

IVAN ŠULC

DIGITALNA KARTOGRAFIJA

2. RAZRED

Priručnik za predmet Digitalna kartografija
2. razred opće gimnazije

Priručnik je izrađen u sklopu projekta
„HEUREKA – spoznajom do uspjeha“
kojeg je finansirala Europska unija.

Ivanec,
2016.



EUROPSKA UNIJA
Ulaganje u budućnost



Projekt je finansirala Europska unija u 100%-om iznosu iz Europskog socijalnog fonda kroz Operativni program „Razvoj ljudskih potencijala 2007.-2013., poziv na dostavu projektnih prijedloga HR.3.1.20 Promocija kvalitete i unaprjeđenje sustava odgoja i obrazovanja na srednjoškolskoj razini.

Sadržaj ove publikacije/emitiranog materijala isključiva je odgovornost Srednje škole Ivanec.

SREDNJA ŠKOLA IVANEC – nositelj projekta

Ravnateljica: mr.sc. Lidija Kozina, dipl. oec.

Eugena Kumičića 7, 42 240 Ivanec

Telefon: 042 782 344

Faks: 042 781 512

E-mail: info@ss-ivanec.hr

Web: <http://www.ss-ivanec.hr/>

SREDNJA ŠKOLA MATE BLAŽINE LABIN – partner na projektu

Ravnatelj: Čedomir Ružić, prof.

Rudarska 4, 52 220 Labin

Telefon: 052 856 277

Faks: 052 855 329

E-mail: ssmb@ss-mblazine-labin.skole.hr

Web: <http://www.ssmb.hr>

Posredničko tijelo razine 1

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta

Ulica Donje Svetice 38, 10 000 Zagreb

E-mail: esf@mzos.hr

Web: <http://public.mzos.hr>

Posredničko tijelo razine 2

Agencija za odgoj i strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih, Organizacijska jedinica za upravljanje strukturnim instrumentima

Radnička cesta 37b, 10 000 Zagreb

E-mail: defco@asoo.hr

Web: <http://www.asoo.hr/defco>

Za više informacija o EU fondovima u RH:

www.mrrfeu.hr

www.strukturnifondovi.hr



AUTOR:

dr. sc. Ivan Šulc
asistent – znanstveni novak
Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek
Marulićev trg 19/II, 10 000 Zagreb
E-mail: ivan.sulc.2006@gmail.com
E-mail: isulc@geog.pmf.hr

RECENZENTI:

izv. prof. dr. sc. Aleksandar Toskić
Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

doc. dr. sc. Dubravka Spevec
Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

IVAN ŠULC

DIGITALNA KARTOGRAFIJA

Priručnik za predmet Digitalna kartografija
2. razred opće gimnazije

Ivanec, srpanj 2016.



SADRŽAJ

Predgovor	V
1. UVOD U DIGITALNU KARTOGRAFIJU	1
1.1. Geografski informacijski sustavi	2
1.2. Modeli podataka u GIS-u	4
1.3. Koordinatni sustavi i projekcije	6
1.4. GIS softver	10
<i>Vježba 1. Mjerenje i dobivanje informacija o objektima u GIS-u i Google Earthu</i>	14
2. GEOGRAFSKA VIZUALIZACIJA	21
2.1. Jednostavna tematska karta	22
2.2. Metode prikazivanja kvalitativnog obilježja	25
<i>Vježba 2. Ekoregije na Zemlji</i>	25
2.3. Metode prikazivanja kvantitativnog obilježja	37
<i>Vježba 3. Korisnici interneta u svijetu</i>	37
<i>Vježba 4. Veća naselja u Hrvatskoj prema broju stanovnika</i>	43
2.4. Metode prikazivanja rasterskih podataka	45
<i>Vježba 5. Hipsometrijski odnosi u odabranoj regiji u Hrvatskoj</i>	45
2.5. Selekcija	48
<i>Vježba 6. Indeks promjene broja stanovnika 2011./1961. u Istarskoj/Varaždinskoj županiji</i>	49
<i>Vježba 7. Dobni sastav stanovništva u okolini Ivance/Labina 2011. godine</i>	53
<i>Vježba 8. Urbani i prometni sustav Italije</i>	57
3. UREĐIVANJE PROSTORNE BAZE PODATAKA	61
3.1. Izvori prostornih podataka	62
3.2. Prostorna baza podataka u GIS-u	65
<i>Vježba 9. Korišteno poljoprivredno zemljište u Hrvatskoj</i>	65
3.3. Spajanje prostornih i neprostornih baza podataka	69
<i>Vježba 10. Struktura zaposlenih prema sektorima djelatnosti u odabranoj regiji u Hrvatskoj</i>	70
4. DIGITALIZACIJA PODATAKA	75
4.1. Digitalizacija točkastih entiteta	76
<i>Vježba 11. Lokaliteti u Hrvatskoj upisani na UNESCO-ov Popis svjetske baštine</i>	76
4.2. Digitalizacija linijskih entiteta	81
<i>Vježba 12. Linije javnog prijevoza u okolini Labina/Ivance</i>	81
4.3. Digitalizacija površinskih entiteta	84
<i>Vježba 13. Nacionalni parkovi u Hrvatskoj</i>	84
4.4. Georeferenciranje	86
<i>Vježba 14. Geografski elementi odabranog otoka</i>	86
<i>Vježba 15. Prostorno širenje Ivance/Labina (I. dio)</i>	91
5. PROSTORNE ANALIZE	93
5.1. Terensko istraživanje	94
<i>Vježba 16. Terensko istraživanje i GIS</i>	95
5.2. Osnovne prostorne analize (buffer, unija, presjek, razlika)	97
<i>Vježba 17. Prostorno širenje Ivance/Labina (II. dio)</i>	98
<i>Vježba 18. Idealna lokacija za obiteljski hotel na odabranom otoku</i>	100
<i>Vježba 19. Prostorna analiza na temelju rezultata terenskog istraživanja</i>	106
5.3. Prostorni upiti	108
<i>Vježba 20. Dobivanje odgovora na prostorne upite na temelju digitaliziranih slojeva</i>	108
5.4. Digitalna analiza reljefa	111
<i>Vježba 21. Digitalna analiza reljefa u okolini Ivance/Labina</i>	111
Podaci i rješenja vježbi	117
Literatura i izvori	120
O autoru	123

PREDGOVOR

Sve prisutnija pojava digitalnih karata, kartografskih web preglednika i web globusa sve više utječe na promjenu percepcije svijeta oko nas. Integracija geografije s geografskim informacijskim sustavima omogućila je stjecanje novih spoznaja o prostoru i procesima koji se u njemu odvijaju. Navedeni trendovi, želja da se geografiju u svojem stvarnom značenju približi učenicima te da im se omogući unaprjeđenje kartografske pismenosti potaknuli su kreiranje novog fakultativnog predmeta *Digitalna kartografija* za potrebe kojeg je izrađen ovaj priručnik.

Pod pojmom *digitalna kartografija* u najširem smislu se podrazumijeva upotreba računalne tehnologije u kartografiji. U okviru toga ovaj priručnik stavlja naglasak na upotrebu geografskih informacijskih sustava u prikupljanju, analizi i vizualizaciji prostornih podataka s ciljem dobivanja novih spoznaja o prostoru te prostornim procesima i odnosima. U priručniku su zastupljeni osnovni aspekti rada u GIS-u u okviru geografije, čime se učenicima omogućuje stjecanje osnovnih znanja i vještina vezanih uz prikupljanje, uređivanje i pohranu prostornih podataka te njihovo pretraživanje, analizu i vizualizaciju.

Priručnik je podijeljen na pet poglavlja. U prvom poglavlju *Uvod u digitalnu kartografiju* objašnjeni su osnovni pojmovi kartografija, digitalna kartografija, geografski informacijski sustav te njihova suvremena primjena. Prikazana su osnovna obilježja kartografskih projekcija koje su od iznimne važnosti za izradu karata i rad s prostornim podacima, a učenici se upoznaju s osnovnim alatima za rad u GIS softveru. Drugo poglavlje, *Geografska vizualizacija*, daje pregled osnovnih metoda vizualizacije prostornih podataka prema skupinama statističkih obilježja te osnovnih zakonitosti i principa u izradi tematskih karata. Učenici u tom poglavlju vizualiziraju gotove prostorne podatke i provode selekcije. U trećem poglavlju, *Uređivanje prostorne baze podataka*, objašnjavaju se osnovne metode nadogradnje prostorne baze podataka unosom atributivnih podataka, a učenici se upoznaju i s izvorima prostornih podataka. U četvrtom poglavlju, *Digitalizacija podataka*, naglasak je na kreiranju novih geometrijskih podataka i georeferenciranju karata, čime učenici stječu vještine samostalne izrade prostornih podataka. Posljednje poglavlje, *Prostorne analize*, bavi se za geografiju i srodne znanosti najvažnijim područjem primjene GIS-a jer omogućava dobivanje novih spoznaja i informacija o prostoru i procesima koji se u njemu odvijaju. U tom se poglavlju objašnjavaju osnovni alati za provedbu prostornih analiza na vektorskim podacima, zatim digitalna analiza reljefa i metode dobivanja odgovora na prostorne upite. U posljednjem je poglavlju predviđeno provođenje terenskog istraživanja s kartiranjem, tijekom kojeg učenik provodi cjelokupni proces istraživanja, od pripreme karte za kartiranje, preko kartiranja na terenu i unosa podataka u GIS, do provođenja prostornih analiza i vizualizacije rezultata vlastitog istraživanja.

Na predmetu *Digitalna kartografija* i u priručniku naglasak je na stjecanju vještina rada u GIS-u putem vježbi namijenjenih praktičnom rješavanju na računalu. Vježbe su osmišljene na način da prate nastavne celine i ishode učenja, a objašnjenja i upute su detaljno popraćeni grafičkim prilozima (shemama i screenshotovima). S obzirom na pretpostavljeno usvajanje znanja i vještina tijekom rješavanja zadatka, vježbe su koncipirane od jednostavnijih, koje ne zahtijevaju nikakvo predznanje, do složenijih, koje kombiniraju nova znanja sa znanjima i vještinama usvojenim tijekom prethodnih vježbi. Vježbe su uglavnom zamišljene kao samostalne i zaokružene celine namijenjene samostalnom rješavanju. Ipak, nekoliko vježbi u četvrtom i petom poglavlju ima kumulativni karakter. U vježbama 14. i 15. učenici unose u GIS podatke na zadanu temu, u *Vježbi 16.* provode kartiranje na terenu, a u vježbama 17., 18. i 19. izvršavaju prostorne analize na temelju podataka prikupljenih u prethodno navedenim vježbama. *Vježba 20.* namijenjena je dobivanju odgovora na prostorne upite na temelju svih podataka iz prethodnih vježbi.

Tijekom vježbi učenici rade s prostornim cjinama različitog obuhvata i mjerila – od lokalne sredine preko regija i Hrvatske u cjelini do cijelog svijeta. To im omogućuje usvajanje kompleksnog problemskog pristupa u analizi prostornih procesa i odnosa od globalne do lokalne razine. Rad s geografskim područjima koja učenicima nisu toliko bliska priprema ih za primjenu svojih znanja i vještina u GIS-u u analizi i vizualizaciji bilo kojeg područja.

Najveći dio vježbi sastoji se od četiri dijela: (1) *Opis vježbe*, (2) *Vještine*, (3) *Objašnjenje sadržaja*, (4) *Zadaci*. U *Opisu vježbe* dan je kratki uvod i navedeno je što će učenik raditi u vježbi. Pod *Vještinama* su navedena nova znanja i vještine u GIS-u koje će učenik usvojiti tijekom vježbe. Glavni dio svake vježbe čini objašnjenje sadržaja koji se usvaja, a koji je u skladu s definiranim vještinama. Objašnjenje sadržaja logično je razdijeljeno na celine i popraćeno je detaljnim uputama i screenshotovima koji pokazuju kako se provodi određeni postupak. U *Zadatku* na kraju svake vježbe navedene su upute za njezino rješavanje. Detaljnost uputa smanjuje se s količinom prethodno stečenih znanja. U ranijim vježbama su vrlo detaljno navedeni svi koraci koje je potrebno poduzeti kako bi se došlo do rezultata, a u kasnijim vježbama opširnije su objašnjeni samo novi elementi, a upute koje se odnose na ostale korake manje su detaljne. Na kraju svake vježbe poželjan je osvrt na rezultate i njihova interpretacija, s naglaskom na problemski pristup.

Upute za rješavanje vježbi u priručniku prilagođene su verziji softvera QGIS 2.14.0 *Essen* s grafičkim sučeljem na engleskom jeziku. QGIS je geografski informacijski sustav otvorenog koda, licenciran pod GNU General Public License, koja omogućava krajnjim korisnicima potpunu slobodu korištenja, proučavanja, dijeljenja i modifikiranja softvera.

QGIS je moguće preuzeti i instalirati s web stranice <http://www.qgis.org/en/site/>. Priručnik je, uz manje razlike u grafičkom sučelju i izbornicima, primjenjiv i na druge verzije istog softvera.

Uz priručnik se nalazi prilog s podacima potrebnim za rješavanje vježbi i njihovim rješenjima. Podaci za vježbe nalaze se u mapi *Podaci*, a u pojedinim vježbama učenici sami preuzimaju ili kreiraju prostorne podatke na temelju kojih rješavaju zadatke. Dio (besplatnih) GIS podataka korištenih u izradi priručnika preuzet je s web stranica različitih organizacija (UN, EUROSTAT, NASA, *The Nature Conservacy*) i web preglednika *Open Street Map*. Za područje Hrvatske koriste se izvorni ili modificirani GIS podaci iz *Registra prostornih jedinica RH* koji su kupljeni od Državne geodetske uprave za potrebe pripreme i izvođenja predmeta *Digitalna kartografija*.

Rješenja vježbi nalaze se u mapi *Rješenja* u prilogu, a uključuju gotove QGIS datoteke, grafičke datoteke (karte) i slojeve. Rješenja vježbi 1. i 20. u tekstuallnom obliku nalaze se u poglavljju *Podaci uz vježbe i rješenja* na kraju priručnika. U

vježbama u kojima učenici imaju na izbor jedno od ponuđenih područja istraživanja, rješenja su prikazana samo za jednu ponuđenu opciju. U vježbama s terenskim kartiranjem (vježbe 16. i 19.) učenici sami odabiru temu i prostor istraživanja pa nisu ponuđena nikakva rješenja.

Priručnik *Digitalna kartografija* namijenjen je učenicima srednjih škola koji upisuju predmet Digitalna kartografija, ali i drugim učenicima, studentima, nastavnicima i ostalim korisnicima koje zanimaju geografski informacijski sustavi.

Najljepše zahvaljujem recenzentima izv. prof. dr. sc. Aleksandru Toskiću i doc. dr. sc. Dubravki Spevec, na korisnim prijedlozima i savjetima koji su znatno pridonijeli poboljšanju kvalitete priručnika. Zahvaljujem kolegicama Karmen Diminić Milevoj i Mihaeli Maček na vrlo uspješnoj i ugodnoj suradnji na projektu *Heureka – spoznajom do uspjeha*. Mr. sc. Lidiji Kozina, ravnateljici Srednje škole Ivanec, Lidiji Vitez, voditeljici projekta i Jeleni Borovec, asistentici na projektu zahvaljujem na kvalitetnom vođenju projekta. Također zahvaljujem svima koji su mi na bilo koji način pomogli u radu.



UVOD U DIGITALNU KARTOGRAFIJU

- 1.1. Geografski informacijski sustavi
- 1.2. Modeli podataka u GIS-u
- 1.3. Koordinatni sustavi i projekcije
- 1.4. GIS softver

Vježba 1. Mjerenje i dobivanje informacija o objektima u GIS-u i *Google Earthu*



EUROPSKA UNIJA
Ulaganje u budućnost



Suvremena kartografija je djelatnost koja se bavi umjetnošću, znanosti i tehnologijom izrade i korištenja karata (International Cartographic Association, 2003). Tijekom dugog povijesnog razdoblja pod pojmom kartografije podrazumijevali su se tehnika i umjetnost izrade karata s ciljem što točnije grafičke reprezentacije Zemljine površine, u mjeri u kojoj su to dopuštala geografska znanja, tehnike prikupljanja podataka i izrade karata. Sve do 19. stoljeća kartografija se razvijala unutar geografske znanosti, a tada se osamostaljuje kao nova znanstvena disciplina. Odvajanje kartografske znanosti od geografije vezano je i uz različite aspekte primjene karata u tim disciplinama. Dok je u kartografiji karta predmet istraživanja, u geografiji je ona sredstvo istraživanja, a koristi se kao izvor podataka za znanstvena istraživanja, u stjecanju predodžbe o odnosima u prostoru, u prezentaciji rezultata istraživanja te u provedbi prostornih analiza.

Razvojem novih metoda prikupljanja i pohrane podataka o Zemljinoj površini (sateliti, zrakoplovi, sustavi za upravljanje bazama podataka) te širom upotrebljom računala i digitalne tehnologije, kartografija krajem 20. st. doživljava revoluciju. Uz klasične geografske karte javljaju se brojni novi oblici prikazivanja Zemljine površine (interaktivne i web karte, 3D prikazi, hologrami...), što pospješuje procese demokratizacije kartografije. Briše se granica između autora i korisnika karata, koji više nisu samo statični korisnici

klasičnih karata, nego sve više sudjeluju u prikupljanju prostornih podataka, izradi karata i upotrebi raznovrsnih kartografskih prikaza u brojne svrhe. Opisane promjene u kartografiji razlog su uspostavljanja pojma **digitalna kartografija**, koji u najširem smislu obuhvaća primjenu računala u izradi karata, odnosno proces prikupljanja prostornih podataka i njihovu pretvorbu u virtualni prikaz.

Digitalna kartografija danas obuhvaća široki spektar kartografskih prikaza, uređaja, alata i servisa za prikupljanje, čuvanje, upotrebu, analizu i prikaz podataka o Zemljinoj površini (npr. GIS, Google Earth i Google Maps, sustavi za navigaciju, kartografski web servisi, analogne i virtualne karte i slično). Kartografski web servisi i globalni navigacijski satelitski sustavi (Global Navigation Satellite System, GNSS) sve se više integriraju s različitim ljudskim aktivnostima, omogućuju brzo i jednostavno dobivanje odgovora na različite upite i postaju neizostavni dio svakodnevnog života (npr. pretraga barova i restorana u našoj blizini, vrijeme dolaska vlaka na našu postaju, navigacija tijekom putovanja do odredišta...). Suvremene promjene u kartografiji reflektiraju se i na šire poimanje geografske karte koja se definira kao znakovni model prostorne stvarnosti, koja prikazuje odabrane objekte ili svojstva, nastaje stvaralačkim autorskim izborom, a upotrebljava se onda kada su prostorni odnosi od prvorazredne važnosti (International Cartographic Association, 2003).

1.1. GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAVI

Ključnu ulogu u razvoju digitalne kartografije i kartografije općenito ima geografski informacijski sustav (GIS). GIS se općenito definira kao automatizirani sustav za prikupljanje, čuvanje, pretraživanje, analizu i prikaz prostornih podataka (Clarke, 1995). Pod pojmom **prostorni podaci** podrazumijevaju se svi podaci koji su vezani uz određenu lokaciju na površini Zemlje. GIS sastoji se od hardvera, softvera i podataka te načina njihove primjene. Pomoću GIS-a se digitalni podaci mogu obrađivati i uređivati, pohranjivati i reorganizirati, modelirati i analizirati te prikazivati u tekstualnom (alfanumeričkom) i grafičkom obliku (Bill, 1999). Prostorni se podaci u GIS softveru unose i pohranjuju u prostornoj bazi podataka te se različitim metodama i tehnikama analiziraju i vizualiziraju sa svrhom dobivanja korisnih informacija o sadržajima, procesima i odnosima na Zemljinoj površini.

Dakle, GIS kao složeni sustav ima **nekoliko temeljnih funkcija**:

- Prikupljanje prostornih podataka** – u GIS se unose gotovi (unaprijed pripremljeni) ili novi prostorni podaci koje korisnik stvara na temelju kartografskih podloga. Također je moguće modificirati i nadopunjavati postojeće podatke unosom novih geometrijskih ili opisnih (atributivnih) podataka.
- Pohranjivanje prostornih podataka** – preuzeti ili novostvoreni prostorni podaci pohranjuju se u posebnim

datotekama na računalu i mogu se kasnije koristiti (npr. *shapefile*, *file geodatabase*, *coverage*, GeoTIFF, TIN, HGT...).

- Pretraživanje prostornih podataka** – brojni alati u GIS-u omogućuju izdvajanje korisnih informacija iz pohranjenih prostornih podataka i dobivanje odgovora na prostorne upite (npr. Koja država u svijetu ima najduže očekivano trajanje života pri rođenju?).
- Prostorne analize** – skup metoda i tehnika za analizu prostornih podataka, pri čemu lokacija entiteta ima presudni utjecaj na rezultate analize. Omogućavaju dobivanje novih spoznaja o prostoru te procesima i odnosima koji se u njemu odvijaju.
- Prikaz prostornih podataka (geovizualizacija)** – primjena svakog grafičkog prikaza čiji je cilj poboljšanje razumijevanja osnovnih sadržaja, odnosa i procesa u prostoru. Treba razlikovati pojmove geovizualizacija ili geografska vizualizacija od tzv. kartografske (klasične) vizualizacije. **Kartografska vizualizacija** je predodžba prostora putem kartografskih izražajnih sredstava. Kartograf je podatke prikuplja na terenu, te na temelju terenskih mjerena izrađiva kartu. Kartograf putem karte vizualno komunicira (prezentira) podatke (Robinson, 1953). **Geografska vizualizacija** ili **geovizualizacija** podrazumijeva niz alata i tehnika kojima se vrši analiza prostornih podataka kroz primjenu interaktivne

vizualizacije. To je daleko širi pojam od kartografske vizualizacije u kojoj ima svoje korijene. Geografska vizualizacija je prvenstveno proces stvaranja, a ne toliko otkrivanja, prostornih znanja, njihovog pohranjivanja i prijenosa informacija. To je proces koji potiče vizualno razmišljanje (*visual thinking*), koje podrazumijeva utvrđivanje obrazaca, odnosa/veza i anomalija u

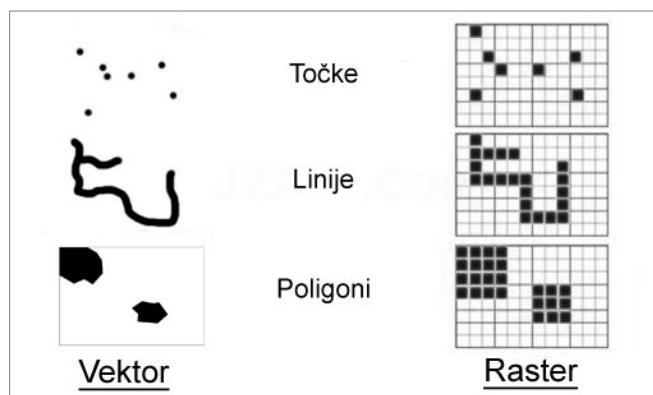
podacima, te omogućava korisnicima daljnje istraživanje podataka i tzv. ***decision-making processes***.

Iz navedenog proizlazi da je izrada karata tek jedna od funkcija GIS-a, dok je težište u GIS-u stavljen na analizu prostornih podataka.

1.2. MODELI PODATAKA U GIS-U

Stvarni svijet se u GIS-u prikazuje pomoću dva temeljno različita modela podataka (sl. 1.):

- Model diskretnih objekata** (engl. *entity data model*) – model kod kojih objekti precizno definiranih granica ispunjavaju prazan prostor i mogu se izbrojati. Taj model u GIS-u je predstavljen vektorskog strukturu podataka. Koristi se uglavnom za prikazivanje pojava koje se ne pojavljuju kontinuirano na Zemljinoj površini (npr. ceste, područje rasprostranjenosti šume, administrativne jedinice, naselja...). Vektorska struktura podataka raspoznaće se na način da višim stupnjem zuminjanosti postaju jasno vidljive točke, linije i granice poligonskih entiteta.
- Model kontinuiranih polja** (engl. *continuous data model*) – model koji prikazuje Zemlju kao konačni broj varijabli mjerljivih u svakoj točki na površini Zemlje. U GIS-u je predstavljen rasterskom strukturu podataka, kod koje je svakom polju (ćeliji, pikselu) pridružena vrijednost obilježja koje se prikazuje. Koristi se za pojave koje su kontinuirane na Zemljinoj površini (npr. nadmorska visina, količina padalina, insolacija...). Višim stupnjem zuminjanosti u rasterskoj strukturi postaju vidljive ćelije.



Sl. 1. Prikaz stvarnog svijeta vektorskog i rasterskom strukturu podataka

Rasterski i vektorski podaci mogu se istovremeno prikazivati i preklapati u GIS-u. Prilikom unosa, analize i prikaza u GIS-u pod pojmom **geoobjekti** ili **geografski objekti** podrazumijevaju se sadržaji i pojave u stvarnosti (na Zemljinoj površini) koji predstavljaju predmet istraživanja u GIS-u. Pojam **entitet** označava objekt ili pojavu koja se prikazuje u GIS-u te se definira imenom i tipom.

Svi objekti i pojave iz stvarnog svijeta u GIS-u se prikazuju pomoću tri osnovna grafička objekta – **točke** (*point*), **linije** (*line*) i **površine** ili **poligona** (*polygon*). U vektorskoj strukturi podataka linije su predstavljene vektorima, dok se u rasterskoj grade grupiranjem ćelija – temeljnih gradbenih elemenata.

Izbor geometrijskog elementa za prikaz entiteta ovisi o obilježjima objekta u stvarnosti, vrsti analize koja se želi

provesti u GIS-u te mjerilu u kojem se pohranjuju podaci (detaljnost prostorne baze podataka). Kako bismo to jasno objasnili možemo to povezati s kartom, odnosno povezati prostornu bazu podataka i klasičnu kartu. Točkama se uobičajeno prikazuju površinom mali objekti na površini Zemlje i objekti koji se ne mogu prikazati u mjerilu (npr. kuća, drvo, epicentar potresa, naselja na kartama sitnog mjerila). Linijama se prikazuju izduženi objekti poput cesta, tekućica, željezničkih pruga, granica, izohipsa... Poligonima se prikazuju objekti koji zauzimaju veću površinu i koji se mogu prikazati u mjerilu karte (npr. šume, more, administrativno-teritorijalne jedinice, jezera...). O mjerilu karte ovisi može li se određeni entitet prikazati poligonom ili je moguće točkom prikazati samo njegovu lokaciju. Primjerice, na kartama krupnijeg mjerila izgrađeni dijelovi naselja prikazuju se poligonima, dok se na kartama sitnog mjerila naselja uglavnom prikazuju točkama. Izbor grafičkog elementa za prikaz može ovisiti i o svrsi prikaza. Funkcija karte označava za koju potrebu se karta izrađuje te se tome prilagođava izbor grafičkog prikaza entiteta. Primjerice, u analizama razvijenosti prometne mreže geografi prikazuju ceste linijama, dok prometni inženjeri za ceste mogu koristiti poligone koji sadrže podatke o širini i karakteristikama kolnika.

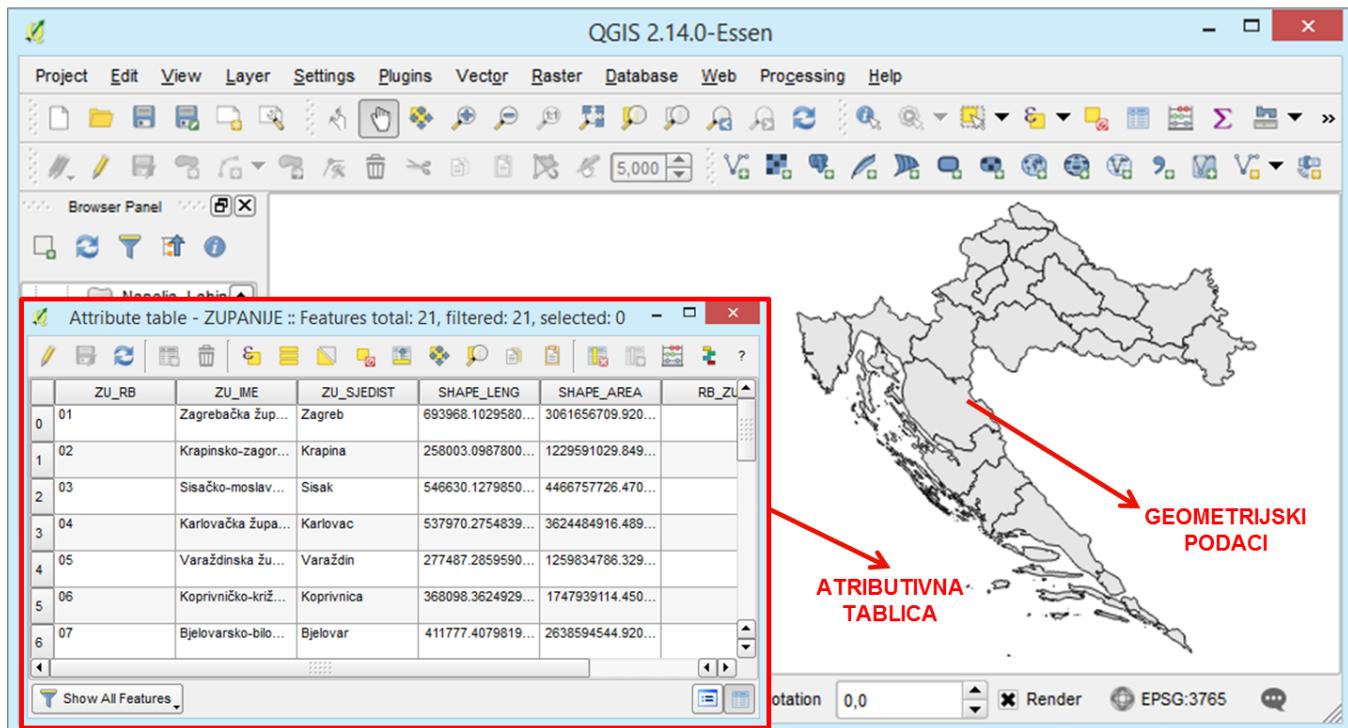
Prostorni podaci u GIS-u organizirani su po **slojevima** (*layers*) koji čine temelj rada u GIS-u. Svaki sloj sastoji se od dva osnovna dijela (sl. 2.):

- Geometrijskih podataka** – pojednostavljeni prikaz dijela prostorne stvarnosti pomoću točkastih, linjskih ili poligonskih vektorskog entiteta te rastera. Označavaju položaj svakog objekta na Zemljinoj površini, odnosno položaj entiteta na kartografskom prikazu.
- Atributivnih ili opisnih podataka** – kvalitativni i kvantitativni podaci koji su vezani uz geometrijske podatke. Predstavljaju opisne informacije svakog entiteta koji je prikazan u sloju. Atributivni podaci vidljivi su u atributivnoj tablici.

Vektorski sloj može obuhvaćati samo jedan tip geometrijskih podataka (točkaste, linjske ili poligonske vektorske entitete).

Prostorne analize i vizualizacija prostornih podataka odvijaju se na temelju slojeva. Preklapanjem slojeva dobiva se nova kvaliteta te je moguće doći do zaključaka ili spoznaja o prostornim procesima i odnosima koje prije nisu bile vidljivi.

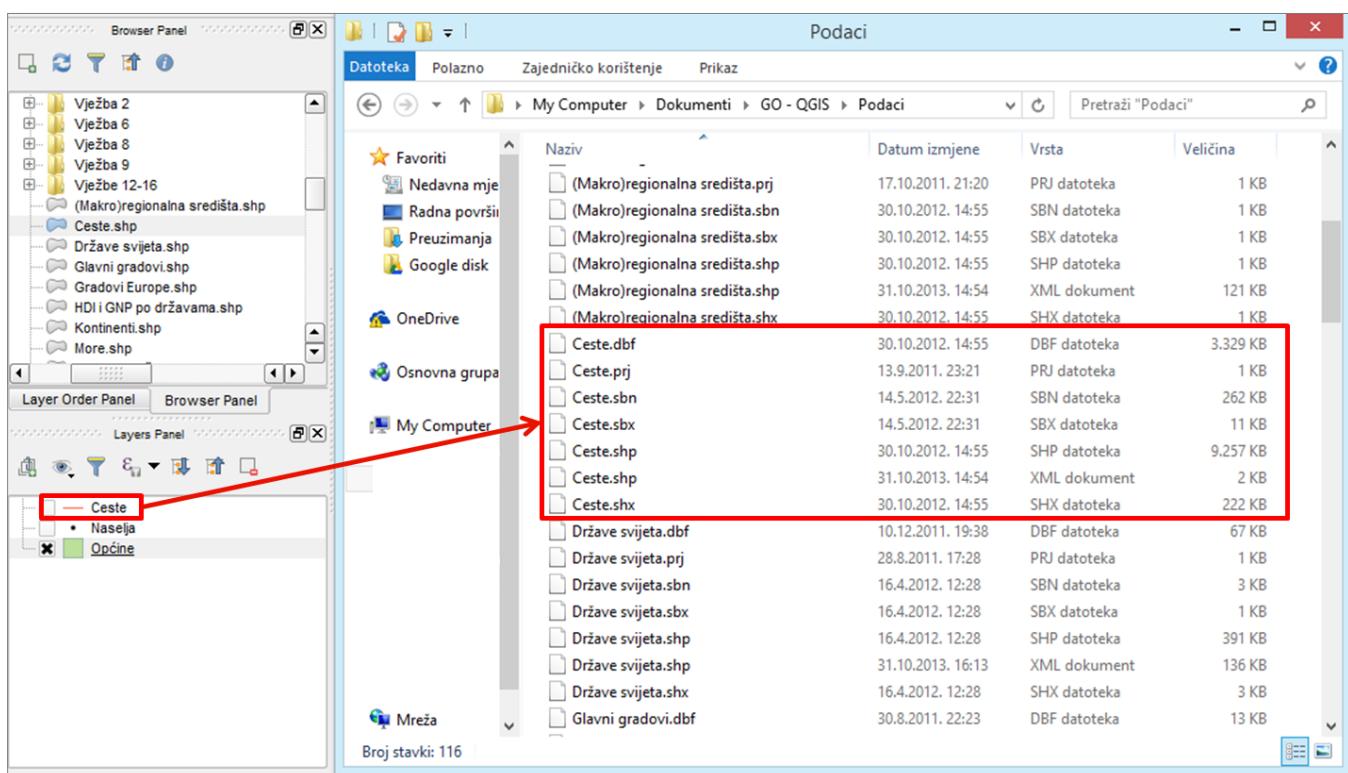
Svaki sloj u računalu je pohranjen kao jedna **zasebna datoteka**. Češće korišteni formati datoteka za pohranu vektorskog podataka su *shapefile*, *geodatabase* (*feature class*), *coverage*, OSM (*Open Street Map*), KMZ/KML (*Keyhole Markup Language*; koristi se u *Google Earthu*) i drugi. *Shapefile* je najčešće korišteni format vektorskog podataka, a koriste ga i komercijalni GIS softveri i softveri otvorenog koda. Za pohranu rasterskih podataka koriste se formati ESRI *Grid*, GeoTIFF (*Geographic Tagged Image File Format*), HGT i drugi. Uz navedene, GIS podržava rad s drugim formatima podataka, poput TIFF-a, JPEG-a, XML-a...



Sl. 2. Struktura prostornih podataka – geometrijski podaci i atributivna tablica

Svaki sloj u GIS-u je prikazan kao jedna ikona, dok je u ostalim programima prikazan kao skup nekoliko datoteka koje imaju isti naziv, ali različitu domenu. Svaki *shapefile* sastoji se od najmanje šest različitih datoteka, pri čemu su obvezne datoteke sa sljedećim domenama: (1) .shp – *shape* datoteka koja sadrži geometrijske podatke, (2) .shx – *shape index* format koji omogućava pretraživanje, (3) .dbf – *data base file* koji sadrži atributivne podatke organizirane u atributivnoj

tablici, (4) .prj – koordinatni sustav i projekcija sloja (sl. 3.). Prilikom kopiranja potrebno je obuhvatiti sve datoteke koje čine jedan sloj kako bi se ispravno mogao otvoriti u GIS-u. Ako se kopira GIS datoteka, uz nju je obvezno kopirati sve slojeve koji se nalaze u njoj. U protivnom se raskida veza između datoteke i podataka te ju je potrebno ponovno uspostavljati prilikom otvaranja kopirane datoteke.



Sl. 3. Prikaz datoteka koje čine shapefile na disku računala

1.3. KOORDINATNI SUSTAVI I PROJEKCIJE

S vrlo dinamičnim reljefom Zemlja predstavlja nepravilno sferno tijelo koje nije moguće u izvornom obliku prikazati na ravnoj površini. Zbog toga i blage ispuštenosti u ravnini ekvatora i spljoštenosti na polovima uslijed rotacije, Zemlja se u kartografiji pojednostavljenom aproksimira kao **rotacijski elipsoid** – pravilno sferno geometrijsko tijelo nastalo rotacijom elipse oko kraće osi. Elipsoid omogućuje određivanje položaja na Zemljici u globalnim navigacijskim sustavima. Za prijenos sferne površine elipsoida u ravninu koriste se matematički modeli koje se nazivaju **kartografske projekcije**. Dakle, kartografski prikaz dobiven je prijenosom elemenata s nepravilne Zemljine površine na elipsoid, a zatim s elipsoida u ravninu jednom od kartografskih projekcija.

Elipsoid i sferu nije moguće preslikati u ravninu bez netočnosti pa se u tom procesu nužno događaju deformacije kutova, površina i udaljenosti, zbog čega mjerilo karte ne vrijedi na cijeloj karti, nego samo u pojedinim dijelovima. Kartografske projekcije se razlikuju prema svojim obilježjima te je njihovo poznavanje od neizmjerne važnosti za korisnike, a posebno za autore karata i srodnih prikaza.

Postoji veliki broj kartografskih projekcija, a uvjetno se mogu podijeliti u skupine prema tri osnovna kriterija:

1. Prema vrsti deformacija
2. Prema polu normalne kartografske mreže
3. Prema obliku mreže meridijana i paralela

PROJEKCIJE PREMA VRSTI DEFORMACIJA

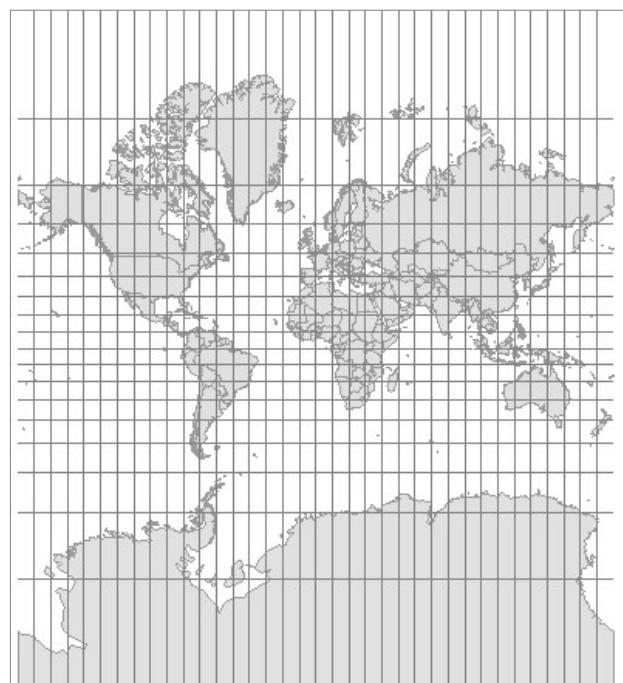
Projekcije se prema vrsti deformacija dijele na: (1) konformne ili istokutne, (2) ekvivalentne ili istopovršinske, (3) ekvidistantne ili istodužinske, (4) uvjetne.

Kod **konformnih (istokutnih) projekcija** (engl. *conform*) očuvana je vjernost kutova i oblika, što znači da pravac koji prolazi dvjema točkama na karti ima isti azimut kao pravac koji prolazi tim točkama u stvarnosti. Meridijani i paralele sijeku se pod pravim kutom. Poznati primjeri konformnih projekcija su Mercatorova projekcija i Lambertova konformna konusna projekcija (sl. 4.).

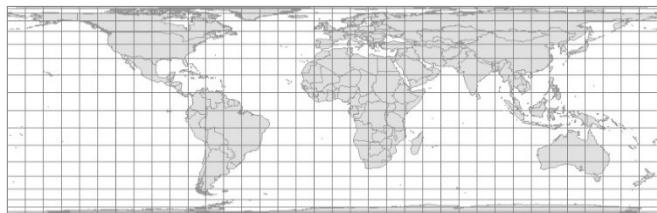
U **ekvivalentnim (istopovršinskim) projekcijama** (engl. *equal area*) očuvana je vjernost površina objekata na elipsoidu i u projekciji, no na štetu vjernosti kutova koji nisu očuvani. Tipičan primjer je Lambertova ekvivalentna cilindrična projekcija (sl. 5.).

Ekvidistantne (istodužinske) projekcije (engl. *equidistant*) po deformacijama se nalaze između konformnih i ekvidistantnih projekcija. U toj je skupini očuvana vjernost udaljenosti, no ne na cijeloj karti, nego samo duž glavnih pravaca. Zbog toga mjerilo vrijedi jedino za te pravce na karti (sl. 6.).

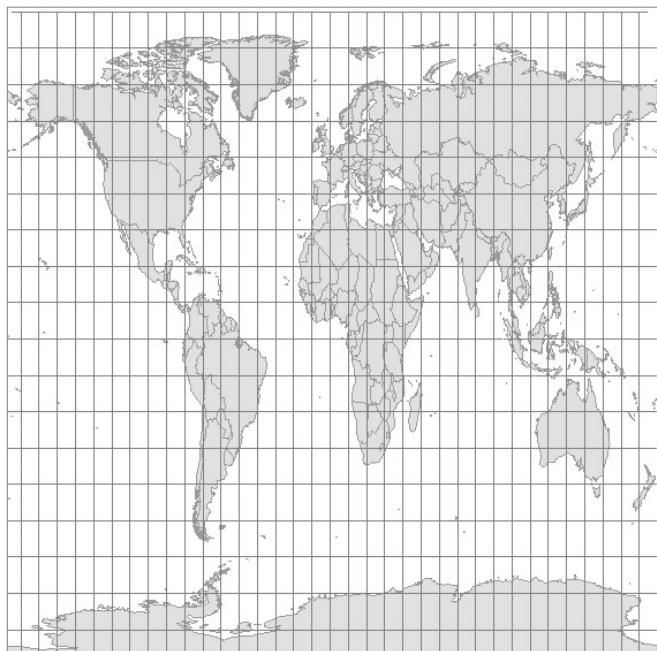
Kod **uvjetnih projekcija** nastoji se smanjiti deformacije, no nije očuvan niti jedan element vjernosti (sl. 7.).



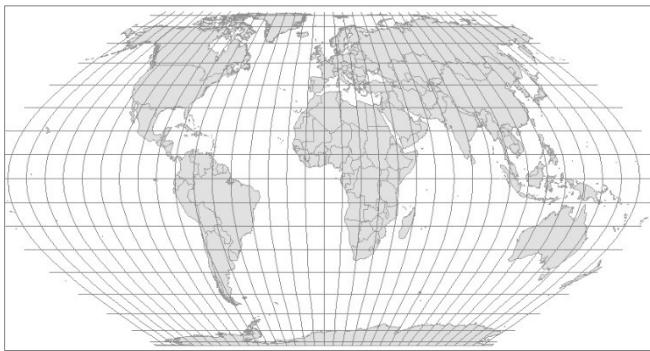
Sl. 4. Mercatorova projekcija – uspravna konformna cilindrična projekcija



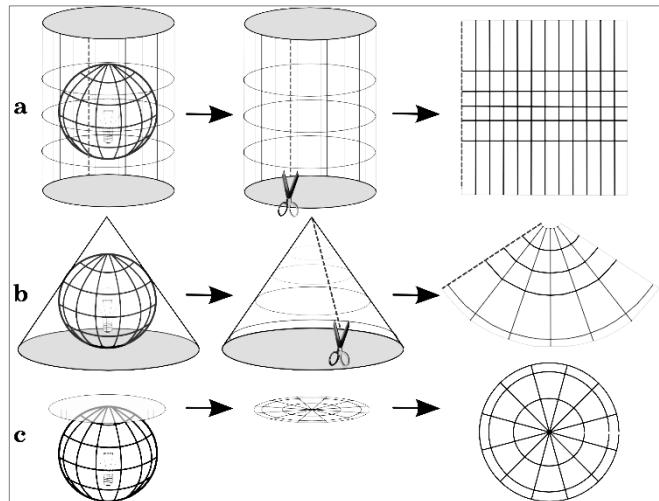
Sl. 5. Uspravna ekvivalentna cilindrična projekcija



Sl. 6. Uspravna ekvidistantna cilindrična projekcija



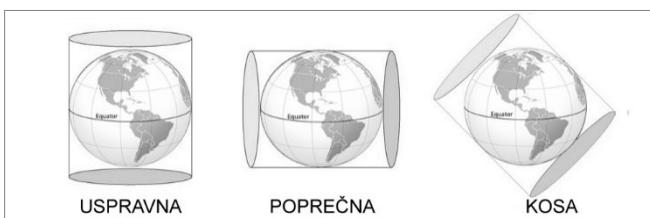
Sl. 7. Eckertova IV projekcija – uvjetna uspravna pseudocilindrična projekcija



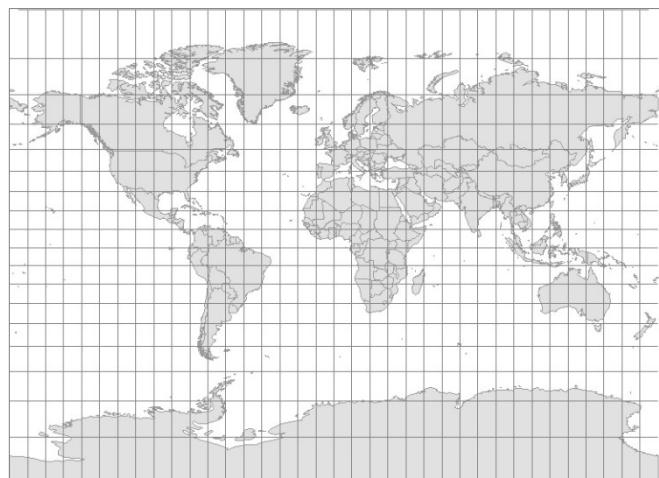
Sl. 9. Kartografske projekcije prema obliku mreže meridijana i paralela – a) cilindrične, b) konusne, c) azimutalne
Izvor: QGIS (2016)

PROJEKCIJE PREMA POLU NORMALNE KARTOGRAFSKE MREŽE

Projekcije se prema polu normalne kartografske mreže dijele na uspravne, poprečne i kose. Kod **uspravnih projekcija** (engl. *normal*) pol normalne kartografske mreže podudara se s geografskim polom (npr. Mercatorova projekcija). Kod **poprečnih projekcija** (engl. *transverse*) pol normalne kartografske mreže nalazi se na ekvatoru (npr. Gauss-Krügerova projekcija). Kod **kosih projekcija** (engl. *oblique*) pol kartografske mreže je između ekvatora i pola (sl. 8.).



Sl. 8. Projekcije prema polu normalne kartografske mreže
Izvor: Gay i Woodward (2004)



Sl. 10. Millerova (uspravna cilindrična) projekcija

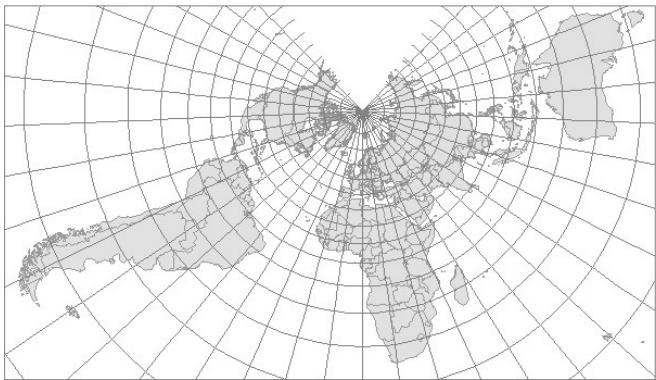
PROJEKCIJE PREMA OBLIKU MREŽE MERIDIJANA I PARALELA

Projekcije se prema obliku mreže meridijana i paralela dijele u sedam skupina: (1) cilindrične (valjkaste), (2) konusne (stožaste), (3) azimutalne, (4) pseudocilindrične, (5) pseudokonusne, (6) polikonusne i (7) kružne (sl. 9.).

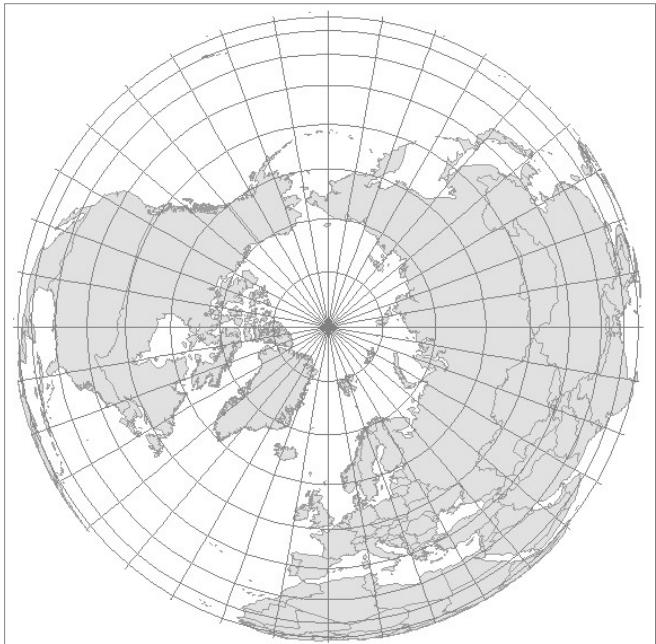
Cilindrične (valjkaste) projekcije (engl. *cylindrical*) predstavljaju projekciju elipsoida na plašt valjka, pri čemu se ekvator bez deformacija projicira na konstruirani cilindar (poklapa se sa zamišljenim plaštovom valjka), dok udaljavanjem od ekvatora deformacije rastu. Meridijani su usporedni vertikalni pravci, a paralele horizontalni pravci okomiti na meridijane. Sve paralele i svi meridijani iste su duljine. Primjeri cilindričnih projekcija su Mercatorova, Gauss-Krügerova, Millerova i Lambertova uspravna ekvivalentna projekcija (sl. 10.). Unatoč deformacijama u višim geografskim širinama, Mercatorova projekcija koristi u pomorstvu zbog vjernosti kutova. Gauss-Krügerova projekcija je poprečna Mercatorova projekcija i veći broj država je koristi u službenoj izradi karata krupnog mjerila.

Konusne (stožaste) projekcije (engl. *conic*) predstavljaju projekciju elipsoida na plašt konusa (stošca). Konus se poklapa s elipsoidom u jednoj ili dvije paralele na kojima nema deformacija i nazivaju se standardnim paralelama. Udaljavanjem od standardnih paralela deformacije se sve više povećavaju. Konusne projekcije ne koriste se za prikazivanje cijele Zemlje nego pojedinih hemisfera, kontinenata i država. Kod uspravnih projekcija meridijani su pravci koji se zrakasto šire od pola, a paralele su lukovi koncentričnih kružnica sa središtem na polu. Primjeri konusnih projekcija su Albersova ekvivalentna konusna projekcija i Lambertova konformna konusna projekcija (sl. 11.).

Azimutalne projekcije (engl. *azimuthal*) predstavljaju projekciju elipsoida na ravnu plohu. Kod uspravnih azimutalnih projekcija paralele su koncentrične kružnice sa središtem na polu, a meridijani pravci koji se zrakasto šire od pola pod jednakim kutovima (sl. 12.). Poprečne azimutalne projekcije često se koriste u izradi karata istočne i zapadne hemisfere, a kose azimutalne u izradi karata kontinenata.

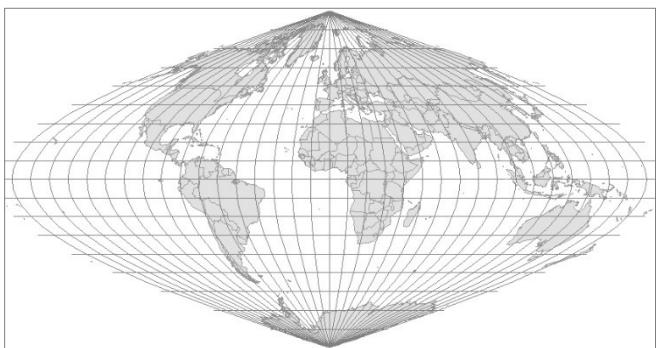


Sl. 11. Lambertova konformna konusna projekcija



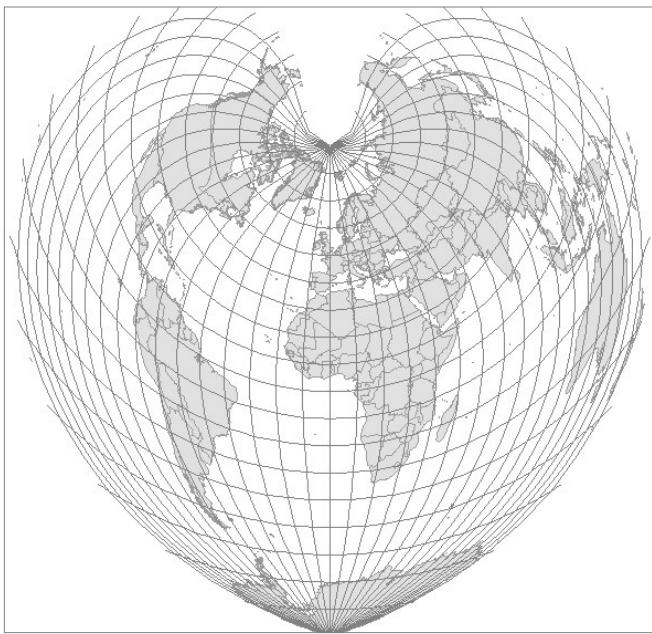
Sl. 12. Ortografska (azimutalna) projekcija sjevernog pola

Pseudocilindrične projekcije (engl. *pseudocylindrical*) srođene su cilindričnim, ali nastoje smanjiti deformacije udaljenosti i površina u višim geografskim širinama. U uspravnim pseudocilindričnim projekcijama paralele su usporedni pravci različite duljine, središnji meridijan je vertikalni pravac, a ostali meridijani su krivulje koje su simetrične u odnosu na središnji. Primjeri pseudocilindričnih projekcija su Robinsonova, Sinusoidalna (Sanson-Flamsteedova), Mollweidova projekcija i druge (sl. 13.).



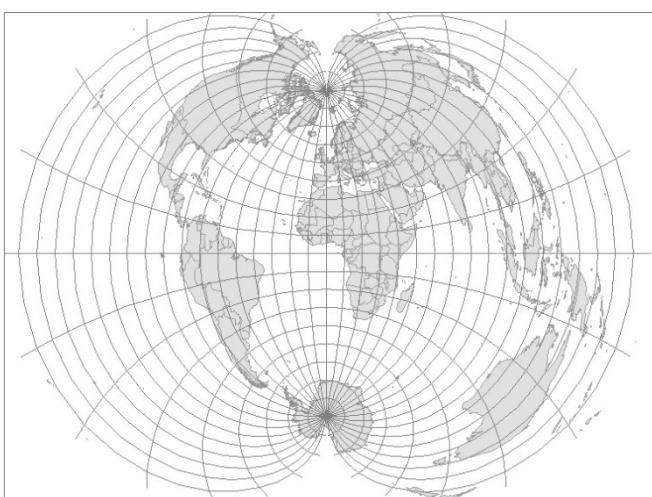
Sl. 13. Sinusoidalna (Sanson-Flamsteedova) projekcija

Pseudokonusne projekcije (engl. *pseudoconic*) obuhvaćaju različite kartografske projekcije koje su djelomično slične konusnim. Kod uspravnih pseudokonusnih projekcija paralele su lukovi koncentričnih kružnica, a meridijani krivulje simetrične u odnosu na središnji meridijan. Radi se o vrlo starom konceptu koji je primijenjen još na Ptolomejevim kartama u antičkom razdoblju, a poznatiji primjeri su Bonneova projekcija i Stabius-Wernerove projekcije (sl. 14.).



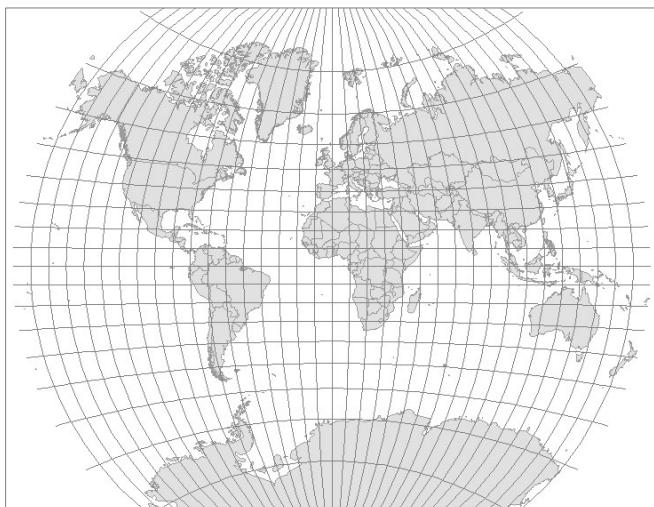
Sl. 14. Bonneova projekcija

Polikonusne projekcije (engl. *polyconic*) obuhvaćaju različite projekcije koje su slabo vezane uz konusne ili uopće nemaju povezanosti s njima. Kod uspravnih polikonusnih projekcija paralele su lukovi ekscentričnih kružnica, središnji meridijan je pravac, a ostali meridijani su krivulje simetrične u odnosu na središnji meridijan (sl. 15.).



Sl. 15. Polikonusna projekcija

Kružne projekcije su posebna vrsta projekcija kod kojih se meridijani i paralele preslikavaju kao lukovi simetričnih kružnica, a samo su ekvator i početni meridijan pravci. Najrašireniji primjer kružne projekcije je Van der Grintenova projekcija u kojoj se, između ostalog, izrađuju zidne karte svijeta (sl. 16.).



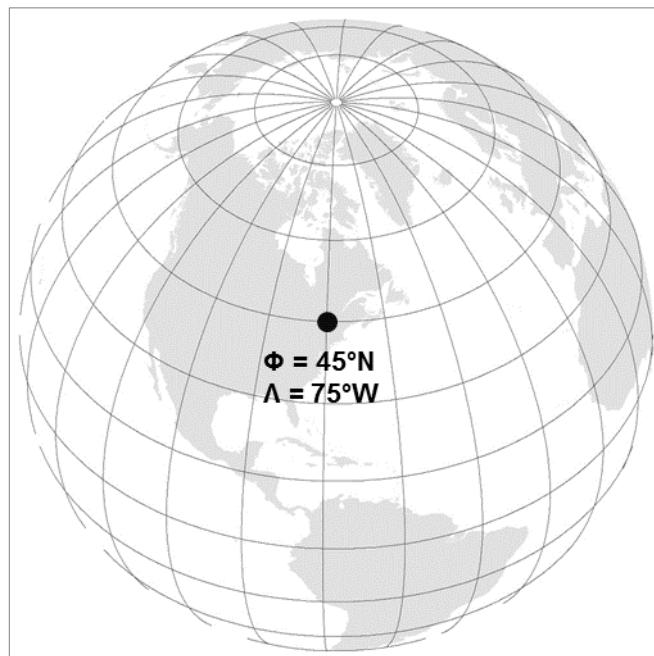
Sl. 16. Van der Grintenova projekcija

Detaljnije informacije o kartografskim projekcijama dostupne su na web stranici Cartographic Map Projections (<http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Normal/TOC/cartTOC.html>).

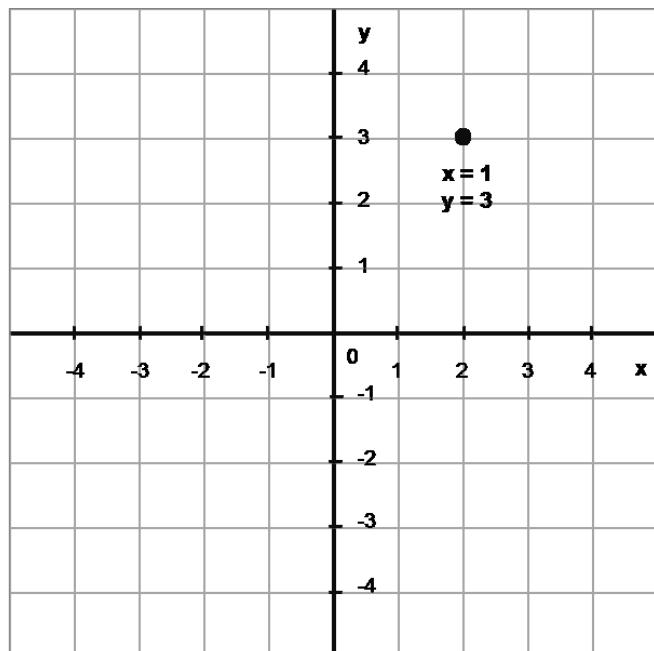
KOORDINATNI SUSTAVI

Koordinatni sustavi su matematički instrument koji omogućuje određivanje položaja u prostoru. Koordinate su brojevi čijim zadavanjem se definira položaj točke na pravcu, u ravnini ili u prostoru. U GIS-u se koriste dva koordinatna sustava – geografski i projekcijski (pravokutni). **Geografski koordinatni sustav** omogućuje određivanje položaja na sferi ili rotacijskom elipsoidu. Položaj svake točke definiran je geografskim koordinatama (geografskom širinom / φ / i geografskom dužinom / λ /), koje se iskazuju u kutnim stupnjevima, minutama i sekundama (sl. 17.). Geografska širina određuje se u rasponu od 0° do 90°N i od 0° do 90°S , a geografska dužina od 0° do 180°E i od 0° do 180°W .

Projekcijski (pravokutni) koordinatni sustavi su koordinatni sustavi kartografskih projekcija, a omogućuju određivanje položaja u ravnini ili u prostoru (u Kartezijevom dvodimenzionalnom ili trodimenzionalnom sustavu) (sl. 18.). Položaj točaka definiran je projekcijskim (pravokutnim) koordinatama koje su iskazane u mernim jedinicama za duljine (metri, stope...).



Sl. 17. Određivanje koordinata u geografskom koordinatnom sustavu



Sl. 18. Određivanje koordinata u pravokutnom (Kartezijevom) koordinatnom sustavu

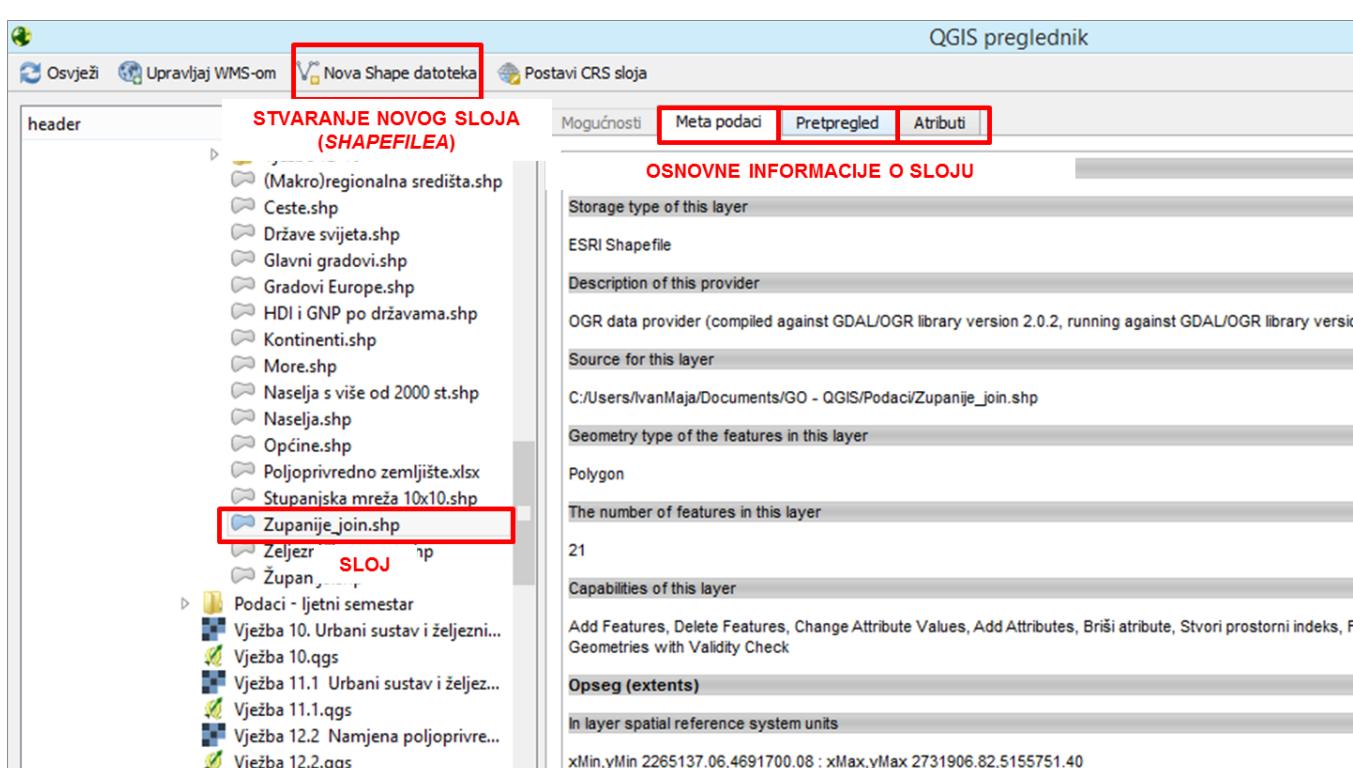
1.4. GIS SOFTVER

Geografski informacijski sustav predstavljen je većim brojem komercijalnih i *open source* softvera. Najpoznatiji i najrašireniji **komercijalni GIS softver** je *ArcGIS*, čiji je proizvođač američka tvrtka ESRI, a brojem korisnika ističu se i *Geomedia*, *MapInfo*, *Global Mapper*, *Smallworld* i drugi. **Open source GIS softveri** ili **GIS softveri otvorenog koda** su softveri kod kojih je izvorni softverski kod otvoren i dostupan te se mogu slobodno i besplatno distribuirati i nadograđivati. Raširenošću se ističu QGIS, SAGA GIS, GRASS GIS, *MapWindow* GIS, JUMP GIS i drugi.

Softver QGIS, za koji je napisan ovaj priručnik, nastao je integracijom nekadašnjeg softvera *Quantum GIS* s drugim

softverima otvorenog koda (*PostGIS*, GRASS GIS i *MapServer*). U trenutku pisanja priručnika zadnja stabilna verzija je **QGIS 2.14 Essen**, dok je najnovija dostupna verzija **QGIS 2.16 Nødebo**. Stoga se upute i *screenshotovi* u priručniku temelje na verziji QGIS 2.14 *Essen*, no primjenjivi su i na starije i novije verzije QGIS softvera.

Dvije osnovne sastavnice (aplikacije) softvera QGIS su QGIS *Browser* i QGIS *Desktop*. **QGIS Browser** je aplikacija koja omogućuje integrirani i cijeloviti prikaz datoteka i baza podataka na računalu pogodnih za rad u GIS-u te različite operacije s datotekama (sl. 19.).

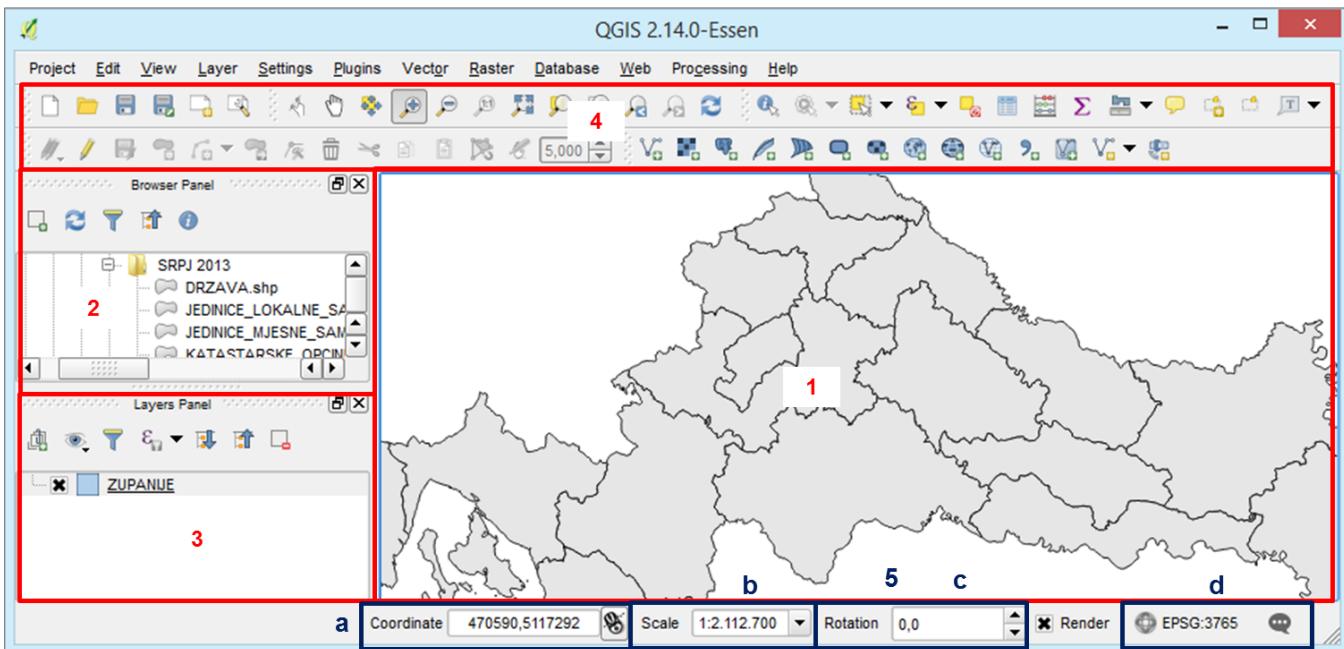


Sl. 19. QGIS Browser

QGIS Desktop je osnovno korisničko sučelje koje omogućuje unos, obradu, analizu i prikaz prostornih podataka u QGIS-u. Rad u QGIS *Desktopu* odvija se pomoću sljedećih komponenti (sl. 20.):

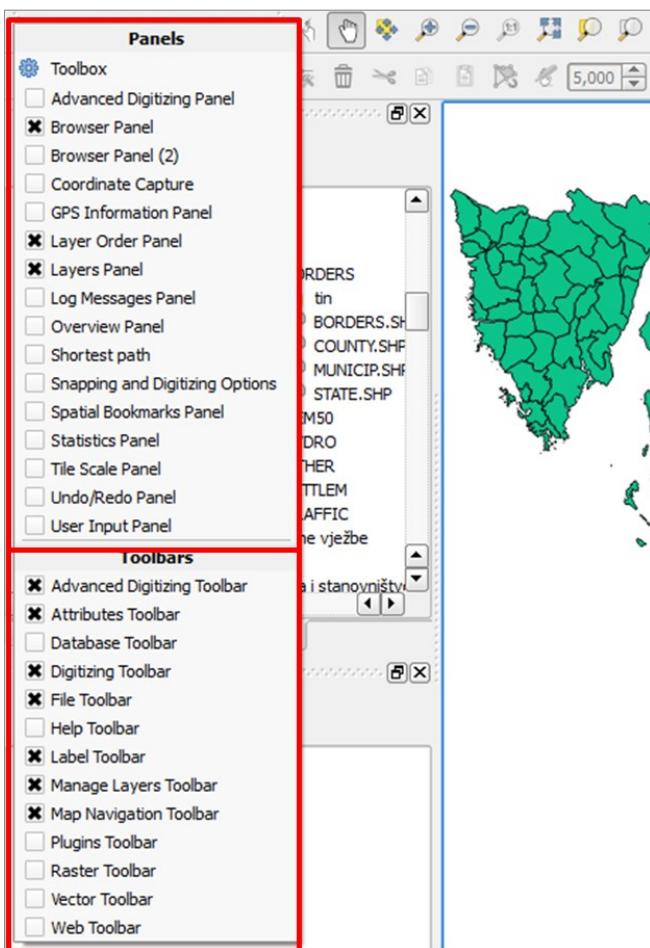
1. **Map Display** – grafički prikaz (geometrijskih) podataka.
2. **Browser Panel** – panel koji omogućuje pregled i dodavanje slojeva i datoteka dostupnih na računalu.
3. **Layers Panel** – panel koji sadrži slojeve koji su dodani u osnovno grafičko sučelje.
4. **Toolbars** – alatne trake koje sadrže različite alate za rad s prostornim podacima.
5. **Statusbar** – omogućuje prikaz:

- a) trenutnog mjerila (*Scale*)
- b) koordinata kursora (*Coordinates*) – geografske koordinate iskazane su u kutnim stupnjevima. Prvi broj označava geografsku dužinu, a drugi broj geografsku širinu. Koordinate nisu iskazane pomoću strana svijeta, nego kao pozitivne i negativne decimalne vrijednosti, pri čemu su sjeverna geografska širina i istočna geografska dužina iskazane kao pozitivne vrijednosti (+), a južna geografska širina i zapadna geografska dužina kao negativne vrijednosti (-).
- c) rotacije grafičkog prikaza (*Rotation*)
- d) koordinatnog sustava (CRS – *Coordinate Reference System*).



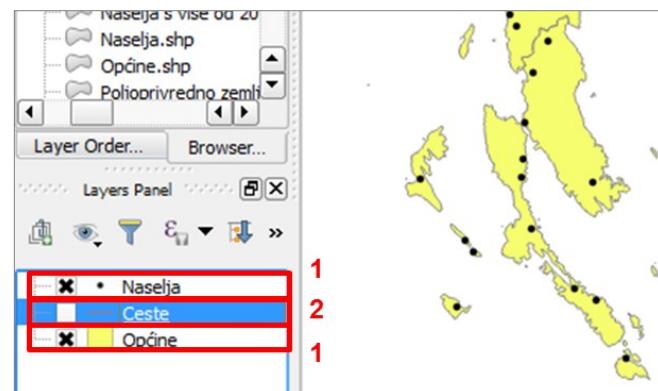
Sl. 20. QGIS Desktop

Za uključivanje i isključivanje alatnih traka i panela potrebno je kliknuti desnom tipkom miša na područje alatnih traka i uključiti ili isključiti pojedine elemente (sl. 21.).



Sl. 21. Paneli i alatne trake dostupni u QGIS Desktopu

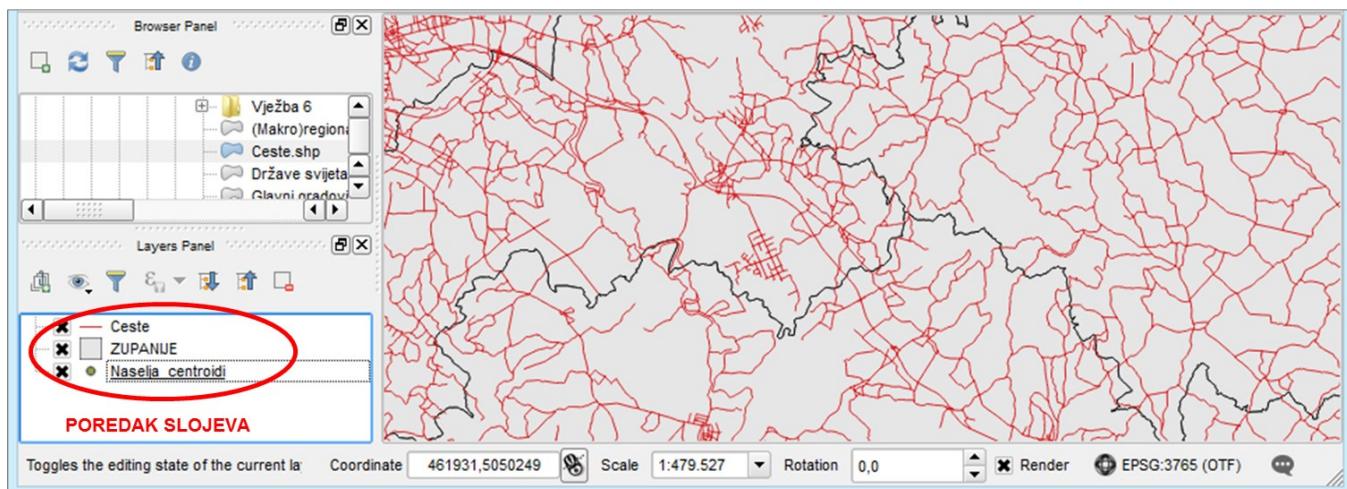
Layers Panel u izravnoj je vezi s grafičkim prikazom (*Map Display*) jer omogućuje prikaz slojeva koji se trenutno nalaze u QGIS-u. Ako je sloj **uključen** (1), podaci iz sloja prikazani su u *Map Display*u. Ako je sloj **isključen** (2), podaci iz sloja nisu prikazani u *Map Display*u (sl. 22.)



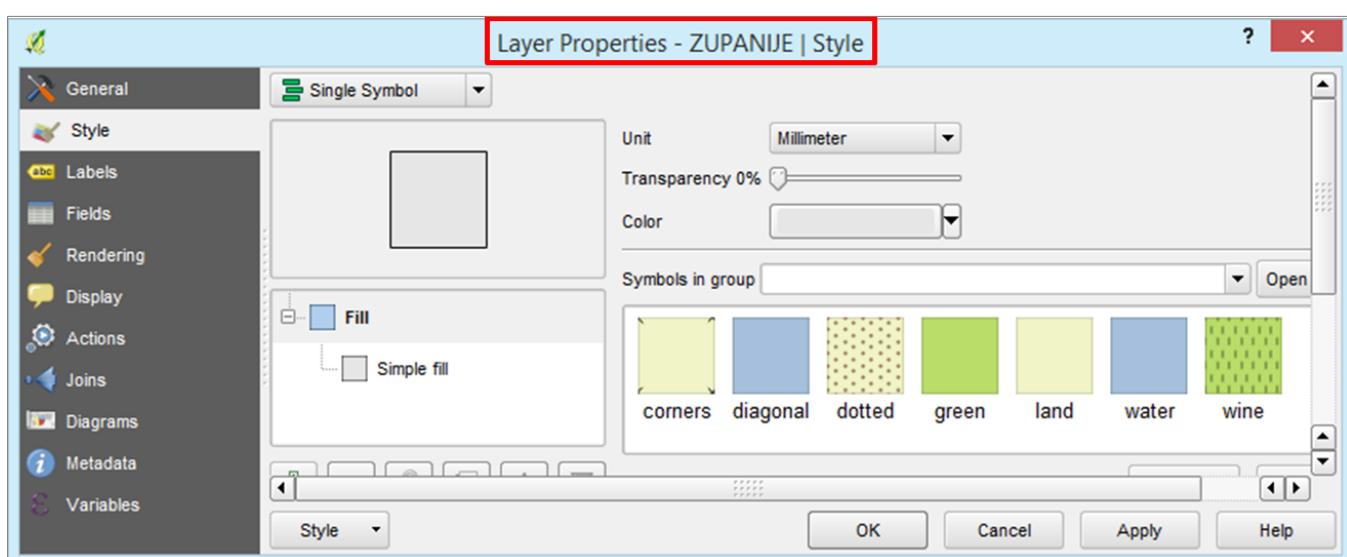
Sl. 22. Prikazivanje uključenih i isključenih slojeva u QGIS-u

Poredak slojeva u *Layers Panelu* određuje redoslijed prikaza slojeva u *Map Displayu*. Kako bi bili vidljivi svi uključeni slojevi, u *Layers Panelu* na vrhu se trebaju nalaziti slojevi s točkastim entitetima, zatim slojevi s linijskim entitetima, a na dnu slojevi s poligonskim entitetima i rasterima. U protivnom će slojevi s poligonskim entitetima i/ili rasterima prekrivati slojeve s točkastim i/ili linijskim entitetima te oni neće biti vidljivi u prikazu (sl. 23.).

Za svaki sloj moguće je postaviti različite postavke. Te se postavke mijenjaju u izborniku **Layer Properties**, u koji se ulazi dvostrukim klikom mišem na naziv sloja u *Layers Panelu* (sl. 24.).



Sl. 23. Odnos poretka slojeva u Layers Panelu i grafičkog prikaza



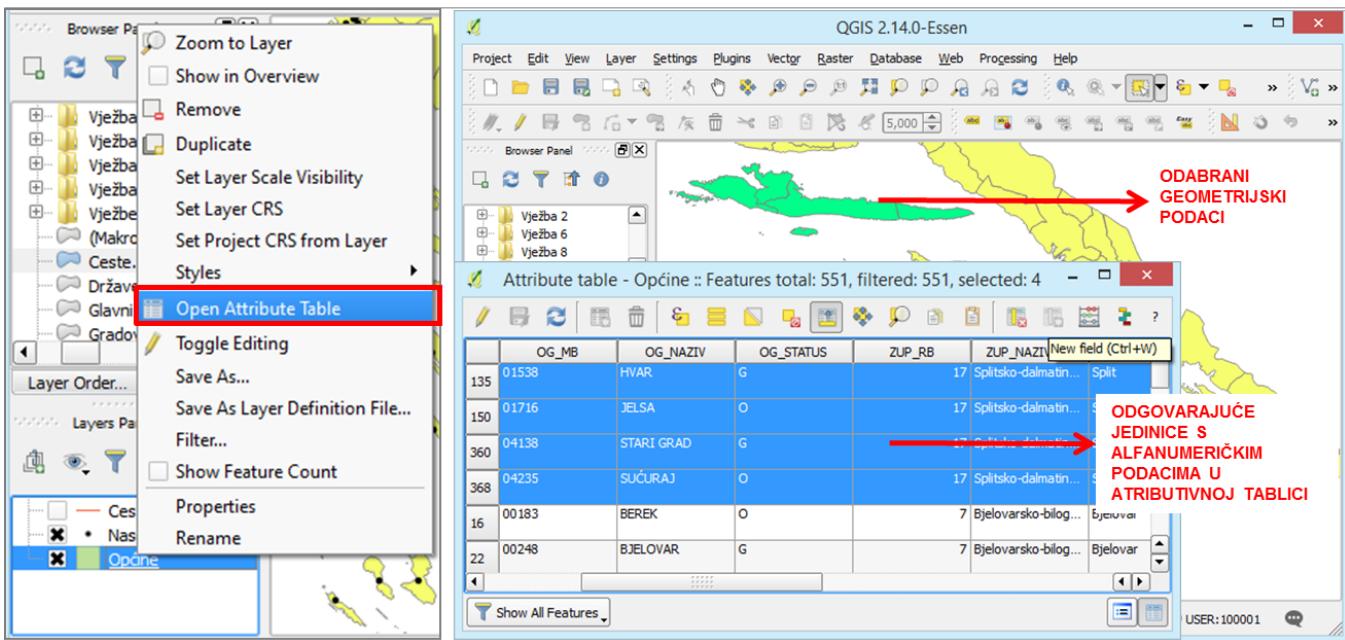
Sl. 24. Postavke sloja (Layer Properties)

Uz geometrijske podatke svaki sloj sadrži **atributivnu tablicu (Attribute Table)** koja predstavlja bazu podataka. U atributivnoj tablici pohranjena su kvalitativna i kvantitativna obilježja (atributi) prostornih podataka. Ta se obilježja upisuju u tekstualnom i numeričkom obliku. Svaki

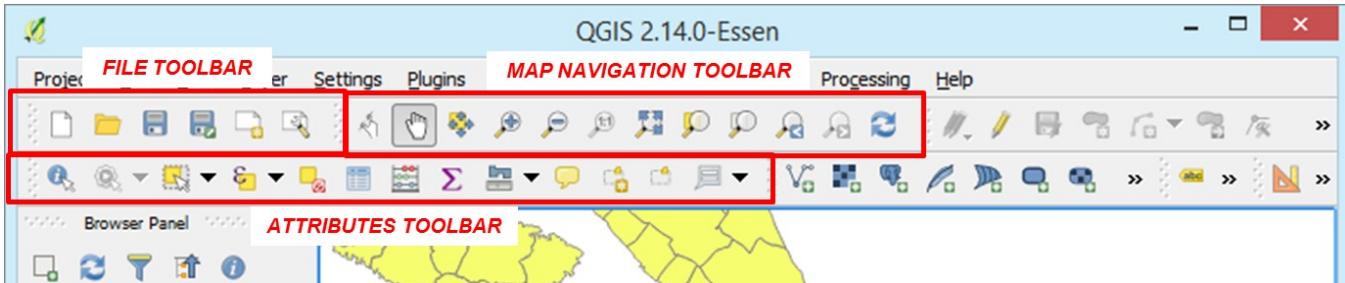
redak u atributivnoj tablici predstavlja jedan entitet u GIS-u, odnosno jedan objekt na površini Zemlje. Stupci predstavljaju obilježja koja su pridružena entitetima. Za ulazak u atributivnu tablicu potrebno je kliknuti desnom tipkom miša na naziv sloja u Layers Panelu i odabratи naredbu Open Attribute Table (sl. 25. i 26.).

