. Buffer) in spada med pomembnejša orodja za analizo prostorskih podatkovnih baz. Zato ga bomo podrobneje spoznali tudi za druga področja rabe, in sicer s točkovnimi in linijskimi vektorskimi sloji.

Orodje za izdelavo varstvenih pasov najdemo v orodjarni pod skupino orodij z nazivom *Vector geometry* (1) ali v meniju *Vector*, podmeniju *Geoprocessing Tools* (2). Izberemo vektorski sloj (raba tal z ločenimi elementi!) (3), opredelimo (negativno) razdaljo od roba zaplat in enoto (4), določimo naziv in lokacijo izhodne datoteke (5) in kliknemo *Run* (6).



Pri zaslonskem posnetku na prejšnji strani smo za opredelitev razdalje od roba zaplat uporabili negativno vrednost, in sicer zato, da se nov sloj z varstvenim pasom ustvari navznoter posameznega poligona. Po navadi sicer varstvene pasove (pogovorno tudi *pufer*) določamo navzven elementov, kot bomo prikazali na primeru točk in linij v nadaljevanju.

Rezultat je (vektorski) sloj varstvenih pasov, ki smo ga na prejšnjem zaslonskem posnetku prikazali šrafirano. V krajinsko-ekoloških analizah je uporabnost takega sloja za nadaljnji preračun metrik skupna površina jedrnih con (CORE), število jedrnih con (NCORE), indeks jedrnih con na ravni zaplate (CAI), povprečna velikost jedrnih con na ravni razreda in krajine (CORE_MN) ter drugih. Osnovna atributivna preglednica sloja varstvenih pasov vsebuje enako število elementov kot izvorni sloj rabe tal. Zdaj lahko preračunamo površine elementov (glej poglavje 5.4.9) in takoj opazimo, da je vrednost večine elementov 0. Ti elementi nimajo veljavnih geometrijskih parametrov elementov, ker pomeni, da elementi (tj. zaplate) nimajo jedrnih con, ker so enostavno premajhne.

V naslednjem koraku uporabimo orodje *Intersection* (glej poglavje 5.7.1), kjer najprej izberemo vhodni sloj *Input Layer*, in sicer sloj rabe tal iz leta 1825 (1). Nato izberemo prekrivni sloj *Overlay Layer*, to je sloj varstvenih pasov (2), opredelimo naziv in lokacijo izhodnega sloja (3) in kliknemo gumb *Run*. Odpremo atributivno preglednico ravnokar ustvarjenega sloja in z orodjem *Field Calculator* izračunamo razmerje med površino elementov sloja varstvenih pasov (naziv atributa *Povrsina_2*) in površino elementov originalnega sloja (naziv atributa *Povrsina*) ter množimo s 100, da izračunamo odstotke (4). Nov atribut poimenujemo (5), določimo realni tip zapisa podatkov atributa (6) in nazadnje kliknemo gumb *OK* (7). V atributivni preglednici atribut CAI podaja informacijo o indeksu jedrnih con za posamezno zaplato (tj. element) (8). Ugotovimo, da imajo največje vrednosti CAI zaplate z rabo tal 2000 (tj. gozdovi), največji CAI ima vrednost 85,8 %, najmanjši pa 0,01 %.

The screenshot shows the QGIS interface with the **Intersection** tool and **Field Calculator** dialog boxes. Red circles 1-8 highlight the following steps:

1. Selecting the input layer: `Vaja_4_podatki - Raba_tal_1825_locen`
2. Selecting the overlay layer: `Raba_1825_buffer_20m [EPSG:3794]`
3. Setting the output layer name and location: `ve/Vaja_4_podatki.gpkg|table="1825_jedrne"`
4. Entering the field calculator expression: `"Povrsina_2" / "Povrsina" * 100`
5. Creating a new field: `CAI`
6. Setting the output field type: `Real number (real)`
7. Clicking the `OK` button.
8. Viewing the resulting CAI values in the attribute table.

Povrsina_2	CAI
4250,83210887...	9,72279598733...
51369,3796794...	59,3010425009...
2835,89509277...	15,5272473780...
751,832230888...	14,7447981656...
64890,6061113...	70,7785892179...
34571,3132896...	52,1887431970...
1941,03100628...	12,6754362837...
860,838032668...	17,6900751645...
10,3688342049...	0,29411919774...
7034,25980771...	13,9630056724...
2,02897600043...	0,04357588720...

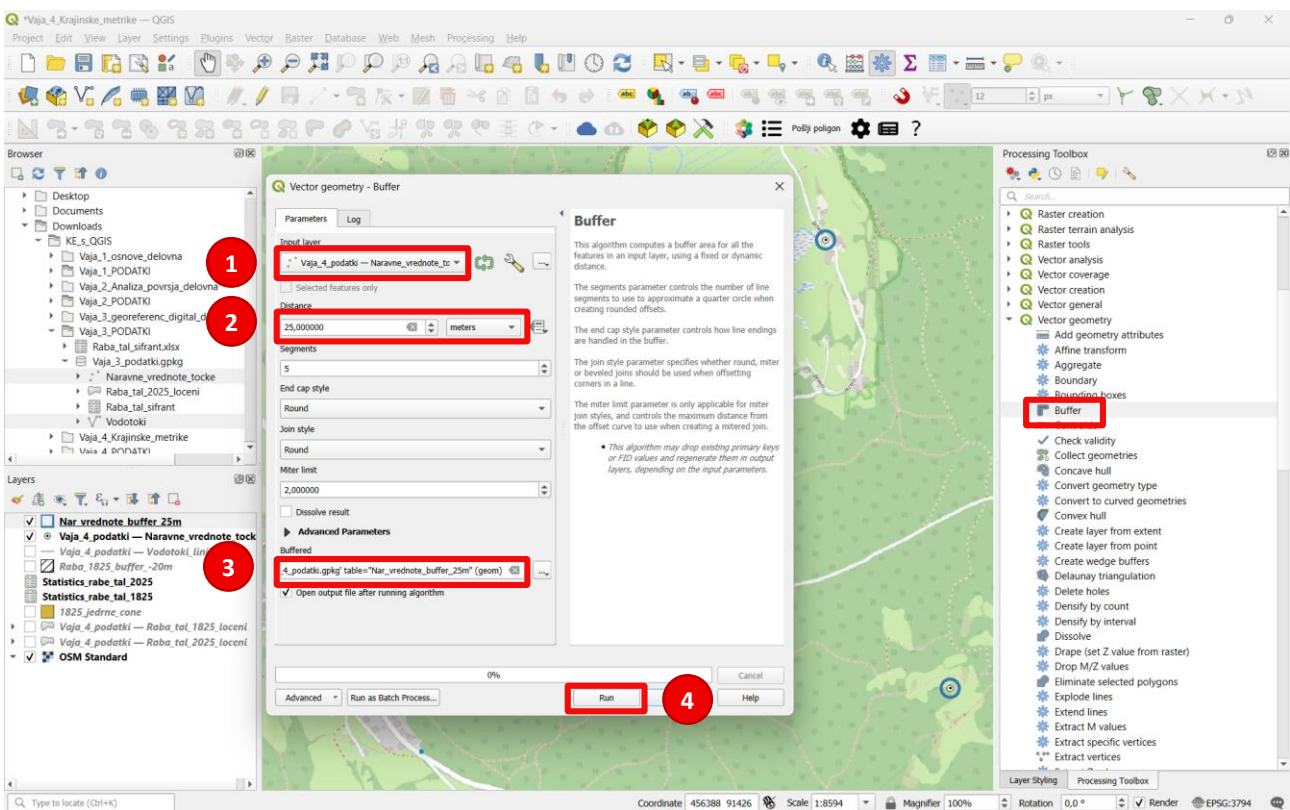
Ko želimo osnovne podatke CAI na ravni zaplat agregirati na raven razreda ali krajine, nadalje odčitamo ali preračunamo:

- **število jedrnih con** (Number of Core Areas; NCORE) – skupno število vseh elementov sloja varstvenih pasov (tj. sloja z jedrnimi conami) po razredu (glej poglavje 5.7.4) ali v celotni krajini (glej poglavje 5.7.3); zanimajo nas vrednosti atributa *count*,
- **skupno površino jedrnih con** (Total Core Area; TCS ali CORE) – vsota površin vseh elementov sloja varstvenih pasov bodisi po razredu (glej poglavje 5.7.4) ali na ravni krajine (glej poglavje 5.7.3), pri čemer nas zanimajo vrednosti atributa vsote *sum*,
- **povprečna velikost jedrnih con** (*Mean core area*; CORE_MN) – povprečna velikost vseh elementov sloja varstvenih pasov po razredu (glej poglavje 5.7.4) ali na ravni krajine (poglavje 5.7.3), pri čemer nas zanimajo vrednosti atributa povprečja *mean*.

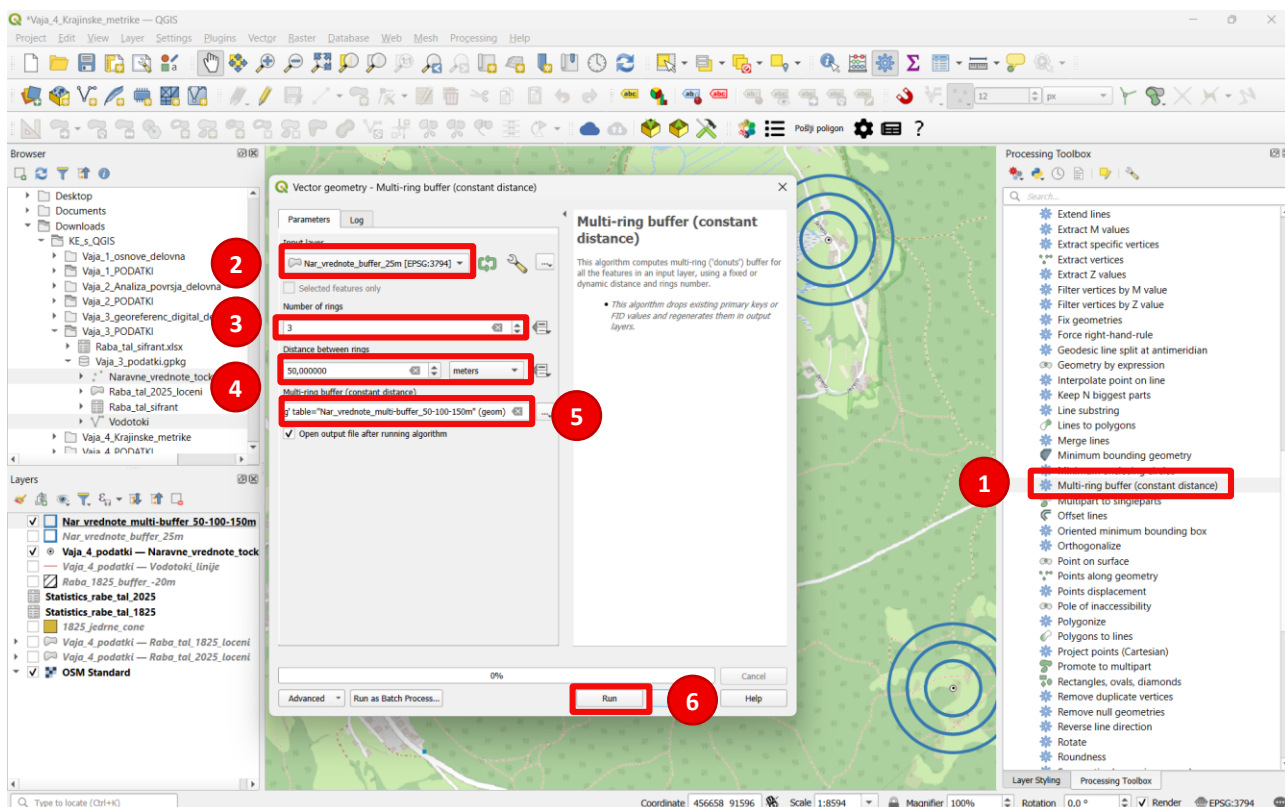
Za interpretacijo priporočam ogled publikacij Farina (2006), Turner in Gardner (2015), Fragstats... (2023) ter Pirnat (2024).

Varstveni pas točk

Najpogosteje se orodje za izdelavo varstvenih pasov *Buffer* uporablja za določanje varstvenih pasov (tudi varovalnih pasov ali tamponskih območij) območja izbranega poligona, točke ali linije. Tako npr. želimo opredeliti enoten 25-metrski varstveni pas okrog naravnih vrednot, da jih zavarujemo, ali prikazati pasove oddaljenosti od središča vasi. V orodju *Buffer* izberemo vhodni sloj *Input Layer* (1), določimo (pozitivno) razdaljo in enote (2), lokacijo in naziv izhodne datoteke (3) ter kliknemo gumb *Run* (4). Število elementov na sloju varstvenih pasov je enako številu elementov originalnega sloja, saj okrog točk nastane nov poligon.



Poseben primer oblikovanja območij varstvenih pasov so večkratni varstveni pasovi, ko želimo opredeliti npr. tri zavarovana območja okrog točk, linij ali poligonov. V nadaljevanju prikazujemo primer za točke, a popolnoma enak postopek velja za linije in poligone. Za to uporabimo orodje *Multiple-ring buffer (constant distance)*, ki ga najdemo v orodjarni pod skupino orodji z nazivom *Vector geometry* (1). Nato izberemo sloj, okrog katerega želimo urediti varstvene pasove (2), opredelimo število pasov (območij) (3) in razdaljo med njimi (4). Nazadnje vpišemo še naziv in lokacijo izhodne datoteke (5) ter kliknemo gumb *Run* (6).



Varstveni pasovi linij

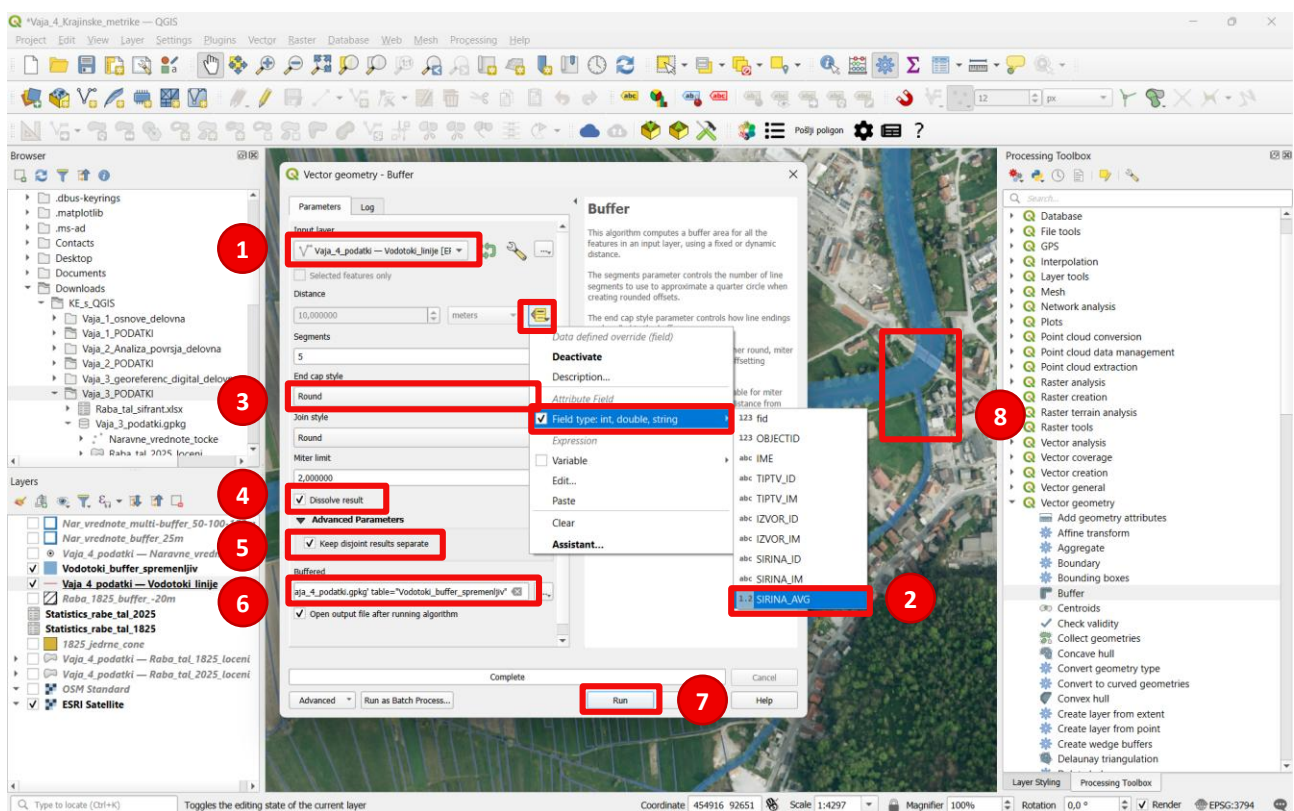
Nazadnje prikazujemo še orodje za izdelavo varstvenih pasov za primer linijskih vektorskih slojev, s katerimi po navadi prikazujemo linijske koridorje (npr. ceste, vodotoke, preseke, meje, plazišča) ali podobne pod- in nadzemlske linijske objekte (npr. plinovodi, daljnovodi). V zanimanju krajinske ekologije so predvsem linijski koridorji; za podrobnejši opis koridorjev glej Pirnat (2024: 86–91 in 94–98).

Za primer varstvenih pasov linij bomo uporabili sloj *Vodotoki_linije*, ki vsebuje atribut *SIRINA_AVG*, ki predstavlja polovično vrednost povprečne širine celotnega vodotoka. Povprečna širina vodotoka je dana z atributoma *SIRINA_ID* in *SIRINA_IM*. Ideja je prikazati izdelavo struge vodotokov z danimi povprečnimi širinami. Linije vodotokov namreč predstavljajo osi strug vodotokov, orodje *Buffer* pa ustvari levo in desno od linije varstveni pas, ki ga bomo v tem primeru označili kot strugo vodotokov.

