



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU - GEODETSKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB - FACULTY OF GEODESY
Zavod za primijenjenu geodeziju; Katedra za upravljanje prostornim informacijama
Institute of Applied Geodesy; Chair of Spatial Information Management
Kačićeva 26; HR-10000 Zagreb, CROATIA
Web: www.upi.geof.hr; Tel.: (+385 1) 46 39 222; Fax.: (+385 1) 48 28 081



Diplomski studij geodezije i geoinformatike

Usmjerenje: Geoinformatika

DIPLOMSKI RAD

Izrada GIS-a Marine Verude

Izradio:

Slaven Gašpar

Zakorenje 4

Požega

sgaspar@geof.hr

Mentor: doc. dr. sc. Vlado Ceti

Zagreb, lipanj 2011.

**Zahvala:**

Zahvaljujem svom mentoru doc. dr. sc. Vladi Cetlu na pruženoj pomoći te svim savjetima i komentarima danim prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se stručnim suradnicima Josipu Lisjaku, dipl. ing. geod. te Krešimiru Ljulju, dipl. ing. geod. na trudu i pruženoj pomoći prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Također se zahvaljujem svim svojim prijateljima koji su moje studentske dane učinili ljepšim i sretnijim te posebno svojoj obitelji na razumjevanju i pruženoj potpori tijekom cijelog studija.



I. Autor

Ime i prezime: Slaven Gašpar

Datum i mjesto rođenja: 10.6.1987. Požega

II. Diplomski rad

Predmet: Diplomski rad

Naslov: Izrada GIS-a Marine Verude

Mentor: doc. dr. sc. Vlado Cetl, dipl. ing. geod.

Voditelj: doc. dr. sc. Vlado Cetl, dipl. ing. geod.

III. Ocjena i obrana

Datum zadavanja zadatka: 15.01.2011.

Datum obrane: 17.06.2011.

Sastav povjerenstva pred kojim je branjen diplomski rad:

1. doc. dr. sc. Vlado Cetl, dipl. ing. geod.
2. prof. dr. sc. Miodrag Roić, dipl. ing. geod.
3. prof. dr. sc. Siniša Mastelić Ivić, dipl. ing. geod.

Izrada GIS-a Marine Verude

Slaven Gašpar

Sažetak: U ovom radu se opisuju dostupna besplatna desktop GIS rješenja otvorenog koda, koja se koriste za rješavanje konkretnih GIS zadataka u praksi. Kao neizostavna komponenta GIS-a, dan je pregled također besplatnih prostornih baza podataka otvorenog koda. Praktični dio opisuje izradu geoinformacijskog sustava Marine Verude u Puli, temeljenog na OpenJUMP softverskom rješenju. Opisan je postupak cjelokupne izrade i implementacije jednog takvog sustava, od početnog prikupljanja podataka, pa da provođenja raznih analiza na osnovu geoprostornih i atributnih podata. Kao rezultat dobiven je funkcionalan sustav koji objedinjuje podatke cjelokupne infrastrukture Marine Verude te pruža mogućnost inventarizacije cjelokupnog poslovnog sustava. Za pohranu i daljnji rad sa podacima korištena je PostgreSQL baza podataka sa PostGIS prostornim proširenjem.

Ključne riječi: OpenJUMP, otvoreni kod, PostgreSQL, PostGIS

Creation of GIS for Marina Veruda

Abstract: This paper describes the available free desktop open source GIS solutions, which are used to resolve specific GIS tasks in practice. As an indispensable component of GIS, there was also given an overview of free and open source spatial databases. The practical part describes the development of the geoinformation system Marina Veruda in Pula, based on the OpenJUMP software solution. The procedure is described for the overall development and implementation of such a system, from initial data collection to implement a variety of analysis based on the geospatial and attribute data. As a result obtained by the functional system that integrates the entire data infrastructure of Marina Veruda and provides the ability for inventory the entire business system. The PostgreSQL database with PostGIS spatial extension was used for storage and further work with the data.

Keywords: OpenJUMP, open source, PostgreSQL, PostGIS



Izrada GIS-a Marine Verude

Slaven Gašpar

S A D R Ž A J

1. UVOD	7
1.1. OPĆENITO O GIS-U.....	8
1.2. DEFINICIJA GIS-A	8
1.3. KOMPONENTE GIS-A.....	9
2. BESPLATNA I OPEN SOURCE DESKTOP GIS RJEŠENJA	10
2.1.1. <i>Uvod</i>	10
2.1.2. <i>Značenje pojmova "free" i "open source"</i>	11
2.1.3. <i>Dvije FOSS licence: GPL i LGPL</i>	12
2.1.4. <i>OSGeo organizacija</i>	13
2.1.5. <i>Kategorizacija softvera</i>	13
2.1.6. <i>Definiranje pojma "Desktop GIS"</i>	15
2.2. OSNOVNA SLOBODNA DESKTOP GIS RJEŠENJA	16
2.2.1. <i>GRASS – Geographic Resource Analysis Support System</i>	16
2.2.2. <i>gvSIG - Generalitat Valenciana Sistema d'Informació Geogràfica</i>	18
2.2.3. <i>QGIS - Quantum GIS</i>	20
2.2.4. <i>uDig - User-friendly Desktop Internet GIS</i>	21
2.2.5. <i>Jump i OpenJUMP obitelj – Open Java Unified Mapping Platform</i> ...	23
2.3. USPOREDBA OPEN SOURCE GIS SOFTVERA S PODRŠKOM ZA POSTGIS.....	25
2.3.1. <i>Podrška vezana uz prostorne baze podataka</i>	26
2.3.2. <i>Podrška vezana za formate podataka</i>	27
2.3.3. <i>Podrška za web servise</i>	29
3. PROSTORNE BAZE PODATAKA	30
3.1.1. <i>Geometrijski tipovi podataka</i>	30
3.1.2. <i>Database Management System (DBMS)</i>	31
3.2. OPEN SOURCE PROSTORNE BAZE PODATAKA.....	32
3.2.1. <i>PostgreSQL</i>	34
3.2.2. <i>Karakteristike PostgreSQL sustava</i>	35
3.2.3. <i>PostGIS</i>	35
4. IZRADA GIS-A MARINE VERUDA	37
4.1. PRIKUPLJANJE PODATAKA.....	37
4.1.1. <i>Terenska mjerenja pomoću CROPOS sustava</i>	38
4.1.2. <i>DOF marine Verude</i>	41
4.2. OBRADA PODATAKA U PROGRAMU AUTODESK MAP 2004	42
4.2.1. <i>Provođenje topologije</i>	43
4.2.2. <i>Transformacija podataka pomoću Autodesk Map programa</i>	44
4.2.3. <i>Kreiranje shape datoteka</i>	44
4.3. REALIZACIJA GIS-A MARINE VERUDE UNUTAR OPENJUMP PROGRAMA	46
4.3.1. <i>OpenJUMP grafičko korisničko sučelje (GUI)</i>	46
4.3.2. <i>Kreiranje slojeva unutar OpenJUMP-a</i>	49



4.3.3.	<i>Mijenjanje stila pojedinog sloja</i>	51
4.3.4.	<i>VertexSymbol Plugin</i>	52
4.3.5.	<i>CTS Plugin</i>	54
4.3.6.	<i>Učitavanje DOF-a Marine Verude</i>	57
4.4.	PROVOĐENJE UPITA I ANALIZA	58
4.5.	RAD S POSTGRESQL/POSTGIS BAZOM PODATAKA	62
4.5.1.	<i>Priprema podataka u OpenJUMP-u za unos u bazu podataka</i>	63
4.5.2.	<i>Pohrana podataka u PostGIS bazu podataka</i>	64
4.5.3.	<i>Učitavanja podataka u OpenJUMP iz PostGIS baze</i>	65
4.5.4.	<i>Izvođenje SQL upita</i>	66
5.	ZAKLJUČAK	67
6.	PRILOZI	68
6.1.	MODEL PODATAKA MARINE VERUDA.....	68
6.2.	SADRŽAJ PRILOŽENOG MEDIJA (CD-A, DVD-A).....	70

Literatura

Popis slika

Popis tablica

Životopis

1. Uvod

Primjena geoinformacijskih sustava koji omogućuju rad s prostornim podacima postepeno počinje zauzimati sve veći dio tržišta. No upravo takvi sustavi su često skupi i nefleksibilni te su kao takvi neprivaćni srednjim i manjim tvrtkama te pojedincima i stručnjacima. Da bi GIS rješenja postala zanimljiva navedenim stranama, ona moraju biti što jednostavnija i financijski prihvatljiva. Danas je to moguće putem open source softvera, koji su u sve većem broju besplatno dostupni putem Interneta. Upravo zbog sve većih mogućnosti korištenja, GIS aplikacije otvorenog koda postaju sve popularnije. Na web stranici FreeGIS inicijative (URL 1) moguće je vidjeti impresivan popis više od 300 aplikacija. No unatoč tom broju, postoje osnovne open source GIS aplikacije koje su danas u aktivnom razvoju.

Upravo tu do izražaja dolazi činjenica kako većinu troškova ne čine licence za pojedini softver kojeg krajnji korisnici u većini slučajeva niti ne iskoriste u potpunosti. Krajnji kupac u tom slučaju plaća uslugu savjetovanja, dizajniranja, implementiranja i održavanja potpuno prilagođenog rješenja kao i edukaciju vlastitih zaposlenika za daljnje korištenje.

Sukladno pojedinim potrebama, rješenja temeljena na GIS programima otvorenog koda mogu sadržavati i besplatne baze podataka tipa PostGIS, MySQL ili SQLite, što jedan takav sustav čini još isplativijim i pristupačnijim. Veliku ulogu također imaju standardi i specifikacije pri definiranju te razmjeni prostornih podataka koji uvelike olakšavaju nadogradnju sustava i povezivanje s postojećim.

Kroz rad je dan detaljan pregled najpopularnijih open-source GIS programa. Praktično je izrađena i opisana realizacija jednog takvog sustava tj. izrada GIS-a Marine Verude u Puli. Osnova sustava je desktop GIS aplikacija OpenJUMP, unutar koje je izrađen geoinformacijski sustav Marine Verude. Osnova za pohranu prostornih podataka je PostgreSQL baza podataka, koja uključuje PostGIS prostorno proširenje.

1.1. Općenito o GIS-u

Donošenje odluka baziranih na prostornoj komponenti predstavlja temelj za ljudsko razmišljanje pri rješavanju različitih zadataka. Pitanja gdje ćemo ići, kako će to izgledati i što nam je činiti kada tamo dođemo se primjenjuju na jednostavne događaje poput odlaska u trgovinu ili na puno opsežnije i zahtjevnije događaje. Ukoliko se implementira i razumije geografska komponenta te ljudska relacija prema određenoj lokaciji, moguće je donijeti informirane odluke o načinu na koji živimo na našem planetu.

Geoinformacijski sustavi jedna su od najperspektivnijih informacijskih tehnologija današnjice. Njihovu primjenu treba očekivati tamo gdje je prostorne geometrijske podatke potrebno povezati s tekstualnim, odnosno atributnim podacima (npr. podaci o vlasniku katastarske čestice, ime ulice, dozvoljena brzina kretanja i dr.) i na temelju toga izvoditi potrebne analize. Iako su sami GIS sustavi vrlo složeni, njihova upotreba ne mora biti takva.

1.2. Definicija GIS-a

Geoinformacijski sustav (GIS) je tehnološki alat za razumjevanje geoinformacija i donošenje inteligentnih odluka. Također se može definirati kao računalno podržan informacijski sustav za prikupljanje, čuvanje, obradu, analizu i prikaz prostornih podataka. GIS integrira prostorne i druge vrste podataka unutar poznate strukture baze podataka i pruža programske alate i funkcije koji se mogu koristiti u obradi i prikazivanju geografskih objekata (URL 2). Većina GIS programa su grafički orijentirani, s mogućnostima prikaza i dizajniranja raznih formi, od karata, snimaka i 3D prikaza do grafova, histograma i rezultata statističkih istraživanja. Pored toga, integrirana struktura podataka i standardizirani alati GIS-a povećavaju mogućnosti podrške pri istraživanju podataka, međusobnom uspoređivanju podataka, prostornih i vremenskih proučavanja, preklapanja i još kompleksnijih analiza višestrukih skupova podataka u prostoru i vremenu. Jedino ograničenje predstavljaju dostupnost podataka i funkcije pojedinog softverskog paketa. Jednostavno rečeno, GIS je radno okruženje koje je uspostavljeno kombiniranjem geografskih podataka i informacija (u bazi podataka) i organiziranog skupa alata za upravljanje, analizu, istraživanje i opisno modeliranje (URL 3).

GIS organizira podatke, tako da osoba koja pregledava može odabrati podatke potrebne za specifične projekte ili zadatke. Tematski prikaz karakterizira sadržaj koji omogućava korisniku dodavanje slojeva ili informacija objektima koji predstavljaju te iste objekte u stvarnosti, sukladno dodjeljenom koordinatom sustavu. Uz sposobnost kombiniranja raznih skupova podataka na mnoštvo načina, GIS je koristan alat za gotovo svako polje znanosti, od arheologije do zoologije. Dobar GIS program je u stanju obraditi geopodatke iz različitih izvora i integrirati ih u projektnu cjelinu. Mnoge zemlje imaju obilje geopodataka za analizu te vlade pojedinih država često čine GIS baze podataka dostupnim javnosti. Osobe koje rade s GIS-om trebaju biti računalno pismene i razumijeti mogućnosti koje GIS sadrži i pruža. Te bi osobe također morale znati što su sve kartografi do danas učinili na području analiziranja i prikazivanja prostornih podataka.

1.3. Komponente GIS-a

Osnovne komponente GIS-a (Slika 1):

1. Ljudi - informatičari, eksperti iz različitih stručnih područja, GIS operatori, GIS analitičari, programeri aplikacija.
2. Podaci - koji mogu biti prostorni i atriburni.
3. Hardver - strojna oprema, uključujući računala, mreže, uređaje za digitalizaciju podataka, uređaje za vizualizaciju, komunikaciju itd.
4. Softver - programska rješenja, koja pružaju funkcije i alate potrebne za pohranu, analiziranje i prikazivanje geopodataka.
5. Metode - ugrađene mogućnosti prikupljanja, pohranjivanja, upravljanja, dohvaćanja, analiziranja i prikazivanja podataka.



Slika 1. Komponente GIS-a (URL 4)

Posebno mjesto u programskoj opremi čini sustav za upravljanje bazama podataka. Prednosti baza podataka uključuju djeljenje informacija u cilju smanjenja redundancije, što poboljšava kvalitetu i integritet baze podataka i omogućuje lakše održavanje. Baza podataka sadrži jednu ili više datoteka strukturiranih po određenim pravilima uz pomoć sustava za upravljanje bazama podataka (Data Base Management System - DBMS) koji i pristupa tim datotekama. Prednosti baza podataka i DBMS-a su višestruke: pohrana podataka na jednom mjestu, podaci su strukturirani i standardizirani, podaci iz različitih izvora mogu se spajati i koristiti sinkronizirano, pristup podacima je brz, podaci su dostupni mnogim korisnicima, itd.

2. Besplatna i open source desktop GIS rješenja

Tijekom posljednjih nekoliko godina svijet besplatnog i otvorenog (open source) geoprostornog softvera je doživio velike promjene. Novonastala organizacija poznata kao OSGeo Foundation osnovana je s ciljem izrade novih softverskih aplikacija i unaprijeđenja postojećih te da navedena GIS rješenja što kvalitetnije približi krajnjim korisnicima. Uvidom na web stranici FreeGIS.org (URL 1) vidljiva je lista od preko 300 GIS rješenja. Većina open source aplikacija radi na temelju dvije licence, a to su General Public License (GPL) i Lesser General Public License (LGPL).

2.1.1. Uvod

Razvoj slobodnog i open source softvera intenzivno je porastao tijekom posljednjih nekoliko godina. Postoje također razni besplatni i open source programi koje se mogu naći na stolnim računalima, od programa za obradu teksta (Open Office), web preglednika (Mozilla Firefox), programa za crtanje (Inkscape) i znanstvenih aplikacija (npr. R Project). U GIS domeni, područja gdje se FOSS (Free Open Source Software) može primjeniti su zaista velika. Porast popularnosti slobodnih GIS alata vidljiv je pomoću nekoliko indikatora. U zadnjih par godina intenzivno se povećava broj razvijenih GIS aplikacija. Također se povećava financijska potpora od strane vladinih organizacija za temeljne FOSS GIS projekte. Uočen je i sve veći broj preuzimanja slobodnih desktop GIS softvera sa određenih web stranica. Rastu popularnosti također ide u korist sve veći broj korištenja open source GIS softvera u kombinaciji sa geoprostornim bazama podataka kao što je PostGIS.

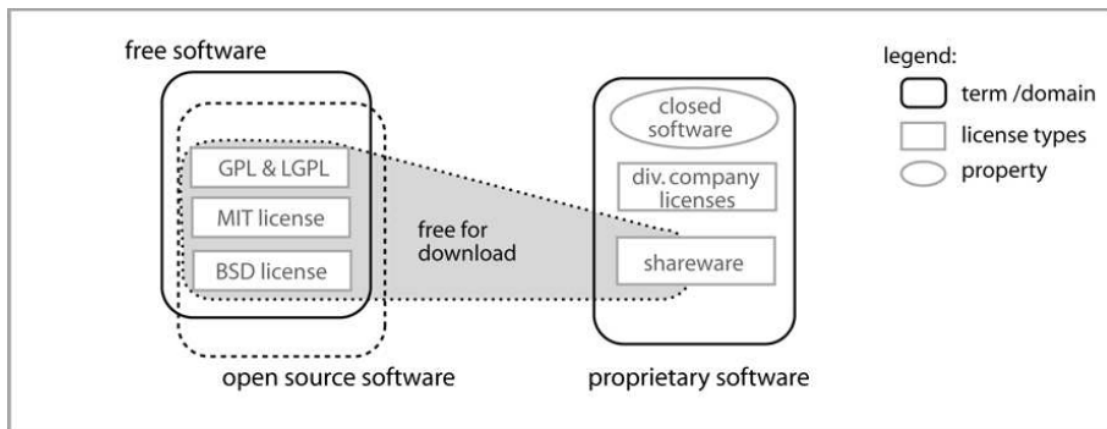
Sukladno primjeni open source softvera povećava se i broj istraživačkih publikacija koje spominju upotrebu open source alata i biblioteka. Svi softveri i algoritmi razvijeni u istraživačkim projektima su objavljeni pod open source licencom, te upravo slobodna upotreba i modifikacija ne čini ograničenje za sam softver. Upravo zbog svega toga slobodni softver postaje "temelj učenja društva gdje dijelimo naše znanje na način da i drugi mogu graditi na njemu" (URL 5). Dakle, ovaj pokret također uključuje i besplatnu dostupnost podataka koji čine osnovu za naše znanje. Sukladno tome postoje i određene inicijative koje se posebno fokusiraju na slobodnom dostupnošću geopodataka. Vjerojatno najpoznati primjer takvog projekta je OpenStreetMap. Ovaj pokret slobodnog softvera i podataka je dodatno olakšan postojećim online platformama kao što su Sourceforge.org, koje pružaju potrebno okruženje za razvoj softvera, Eduforge.org, čiji je cilj poticati razmjenu ideja, istraživanje rezultata, otvaranje sadržaja za obrazovanje, kao i Open Knowledge Foundation (okfn.org) i ScienceCommons.org, koje obje pružaju strategije i alate za razvijanje, zaštitu i razmjenu otvorenog tj. besplatnog znanja.

Reid i Martin (2001) su ispitali potencijal open source softvera za implementiranje infrastrukture prostornih podataka (Spatial Data Infrastructure - SDI). Oni zaključuju da open source softveri predstavljaju veliki potencijal za dostupnost komponenti za implementaciju SDI i za one organizacije koje raspolažu siromašnim resursima, te dodaju da su mnogi dijelovi za potpunu implementaciju SDI već na raspolaganju. Ramsey (2007) daje godišnji pregled open source GIS projekta i napominje kako postojeći FOSS GIS proizvodi sada ulaze u fazu ubrzanog usavršavanja. On dalje naglašava kako open source GIS softver može

pružiti svojstvo kompletne alternative komercijalnim programskim rješenjima u većini sustava. U istraživanju (Jolma i dr. 2006) raspravlja se o geprostornim FOSS alatima za modeliranje i upravljanje okolinom. U svojim zaključcima došli su do spoznaje da je najveća prepreka za povećano korištenje FOSS-a pri modeliranju okoline i upravljanju zajednicom upravo ta što se pogrešno percipira važnost geprostornih aspekata te dodatne tehničke prepreke. Sva tri spomenuta slučaja stručnih studija gledaju na geprostorne FOSS-ove s različitih aspekata (npr. SDI, opći GIS alati, modeliranje okoline) te stoga naglašavaju različite geprostorne softverske komponente. Smatra se da različitim FOS desktop GIS projektima nedostaje predstavljanje u široj zajednici kao i strukturirani pogled u mnoštvo različitih programa, što dodatno govori o pitanjima primjene FOSS-a u GIS znanstvenim istraživanjima i obrazovanju (Steiniger i Bocher 2008).

2.1.2. Značenje pojmova "free" i "open source"

Nekoliko pojmova, kao što su "proprietary", "free" i "General Public License (GPL)", se često koriste s obzirom na open source softvere. Slika 2. pruža strukturirani pregled najčešće korištenih pojmova. Vidljivo je da uvjeti slobodnog softvera i softvera otvorenog koda pokrivaju različita područja, unatoč velikom preklapanju. Suprotna domena od "free" i "open source" je domena "proprietary software". Ona obuhvaća pojmove kao što su "closed software" i "shareware". Postojanjem tri različita područja - slobodni softver, softvera otvorenog koda i softver u vlasništvu, nužno je barem dvije od ovih domena jasno definirati, a treća domena pokriva one softvere koji su isključeni iz prve dvije. Takva definicija je postavljena za "free software" od strane *Free Software Foundation (FSF)*, te za "open source software" od strane *Open Source Initiative (OSI)*.



Slika 2. Termini koji se koriste s obzirom na softverske licence (URL 6)

Prema FSF-u, softver može biti označen kao slobodan softver, ako je povezan licencnim uvjetima koji uspunjavaju definiciju slobodnog softvera koji daje četiri slobode:

1. sloboda pokretanja programa, za sve svrhe,
2. sloboda proučavanja kako program radi, te prilagodba vlastitim potrebama,

3. sloboda distribuiranja primjeraka, tako da se može pomoći zajednici,
4. sloboda poboljšanja programa, te mogućnost objave poboljšanja javnosti, tako da cijela zajednica ima koristi.

Bitan preduvjet za slobode 2 i 4 je da izvorni kod mora biti dostavljen sa samim softverom tj. da ne sadrži samo binarne, izvršne datoteke, nego i programski kod pisan u specifičnom programskom jeziku. Važno je naglasiti da ove četiri slobode ne stavljaju ograničenja da li softver mora biti ponuđen besplatno ili se može prodavati. Kada softver zovemo "slobodan", to znači da on poštuje korisnikove bitne slobode: slobodu da ga se pokreće, uči ili mijenja te distribuira sa ili bez promjene. To je stvar slobode, ne cijene (URL 7).

Iz tog razloga suprotna domena od slobodnog softvera nije komercijalni softver, gdje "*komercijalni*" označava da je softver na prodaju kako bi se ostvarila dobit. Suprotno od "*slobodnog softvera*" je "*softver pod vlasništvom*". Upotrebom pojma "*closed*" (Slika 2) treba istaknuti razliku između softvera koji se mogu mijenjati bez ograničenja (sloboda 2) i nemodificirajućih softvera. Softverskoj kategoriji "*shareware*", koja obuhvaća softver koji je besplatan za preuzimanje i korištenje (ali često treba biti registriran i plaćen nakon određenog vremena) se dodjeljuje domena softvera pod vlasništvom. Ova namjena je opravdana od strane licencnih ograničenja koja obično ne dopuštaju modifikaciju programa. Dakle, svojstvo softvera da bude besplatan za preuzimanje nema utjecaja pri klasifikaciji na slobodne ili softvere pod vlasništvom.

Često se termini "*open source*" i "*free*" softveri koriste kao sinonimi. No među njima također postoji razlika, kako je navedeno (Slika 2). Razlika između navedenih pojmova i domena je učinjena iz nekoliko razloga. Među najvažnijim razlogom smatra se nedorečenost termina "*open source*". Termin "*open source*" opisuje da je s jedne strane izvorni kod dostupan, a s druge strane da se izvorni kod može proučavati. Međutim, to ne obuhvaća slobode modificiranja i redistribucije. Dakle, pojmom "*free*" je prikladnije opisati softvere koji ispunjavaju gore navedena četiri uvjeta slobode. Razlika također postoji u tome što je termin "*open source*" uveo *Open Source Initiative (OSI, www.opensource.org)* kao neku vrstu brenda. Softver jedino može biti ovjeren od strane OSI-a kao "*open source*". Kako bi se stekao certifikat softverska licenca mora biti usklađena sa 10 svojstava tj. uvjeta postavljenih od strane OSI-a. Općenito se za tih 10 svojstava može reći da su to ustvari različite realizacije četiriju sloboda utvrđenih od strane FSF-a. Dakle, za opće korištenje softvera navedena razlika ne smeta toliko, ali sa filozofske strane gledano razlika postoji (URL 7). Kratica FOSS za "*Free and Open Source Software*" obuhvaća samo softvere čija je licenca odobrena od strane FSF-a (besplatno je) i OSI-a.

2.1.3. Dvije FOSS licence: GPL i LGPL

Postoji nekoliko licenca koje su odobrene od strane FSF-a i OSI-a. Najpoznatije licence su vjerojatno *GNU General Public License (GPL)*, *GNU Lesser General Public License (LGPL)*, licence za *Berkley Software Distribution (BSD)* (npr. NetBSD, FreeBSD, MIT licence). Veći softverski projekti kao što su Apache Software Foundation i Mozilla Foundation su razvili vlastite licence za softver.

Licenca koja najviše štiti u pozitivnom smislu tj. jamči sve četiri slobode je General Public License. Problem oko licence nastaje ukoliko bi besplatan softver trebao biti zajedno povezan sa softverom koji je pod vlasništvom. Na primjer, nije moguće koristiti biblioteku pod GPL licencom koja sadrži računalne geometrijske algoritme zajedno sa ESRI ArcGIS-om. U takvim situacijama softver s jačom zaštitom slobode (tj. GPL) će zahtijevati prijenos njihovih licencnih uvjeta na cijeli softver. Da bi se izbjegle takve komplikacije, uvedena je Lesser GPL. Problem je riješen tako da su navedeni uvjeti licence postavljeni samo na sam program, ali ne i na drugi softver koje se veže s slobodnim programom. Druga strategija je puštanje razvoja programa pod open source licencom, dok se u isto vrijeme koristi napisani kôd i kod proizvoda u vlasništvu. Pri takvom pristupu ne postoje problemi, jer programer čuva autorska prava. On može primijeniti dvostruku strategiju licenciranja na vlastitom radu.