	NA_MB	NA_IME	JLS_MB	JLS_IME	SHAPE_LEN	SHAPE_AREA	ORIG_FID	P0_14	P15_64
0	000167	Andrijevec	01015	DUGO SELO	14556.17457880...	7599607.882039...		0	0
1	000361	Auguštanovec	05444	POKUPSKO	11177.35485640...	6350066.839909...		1	0
2	000647	Badinec	00973	DUBRAVA	11741.94037410...	4680587.293030...		2	0
3	000876	Baničevac	05363	RAKOVEC	11830.69105240...	3229929.129949...		3	0
4	000961	Banovo	05088	VRBOVEC	4110.03292298000	723639.3541620...		4	0

Sl. 25. Atributivna tablica (Attribute table)



Sl. 26. Odnos odabranih (selektiranih) geometrijskih i atributivnih podataka



Sl. 27. Alatne trake s najčešće korištenim alatima u QGIS Desktopu

ALATNE TRAKE (TOOLBARS)

Za osnovni rad u QGIS-u potrebne su različite alatne trake u kojima se nalaze alati za upravljanje dokumentom, grafičkim prikazom i prostornim podacima. Alatne trake s najčešće korištenim alatima su *File Toolbar*, *Map Navigation Toolbar* i *Attributes Toolbar* (sl. 27.)



Sl. 28. Alatna traka File Toolbar

Alatna traka *File Toolbar* koristi se za rad s cijelim dokumentom QGIS, a ne s pojedinačnim slojevima. Sadrži sljedeće opcije (sl. 28.):

1. *New* – otvaranje novog QGIS dokumenta.
2. *Open* – otvaranje postojećeg QGIS dokumenta.
3. *Save* – spremanje QGIS dokumenta, pri čemu je potrebno definirati naziv dokumenta i lokaciju za njegovu pohranu na disku.

4. *Save As* – spremanje postojećeg QGIS dokumenta pod novim nazivom.
5. *New Print Composer* – priprema za pretvaranje GIS karte u grafičku datoteku.
6. *Composer Manager* – stvaranje ili otvaranje predložaka za pripremu karte.



Sl. 29. Alatna traka Map Navigation Toolbar

Alatna traka *Map Navigation Toolbar* odnosi se na cijeli grafički prikaz, a ne na pojedinačne slojeve. Na alatnoj traci nalaze se sljedeći alati (sl. 29.):

1. *Pan* – pomicanje grafičkog prikaza (geometrijskih podataka) bez promjene mjerila.
2. *Zoom in/Zoom out* – smanjivanje/povećavanje mjerila karte u željenom iznosu. Potrebno je uključiti opciju i kliknuti

- mišem na željeno mjesto ili obrubiti pravokutnik oko željenog područja (*drag*).
3. *Zoom Full* – prikaz svih slojeva u cijelini na grafičkom sučelju.
 4. *Zoom to Selection* – zumiranje na selektirane elemente.
 5. *Zoom to Layer* – prikaz odabranog sloja u cijelini na grafičkom sučelju.
 6. *Zoom Last/Zoom Next* – povratak na prethodni/sljedeći pregled.



Sl. 30. Alatna traka Attributes Toolbar

Alatna traka **Attributes Toolbar** odnosi se na rad s pojedinačnim slojevima. Svi alati primjenjuju se na sloj koji je trenutno aktivan. Sloj je aktivan ako je podcrtan u *Layers Panelu*. Za promjenu aktivnog sloja treba kliknuti mišem na naziv sloja u *Layers Panelu* na koji se referira. Ova alatna traka sadrži veći broj alata, a za početni rad u QGIS-u najvažniji su (sl. 30.):

1. *Identify Features* – prikaz atributivnih podataka o odabranom geometrijskom elementu.
2. *Select Features* – ručni odabir (selekcija) željenih elemenata.
3. *Deselect Features from All Layers* – poništavanje selekcije u svim slojevima.
4. *Open Attribute Table* – otvaranje atributivne tablice odabranog sloja.
5. *Measure* – mjerjenje duljina i površina na karti.

VJEŽBA 1. Mjerjenje i dobivanje informacija o objektima u GIS-u i Google Earthu

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se usvojiti osnovne vještine rada s QGIS Desktopom i slojevima, poput umetanja slojeva, promjene mjerila i pomicanja prikaza. Očitat će se atributivni podaci i koordinate te će se izmjeriti duljine i površine za odabранe geometrijske elemente u QGIS Desktopu, te koordinate, duljine i rute u Google Earthu.

VJEŠTINE

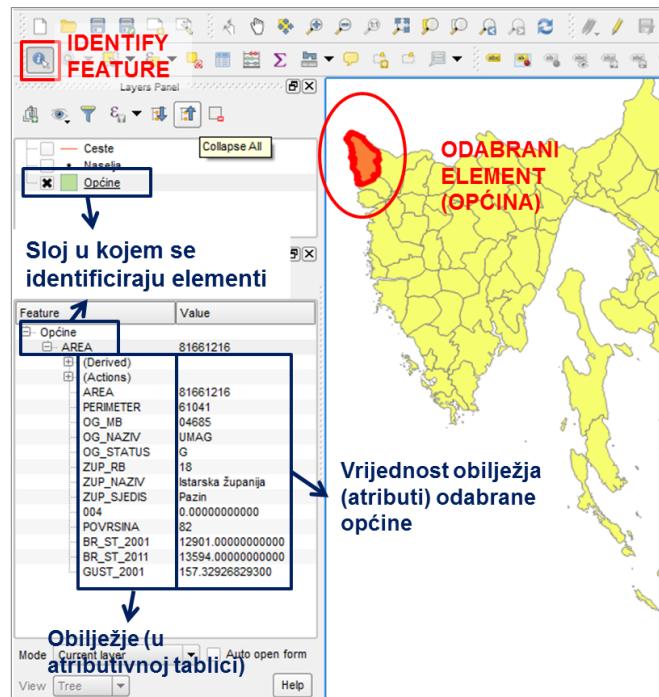
- Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:
1. Identifikacija objekata u QGIS-u (*Identify*)
 2. Mjerjenje duljina i površina u QGIS-u (*Measure*)
 3. Određivanje koordinata u QGIS-u
 4. Određivanje koordinata u Google Earthu
 5. Mjerjenje duljina u Google Earthu
 6. Određivanje ruta u Google Earthu

IDENTIFIKACIJA OBJEKATA U QGIS-U (IDENTIFY)

Identifikacija objekata u QGIS-u izvršava se pomoću alata *Identify* u *Attributes Toolbaru*. Taj alat omogućava dobivanje odgovora na jednostavne prostorne upite na način da pruža uvid u sve opisne podatke entiteta koji se odabere mišem na prikazu. Postupak dobivanja odgovora je sljedeći (sl. 31.):

1. U alatnoj traci *Attributes Toolbar* uključiti alat *Identify*.
2. Kliknuti mišem na željeni **geometrijski entitet** (točku, liniju ili poligon).

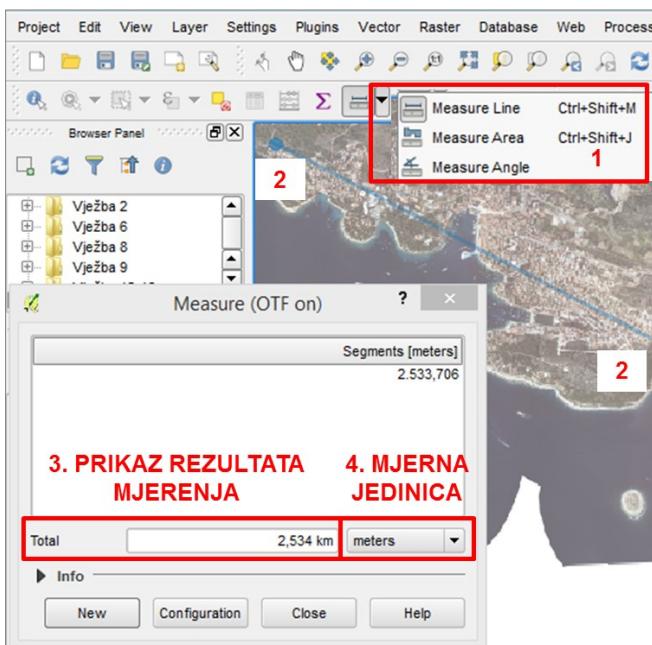
3. Odabirom entiteta otvara se novi prozor u kojem su navedeni **svi opisni podaci** o tom entitetu pohranjeni u atributivnoj tablici. S popisa treba očitati podatak koji se traži.

Sl. 31. Identifikacija objekata u QGIS Desktopu pomoću alata *Identify*

MJERENJE DULJINA I POVRŠINA U QGIS-U

Duljine (udaljenosti) i površine u QGIS-u mjeri se pomoću alata **Measure** u *Attributes Toolbar*-u. Izmjerene duljine i površine ne pohranjuju se trajno u QGIS-u, nego su samo privremeno vidljive u prikazu. **Ravne linije** (npr. zračne udaljenosti) u QGIS-u mjeri se na sljedeći način (sl. 32.):

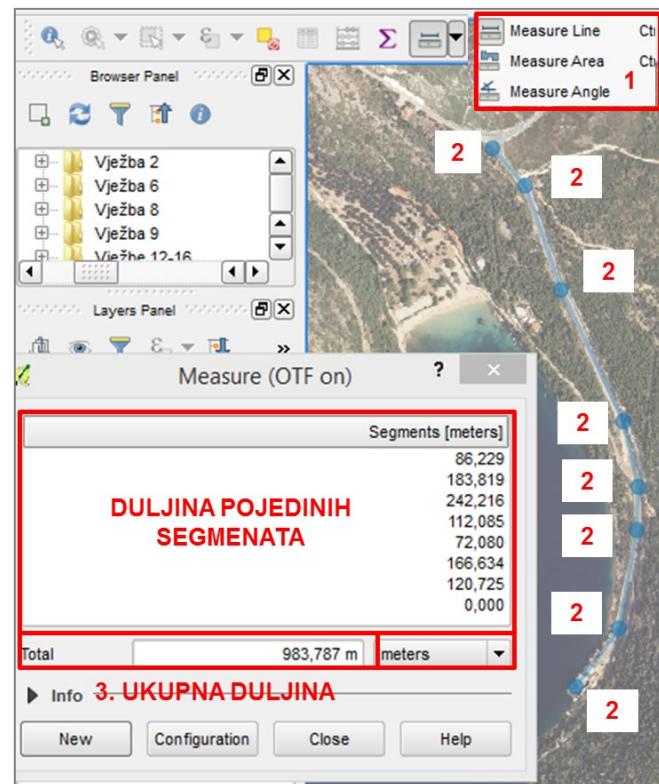
1. Na alatnoj traci *Attributes Toolbar* uključiti alat **Measure** i uz njega odabrati opciju **Measure Line**.
2. Na prikazu (*Map Display*) kliknuti mišem na **početnu točku**, a zatim na **završnu točku** dužine koja se mjeri.
3. Prikaz rezultata mjerjenja pojavljuje se u **prozoru Total** (rezultat ne ovisi o mjerilu!).
4. Po potrebi je moguće promijeniti mjernu jedinicu u kojoj je iskazana duljina.



Sl. 32. Mjerjenje duljine ravnih linija u QGIS-u pomoću alata **Measure Line**

Duljina složenih linija (npr. cestovne udaljenosti) u QGIS-u se mjeri na sličan način kao duljina ravnih linija (sl. 33.):

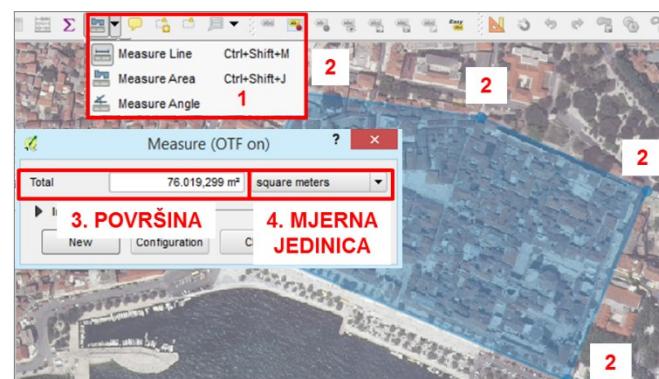
1. Na alatnoj traci *Attributes Toolbar* u izborniku uz alat **Measure** odabrati opciju **Measure Line**.
2. Na prikazu kliknuti mišem na **početnu točku** linije koja se mjeri, na svaku točku na kojoj linija mijenja smjer i na **završnu točku**.
3. Prikaz rezultata mjerjenja pojavljuje se u **prozoru Total** (ukupna duljina). U prozoru **Segments** prikazana je duljina svakog segmenta izmjerene linije.
4. Po potrebi je moguće promijeniti mjernu jedinicu u kojoj je iskazana duljina.



Sl. 33. Mjerjenje duljine složenih linija u QGIS-u pomoću alata **Measure Line**

Mjerjenje **površina** odvija se na sljedeći način (sl. 34.):

1. Na alatnoj traci *Attributes Toolbar* u izborniku uz alat **Measure** odabrati opciju **Measure Area**.
2. Na prikazu kliknuti mišem na **početnu točku** i na svaki vrh zamišljenog poligona čija površina se mjeri.
3. Prikaz rezultata mjerjenja pojavljuje se u **prozoru Total** i obuhvaća ukupnu izmjerenu površinu.
4. Po potrebi je moguće promijeniti mjernu jedinicu u kojoj je iskazana površina.



Sl. 34. Mjerjenje površina u QGIS-u pomoću alata **Measure Area**

PREGLEDNIK GOOGLE EARTH

Google Earth je virtualni globus koji prikazuje Zemljinu površinu pomoću satelitskih i zračnih snimaka te različitih slojeva s geografskim podacima. Omogućuje pregled površine Zemlje u dvodimenzionalnom i trodimenzionalnom prikazu u sadašnjem i prošlom vremenu (na temelju starijih snimaka). No, za razliku od QGIS-a i drugih Desktop GIS softvera, *Google Earth* ne omogućuje uređivanje prostornih podataka.

Za rad u *Google Earthu* ključni su sljedeći elementi (sl. 35.):

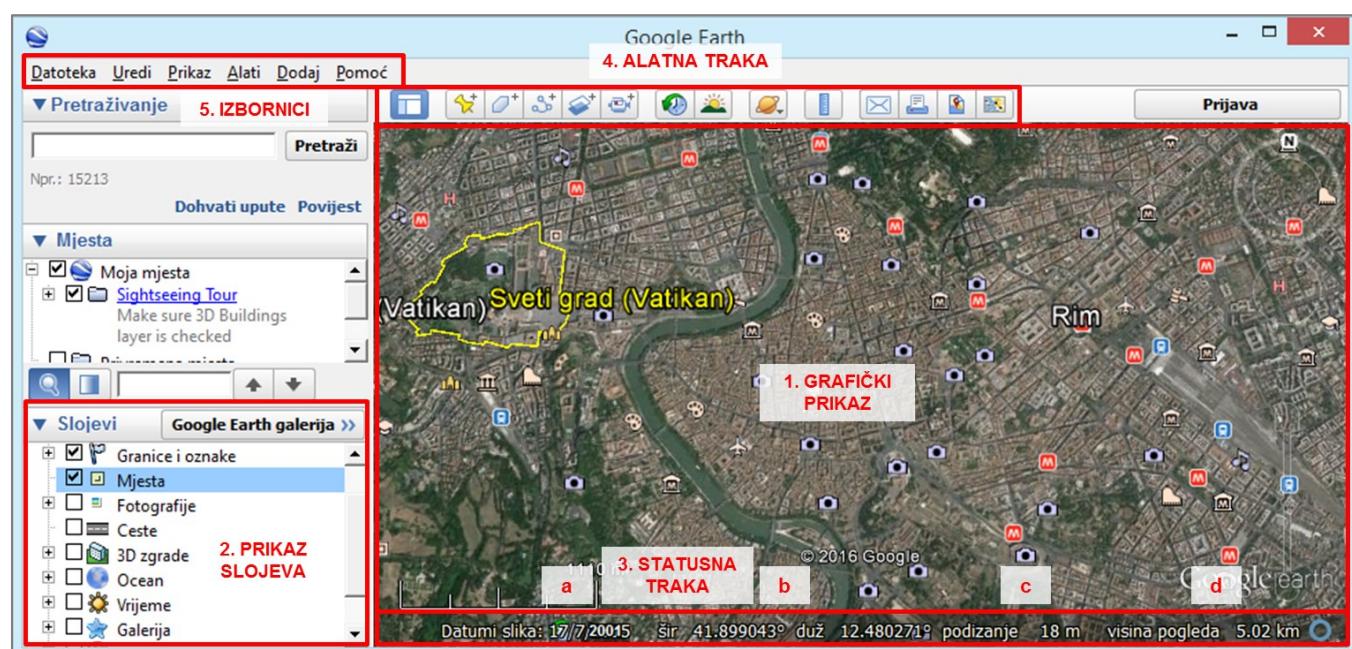
1. **Grafički prikaz** – prikazuje Zemljinu površinu putem zračnih i satelitskih snimaka te različite slojeve, fotografije, znakove i slično.
2. **Slojevi** – prikaz svih rasterskih i vektorskih slojeva koji su dostupni u *Google Earthu*. Mogu se uključivati i isključivati.

3. **Statusna traka** – podaci o trenutnom prikazu:

- a) **Datum slike** – vrijeme na koje se odnosi prikaz.
- b) **Geografska širina i dužina** kursora na prikazu.
- c) **Podizanje** – nadmorska visina točke na kojoj se nalazi cursor.
- d) **Visina pogleda** – visina s koje se prikazuje Zemljina površina. Odraz je stupnja zumiranosti.

4. **Alatna traka** – osnovni alati za rad s prikazom.

5. **Izbornici**



Sl. 35. Elementi potrebiti za rad u pregledniku Google Earth



Sl. 36. Alatna traka s osnovnim alatima za rad u Google Earthu

Na **alatnoj traci** nalaze se sljedeći alati koji su važni za rad u *Google Earthu* (sl. 36.):

1. **Dodaj označu mjestu** – ucrtavanje točaka na prikaz.
2. **Dodaj poligon** – ucrtavanje poligona na prikaz.
3. **Dodaj putanju** – ucrtavanje (složenih) linija na prikaz.
4. **Snimanje obilaska** – snimanje kretanja po kartografskom prikazu.

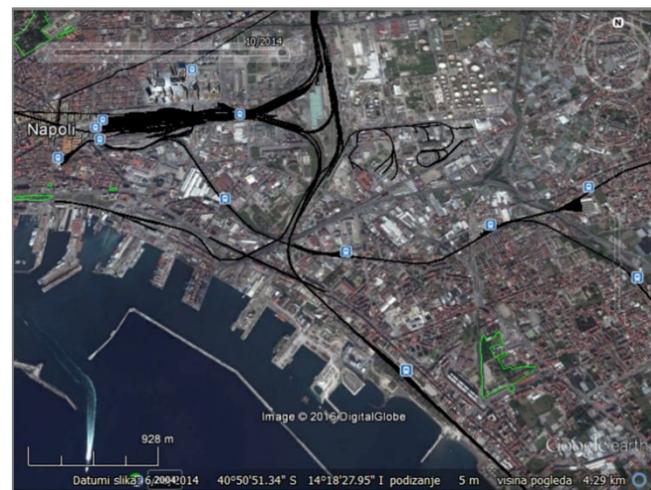
5. **Prikaz povijesnih slika** – prikazivanje starijih kartografskih prikaza koji su dostupni za željeno područje (sl. 37. i 38.).

6. **Prikaz sunčeve svjetlosti** – prikazivanje željenog prostora tijekom dana.

7. **Prikaži ravnalo** – alat za mjerjenje jednostavnih i složenih linija.



Sl. 37. Južni dio Napulja (Italija) 1943. g. u Povijesnim slikama u Google Earthu



Sl. 38. Južni dio Napulja (Italija) 2016. g. u Google Earthu

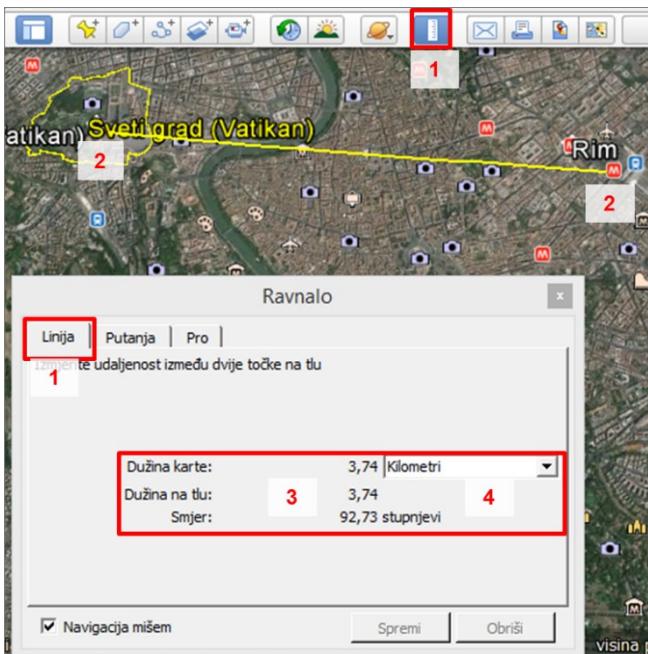
MJERENJE DULJINA U GOOGLE EARTHU

Duljine ravnih i složenih linija mjere se pomoću alata **Prikazi ravnalo** na *Alatnoj traci*. Za mjerjenje duljine **ravnih linija** u novom prozoru **Ravnalo** potrebno je (sl. 39.):

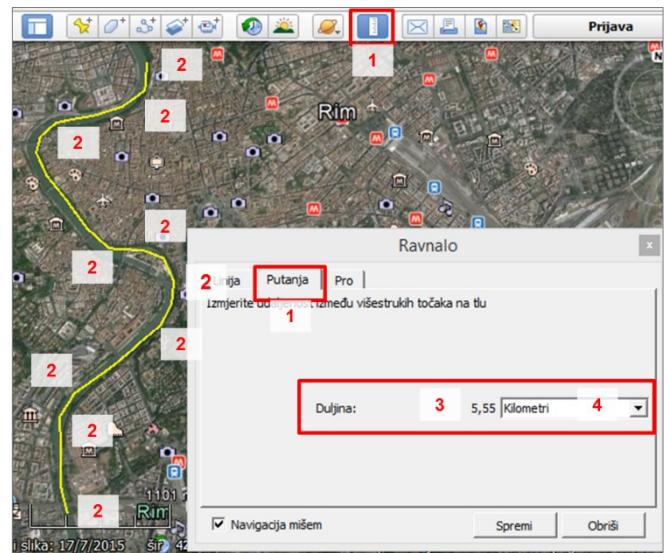
1. Odabratи podizbornik **Liniјa**.
2. Na grafičkom prikazu kliknuti mišem na **početnu točku**, a zatim na **završnu točku** duljine koja se mjeri.
3. U istom prozoru pojavljuje se **izmjerena duljina** na karti i na terenu te **azimut linije**.
4. Po potrebi je moguće promijeniti mjernu jedinicu u kojoj je iskazana duljina.

Za mjerjenje **složenih linija** u novom prozoru **Ravnalo** potrebno je (sl. 40.):

1. Odabratи podizbornik **Putanja**.
2. Na prikazu kliknuti mišem na **početnu točku** linije koja se mjeri, na svaku točku na kojoj linija mijenja smjer i na **završnu točku**.
3. U istom prozoru pojavljuje se **izmjerena duljina** na karti i na terenu te **azimut linije**.
4. Po potrebi je moguće promijeniti mjernu jedinicu u kojoj je iskazana duljina.



Sl. 39. Mjerjenje duljine ravnih linija u Google Earthu pomoću alata Ravnalo



Sl. 40. Mjerjenje duljine složenih linija u Google Earthu pomoću alata Putanja

NAVIGACIJA U GOOGLE EARTHU

Google Earth omogućuje **navigaciju na terenu** pješice, automobilom ili javnim prijevozom. Navigacija je moguća između entiteta koji se nalaze u dostupnim slojevima u *Google Earthu*, te nije moguća samo na temelju kartografske podloge (sl. 41. i 42.).

Za dobivanje uputa za navigaciju između dvije lokacije potrebno je:

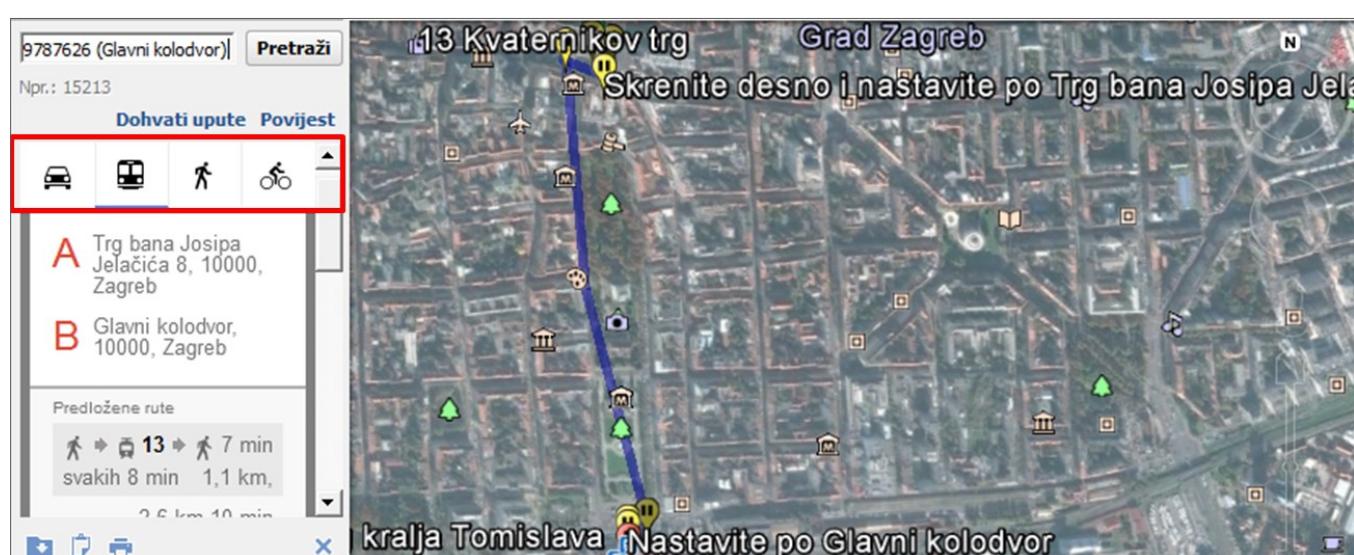
1. Uključiti **slojeve** s mjestima koja predstavljaju polazište i odredište.
2. Za polazište kliknuti desnom tipkom miša na željeni entitet i u padajućem izborniku odabrati **Upute odavde**.
3. Za odredište kliknuti desnom tipkom miša na željeni entitet i u padajućem izborniku odabrati **Upute do ovdje**.
4. Ispravnim odabirom polazišta i odredišta na prikazu se pojavljuje ruta, a s lijeve strane su dostupne detaljne tekstualne upute. Moguće je odabratи **prijevozno sredstvo ili rutu za pješačenje**.

Uz standardnu navigaciju i pregled, u *Google Earthu* je dostupna i mogućnost **simulacije letenja iznad Zemljine površine**. Nalazi se u izborniku *Alati – Uti u simulator*

letenja. Prije početka simulacije potrebno je podešiti **tip zrakoplova** i **početnu zračnu luku**. Upute za simulator letenja nalaze se u izborniku *Google Earth Help*.



Sl. 41. Postavljanje polazišta i odredišta za navigaciju u *Google Earthu*



Sl. 42. Upute za kretanje od polazišta do odredišta u *Google Earthu*

ZADACI – PRVI DIO: IDENTIFIKACIJA OBJEKATA U QGIS-U

1. Otvorite **novi QGIS dokument**.
2. U QGIS dodajte slojeve *Države* i *Glavni gradovi* iz mape *Podaci* (u *Browser Panelu* pronaći podatke u mapi i kliknuti mišem dva puta na svaki sloj).
3. Mijenjajte **poredak slojeva** da budu vidljivi svi glavni gradovi.
4. Mijenjajte **mjerilo i prikaz karte** pomoću opcija *Zoom i Pan* te upisivanjem željenog mjerila.
5. U atributivnoj tablici sloja *Države* provjerite dostupne podatke o državama svijeta.
 - a) Kliknuti desnom tipkom miša na naziv sloja *Države* u *Layers Panelu* i odabrati *Open Attribute Table* u padajućem izborniku.
 - b) Nazivi i objašnjenja obilježja (naziva stupaca) nalaze se u MS Excel tablici *UNSTAT 2014* (list *Kratice*).

6. Pomoću opcije ***Identify Features*** odgovorite na sljedeća pitanja:
 - a) Koliko je očekivano trajanje života u Italiji, a koliko u Zimbabveu?
 - b) Navedite udio stanovništva koje ima pristup internetu u Kanadi i Kubi.
 - c) Koliko iznosi bruto domaći proizvod po glavi stanovnika (GDP p. c.) 2013. g. u Japanu, Hrvatskoj i Bangladešu?
 - d) Navedite udio gradskog (urbanog) stanovništva u Nizozemskoj, Nigeriji i Papui Novoj Gvineji.
7. Odredite **geografsku širinu i dužinu** sljedećih lokaliteta:
 - a) Gibraltarski prolaz
 - b) Grad Tokyo (Tokio)
 - c) Rt Savudrija (Hrvatska, Istarska županija)
 - d) Trograničje Paragvaja, Brazila i Argentine.

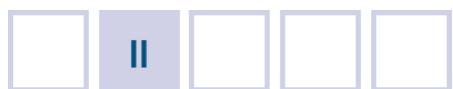
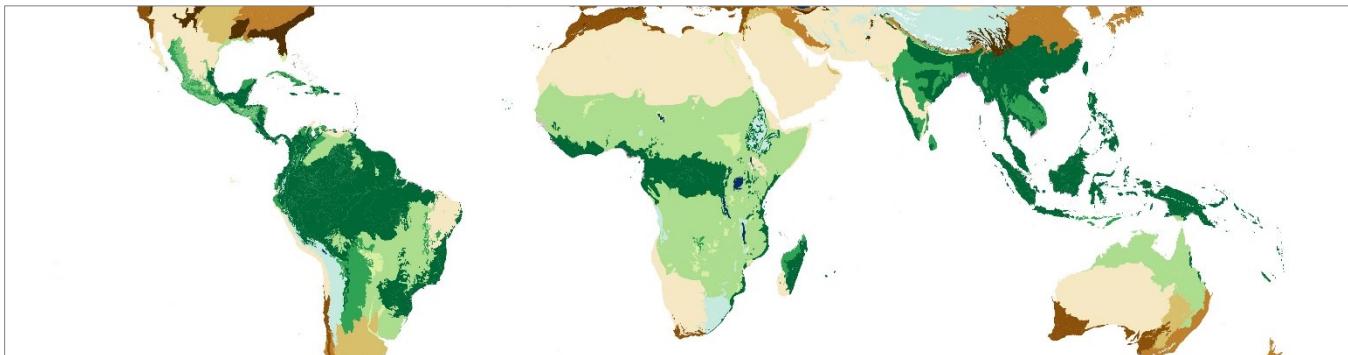
ZADACI – DRUGI DIO: MJERENJE DULJINA I POVRŠINA U QGIS-U

1. Otvorite datoteku ***Vježba 1. – Hvar*** (QGIS dokument) u mapi **Podaci**.
2. Pomoću alata **Measure** izmjerite sljedeće **duljine**:
 - a) Zračna udaljenost između najzapadnije i najistočnije točke otoka Hvara.
 - b) Zračna udaljenost između rta Matijaševića na kopnu i kopnu najbližeg dijela obale otoka Hvara.
 - c) Cestovna udaljenost između središta naselja Vrboska i središta naselja Stari Grad.

- d) Duljina obale otoka Jerolima.
3. Pomoću alata **Measure** izmjerite sljedeće **površine**:
 - a) Površina otoka Borovca.
 - b) Površina izgrađenog dijela naselja Hvar.

ZADACI – TREĆI DIO: GOOGLE EARTH

1. Otvorite *Google Earth*.
2. Odredite **geografsku širinu i dužinu** sljedećih lokaliteta:
 - a) Glavni trg u Labinu (Istarska županija)
 - b) Srednja škola Ivanec u Ivancu (Varaždinska županija)
 - c) Rt Dobre nade (*Cape of Good Hope*, Republika Južna Afrika)
 - d) Buckingham Palace (London, UK).
3. Pomoću alata **Prikaži ravno** izmjerite sljedeće **duljine**:
 - a) Najmanja širina Doverskih vrata (*Pas de Calais*) u Sjevernom moru.
 - b) Zračna udaljenost između Pariza i Rima.
 - c) Udaljenost između najsjevernije i najjužnije kopnene točke u Hrvatskoj.
 - d) Cestovna udaljenost između vašeg doma i škole.
4. Odredite **upute za navigaciju** od vaše kuće do odredišta vašeg sljedećeg putovanja. Očitajte udaljenost u kilometrima i vrijeme putovanja.
5. Uđite u **simulator letenja** i prijedite rutu iznad Zemljine površine po vlastitom izboru.



GEOGRAFSKA VIZUALIZACIJA

- 2.1. Jednostavna tematska karta
- 2.2. Metode prikazivanja kvalitativnog obilježja
- 2.3. Metode prikazivanja kvantitativnog obilježja
- 2.4. Metode prikazivanja rasterskih podataka
- 2.5. Selekcija

Vježba 2. Ekoregije na Zemlji

Vježba 3. Korisnici interneta u svijetu

Vježba 4. Veća naselja u Hrvatskoj prema broju stanovnika

Vježba 5. Hipsometrijski odnosi u odabranoj regiji u Hrvatskoj

Vježba 6. Indeks promjene broja stanovnika 2011./1961. u Istarskoj/Varaždinskoj županiji

Vježba 7. Dobni sastav stanovništva u okolini Ivana/Labina 2011. godine

Vježba 8. Urbani i prometni sustav Italije



Ovo poglavlje bavi se geografskom vizualizacijom unaprijed pripremljenih prostornih podataka u GIS-u. Pod pojmom geografska vizualizacija (geovizualizacija) podrazumijeva se primjena svakog grafičkog prikaza čija je osnovna namjena

poboljšanje razumijevanja prostornih odnosa, koncepata, uvjeta i procesa (Dodge i dr., 2008).

Naglasak u poglavlju stavljen je na izradu tematskih karata pomoću različitih metoda tematskog predočivanja.

2.1. JEDNOSTAVNA TEMATSKA KARTA

Tematske karte su karte na kojima se, na temelju pojednostavljene topografske temeljne karte, prikazuju raznovrsna područja prirodnog, privrednog, društvenog i kulturnog prostora (Witt, 1979). Dakle, dvije osnovne sastavnice tematske karte su tematski sadržaj i pojednostavljena topografska temeljna karta. **Tematski sadržaj** predstavlja entitete koji su povezani sa specifičnom temom koja se prikazuje i treba biti u prvom planu. **Pojednostavljenu topografsku temeljnu kartu** čine izabrani entiteti koji predstavljaju opća geografska obilježja te služe samo za orijentaciju.

Uz geografski sadržaj na tematskim kartama se javljaju i drugi elementi. Četiri osnovne skupine elemenata topografskih i tematskih karata su:

1. Matematički elementi:

- Geodetska osnova** – označava prijelaz od fizičke površine Zemlje prema (uvjetnoj) površini elipsoida.
- Kartografska projekcija** – označava prijenos sfernog koordinatnog sustava na elipsoid u ravninu. Iako nisu izravno vidljive, geodetska osnova i kartografska projekcija temelj su svake tematske karte.
- Koordinatna mreža** (geografska ili pravokutna) – može biti prisutna na tematskoj karti, ali nije obvezna.
- Okvir karte** – na topografskim kartama sadrži oznake geografske i pravokutne koordinatne mreže i u funkciji je određivanja koordinata. Na tematskim kartama značenje okvira karte može varirati, ali najčešće označava marginu karte.
- Mjerilo** – pokazatelj odnosa duljina na karti i u prirodi. Ujedno je matematički i redakcijski element karte. Grafičko mjerilo sastavni je dio svake tematske karte.

2. Geografski elementi – svi geografski sadržaji koji se prikazuju na karti (prirodni i društveni) te toponimi (geografska imena). Geografski elementi čine pojednostavljenu topografsku temeljnu kartu i tematski sadržaj na tematskim kartama.

3. Redakcijski elementi – pružaju informacije o karti:

- Naslov karte**
- Legenda**
- Mjerilo**
- Podaci o projekciji**
- Podaci o autoru i/ili izdavaču**

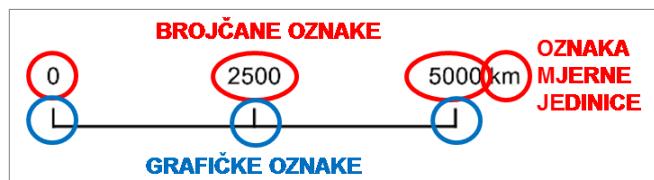
Na tematsku kartu uvijek se stavlja grafičko mjerilo, najčešće se stavljuju naslov i legenda, dok su podaci o projekciji, autoru i izdavaču prepusteni na izbor autoru.

4. Dopunski elementi – pružaju dopunu osnovnom sadržaju karte i nisu obvezni na tematskim kartama, ali se mogu staviti po izboru:

- Grafički elementi** – npr. nagibno mjerilo, fotografije, sheme, skice...
- Tabelarni elementi** – tablice
- Tekstualni elementi** – tekstualni opisi i objašnjenja.

Iako imaju slobodniju formu od topografskih karata, tematske karte trebaju pružiti punu informaciju o sadržaju koji se na njima prikazuje. To se postiže kvalitetnim odabirom i oblikovanjem redakcijskih i dopunskih elemenata. Ti elementi ne smiju biti vizualno dominantni u odnosu na geografski sadržaj pa se u nastavku navode glavne smjernice za oblikovanje grafičkog mjerila, naslova i legende (sl. 44.).

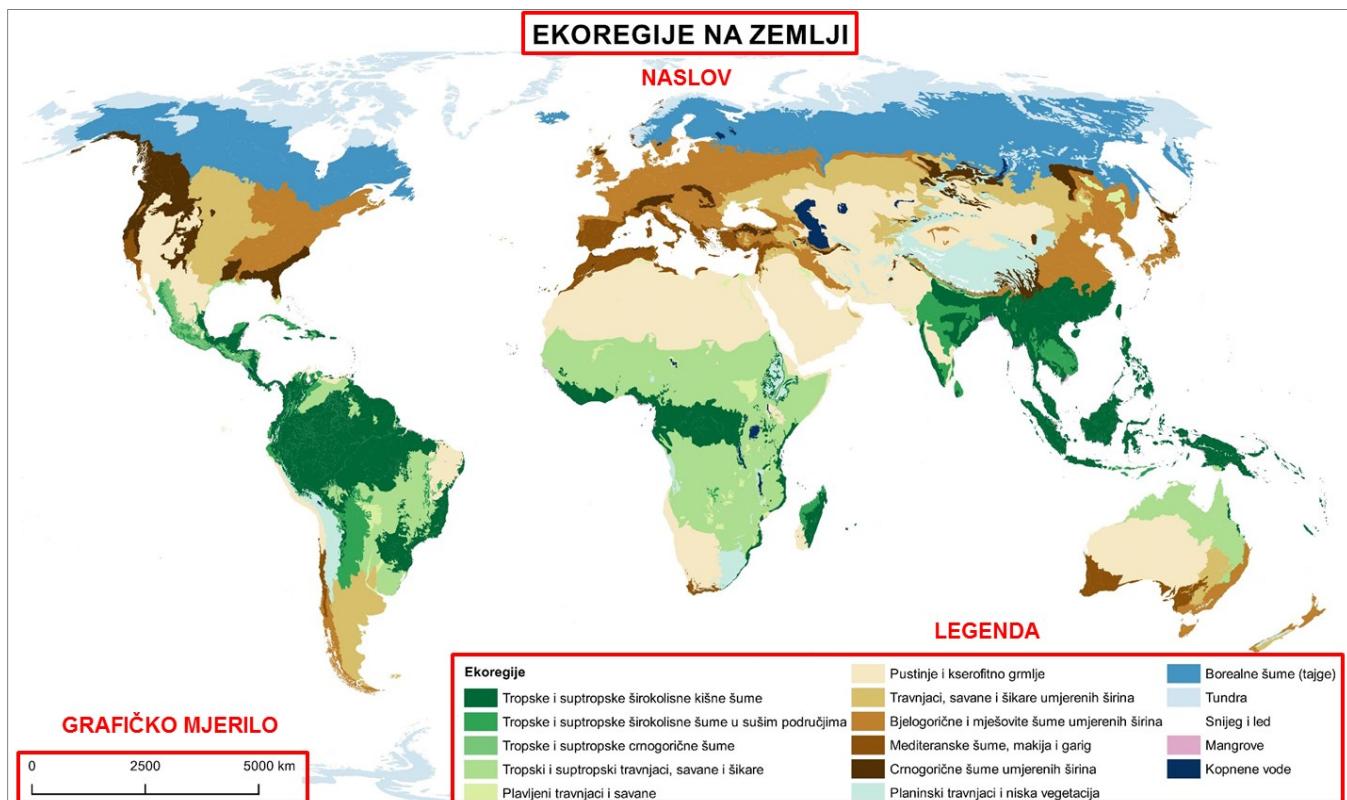
Grafičko mjerilo neizostavno se stavlja na svaku tematsku kartu. Brojčano mjerilo rijedje se koristi na tematskim kartama jer povećanjem ili smanjenjem same karte (u analognom ili digitalnom obliku) brojčano mjerilo prestaje vrijediti. Grafičko mjerilo se pak povećava ili smanjuje s kartom u cjelini pa uvijek prikazuje točan omjer udaljenosti na karti i u stvarnosti. Uglavnom se postavlja u donji desni ili lijevi kut karte, gdje to dopušta ostali elementi, te ne smije biti preveliko. Preporuča se korištenje vizualno manje upadljivih oblika grafičkog mjerila s dva ili tri dijela (podjeljka) desno od nule. Podjeljak na mjerilu trebao bi odgovarati zaokruženoj vrijednosti duljina ili udaljenosti u stvarnosti. Brojčane oznake (udaljenosti u stvarnosti) stavljuju se s iste strane s koje se nalaze i grafičke oznake (ili prema gore ili prema dolje). Oznaka mjerne jedinice treba se nalaziti u ravnini s brojčanim oznakama i navodi se kraticom s malim početnim slovom (npr. km, ne Kilometri) (sl. 43.).



Sl. 43. Primjer jednostavnog grafičkog mjerila

Legenda služi objašnjavanju manje poznatih sadržaja i vrijednosti na karti koji nisu opće poznati prosječnom korisniku. U legendu nije potrebno stavljati objašnjenje kartografskih znakova koji su opće poznati ili razumljivi samo na temelju prikaza. Sam naziv *Legenda* se ne piše, nego se umjesto toga stavlja naziv sadržaja koji je objašnjen u legendi. Uglavnom se smješta u donji desni ili lijevi kut karte, gdje to dopuštaju ostali elementi karte. Veličina i font slova u legendi i na grafičkom mjerilu trebaju biti uskladjeni i ne smiju se isticati veličinom.

Naslov se postavlja u gornji dio karte (iznad samog kartografskog prikaza) i navodi se veličinom slova znatno većom nego kod toponima, legende i grafičkog mjerila. Iznimku čine karte koje se nalaze unutar znanstvenih, stručnih ili popularnih radova te novinskih članaka, kod kojih se naslov piše ispod same karte, zajedno s izvorom. Naslov treba biti kratak, jasan i koncizan te treba pružiti osnovne informacije o sadržaju karte (što se prikazuje?), području prikaza (gdje?) i trenutku ili vremenskom razdoblju na koje se odnosi (kada?).



Sl. 44. Primjer tematske karte izrađene u QGIS-u

PRIKAZIVANJE STATISTIČKIH OBILJEŽJA U GIS-U

Za ispravno tematsko prikazivanje geografskih sadržaja i pojava od iznimne je važnosti odabir odgovarajuće metode prikazivanja. Odabir metode najčešće ovisi o vrsti sadržaja koja se prikazuje. Svi elementi koji se tematski prikazuju u jednom sloju čine statistički skup. **Statistički skup** općenito predstavlja skup stvari, osoba, pojava ili drugih objekata, čija svojstva promatramo ili istražujemo statističkom metodom (npr. stanovništvo Hrvatske, učenici u razredu itd.). **Statističko obilježje (varijabla)** je svojstvo koje je zajedničko svim elementima statističkog skupa (npr. dob, dosegнутa obrazovna razina, zanimanje). Statističko obilježje svakog statističkog skupa može se pojavljivati u više **modaliteta** (oblika) (npr. unutar statističkog obilježja dosegнутa obrazovna razina mogu se razlikovati osobe koje su završile osnovnu školu, srednju školu, fakultet itd.).

Statistička obilježja mogu biti kvalitativna i kvantitativna. S **kvalitativnim obilježjem** nisu moguće računske operacije, a prema svojim obilježjima može biti nominalno i redoslijedno (ordinalno). **Nominalno obilježje** označava

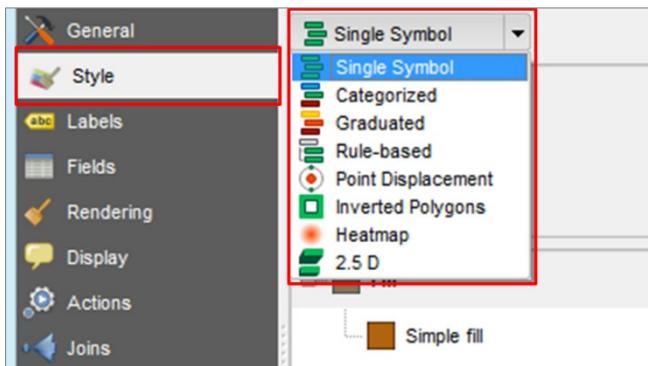
svojstvo određenog elementa koje se izražava opisno (atribut) (npr. boja kose, spol, nacionalnost...). Ako se modalitetima nominalnog obilježja pridruže brojčane oznake (npr. 1 – muški, 2 – ženski), s njima i dalje nisu dopuštene nikakve računske operacije. Poseban podskup nominalnog obilježja čini geografsko obilježje koje označava prostor s kojim su elementi statističkog skupa u vezi (npr. mjesto rođenja, mjesto stanovanja...). **Redoslijedno (ordinalno) obilježje** je obilježje kod kojeg se elementi mogu poredati prema intenzitetu ili rangu (npr. stupanj razvijenosti zemlje – visoko razvijena, srednje razvijena, u razvoju; ocjena u školi – izvrstan, vrlo dobar, dobar...). Ako se modalitetima redoslijednog obilježja pridruže brojčane vrijednosti prema ordinalnoj skali, s njima dalje se ne mogu provoditi računske operacije jer brojke samo pobliže označavaju stupanj pojave (npr. temperatura u °C koja označava stupanj topline; ocjene u školi: 1 – nedovoljan, 2 – dovoljan, 3 – dobar...).

Kvantitativno (numeričko) obilježje poprima brojčane vrijednosti i s njim su moguće računske operacije. Dva

osnovna oblika su kontinuirano i diskontinuirano obilježje. **Diskontinuirano numeričko obilježje** poprima konačan broj vrijednosti i izražava se cijelom brojevima (npr. broj stanovnika, broj turista, broj automobila...). **Kontinuirano numeričko obilježje** poprima beskonačan broj vrijednosti i može se izraziti svim realnim brojevima (npr. visina, prosječna dob, BDP p. c.). Posebnu skupinu predstavlja **vremensko obilježje** koje označava trenutak ili vremenski interval s kojim su elementi statističkog skupa u vezi.

Metode prikazivanja statističkog obilježja u QGIS-u dostupne su za svaki sloj u **postavkama (Layer Properties)**, u izbornicima **Style** i **Diagrams**. U izborniku **Style** dostupne su metode prikazivanja jednostavnih obilježja, od kojih se najčešće koriste (sl. 45. – 47.):

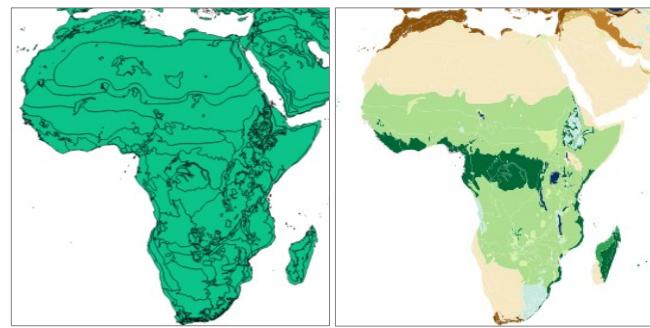
1. **Single Symbol** – predstavlja prikaz svih elemenata istim kartografskim znakom.
2. **Categorized** – koristi se za prikaz kvalitativnog (nominalnog i redoslijednog) obilježja po skupinama prema zajedničkom obilježju (npr. ekoregije na Zemlji).
3. **Graduated** – predstavlja prikaz kvantitativnog (kontinuiranog i diskontinuiranog) obilježja po razredima:
 - a) **Metoda boja (Method Color)** (koropletna karta) – služi za prikazivanje numeričkog obilježja površinskim znakovima po razredima. Tom metodom prikazuju se obilježja izražena relativnim brojevima (npr. gustoća naseljenosti, prosječna dob, indeks obrazovanosti, broj automobila na 100 stanovnika...).
 - b) **Metoda veličine (Method Size)** (kartodijagram) – kod ove metode veličina geometrijskih likova (krugova, kvadrata...) koristi se za prikazivanje numeričkog obilježja po razredima. Tom metodom prikazuju se vrijednosti iskazane apsolutnim brojevima jer veličina geometrijskog lika ovisi o vrijednosti obilježja (npr. broj stanovnika, broj turističkih noćenja, bruto društveni proizvod, proizvodnja vina po regijama...).



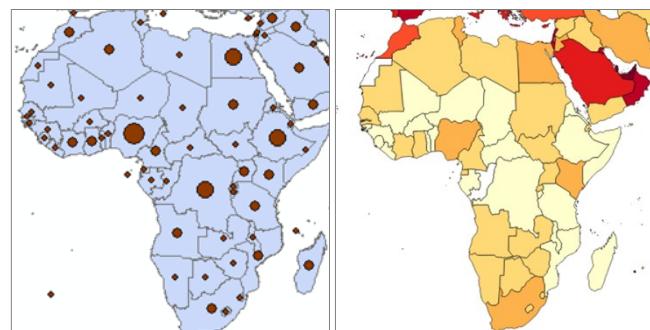
Sl. 45. Metode prikazivanja statističkih obilježja u GIS-u

U izborniku **Diagrams** nalaze se metode koje se koriste za prikaz višedijelnih i složenih numeričkih obilježja. Najčešće se koriste (sl. 48. i 49.):

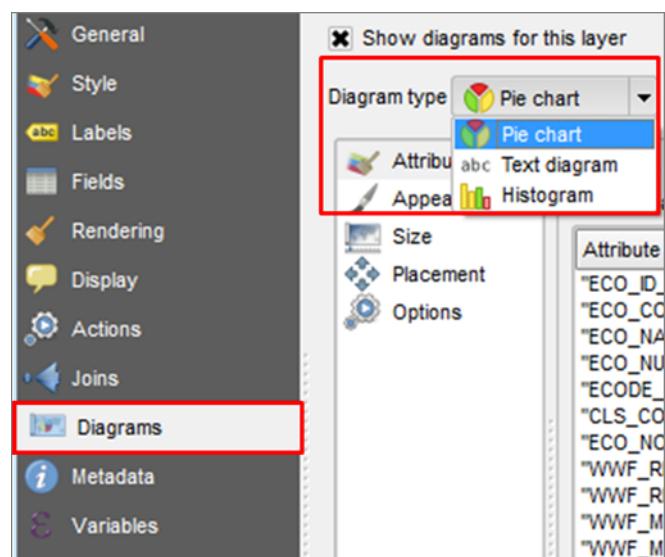
1. **Pie** – predstavlja prikaz višedijelnog numeričkog obilježja strukturalnim krugovima.
2. **Histogram** – koristi se za prikazivanje višedijelnog numeričkog obilježja uspravnim stupcima.



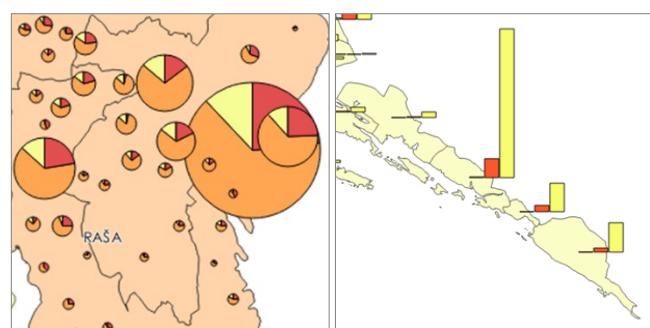
Sl. 46. Prikaz obilježja u QGIS-u metodama Single Symbol (lijevo) i Categorized (desno)



Sl. 47. Prikaz obilježja u QGIS-u metodama Graduated – Method Symbol (lijevo) i Method Color (desno)



Sl. 48. Metode prikazivanja složenih statističkih obilježja u GIS-u



Sl. 49. Prikaz obilježja u QGIS-u metodama Pie (lijevo) i Histogram (desno)

2.2. METODE PRIKAZIVANJA KVALITATIVNOG OBILJEŽJA

Kvalitativno obilježje u QGIS-u se prikazuje metodom *Categorized*, kojom je moguće entitete vizualizirati pojedinačno (svaki entitet vlastitom bojom ili šrafurom) ili po skupinama prema zajedničkom modalitetu obilježja (svi

entiteti koji imaju isti modalitet obilježja prikazuju se istom bojom ili šrafurom). Primjena metode *Categorized* prikazana je na primjeru ekoregija na Zemlji u *Vježbi 2*.

VJEŽBA 2. Ekoregije na Zemljji

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se prikazati prostorni razmještaj ekoregija na Zemlji metodom *Graduated* te će se izraditi tematska karta s naslovom, legendom i grafičkim mjerilom.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

1. Prikaz kvalitativnog obilježja bojama po skupinama (*Categorized*)
2. Promjena koordinatnog sustava i projekcije
3. Priprema za pretvaranje GIS karte u grafičku datoteku (*Print Composer*)
4. Dodavanje i uređivanje naslova
5. Dodavanje i uređivanje legende
6. Dodavanje i uređivanje grafičkog mjerila
7. Pretvaranje GIS karte u grafičku datoteku

ŠTO SU EKOREGIJE?

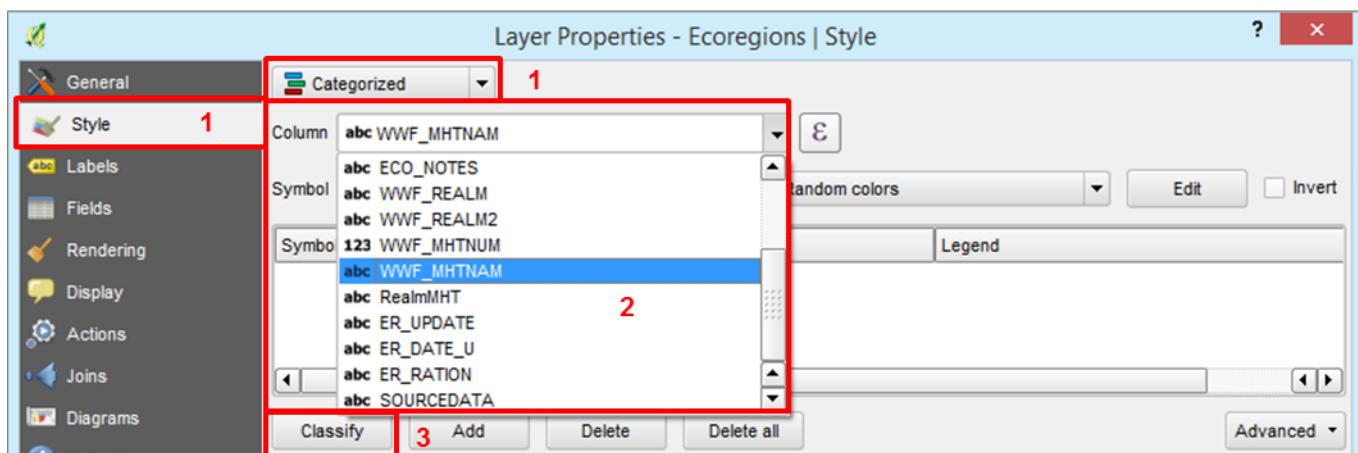
Bioraznolikost nije jednako raspoređena na cijeloj Zemlji, nego ovisi o složenom međudobnu klimatskih, geoloških i geomorfoloških faktora te tijeka evolucije. Velika područja kopna i mora koja se odlikuju sličnim specifičnim

kompleksima biljnih i životinjskih vrsta, njihovih prirodnih zajednica i okolišnih uvjeta nazivaju se ekoregijama. Granice ekoregija nisu oštре i nepromjenjive, nego predstavljaju prijelazne zone koje se s vremenom mogu mijenjati. *World Wildlife Fund* (WWF) na Zemlji je izdvojio 238 ekoregija koje obuhvaćaju 142 kopnene, 53 slatkvodne i 43 morske ekoregije. U pojednostavljenoj shemi ekoregije su podijeljene u 10 osnovnih skupina prema tipovima staništa: (1) polarna područja, (2) crnogorične šume, (3) šume umjerenog pojasa, (4) travnjaci, (5) pustinje, (6) planinska područja, (7) tropske kišne šume, (8) oceanski otoci, (9) slatkvodna vlažna područja, (10) oceani (WWF, 2016). Detaljnije informacije o ekoregijama dostupne se na stranicama WWF-a (<http://www.worldwildlife.org/biomes>).

PRIKAZ NOMINALNOG OBILJEŽJA PO SKUPINAMA METODOM CATEGORIZED

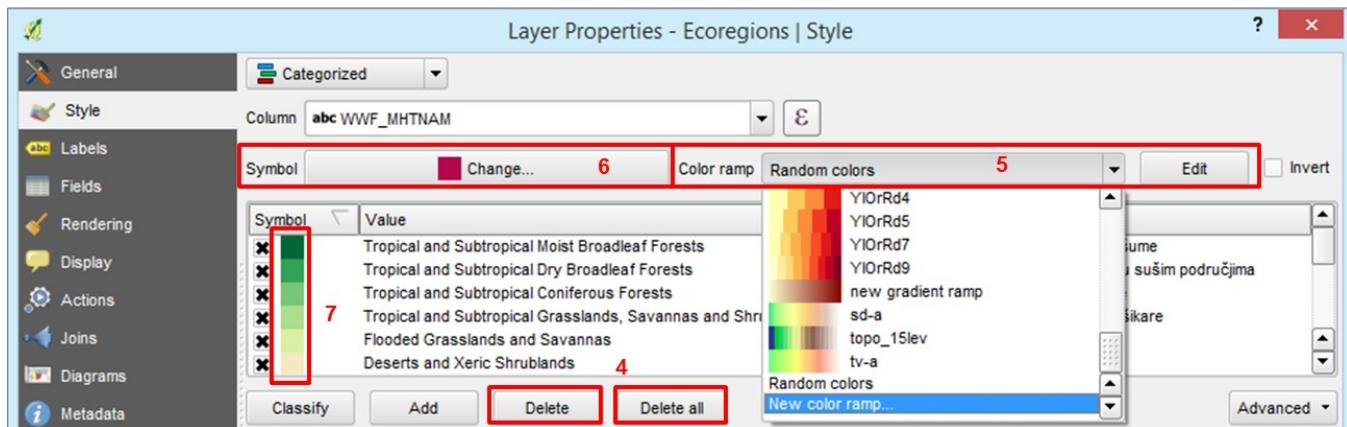
Za prikaz obilježja metodom *Categorized* potrebno je:

1. U izborniku *Layer Properties – Style* odabratи metodu *Categorized* (sl. 50.).
2. U izborniku *Columns* prikazana su sva kvalitativna obilježja koja su pohranjena u atributivnoj tablici. Među navedenima je potrebno odabratи obilježje koje će se prikazati na tematskoj karti.
3. Odabirom *Classify* dodaju se svi modaliteti (skupine) definiranog obilježja.

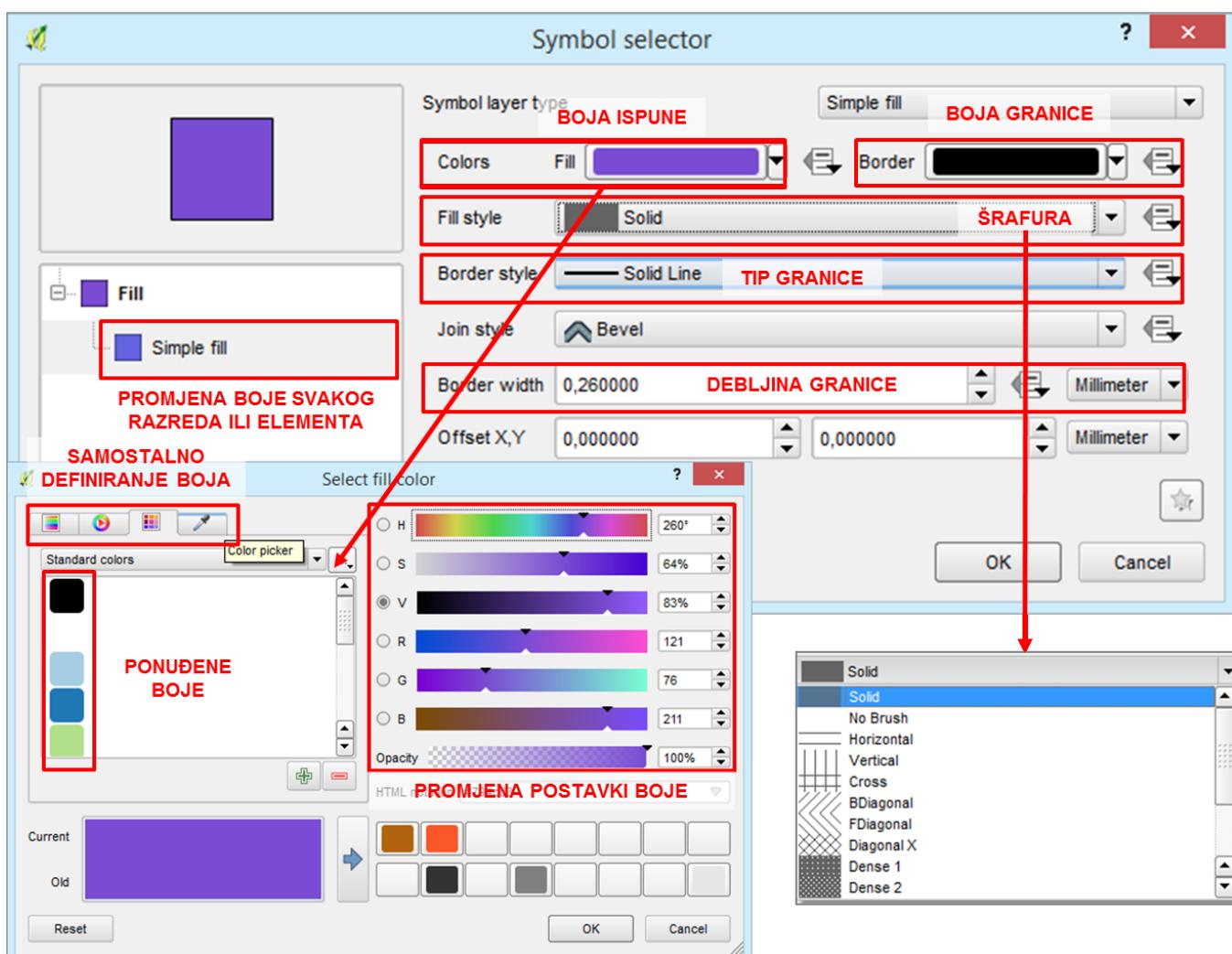


Sl. 50. Odabir metode *Categorized*, dodavanje obilježja i modaliteta obilježja

- Za uklanjanje pojedinih modaliteta u tablici *Value* treba označiti naziv modaliteta i odabrati **Delete**. Uklanjanje svih prikazanih skupina izvršava se opcijom **Delete all**.
 - Raspon boja za prikaz skupina dostupan je u izborniku **Color ramp**. Moguće je odabrati jedan od ponuđenih raspona boja, izabrati nasumično odabrane boje (*Random colors*) ili odabrati raspone boja prikladne za izradu karata s repozitorija (*New color ramp*) (sl. 51.). Za prikazivanje kvalitativnih i kvantitativnih obilježja na digitalnim i tiskanim kartama posebno su prilagođeni rasponi boja u skupu *Color Brewer*. Detaljnije informacije dostupne su na web stranicama *Color Brewer* (<http://colorbrewer2.org/>).
 - U izborniku **Symbol (Change)** podešavaju se zajedničke postavke prikaza svih skupina (npr. boja ispune, šrafura, boja i debljina granice znakova) (sl. 52.).
 - Znak svake skupine moguće je pojedinačno mijenjati dvostrukim klikom mišem na znak ispred te skupine.



Sl. 51. Uklanjanje modaliteta obilježja te dodavanje i promjena raspona boja kod metode Categorized



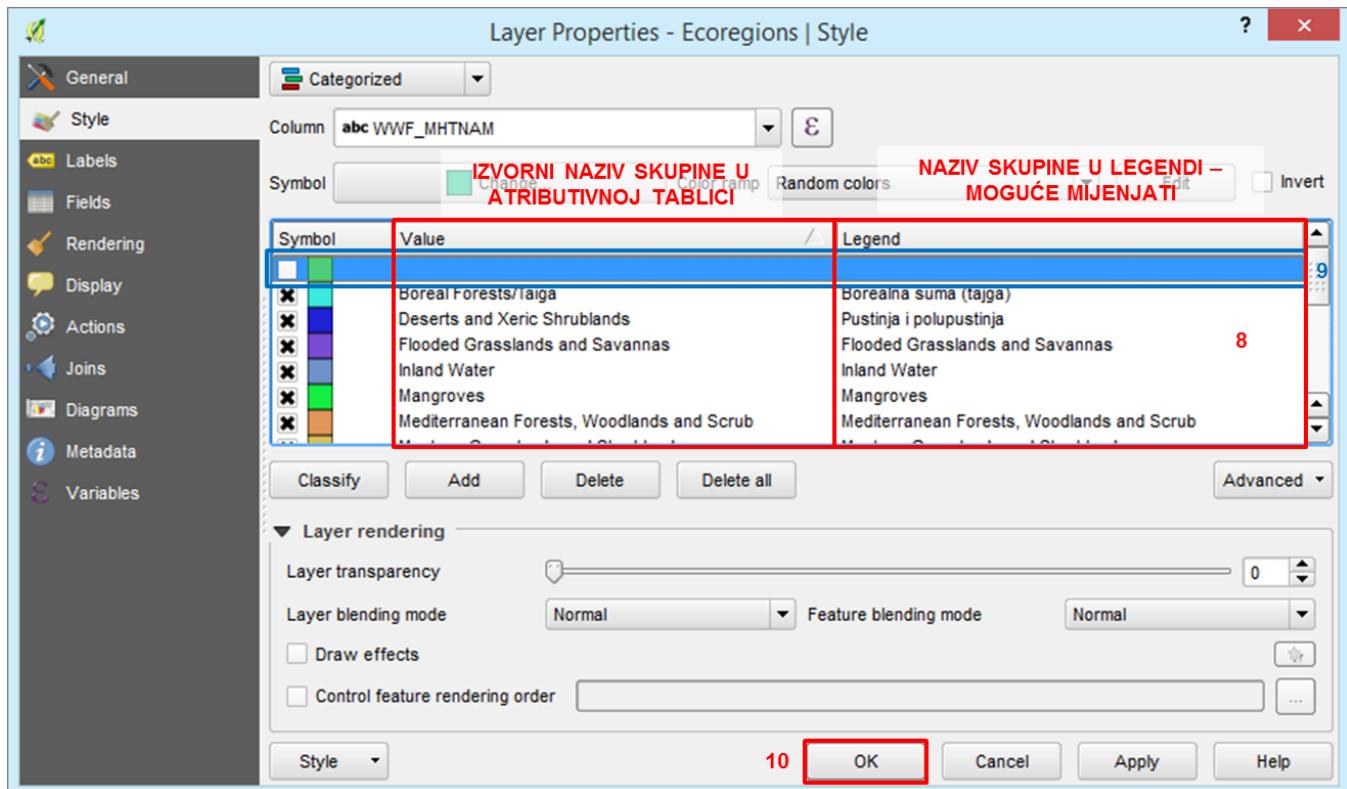
Sl. 52. Promjena postavki boja pojedinačnih znakova

8. U glavnom prikazu u stupcu **Value** navedeni su nazivi skupina na način kako su pohranjeni u atributivnoj tablici i ne mogu se mijenjati u izborniku *Layer Properties*. U stupcu **Legend** navedeni su nazivi u obliku u kojem se prikazuju u legendi i mogu se izravno mijenjati (sl. 53.).

9. Kategorija **bez naziva** obuhvaća sve ostale podatke koji nisu izabrani. Ako su prethodno odabrane sve skupine za prikaz, kategorija bez naziva se isključuje.

10. Uređivanje se završava odabirom opcije **OK**.

U svakom trenutku moguće je ponovno vratiti u izbornik *Layer Properties* i mijenjati sve postavke.



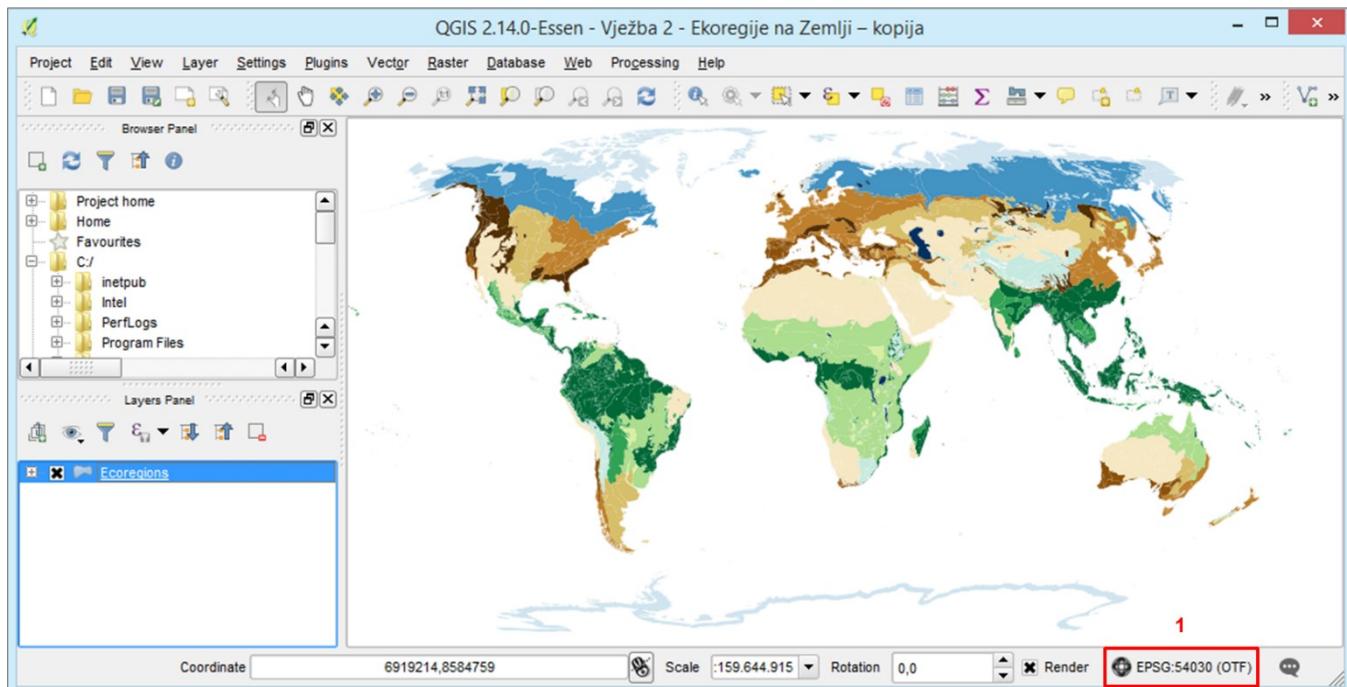
Sl. 53. Promjena naziva skupina za prikaz u legendi

PROMJENA KOORDINATNOG SUSTAVA I PROJEKCIJE

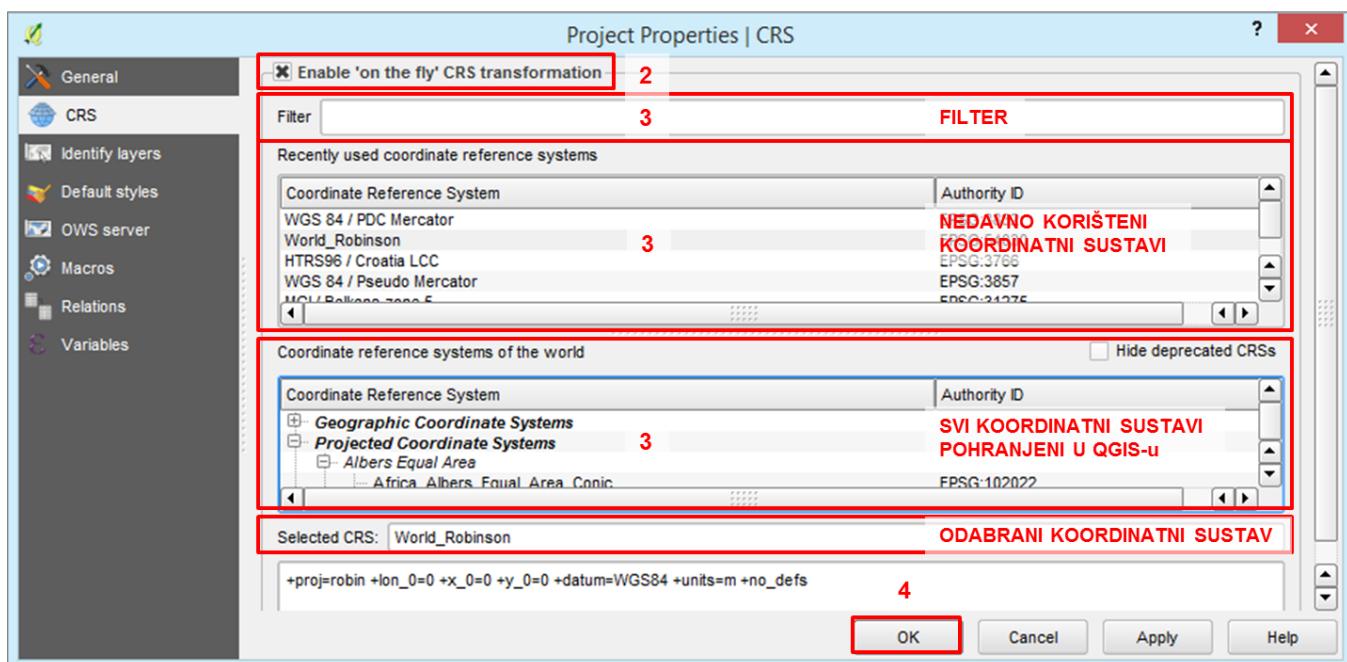
Svi slojevi u GIS-u izrađeni su u određenom geografskom ili projekcijskom koordinatnom sustavu (projekciji). Novi QGIS dokument nema zadani koordinatni sustav i projekciju, nego je privremeno podešen geografski koordinatni sustav **WGS 1984** (elipsoid i koordinatni sustav koji koristi GPS). Dodavanjem prvog novog sloja QGIS dokument poprima njegov koordinatni sustav i projekciju. Ti privremeno dodijeljeni koordinatni sustav i projekcija nazivaju se privremenom ili *letećom* projekcijom (*On the fly projection*). Svaki sloj u drugom koordinatnom sustavu koji se dodaje naknadno u QGIS *Desktop* privremeno se prilagođava privremenoj projekciji, iako i dalje zadržava koordinatni sustav i projekciju u kojima je izrađen. Ako izvorni koordinatni sustav i projekcija sloja nisu kompatibilni s privremenom projekcijom, mogu se dogoditi netočnosti u pozicioniranju i prikazivanju. Budući da nisu sve projekcije prikladne za prikazivanje i analizu svih područja na Zemlji, privremena projekcija se može jednostavno promijeniti. Promjenom privremene projekcije slojevi se virtualno prilagođavaju, ali se ne mijenja njihov koordinatni sustav i projekcija.

Podaci o privremenoj projekciji dokumenta QGIS *Desktop* vidljivi su u izborniku *Project Properties – CRS (Coordinate reference system)* te ju je u istom izborniku moguće promijeniti (sl. 54. i 55.):

- Odabrat ikonu **CRS** u donjem desnom kutu QGIS *Desktop*a.
- U izborniku *Project Properties – CRS* uključiti mogućnost transformacije privremene projekcije (*Enable „on the fly“ projection transformation*).
- Pronaći jedan od postojećih geografskih ili projekcijskih koordinatnih sustava u izborniku ili u *Filter* upisati približni naziv.
- Odabrat koordinatni sustav i kliknuti **OK**.



Sl. 54. EPSG – šifra privremene projekcije i ulaz u izbornik za promjenu privremene projekcije



Sl. 55 Izbornik za promjenu privremene projekcije ("on the fly projection")

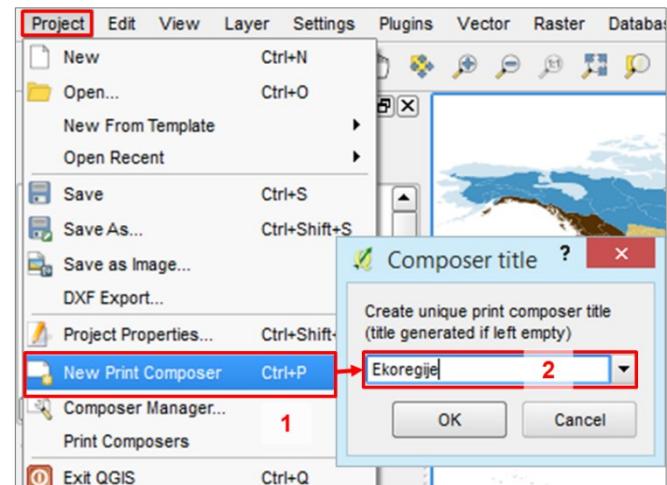
PRIPREMA ZA PRETVARANJE GIS KARTE U GRAFIČKU DATOTEKU (PRINT COMPOSER)

Trenutni prikaz u QGIS *Desktop* ne predstavlja gotovu tematsku kartu. Tematska karta priprema se za pretvaranje u grafičku datoteku (izvoz karte u obliku slike u formatima .jpeg, .tiff...) u novom prozoru *Print Composer*, u kojem je potrebno definirati veličinu i format karte, marge prikaza, mjerilo, rezoluciju grafičke datoteke te postaviti ostale (redakcijske) elemente karte (naslov, legendu i grafičko mjerilo). Postojeći dokumenti *Print Composer* dostupni su u

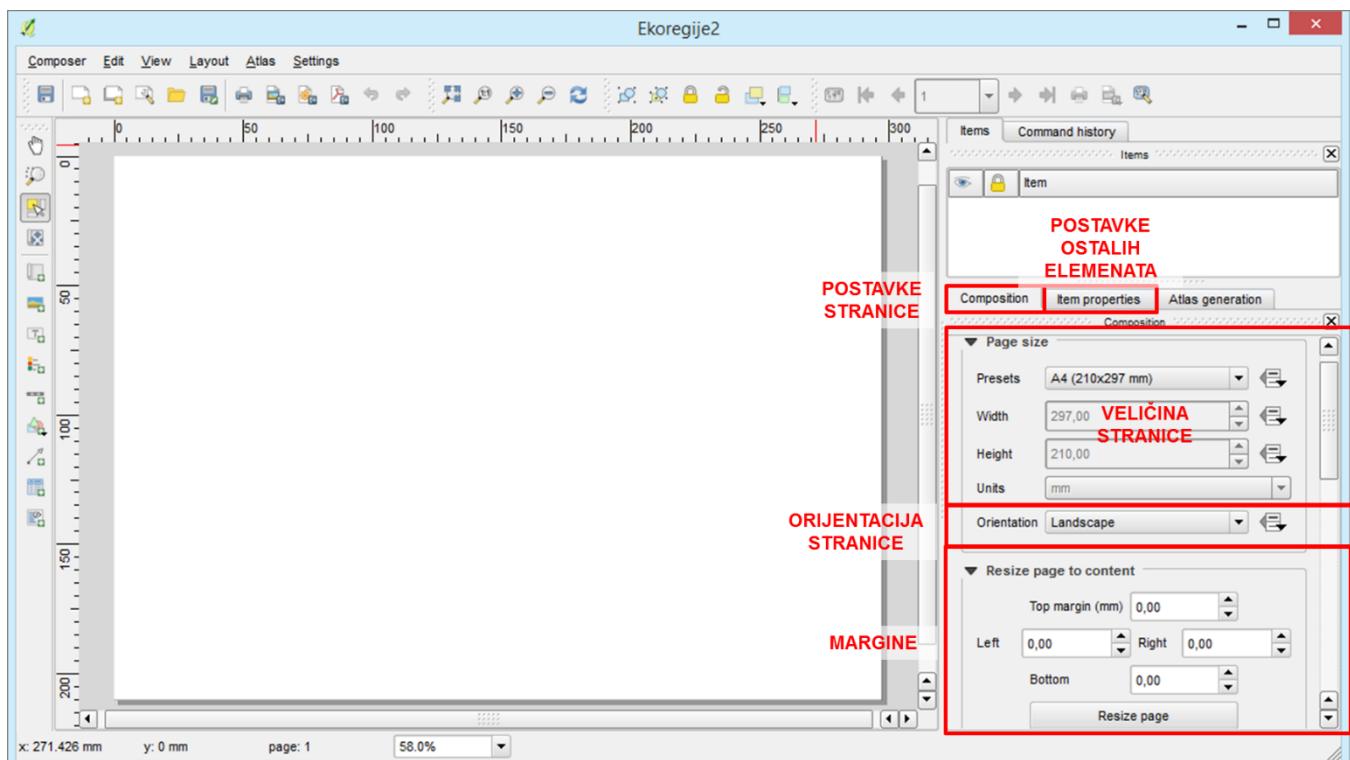
izborniku *Project – Print Composers*. Za ulazak u novi *Print Composer* i podešavanje osnovnih postavki potrebno je:

1. U izborniku *Project* u dokumentu QGIS *Desktop* odabrati **New Print Composer**.
2. Upisati naslov datoteke *Print Composer – Print Composer* se pohranjuje kao zasebna datoteka koja je vezana uz QGIS dokument i ne može se otvoriti bez njega. Naslov datoteke ne predstavlja naslov buduće karte (sl. 56.).