Odpremo orodje *Buffer* in izberemo vhodni linijski sloj, kateremu želimo dodati varstveni pas (1). Nato pod polje razdalja Distance ne vpišemo števila, ampak kliknemo gumb *Data defined override*, se pomaknemo pod *Field type: int, double, string* in izberemo atribut z nazivom SIRINA_AVG (2). Nato opredelimo obliko zaključka pasu (3), kjer termini pomenijo:

- **round** = zaokrožen zaključek; od konice linije do roba velja radij razdalje,
- **flat** = pravokotno na konico linije; varstveni pas se konča točno na zadnji točki,
- **square** = pravokoten zaključek; pas se konča s pravokotno obliko in dano razdaljo.

Obkljukamo možnost *Dissolve results*, ki združi vse dotikajoče se nove poligone varstvenih pasov v en velik poligon (4) ter možnost *Keep disjoint results separate*, ki ustvari več poligonov varstvenih pasov, ko so slednji prostorsko ločeni (5). Nazadnje opredelimo naziv in lokacijo izhodnega sloja (6) ter kliknemo gumb *Run* (7). Na spodnji sliki je struga Ljubljanske najširša, sledijo ji pritoki in nato najmanj široki melioracijski jarki (8).



6.3 Najpomembnejše krajinske metrike za kvantifikacijo razporeditve

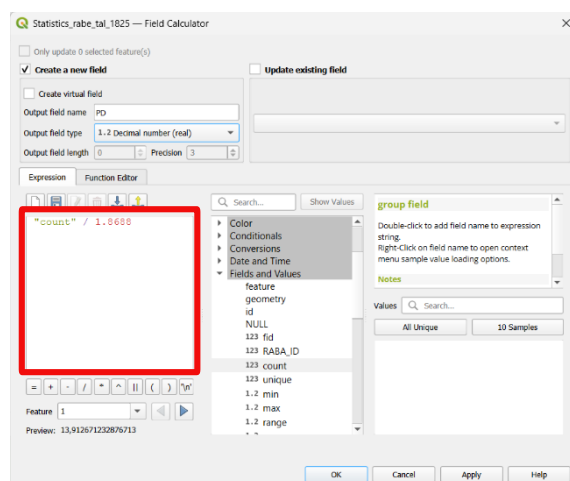
6.3.1 Število in gostota zaplat (Patch number PN in Patch density PD)

Število zaplat posameznega razreda (npr. rabe tal, ekosistema) ali skupno v celotni obravnavani krajini izražamo z metriko PN (Patch number). Relativna alternativa metriki PN je gostota zaplat (Patch density; PD), ki je zrelativizirano število zaplat posameznega razreda na površino vseh zaplat v krajini (tj. celotne obravnavane krajine). Metriki PN in PD razkrijeta vidik razdrobljenosti, ki neposredno vpliva na delovanje krajine in procese v njej. Tako lahko ena velika zaplata (npr. matica) podpira več vrst kot več manjših zaplat (Botequilha-Leitão in sod., 2006). Poleg tega lahko omogoča habitat za potencialno naselitev t.i. jedrnih vrst. Po drugi strani lahko več manjših (prostorsko ločenih) zaplat posameznega razreda zagotovi dodatne, redundantne (angl. redundant) zaplate za zmanjšanje tveganj izgub ob motnjah (npr. ujme) ali preprečuje njihovo širjenje. Tudi obnova krajine z več manjšimi zaplatami je po motnji praviloma hitrejša. Metriki na ravni razreda tako omogočata oceno odpornosti posameznega razreda, metriki na ravni krajine pa nakazujeta na ekološke koristi ali motenost prehoda snovi, živali, energije v krajini. Meri ne ponujata informacij o površini zaplat ali razredov zaplat. Uporabni sta v kombinaciji z metriki CAP, AREA_MN in SHAPE.

Izračun metrik PN in PR

Število zaplat (metrika PN) za raven krajine enostavno odčitamo iz kateregakoli sloja rabe tal z ločenimi poligoni. Za raven razreda pa enostavno izračunamo opisno statistiko atributa z več razredi na istem sloju rabe tal (glej poglavje 5.7.4). Preglednica 2 vključuje te podatke za leti 1825 in 2025 v stolpcu *Count*. Razberemo lahko, da se je število zaplat rabe tal 1100 (njive) iz 64 v letu 1825 zmanjšalo na zgolj štiri v letu 2025. Število zaplat rabe tal 1300 (trajni travniki), 3000 (pozidano in sorodna zemljišča), 7000 (vode) je ostalo podobno.

Za izračun metrike PD izhajamo iz atributivne preglednice s številom zaplat po razredih rabe tal (glej poglavje 5.7.4). V orodju *Field Calculator* nato ustvarimo nov atribut, ki ga izračunamo tako, da število zaplat delimo s skupno površino območja analize, ki znaša 1,8688 km². V tem primeru atribut *PD* torej podaja rezultate v n/km². Izbira površinske enote temelji na ideji, da vsaj za večino razredov



prikažemo število zaplat z vrednostjo, večjo od ena. Na ravni krajine metriko PD izračunamo tako, da enostavno delimo število vseh zaplat s celotno površino.

V letu 1825 je tako analizirana krajina obsegala dobrih 34 zaplat njiv na kvadratni kilometer in eno zaplato vode na kvadratni kilometer. Na ravni krajine znaša metrika PD 63,7 zaplate na km² v letu 1825 in 49,8 zaplate na km² v letu 2025.

6.3.2 Povprečna velikost zaplat (Mean patch size AREA_MN)

Metrika AREA_MN podaja vrednosti povprečne velikosti zaplate danega razreda ali vseh zaplat znotraj krajine. Je mera razdelitve razreda ali krajine na še manjše dele in razkriva vidik heterogenosti. Velja za eno pomembnejših metrik prostorske razporeditve. Velikost zaplat pomembno vpliva na delovanje posameznega razreda (npr. habitata, ekosistema) in je tesno povezana s populacijo vrst, ki jih lahko gosti. Če se zmanjša velikost, so vrste notranjosti (po navadi so to specialisti) bolj prizadete kot vrste roba (največkrat so to generalisti). Rastline in živali, ki so odvisne od večjih zaplat, bodo z zmanjšanjem povprečne velikosti praviloma postale redkejšje in genetsko šibkejšje. Večje zaplate imajo tudi pomembne funkcije, npr. zadrževanje padavinskih voda, recikliranje hranil, tvorijo habitat (večjih) divjih živali, omogočajo ali zagotavljajo rekreacijo in turizem ter intenzivneje shranjujejo ogljik (Botequilha-Leitão in sod., 2006). Metrike izračunavamo na ravni razreda in na ravni krajine. Uporabni sta v kombinaciji z metrikama CA in CAI.

Izračun metrike AREA_MN

Izračun povprečnih površin zaplat znotraj posamezne rabe tal (tj. raven razreda) opravimo z orodjem Statistics by categories (glej poglavje 5.7.4) na slojih rabe tal z ločenimi elementi. Atributivna preglednica, ki je rezultat orodja (npr. Preglednica 2), obsega podatek o povprečni površini zaplate v atributu z nazivom *mean*. Razberemo npr., da se je povprečna velikost zaplate gozda (raba 2000) povečala iz 167.655,95 m² v letu 1825 na 464.177,32 m² v letu 2025, povprečna zaplata njiv (raba 1100) pa zmanjšala iz 2.593,53 m² v letu 1825 na 196,00 m² v letu 2025.

Za izračun povprečne površine zaplate na ravni krajine uporabimo orodje *Basic statistics for fields* ali *Show Statistical Summary*, ki sta opisani v poglavju 5.7.3. Tudi v tem primeru uporabimo sloj rabe tal z ločenimi elementi (glej poglavje 5.4.4 za podrobnosti). Tako je povprečna velikost zaplat v krajini znašala 1,57 ha v letu 1825 in 2,01 ha v letu 2025.

6.3.3 Oblika zaplat (*Patch shape SHAPE*)

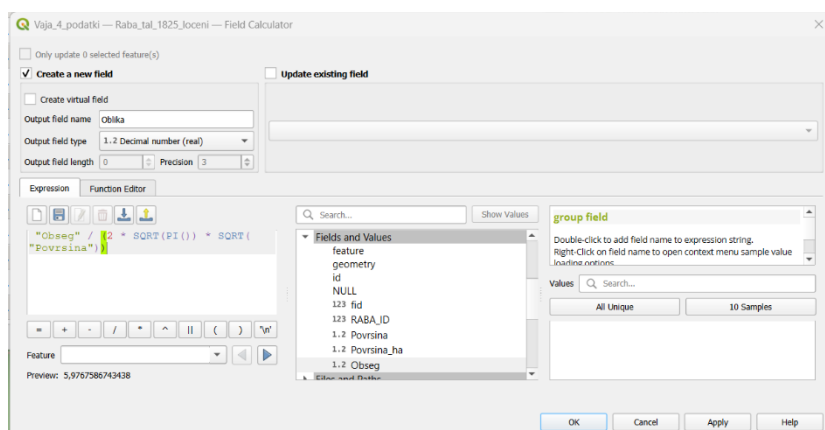
Metrika oblika zaplat SHAPE je mera geometrijske zapletenosti (kompleksnosti) zaplat in prostorske razporeditve. Pri analizi vektorskih slojev jo izračunamo kot razmerje med obsegom zaplate in obsegom kroga z enako površino, pri analizi rastrskih slojev pa kot razmerje med obsegom zaplate in obsegom kvadrata z enako površino. Preprostejša metrika je enostavno razmerje med obsegom in površino (razmerje O-P) zaplate, ki pa je zelo občutljivo za velikost zaplate, zato je manj uporabna. Oblika zaplate pomembno vpliva na jakost in naravo interakcij zaplate z okolico, v glavnem na osnovi robnega učinka (angl. edge effect) in čezmejnih procesov. Robni učinek se nanaša na spremembe v mikroklimi, motnjah in demografskih procesih, ki spremenijo zgradbo, sestavo, številčnost in status živalskih vrst. Čezmejni procesi pa so npr. pretok energije, snovi, organizmov čez meje in zaraščanje. Slednje je boljše pri zaplatah z zakrivljenimi mejami kot pa ravnimi (Botequilha-Leitão in sod., 2006). Oblika zaplat in orientiranost v prostoru sta pomembni pri premikanju rastlin in živali čez krajino. Tako npr. dolga zaplata pravokotno na smer vetra povečuje raznos semen vetrocvetk. Metriko SHAPE računamo na ravni razreda in na ravni krajine. Vrednost metrike je na spodnji strani omejena z ena, na zgornji pa je neomejena. Višje vrednosti pomenijo večjo kompleksnost, vrednost ena pa pomeni, da je oblika zaplate enaka krogu. Metriko SHAPE je najbolje uporabljati v kombinaciji z metrikami CA, D in AREA_MN.

Izračun metrike SHAPE

Metriko SHAPE na vektorskih podatkih izračunamo po enačbi 2:

$$SHAPE_{ij} = \frac{O_{ij}}{2 * \sqrt{\pi} * \sqrt{P_{ij}}} \quad \dots (2),$$

kjer O_{ij} pomeni obseg zaplate ij , P_{ij} pa površino zaplate ij . Za izračun metrike SHAPE torej uporabimo sloj rabe tal z ločenimi elementi in v atributivni preglednici z orodjem *Field Calculator* izračunamo še obseg posameznega elementa (glej tudi poglavje 5.4.9). Tokrat uporabimo funkcijo *\$perimeter*. Nato ponovno z orodjem *Field Calculator* izračunamo še metriko SHAPE, in sicer tako, da v izraz vpišemo $Obseg / (2 * SQRT(PI()) * SQRT(Povrsina))$. Pri tem pazimo, da je del izraza v imenovalcu pod skupnim oklepajem. Funkcija $PI()$ predstavlja vrednost konstante pi, funkcija $SQRT()$ pa kvadratni koren.

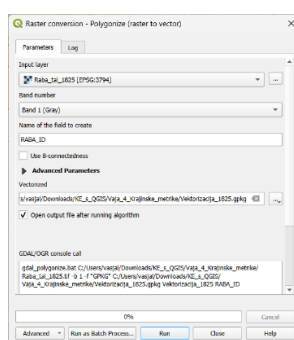
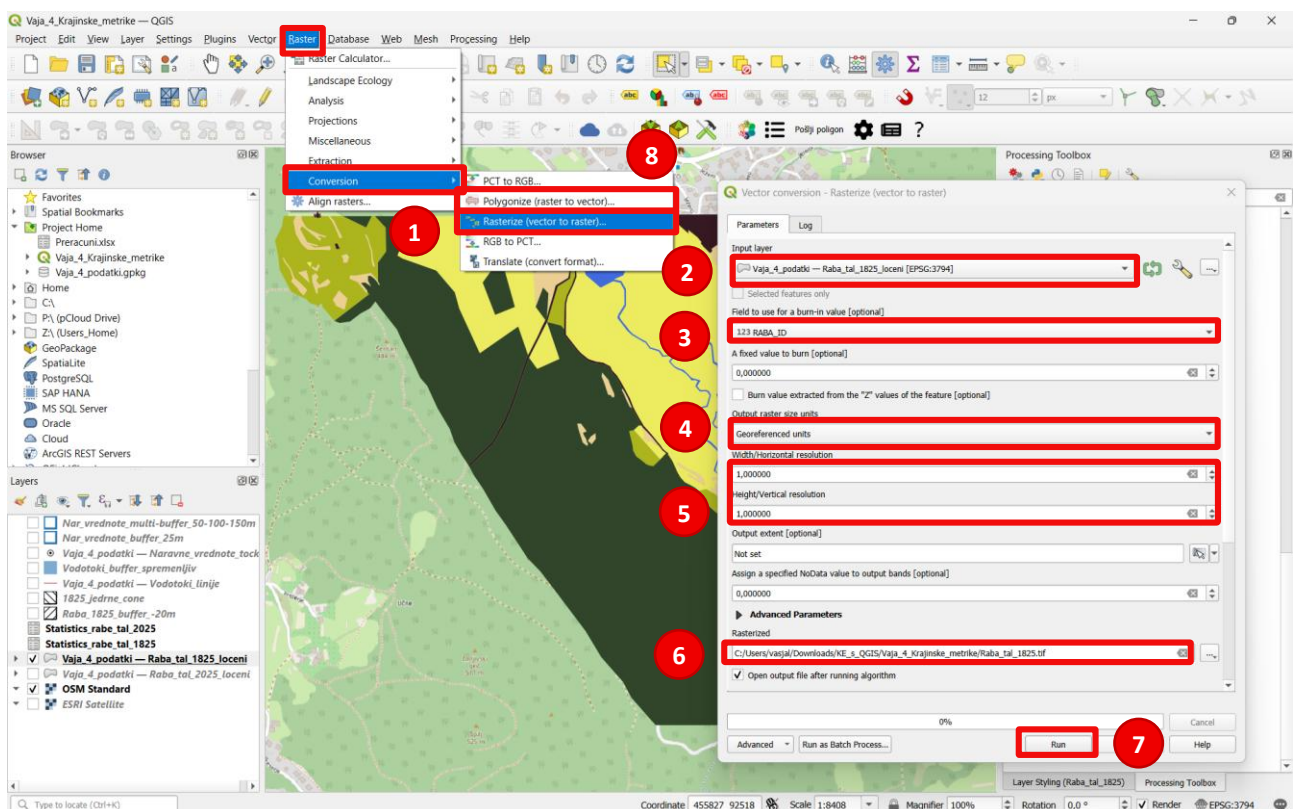


Rezultat je vrednost metrike SHAPE po zaplatah. Za agregacijo na ravni krajine uporabimo orodje, sledimo navodilom v poglavju 5.7.3), na ravni razreda pa navodilom v poglavju 5.7.4. Primeren zglede je naveden tudi v poglavjih 6.3.1 in 6.3.2.

6.4 Rasterizacija

Rasterizacija je postopek avtomatskega pretvarjanja vektorskih slojev v rastrske. Rasteriziramo lahko vektorske sloje poligonov, linij ali točk. Predvsem smiselna je rasterizacija vektorskih slojev poligonov z rabo tal, s prisotnostjo omrežja Natura 2000, z ekosistemi ali drugimi tematskimi vsebinami. Za delo v poglavju 6.5 bomo navedli primer rasterizacije vektorskih slojev rabe tal za leti 1825 in 2025.

Za pretvorbo vektorskega sloja v rastrski uporabimo orodje *Rasterize (vector to raster)*, ki ga najdemo pod menijem *Raster* in podmenijem *Conversion* (1). Najprej določimo vhodni sloj (2), nato izberemo atribut, katerega vrednosti se bodo zapisale v vrednosti rastrskih celic (3). V našem primeru želimo, da vsaka rastrska celica vsebuje vrednost o šifri rabe tal, zato izberemo atribut *RABA_ID*. Nato določimo, da bomo rastrske celice definirali kot georeferencirane enote – *Georeferenced units* (4) in zapišemo želeno vertikalno in horizontalno zrnatost rastrske celice (tj. višino in širino; za naš primer bo to en meter) (5). Določimo naziv in lokacijo izhodnega rastrskega sloja (6) in kliknemo gumb *Run* (7).



Obraten postopek je avtomatska vektorizacija – torej ko rastrski sloj pretvorimo v vektorski sloj. Za to uporabimo orodje *Polygonize (raster to vector)* (8). V najpreprostejši obliki izberemo rastrski sloj *Input layer*, določimo naziv in lokacijo izhodnega vektorskega sloja v datoteki v *.gpkg formatu in kliknemo gumb *Run*. Pretvorjen vektorski sloj ne bo nikoli popolnoma enak izvornemu vektorskemu sloju, ampak bo zgolj približek. Vse pretvorbe vodijo v izgubo dela informacij, zato, če je le mogoče, uporabljamo izvirne podatkovne baze.