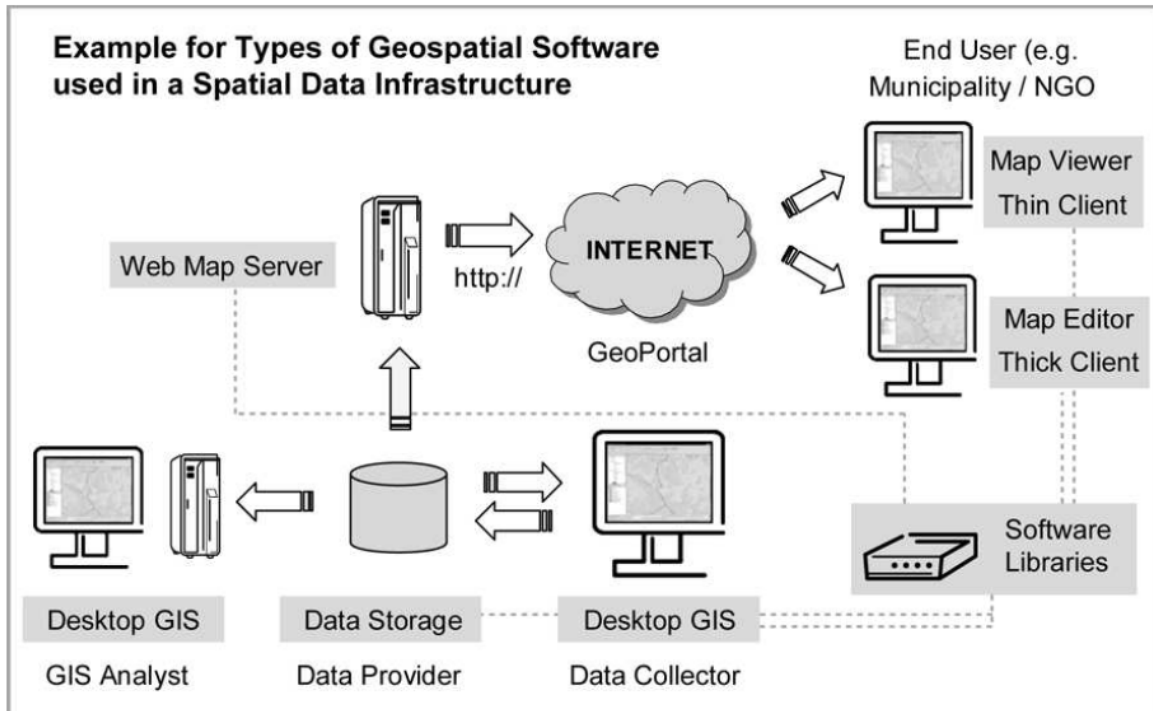
2.1.4. OSGeo organizacija

Od 2006. godine open source GIS zajednica također je zastupljena od strane *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo). Potaknuta potrebom za javnim pristupnim mjestima unutar i izvan FOSS GIS zajednice, ova organizacija je osnovana od nekoliko FOSS GIS korisničkih zajednica i projekta u Chicagu (SAD) u veljači 2006. (URL 8). Od tada, OSGeo prikuplja sve veći broj softverskih projekata, objavljuje OSGeo časopis, djeluje na području obrazovanja i definira nastavni plan i program odbora, organizira godišnje međunarodne konferencije (*FOSS For Geospatial Conference: FOSS4G*) i donira Sol Katz nagradu pojedincima koji su pokazali vodstvo u FOS GIS zajednici. Konačno, treći stupac organizacije, osim OSGeo-a i konferencija, čine postojeći interentski portali kao što su www.FreeGIS.org i www.opensourcegis.org, koje prikupljaju raznolik niz projekata i programa.

Kada se govori o organizacijskim pitanjima FOSS GIS-a bitno je naglasiti jednu stvar. Pojedine grupacije povezuju djelatnost *Open Geospatial Consortium-a* (OGC) prema open source GIS softverima. Ova veza nije u potpunosti prava, s obzirom da je OGC organizacija koja razvija standarde za obradu i razmjenu geopodataka između različitih GIS platformi. Pored toga veliki dio članova organizacije OGC-a, pored sveučilišta i vlasti, su tvrtke koje razvijaju vlastiti GIS i baze podataka. Dakle, ciljevi OGC-a i OSGeo-a se generalno razlikuju, ali interoperabilnost između GIS platformi je također cilj članova i OSGeo-a.

2.1.5. Kategorizacija softvera

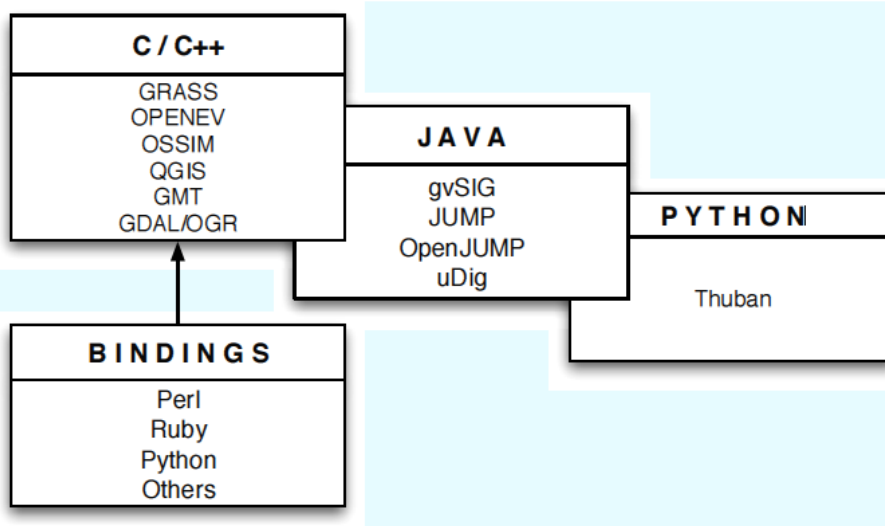
Različite vrste softvera su potrebne za izgradnju infrastrukture prostornih podataka. Uz softver za prikupljanje, pripremu i analizu podataka, što može biti učinjeno s desktop GIS rješenjem, baza podataka se često koristi za pohranu velike količine podataka koji su prikupljeni. Ako drugi ljudi i organizacije, npr. u svrhu planiranja i analiziranja, trebaju koristiti podatke, tada web poslužitelji i klijentski softveri mogu biti korisni za isporuku podataka online. Slika 3 prikazuje primjer infrastrukture prostornih podataka koja uključuje sve ključne komponente. Osim toga, prikazane su i softverske zbirke kao dodatna komponenta, koja može dati specifične funkcionalnosti kao što su pretvorba formata podataka, transformacija koordinata, algoritmi za analizu podataka itd. Dodatni plugin-ovi ili softverske ekstenzije mogu se definirati isto kao i zbirke.



Slika 3. Tipovi softvera korišteni pri izgradnji infrastrukture prostornih podataka (SDI) (Steiniger i Bocher 2008)

Za sve navedene vrste geoprostornih softvera postoji barem jedan open source projekt. Često po nekoliko projektnih timova rade na različitim softverima iste kategorije. Na primjer, postoji više od osam desktop GIS projekata koji imaju neznatno drugačije usmjeren fokus što se tiče same aplikacije, te najmanje četiri prostorna web serverska projekta (npr. MapServer, Deegree, GeoServer, MapGuide OpenSource). Međutim, unatoč toj raznolikosti projekta razmjena među projektima je također moguća. To posebno vrijedi za korištenje softverskih zbirki koje omogućuju promjenu formata podataka (npr. GDAL, GeoTools), osiguravaju koordinatne sustave i projekcije (Proj4) ili nude osnovne geometrijske algoritme (npr. GEOS, JTS).

Osim klasifikacije FOSS GIS rješenja na softverske zbirke, web poslužitelje, desktop GIS softvere, prostorne baze podataka i GIS preglednike, moguće je koristiti i drugu vrstu grupiranja programa (Ramsey 2007). On dijeli FOSS GIS programe na one koji su pisani pomoću C i C++ programskog jezika te programe koji se temelje na Sun Java platformi (Slika 4). Osim ove dvije glavne grane, druge platforme kao što su Microsoft, NET i Python se koriste za novije programe. Korisno je znati karakteristike pojedinog projekta te na kojoj se razvojnoj platformi temelje budući da projekti koji koriste isti programski jezik mogu koristiti istu osnovu izvornog koda (svi izvorni kodovi su dostupni). OSGeo posebno potiče dijeljenje koda nudeći dostupnu infrastrukturu za razvoj softvera.



Slika 4. Grupiranje softverskih rješenja prema programskom jeziku

Daljnje grupiranje softverskih projekata može se provesti s obzirom na razlog osnivanja. Na primjer, nekoliko projekata je osnovano iz komercijalnih razloga od strane tvrtki (uDIG, KOSMO). Te tvrtke mogu još uvijek zadržati projekt samo za sebe tj. projekt infrastrukture kao što je izvorni kod, wiki, korisnički forum i web stranica, te imati mogućnost daljnjeg razvoja projekta. Drugu skupinu čine projekti koji su pokrenuti od strane entuzijasta (kao što je Quantum GIS). Nakon početne faze obično s nekoliko članova, ovi projekti ili zastaju u razvoju ili su u mogućnosti privući druge ljude i poduzeća da ih podrže. Treća skupina projekta se rađa iz istraživačkih projekta na sveučilištima ili drugim organizacijama kao što su GRASS GIS i SAGA GIS. Na temelju navedenog moguće je zaključiti da je za sve vrste projekta u zajednici potrebna kritična masa da bi projekt zaživio. Konačno, četvrta grupa projekta je podržana od strane vladinih agencija. Najpopularniji od ove grupacije projekata je gvSIG.

2.1.6. Definiranje pojma "Desktop GIS"

Prije početka predstavljanja osnovnih desktop GIS aplikacija, nužno je definirati koji GIS softver se može smatrati kao "Desktop GIS". Kao odgovor na to pitanje moguće je primjeniti sljedeću ESRI-ovu definiciju:

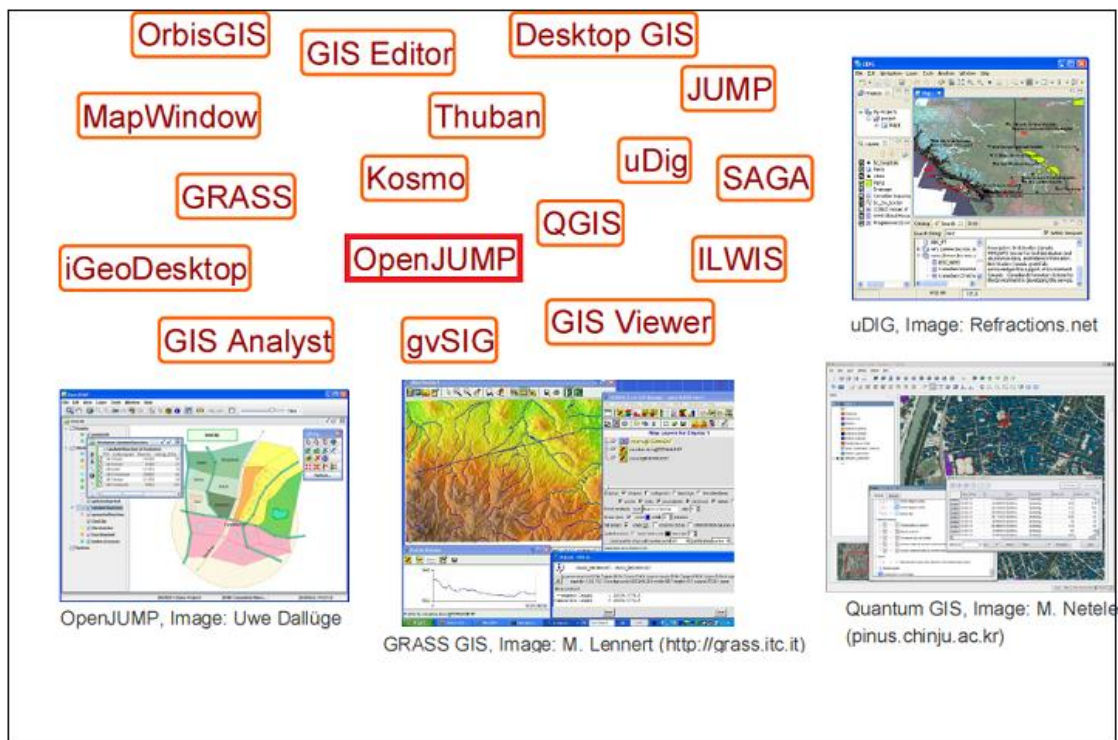
"Desktop GIS je softver koji je instaliran te radi na osobnom računalu i omogućuje korisnicima prikazivanje, pretraživanje, ažuriranje i analiziranje podataka o geografskim lokacijama i informacijama povezanim s tim lokacijama" (URL 9).

To znači da se softver ne izvodi na serveru i nije moguće mrežno pristupiti te ne može biti pod kontrolom od strane različitih računala. Postoje i FOSS GIS softveri razvijeni isključivo za pregledavanje podataka, a ne za analize. Unatoč tome, dva primjera za GIS Viewer projekte su Thuban i mezoGIS. Oni također pružaju funkcionalnost pri pretraživanju podataka, odnosno izvode jednostavne GIS analize. Osim toga, postoje i GIS aplikacije koje služe samo kao preglednik tipa MapBender i MapBuilder. Koriste se za pregledavanje podataka dostavljenih sa web servera i karata koje spadaju u kategoriju "Thin Client" prikazanoj na Slika 3.

2.2. Osnovna slobodna desktop GIS rješenja

U sljedećim poglavljima će se opisati glavni desktop GIS projekti (Slika 5) u smislu njihovog osnutka, fokusa primjene kao i krajnjih korisnika i razvojne zajednice. Poseban naglasak će biti postavljen na ona programska rješenja koja imaju mogućnost rada sa PostGIS bazom podataka, budući da je to bio jedan od uvjeta pri izradi ovog diplomskog rada. Kao i softveri pod vlasništvom, tako i ovi softveri imaju svoje prednosti i nedostatke te se primjenjuju sukladno zahtjevima korisnika ili zadatka. Cilj je izabrati koji je od zadanih desktop GIS softvera najbolji za izradu GIS-a Marine Verude.

Desktop GIS projekti KOSMO i OrbisGIS su samo spomenuti, zbog toga što je KOSMO trenutno fokusiran na zajednicu španjolskih krajnjih korisnika te razvoj softvera pokreće samo jedna tvrtka. OrbisGIS je mlad projekt, a njegova funkcionalnost je ograničena samo na pregled podataka. Projekti poput FMAPS i Kalypso nisu uključeni jer jedno vrijeme nisu imali nikakav daljni razvoj. Također je potrebno naglasiti da softveri kao što su Spring GIS, Spatial Commander, Forestry GIS, Google Earth, Google Maps, ArcExplorer, TNTlite ili TatukGIS Viewer nisu dio popisa open source desktop GIS aplikacija, budući da su ovi softverski proizvodi besplatni za preuzimanje, ali nisu FOSS. To znači da njihova licenca ne ispunjava uvjete slobode potrebne da bi softver postao FOSS.



Slika 5. Pregled FOSS GIS softvera (URL 10)

2.2.1. GRASS – Geographic Resource Analysis Support System

Korijeni GRASS GIS projekta sežu 30 godina u prošlost kada je razvijena prva zbirka za kasniji GRASS softver. Kao alternativa za ESRI ArcInfo, Construction

Engineering Research Lab (USA-CERL) američke vojske je započeo razvoj GRASS-a početkom 1980-tih izdajući verziju 1.0 1985. (URL 11). Fokus GRASS-a je u to vrijeme prvenstveno bio usmjeren na rasterske analize i softver je uglavnom bio programiran koristeći C i Tcl/Tk programske jezike. Nakon niza uspješnih godina za GRASS u kojima je uslijedilo osnivanje korisničke zajednice, korištenje GRASS GIS-a je počelo opadati u '90-ima kada je CERL prestao sa službenim sponzorstvom. Preporod je uslijedio nakon formiranja novog razvojnog tima 1997 i usvajanja GNU GPL licence 1999. (Mitasova i Neteler 2004). Od toga trenutka, GRASS je formirao vrlo aktivan i velik broj korisnika i programera širom zajednice. GRASS 6.3 podržava 2D raster/voxel prikaz i analizu, 2D/3D vektorsko uređivanje, vektorsku mrežnu analizu i funkcije obrade slika, tj. ponuđena funkcionalnost se može usporediti s onom ESRI ArcGIS-a na ArcInfo razini. GRASS se također koristi za razne aplikacije, kao što su ekološke analize, požari, hidrološke analize i geološko kartiranje. No zbog smanjene upotrebljivosti grafičkog korisničkog sučelja, GRASS se koristi prvenstveno na istraživačkim institutima i sveučilištima. Do nedavno drugi veliki nedostatak za prosječnog korisnika je bio taj što nije postojala verzija za platforme Microsoft Windows, te se izvodila na Linux ili Unix sustavima ili na MS Windows emulatoru (Cygwin). Međutim, s verzijom 6.3.0 objavljena je prva Windows verzija. GRASS predstavlja hibridni sustav koji je kombinira praktičnost grafičkog korisničkog sučelja i snagu komandne trake. Danas GRASS ima međunarodni tim programera i korisnika diljem svijeta, uključujući i akademske zajednice, vlade i savjetodavne tvrtke.

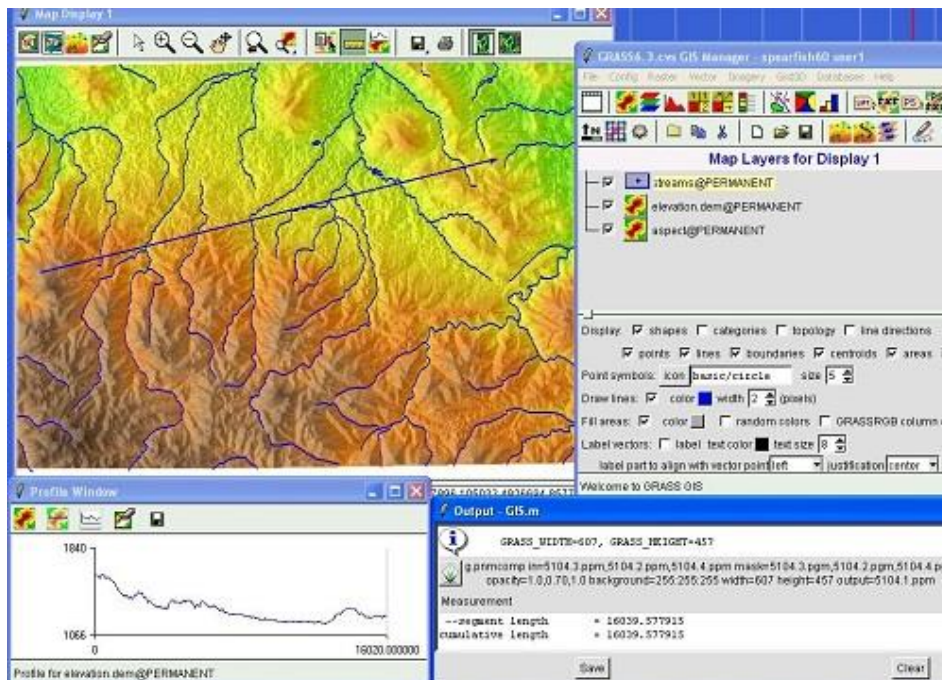
Prednosti GRASS-a:

- Usavršena i stabilna implementacija.
- Velik broj alata za vizualizaciju i analizu rasterskih i vektorskih podataka.
- Podržava širok raspon formata podataka.
- Dobri vektorski digitalizacijski alati.
- Dobra podrška zajednice .
- 3D vizualizacija.
- Može biti automatiziran i skriptiran koristeći zajedničke programske jezike.
- Izbor grafičkog korisničkog sučelja.
- Dobra dokumentacija.
- Paketi dostupni za većinu podržanih platformi.

Nedostaci GRASS-a:

- "nestandardni GUI".

- Za potrebe analize podaci moraju biti pretvoreni u format GRASS.
- Ne radi u kombinaciji sa PostGIS bazom podataka.



Slika 6. Izgled GRASS GIS sučelja (URL 12)

2.2.2. gvSIG - Generalitat Valenciana Sistema d'Informació Geogràfica

Vjerojatno jedan od najveći projekta u smislu financijskih i razvojnih resursa je gvSIG. Osnovan je od strane Regional Council for Infrastructures and Transportation (CIT) grada Valencie (Španjolska) s ciljem da zamjeni softver slične funkcionalnosti kao ESRI ArcView u lokalnim samoupravama, budući da vlada nastoji prebaciti sve sustave na računalnu infrastrukturu temeljenu na Linuxu. Razvoj gvSIG-a je započeo krajem 2003. i vođen je od strane tvrtke IVER S.A.(Španjolska). Nekoliko sveučilišta i drugih tvrtki je uključeno u projekt. Zbog svojih korisnika, GUI teži biti što jednostavniji, dok je korisnička dokumentacija za softver vrlo dobra. Softver podržava rasterske i vektorske tipove podataka i pruža, slično uDig-u, nekoliko konekcija prema bazama podataka. Funkcionalnost rada sa rasterskim podacima je izgrađena na temelju algoritama SAGA GIS projekta. Programski jezik za razvoj gvSIG-a je Java. Cilj je bio stvoriti softver s funkcionalnošću ESRI ArcView-a (3.X) te ga je u nekim aspektima gvSIG i premašio. Iako je projekt pod španjolskim vodstvom, korisnička zajednica se može smatrati međunarodnom (URL 13).

gvSIG je open source projekt koji omogućuje rad s različitim rasterskim i vektorskim formatima podataka, uključujući shape, GeoTIFF, ECW, JPEG, WMS, WFS i WCS. gvSIG implementira skup alata zaduženih za uređivanje i održavanje podataka, te se može pokrenuti na svim platformama, kao što su Windows, Linux i

Mac OS X. Plugin-ovi se mogu koristiti za proširenje funkcionalnosti i pružanje pristupa dodatnim formatima podataka.

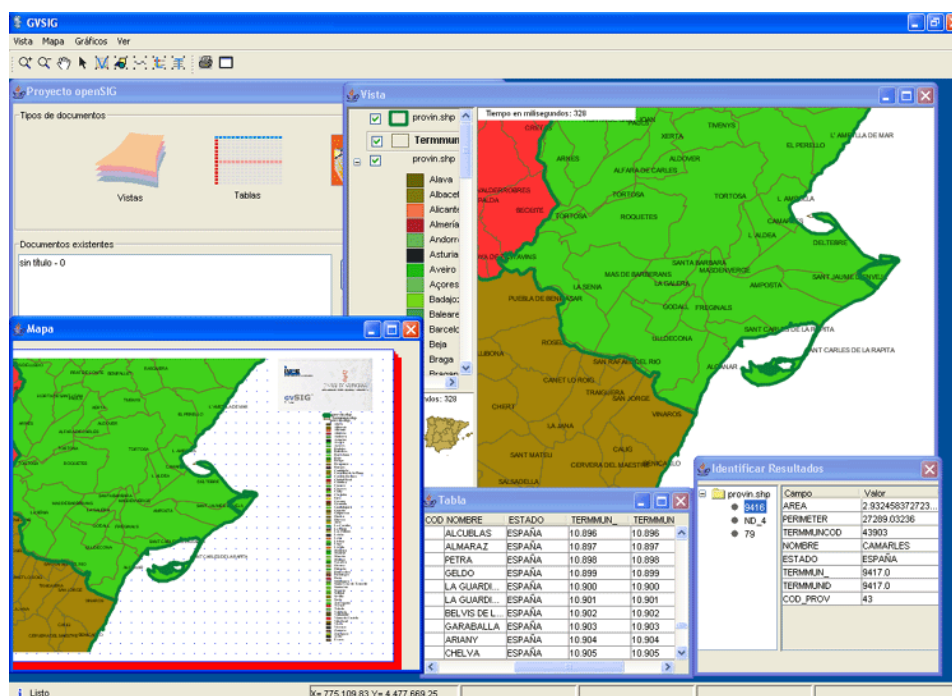
gvSIG ima veliku podršku za različite baze podataka, OGC servise te komercijalne proizvode kao što su ESRI ArcIMS. Softver je također proširiv putem Java programskog jezika. Bitno je naglasiti da podržava vezu na PostGIS bazu podataka.

Prednosti gvSIG-a :

- Dobra podrška formata podataka, uključujući web – isporučive podatke.
- Proširivost moguća putem plugin-ova.
- Alati za uređivanje i crtanje.
- Mogućnost prikaza layout-a.
- Alati za geoproceniranje (bufer, presjek, unija itd.).

Mane gvSIG-a :

- Nepotpuna internacionalizacija teksta u izbornicima i dijaloškim okvirima (prvi jezik gvSIG-a je španjolski).
- Manji problemi grafičkog korisničkog sučelja na nekim platformama.
- Još uvijek se usavršava, naročito u pogledu dodatne jezične podrške.



Slika 7. Izgled gvSig sučelja (URL 14)

2.2.3. QGIS - Quantum GIS

Quantum GIS projekt je osnovan početkom 2002. s originalnim ciljem stvaranja GIS preglednika za Linux platformu, koji je brz i podržava širok spektar tipova podataka, posebno za PostGIS prostornu bazu podataka. Od tada, QGIS se razvio, ima snažu programersku zajednicu te radi na mnogim platformama čime je postao pristupačan mnogim korisnicima diljem svijeta (URL 15).

QGIS omogućava pregled rasterskih i vektorskih skupova podataka kao i podataka dostavljenih od web uslužitelja. Podrška za većinu njih je osigurana kroz GDAL/OGR zbirke. Osim toga, podržava PostGIS slojeve koji su pohranjeni u PostgreSQL bazi podataka, unose pomoću teksta razdvojenog razmakom, GPS praćenje, GRASS slojeve itd. Preko QGIS-a moguće je uređivati PostGIS i GRASS slojeve.