3. Podesiti veličinu, orijentaciju i margine stranice (sl. 57.).
4. Definirati **rezoluciju** buduće karte (minimalna rezolucija za pripremu karte za ispis iznosi 300 dpi) (sl. 58.).
5. U alatnoj traci *Toolbox* – **Add new map** dodati **geografski sadržaj** koji će se prikazati na karti (sl. 58.).
6. Na papiru mišem **obilježiti područje** unutar kojeg će se prikazati geografski sadržaj (sl. 59.).
7. U izborniku *Item Properties* – **Scale** upisati **mjerilo karte** (sl. 60.).
8. Pomoću alata **Move item content** na alatnoj traci *Toolbox* pomaknuti **geografski sadržaj** na željeno mjesto (sl. 60.).



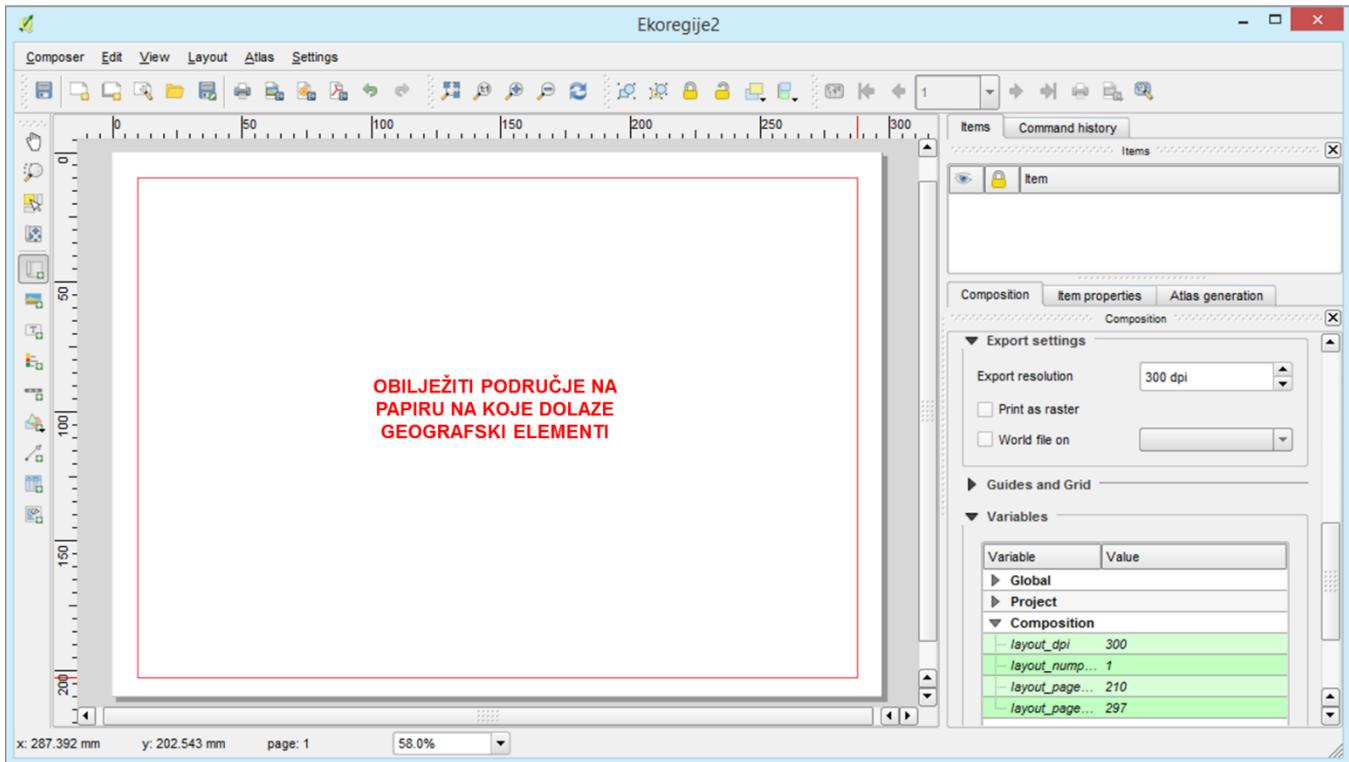
Sl. 56. Odabir dokumenta New Print Composer



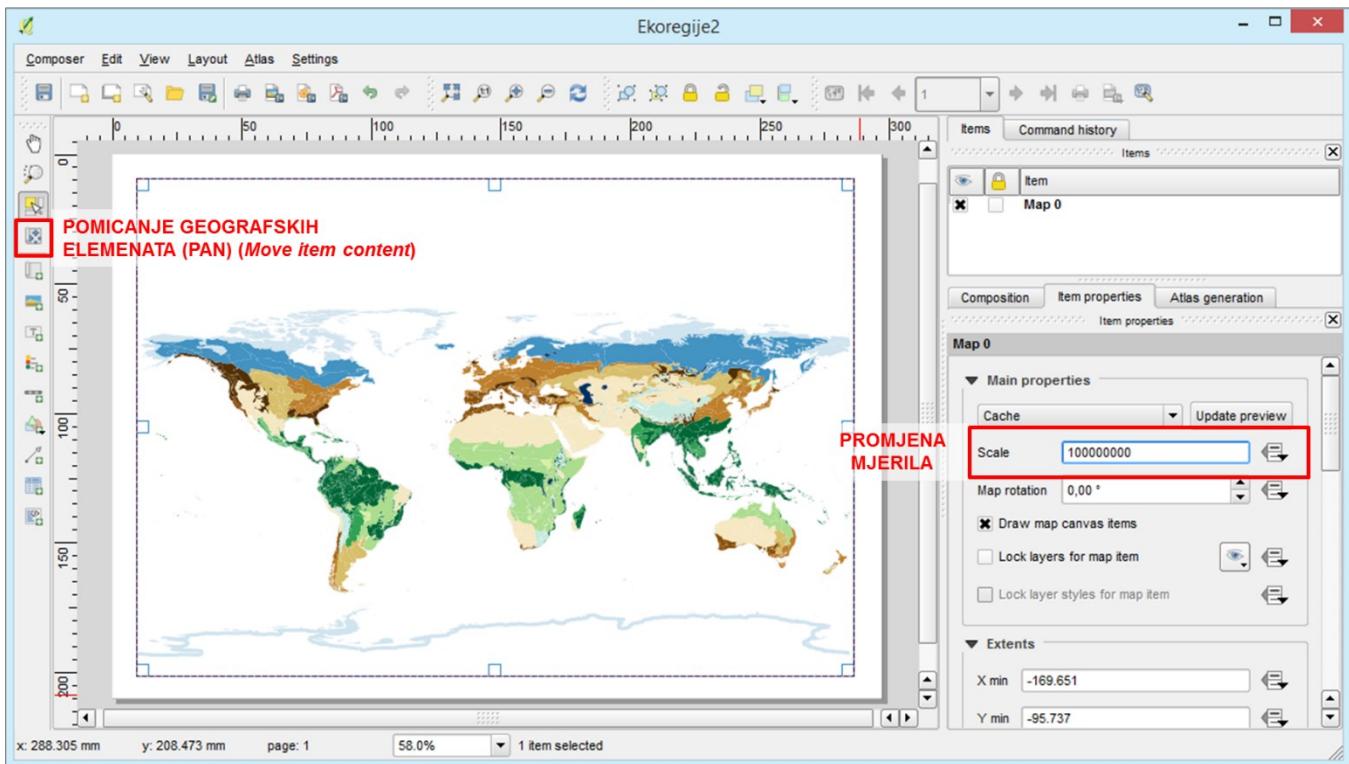
Sl. 57. Postavljanje veličine, orijentacije i margina stranice u Print Composeru



Sl. 58. Postavljanje rezolucije karte i dodavanje geografskog sadržaja u Print Composeru



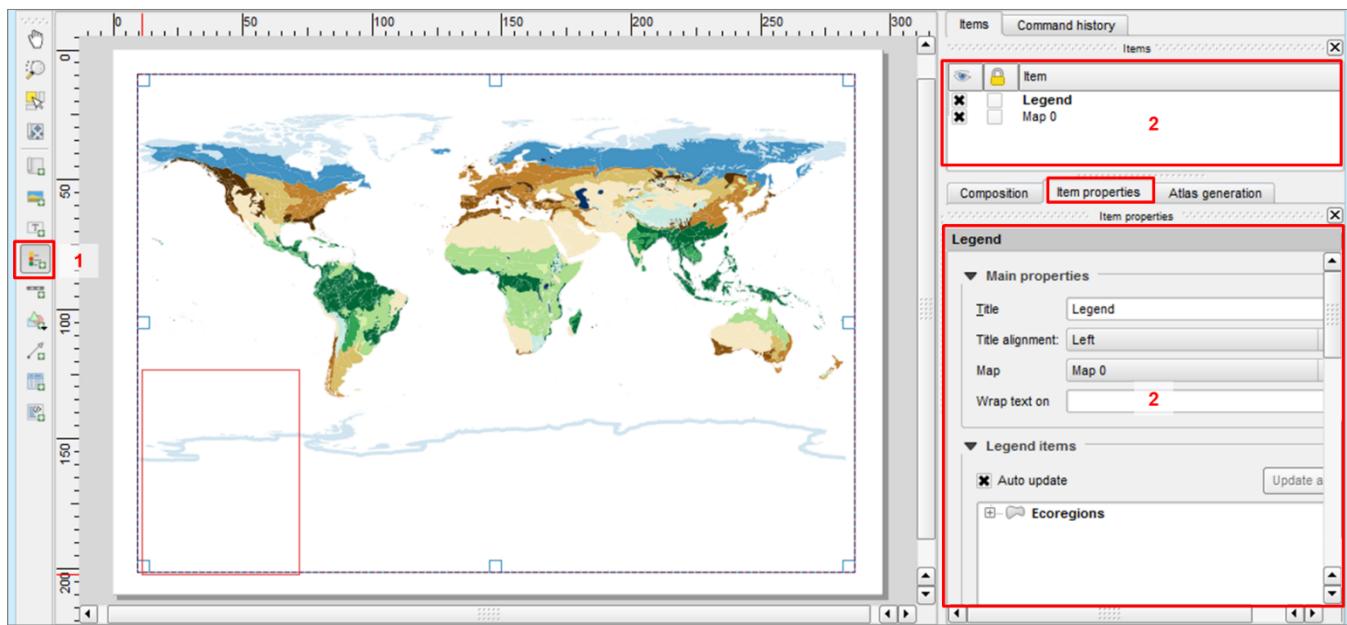
Sl. 59. Obilježavanje područja na papiru na koje dolazi geografski sadržaj



Sl. 60. Promjena mjerila i pomicanje geografskog sadržaja na karti

DODAVANJE I OBLIKOVANJE LEGENDE

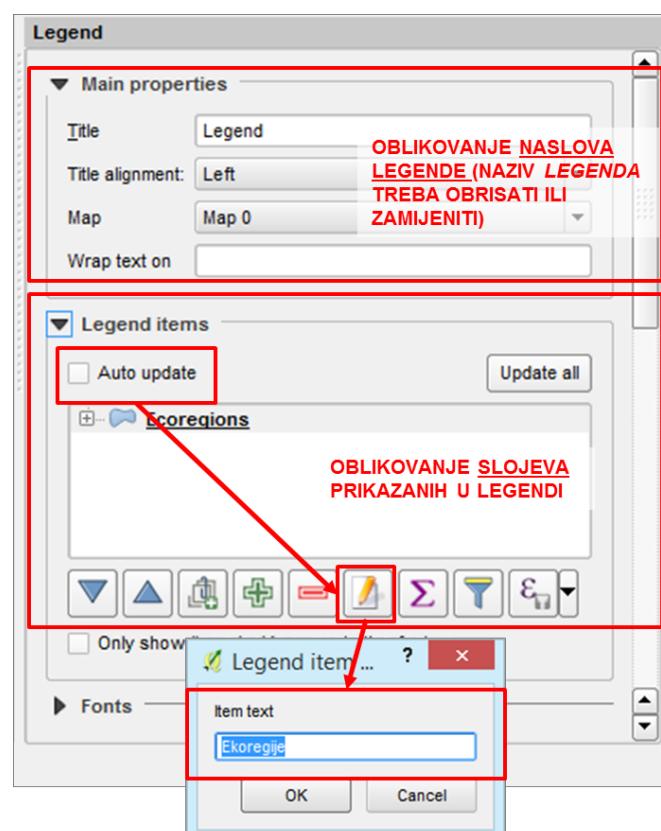
Legenda služi tumačenju manje poznatih geografskih sadržaja i ne treba sadržavati sve slojeve koji su prikazani na karti. Treba biti pažljivo oblikovana i ne smije biti vizualno dominantna u odnosu na geografski sadržaj. To se postiže definiranjem optimalne veličine grafičkih elemenata i slova u legendi te njezinim smještanjem na najprikladnije mjesto. Zbog toga legendu dodanu u *Print Composeru* obvezno treba preoblikovati. Legenda se dodaje i oblikuje na sljedeći način:



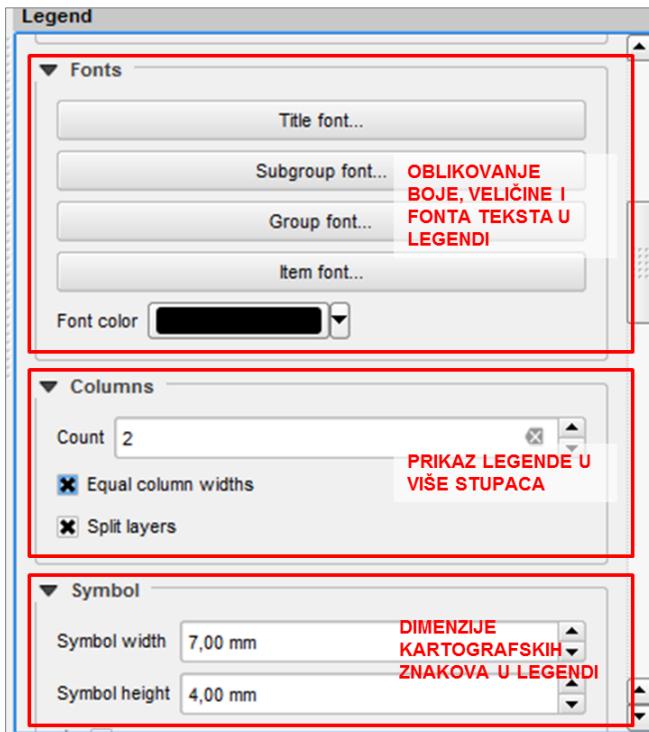
Sl. 61. Dodavanje legende u *Print Composeru*

3. U izborniku *Main Properties* uz opciju *Title* treba **obrisati naslov Legend** ili ga zamijeniti prikladnjim (sl. 62.).
4. U izborniku *Legend items* nalaze se svi slojevi koji će se prikazati u legendi. Za dodavanje, uklanjanje ili oblikovanje naziva slojeva potrebno je **isključiti opciju Auto update**. Dodavanje i uklanjanje slojeva iz legende izvršava se pomoću ikona + i -. Za preoblikovanje naslova slojeva odabire se opcija *Item text* i u prozoru se upiše **novi naziv sloja** (sl. 62.).
5. U izborniku *Fonts* definiraju se font, veličina i boja **slova** za svaki sloj prikazan u legendi (sl. 63.).
6. U izborniku *Columns* moguće je podešiti da se sadržaj legende prikazuje u **dva ili više stupaca (Count)** te podešiti njihovu širinu (sl. 63.).
7. U izborniku *Symbol* podešavaju se **visina i širina kartografskih znakova** (sl. 63.).
8. U izborniku *Spacing* definira se **širina razmaka** između pojedinih elemenata u legendi (sl. 64.).
9. U izborniku *Frame* postavlja se boja i debljina **okvira legende** (sl. 64.).
10. Ako se legenda preklapa s dijelom geografskih sadržaja, potrebno je postaviti **neprozirnu podlogu legende**. Boja podloge se podešava u izborniku *Background*.

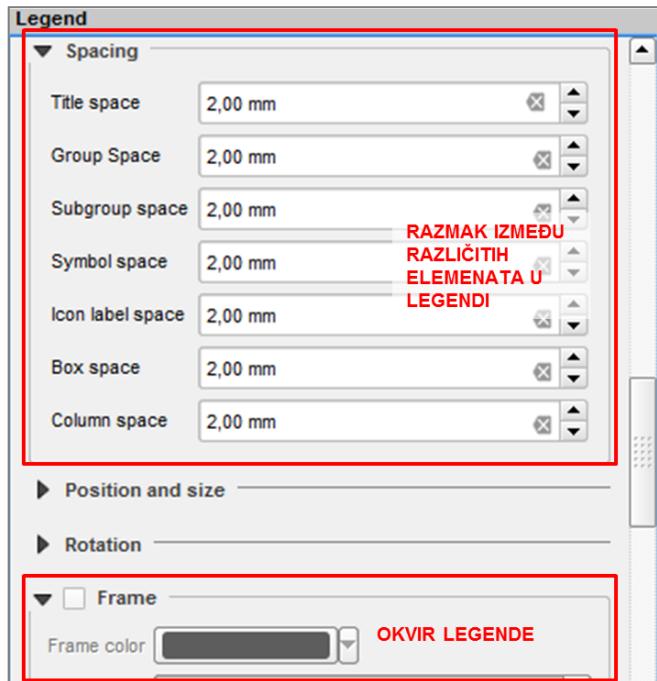
1. Na alatnoj traci *Toolbox* odabri opsijs Add new legend i mišem definirati približno područje na kojem će se legenda smjestiti (sl. 61.).
2. Postavke legende podešavaju se u izborniku *Item Properties*, gdje u prozoru s elementima treba obilježiti *Legend*.



Sl. 62. Oblikovanje naslova legende i naslova slojeva u legendi



Sl. 63. Oblikovanje fontova, stupaca i dimenzija kartografskih znakova u legendi

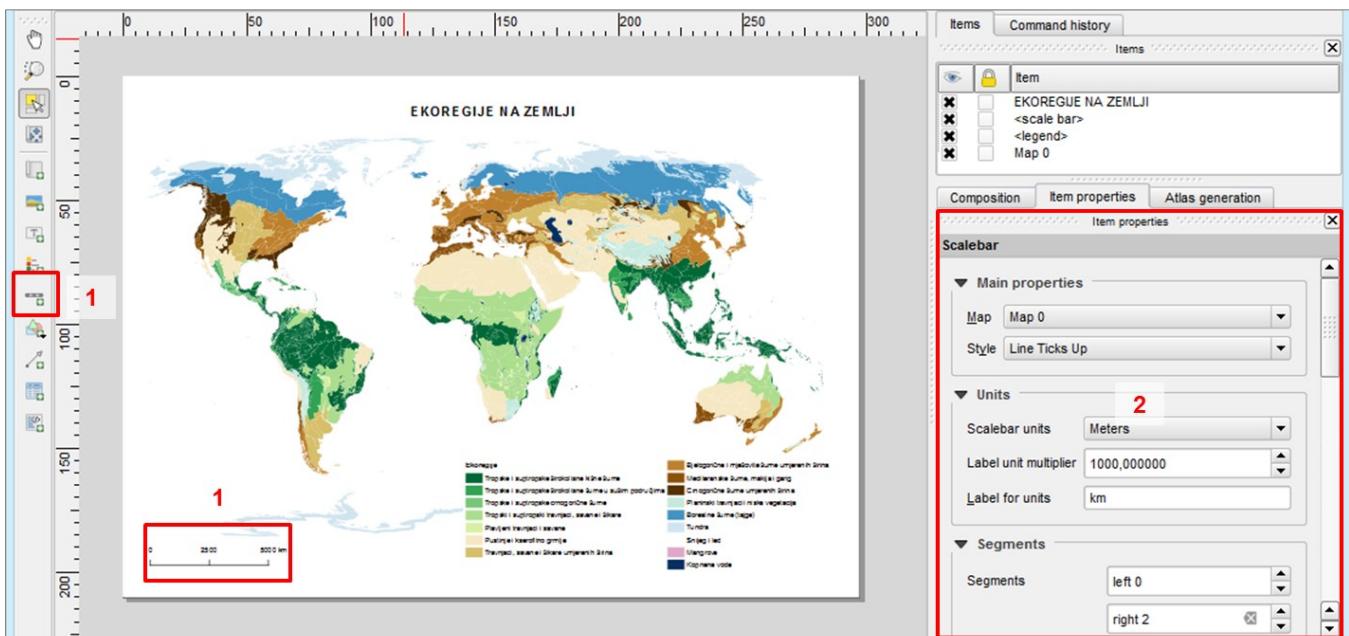


Sl. 64. Definiranje razmaka između elemenata legende i podešavanje okvira

DODAVANJE I OBLIKOVANJE GRAFIČKOG MJERILA

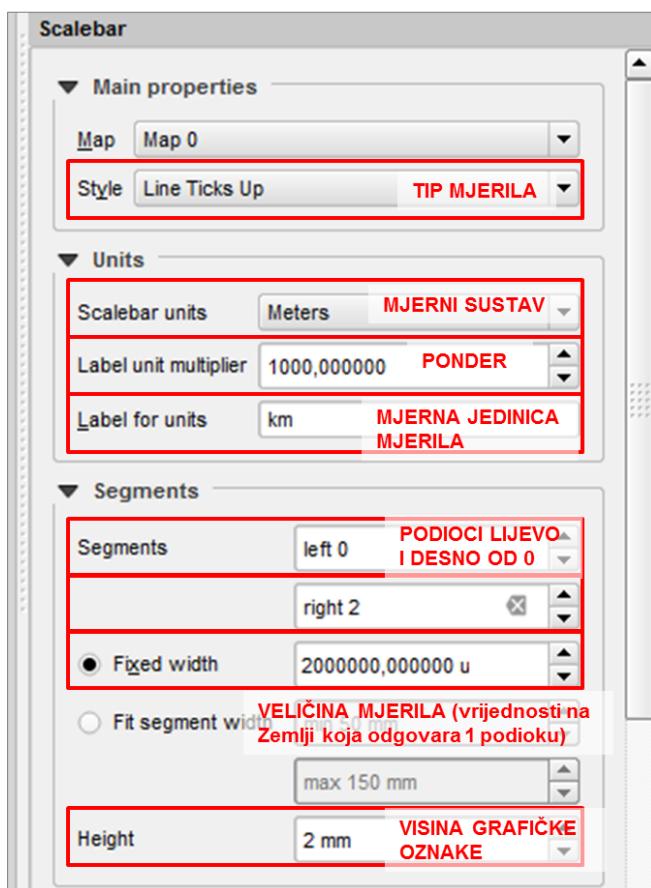
Grafičko mjerilo na tematskim kartama služi približnom određivanju prostornih odnosa i ne koristi se za precizno određivanje udaljenosti. Stoga ne smije biti preveliko i vizualno dominantno, nego treba biti pomno oblikovano i smješteno na prikladno mjesto. Oblikovanje grafičkog mjerila provodi se na sljedeći način:

1. Na alatnoj traci *Toolbox* odabratи opciju *New scale bar* i odrediti približno mjesto na karti gdje će se smjestiti grafičko mjerilo (sl. 65.).
2. Postavke grafičkog mjerila mijenjaju se u izborniku ***Item Properties***, pri čemu u prozoru s elementima treba obilježiti *Scale bar*.



Sl. 65. Dodavanje grafičkog mjerila u Print Composeru

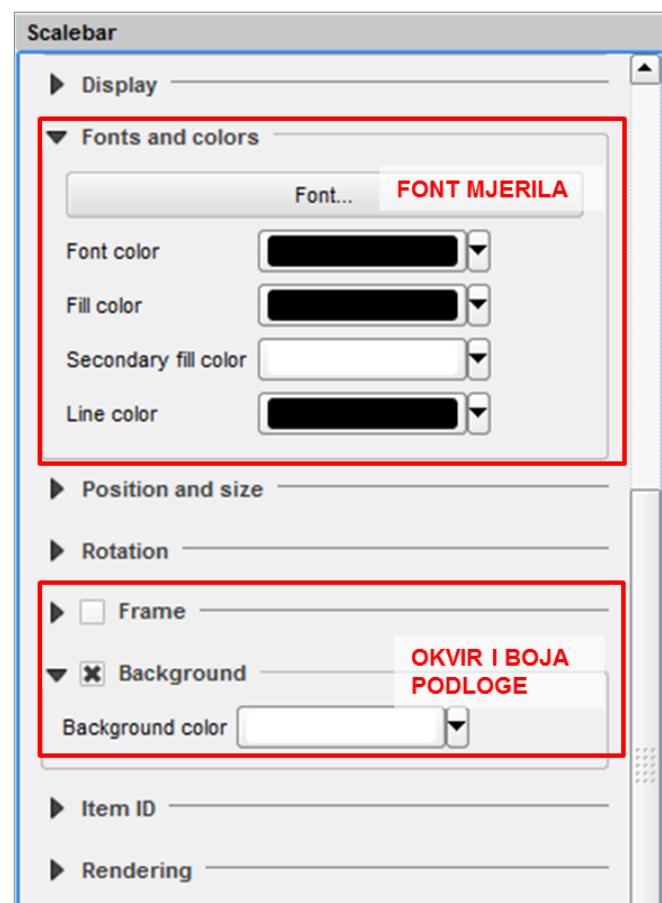
3. Tip grafičkog mjerila definira se u izborniku **Main properties – Style**. Preporuča se odabrat tip mjerila koje neće biti vizualno dominantno na karti (sl. 66.).
4. U izborniku **Units** potrebno je podesiti **mjernu jedinicu** za prikaz mjerila (sl. 66.).
 - a) U podizborniku **Scalebar units** odabire se **mjerni sustav** (jedinice karte, metrički sustav, stope, nautičke milje).
 - b) Uz **Label unit multiplier** upisuje se **ponder**, odnosno vrijednost kojom je potrebno pomnožiti osnovnu jedinicu u mjernom sustavu kako bi se dobila željena mjerna jedinica na mjerilu (npr. ako se koristi metrički mjeri sustav, a mjerilo će biti prikazano u kilometrima, upisuje se vrijednost 1000 jer je 1 km = 1000 m).
 - c) **Kratica prikazane mjerne jedinice** upisuje se uz **Label for units** (npr. km).
5. U izborniku **Segments** potrebno je definirati **ukupni broj podjeljaka mjerila** (lijevo i desno od nule) (sl. 66.).
 - a) Izborom opcije **Fixed width** duljina podjeljaka definira se zadanom **udaljenošću u stvarnosti**. Pritom je



Sl. 66. Odabir tipa grafičkog mjerila i podešavanje postavki

potrebno upisati vrijednost koja odgovara veličini tog podjeljka na temelju prethodno definiranog mjernog sustava. Primjerice, ako jedan podjeljak odgovara udaljenosti od 2000 km u metričkom sustavu, uz opciju *Fixed width* potrebno je upisati 2,000.000 jer je 2000 km = 2,000.000 m. U oblikovanju karte preporuča se koristiti tu opciju i vrijednost podjeljka zaokružiti na **tisućice, stotine ili desetice** (ovisno u mjerilu).

- b) Odabirom opcije **Fixed segment width** definira se **širina podjeljka na karti**, a vrijednost u stvarnosti generira se automatski.
- c) **Visina grafičke oznake** mjerila upisuje se uz **Height**.
6. U izborniku **FONTs and colors** definiraju se font, veličina, oblikovanje i boja **svih** te ostalih elemenata grafičkog mjerila (sl. 67.).
7. Za dodavanje **okvira grafičkog mjerila** potrebno je uključiti izbornik **Frame** te definirati boju i debljinu okvira legende (sl. 67.).
8. U izborniku **Background** uključuje se i podešava **neprozirna podloga grafičkog mjerila** (sl. 67.).

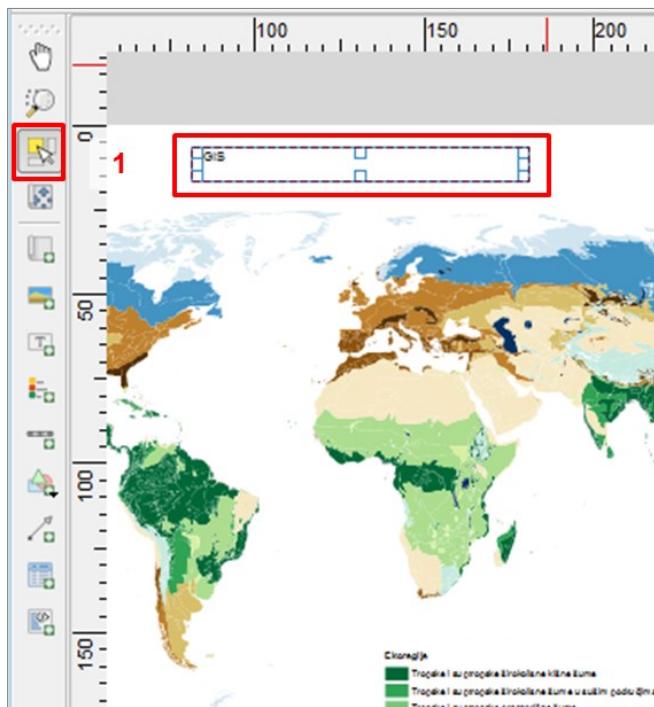


Sl. 67. Oblikovanje fonta, okvira i boje podloge mjerila

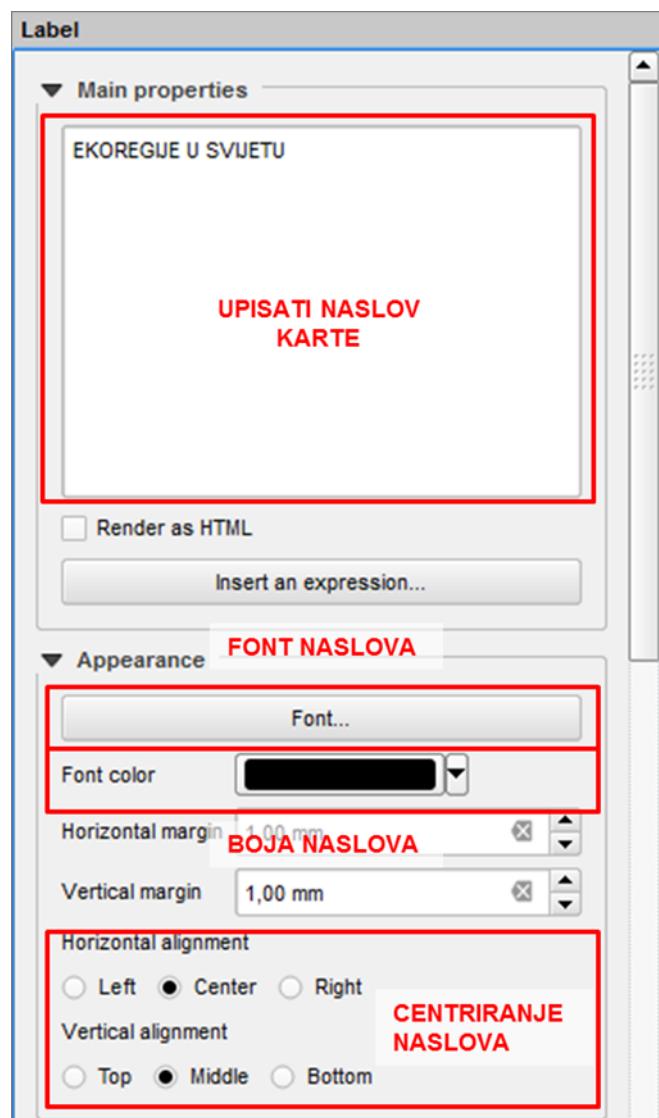
DODAVANJE I OBLIKOVANJE NASLOVA

Naslov se na tematskim kartama stavlja u gornji dio karte, najčešće unutar margine papira, a rjeđe iznad gornje margine. Veličina slova u naslovu treba biti znatno veća nego u legendi, mjerilu i u toponimima. Ako se naslov preklapa s geografskim sadržajem, nužno je postaviti neprozirnu podlogu naslova. Postavljanje i oblikovanje naslova provodi se na sljedeći način:

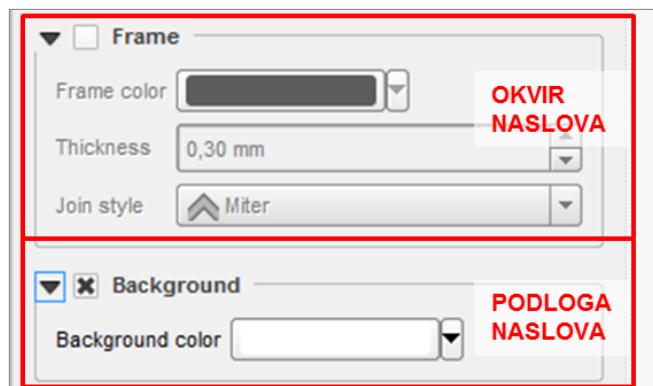
1. U alatnoj traci *Toolbox* odabratи opciju *Add new* i odreditи približno mjesto na karti gdje će se smjestiti (tekstni okvir) (sl. 68.).
2. Postavke naslova mijenjaju se u izborniku ***Item Properties***, pri čemu ga treba obilježiti u prozoru s elementima (sl. 69.).
3. Potpuni naslov karte upisuje se u izborniku ***Main properties***.
4. U izborniku ***Appearance*** potrebno je definirati **font**, **veličinu**, **boju** i **oblikovanje slova** u naslovu te horizontalno i vertikalno **centriranje** naslova unutar tekstnog okvira.
5. U izborniku ***Frame*** uključuje se **okvir** naslova te se definiraju njegova **boja** i **debljina** (sl. 70.).
6. U izborniku ***Background*** uključuje se i podešava **neprozirna podloga naslova** (sl. 70.).



Sl. 68. Dodavanje naslova u Print Composeru



Sl. 69. Oblikovanje teksta u naslovu

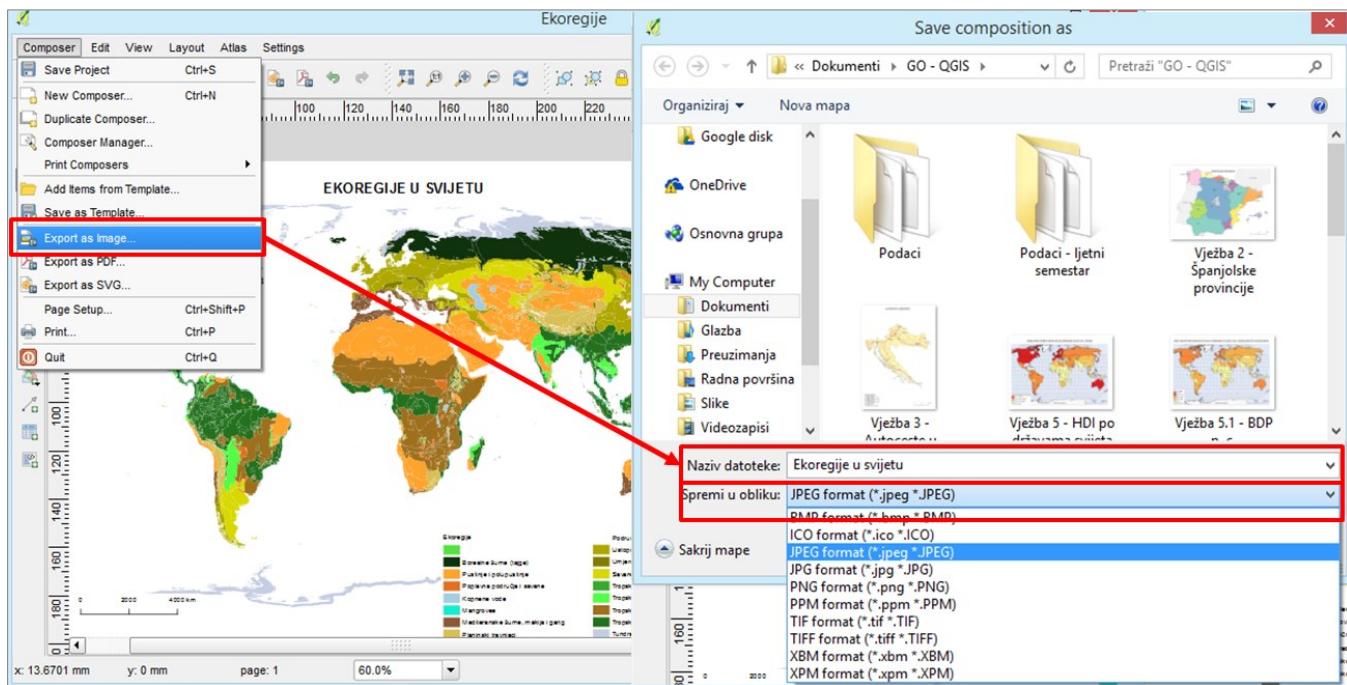


Sl. 70. Oblikovanje okvira i podloge naslova

PRETVARANJE GIS KARTE U GRAFIČKU DATOTEKU

Nakon što se oblikuju svi elementi karte, karta se pretvara u grafičku datoteku (sl. 71.).

- Za pretvaranje karte u grafičku datoteku u *Print Composeru* treba odabratи *Composer – Export as Image*.



Sl. 71. Pretvaranje GIS karte u grafičku datoteku

ZADATAK

- Otvorite novi QGIS dokument i dodajte sloj **Ecoregions** iz mape *Podaci*.
- Otvorite atributivnu tablicu i provjerite **modalitete obilježja** koje želite prikazati (nazivi ekoregija nalaze se u stupcu **WWF_MHTNAM**).
- U postavkama sloja *Ecoregions* (*Layer Properties – Style*) odaberite metodu **Categorized**.
 - Prikaz elemenata izvršite prema obilježju (*Column* **WWF_MHTNAM**).
 - Dodajte **sve elemente** u prikaz pomoću *Classify*.
 - Isključite element bez naziva.
- Poredajte ekoregije prema izboru po želji.
- Odaberite raspon boja prema vlastitom izboru te **uskladite boju svake kategorije (ekoregije) s vrstom vegetacije** koju prikazuje (npr. tajga – tamnozelena, pustinja – žuta).
- U izborniku *Symbol (Change)* promijenite postavke kartografskih znakova za sve ekoregije.
 - S lijeve strane prozora odaberati *Simple fill*.
 - S desne strane prozora odaberati **Border** (ne dirati *Fill*).
 - Crnu boju posvjetliti na **40%** (sivu) u **kategoriji V**.
- U novom prozoru treba definirati **format grafičke datoteke, lokaciju i naziv** za spremanje karte (slike) na računalu.
- Debljinu granice** podesiti na **0,1** (tanka granica) ili **0,0** (bez granice).
- U izborniku *Layer Properties* u prozoru **Legend** u postavkama sloja prevedite sve nazive ekoregija na **hrvatski jezik**.
- Završite uređivanje postavki sloja.
- U izborniku *Project Properties – CRS* podesite **Robinsonovu projekciju** za prikaz cijelog svijeta (*Robinson World Projection*).
- Prepremite kartu pretvaranje u grafičku datoteku u *Print Composeru*. Otvorite novi dokument *Print Composer* i imenujte ga (*Project – New Print Composer*).
 - U izborniku *Composition* podesite papir na **veličinu A4** i odaberite vodoravni prikaz (**Landscape**).
 - Definirajte **margine od 1 cm** sa sve četiri strane papira.
 - Definirajte **rezoluciju od 600 dpi** za prikaz buduće karte.
- Dodajte **geografske elemente (tematski sadržaj)** za prikaz na budućoj karti (*Toolbox – Add New Map*) i smjestite ih unutar definiranih margina. U izborniku *Item Properties* podesite mjerilo na način da tematski sadržaj bude **centriran i prikazan što krupnije** (od lijeve do desne marge).

12. Dodajte **legendu** na kartu i umetnite je u **donji desni ili lijevi kut**.
13. **Oblikujte legendu** prema sljedećim uputama:
- Naziv *Legend* uklonite iz naslova legende.
 - Naslov sloja *Ecoregions* prevedite na **hrvatski jezik** (prethodno je potrebno isključiti opciju *Auto update* i uključiti *Item text*).
 - Font naziva sloja (*Subgroup font*) treba biti **Arial 8 Bold**, a naziv svake ekoregije **Arial 8**.
 - Legenda se treba sastojati od **dva ili tri stupca** (uključiti opciju *Split layers*).
 - Razmak između svih elemenata u legendi treba biti **1 mm**.
 - Podloga legende treba biti **bijele boje**.
14. Dodajte **grafičko mjerilo** na kartu i umetnite ga u **donji desni ili lijevi kut**.
15. **Oblikujte grafičko mjerilo** prema sljedećim uputama:
- Odaberite tip mjerila ***Line ticks up***.
 - Mjerilo treba biti u **metričkom sustavu**, s oznakom u **kilometrima** (1 km = 1000 m).
 - Mjerilo treba imati **dva podjeljka desno od nule**.
 - Brojčane i grafičke označke trebaju biti u fontu **Arial 8**.
 - Podloga grafičkog mjerila treba biti **bijele boje**.
16. Dodajte **naslov karte Ekoregije na Zemlji** i umetnite ga u **gornji dio**.
17. **Oblikujte naslov** prema sljedećim uputama:
- Naslov treba biti u fontu **Arial 16 bold** i centriran u središtu.
 - Podloga naslova treba biti **bijele boje** (bez obruba).
18. Izvezite kartu u **JPEG formatu** u vlastitu mapu.
19. Spremite dokument **QGIS Desktop** u vlastitu mapu.

2.3. METODE PRIKAZIVANJA KVANTITATIVNOG OBILJEŽJA

Kvantitativno obilježje u QGIS-u prikazuje se metodama dostupnim unutar izbornika *Graduated*. Dvije osnovne metode su **koropletna karta** (*Method Color*) i **kartodijagram**

(*Method Size*). U obje metode obilježje se prikazuje po razredima. Izrada koropletnih karata prikazana je u *Vježbi 3*, a izrada kartodijagrama u *Vježbi 4*.

VJEŽBA 3. Korisnici interneta u svijetu

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se izraditi tematska karta koja će prikazati prostorne razlike u udjelu stanovništva koje ima pristup internetu kao jednom od pokazatelja društveno-gospodarske razvijenosti država u svijetu. Radi se o kontinuiranom numeričkom obilježju i prikazuje se koropletnom kartom.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

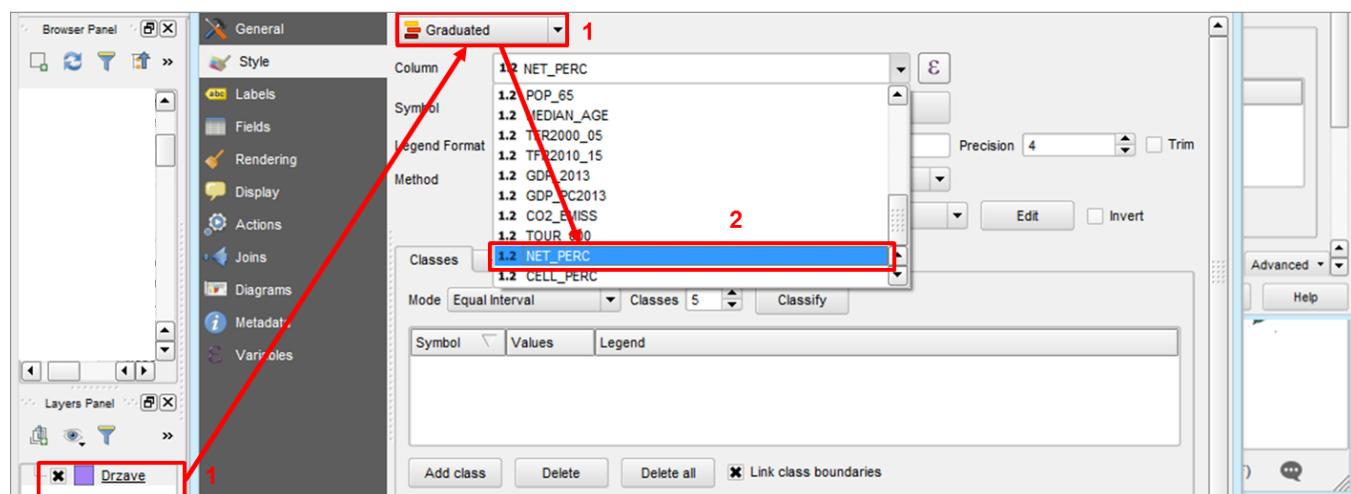
1. Prikaz kvantitativnog obilježja bojama po razredima (*Graduated*)
2. Određivanje broja razreda za prikaz
3. Metode klasifikacije elemenata po razredima prema vrijednosti obilježja
4. Definiranje granica razreda za numeričko obilježje
5. Definiranje raspona boja za prikaz vrijednosti po razredima

METODA GRADUATED (COLOR) (KOROPLETNA KARTA)

Metoda *Graduated (Color)* u QGIS-u označava prikaz numeričkog obilježja površinskim znakovima (bojom i/ili šrafurom) po razredima (koropletna karta). Budući da se vrijednost obilježja prikazuje intenzitetom boje, neovisno o veličini geografskog elementa na koji se odnosi, tom metodom se smiju prikazivati samo **relativni brojevi** (udjeli, postoci, indeksi, koeficijenti, stope...), dok se absolutne vrijednosti prikazuju drugim kvantitativnim metodama.

Postupak za ispravni prikaz kvantitativnih obilježja koropletnom kartom je sljedeći (sl. 72. i 73.):

1. U postavkama sloja koji se prikazuje (*Layer Properties*) u izborniku *Style* odabratи metodu **Graduated**.
2. U izborniku *Column* odabratи **obilježje** koje se prikazuje.
3. Za metodu prikaza (*Method*) odabratи **metodu boje (Color)**.
4. Definirati **broj razreda (Classes)** u koje će se raspodijeliti elementi statističkog skupa (entiteti).
5. Definirati **metodu klasifikacije elemenata po razredima** ili samostalno podesiti **granice razreda**.
6. Preoblikovati **nominalne granice razreda** (granice razreda koje se pojavljuju u legendi).
7. Podesiti **raspon boja** za prikaz razreda.



Sl. 72. Odabir metode *Graduated* u postavkama sloja

ODREĐIVANJE BROJA RAZREDA ZA PRIKAZ

Broj i granice razreda nisu zadani, nego se određuju na temelju obilježja podataka i statističkih pravila. **Broj razreda** ovisi o ukupnom broju elemenata statističkog skupa (entiteta u sloju), a treba izbjegavati prikazivanje s manje od 3 i više od 15 razreda. Pri definiranju broja razreda preporuča se izbjegavati pretjerano veliki broj razreda, ali i previšoki stupanj uopćavanja (npr. krajnosti da je veliki broj entiteta podijeljen samo na tri ili četiri razreda ili da je relativno mali broj entiteta podijeljen u 10 ili više razreda, od kojih neki sadrže samo 1 ili 2 entiteta). Zbog toga se u određivanju broja razreda često koristi tzv. **Sturgesovo pravilo** u kojem se broj razreda (k) izračunava na temelju broja elemenata statističkog skupa (N) prema formuli $k = 3,3 \log N$. Broj razreda dobiven formulom moguće je modificirati u skladu s obilježjima sadržaja koji se prikazuje.

Određivanje broja razreda na temelju Sturgesovog pravila vidljivo je na primjeru statističkog skupa koji čine sve neovisne države u svijetu te zavisni teritoriji. Cijeli statistički skup sastoji se od 244 jedinice (države i teritorija), no za 56 jedinica ne postoje traženi podaci i njih se ne uključuje u izračun. Stoga u formulu prema Sturgesovom pravilu ulazi 188 jedinica za koje su podaci poznati, a sve jedinice bez podataka svrstavaju se u jedan dodani razred **Bez podataka**.

$$N (\text{broj država}) = 188$$

$$k = 3,3 \log 188$$

$$k = 3,3 \times 2,27$$

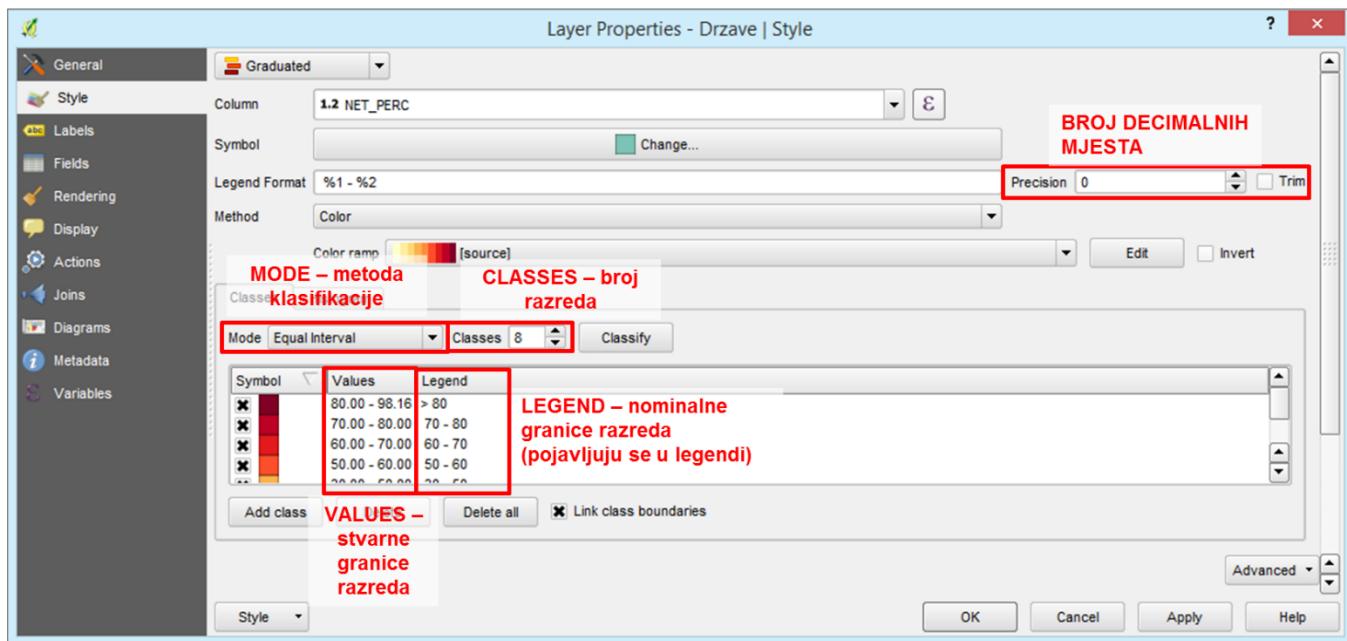
$$\mathbf{k (\text{broj razreda}) = 7,48}$$

Decimalna vrijednost zaokružuje se na **cijeli broj**. Dakle, države i teritoriji za koje postoje podaci razvrstavaju se u 7 razreda. Njima treba pridodati i prethodno definirani razred **Bez podataka** pa se cijeli skup dijeli na 8 razreda.

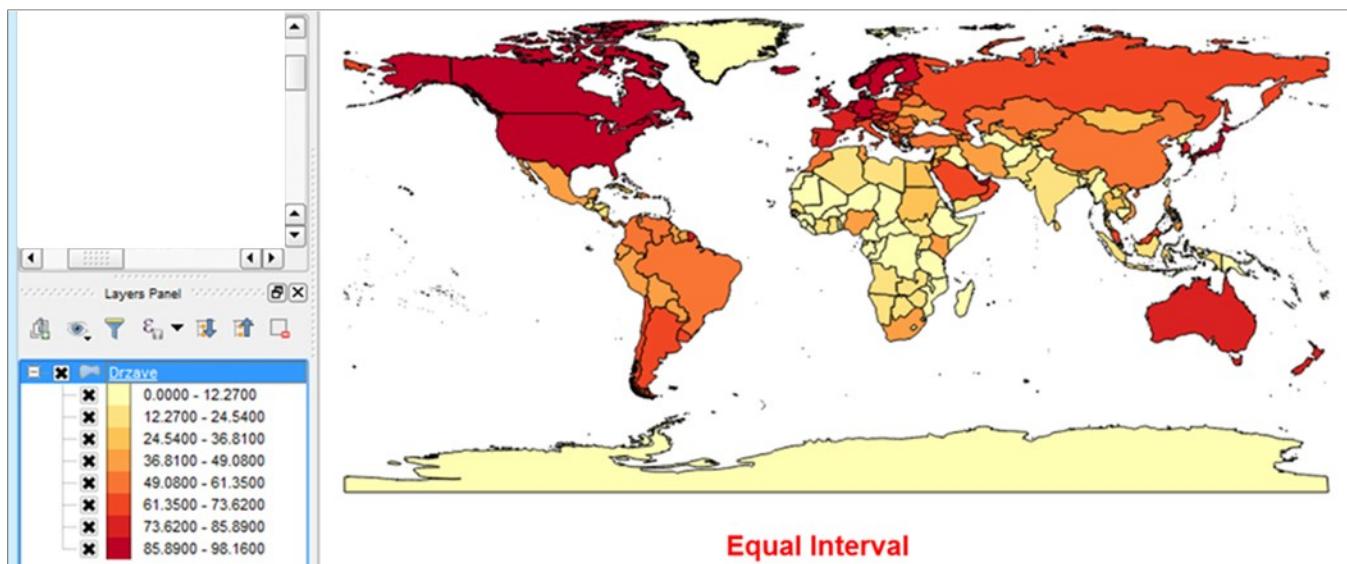
KLASIFIKACIJA ELEMENATA STATISTIČKOG SKUPA PO RAZREDIMA

Klasifikacija elemenata po razredima može se provesti korištenjem jedne od dostupnih (statističkih) metoda u GIS-u ili samostalnim namjenskim određivanjem granica razreda. U QGIS-u dostupne su sljedeće metode klasifikacije:

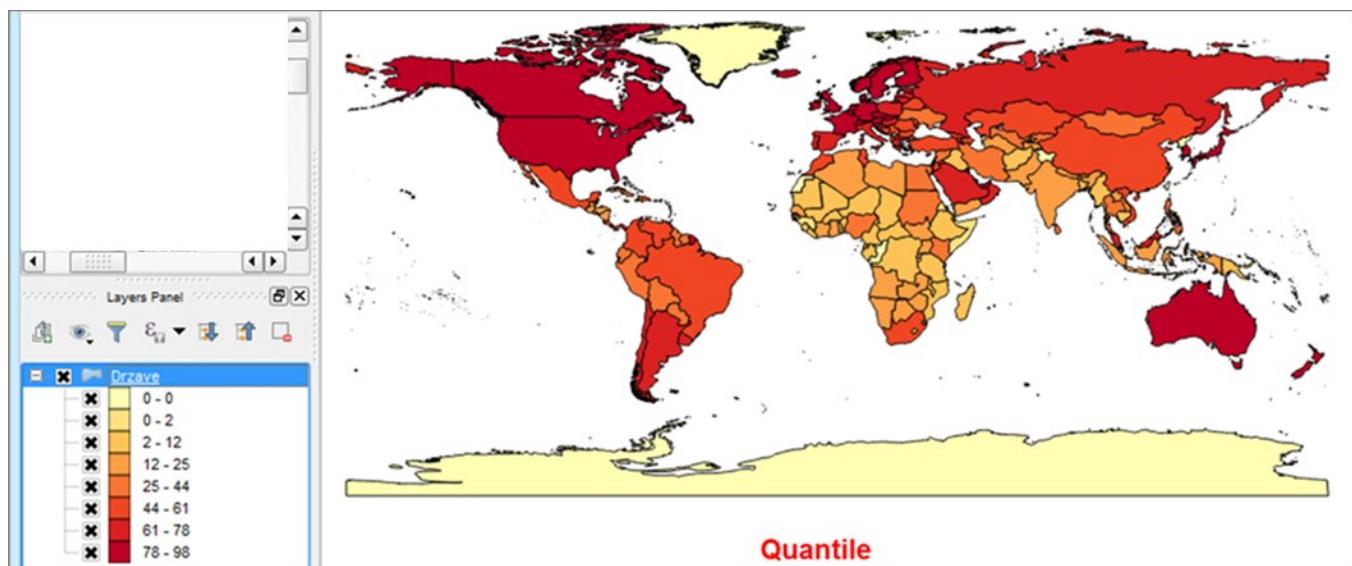
- Equal Interval** (metoda jednakih intervala) – podjela cijelog statističkog skupa na razrede jednakog raspona vrijednosti. Broj razreda definira korisnik, a interval ovisi o broju razreda i ukupnom rasponu vrijednosti (sl. 74.).
- Quantile** (metoda kvantila) – podjela statističkog skupa na razrede koji sadrže jednak broj elemenata statističkog skupa, dok se raspon vrijednosti definira na temelju raspodjele elemenata po razredima. Metoda se koristi za statističke skupove u kojima su vrijednosti jednolikou raspodijeljene i u kojima nije izražena koncentracija vrijednosti (sl. 75.).
- Natural Breaks (Jenks)** (Jenksova metoda optimizacije) – metoda koja teži optimalnoj organizaciji elemenata statističkog skupa po razredima, na način da se elementi sa sličnim vrijednostima grupiraju zajedno, a da se postigne što veća razlika u vrijednostima između susjednih razreda (sl. 76.).
- Standard Deviation** (standardna devijacija) – klasifikacija elemenata po razredima na temelju standardne devijacije. Standardna devijacija označava mjeru raspršenosti podataka u statističkom skupu. Interpretira se kao prosječno odstupanje od prosjeka vrijednosti statističkog skupa (sl. 77.).
- Pretty Breaks** – metoda klasifikacije kod koje se elementi klasificiraju po razredima sa zaokruženim vrijednostima (sl. 78.).



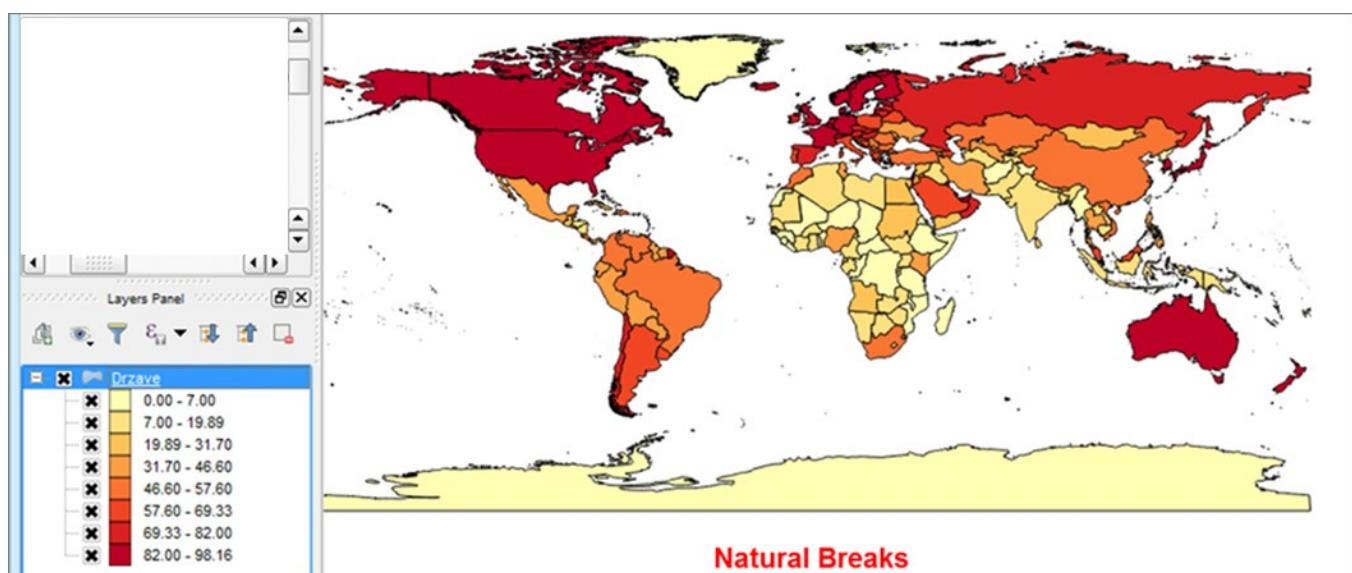
Sl. 73. Podešavanje postavki metode Graduated



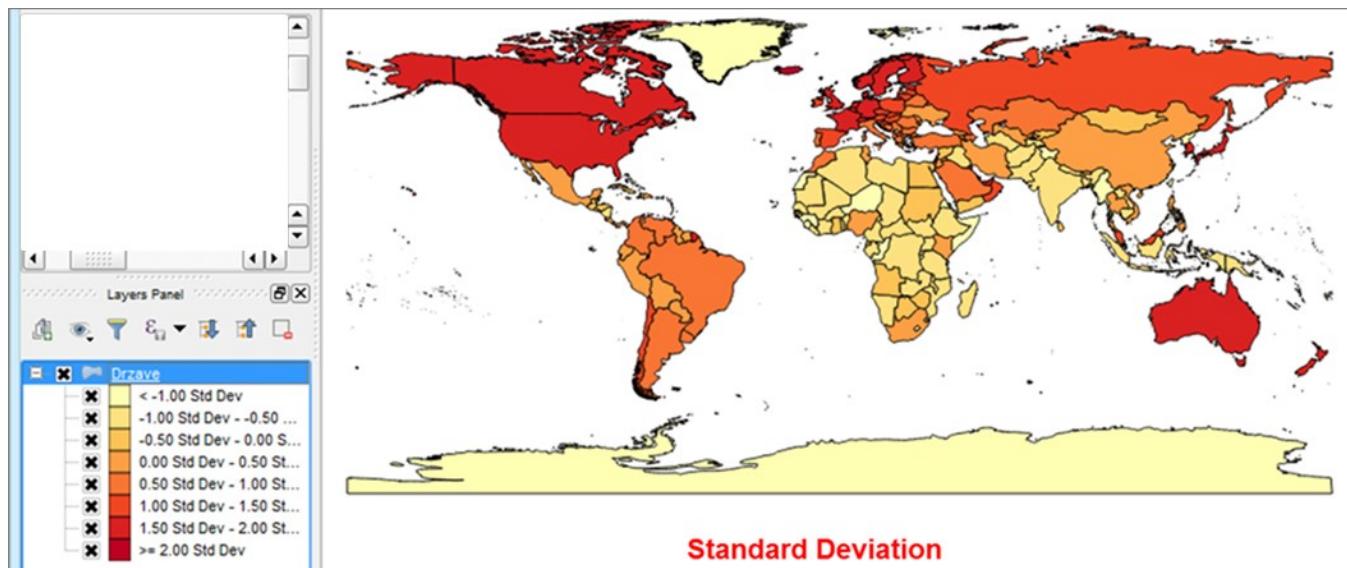
Sl. 74. Primjena metode jednakih intervala (Equal Interval) u klasifikaciji vrijednosti po razredima



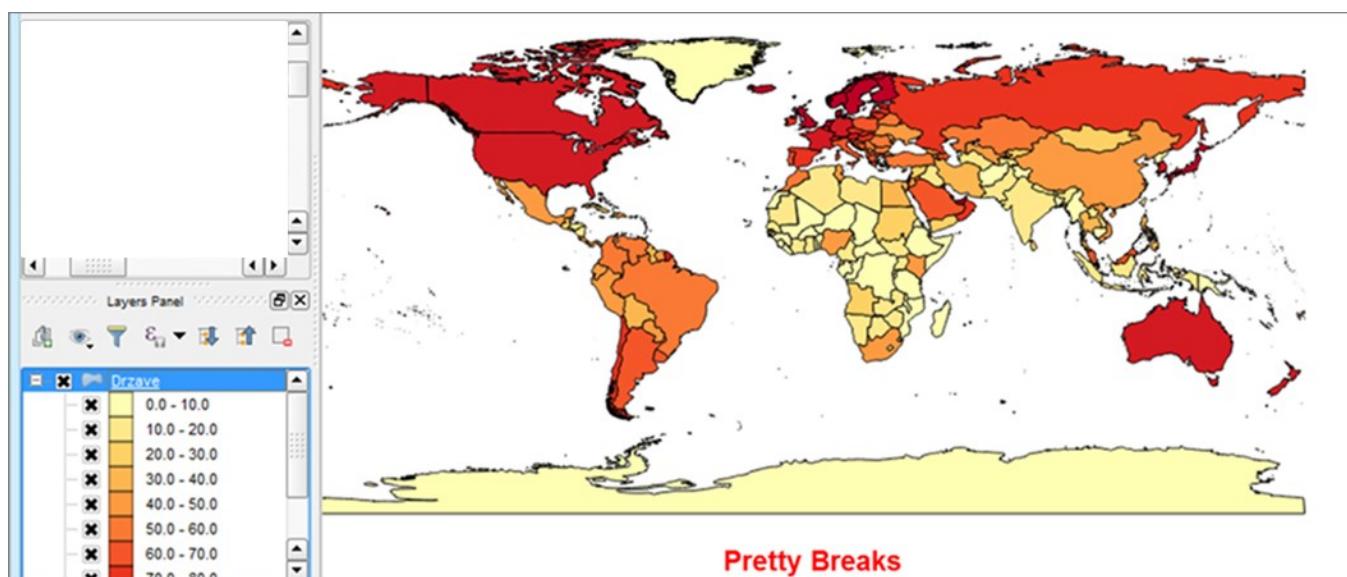
Sl. 75. Primjena metode kvantila (Quantile) u klasifikaciji vrijednosti po razredima



Sl. 76. Primjena Jenksove metode optimizacije (Natural Breaks ili Jenks) u klasifikaciji vrijednosti po razredima



Sl. 77. Primjena metode standardne devijacije (Standard Deviation) u klasifikaciji vrijednosti po razredima



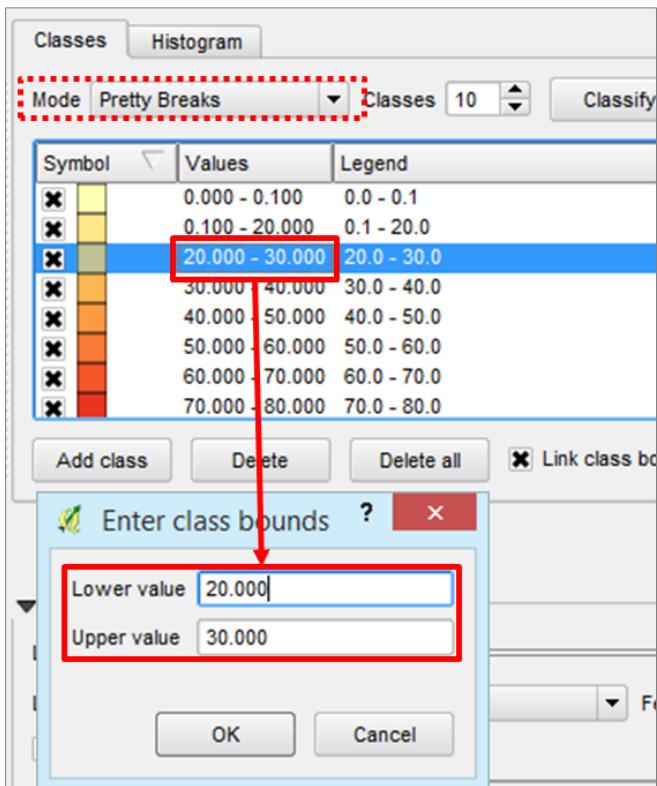
Sl. 78. Primjena metode Pretty Breaks u klasifikaciji vrijednosti po razredima

Ako korisnik ne želi upotrijebiti niti jednu od ponuđenih metoda klasifikacije, treba **samostalno definirati donju i gornju granicu** svakog razreda upisivanjem vrijednosti (sl. 79.). Granice razreda određuju se prema samostalnom nahođenju, ovisno o tome što se želi pokazati kartom. Granice se mijenjaju upisivanjem brojčanih vrijednosti u stupac **Values**. Granice se upisuju po redu (od nižeg prema višem razredu ili obrnuto). Upisivanjem novih vrijednosti granice susjednih razreda automatski se prilagođavaju. Donja granica najnižeg razreda i gornja granica najvišeg razreda se ne mijenjaju (promjenom tih granica moguće je isključiti dio entiteta iz prikaza).

Razred **Bez podataka** definira se na način da u njega uđu samo entiteti bez podataka. Entiteti bez podataka u atributivnoj tablici su iskazani kao NULL i treba ih razlikovati od entiteta za koje postoji podaci, ali ti podaci iznose 0. Prilikom definiranja razreda u prikazivanju obje kategorije tretiraju se na isti način (kao da je vrijednost 0).

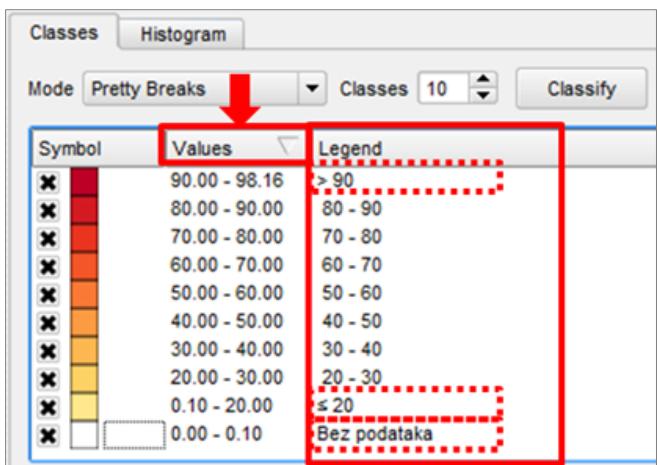
Stoga za ispravno prikazivanje razreda *Bez podataka* postoje dvije varijante (dani su primjeri broja stanovnika po naseljima):

1. **Postoje entiteti bez podataka** (naselja za koja ne postoje podaci o broju stanovnika) i **entiteti s vrijednošću 0** (naselja bez stanovnika). U polje entiteta bez podataka treba upisati neku vrijednost koja je indikativna za korisnika (npr. -9999). Prvi razred se definira na način da obuhvati samo entitete bez podataka (npr. -10.000 do -1). Drugi razred treba obuhvatiti entitete s vrijednošću 0, a moguće i druge entitete s malom vrijednošću (npr. -1 do 10).
2. **Postoje entiteti bez podataka, ali ne postoje entiteti s vrijednošću 0.** Entiteti bez podataka se tada tretiraju kao da njihova vrijednost iznosi 0 pa se prvi razred definira na način da obuhvati samo njih (npr. 0,0 – 0,1).



Sl. 79. Samostalno određivanje granica razreda

Nakon definiranja stvarnih (realnih) granica razreda na temelju kojih su klasificirane vrijednosti po razredima, u stupcu **Legend** je potrebno urediti **nominalne granice** razreda koje se pojavljuju u legendi, pri čemu se ne smije prividno mijenjati distribucija vrijednosti po razredima (sl. 80.). Taj postupak obuhvaća **izjednačavanje granica susjednih razreda te otvaranje prvog i zadnjeg razreda**. Naime, kod nominalnih granica vrijednosti susjednih razreda bi trebale biti iste (npr. 10,0 – 20,0 i 20,0 – 40,0 ili 10 – 20 i 20 – 40), dok se kod realnih granica mogu razlikovati za deseti ili stoti dio vrijednosti (npr. 10,1 – 20,0 i 20,1 – 40,0). Stoga je dopušteno te decimalne vrijednosti zaokružiti na cijeli broj.



Sl. 80. Određivanje nominalnih granica razreda koje se pojavljuju u legendi

Moguće nedoumice oko pripadnosti elemenata s vrijednostima na granici razreda rješavaju se otvaranjem prvog i zadnjeg razreda **znakovima \leq i >**, odnosno **$i \geq$** . Pritom treba poštovati stvarnu distribuciju vrijednosti po razredima. Ako se prvi razred otvara znakom \leq , a zadnji razred znakom $>$, granične vrijednosti uvijek ulaze u niži razred. Situacija je obrнутa ako se prvi razred otvari znakom $<$, a zadnji razred \geq . Razred koji obuhvaća elemente bez podataka treba nazvati *Bez podataka*. Budući da bi razredi u legendi trebali biti prikazani od viših vrijednosti (gore) prema nižim vrijednostima (dolje), potrebno je kliknuti mišem na naziv stupca **Values** za promjenu redoslijeda prikaza.

RASPON BOJE ZA PRIKAZ VRIJEDNOSTI PO RAZREDIMA

Koropletna karta je metoda tematskog predviđanja kod koje se površinski entiteti prikazuju bojom ili šrafurom po razredima ovisno o vrijednosti pojave. U prikazivanju se najčešće koriste **nijanse iste boje** (npr. tonovi plave, zelene, ljubičaste, sive; kombinacija od svijetložute do tamnocrvene), pri čemu intenzitet boje raste usporedno s vrijednošću pojave. Razredi koji imaju veću vrijednost pojave prikazuju se intenzivnijim (tamnijim) tonovima boje (npr. tamnoplavom), a razredi s manjom vrijednošću pojave manje intenzivnim (svjetlijim) tonovima boje (npr. svijetloplavom) (sl. 81.). Razlika u nijansama boje susjednih razreda treba biti dovoljno velika kako bi se jasno uočila na karti.

Pojave koje su po svom karakteru pozitivne (npr. stopa rodnosti) uglavnom se prikazuju **toplom bojama**, a negativne pojave (npr. stopa smrtnosti) **hladnim bojama**. Kod pojave koje poprimaju i pozitivne i negativne vrijednosti (npr. indeks promjene broja stanovnika), pozitivne vrijednosti (npr. populacijski rast) prikazuju se toplim nijansama boje (npr. nijanse žute ili crvene), a negativne vrijednosti (npr. depopulacija) hladnim nijansama boje (npr. nijanse plave). Razred bez pojave obično se prikazuje **izvan raspona boje** (npr. bijelom ili svijetlosivom bojom) (sl. 81.). Rasponi boja prilagođeni za prikazivanje na kartama dostupni su na web stranici *Color Brewer* (<http://colorbrewer2.org/>).

Stopa rodnosti (%)	Stopa smrtnosti (%)	Stopa prirodne promjene (%)
> 30	> 30	≥ 25
20 - 30	20 - 30	15 - 25
14 - 20	14 - 20	5 - 15
9 - 14	9 - 14	0 - 5
5 - 9	5 - 9	-5 - 0
≤ 5	≤ 5	-15 - (-5)
nema rođenih	nema umrlih	-25 - (-15)
		< -25

Sl. 81. Primjeri raspona boja za pozitivne pojave (lijevo), negativne pojave (u sredini) i pojave koje poprimaju pozitivne i negativne vrijednosti (desno)

ZADATAK

1. Umetnите u QGIS Desktop slojeve **Države** i **Stupanjska mreža 10x10** iz mape *Podaci*.
2. Definirajte **koordinatni sustav** i **projekciju**.
3. Prikažite države svijeta prema **udjelu stanovništva koje ima pristup internetu** metodom **koropletne karte (Style – Graduated)**.
 - a) Za **obilježje** odaberite **NET_PERC**.
 - b) U izborniku *Classes* definirajte **broj razreda**.
 - c) **Samostalno klasificirajte vrijednosti po razredima** na način da odražavaju razlike u razvijenosti između država. Jedan razred treba sadržavati države i teritorije za koje ne postoje podaci (*Bez podataka*).
 - d) U izborniku **Legend** preoblikujte **nominalne granice razreda** koje se pojavljuju u legendi. Zaokružite vrijednosti na cijeli broj, otvorite donji i gornji razred te imenujte razred *Bez podataka*.
- e) **Redoslijed razreda** u legendi treba biti od viših vrijednosti prema nižim.
- f) Odaberite adekvatni **raspon boja**. Države s višim udjelom stanovništva koje ima pristup internetu trebaju biti prikazane tamnjim nijansama, a države s nižim udjelom svjetlijim nijansama iste boje. Razred bez podataka treba biti prikazan bijelom bojom.
4. Promijenite boju stupanjske mreže (*Stupanjska mreža 10x10*) u neutralnu. Stupanjska mreža treba biti **vidljiva na cijeloj karti**.
5. Pripremite kartu za pretvaranje u grafičku datoteku na horizontalnom papiru formata A4 sa svijetloplavom podlogom.
6. Dodajte **nazive oceana** na odgovarajuća mjesta.
7. Dodajte **naziv, legendu i mjerilo**. Boja njihove podloge treba biti ista kao i podloga cijele karte.
8. Izvezite kartu i spremite datoteku.

VJEŽBA 4. Veća naselja u Hrvatskoj prema broju stanovnika

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se izraditi tematska karta koja će prikazati naselja s više od 2000 stanovnika po veličini (2011. g.). Broj stanovnika predstavlja diskontinuirano numeričko obilježje i prikazuje se kartodijagramom s krugovima po razredima. Za naselja će se uključiti mogućnost privremenog prikazivanja atributa prelaskom miša preko entiteta (*Map Tips*).

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

1. Prikaz kvantitativnog obilježja s krugovima po razredima (*Graduated – Symbols*)
2. *Map Tips*

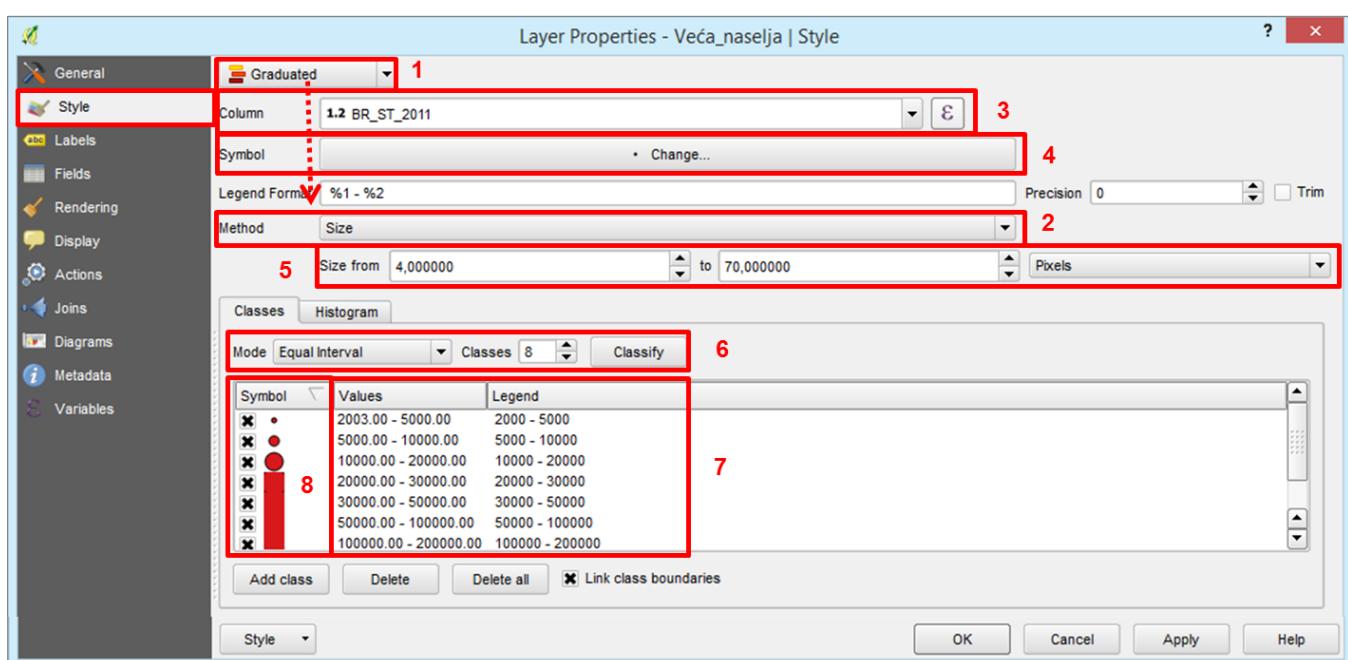
METODA GRADUATED (SYMBOLS) (KARTODIJAGRAM)

Metodom *Graduated (Symbols)* označava se prikaz numeričkog obilježja geometrijskim likovima (najčešće krugovima) po razredima. Iako je moguće svakom razredu pridružiti drugi kartografski znak, najčešće se koristi **isti znak u različitoj veličini**. Veličina znakova kojim se prikazuju entiteti nije proporcionalna vrijednosti obilježja, nego se definira za svaki razred. Razredi s većom vrijednošću pojave prikazuju se većim znakovima, a razredi s manjom vrijednošću pojave manjim znakovima. Razlike u veličini geometrijskih likova susjednih razreda trebaju biti vidljive na karti. Metodom kartodijagraha prikazuju se **apsolutne vrijednosti** obilježja (npr. broj stanovnika, turističkih noćenja, automobila, bruto

društveni proizvod) i moguće ih je koristiti samo u **točkastim slojevima**.

Za prikaz podataka geometrijskim likovima po razredima potrebno je (sl. 82.):

1. U izborniku *Layer Properties – Style* odabratи metodu **Graduated**.
2. Kod točkastih slojeva moguće je pod **Method** odabratи **Color** i **Size**. Za kartodijagram s krugovima po razredima odabire se metoda **Size**.
3. U izborniku **Column** definirati obilježje iz atributivne tablice koje se prikazuje.
4. U izborniku **Symbol** odabratи znak za prikaz elemenata po razredima (osim krugova moguće je odabratи kvadrate i druge dostupne znakove).
5. U prozorima **Size from ... to** upisati veličinu najmanjeg i najvećeg kruga (u mjernim jedinicama odabrаниma s desne strane: *map units*, *pixels*, *millimeters*). Preporučuje se isprobavati različite veličine znakova do postizanja optimalnog prikaza. Znakovi na karti ne smiju biti ni preveliki ni premali te se razredi trebaju jasno razlikovati veličinom.
6. Definirati **broj razreda** i odabratи **metodu klasifikacije** elemenata po razredima.
7. Redefinirati stvarne i nominalne **granice razreda**.
8. Po želji je moguće definirati veličinu znaka za svaki pojedini razred.