6.5 Analiza krajinskih metrik z vtičnikom LeCOS

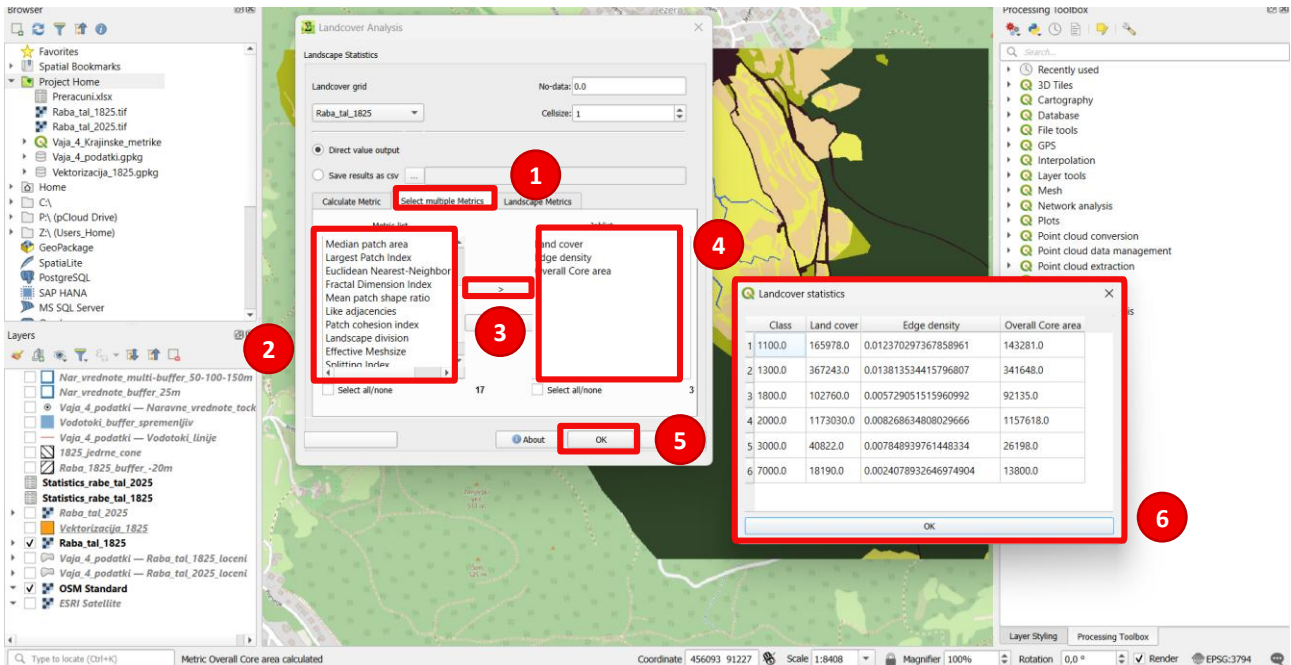
Vtičnik *LeCOS* (kratica za angl. Landscape ECOlogy Statistics) je vtičnik za programsko orodje QGIS za izračunavanje različnih metrik in statistik. Primarno je bil ustvarjen za kvantitativne krajinsko-ekološke analize (Jung, 2016). Vtičnik je brezplačen, namestimo si ga po navodilih v poglavju 3.11. Orodje omogoča izračun:

- posameznih metrik na ravni razreda (*Calculate Metric*),
- več metrik na ravni razreda hkrati (*Select multiple Metrics*),
- metrik na ravni celotne krajine (*Landscape Metrics*).

Osnovno okno orodja poiščemo pod imenom *Landscape statistics* v meniju *Raster* in podmeniju *Landscape Ecology* (1). Najprej določimo rastrski sloj za analizo (2), ki mora obvezno biti kategorični. Nato se odločimo, ali želimo rezultate prikazati neposredno na zaslonu ali jih shraniti v datoteko *.csv (3). V času pisanja tega učbenika slednja funkcionalnost ni delovala pravilno, zato v nadaljevanju prikazujemo zgolj prikaze na zaslonu. Nadalje izberemo, ali želimo izračunati posamezno metriko na ravni razreda, več metrik na ravni razreda ali metrike na ravni krajine (4). Če izberemo prvo, potem zgolj s spustnega seznama izberemo krajinsko metriko (5) in kliknemo gumb *OK* (6). Rezultat se prikaže v novem oknu (7).

Class	Number of Patches
1 1100.0	63
2 1300.0	22
3 1800.0	14
4 2000.0	7
5 3000.0	7
6 7000.0	1

Če se odločimo za izračun več metrik na ravni razreda hkrati, izberemo *Select multiple Metrics* (1), na levem oknu s seznamom izberemo želene metrike (2) in kliknemo gumb »><« (3), da se metrike prenesejo na desno okno (4). Pri izbiri krajinskih metrik za izračun ne priporočamo izbrati vseh naenkrat, posebno na večjih območjih. Ko končamo, kliknemo gumb OK (5). Rezultati so v novem oknu v obliki preglednice (6).



Na ravni razreda lahko z orodjem LeCOS izračunamo naslednje metrike:

Land cover = površina razreda

Landscape proportion = delež razreda

Edge length = dolžina roba

Edge density = gostota roba

Number of patches = število zaplat

Patch density = gostota zaplat

Greates patch area = površina največje zaplate

Smallest patch area = površina najmanjše zaplate

Mean patch area = povprečna površina zaplat

Median patch area = mediana zaplat

Largest patch index = indeks največje zaplate

Euclidean Nearest-Neighbor distance = evklidska razdalja do najbližjega soseda (povprečna)

Fractal Dimension Index = indeks fraktalne dimenzije

Mean patch shape ratio = povprečna oblika zaplate

Overall core area = skupna površina jedrnih območij

Like adjacencies = delež dotikajočih se celic istega razreda

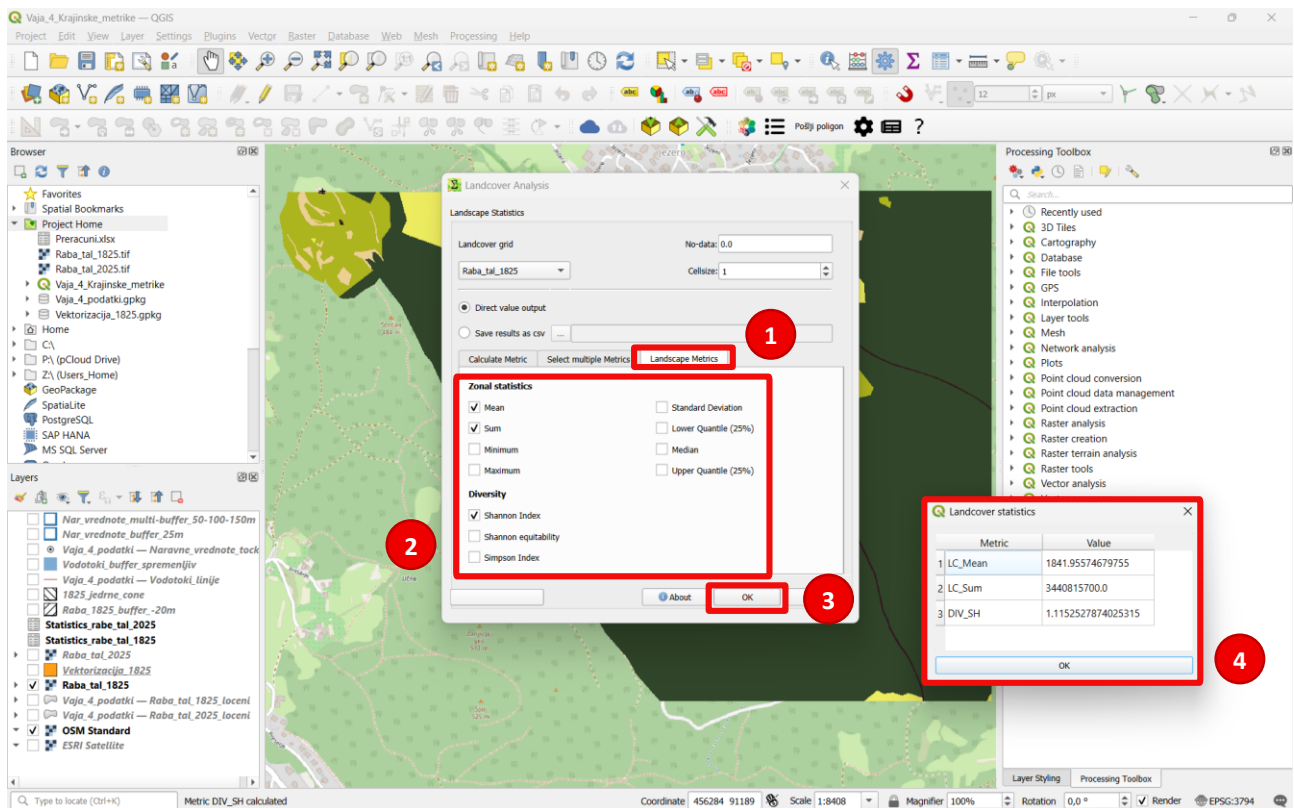
Patch cohesion index = indeks kohezije zaplat

Landscape division = indeks krajinske razdeljenosti

Effective meshsize = učinkovita velikost celice

Splitting index = indeks razdeljenosti

Če se odločimo za izračun (več) metrik na ravni krajine, pa izberemo *Landscape Metrics* (1), obklijkamo zelene metrike (2) in kliknemo OK (3). Tudi v tem primeru so rezultati v novem oknu v obliki preglednice (4).



Na ravni krajine vtičnik LeCOS omogoča izračun naslednjih krajinskih metrik:

Mean = povprečna velikost zaplat

Sum = skupna velikost zaplat

Minimum = najmanjša velikost zaplate

Maximum = največja velikost zaplate

Standard Deviation = standardni odklon

Lower Quantile (25%) = spodnji kvantil

Median = mediana

Upper Quantile (25%) = zgornji kvantil

Shannon Index = Shannonov indeks raznolikosti

Shannon equitability = Shannonov indeks enakomernosti

Simpson Index = Simpsonov indeks raznolikosti

6.6 Povzetek in naloge

V poglavju smo se seznanili z najpogostejšimi in uporabnimi krajinskimi metrikami ter jih tudi preračunali v programskem orodju QGIS. Začetek poglavja omogoča pregled nad množico krajinskih metrik in predstavljenih je nekaj krajinskih metrik. Nato je predstavljenih pet krajinskih metrik, vključno z načini izračuna, za ovrednotenje sestave krajine, in sicer skupna površina razreda, razmerje površin razredov, bogastvo zaplat, prevlada različnih rab tal ter indeks jedrnih con. Sledita opis in predstavitev načina izračuna štirih krajinskih metrik za kvantifikacijo razporeditve, in sicer število zaplat, gostota zaplat, povprečna velikost zaplat ter oblika zaplat. Predstavljen je postopek rasterizacije vektorskih slojev ter vektorizacije rastrskih slojev, na koncu pa je še predstavitev vtičnika LeCOS za ovrednotenje krajinskih metrik.

Še nekaj vprašanj in nalog, s katerimi boš utrdil/-a osvojene veščine.

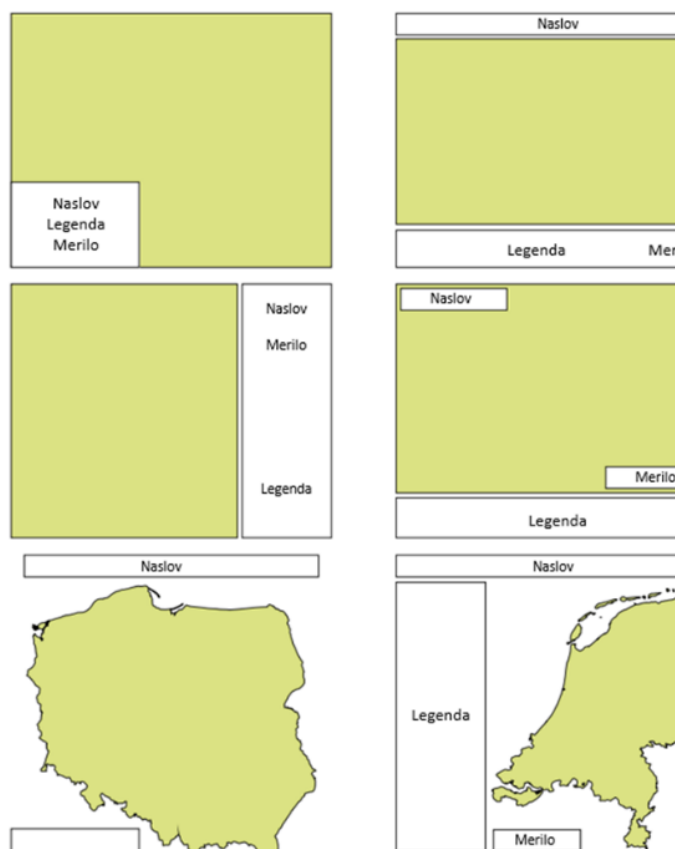
- Izračunaj izbrane krajinske metrike še za CORINE CLC podatkovni bazi za leti 1990 in 2018 ter jih primerjaj. Katera raba tal se je na ravni Slovenije najbolj povečala? Kako so se spremenile vrednosti krajinskih metrik?
- Izračunaj metriko indeks jedrnih con CAI in njene derivate (glej poglavje 6.2.5) za rabo tal v letu 2025. Primerjaj dobljene vrednosti z vrednostmi metrik v letu 1825. Kje opaziš največje razlike? Zakaj?
- Krajinske metrike, ki smo jih izračunali »ročno« s programskim orodjem QGIS, ponovno izračunaj z vtičnikom LeCOS. Rezultate izvozi v MS Excel in jih primerjaj z rezultati »ročnih« izračunov. Ali so razlike? Pri katerih metrikah? Zakaj ne oz. zakaj da?

7 Priprava zemljevidov

Pripravljene prostorske sloje uporabljamo v tiskani in digitalni obliki (npr. kot slike ali dokumenti v pdf) ter vse pogosteje tudi interaktivno s spletnimi orodji, kot npr. StoryMapJS [<https://storymap.knightlab.com/>], Cesium Stories [<https://cesium.com/>], Mapbox Storytelling [<https://labs.mapbox.com/storytelling/>], Tableau [<https://public.tableau.com/>]. V tem poglavju se osredotočamo na pripravo zemljevidov in 3D-vizualizacij za tisk ali dostavo kot digitalne slike ali pdf dokumente. Pri tem bomo uporabljali sloje, ki smo jih ustvarili v predhodnih vajah. Ustvarimo nov projekt z nazivom *Vaja_5_Kartografija* in uporabimo gradivo vaje 5, ki ga najdemo na RUL: <http://hdl.handle.net/20.500.12556/RUL-171097>.

7.1 Osnove kartografije

Kartografija je znanost o razvoju, načinih prikaza, izdelave in uporabe zemljevidov s pomočjo kartografskega prikaza kot posebnega znakovnega modela (Juvančič, 2000: 225). Podpodročja kartografije obsegajo matematično kartografijo, splošno kartografijo, teoretično kartografijo, praktično kartografijo, analogno kartografijo, digitalno kartografijo in druge. Termin *karta* ali *geografska karta* je sinonim za *zemljevid*, ki ga bomo v tem kontekstu uporabljali v nadaljevanju (glej tudi spletni portal <http://www.fran.si/> in geografski terminološki slovar za razlago). Zemljevid je torej (digitalna) upodobitev zemeljskega površja z geografskimi podatki o pojavih, stanjih, procesih na njem v pomanjšanem merilu.



Slika 19: Primeri postavitve kartografskih elementov (prirejeno po Pieniżek in Zych, 2020: 27)

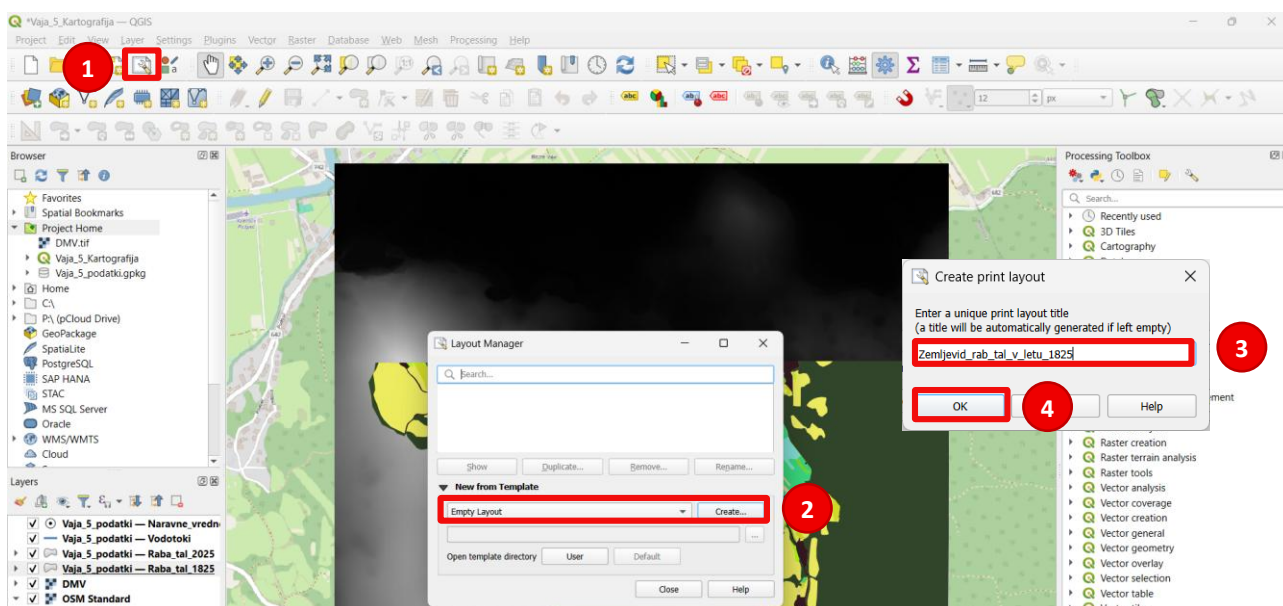
Kartografija se ukvarja z izdelavo zemljevidov, torej vizualnih izdelkov, katerih cilj je predvsem sporočanje. Juvančič (2000: 228–256) podrobno opisuje teorijo za oblikovanjem zemljevidov, ki temelji na osnovah kartografskih projekcij, kartografske komunikacije, teorije informacij, semiotike grafik, teorije modelov, psihologije in računalništva.