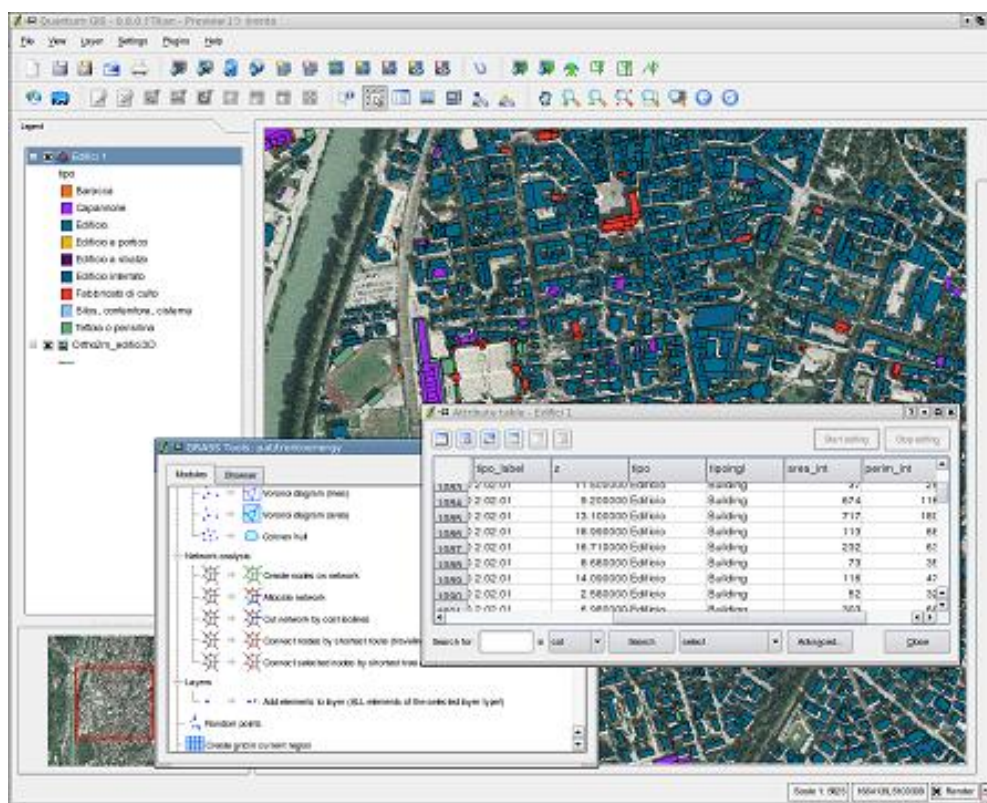
QGIS nije potpuna GIS aplikacija, te kako bi poboljšala svoje sposobnosti, podržava pregledavanje, uređivanje i manipulaciju GRASS podacima putem dodatnih proširenja. Time se omogućuje da se kreiraju podaci putem GRASS komandne linije te da se prikažu u QGIS-u. QGIS je aplikacija koja ima što ponuditi svakoj razini korisnika. Povremeni korisnici će ga koristiti kao zgodan alat za vizualizaciju podataka i rad s GPS podacima. Srednji korisnici ga mogu koristiti za kreiranje i uređivanje podataka u nekoliko različitih formata. Za napredne korisnike moguće je izvođenje analiza koristeći GRASS plugin.

Prednosti:

- Podrška za širok raspon vektorskih i rasterskih podataka.
- Mogućnost uređivanja podataka.
- Dobar skup alata za simbolizaciju i vizualizaciju podataka.
- Dobra popratna dokumentacija.
- Jaka potpora zajednice putem foruma, mailing liste itd.
- Proširenja moguća putem plugin-ova.
- Uključuje plugin za rad s GPS jedinicama.
- Dobra integracija s GRASS funkcijama za vizualizaciju, uređivanje i analizu.
- Za dodatno prilagođavanje te pisanje novih alata i plugin-ova koristi Python.

Nedostaci:

- Ograničena kompozicija prikaza i sposobnosti ispisa.
- Ne uključuje sve karakteristike desktop GIS alata.



Slika 8. Izgled Quantum GIS sučelja (URL 16)

Na kraju, iz priloženog je moguće zaključiti da QGIS vjerojatno zaslužuje svoje mjesto jednog od najpopularnijih desktop GIS alata te je odličan izbor za vizualizaciju i uređivanje podataka, pogotovo ako se u obzir uzme širok raspon podržanih formata te integracija s GRASS-om. Novi GIS korisnici sve više koriste QGIS zbog njegovog user-friendly sučelja, rasterske i GPS podrške, mogućnosti skriptiranja pomoću Pythona te stabilnosti. Njegova brzina i prostorne SQL mogućnosti su prilično dobre, te on jedini od svih navedenih alata osim OpenJUMP-a ima podršku za rad sa Spatialite SQL prostornim proširenjem. Spatialite podrška je integrirana unutar samog programa, za razliku od OpenJUMP-a gdje je dostupna putem plugin-a. QGIS pruža jednostavno i user-friendly sučelje za upite, ali bez mogućnosti pisanja punih SQL izjava, za razliku od OpenJUMP-a koji ima punu SQL podršku.

2.2.4. uDig - User-friendly Desktop Internet GIS

Razvoj uDig-a je započeo između 2004. i 2005., te je iniciran od strane Lomova Research Inc. (Kanada), koji također razvijaju i prostorno proširenje PostGIS za PostgreSQL bazu podataka. uDig je razvijen u Java programskom jeziku (koristeći Eclipse platformu), te je na početku bio usmjeren na uređivanje vektorskih podataka (URL 17). Međutim, od 2007. uDig timu se pridružio JGrass tim koji je radio na funkcionalnosti rasterske analize. Mane ovog sustava su veličina aplikacije te grafičko korisničko sučelje. Pozitivne strana je što su korisnička i razvojna dokumentacija dosta dobre, te su slično QGIS-u i GRASS-u softverski procesi i rukovođenje projekta navedeni i dokumentirani.

Njegova snaga je u pružanju mogućnosti povezivanja sa OGC web servisima te u postojanju mnoštva kartografskih mogućnosti. uDig još za sada ne podržava Python skriptni okvir, što bi se u budućnosti svakako moralo riješiti. Važan cilj uDig tima je da se razvije softver koji nudi mogućnost pregledavanja i uređivanja podataka izravno u bazi podataka.

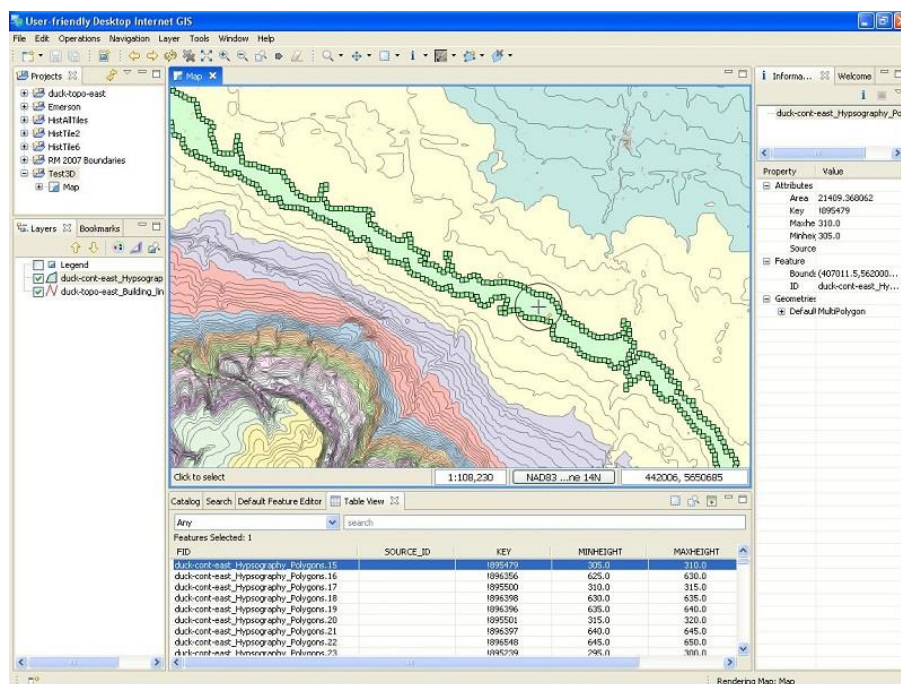
uDig pruža mogućnosti pregledavanja i uređivanja raznih formata podataka, uključujući shape-ove i rastere, PostGIS slojeve, WMS, WFS, Oracle Spatial i DB2. Jednom riječju, to je multifunkcionalan softver koji pruža mnogo mogućnosti koje se mogu iskoristiti ovisno o potrebama pojedinog projektnog zadatka.

Prednosti :

- Podrška za širok raspon formata podataka.
- Jednostavna instalacija.
- Mogućnost vizualizacije i uređivanja podataka.
- Mogućnost proširenja.

Mane:

- Sučelje je pomalo nestandardno.
- Sporije učitavanje, simboliziranje i vizualizacije podataka.
- Nije moguće provesti analize.



Slika 9. Izgled uDig korisničkog sučelja (URL 18)

2.2.5. Jump i OpenJUMP obitelj – Open Java Unified Mapping Platform

JUMP projekt je osnovan 2002. od strane konzorcija kojeg čine dva kanadska pokrajinska ministarstva i dvije tvrtke. Cilj je bio razviti GIS posebno usmjeren na uređivanje podataka. Preteča i dio tog projekta je i unapređenje geometrijske zbirke "Java Topology Suite" (JTS). Ubrzo nakon objavljivanja JUMP 1.1.2 i JUMP Conflation Suite u 2004., razvojne aktivnosti su gotovo zaustavljene zbog gubitka financijske potpore. Nakon prvog usvajanja od strane AGILE (španjolskog udruženja) i francuskog projekta SIGLE, skupina volontera je osnovala 2004. JUMP pilot projekt i nastavila razvoj softvera pod nazivom OpenJUMP (URL 19). JUMP ima specifičan položaj u zajednici kao i nekolicina njegovih podproizvoda, koji su nastali nakon što je početni razvoj zaustavljen. Takva rješenja su:

- DeeJump, koji je fokusiran na što boljem pružanju podrške OGC servisima (npr. WMS, WFS, WFS-T, SLD, GML 3).
- SkyJUMP, koji je fokusiran na vojni "facility management".
- PiroJUMP, koji nudi alate za precizno upravljanje podacima vezanim uz poljoprivredna zemljišta.

Početna usmjerenost na što bolje mogućnosti uređivanja podataka je odgovorna za činjenicu da JUMP rješenja imaju snažan fokus na stvaranje vektorskih podataka i analiza, dok su mogućnosti izvođenja rasterskih analiza stavljene u drugi plan (osim za PiroJUMP).

OpenJUMP je open source GIS program pisan u Java programskom jeziku. Razvijen je i održavan od grupe volontera iz cijeloga svijeta. Izdavanjem inačice 1.2 u studenom 2006., OpenJUMP-u je dodana podrška za rad s rasterskim podacima, prostornim bazama podataka (PostGIS), te je poboljšana i sposobnost upita. Najnovija verzija 1.4 može čitati i stvarati shape-ove i jednostavne GML datoteke. Međutim, snaga ovog programa je u mogućnosti uređivanja geometrije i atributnih podataka. Također je dostupan sve veći broj alata za vektorsko analiziranje i operacije preklapanja. Softver ima memorijsku granicu pri učitavanju vrlo velikih datoteka podataka. OpenJUMP ima malu, no itekako sposobnu razvojnu zajednicu koja je podržana od strane stručnih programera čija poduzeća mogu ostvariti softverske prilagodbe. Korištenje OpenJUMP aplikacija postaje sve učestalije u raznim istraživanjima i sveučilišnoj nastavi. S obzirom na nove dodatne funkcionalnosti, ponekad nedostaje odgovarajuće dokumentacije, no tutoriali koji se koriste kao uvodni GIS tečajevi postoje te su od velike pomoći korisnicima koji tek kreću u istraživanje navedenog softvera (URL 20).

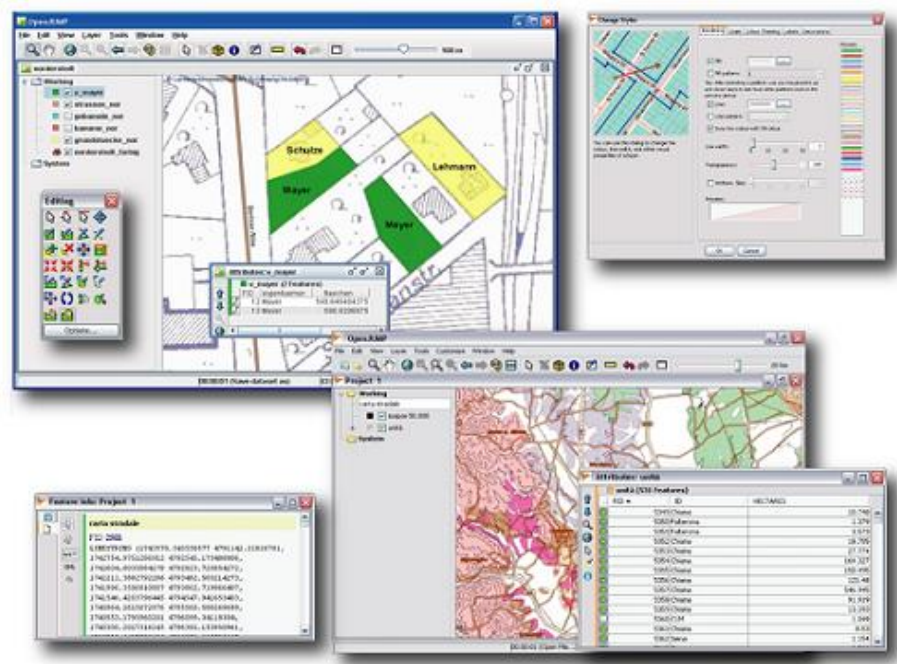
Upravo OpenJUMP rješenje predstavlja izbor mnogih GIS korisnika diljem svijeta, zbog svoje jednostavnosti i mogućnosti pisanja sirovih prostornih SQL upita čije rezultate je moguće odmah vizualno predočiti. Navedeni softver također ima dobre mogućnosti ispravljanja i analiziranja geometrije, kao i alata za popravak neispravnih shape datoteka. OpenJUMP se pokazuje najboljim izborom onima koji se ne boje postavljanja direktnih upita izravno iz baze podataka i koji ne vole pretrpan radni prostor programa. Atraktivnim za mnoge korisnike ga čini upravo to što podržava mnoge GIS standarde i nudi širok spektar mogućnosti.

Prednosti :

- Jednostavno instaliranje.
- Alati za uređivanje.
- Podrška za širok raspon formata podataka.
- WMS podrška.
- Osnovne funkcije za provedbu analiza kao što su buffer i prostorne operacije.
- Valjanost geometrije: provjera da se vidi da li svi objekti sadrže geometriju.
- Dobar set vizualizacijskih opcija.
- Proširiv radni okvir za stvaranje raznih prilagodbi.
- Podržava industrijske standarde.

Nedostaci:

- Postojanje nekoliko verzija JUMP-a koji se mogu odabrati, sukladno različitim razinama podrške, različitim ciljevima i značajkama
- Memorijska granica pri učitavanju vrlo velikih datoteka.



Slika 10. Izgled OpenJUMP korisničkog sučelja (URL 21)

2.3. Usporedba open source GIS softvera s podrškom za PostGIS

Odabirom PostgreSQL baze podataka sa PostGIS prostornim proširenjem kao jednog od ključnih elementa za potrebe ovog GIS-a, bilo je nužno provesti istraživanje u kojemu su odabrani samo oni open source programi koji imaju podršku za PostGIS prostorno proširenje, bez kojeg rad sa PostgreSQL bazom podataka ne bi bio moguć. U sljedećem poglavlju dan je brz pregled mogućnosti za OpenJUMP, QGIS, uDig i gvSIG softver (Tablica 1), zbog toga što jedino ti navedeni softveri imaju podršku za PostGIS. Na osnovu danog pregleda mogućnosti na kraju je odlučeno koji je softver od navedenih najkompetentniji za konačnu izradu GIS-a Marine Verude.

Veliki problem je to što se nove mogućnosti i alati za svaki softver neprestano dodaju, te je vrlo teško držati korak sa svima njima. Tablica 1 daje brzi pregled navedena četiri softvera koja će biti pokrivena u ovom poglavlju.

Dodatno pojašnjenje za Tablica 1:

- Java Advanced Imaging (JAI) je ustvari API kreiran od strane Sun-a (današnji Oracle) za pružanje podrške za naprednu vizualizaciju u Javi.
- Jython predstavlja Javin radni okvir koji omogućava pokretanje Python koda u JVM-u (Java Virtual Machine).

Tablica 1. Usporeba GIS softvera sa PostGIS podrškom

Značajka	OpenJUMP	QGIS	uDig	gvSIG
Trenutna verzija	1.4.0.3	1.6.0	1.2.1	1.11
JVM	1.4+	N/A	1.5+/JAI	1.5+/JAI
Plug-in	jars/Jython/beans	Python/Qt	Eclipse	JARs
Skriptiranje	Jython/BeanShell	Python	Ne	Jython
Veličina preuzimanja	11MB	30MB	100 MB	70MB
Jednostavnost instalacije	Jednostavno	Umjereno	Umjereno	Teško
Jednostavnost korištenja	Jednostavno	Jednostavno	Umjereno	Teško
Mobilna verzija	Ne	Ne	Ne	Da

2.3.1. Podrška vezana uz prostorne baze podataka

Kao ključni čimbenik i uvjet pri izboru GIS softvera za izradu GIS-a Marine Verude postavljena je podrška za PostGIS prostorno proširenje PostgreSQL baze podataka. Sukladno navedenom, dan je detaljan pregled PostGIS značajki, prema kojima su ispitani GIS softveri.

Kroz ovo poglavlje provedena je također i metoda ispitivanja da li navedeni softveri podržavaju i druge prostorne baze podataka u obliku Da/Ne odgovora.

Tablica 2 detaljno opisuje karakteristike prostorne podrške. Neke pojmove koji se koriste nužno je detaljnije opisati, kako bi se razumjeli u potpunosti:

- Multi-geometrija – Može li desktop alat postupati s PostGIS tablicama koje imaju više od jednog stupca sa geometrijom i da li može nasumično odabrati jedan?
- Neobavezna geometrija – Mogu li se prikazati tablice koje nisu zabilježene kao tablice koje sadrže stupac sa geometrijom?
- Da* znači da je značajka podržana, ali samo putem plug-ina koji se mora posebno preuzeti ili putem dodatnog drivera vezanog uz bazu podataka. Ne* znači da se, bez obzira što određena značajka nije podržana, ona može imitirati pod određenim uvjetima ili postoji neko jednostavno rješenje.
- SQL upiti – Da li se mogu pisati potpuni SQL upiti u zadanom softveru te vizualizirati njihovi izlazi?
- Heterogenost geometrije – Da li je softver u stanju nositi se s tablicama koje imaju slobodan tip geometrije (više geometrijskih vrsta)?
- Primarni ključ INT – Da li softver zahtjeva da primarni ključ bude cijeli broj kako bi se osigurala djelotvornost geometrije u tablici?
- Spremanje PostGIS sloja – Da li postoji mogućnost spremanja podataka u obliku nove PostGIS tablice?
- Uređivanje PostGIS sloja – Da li postoji mogućnost učitavanja PostGIS sloja, uređivanja atributa te vizualiziranja geometrije?

Tablica 2. Podrška za prostorne baze podataka

Značajka	OpenJUMP	QGIS	uDig	gvSIG
Oracle Spatial	Da*	Da*	Da	Da*
DB2	Ne	Ne	Da	Ne

ArcSDE	Da*	Ne	Da	Da
MySQL	Da*	Da	Da	Da
Multi-geometrija	Da	Da	Ne*	Da
PostGIS geografski podaci	Da*	Ne	Ne	Ne
PostGIS raster	Ne*	Da*	Ne	Ne
Učitavanje PostGIS sloja	Da	Da	Da	Da
Spremanje PostGIS sloja	Da*	Da*	Ne	Da
Uređivanje PostGIS sloja	Da*	Da	Ne*	Ne
Podrška za krivulje	Ne	Ne	Ne*	Ne
3D geometrija	Ne	Ne	Ne	Da*
Heterogenost geometrije	Da	Da	Ne*	Ne
SQL upiti	Da	Ne	Ne	Ne
Primarni ključ INT tipa	Ne	Da	Ne	Ne

2.3.2. Podrška vezana za formate podataka

Formati podataka koje pojedini softveri podržavaju također su vrlo bitni pri izboru softvera za budući rad. Upravo iz tog razloga, dana je usporedba GIS softvera prema formatima podataka koje oni podržavaju, uključujući većinu vektorskih, rasterskih i web poslužiteljskih formata. Ovaj popis nije sveobuhvatan, ali nastoji pokriti uobičajene formate koji se očekuju od jednog desktop GIS alata.

Dodatna pojašnjenja vezana uz Tablica 3:

- Spatialite je prostorno proširenje za SQLite bazu podataka koja također koristi GEOS i PROJ za podršku prostornih funkcija slično PostGIS-u.
- ESRI Personal Geodatabase je stari format prostorne baze podataka koji je napravio ESRI, a služi kao nastavak formata za MS Acces baze podataka.
- MIF/MID - MapInfo razmjenski formati koji se mogu eksportirati i zadržati većinu funkcionalnosti Tab formata.
- Tab je osnovni MapInfo format.
- Da – Znači da softver podržava navedeni format kao format za import/export/edit podataka.

Tablica 3. Formati za vektorske podatke

Format	OpenJUMP	QGIS	uDig	gvSIG
ESRI shape	Da	Da	Da	Da
Spatialite	Da*	Da	Ne	Ne
ESRI Personal Geo (MDB)	Ne	Da	Ne	Ne
GPX	Da	Da	Da*	Ne
GML	Da	Da	Da	Da
KML	Da*	Da	Da	Da
WTK	Da	Ne	Ne	Ne
DXF	Da*	Ne*	Ne	Da
DWG	Ne	Ne	Ne	Da
MIF/MID	Da	Da	Ne	Ne
TAB	Ne*	Da	Ne	Ne
Excel	Da	Da	Ne	Ne
CSV	Da	?	Ne	?
SVG	Da	Ne	Ne	Ne

Tablica 4 nabraja različite rasterske formate koji su podržani od zadanih softvera.

- Odgovor *Da* znači samo da navedeni softver može učitati dani format ili ga eksportirati.

Tablica 4. Formati za rasterske podatke

Format	OpenJUMP	QGIS	uDig	gvSIG
JPG	Da	Da	Da	Da
TIFF	Da	Da	Da	Da
ECW	Da*	Da	Ne	Ne
PNG	Da	Da	Ne	Da
MrSID	Da*	Da	Ne	Ne

2.3.3. Podrška za web servise

U ovom dijelu navedeni su uobičajeni OGC formati za web servise i podrška koju svaki program ima za njih (Tablica 5). Radi što bolje razumjevanja dana su objašnjenja različitih web servisa:

- *WMS (Web Mapping Service)* – Ovo je najstariji i najčešći format. Omogućava zahtjeve za slikovne podatke (mape) na osnovu imena sloja i granične regije koristeći GetMap metodu. Također ima jednostavan GetFeatureInfo zahtjev, koji može dohvatiti već oblikovane tekstualne informacije.
- *WFS (Web Feature Service)* – Ovaj web servis obično vraća vektorski oblikovane podatke temeljene na web upitu. Standardni format je Geography Markup Language (GML). Tu ne postoje WFS pružatelji usluga koji vraćaju druge formate kao što su KML i GeoJSON.
- *WFS-T (Web Feature Service Transactional)* – Ovo je nastavak standardnog WFS protokola koji omogućava uređivanje geometrije preko web-a putem vektorskih formata kao što su GML ili WTK.
- *WPS (Web Processing Service)* – Ovo je OGC GIS web servisni protokol za izlaganje općih radnih procesa. Ključni dijelovi su DescribeProcess, GetCapabilities i Execute.
- *WCS (Web Coverage Service)* – Ovo je web GIS usluga OGC protokola za rastersku pokrivenost i slično.
- *ArcIMS* – Ovo je web-mapping servisni radni okvir, pod vlasništvom ESRI-a. Zamjenjen je od strane AGS-a, ali još uvijek mnoge web stranice održavaju ArcIMS web usluge.

Tablica 5. Podrška za web servise

Format	OpenJUMP	QGIS	uDig	gvSIG
WMS	Da	Da	Da	Da
WFS	Da*	Da	Da	Da
WFS-T	Da*	Ne	Da	Ne
WPS	Da*	Ne	Da	Ne*
ArcIMS	Da*	Ne	Ne	Ne
WCS	Ne	Ne	Ne	Da

3. Prostorne baze podataka

Prostorna baza podataka je baza koja definira posebne tipove podataka za geometrijske objekte i omogućava pohranu geometrijskih podataka u obliku tablica. Također pruža posebne funkcije i indekse za pretraživanje i manipulaciju nad podacima. Zadužene su za pohranu podataka, njihovo prikazivanje, geoprociranje i analiziranje kroz bogat skup prostornih funkcija.

Neke prednosti skladištenja podataka u prostornim bazama podataka su:

- Atributi i geometrija podataka pohranjeni su zajedno.
- Prostorno indeksiranje uvelike ubrzava procesiranje podataka.
- Prostorni upiti pružaju mogućnost istraživanja podataka i njihovih odnosa.
- Moguće bolje upravljanje podacima.

Struktura prostorne baze podataka nije ništa drugačija od obične baze podataka s podrškom za geometrijske tipove podataka. Obično sadrži funkcije za upravljanje geometrijom i obavljanje prostornih upita. U prostornoj bazi podataka, tablica predstavlja sloj, red je pojedini objekt, a prostorni stupac sadrži geometriju objekta.

Ne podržavaju sve prostorne baze podataka sve prostorne operacije. Prostorni podaci su uvijek vezani s atributnim, stoga SDBMS (Spatial Database Management System) mora omogućiti njihovu zajedničku pohranu tj. mora biti prilagođen i klasičnim pretpostavkama modeliranja i pretraživanja podataka. Također se za prostorne baze podataka trebaju uvesti posebne vrste geometrijskih podataka (točka, linija, poligon) koji služe za uspješno modeliranje prostornih objekata. Pretpostavlja se i postojanje mehanizma za brzi pristup podacima bez potrebe za pretraživanjem cijelog skupa podataka (prostorno indeksiranje).

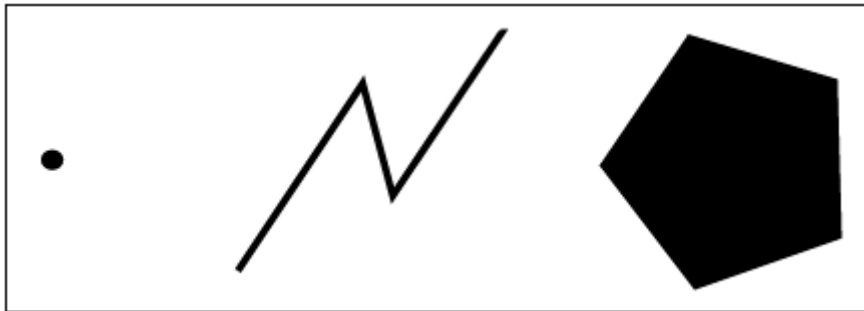
3.1.1. Geometrijski tipovi podataka

Cjelokupno 2D kartiranje se može ostvariti s tri osnovna geometrijska tipa:

- točka,
- linija,
- poligon.