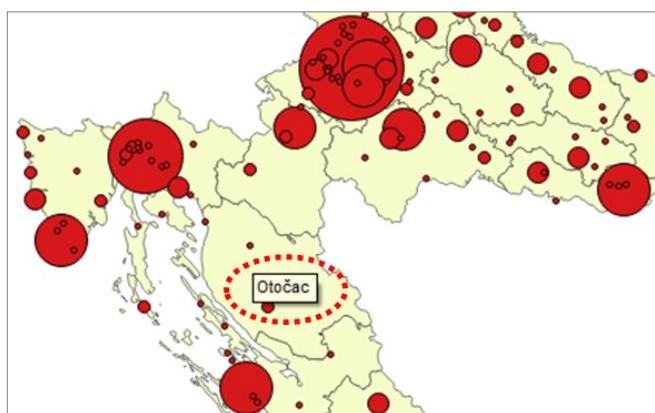


Sl. 82. Podešavanje postavki metode *Graduated (Symbols)*

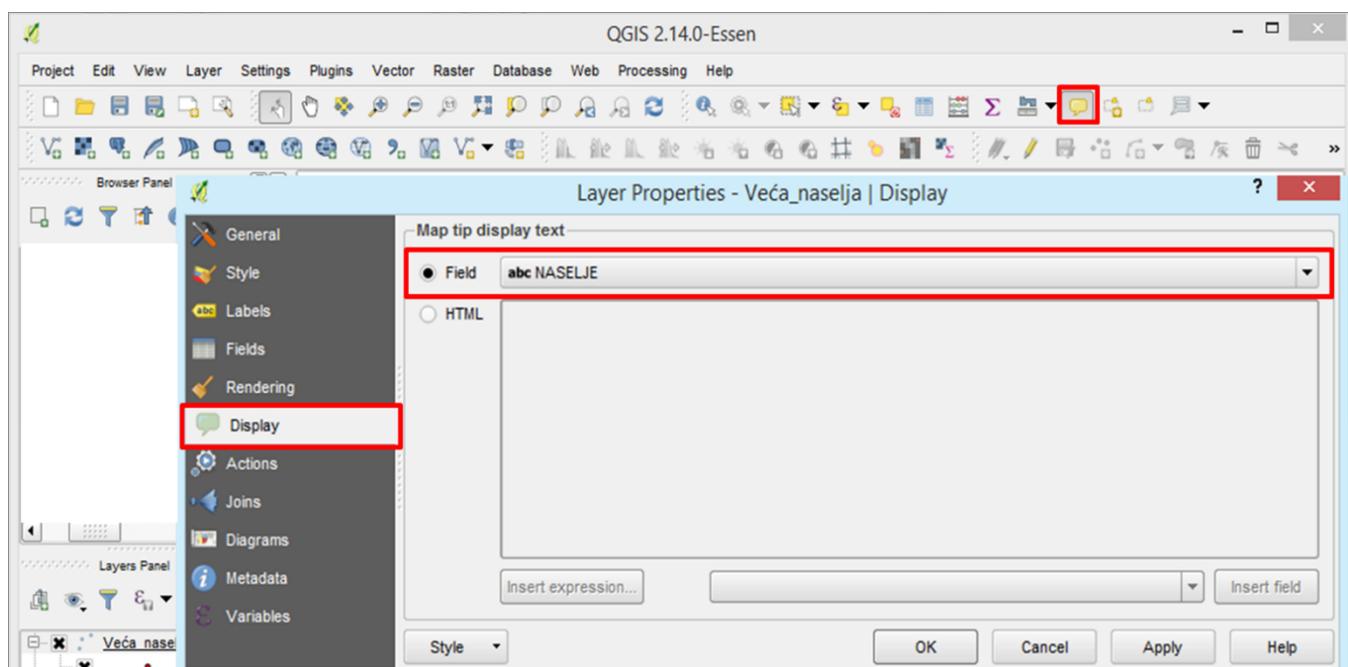
MAP TIPS

Map Tips su atributi pohranjeni u atributivnoj tablici koji se privremeno pojavljuju na prikazu prelaskom kursora preko entiteta (sl. 83.). Uključuju se na sljedeći način (Sl. 84.):

1. U izborniku *Layer Properties – Display* uključiti opciju *Map Tips Display Text*.
2. Kod opcije **Field** odabratи obilježje iz atributivne tablice koje se pojavljuje kao *Map Tip*.
3. Na alatnoj traci *Attributes Toolbar* uključiti opciju *Map Tips*.



Sl. 83. Map Tips



Sl. 84. Uključivanje Map Tips

ZADATAK

1. Umetnите u QGIS slojeve **Županije** i **Veća naselja**.
2. Naselja u sloju *Veća naselja* prikažite kartodijagramom s **krugovima po razredima**.
 - a) Odabratи *Style – Graduated – Method: Symbols*.
 - b) Obilježje koje se prikazuje: **BR_ST_2011**.
 - c) Definirajte **broj razreda** te oblikujte **stvarne i nominalne granice** razreda.
 - d) Definirajte **veličinu i izgled znakova** po razredima.
3. U sloju s naseljima uključite *Map Tips* koji prikazuju **naziv naselja**.
4. Uredite sloj **Županije** u podlozi (treba biti prikazan neutralnim bojama).
5. Pripremite kartu za pretvaranje u grafičku datoteku. Dodajte i uredite **naslov, legendu i mjerilo**. Za dobivanje centriranih znakova u legendi u izborniku *Symbol* treba povećati *Symbol width*.
6. Spremite dokument i izvezite kartu.

2.4. METODE PRIKAZIVANJA RASTERSKIH PODATAKA

U rasterskoj strukturi podataka (*Continuous Data Model*) reljef Zemlje se prikazuje kao konačni broj varijabli mjerljivih u svakoj točki. Raster pritom predstavlja matricu polja (kvadrata) iste vrijednine (ćelija). Svako polje sadrži određenu vrijednost (kvalitativnu ili kvantitativnu) koja je pridružena toj lokaciji (ćeliji) (npr. nadmorska visina, količina padalina,

insolacija, temperatura...). Veličina jednog polja na površini Zemlje koje je sastavni dio rastera predstavlja rezoluciju rastera. Podaci u rasteru prikazuju se na način da se poljima dodaje boja sukladno vrijednosti njihovog obilježja. U poglavlju je naglasak na prikazivanju reljefa, kao kontinuirane pojave na površini Zemlje.

VJEŽBA 5. Hipsometrijski odnosi u odabranoj regiji u Hrvatskoj

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se prikazati nadmorska visina u odabranom području u Hrvatskoj prema visinskim razredima na temelju digitalnog modela reljefa. Na temelju istih podataka kreirat će se novi rasterski sloj sa sjenčanjem reljefa. Podaci će se preuzeti s web stranice *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). Učenici će samo izabrati područje koje prikazuju, a na izboru imaju digitalni model reljefa rezolucije 90 metara koji pokriva područje $1^\circ \cdot 1^\circ$ ili $5^\circ \cdot 5^\circ$ geografske širine.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

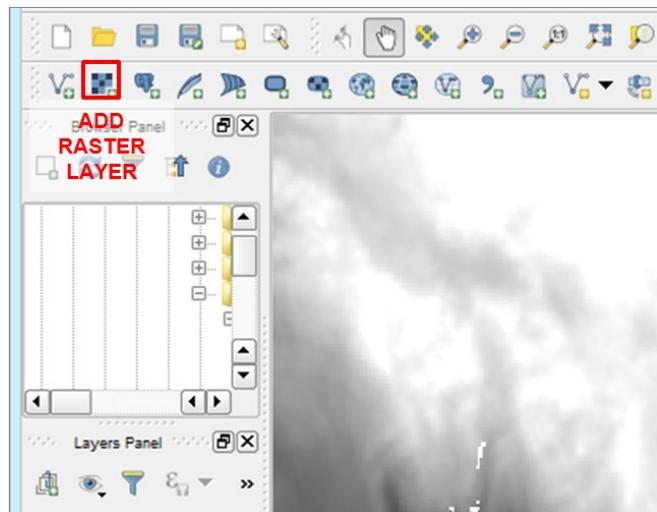
1. Prikaz nadmorske visine po razredima u digitalnom modelu reljefa
2. Stvaranje sloja sa sjenčanjem reljefa (*Hillshade*)
3. Uklanjanje vertikalnih razmaka između elemenata u legendi

PRIKAZIVANJE NADMORSKE VISINE U DIGITALNOM MODELU RELJFEA

Digitalni model reljefa (engl. *Digital Elevation Model* ili DEM) je posebni oblik rasterskih podataka kod kojeg je svakoj ćeliji pridružena vrijednost nadmorske visine. Metodama digitalne analize reljefa moguće je na temelju digitalnog modela reljefa analizirati nagib i ekspoziciju padina, vertikalnu raščlanjenost reljefa (energiju reljefa), interpolirati izohipse itd.

Za područje Hrvatske na internetu su dostupni rasteri s digitalnim modelom reljefa koji obuhvaćaju minimalno 1° geografske širine i dužine te imaju rezoluciju od 90 metara (polje za koje je iskazana nadmorska visina obuhvaća područje dimenzija $90 \cdot 90$ m na površini Zemlje). Rasteri su dobiveni satelitskim snimanjem površine Zemlje u okviru *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) i dostupni su na web stranicama <http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version1/> (rasteri dimenzija $1^\circ \cdot 1^\circ$) i <http://earthexplorer.usgs.gov/> (rasteri dimenzija $5^\circ \cdot 5^\circ$).

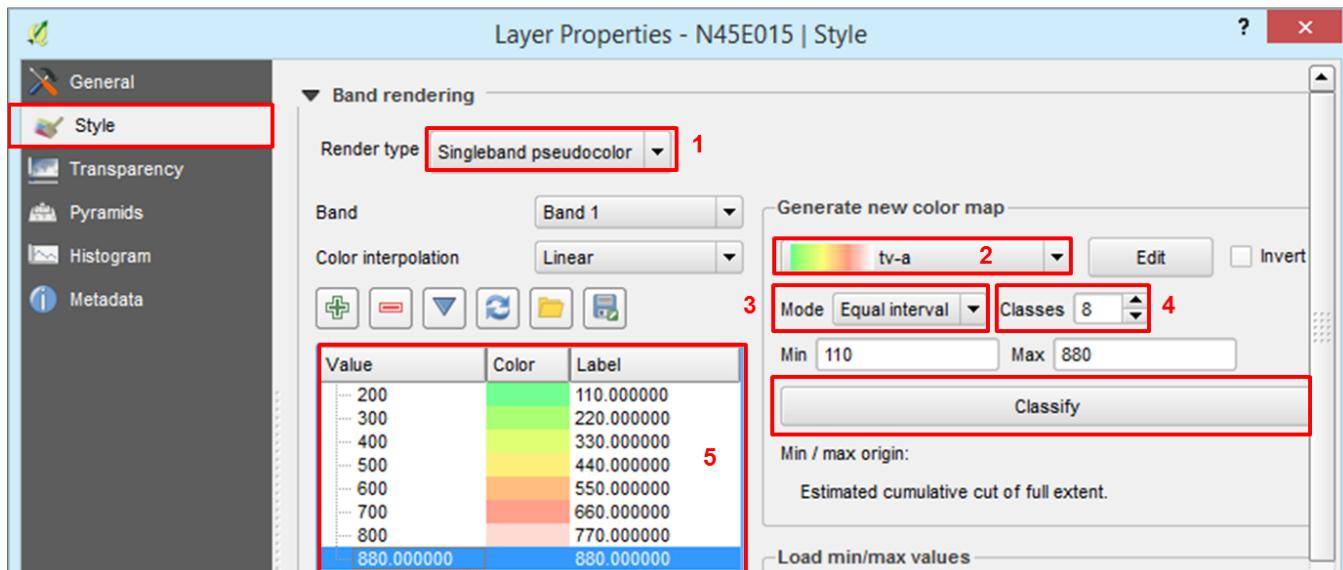
Rasterski sloj se u QGIS *Desktop*u dodaje u alatnoj traci *Manage Layers* pomoću opcije *Add Raster Layer* (sl. 85.).



Sl. 85. Dodavanje digitalnog modela reljefa u QGIS Desktop

Za definiranje **nadmorske visine po razredima** potrebno je u postavkama sloja (digitalnog modela reljefa) (*Layer Properties – Style*) podešiti sljedeće postavke (sl. 86.):

1. U opciji *Render type* kao metodu prikaza odabrati ***Singleband pseudocolor***.
2. Odabrati jedan od ponuđenih **raspona boja** za prikaz vrijednosti po razredima. Potrebno je koristiti jedan od raspona boja prilagođenih prikazivanju reljefa (nizinska područja trebaju biti prikazana zelenom bojom, sredogorski pojas nijansama žute boje, viši reljef nijansama smeđe itd.).
3. Odabrati metodu ***Equal Interval*** za klasifikaciju po razredima.
4. Definirati **broj razreda** i klasificirati ih.
5. U stupcu ***Value*** definirati stvarne granice razreda, a u stupcu ***Label*** nominalne granice. Kod hipsometrijskih karata prvi razred uobičajeno počinje s nulom, a posljednji razred završava s najvišom nadmorskou visinom.

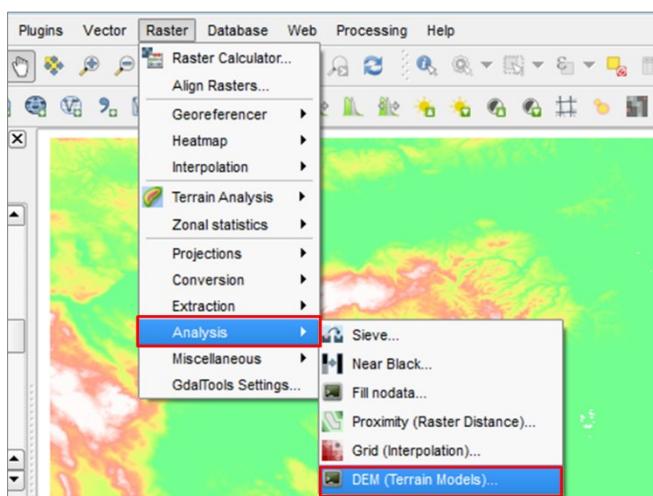


Sl. 86. Podešavanje postavki za prikaz digitalnog modela reljefa

SJENČANJE RELJEFA (HILLSHADE)

Radi stjecanja dojma plastičnosti reljefa najčešće se uz raster s hipsometrijskim odnosima dodaje i rasterski sloj sa sjenčanjem reljefa (*Hillshade*). Rasterski sloj sa sjenčanjem reljefa generira se iz digitalnog modela reljefa u izborniku *Raster – Analysis – DEM (Terrain Models)* (sl. 87.).

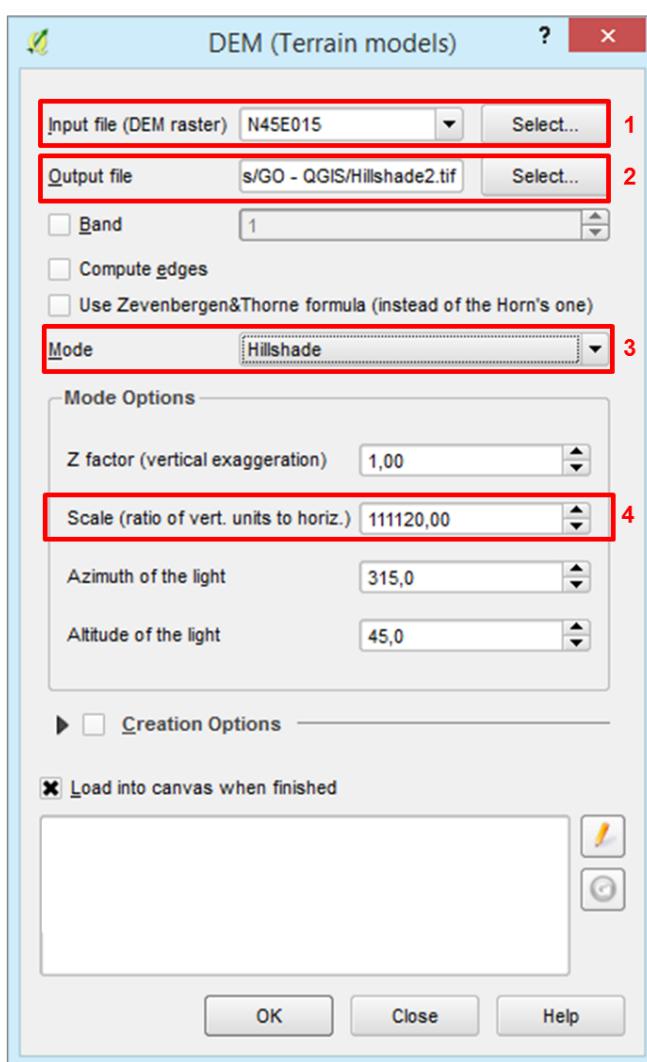
a ne u stupnjevima (111.140 m predstavlja duljinu meridijanskog stupnja između 45° i 46° N).



Sl. 87. Ulaganje u izbornik za operacije s digitalnim modelom reljefa

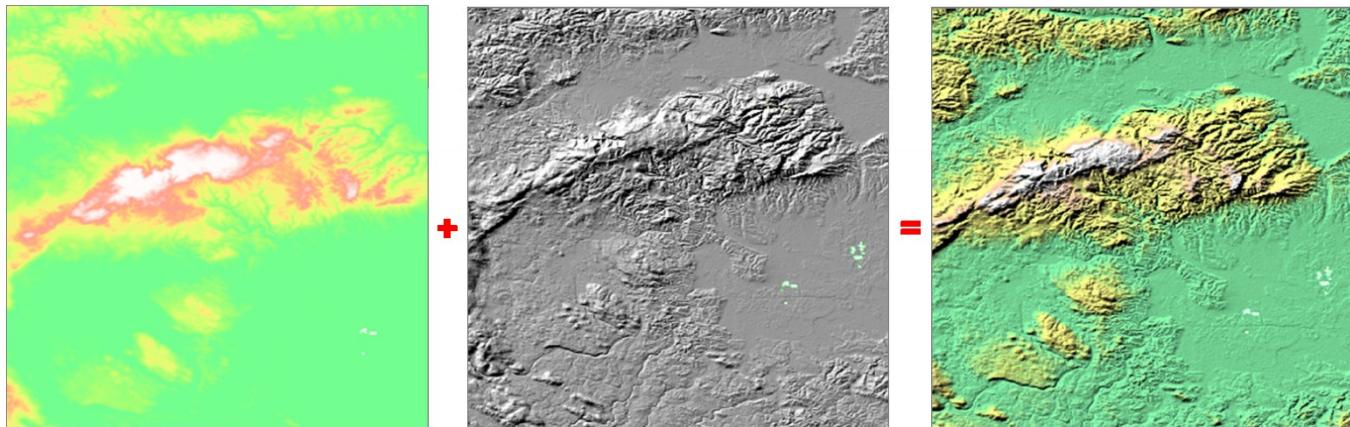
Za stvaranje sloja sa sjenčanjem reljefa u izborniku *DEM (Terrain Models)* treba postaviti sljedeće postavke (sl. 88.):

- U izborniku *Input file (DEM raster)* odabrati **sloj s digitalnim modelom reljefa** na temelju kojeg se stvara sloj sa sjenčanjem reljefa (*Hillshade*).
- U opciji *Output file* definirati lokaciju na računalu i naziv budućeg rasterskog sloja sa sjenčanjem reljefa.
- U izborniku *Mode* odabrat **Hillshade** kao vrstu podataka koja će se prikazati u novom rasterskom sloju.
- U prozoru *Scale* potrebno je **korigirati mjerilo** (upisati 111.140) kako bi sloj sa sjenčanjem bio iskazan u metrima,



Sl. 88. Podešavanje postavki budućeg sloja sa sjenčanjem

Kako bi se slojevi s nadmorskom visinom i sjenčanjem ispravno preklopili, potrebno je u oba sloja korigirati parametre prikaza (svjetlinu, kontrast, zasićenost bojom). Kako bi se, primjerice, dobio prikaz reljefa poput onoga na desnom dijelu sl. 89. potrebno je u svakom sloju u *Layer Properties – Style* podesiti navedene parametre:



Sl. 89. Vizualno preklapanje slojeva s nadmorskou visinou (lijevo) i sjenčanjem reljefa (u sredini)

ZADATAK

1. Sa stranice **SRTM** preuzmite digitalni model reljefa za područje po želji dimenzija $1^\circ \cdot 1^\circ$ (<http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version1/>) ili $5^\circ \cdot 5^\circ$ (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).
2. Dodajte u QGIS *Desktop* sloj koji ste preuzeли. Podesite **HTRS96/TM** kao privremenu projekciju.
3. Prikažite nadmorskou visinu po **hipsometrijskim razredima** odgovarajućim rasponom boja:
 - a) Nadmorska visina treba biti prikazana **visinskim razredima po 100 metara**. Tome treba prilagoditi ukupni **broj razreda** i definirati **stvarne granice razreda**.
 - b) Preoblikujte **nominalne granice razreda** za prikaz u legendi. Trebaju biti prikazane bez decimalnih mesta.
 - c) Granice susjednih razreda trebaju biti **iste**. Prvi razred počinje s **0** (metara), a zadnji završava s **najvišom vrijednošću u rasteru** (npr. $0 - 100, 100 - 200, 200 - 300 \dots$).
4. Na temelju digitalnog modela reljefa izradite **sloj sa sjenčanjem reljefa (Hillshade)** (faktor mjerila je potrebno korigirati za **111.140**).
5. Podesite **sljedeće parametre boja** u oba sloja (sloj sa sjenčanjem reljefa treba se nalaziti iznad sloja s nadmorskou visinou):
 - a) U sloju s nadmorskou visinou podesiti Brightness: 30, Contrast: -20, Saturation: -20.
 - b) U sloju sa sjenčanjem reljefa podesiti Brightness: 45, Contrast: 20, a pod Blending Mode odabrati **Multiply**.
6. Dodajte na kartu sloj sa županijama u Hrvatskoj te mu postavite prozirnu podlogu (trebaju se vidjeti samo granice županija).
7. Dodajte **naziv** i **grafičko mjerilo**.
8. Dodajte **legendu** i u njoj potpuno uklonite **vertikalni razmak između znakova** (*Symbol space* treba biti 0).
9. Spremite dokument i izvezite kartu.

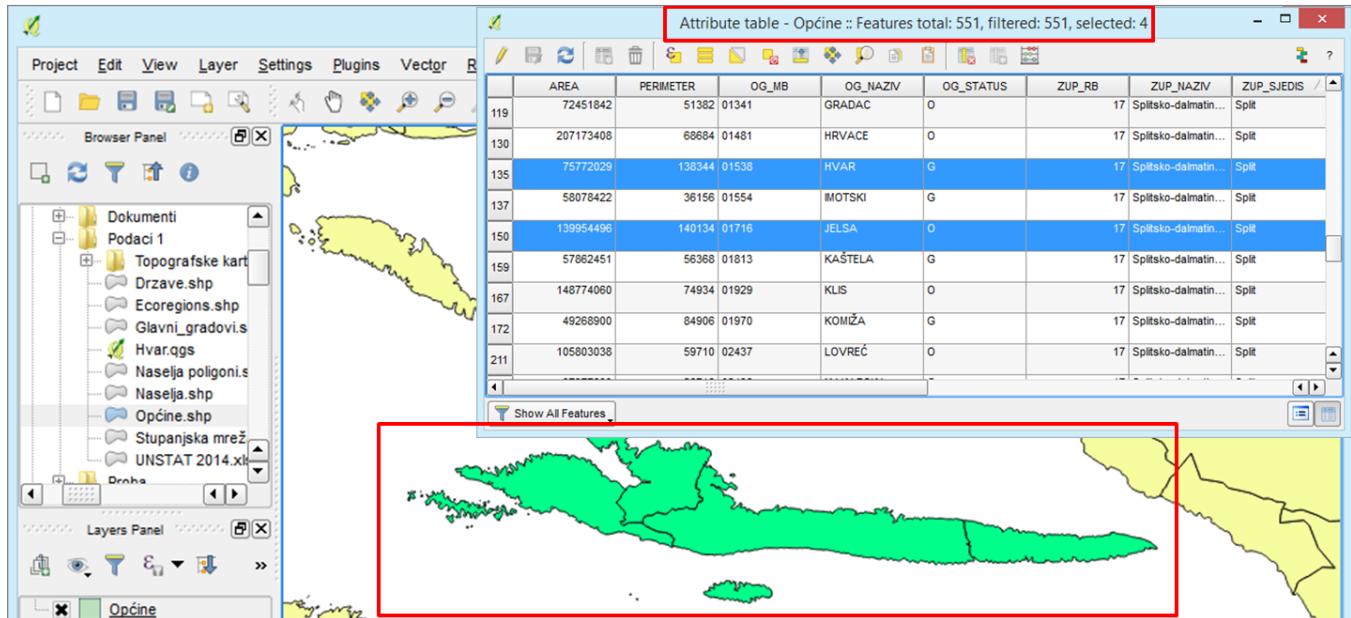
2.5. SELEKCIJA

Selekcija prostornih podataka je izdvajanje dijela jednog sloja (jednog ili više entiteta) u zasebni sloj prema željama korisnika. Selektirani entiteti označeni su zasebnom bojom u grafičkom prikazu i u atributivnoj tablici. Oznaka *Selected* u naslovu atributivne tablice govori koliko je entiteta označeno od ukupnog broja entiteta (sl. 90.). Nakon uspješne selekcije odabrani entiteti izvoze se kao novi sloj (*shapefile*) koji sadrži samo prethodno selektirane elemente (sl. 91.). Taj sloj nije više vezan uz izvorni sloj, stoga promjene u podacima u novom sloju ne utječu na podatke u izvornom sloju.

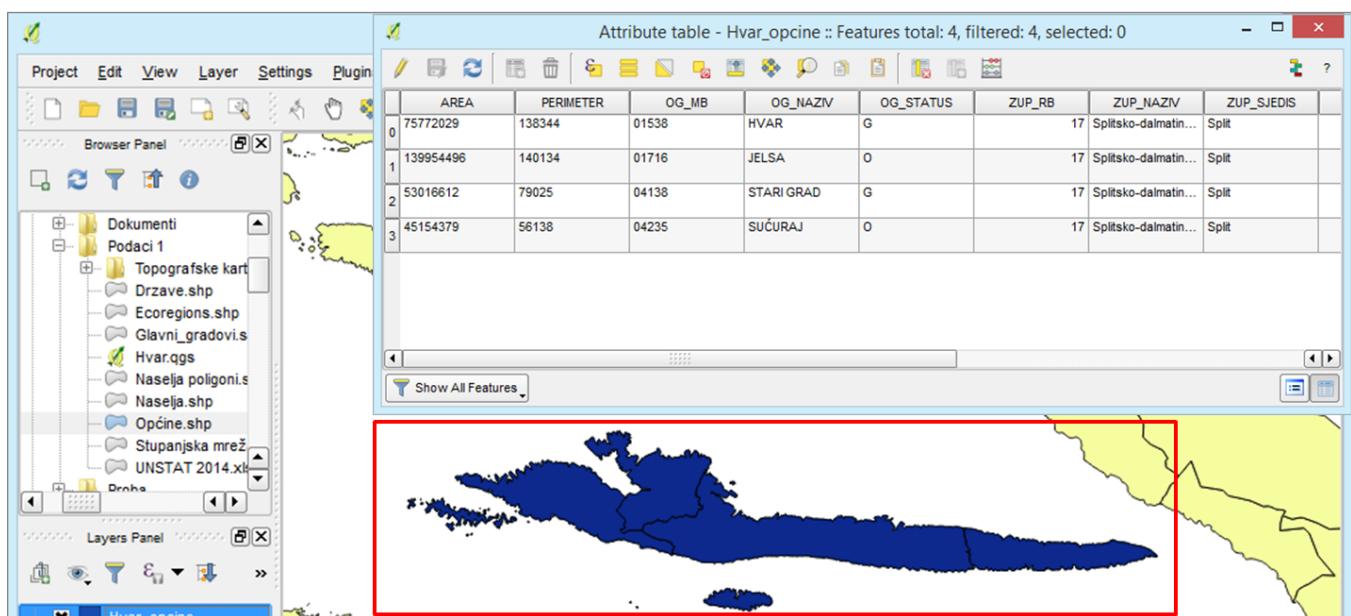
Selekciju je moguće provesti na četiri načina:

1. Odabirom elemenata izravno u **grafičkom prikazu**
2. Odabirom elemenata (redaka) u **atributivnoj tablici (Attribute Table)**
3. Odabirom elemenata na temelju **lokacije (Select by Location)**
4. Odabirom elemenata na temelju **atributa (Select by Expression)**

Metode selekcije prostornih podataka objašnjeni su u okviru vježbi 6., 7. i 8.



Sl. 90. Selektirani entiteti prikazani u grafičkom prikazu i u atributivnoj tablici



Sl. 91. Entiteti izdvojeni u novi sloj (*shapefile*) na temelju provedene selekcije

VJEŽBA 6. Indeks promjene broja stanovnika 2011./1961. u Istarskoj/Varaždinskoj županiji

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se selektirati sve jedinice lokalne samouprave (JLS) u Varaždinskoj ili Istarskoj županiji i te će se jedinice izvesti kao novi sloj (*shapefile*). Selektirane jedinice lokalne samouprave (JLS) prikazat će se koropletnom kartom prema indeksu promjene broja stanovnika 2011./2001.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

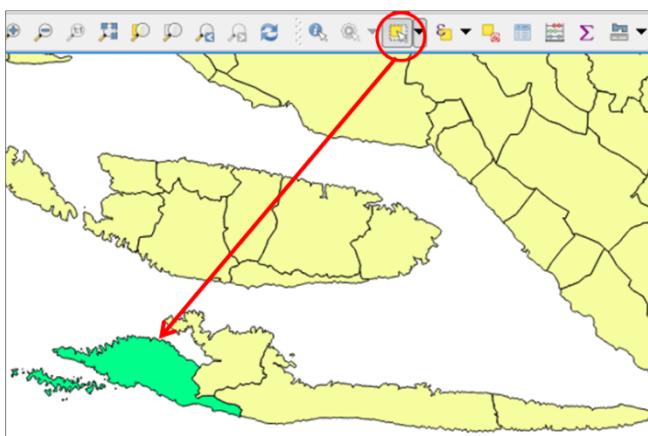
1. Prikaz izdvojenog dijela sloja podataka (selekcija)
2. Selekcija elemenata izravno u **grafičkom prikazu**
3. Selekcija elemenata na temelju **atributivne tablice**
4. Dodavanje **naziva elemenata** (*Labels*)

SELEKCIJA ELEMENATA IZRAVNO U GRAFIČKOM PRIKAZU

Selekcija elemenata u grafičkom prikazu izvršava se odabirom pojedinih entiteta cursorom (mišem). Prethodno je potrebno uključiti opciju **Select Features (1)** u alatnoj traci *Attributes Toolbar*. Poništavanje selekcije u svim uključenim slojevima izvršava se odabirom opcije **Deselect Features from All Layers** u alatnoj traci *Attributes Toolbar (2)* (sl. 92. i 93.).

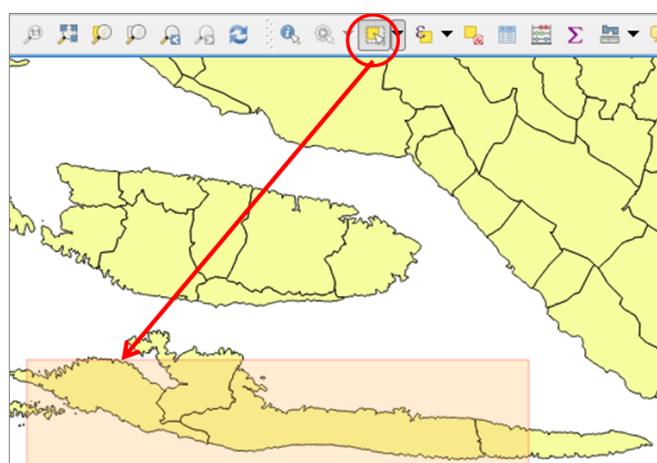


Sl. 92. Alati za selekciju na alatnoj traci *Attributes Toolbar*



Sl. 93. Selekcija pojedinačnih entiteta izravno u grafičkom prikazu

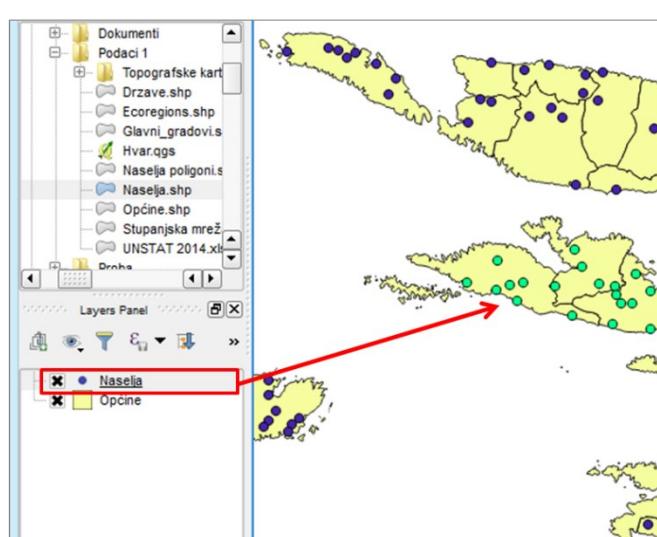
Za odabir **više susjednih entiteta** potrebno je pravokutnikom obuhvatiti željene entitete držeći lijevu tipku miša (*drag*), pazeći da u selekciju ne uđu neželjeni entiteti (sl. 94.). Uz pravokutnik moguće je elemente obuhvatiti i drugim alatima ponuđenim u izborniku uz *Select (Select by Polygon/Freehand/Radius)*.



Sl. 94. Selekcija susjednih entiteta u grafičkom prikazu povlačenjem miša (*drag*)

Za odabir **više dislociranih entiteta** potrebno je držati tipku *CTRL* na tipkovnici i kliknuti mišem na svaki željeni element.

U slučaju da je u QGIS-u uključeno dva ili više slojeva, selekcija je moguća u onome koji je u *Layers Panelu* označen kao **aktivni** (podcrtan je) (sl. 95.).

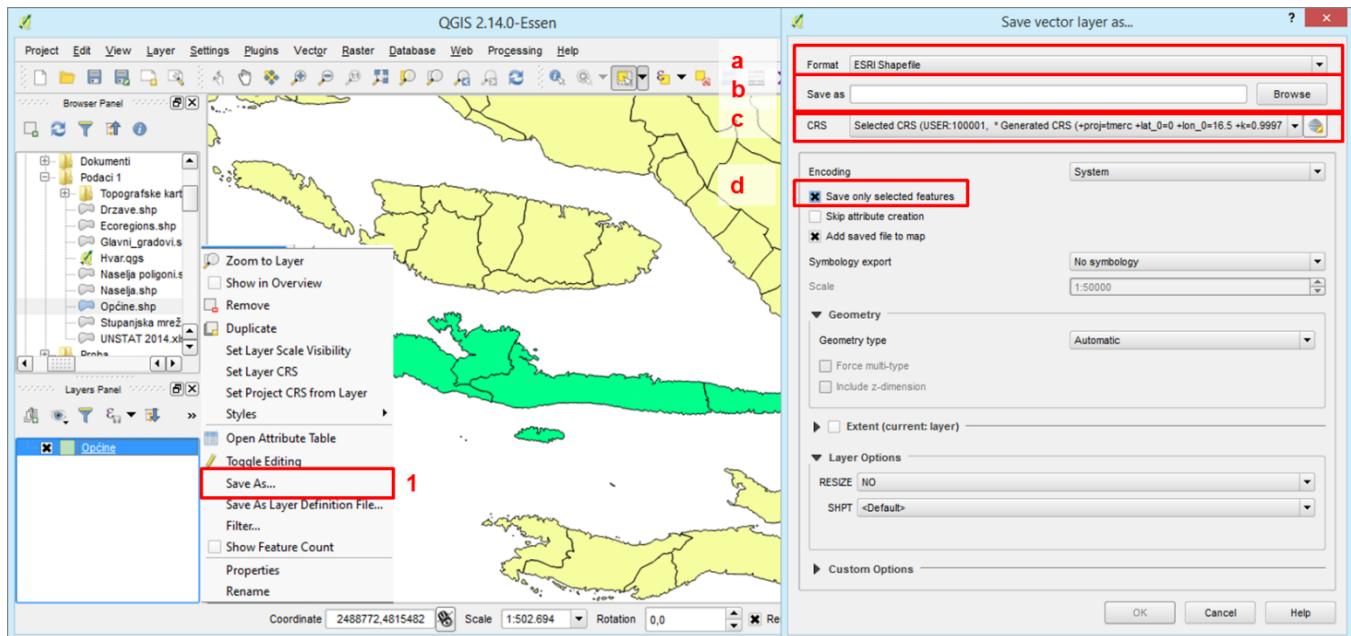


Sl. 95. Selekcija entiteta u dva ili više slojeva

Nakon konačne selekcije entiteta potrebno je **izraditi novi sloj (shapefile)** na sljedeći način (sl. 96.):

1. Kliknuti desnom tipkom miša na naziv sloja u *Layers panelu* i odabrati *Save as...*
2. U **novom prozoru za izvoz shapefilea** treba definirati:
 - a) **Format (podataka)** – odabrati **ESRI shapefile**.

- b) **Lokaciju i naziv** novog sloja (*Save as...*).
- c) **Koordinatni sustav** novog sloja (CRS) – ako novi sloj zadržava koordinatni sustav izvornog sloja, ova opcija se ne mijenja.
- d) Odabrati opciju **Save only selected features** za izvoz samo elemenata koji su selektirani (u protivnom će se izvesti svi entiteti iz izvornog sloja).

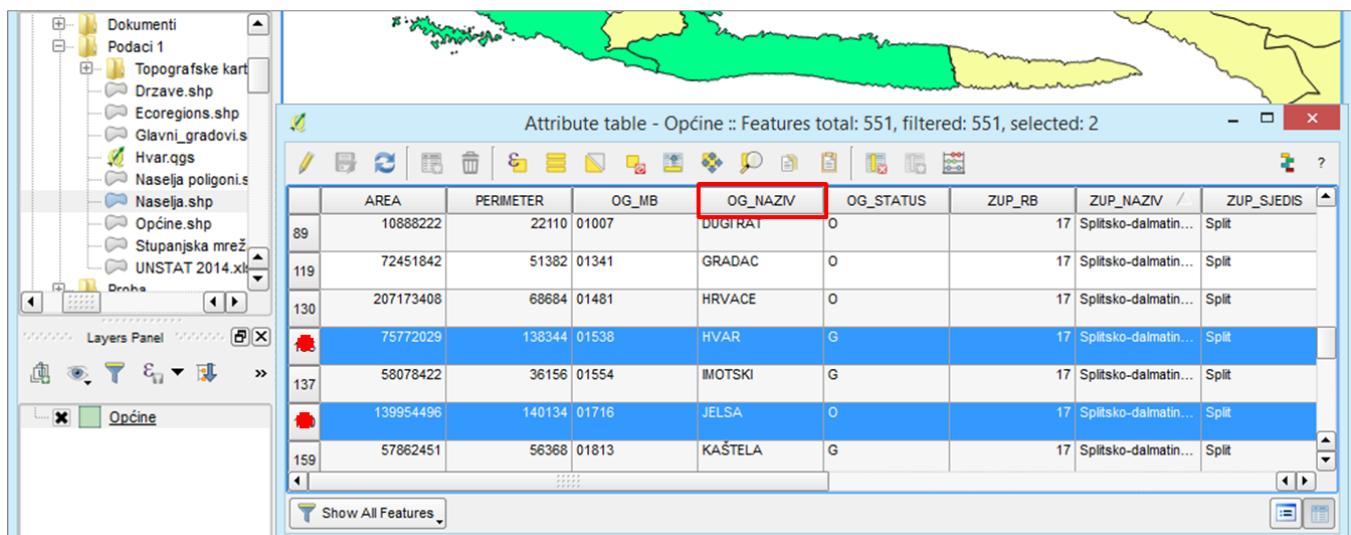


Sl. 96. Entiteti izdvojeni u novi sloj (shapefile) na temelju provedene selekcije

SELEKCIJA ELEMENATA NA TEMELJU ATRIBUTIVNE TABLICE

Prilikom selekcije *dislociranih entiteta* ili u slučajevima kada korisnik zna *naziv ili vrijednost entiteta*, a ne zna gdje se entitet nalazi, jednostavnije je provesti selekciju pomoću **atributivne tablice**. Entiteti u atributivnoj tablici selektiraju se klikom mišem na **krajnje lijevo polje (neoznačeno)** ispred retka. Preporuča se prije selekcije poredati entitete po

abecedi ili prema vrijednosti obilježja (dvostrukim klikom na naziv stupca). Za odabir **više entiteta** koji se **ne nalaze jedan iza drugog** potrebno je držati *CTRL* na tipkovnici i kliknuti mišem na prazno polje ispred svakog željenog elementa (sl. 97.). **Više entiteta u nizu** selektira se povlačenjem mišem (*drag*) po poljima ispred redaka (sl. 97.).

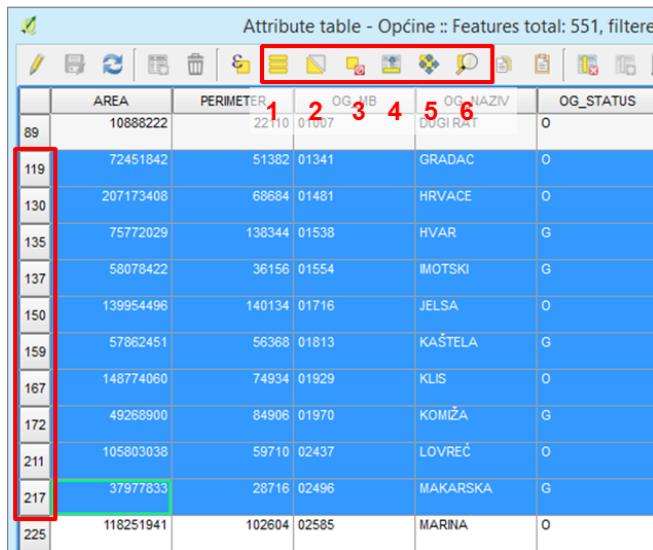


Sl. 97. Selekcija više entiteta koji se ne nalaze jedan iza drugoga u atributivnoj tablici

Na **alatnoj traci atributivne tablice** nalaze se dodatne mogućnosti vezane uz selekciju entiteta (sl. 98.):

1. *Select All* – selekcija svih entiteta u sloju.
2. *Invert Selection* – selekcija svih elemenata u sloju, osim onih koji su trenutno selektirani.
3. *Deselect All* – poništavanje selekcije.
4. *Move Selection to Top* – pomicanje selektiranih elemenata na vrh atributivne tablice.
5. *Pan Map to the Selected Rows* – pomicanje karte na elemente selektirane u tablici bez promjene mjerila.
6. *Zoom Map to the Selected Rows* – zumiranje karte na elemente selektirane u tablici.

Nakon selekcije potrebno je zatvoriti ili minimizirati atributivnu tablicu i **izraditi sloj** na temelju selektiranih elemenata.



Attribute table - Općine :: Features total: 551, filtered by selected						
	AREA	PERIMETER	OG_MB	OG_NAZIV	OG_RAT	OG_STATUS
89	10888222	2210	0.007	1	5	6
119	72451842	51382	01341	GRADAC	0	
130	207173408	68684	01481	HRVACE	0	
135	75772029	138344	01538	HVAR	G	
137	58078422	36156	01554	IMOTSKI	G	
150	139954496	140134	01716	JELSA	O	
159	57862451	56368	01813	KAŠTELA	G	
167	148774060	74934	01929	KLIS	O	
172	49268900	84906	01970	KOMIŽA	G	
211	105803038	59710	02437	LOVREĆ	O	
217	37977833	28716	02496	MAKARSKA	G	
225	118251941	102604	02585	MARINA	O	

Sl. 98. Selekcija više entiteta u nizu u atributivnoj tablici

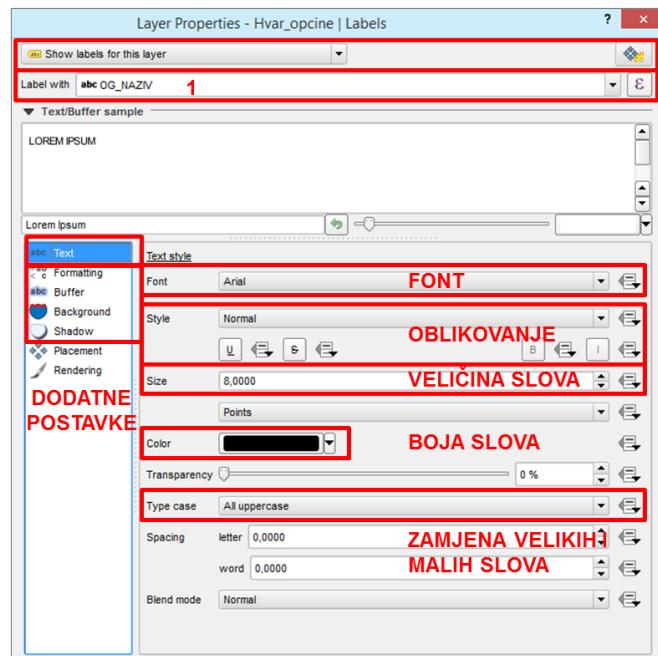
DODAVANJE NAZIVA (LABELS)

Entitetima je moguće dodati tekstualne ili brojčane oznake na temelju jednog od obilježja koje je pohranjeno u atributivnoj tablici (npr. naziv, površina, broj stanovnika...). Najčešće se na kartu dodaju geografska imena (toponimi). Geografska imena se dodaju zasebno za svaki sloj u izborniku *Layer Properties – Labels* – uključiti **Show labels for this layer**. Ako se istovremeno prikazuju imena entiteta u više slojeva, njihov izgled treba se razlikovati po skupinama, vodeći računa o hijerarhiji i izbjegavajući preopterećenost karte tekstrom.

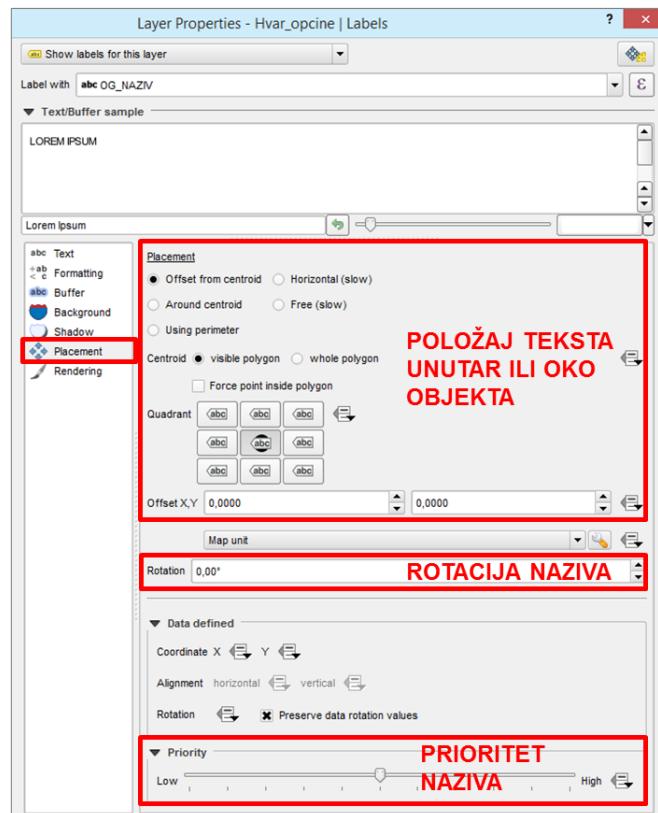
Potrebno je podesiti sljedeće postavke (sl. 99. i 100.):

1. Definirati **obilježje iz atributivne tablice** koje se prikazuje kao oznaka (*Label with*).
2. U podizborniku *Text* podesiti **format, veličinu i tip slova**.
3. Po želji podesiti dodatne postavke u odgovarajućim podizbornicima (npr. *buffer*, podloga, sjena...).

4. U podizborniku *Placement* podesiti **položaj teksta** u odnosu na objekt. Kod preklapanja oznaka i/ili znakova naziv s manjim prioritetom se ne prikazuje. Zato u opciji *Priority* treba podesiti prioritet oznaka u svakom sloju.



Sl. 99. Podešavanje izgleda naziva u izborniku Labels



Sl. 100. Podešavanje položaja naziva u izborniku Labels

ZADATAK

1. Dodajte u QGIS Desktop slojeve *Županije*, *JLS* i *Veća naselja*.
2. U sloju *JLS* u grafičkom prikazu ili u atributivnoj tablici selektirajte sve jedinice lokalne samouprave u Varaždinskoj ili Istarskoj županiji (prema vlastitom izboru).
3. Na temelju selekcije kreirajte novi sloj *JLS_Varaždinska* ili *JLS_Istarska*.
4. U sloju *JLS_Varaždinska* ili *JLS_Istarska* koropletnom kartom prikažite indeks promjene broja stanovnika 2011./1961. Indeks promjene broja stanovnika 2011./1961. (I) izračunat je na temelju formule $I = P_{2011}/P_{1961} \cdot 100$, gdje je P_{1961} broj stanovnika 1961. g., a P_{2011} broj stanovnika 2011. g.
 - a) Za obilježe odaberite **IND61_11**.
 - b) Definirajte broj razreda i logično klasificirajte vrijednosti po razredima da odražavaju intenzitet porasta ili smanjenja broja stanovnika.
 - c) U izborniku *Legend* preoblikujte granice razreda za prikaz u legendi.
5. Redoslijed razreda u legendi treba biti od viših vrijednosti prema nižima.
6. Odaberite adekvatni raspon boja. Entiteti koji bilježe populacijski rast trebaju biti prikazani nijansama tople boje, a oni koji bilježe depopulaciju nijansama hladne boje.
7. U sloju *Veća naselja* selektirajte naselja na području vaše županije i izradite novi sloj.
8. Uredite znakove u novostvorenom sloju s naseljima i u sloju *Županije*.
9. Uključite geografska imena (*labels*) u slojevima *JLS_Varaždinska* ili *JLS_Istarska* te u sloju sa selektiranim većim naseljima.
 - a) Labels trebaju označavati imena gradova i jedinica lokalne samouprave.
 - b) Imena različitih kategorija međusobno se trebaju razlikovati i ne smiju se preklapati.
10. Pripremite kartu za pretvaranje u grafičku datoteku. Dodajte naslov, legendu i mjerilo.
11. Izvezite kartu i spremite datoteku.

VJEŽBA 7. Dobni sastav stanovništva u okolini Ivanca/Labina 2011. godine

OPIS VJEŽBE

U vježbi učenik definira jedinice lokalne samouprave koje obuhvaćaju Ivanec ili Labin i okolicu, a zatim selekcijom na temelju lokacije izdvaja naselja koja se nalaze na području tih jedinica. Dobni sastav stanovništva tih naselja 2011. g. prikazuje se kartodijagramom sa strukturnim krugovima.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

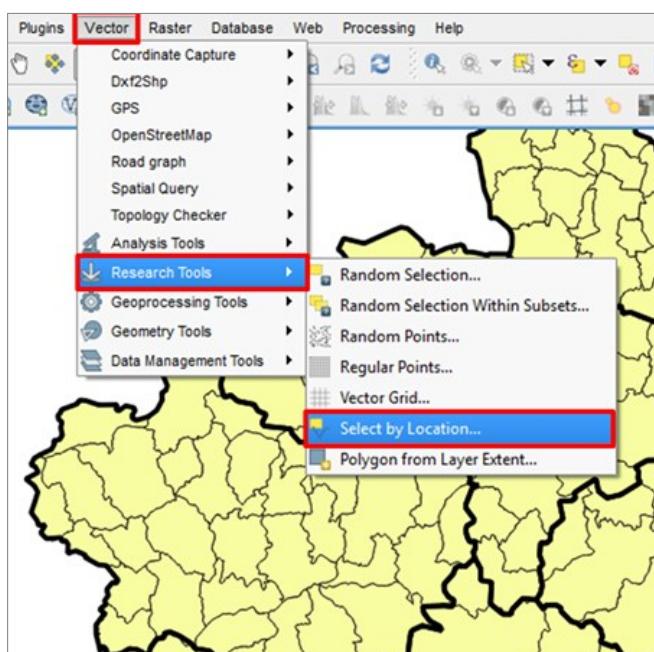
1. Selekcija na temelju lokacije (*Select by Location*)
2. Kartodijagram sa strukturnim krugovima (*Pie*)

SELEKCIJA NA TEMELJU LOKACIJE (SELECT BY LOCATION)

Selekcija na temelju lokacije predstavlja selekciju elemenata u jednom sloju na temelju njihovog prostornog odnosa prema elementima u drugom sloju. Za taj oblik selekcije potrebna su najmanje dva različita vektorska sloja.

Selekcija na temelju lokacije izvodi se na sljedeći način:

1. U izborniku *Vector – Research Tools* odabratи opciju *Select by Location* (sl. 101.)



Sl. 101. Izbor metode selekcije na temelju lokacije (*Select by Location*)

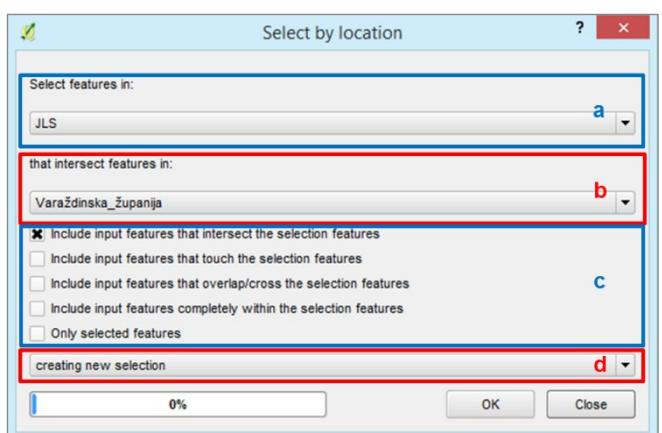
2. U prozoru *Select by location* potrebno je odabratи (sl. 102. i 103.):
 - a) Sloj u kojem se selektiraju elementi (*Select features in*)

- b) Sloj u odnosu na koji se selektiraju elementi (*that intersect features in*)

- c) Metodu selekcije (odabir graničnih entiteta)

- d) Način selekcije elemenata:

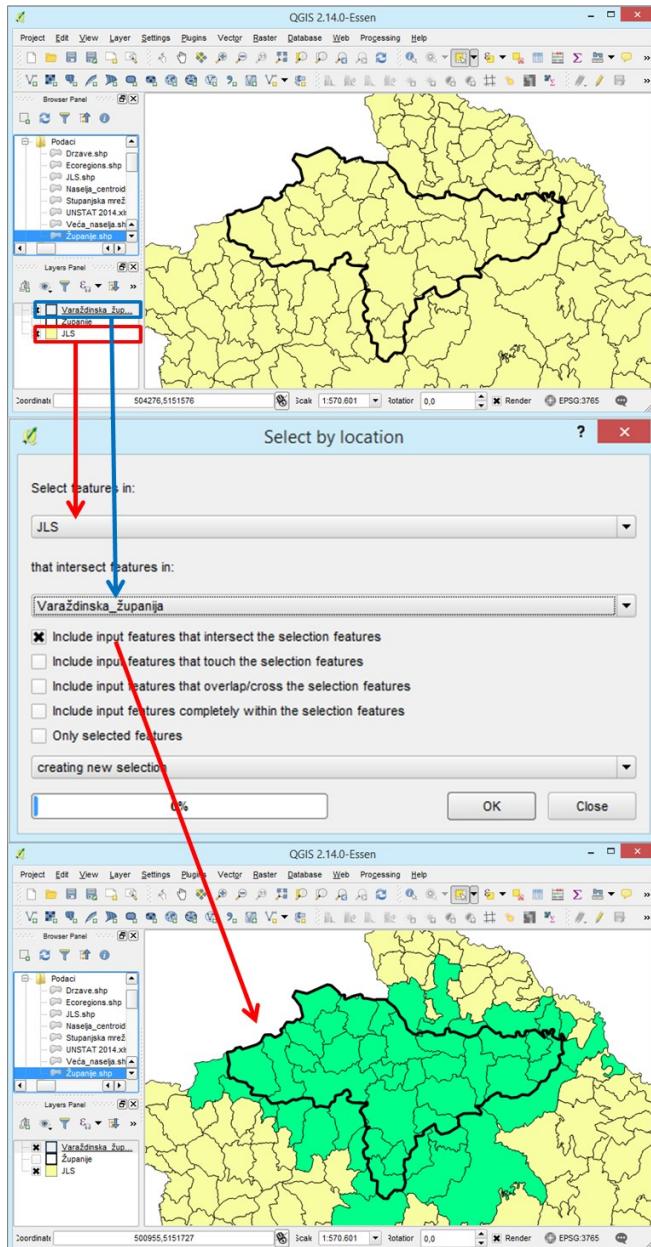
- Stvaranje nove selekcije (*Creating new selection*)
- Dodavanje novih elemenata postojećoj selekciji (*Adding to current selection*)
- Uklanjanje elemenata iz postojeće selekcije (*Removing from current selection*)



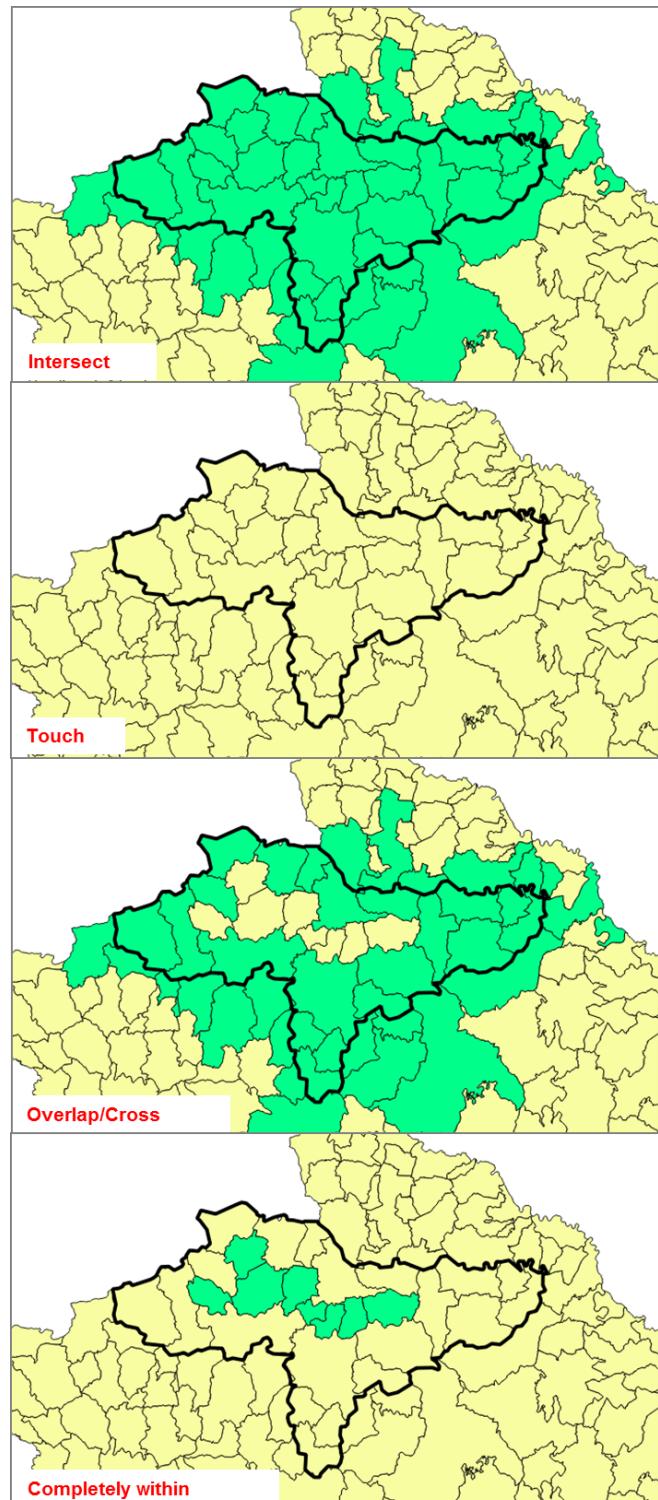
Sl. 102. Podešavanje postavki selekcije na temelju lokacije

U QGIS *Desktop* dostupno je više različitih **metoda selekcija** na temelju prostornih odnosa (sl. 104.):

1. *Use input features that intersect the selection features* (presjek) – selekcija entiteta u jednom sloju koji se nalaze na području entiteta u drugom sloju i presijecaju njihove granice.
2. *Use input features that touch the selection features* – selekcija entiteta u jednom sloju koji dodiruju entitete u drugom sloju (najčešće se radi o kombinaciji poligonskih, linijskih i/ili točkastih entiteta).
3. *Use input features that overlap/cross the selection features* – selekcija entiteta u jednom sloju koji dodiruju ili presijecaju granice poligona u drugom sloju.
4. *Use input features only completely within the selection features* – selekcija entiteta u jednom sloju koji se u potpunosti nalaze unutar poligonskih entiteta u drugom sloju (bez entiteta na granici).



Sl. 103. Primjer selekcije na temelju lokacije – selekcija jedinica lokalne samouprave koje se nalaze na području Varaždinske županije



Sl. 104. Metode selekcije na temelju lokacije

KARTODIJAGRAM SA STRUKTURNIM KRUGOVIMA (PIE)

Strukturni krugovi koriste se za prikaz strukture određene pojave, pri čemu površina sektora kruga odgovara udjelu vrijednosti obilježja u cjelini, dok veličina kruga pokazuje vrijednost obilježja u cjelini. Kod kartodijagrama sa strukturnim krugovima (*Pie*) svakom članu statističkog skupa pridružuje se po jedan strukturni krug. U prikazivanju obilježja iskazanih apsolutnim vrijednostima krugovi se najčešće međusobno razlikuju prema veličini. Tako je, uz

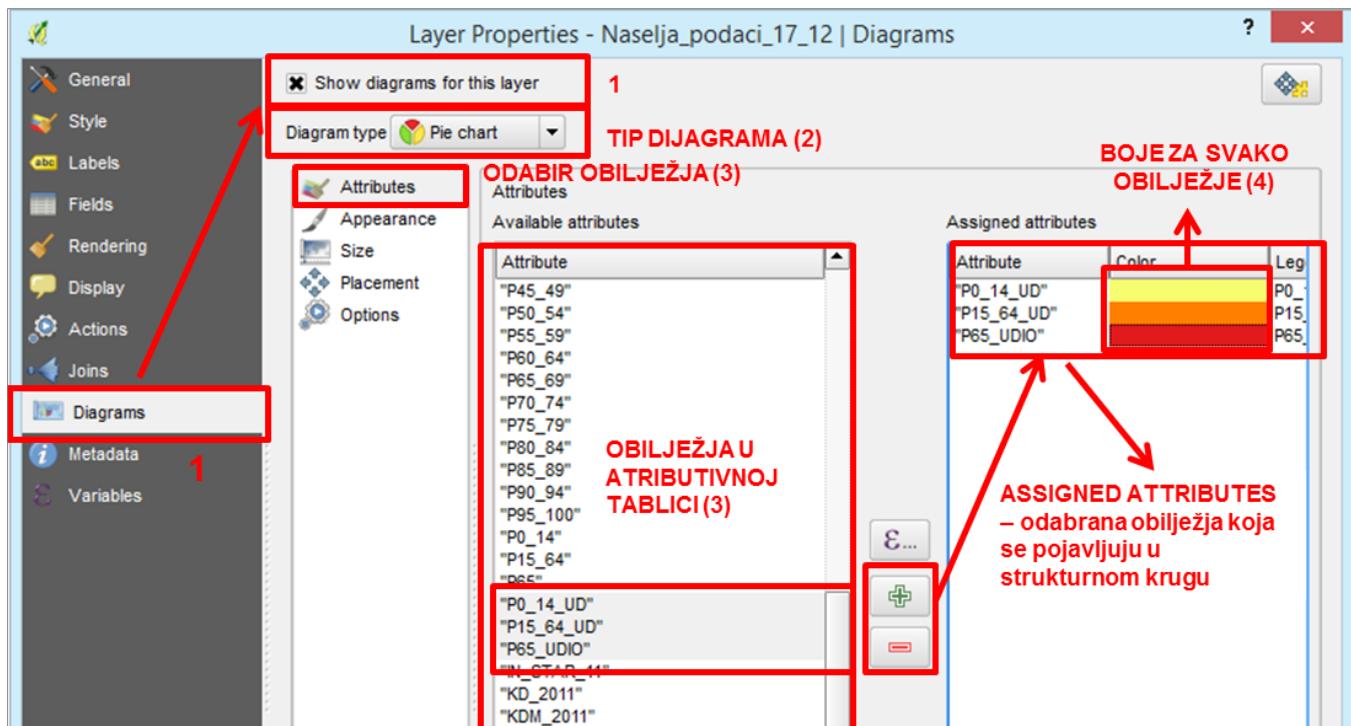
strukturu, moguće uspoređivati i ukupnu vrijednost pojave za različite entitete. Ako ukupna vrijednost nije od primarne važnosti, moguće je sve članove statističkog skupa prikazati krugovima iste površine, pri čemu se prikazuje samo udio pojave u cjelini. Površina kruga (P) računa se po formuli $P = r^2\pi$, a segment (kut) koji odgovara dijelu pojave (x) izračunava se po formuli $x = \text{dio}/\text{cjelina} \cdot 360^\circ$.

Postavke kartodijagrama sa strukturnim krugovima u QGIS Desktopu podešavaju se u izborniku *Layer Properties – Diagrams*. Za ispravni prikaz potrebno je:

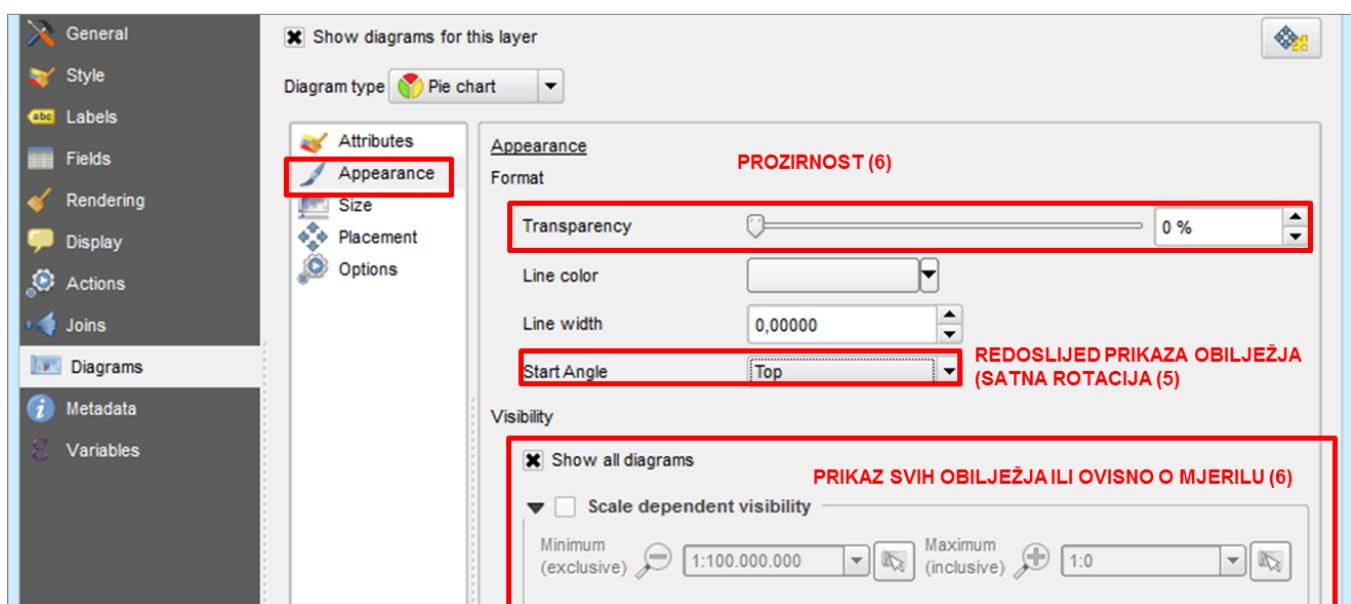
1. Uključiti opciju *Show diagrams for this layer* (sl. 105.).
2. Pod *Diagram type* odabratи **kartodijagram sa strukturnim krugovima (Pie chart)**.
3. U izborniku *Attributes* prikazana su sva numerička obilježja pohranjena u atributivnoj tablici. Od navedenih je potrebno **odabratи obilježja** koja će se prikazati kao segmenti strukturnog kruga. Ako redoslijed nije zadan,

prvo se stavlju obilježja s manjim udjelom, a potom obilježja s većim udjelom.

4. Odabratи **boje** za svako obilježje u struktornom krugu. Uglavnom se za obilježja s manjim udjelom koriste intenzivnije boje, a za obilježja s većim udjelom manje intenzivne boje.
5. U izborniku *Appearance* odabratи tip prikaza – **satna rotacija** ili **obrnuto**. U pravilu se obilježja prikazuju od sjevera u smjeru kazaljke na satu (sl. 106.).
6. Po potrebi odabratи prozirnost i prikaz u određenom mjerilu.



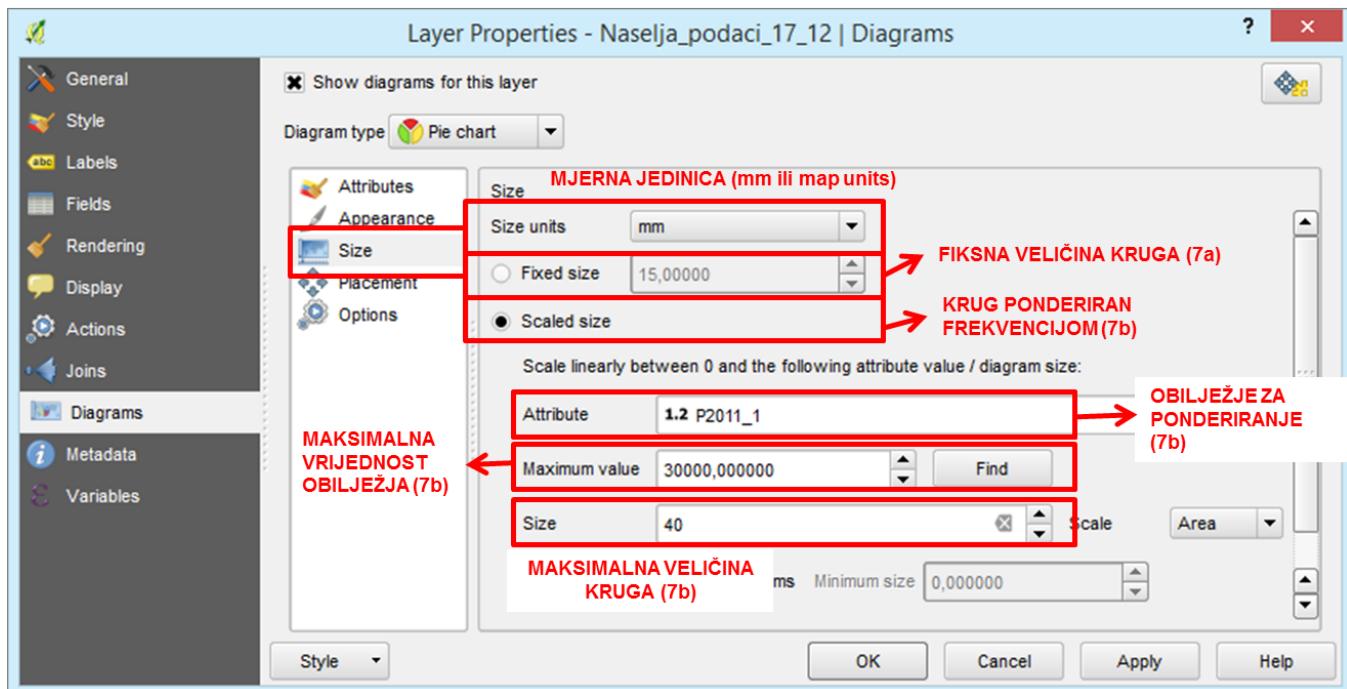
Sl. 105. Odabir obilježja za prikaz u kartodijagramu sa strukturnim krugovima (Pie)



Sl. 106. Odabir vrste prikaza u kartodijagramu sa strukturnim krugovima (Pie)

7. U izborniku **Size** podesiti veličinu krugova (sl. 107.):
- Fixed size** – fiksna veličina krugova; svi krugovi imaju jednaku površinu koju definira korisnik.
 - Scaled size** – veličina kruga **ponderirana je vrijednošću obilježja** iz atributivne tablice. U

podizborniku *Attribute* potrebno je odabrat obilježje kojim će se ponderirati veličina kruga. Uz *Maximum value* treba upisati približno najveću vrijednost pojave, a uz *Size* veličinu kruga koji će predstavljati najveću pojavu. Veličina ostalih krugova podešava se automatski proporcionalno vrijednosti obilježja.



Sl. 107. Podešavanje veličine krugova za prikaz u kartodijagramu

ZADATAK

- Dodajte u QGIS Desktop slojeve Županije, JLS i Naselja centroidi.
- U sloju JLS ručno selektirajte Grad Ivanec ili Grad Labin te sve jedinice lokalne samouprave u njihovoj okolini i izradite novi sloj.
- U sloju Naselja centroidi selektirajte sva naselja koja se nalaze na području izdvojenih jedinica lokalne samouprave:
 - Select features in: Naselja centroidi
 - That intersects features in: sloj s JLS u okolini Ivana/Labina
 - Metoda selekcije: Creating new selection
 - Izradite novi sloj sa selektiranim naseljima.
- Izradite **kartodijagram sa strukturnim krugovima** koji prikazuje **udio velikih dobnih skupina (0-14 g., 15-64**

g., 65 i više g.) u ukupnom stanovništvu naselja u okolini Ivana/Labina 2011. g.:

- Symbology – Diagrams – Pie chart.*
 - Obilježja za prikaz:** P0_14, P15_64, P65_VISE.
 - Definirajte redoslijed za prikaz obilježja u struktturnom krugu.
 - Definirajte boje za prikaz obilježja i boju podloge.
 - Podesite satnu rotaciju krugova s ishodištem na sjeveru (*Appearance*).
 - Odredite veličinu kruga prema vlastitom izboru (*Size*).
- Po želji uključite nazive naselja (*Labels*) ili *Map Tips*.
 - Dodajte naziv, legendu, mjerilo.
 - Spremite dokument i izvezite kartu.

VJEŽBA 8. Urbani i prometni sustav Italije

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se izdvojiti veći gradovi prema broju stanovnika te glavne željezničke pruge i cestovne prometnice u Italiji. Na temelju podataka dobivenih selekcijom prikazat će se urbani i prometni sustav. Podaci korišteni u vježbi preuzeti su s *Open Street Map* servisa, a istu analizu moguće je provesti i za druge europske države.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječe se sljedeće vještine:

1. Selekcija entiteta na temelju atributa (*Select Features Using an Expression*)
2. Dodavanje kartografskih podloga za svijet

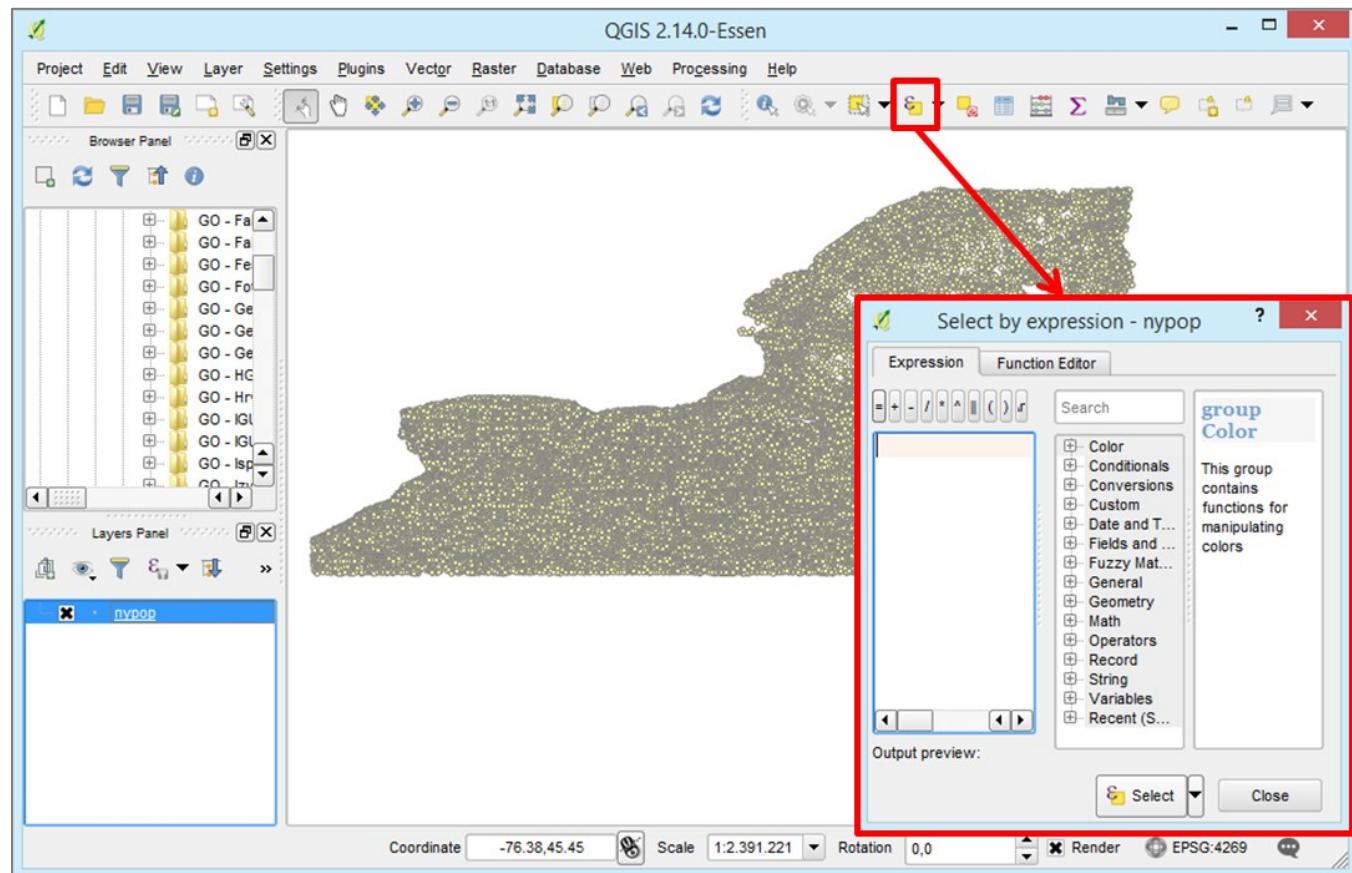
SELEKCIJA NA TEMELJU ATRIBUTA (SELECT FEATURES USING AN EXPRESSION)

Selekcija na temelju atributa koristi se za izdvajanje određenog broja entiteta iz većeg skupa na temelju obilježja iz atributivne tablice. Kod kvantitativnog obilježja to izdvajanje izvršava se na temelju (ne)jednadžbe ili neke druge matematičke metode (npr. izdvojiti sva naselja s više od 2000

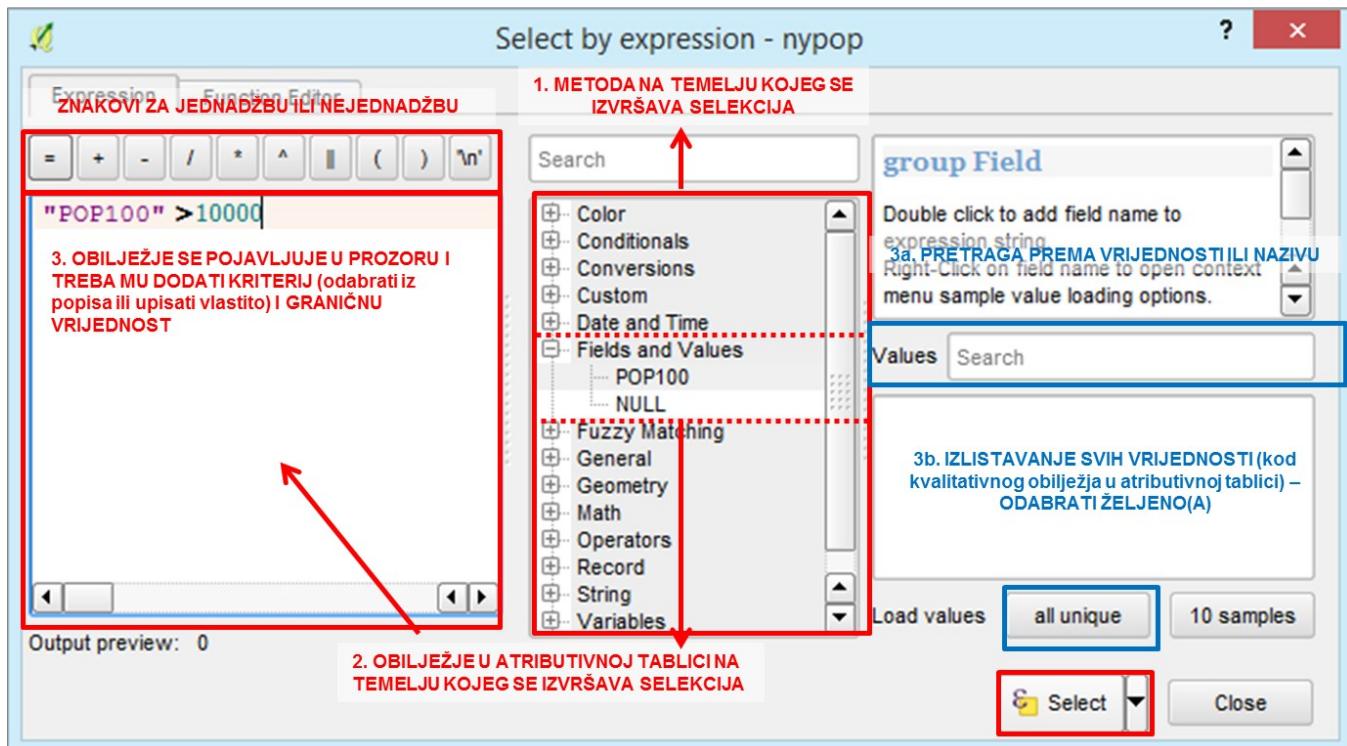
stanovnika iz ukupnog skupa s naseljima). Kod kvalitativnog obilježja se iz cjelokupnog skupa odabiru entiteti koji imaju isti modalitet obilježja (npr. izdvojiti samo autoceste iz skupa sa svim cestama u Hrvatskoj).