Slika 19 na prejšnji strani prikazuje enostavne primere postavitve kartografskih elementov na zemljevidu. Oznaka za orientacijo je največkrat del zemljevida, včasih jo dopolni (tudi zamenja) koordinatna mreža. Vsebina zemljevida se med drugim spreminja glede na ciljno publiko, glavno sporočilo, podrobnost prikazov, enostavnost interpretacije ter vsebino zemljevidov za prikaz. Poleg postavitve je pomembno obravnavati barve in barvne lestvice, velikosti pisav in simbolov, smer postavitve, oblike in vzorec posameznih znakov. Pieniżek in Zych (2020) ponujata uporaben vir s primeri dobrega in slabega oblikovanja zemljevidov.

Na vajah pri predmetu *Krajinska ekologija* se bomo osredotočili na praktično kartografijo za izdelavo relativno preprostih digitalnih zemljevidov. Pri tem bomo zemljevide oblikovali tako, da bodo vsebovali najpogosteje uporabljene kartografske elemente, in sicer:

- grafični del zemljevida,
- naslov zemljevida,
- opis (vir, leto podatkov in izdelave, informacije o avtorju, instituciji, merilo, projekcija),
- oznaka za orientacijo,
- merilo,
- legenda.

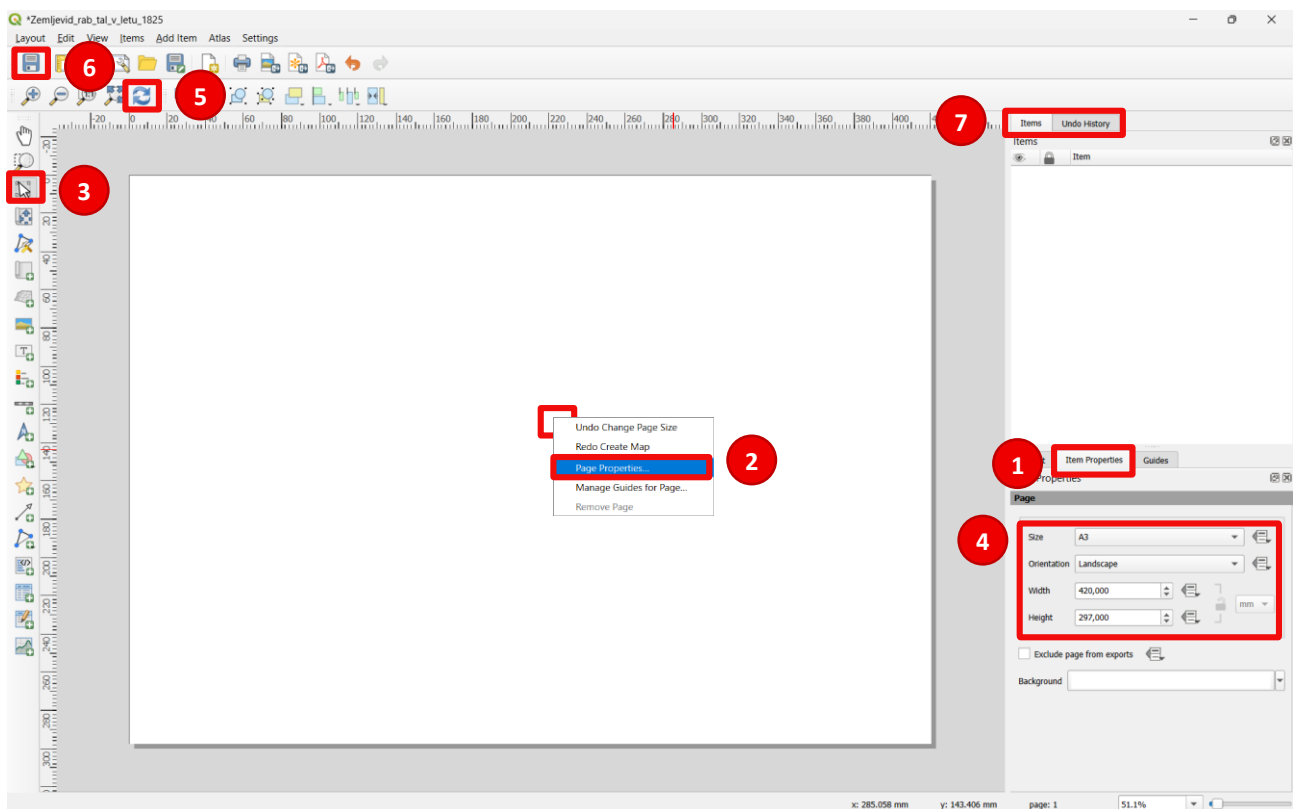
Postavitve in uporabo posameznega kartografskega elementa bomo podrobneje opisali v nadaljevanju, pa kot tudi nekaj drugih elementov, in sicer razne oblikovne elemente (npr. like), koordinatno mrežo (angl. grid), indikator obsega prikaza karte in preglednico. V QGIS je za upravljanje zemljevidov v uporabi t.i. upravljevec kartnih načrtov (angl. Layout Manager), ki omogoča enostavno upravljanje z zemljevidi in njihovimi predlogami. Kartni načrt je dejanski zemljevid z vsemi kartografskimi (in drugimi) elementi. Do upravljavca dostopamo prek menija *Show Layout Manager* (1), kjer lahko ustvarimo nov kartni načrt ali novo poročilo (angl. Report) (2). Za izdelavo enostavnega zemljevida kliknemo gumb *Create ...*, v oknu določimo naziv načrta (3) in kliknemo gumb *OK* (4).



7.1.1 Osnovna priprava strani

Zemljevide izdelujemo in urejamo v novem oknu, ki se odpre ob nastajanju novega kartnega načrta. Pred vstavljanjem kartografskih elementov je priporočljivo nastaviti velikost strani. Predvsem je to pomembno takrat, ko želimo zemljevid natisniti. Posamezni kartografski elementi in stran so v angleški različici programskega orodja QGIS naslovljeni kot »item«, iz česar izhajajo tudi lastnosti posameznih elementov kot *Item Properties*, ki so privzeti zavihek v spodnjem desnem vogalu (1). Do zavihka *Item Properties* pridemo tudi tako, da na belo platno (ali katerikoli element, kot bomo spoznali kasneje) kliknemo z desnim gumbom in izberemo *Page Properties* (2). Elemente sicer izbiramo z osnovnim kurzorjem *Select/Move item* (3). Za ogled lastnosti strani enostavno kliknemo na belo polje strani. Med pomembnejšimi lastnosti strani sta velikost (angl. size) in orientacija (angl. orientation). Obe lastnosti lahko enostavno določimo z izbiro s spustnega seznama (4). Predvsem ob spremembah vsebine slojev v osnovnem oknu programskega orodja QGIS bo občasno potrebno ročno osvežiti vsebino kartnega načrta – z gumbom *Refresh view* (5) ali tipko *F5*.

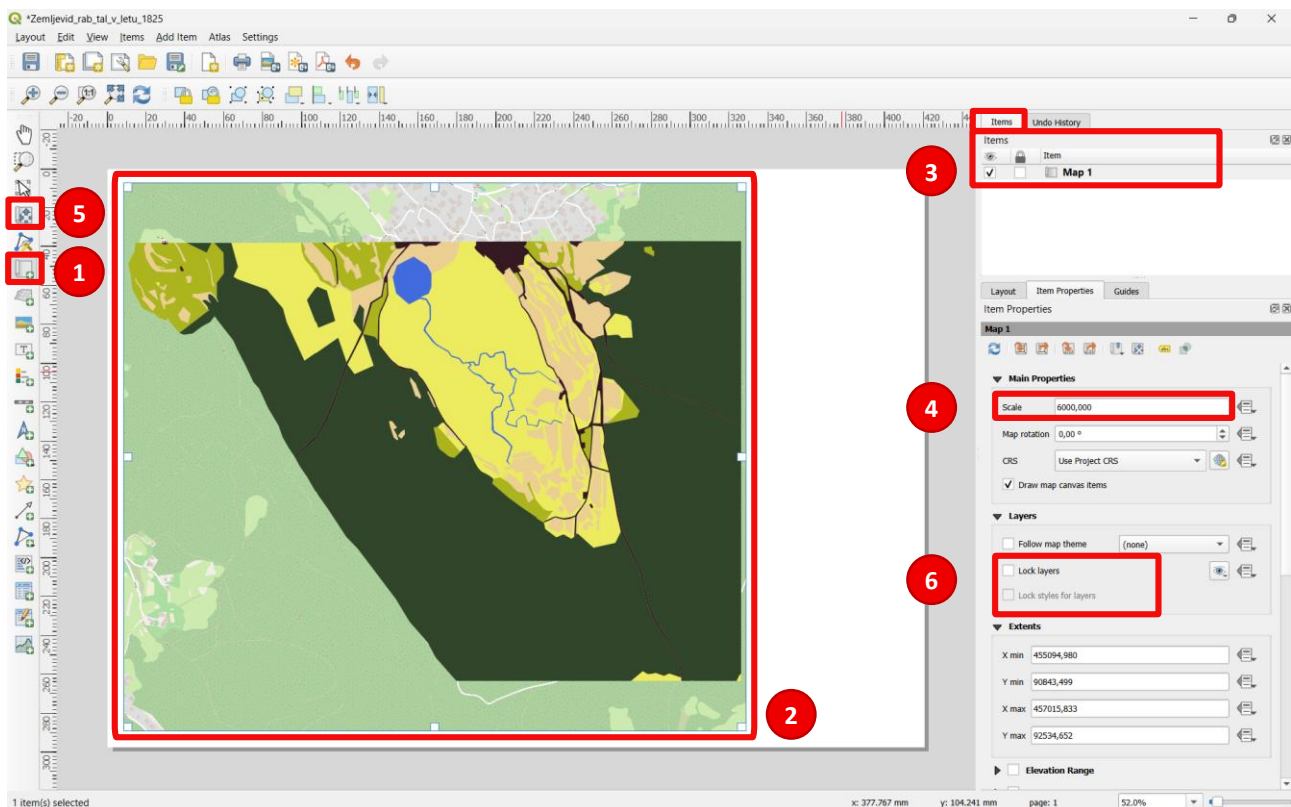
Ker se občasno lahko program nepojasnjeno ustavi, je priporočljivo, da na redne intervale shranjujemo projekt s klikom na gumb *Save project* (6). Zgodovino dela na kartnem projektu si ogledamo pod zavihkom *Undo History* (7), kjer lahko to delo tudi razveljavimo. V sosednjem zavihku *Items* pa je privzet seznam vseh elementov na kartnem načrtu. Orodne panele lahko poljubno premikamo in sidramo na različna mesta tako, da enostavno kliknemo in pridržimo zavihek z imenom in premaknemo miško. Območje sidranja se obarva modro, ločeno okno pa se ne obarva. Ko smo zadovoljni z novo lokacijo, spustimo miškin gumb in orodni panel ali okno se postavi na mesto.



7.1.2 Dodajanje grafičnega dela zemljevida

Osnovni element vsakega zemljevida je grafični del, na katerem so prikazani vsi sloji iz glavnega okna za vizualizacijo. V programskem orodju QGIS sta osnovni program in urejevalnik kartnih načrtov tesno povezana, in sicer tako, da se isti sloji in oblikovanje v glavnem oknu za vizualizacijo prikazujejo tudi na kartnem načrtu. Vsako spreminjanje oblikovanja ali dodajanje in odstranjevanje slojev na glavnem oknu privzeto spremeni grafični del zemljevida na kartnem načrtu. Najprej želimo na zemljevidu prikazati zgolj sloj rabe tal v letu 1825 in temeljno karto OSM, zato na seznamu slojev preostale odključujemo.

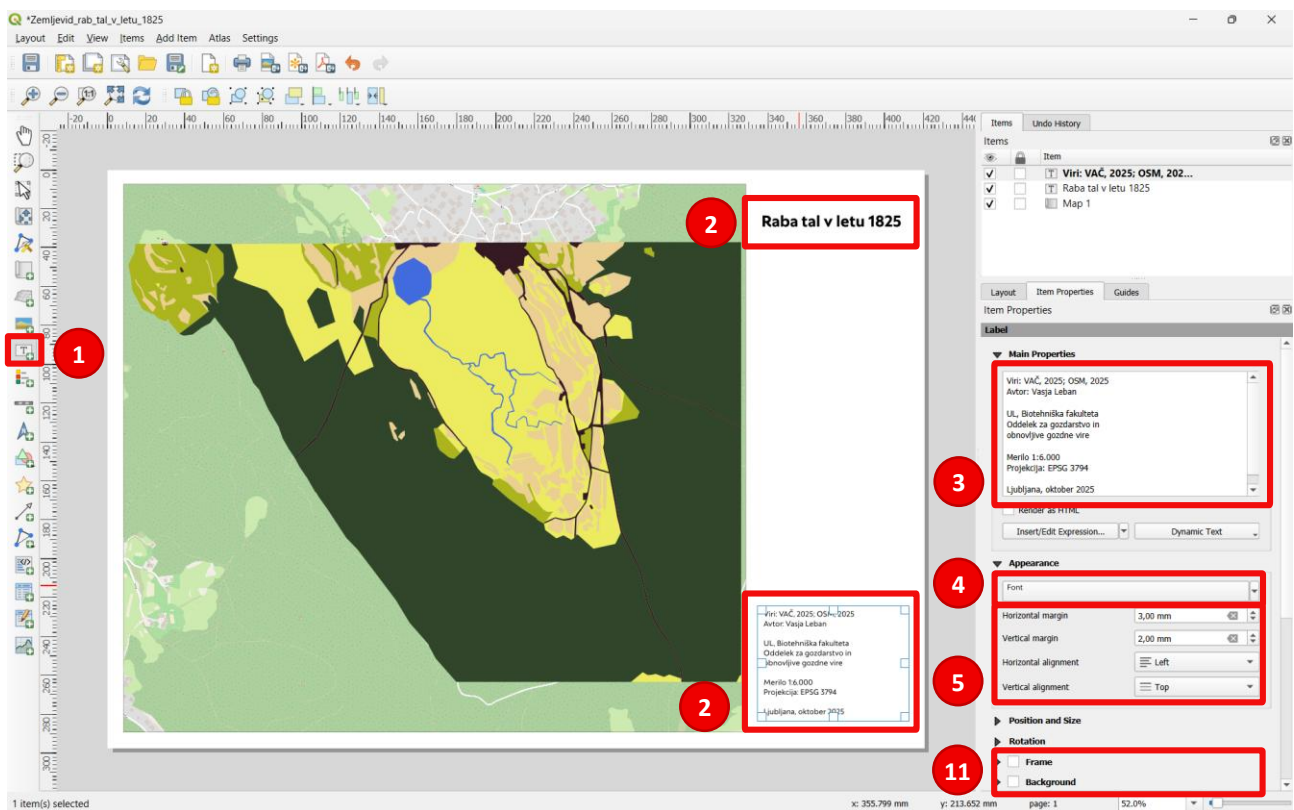
Začnimo torej tako, da na prazno stran dodamo grafični del zemljevida. Kliknemo gumb *Add Map* (1) in na belo stran vrišemo pravokoten okvir na mesto, kamor želimo postaviti grafični del (2). Hkrati se element postavi tudi na seznam elementov *Items* (3). Zdaj obliko pravokotnika lahko poljubno spreminjamo s premikanjem osmih majhnih belih kvadratkov, ki so postavljeni ob štiri vogale in ob štiri stranice pravokotnika. Med pomembnejšimi nastavitvami je merilo (angl. scale) (4), ki naj bo zaokroženo na celo in okroglo vrednost ter tako, da bo najpomembnejša vsebina grafičnega dela (tj. sloji, ki jih želimo prikazati) v celoti vidna. To uredimo tudi s premikanjem vsebine grafičnega dela s klikom na gumb *Move item content* (5).



Izpostaviti velja še možnost zaklepanja slojev (angl. Lock Layers) in zaklepanja oblikovanja za sloje (angl. Lock styles for layers) (6). Če sta možnosti obkljukani, se na kartnem načrtu vsebina grafičnega dela in/ali oblikovanje slojev ne spreminjata več ne glede, kako nadaljnje spreminjamo sloje in oblikovanje v osnovnem oknu QGIS. To je predvsem uporabno takrat, ko npr. želimo na eni strani prikazati dva grafična dela z različnimi sloji.

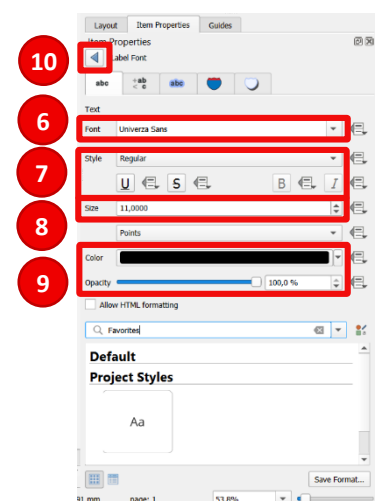
7.1.3 Dodajanje besedil

Med besedila sodita naslov in opis zemljevida. Slednji obsega vir in leto podatkovnih baz, leto izdelave, informacije o avtorju in instituciji, merilo ter uporabljeno projekcijo. Na kartni načrt lahko dodamo poljubno število besedilnih okvirčkov in vsakega urejamo poljubno. V spodnjem primeru bomo ustvarili dva besedilna okvirčka, in sicer enega za naslov in drugega za opise. Besedilni okvirček dodamo tako, da pritisnemo gumb *Add Label* (1) in na platno narišemo pravokotnik želene velikosti ter na poljubnem mestu (2). V orodni plošči *Item Properties* v polje vpišemo besedilo (3). Najpomembnejša lastnost besedila v okvirčku je pisava, tj. vrsta, oblika, velikost, barva in postavitev – te nastavitve najdemo v razdelku *Appearance* (4 in 5).



Za urejanje pisave in postavitve kliknemo na oznako *Font* (4) in v novem oknu uredimo vrsto pisave *Font* (6), obliko *Style* (npr. ležeče, krepko, podčrtano) (7), velikost pisave *Size* (8) ter barvo in transparentnost pisave (9). Na osnovni meni lastnosti se vrnemo s klikom na gumb s puščico (10).