Upravo sa ova tri osnovna bloka moguće je modelirati fizičke geografske entitete stvarnog svijeta. Ovaj proces je intuitivan i zanimljiv. Na primjeru kartiranja Marine Verude, sva podzemna infrakstruktura može biti prikazana linijama, čvrsti objekti mogu se prikazati poligonima, dok se točkama mogu recimo prikazati svi nadzemni šahtovi. Poanta je u tome da se reduciranjem stvarnosti na 2D točke, linije i poligone (Slika 11) dobiva alat za modeliranje svega. Točke, linije i poligoni u tom slučaju predstavljaju pojednostavljeni model stvarnosti. Kao takvi, oni nikada

neće moći u potpunosti oponašati stvarnost. Npr. nogometno igralište bi bilo dobro predstavljeno kao elipsa, no takva geometrija još nije definirana, te ju je moguće dovoljno dobro aproksimirati poligonom.



Slika 11. Osnovni geometrijski tipovi: točka, linija, poligon

3.1.2. Database Management System (DBMS)

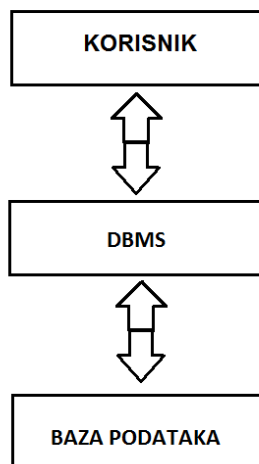
Sustav za upravljanje bazom podataka je zbirka programa koja korisnicima omogućava spremanje, mijenjanje i izdvajanje podataka iz baze podataka. Postoje različiti sustavi za upravljanje bazom podataka, od malih sustava koji se pokreću na osobnim računalima pa do velikih sustava koji se pokreću na serverima.

Logički DBMS organizira podatke sukladno modelima podataka koji mogu biti hijerarhijski, mrežni, relacijski te objektni pri čemu treba izabrati onaj model koji najbolje odgovara podacima koji se modeliraju u bazi podataka. Također DBMS fizički organizira podatke na mediju na kojem je pohranjena baza podataka.

DBMS je ustvari softver uveden kao veza između korisnika (korisničkog programa, aplikacije) i zapisa baze podataka na disku. Korisnički program ne pristupa podacima direktno, već komunicira s DBMS-om (Slika 12).

Većina DBMS-ova izvršava sljedeće zadatke:

- Pohrana podataka.
- Stvaranje i održavanje strukture podataka.
- Provođenje raznih sigurnosnih pravila i zaštita privatnosti podataka.
- Omogućavanje unošenja podataka.
- Pružanje dovoljno brzog indeksnog mehanizma za brzo pronalaženje podataka.
- Konzistencija između različitih zapisa.
- Pružanje mogućnosti sigurne pohrane (backup) i procesa obnove oštećenih ili uništenih baza podataka.



Slika 12. Odnos korisnika i baze podataka reguliran DBMS

Što se tiče modela logičke organizacije prostornih podataka, ističu se dva modela: objektni i relacijski model. OODBMS (Object Oriented Database Management System) nisu naišli na dobro prihvaćanje od strane korisnika, jer još uvijek niti jedan od proizvođača ne nudi potpunu implementaciju gore navedenih uvjeta. Za razliku od OODBMS, ORDBMS (Object-Relational Database Management System) potiču tradicionalni tj. veliki proizvođači, te je dostupan i upotrebljiv. Široko prihvaćanje i lako razumljiv SQL je po potrebi proširen što daje prednost na strani ORDBMS.

3.2. Open source prostorne baze podataka

U OSGIS svijetu postoje tri opcije za prostorno omogućene baze podataka :

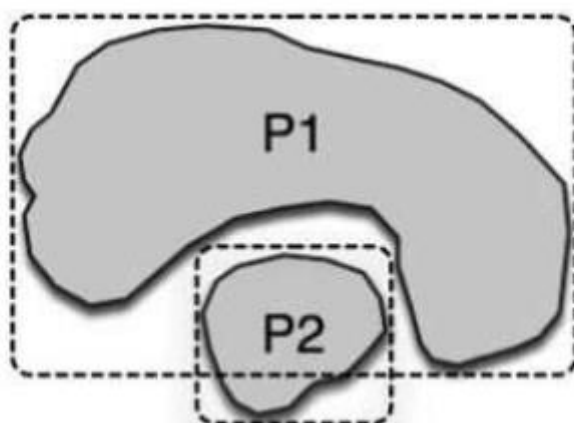
- PostgreSQL sa PostGIS prostornim proširenjem,
- MySQL,
- SQLite sa Spatialite prostornim proširenjem.

Od gore navedenih, PostgreSQL/PostGIS je najviše usavršena, te je bogata raznim mogućnostima. MySQL je tek nedavno dodao osnovnu podršku za rad sa geometrijom. Iako MySQL provodi mnoge OGC prostorne funkcije, ne implementiraju se sve prema postojećoj specifikaciji. Ako je potrebna samo pohrana prostornih podataka, MySQL baza je u tom slučaju dobar izbor. Ukoliko se želi koristiti baza za izvođenje prostornih procesa i upita, PostgreSQL s PostGIS-om je najbolji izbor.

SQLite je softverska zbirka koja posjeduje ugrađenu bazu podataka, kojoj za rad nije potreban DBMS. To je ustvari prijenosna baza podataka, koja nije ovisna o serveru. SQLite aktivno podržava SQLite Consortium koji uključuje članove kao što su Adobe, Mozilla, Bloomberg, Symbian, idr.

Obje PostGIS i MySQL baze implementiraju *Open GIS Simple Feature Specification for SQL* od strane Open GIS Consortium-a (OGC) (URL 22). Standard je bolje u potpunosti implementiran u PostgreSQL/PostGIS bazi, nego u MySQL. U stvari, PostGIS implementacija je certificirana od strane OGC-a u skladu s verzijom 1.1 navedenog standarda. To konkretno znači da PostGIS pruža potpunu i robusnu provedbu standarda, uz dodatne značajke koje nisu u specifikaciji. Budući da je PostGIS duže pristutan na svjetskoj sceni od MySQL-a, više desktop i web mapping klijenata/poslužitelja ga podržava.

Kao što je već navedeno, MySQL ne provodi u potpunosti OGC specifikaciju, posebno kada je riječ o prostornim funkcijama. To znači da se funkcije mogu provoditi, ali će rezultat biti manje točnosti. To je vidljivo na primjeru gdje se želi utvrditi da li se dva poligona preklapaju, gdje MySQL koristi usporedbu preko jednostavnog graničnog okvira. Ovisno o obliku poligona, oni se mogu ili ne mogu preklapati, iako se njihovi granični okviri preklapaju. Slika 13. prikazuje da se dva poligona ne preklapaju, te da su oni prostorno razdvojeni. Pravokutnik kreiran oko svakog poligona je *minumum bounding rectangle (MBR)*. Iz slike je vidljivo da se minimalni granični okviri oba poligona preklapaju. Budući da MySQL provodi samo usporedbu preko MBR-a, kao rješenje bi izašlo da se poligoni P1 i P2 preklapaju.



Slika 13. Poligoni sa definiranim minimalnim graničnim okvirima

Ovakvo ponašanje zapravo i nije poželjno i često može biti zbunjujuće. Iako MySQL pruža mogućnost skladištenja i MBR funkcije, to nikako nije pogodno za aplikacije koje ovise o ispravnom funkcioniranju prostornih funkcija za selektiranje i identificiranje pojedinih prostornih objekata. S obzirom na navedene činjenice, MySQL programeri slobodno priznaju navedeni nedostatak, te navode da će biti moguće podržati OGC specifikaciju u potpunosti u budućim izdanjima. Podrška za MySQL prostorne podatke je već dostupna od strane OGC-a, a vjerojatno će uskoro pojaviti i u drugim OSGIS aplikacijama.

SQLite sa Spatialite proširenjem spada u grupaciju prijenosnih baza podataka. Spatialite također koristi mnoge osnovne zbirke kao i PostGIS : GEOS, PROJ i GDAL. Ova činjenica ga još više ističe kao dosljednog pratioca PostGIS-a, te

mnogi projekti podržavaju ili su počeli podržavati SpatiaLite/RasterLite. Ono što nedostaje SpatiaLite-u je jaka i poduzetna baza podataka iza njega koja omogućava pisanje naprednih te prostornih agregatnih funkcija. To je razlog zašto neke prostorne upite moguće u PostGIS-u je teško ili gotovo nemoguće provesti u SpatiaLite-u. SpatiaLite čini samo jedna datoteka, a ugrađeni pokretač čini ga lakšim za implementirati novim korisnicima na području GIS-a ili baza podataka.

3.2.1. PostgreSQL

Za osnovni rad sa podacima unutar same baze podataka potreban je sustav za upravljanje bazama podataka, kao što je PostgreSQL. Takav sustav omogućuje dodavanje, pristupanje i procesiranje podataka unutar baze, te igra ključnu ulogu kao samostalni alat ili kao dio druge aplikacije.

PostgreSQL je sustav za upravljanje objektno relacijskim bazama podataka. Objektno-relacijska baza podataka je ona baza koja može pohraniti složenije vrste objekata u svoje relacijske stupce unutar same tablice, kao npr. datume, brojeve i tekst. Cilj je omogućiti korisniku da definira nove prilagođene vrste podataka, nove funkcije i operatore koji upravljaju tim novim prilagođenim vrstama podataka. Navedene baze spremaju podatke u odvojene tablice, što omogućava brz rad i fleksibilnost baza podataka, što je velika prednost pri obradi velikih količina podataka. Tablice mogu biti povezane definiranim relacijama, te se na taj način mogu kombinirati podaci iz različitih tablica (Douglas 2006).

Osnovna prednost PostgreSQL baze podataka je otvoreni kod, što omogućava svakom korisniku da ju koristi i prilagođava za svoje potrebe. Iako je besplatan, PostgreSQL se može usporediti sa komercijalnim bazama podataka kao što su Oracle, Sybase i DB2, što se tiče brzine i funkcionalnosti.

PostgreSQL sustav za upravljanje bazama podataka ima dugu povijest. Krajem 70-ih godina prošlog stoljeća na Sveučilištu Berkley počeo je razvoj na Ingres sustavu za upravljanje bazama podataka. Ubrzo nakon završetka razvoja tvrtka Relational Technologies je komercijalizirala Ingres, te nakon brojnih promjena vlasnika pravo na Ingres danas ima Ingres Corporation. 1986. godine na Sveučilištu Berkley Ingres se nadograđuje objektno-orijentiranim svojstvima i dobiva novo ime Postgres. Postgres sustav za upravljanje bazama podataka komercijalizira se kao i Ingres, te postaje privatno vlasništvo tvrtke Illustra. Postgres nije imao podršku za SQL, već se koristio specifični upitni jezik Postquel. Nakon što su Andrew Yu i Jolly Chen dodali Postgres-u podršku za SQL upitni jezik sredinom 90-tih godina, Postgres mijenja ime u PostgreSQL (URL 23). Danas PostgreSQL razvija internacionalna grupa stručnjaka PostgreSQL Global Development Group.

PostgreSQL je bliski rođak Sybase baze podataka i Microsoft SQL Server-a, jer upravo ljudi koji su ranije pokrenuli Sybase, su došli sa Sveučilišta Berkeley gdje su predhodno radili na Ingres i PostgreSQL projektima. Po mnogima, ocem Ingres i PostgreSQL sustava se smatra Michael Stonebraker, kao i jednim od utemeljitelja objektno relacijskog sustava za upravljanje bazama podataka. Izvorni kod Sybase SQL Servera je kasnije licenciran od strane Microsofta za pokretanje Microsoft SQL Servera.

3.2.2. Karakteristike PostgreSQL sustava

PostgreSQL je utemeljen na modelu klijent-poslužitelj. Takav model se sastoji od dvije međusobno povezane aplikacije:

- Poslužiteljske aplikacije, zvane postgres, koja je zadužena za rad sa datotekama baze, za prihvaćanje konekcija od klijentskih aplikacija prema bazi podataka i obradu istih.
- Klijentska aplikacija, koja želi obaviti neku radnju s bazom podataka.

Klijentska aplikacija može biti tekstualno orijentirana, može imati grafičko sučelje, može biti web poslužitelj ili specijalizirana aplikacija za nadzor i održavanje baze podataka. Kao i bilo koja druga aplikacija zasnovana na modelu klijent-poslužitelj, PostgreSQL također komunikaciju obavlja preko TCP/IP sučelja. Za svaki pristup PostgreSQL stvara novi proces kako bi omogućio paralelnu obradu velikog broja klijentskih zahtjeva. Nakon toga klijentska aplikacija više ne komunicira s glavnim poslužiteljskim procesom, postgres-om, nego s novoostvarenim procesom upravo za tu klijentsku aplikaciju. PostgreSQL navedene akcije obavlja interno i krajnji korisnik ne mora biti upoznat s njima.

PostgreSQL poslužitelj može upravljati s više baza podataka. Uobičajeno je da postoji bar jedna baza podataka po projektu. Korisnici i grupe u PostgreSQL sustavu za upravljanje bazama podataka imaju također važnu ulogu. Administrator baze podataka može stvoriti korisnike i grupe i tako regulirati interakciju pojedinog korisnika s objektima baze podataka. PostgreSQL pohranjuje podatke o korisnicima i grupama u svoje sistemske kataloge, koji se razlikuju od korisnika i grupa operacijskog sustava na kojem je pokrenut programski paket. Iznimka je korisnik postgres koji se prilikom instalacije dodaje i u sam operacijski sustav. Korisnik postgres je podrazumjevani super korisnik sa svim ovlastima u radu s bazom podataka.

3.2.3. PostGIS

PostGIS je besplatna i open source (FOSS) zbirka koja omogućava prostorno proširenje. Koristi se u kombinaciji sa besplatnim i open source PostgreSQL objektno-relacijskim sustavom za upravljanje bazama podataka (ORDBMS). Glavni razlog zašto je PostgreSQL izabran kao platforma na kojoj će se graditi PostGIS bila je jednostavnost glede proširivosti za nove tipove podataka i operatore te kontroliranje operatora zaduženih za indeksiranje (Obe i Hsu 2011).

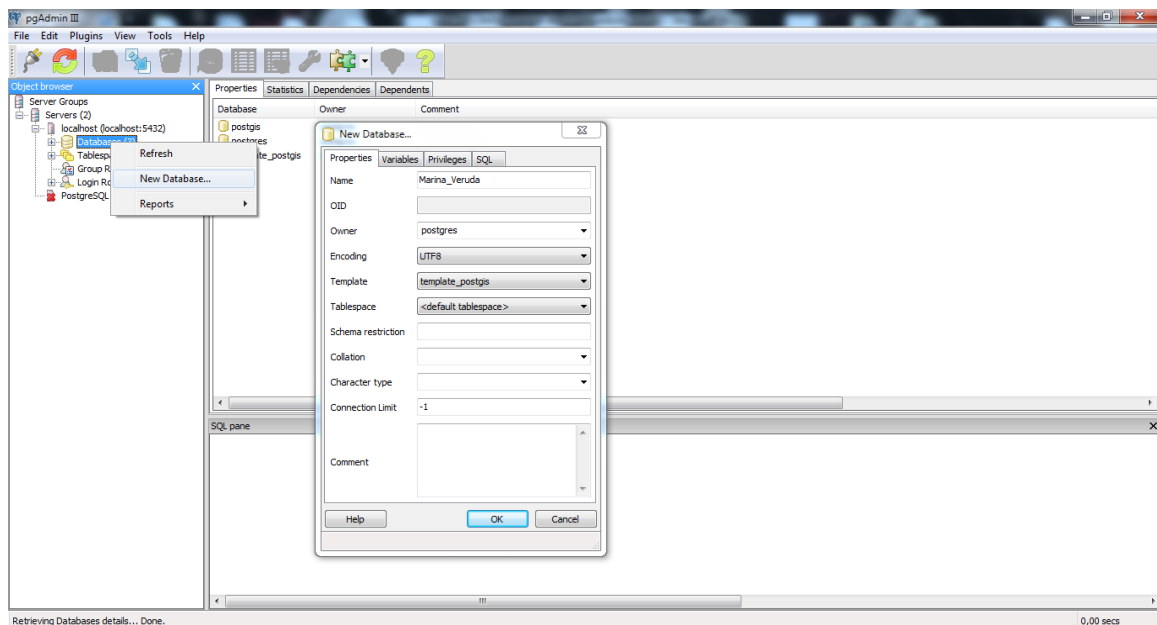
PostGIS projekt predvođen je od strane Refraction Research. PostGIS pruža više od 300 prostornih operatora, prostornih funkcija, tipova prostornih podataka i poboljšanja što se tiče prostornog indeksiranja. U kombinaciji sa PostgreSQL-om, dobiva se zaista snažan sustav za rad sa prostornim podacima.

Moć PostGIS-a je povećana od strane drugih projekata uključujući projekcijsku podršku (Proj4), podršku za napredne prostorne operacije koje pruža Geometry Engine Open Source (GEOS) projekt. GEOS je sada projekt koji podržava i Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).

PostGIS i PostgreSQL također su u skladu s industrijskim standardima u većoj mjeri nego većina ostalih proizvoda. PostgreSQL podržava većinu ANSISQL 92-2003+ i neke ANSI SQL 2006 standarde. PostGIS podržava SQL/MM Spatial standarde OGC-a (ISO JTC1, WG4, 13249-3).

Činjenica da se može vidjeti izvorni kod te kako on radi čini PostGIS idealnim trening alatom za učenje kako funkcioniraju prostore baze podataka. PostGIS također ima brojne funkcije koje se ne mogu naći ni u jednoj komercijalnoj ponudi. Konkretno ima više izlaznih formata od komercijalne ponude, brzina rada je na zavidnom nivou te ponekad premašuje i komercijalne alternative. Za potrebe ovog diplomskog rada te za potrebe izrade pilot projekta GIS-a Marine Verude instalirana je PostgreSQL 9.0 verzija, sa pripadnom PostGIS 1.5 verzijom.

pgAdmin III je jedna od najpopularnijih i najpotpunijih aplikacija s grafičkim sučeljem za administraciju sustava za upravljanje bazama podataka. pgAdmin III podržava PostgreSQL, EnterpriseDB, Mammoth PostgreSQL, Bizgres i Greenplum sustave. pgAdmin III je dizajniran na način da može udovoljiti različitim potrebama korisnika, od pisanja jednostavnih SQL upita do razvoja kompleksnih baza podataka. Grafičko sučelje podržava sve funkcije PostgreSQL-a i uvelike olakšava administraciju i razvoj (Slika 14).



Slika 14. Izgled pgAdmin III korisničkog sučelja PostgreSQL-a

4. Izrada GIS-a marine Veruda

Postupak izrade GIS-a Marine Verude se može podijeliti u nekoliko koraka, a to su terensko prikupljanje podataka, obrada podataka u CAD softveru (AutoCAD Map), priprema podataka za unos u OpenJUMP, obrada podataka unutar samog OpenJUMP-a te unos podataka u PostGIS bazu podataka.

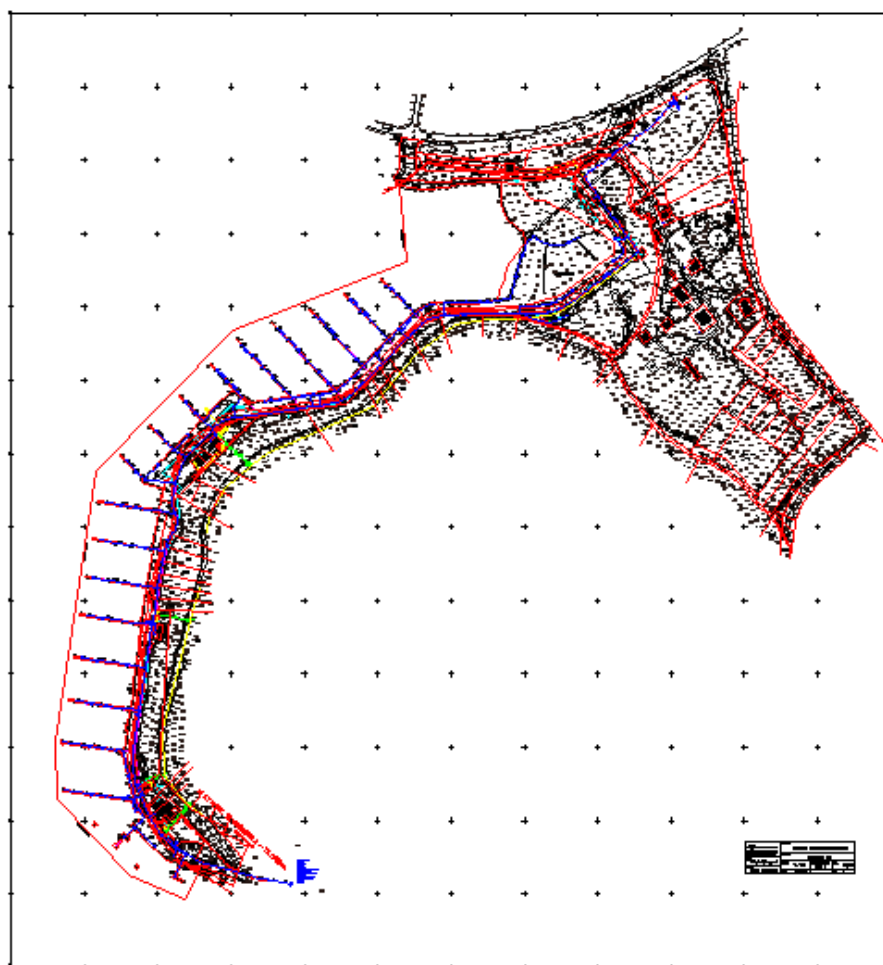
Provodeći evaluacijsko istraživanje za odabir desktop GIS softvera koji bi najviše odgovarao potrebama navedenog pilot projekta, sukladno dobivenim rezultatima odlučeno je da je to upravo OpenJUMP. Smatra se da će upravo on moći zadovoljiti specifične zahtjeve korisnika u skladu sa mogućnostima samog programa. Njegovo user-friendly sučelje, kvaliteta vizualizacije te odlična komunikacija sa PostGIS bazom podataka uvelike utječu na tu odluku. Mogućnost pisanja potpunih SQL upita unutar samog programa te automatska vizualizacija rezultata stavlja ga ispred najvećeg konkurenta, QGIS-a.

4.1. Prikupljanje podataka

Nužan uvjet pri izradi jednog ovakvog GIS sustava je postojanje odgovarajućih vektorskih podataka tj. geodetske podloge. Ukoliko takvi prostorni podaci ne postoje, potrebno je obaviti terensko mjerenje što ujedno predstavlja i prvi korak pri izradi GIS-a Marine Verude. Nakon predhodno izrađenog modela podataka, koji je priložen uz ovaj rad, potrebno je izvršiti prikupljanje podataka prema navedenom modelu.

Pri prvom posjetu Marini Verudi u Puli, od strane Uprave Marine Verude ustupljena je geodetska podloga marina-instal.dwg cjelokupne marine (Slika 15), koja je rađena u svrhu prikazivanja podzemnih instalacija marine Verude. Podlogu je za potrebe marine izradila tvrtka Geopremjer d.o.o., Poduzeće za geodetsko projektantske poslove i konzalting, Pula. Datum izrade situacije je kolovoz 2008. Točnost podloge na žalost nije poznata jer nedostaju metapodaci. Podloga nema definiran koordinatni sustav, no uvrđeno je da se koordinate točaka nalaze u staroj Gauss- Krügerovoj projekciji (5. zona).

Proučavajući dobivenu podlogu, uočeno je mnoštvo slojeva koji će itekako biti od koristi za izradu samog geoinformacijskog sustava. To se posebno odnosi na podzemnu infrastrukturu, koja predstavlja važan izvor informacija za buduće radove i analize na području same Marine Verude.



Slika 15. Vektorska podloga marina-instal.dwg

4.1.1. Terenska mjerenja pomoću CROPOS sustava

Nedostatak dobivene podloge na osnovu koje će se raditi budući GIS Marine Verude je taj da ona ne predstavlja stvarno stanje na terenu upravo zbog toga što datira iz 2008. godine, te je također nepoznate položajne točnosti. Kako bi se navedeni nedostatak ispravio, nužno je bilo provesti terensko mjerenje svih onih objekata kojih prema predhodno kreiranom modelu podataka nema na dobivenoj podlozi marina-instal.dwg.

Oprema za izvođenje mjerenja je sadržavala Topcon RTK Hiper Pro GPS uređaj (Slika 16), koji omogućuje rad u novom Hrvatskom pozicijskom sustavu (CROPOS). HiPer Pro je ustvari GPS prijamnik kojeg odlikuje jednostavno postavljanje i rukovanje te brzo i efikasno mjerenje. Sve komponente kompleta (GNSS uređaj, radio, baterije, Bluetooth, GNSS antena) integrirane su u jednu cjelinu što znatno povećava brzinu rada. Također nema više ni kablova koji su uvelike otežavali terenski rad, te se komunikacija odvija putem integrirane Bluetooth veze. HiPer Pro ima mogućnost praćenja GPS i GLONASS signala satelita, što uvelike ubrzava potrebno vrijeme za inicijalizaciju (URL 24).



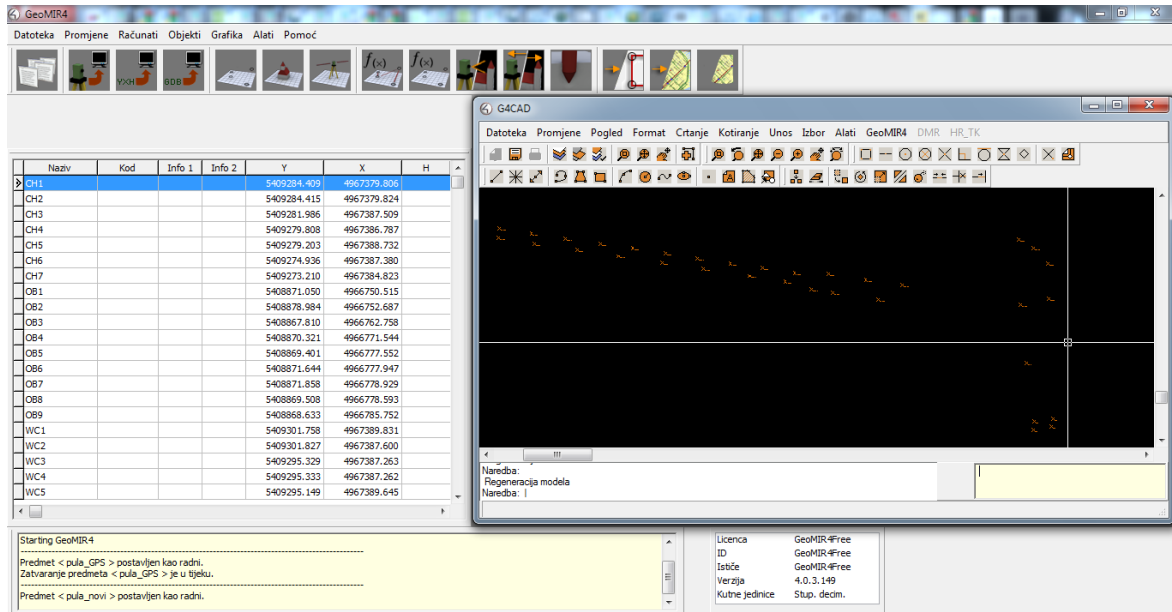
Slika 16. Topcon HiPer Pro GPS uređaj

CROPOS (Hrvatski pozicijski sustav) je državna mreža referentnih GNSS stanica Republike Hrvatske. Svrha sustava CROPOS je omogućiti određivanje položaja u realnom vremenu s točnošću od 2 cm u horizontalnom te 4 cm u vertikalnom smislu na čitavom području RH. Bitno je za napomenuti da je dostupnost GSM/GPRS signala ključna komponenta sustava nužna za njegov rad. Bez pouzdanog GSM/GPRS signala nemoguća je povezivanje na sustav i korištenje njegovih servisa u realnom vremenu (URL 25).