Selekcija na temelju atributa dostupna je na alatnoj traci **Attributes – Select by Expression** (sl. 108.) i provodi se na sljedeći način (sl. 109. i 110.):

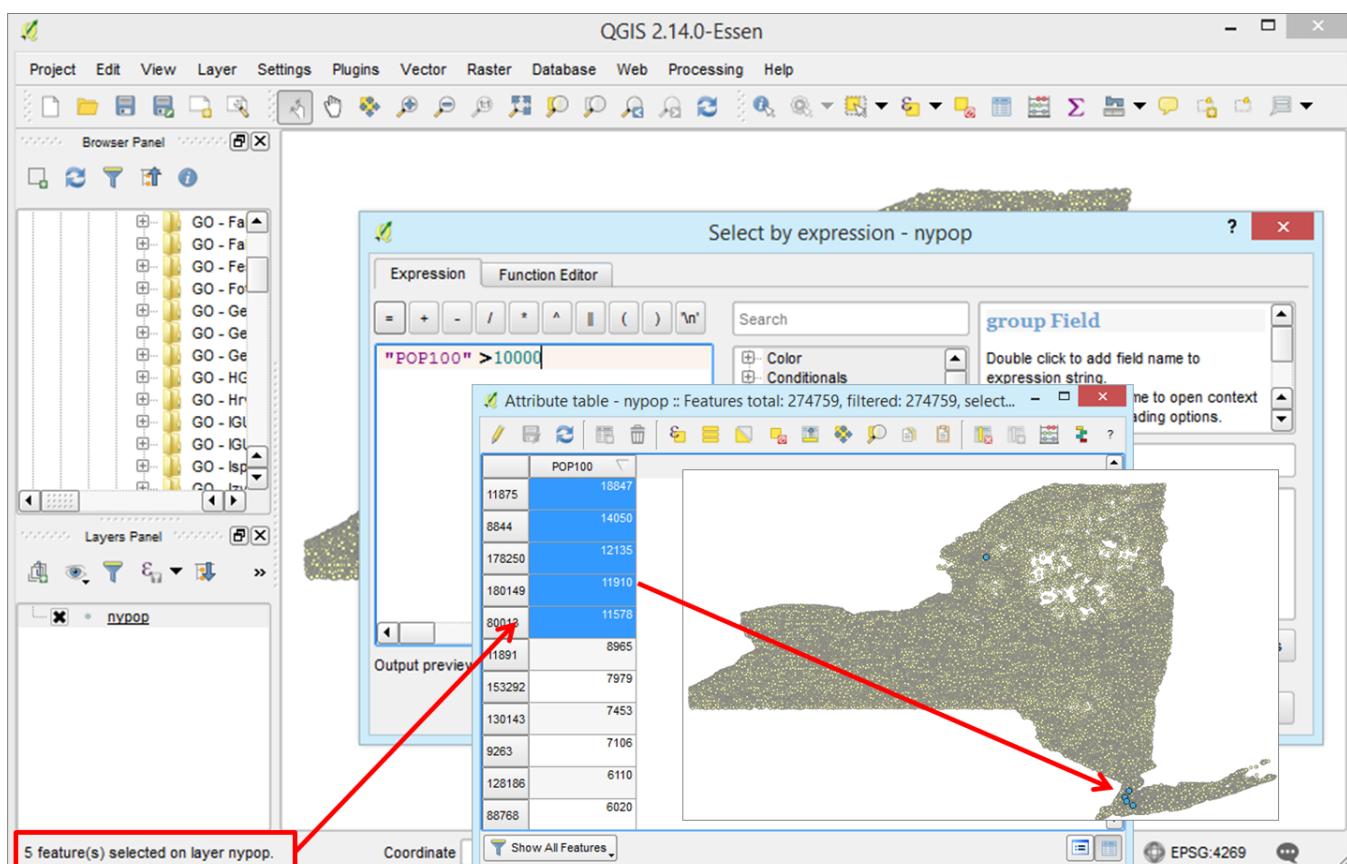
1. Odabrati metodu na temelju koje se izvršava selekcija. Za selekciju na temelju atributa iz atributivne tablice potrebno je odabrati **Fields and Values**.
2. Unutar opcije **Fields and Values** dvostrukim klikom mišem odabrati **obilježje iz atributivne tablice** na temelju kojeg se izvršava selekcija. To obilježje pojavljuje se u (ne)jednadžbi s lijeve strane.
3. Uz obilježje u (ne)jednadžbi s lijeve strane treba upisati ili odabrati **matematičke oznake** i **upisati vrijednost**.
 - a) Kod kvalitativnog obilježja odabirom opcije **Load values – all unique** s desne strane prozora moguće je prikazati **popis svih modaliteta obilježja**.
 - b) U slučaju većeg broja modaliteta rezultati se **filtriraju** upisivanjem pojma uz **Values**.



Sl. 108. Selekcija na temelju atributa (Select by Expression)



Sl. 109. Definiranje kriterija za selekciju na temelju atributa

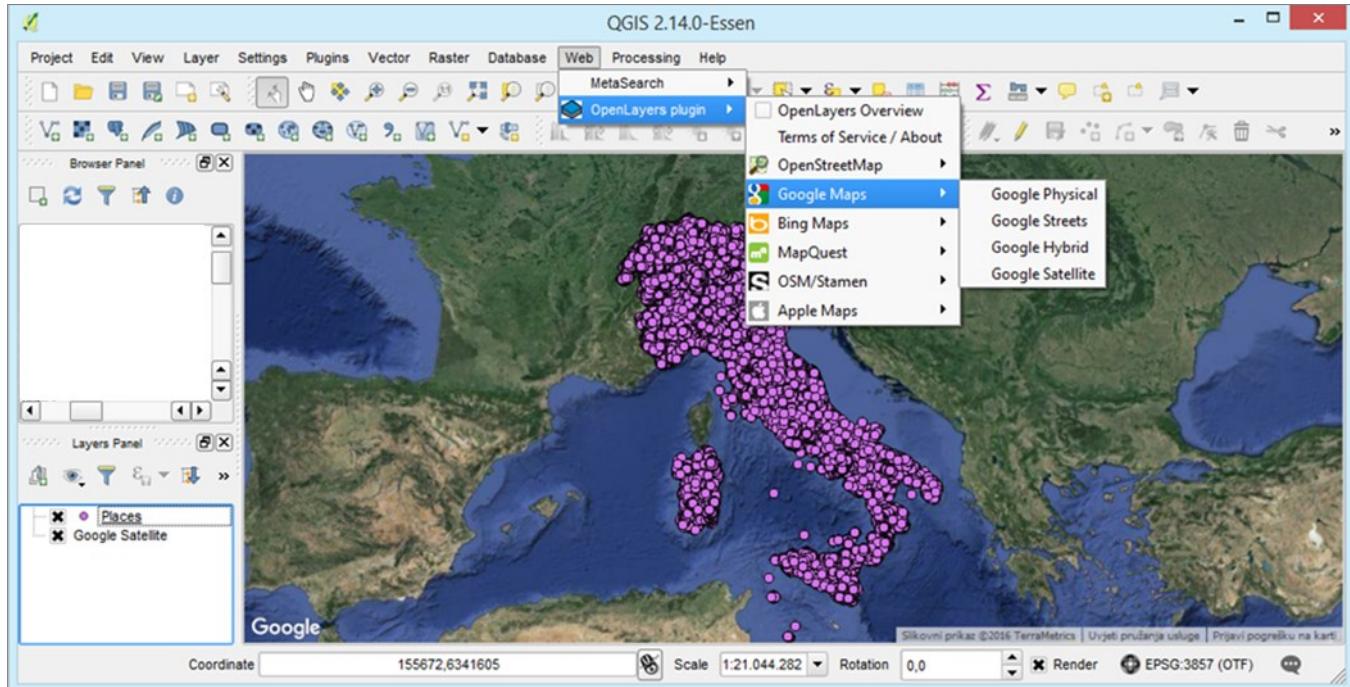


Sl. 110. Prikaz rezultata selekcije na temelju atributa

DODAVANJE KARTOGRAFSKIH PODLOGA ZA SVIJET

Uz vektorske i rasterske slojeve pohranjene na računalu, u QGIS Desktop moguće je dodati i različite kartografske podloge za cijeli svijet. Te podloge dodaju se u izborniku

Web - Open Layers - Plugin (sl. 111.). Nije moguće mijenjati nikakve postavke kartografskih podloga te one služe tek kao podloga za vizualizaciju ili digitalizaciju.



Sl. 111. Dodavanje kartografske podloge Google Maps putem izbornika Open Layers Plugin

ZADATAK

Krajnji cilj vježbe je izraditi dvije tematske karte koje prikazuju urbani i prometni sustav Italije. Zadatak je podijeljen na četiri dijela. U prvom dijelu se selekcijama pripremaju prostorni podaci koji su potrebni za prikaz. Koriste se podaci s različitim lokalitetima na području Italije, Austrije i Švicarske te sa svim cestama i prugama u Italiji. Iz tih podataka je potrebno izdvojiti samo velike gradove u Italiji te glavne željeznice i autoceste. Drugi dio uključuje dodavanje i uređivanje podloge za prikaz. Treći dio zadatka obuhvaća izradu tematske karte koja prikazuje urbani sustav i mrežu cestovnih prometnika, a četvrti dio izradu tematske karte s urbanim sustavom i željezničkom mrežom.

Prvi dio: Selekcije

1. Dodajte u QGIS Desktop slojeve **Države Europe** te slojeve **Places**, **Roads** i **Railways**.
2. U sloju *Države Europe* selektirajte Italiju i kreirajte novi sloj **Italija**.
3. Sloj **Places** obuhvaća različite lokalitete u Italiji, Sloveniji, Austriji i Švicarskoj. Iz tog sloja selektirajte samo entitete s više od 100.000 stanovnika (*Select by Expression*; metoda *Fields and values*, obilježje *Type*, all unique: odabrat *City*) i izradite novi sloj **Gradovi**.
4. Novostvoren sloj s entitetima s više od 100.000 stanovnika obuhvaća gradove i regije u sve četiri

promatrane države. U tom sloju pomoću *Select by Location* selektirajte sve elemente na području Italije i izradite novi sloj.

5. Novostvoren sloj s entitetima s više od 100.000 stanovnika u Italiji obuhvaća gradove i regije. U tom sloju izdvojite samo gradove (s više od 100.000 stanovnika) (*Select by Expression*; metoda *Fields and values*, obilježje *Type*, all unique: odabrat *City*) i izradite novi sloj **Gradovi**.
6. U sloju **Roads** selektirajte samo autoceste (*Select by Expression*; metoda *Fields and values*, obilježje *Type*, all unique: odabrat *Motorways*) i kreirajte novi sloj **Autoceste**.
7. U sloju **Railways** selektirajte samo željezničke pruge (*Select by Expression*; metoda *Fields and values*, obilježje *Type*, all unique: odabrat *Rails*) i izradite novi sloj **Željeznice**. Sve izvorne slojeve isključite.
8. U podlogu dodajte jedan od pogodnih slojeva dostupnih za cijeli svijet (*Web - Open Layers Plugin*).
9. Zumirajte prikaz na Italiju i podesite **koordinatni sustav** i **projekciju** pogodne za Italiju.

Drugi dio: Uređivanje podloge

Treći dio: Izrada tematske karte: Urbani sustav i mreža autocesta

10. Karta treba biti zuminirana koliko god je moguće. Na karti trebaju biti prikazani **slojevi**:

- a) **Države Europe** – prikazati samo granice, bez ispune
- b) **Autoceste** – urediti znak
- c) **Gradovi**

d) **Podloga** dostupna putem izbornika *Open Layers Plugin*

11. Prikažite gradove s više od 100.000 stanovnika (sloj **Gradovi**) **krugovima po razredima** (razredi: 100.000 – 200.000, 200.000 – 500.000, 500.000 – 1.000.000, > 1.000.000 stanovnika).

12. Po želji uredite kartu za pretvaranje u grafičku datoteku. Prilikom pretvorbe mogući su problemi djelomičnog prikazivanja kartografske podloge za svijet.

13. Izradite **kopiju dokumenta** i u njemu izradite **četvrti dio vježbe**.

Četvrti dio: Vizualizacija: Urbani sustav i željeznička mreža

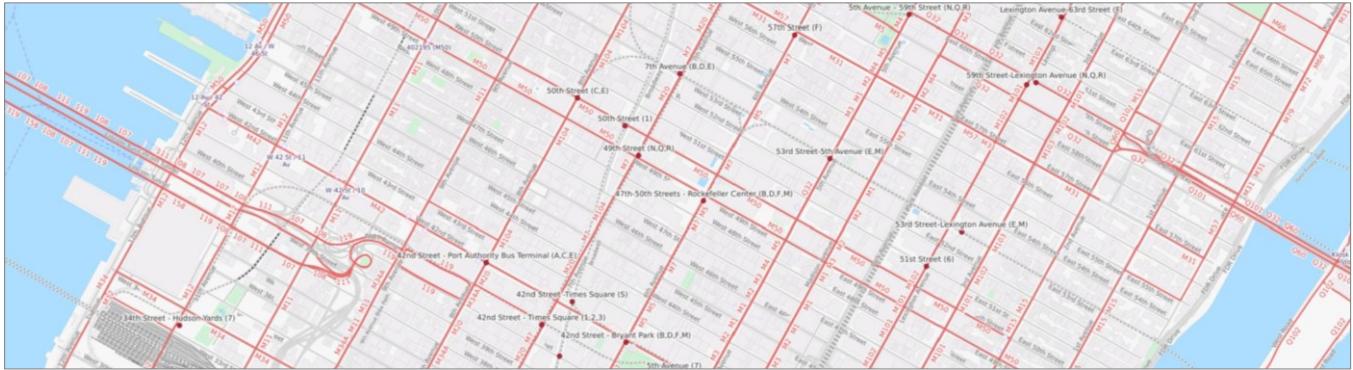
14. Karta treba biti zuminirana koliko god je moguće. Na karti trebaju biti prikazani **slojevi**:

- a) **Države Europe** – prikazati samo granice, bez ispune
- b) **Željeznice**
- c) **Gradovi** prikazani krugovima po razredima
- d) **Podloga** dostupna putem izbornika *Open Layers Plugin*

15. U sloju **Željeznice** različitim bojama prikažite **brže željeznice (AV – alta velocità)** i ostale željeznice.

16. Uredite **naslov i legendu**.

17. Po želji uredite kartu za pretvaranje u grafičku datoteku. Prilikom pretvorbe mogući su problemi vezani uz nepotpuno prikazivanje kartografske podloge za svijet.



UREĐIVANJE PROSTORNE BAZE PODATAKA

- 3.1. Izvori prostornih podataka
- 3.2. Prostorna baza podataka u GIS-u
- 3.3. Spajanje prostornih i *neprostornih* baza podataka

Vježba 9. Korišteno poljoprivredno zemljište u Hrvatskoj

Vježba 10. Struktura zaposlenih prema sektorima djelatnosti u odabranoj regiji u Hrvatskoj



U ovom poglavlju učenici će sami nadopunjavati i mijenjati podatke u atributivnoj tablici te će na temelju toga vizualizirati nove pojave i procese u QGIS-u. Za taj je

postupak neophodno poznavanje metoda unosa atributivnih podataka u QGIS te samostalno snalaženje u izvorima podataka.

3.1. IZVORI PROSTORNIH PODATAKA

Točni i pouzdani geografski podaci od neizmjerne su važnosti za rad u GIS-u pa često kvaliteta rezultata istraživanja ovisi o njihovoj dostupnosti. S obzirom na mogućnosti unosa u GIS-u, prostorni podaci uvjetno se mogu podijeliti u tri skupine

1. Opisni (atributivni) podaci
2. Vektorski i rasterski GIS podaci
3. Skenirane karte i kartama srođni prikazi

OPISNI (ATRIBUTIVNI) PODACI

Opisni ili atributivni podaci predstavljaju kvalitativne i kvantitativne podatke o objektima vezanim uz lokaciju na površini Zemlje. Pridružuju se točkastim, linijskim ili površinskim entitetima u atributivnoj tablici u GIS-u. Ti podaci unose se u GIS na tri osnovna načina:

1. **Upisivanjem ili lijepljenjem kopiranih podataka** u atributivnu tablicu (kod nekih verzija GIS softvera).
2. **Spajanjem (Join)** ili **združivanjem (Relate)** atributivne tablice postoećeg GIS sloja i *neprostorne* tablice (npr. MS Excel, DBF).
3. Spajanjem atributivnih tablica dvaju *shapefileova*.

Preporuča se uvjek koristiti službene statističke podatke ili podatke koje sami prikupimo na terenu kako bismo osigurali najveću moguću točnost i pouzdanost podataka (*Wikipedia* i slične stranice nisu dovoljno pouzdani izvori podataka za provedbu istraživanja).

Najvažnija i najveća institucija u Hrvatskoj koja publicira statističke podatke je **Državni zavod za statistiku (DZS)**. Značajni dio podataka dostupan je u digitalnom obliku na internetu (www.dzs.hr) ili na CD-ROM-u, dok su preostali podaci objavljeni u tiskanim publikacijama. Za rad u GIS-u od najveće su važnosti sljedeće publikacije DZS-a:

1. **Popis stanovništva, kućanstava i stanova** – održava se svakih deset godina i pruža kvalitativne i kvantitativne podatke o svim stanovnicima, kućanstvima i stanovima u državi u kritičnom trenutku popisa (trenutak na koji se odnosi popis). Dio podataka iz popisa 2001. i 2011. g. dostupan je na internetu. Podaci su manjim dijelom dostupni na razini naselja (ukupni broj i sastav stanovništva prema spolu i dobi), a većim dijelom na razini jedinica lokalne samouprave (upravnih gradova i općina). Najveći dio podataka iz popisa 2001. g. dostupan je na zasebnom CD-ROM-u. Podaci iz ranijih popisa uglavnom su objavljeni u tiskanim publikacijama, a tek manji dio dostupan je u digitalnom obliku.

2. **Naselja i stanovništvo Republike Hrvatske 1857. – 2001. (CD-ROM)**, DZS, Zagreb, 2005. – pruža popisne podatke o broju stanovnika svih naselja u Hrvatskoj od prvog popisa 1857. g. do 2001. g. Uz to su u detaljnim metodološkim napomenama navedene sve metodološke promjene u popisima i promjene prostornog obuhvata naselja.
3. **Popis poljoprivrede 2003.** – pruža detaljne podatke u poljoprivrednom stanovništvu, kućanstvima, korištenom zemljištu, kulturama i ostalim aspektima poljoprivrede.
4. **Turizam u primorskim gradovima i općinama (Promet turista u naseljima primorskih gradova i općina)**, DZS, Zagreb. – podaci o turističkim smještajnim kapacitetima, dolascima i noćenjima turista po naseljima Primorske Hrvatske od 1964. g. do danas.
5. **Priopćenja i Statistička izvješta DZS-a** – pružaju informacije o različitim pojавama i aktivnostima u Hrvatskoj.

Uz Državni zavod za statistiku različite institucije u Hrvatskoj vode statističke podatke u okviru svojih domena. Za rad u GIS-u značajni su **Državni hidrometeorološki zavod** (klimatološki i hidrografske podaci), **Hrvatske vode** (hidrografske podaci), **Ministarstvo zaštite okoliša i prirode** (podaci o zaštićenim područjima), **Registar poslovnih subjekata** (<http://www1.biznet.hr/HgkWeb/do/extlogon>), **Obrtni registar** (<http://or.minpo.hr/pretraga.htm>) i drugi.

Veliki broj objedinjenih statističkih podataka za države članice Europske Unije, EFTA-e i drugih europskih država dostupan je na web stranicama **European Commission Eurostat** (<http://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home>). Različiti objedinjeni statistički podaci po državama svijeta dostupni su na web stranicama većih svjetskih organizacija:

1. **United Nations Statistics Division** (<http://unstats.un.org/unsd/default.htm>)
2. **The World Factbook (CIA)** (<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>)
3. **World Tourism Organization (UNWTO)** (<http://unwto.org/en>)
4. **Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC)** (http://www.opec.org/opec_web/en/)

VEKTORSKI I RASTERSKI GIS PODACI

Cjeloviti GIS podaci uključuju i geometrijske i atributivne podatke. Mogu se dobiti u gotovom obliku iz različitih izvora ili ih može kreirati autor na temelju odgovarajućih podloga ili dostupnih podataka.

Kod **vektorskih GIS podataka**, kao i opisnih podataka, nužno je paziti na točnost i pouzdanost. Sve više državnih institucija, koje prikupljaju statističke podatke, nude i vektorske GIS podatke. Pritom valja istaknuti **Državnu geodetsku upravu (DGU)** koja vodi **Registar prostornih jedinica Republike Hrvatske (RPJ)**, evidenciju u kojoj se vode i održavaju podaci o prostornim jedinicama za koje je to određeno *Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina*. Za rad u GIS-u najvažniji je grafički dio registra koji predstavljaju *shapefileovi* s granicama prostornih jedinica izrađeni u projekcijskom koordinatnom sustavu HTRS96/TM, a koji se koriste u službene svrhe. Ti su podaci besplatno dostupni za pregledavanje na *Geoportalu* (GIS portalu DGU) (<http://geoportal.dgu.hr/viewer/>), a za samostalni rad u GIS-u potrebno ih je kupiti. U registru se vode podaci za: (1) državu u cjelini (cjelokupni teritorij na kopnu i na moru), (2) županije i Grad Zagreb, (3) jedinice lokalne samouprave (upravni gradovi i općine), (4) naselja (administrativno-teritorijalni obuhvat naselja koji obuhvaća izgrađena naselja i pripadajuće neizgrađeno zemljište), (5) jedinice mjesne samouprave (gradski kotar ili gradska četvrt, područje mjesnog odbora), (6) statističke krugove, (7) popisne krugove, (8) ulice, (9) trgrove, (10) zgrade s pripadajućim kućnim brojevima, (11) dostavna područja poštanskog ureda, (12) zaštićena i štićena područja, (13) katastarske općine i (14) katastarska područje na moru.

I brojne druge institucije i tvrtke vode prostorne podatke o geografskim objektima u Hrvatskoj (npr. ceste, naselja, rijeke...), no ti su podaci uglavnom dostupni na zahtjev i/ili uz plaćanje.

Dio besplatnih i javno dostupnih podataka moguće je dobiti putem **Open Street Mapa**, otvorenog web GIS preglednika, koji omogućuje unos podataka različitim korisnicima (<https://www.openstreetmap.org/#map=17/45.80617/15.97016>) (sl. 112.). Iako podaci nisu potpuni i nisu uvijek potpuno točni, uz kontrolu i modifikaciju predstavljaju dobru podlogu za rad u GIS-u. Slojeve dostupne na *Open Street Mapu* moguće je preuzeti u obliku *shapefilea* (za većinu država u svijetu) na web stranici *Geofabrik – Geofabrik Downloads* (<http://download.geofabrik.de/openstreetmap/europe/>). Za područje Hrvatske trenutno su dostupni sljedeći slojevi:

1. *Places* – lokaliteti različitog tipa (naselja, četvrti, otoci...)
2. *Points* – objekti različite vrste (stajalište autobusa, tvrtke, dućani...)
3. *Railways* – željezničke pruge
4. *Roads* – ceste i pješačke staze (sloj nije potpun)
5. *Waterways* – tekućice
6. *Buildings* – građevine
7. *Land use* – namjena zemljišta (sloj nije potpun)
8. *Natural* – područja s vegetacijom

Budući da dio slojeva sadrži raznorodne podatke, selekcijama je potrebno dobiti one koji su potrebni za rad.



Sl. 112. Web preglednik Open Street Map (<https://www.openstreetmap.org/#map=17/45.80617/15.97016>)

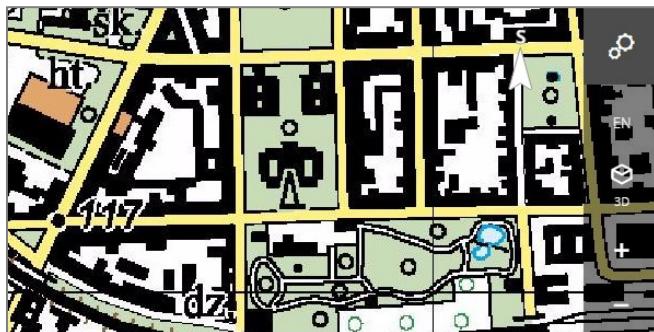
Rasterske podloge (karte i srođni prikazi) dostupni su u QGIS-u putem izbornika *Web – Open Layers Plugin* i putem web servera. **Državna geodetska uprava** izrađuje službene karte za područje Hrvatske i one su također dostupne putem **Geoportala**. Dio rasterskih podloga s *Geoportala* može se učitati i u QGIS *Desktopu* putem WMS servera kojim se naše računalo (program QGIS) spaja na server *Državne geodetske uprave*. Putem WMS servera dostupne su tri skupine kartografskih podloga: (1) digitalni ortofoto (DOF) (sl. 113.), (2) hrvatska osnovna karta izrađena u mjerilu 1:5000 (HOK) (sl. 114.) i (3) topografska karta u mjerilu 1:25 000 (TK25) (sl. 115.). Te su podloge georeferencirane u projekcijskom koordinatnom sustavu HTRS96/TM i pokrivaju područje cijele Hrvatske. No, treba imati na umu da su karte izrađivane u duljem vremenskom razdoblju te ne prikazuju u potpunosti najnovije stanje u prostoru.



Sl. 113. Digitalni ortofoto dostupan putem Geoportala DGU (<http://geoportal.dgu.hr/>)



Sl. 114. Hrvatska osnovna karta dostupna putem Geoportala DGU (<http://geoportal.dgu.hr/>)



Sl. 115. Topografska karta 1:25000 dostupna putem Geoportal-a DGU (<http://geoportal.dgu.hr/>)

SKENIRANE KARTE

U slučajevima kada nema drugih kartografskih izvora ili kada je potrebno dobiti specifične prostorne podatke (npr. s mentalnih karata), karte se u GIS unose skeniranjem. Prilikom prvog unosa karte potrebno je georeferencirati u projekcijskom koordinatnom sustavu u kojem su izvorno izrađene. Nakon toga mogu se koristiti za digitalizaciju i dobivanje ostalih prostornih podataka.

3.2. PROSTORNA BAZA PODATAKA U GIS-U

Prostorne baze podataka su baze podataka namijenjene pohrani i pretraživanju podataka koji su vezani uz lokaciju na površini Zemlje. Većinu prostornih baza podataka moguće je povezati s geometrijskim podacima i prikazati u GIS-u. Prostorna baza podataka može obuhvaćati skup koji se

sastoji od većeg broja datoteka s prostornim podacima (*shapefileova, feature classova, feature datasetova*) i tablica, a može se odnositi samo na jedan *shapefile*. Operacije s prostornom bazom podataka u ovom poglavlju izvršavaju se na primjeru jednostavnih atributivnih tablica unutar pojedinih *shapefileova*.

VJEŽBA 9. Korišteno poljoprivredno zemljište u Hrvatskoj

OPIS VJEŽBE

Vježba se sastoji od dva dijela. U prvom dijelu se unose novi atributivni podaci o korištenom poljoprivrednom zemljištu u atributivnu tablicu sloja sa županijama te se izračunavaju površina korištenog poljoprivrednog zemljišta, površina županija i udio korištenog zemljišta u ukupnoj površini. U drugom dijelu vježbe prikazuje se udio korištenog zemljišta u površini županija (koropletnom kartom) i struktura korištenog poljoprivrednog zemljišta (kartodijagramom).

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

1. Uređivanje opisnih (atributivnih) podataka u atributivnoj tablici
2. Stvaranje, formatiranje i brisanje stupaca u atributivnoj tablici
3. Korištenje tabličnog kalkulatora (*Field Calculator*)
4. Izračun površine poligonskih entiteta

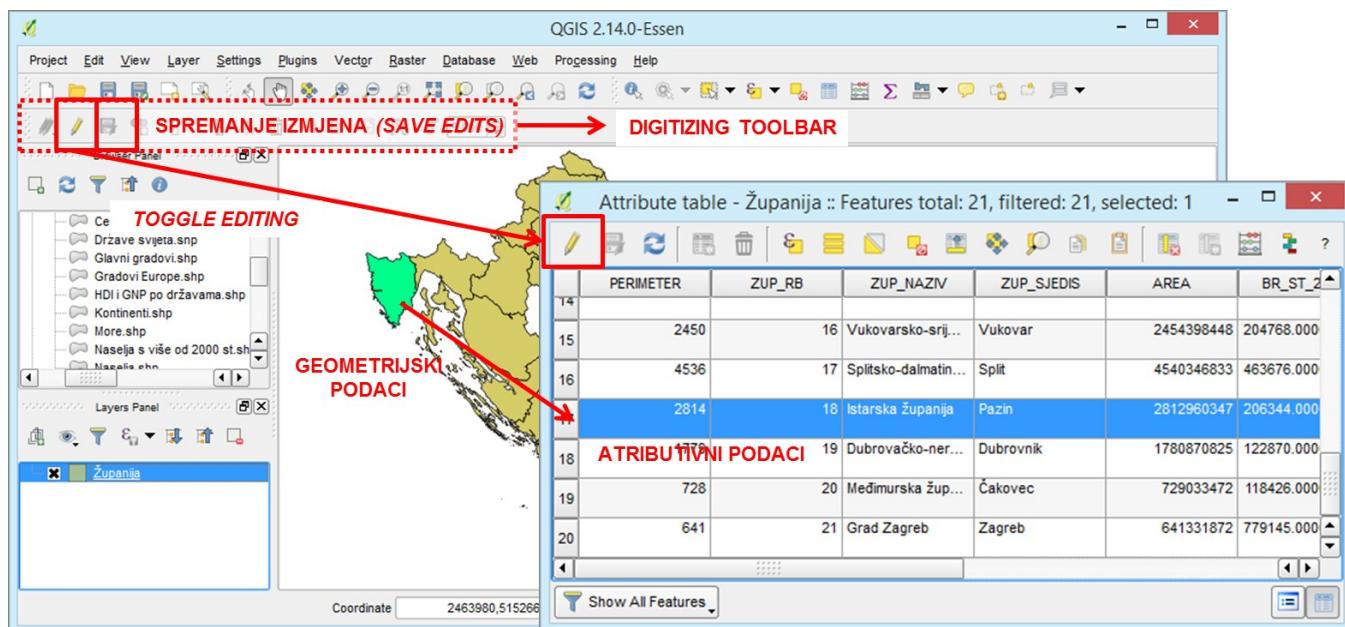
UREĐIVANJE OPISNIH (ATRIBUTIVNIH) PODATAKA U ATRIBUTIVNOJ TABLICI

Izmjena i nadopuna podataka u GIS-u uključuje:

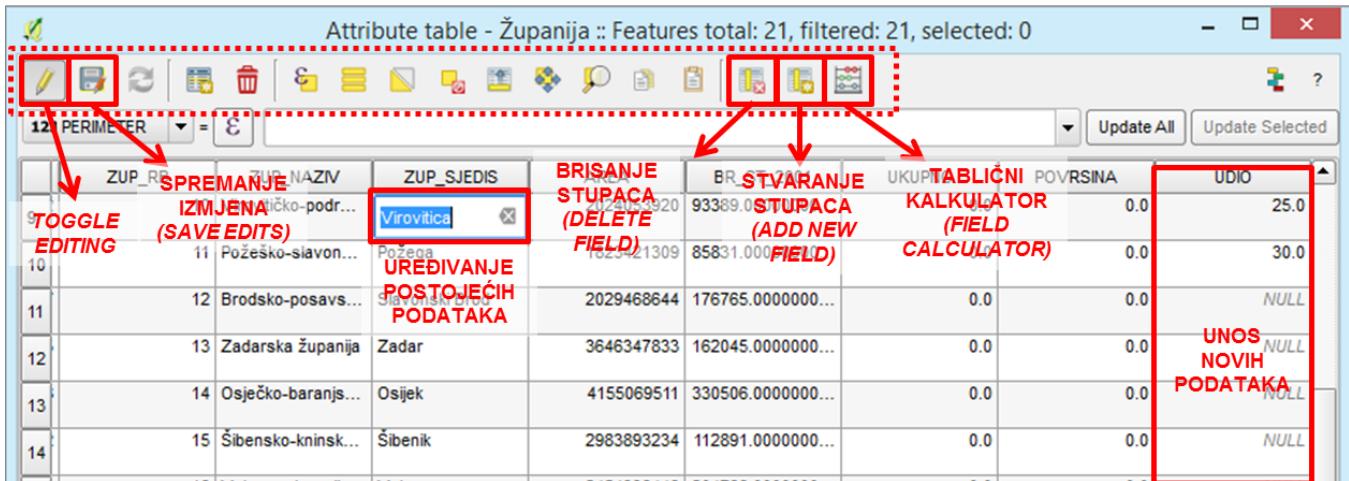
1. Dodavanje, izmjenu ili uklanjanje dijela **geometrijskih podataka** u sloju (entiteta prikazanih točkama, linijama i poligonima).
2. Dodavanje, izmjenu ili uklanjanje dijela **opisnih (atributivnih) podataka** vezanih uz geometrijske entitete u tom sloju.

Za uređivanje (*editing*) geometrijskih ili atributivnih podataka potrebno je uključiti opciju **Toggle Editing** na alatnoj traci **Digitizing Toolbar** ili u atributivnoj tablici (sl. 116.).

U atributivnoj tablici mogu se unositi **novi podaci (1)** ili **uređivati postojeći podaci (2)**. Podaci se unose **upisivanjem** ili **lijeplojenjem kopiranih podataka u pojedinačna polja** (sl. 117.). Za lijeplojenje kopiranih podataka potrebno je *desnom tipkom* miša kliknuti na odabranu polje i odabrati **Paste**.



Sl. 116. Uređivanje geometrijskih i atributivnih podataka u sloju



Sl. 117. Unos podataka u atributivnu tablicu i glavni alati za rad s atributivnim podacima

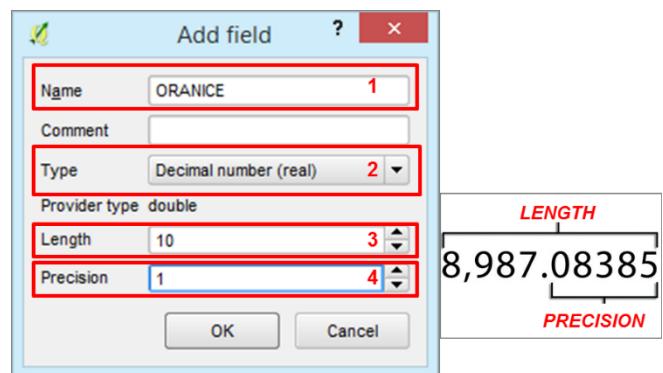
Promjene nastale uređivanjem ne pohranjuju se automatski, nego se ručno spremanju pomoću opcije *Save Layer Edits*. Spremanjem izmjena *trajno* se mijenjaju podaci u uređivanom sloju (*shapefileu*). Izmjena podataka završava isključivanjem opcije *Toggle Editing*.

DODAVANJE STUPACA U ATRIBUTIVNU TABLICU

Stupci predstavljaju obilježja entiteta koji se nalaze u sloju te se u polja unutar stupca upisuju modaliteti ili vrijednosti tog obilježja. Ako u atributivnoj tablici ne postoji odgovarajući stupac, potrebno ga je izraditi te potom unijeti podatke. Prilikom dodavanja novog stupca uključuje se *Toggle Editing*, a novi stupac se dodaje odabirom opcije *Add New Field* na alatnoj traci u atributivnoj tablici.

Za svaki novi stupac treba definirati **sljedeće parametre** (sl. 118.):

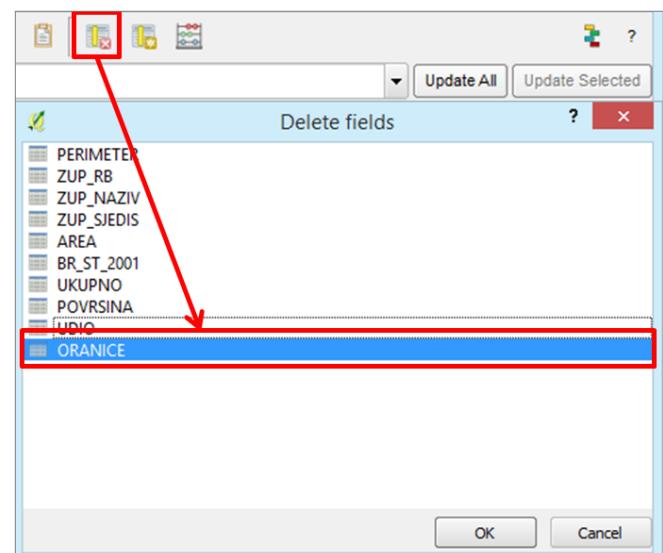
1. **Naziv (Name)** – smije zadržavati najviše deset znakova (brojke i slova te znakove – i _).
2. **Tip podataka (Type)** koji će se pohraniti u atributivnoj tablici:
 - a) *Whole number (integer)* – prikaz cijelih brojeva u manjem rasponu (npr. od -32000 do 32000).
 - b) *Whole number (64 bit)* – prikaz cijelih brojeva u velikom rasponu.
 - c) *Decimal number (real)* – prikaz decimalnih brojeva.
 - d) *Text string* – prikaz slova i brojki (pri čemu s brojkama nisu moguće matematičke operacije).
 - e) *Date* – prikaz datuma.
3. **Length** – maksimalni broj slova ili znamenaka koji se može upisati u jedno polje u stupcu.
4. **Precision** – broj decimalnih mesta za decimalne brojeve.



Sl. 118. Podešavanje postavki novog stupca u atributivnoj tablici

BRISANJE STUPACA U ATRIBUTIVNOJ TABLICI

Za brisanje stupaca potrebno je uključiti opciju *Toggle Editing*, u atributivnoj tablici odabrati opciju *Delete Fields* i u novom prozoru odabrati stupce za brisanje (sl. 119.). Brisanjem i spremanjem izmjena stupci se nepovratno uklanjanju iz *shapefilea* i nije ih moguće vratiti.



Sl. 119. Brisanje stupaca u atributivnoj tablici

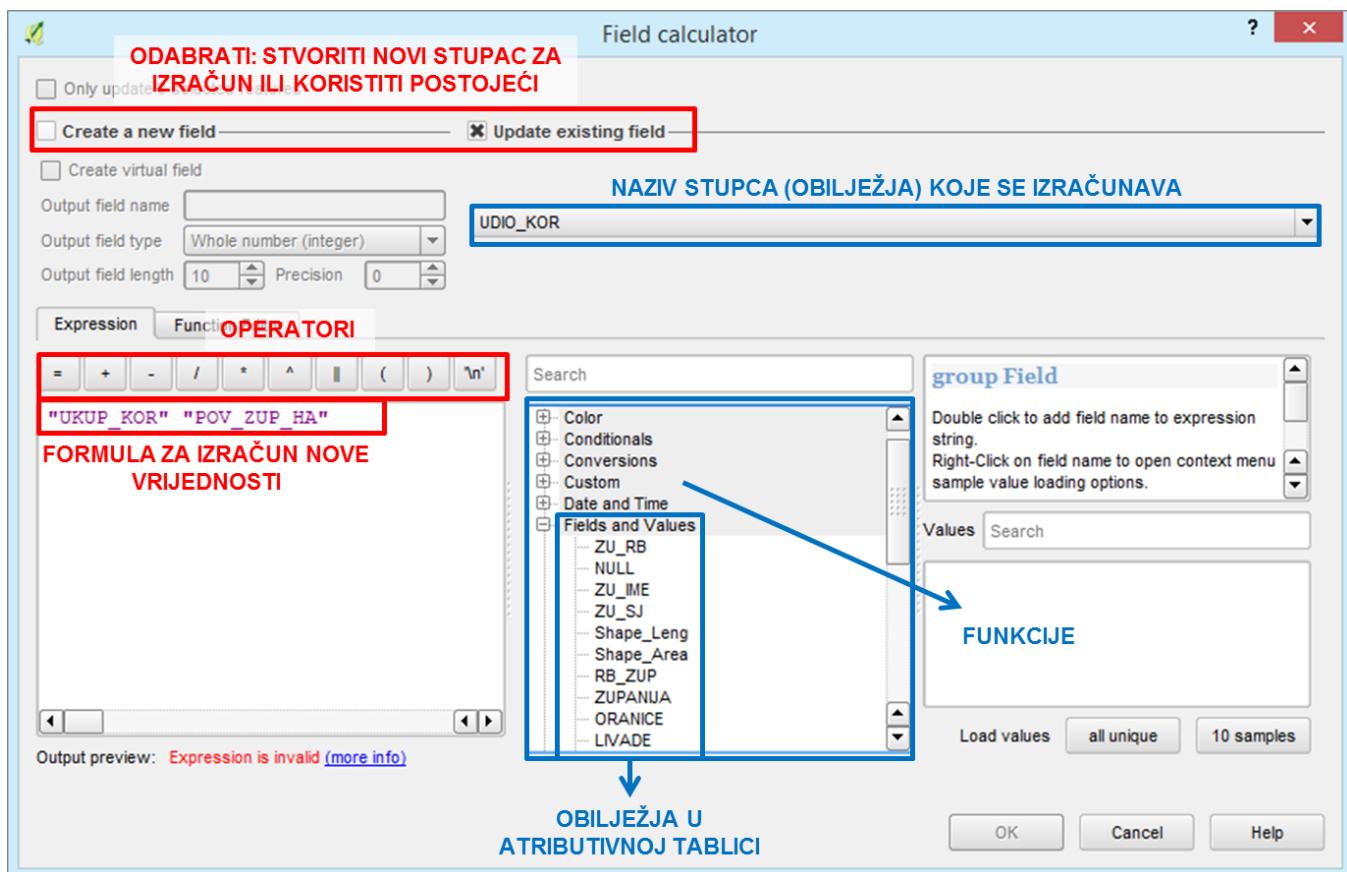
TABLČNI KALKULATOR (FIELD CALCULATOR)

Koristi se za izračun novih obilježja u atributivnoj tablici na temelju postojećih. Za ulazak u tablični kalkulator potrebno je uključiti *Toggle Editing* i u atributivnoj tablici odabrati opciju *Field Calculator*.

Postupak izračuna novog obilježja u tabličnom kalkulatoru (sl. 120.):

- Odabrati hoće li se za izračun novog obilježja **izraditi novi stupac** u atributivnoj tablici (*Add new field*) ili će se **koristiti jedan od postojećih** (*Update existing field*).

- Odabrati stupac u atributivnoj tablici u kojem će se izračunati nove vrijednosti.
- U srednjem dijelu prozora odabrati **funkciju za izračun i obilježe iz atributivne tablice** na temelju kojih se izračunava novo obilježje.
- S lijeve strane upisati **formulu** za izračun novih vrijednosti. Kalkulator ne podržava dijeljenje s nulom pa u polja umjesto nule treba upisati drugi broj koji zamjenjuje nulu (npr. -9999).

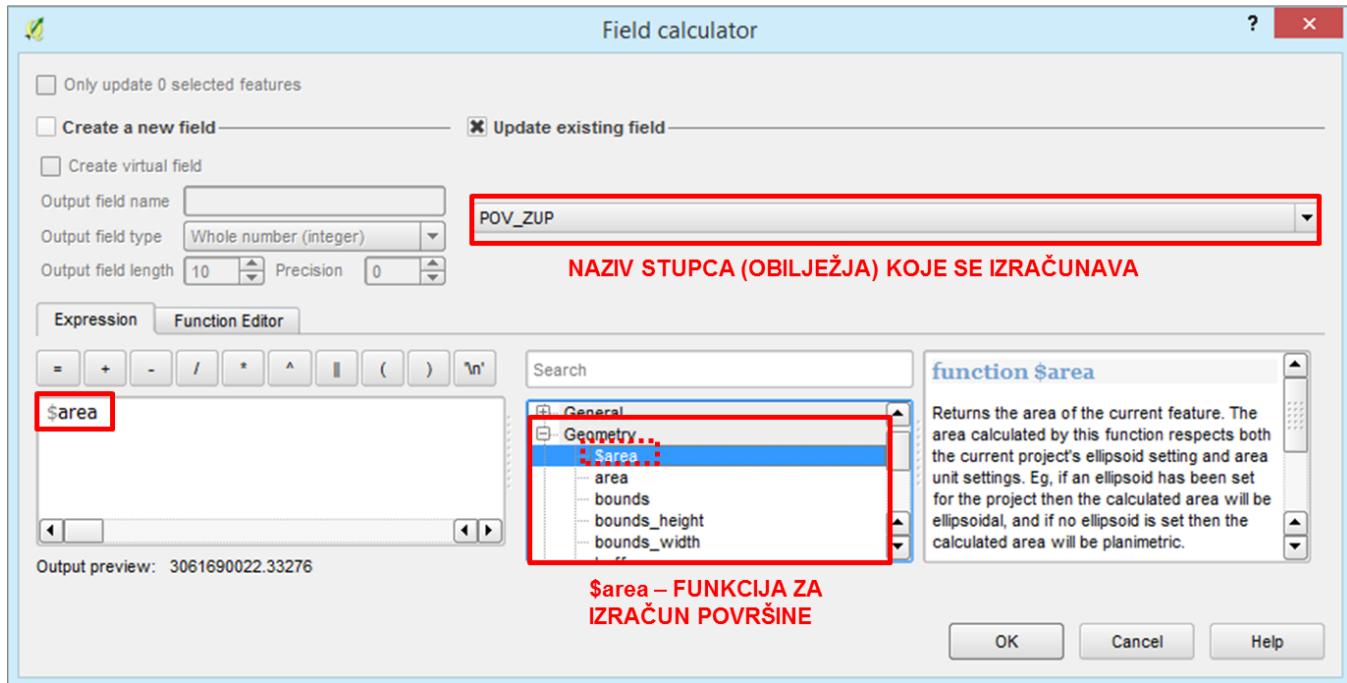


Sl. 120. Podešavanje postavki za izračun u tabličnom kalkulatoru (*Field Calculator*)

IZRAČUN POVRŠINE POLIGONSKIH ENTITETA

Pomoću funkcije *Geometry* u tabličnom kalkulatoru moguće je izračunati određene vrijednosti na temelju geometrijskih entiteta. Kod točkastih entiteta izračunavaju se projekcijske (x i y) ili geografske koordinate (φ i λ). Linijskim entitetima moguće je izračunati duljinu linije i koordinate centroida, a za poligonske entitete računaju se površina i opseg poligona te koordinate centroida.

Za izračun površine poligona potrebno je u tabličnom kalkulatoru iz skupine *Geometry* odabrati funkciju *\$area* (sl. 121.). Dobivena površina poligona uvijek je iskazana u **mjernoj jedinici koordinatnog sustava** (npr. u HTRS96/TM te u 5., 6. i 5,5. zoni Gauss-Krügerove projekcije koordinate su iskazane u metrima). Kasnije je pomoću tabličnog kalkulatora moguće iskazati vrijednosti u drugoj mjernej jedinici.



Sl. 121. Izračun površine poligonskog entiteta u tabličnom kalkulatoru (Field Calculator)

ZADATAK

- Dodajte u QGIS Desktop sloj **Županije** i uključite **Toggle Editing**
- U atributivnu tablicu dodajte **10 novih stupaca** sa sljedećim nazivima (u zagradi je puni naziv obilježja):
 - ORANICE
 - LIVADE
 - PAŠNJACI
 - VOĆNJACI
 - VINOGRADI
 - OSTALO
 - UKUP_KOR (površina ukupnog korištenog poljoprivrednog zemljišta iskazana u hektarima)
 - POV_ZUP (površina županija u kvadratnim metrima)
 - POV_ZUP_HA (površina županija u hektarima)
 - UDIO_KOR (udio korištenog poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini)

Stupci trebaju biti formatirani kao **Decimal number**. **Length** treba biti barem **20**, a **precision** **1**.
- Prepišite podatke iz MS Excel tablice **Poljoprivredno zemljište** u odgovarajuće stupce u atributivnoj tablici.
- Izračunajte **površinu županija (u metrima)** u stupcu **POV_ZUP** pomoću **tabličnog kalkulatora**.
 - U *Field Calculator* odabratи **Update Existing Field** i za stupac odabratи **POV_ZUP**.
 - U srednjem dijelu odabratи izbornik **Geometry** i funkciju **\$area**. Površina će biti iskazana u kvadratnim metrima zbog koordinatnog sustava HTRS96/TM.
- Pomoću **tabličnog kalkulatora (Field Calculator)** u odgovarajućim stupcima izračunajte:
 - Površinu županija u hektarima (stupac **POV_ZUP_HA**) – dobiva se dijeljenjem stupca **POV_ZUP** (površina u m²) s 10000.
 - Površinu ukupnog korištenog poljoprivrednog zemljišta (stupac **UKUP_KOR**) – zbroj unesenih podataka s kategorijama korištenog zemljišta.
 - Udio korištenog poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini županija (stupac **UDIO_KOR**) (formula: **UKUP_KOR/POV_ZUP_HA · 100**)
- Izradite **koropletnu kartu** koja prikazuje **udio korištenog poljoprivrednog zemljišta u površini županija**:
 - Definirajte **broj** i **granicu razreda**.
 - Dodajte i uredite **naziv**, **legendu** i **mjerilo**.
 - Spremite dokument i izvezite kartu.
- Izradite **kartodijagram sa struktturnim krugovima** koji prikazuje **način korištenja poljoprivrednog zemljišta po županijama**:
 - Obilježja za prikaz:** oranice, livade, pašnjaci, voćnjaci, vinogradi, ostalo.
 - Definirajte **redoslijed obilježja** u struktturnom krugu.
 - Definirajte **boje** za prikaz obilježja i podloge.
 - Podesite **satnu rotaciju krugova (Appearance)**.
 - Odredite **veličinu kruga** prema izboru (*Size*).
 - Dodajte i uredite **naziv**, **legendu**, **mjerilo**.
 - Spremite dokument i izvezite kartu.

3.3. SPAJANJE PROSTORNIH I NEPROSTORNIH BAZA PODATAKA

GIS podacima moguće je dodati atributivne podatke ne samo upisivanjem u atributivnu tablicu, nego i spajanjem ili relacijskim združivanjem s drugim *neprostornim* tablicama. Za razliku od entiteta u atributivnoj tablici, podaci u ***neprostornim*** tablicama nisu vezani uz geometrijske podatke, ne sadrže nužno podatke o lokaciji na Zemljinoj površini, ali sadrže atribute (obilježja) koji se mogu povezati s prostornim podacima (npr. Excel, Access ili dbf tablice). Povezivanje je moguće samo ako atributivna i *neprostorna* tablica sadrže barem jedan stupac s vrijednostima ili modalitetima koji su istovjetni u obje tablice. Taj stupac, na temelju kojeg se izvršava spajanje, naziva se **identifikatorom ili ključem (key)**.

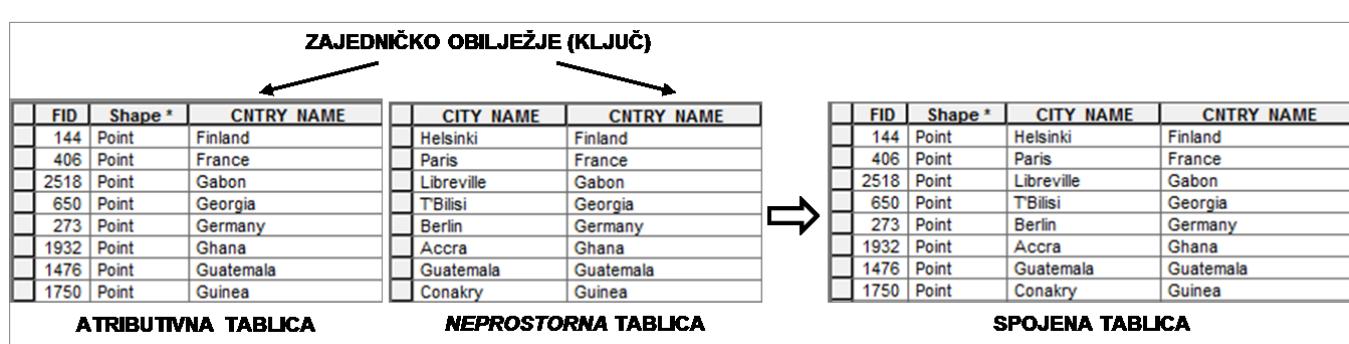
Način spajanja podataka (tablica) ovisi o **broju elemenata** u *neprostornoj* tablici koji odgovaraju jednom elementu (retku) u atributivnoj tablici. Mogući načini povezivanja tablica su **fizičko spajanje (join)** i **relacijsko združivanje (relate)**.

Kod **fizičkog spajanja (join)** jednom elementu (retku) u atributivnoj tablici odgovara samo jedan element (redak) u

neprostornoj tablici pa se radi o odnosu *jedan na jedan (ONE-TO-ONE)* (sl. 122.). Broj elemenata u atributivnoj tablici ne treba biti jednak broju elemenata u *neprostornoj* tablici, ali spojiti će se samo oni elementi koji imaju zajednički identifikator. Ovom metodom dvije tablice fizički se spajaju u jednu atributivnu tablicu. Tablice ostaju fizički spojene samo za vrijeme rada u GIS-u, dok su u računalu i dalje odvojeno pohranjene. Za trajno zadržavanje spojene atributivne tablice nužno je izvesti sloj kao novi *shapefile*.

Relacijsko združivanje elemenata (relate) koristi se kada jednom elementu (retku) u atributivnoj tablici odgovara više elemenata (redaka) u *neprostornoj* atributivnoj tablici (odnos *jedan prema više* ili *ONE-TO-MANY*). Dvije tablice ne spajaju se fizički u jednu tablicu, ali selekcijom elementa u atributivnoj tablici selektiraju se svi elementi s istim identifikatorom u *neprostornoj* tablici (sl. 123.).

Spajanje atributivne i *neprostorne* tablice metodom *Join* prikazano je u *Vježbi 10*.



Sl. 122. Spajanje atributivne i neprostorne tablice metodom *Join*



Sl. 123. Relacijsko združivanje atributivne i neprostorne tablice metodom *Relate*

VJEŽBA 10. Struktura zaposlenih prema sektorima djelatnosti u odabranoj regiji u Hrvatskoj

OPIS VJEŽBE

Podaci o zaposlenima prema sektorima djelatnosti za odabranu regiju preuzet će se s web stranice *Državnog zavoda za statistiku* i uredit će se u MS Excel tablici. Podaci iz te tablice pridružit će se odgovarajućim entitetima u atributivnoj tablici sloja s jedinicama lokalne samouprave. Struktura zaposlenih prema sektorima djelatnosti prikazat će se kartodijagramom sa stupcima.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

1. Pronalazak statističkih podataka na internetu
2. Priprema podataka u MS Excel tablici za spajanje s atributivnom tablicom
3. Spajanje atributivne i *neprostorne* tablice metodom *Join*
4. Izrada kartodijagrama sa stupcima (*Histogram*)

PRIPREMA MS EXCEL TABLICE ZA SPAJANJE S ATRIBUTIVNOM TABLICOM

Ispravno spajanje atributivne i *neprostorne* MS Excel tablice u QGIS *Desktopu* moguće je samo ako je MS Excel tablica oblikovana prema sljedećim načelima (sl. 124.):

1. Svaki redak u tablici predstavlja **jedan entitet** pa svi atributi koji se odnose na isti entitet trebaju biti u istom retku.
2. Prvi redak tablice prilikom spajanja postaje redak s nazivom obilježja u atributivnoj tablici. Stoga u MS Excel tablici u prvom retku treba definirati nazive stupaca. Nazivi smiju imati **najviše 10 znakova**, pri čemu su dopušteni samo brojke i slova te znakovi - i _.
3. Ne smije biti **praznih redaka** iznad i ispod retka s nazivima, kao ni između redaka s elementima.
4. Atributi trebaju biti uredno napisani po **stupcima (obilježjima)**.
5. U polja u kojima **nedostaje vrijednost** ne upisivati ništa ili staviti vrijednost koja korisnika upućuje na to da nema podataka za taj element.
6. U polja u kojima bi trebale biti brojke, a upisani su drugi znakovi, treba upisati brojke. Primjerice, u tablicama *Državnog zavoda za statistiku* nalazi se znak minus (-) u slučajevima kada nema pojave, a za ispravno prikazivanje treba ga zamijeniti nulom.
7. Svaki list (*sheet*) smije sadržavati samo **jednu tablicu**.

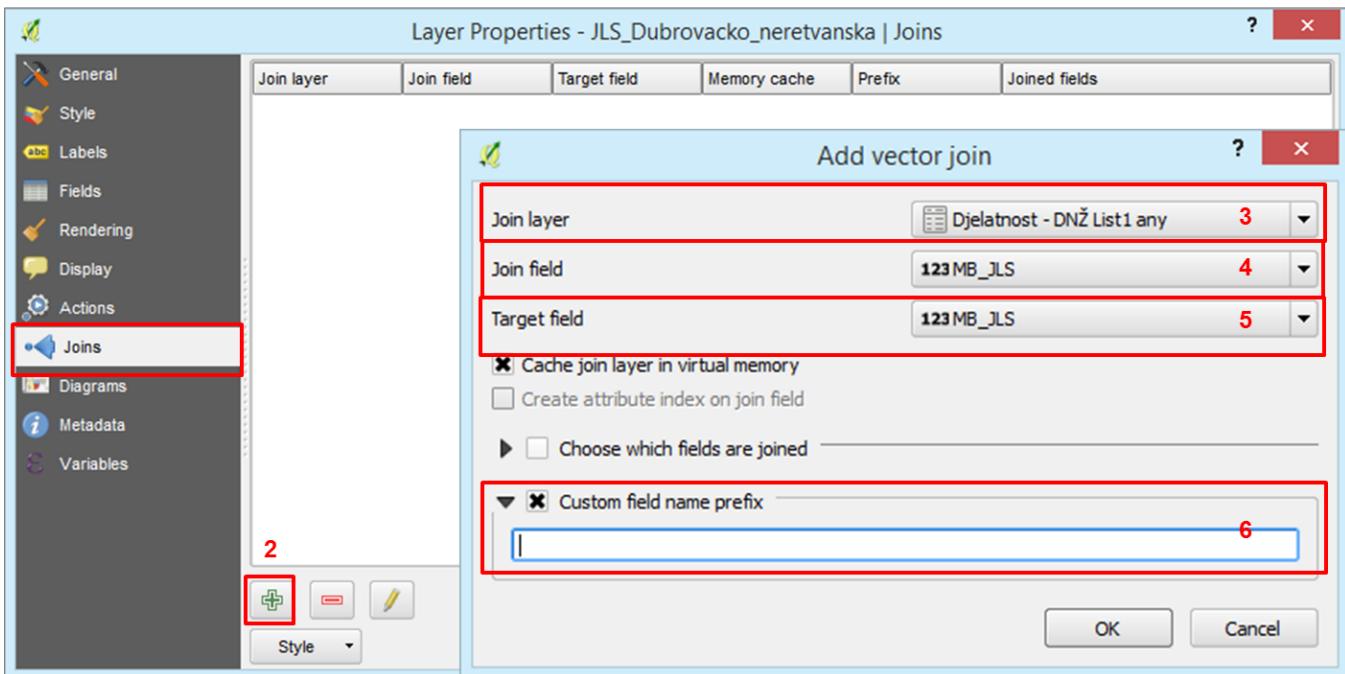
A	B	C	D	E	F
MB_JLS	NAZIV	ZAPOSL	PRIM	SEK	TERC
981	Dubrovnik	16554	83	1923	14548
2046	Korčula	2317	374	314	1629
2640	Metković	4647	213	944	3490
3069	Opuzen	1084	330	127	627
3352	Ploče	3099	79	486	2534
256	Blato	1671	375	603	693
5983	Dubrovačko primorje	720	17	145	558
5991	Janjina	224	98	25	101
1988	Konavle	3373	66	404	2903
2194	Kula Norinska	429	10	62	357
2267	Lastovo	256	26	35	195
6009	Lumbarda	513	114	67	332
2682	Mljet	338	11	40	287
3085	Orebić	1819	455	229	1135
3433	Pojezerje	247	52	44	151
3999	Slivno	582	237	54	291
4022	Smokvica	411	164	70	177
4197	Ston	762	148	132	482
6017	Trpanj	255	58	25	172

Sl. 124. Primjer MS Excel tablice uređene za spajanje s atributivnom tablicom

SPAJANJE ATRIBUTIVNE I NEPROSTORNE TABLICE METODOM JOIN

Kako bi se atributivna tablica uspješno spojila s MS Excel tablicom potrebno je (sl. 125.):

1. Dodati u QGIS *Desktop* željeni **vektorski sloj** i uređeni **list (sheet)** MS Excel tablice.
2. U postavkama sloja (*Layer Properties*) koji će se spojiti s MS Excel tablicom odabrati **Joins** i **dodati novu vezu (+)**.
3. **Odabratи tablicу u QGIS-u s kojom će se spojiti sloj (Join layer).** Postoje dva osnovna načina spajanja tablica:
 - a) Spajanje podataka iz atributivne tablice sloja i druge *neprostorne* tablice (npr. MS Excel, dbf).
 - b) Spajanje podataka iz atributivne tablice jednog sloja s atributivnom tablicom drugog sloja.
4. Odabratи **stupac u drugoj tablici** na temelju kojeg će se izvršiti spajanje (zajedničko obilježje ili *key*) (**Join field**).
5. Odabratи **stupac atributivne tablice** na temelju kojeg će se izvršiti spajanje (zajedničko obilježje ili *key*) (**Target field**).
6. **Upisati (ili izbrisati) prefiks** koji se pojavljuje ispred naziva svakog stupca u spojenoj tablici (**Custom field name prefix**).
7. Sloj sa spojenom tablicom potrebno je **izvesti kao novi shapefile** (zatvaranjem programa veza atributivne i MS Excel tablice nepovratno se raskida) (sl. 126.).



Sl. 125. Podešavanje postavki za spajanje atributivne i MS Excel tablice metodom Join

The screenshot shows the 'Attribute table - JLS_Dubrovacko_neretvanska :: Features total: 22, filtered: 22, selected: 0' dialog. The top bar of the dialog is highlighted with a red border. The table itself contains the following data:

	P2001	P2011	IND11_61	IND11_91	NAZIV	ZAPOS	PRIM	SEK
0	00	0.000000	0.000000	0.000000	Blato	1671	375	603
1	00	0.000000	0.000000	0.000000	Dubrovnik	16554	83	1923
2	00	0.000000	0.000000	0.000000	Konavle	3373	66	404
3	00	0.000000	0.000000	0.000000	Korčula	2317	374	314
4	00	0.000000	0.000000	0.000000	Kula Norinska	429	10	62
5	00	0.000000	0.000000	0.000000	Lastovo	256	26	35

Sl. 126. Objedinjena atributivna i MS Excel tablica

KARTODIJAGRAM SA STUPCIMA (HISTOGRAM)

Kartodijagram sa stupcima je metoda koja se koristi za prikazivanje apsolutnih vrijednosti obilježja jednostavnim uspravnim stupcima, pri čemu je visina stupca proporcionalna vrijednosti obilježja koje se prikazuje. Entiteti se mogu istovremeno prikazivati s jednim ili više stupaca, pri čemu svaki stupac predstavlja jedno obilježje iz atributivne tablice (npr. BDP).

Naziv metode *Histogram* na engleskom jeziku ne odgovara dostupnoj metodi u QGIS-u. Naime, metoda grafičkog

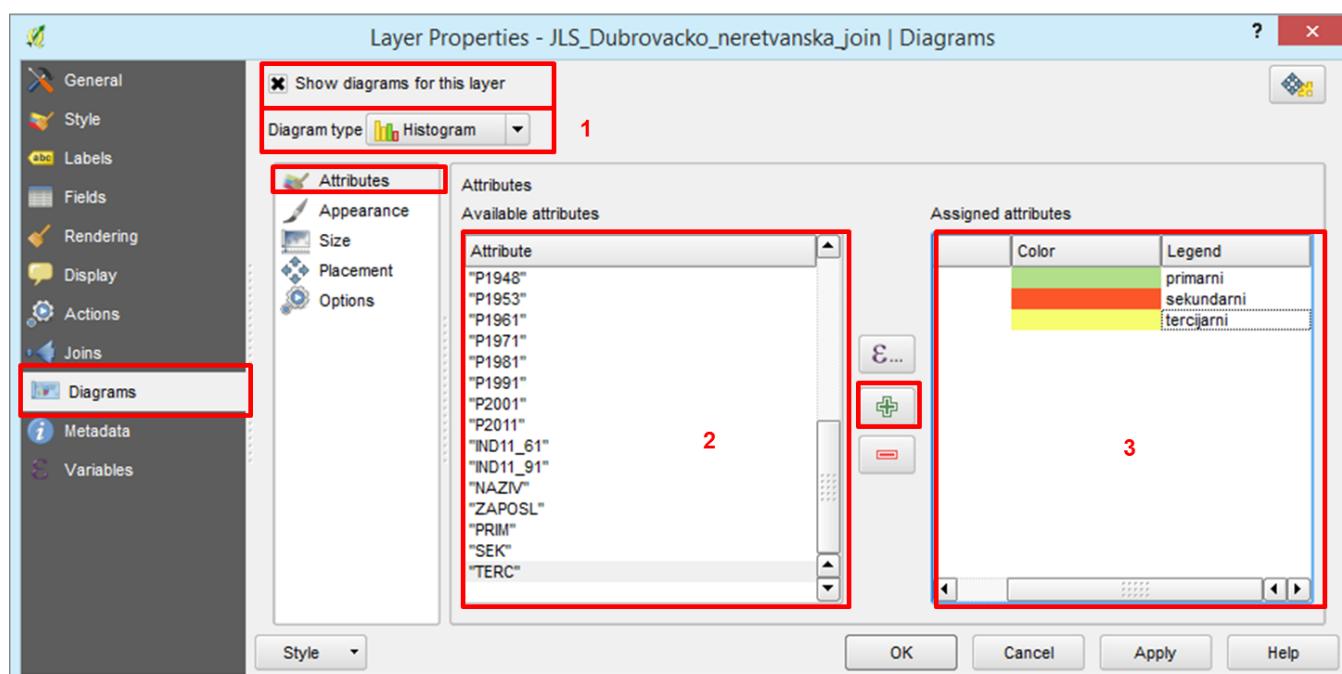
prikazivanja *histogram* predstavlja dijagram kod kojeg su vrijednosti obilježja prikazane pravokutnicima po razredima, pri čemu visina pravokutnika predstavlja ukupnu vrijednost razreda, a širina pravokutnika veličinu razreda (raspon vrijednosti). Budući da se kod metode dostupne u QGIS-u obilježja prikazuju isključivo prema pojedinačnoj vrijednosti, a ne po razredima, te da je širina baze stupca uvijek ista, ispravno je za metodu koristiti naziv *(karto)dijagram sa stupcima*.

Za ispravno prikazivanje obilježja **kartodijagramom sa stupcima** potrebno je provesti sljedeće korake:

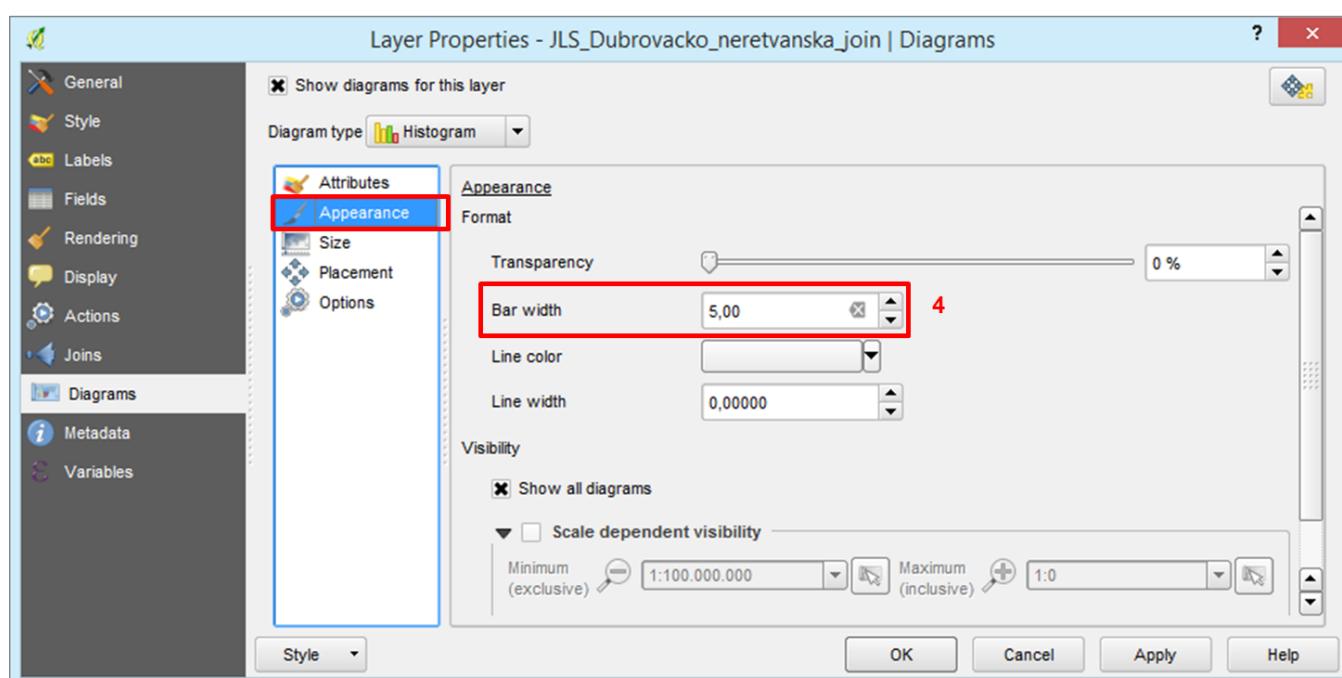
1. U *Layer Properties* u izborniku *Diagrams* odabratи metodu **Histogram** (sl. 127.).
2. U podizborniku *Available Attributes* odabratи **obilježja iz atributivne tablice za prikaz**. Svako obilježje prikazano je jednim stupcem.
3. U podizborniku *Assigned Attributes* poredati obilježja prema željenom redu i podesiti **boje budućih stupaca**.
4. U izborniku *Appearance* podesiti **širinu stupca (Bar width)**. U istom je izborniku po želji moguće podesiti

prozirnost i pojavljivanje stupaca samo u točno određenom rasponu mjerila (sl. 128.).

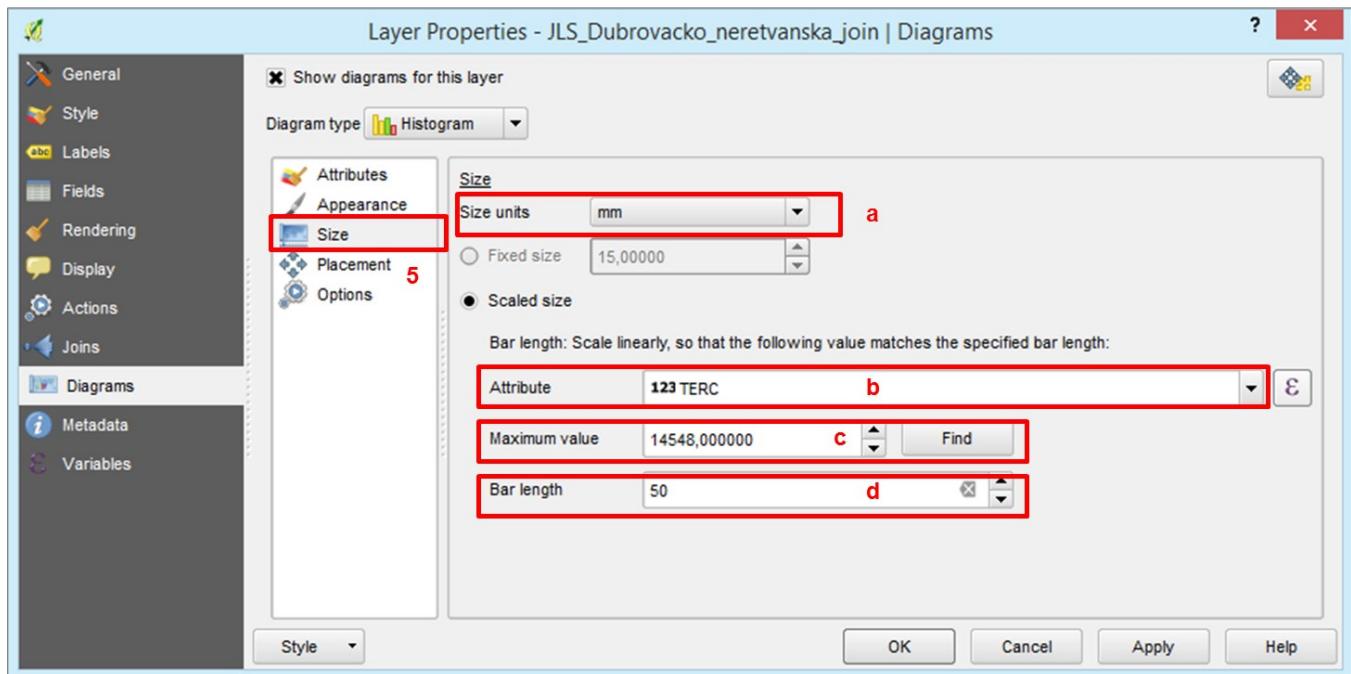
5. U izborniku *Size* podesiti sljedeće postavke (sl. 129.):
 - a) **Mjernu jedinicu** za prikaz visine stupca (*Size units*)
 - b) **Obilježje** kojim se ponderira visina stupca (*Attribute*)
 - c) **Najveću vrijednost obilježja** (*Maximum value*)
 - d) **Visinu najvišeg stupca** (*Bar length*).
6. U izborniku *Options* podesiti **smjer prikazivanja dijagraama** (sl. 130.).



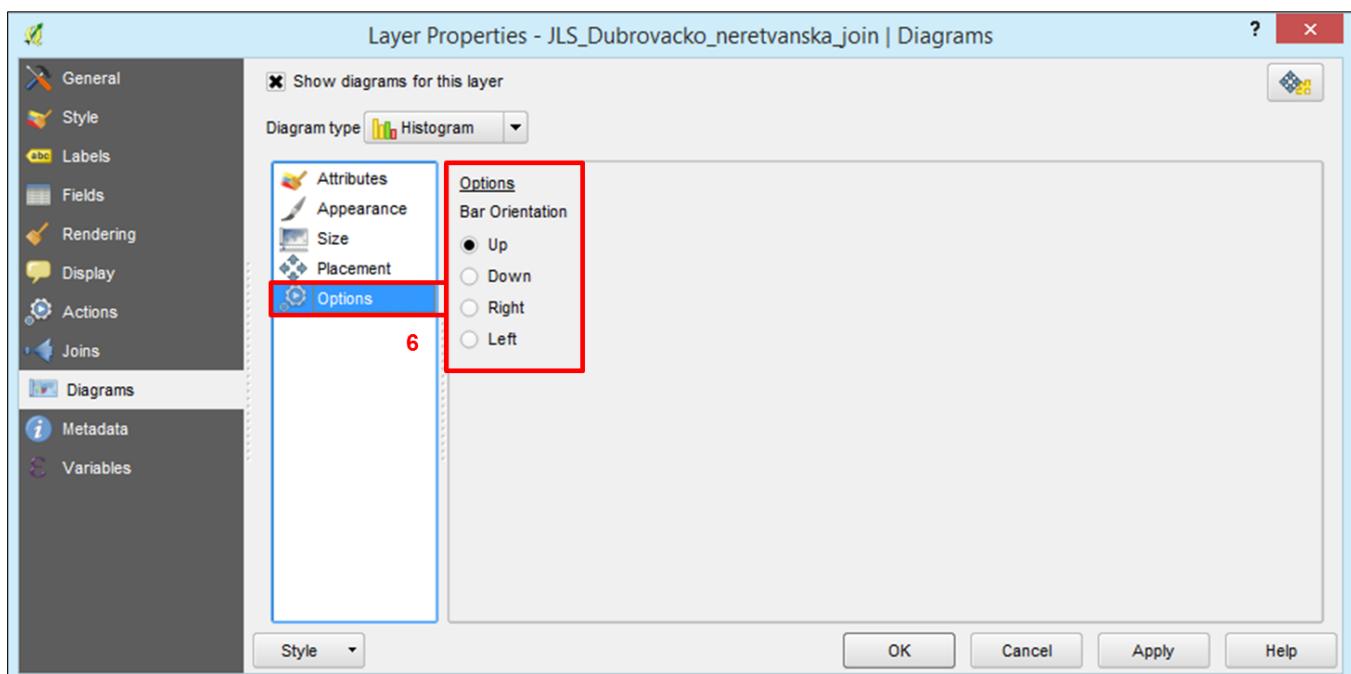
Sl. 127. Odabir obilježja za prikaz u kartodijagramu sa stupcima



Sl. 128. Podešavanje širine stupca u kartodijagramu



Sl. 129. Podešavanje pondera i visine stupca u kartodijagramu



Sl. 130. Smjer prikazivanja stupaca u kartodijagramu

ZADATAK

Prvi dio: Priprema podataka u QGIS-u

1. U sloju JLS selektirajte **jedinice lokalne samouprave u županiji po želji** i izvezite selekciju kao novi sloj.
2. Ključ za spajanje atributivne tablice s *neprostornom* tablicom je stupac **MB_JLS**.

Drugi dio: Priprema podataka u Microsoft Excel tablici

3. Otvorite novi MS Excel dokument i u njega **kopirajte identifikatore MB_JLS** (na temelju njih će se spojiti atributivna tablica i podaci u MS Excelu).
4. Sa stranice **Državnog zavoda za statistiku (Popis 2011.)** preuzmite podatke **Zaposleni prema područjima djelatnosti, starosti i spolu, po gradovima i općinama** u MS Excel formatu.
5. Iz navedene tablice izdvojite **podatke o ukupnom broju zaposlenih prema sektorima** za vaše jedinice lokalne samouprave (podaci po dobi i spolu nisu potrebni i mogu se izbrisati).
6. **Uredite Excel tablicu** za spajanje s atributivnom tablicom:
 - a) U recima se trebaju nalaziti jedinice lokalne samouprave, a u stupcima podaci o broju zaposlenih u primarnom, sekundarnom i tercijarnom sektoru.
 - b) Uz naziv jedinica lokalne samouprave MS Excel tablica treba sadržavati **sljedeće stupce s odgovarajućim podacima** (pojedinačne kategorije treba zbrojiti):
 - PRIM** – primarni sektor (obuhvaća područje djelatnosti A).
 - SEK** – sekundarni sektor (obuhvaća područje djelatnosti B – F).
 - TERC** – tercijarni sektor (obuhvaća područje djelatnosti G – U).
 - c) Ne smije biti praznog prostora iznad naziva stupaca te između naziva i podataka.
 - d) Svi nazivi stupaca trebaju biti u **istom (jednom) retku** i imati najviše 10 znakova (dopušteni su slova, brojke, _ i -).

- e) Za spajanje su potrebni samo podaci o **ukupnom stanovništvu (sv.)**, a ne zasebno o muškom ili ženskom (ukloniti retke koji prikazuju podatke po spolu).
- f) Numerički podaci trebaju biti formatirani **bez separatora**.
- g) U poljima u kojima nema vrijednosti **znak minus (-)** zamijenite **nulom (0)**.

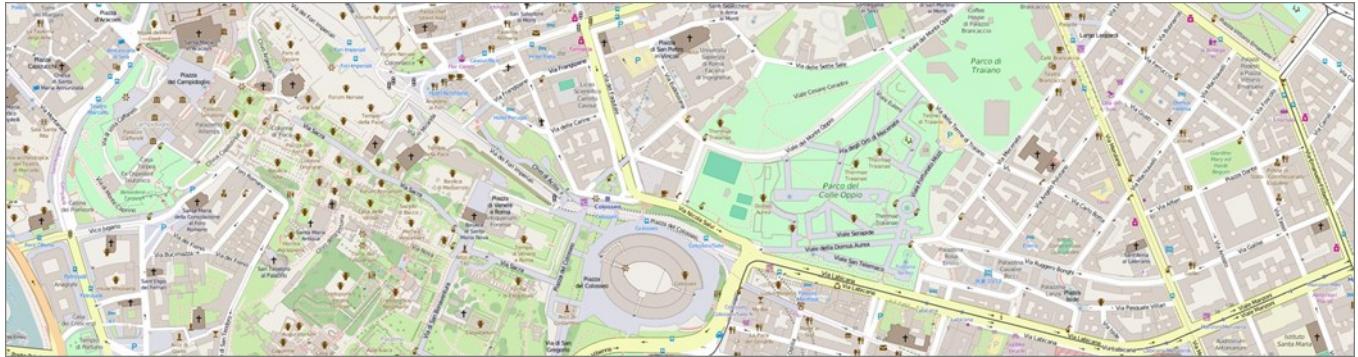
7. Uređene podatke kopirajte u MS Excel tablicu s unesenim **identifikatorima** jer će se ta tablica spojiti s atributivnom tablicom. Svakoj jedinici lokalne samouprave treba biti pridružen odgovarajući **identifikator (matični broj JLS)**
8. Spremite završnu MS Excel tablicu i zatvorite je.

Treći dio: Spajanje atributivne i MS Excel tablice

9. Spojite atributivnu tablicu **sloja s jedinicama lokalne samouprave u vašoj županiji s uređenom MS Excel tablicom:**
 - a) U izborniku *Layer Properties – Joins* odabratи znak **plus (Add join)**
 - b) *Join layer*: uređena MS Excel tablica
 - c) *Join field*: MB_JLS
 - d) *Target field*: MB_JLS
 - e) *Custom field name prefix*: izbrisati prefiks u potpunosti
10. Sloj kojem ste dodali tablicu izvezite kao **novi shapefile**.
11. Dodajte novi *shapefile* na kartu, a izvorne tablice i slojeve s naseljima uklonite.

Četvrti dio: Prikaz strukture zaposlenih prema sektorima djelatnosti

12. Prikazite sastav zaposlenih prema sektorima djelatnosti **kartodijagramom sa stupcima:**
 - a) Podesite **obilježja, boju stupaca i pozadine**.
 - b) Podesite **širinu stupaca**.
 - c) Podesite **obilježje i vrijednost za ponderiranje stupaca te maksimalnu visinu**.
 - d) Dodajte i uredite ostale elemente karte.



DIGITALIZACIJA PODATAKA

- 4.1. Digitalizacija točkastih entiteta
- 4.2. Digitalizacija linijskih entiteta
- 4.3. Digitalizacija površinskih entiteta
- 4.4. Georeferenciranje

Vježba 11. Lokaliteti u Hrvatskoj upisani na UNESCO-ov Popis svjetske baštine

Vježba 12. Linije javnog prijevoza u okolini Ivanca/Labina

Vježba 13. Nacionalni parkovi u Hrvatskoj

Vježba 14. Geografski elementi odabranog otoka

Vježba 15. Prostorno širenje Ivanca/Labina (I. dio)



Digitalizacija (vektorizacija) (engl. *digitizing* i *vectorizing*) je postupak pretvaranja geografskih podataka s analognih ili skeniranih karata u vektorske podatke unosom objekata u odgovarajući sloj u GIS-u. Tijekom digitalizacije entiteti s karte pohranjuju se u GIS-u u obliku točaka, linija ili poligona na temelju svojih koordinata. Kod linijskih i poligonskih entiteta registriraju se koordinate verteksa (*vertices*), točaka

pomoću kojih se definira oblik linije ili poligona (npr. vrh), dok se linijski segmenti generiraju automatski. Dakle, novi geometrijski podaci u GIS-u digitaliziraju se u vektorskem sloju na temelju podloge, a njihovo smještanje u prostor omogućavaju pravokutne ili geografske koordinate na temelju kojih su pohranjeni.