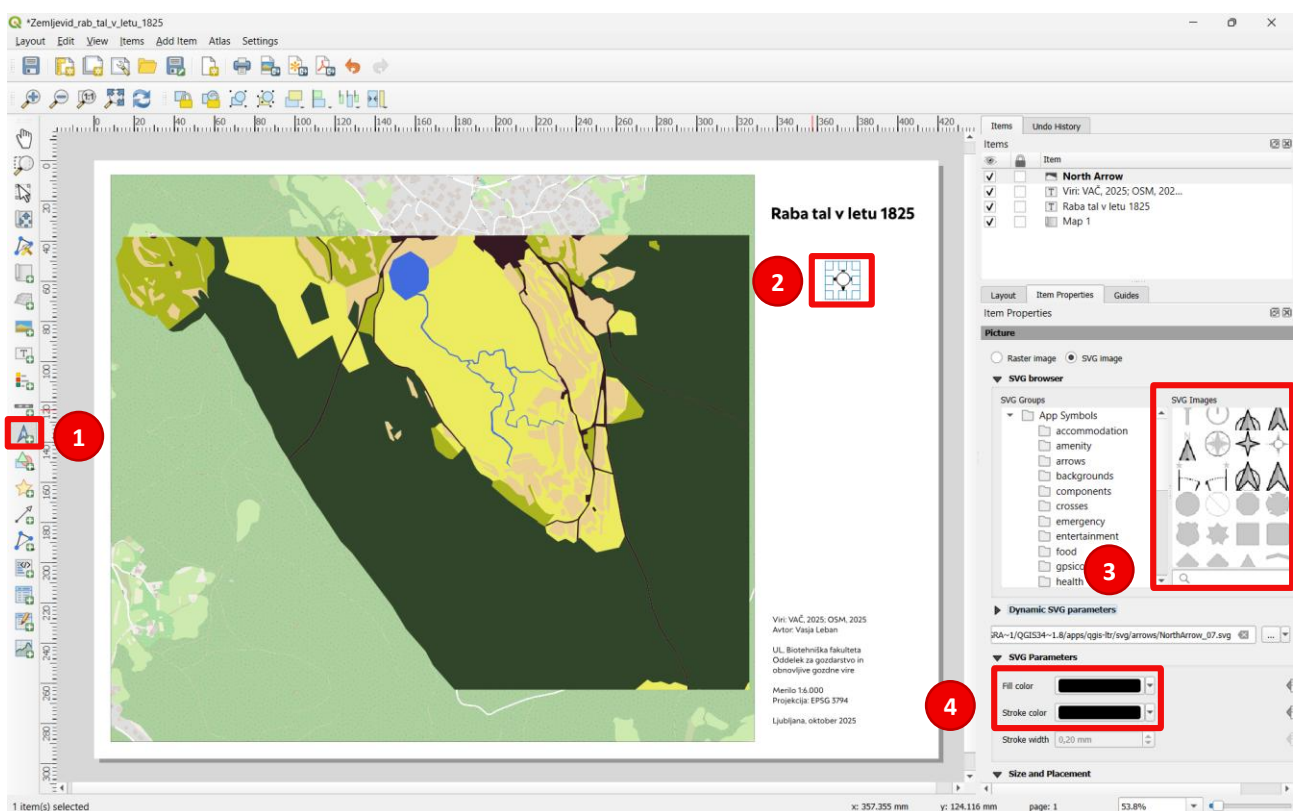
Med uporabnimi oblikovnimi nastavitvami omenimo še oblikovanje roba okrog okvirja in nastavitve ozadja (11). Obe lastnosti uporabimo takrat, ko npr. želimo besedilni okvirček postaviti na sam zemljevid in pripraviti belo ozadje pod besedilom ter okrepiti rob okvirja za boljšo vidnost.



7.1.4 Dodajanje oznake za orientacijo

Oznaka za orientacijo je po navadi vrsta puščice, ki nakazuje smeri neba, najpogosteje sever. Z njeno pomočjo lahko pravilno orientiramo zemljevid, kajti sama orientacija grafičnega dela zemljevida ni nujno vedno usmerjena proti severu na listu navzgor (npr. smer pisave ni jamstvo za orientacijo zemljevida v smeri severa).

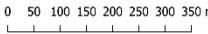
Oznako za orientacijo dodamo tako, da kliknemo gumb *Add North Arrow* (1). Nato na platno narišemo pravokotnik želene velikosti in na poljubnem mestu (2). V orodni plošči *Item Properties* izberemo med predlogi grafik (3). Alternativno lahko sami (narišemo in) preberemo/vizualiziramo lastne grafike. Poleg velikosti oznake in postavitve na kartnem načrtu sta pomembnejši lastnosti še barva polnila *Fill color* in barva črt oznake *Stroke color* (4).



Dodatne lastnosti oznake obsegajo dodajanje roba (tj. barve in debeline) okrog okvira, spreminjanje barve ozadja in postavitve.

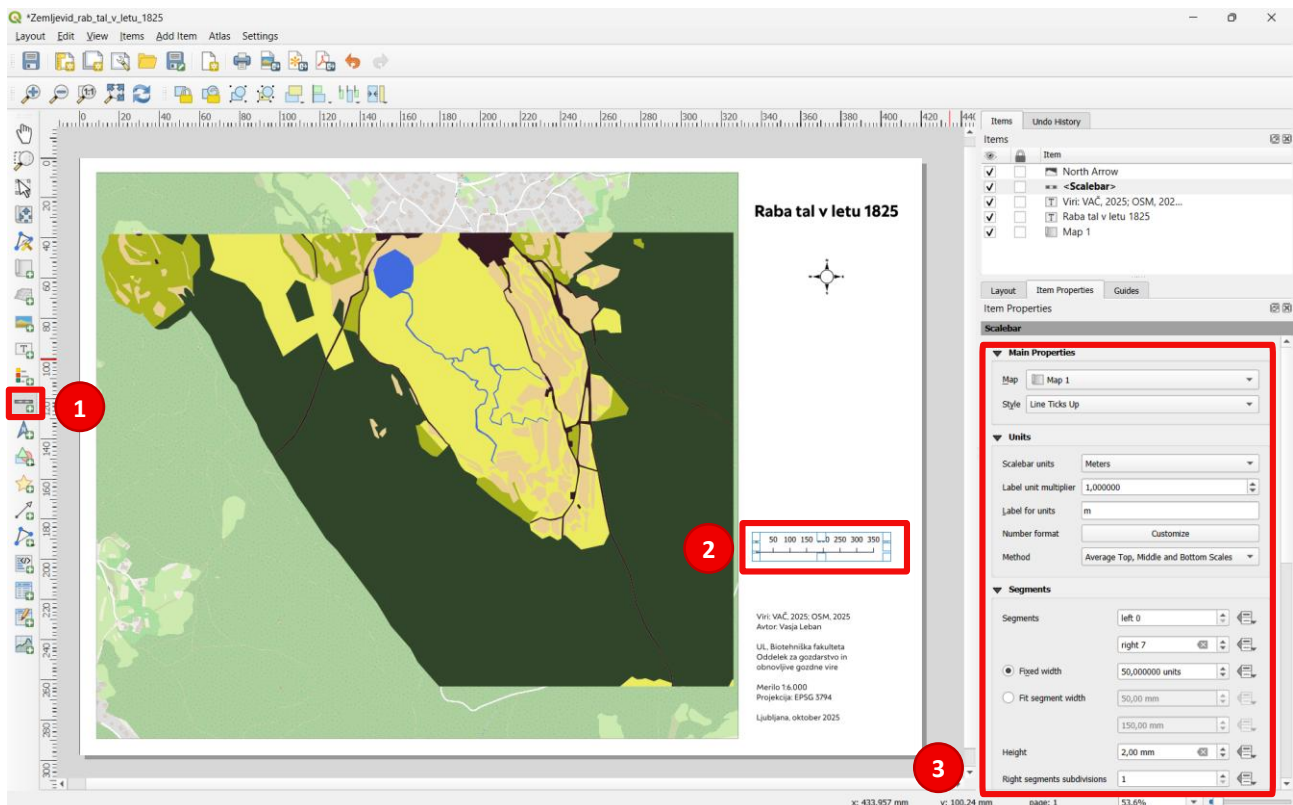
7.1.5 Dodajanje merila

Merilo je enostavno razmerje med razdaljo na zemljevidu in razdaljo v naravi. Poznamo tri osnovne oblike navajanja merila na zemljevid:

- **grafično** – z uporabo linij in oznak, ki vizualno prikažejo razmerje med razdaljo na zemljevidu in v naravi, npr.  ,
- **številčno** – podano s številom ena, dvopičjem in številom, ki predstavlja razdaljo v naravi v centimetrih glede na razdaljo ena na zemljevidu, npr. $1 : 10.000$,
- **opisno** – podano z razlago razmerja, npr. *1 cm na zemljevidu je 100 m v naravi*.

V prejšnjem poglavju smo pri opisu dodali številčno merilo $1 : 6.000$. Ker pa je to merilo občutljivo za spremembo velikosti (natisnjene) zemljevida, je priporočljivo dodati tudi t.i. relativno grafično merilo. Ne glede na velikost natisnjene zemljevida bomo lahko s primerjavo razdalje na merilu s karte vedno odčitali pravilno razdaljo v naravi.


Merilo dodamo podobno kot druge elemente: najprej kliknemo na gumb *Add Scale Bar* (1) in nato na platno narišemo pravokotnik zelene velikosti in na poljubnem mestu (2). Med pomembne lastnosti grafičnega merila uvrščamo obliko (Style), enote (Units) in členitev (Segments) (3). Pri obliki izbiramo med grafikami linearnega merila (npr. črtice navzgor, črtice navzdol, predeli). Privzete enote (Scalebar units) so enote projekcije projekta in v našem primeru so to metri. Na grafičnem merilu se izpiše oznaka za enote, ki jo opredelimo v okvirčku *Label for units*. Skupno število členov grafičnega merila (levo in desno od izhodiščne ničle) urejamo v razdelku *Segments*. Pri tem določimo razdaljo med členki, ki je lahko nespremenljiva (Fixed width) ali prilagajoča na izbrano širino (Fit segment width). Tu uporabimo nespremenljivo razdaljo, ki jo vpišemo v sosednji okvirček; 50 enot v spodnjem primeru pomeni razdaljo 50 metrov v naravi.

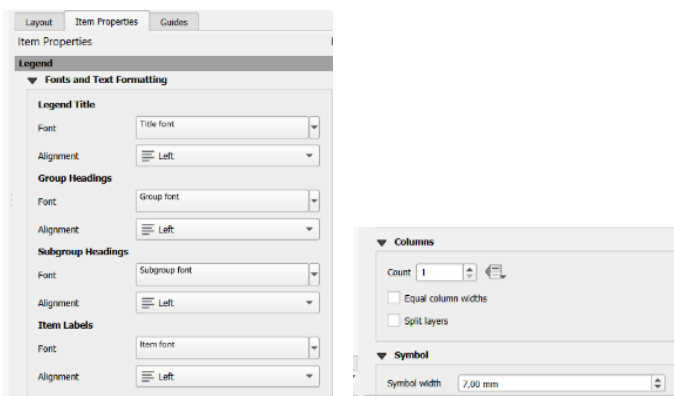
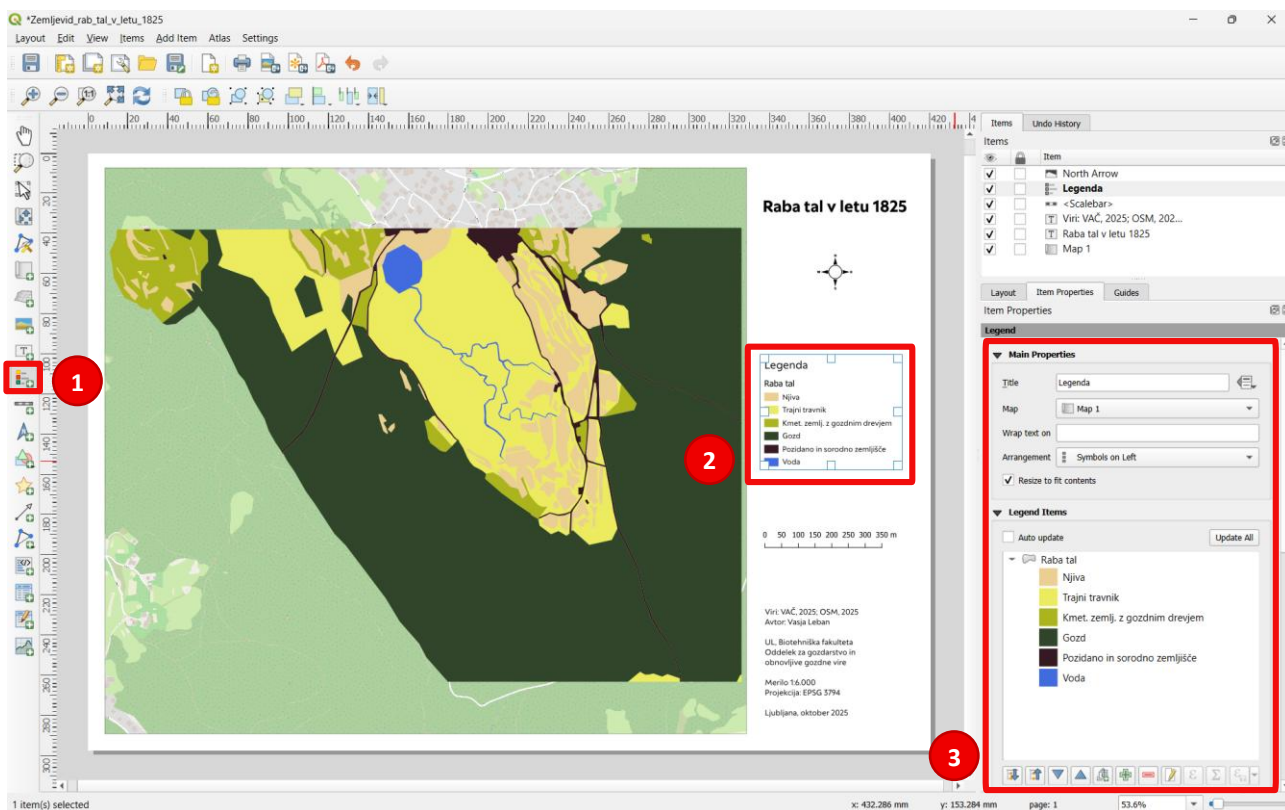


7.1.6 Dodajanje legende

Z legendo predstavimo vsebino slojev grafičnega dela zemljevida. Brez legende lahko o barvah in oblikah elementov slojev na grafičnem delu zgolj ugibamo. Na legendo praviloma zapišemo zgolj tematske podatkovne sloje, npr. raba tal, naravne vrednote, digitalni model višin. Oznak temeljnih kart (npr. OSM, Google Satellite) ne postavljamo na legendo.

Začnemo s klikom na gumb *Add Legend* (1) in na poljubno mesto postavimo okvirček z legendo (2). V razdelku *Main Properties* (3) lahko v okvirček *Title* vpišemo naziv legende in spremenimo smer postavitve barvnih oznak *Arrangement*.

Vsebinsko je najpomembnejši razdelek *Legend Items*. Privzeto bodo na legendi prikazani vsi sloji in oznake, ki jih najdemo na seznamu slojev v osnovnem oknu programskega orodja QGIS. Včasih je to prikladno, pogosteje pa želimo s seznama slojev prikazati zgolj enega ali nekaj slojev. Zato se poslužujemo ročnega vnosa zelenih slojev; najprej odključamo možnost *Auto update*, nato pa za legendo nepotrebne sloje izbrišemo s klikom na gumb »->«. S klikom na znak za urejanje  pa uredimo naziv sloja ali posameznih kategorij sloja.



Med pomembne oblikovne lastnosti legende uvrščamo velikost, barvo in obliko pisav v razdelku *Fonts and Text Formatting*, ureditev števila in postavitve stolpcev legende v razdelku *Columns* ter nastavitve velikost in oblike barvnih oznak na legendi v razdelku *Symbol*.