Terenska ekipa u sastavu: Josip Lisjak, dipl. ing. geod., Krešimir Ljulj, dipl. ing. geod. te student Slaven Gašpar obavila je mjerenja 25. i 26. ožujka 2011. Snimljeni su svi čvrsti i montažni objekti koji se nalaze na području marine, a nisu do tada bili prikazani na preuzetoj podlozi marina-instal.dwg. Također su snimljene i pozicije vezova, koje služe za vezivanje plovila na gatovima, zatim odlagališta otpada, vatrogasni aparati, područje proširenog dijela suhog veza itd. Izvršena je i provjera pojedinih objekta koji se već nalaze na navedenoj podlozi, da se utvrdi koliko preuzeta podloga odstupa od dobivenih rezultata mjerenja.

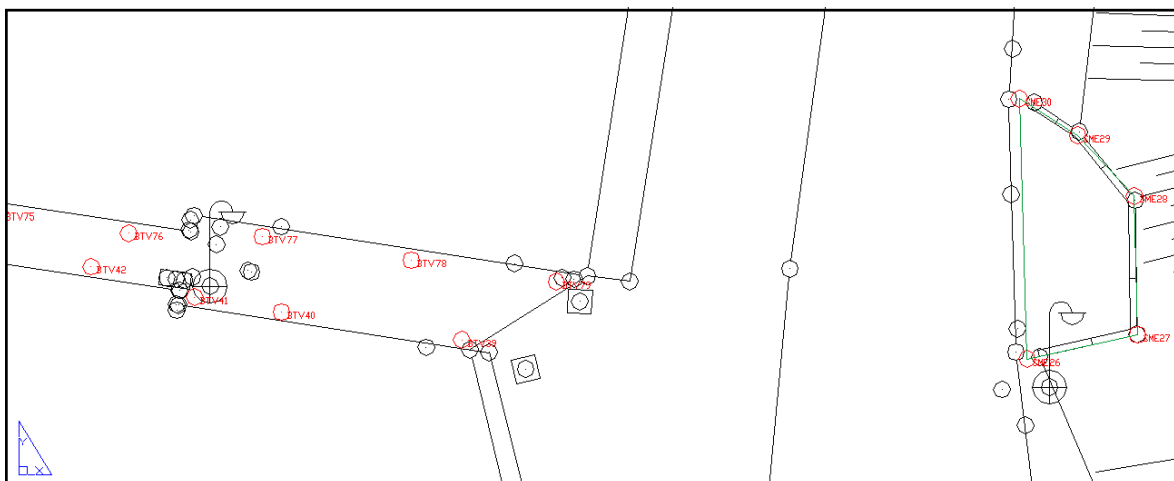
Obrada podataka dobivenih GPS mjerenjem provedena je pomoću besplatne verzije GeoMIR 4 programa (Slika 17). GeoMIR 4 je softversko okruženje za rješavanje gotovo svih geodetskih zadataka uz podršku kodiranog premjera detalja te ugrađenog CAD sučelje. Podaci su organizirani po predmetima pri čemu svaki predmet predstavlja zasebnu bazu podataka čime je osigurana sigurnost podataka te brzina pristupa kad je u pitanju veliki broj podataka. Podržava unos mjerenih podataka raznih mjernih instrumenata (totalne stanice, GPS, niveliri), te njihovo prikazivanje u integriranom CAD sučelju – G4CAD (URL 26).

GeoMIR4Free je idealan softver za ovakve potrebe, gdje nisu potrebne sve napredne funkcije. U ovom slučaju, softver je korišten samo za učitavanje i prikaz koordinata mjerenih točaka u G4CAD sučelju. Podaci su zatim naknadno spremeni u .dxf formatu, kako bi se mogli preklapati sa postojećom podlogom marina-instal.dwg.



Slika 17. Izgled GeoMIR4Free sučelja

Nakon preklapanja utvrđeno je da se koordinate mjerenih točaka odlično uklapaju na postojeću podlogu (Slika 18), te su zabilježena pojedina položajna odstupanja unutar 15 cm, što je odličan rezultat, pošto se nije znalo koja je položajna točnost podloge marina-instal.dwg.



Slika 18. Preklap rezultata mjerenja (crveno) i navedene podloge

Prikupljanje atributnih podataka obavljeno je tijekom terenskog mjerenja, gdje su vođeni dodatni zapisnici za pojedinu grupaciju objektnih vrsta. Dodatna dokumentacija je također ustupljena od strane Uprave Marine Verude, gdje su dobiveni obrasci i primjeri ugovora koji se odnose na pojedine vezove na

gatovima. Dio atributnih podataka preuzet je sa dobivene podloge marina-instal.dwg te sa internetske stranice Marine Verude (URL 27).

4.1.2. DOF marine Verude

Za potrebe projekta iz Državne geodetske uprave (DGU) naručena su četiri lista digitalnog ortofoto plana mjerila 1:5000 (DOF 5). Nomenklatura lista dobivena je u novom HTRS96/TM sustavu, sukladno podjeli na detaljne listove. Spajanjem sva četiri lista, izdvojeno je samo ono područje koje je od interesa za marinu (Slika 19). Postupak izdvajanja je obavljen pomoću Autodesk Map programa. Bitno je za napomenuti da je raster spremljen u *.jpg formatu, umjesto u dotadašnjem *.tiff formatu. Rezultat je smanjenje veličine rastera na svega par megabajta, što uvelike ubrzava učitavanje i procesiranje rastera u samom GIS softveru. Navedeni digitalni ortofoto snimak može služiti u GIS softveru kao podloga, preko koje su prikazani vektorski podaci u obliku točaka, linija i poligona.



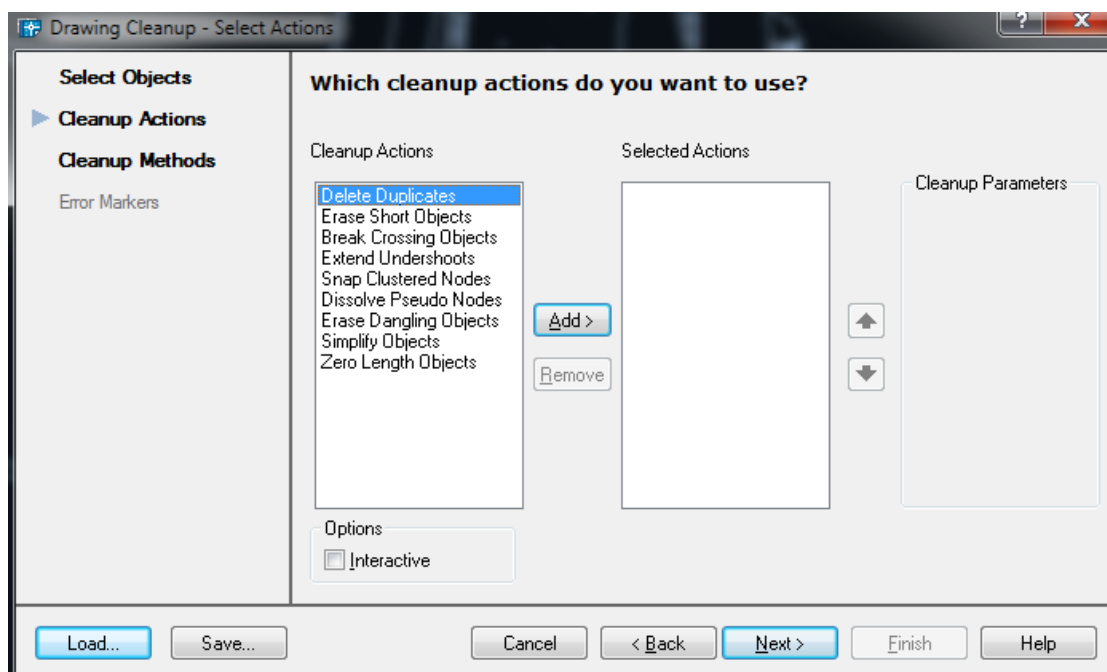
Slika 19. DOF 5 izdvojenog područja Marine Verude

4.2. Obrada podataka u programu Autodesk Map 2004

Sljedeći korak predstavlja obrada te priprema podataka za unos u OpenJUMP program. Sukladno modelu podataka, nužno je bilo izdvojiti one tipove geometrije i kreirati slojeve koji će predstavljati buduće slojeve samog GIS sustava. Sve objektne vrste morale su se svesti na tri osnovna tipa geometrije, a to su točke, linije i poligoni.

Kako bi bilo moguće izraditi topologiju, crtež mora biti potpuno oslobođen od grešaka. Problem kod velikih crteža je to što je doslovno nemoguće provjeriti svaki objekt za svaku moguću grešku. Postupak automatskog provjeravanja i ispravljanja grešaka u crtežu je čišćenje crteža ("Drawing Cleanup"). Postupak se pokreće naredbom "MAPCLEAN" ili padajućim izbornikom "Map ► Tools ► Drawing Cleanup...". U koracima koji slijede odabiru se objekti predviđeni za čišćenje, zatim odabir načina čišćenja objekta (Slika 20) - brisanje duplih linija, brisanje linija kraćih od zadanog odstupanja, prelamanje linija koje se križaju u njihovim sjecištima, produživanje prekratkkih linija, udruživanje vrhova linija u jednu točku, brisanje pseudo točaka, brisanje svih "visećih" objekata koji su kraći od zadanog odstupanja, pojednostavljenje predigitalizirane polilinije (generalizacija), brisanje svih objekata kojima se poklapa početna i krajnja točka. Nakon odabranih radnji bira se što će se dogoditi s objektima koji sadrže neku grešku (mijenjanje postojećih, stvaranje novih popravljenih objekata u drugom sloju itd.)

Bitno je napomenuti da je proces čišćenja crteža bio dosta dugotrajan i zahtjevan, upravo zbog toga što se za svaku objektnu vrstu tj. svaki budući sloj čišćenje provodilo posebno. Preuzeta podloga je imala mnogo grešaka, te su se pojedine radnje čišćenja morale provesti i po nekoliko puta da bi se greške uklonile.



Slika 20. Metode čišćenja objekata

4.2.1. Provođenje topologije

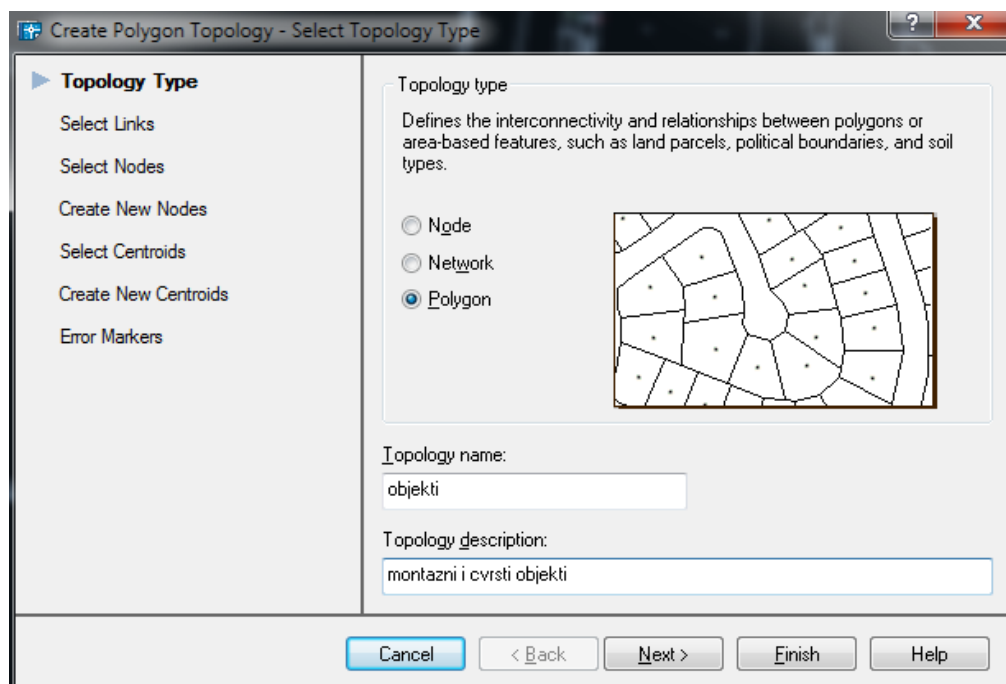
Topologija je niz veza uspostavljenih između točaka, linija i poligona. CAD programeri u pravilu ne koriste topologiju koja je veza između objekata u crtežu. Topologije su osnova GIS-a te pružaju mogućnosti naprednih prostornih analiza nad podacima.

Vrste topologija su:

- Čvorna topologija - "Node Topology"
- Mrežna topologija - "Network Topology"
- Poligonska topologija - "Polygon Topology"

Čvorna topologija se bazira na vezanju podataka na točke i točkaste objekte kao što su blokovi ili tekst, tj. objekti s jednom točkom umetanja. Ako su ti točkasti objekti dio topologije, a time i nositelji podataka, tada postaju čvorovi. Njima mogu biti pridruženi dodatni podaci kao što su atributi bloka, objektni podaci te podaci iz vanjske baze podataka. Čvorna topologija sadrži tablicu objektnih podataka. Tablica sadrži informacije za svaki čvor, kao što su identifikacijski broj čvora te vrijednost otpora.

Mrežnu topologiju čini sustav kreiran od čvorova i linkova. On opisuje na koji način su linkovi u vezi. Linkovi su objekti koji povezuju dvije točke na karti. Svaki link ima početnu i krajnju točku. Linkovi mogu biti linije, lukovi ili polilinije. Točke označavaju mjesta gdje se susreće više linkova. Važno je navesti da mora postojati integritet linija (crtež očišćen od grešaka). Mrežna topologija sadrži i tablicu objektnih podataka kao što su identifikacijski broj linka, broj početne i krajnje točke itd.



Slika 21. Izgled okvira za provedbu topologije

Poligonsku topologiju čini skup poligona sačinjenih od linkova, centroida i eventualno čvorova gdje linkovi razgraničavaju poligone. Centroid je točka, blok ili izmišljena točka unutar poligona kojeg ona predstavlja. Tablica objektnih podataka u poligonskoj topologiji sadrži jedinstveni identifikacijski broj za svaki poligon, broj linkova, površinu poligona te opseg poligona. Objektni podaci su uvijek pohranjeni u centroid.

Za uspješnu izradu topologije objekti moraju biti bez grešaka. Osim grešaka vezanih uz objekte koji se rješavaju čišćenjem crteža, javljaju se greške kod stvaranja poligonske topologije. To su višestruki centroidi, nepostojanje centroida i nezatvorene površine. Pokretanje topologije vrši se upisivanjem naredbe "MAPTOPOCREATE" ili iz padajućeg izbornika "Map ► Topology ► Create..." (Slika 21).

4.2.2. Transformacija podataka pomoću Autodesk Map programa

U Autodesk Map je unešeno oko 1000 različitih koordinatnih sustava i 30 vrsta projekcija u ravnini. Map daje mogućnosti prelaska iz jednog koordinatnog sustava u drugi automatskim preračunavanjem koordinata.

Kako je već navedeno, Map ima unaprijed definirane koordinatne sustave i projekcije, no koordinatni sustavi koji su u upotrebi na našem području su krivo definirani. Sukladno tome, potrebno je ispočetka definirati koordinatni sustav u kojem se podloga nalazi te koordinatni sustav u koji je potrebno transformirati navedenu podlogu.

Definiranje koordinatnog sustava vrši se preko izbornika "Map ► Tools ► Define Global Coordinate System". Zatim se izabere naredba Define, koja otvara prozor unutar kojeg se upisuju postavke koordinatnog sustava koji se definira: šifra sustava, opis sustava, mjerna jedinica te tip koordinatnog sustava. Navedeni postupak se vrši za definiranje starog HDKS sustava i novog HTRS96/TM sustava. Provođenje transformacije pomoću Map-a izvršeno je naknadno, u kontrolne svrhe, samo kako bi se rezultati transformacije mogli usporediti sa onima dobivenima pomoću OpenJUMP programa,

4.2.3. Kreiranje shape datoteka

ESRI Shapefile ili jednostavno shapefile je popularan geoprostorni vektorski format podataka za geoinformacijske sustave. Razvijen je i reguliran od strane ESRI-a, uglavnom kao otvorena specifikacija za interoperabilnost podataka između ESRI i drugih softverskih proizvoda (URL 28). Danas ga je moguće pregledavati i uređivati korištenjem raznih ostalih aplikacija, uglavnom komercijalnih, ali isto tako i onih otvorenog koda (OpenJUMP, QGIS, itd.)

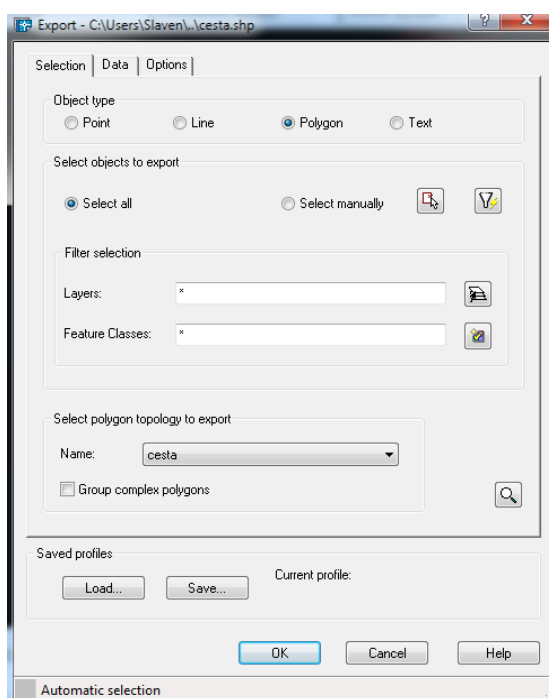
Shape datoteka za prostorni opis geometrije koristi točke, polilinije i poligone. Svaki pojedini objekt može također sadržavati i atributne podatke, no nužno je onda uz .shp datoteku koja sadržava geometriju priložiti i .dbf te .shx datoteke. .dbf datoteka sadržava atributne podatke, dok .shx sadrži položajne pokazivače geometrije (eng. indexes), kako bi se ubrzalo pretraživanje atributa. Također je prema potrebi moguće još priložiti i .prj datoteku, koja u tekstualnom obliku sadrži podatke o koordinatnom sustavu, projekciji, datumu, korištenim jedinicama itd.

(URL 29). Bitno je napomenuti da sve datoteke moraju biti istoga imena. Unatoč svemu, postoje određena ograničenja vezana uz ovaj format podataka. Shape datoteka koristi samo polilinije što za posljedicu ima nemogućnost prikaza krivulja. Problem se može riješiti povećanjem gustoće lomnih točaka u poliliniji kako bi se na krupnom mjerilu ne bi dogodio izlomljeni prikaz pojedinih obilježja. No, tada se znatno povećava veličina same datoteke. Maksimalna veličina .shp datoteke je do 2 GB, što je ekvivalentno oko 70 milijuna točaka.

Kreiranje shape datoteka se provelo za svaki pojedini sloj koji sadrži točno određeni tip geometrije (točkasti, linijski ili poligonski). Uvjet za kreiranje shape datoteke je postojanje topologije za navedeni sloj, ukoliko se radi poligonskom elementu.

Slika 22 prikazuje postupak eksportiranja pojedinog sloja u ESRI Shapefile format, koji je pokreće na sljedeći način: Map ► Tools ► Export . Nakon toga upisuje se ime buduće shape datoteke te lokacija gdje se sprema na disku. Pod naredbom "Selection" unutar pokrenutog prozorskog okvira prvo se odabire tip objekta (točka, linija, poligon, tekst), te se zatim odabiru slojevi koji će se eksportirati. U slučaju da se eksportira poligonski tip geometrije, nužno je navesti i odgovarajuću provedenu poligonsku topologiju. Pod naredbom "Data" unutar istog prozorskog okvira moguće je selektirati određene attribute iz odgovarajuće tablice objektnih podataka, koji će također biti sadržani u shape datoteci. Bitno je za naglasiti da se u jednu .shp datoteku može spremiti samo jedna vrsta obilježja(ili točke, ili polilinija, ili poligoni, ali ne i kombinirano).

Sukladno opisanom postupku, za sve objektne vrste, izveden je identičan postupak kreiranja shape datoteka koje će kasnije poslužiti kao ulazni podaci u OpenJUMP programu. Shape datoteke mogu sadržavati samo jedan tip geometrije, te su sve objektne vrste predhodno kreiranog modela podataka prikazane sukladno tome.



Slika 22. Postupak eksportiranja u shape datoteku

4.3. Realizacija GIS-a Marine Verude unutar OpenJUMP programa

OpenJUMP je geoinformacijski sustav, koji je originalno razvijen od strane dvije kanadske tvrtke Vivid Solution i Refraction Research, pod imenom JUMP. Ime "JUMP" skraćenica je od Unified Mapping Platform, dok J ističe "Java" programski jezik na kojem se temelji OpenJUMP. "Open" predstavlja Open Source, što znači da je izvorni kod dostupan za sve (Slika 23). OpenJUMP je distribuiran unutar GNU General Public Licence te je razvijen i unaprijeđen od strane razvojne zajednice koju čine programeri i korisnici širom svijeta.

Stranica www.openjump.org predstavlja wiki stranicu OpenJUMP zajednice koja pruža sve potrebne informacije o korištenju softvera putem tutoriala koji su itekako bili korisni pri izradi ovog diplomskog rada. Preko navedene web stranice je moguće preuzeti zadnju instalacijsku verziju OpenJUMP-a (1.4.0.3) namjenjenu za Windows sučelje.



Slika 23. OpenJUMP logo

OpenJUMP ima impresivne sposobnosti uređivanja i crtanja, odnosno pojedine značajke mogu biti skalirane, pomaknute, duplicirane itd. Poglavlje sa alatima pruža fleksibilan i cjelovit popis radnji koje se mogu obaviti nad podacima. OpenJUMP može učitati vektorske, rasterske podatke, te podatke iz baze podataka, zahvaljujući velikom broju plugin-ova, koji se stalno nadograđuju od strane programera. Program može biti pokrenut na raznim platformama, kao što su Linux, Unix, MacOSX, Microsoft Windows (od verzije 98 do Windows 7), te bilo kojim operativnim sustavom koji podržava Javu.

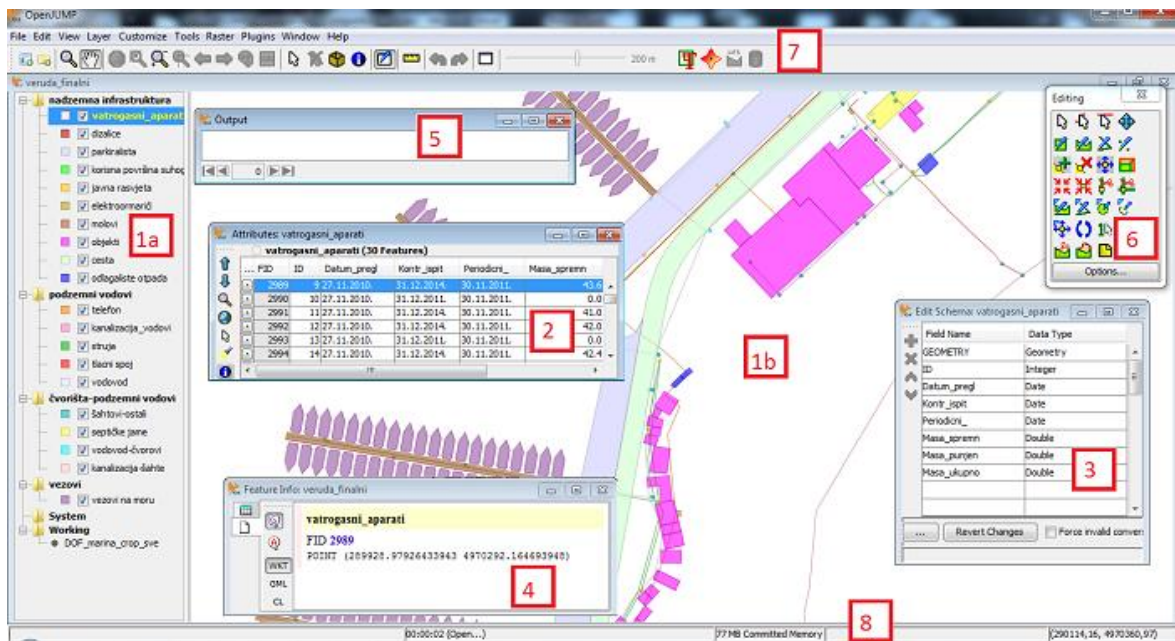
Bitno je naglasiti da OpenJUMP ima mogućnost proširenja funkcionalnosti koristeći Java BeanShell te Jython skripte. Navedene skripte i Python klase se čuvaju unutar lib/ext instalacijskog foldera OpenJUMP-a.

4.3.1. OpenJUMP grafičko korisničko sučelje (GUI)

OpenJUMP GUI (Slika 24) se može podijeliti na: radne prozore (*Windows*), barove (*Bars*) i izbornike (*Menus*). Posljednji se koristi za pristup alatima.

Nakon pokretanja OpenJUMP-a, prikazuju se glavni radni okvir - *Project Window* ili *Task Window* (1). Ostali prozori (3 do 5) se aktiviraju tijekom editiranja/crtanja ili tijekom procesiranja podataka.

Barovi (6 do 8) predstavljaju područja koja posjeduju alate za uređivanje i analiziranje podataka, te prikazivanje određenih informacija (korištenje radne memorije, koordinate).



Slika 24. OpenJUMP grafičko korisničko sučelje

Task Windows je glavni radni prozor OpenJUMP-a. Nazvan je tako iz razloga jer omogućuju korisniku da vizualno predočava skup slojeva koji se koriste zajedno pri izvršenju određenog zadatka. Pojedini sloj (layer) konkretno predstavlja skup podataka.