4.1. DIGITALIZACIJA TOČKASTIH ENTITETA

Točkasti entiteti koriste se u digitalizaciji objekata na Zemljinoj površini koje nije moguće prikazati u mjerilu karte. Označavaju poziciju objekta koji prikazuju, a u GIS se unose na temelju geografskih ili pravokutnih koordinata.

Digitalizacija točkastih entiteta prikazana je u *Vježbi 11* na primjeru lokaliteta materijalne baštine upisanih na UNESCO-ovu Listu svjetske baštine.

VJEŽBA 11. Lokaliteti u Hrvatskoj upisani na UNESCO-ov Popis svjetske baštine

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se kreirati novi točkasti *shapefile* s pripadajućim postavkama te će se u njemu kreirati (digitalizirati) geometrijski podaci i pripadajući atributivni podaci za lokalite u Hrvatskoj upisane na UNESCO-ov Popis svjetske baštine. Entitetima će se pridružiti poveznice (linkovi) za relevantne web stranice, a na kartu će se dodati odgovarajući grafički prilozi.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

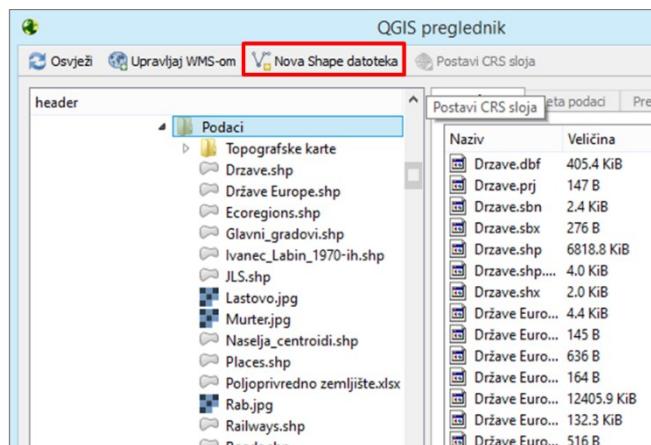
1. Kreiranje novih *shapefileova*
2. Dodavanje i uređivanje geometrijskih podataka (točke) (digitalizacija)
3. Dodavanje poveznica (Hyperlinks)
4. Dodavanje grafičkih priloga na kartu

KREIRANJE NOVIH SHAPEFILEOVA

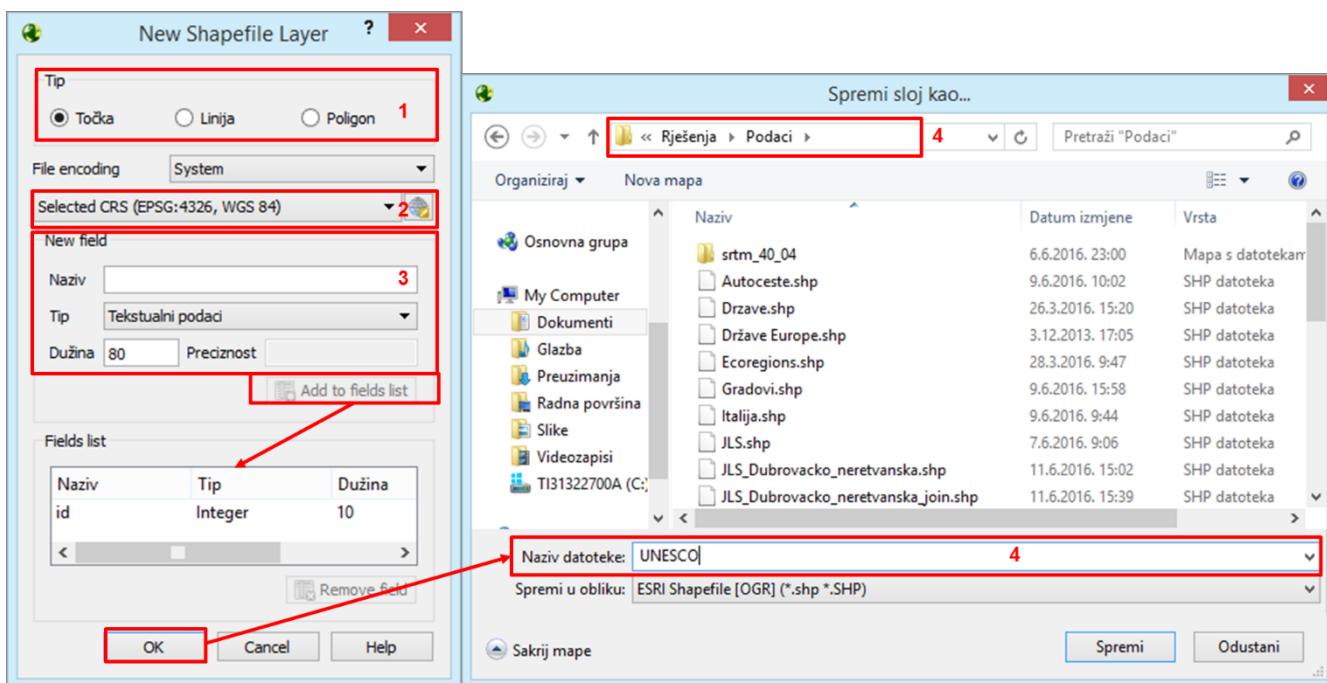
Novi *shapefile* izrađuje se u **QGIS Browseru**, gdje u gornjem dijelu prozora treba odabrati **New Shapefile** (sl. 131.). Odabirom te opcije otvara se novi prozor u kojem je potrebno podesiti parametre novog *shapefilea* (sl. 132.):

1. **Tip podataka (obvezno)** – odabrati izrađuje li se točkasti (*point*), linijski (*polyline*) ili poligonski *shapefile*. O tipu *shapefilea* ovisi vrsta podataka koji će se u njega unositi.

2. **Koordinatni sustav i projekciju (obvezno)** – potrebno odabrati koordinatni sustav na temelju kojeg će se unositi podaci u novi *shapefile* (izabratи u opciji *Edit*). Preporuča se odabrati isti koordinatni sustav koji ima kartografska podloga na temelju koje se digitaliziraju novi podaci.
3. **Nove stupce (opcionalno)** – moguće je odmah definirati stupce (obilježja) u koje će se upisivati atributivni podaci. Za svaki novi stupac potrebno je upisati naziv i odabrati format podataka.
4. Odabirom opcije **OK** otvara se novi prozor u kojem je potrebno definirati naziv i lokaciju budućeg *shapefilea* na disku.



Sl. 131. Stvaranje novog *shapefilea* u QGIS Browseru



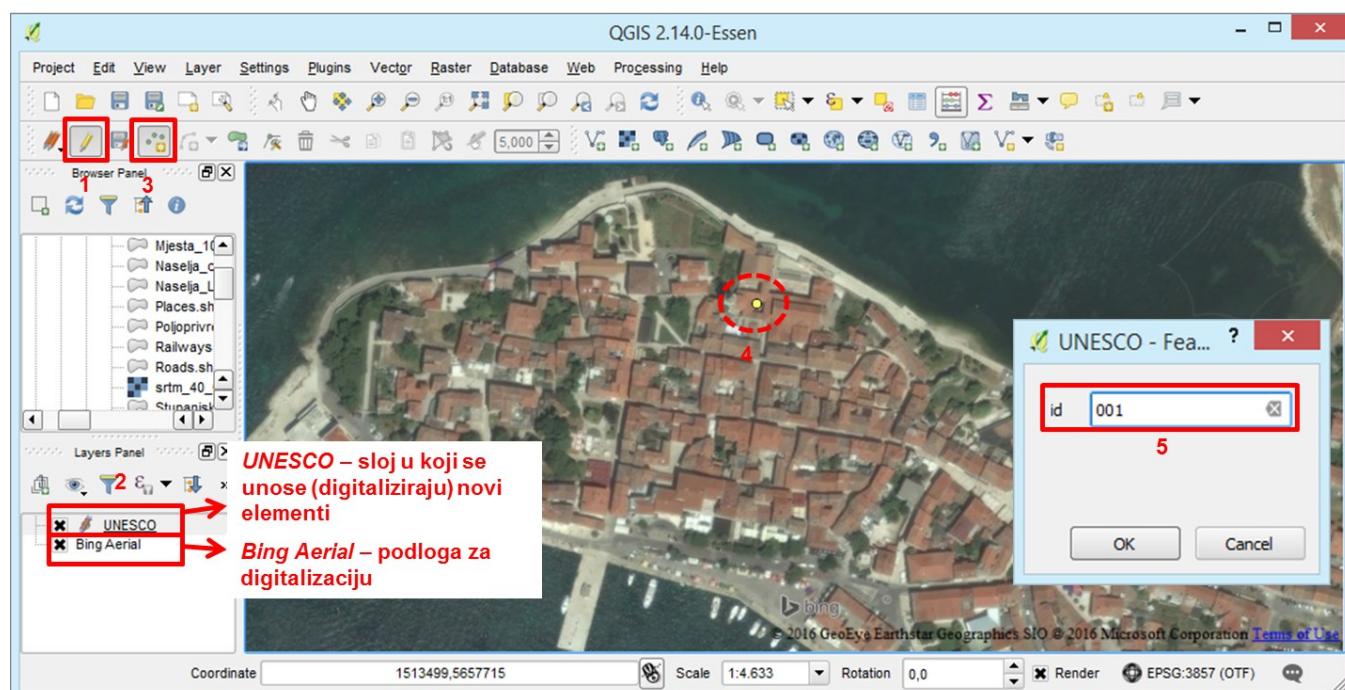
Sl. 132. Podešavanje postavki novog shapefilea

DIGITALIZACIJA TOČKASTIH ENTITETA

Digitalizacija točkastih entiteta u točkastom *shapefileu* provodi se na sljedeći način (sl. 133.):

1. Uključiti *Toggle Editing*
2. U *Layers Panelu* obilježiti sloj u kojem se digitalizira (kliknuti na sloj lijevom tipkom miša; sloj je aktivan ako je podcrtan).
3. U *Digitizing Toolbaru* odabratи *Add Feature*.

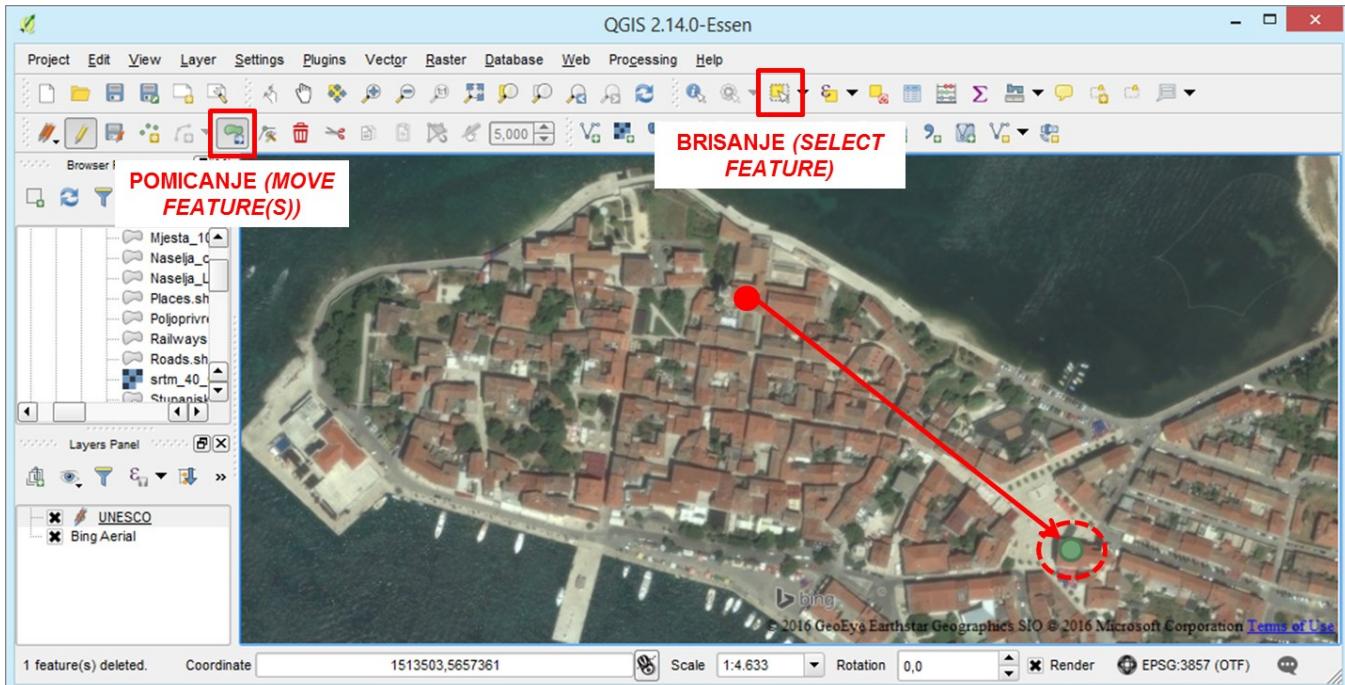
4. Kliknuti lijevom tipkom miša na mjesto željenog objekta na karti. Na taj način unose se geometrijski podaci.
5. U novom prozoru (atributivnoj tablici) upisati tražene atributve. Na taj način unose se atributivni podaci za svaki entitet. Atributivni podaci mogu se unijeti i naknadno, nakon što se digitaliziraju svi objekti.
6. Postupak ponoviti za svaki novi entitet (zumirati ako je potrebno).
7. Na kraju spremiti izmjene i završiti uređivanje.



Sl. 133. Digitalizacija točkastih entiteta

Ako je neki od entiteta unesen na pogrešno mjesto, moguće ga je **pomaknuti** pomoću alata **Move Feature(s)** u *Digitizing Toolbaru*. Nakon što se uključi alat *Move Feature(s)*, klikne se

mišem na objekt i pomakne ga se na željeno mjesto. Za **brisanje** točkastih entiteta potrebno je obilježiti entitet pomoću *Select Feature* i obrisati ga odabirom tipke *Delete* na tipkovnici (sl. 134.).



Sl. 134. Pomicanje i brisanje točkastih entiteta

DODAVANJE POVEZNICA S WEB STRANICAMA (HYPERLINKS)

Dodavanjem poveznica s web stranicama omogućava se interakcija karte s drugim sadržajima i stvara se interaktivna karta. Kako bi se web stranice mogle prikazati, entitetima je potrebno pridružiti linkove za web stranice i u postavkama sloja podesiti akciju za prikazivanje tih linkova. Pohranu linkova i postavljanje akcije za prikazivanje izvršava se na sljedeći način:

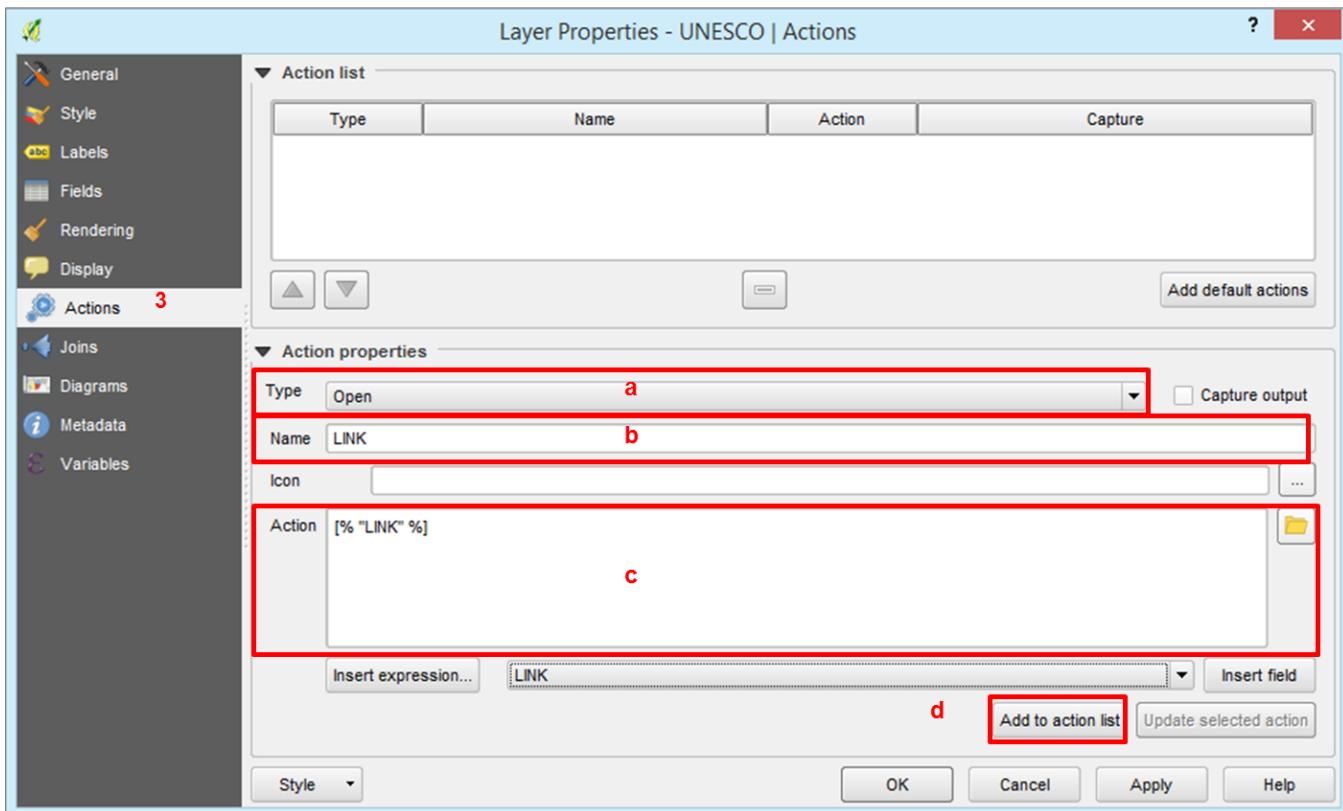
1. U atributivnoj tablici dodati **novi stupac** za pohranu linkova pod nazivom **LINK**. Taj stupac treba biti formatiran kao **tekstualni (Text)** sa što većom prihvatljivom **duljinom (Length)**.
2. Za svaki entitet pronaći odgovarajuću **web stranicu** i zaliđepiti njezin puni link u stupac **LINK** (sl. 135.).
3. U postavkama sloja (*Layer Properties*) u izborniku **Action** podesiti sljedeće postavke (sl. 136.):
 - a) U izborniku *Type* odabrati opciju **Open**.
 - b) Uz *Name* upisati naziv akcije **LINK**.
 - c) Uz opciju *Action* upisati izraz **[%"LINK"%]**. Unutar uglate zagrade i navodnih znakova nalazi se naziv stupca u atributivnoj tablici za koji se provodi akcija. U slučaju drugačijeg naziva stupca, unutar navodnih znakova treba staviti točan naziv stupca.
 - d) Odabrati opciju **Add action to list**. Navedena akcija tada se pojavljuje u gornjem dijelu prozora u *Action list*.

	id	NAZIV	LINK
0	1	Eufrazijeva bazili...	http://whc.unesco.org/en/list/809
1	2	Plitvička jezera	http://whc.unesco.org/en/list/98
2	3	Katedrala sv. Ja...	http://whc.unesco.org/en/list/963
3	4	Dioklecijanova p...	http://whc.unesco.org/en/list/97
4	5	Starogradsko polje	http://whc.unesco.org/en/list/1240
5	6	Stari grad Dubro...	http://whc.unesco.org/en/list/95

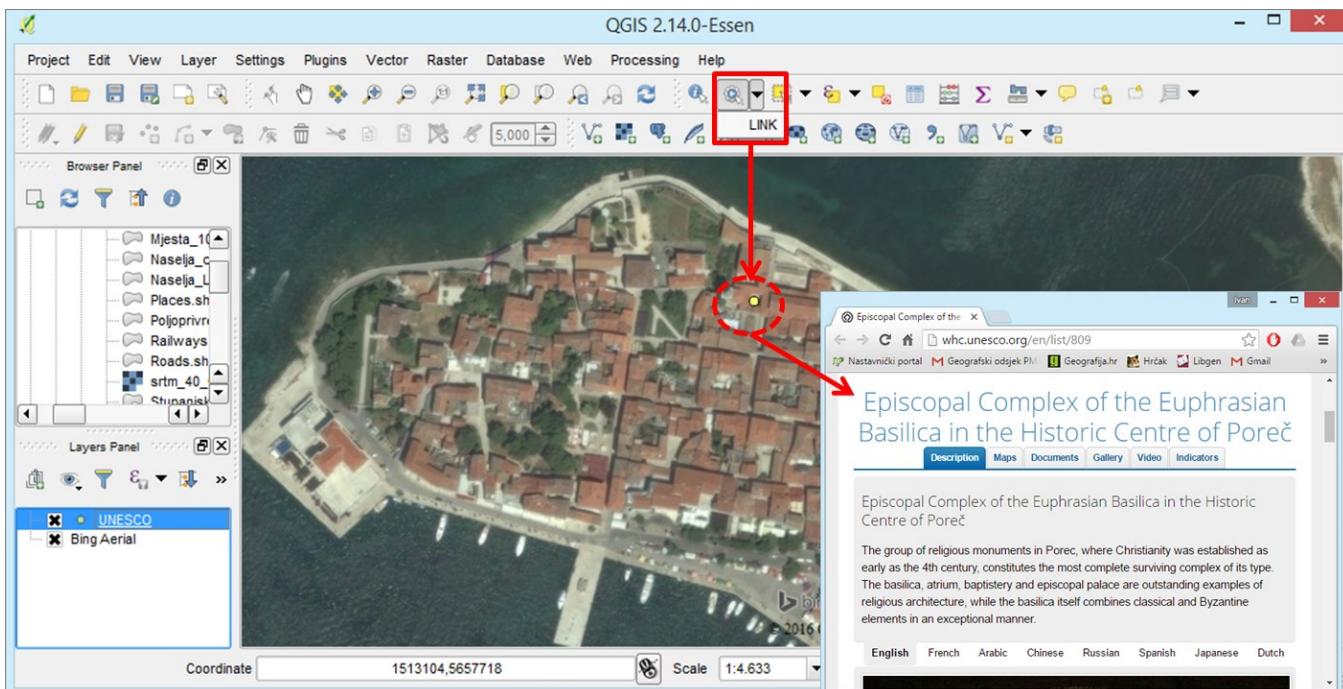
Sl. 135. Linkovi pohranjeni u atributivnoj tablici

Za svaki sloj moguće je podesiti više akcija. Za **prikazivanje linkova** vezanih uz entitete potrebno je (sl. 137.):

1. U *Attributes Toolbaru* odabrati naredbu **Run Feature Action** (uz ikonu u padajućem izborniku treba odabrati akciju koja se izvršava).
2. S uključenom opcijom *Run Feature Action* kliknuti na željeni entitet u prikazu. Klikom na entitet u web pregledniku otvara se odgovarajuća web stranica.



Sl. 136. Podešavanje postavki akcije za prikazivanje pohranjenih web stranica



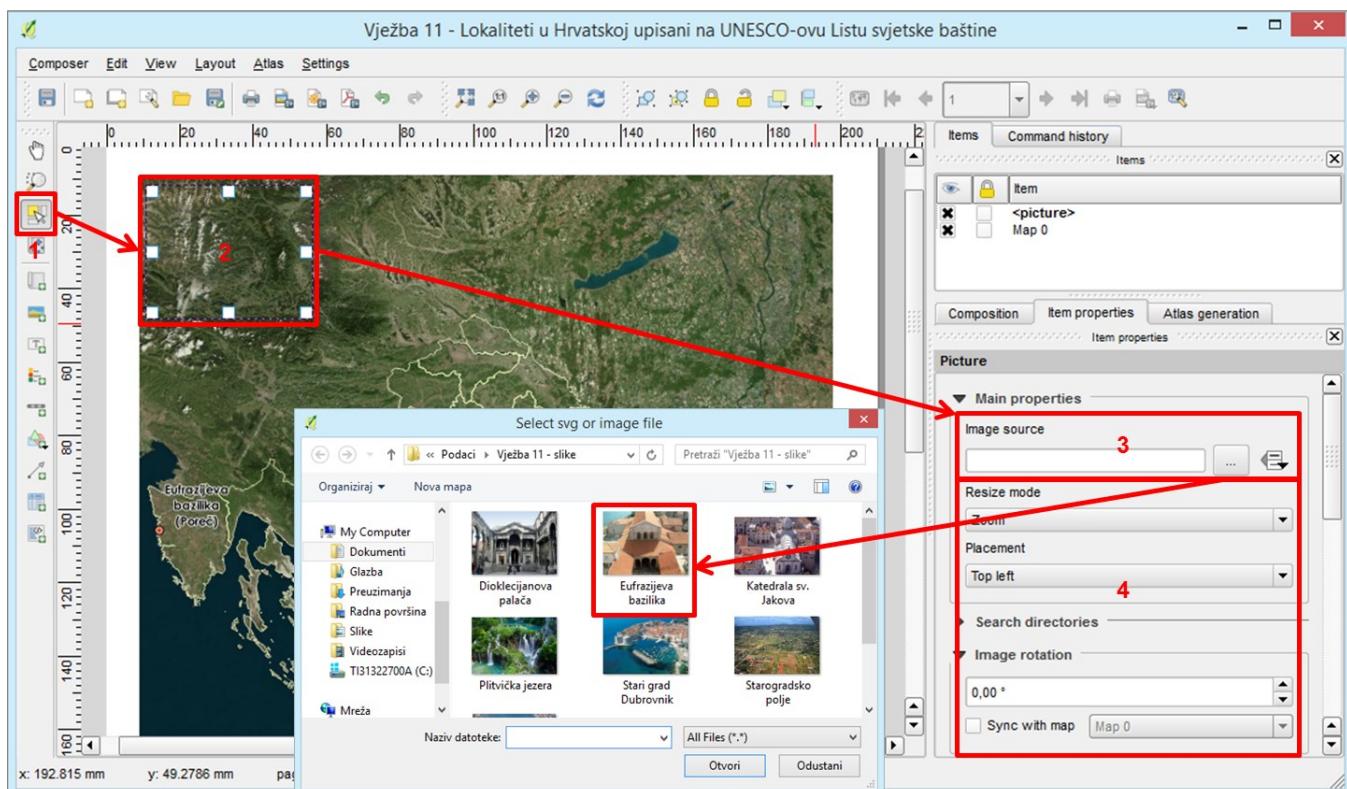
Sl. 137. Otvaranje web stranica u pregledniku na temelju linkova pohranjenih u atributivnoj tablici

DODAVANJE GRAFIČKIH PRILOGA NA KARTU

Uz naslov, legendu i mjerilo na kartu u *Print Composeru* je moguće dodati i grafičke priloge. Grafički prilozi dodaju se na sljedeći način (sl. 138.):

1. U izborniku *Toolbox* odabratи opcije *Add Image*.
2. Na karti **obilježiti područje** na koje će doći grafički prilog.

3. U postavkama slike (*Picture*) u izborniku *Image source* odabratи sliku koja će se dodati na kartu. Moguće je dodati samo slike pohranjene na računalu.
4. U izborniku *Picture* moguće je podesiti ostale postavke grafičkog priloga.



Sl. 138. Dodavanje slika na kartu

ZADATAK

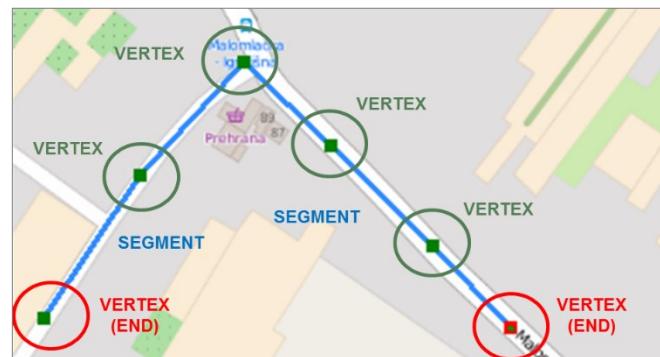
1. U vašoj mapi kreirajte **novi točkasti shapefile UNESCO** s projekcijskim koordinatnim sustavom **WGS 1984 Pseudo Mercator**. U atributivnu tablicu dodajte nove stupce **NAZIV** i **LINK**. Novi stupci trebaju biti formatirani kao tekstualni s duljinom od 100 znakova.
2. U QGIS Desktop dodajte jednu od pogodnih podloga iz izbornika *Open Layers Plugin*. *On the fly* projekcija treba biti **WGS 1984 Pseudo Mercator**. Ta se podloga koristi za digitalizaciju UNESCO-ovih lokaliteta u Hrvatskoj.
3. Otvorite novostvoreni sloj **UNESCO** u *QGIS Desktop* i započnite njegovo uređivanje (uključiti *Toggle Editing* i odabratи *Add Feature*).
4. U sloju **UNESCO** digitalizirajte (točkama) svih sedam **lokaliteta materijalne baštine** upisanih na UNESCO-ov Popis svjetske baštine. Prilikom digitalizacije za svaki lokalitet upišite **identifikator (ID)** i **naziv**.

5. Po završetku digitalizacije dodajte **po jedan link** za svaki lokalitet svjetske baštine u Hrvatskoj.
6. Spremite izmjene i isključite *Toggle Editing*.
7. Pronadite na internetu **po jednu sliku** za svaki lokalitet svjetske baštine u Hrvatskoj i spremite ih u vašu mapu.
8. Izradite **tematsku kartu** svjetske baštine u Hrvatskoj upisane na UNESCO-ov Popis svjetske baštine.
 - a) U podlogu karte dodajte slojeve po želji.
 - b) Uključite i oblikujte **nazine** lokalitet svjetske baštine u Hrvatskoj.
 - c) Na kartu dodajte **po jednu sliku** za svaki lokalitet svjetske baštine.
 - d) Dodajte i uredite ostale elemente karte.
 - e) Spremite dokument i izvezite kartu.

4.2. DIGITALIZACIJA LINIJSKIH ENTITETA

Digitalizacija linijskih entiteta provodi se prema istom principu kao digitalizacija točkastih entiteta. Tijekom digitalizacije postavljaju se verteksi duž linije (točke na kojima linija mijenja smjer), a unosom susjednih verteksa automatski se generira linijski segment između njih (sl. 139.).

Postupak digitalizacije linijskih entiteta prikazan je na primjeru linija javnog prijevoza u regiji po izboru u *Vježbi 12.*



Sl. 139. Dijelovi linije u QGIS-u

VJEŽBA 12. Linije javnog prijevoza u okolini Ivanca/Labina

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se definirati veza putem WMS servera s *Geoportalom* Državne geodetske uprave te će se na temelju digitalnog ortofota (DOF) digitalizirati linije javnog prijevoza u odabranom Ivancu ili Labinu i njihovoj okolini ili u bilo kojem drugom gradu s okolicom po izboru.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

1. Stvaranje veze s Geoportalom putem WMS servera
2. Digitalizacija linijskih entiteta
3. *Snapping*

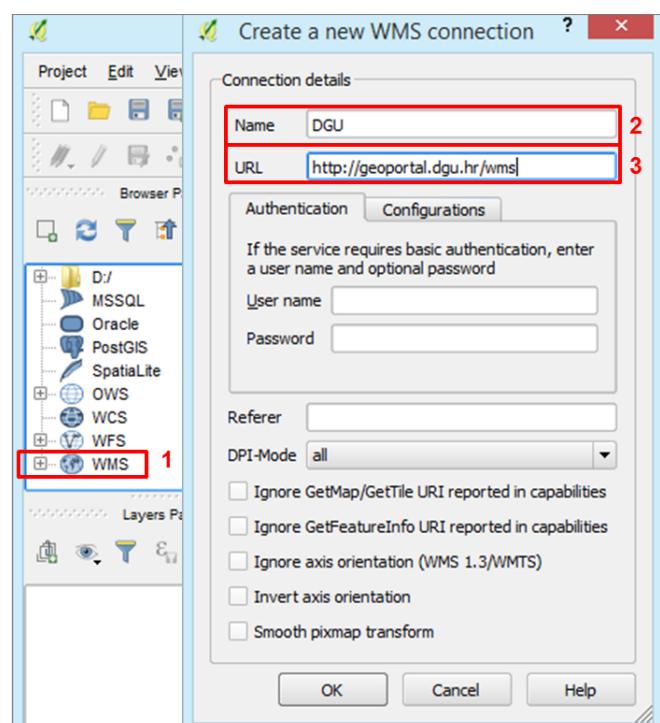
STVARANJE VEZE S GEOPORTALOM PUTEM WMS SERVERA

Geoportal je web preglednik Državne geodetske uprave koji sadrži GIS rasterske i vektorske podatke za cijelu Hrvatsku (<http://geoportal.dgu.hr/viewer/>). Za razliku od vektorskog podataka, rasterske podloge su, osim u pregledniku, dostupne i za rad u QGIS-u putem **Web Map Service (WMS)** servera. **Web Map Service (WMS)** je standardni protokol za pristup georeferenciranim kartama i drugim snimcima putem interneta, prilikom kojeg se GIS softver spaja na server poslužitelja i preuzima (prikazuje) dostupnu kartu. Karte se mogu koristiti za prikaz, digitalizaciju ili analize u GIS-u, ali su im promjene postavki ograničene. Kartografske podloge dostupne putem *Geoportala* su georeferencirane u projekcijskom koordinatnom sustavu HTRS96/TM i pokrivaju područje cijele Hrvatske. Valja imati na umu da nisu svi dijelovi karata izrađeni u isto vrijeme, pri čemu je uz svaki list naznačeno kada je izrađen.

Spajanje QGIS-a na *Geoportal* putem WMS servera izvršava se na sljedeći način (sl. 140.):

1. U *Browser Panelu* kliknuti desnom tipkom miša na **WMS** i odabratи **New Connection**.
2. U novom prozoru pod *Connection Details* uz **Name** upisati **naziv veze**.
3. U prozoru **URL** upisati link za spajanje na server (<http://geoportal.dgu.hr/wms>).
4. Odabratи **OK**.

Karte se učitavaju iz mape (poveznice) koji je spojen prethodnim postupkom. Nakon dodavanja je moguće po potrebi promijeniti koordinatni sustav.



Sl. 140. Stvaranje veze putem WMS servera

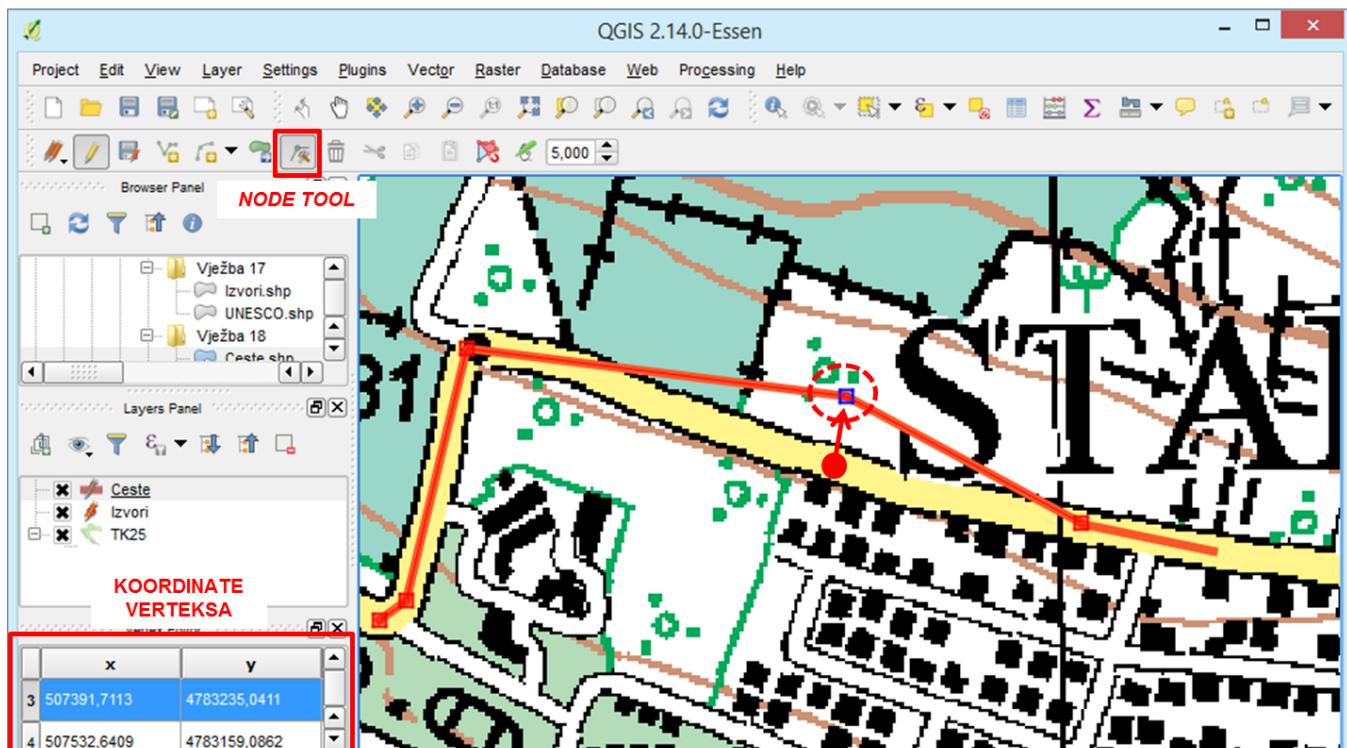
DIGITALIZACIJA LINIJSKIH ENTITETA

Linije se digitaliziraju na sljedeći način (sl. 139.):

1. Uključiti *Toggle Editing* i u *Digitizing Toolbar* odabratи **Add Feature**.
2. Postavljati vertekse duž linije lijevom tipkom miša.
3. Za završetak linije nakon postavljanja zadnjeg verteksa kliknutи **desnom tipkom miša**.

Kao i kod točkastih entiteta, linije se brišu na način da ih se odabere pomoću *Select Features* i obriše pomoću tipke **Delete** na tipkovnici.

Liniju je moguće modificirati i nakon dovršetka pomoću opcije **Node Tool** u *Digitizing Toolbar*. Za **pomicanje verteksa** potrebno je kliknuti mišem na verteks i pomaknuti ga na željeno mjesto (sl. 141.). Za **brisanje verteksa** klikne se mišem na verteks i ukloni ga se pomoću tipke **Delete** na tipkovnici.



Sl. 141. Modifikacija linije pomoću alata Node Tool

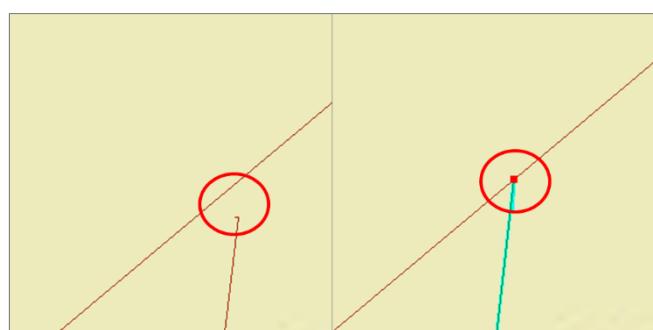
SNAPPING

Snapping je alat (sredstvo) pomoću kojeg se **točka** ili **verteks** linije ili poligona postavlja na **verteks (vertex)** ili **linijski segment (segment)** linije ili poligona u istom ili drugom sloju. Koristi se radi izbjegavanja razmaka između entiteta koji bi se trebali doticati ili spajati (sl. 142.).

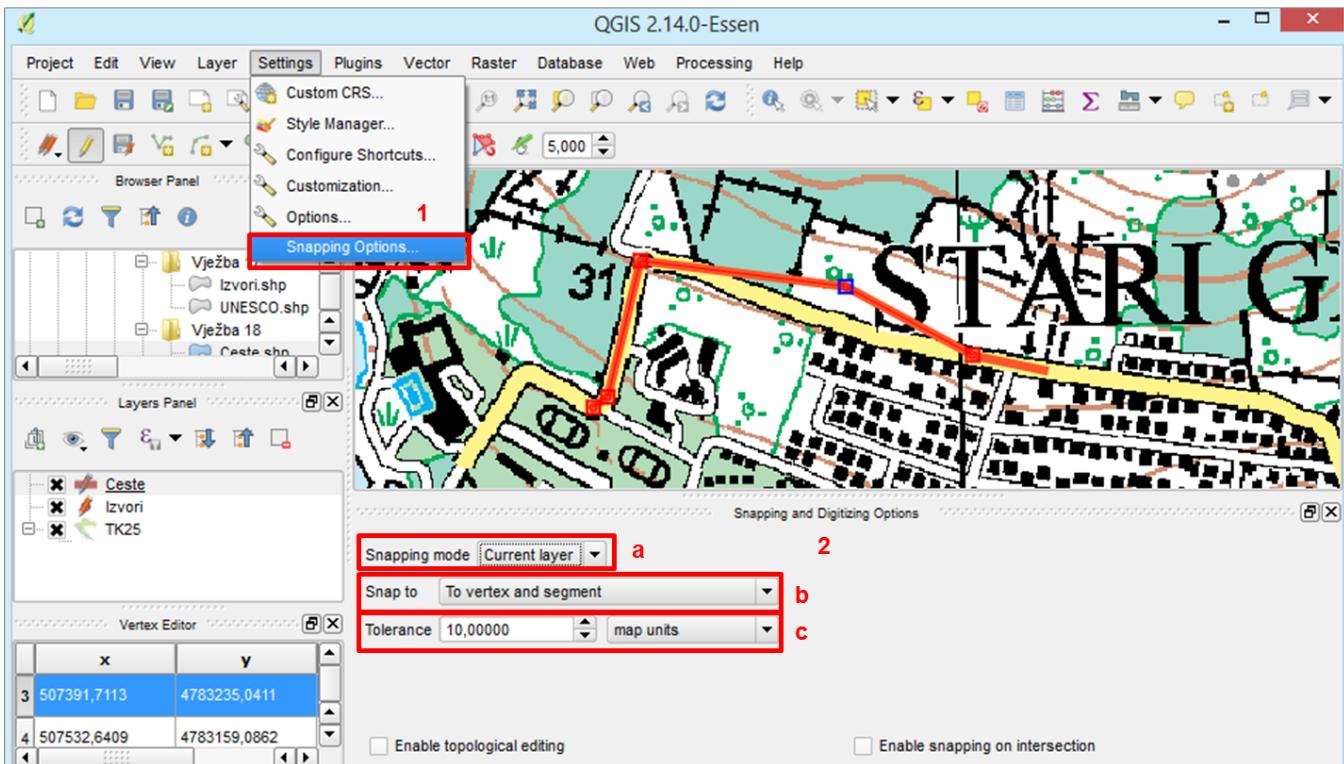
Postavke prihvata (snappinga) podešavaju se na sljedeći način:

1. U izborniku *Snapping* odabratи **Snapping Options**.
2. U novom prozoru *Snapping and Digitizing Options* treba definirati sljedeće postavke (sl. 143.):
 - a) **Snapping mode** – odabratи slojeve za koje se prihvataju entiteti u sloju koji se digitalizira.
 - b) **Snap to (vertex and/or segment)** – odabratи dio entiteta za koji se novi entitet prihvata (verteks i/ili segment).

c) **Tolerance** – definirati radijus unutar kojeg se novi element prihvata za postojeći.



Sl. 142. Prihvatanje nove linije za postojeću prilikom digitalizacije bez uključenog Snappinga (lijevo) i sa Snappingom (desno)



Sl. 143. Podešavanje postavki *Snappinga*

ZADATAK

1. Kreirajte vezu u QGIS Desktopu s WMS serverom Državne geodetske uprave prema uputama.
2. Dodajte sloj **digitalni ortofoto (DOF)** u QGIS kao podlogu za digitalizaciju.
3. Promijenite koordinatni sustav u QGIS Desktopu u **HTRS96/TM**.
4. Izradite novi **linijski shapefile** pod nazivom **Javni promet** s projekcijskim koordinatnim sustavom HTRS96/TM.
5. Otvorite u QGIS Desktopu **sloj s linijama javnog prometa**.
6. Uključite **Toggle Editing** i po potrebi podešite **Snapping**.
7. U sloju **Javni promet** digitalizirajte sve linije javnog prijevoza u vašoj lokalnoj sredini.
8. U atributivnoj tablici dodajte stupce i odgovarajuće podatke za **naziv linija** (npr. Labin – Pula) i **vrstu linija** (npr. autobus).
9. Spremite dokument (nije potrebno pretvarati kartu u grafičku datoteku).

4.3. DIGITALIZACIJA POVRŠINSKIH ENTITETA

Digitalizacija površinskih entiteta odvija se na sličan način kao digitalizacija linijskih entiteta, pri čemu se unose verteksi koji čine vrhove poligona, a automatski se generira stranica

poligona između verteksa. Digitalizacija površinskih entiteta i generalizacija složenih entiteta objašnjena je u *Vježbi 13.* na primjeru nacionalnih parkova u Hrvatskoj.

VJEŽBA 13. Nacionalni parkovi u Hrvatskoj

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se digitalizirati prostorni obuhvat nacionalnih parkova u Hrvatskoj te će se testirati metoda generalizacije površinskih entiteta.

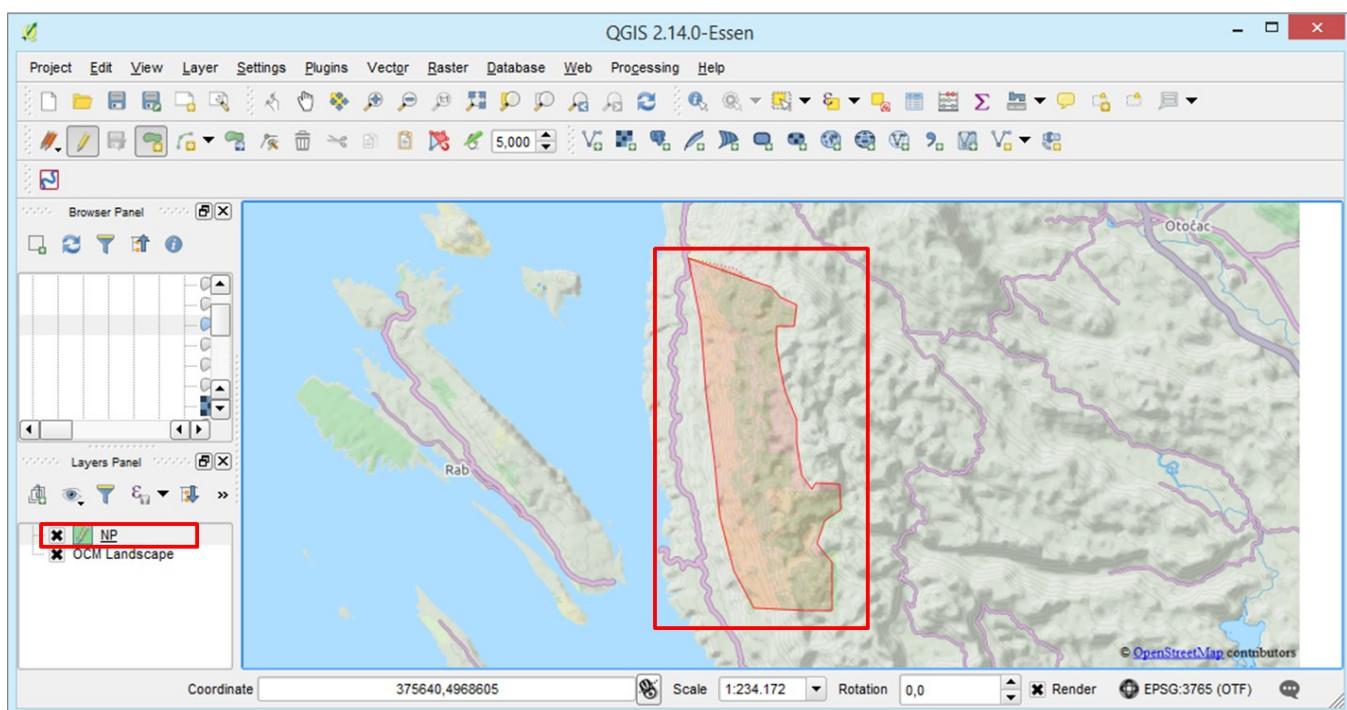
VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

1. Digitalizacija poligonskih entiteta
2. Generalizacija poligonskih entiteta

DIGITALIZACIJA POLIGONSKIH ENTITETA

Digitalizacija poligonskih entiteta izvršava se digitalizacijom verteksa koji čine vrhove. Zadnja stranica poligona povlači se automatski za mišem nakon svakog digitaliziranog verteksa. Stoga je za dovršetak poligonskog entiteta dovoljno kliknuti desnom tipkom miša na bilo koje željeno mjesto. Modifikacija i brisanje verteksa, kao i cijelih poligona, izvršava se na isti način kao kod linijskih entiteta (sl. 144.).



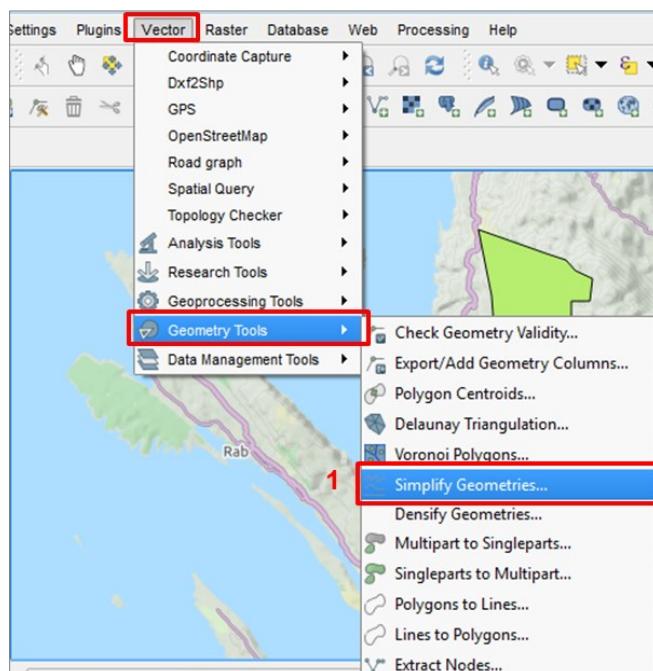
Sl. 144. Digitalizacija poligonskih entiteta

GENERALIZACIJA

Generalizacija u GIS-u je postupak pojednostavljivanja linija i poligona na temelju algoritma. Generalizacijom se smanjuje broj verteksa koji čine liniju kao samostalni element ili liniju koja omeđuje poligon. Stupanj pojednostavljivanja geometrijskih entiteta ovisi o zadanoj toleranciji ili maksimalno dopuštenom odmaku generalizirane od izvorne linije (*tolerance* ili *maximum allowable offset*).

Generalizacija poligonskih elemenata provodi se na sljedeći način:

1. U izborniku *Vector* odabratи **Geometry Tools - Simplify Geometry** (sl. 145.)

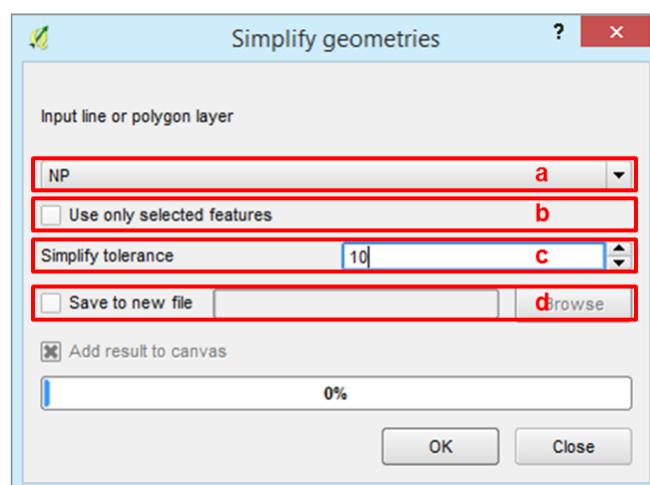


Sl. 145. Odabir metode generalizacije u QGIS Desktopu

ZADATAK

1. Dodajte u QGIS *Desktop* kartografsku podlogu za digitalizaciju po želji. Na kartografskoj podlozi trebaju biti označene **granice nacionalnih parkova** u Hrvatskoj. Podesite *On the fly* projekcijski koordinatni sustav.
2. Kreirajte novi poligonski *shapefile* **Nacionalni parkovi** s istim koordinatnim sustavom u kojem je izrađena podloga. Atributivna tablica novog sloja treba sadržavati **dva stupca** formatirana kao **tekst** – NAZIV i GODINA (proglašenja).
3. Otvorite u QGIS *Desktopu* prazni **sloj s nacionalnim parkovima** i digitalizirajte sve nacionalne parkove u Hrvatskoj.

2. U novom prozoru *Simplify Geometries* potrebno je podesiti (sl. 146.):
 - a) **Sloj** koji se generalizira.
 - b) **Use only selected features** – po izboru uključiti opciju da se generalizacija odnosi samo na entitete koji su prethodno selektirani. U protivnom se generalizacija primjenjuje na sve entitete u aktivnom sloju.
 - c) **Simplify tolerance** – upisati maksimalno odstupanje generalizirane od izvorne geometrije.
 - d) **Save to new file** – odabratи lokaciju i naziv *shapefilea* koji će nastati u postupku generalizacije.



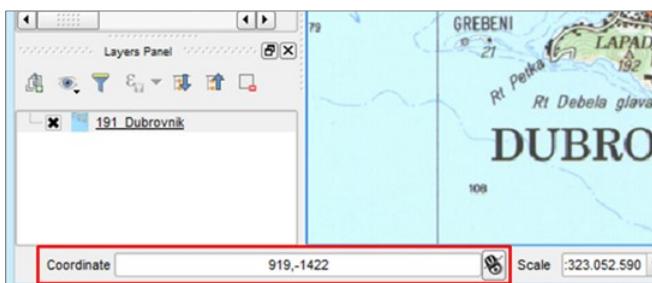
Sl. 146. Podešavanje postavki generalizacije

4. Nacionalne parkove koji se nalaze uz obalu digitalizirajte pomoću opcije **Snapping** kako bi u potpunosti slijedili obalnu liniju (kao granicu koristite sloj **Županije**).
5. Granicu barem jednog nacionalnog parka pojednostavite pomoću opcije **Simplify Geometry**.
6. U atributivnoj tablici unesite odgovarajuće **podatke** za:
 - a) **Naziv**
 - b) **Godinu proglašenja**
7. Uključite **nazine** nacionalnih parkova.
8. Spremite dokument (nije potrebno pretvarati kartu u grafičku datoteku).

4.4. GEOREFERENCIRANJE

Georeferenciranje je dodavanje geografskih ili pravokutnih koordinata pojedinim točkama u kartografskoj projekciji. Skenirane karte i druge snimke ne pohranjuju se automatski u koordinatni sustav, nego se do georeferenciranja prikazuju kao slike u digitalnom obliku i s njima nisu moguće operacije u GIS-u. Na činjenicu da karta nije georeferencirana upućuju koordinate kursora na ekranu (sl. 147. i 148.). Kod negeoreferenciranih karata prikazuje se položaj kursora u običnom Kartezijevom koordinatnom sustavu u kojem je skenirana karta, a kod georeferenciranih karata geografske ili pravokutne koordinate mesta koje pokazuje cursor.

Georeferenciranje se provodi na način da se na karti odaberu barem četiri kontrolne točke poznatih koordinata i te im se koordinate pridruže u GIS-u. Kontrolne točke trebaju biti ravnomjerno raspoređene na karti, po mogućnosti uz rubove. Georeferenciranje se uvijek provodi u

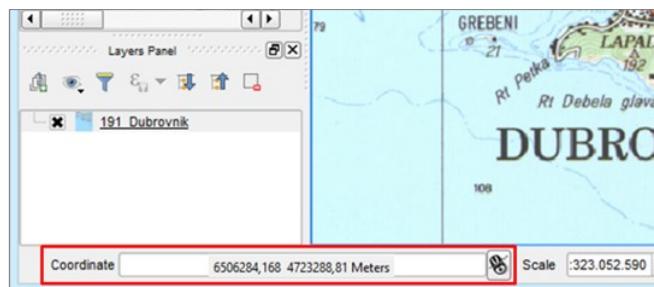


Sl. 147. Koordinate kursore na karti koja nije georeferencirana

koordinatnom sustavu u kojem je izvorno izrađena karta. Tri su osnovne metode georeferenciranja karata:

1. Unos **projekcijskih (pravokutnih) koordinata** kontrolnih točaka – koristi se ako je karta izvorno izrađena u projekcijskom koordinatnom sustavu.
2. Unos **geografskih koordinata** kontrolnih točaka (geografska širina i dužina) – koristi se ako je karta izvorno izrađena u geografskom koordinatnom sustavu.
3. **Povezivanje kontrolnih točaka** na negeoreferenciranoj karti s istim mjestima u drugom georeferenciranom sloju (koristi se kada nisu poznate geografske ili pravokutne koordinate kontrolnih točaka).

Primjer georeferenciranja unosom pravokutnih koordinata prikazan je u Vježbi 14.



Sl. 148. Koordinate kursora na georeferenciranoj karti

VJEŽBA 14. Geografski elementi odabranog otoka

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se georeferencirati karta koja prikazuje jedan hrvatski otok po izboru učenika (Rab, Murter, Vis ili Lastovo), izraditi će se novi *shapefileoni* i u njima će se digitalizirati relevantni geografski elementi (obala, izgrađeni dijelovi naselja, ceste, dalekovodi, izvor, spilje, šume...). Ti digitalizirani elementi koristit će se u Vježbi 18. u prostornoj analizi s ciljem određivanja idealne lokacije za obiteljski hotel.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječe se vještina georeferenciranja karte unosom pravokutnih koordinata kontrolnih točaka.

GEOREFERENCIRANJE UNOSOM PRAVOKUTNIH KOORDINATA KONTROLNIH TOČAKA

Pravokutne koordinate su koordinate u projekcijskom (pravokutnom) koordinatnom sustavu i vezane su uz kartografsku projekciju u kojoj je izrađena karta. Određivanje pravokutnih koordinata razlikuje se među kartografskim

projekcijama pa isto mjesto u različitim projekcijskim koordinatnim sustavima može imati različite pravokutne koordinate, dok su geografske koordinate stalne. Zbog toga je, uz geografsku koordinatnu mrežu, na topografskim kartama najčešće ucrtana i pravokutna koordinatna mreža.

Za izradu detaljnih karata u svijetu često se koristi **Gauss-Krügerova projekcija** (konformna poprečna cilindrična projekcija; koristi se i naziv poprečna Mercatorova projekcija). Kako bi se izbjegle deformacije, jedna projekcija se ne koristi za cijelu Zemlju, nego je u projiciraju Zemlja podijeljena na 120 zona po 3° geografske dužine. U svakoj zoni postoji središnji meridijan koji se preslikava s elipsoida u ravninu u pravoj veličini i duž njega ne postoje deformacije. Svaka zona Gauss-Krügerove projekcije obuhvaća područje koje se nalazi $1^{\circ}30'$ istočno i $1^{\circ}30'$ zapadno od središnjeg meridijana zone te su u tom području deformacije minimalne. Prva je zona sa središnjim meridijanom 3°E (s granicama $1^{\circ}30'\text{E}$ i $4^{\circ}30'\text{E}$), druga sa središnjim meridijanom 6°E (s granicama $4^{\circ}30'\text{E}$ i $7^{\circ}30'\text{E}$), treća sa središnjim meridijanom 9°E (s granicama $7^{\circ}30'\text{E}$ i $10^{\circ}30'\text{E}$) itd.

Detaljne državne karte koje prikazuju područje Hrvatske su 2004. g. bile izrađivane u petoj i šestoj zoni Gauss-Krügerove

projekcije. Središnji meridijan pete zone bio je 15°E (s granicama $13^{\circ}30'\text{E}$ i $16^{\circ}30'\text{E}$). Šesta zona imala je središnji meridijan 18°E , a protezala se od $16^{\circ}30'\text{E}$ do $19^{\circ}30'\text{E}$.

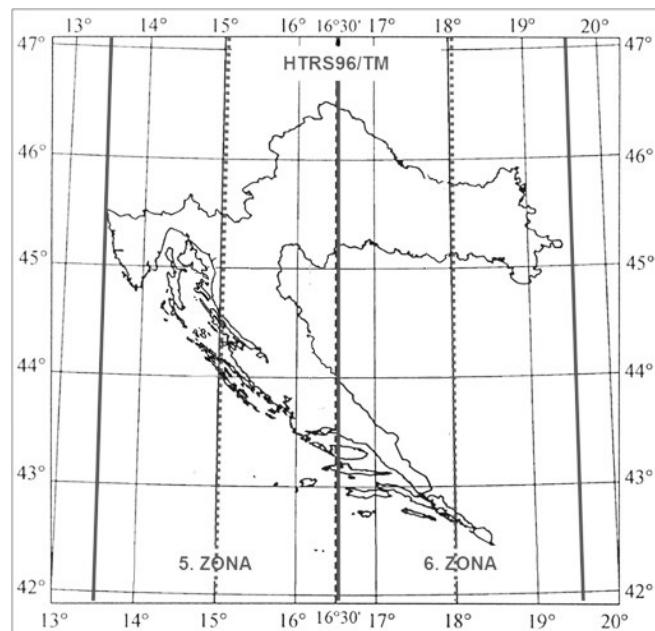
Godine 2004. Vlada Republike Hrvatske je donijela *Odluku o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske*, čime je kao službeni projekcijski koordinatni sustav za detaljnu topografsku kartografiju i katastar za područje Hrvatske definiran novi projekcijski koordinatni sustav **HTRS96/TM** (Hrvatski teretički referentni sustav; TM označava kracicu pojma *Transverse Mercator*). Novi projekcijski koordinatni sustav također se temelji na Gauss-Krügerovoj projekciji i objedinjuje nekadašnju petu i šestu zonu u jedinstvenu zonu sa središnjim meridijanom $16^{\circ}30'\text{E}$ (sl. 149.).

Za preglednu državnu kartografiju Hrvatske, odnosno za izradu karata sitnijeg mjerila kao službeni je određen projekcijski koordinatni sustav uspravne Lambertove konformne konusne projekcije **HTRS96/LCC** (kratica LCC označava engleski naziv *Lambert Conform Conic*).

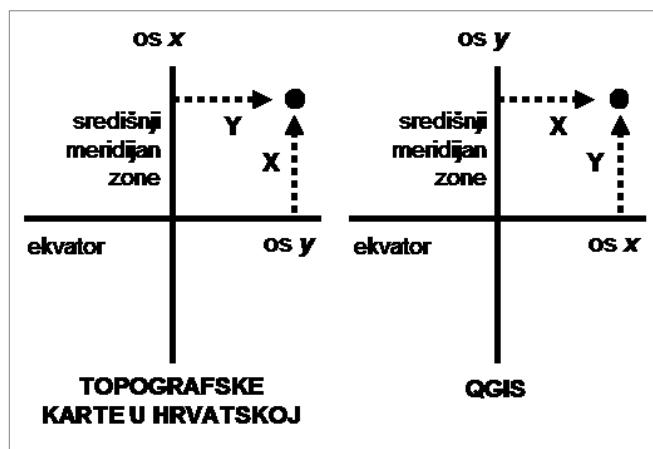
Pravokutne koordinate u Gauss-Krügerovoj projekciji predstavljaju **metarsku udaljenost** od ekvatora i središnjeg meridijana zone. Na topografskim kartama koje prikazuju područje Hrvatske ekvator predstavlja **os y**, a središnji meridijan zone **os x** projekcijskog koordinatnog sustava. U QGIS-u je situacija suprotna pa **os x** predstavlja ekvator, a **os y** središnji meridijan zone. U nastavku je prvo objašnjeno određivanje pravokutnih koordinata na hrvatskim topografskim kartama, a potom način unosa pravokutnih koordinata u GIS prilikom georeferenciranja.

Na hrvatskim topografskim kartama **koordinata X** računa se od ekvatora (koji ima vrijednost 0) prema sjeveru i jugu i predstavlja udaljenost od ekvatora u metrima. Primjerice, točka koja ima koordinatu $X = 4895000$ nalazi se 4,895.000 metara ili 4895 kilometara sjeverno od ekvatora (sl. 150. i 151.). **Koordinata Y** računa se od središnjeg meridijana zone prema istoku i zapadu, pri čemu se prema istoku vrijednosti povećavaju, a prema zapadu smanjuju. Kako koordinate zapadno od središnjeg meridijana zone ne bi poprimale negativne vrijednosti, središnjem meridijanu je pridružena vrijednost 500000 te oznaka broja zone ispred nje. U 5. zoni Gauss-Krügerove projekcije središnji meridijan ima vrijednost 5500000, u 6. zoni 6500000, a u HTRS96/TM 500000. Primjerice, u HTRS96/TM točka koja ima koordinatu $Y = 565500$ nalazi se 65500 m ili 65,5 km istočno od središnjeg meridijana zone ($16^{\circ}30'\text{E}$). S druge strane, točka koja ima koordinatu $Y = 379900$ nalazi se 121.100 m ili 121,1 km zapadno od središnjeg meridijana zone.

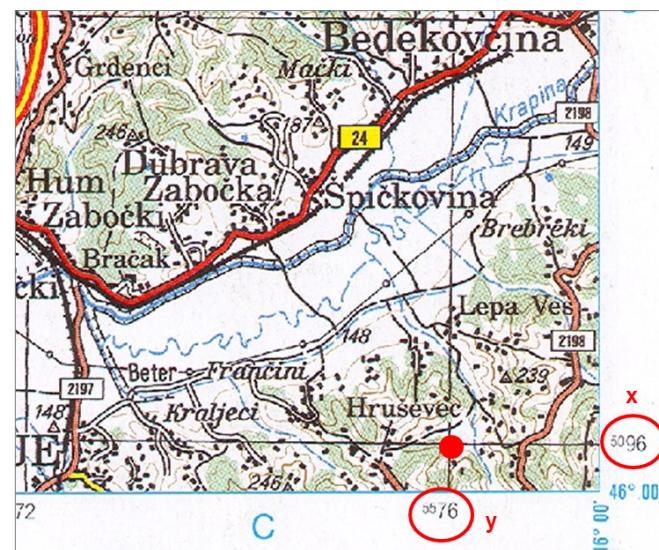
Pravokutne koordinate na topografskim kartama označene su u kilometrima uz osi pravokutne koordinatne mreže (crne boje). Koordinate X označavaju se uz lijevi i desni rub karte, a koordinate Y uz gornji i donji rub. Kako bi se dobole stvarne koordinate točaka koje se nalazi na osima te je vrijednosti potrebno izraziti u metrima (pomnožiti s 1000). Pravokutne koordinate točaka koje se nalaze između dviju susjednih osi određuju se pomoću pravokutnog koordinatomjera. Primjerice, točka označena na sl. 151. nalazi se na sjecištu osi i ima koordinate $X = 5,096.000$, $Y = 5,576.000$. Radi se o isječku topografske karte 1 : 100 000 koji prikazuje dio Hrvatskog zagorja koje se nalazi unutar 5. zone Gauss-Krügerove projekcije.



Sl. 149. Koordinatni sustavi Gauss-Krügerove projekcije na području Hrvatske – HTRS96/TM, 5. i 6. zona (modificirano prema: Frančula, 2004)



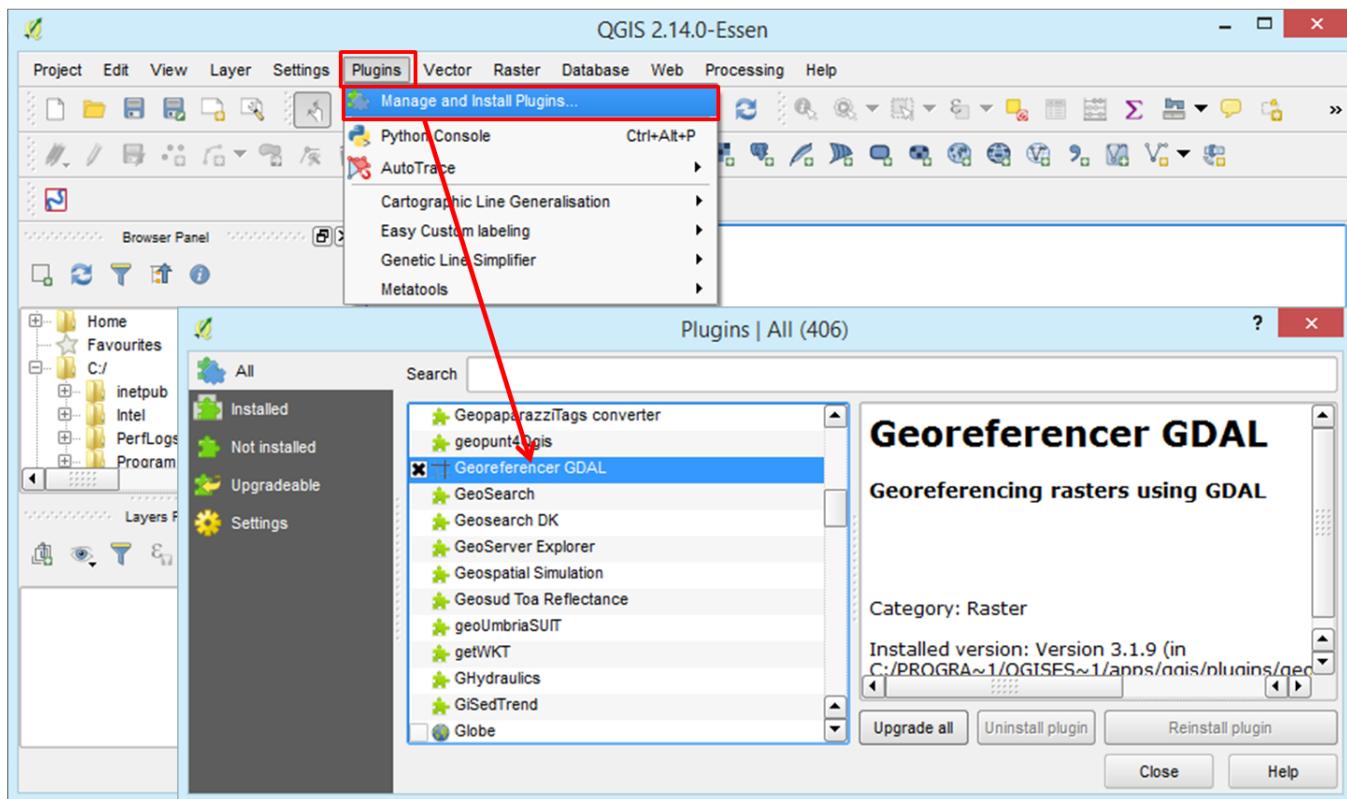
Sl. 150. Određivanje pravokutnih koordinata u Gauss-Krügerovoj projekciji na hrvatskim topografskim kartama i u QGIS-u



Sl. 151. Određivanje pravokutnih koordinata na topografskoj karti (Borovac, 2002, modificirano)

Georeferenciranje karata u QGIS-u unosom pravokutnih koordinata provodi se pomoću alata **Georeferencer** u zasebnom prozoru. **Georeferencer** predstavlja zasebni dodatak

programu QGIS (**Plugin**) koji nije automatski aktivan nakon instalacije, nego ga je potrebno instalirati u izborniku **Plugins – Manage and Install Plugins – Georeferencer** (sl. 152.).



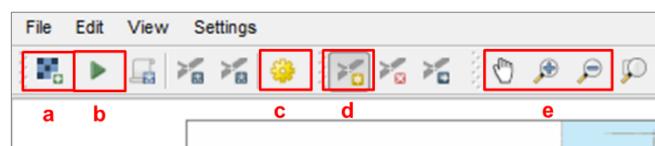
Sl. 152. Uključivanje dodatka Georeferencer u izborniku Manage and Install Plugins

Prozor za georeferenciranje otvara se u izborniku **Raster – Georeferencer**. Za georeferenciranje su važni alati:

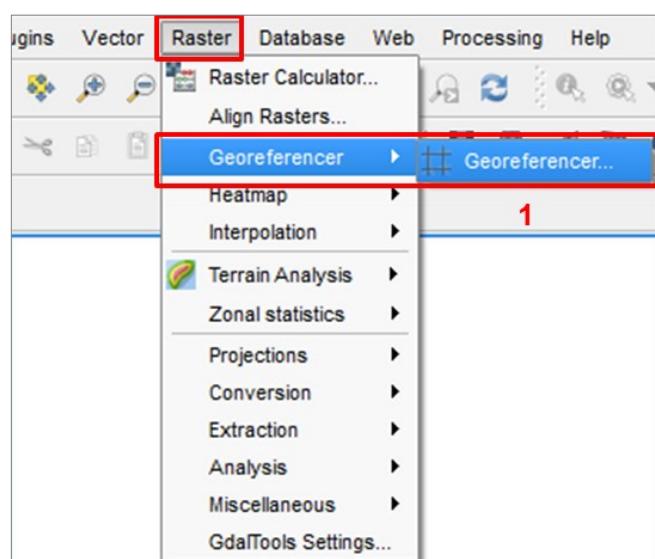
- Open Raster** – dodavanje sloja koji se georeferencira.
- Start Georeferencing** – postavljanje karte u koordinatni sustav nakon unosa kontrolnih točaka. Ta naredba odabire se nakon što su ispravno unesene koordinate svih kontrolnih točaka i definirane postavke georeferenciranja.
- Transformation Settings** – postavke transformacije koje se definiraju nakon unosa koordinata kontrolnih točaka.
- Add Point** – alat za dodavanje kontrolnih točaka.
- Pan, Zoom in, Zoom out.**

Georeferenciranje unosom pravokutnih koordinata kontrolnih točaka u QGIS-u provodi se na sljedeći način:

- U izborniku **Raster – Georeferencer** otvoriti novi prozor za georeferenciranje (sl. 154.).
- Dodati kartu koja se georeferencira pomoću ikone **Open Raster**. Prilikom dodavanja sloja potrebno je odabrati **koordinatni sustav** u kojem se karta georeferencira. Preporuča se odabrati isti koordinatni sustav u kojem je karta izvorno izrađena (sl. 155.).

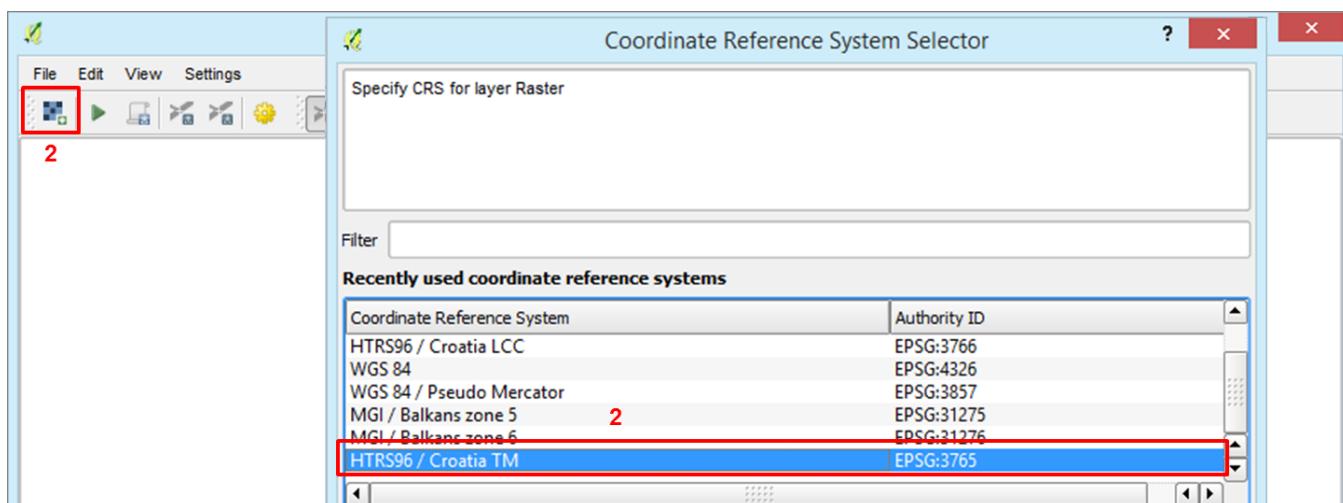


Sl. 153. Važniji alati za georeferenciranje u prozoru Georeferencer

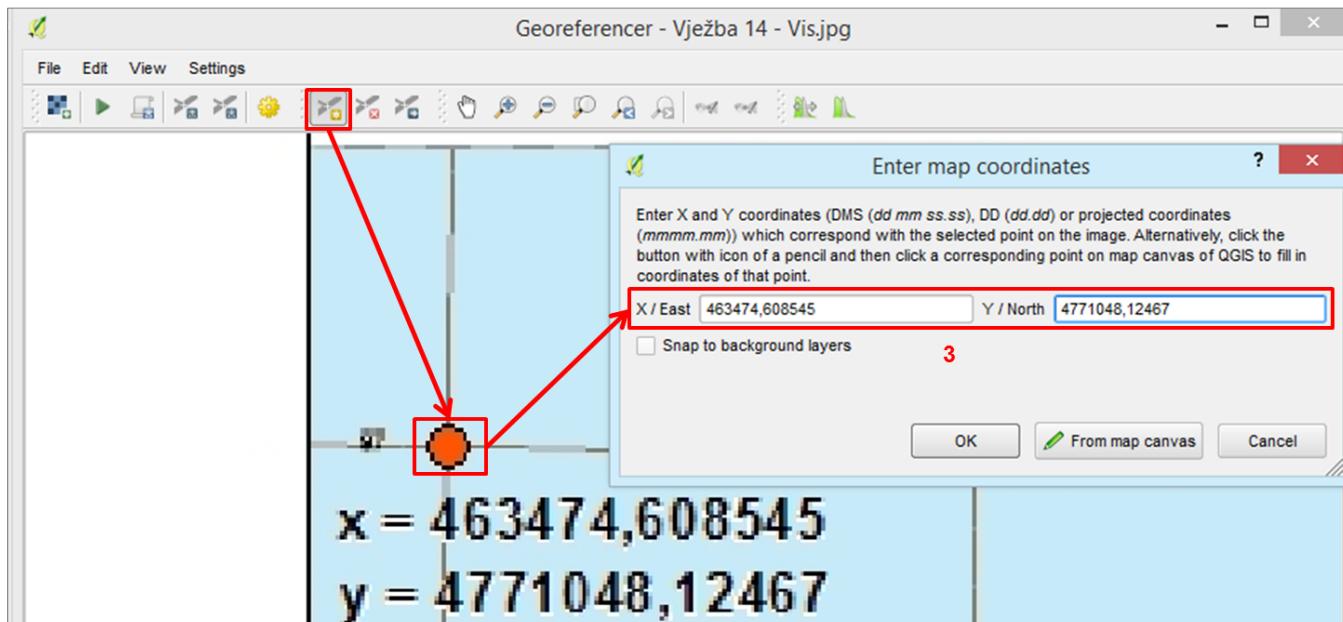


Sl. 154. Odabir opcije za ulazak u prozor Georeferencer

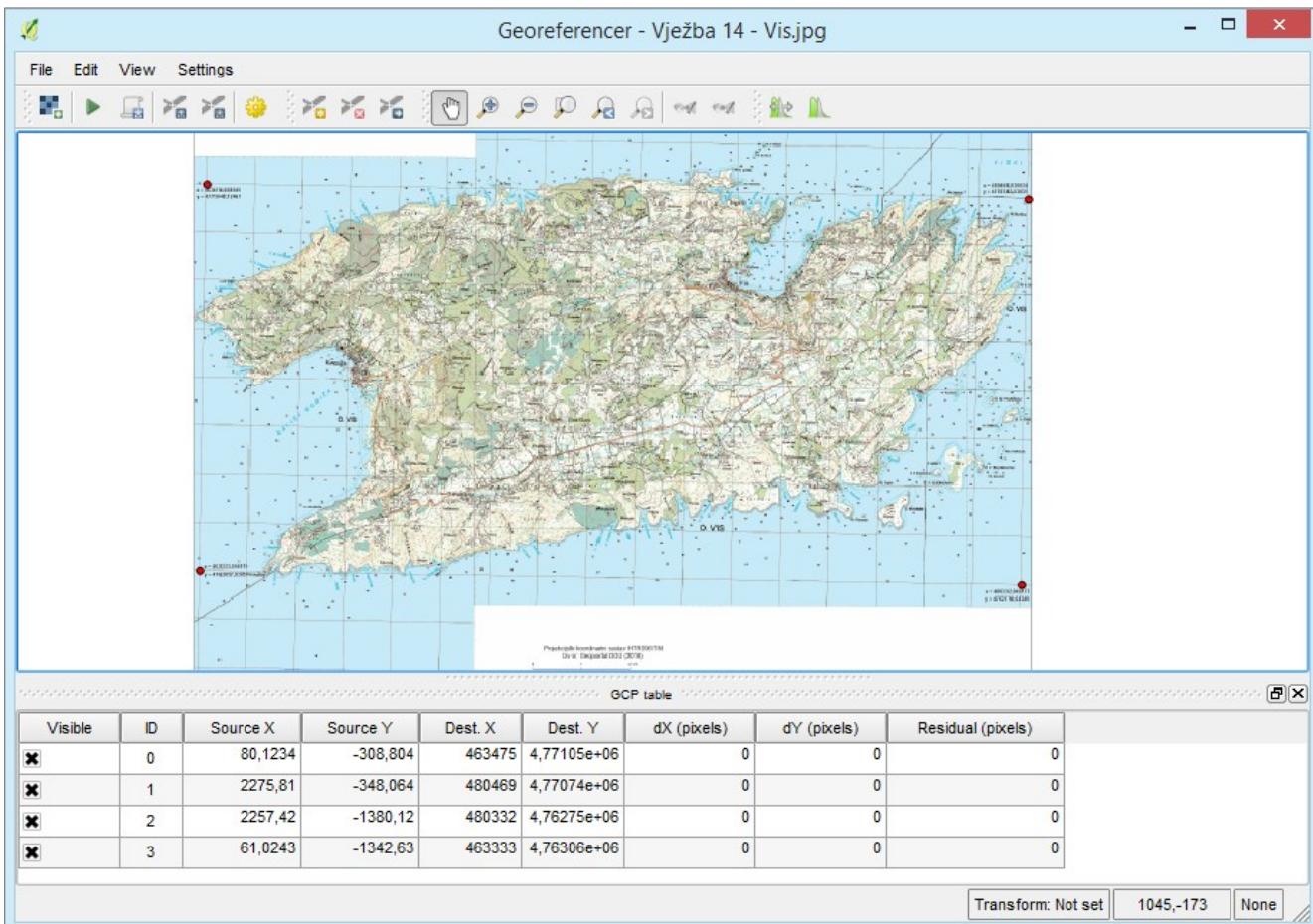
3. Uključiti **Add Point** i kliknuti mišem na prvu kontrolnu točku. Klikom na točku otvara se novi prozor **Enter map coordinates** u kojem je potrebno upisati koordinate **X** i **Y** na odgovarajuća mjesta. U QGIS-u je unos koordinata drugačiji nego na topografskim kartama. Koordinata X predstavlja udaljenost od središnjeg meridijana zone i očitava se uz gornji i donji rub karte. Koordinata Y predstavlja udaljenost od ekvatora i učitava se uz lijevi i desni rub karte. U slučaju georeferenciranja na temelju geografskih koordinata u odgovarajuća polja se unose geografska dužina i širina (iskazane u kutnim stupnjevima, minutama i sekundama). Nakon upisa koordinata odabratи **OK** (sl. 156.).
4. Postupak unosa pravokutnih koordinata **ponoviti za sve kontrolne točke**. Preporuča se odabrati minimalno četiri kontrolne točke ravnomjerno raspoređene na karti, po mogućnosti u kutovima. Ako ne postoji točke s navedenim pravokutnim koordinatama, poželjno je odabratи točke na sjecištima osi pravokutne koordinatne mreže za koje se mogu očitati pravokutne koordinate.
5. Prekontrolirati jesu li sve koordinate ispravno upisane u panelu **GCP Table** (uključuje se u izborniku *(View – Panels – GCP Table)*) (sl. 157.).
6. Podesiti **postavke transformacije** u izborniku *Settings – Transformation Settings* (sl. 158.):
 - a) *Transformation type* – odabratи **Thin Plate Spline**.
 - b) *Target SRS* – definirati koordinatni sustav koji će karta poprimiti nakon georeferenciranja (preporuča se da krajnji koordinatni sustav bude isti kao onaj u kojem je karta izvorno izrađena).
 - c) *Output Raster* – definirati format, lokaciju i naziv buduće georeferencirane karte.
7. Odabratи **Start Georeferencing**.
8. Nakon postupka georeferenciranja karta se otvara u *QGIS Desktop*. Ako je ispravno georeferencirana, potpuno će se preklopiti s drugim vektorskim slojevima u istom koordinatnom sustavu.