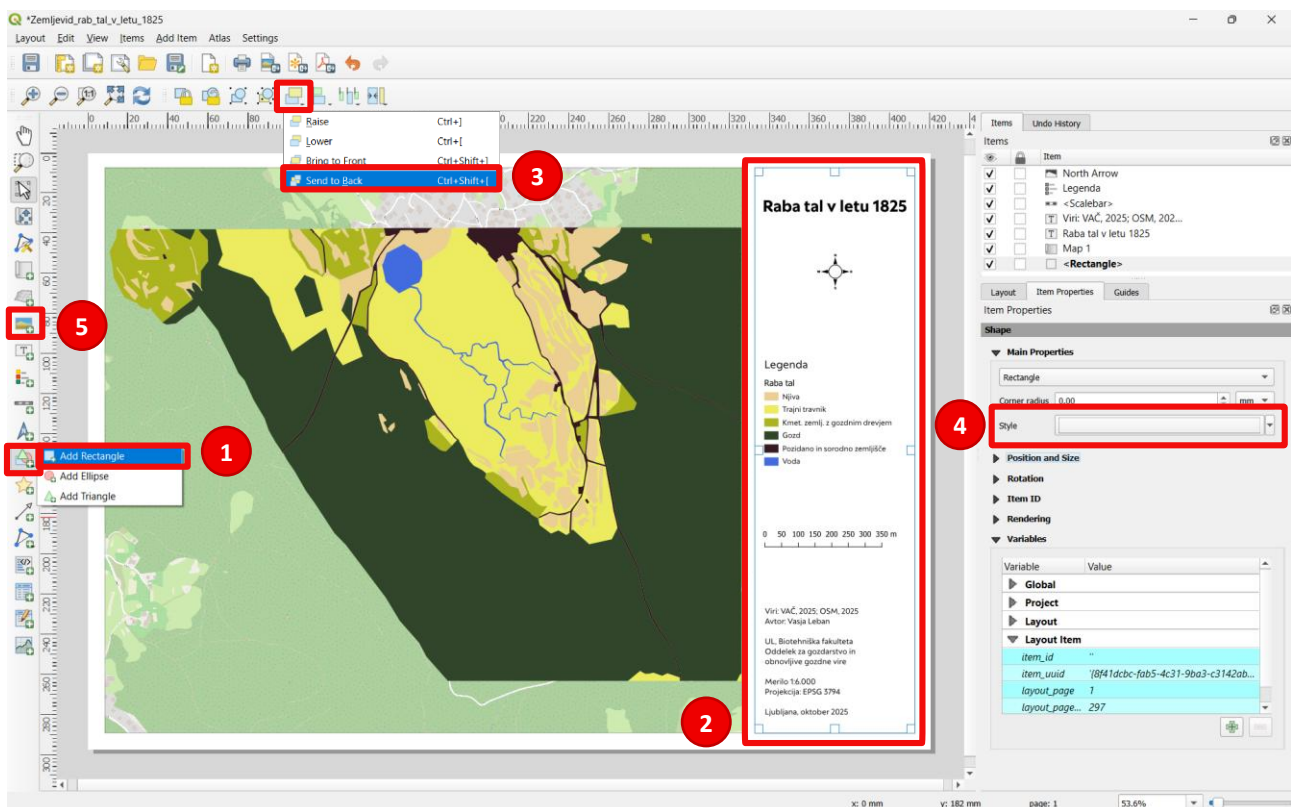
7.1.7 Dodajanje preostalih kartografskih elementov

Dodatni kartografski elementi so različni oblikovni grafični elementi (npr. pravokotniki, krogi, puščice, markerji), koordinatna mreža, preglednice in indikator obsega prikaza karte. Grafične elemente uporabimo za urejanje vizualne podobe zemljevida. Za naš primer dodamo pravokotni okvir, ki povezuje vse kartografske elemente na desni strani in jih nekako uokviri znotraj uokvirjenega grafičnega dela na levi strani zemljevida. Nato ustvarimo enostavno koordinatno mrežo 500 x 500 metrov, preberemo preglednico s skupno površino posameznih rab tal ter dodelimo indikator obsega prikaza karte, ki prikaže območje analize znotraj širšega območja južno od Ljubljane.

Dodajanje grafičnih elementov in slik

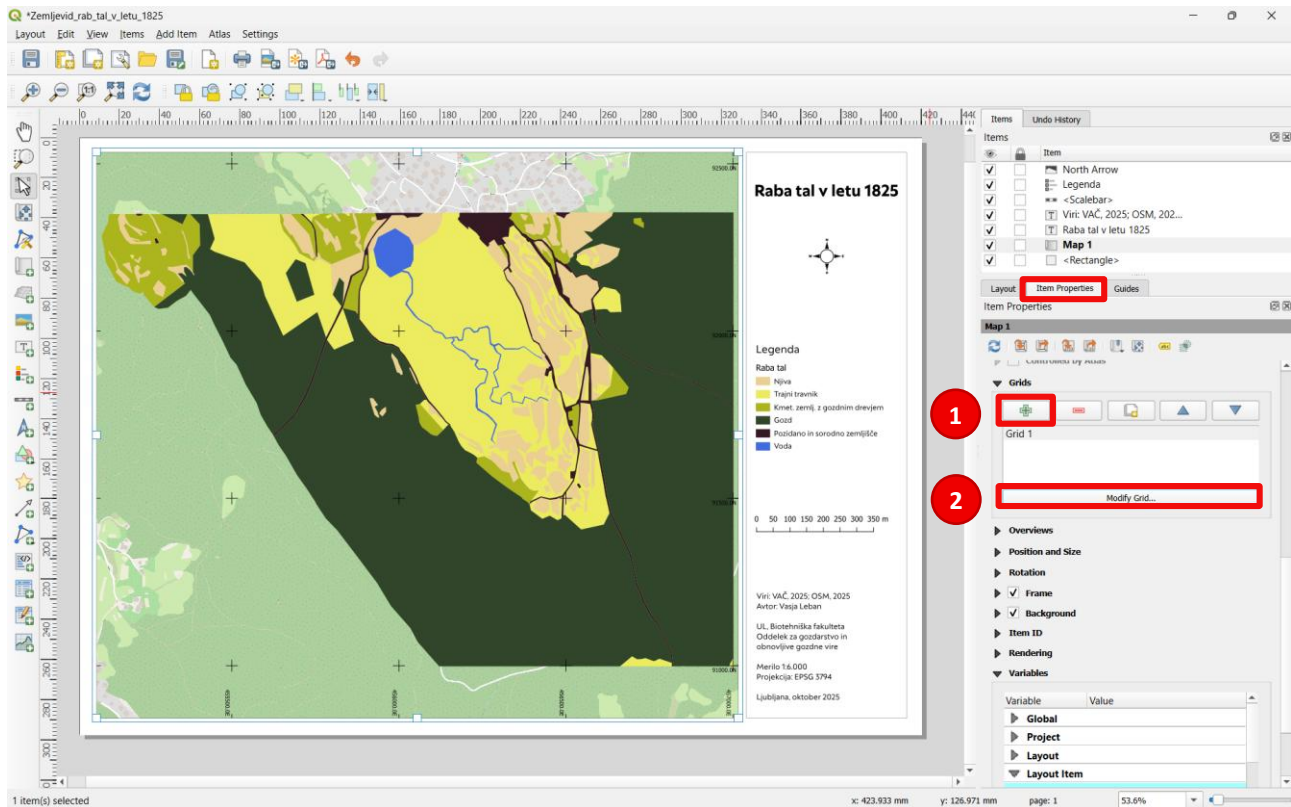
Kliknemo gumb *Add Shape* in izberemo želeno obliko (tj. *Add Rectangle* za pravokotnik, *Add Ellipse* za elipso, *Add Triangle* za trikotnik) (1) ter na platnu narišemo pravokotnik na želeno mesto (2). Privzeto bo dodani pravokotnik prekrival preostale kartografske elemente, zato ga je smiselno postaviti v ozadje s klikom na gumb *Raise selected items* in izbiro *Send to Back* (3). Nato uredimo lastnosti pravokotnika v zavihku *Item Properties*; predvsem uredimo *Style*, in sicer debelino in barvo črte (4).

Slike (rastrske in vektorske) na zemljevid dodajamo s klikom na gumb *Add Picture* (5), in sicer v kateremkoli splošno razširjenem formatu (npr. *.jpg, *.tif, *.png, *.bmp, *.svg, *.bmp).



Dodajanje koordinatne mreže

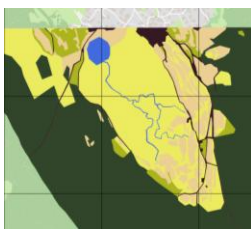
Koordinatna mreža, ki obdaja grafični del zemljevida, pogosto olajša iskanje in izboljša predstavo o velikosti območja ali razdalji med posameznimi elementi. Dodamo jo tako, da v lastnostih grafičnega dela *Item Properties* v razdelku *Grids* najprej ustvarimo mrežo s klikom na gumb + (1). Nato izberemo ustvarjeno mrežo *Grid 1* in kliknemo gumb *Modify Grid ...* (2).



Lastnosti koordinatne mreže obsegajo tri razdelke:

- **oblikovanje**, *Appearance*, se v osnovi nanaša na:
 - **vrsto** (Grid Type) koordinatne mreže (npr. črte, križi, markerji),
 - **razmak** med črtami mreže (Interval »X« »Y«), kjer opredelimo razdaljo med črtami ter enote,
 - **obliko** (Line style) koordinatne mreže, kjer določimo debelino in barvo črt;

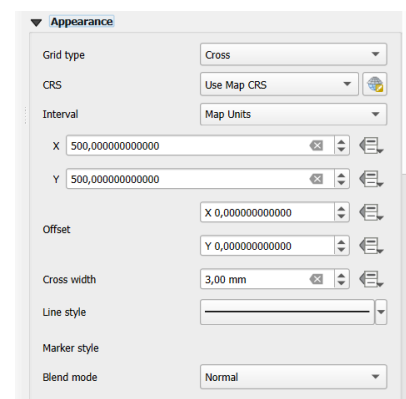
Solid:



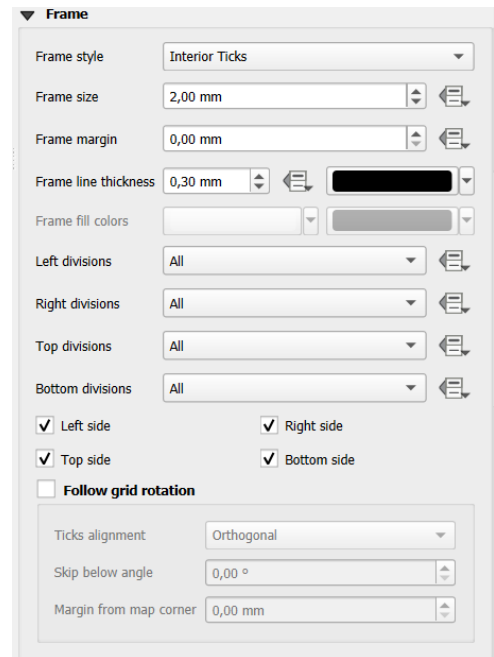
Cross:



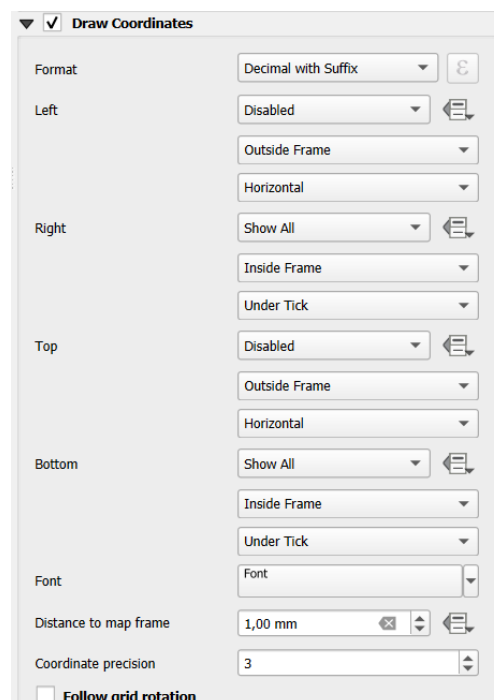
Markers:



- **okvir**, *Frame*, se nanaša na obliko roba grafičnega dela zemljevida, ki vsebuje razdelke koordinatne mreže (nanj lahko gledamo kot na alternativo ali dopolnilo koordinatne mreže); pomembne lastnosti so:
 - **vrsta okvira** (Frame style), ki je lahko polna (Zebra), črtica (Ticks) na notranji ali zunanji strani, mejna črta (Line Border),
 - **velikost okvira** (Frame size), ki opredeljuje velikost okvira,
 - **prikaz in oblika razdelkov** (Divisions) na posameznem robu grafičnega dela zemljevida (levo, desno, na vrhu, spodaj);



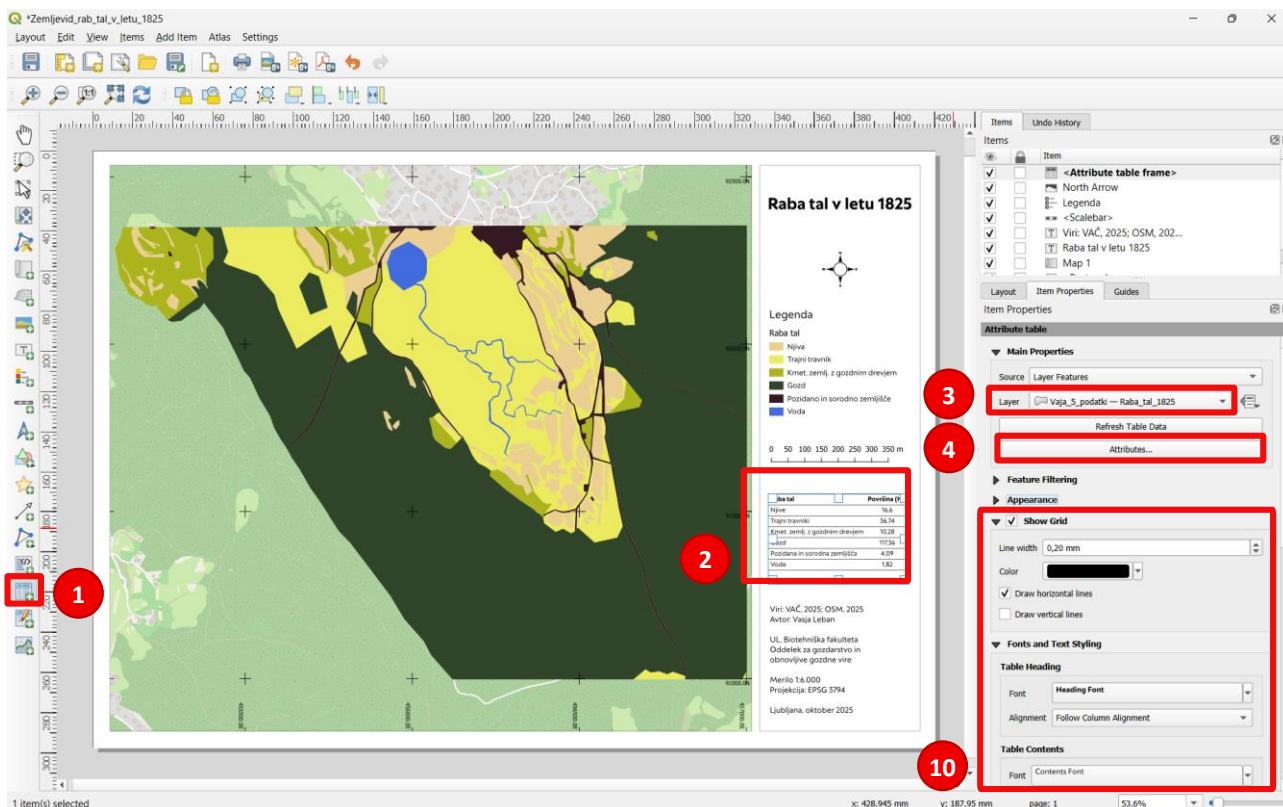
- **številске oznake koordinate**, *Draw Coordinates*, se nanašajo na številski zapis koordinat mreže v dani projekciji; pomembne lastnosti so:
 - **oblika zapisa** (Format) opredeljuje ali prikažemo zgolj številke ali številke z oznako smeri neba (tj. E za vzhod in N za sever),
 - **prikaz in postavitev** (po robovih) določa ali oznake sploh prikažemo (Show All/Dissabled), položaj prikaza (Inside Frame/Outside Frame) ter usmerjenost oznake (npr. Horizontal/Vertical/Under Tick),
 - **pisava** (Font) omogoča opredelitev vrste, velikost in oblike pisave,
 - **število decimalk** (Coordinate precision), s katerim opredelimo natančnost prikaza oznak koordinatne mreže.



Dodajanje preglednic

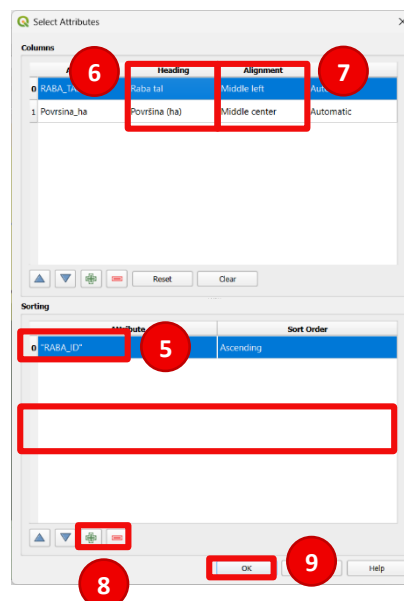
S preglednicami obogatimo zemljevid in mu dodamo vrednost. V našem primeru je smiselno dodati enostavno preglednico s površinami posameznih rab tal. Ker se vsebina preglednic spreminja glede na vsebino atributivne tabele, govorimo tudi o t.i. dinamičnih preglednicah.

Začnemo s klikom na gumb *Add Attribute Table* (1) in zarišemo pravokotnik na predvidenem mestu preglednice (2). Nato v razdelku *Main Properties* izberemo sloj, s katerega črpamo podatke – izberemo sloj *Raba_tal_2025* (3). Nato kliknemo gumb *Attributes ...*, da izberemo attribute, ki se bodo prikazovali v preglednici.



V pogovornem oknu najprej dodamo (+) ali odstranimo (-) attribute, ki se bodo prikazovali, ter uredimo vrstni red stolpcev z gumboma (gor) in (dol) (5). Poljubno spremenimo naziv atributa, ki bo prikazan v preglednici (6) in določimo položaj besedila, *Alignment* (7). Izbirno lahko enega ali več atributov opredelimo za sortiranje (8). Ko zaključimo urejanje, kliknemo gumb *OK* (9).