Task Window (1) se sastoji od dva dijela:

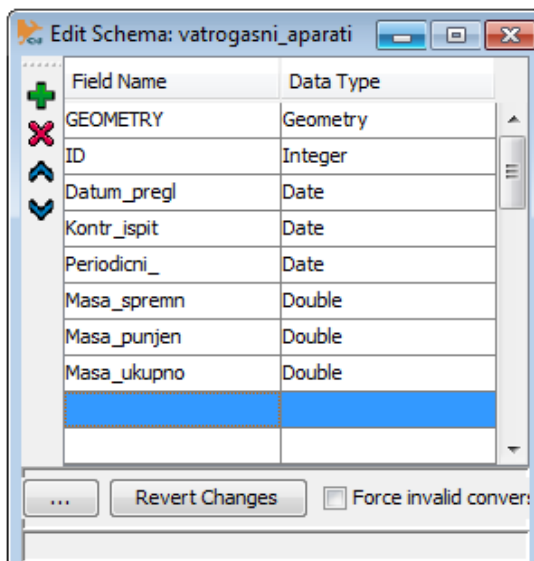
- *Layer List* (1a) s lijeve strane, koji prikazuje nazive slojeva koji pripadaju određenom zadatku. Slojevi se mogu podijeliti u kategorije (osnovne su Working i Systems).
- *Layer View* (1b) s desne strane, koji predstavlja grafički prikaz podataka. Koristi se pri odabiranju određenih značajki, zumiranju, analiziranju oblika te obavljanju drugih vizualizacijskih aktivnosti.

Attribute View Window (Slika 25) prikazuje attribute pojedinog sloja ili nekog objekta unutar njega. Navedeni okvir ima i alatnu traku na lijevoj strani s alatima koji se koriste za odabir i uređivanje određenog elementa na desnoj strani. Također su dostupni i alati za zumiranje.

FID	ID	Datum_pregl	Kontr_ispit	Periodicni_	Masa_spremn
2989	9	27.11.2010.	31.12.2014.	30.11.2011.	43.6
2990	10	27.11.2010.	31.12.2011.	30.11.2011.	0.0
2991	11	27.11.2010.	31.12.2014.	30.11.2011.	41.0
2992	12	27.11.2010.	31.12.2014.	30.11.2011.	42.0
2993	13	27.11.2010.	31.12.2011.	30.11.2011.	0.0
2994	14	27.11.2010.	31.12.2014.	30.11.2011.	42.4

Slika 25. Tablica sa atributima određenog sloja

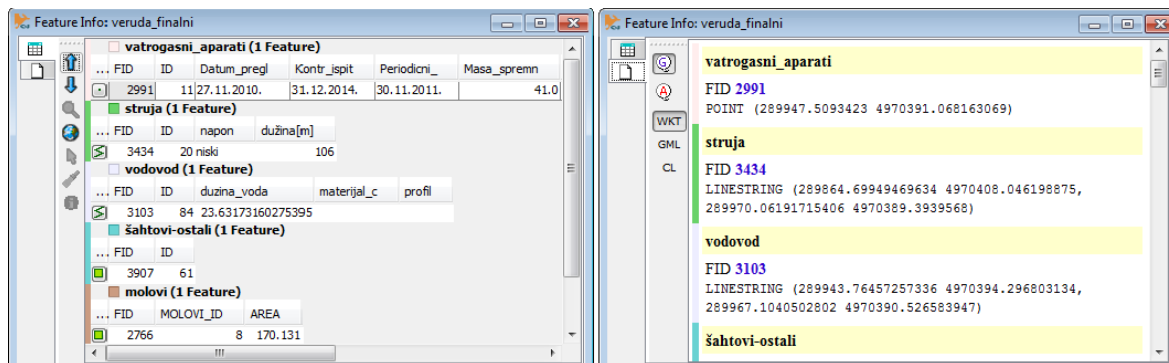
Schema View Window (Slika 26) omogućuje dodavanje te brisanje atributa pojedinog sloja ili mjenjanje tipa podataka (Integer, Double, Geometry, Object, Date, String).



Slika 26. Kreiranje atributa i tipova podataka

Feature View Window (Slika 27) prikazuje attribute i vrijednosti svakog odabranog elementa u sloju. Za pregled atributa dostupne su dvije opcije:

- Table View – za tablični prikaz podataka.
- HTML View – za prikaz atributa i koordinata pomoću GML i WKT sintakse.



Slika 27. Prikaz atributa u tabličnom i HTML obliku

Središnji bar pruža mogućnost zumiranja i odabira samo određene značajke, zbog toga što OpenJUMP omogućava odabir značajki različitih slojeva (Slika 27).

Output Window (Slika 24, prozor 5) pokazuje izvršne procese ili poruke o greškama. Zapisnik koji bilježi sve procese omogućuje da se vide i prethodne poruke.

Editing Toolbox (Slika 28) omogućava pristup do glavnih alata za vektorsko uređivanje. Broj alata može ovisiti i o vektorskim plugin-ovima koji su instalirani ili

aktivirani. Gore navedena slika daje prikaz osnovnih vektorskih alata, kojima je moguće uređivati geometriju.



Slika 28. Alati za vektorsko uređivanje

Izborna traka (Menu Bar) predstavlja glavni sustav za pristup alatima za uređivanje i analiziranje. Slika 29 prikazuje alate grupirane u 10 izbornika. Svaki izbornik se može podijeliti na podizbornike u kojima su alati organizirani ovisno o načinu korištenju ili sličnim topološkim i geometrijskim postupcima u koje su uključeni. Osnovni izbornik OpenJUMP-a nakon instalacije sadrži sve osim izbornika Tools, Raster te Plugins, koji se naknadno pojave dodavanjem plugin-ova.



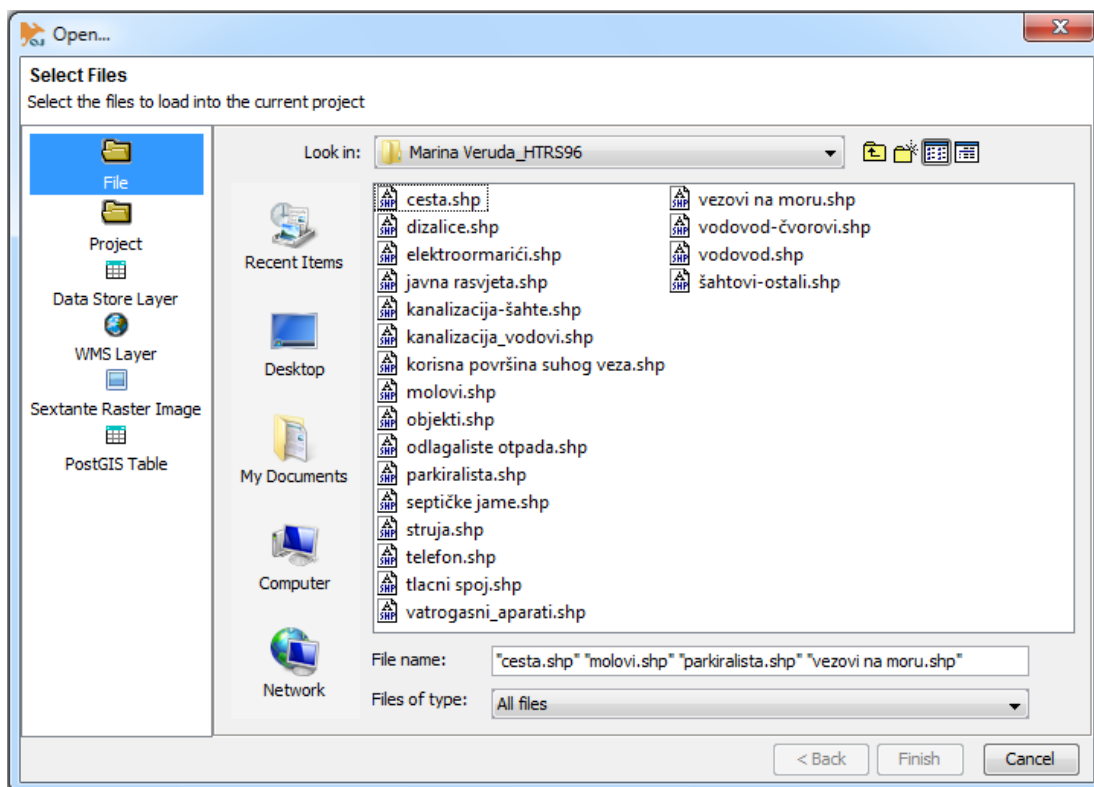
Slika 29. Glavna izborna traka

4.3.2. Kreiranje slojeva unutar OpenJUMP-a

Idući korak u realizaciji navedenog projekta bio je unos predhodno kreiranih shapefile-ova, pri čemu svaki shapefile predstavlja jedan sloj podataka. Osim ESRI Shapefile-a, OpenJUMP podržava i druge vektorske datoteke različitih formata, kao što su:

- GML – Geography Markup Language (ver. 2.0). Ova verzija zahtjeva predhodno kreiranje ulazno/izlaznog predloška.
- JML – Jump Geographic Markup Language, koja predstavlja modifikaciju GML formata koji ne zahtjeva dodatni ulazno/izlazni predložak.
- WKT – Well-Known-Text datoteka, koja koristi jednostavni tekst za definiranje geometrijskih oblika.
- FME – GML datoteka stvorena od strane SAFE Feature Manipulation Engine alata za prijenos i transformaciju podataka.
- Ostali vektorski formati (*.dxf, *.cvs, itd.) dostupni su putem dodatnih plugin-ova.

Unos shape datoteka unutar OpenJUMP-a vrši se na sljedeći način (Slika 30.): "File ► Open File". Za tip datoteke izabere se ESRI Shapefile (*.shp). Zatim se odaberu odgovarajuće shape datoteke, te na tipku "Finish" se vrši njihovo učitavanje i vizualiziranje unutar glavnog prozora. Pridružene .shx i .dbf datoteke trebaju se nalaziti u istom folderu gdje je i istoimena .shp datoteka. Novokreirane slojevi su automatski smješteni u kategoriju "Working". No, moguće je stvaranje dodatnih kategorija, što je i učinjeno naredbom "File ► New ► Category". Stvorene su kategorije: vezovi, nadzemna infrastruktura, podzemni vodovi i čvorišta podzemnih vodova, kako bi se slojevi lakše kategorizirali.

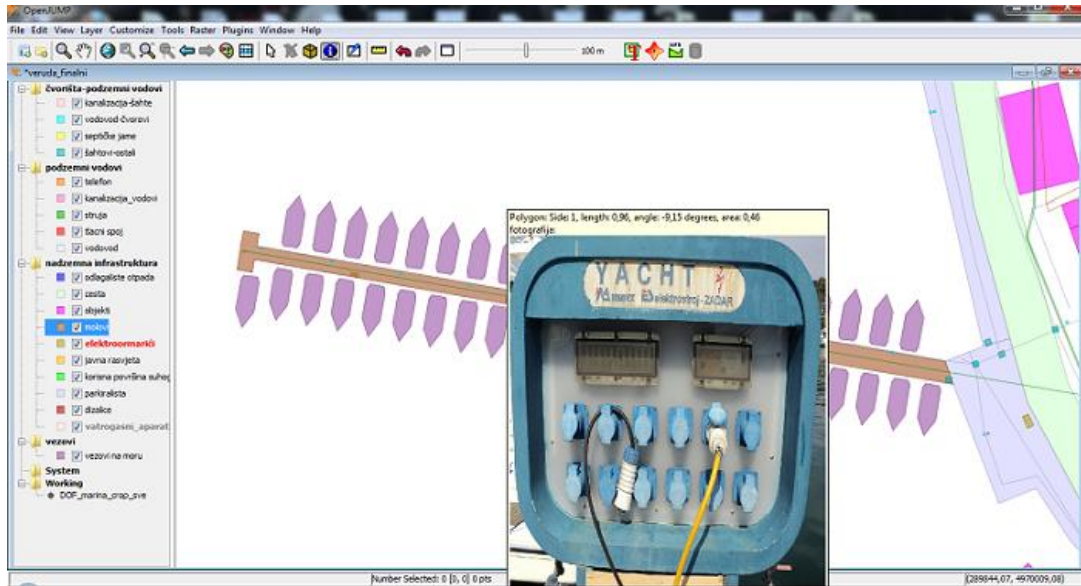


Slika 30. Unos shape datoteka u OpenJUMP

Nakon toga, za svaki kreirani sloj unešeni su atributni podaci koji su predhodno prikupljeni (Slika 25). Definiranje naziva atributa i tipa podataka je izvršeno preko "Schema View" prozora sukladno predhodno izrađenom modelu podataka. Kao jedan od atributa za određene slojeve postavljena je fotografija objekta. Atribut je potrebno definirati kao znakovni niz (string), te je za svaki objekt, koji se želi prikazati fotografijom, potrebno napisati HTML kod koji definira gdje se na disku ili web-u navedena fotografija nalazi. HTML kod za jedan element izgleda ovako:

```
<html> <body> <p>  </p> </body> </html>
```

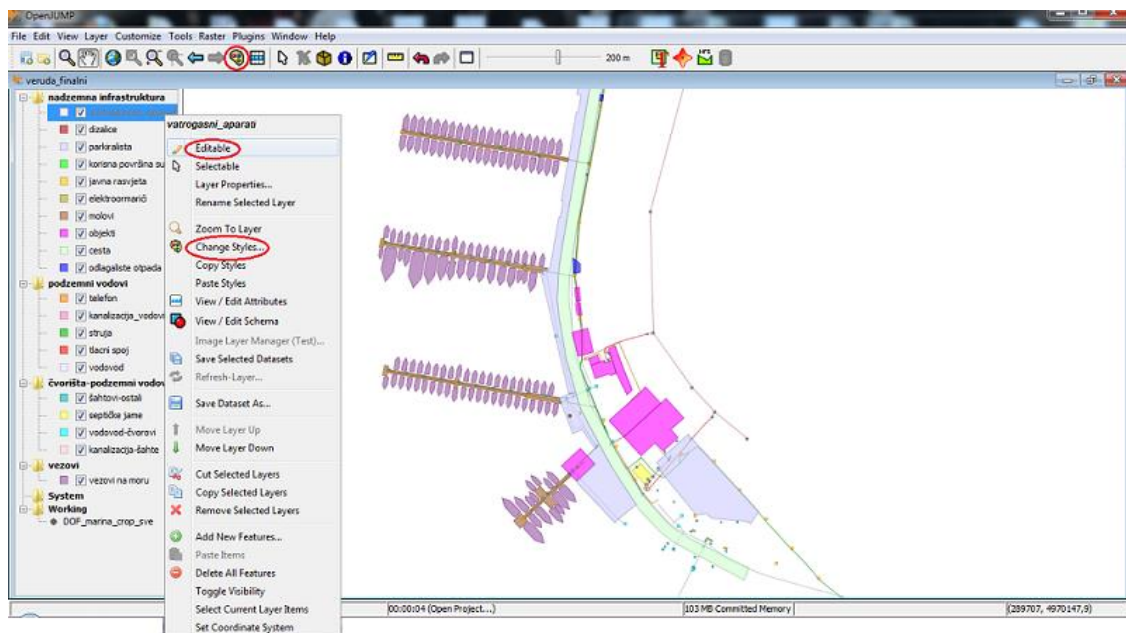
Fotografiju je moguće prikazati ukoliko se aktivira naredba "Map Tooltips" unutar "View" glavnog izbornika. Zatim se odabere "Feature Info Tool" te se cursorom dovede na poligon koji predstavlja strujni stupić. Slika 31 prikazuje rezultat predhodno opisane radnje.



Slika 31. Fotografija strujnog ormarića na jednom od molova

4.3.3. Mijenjanje stila pojedinog sloja

Da bi se izmjenio prikaz sloja, potrebno je koristiti naredbu "Change Styles". Nužan uvjet za provedbu bilo kakve promjene stila je da određeni sloj mora imati omogućeno uređivanje. To se postiže tako da se desnom tipkom miša označi navedeni sloj te se potvrdi naredba "Editable" (Slika 32).

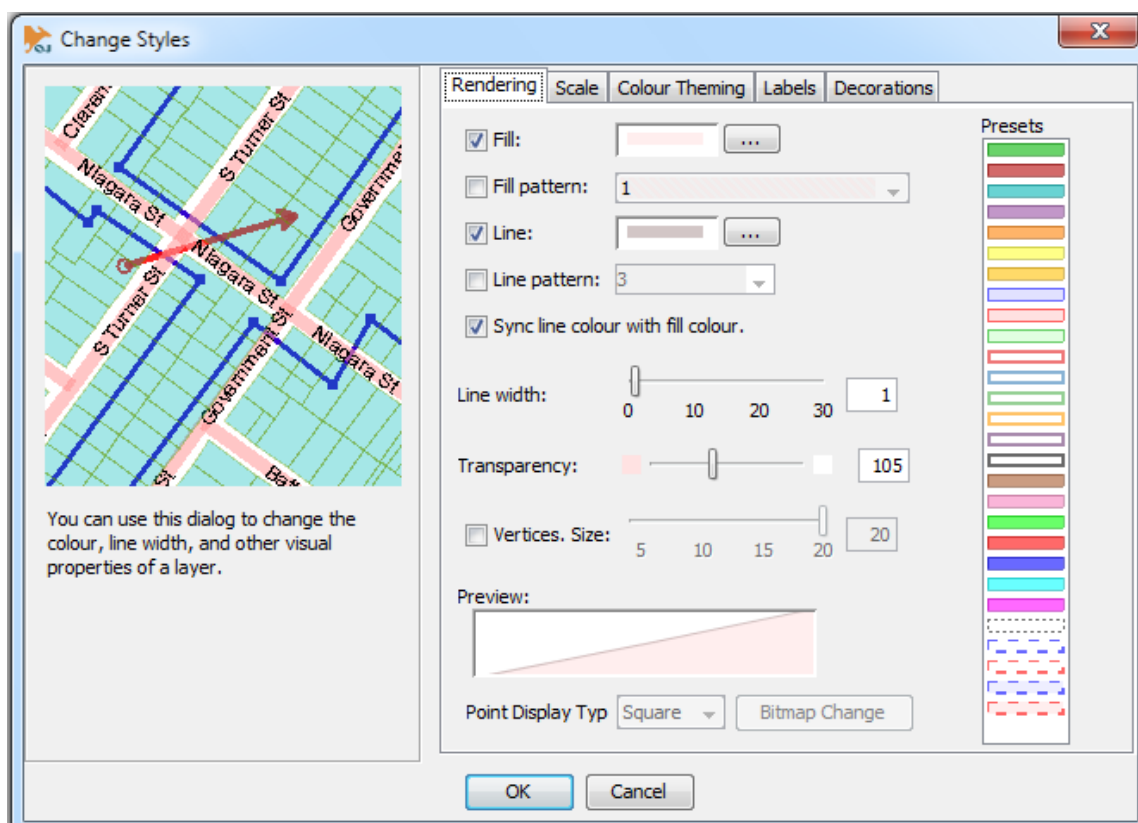


Slika 32. Naredbe za promjenu stila pojedinog sloja

Mogućnosti provedbe stilskih promjena su (Slika 33):

- Rendering – omogućava promjenu općih svojstava (boja, transparentnost, širina linije i uzorka, veličina čvorova).

- Scale – omogućava prilagodbu prikaza sloja s obzirom na mjerilo trenutnog prikaza. Na taj način se određeni sloj može urediti da bude vidljiv samo između granice najvećeg i najmanjeg postavljenog mjerila. Za dobivanje trenutnog mjerila prikaza može se koristiti naredba "View ► Show Scale".
- Color Theming – omogućava bojanje skupa podataka prema vrijednosti jednog od svojih atributa. Konkretna primjena je vidljiva na primjeru da li je brod na vezu ili nije.
- Labels – omogućava definiranje opcija za označavanje teksta (vrstu fonta, boju, visinu i položaj teksta). Važno je znati naziv atributa koji sadrži tekst za prikaz.
- Decorations – omogućava dodavanje dekoracija (npr. strelica) određenim značajkama.



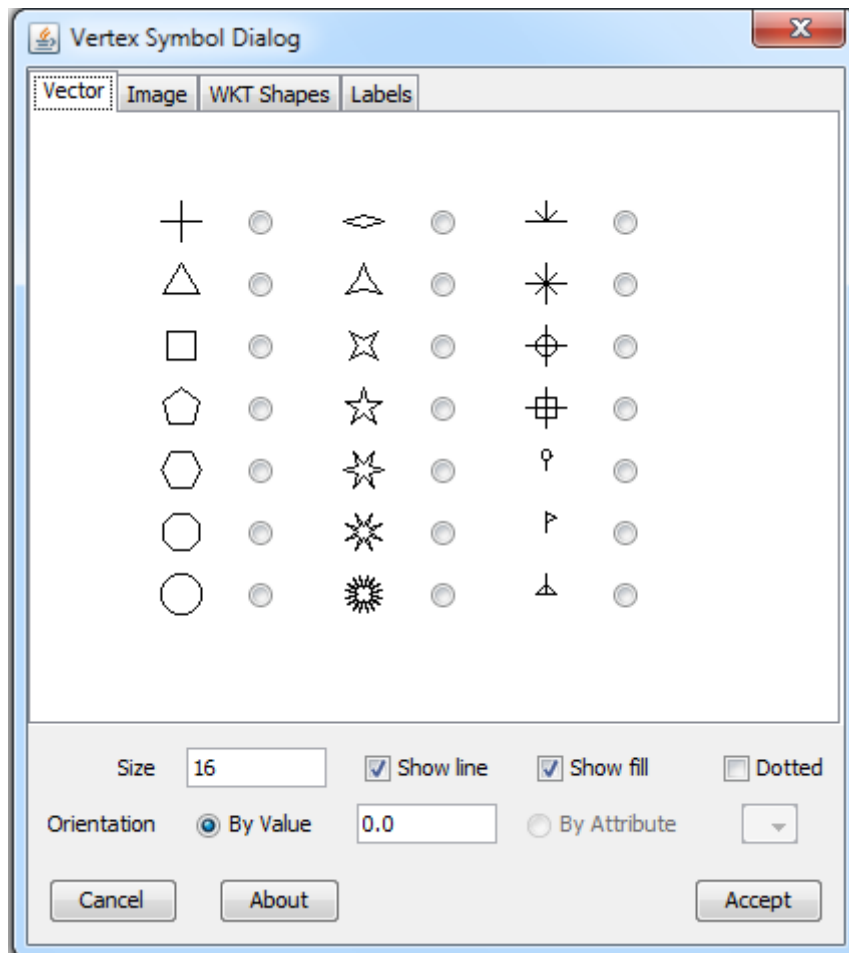
Slika 33. Alatna traka za prilagodbu stila

4.3.4. VertexSymbol Plugin

Kako bi se omogućio prikaz simbola unutar OpenJUMP-a, potrebno je instalirati dodatno proširenje pod imenom VertexSymbols. To je ustvari plugin za prikaz širokog raspona simbola povezanih s točkama, linijama i poligonima. Kako bi plugin ispravno radio, potrebno je smjestiti VertexSymbol.jar datoteku unutar lib foldera u OpenJUMP-u zaduženog za plugin-ove. Plug-in je arhivirana datoteka u Javi (JAR) koja se ubacuje u lib ili lib/ext folder unutar OpenJUMP-ovog instalacijskog direktorija. Plug-in može biti driver za bazu podataka, za dodatne geometrijske funkcije, za vizualizacijske mogućnosti i sl.

Ovaj dodatak nudi tri moguća prikaza simbola za točkaste elemente (Slika 34):

- Parametrizirani vektorski simboli (Vector) koji su definirani vektorskim crtežom koji se može skalirati, rotirati radi orijentacije, te ispunjavati nekom bojom ako je potrebno. Ovi simboli su su dosta teški za programiranje.
- Slike koje su stvorene od strane korisnika (Image) iz predhodno oblikovanih GIF, JPEG, PNG slikovnih datoteka i iz SVG (Scaled Vector Graphic) datoteka. Preporučena veličina slika je 16x16 piksela.
- Simboli bazirani na vektorskoj bazi pomoću WKT specifikacije (WKT Shapes). Ovi simboli su također definirani od strane korisnika.



Slika 34. Vertex Symbol Dialog

Vertex simboli mogu se rotirati za svaki element u sloju prema vrijednosti odabranog atributa. Također svaki simbol čvora može imati pridruženu tekstualnu oznaku (Labels). Ove tekstualne oznake nisu isto što i ugrađene mogućnosti za označavanje teksta. Tekstualne oznake mogu biti vrijednosti svakog atributa (tipa Integer, Double, String, Date ili Geometry). Također je moguće odabrati ID pojedine značajke i stvarnu koordinatu točke. Tekstualne oznake mogu imati vlastiti font, stil i boje. Mogu biti odmaknuti od položaja čvora te se mogu automatski prilagoditi veličini simbola.

Simbol se primjenjuje na cijeli sloj, tako da će svi točkasti elementi u sloju imati isti simbol. No, moguće je odrediti drugačije simbole za pojedine elemente sloja. To znači da sloj može imati zadani simbol, koji se primjenjuje na sve elemente, a određeni element sloja može imati poseban simbol, koji vrijedi samo za njega samoga. To je moguće putem Vertex Note Editor-a, koji je unutar OpenJUMP-a može pokrenuti samo ako je označen jedan element sloja, za koji se zatim odabire poseban simbol ili zabilješka.

4.3.5. CTS Plugin

Dodavanjem CTS proširenja omogućen je rad sa referentnim koordinatnim sustavima u okviru OpenJUMP-a. Coordinate Transformation Services (CTS) plug-in daje korisniku mogućnost dodjeljivanja koordinatnog referentnog sustava za vektorske i rasterske slojeve te njihovo ponovno projiciranje. CTS proširenje temelji se na Geotools2 skripti i koristi Well Know Text (EPSG WKT) specifikaciju. Baza podataka sa definiranim koordinatnim sustavima nalazi se unutar cs.conf tekstualne datoteke, a samo CTS proširenje u početku sadrži samo uzorak Gauss-Kruger-ovih referentnih koordinatnih sustava za područje Njemačke. Međutim, ako se CTS pravilno konfigurira, omogućuje se korisniku definiranje projekcija jednog ili više slojeva, te njihovo ponovo projiciranje.

Da bi se pravilno konfiguriralo CTS proširenje, potrebno je:

1. Instalirati CTS proširenje zajedno sa OpenJUMP-om.
2. Modificirati ili kreirati novu cs.conf datoteku za željene transformacije.
3. Koristiti CTS proširenje u sklopu OpenJUMP-a.

Cs.conf datoteka je jednostavna tekstualna datoteka koja se može otvoriti i uređivati s tekst editorom kao što je Windows Notepad. Komentari u datoteci su linije koje počinju sa „#“ znakom.