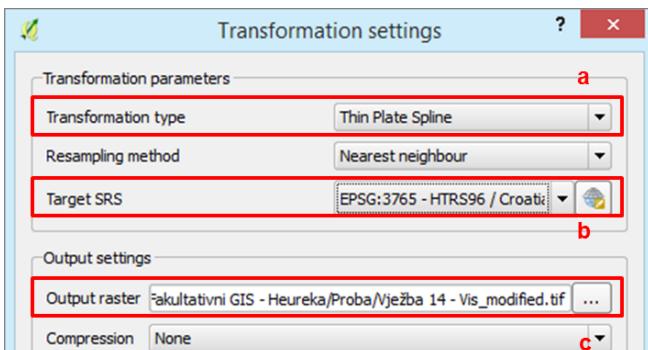
Sl. 155. Odabir koordinatnog sustava u kojem će se georeferencirati karta



Sl. 156. Unos pravokutnih koordinata kontrolnih točaka



Sl. 157. Prikaz unesenih koordinata kontrolnih točaka



Sl. 158. Podešavanje postavki transformacije karte koja se georeferencira

ZADATAK

- Odaberite otok za koji želite georeferencirati kartu, digitalizirati geografske elemente i provesti prostornu analizu (Rab, Murter, Vis ili Lastovo).
- Otvorite QGIS Desktop i u izborniku Plugins – Manage and Install Plugins instalirajte **Plugin Georeferencer**.
- Otvorite prozor Raster – **Georeferencer** i u njega dodajte kartu otoka po izboru. Prilikom dodavanja karte podesite projekcijski koordinatni sustav **HTRS96/TM** (u tom koordinatnom sustavu je izvorno izrađena karta).
- Georeferencirajte kartu** otoka po izboru prema prethodno navedenim uputama.

- Uključite *Add Point* i unesite pravokutne **koordinate X** i **Y** četiriju kontrolnih točaka u kutovima karte.
- Nakon unosa koordinata kontrolnih točaka provjerite u *GCP Table* jesu li sve koordinate ispravno unesene.
- U izborniku *Settings – Transformation Settings* definirajte tip transformacije, odredišni koordinatni sustav te lokaciju i naziv budućeg rasterskog sloja.
- Odaberite opciju *Start Georeferencing*.
- Provjerite ispravnost georeferencirane karte preklapanjem sa slojem Županije.
- Izradite sljedeće *shapefileove* (trebaju biti u projekcijskom koordinatnom sustavu HTRS96/TM):
 - Naselja** (poligoni – izgrađeni dijelovi naselja)
 - Šuma** (poligoni)
 - Obalna linija** (linije)
 - Ceste** (linije)
 - Dalekovodi** (linije)
 - Izvori** (točke)
- Digitalizirajte** u zasebnim slojevima **obalu otoka, granice izgrađenih dijelova naselja, šume, ceste, dalekovode i izvore**. U atributivnu tablicu slojeva dodajte nazive objekata gdje je to primjenjivo.
- Spremite podatke i dokument za kasnije vježbe.

VJEŽBA 15. Prostorno širenje Ivanca/Labina (I. dio)

OPIS VJEŽBE

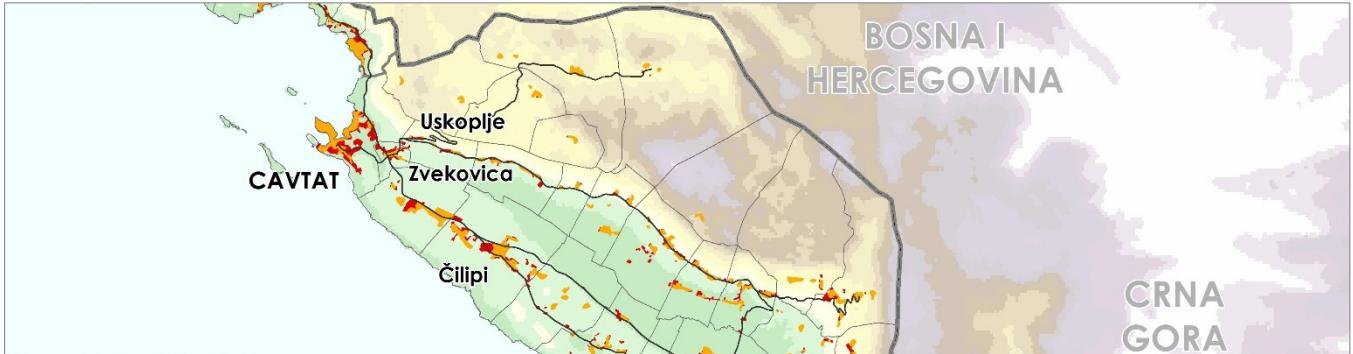
U vježbi će se digitalizirati izgrađeno područje naselja Ivanec ili Labin sa susjednim naseljima na temelju digitalnog ortofota izrađenog nakon 2000. godine. Prostorni obuhvat suvremenog naselja usporedit će se s prostornim obuhvatom naselja 1970-ih godina.

VJEŠTINE

U ovoj vježbi utvrđuju se vještine i znanja stečene u prošlim vježbama.

ZADATAK

1. Otvorite novi QGIS dokument, dodajte podlogu **DOF** s *Geoportal*a putem WMS servera i zumirajte **naselje koje želite analizirati** (Ivanec ili Labin s užom okolicom).
2. Kreirajte novi poligonski *shapefile* pod nazivom **Ivanec 2000-ib** ili **Labin 2000-ib** s projekcijskim koordinatnim sustavom HTRS96/TM.
3. Dodajte novostvoreni sloj na kartu.
4. Digitalizirajte u novostvorenom sloju **područje izgrađenog dijela vašeg naselja** te područje naselja koja su fizički srasla s vašim naseljem. Digitalizacijom evidentirate stanje izgradenosti 2000-ih godina.
5. Dodajte u QGIS *Desktop* sloj **Ivanec Labin 1970-ib**. Usporedite koliko se povećalo vaše naselje u posljednjih 30-40 godina i navedite razloge.
6. Spremite podatke i datoteku. Podaci s prostornim obuhvatom vašeg naselja koristit će se u prostornoj analizi u *Vježbi 17*.



PROSTORNE ANALIZE

- 5.1. Terensko istraživanje
- 5.2. Osnovne prostorne analize (*buffer*, unija, presjek, razlika)
- 5.3. Prostorni upiti
- 5.4. Digitalna analiza reljefa

Vježba 16. Terensko istraživanje i GIS

Vježba 17. Prostorno širenje Ivanca/Labina (II. dio)

Vježba 18. Idealna lokacija za obiteljski hotel na odabranom otoku

Vježba 19. Prostorna analiza na temelju rezultata terenskog istraživanja

Vježba 20. Dobivanje odgovora na prostorne upite na temelju digitaliziranih slojeva

Vježba 21. Digitalna analiza reljefa u okolini Ivanca/Labina



Prostorne analize su skup tehnika za analiziranje prostornih podataka. Rezultati prostornih analiza ovise o lokaciji objekata koji se analiziraju i o njihovim atributivnim obilježjima. Predstavljaju iznimno važan aspekt GIS-a jer omogućuju dodavanje novih vrijednosti geografskim podacima i njihovo pretvaranje u korisne informacije. Takoder mogu pridonijeti otkrivanju prostornih pojava, odnosa i procesa koji bi inače prošli nezapaženo. Metode prostorne analize variraju od vrlo jednostavnih do izrazito složenih i sofisticiranih. Složenost metode nije presudna za kvalitetu dobivenih rezultata te se često vrijedne nove spoznaje mogu dobiti upotrebom vrlo jednostavnih metoda analize. Od presudne važnosti su znanje i vještine korisnika koji između velikog broja dostupnih metoda odabire one koje će mu u zadanim uvjetima omogućiti dobivanje najkvalitetnijih rezultata.

Metode prostorne analize u GIS-u uobičajeno se dijele u nekoliko skupina:

1. **Prostorni upiti (Queries)** – osnovne operacije prostorne analize u kojima se GIS koristi kako bi se odgovorilo na jednostavne upite koje postavi korisnik. Pritom se ne mijenjaju podaci u bazi podataka i ne nastaju novi prostorni podaci. Prostorni upiti mogu biti vrlo jednostavni (npr. Koliko stanovnika živi na udaljenosti od

10 km od nacionalnog parka?), a mogu obuhvaćati vrlo složena pitanja koja obuhvaćaju više kriterija (npr. U kojim naseljima Dubrovačko-neretvanske županije s manje od 1000 stanovnika se broj stanovnika povećao više od 10 % u zadnjih dvadeset godina?).

2. **Mjerenja** – jednostavne brojčane vrijednosti koje opisuju određene aspekte geografskih podataka (npr. površina objekta, duljina linije, azimut...).
3. **Transformacije** – jednostavne metode prostorne analize kojima se mijenjaju slojevi prostornih podataka na način da se međusobno kombiniraju ili kompariraju kako bi se dobili novi prostorni podaci. Transformacije koriste jednostavna geometrijska, aritmetička ili logička pravila te uključuju operacije pretvorbe rasterskih u vektorske podatke i obrnuto.
4. **Deskriptivna statistika (Descriptive Summaries)** – bit podataka sažima se u jednoj ili dvije vrijednosti (npr. aritmetička sredina, medijan, centroid...).
5. **Tehnike optimizacije** – dizajnirane da odaberu idealne lokacije za objekte ili aktivnosti na temelju definiranih kriterija (npr. u istraživanju tržista, rute dostavnih vozila...).

5.1. TERENSKO ISTRAŽIVANJE

Skup metoda vezanih uz terenski rad neizostavne su u znanstvenim istraživanjima u geografiji. Koriste se u slučajevima kada ne postoje dostupni kvalitativni ili kvantitativni podaci o pojавama i procesima koji se istražuju te kada se želi stići stvarni uvid u procese na terenu. Terenski rad može obuhvaćati čitav niz različitih metoda, poput mjerenja (npr. protoka tekućica, površine bujičnih plavina), uzorkovanja (npr. stijena), anketiranja (npr. lokalnog stanovništva, posjetitelja), intervjuiranja (npr. važnijih predstavnika lokalne zajednice), kartiranja različitih sadržaja ili pojava, opažanja, fotodokumentiranja itd.

U okviru *Vježbe 16.* i *Vježbe 19.* prikazat će se upotreba metode **kartiranja s fotodokumentiranjem** u vizualizaciji i analizi odabrane pojave ili procesa. Te će vježbe obuhvatiti cijelokupni postupak kartiranja koji se sastoji od **nekoliko dijelova**:

1. Odabir teme (istraživačkog pitanja) i prostora istraživanja
2. Priprema kartografske podloge za kartiranje
3. Kartiranje i fotodokumentiranje odabralih objekata na terenu
4. Unos kartiranih objekata u bazu podataka u GIS-u
5. Analizu i vizualizaciju rezultata terenskog istraživanja
6. Interpretaciju rezultata terenskog istraživanja

Cjeloviti postupak kartiranja s fotodokumentiranjem objasnit će se na primjeru kartiranja ugostiteljskih djelatnosti u središtu Zagreba. Sličan postupak uz manje je modifikacije moguće primijeniti na kartiranje bilo koje druge skupine objekata ili pojava u istom ili drugom području.

VJEŽBA 16. Terensko istraživanje i GIS

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se definirati objekt i cilj kartiranja na terenu, pripremit će se kartografska podloga za kartiranje i provedet će se kartiranje na terenu s fotodokumentiranjem kartiranih objekata.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

1. Definiranje cilja, objekta i prostornog obuhvata kartiranja
2. Priprema kartografske podloge za kartiranje
3. Kartiranje na terenu s fotodokumentiranjem

KARTIRANJE

Kartiranje (engl. *mapping*) se definira kao točna grafička konstrukcija i dosljedan grafički prikaz izmjerjenih ili na drugi način određenih objekata pomoću kartografskih znakova (Borčić i dr., 1977). Upotrebom suvremene digitalne tehnologije, posebno geografskih informacijskih sustava, definicija kartiranja je proširena i obuhvaća općenito grafičku (simboličku) reprezentaciju značajnijih objekata na Zemljinoj površini. Pod postupkom kartiranja podrazumijevaju se svi postupci izrade karata, bilo ručno, bilo računalom (Franeš i Frančula, 2015).

Metoda kartiranja se u različitim oblicima koristi u brojnim znanstvenim disciplinama, a u nastavku su navedeni primjeri.

1. **Fotogrametrijsko kartiranje** je postupak mjerjenja i određivanja točnog položaja objekata na Zemljinoj površini pomoću fotografija (snimljenih sa Zemljine površine ili iz aviona). Snimanjem Zemljine površine iz zrakoplova nastaju aerofotogrametrijski snimci koji se koriste u izradi katastra topografskih karata.
2. **Geološko kartiranje** obuhvaća proces izrade geološke karte, od prikupljanja podataka ranijih istraživanja, analize postojeće dokumentacije, terenskog rada, analize prikupljenih podataka, izrade geološke karte, presjeka i prateće tehničke dokumentacije (Franeš i Frančula, 2015). Geološke karte prikazuju vrstu geološke podloge i starost slojeva te pružaju podatke o geološkim strukturama (borama, rasjedima...). Na web stranicama Hrvatskog geološkog instituta dostupni su geološka karta Hrvatske u digitalnom obliku ([http://www.hgi-cgs.hr/geoloska karta Hrvatske 1-300 000.htm](http://www.hgi-cgs.hr/geoloska-karta-Hrvatske-1-300-000.htm)) i kao Web GIS aplikacija ([http://www.hgi-cgs.hr/geoloska karta Hrvatske 1-300 000.htm](http://www.hgi-cgs.hr/geoloska-karta-Hrvatske-1-300-000.htm)).
3. **Geomorfološko kartiranje** obuhvaća prikupljanje podataka o morfologiji, nastanku i starosti reljefa te sve postupke vezane uz izradu geomorfološke karte (primjer geomorfološke karte okolice Grenade u Španjolskoj nalazi se na linku <http://www.adurcal.com/enlaces/mancomunidad/atlas/valle/geomorfologico.htm>).
4. **Pedološko kartiranje** je znanstveno-stručna inventarizacija tala s ciljem razvrstavanja sistematskih jedinica tla ili zemljišta na karte različitog mjerila. Cilj kartiranja je dobiti podatke o prostornim razlikama u svojstvima tla, kako bi se ciljanim mjerama njegovog poboljšanja postigli veći i rentabilniji prinosi (Vukadinović, 2016). Primjer pedološke karte Istre dostupan je na linku: <http://istra.lzmk.hr/slika.aspx?id=1466>.
5. **Kartiranje flore** je inventarizacija biljnih vrsta na određenim područjima (osnovnim jedinicama kartiranja). Kartiranje flore provodi se pridruživanjem popisa svih biljnih vrsta koje rastu u jedinici kartiranja ili bilježenjem rasprostranjenosti određene biljne vrste na mrežu za kartiranje s kvadratima zadane površine (raster) (Nikolić, 2016). Primjer karte biljnih vrsta u Europi dostupan je na linku: <http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online//ibc99/IDB/afe.html>.
6. **Kartiranje područja izloženih prirodnim rizicima** obuhvaća izradu karata s procijenjenim intenzitetom učinaka potencijalnih prirodnih nepogoda na promatrano područje (primjer karte rizika od potresa: <http://www.geografija.hr/wp-content/uploads/2014/11/sl-8.jpg>).
7. **Kartiranje gospodarskih djelatnosti** obuhvaća prikupljanje podataka o lokaciji i različitim aspektima pojedinih skupina ekonomskih aktivnosti (npr. agroturizmi, hoteli, tvornice, restorani...) ili ukupnoj gospodarskoj aktivnosti određenog prostora (primjeri: <http://mapdetroit.blogspot.hr/2011/02/blog-post.html>, <http://www.livablefutureblog.com/wp-content/uploads/2014/04/MWong-maps-2014-large.jpg>).
8. **Kartiranje prostornih sustava** sastoji se od prikupljanja podataka i/ili izrade karata koje prikazuju sustav javnog prijevoza, prometnica, obrazovnih ustanova (vrtića, osnovnih i srednjih škola, visokoškolskih ustanova), zdravstvenih ustanova, uprave, kulturnih i drugih javnih institucija i slično. Primjer karte sustava podzemne željeznice u New Yorku dostupan je na linku <http://web.mta.info/maps/submap.html>.
9. **Kartiranje ostalih objekata** – npr. kartiranje lokacije zločina, lokacija povezanih s glazbom ili glazbenicima, *wifi* točaka u gradu... (npr. <http://www.livablefutureblog.com/wp-content/uploads/2014/04/MWong-maps-2014-large.jpg>, <http://torontoist.com/mapping-our-music-the-1960s/>).
10. **Izrada mentalnih ili kognitivnih karata** – odražavaju osobnu percepciju prostora s kojom je osoba u interakciji. Iako se pojmovi mentalnih i kognitivnih karata često koriste kao sinonimi, mentalne karte označavaju diferenciranu mentalnu sliku prostora s gledišta poželjnosti ili nepoželjnosti za život (Gould i White, 1974). Kognitivna karta, s druge strane, u prvome se redu bavi konfiguracijom i strukturon prostora u mentalnim predodžbama, procjenom relativnih lokacija pojedinih mesta, percepcijom putanja, udaljenosti i pravaca, odnosno psihološkom transformacijom informacije o

međusobnim odnosima i atributima fenomena u čovjekovom svakodnevnom prostornom okruženju (Downs i Stea, 1973). Primjeri mentalnih karata koje su izradili učenici OŠ Jabukovac u Banovini dostupni su u članku Šakaja (2004) na stranici hrcak.srce.hr/file/27259.

Prije početka samog terenskog kartiranja, potrebno je odrediti cilj i objekt kartiranja te postaviti jedno ili više istraživačkih pitanja na koje će odgovor dati analiza nakon kartiranja. **Cilj kartiranja** predstavlja očekivani rezultat koji će se dobiti analizom podataka prikupljenih kartiranjem. **Objekt** predstavljaju sadržaji i pojave koji će se kartirati na terenu. S obzirom na vremensku i troškovnu zahtjevnost prikupljanja podataka izravno na terenu, preporuča se kao objekt kartiranja odabrati samo one sadržaje i pojave o kojima nije moguće podatke prikupiti ni na koji drugi način (npr. kartiranjem na temelju dostupnih kartografskih podloga ili sekundarnih podataka prikupljenih od strane službenih institucija). **Istraživačko pitanje** namijenjeno je usmjeravanju istraživanja te bi rezultati analize trebali dati jasan odgovor na njega. Uz objekt, ciljeve i istraživačka pitanja ključno je precizno odrediti **prostorni obuhvat istraživanja**. Na temelju prostornog obuhvata istraživanja izrađuje se kartografska podloga koja se koristi u kartiranju na terenu.

Primjerice, u **analizi razmještaja i strukture ugostiteljskih djelatnosti u središtu Zagreba** prije samog kartiranja definirani su sljedeći aspekti:

1. **Istraživački cilj:** Analizirati prostorni razmještaj i strukturu ugostiteljskih objekata u užem središtu Zagreba.
2. **Stručno-didaktički cilj:** U skupini provesti malo terensko istraživanje društveno-geografskih elemenata u gradu s kartiranjem, fotodokumentiranjem i prezentacijom rezultata.
3. **Objekt kartiranja:** Ugostiteljski objekti u središtu Zagreba prema vrsti.
4. **Istraživačka pitanja** postavljena prije provedbe istraživanja:
 - a) Jesu li ugostiteljski objekti ravnomjerno razmješteni u središtu grada? Zašto?
 - b) Koja vrsta ugostiteljskih objekata je najzastupljenija? Zašto?
 - c) Jesu li restorani ravnomjerno raspoređeni u središtu grada?
 - d) Gdje se nalaze veće koncentracije ugostiteljskih objekata u središtu grada? Zašto?
 - e) Koje su prostorne zakonitosti razmještaja ugostiteljskih objekata u središtu Zagreba?
5. **Prostor istraživanja:** Središte Zagreba omeđeno ulicama I. Gundulića, A. Hebranga, J. Draškovića i Vlaškom, Pod zidom, I. K. Tkalčića i S. Radića te Zigmardijevim stubama.

PRIPREMA PODLOGE ZA KARTIRANJE

Kartiranje na terenu može se provesti na dva načina: (1) unosom oznaka na točne lokacije na analognoj (ispisanoj) karti, (2) bilježenjem koordinata objekata pomoću GPS uređaja ili *Smartphonea*. U slučaju unosa oznaka za objekte na analognu kartu, prethodno je potrebno pripremiti kartografsku podlogu. Karta treba biti u što krupnijem mjerilu, koliko to područje istraživanja dopušta, te treba sadržavati osnovne topografske elemente za orientaciju u prostoru i unos novih sadržaja (npr. u gradu konture ulica i zgrada, zelene površine, trgovi, granicu područja...). Kao podloga za kartiranje mogu se koristiti odgovarajući kartografski izvori dostupni u QGIS-u putem izbornika *Web – Open Layers Plugin* ili putem WMS servera Državne geodetske uprave.

UNOS SADRŽAJA

Sadržaji se prilikom kartiranja unose različitim kartografskim znakovima za različite kategorije objekata (npr. točkama različite boje, križićima, kružićima i drugim oznakama). Primjerice, u kartiranju ugostiteljskih objekata u središtu Zagreba ucrtavane su lokacije ugostiteljskih objekata prema vrsti koja je definirana *Zakonom o ugostiteljskoj djelatnosti*, NN 85/15. Sukladno tome ugostiteljski objekti podijeljeni su u šest skupina: (1) hoteli, (2) ostali ugostiteljski objekti za smještaj (hosteli, sobe i apartmani), (3) restorani, (4) barovi, (5) *catering* objekti, (6) objekti jednostavnih usluga. Svaki objekt unesen je na kartu unaprijed definiranom oznakom za tu kategoriju (npr. hoteli su označeni punim kružićem, hosteli praznim kružićem, sobe i apartmani, dvostrukim praznim kružićem itd.). Uz svaki objekt potrebno je, ako to istraživanje zahtijeva, unijeti naziv objekta i fotodokumentirati ga (fotoaparatom ili *smartphoneom*).

ZADATAK

1. Definirajte cilj, objekt i prostorni obuhvat kartiranja te postavite istraživačka pitanja za istraživanje.
2. U QGIS-u pripremite kartografsku podlogu za kartiranje:
 - a) Odaberite odgovarajuću kartografsku podlogu dostupnu putem izbornika *Web – Open Layers Plugin* ili putem WMS servera Državne geodetske uprave.
 - b) Podesite projekcijski koordinatni sustav **HTRS96/TM**.
 - c) Prikažite što **krupnije** područje istraživanja.
 - d) Dodajte **grafičko mjerilo** karte.
 - e) **Ivezite kartu i isprintajte** je za kartiranje.
3. Na terenu kartirajte definirane objekte prema vrsti. Uz svaki kartirani objekt upišite njegov naziv i vrstu.
4. Fotografirajte svaki objekt koji kartirate.

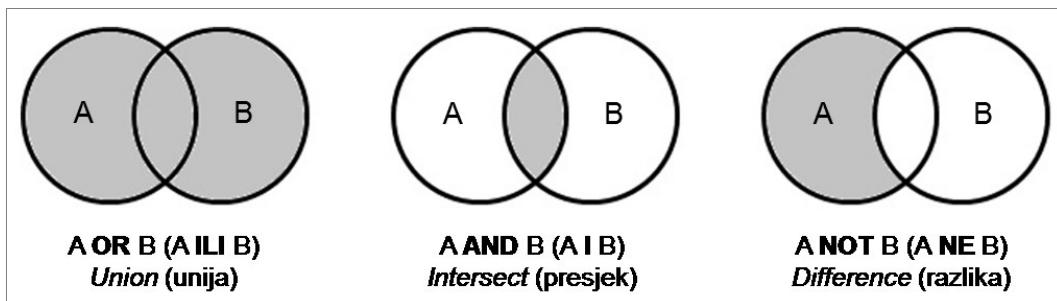
5.2. OSNOVNE PROSTORNE ANALIZE (BUFFER, UNIJA, PRESJEK, RAZLIKA)

Preklapanje slojeva (*overlay*) metoda je prostorne analize kod koje se preklapaju elementi u dva ili više slojeva, čime nastaje novi sloj koji može sadržavati dijelove geometrijskih i atributivnih podataka izvornih slojeva. Operacije preklapanja mogu se, ovisno o obilježjima entiteta, primijeniti na točkaste, linjske i poligonske slojeve, no najčešće se primjenjuju na poligonske slojeve. Te operacije koriste jednostavne Booleove operatore **OR**, **AND** i **NOT** (**I**, **ILI** i **NE**). Primjenom različitih operatora na iste slojeve nastaju različiti rezultati (izlazni slojevi), ovisno o metodi preklapanja.

Operacije prostorne analize u QGIS-u koje odgovaraju Booleovim operatorima su sljedeće (sl. 159.):

1. **Union (unija)** – preklapanjem dvaju slojeva nastaje novi sloj koji obuhvaća entitete i iz jednog i iz drugog izvornog sloja. Koristi Booleov operator **OR (ILI)**.
2. **Intersect (presjek)** – preklapanjem dvaju slojeva nastaje novi sloj koji obuhvaća samo one dijelove entiteta koji se nalaze na presjeku. Koristi Booleov operator **AND (ILI)**. Metoda **Clip (izrezivanje)** koristi isti operator te se izrezuje dio jednog sloja koji se nalazi na području drugog (poligonskog) sloja.
3. **Difference (razlika)** – metoda preklapanja slojeva kod koje se izdvaja dio jednog sloja koji se nalazi izvan drugog poligonskog sloja. Koristi Booleov operator **NOT (NE)**.

Iako se u GIS-u često preklapa veći broj entiteta, radi jednostavnosti objašnjenja prikazani su scenariji preklapanja dva različita sloja.



Sl. 159. Operacije preklapanja slojeva koje odgovaraju Booleovim operatorima

VJEŽBA 17. Prostorno širenje Ivanca/Labina (II. dio)

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se kvalitativno i kvantitativno analizirati intenzitet prostornog širenja Ivanca ili Labina od 1970-ih do danas. Prostorni obuhvat naselja 1970-ih i danas preklapiti će se metodom *Difference*, čime će se izdvojiti samo oni dijelovi naselja koji su izgrađeni nakon 1970-ih.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

1. Metoda preklapanja slojeva ***Difference (razlika)***
2. „Razbijanje“ višedijelnog objekta na zasebne entitete (*Multipart to Singlepart*)

METODA PREKLAPANJA SLOJEVA DIFFERENCE (RAZLIKA)

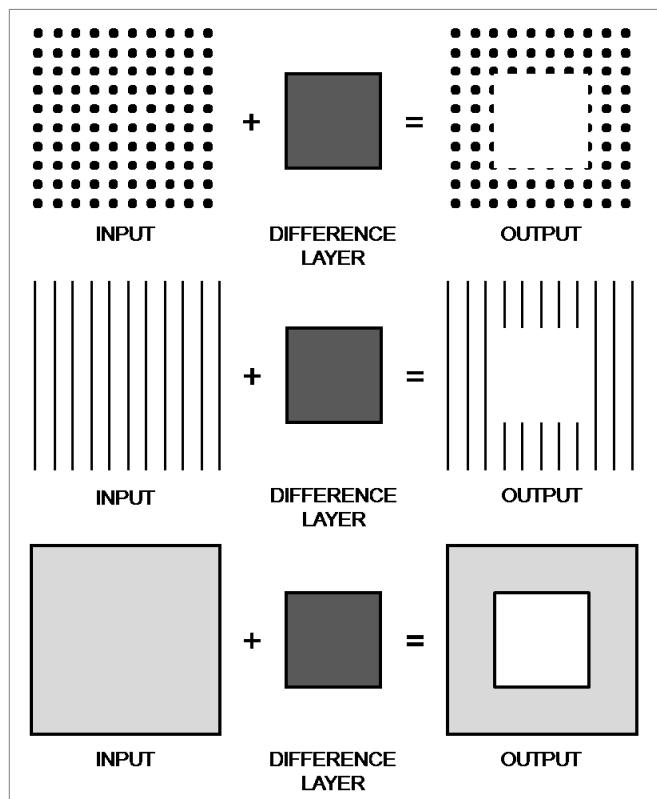
Metoda preklapanja slojeva *Difference* je alat prostorne analize kod koje se izdvaja dio jednog sloja (***Input***) koji se nalazi izvan entiteta u drugom sloju (***Difference Layer***). Sloj koji ulazi u analizu kao ***Input*** može biti točkasti, linijski ili poligonski, dok sloj na temelju kojeg se izrežu entiteti u prvom sloju (***Difference Layer***) smije biti isključivo poligonski. Novi sloj koji nastaje tom metodom sadrži atribute samo iz izvornog sloja (***Input***) te se ne spaja s atributima iz sloja kojim se izrežuje (sl. 160.). Novostvoreni sloj nije više vezan uz izvorne slojeve na temelju kojih je nastao i može se slobodno uređivati.

Preklapanje metodom *Difference* odvija se na sljedeći način (sl. 161. i 162.):

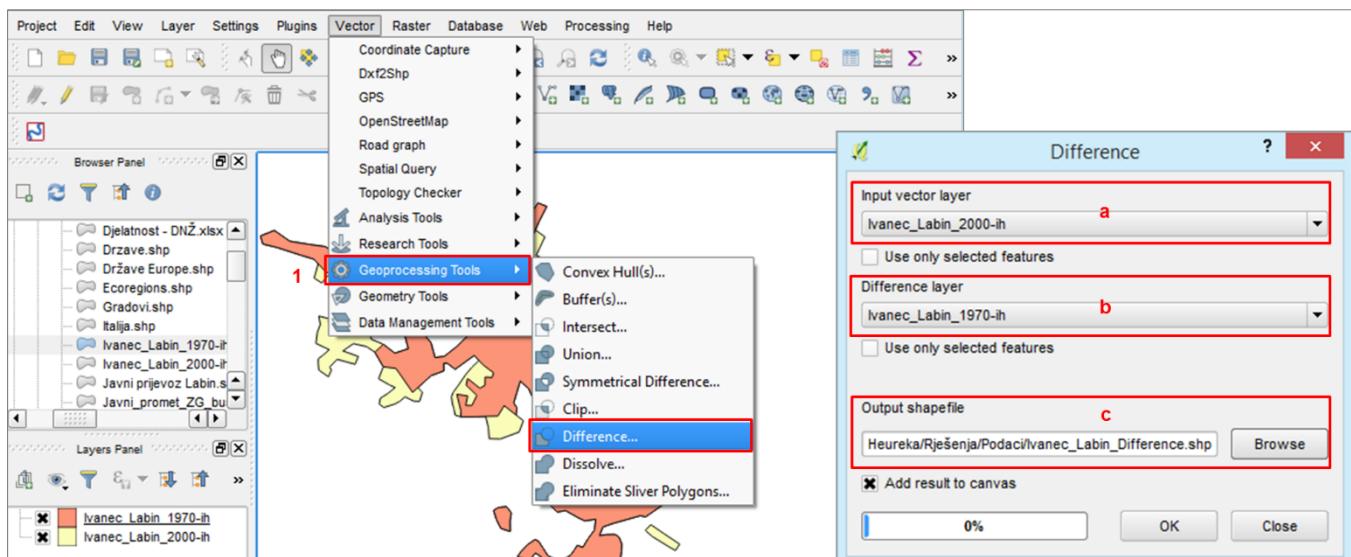
1. U izborniku *Vector – Geoprocessing Tools* odabrati ***Difference***.

2. U novom prozoru ***Difference*** postaviti sljedeće postavke:

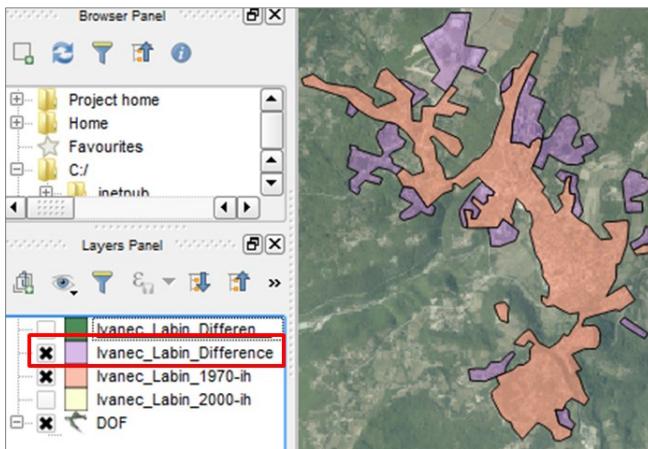
- a) ***Input layer*** – sloj u kojem se izdvajaju entiteti.
- b) ***Difference layer*** – poligonski sloj na izvan kojeg će se izdvojiti entiteti u drugom sloju.
- c) ***Output shapefile*** – naziv i lokacija sloja koji će se dobiti metodom *Difference*.



Sl. 160. Shema preklapanja točkastih, linijskih i poligonskih slojeva s drugim poligonskim slojem metodom *Difference*



Sl. 161. Podešavanje postavki za metodu preklapanja *Difference*



Sl. 162. Rezultat preklapanja slojeva metodom Difference

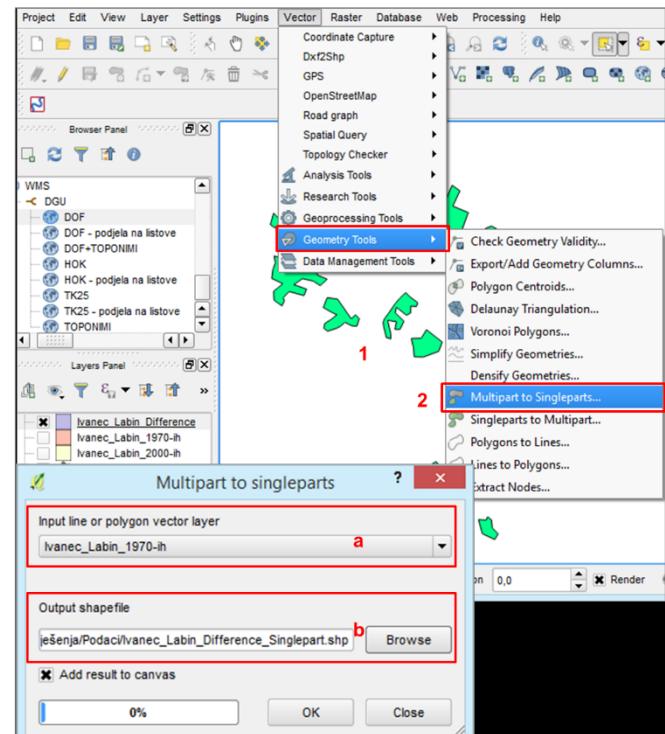
„RAZBIJANJE“ VIŠEDIJELNOG OBJEKTA NA ZASEBNE ENTITETE (MULTIPART TO SINGLEPART)

Entiteti dobiveni pomoću *Difference* unatoč dislociranosti ponašaju se kao **jedan entitet** koji se naziva **višedijelnim objektom (Multipart feature)**. To nije pogodno za analizu i prikaz pa se taj višedijelni objekt uglavnom „razbija“ na pojedinačne entitete na sljedeći način (sl. 163.):

1. Selektirati entitet koji se želi „razbiti“ na dijelove.
2. U izborniku *Geometry Tools* odabratи **Multipart to Singleparts**.
3. U novom prozoru **Multiparts to Singleparts** podesiti sljedeće postavke:
 - a) **Input** – sloj u kojem se entiteti „razbijaju“ na dijelove.
 - b) **Output shapefile** – lokacija i naziv budućeg vektorskog sloja tim postupkom.

ZADATAK

1. Otvorite novi QGIS dokument i dodajte sloj **DOF** s **Geoportal** preko **WMS servera**. Podesite mu projekcijski koordinatni sustav **HTRS96/TM**.
2. Dodajte *shapefileove Ivanec Labin 1970-ih* i *Ivanec 2000-ih/Labin 2000-ih* iz *Vježbe 15*. U sloju *Ivanec Labin 1970-ih* selektirajte samo vaše naselje (Ivanec ili Labin) te izradite novi sloj *Ivanec 1970-ih* ili *Labin 1970-ih*. Daljnji dio vježbe radite samo s tim novostvorenim slojem.
3. Preklopite slojeve (poligone) s vašim naseljem **1970-ih** i **2000-ih** pomoću **Difference**:
 - a) **Input layer**: Ivanec 2000-ih ili Labin 2000-ih.



Sl. 163. „Razbijanje“ višedijelnog entiteta

- b) **Difference layer**: Ivanec 1970-ih ili Labin 1970-ih.
- c) **Output shapefile**: definirati novi sloj i lokaciju na disku.
4. Poligon koji prikazuje dijelove vašeg naselja koji su nastali u promatranom razdoblju „razbijte“ na pojedinačne poligone pomoću **Multipart to Singleparts**.

U novom sloju dobivenom pomoću *Difference* izdvojeno prikažite (simbolom) **novije dijelove** izgrađene u promatranom razdoblju i analizirajte razloge prostornog širenja naselja.

VJEŽBA 18. Idealna lokacija za obiteljski hotel na odabranom otoku

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se stvaranjem zone (*buffera*) i primjenom različitih metoda preklapanja slojeva odrediti idealna lokacija za izgradnju manjeg obiteljskog hotela na odabranom otoku. Ta lokacija odredit će se na temelju željene ili zadane udaljenosti od određenih objekata. U vježbi se koriste digitalizirani geografski objekti iz *Vježbe 14.*

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

1. Zoniranje (*Buffer*)
2. Metoda preklapanja slojeva *Clip*
3. Metoda preklapanja slojeva *Intersect* (presjek)
4. Pretvaranje zatvorene linije u poligon (*Lines to Polygons*)

ZONIRANJE (BUFFER)

Zoniranje (*buffer*) je metoda prostorne analize koja se temelji na udaljenosti, a predstavlja pojas na zadanoj udaljenosti od određenog objekta. Formira se kao novi poligonski sloj (*shapefile*) oko točkastih, linijskih i poligonskih entiteta u drugom sloju. Postoje dvije različite vrste *buffera*:

1. **Buffer zadane udaljenosti od određenog objekta (Fixed distance)** – korisnik definira fiksnu udaljenost (radius) *buffera* u odnosu na objekte i ta se udaljenost primjenjuje na sve objekte u jednom sloju.
2. **Buffer čija širina ovisi o vrijednosti obilježja objekta** oko kojeg se stvara (*Buffer from field*) – širina *buffera* ponderirana je vrijednošću obilježja u atributivnoj tablici i razlikuje se po elementima u sloju (npr. *buffer* buke oko autoceste čija širina ovisi o broju ili dopuštenoj brzini vozila).

S *bufferom* kao novim poligonskim *shapefileom* moguće su sve operacije kao i s drugim slojevima (nije vezan uz izvorni sloj). U slučaju preklapanja *buffera* dvaju ili više objekata dostupne su dvije mogućnosti (sl. 164.):

1. Fizičko spajanje *buffera* koji se preklapaju u jedan poligon (uključujući elemente u atributivnoj tablici) – uključiti opciju **Dissolve buffer results** prilikom formiranja *buffera*.
2. Zadržavanje *buffera* oko svakog objekta kao **zasebnog poligona** – ne uključivati opciju **Dissolve buffer results**.

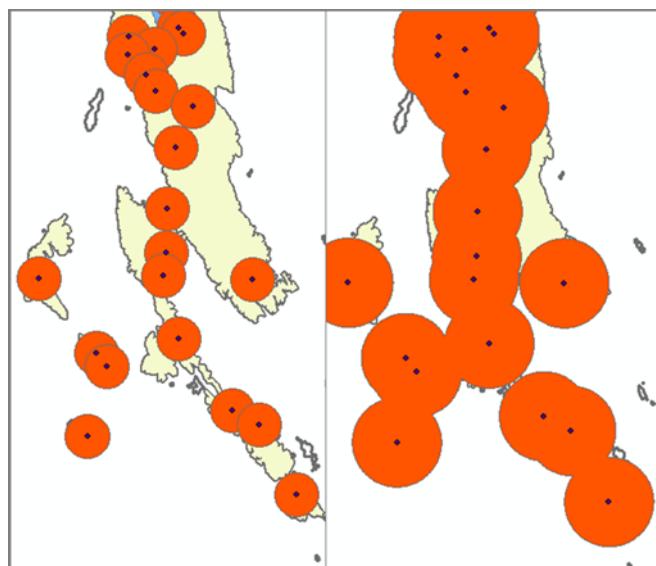
Buffer zadane udaljenosti uz entitete stvara se na sljedeći način (sl. 165. – 167.):

1. U izborniku *Vector – Geoprocessing Tools* odabrati **Buffer**.
2. U novom prozoru podesiti **postavke**:
 - a) **Input vector layer** – sloj s entitetima uz koje se stvara *buffer*.
 - b) **Distance** – udaljenost *buffera*.

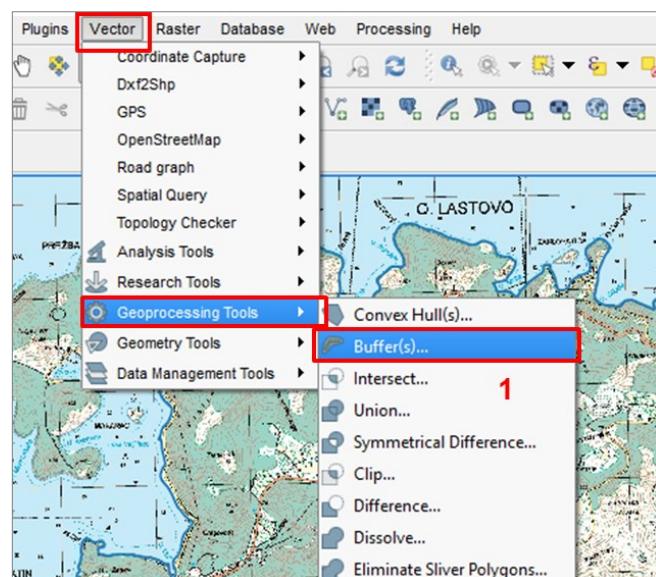
– **Buffer distance** – zadana udaljenost *buffera* – potrebno je upisati udaljenost (u mjerenoj jedinici koordinatnog sustava).

– **Buffer distance field** – širina ovisna o vrijednosti obilježja (odabratи obilježje iz atributivne tablice).

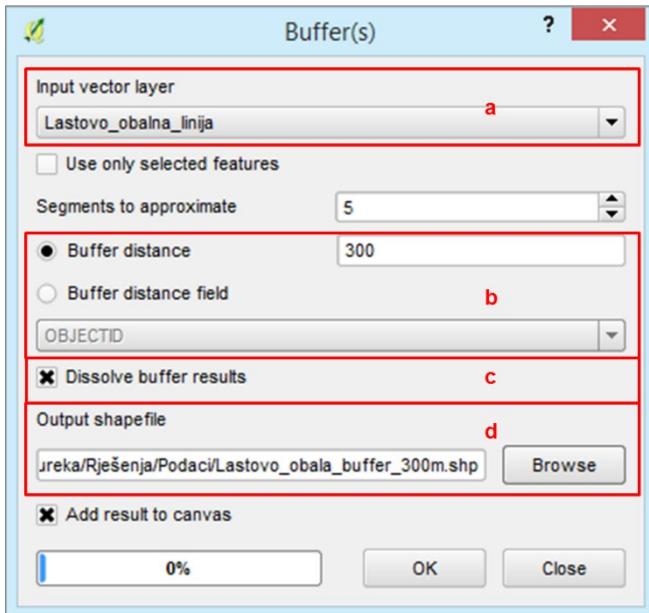
- c) **Dissolve buffer results** (uključiti po izboru) – spajanje *buffera* koji se preklapaju u jedan poligon.
- d) **Output shapefile** – definirati lokaciju i naziv *shapefilea* s *bufferom* na računalu.



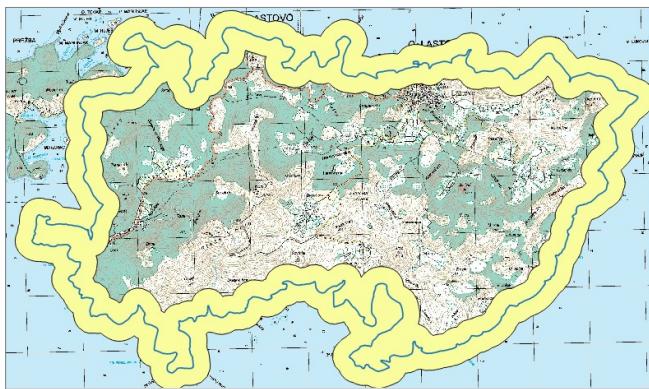
Sl. 164. Odvojeni (lijevo) i spojeni bufferi (desno) oko entiteta



Sl. 165. Ulazak u izbornik za postavljanje buffera



Sl. 166. Podešavanje postavki buffera



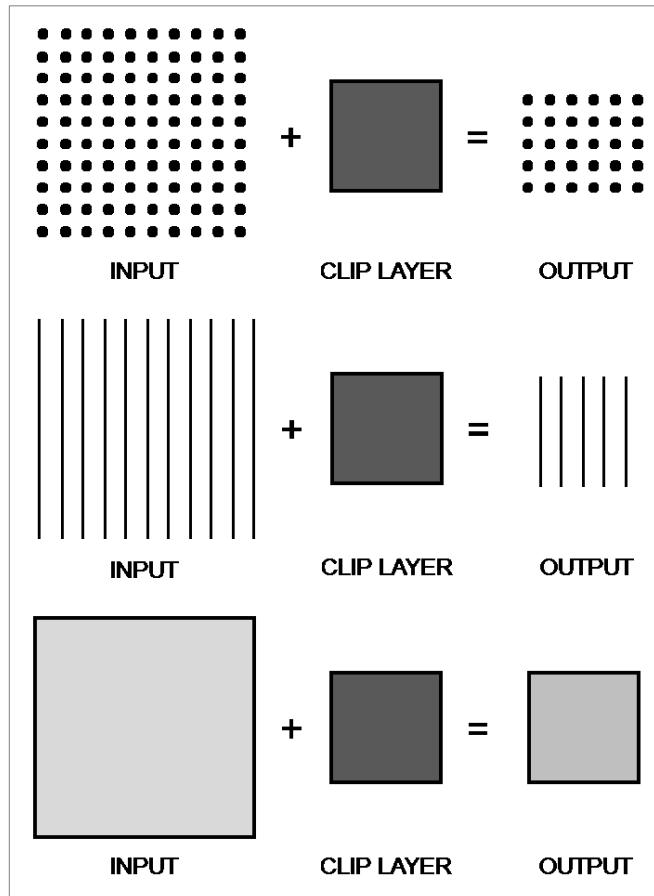
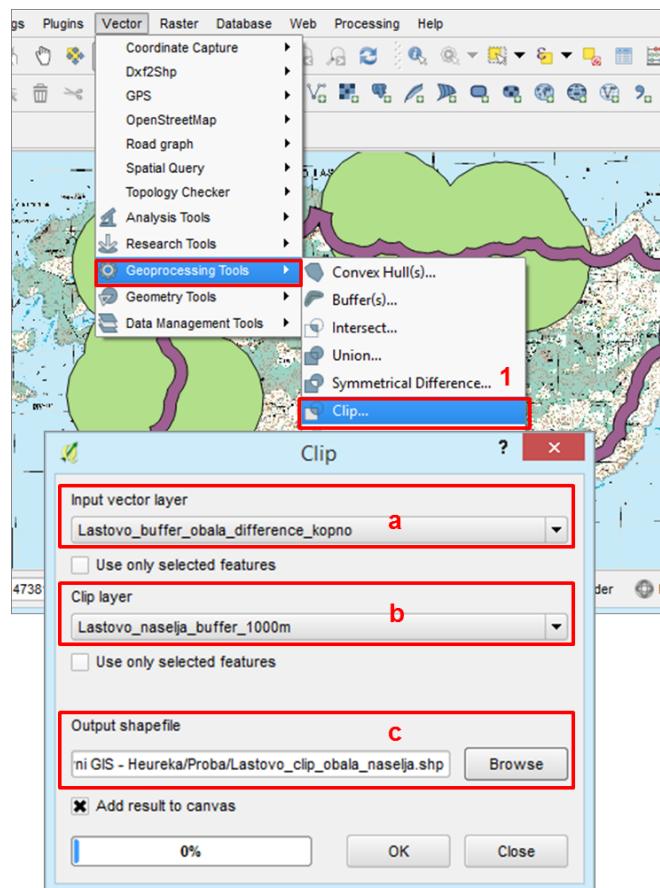
Sl. 167. Buffer oko obalne linije otoka Lastova

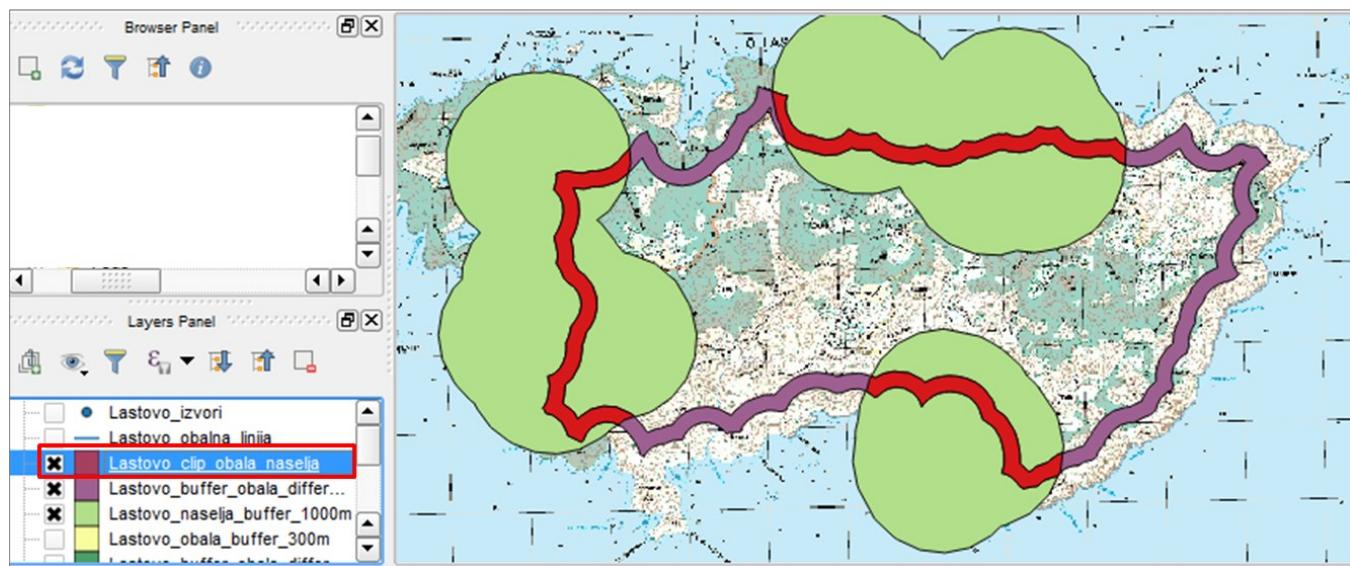
METODA PREKLAPANJA CLIP (IZREZIVANJE)

Clip je alat prostorne analize kod kojeg se izdvaja (reže) dio jednog sloja (*Input*) koji se nalazi **na području** jednog ili više entiteta u drugom sloju (*Clip Layer*) (radi se o procesu suprotnom od metode *Difference*). Sloj koji se izdvaja (reže) (*Input*) može biti točkasti, linijski ili poligonski, dok sloj na području kojeg se izdvajaju entiteti (*Clip Layer*) može biti isključivo poligonski. Metodom *Clip* stvara se novi sloj koji ima istu geometriju kao izvorni (točkasti, linijski i poligonski) te sadrži atributivne podatke isključivo iz izvornog sloja (*Input*) (sl. 168. i 170.).

Za preklapanje slojeva metodom *Clip* potrebno je (sl. 169.):

1. U izborniku *Vector – Geoprocessing Tools* odabratи *Clip*.
2. U novom prozoru *Clip* postaviti sljedeće postavke:
 - a) **Input layer** – sloj koji se izdvaja na temelju položaja unutar drugog sloja.
 - b) **Clip layer** – sloj unutar kojeg se izdvaja dio u drugom sloju (samo poligonski).
 - c) **Output shapefile** – naziv i lokacija sloja koji će se dobiti metodom *Clip*.

Sl. 168. Shema preklapanja točkastih, linijskih i poligonskih slojeva s drugim poligonskim slojem metodom *Clip*Sl. 169. Podešavanje postavki metode *Clip*



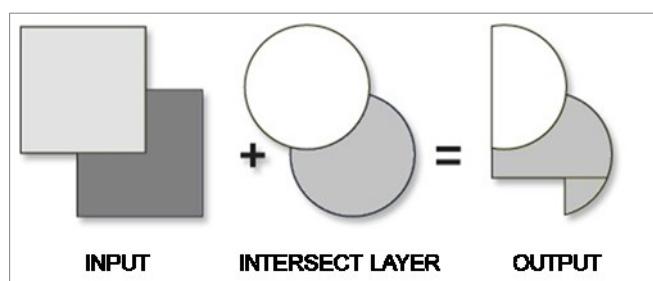
SI. 170. Bufferi obalne linije i naselja na Lastovu preklopjeni metodom Clip

METODA PREKLAPANJA INTERSECT (PRESJEK)

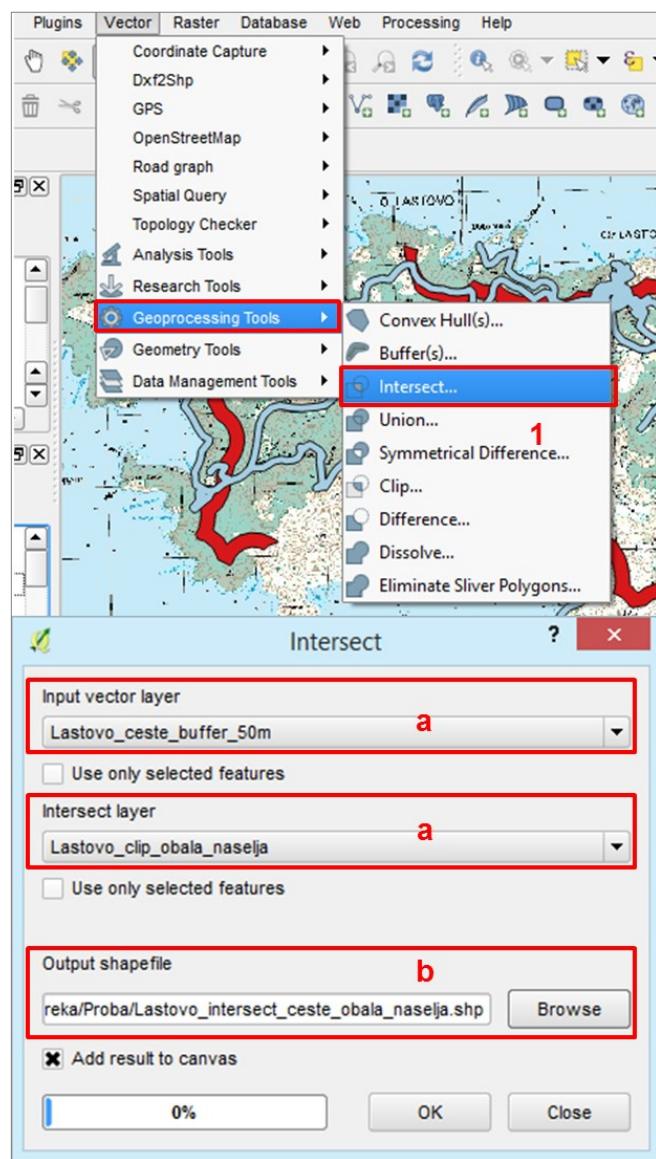
Metodom *Intersect* izdvajaju se entiteti ili dijelovi entiteta koji se nalaze na presjeku dvaju slojeva. Novi sloj koji nastaje metodom *Intersect* sadrži entitete koji se nalaze i na području jednog i na području drugog izvornog sloja (sl. 171.). Radi se o metodi prostorne analize koja je slična metodi *Clip*, no za razliku od nje, atributivni podaci u atributivnoj tablici preuzimaju se iz oba izvorna sloja. Oba sloja koja ulaze u analizu (*Input* i *Intersect Layer*) mogu biti točkasti, linijski ili poligonski, pri čemu redoslijed postavljanja slojeva nije važan. Preklapanjem dvaju poligonskih slojeva kao rezultat nastaje novi poligonski sloj. Preklapanjem linijskog i poligonskog ili linijskog i linijskog sloja nastaje novi linijski sloj. Preklapanjem točkastog sloja s drugim točkastim, linijskim ili poligonskim slojem kao rezultat nastaje novi točkasti sloj.

Preklapanje slojeva metodom *Intersect* provodi se na sljedeći način (sl. 172. i 173.):

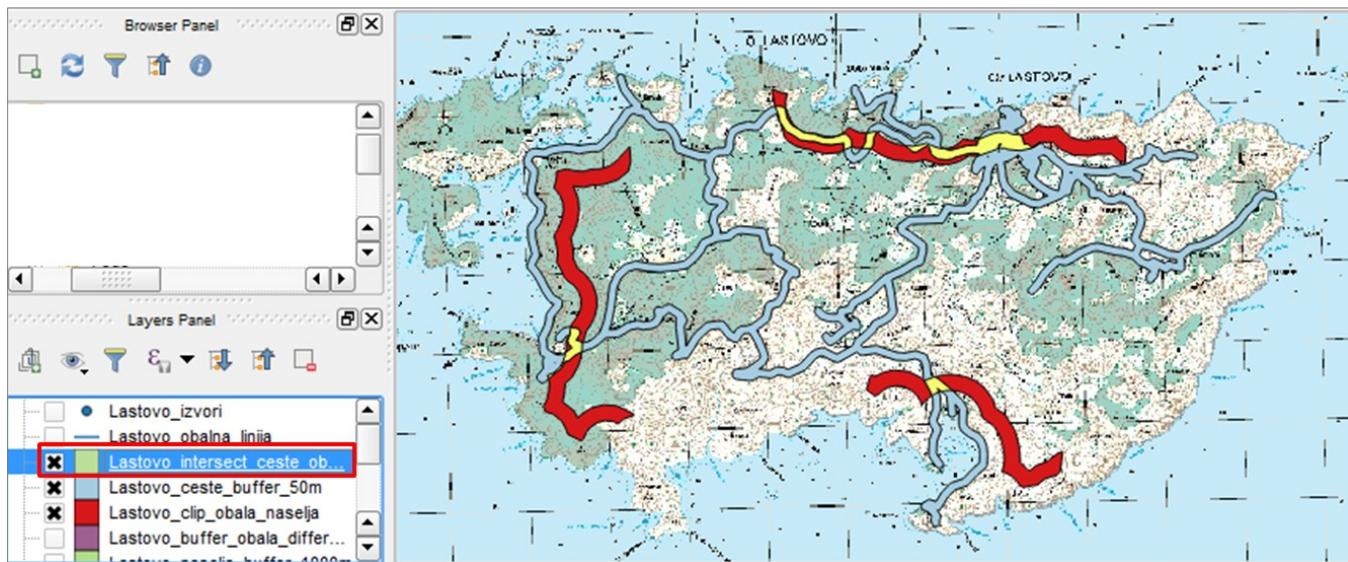
1. U izborniku *Vector – Geoprocessing Tools* odabratи *Intersect*.
2. U novom prozoru *Intersect* postaviti sljedeće postavke:
 - a) *Input vector layer* i *Intersect layer* – slojevi koji ulaze u analizu.
 - b) *Output shapefile* – naziv i lokacija sloja koji će se dobiti metodom *Intersect*.



SI. 171. Shema preklapanja točkastih, linijskih i poligonskih slojeva s drugim poligonskim slojem metodom Intersect



SI. 172. Podešavanje postavki metode Intersect



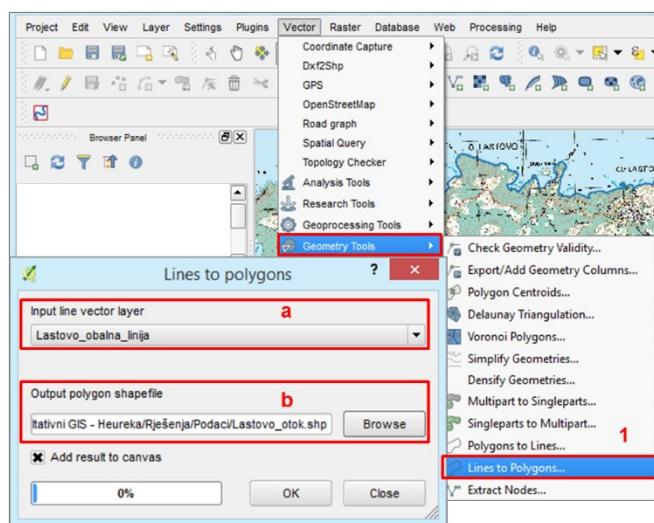
Sl. 173. Bufferi obalne linije, naselja i cesta na Lastovu prekopljeni metodom *Intersect*

PRETVARANJE ZATVORENE LINIJE U POLIGON (LINES TO POLYGONS)

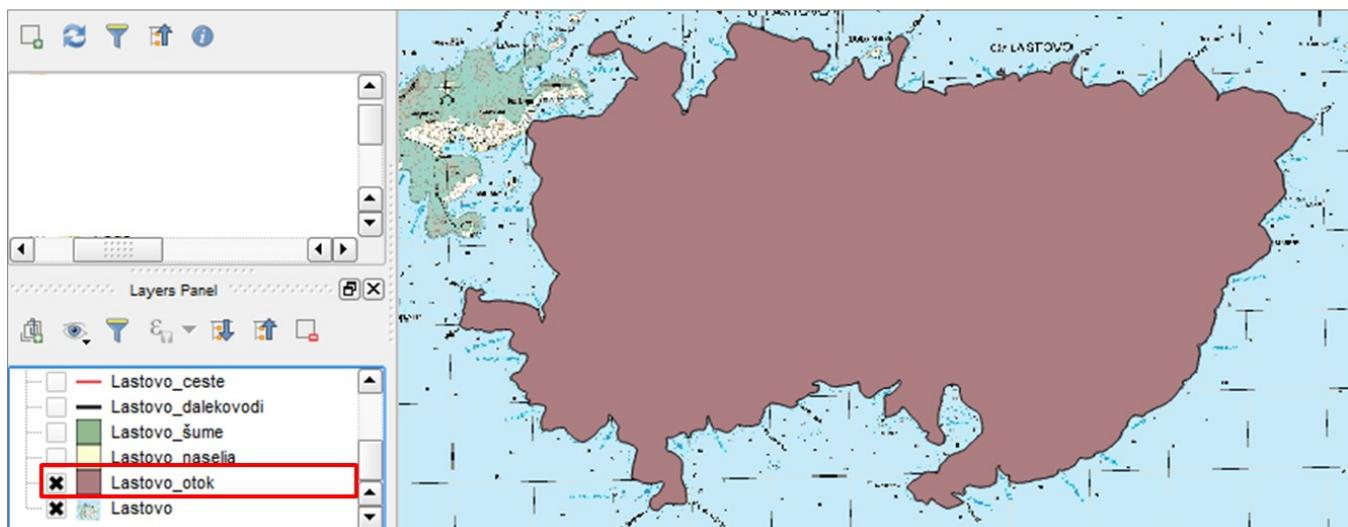
Zatvorene linijske entitete (npr. otoke) moguće je pretvoriti u poligonske kojima ta linija čini rub. Postupkom konverzije nastaje novi poligonski sloj s poligonskim entitetima. Postupak pretvaranja linijskih entiteta u poligonske je sljedeći (sl. 174.):

1. U izborniku *Vector – Geometry Tools* odabratи ***Lines to Polygons***.
2. U novom prozoru *Lines to Polygons* podesiti:
 - a) ***Input line vector layer*** – linijski sloj koji se pretvara u poligonski.
 - b) ***Output polygon shapefile*** – naziv i lokacija poligonskog sloja koji će se dobiti konverzijom.

Na sličan način metodom ***Polygons to Lines*** moguće je pretvoriti poligonske entitete u linijske.



Sl. 174. Postavke metode pretvaranja zatvorene linije u poligon



Sl. 175. Poligon otoka Lastova dobiven iz obalne linije alatom *Lines to Polygons*

ZADATAK

U traženju idealne lokacije obiteljskog hotela na otoku po izboru koriste se digitalizirani objekti iz *Vježbe 14*. Određivanje idealne lokacije uključuje izradu *buffera* na zadanoj udaljenosti od objekta i preklapanje *buffera* uz objekte pomoću analitičkih alata (*Intersect*, *Clip* i *Difference*).

Zadani parametri za lokaciju manjeg obiteljskog hotela su sljedeći:

1. Treba biti udaljen više od 300 m od obale (izvan zaštićenog obalnog pojasa).
2. Treba biti na udaljenosti manjoj od 500 m od obale (dostupno pješice).
3. Treba biti na udaljenosti do 1 km od naselja (može biti i unutar naselja).
4. Treba biti udaljen manje od 50 m od (asfaltirane) ceste (dostupnost automobilom).
5. Treba biti udaljen više od 100 m od dalekovoda (zbog straha od eventualnog zračenja).
6. Treba biti udaljen više od 200 m od izvora (zbog zaštite podzemnih voda).
7. Treba se nalaziti izvan šume (zaštita vegetacije).

U analizi se sugeriraju **sljedeći koraci**, uz napomenu kako je do istog rezultata moguće doći na više različitih načina. U svakom koraku u analizu ulazi sloj koji je dobiven preklapanjem u prethodnom koraku i *buffer* elementa s kojim se tek treba preklopiti.

1. Izradite kopiju dokumenta QGIS *Desktop* za **Vježbu 14**. i ovu vježbu radite u kopiji tog dokumenta.
2. Kreirajte **buffere** oko sljedećih geografskih elemenata na **zadanoj udaljenosti**:

- a) Obala – 300 metara
- b) Obala – 500 metara
- c) Izgrađena naselja – 1000 metara (uključujući sama naselja)
- d) Ceste – 50 metara
- e) Dalekovodi – 100 metara
- f) Izvori – 200 metara

3. Obalnu liniju otoka pretvorite u **poligon otoka** uz pomoć metode *Lines to Polygons*. Taj će se poligon koristiti za preklapanje lokacija koje se nalaze samo na kopnu i eliminaciju lokacija na području mora.
4. Na temelju *buffera* obale od 300 i 500 metara metodom *Difference* izrežite pojas koji se nalazi **između 300 i 500 metara od obale**. Dobiveni sloj sadrži dva pojasa – jedan na kopnu i jedan na moru.
5. Metodom *Clip* ili *Intersect* preklopite sloj s pojasom između 300 i 500 metara od obale s poligonom otoka kako biste izdvojili samo lokacije **između 300 i 500 m od obale na kopnu**.
6. Metodom *Clip* ili *Intersect* preklopite dobiveni sloj s **bufferom od 1000 metara od naselja**. Time su izdvojene lokacije na udaljenosti 300 – 500 metara od obale na kopnu, a koje se nalaze najviše 1000 metara od naselja.
7. Metodom *Clip* ili *Intersect* preklopite dobiveni sloj s **bufferom 50 metara od ceste**. Na taj su način izdvojene samo one lokacije koje, uz prethodne kriterije, zadovoljavaju uvjet dostupnosti automobilom.
8. Metodom *Difference* iz dobivenog sloja izrežite područja koja se nalaze **unutar buffera od 100 metara od dalekovoda**.
9. Metodom *Difference* iz dobivenog sloja uklonite dijelove koji se nalaze **unutar buffera od 200 metara od izvora**.
10. Metodom *Difference* iz dobivenog sloja izrežite područja koja se nalaze **unutar šume**.
11. Ako nakon provedene analize nijedna lokacija ne udovoljava zadanim uvjetima, izmijenite pojedine granične vrijednosti. Ako puno lokacija udovoljava zadanim uvjetima, dodajte nove parametre koji će vam pomoći u izboru lokacije.

VJEŽBA 19. Prostorna analiza na temelju rezultata terenskog istraživanja

OPIS VJEŽBE

Ova vježba predstavlja nastavak *Vježbe 16.* u kojoj je zadatak bio na terenu kartirati zadane sadržaje. U ovoj vježbi unijet će se, vizualizirati i analizirati kartirani objekti u QGIS-u.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

1. Metoda preklapanja slojeva ***Union*** (**uniya**)
2. Povezivanje podataka iz više *shapefileova* u jedan (***Merge Shapefiles to One***)

UNOS KARTIRANIH SADRŽAJA U QGIS

Nakon provedenog terenskog istraživanja s kartiranjem potrebno je kartirane objekte unijeti u QGIS radi analize i vizualizacije. Kartirani objekti unose se u novi *shapefile*, pri čemu tip *shapefilea* ovisi o metodi kartiranja (točkama, linijama ili poligonima). Koordinatni sustav *shapefilea* bi, radi izbjegavanja netočnosti i deformacija, trebao biti isti kao koordinatni sustav karte na koju su uneseni objekti. Kartirani objekti unose se u *shapefile* na način da se na temelju iste ili slične kartografske podloge digitaliziraju točke, linije ili poligoni objekata na mjestima na kojima se nalaze. Svakom entitetu u atributivnoj tablici potrebno je dodati barem naziv i tip. Svi podaci u atributivnoj tablici trebaju se unositi na isti način kako bi ih kasnije bilo moguće vizualizirati.

Primjerice, podaci o kartiranim ugostiteljskim objektima u središtu Zagreba uneseni su u GIS na način da je stvoren novi točkasti *shapefile* s koordinatnim sustavom kartografske podloge te su na temelju te podloge precizno digitalizirane točke koje su označavale kartirane objekte. Nakon toga su u atributivnoj tablici u dva nova stupca dodani podaci o nazivu i kategoriji objekata (hotel, bar, restoran...), na temelju čega su kasnije vizualizirani rezultati istraživanja.

VIZUALIZACIJA REZULTATA KARTIRANJA

Kartirane objekte moguće je vizualizirati na način da se prikaže samo njihova lokacija i naziv ili ih je moguće prikazati prema kvalitativnim i kvantitativnim obilježjima. Za prikazivanje jednom od metoda vizualizacije nužno je da u atributivnoj tablici postoje odgovarajući atributi. Za prikazivanje **kvalitativnih obilježja** podataka koristi se metoda *Classified*. Upotrebom te metode entiteti se svrstavaju u skupine prema kvalitativnom obilježju, pri čemu se svi entiteti u istoj skupini prikazuju istim kartografskim znakom (npr. ugostiteljski objekti prema kategoriji). Za prikazivanje **kvantitativnih obilježja** ovisno o obilježju moguće je koristiti kartodijagram s krugovima (npr. broj posjetitelja

ugostiteljskih objekata ili broj radnika u tvornici), kartodijagram s uspravnim stupcima (npr. proizvodnja kamena u kamenolomima u različitim godinama), kartodijagramom sa strukturnim krugovima (npr. struktura plasmana proizvoda u proizvodnom pogonu) ili druge kvantitativne metode.

PROSTORNA ANALIZA

Entiteti dobiveni kartiranjem mogu se koristiti u prostornoj analizi samostalno te u kombinaciji s podacima iz prethodnih vježbi ili s interneta. U prostornoj analizi moguće je koristiti sve prethodno usvojene metode preklapanja slojeva te metodu ***Union***, koja je objašnjena u nastavku. Također se mogu koristiti i druge metode prostorne analize dostupne u QGIS-u, a koje su objašnjene u izborniku ***Help***. Na taj je način pomoću kartiranih objekata moguće dobiti potpuno nove korisne informacije vezane uz temu i prostor istraživanja.

METODA PREKLAPANJA SLOJEVA UNION (UNIJA)

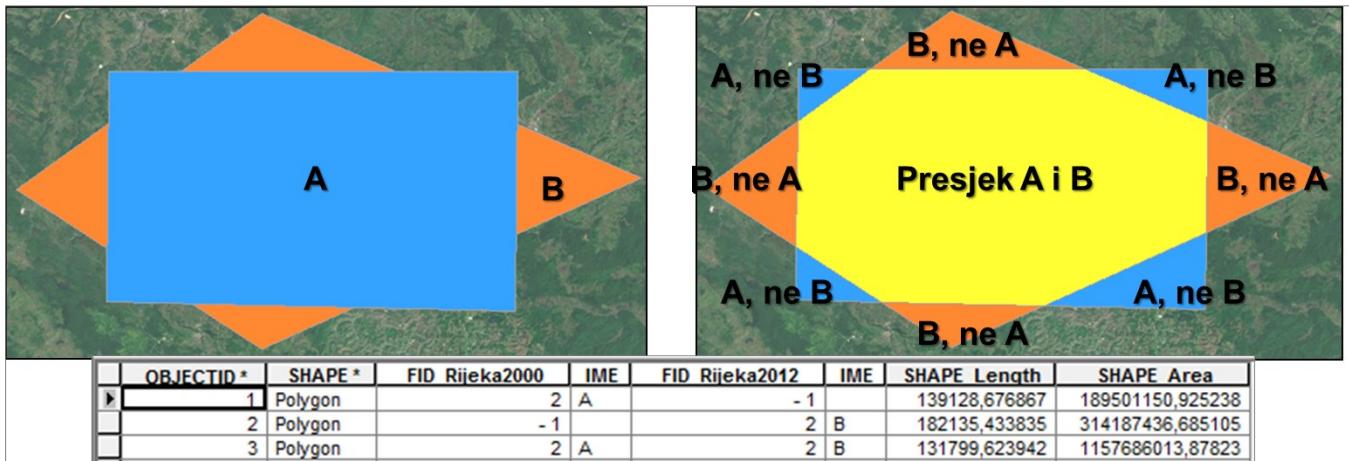
Union (**uniya**) je metoda prostorne analize koja se koristi kod geometrijskog preklapanja dvaju isključivo **poligonskih** slojeva. Preklapanjem dvaju poligona u različitim slojevima metodom ***Union*** nastaju **tri nova poligona** u novom sloju (sl. 176.):

1. Poligon koji se nalazi na **presjeku** izvornih dvaju poligona (obuhvaća samo zajedničku površinu).
2. Poligon koji se nalazi na području poligona **u prvom sloju**, ali izvan poligona u drugom sloju.
3. Poligon koji se nalazi na području poligona **u drugom sloju**, ali izvan poligona u prvom sloju.

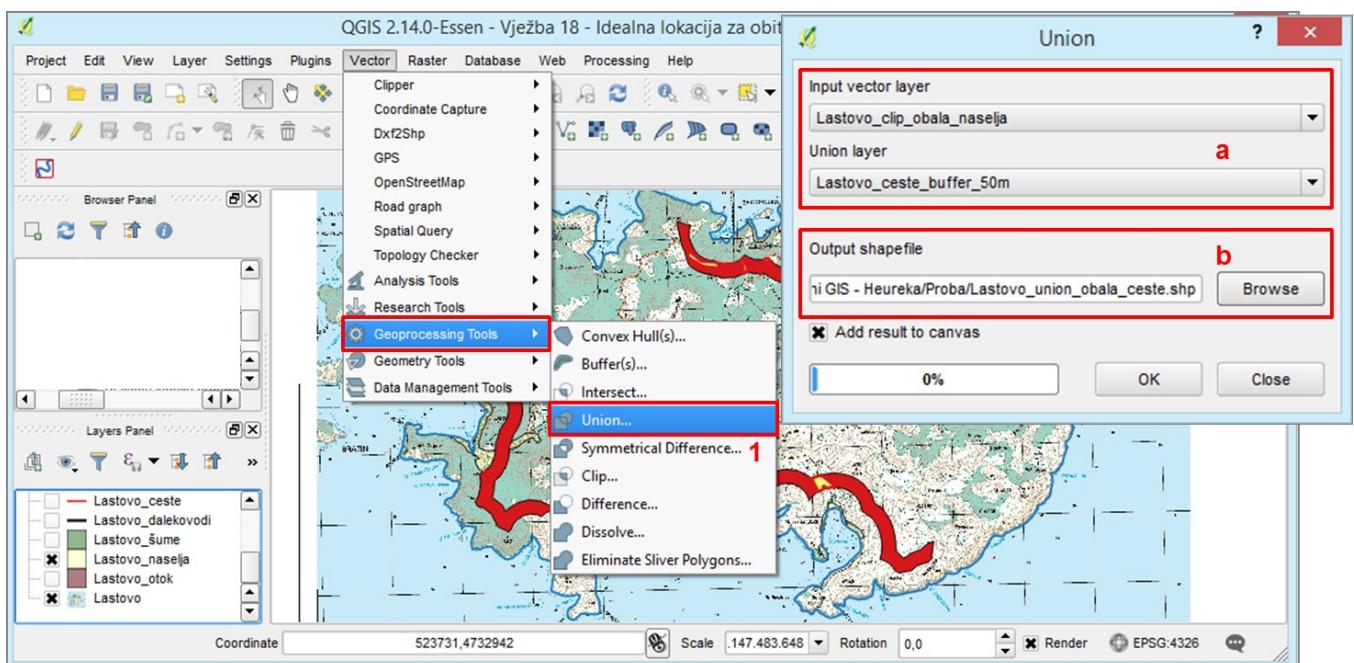
Metodom ***Union*** odredišnom sloju pridružuju se objedinjeni **atributivni podaci** iz oba izvorna sloja.

Prostorna analiza metodom ***Union*** odvija se na sljedeći način (sl. 177.):

1. U izborniku *Vector – Geoprocessing Tools* odabrati ***Union***.
2. U novom prozoru ***Union*** postaviti sljedeće postavke:
 - a) ***Input vector layer*** i ***Union layer*** – slojevi koji ulaze u analizu (odabrati slojeve iz *Table of Contents* ili mape; redoslijed nije važan).
 - b) ***Output shapefile*** – naziv i lokacija sloja koji će se dobiti metodom ***Union***.



Sl. 176. Shema preklapanja poligonskih slojeva metodom Union



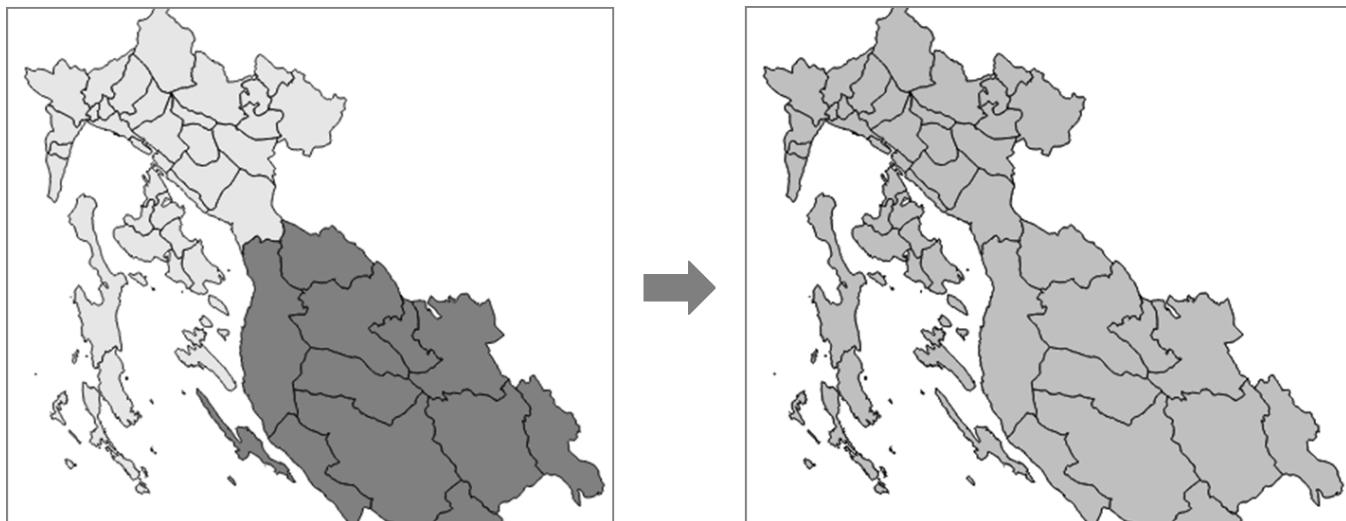
Sl. 177. Podešavanje postavki metode Union

POVEZIVANJE PODATAKA IZ VIŠE SHAPEFILEOVA (MERGE SHAPEFILES TO ONE)

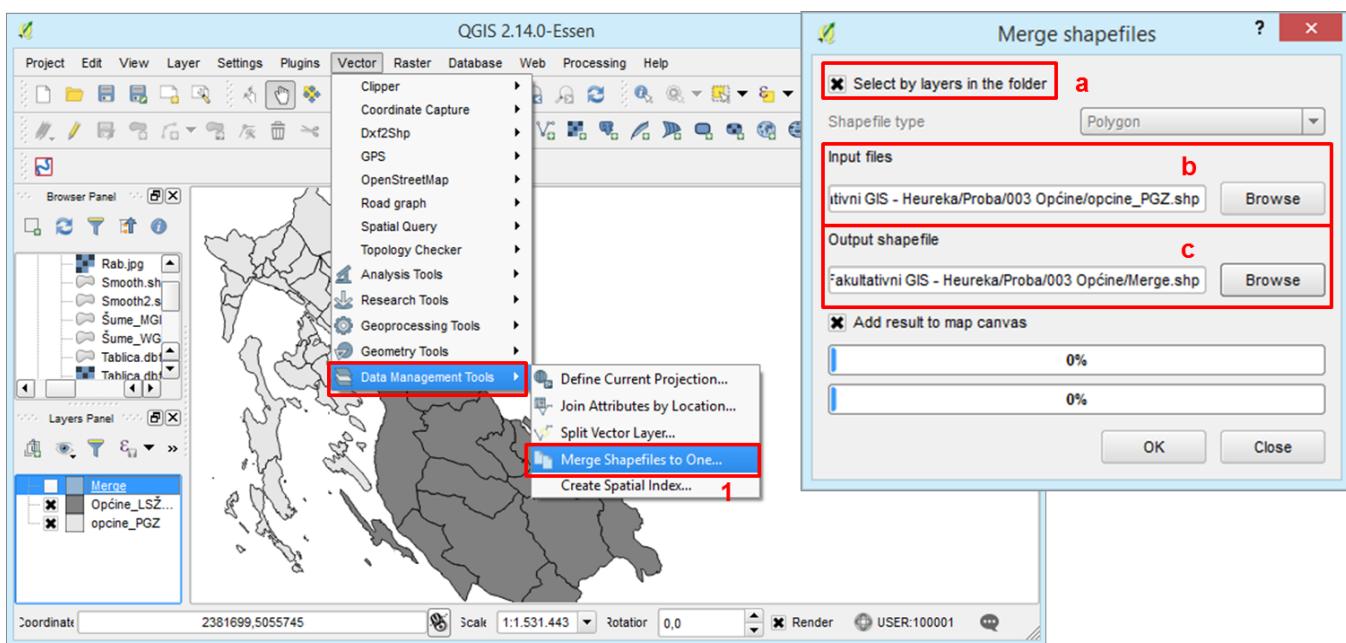
Opcija *Merge Shapefiles to One* predstavlja alat za upravljanje prostornim podacima koji se koristi za spajanje dvaju ili više *shapefileova* u jedan novi *shapefile* (sl. 178.). Taj se alat koristi u slučajevima kada se dijelovi podataka istog tipa ili teme nalaze u različitim slojevima te na taj način nije moguće provesti kvalitetnu vizualizaciju ili prostornu analizu. Spajanjem se ne mijenjaju geometrijski i atributivni podaci, nego se oni u izvornom obliku preslikavaju u novi *shapefile*. Dakle, ne dolazi do preklapanja slojeva kao kod metoda *Clip*, *Difference*, *Union* i *Intersect*. Alat je primjenjiv na točkaste, linijske i poligonske *shapefileove*, ali smiju se povezivati samo *shapefileovi* istog tipa (točkasti i točkasti, linijski i linijski, poligonski i poligonski).