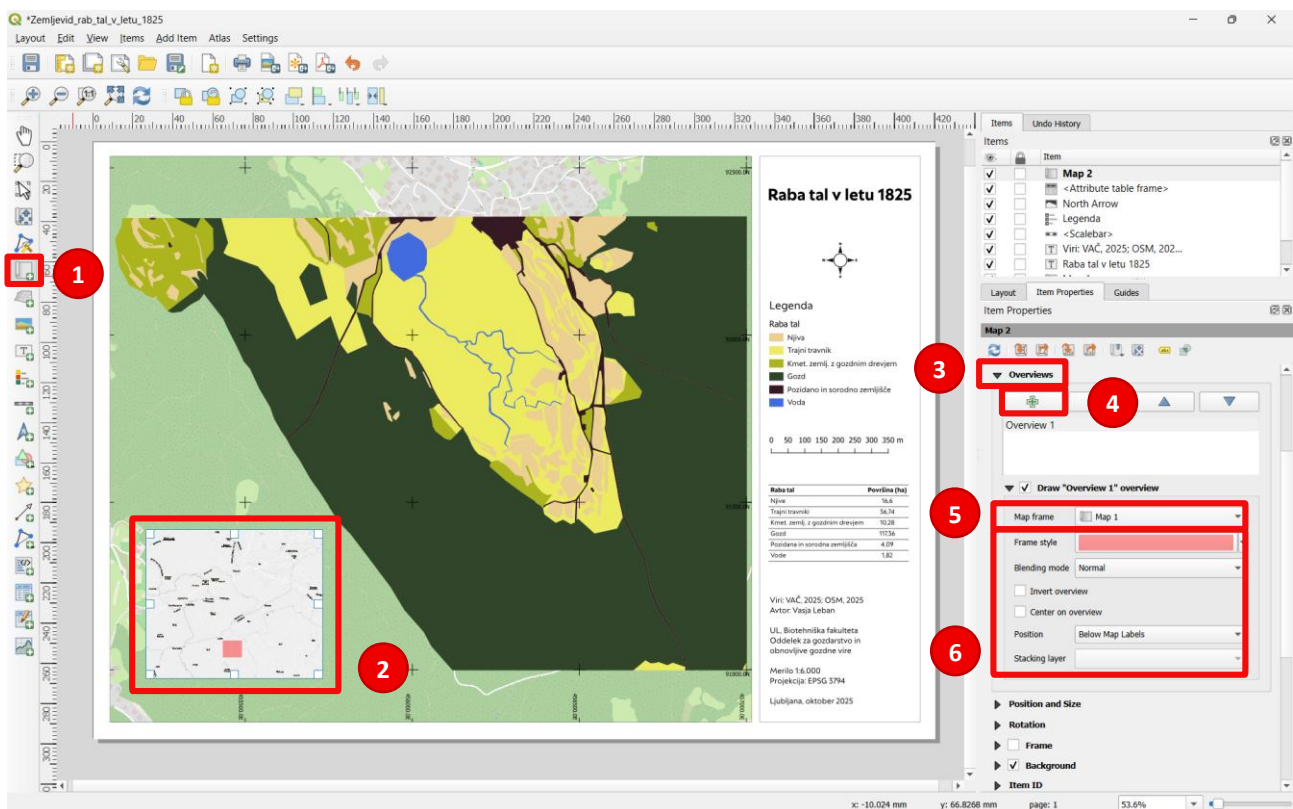
Med pomembnimi oblikovnimi lastnostmi so prikaz, oblika črt preglednice (*Show Grid*) in vrsta ter oblika besedila (*Fonts and Text Styling*) (10).



Dodajanje indikatorja obsega prikaza

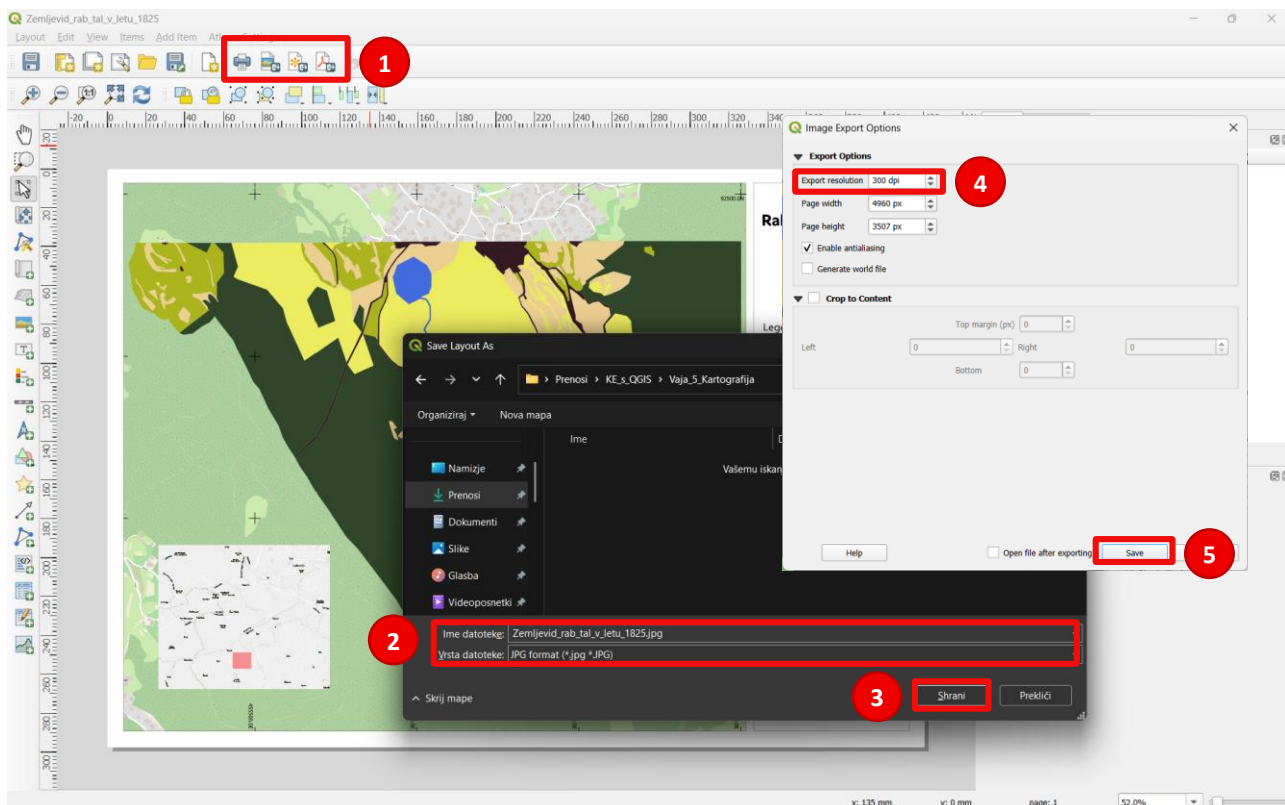
Indikator obsega prikaza imenujemo manjšo karto v manjšem merilu, na kateri je prikazan obseg osnovnega (glavnega) grafičnega dela zemljevida. Največkrat jo postavimo v enega od spodnjih kotov zemljevida, na njej pa ne prikažemo istih slojev kot na glavnem grafičnem delu. Ker pa sloje črpamo iz istega projekta na osnovnem oknu programskega orodja QGIS, moramo najprej poskrbeti, da zaklenemo sloje in oblikovanje na glavnem grafičnem delu. Zato sledimo navodilom pod točko 6 v poglavju 7.1.2. Nato v glavnem oknu QGIS dodamo novo temeljno karto po navodilih v poglavju 3.11. V našem primeru sta dodani karti *ESRI Boundaries&Places* ter *ESRI Gray (light)*.

Najprej torej dodamo nov grafični del zemljevida *Add Map* (1) in ga umestimo na stran (2). Najpomembnejši razdelek v zavihku *Item Properties* je *Overviews* (3). Kliknemo gumb za dodajanje indikatorja (4) in izberemo referenčni grafični del (*Map frame*) (5). Končno lahko uredimo še sam videz indikatorja, tj. barvo, prosojnost (*Frame style*), usredinjenost indikatorja (*Center on overview*) in položaj indikatorja (*Position*) (6).



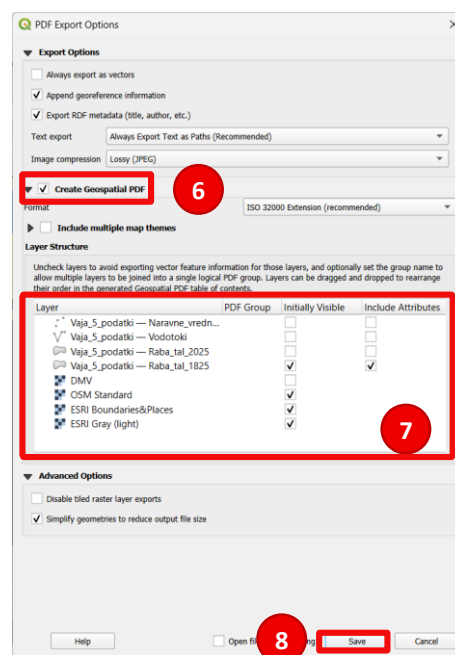
7.1.8 Izvoz zemljevidov

Tako opremljen zemljevid je pripravljen za deljenje v obliki slike, dokumenta pdf ali tisk. Vse tri glavne oblike izvoza so nanizane kot ikone v orodni vrstici (1). Pri izvozu kot slika (Export as image) izberemo naziv, vrsto in lokacijo datoteke (2), kliknemo gumb *Shrani* (3) in v zadnjem koraku opcijsko opredelimo dodatne lastnosti (npr. resolucijo, 4) ter kliknemo gumb *Save* (5).



Pri izvozu dokumenta pdf (Export as PDF ...) ravno tako najprej določimo naziv in lokacijo, nato pa v pogovornem oknu napredne nastavitve. Med slednje sodijo tudi informacijo o geolokaciji (Create Geospatial PDF) (6). Ta možnost omogoči ustvariti georeferenciran dokument pdf (glej tudi poglavje 5.3). Na njem posebej opredelimo tudi sloje in attribute (7), ki se zapišejo v dokument pdf in jih lahko ločeno pregledujemo, ko dokument pdf uvozimo v programsko orodje QGIS. Zaključimo s klikom na gumb *Save* (8).

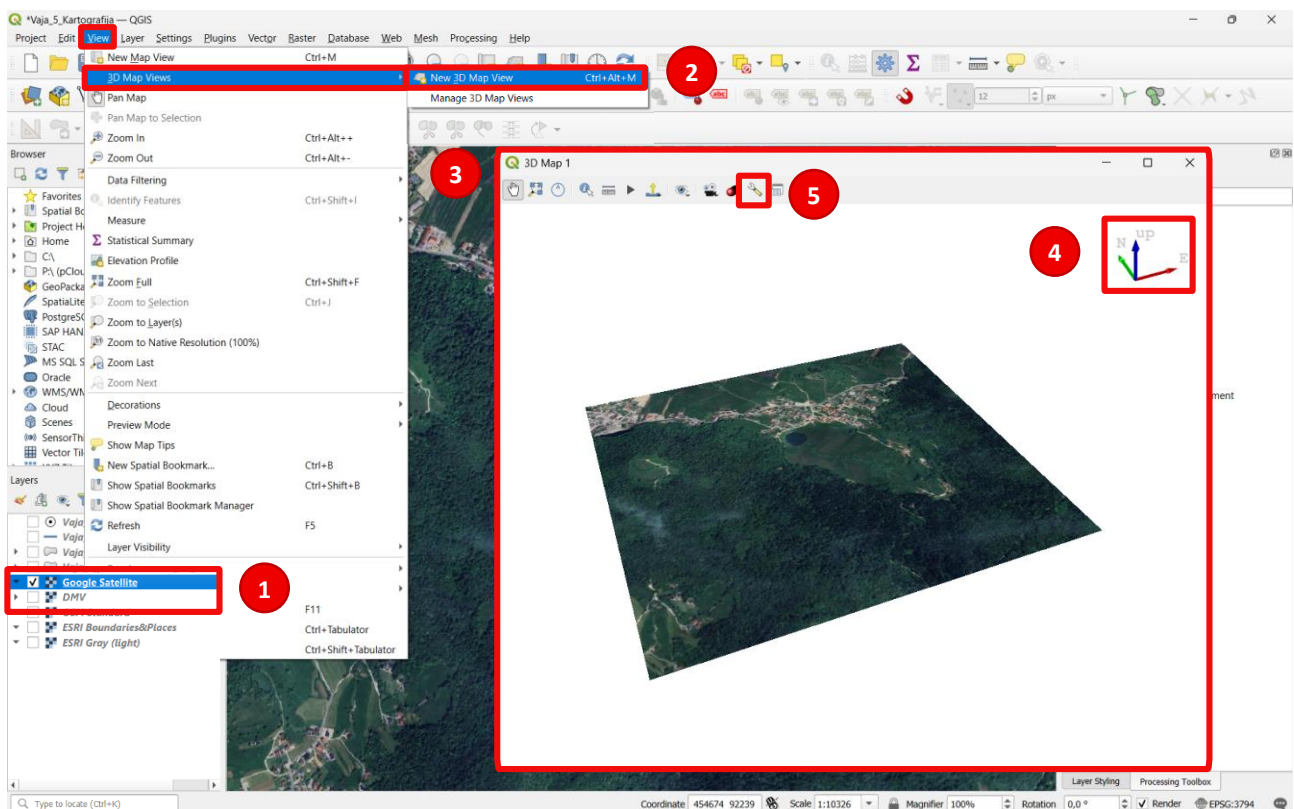
V najpreprostejši obliki lahko ohranimo privzete nastavitve in zemljevid enostavno shranimo kot običajen dokument pdf (to je tudi priporočljiva praksa). Za neposreden tisk zemljevida na tiskalnik (Print Layout) sledimo navodilom v pogovornih oknih.

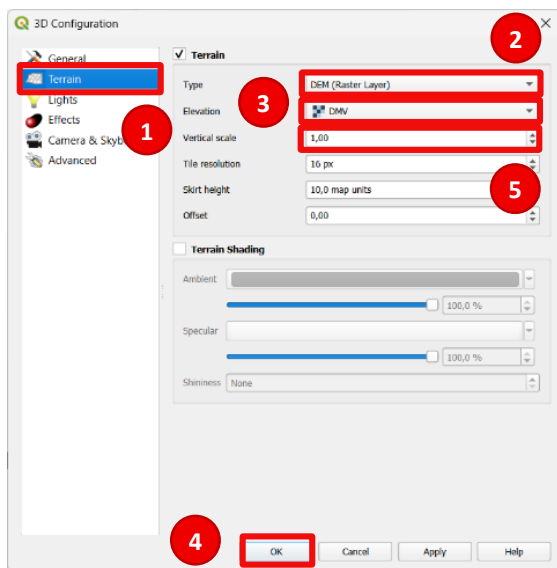


7.2 3D-vizualizacija in 3D-zemljevid

Če želimo prikazati izbrane grafične sloje v tridimenzionalnem pogledu, moramo izbrane sloje projicirati na podlago DMV, samo podlago pa prikazati z dodano tretjo dimenzijo (imenovana tudi Z-os). Osnova za postavitev tretje dimenzije so nadmorske višine, zapisane v posamezni celici rastra DMV.

Preden začnemo s 3D-vizualizacijo, poskrbimo, da na seznam slojev z vtičnikom *QuickMapServices* dodamo satelitski posnetek (npr. Google Satellite) in ga postavimo nad sloj DMV (1). Tridimenzionalno vizualizacijo pripravimo tako, da najprej v spustnem meniju *View* izberemo podmeni *3D Map Views* in funkcijo *New 3D Map view* (2). Odpre se novo okno 3D-pregledovalnika z nazivom *3D Map 1* (3). V 3D-pregledovalniku je delovanje miškinih gumbov drugačno: levi gumb uporabimo za premikanje gor/dol in levo/desno, desni gumb uporabljamo za približevanje in oddaljevanje pogleda (»zoomiranje«), sredinski gumb pa uporabimo za obračanje perspektive in vrtenje. Za orientacijo si pomagamo s puščicami, ki kažejo sever (N), vzhod (E) in gor (up) (4). Nato odpremo okno z nastavitvami *Configure ...* (5).

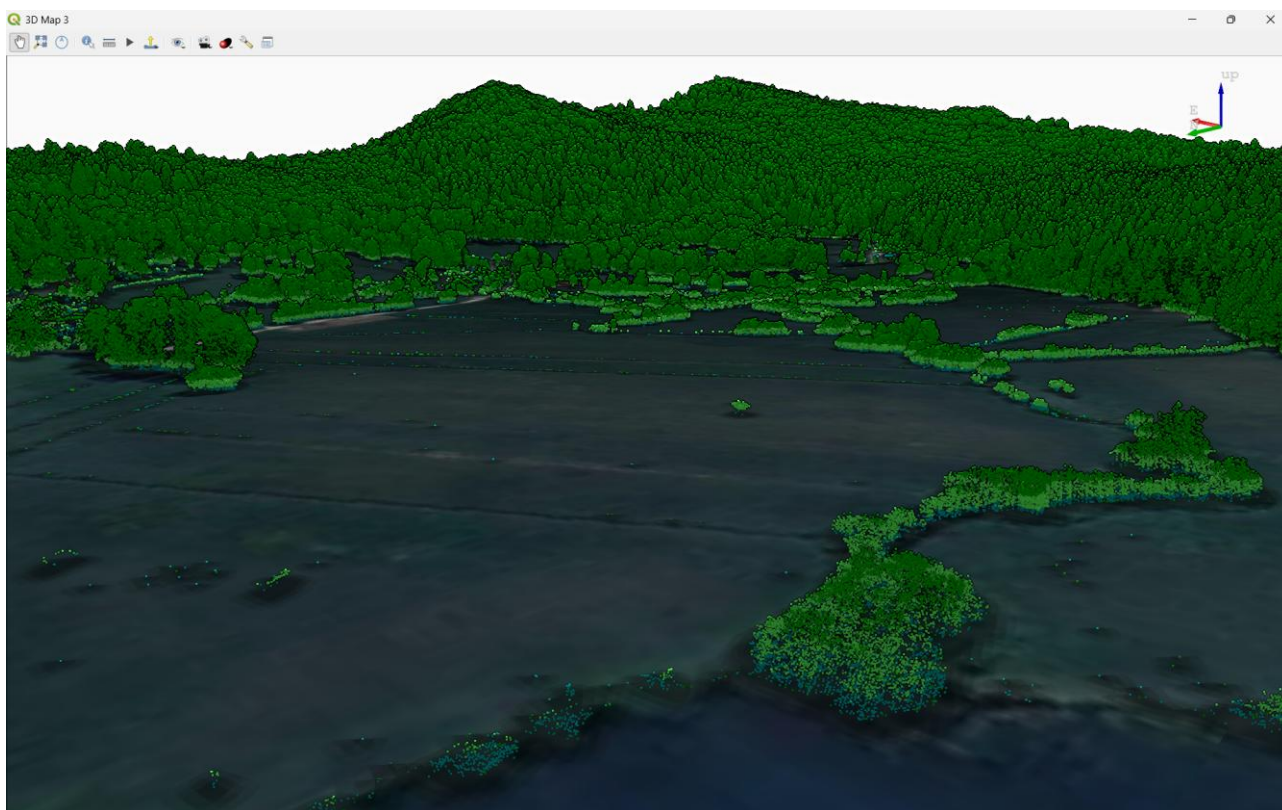




Najpomembnejša nastavitve je seveda 3D-projeciranje, ki jo določimo v razdelku *Terrain* (1). Privzeto je vrsta površja (Type) ravna (Flat Terrain), a nas zanima DEM (Raster Layer) (2). Pod *Elevation* s spustnega seznama izberemo sloj DMV (3) in kliknemo gumb OK (4). Za bolj ravno površje je uporabna funkcija umetnega povečanja prikaza višin (Vertical Scale) za boljše preglednost (t.i. »pretiravanje«) (5).