Prije pisanja nove datoteke potrebno je poznavati dvije važne stvari:

- EPSG kodovi koriste WKT za definiranje referentnog koordinatnog sustava. Taj znakovni niz (string) mora biti upisan u cs.conf datoteku.
- Za neke CRS-ove (Coordinate Reference System), EPSG kod mora biti modificiran u svrhu transformacije u WGS84 (World Geodetic System of 1984). Moguće je provesti 2 tipa takve modifikacije:
- 3 - parametarska transformacija (translacija po X, Y i Z osi).
- 7- parametarska (Bursa Wolfe) transformacija, koja predstavlja modifikaciju Helmertove transformacije (3 translacije, 3 rotacije duž osi i promjena mjerila). Ovaj slučaj se češće događa između starijih projekcija kao što je Gauss – Krüger i WGS84.

Pošto se preuzeti i mjereni podaci nalaze u staroj Gauss-Krüger-ovoj 5. zoni, podatke je bilo potrebno transformirati u novi službeni HTRS96/TM. Uvidom u

EPSG (European Petroleum Survey Group, URL 30) bazu podataka koja sadrži koordinatne sustave sa odgovarajućim datumima i projekcijama utvrđeno je da za Republiku Hrvatsku već postoji definiran EPSG kodnog imena 3765, koji predstavlja HTRS96/TM (Slika .). Za navedeni EPSG detaljnim pregledom je utvrđeno da je pravilno definiran, te se može koristiti za potrebe ovog projekta. Daljnjom pretragom EPSG baze uočeno je da za stari HDKS sustav ne postoji definiran EPSG, te je bilo ga je bilo potrebno kreirati sukladno odgovarajućem formatu zapisa, u sklopu cs.conf datoteke. Također je bilo potrebno provesti određene korekcije istoga, u vidu promjene transformacijskih parametara, kako ne bi došlo do potpuno krivih transformacija. Za transformaciju su korišteni transformacijski parametri za teritorij cijele Hrvatske izračunati na temelju 5200 identičnih točaka.

Za smjer transformacije iz starog sustava u novi (HDKS ► HTRS96/TM) koriste se navedeni parametri (Bašić i dr. 2010) vidljivi u Tablica 6.

Tablica 6. Državni parametri Jedinjenog transformacijskog modela

$t_{x=}$ + 546.60923 [m]
$t_{y=}$ + 162.32734 [m]
$t_{z=}$ + 469.48444 [m]
$r_{x=}$ + 5.90493011 "
$r_{y=}$ + 2.07427449 "
$r_{z=}$ - 11.50998645 "
$d_{m=}$ - 4.44106998 ppm

Definiranje odgovarajućeg EPSG koordinatnog sustava:

1. Kako bi se našao odgovarajući EPSG u WKT formatu, potrebno je posjetiti EPSG bazu podataka (URL 30), te naći CRS sa kodom 3765.
2. Novi prozor (Slika 35) prikazuje sve informacije vezane za EPSG 3765, područje primjene vidljivo na desnoj strani, kao i različite WTK kodove.

Previous: [EPSG:3764: NZGD2000 / Chatham Island Circuit 2000](#) | Next: [EPSG:3766: HTRS96 / Croatia LCC](#) [Link to this Page](#)

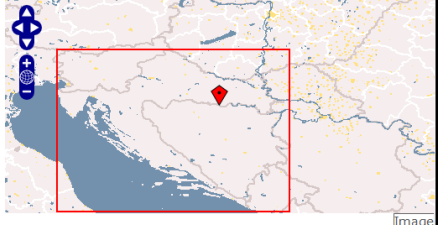
EPSG:3765

HTRS96 / Croatia TM ([Google it](#))

- **WGS84 Bounds:** 13.4700, 42.3900, 19.5000, 46.5700
- **Scope:** Cadastral surveys, large scale topographic mapping, engineering survey.
- **Last Revised:** 2007-09-29
- **Area:** Croatia - onshore

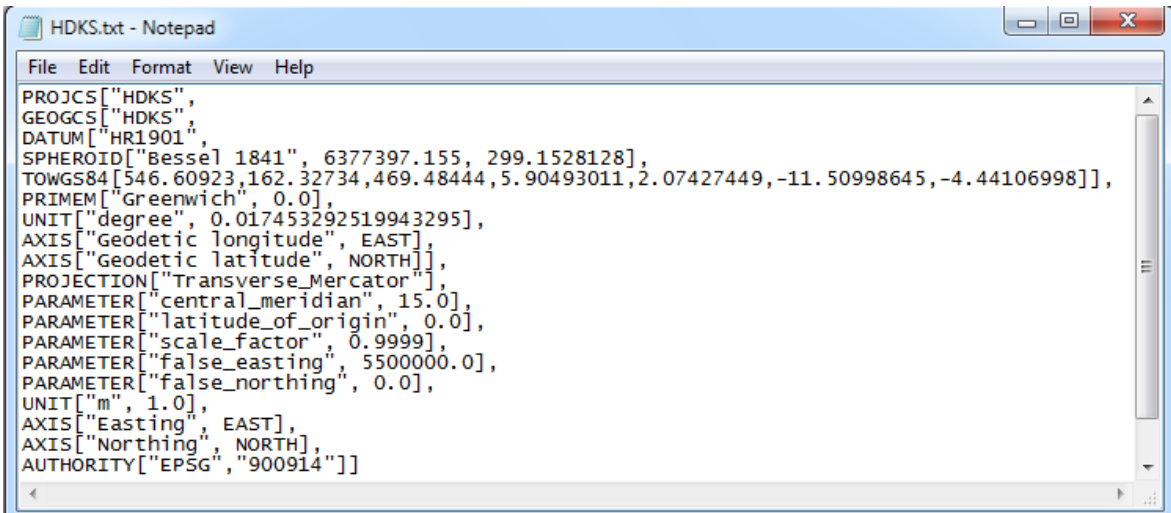
- [Well Known Text as HTML](#)
- [Human-Readable OGC WKT](#)
- [Proj4](#)
- [OGC WKT](#)
- [JSON](#)
- [GML](#)
- [ESRI WKT](#)
- [.PRJ File](#)
- [USGS](#)
- [MapServer Mapfile | Python](#)
- [Mapnik XML | Python](#)
- [GeoServer](#)
- [PostGIS spatial_ref_sys INSERT statement](#)
- [Proj4js format](#)

Input Coordinates: 17.748427734375, 45.084248046875 Output Coordinates: 597992.666941, 4956708.13401



Slika 35. EPSG podaci za HTRS96/TM sustav

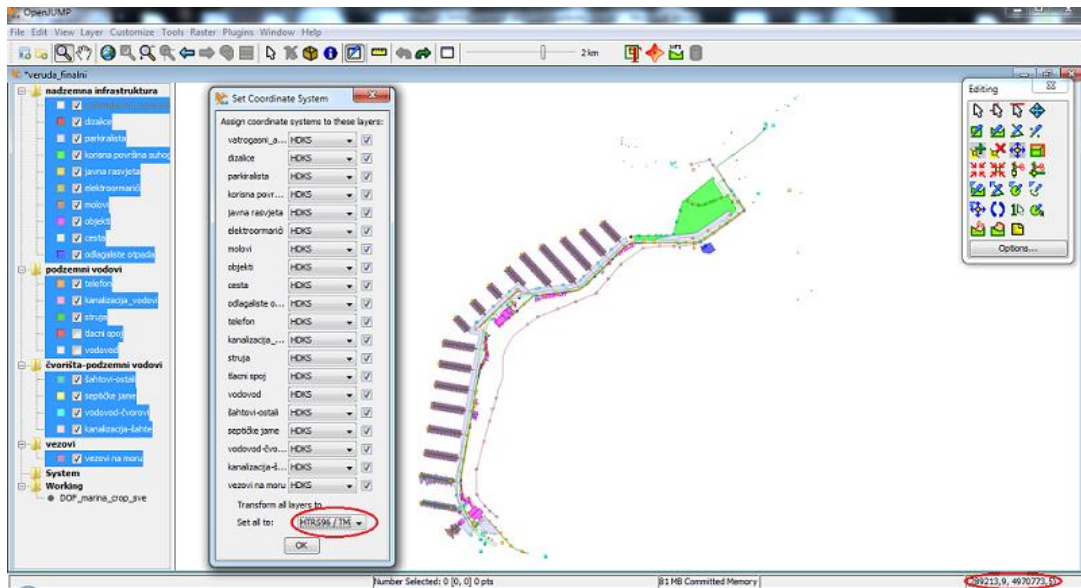
Sukladno WKT formatu zapisa prema kojem je definiran HTRS96/TM, kreiran je stari HDKS sustav sa preuzetim transformacijskim parametrima (Tablica 6) važećim za područje cijele države (Slika 36).



```
PROJCS["HDKS",
GEOGCS["HDKS",
DATUM["HR1901",
SPHEROID["Bessel 1841", 6377397.155, 299.1528128],
TOWGS84[546.60923,162.32734,469.48444,5.90493011,2.07427449,-11.50998645,-4.44106998]],
PRIMEM["Greenwich", 0.0],
UNIT["degree", 0.017453292519943295],
AXIS["Geodetic longitude", EAST],
AXIS["Geodetic latitude", NORTH]],
PROJECTION["Transverse_Mercator"],
PARAMETER["central_meridian", 15.0],
PARAMETER["latitude_of_origin", 0.0],
PARAMETER["scale_factor", 0.9999],
PARAMETER["false_easting", 5500000.0],
PARAMETER["false_northing", 0.0],
UNIT["m", 1.0],
AXIS["Easting", EAST],
AXIS["Northing", NORTH],
AUTHORITY["EPSG","900914"]]
```

Slika 36. Definirani HDKS u WKT formatu zapisa

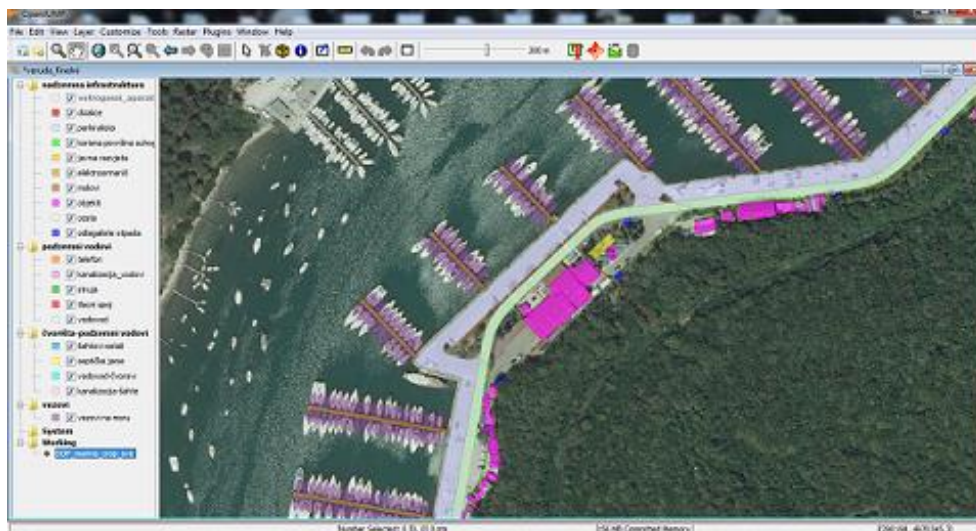
Izvršivši sve predhodno navedene radnje, konačno se mogla provesti transformacija koordinata unutar samog OpenJUMP-a, na način da se označe svi slojevi, te se klikne desnom tipkom miša i odabere naredba Set Coordinate System. Transformacija je izvedena tako da je prvo svim slojevima pridružen stari HDKS sustav, te je za željeni sustav u koji se želi transformirati odabran HTRS96/TM (Slika 37). Za kontrolu je proveden postupak transformacije u Autodesk Map-u, te je dobiven identičan rezultat što se tiče vrijednosti koordinata.



Slika 37. Postupak transformacije u HTRS96/TM unutar OpenJUMP-a

4.3.6. Učitavanje DOF-a Marine Verude

Nakon provedene transformacije, bilo je moguće učitati DOF Marine Verude, upravo iz zazloga što se navedeni DOF također nalazio u novom HTRS96/TM. Rastersku sliku u *.jpg formatu tj. DOF koji je bio dodatno obrađen unutar Autodesk Map-a, bilo je moguće učitati u OpenJUMP na više načina. Moguće ga je učitati u obliku rasterskog sloja naredbom Layer ► Add Image Layer. No mana opisanog pristupa je da se učitani rasterski sloj ne može spremiti u okviru predhodno definiranog JUMP Project File-a. To je ustvari radna datoteka OpenJUMP-a sa *.jmp ili *.jcs ekstenzijom unutar koje je moguće spremiti izvršene radnje nad podacima. Da bi se to izbjeglo, raster je učitao naredbom iz izbornika "File ► Open ► Sextante Raster Image". Pošto raster uz *.jpg datoteku ima priloženu i *.jgw datoteku, nije potrebno provesti postupak georeferenciranja rastera kako bi mu se dodjelile odgovarajuće koordinate. Slika 38 prikazuje rezultat preklopa vektorskih slojeva i DOF-a Marine Verude.



Slika 38. Preklop DOF-a Marine Verude i vektorskih slojeva

Što se tiče rasterskih formata podataka OpenJUMP trenutno podržava *.tif, *.tiff, *.gif, *.jpg, *.png, *.flt te *.asc formate. Podrška za ostale rasterske formate je moguća putem dodatnih proširenja.

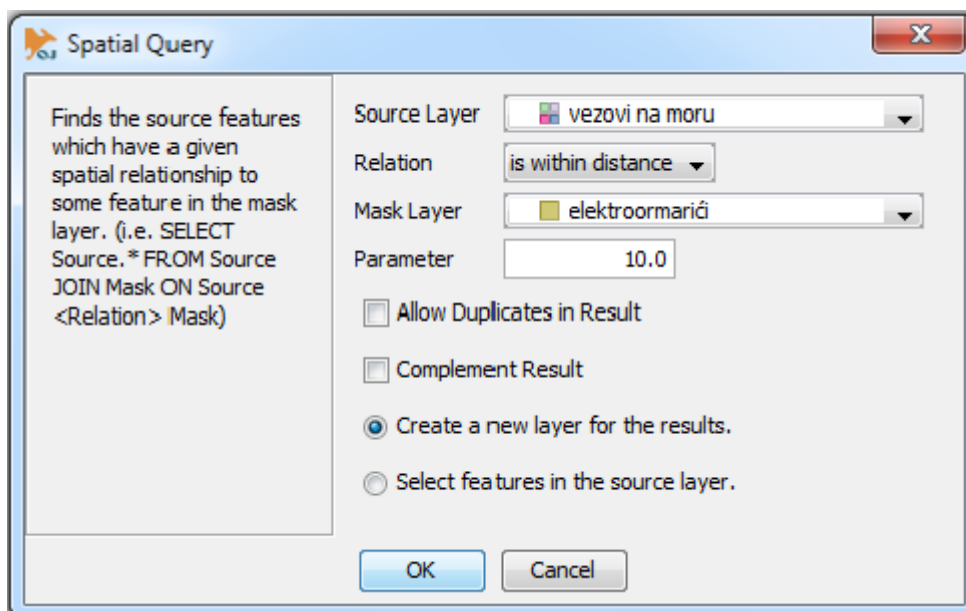
4.4. Provođenje upita i analiza

Unutar OpenJUMP-a postoji širok set alata za vršenje upita. Jedni se odnose na prostorne upite, dok su drugi usmjereni na atributne. Svi upiti dostupni su odabirom naredbe Tools ► Queries.

Prostorni upiti se provode između dva sloja. Moguće je pronaći prostorni odnos (presjecanje, sadržavanje itd.) radnog sloja (source layer) u odnosu na drugi sloj (mask layer). Rezultat upita može se prikazati kao novi sloj (Create a new layer from the results) ili se može označiti u izvornom sloju (Select features in the source layer).

Prostorni odnosi dostupni u OpenJUMP-u su : *intersects, contains, covers, is covered by, crosses, disjoint, equals, overlaps, touches, within, is within distance, similar*.

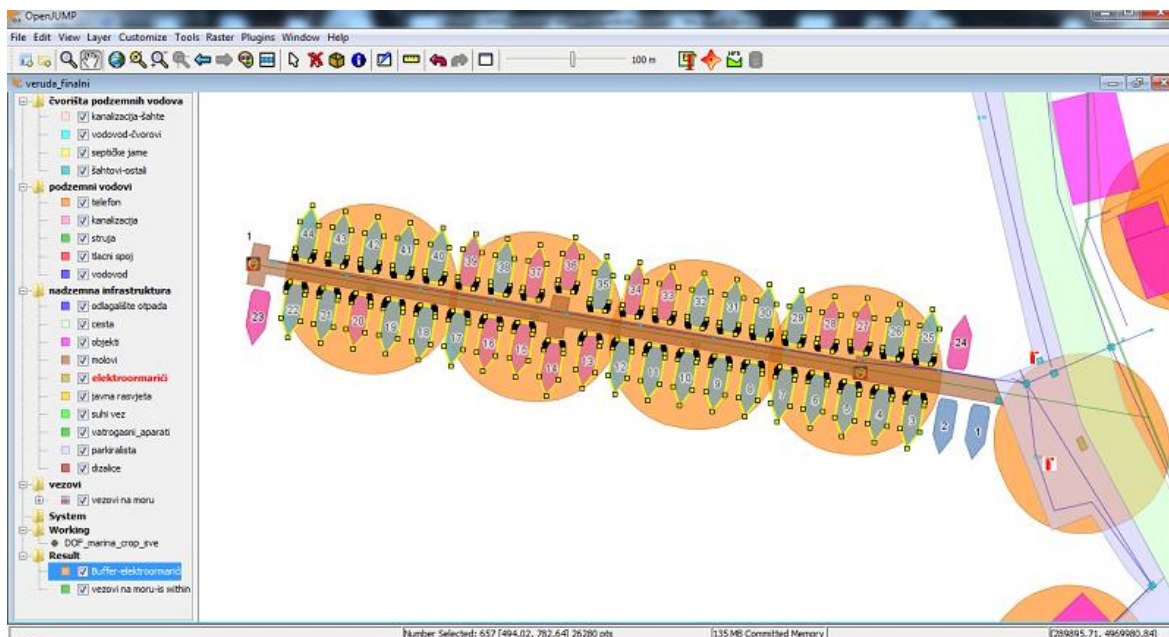
Kao primjer proveden je prostorni upit u kojemu je zadatak bio selektirati sve vezove koji su od elektroarmarića na molovima udaljeni 10 m. Cilj je vidjeti zadovoljavaju li svi vezovi ovaj uvjet, te da li postoje vezovi na kojima brodice moraju imati električni kabel duži od 10 m kako bi pristupili elektroarmarićima. Slika 39 prikazuje postavke prostornog upita. Sloj vezovi predstavlja izvorni sloj, za sloj koji predstavlja masku je uzet elektroarmarići te je parametar postavljen na 10. Kao odnos između dva navedena sloja je odabrana relacija "is within distance".



Slika 39. Prostorni upit

Slika 40 prikazuje rezultat provedenog prostornog upita. Vezovi koji nisu označeni su 1, 2, 23 i 24. Od toga su trenutno samo zadnja dva zauzeta (crvena boja znači zauzet vez, a plava slobodan vez). Da bi se potvrdila konzistentnost provedenog

upita, kreirana je također i bufer zona oko sloja elektroarmarići sa polumjerom 10 m. Navedeni vezovi se nalaze izvan kreiranih bufera.

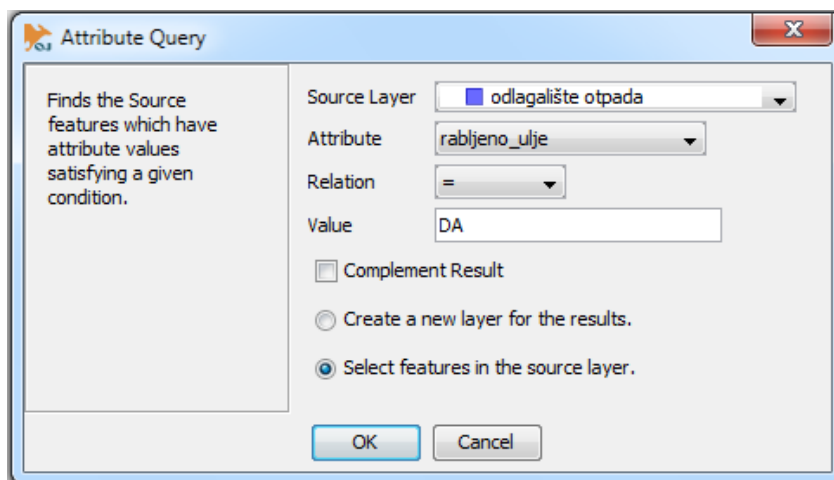


Slika 40. Rezultat provedenog prostornog upita

Atributni upiti se izvršavaju unutar izvornog sloja. Korisnik tada ima mogućnost pronaći podatke s atributima koji zadovoljavaju određene uvjete (npr. izdvajanje područja manjih od zadane vrijednosti). Rezultat, kao i kod prostornog upita, može biti prikazan kao novi sloj ili se može označiti u izvornom sloju.

Pri provođenju atributnog upita (Slika 41), pod poljem Attribute moguće je, osim atributa definiranih od strane korisnika, izabrati atributne vrijednosti koje je moguće dodatno odrediti (površina, udaljenost, broj točaka) ili definirati (zatvorenost, valjanost te tip geometrije).

Funkcija Value (Slika 41) sadrži sljedeće numeričke izraze: =, <>, <, <=, >, >=, contains, starts with.

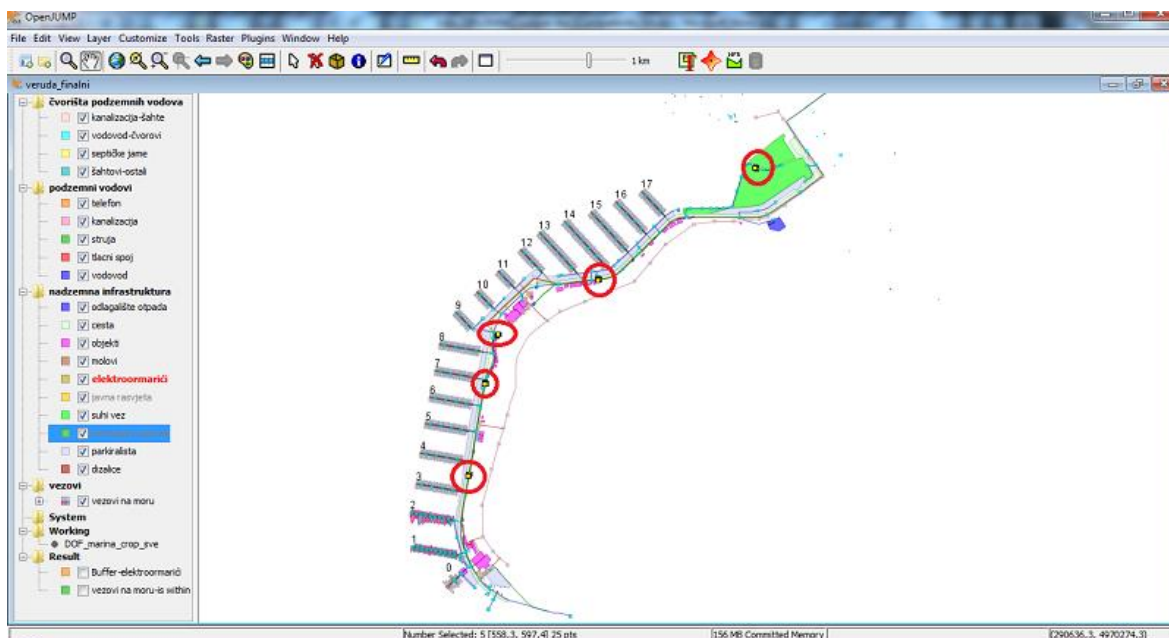


Slika 41. Provođenje atributnog upita

Kao primjer proveden je atributni upit gdje je trebalo selektirati sva odlagališta smeća koja sadržavaju spremnik za opasni otpad tj. rabljeno ulje. Postavljene vrijednosti za upit vidljive su na slici 41 gdje je kao izvorni sloj uzet odlagalište otpada, za atribut rabljeno ulje, za vrijednost relacije znak jednakosti (=), te za vrijednost atributa "DA".

Slika 42 prikazuje rezultat atributnog upita gdje su crvenim kružićima dodatno naglašena označena odlagališta otpada koja sadržavaju spremnik za rabljeno ulje.

Geometrijske analize moguće je provesti nad jednim ili kombinacijom dvaju slojeva. Specifične analize koje se provode su unija, računanje površina i duljina koje je moguće pridružiti predhodno stvorenim atributima, stvaranje novog sloja na temelju iste vrijednosti atributa, prostorno preklapanje između dva sloja, pridruživanje atributa u skladu s prostornim i statističkim kriterijima te presjecanje poligonskih slojeva pri čemu novi sloj sadrži geometriju i shemu izvornih slojeva.

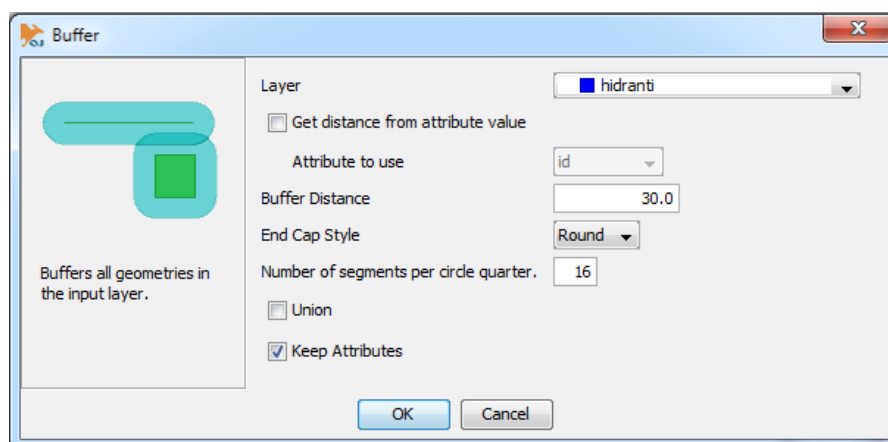


Slika 42. Rezultat provedenog atributnog upita

Primjer jedne složene analize dan je u obliku zadatka kojim se je trebalo utvrditi koja odlagališta smeća koja posjeduju spremnik za rabljeno ulje zadovoljavaju uvjet da se u slučaju požara nalaze 30 metara od hidranta i vatrogasnog aparata. Pri rješavanju navedenog zadatka, potrebno je kombinirati prostorne i atributne upite te prostorne analize.