Za spajanje *shapefileova* alatom *Merge Shapefiles to One* potrebno je (sl. 179.):

1. U izborniku *Vector – Data Management Tools* odabrati *Merge shapefiles to One*.
2. U prozoru *Merge Shapefiles* postaviti sljedeće postavke:
 - a) Uključiti opciju *Select by layers in the folder* – ako je opcija **isključena** spajaju se svi *shapefileovi* iz odabране mape; ako je opcija **uključena** moguće je odabrati *shapefileove* kojih će se spojiti.
 - b) *Input files* – slojevi koji ulaze u analizu (u mapi koji se otvara pomoću CTRL odabrati željene *shapefileove*).
 - c) *Output shapefile* – naziv i lokacija sloja s objedinjenim podacima koji će se dobiti spajanjem.



Sl. 178. Spajanje dva sloja (shapefilea) u jedan alatom Merge Shapefiles to One



Sl. 179. Podešavanje postavki metode Merge Shapefiles to One

ZADATAK

1. Otvorite u QGIS Desktopu **podlogu** koju ste pripremali za kartiranje i zumirajte na vaše područje istraživanja.
2. Izradite u vašoj mapi **novi shapefile** s nazivom po izboru s projekcijskim koordinatnim sustavom **HTRS96/TM**.
3. U atributivnoj tablici novostvorenog sloja dodajte minimalno **dva nova stupca** sa sljedećim postavkama (moguće je dodati i više stupaca ako je planiran unos drugih atributivnih podataka):
 - a) **NAZIV** (*Name*) – formatiran kao **tekst** (*Type*)
 - b) **VRSTA** (*Name*) – formatiran kao **tekst** (*Type*)
4. U novostvorenom sloju digitalizirajte **sve objekte koje ste kartirali**.
5. U atributivnoj tablici sloja u odgovarajuće stupce upišite **naziv** i **vrstu** svakog digitaliziranog objekta te ostale atributivne podatke po potrebi.
6. Prikažite sve digitalizirane objekte različitim bojama (ili znakovima) po skupinama koristeći metodu vizualizacije **Categorized**. U slučaju unosa drugih atributivnih podataka moguće je primijeniti metode prikazivanja kvantitativnih podataka.
7. Uredite rezultate vašeg istraživanja u GIS-u kao **tematsku kartu** s naslovom, legendom i mjerilom. Na kartu dodajte pojedine fotografije snimljene tijekom terenskog istraživanja.
8. Spremite dokument i izvezite kartu.
9. Ako je vaš zadatak dio grupnog rada, povežite **shapefileove** svih grupa u jedinstveni **shapefile** pomoću alata **Merge shapefiles to One**.
10. Samostalno provedite prostornu analizu koristeći podatke dobivene kartiranjem te podatke iz prošlih vježbi i s interneta.

5.3. PROSTORNI UPITI

Prostorni upiti predstavljaju operacije prostorne analize u kojima se na temelju različitih alata dobivaju odgovori na upite koje postavi korisnik vezane uz objekte na površini Zemlje. Predstavljaju jednu od temeljnih funkcija GIS-a, a omogućuju brzo i jednostavno dobivanje odgovora na jednostavne i složene upite za koje postoje odgovarajući geometrijski i atributivni podaci. Osnovni alati za dobivanje odgovora na prostorne upite su: (1) **atributivna tablica**, (2) **prostorna statistika**, (3) **selekcije**, (4) **bufferi**.

Budući da je većina tih alata usvojena tijekom prijašnjih vježbi, u *Vježbi 20.* će se prikazati korištenje prostorne

statistike. Kombinacijom navedenih metoda odgovorit će se na **tri prostorna upita**:

1. Kolika je prosječna površina županija u Hrvatskoj?
2. Koliko stanovništva živi u gradovima s više od 500.000 stanovnika u Italiji?
3. Koja naselja Istarske županije s više od 1000 stanovnika imaju više od petine starog stanovništva?

Valja napomenuti kako je do istih rezultata često moguće doći primjenom različitih alata te da ne postoji samo jedan mogući put dolaska do odgovora.

VJEŽBA 20. Dobivanje odgovora na prostorne upite na temelju digitaliziranih slojeva

OPIS VJEŽBE

U vježbi će se primjenom alata u atributivnoj tablici, prostorne statistike, selekcija i *buffera* odgovoriti na postavljene prostorne upite. Odgovori će se dobiti korištenjem GIS slojeva iz prethodnih vježbi.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

1. Očitavanje prostorne statistike
2. Dobivanje odgovora na prostorne upite kombinacijom različitih alata

PROSTORNA STATISTIKA

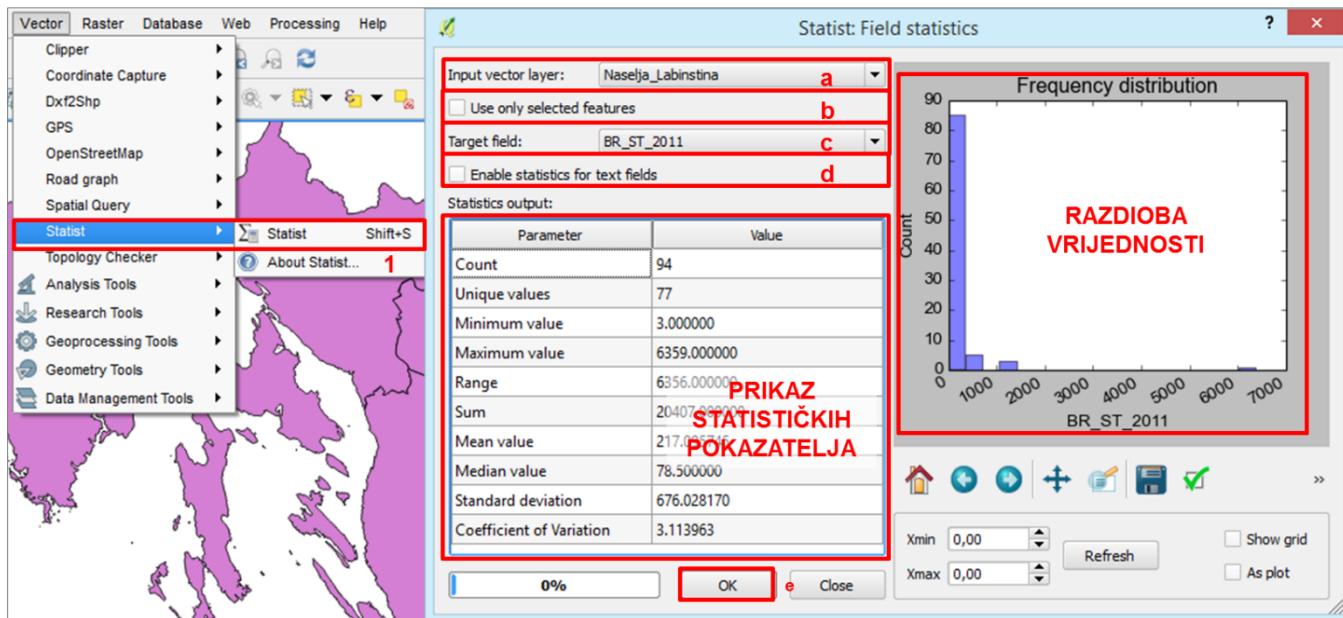
Omogućuje prikaz statističkih pokazatelja za kvantitativne podatke pohranjene u atributivnoj tablici u sloju. Uz statističke pokazatelje dostupan je prikaz razdiobe vrijednosti u dijagramu sa stupcima. Statističke pokazatelje moguće je prikazati za **sve ili za selektirane entitete** u atributivnoj tablici, a iskazani su sljedeći (sl. 180.):

1. **Count** – ukupan broj entiteta u promatranoj sloju.
2. **Unique values** – broj entiteta koji se međusobno razlikuju prema vrijednosti obilježja.
3. **Minimum value** – najmanja vrijednost obilježja.
4. **Maximum value** – najveća vrijednost obilježja.
5. **Range** – razlika između najveće i najmanje vrijednosti obilježja (raspon vrijednosti).

6. **Sum** – zbroj vrijednosti svih ili selektiranih entiteta u statističkom skupu
7. **Mean value** – aritmetička sredina.
8. **Median value** – medijan – vrijednost srednjeg po redu člana statističkog skupa (kada se svi entiteti poredaju po vrijednosti).
9. **Standard deviation** – standardna devijacija – mjera disperzije seta podataka od prosjeka.
10. **Coefficient of variation** – koeficijent varijacije – standardizirana mjera koja prikazuje distribuciju vrijednosti unutar statističkog skupa.

Za prikaz prostorne statistike potrebno je instalirati *plugin Statist*. Prostorna statistika prikazuje se na sljedeći način:

1. U izborniku *Vector – Statist* odabratи opciju **Statist**.
2. U novom prozoru **Statist** definirati:
 - a) **Input vector layer** – sloj za koji se prikazuje statistika.
 - b) **Use only selected features** – potrebno uključiti opciju ako se statistika prikazuje samo za selektirane elemente.
 - c) **Target field** – obilježje (stupac) u atributivnoj tablici za koje se prikazuje statistika.
 - d) **Enable statistics for text fields** – uključenjem opcije prikazuju se statistički pokazatelji za stupce formatirane kao tekstualne u atributivnoj tablici.
 - e) Odabratи **OK** za prikaz statističkih pokazatelja.



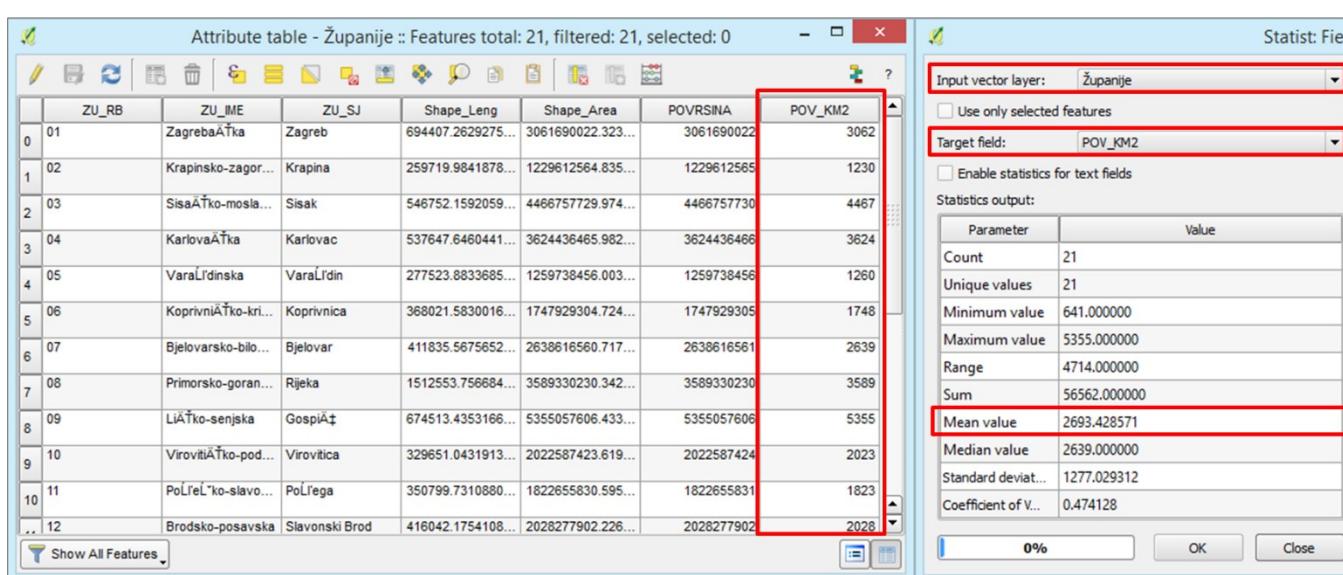
Sl. 180. Podešavanje postavki za prikaz prostorne statistike

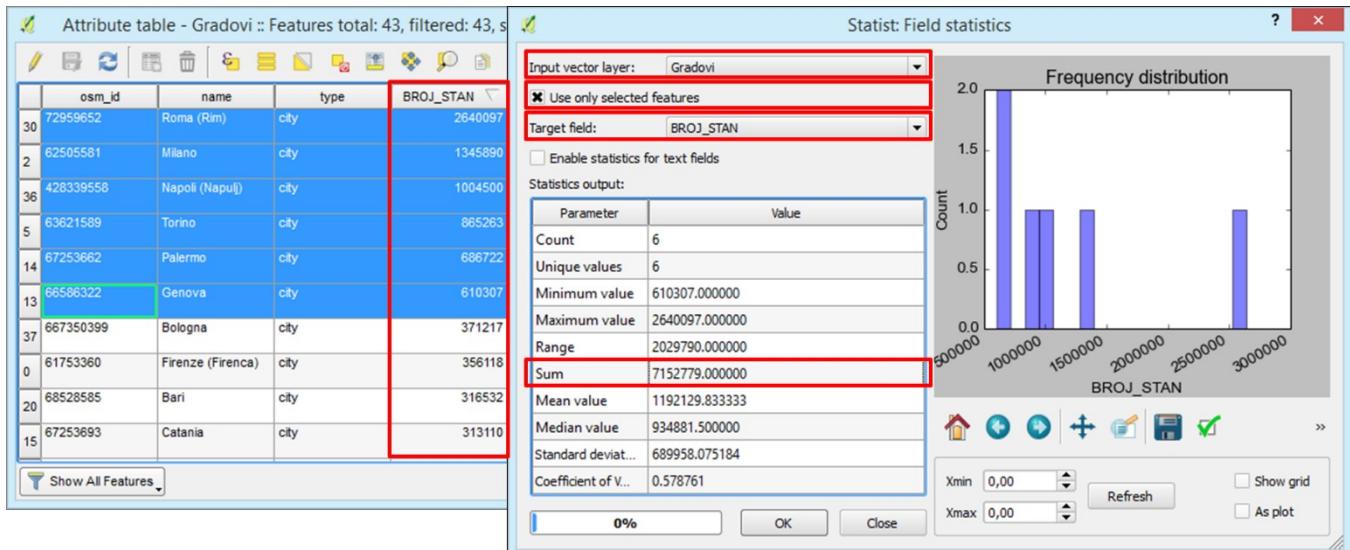
ODGOVORI NA PROSTORNE UPITE

Za dobivanje odgovora na prostorni upit „**Kolika je prosječna površina županija u Hrvatskoj?**“ potrebno je prikazati prostornu statistiku za sloj *Županije*. Ako u atributivnoj ne postoje podaci o površini županija (u četvornim kilometrima), potrebno ih je izračunati pomoću tabličnog kalkulatora. Nakon izračuna površine u prozoru *Statist* kao *Input vector layer* potrebno je odabrati sloj *Županije*, a kao *Target field* stupac s površinom u četvornim kilometrima. Prosječna površina županija očitava se uz *Mean value* i iznosi **2693,42 km²** (sl. 181.).

Odgovor na upit „**Koliko stanovnika živi u gradovima s više od 500.000 stanovnika u Italiji?**“ moguće je dobiti

kombinacijom selekcije i prostorne statistike. Prvo je potrebno selektirati gradove u Italiji s više od 500.000 stanovnika (u sloju *Gradovi*), a zatim prikazati statističke pokazatelje samo za te gradove. Dakle, kao *Input vector layer* treba odabrati sloj *Gradovi*, uključiti opciju *Use only selected features* i kao *Target field* odabrati obilježje s brojem stanovnika. Ukupni broj stanovnika u selektiranim elementima očitava se uz *Sum*. U šest najvećih talijanskih gradova s više od 500.000 stanovnika (Roma, Milano, Napoli, Torino, Palermo, Genova) živi ukupno **7,152.779 stanovnika** (sl. 182.).

Sl. 181. Prostorna statistika za sloj *Županije*



Sl. 182. Prostorna statistika za sloj *Gradovi* (u Italiji)

Upit „**Koliko naselja u Istarskoj županiji s više od 1000 stanovnika ima više od petine starog stanovništva?**“ zahtijeva upotrebu više selekcija. Prvo je potrebno u sloju *Naselja centroidi* selektirati naselja u Istarskoj županiji i stvoriti novi sloj. Zatim je u novom sloju potrebno selektirati naselja

s više od 1000 stanovnika i stvoriti novi sloj. U atributivnoj tablici novog sloja moguće je očitati naselja s više od 20% starog stanovništva. Radi se o **šest naselja – Rabac, Jalžabet, Labin, Novigrad, Raša i Marčana** (sl. 183.).

ZADATAK

Na temelju slojeva koje ste koristili u dosadašnjim vježbama odgovorite na sljedeće prostorne upite. Po potrebi izračunajte tražena obilježja u atributivnoj tablici te po želji vizualizirajte rezultate upita.

1. Koliko je ukupno stanovnika živjelo u Varaždinskoj/Istarskoj županiji 1961., a koliko 2011. g.?
2. Koja jedinica lokalne samouprave na udaljenosti od 10 km od Labina/Ivana ima najviše izraženu depopulaciju u razdoblju 1991. – 2011.?
3. Kolika je prosječna površina zemljišta pod vinogradima u županijama u kojima se nalaze UNESCO-ovi lokaliteti?
4. Koliko iznosi prosječna totalna stopa fertiliteta (TFR za razdoblje 2010. – 2015.; broj živorođene djece po ženi) u državama u kojima je BDP *per capita* veći od 50.000\$, a koliki je u državama s BDP-om *per capita* manjim od 2000\$?

5. Koliko stanovništva ukupno živi u talijanskim gradovima s više od 200.000 stanovnika?
6. Kolika je najveća razlika u površini korištenog zemljišta pod oranicama u županijama Istočne Hrvatske?
7. Navedite glavne gradove europskih država koji se nalaze manje od 400 km od Zagreba.
8. Koliko prosječno ima zaposlenih stanovnika u jedinicama lokalne samouprave u Dubrovačko-neretvanskoj županiji koje imaju više od trećine stanovništva zaposlenog u primarnom sektoru? Navedite ih.
9. Koliko je ukupno živjelo stanovnika u afričkim državama s očekivanim trajanjem života kraćim od 60 godina 2014. g., a koliko će ih prema predviđanjima živjeti 2030. g.?

5.4. DIGITALNA ANALIZA RELJEFA

Digitalna analiza reljefa je skup složenih postupaka kojima se analiziraju geomorfološki procesi i oblici na Zemlji putem računalnih tehnologija, što ima veliku praktičnu važnost za različite ljudske djelatnosti. Reljef se u GIS-u prikazuje i analizira na temelju tri osnovne vrste podataka: (1) **digitalni model reljefa (DEM)** – digitalni model Zemljine površine kreiran na temelju podataka o nadmorskoj visini (rasterska struktura podataka), (2) *triangulated irregular network*

(TIN) – prikaz reljefa mrežom trokuta koji povezuju nepravilno razmještene točke koje su definirane geografskim ili pravokutnim koordinatama i nadmorskog visinom (vektorska struktura podataka), (3) **izohipse** – zamišljene linije koje povezuju mjesta iste nadmorske visine (vektorska struktura podataka). Digitalna analiza reljefa često uključuje analizu nagiba padina, ekspozicije ili orijentacije padina, vertikalne raščlanjenosti (energije) reljefa, analizu hidrografske mreže...

VJEŽBA 21. Digitalna analiza reljefa u okolini Ivanca/Labina

OPIS VJEŽBE

U vježbi se digitalno analizira reljef odabranog područja na temelju rasterskih podataka (digitalnog modela reljefa) preuzetog s relevantnih web stranica. Rasterski sloj će se izrezati samo na kopnenom dijelu te će se na temelju njega konstruirati izohipse i kreirati novi rasterski slojevi koji prikazuju nagib i ekspoziciju padina te vertikalnu raščlanjenost (energiju) reljefa.

VJEŠTINE

Rješavanjem vježbe stječu se sljedeće vještine:

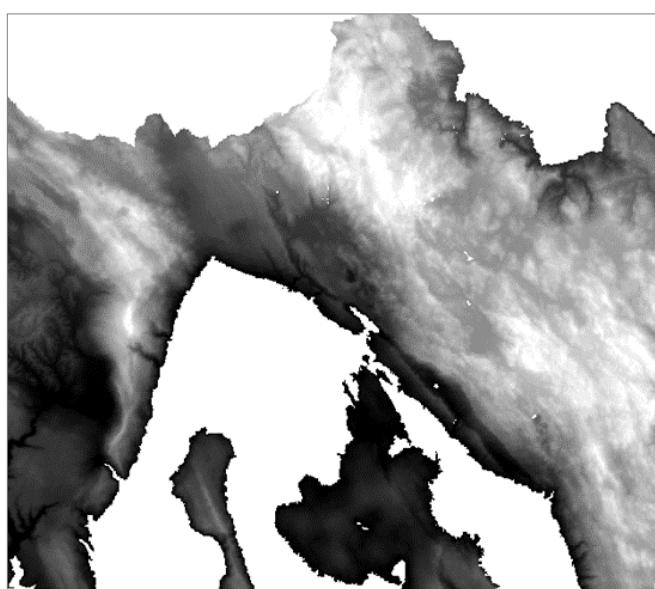
1. Rezanje rasterskog sloja na temelju vektorskog sloja metodom *Clipper*
2. Stvaranje izohipsa iz digitalnog modela reljefa (*Contour*)
3. Analiza nagiba padina (*Slope*)
4. Analiza ekspozicije padina (*Aspect*)
5. Analiza vertikalne raščlanjenosti ili energije reljefa (*Ruggedness Index*)

REZANJE RASTERSKOG SLOJA NA TEMELJU VEKTORSKOG SLOJA METODOM CLIPPER

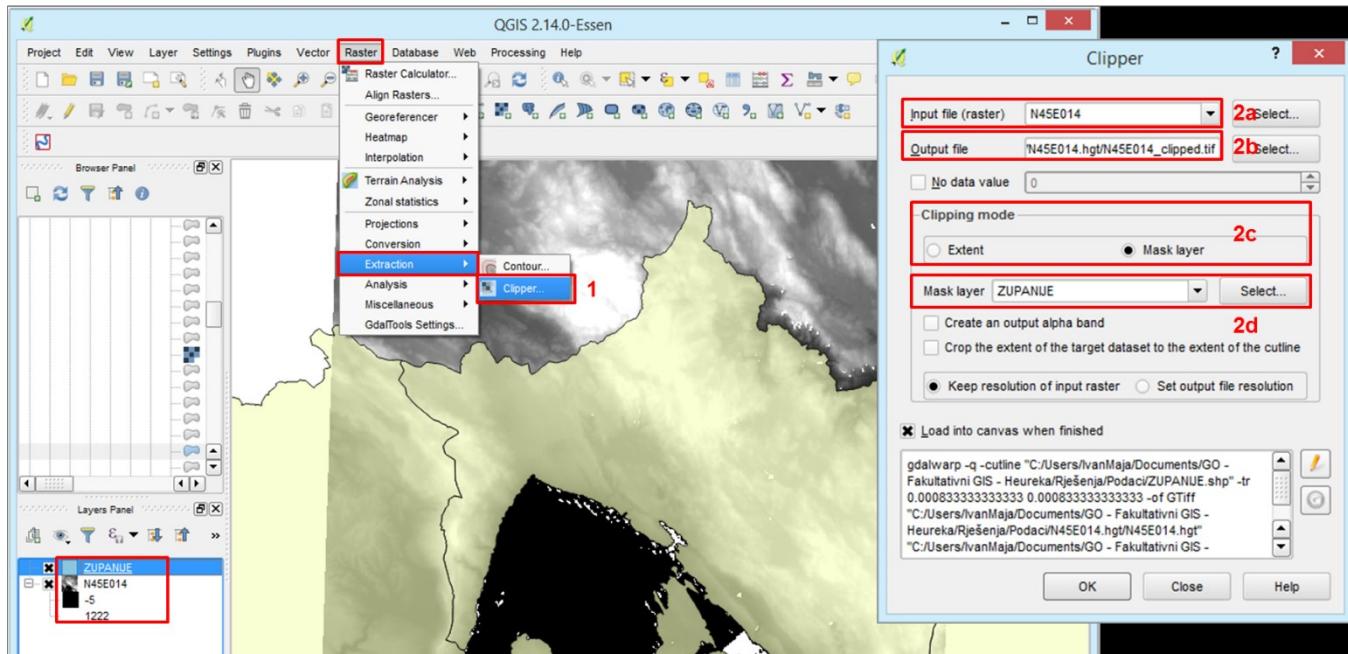
Ako rasterski sloj obuhvaća područje koje je znatno šire od onoga koje je potrebno u analizi ili obuhvaća dijelove mora za koje ne postoje batimetrijski podaci, moguće ga je izrezati u željenom obuhvatu pomoću metode *Clipper* (sl. 183.). Na taj se način izrezuje samo onaj dio rastera koji se nalazi na području poligonskog vektorskog sloja. Kako bi se aktivirala metoda *Clipper* u QGIS-u potrebno je u izborniku *Plugins – Manage and Install Plugins* instalirati plugin *GDAL Tools*.

Postupak za rezanje rasterskog sloja na temelju vektorskog sloja je sljedeći (sl. 184.):

1. U izborniku *Raster – Extraction* odabrati *Clipper*.
2. U novom prozoru *Clipper* podesiti sljedeće postavke:
 - a) **Input file (raster)** – rasterski sloj koji se izreže.
 - b) **Output file** – definirati naziv i lokaciju budućeg rastera koji će se dobiti rezanjem.
 - c) **Clipping mode** – način rezanja rasterskog sloja – za rezanje na temelju vektorskog sloja odabrati *Mask layer*.
 - d) **Mask layer** – vektorski sloj na području kojeg se izrezuje rasterski sloj.



Sl. 183. Digitalni model reljefa izrezan samo na kopnu



Sl. 184. Podešavanje postavki za rezanje sloja metodom Clipper

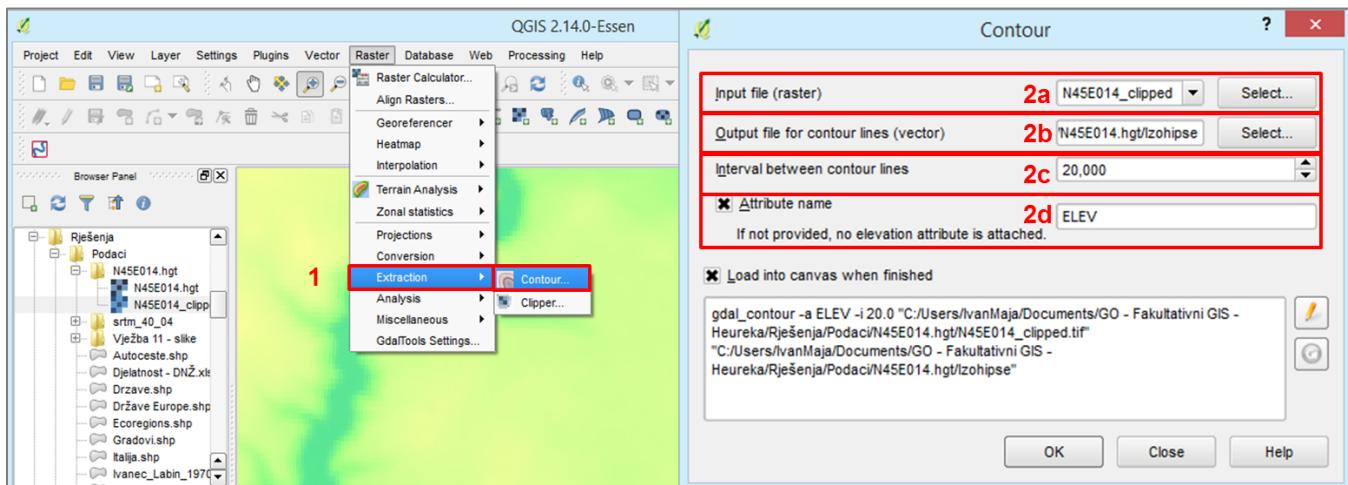
STVARANJE IZOHIPSA IZ DIGITALNOG MODELA RELJEGA (CONTOUR)

Izohipse predstavljaju zamišljene linije koje na kartama povezuju mesta iste nadmorske visine. Koriste se u prikazivanju reljefa na topografskim kartama u kombinaciji s kotama (točkama s označenom nadmorskom visinom). Izohipse se postavljaju na zadanim vertikalnim razmaku (ekvidistanci/ekvidistanči) koji odgovara mjerilu karte. Što je mjerilo karte krupnije, ekvidistanca je manja, a što je mjerilo karte sitnije, ekvidistanca je veća. Primjerice, usvojena ekvidistanca za karte izrađene u mjerilu 1:25 000 iznosi 10 metara, a za karte mjerila 1:50 000 i 1:100 000 iznosi 20 metara.

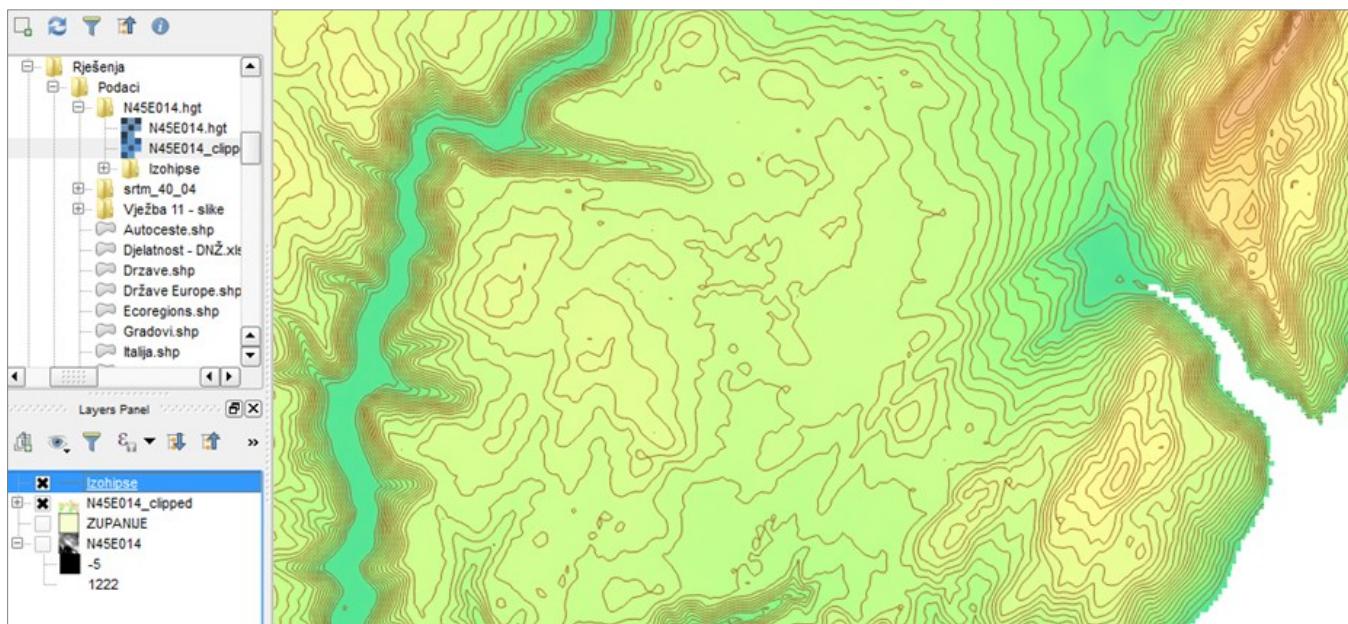
Izohipse je u QGIS-u moguće konstruirati na temelju digitalnog modela reljefa koji sadrži podatke o nadmorskoj visini.

Izohipse se konstruiraju u novom linijskom vektorskome sloju na sljedeći način (sl. 185. i 186.):

1. U izborniku Raster – Extraction odabratи **Contour**.
2. U novom prozoru **Contour** podesiti sljedeće postavke:
 - a) **Input file (raster)** – rasterski sloj na temelju kojeg se stvaraju izohipse.
 - b) **Output file for contour lines (vector)** – definirati lokaciju i naziv novog vektorskog sloja s izohipsama.
 - c) **Interval between contour lines** – ekvidistanca (vertikalni razmak između izohipisa).
 - d) **Attribute name** – stvaranje stupca u atributivnoj tablici s nadmorskom visinom izohipse.



Sl. 185. Podešavanje postavki za stvaranje izohipsa iz digitalnog modela reljefa



Sl. 186. Novostvoren novi sloj s izohipsama

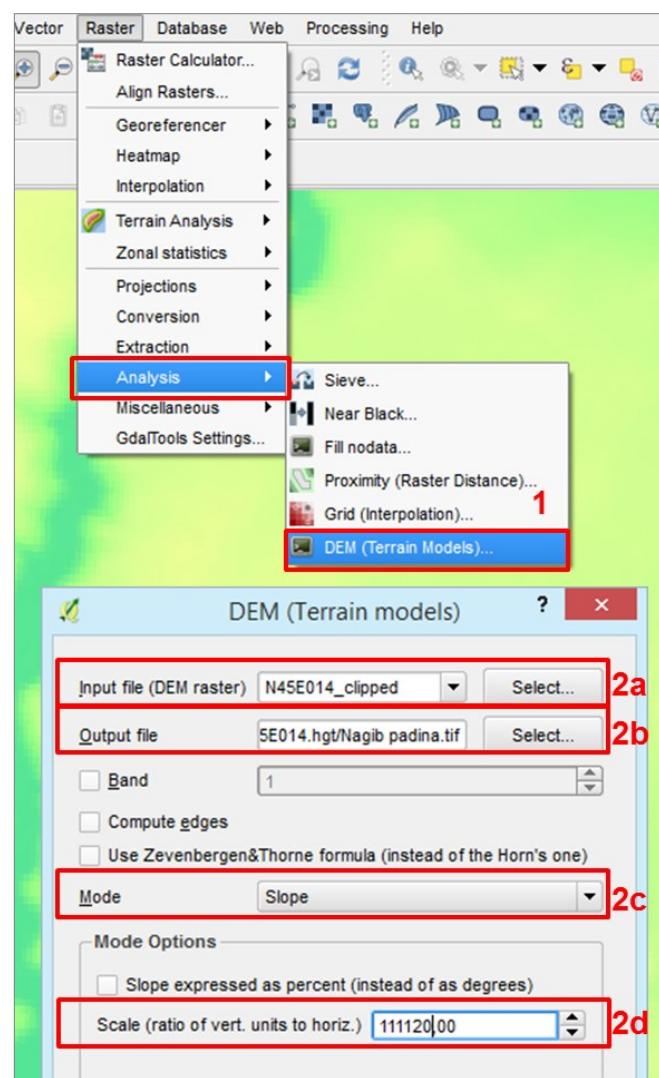
ANALIZA NAGIBA PADINA (SLOPE)

Analiza nagiba padina vrlo je česta u digitalnoj analizi reljefa jer različiti nagibi padina uvjetuju različite **geomorfološke procese** (npr. denudacijske ili akumulacijske; padinske, fluvijalne, krške ili druge). Uz to, različite kategorije nagiba padina imaju drugačije **društveno-gospodarsko vrednovanje** (npr. za izgradnju, u poljoprivredi, gradnji prometnica itd.). Zbog toga se u geomorfologiji nagib padina uglavnom klasificira i prikazuje unutar **sljedećih šest razreda (iskazanih kutnim stupnjevima)**:

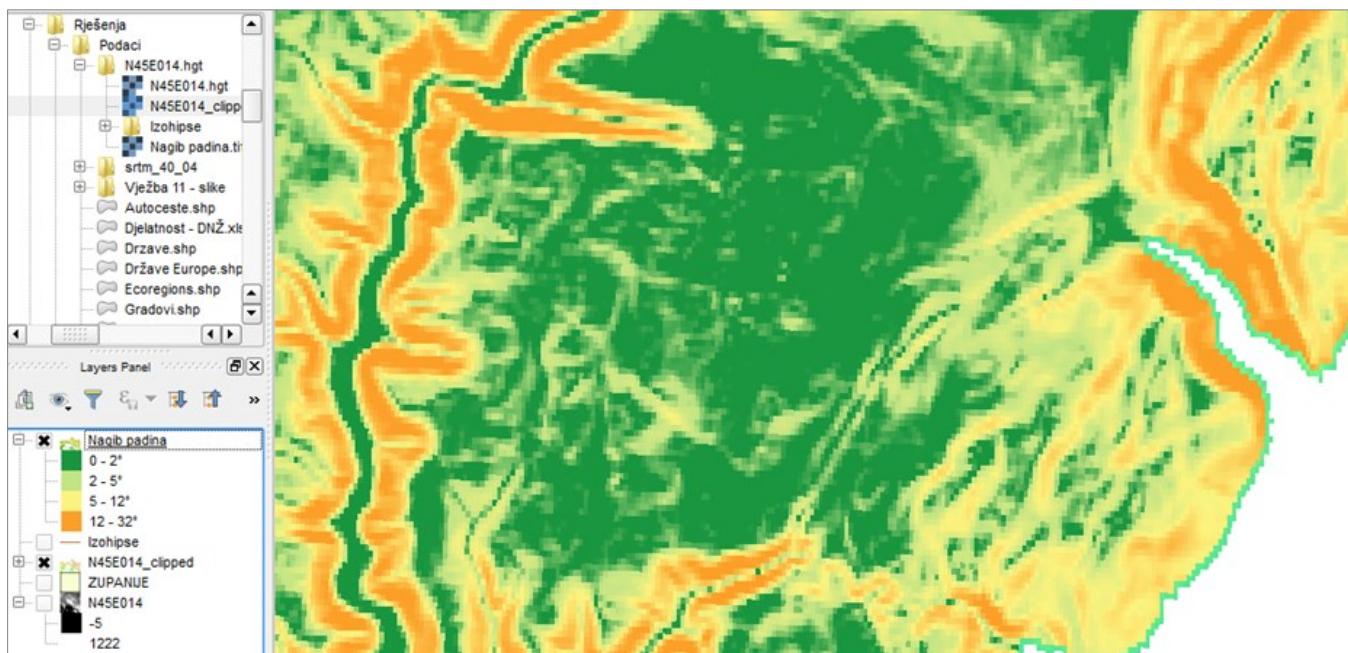
- 0 – 2°: ravnica
- 2 – 5°: blago nagnuta padina
- 5 – 12°: nagnuta padina
- 12 – 32°: znatno nagnuta padina
- 32 – 55°: vrlo strma padina
- > 55°: strmac

Nagib padina u QGIS-u izračunava se u novom rasterskom sloju na temelju podataka o nadmorskoj visini u digitalnom modelu reljefa. Sloj s nagibom padina kreira se na sljedeći način, (sl. 187. i 188.):

1. U izborniku *Raster – Analysis* odabrat **DEM (Terrain Models)**.
2. U novom prozoru **DEM (Terrain models)** definirati sljedeće postavke:
 - a) **Input file (DEM raster)** – rasterski sloj na temelju kojeg se analizira nagib (DEM).
 - b) **Output file** – definirati lokaciju i naziv novog rastera.
 - c) **Mode** – predmet izračuna u novom rasteru – odabrat **Slope**.
 - d) **Scale** – potrebno **korigirati mjerilo** kako bi se računalo u metrima – upisati 111.140.



Sl. 187. Postupak kreiranja rastera s nagibom padina (Slope)



Sl. 188. Novostvoren sloj s nagibom padina

ANALIZA EKSPOZICIJE PADINA (ASPECT)

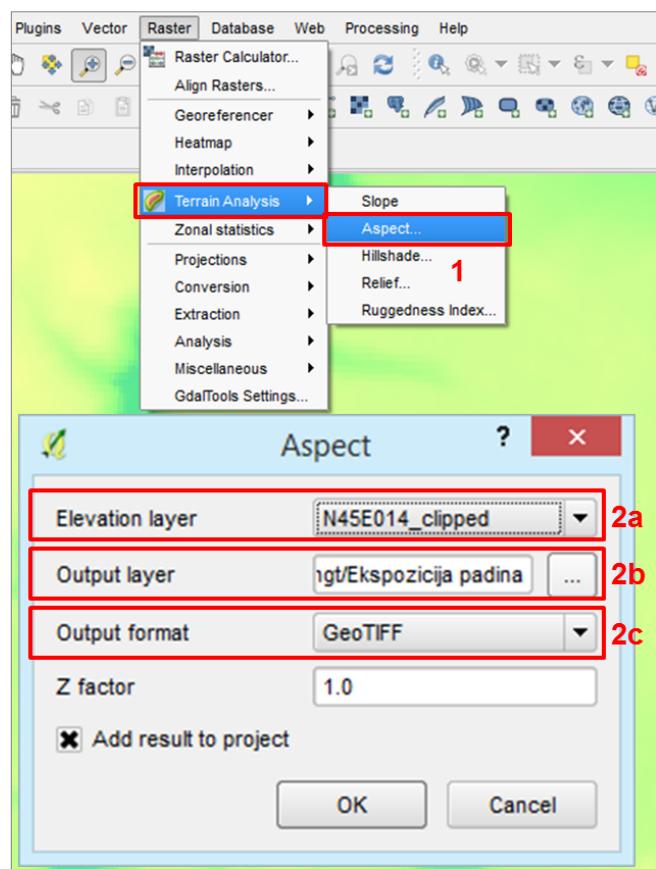
Ekspozicija ili orijentacija padine predstavlja usmjerenost padine prema određenoj strani svijeta. U QGIS-u se iskazuje azimutom s ishodištem prema sjeveru i računa se u smjeru kazaljke na satu. Metoda ekspozicije koristi se u analizi pogodnosti reljefa za određene društveno-gospodarske aktivnosti s obzirom na klimatske elemente (radijaciju, insolaciju, vjetrove), poput uzgoja pojedinih poljoprivrednih kultura (npr. vinova loza), određivanja lokacija za solarne elektrane, orijentacije krovova kuća s obzirom na strane svijeta i slično. Ekspozicija padina se u QGIS-u klasificira u sljedeće skupine s obzirom na azimut:

- 0 – 22,5°: N
- 22,5 – 67,5°: NE
- 67,5 – 112,5°: E
- 112,5 – 157,5°: SE
- 157,5 – 202,5°: S
- 202,5 – 247,5°: SW
- 247,5 – 297,5°: W
- 292,5 – 337,5°: NW
- 337,5 – 360°: N

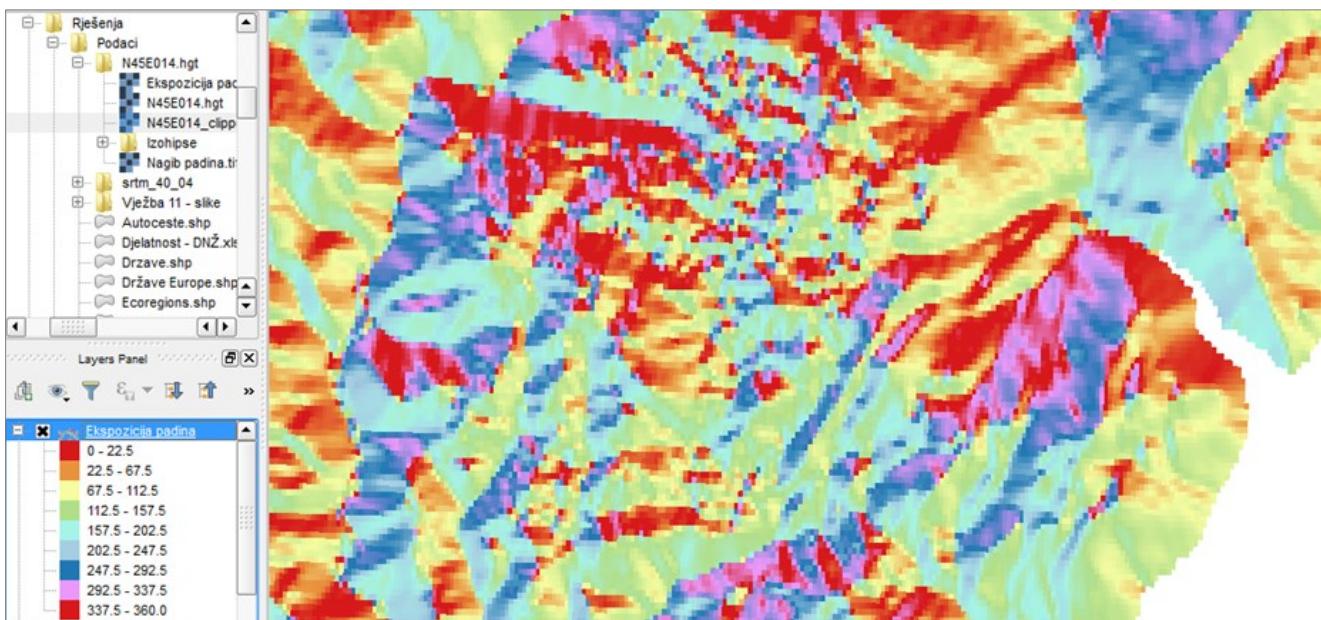
Ekspozicija padina izračunava se u novom rasterskom sloju na temelju digitalnog modela reljefa. Sloj s ekspozicijom padina kreira se na sljedeći način (sl. 189. i 190.):

1. U izborniku Raster – Terrain Analysis odabrat **Aspect**.
2. U novom prozoru **Aspect** definirati sljedeće postavke:
 - a) **Elevation layer** – rasterski sloj na temelju kojem se analizira ekspozicija (DEM).
 - b) **Output layer** – definirati lokaciju i naziv novog rastera.

- c) **Output format** – format u kojem će se pohraniti rasterski sloj s ekspozicijom padina.



Sl. 189. Postupak kreiranja rastera s ekspozicijom padina (Aspect)



Sl. 190. Novostvoren novi sloj s eksponcijom padina

ANALIZA VERTIKALNE RAŠČLANJENOSTI ILI ENERGIJE RELJEFA (RUGGEDNESS INDEX)

Vertikalna raščlanjenost reljefa ili energija reljefa pokazatelj je dinamičnosti reljefa, a prikazuje se kao razlika između najviše i najniže nadmorske visine unutar jednog četvornog kilometra i iskazuje se u metrima po četvornom kilometru (m/km^2). Vertikalna raščlanjenost reljefa uglavnom se prikazuje unutar šest razreda:

0 – 5 m/km²: ravnica

5 – 30 m/km²: slabo raščlanjena ravnica

30 – 100 m/km²: slabo raščlanjen reljef

100 – 300 m/km²: umjereno raščlanjen reljef

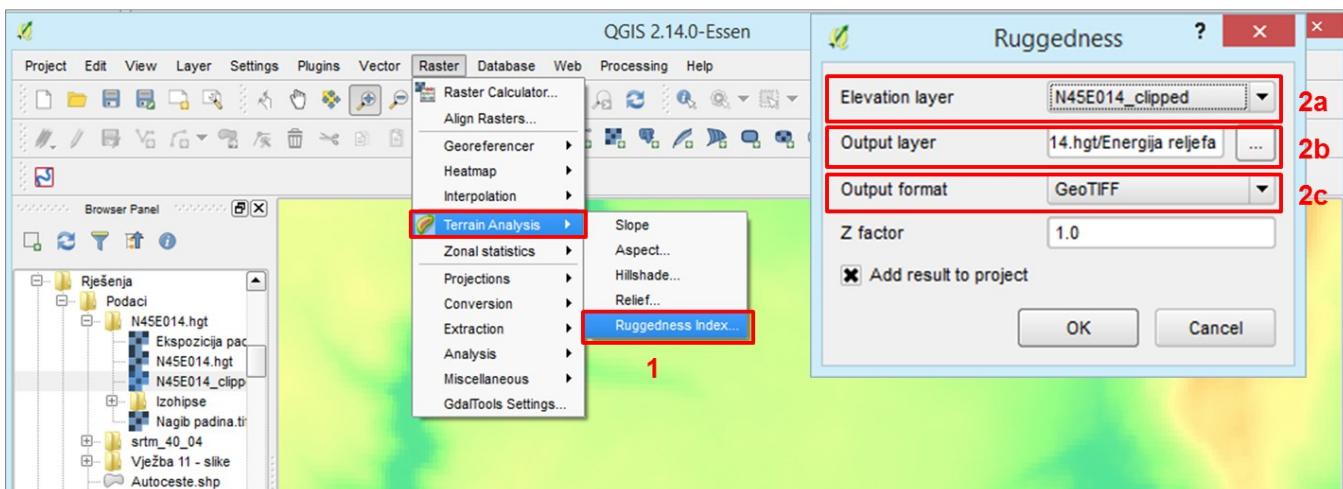
300 – 800 m/km²: izrazito raščlanjen reljef

> 800 m/km²: vrlo izrazito raščlanjen reljef

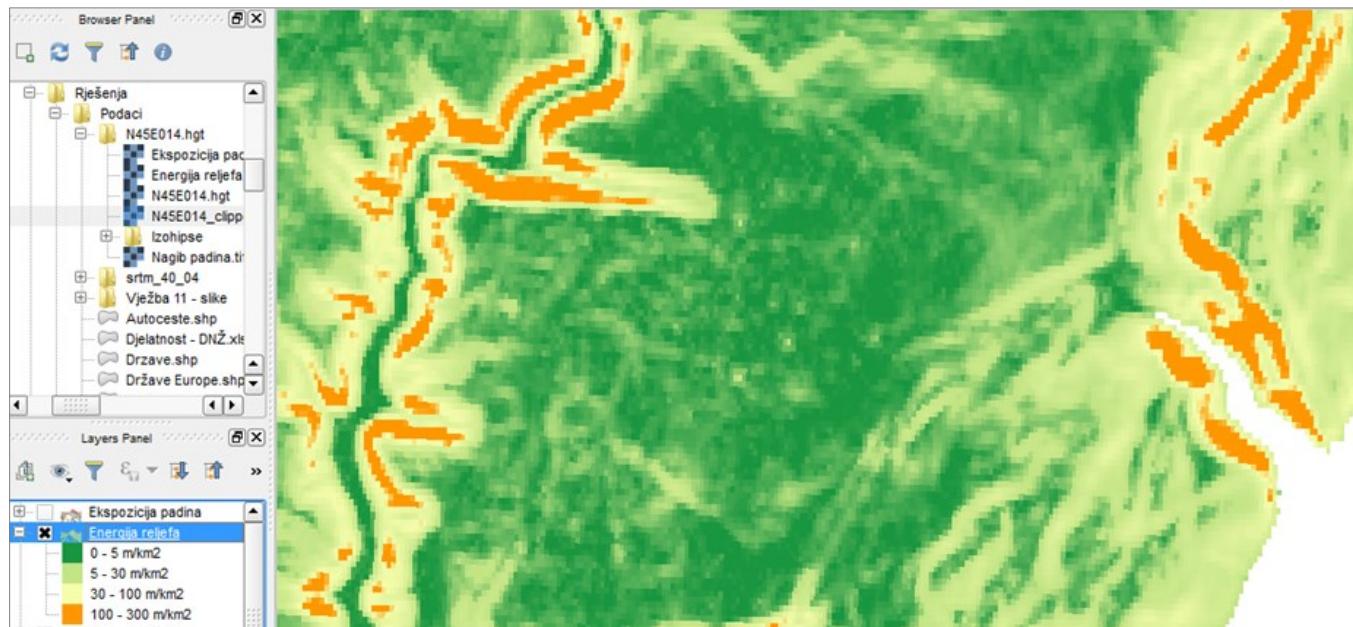
Kao i nagib i eksponcija padina, vertikalna raščlanjenost (energija) reljefa u QGIS-u se izračunava na temelju podataka o nadmorskoj visini u digitalnom modelu reljefa.

Postupak stvaranja novog rasterskog sloja je sljedeći (sl. 191. i 192.):

1. U izborniku *Raster – Terrain Analysis* odabrat **Ruggedness Index**.
2. U novom prozoru **Ruggedness** definirati sljedeće postavke:
 - a) **Elevation layer** – rasterski sloj na temelju kojeg se analizira energija reljefa (DEM).
 - b) **Output layer** – definirati lokaciju i naziv novog rastara.
 - c) **Output format** – format u kojem će se pohraniti rasterski sloj s energijom reljefa.



Sl. 191. Postupak kreiranja rastera s vertikalnom raščlanjenošću reljefa (Ruggedness Index)



Sl. 192. Novostvoren sloj s vertikalnom raščlanjenjušću reljefa

ZADATAK

- U QGIS *Desktopu* otvorite rasterski sloj s digitalnim modelom reljefa iz *Vježbe 5* ili preuzmte novi s interneta. Svi daljnji zadaci izvršavaju se stvaranjem novih vektorskih ili rasterskih slojeva na temelju tog digitalnog modela reljefa.
- Dodajte u QGIS *Desktop* vektorski sloj *Županije*. Izrežite rasterski sloj s digitalnim modelom reljefa pomoću vektorskog sloja *Županije* metodom *Clipper*. Daljnje zadatke izvršite pomoću izrezanog rasterskog sloja s digitalnim modelom reljefa.
- Kreirajte **izohipse iz DEM-a**. Ekvidistanca treba biti 20 ili 50 m.
- Analizirajte **nagib padina (Slope)** za promatrano područje. Vrijednosti prikažite u stupnjevima. Podesite vrijednosti razreda prema uobičajenoj klasifikaciji ($0 - 2^\circ$, $2 - 5^\circ$, $5 - 12^\circ$, $12 - 32^\circ$, $32 - 55^\circ$, $> 55^\circ$).
- Analizirajte **eksponiciju padina (Aspect)** za promatrano područje. Vrijednosti prikažite prema glavnim i sporednim stranama svijeta na temelju azimuta.
- Analizirajte **vertikalnu raščlanjenost reljefa (Ruggedness Index)** za promatrano područje. Vrijednosti razreda podesite prema uobičajenoj klasifikaciji ($0 - 5$, $5 - 30$, $30 - 300$, $300 - 800$, $> 800 \text{ m/km}^2$).
- Dodajte u QGIS *Desktop* dostupne **podloge za svijet ili Hrvatsku** (putem WMS servera) i usporedite reljef s ostalim sadržajima na Zemljinoj površini. Također, dodajte vektorske slojeve i usporedite odnos između reljefa i društveno-geografskih sadržaja (naselja, prometnica, luka i sl.).

PODACI I RJEŠENJA VJEŽBI

U nastavku su navedeni slojevi, datoteke i tablice koji su potrebne u izradi vježbi objašnjenih u priručniku. Uz to su navedena rješenja vježbi 1. i 20. te popis rješenja u okviru

PODACI POTREBNI ZA IZRADU VJEŽBI

VJEŽBA 1: Prvi dio: slojevi *Države i Glavni gradovi*, MS Excel tablica *UNSTAT 2014*. Drugi dio: QGIS datoteka *Vježba 1 – Hvar*, mapa s georeferenciranim topografskim kartama u mjerilu 1:25000 (571-4-1, 571-4-2, 572-3-1, 572-3-2, 572-3-3, 572-3-4, 572-4-1, 572-4-2, 572-4-3, 572-4-4, 573-3-1, 573-3-2, 573-3-3, 573-3-4).

VJEŽBA 2: sloj *Ecoregions*.

VJEŽBA 3: slojevi *Države i Stupanjska mreža 10x10*.

VJEŽBA 4: slojevi *Županije i Veća naselja*.

VJEŽBA 5: sloj *Županije* i sloj s digitalnim modelom reljefa po izboru učenika.

VJEŽBA 6: slojevi *Županije, JLS i Veća naselja*.

VJEŽBA 7: slojevi *Županije, JLS i Naselja centroidi*.

VJEŽBA 8: slojevi *Države Europe, Places, Railways i Roads*.

VJEŽBA 9: sloj *Županije* i MS Excel tablica *Poljoprivredno zemljište*.

VJEŽBA 10: slojevi *Županije i JLS*.

VJEŽBA 11: učenici samostalno digitaliziraju podatke.

slojeva, QGIS i grafičkih datoteka koji se nalaze u prilogu priručnika.

VJEŽBA 12: učenici samostalno digitaliziraju podatke.

VJEŽBA 13: učenici samostalno digitaliziraju podatke.

VJEŽBA 14: negeoreferencirane karte *Lastovo, Murter, Rab, Vis*.

VJEŽBA 15: sloj *Ivanec Labin 1970-ib*.

VJEŽBA 16: učenici samostalno pripremaju kartografsku podlogu i provode kartiranje.

VJEŽBA 17: sloj *Ivanec Labin 1970-ib* i sloj *Ivanec 2000-ib* ili *Labin 2000-ib* izrađen u *Vježbi 15*.

VJEŽBA 18: slojevi s geografskim elementima odabranog otoka (obalnom linijom, izgrađenim naseljima, cestama, šumama, dalekovodima i izvorima) digitalizirani u *Vježbi 14*.

VJEŽBA 19: učenici digitaliziraju podatke prikupljene kartiranjem i s njima provode prostorne analize.

VJEŽBA 20: učenici koriste sve slojeve iz prijašnjih vježbi s rješenjima.

VJEŽBA 21: sloj *Županije* i sloj s digitalnim modelom reljefa po izboru učenika.

RJEŠENJA VJEŽBI

VJEŽBA 1: Prvi dio: QGIS datoteka *Vježba 1 – Mjerenje i dobivanje informacija o objektima u QGIS-u – 1. dio*. Drugi dio: QGIS Datoteka *Vježba 1 – Hvar*.

Rješenja zadataka – prvi dio:

6. Dobivanje odgovora na prostorne upute pomoću *Identify Features*:

- Očekivano trajanje života u Italiji iznosi 83,1 godinu, a u Zimbabveu 57,5 godina.
- Udio stanovništva koje ima pristup internetu u Kanadi iznosi 87,1%, a na Kubi 30,0%.
- Bruto domaći proizvod po glavi stanovnika (GDP p. c.) 2013. g. u Japanu je iznosio 35.614\$ (ppp), u Hrvatskoj 20.063\$ (ppp), a u Bangladešu 2853\$ (ppp).
- Udio gradskog stanovništva u Nizozemskoj iznosi 84,3%, u Nigeriji 51,5%, a u Papui Novoj Gvineji 12,7%.

7. **Geografska širina i dužina** sljedećih lokaliteta iznosi:

- Gibraltarski prolaz: 36,0°N 5,5°W
- Grad Tokyo (Tokio): 35,7°N 139,8°E
- Rt Savudrija (Hrvatska, Istarska županija): 45,5°N 13,5°E
- Trograničje Paragvaja, Brazila i Argentine: 25,6°S 54,6°W

Rješenja zadataka – drugi dio:

2. Mjerenje duljina pomoću alata *Measure*:

- Zračna udaljenost između najzapadnije i najistočnije točke otoka Hvara: 68,0 km
- Zračna udaljenost između rta Matijaševića na kopnu i kopnu najbližeg dijela obale otoka Hvara: 4,0 km
- Cestovna udaljenost između središta naselja Vrboska i središta naselja Stari Grad: 6,4 km
- Duljina obale otoka Jerolima: 2,4 km.

3. Površine izmjerene pomoću alata **Measure** iznose:

- a) Površina otoka Borovca: 169.017 m²
- b) Površina izgrađenog dijela naselja Hvar: 952.940 m²

Rješenja zadataka – treći dio:

2. Geografska širina i dužina sljedećih lokaliteta iznosi:

- a) Glavni trg u Labinu (Istarska županija): 45,1°N 14,1°E
- b) Srednja škola Ivanec u Ivancu (Varaždinska županija): 46,2°N 16,1°E
- c) Rt Dobre nade (*Cape of Good Hope*, Republika Južna Afrika): 34,4°S 18,5°E
- d) *Buckingham Palace* (London, UK): 51,5°N 0,1°W

3. Duljine izmjerene pomoću alata **Prikaži ravnalo** iznose:

- a) Najmanja širina Doverskih vrata (*Pas de Calais*) u Sjevernom moru: 30 km
- b) Zračna udaljenost između Pariza i Rima: 1100 km
- c) Udaljenost između najsjevernije i najjužnije kopnene točke u Hrvatskoj: 493 km
- d) Cestovna udaljenost između vašeg doma i škole: razlikuje se od učenika do učenika

VJEŽBA 2: QGIS datoteka *Vježba 2 – Ekoregije na Zemljii* i tematska karta *Vježba 2 – Ekoregije na Zemljii*.

VJEŽBA 3: QGIS datoteka *Vježba 3 – Internet korisnici u svijetu* i tematska karta *Vježba 3 – Internet korisnici u svijetu*.

VJEŽBA 4: QGIS datoteka *Vježba 4 – Veća naselja u Hrvatskoj 2011. godine* i tematska karta *Vježba 4 – Veća naselja u Hrvatskoj 2011. godine*.

VJEŽBA 5: QGIS datoteka *Vježba 5 – Hipsometrijski odnosi u odabranoj regiji u Hrvatskoj*, tematska karta *Vježba 5 – Hipsometrijski odnosi u odabranoj regiji u Hrvatskoj*, sloj s digitalnim modelom reljefa *Srtm_40_04* i sloj *Srtm_40_04_billshade*.

VJEŽBA 6: QGIS datoteka *Vježba 6 – Indeks promjene broja stanovnika 2011-1961 u Istarskoj županiji*, tematska karta *Vježba 6 – Indeks promjene broja stanovnika 2011-1961 u Istarskoj županiji*, slojevi *Veća naselja Istarska* i *JLS Istarska*.

VJEŽBA 7: QGIS datoteka *Vježba 7 – Dobni sastav stanovništva u okolini Labina 2011. g.*, tematska karta *Vježba 7 – Dobni sastav stanovništva u okolini Labina 2011. g.*, slojevi *JLS Labinština* i *Naselja Labinština*.

VJEŽBA 8: QGIS datoteke *Vježba 8 – Urbani sustav i mreža autocesta u Italiji* i *Vježba 8 – Urbani sustav i željeznička mreža u Italiji*, slojevi *Italija, Mesta 100000, Mesta 100000 Italia, Gradi, Autoceste, Željeznice*.

VJEŽBA 9: QGIS datoteke *Vježba 9 – Korišteno poljoprivredno zemljište u Hrvatskoj – struktura* i *Vježba 9 – Korišteno poljoprivredno zemljište u Hrvatskoj – udio*, tematske karte *Vježba 9 – Korišteno poljoprivredno zemljište u Hrvatskoj – struktura* i

Vježba 9 – Korišteno poljoprivredno zemljište u Hrvatskoj – udio, sloj *Županije poljoprivreda*.

VJEŽBA 10: QGIS datoteka *Vježba 10 – Struktura zaposlenih prema sektorima djelatnosti u odabranoj regiji u Hrvatskoj*, tematska karta *Vježba 10 – Struktura zaposlenih prema sektorima djelatnosti u odabranoj regiji u Hrvatskoj*, slojevi *JLS Dubrovačko-neretvanska* i *JLS Dubrovačko-neretvanska join*, MS Excel tablica *Djelatnost DNŽ*

VJEŽBA 11: QGIS datoteka *Vježba 11 – Lokaliteti u Hrvatskoj upisani na UNESCO-ov Popis svjetske baštine*, tematska karta *Vježba 11 – Lokaliteti u Hrvatskoj upisani na UNESCO-ov Popis svjetske baštine*, sloj *UNESCO*, slike *UNESCO-ovih lokaliteta u Hrvatskoj u mapi Vježba 11 – slike*.

VJEŽBA 12: QGIS datoteka *Vježba 12 – Linije javnog prijevoza u Zagrebu i okolici*, slojevi *Javni promet ZG tram* i *Javni promet ZG bus*.

VJEŽBA 13: QGIS datoteka *Vježba 13 – Nacionalni parkovi u Hrvatskoj* i sloj *Nacionalni parkovi*.

VJEŽBA 14 (rješenja su prikazana za kartu *Lastovo*): QGIS datoteka *Vježba 14 – Geografski elementi otoka Lastova*, georeferencirana karta *Lastovo*, slojevi *Lastovo izvori, Lastovo obalna linija, Lastovo ceste, Lastovo dalekovodi, Lastovo šume i Lastovo naselja*.

VJEŽBA 15: QGIS datoteka *Vježba 15 – Prostorno širenje Ivana/Labina (I. dio)*, sloj *Ivanec Labin 2000-ib*.

VJEŽBA 16: učenici samostalno pripremaju kartografsku podlogu i provode kartiranje.

VJEŽBA 17: QGIS datoteka *Vježba 15 – Prostorno širenje Ivana/Labina (II. dio)*, slojevi *Ivanec Labin Difference* i *Ivanec Labin Difference Singlepart*.

VJEŽBA 18: QGIS datoteka *Vježba 18 – Idealna lokacija za obiteljski hotel na Lastovu*, slojevi *Lastovo izvori, Lastovo obalna linija, Lastovo ceste, Lastovo dalekovodi, Lastovo šume, Lastovo naselja, Lastovo obala buffer 300 m, Lastovo obala buffer 500 m, Lastovo dalekovodi buffer 100 m, Lastovo izvori buffer 100 m, Lastovo naselja buffer 1000 m, Lastovo ceste buffer 50 m, Lastovo otok, Lastovo buffer obala difference, Lastovo buffer obala difference kopno, Lastovo clip obala naselja, Lastovo intersect ceste obala naselja, Lastovo difference lokacija izvori, Lastovo difference lokacija dalekovodi i Lastovo idealna lokacija*.

VJEŽBA 19: učenici digitaliziraju podatke prikupljene kartiranjem i s njima provode prostorne analize.

VJEŽBA 20: učenici koriste sve slojeve iz prijašnjih vježbi s rješenjima.

Rješenja zadataka:

1. U Istarskoj županiji je 1961. g. živjelo 176.838 stanovnika, a 2011. g. 208.055 stanovnika. U Varaždinskoj županiji je 1961. g. živjelo 179.905 stanovnika, a 2011. g. 175.951 stanovnika.

2. U okolini od 10 km od Labina najniži indeks promjene broja stanovnika 2011./1991. ima Općina Raša (77,2), a u okolini Ivanca Općina Bednja (73,3 km).
3. Prosječna površina zemljišta pod vinogradima u Istarskoj, Ličko-senjskoj, Šibensko-kninskoj, Splitsko-dalmatinskoj i Dubrovačko-neretvanskoj županiji iznosi 1645,6 ha.
4. U državama s BDP-om p. c. većim od 50.000\$ TFR (2010. – 2015.) iznosi 1,88, a u državama s BDP-om p. c. manjim od 2000\$ 5,04.
5. U talijanskim gradovima s više od 200.000 stanovnika ukupno živi 9,904.853 stanovnika.
6. Najveća razlika u površini pod oranicama između županija Istočne Hrvatske iznosi 64.965 ha.
7. Na udaljenosti 400 km od Zagreba nalaze se Ljubljana, Beč, Bratislava, Budimpešta, Beograd, Sarajevo, grad-država San Marino.
8. U općinama Janjina, Slivno i Smokvica ukupno je zaposleno 1217 stanovnika.
9. Godine 2014. u afričkim državama s očekivanim trajanjem života kraćim od 60 g. živjelo je 572,6 milijuna stanovnika, a predviđa se da će 2030. g. u tim državama živjeti 843,4 milijuna.

VJEŽBA 21: QGIS datoteka *Vježba 21 – Digitalna analiza reljefa u okolini Ivanca ili Labina*, slojevi N45E014, N45E014 Clipped, Nagib padina, Ekspozicija padina, Energija reljefa i Izohipse.

LITERATURA I IZVORI

LITERATURA

- Bill, R., 1999: *Grundlagen der Geo-Informationssysteme: Band 1. Hardware, Software und Daten*, Wichmann Verlag, Heidelberg.
- Borčić, B., Kreiziger, I., Lovrić, P., Frančula, N., 1977: *Višesjedični kartografski rječnik*, Zbornik radova – Publikacija br. 15, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Zagreb.
- Clarke, K. C., 1995: *Analytical and Computer Cartography*, Second Edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Dodge, M., McDerby, M., Turner, M., 2008: *Geographic Visualization: Concepts, Tools and Applications*, Wiley.
- Downs R., Stea D., 1973: Cognitive Maps and Spatial Behavior: Process and Products, in: Downs R., Stea D. (eds.): *Image and Environment*, Aldine Publishing Co., Chicago, 8-26.
- Frančula, N., 2004: *Kartografske projekcije*, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Franeš, S., Frančula, N., 2015: Kartiranje i/ili kartografinje, *Geodetski list* 69 (1), 57-59.
- Gay, D., Woodward, P., 2004: *Map Projections and Coordinate Systems*, <http://maps.unomaha.edu/Peterson/gis/notes/MapProjCoord.html> (21.07.2016.).
- Gould, P., White, R., 1974: *Mental Maps*, Penguin, New York.
- International Cartographic Association, 2003: *A Strategic Plan for the International Cartographic Association 2003-2011, As adopted by the ICA General Assembly 2003-08-16*, Durban.
- QGIS, 2016: *Documentation QGIS 2.0*, <http://docs.qgis.org/2.0/en/docs/index.html#> (21.07.2016.).
- Robinson, A. H., 1953: *Elements of Cartography*, John Wiley & Sons, New York.
- Šakaja, L., 2004: Kognitivne karte i post-konfliktno stanje: slika vlastitoga kraja učenika osnovne škole Jabukovac (Banovina), *Hrvatski geografski glasnik* 66 (2), 69-94.
- Witt, W., 1979: *Lexikon der Kartographie*, F. Deuticke, Wien.

IZVORI

- Color Brewer, 2016: *Color Brewer 2.0: Color advice for cartography*, <http://colorbrewer2.org/> (22.07.2016.).
- Borovac, I. (ur.), 2002: *Veliki atlas Hrvatske*, Mozaik knjiga, Zagreb.
- Distribution of Vascular Plants in Europe, *Atlas Flora Europae*, <http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/IDB/afe.html> (25.07.2016.).
- Državna geodetska uprava, 2016: *Geoportal*, <http://geoportal.dgu.hr/viewer/> (24.07.2016.).
- European Commission Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home> (24.07.2016.).
- Geofabrik, 2016: *Open Street Map – Layers*, <http://download.geofabrik.de/openstreetmap/europe/> (24.07.2016.).
- Geofizički odsjek PMF-a, 2011: *Karta potresnih područja*, <http://www.geografija.hr/wp-content/uploads/2014/11/sl-8.jpg> (25.07.2016.).
- Google Earth, 2016: *Google Earth Help*, <https://support.google.com/earth/?hl=en> (24.07.2016.).
- Hrvatski geološki institut, 2009: *Geološka karta Republike Hrvatske 1:300.000*, http://www.hgi-cgs.hr/geoloska_karta_Hrvatske_1-300_000.htm (25.07.2016.).
- Hrvatski geološki institut, 2009: *Geološka karta Republike Hrvatske 1:300.000 – Web GIS preglednik*, <http://webgis.hgi-cgs.hr/gk300/default.aspx> (25.07.2016.).
- Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2005: *Pedološka karta Istre*, <http://istra.lzmk.hr/slika.aspx?id=1466> (25.07.2016.).
- Linn, R., 2011: *Mapping The Strait, Exploring Detroit through maps and diagrams*, <http://mapdetroit.blogspot.hr/2011/02/blog-post.html> (25.07.2016.).
- Mapa geomorfológico del Valle de Levrín*, <http://www.adurcal.com/enlaces/mancomunidad/atlas/valle/geomorfologico.htm> (25.07.2016.).

- Nikolić, T., 2016: *Kartiranje flore* (predavanja), <http://hirc.botanic.hr/flora%20hrvatske/Documents/Flora%20Hrvatske-07-Metode%202.pdf> (25.07.2016.).
- Obrtni registar*, <http://or.minpo.hr/pretraga.htm> (24.07.2016.).
- Open Street Map*, <https://www.openstreetmap.org/#map=17/45.80617/15.97016> (24.07.2016.).
- Open Street Map*, OCM *Landscape*, Open Layers Plugin, QGIS 2.14.0 Essen.
- Open Street Map*, OCM *Public Transport*, Open Layers Plugin, QGIS 2.14.0 Essen.
- Open Street Map*, Open Layers Plugin, QGIS 2.14.0 Essen.
- Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC), http://www.opec.org/opec_web/en/ (24.07.2016.).
- Progonos – Cartographical Map Projections*: <http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Normal/TOC/cartTOC.html> (21.07.2016.).
- Registar poslovnih subjekata*, <http://www1.biznet.hr/HgkWeb/do/extlogon> (24.07.2016.).
- CIA, 2016: *The World Factbook*, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/> (24.07.2016.).
- Torontoist, 2016: *Mapping Our Music: The 1960s*, <http://torontoist.com/mapping-our-music-the-1960s/> (25.07.2016.).
- U. S. Geological Survey (2016): *Earth Explorer*, <http://earthexplorer.usgs.gov/> (23.07.2016.).
- U. S. Geological Survey (2016): *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, <http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version1/> (23.07.2016.).
- United Nations Statistics Division, <http://unstats.un.org/unsd/default.htm> (24.07.2016.).
- Vukadinović, V., 2016: *Osnove kartiranja* (predavanja), <http://pedologija.com.hr/literatura/Pedogeneza/Kartiranje.pdf> (25.07.2016.).
- World Tourism Organization (UNWTO), <http://unwto.org/en> (24.07.2016.).
- World Wildlife Fund, 2016: *Ecoregions*, <http://www.worldwildlife.org/biomes> (22.07.2016.).

IZVORI GIS PODATAKA

- Državna geodetska uprava, 2016: *Registar prostornih jedinica Republike Hrvatske*, GIS shapefileovi, Zagreb.
- Državni zavod za statistiku, 2005: *Naselja i stanovništvo Republike Hrvatske 1857. – 2001.*, CD-ROM, Zagreb.
- Državni zavod za statistiku, 2015: *Popis poljoprivrede 2003.*, www.dzs.hr (15.10.2015.).
- Državni zavod za statistiku, 2015: *Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011. godine*, www.dzs.hr (15.10.2015.).
- EUROSTAT, 2016: *Countries*, <http://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units/countries> (29.04.2016.).
- Natural Earth, 2016: *Downloads*, <http://www.naturalearthdata.com/downloads/> (28.04.2016.).
- Open Street Map, 2015: *Croatia*, <http://download.geofabrik.de/europe/croatia.html> (30.09.2015.).
- Open Street Map, 2015: *Italy*, <http://download.geofabrik.de/europe/italy.html> (30.09.2015.).
- The Nature Conservancy, 2016: *Download or View Conservation GIS Data*, http://maps.tnc.org/gis_data.html (29.04.2016.).
- U. S. Geological Survey (2016): *Earth Explorer*, <http://earthexplorer.usgs.gov/> (23.07.2016.).
- U. S. Geological Survey (2016): *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, <http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version1/> (23.07.2016.).
- United Nations Statistics Division (UNSTAT), 2016: *Demographic and Social Statistics*, <http://unstats.un.org/unsd/demographic/default.htm> (29.04.2016.).
- Vojnogeografski institut, 1968-1980: Skenirane topografske karte u mjerilu 1 : 25000: 571-4-1, 571-4-2, 572-3-1, 572-3-2, 572-3-3, 572-3-4, 572-4-1, 572-4-2, 572-4-3, 572-4-4, 573-3-1, 573-3-2, 573-3-3, 573-3-4, Beograd.

PREPORUČENA DODATNA LITERATURA I IZVORI

- ESRI, 2016: *Map Projections*, ArcGIS Help,
<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/003r00000001000000> (24.07.2016.)
- Dykes, J., Maceachren, A. M., Kraak, M. – J., 2005: *Exploring Geovisualisation*, International Cartographic Association.
- Graser, A., 2013: *Learning QGIS 2.0*, Packt Publishing, Birmingham, Mumbai.
- Heywood, I., Cornelius, S., Carver, S., 2006: *An Introduction to Geographical Information Systems*, Third Edition, Prentice Hall, Harlow.
- Kemp, K. K., (ed.), 2008: *Encyclopedia of Geographic Information Science*, SAGE Publications, Los Angeles.
- Kraak, M. – J., Ormeling, F., 2010: *Cartography: Visualization of Geospatial Data*, Third Edition, Prentice Hall, Harlow.
- Krygier, J., Wood, D., 2011: *Making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS*, The Guilford Press, New York, London.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. (2005.): *Geographic Information Systems and Science*, 2nd Edition, John Wiley&Sons, Chichester.
- Pahernik, M., 2012: *Vojna topografija II – Orientacija i topografske karte*, Ministarstvo obrane Republike Hrvatske, Oružane snage Republike Hrvatske, Hrvatsko vojno učilište „Petar Zrinski“, Zagreb.
- Parker, R. N., Asencio, E. K., 2009: *GIS and Spatial Analysis for the Social Sciences: Coding, Mapping and Modeling*, Routledge, New York, London.
- Peterson, G. N., 2009: *GIS Cartography: A Guide to Effective Map Design*, CRC Press, Boca Raton, London, New York.
- Sherman, G., 2008: *Desktop GIS: Mapping the Planet with Open Source Tools*, The Pragmatic Bookshelf, Raleigh, Dallas.
- Toskić, A., 2010: *Geoinformatika, interna skripta na temelju predavanja*, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Tutić, D., Vučetić, N., Lapaine, M., n. d.: *Uvod u GIS*, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Wood, D., Fels, J., Krygier, J., 2010: *Rethinking the Power of Maps*, The Guilford Press, New York.

O AUTORU

Dr. sc. Ivan Šulc rođen je 12. 5. 1987. godine u Zagrebu. Završio je preddiplomski istraživački studij geografije na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 2009. godine s prvostupničkim radom *Suvremeniji razvoj turizma u Africi – usporedba Egipta, Kenije, Tanzanije i Sejšela* (mentorica: doc. dr. sc. Ružica Vuk). Godine 2011. na istoj je instituciji završio diplomski sveučilišni studij geografije, smjer Baština s diplomskim radom *Razvoj turizma u uvjetima depopulacije – primjer Južnodalmatinskog otočja* (mentor: prof. dr. sc. Ivo Neašmić). Godine 2016. završio je Poslijediplomski doktorski studij *Geografske osnove prostornog planiranja i uređenja* obranom doktorske disertacije pod naslovom *Modeli razvoja turizma u Južnoj Dalmaciji* (mentor: prof. dr. sc. Zoran Curić i izv. prof. dr. sc. Aleksandar Toskić).

Od 4. 7. 2011. zaposlen je kao asistent – znanstveni novak na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Suradnik je na predmetima *Geoinformatika* (vježbe), *Kartografske osnove GIS-a* (vježbe), *Geografija Istočne Azije* (seminar) i *Terenska nastava*. Objavio je 7 znanstvenih radova i sudjelovao je na 14 znanstvenih skupova. Bio je suradnik na znanstvenom projektu *Prostor kao resurs turističkog razvoja Hrvatske* (2011. – 2013.; voditelj: prof. dr. sc. Zoran Curić) te na potporama istraživanju Sveučilišta u Zagrebu *Identifikacija i demogeografska analiza marginalnih područja u Hrvatskoj* (2014.; voditelj: izv. prof. dr. sc. Aleksandar Toskić) i *Sociogeografska analiza marginalnih područja Hrvatske* (2015.; voditelj: izv. prof. dr. sc. Aleksandar Toskić).

Sudjelovao je na projektu *Experiential learning: Investigating the future of small islands. Case study: The island of Ilovik in the Adriatic Sea* pod vodstvom dr. sc. Mile Zlatić s University of Maryland (2011.). Surađivao je s Gradskim uredom za Strategijsko planiranje i razvoj Grada Zagreba na projektu *Analiza i vrednovanje razvojnih potencijala i ograničenja suburbanog i ruralnog područja Grada Zagreba*. Kao GIS stručnjak surađivao je na tri projekta vezana uz uvođenje kurikulumu fakultativnih predmeta u srednje škole (*HEUREKA – spoznajom do uspjeha*, *HvaRežD – Uvođenje GIS i ICT tehnologija u kurikulum fakultativne nastave i njihova primjena u održivom razvoju otoka Hvara i Znanost plus*).

U ak. god. 2014./2015. boravio je na stručnoj praksi na *Università degli studi di Milano, Dipartimento di Beni culturali e ambientali* u sklopu programa Erasmus+. Dobitnik je *Priznanja Fakultetskog vijeća Prirodoslovno-matematičkog fakulteta za postignute rezultate u znanstvenom i stručnom radu*. Tajnik je znanstvenog časopisa *Hrvatski geografski glasnik* i član upravnog odbora stručnog časopisa *Geografski horizont*. Član je Hrvatskog geografskog društva te *Commission on Tourism, Leisure and Global Change* i *Commission on Marginalization, Globalization and Local and Regional Response* u okviru Međunarodne geografske unije. Sudjelovao je u organizaciji 4 međunarodne i domaće znanstvene konferencije. Održao je nekoliko radionica iz područja GIS-a te je sudjelovao u brojnim aktivnostima na Geografskom odsjeku.