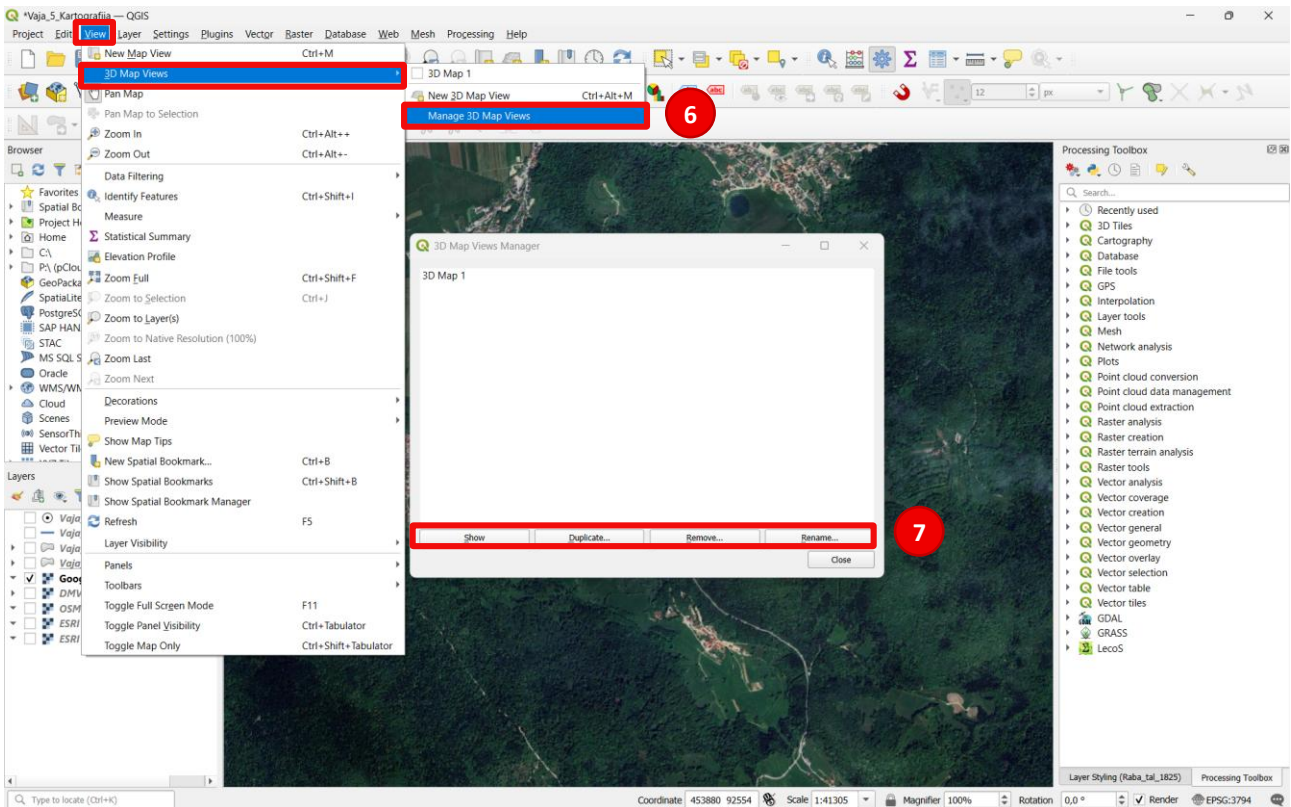
Če nimamo lastnega sloja DMV, je izbira možnosti *Online*, za katero rabimo povezavo z internetom, saj prenos podatkovnih baz deluje s pomočjo storitve. Omeniti velja, da slednja možnost omogoča dostop do sloja DMV kjerkoli na svetu, je pa zato malce manj natančna.

Preostale nastavitve obsegajo raznorazne vizualne učinke (Camera & Skybox), senčenja (Effects), osvetlitev (Lights) in druge. Omenjene nastavitve pridejo do izraza pri kompleksnejših 3D-vizualizacijah, npr. oblakov točk, in je potrebne več procesorske in grafične moči. Tako na spodnji sliki lidarskega sloja GKOT enostavno prepoznamo obrečno vegetacijo in gozdove v ozadju (temeljni sloj je Googlov satelitski posnetek).

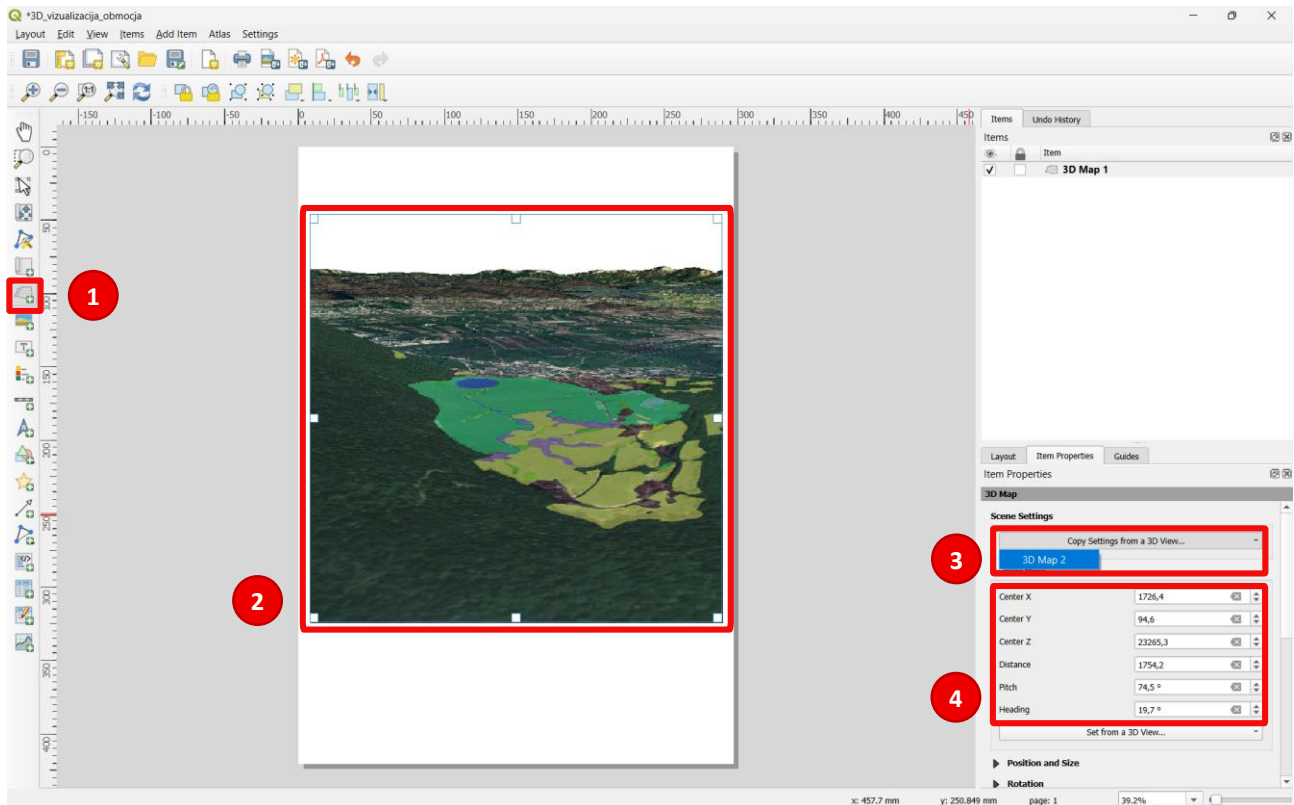


Slika 20: Posnetek zaslona 3D-vizualizacije oblaka točk z vidno obrečno vegetacijo (vir: lasten)

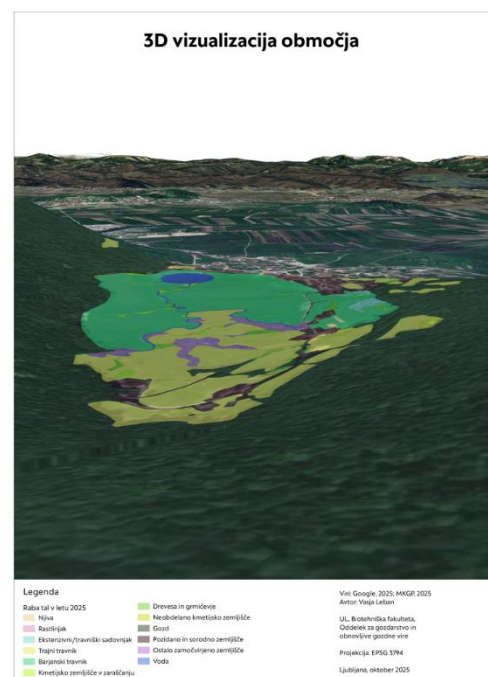
Znotraj posameznega projekta lahko ustvarimo poljubno število 3D-vizualizacij. Upravljamo jih v upravitelju (Manage 3D Map Views), do katerega pridemo s pomočjo menija *View* v orodni vrstici (6). V upravitelju lahko 3D-vizualizacije odpiramo (Show), podvajamo (Duplicate ...), izbrisemo (Remove ...) in preimenujemo (Rename ...) (7).



Tudi 3D-vizualizacije lahko pripravimo za tisk na kartni predlogi. Najprej poskrbimo, da je odprto vsaj eno okno 3D-vizualizacije. Nato ustvarimo novo kartno predlogo (glej poglavje 7.1) in na prazno stran tokrat kliknemo gumb *Add 3D Map* (1) in na stran narišemo pravokotnik (2). V zavihku *Item Properties* kliknemo gumb *Copy Settings from a 3D view ...* ter izberemo želeno vizualizacijo (3). S spreminjanjem vrednosti osi X, Y, Z, razdalje, nagiba in azimuta podrobnejše nastavimo 3D-pogled (4).



V nadaljevanju zemljevid opremimo še z naslovom, legendo, opisom in drugimi grafičnimi elementi ter 3D-zemljevid izvozimo v zelenem formatu (glej poglavje 7.1.8). Na desni sliki je primer 3D-zemljevida, izvoženega kot slika v formatu *.jpg.



7.3 *Pouzetek in naloge*

V poglavju smo se seznanili z osnovami kartografije in priprave zemljevidov, ki so končni izdelki obdelave prostorskih podatkovnih baz in služijo za sporočanje vsebine zemljevida širši javnosti ali drugim interesnim skupinam. Čeprav je uporaba interaktivnih zemljevidov vse pogostejša, se bomo v realnem življenju še vedno srečevali z natisnjenimi zemljevidi. Vsak zemljevid je praviloma opremljen s kartografskimi elementi, ki so: grafični del, naslov in opis vira podatkov, leto izdelave, ime avtorja, merilo, oznaka za orientacijo ter legenda. Dodatni elementi so preglednice, razne oblike in oznake, indikator obsega ter koordinatna mreža. Posebna oblika pregleda in zemljevida je 3D-vizualizacija oziroma 3D-zemljevid, ki omogoča boljši uvid v topografijo območja, obogateno s slojem oblaka (nadzemnih) točk pa še uvid v npr. vertikalno zgradbo gozdov.

Še nekaj nalog, s katerimi boš utrdil/-a osvojene veščine.

- Izdelaj zemljevid z dvema grafičnima deloma, in sicer raba tal v letu 1825 in raba tal v letu 2025. Uredi vse kartografske elemente, pri čemer postavi zgolj en naslov, eno polje z opisom, eno oznako za orientacijo, eno merilo, eno legendo ter dve preglednici s podatki o površini posameznih rab tal v obeh obdobjih.
- Obišči poljubno območje v Sloveniji in izdelaj zemljevid v merilu 1 : 5.000 s poljubno temeljno karto (glej poglavje 3.11) in vsemi kartografskimi elementi.
- Izdelaj 3D-zemljevid širšega območja z uporabo podatkov površja Online (glej poglavje 7.2). Razišči, kako različne nastavitve osvetlitve (angl. lights) in učinkov (angl. effects) v nastavitvah vplivajo na videz 3D-zemljevida.

8 Viri in dodatno gradivo

CITIRANI VIRI

- Anko B. 1982. Izbrana poglavja iz krajinske ekologije. Ljubljana.
- Botequilha-Leitão A., Miller J., Ahern J., McGarigal K. 2006. Measuring Landscapes: A Planner's Handbook.
- Coordinate Reference System and Spatial Projection. 2017. . Earth data science - earth lab. <https://earthdatascience.org/courses/earth-analytics/spatial-data-r/intro-to-coordinate-reference-systems/>. (31. 7. 2025).
- Documentation for QGIS 3.4. b. l. . <https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/>. (26. 6. 2025).
- Farina A. 2006. Principles and Methods in Landscape Ecology: Towards a Science of the Landscape. Dordrecht, Springer.
- Finding invalid geometry—ArcMap | Documentation. 2021. . <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/data-reviewer/finding-invalid-geometry.htm>. (28. 7. 2025).
- Forman R.T.T. 1995. Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge, Cambridge University Press.
- Forman R.T.T., Godron M. 1986. Landscape Ecology. New York, Wiley.
- Fragstats Documentation. 2023. . <https://www.fragstats.org/index.php/documentation>. (1. 8. 2025).
- GISGeography 2017. Latitude, Longitude and Coordinate System Grids. GIS geography. <https://gisgeography.com/latitude-longitude-coordinates/>. (31. 7. 2025).
- Hay G., Marceau D., Dube P., Bouchard A. 2001. A multiscale framework for landscape analysis: Object-specific analysis and upscaling. Landscape ecology, 16: 471–490. <https://doi.org/10.1023/A:1013101931793>.
- Jung M. 2016. LecoS — A python plugin for automated landscape ecology analysis. Ecological informatics, 31: 18–21. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.11.006>.
- Juvančič M. 2000. Geodezija za gozdarje in krajinske arhitekte. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- Keller G.R., Baru C. (Eds.). 2011. Geoinformatics: Cyberinfrastructure for the Solid Earth Sciences. Cambridge, Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511976308>.
- Lisec A., Ferlan M. 2017. 200 let od začetka parcelno orientiranega katastra na Slovenskem = 200 years from the origins of the parcel - oriented land cadastre in Slovenian Lands. Geodetski vestnik, 1, 61: 76–90.

- McGarigal K. b. I. Landscape Metrics for Categorical Map Patterns. Multiple Layer Analysis. b. I. Essentials of geographic information systems - saylordotorg. https://saylordotorg.github.io/text_essentials-of-geographic-information-systems/s11-02-multiple-layer-analysis.html. (30. 7. 2025).
- Pieniżek M., Zych M. 2020. Statistical maps. Data visualisation methods, Statistical Research Papers. Warszawa, Główny Urząd Statystyczny.
- Pirnat J. 2015. Primerjava izbranih krajinsko-ekoloških kazalcev za gozdove v dveh različnih krajinskih tipih. *Acta silvae et ligni*, 107: 25–34. <https://doi.org/10.20315/ASetL.107.3>.
- Pirnat J. 2017. Krajinska ekologija: univerzitetni učbenik. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo.
- Pirnat J. 2024. Krajinska ekologija, 1. izd. Ljubljana, Založba Univerze v Ljubljani.
- Pirnat J., Hladnik D. 2019. A tale of two cities—From separation to common green connectivity for maintaining of biodiversity and well-being. *Land use policy*, 84: 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.03.011>.
- Pirnat J., Kobler A. 2012. Landscape changes in the Pivka area, Slovenia. *Zbornik gozdarstva in lesarstva. forest and wood science & technology*, 98: 39–49.
- QGIS 2025. . Wikipedia.
- Riley S.J., DeGloria S.D., Elliot R. 1999. A Terrain Ruggedness Index that Quantifies Topographic Heterogeneity. *Intermountain journal of sciences*, 1–4, 5: 23–27.
- Slak J., Triglav J., Boldin D., Mavec M., Fonda M. 2019. Dediščina katastrov na Slovenskem: digitalni arhiv zemljiškega katastra, katastra stavb in državnih prostorskih načrtov, 1. izd. Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije; = Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia.
- Top 10 World Map Projections. 2019. . The future mapping company. <https://futuremaps.com/blogs/news/top-10-world-map-projections>. (1. 8. 2025).
- Transformacija v novi koordinatni sistem 2018. .
- Turner M.G., Gardner R.H. 2015. *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. New York, NY, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2794-4>.
- VAC - Virtualna Čitalnica. b. I. <https://vac.sjas.gov.si/vac>. (28. 6. 2025).
- With K.A. 2019. *Essentials of Landscape Ecology*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198838388.001.0001>.

DODATNO GRADIVO

Uradna dokumentacija QGIS (pdf): <https://docs.qgis.org/3.4/pdf/en/QGIS-3.4-UserGuide-en.pdf>

Uradna dokumentacija QGIS (www): <https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/>

Učno gradivo QGIS: https://training.datapolitan.com/qgis-training/Intermediate_GIS/#1

Vadnica in nasveti QGIS: <https://www.qgistutorials.com/en/>

Uradni QGIS YouTube portal: <https://www.youtube.com/@qgishome>

QGIS YouTube portal (Hans van der Kwast): <https://www.youtube.com/@HansvanderKwast>

Učbenik (Q)GIS in analize prostorskih podatkov:
<https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/819>

Povezave do izbranih portalov s prosto dostopnimi globalnimi podatkovnimi bazami:

<https://www.openstreetmap.org/>

<https://openlayers.org>

<https://www.naturalearthdata.com/downloads/>

<https://www.worldpop.org/>

<https://data.worldbank.org/>

<https://opentopography.org/>

<https://hub.arcgis.com/search>