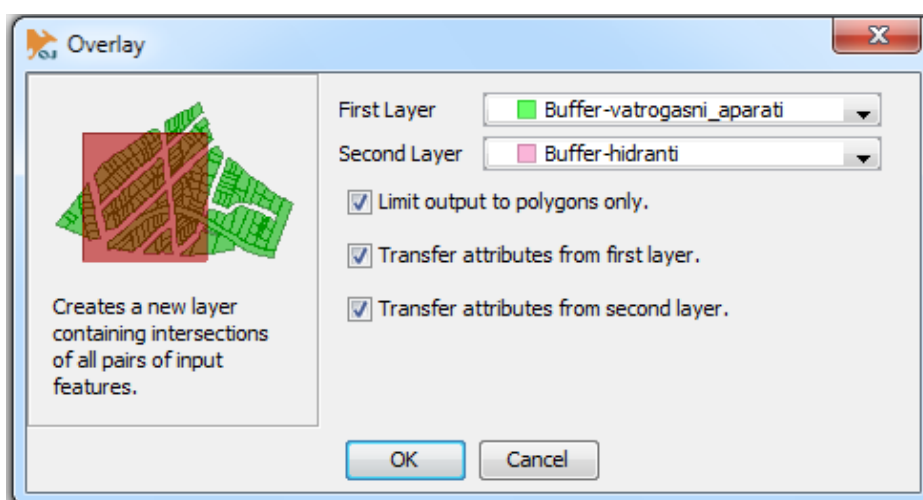
Tijek rješavanja zadatka.

1. Provesti atributni upit kojim je potrebno izdvojiti hidrante. Navedeni postupak je identičan kao na slici 41, samo se za izvorni sloj uzima "vodovod-čvorovi", za atribut "vrsta", za vrijednost relacije znak jednakosti "=", te za vrijednost atributa "hidrant".
2. Kreirati "buffer" zonu 30 metara oko hidranata (Slika 43) naredbom "Tools ► Generate ► Buffer..."



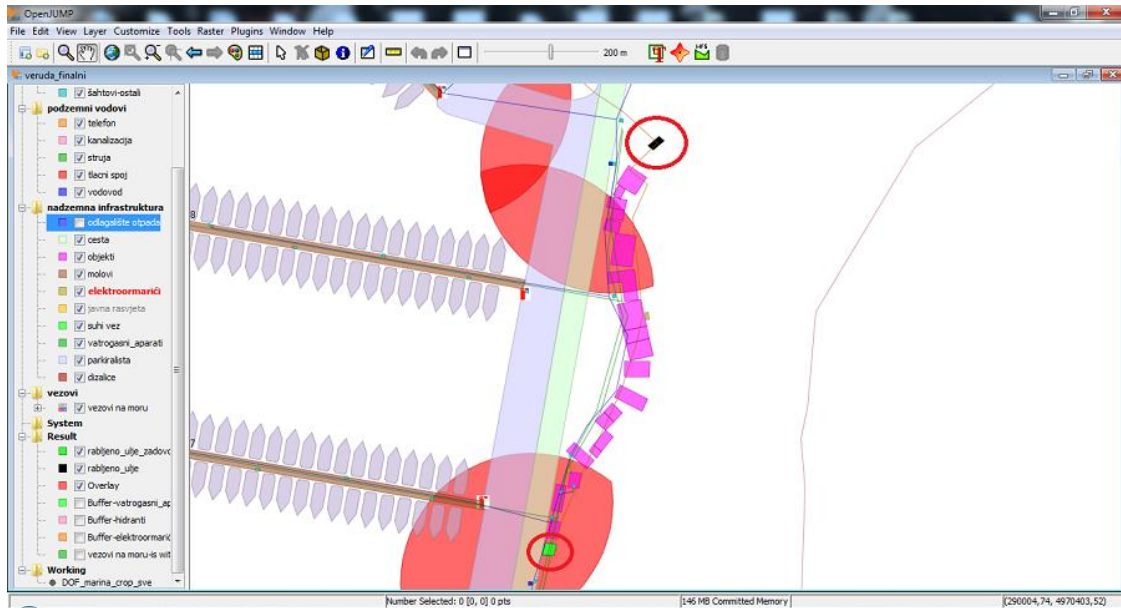
Slika 43. Kreiranje bufera oko sloja hidranti

3. Kreirati "buffer" zonu 30 metara oko vatrogasnih aparata, na identičan način kao na slici 43.
4. Napraviti preklap dvije predhodno kreirane zone pomoću naredbe "Tools ► Analysis – Two layers ► Overlay" (Slika 44). Rezultat će prikazati samo ona područja gdje se dvije zone preklapaju.



Slika 44. Preklap (Overlay) dva sloja

5. Provesti atributni upit kojim je potrebno izdvojiti ona odlagališta smeća koja imaju spremnik za rabljeno ulje. Postupak je identičan kao na slici 41.
6. Provesti prostorni upit u kojem treba izdvojiti samo ona odlagališta rabljenog ulja koja su pokrivena sa područjem dobivenim pod točkom 4 ovog zadatka. Sloj rabljeno ulje je uveden kao "source layer", za "mask layer" je uzet sloj "Overlay", te je za prostorni odnos uzeta relacija "is covered by". Rezultatom je utvrđeno da samo jedan spremnik rabljenog ulja udovoljava traženom uvjetu te se samo on u slučaju požara nalazi 30 m od hidranta i vatrogasnog aparata (Slika 45).



Slika 45. Prostorni upit sa izdvojenim područjem (zeleno) i područje koje ne zadovoljava (crno)

4.5. Rad s PostgreSQL/PostGIS bazom podataka

Neizostavna komponenta svakog geoinformacijskog sustava je baza podataka. Prednosti takvog sustava su pohrana podataka na jednom mjestu, podaci su strukturirani i standardizirani, te se mogu spajati iz različitih izvora i koristiti sinkronizirano. Također je i pristup podacima brz te su dostupni svim korisnicima jednog takvog sustava.

OpenJUMP karakterizira izvrsna podrška za PostgreSQL/PostGIS bazu podataka, putem dodatnog plugin-a. Na taj način je unutar OpenJUMP-a omogućen rad sa tablicama koje se nalaze unutar PostGIS baze podataka. PostgreSQL je objektno relacijski sustav za upravljanje bazom podataka (ORDBMS), koji se može prilagoditi radu sa prostornim podacima pomoću PostGIS proširenja. PostGIS omogućuje pohranjivanje i uređivanje geometrije i atributnih podataka.

Da bi se OpenJUMP mogao koristiti u kombinaciji sa PostgreSQL-om, potrebno je imati predhodno instaliran JDBC driver (Java Data Base Connectivity) za PostgreSQL, te dodatne plugin-ove vezane za PostGIS. Najnoviji JDBC – PostgreSQL driver se može pronaći na službenoj web stranici PostgreSQL-a (URL 31). Za potrebe ovo projekta korišten je postgresql-9.0-801.jdbc3.jar driver koji, kao i svi ostali plugin-ovi, mora biti smješten unutar lib/ext instalacijske datoteke OpenJUMP-a.

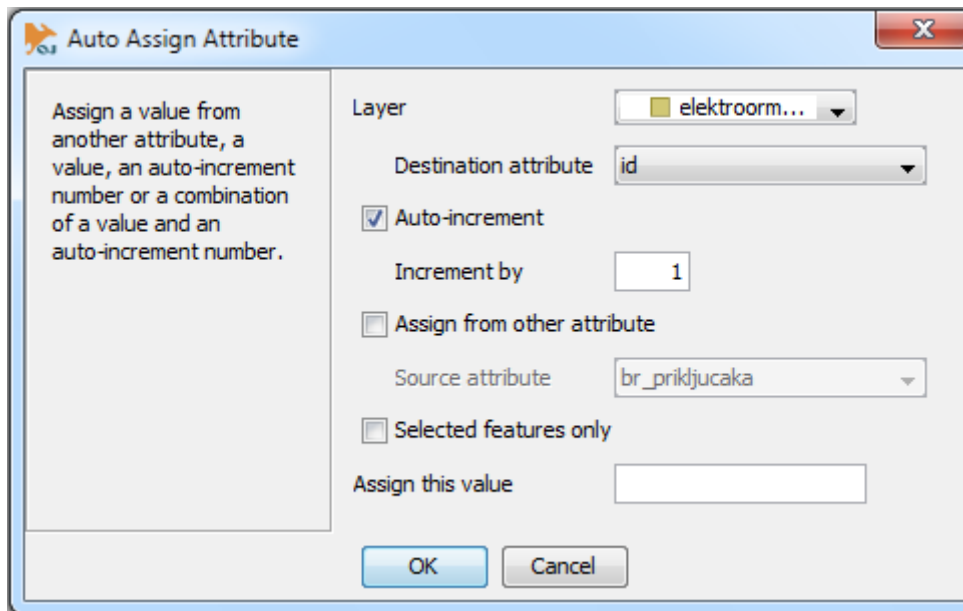
Za PostGIS podršku korišten je PostGIS 1.3.2. driver, koji je zadužen za povezivanje sa serverom te rad sa podacima smještenima unutar baze. Drugi neizostavni plug-in je cts.jar, koji uz mogućnost provedbe transformacije unutar OpenJUMP-a omogućava i dodjeljivanje SRID (Spatial Reference System Identifier) vrijednosti svakom pojedinom sloju prije unosa u PostGIS bazu

podataka. Treći korišteni plug-in je jumpdbquery.jar, koji daje mogućnost direktnog pisanja SQL upita unutar same OpenJUMP aplikacije.

4.5.1. Priprema podataka u OpenJUMP-u za unos u bazu podataka

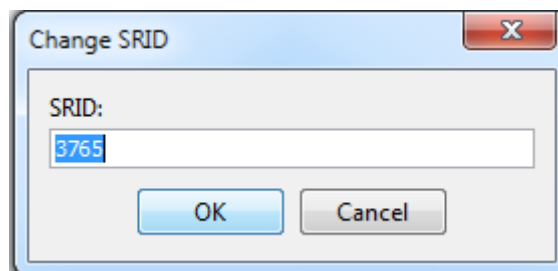
Nakon učitavanja shape datoteka, te dodatne obrade podataka unutar OpenJUMP-pa, slojeve je potrebno pripremiti za unos u PostGIS bazu podataka. Unos nije moguć ukoliko nisu uspunjeni određeni uvjeti:

- Za pohranu podataka trebamo jedinstveni pristupni ključ za svaki objekt. Takav ključ je u našem slučaju atribut koji sadrži vrijednost samo jednom. Ukoliko takav atribut ne postoji, možemo ga nazvati "ID" i dodjeliti mu integer kao tip podatka. Automatski ga popunjavamo funkcijom "Tools ► Edit Attributes ► Auto Assign Attributes" koristeći opciju "Auto-Increment" (Slika 46). Na taj način bi svaki objekt unutar sloja trebao imati jedinstvenu vrijednost ključa.



Slika 46. Automatsko dodjeljivanje jedinstvene vrijednosti

- Promjena SRID-a za svaki sloj, pri čemu je potrebno upisati broj važećeg EPSG sustava, što je u našem slučaju 3765. Promjena koda se izvršava funkcijom "Layer ► Change SRID" (Slika 47). Ukoliko SRID broj nije poznat, može se postaviti na "-1".

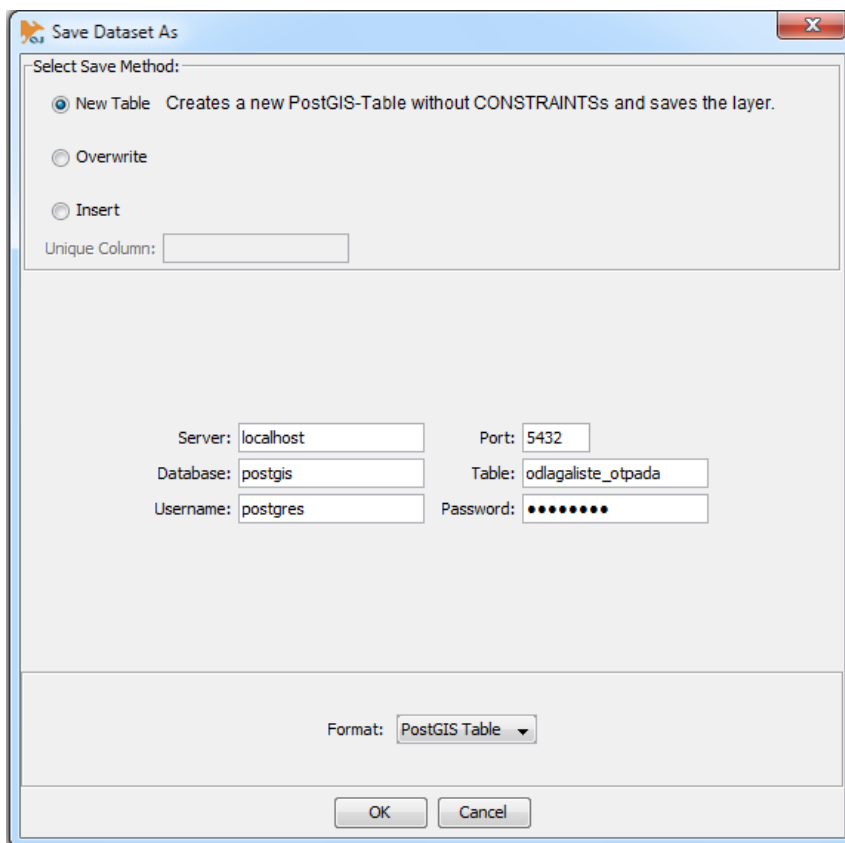


Slika 47. Promjena SRID-a

4.5.2. Pohrana podataka u PostGIS bazu podataka

Nakon predhodno provedene pripreme podataka, sa popisa slojeva se označava sloj spreman za unos u bazu podataka. Funkcijom File ► Save Dataset As se za željeni izlazni format odabire "PostGIS Table" (Slika 48). No da bi se uspostavila uopće veza s PostgreSQL/PostGIS poslužiteljem, potrebno je unijeti nekoliko informacija:

- IP-adresu ili naziv servera (u našem slučaju localhost).
- Broj porta (uobičajeni broj je 5432).
- Naziv baze podataka (postgis).
- Naziv tablice (odlagaliste_otpada).
- Korisničko ime (postgres) i pripadajuća lozinka (slaven01) za spajanje sa serverom.

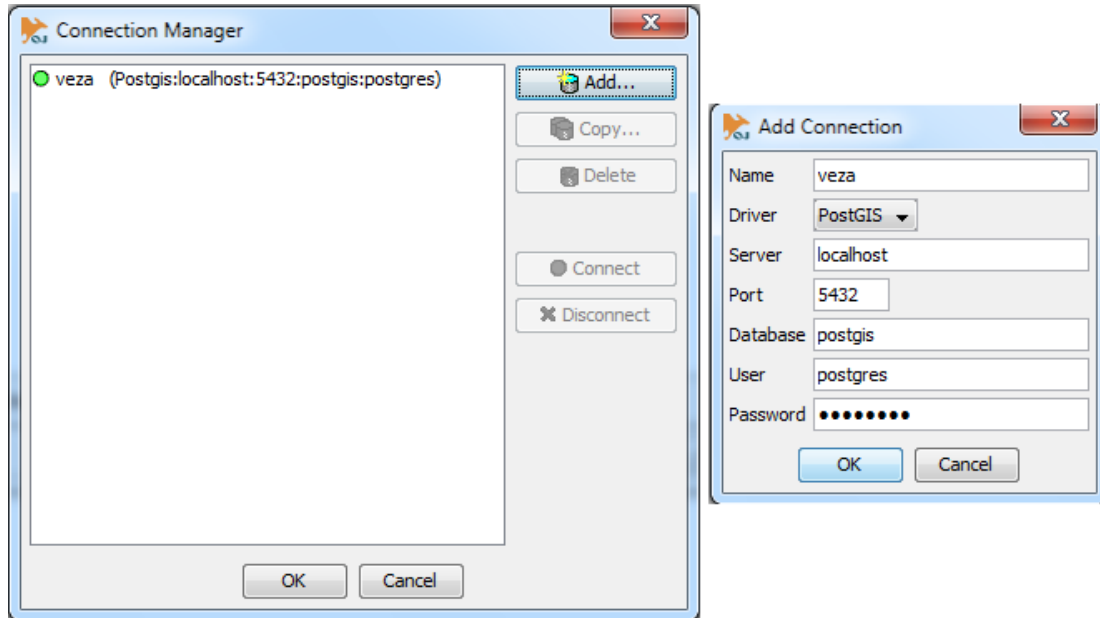


Slika 48. Parametri za pohranu sloja u PostGIS bazu podataka

Identičan postupak je proveden za svih 20 slojeva, te su svi pohranjeni u bazi podataka. Projekt je zamišljen da se podaci više ne učitavaju iz shape datoteka, nego samo iz baze podataka. Svaka promjena nad odedenim slojem podataka se mora naknadno spremi u bazu, identičnim postupkom kao na slici 48, te se može umjesto kreiranja potpuno nove tablice naznačiti spremanje podataka prema jedinstvenom stupcu u tablici, što je u konkretnom slučaju ID.

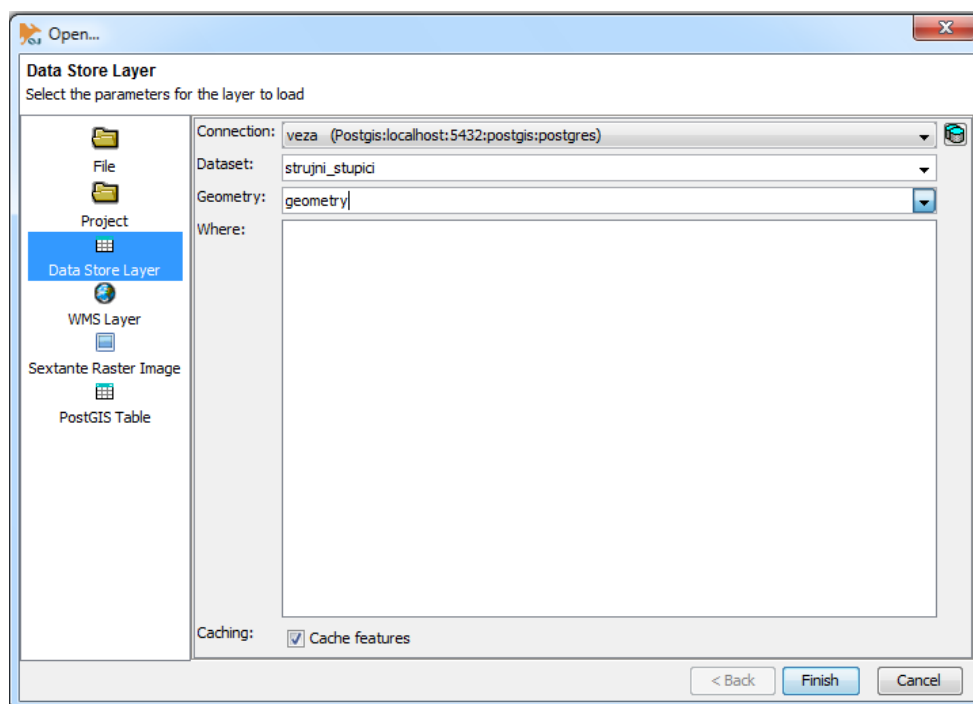
4.5.3. Učitavanja podataka u OpenJUMP iz PostGIS baze

Učitavanje podataka vrši se funkcijom "File ► Open ► Data Store Layer". Zatim je potrebno kreirati novu vezu na bazu podataka u kojoj su pohranjeni podaci. To je ostvarivo putem "Connection Manager-a" (Slika 49).



Slika 49. Kreiranje konekcije na PostGIS bazu podataka

Ukoliko je set podataka dostupan, moguće ga je odabrati sa popisa svih slojeva spremjenih u PostGIS bazi podataka (Slika 50). Nakon tipke "Finish", sloj bi morao biti učitani u OpenJUMP projektni okvir te naravno vizualiziran.

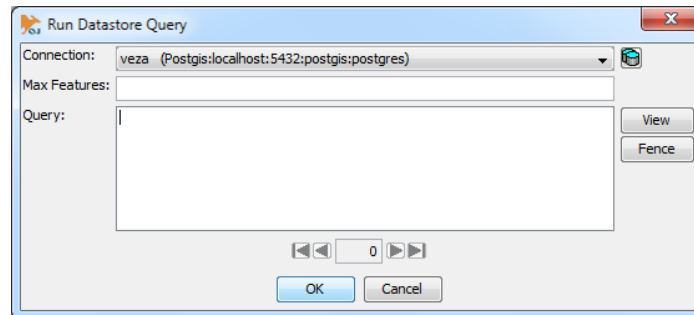


Slika 50. Unos sloja iz PostGIS baze podataka

4.5.4. Izvođenje SQL upita

Kako bi se filtrirali podaci iz PostGIS baze podataka, te prikazali rezultati u OpenJUMP-u, moguće je koristiti "Datastore Query" funkciju koja pruža posebno korisničko sučelje za pokretanje SQL sintakse. Dijaloški okvir se pokreće funkcijom "Layer ► Run DataStore Query" (Slika 51).

Iako OpenJUMP ima širok skup alata za provođenje prostornih i atributnih upita, pojedini GIS korisnici ponekad više preferiraju SQL upite, gdje postoji mogućnost izvršavanje više upita odjednom, što ponekad uvelike ubrzava posao.



Slika 51. Korisničko sučelje za pokretanje SQL sintakse

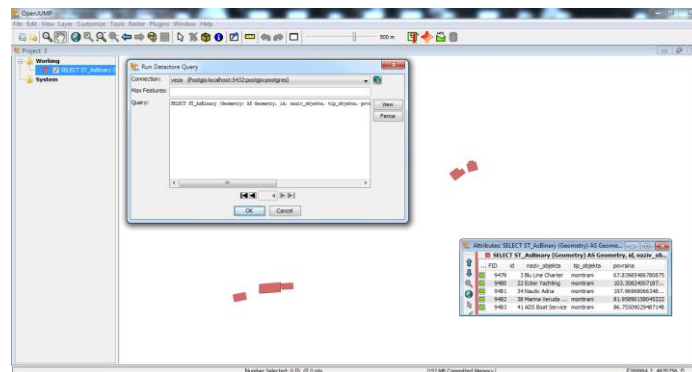
Jednostavni atributni upiti mogu imati sljedeću sintaksu:

```
SELECT ST_AsBinary (<geometry column>) AS geometry, <column list> FROM <table> WHERE <column name>=<value>;
```

Navedenu sintaksu možemo primjeniti npr. ako želimo izdvojiti sve montažne objekte na području Marine Verude. Pri postavljanju SQL izjave, glavni uvjet je da tip objekta bude montirani. Ukoliko se upit želi proširiti dodatnim uvjetima, recimo da objekti imaju površinu veću od 50 m², koristi se "AND" izjava. Slika 52 prikazuje rezultat zadanog upita, gdje 5 objekata zadovoljava navedeni kriterij:

```
SELECT ST_AsBinary (Geometry) AS Geometry, id, naziv_objekta, tip_objekta, površina FROM objekti WHERE tip_objekta='montirani' AND površina>'50';
```

Za razliku od pgAdmin III sučelja, unutar kojeg je također moguće provesti kompleksne SQL upite, OpenJUMP ima mogućnost automatskog vizualiziranja prostornih podataka, što je velika prednost navedenog programa.



Slika 52. Rezultat provedenog SQL upita

5. Zaključak

Praktična GIS rješenja otvorenog koda postaju sve više prisutna u svakodnevnom radu u privatnim tvrtkama i javnim sektorima, što u konačnici dovodi do sve veće popularnosti i povećanog razvoja takvih proizvoda. Kreatori takvih sustava teže smanjenju kompleksnosti GIS sustava i njihovog korištenja te podatke i informacije krajnjim korisnicima teže predstaviti u što relevantnijem obliku. Bitno je biti svjestan važnosti upravljanja i korištenja geoprostornih podataka kod takvih sustava, kako u privatnom tako i u javnom sektoru.

Ovim radom prikazan je postupak izrade geoinformacijskog sustava Marine Verude koji predstavlja primjer konkretne implementacije besplatnog i open source desktop GIS rješenja u privatnom sektoru. Osnovu sustava čini OpenJUMP softver temeljen na Java programskom jeziku. U integraciji sa besplatnom i open source bazom podataka poput PostgreSQL/PostGIS baze, ovakav sustav postaje interesantan mnogim tvrtkama u vidu korištenja geoprostornih podataka i reorganizacije poslovanja. Ovakav sustav je multifunkcionalan, upravo iz razloga što se u svakom trenutku može dodatno proširiti sukladno potrebama korisnika u smislu namjenskih programskih rješenja. Također je moguće voditi kompletnu evidenciju poslovanja, vršiti razne analize na osnovu prostorne komponente i pripadnih atributnih podataka, moguća su statistička ispitivanja itd. Uza sve nabrojane prednosti takvih sustava, krajnji korisnici ne moraju voditi računa o licencama, upravo iz razloga što su navedena GIS rješenja potpuno slobodna te su dostupna putem Interneta.

Za privatnu tvrtku, kao što je Tehnomont Marina Veruda d.o.o., izrađeni pilot projekt predstavlja odličnu osnovu za daljnji razvoj i nadogradnju sustava. Održavanje sustava je stalan proces, upravo iz razloga što se neprestano pojavljuju novi prostorni i atributni podaci, koji mjenjaju dotadašnje stanje jednog takvog geoinformacijskog sustava. U prvom redu, izrađeni GIS Marine Verude bi služio za inventarizaciju i lakše praćenje cjelokupnog poslovnog sustava, vezanog uz sustav zakupljivanja vozova, iznajmljivanja poslovnih i ugostiteljskih objekata itd. Nadogradnja sustava moguća je naknadnim implementiranjem sustava praćenja plovila u sam GIS preglednik, čime bi se ovo rješenje potpuno prilagodilo potrebama Marine Verude. Zbog činjenice da će se ovim sustavom koristiti samo mali broj ljudi unutar tvrtke, izabrano desktop GIS rješenje temeljeno na klijent/poslužitelj platformi se čini logičnim izborom te u potpunosti zadovoljava sve potrebe korisnika.

6. Prilozi

6.1. Model podataka Marine Veruda

Zbog velikog obujma podataka vezanih uz Marinu Verudu, odlučeno je da će se ovim projektom izdvojiti samo oni podaci koji će biti od koristi budućim korisnicima Uprave Marine Verude. Sukladno tome, kreiran je model podataka Marine Verude (Tablica 7).

Tablica 7. Model podataka Marine Verude

OBJEKTNA CJELINA	OBJEKTNA GRUPA	OBJEKTNA VRSTA	ATRIBUTI	TIPOVI ATRIBUTA
INFRASTRUKTURA	NADZEMNA INFRASTRUKTURA	CESTA	ID	INTEGER
			POVRŠINA	DOUBLE
		PARKIRALIŠTA	ID	INTEGER
			POVRŠINA	DOUBLE
		MOLOVI	ID	INTEGER
			POVRŠINA	DOUBLE
		OBJEKTI	ID	INTEGER
			NAZIV OBJEKTA	STRING
			TIP OBJEKTA	STRING
			POVRŠINA	DOUBLE
			NAMJENA	STRING
			VODITELJ	STRING
			BROJ ZAPOSLENIKA	INTEGER
			OBJEKT POD NAJMOM	STRING
		MJESEČNA RATA	DOUBLE	
		ODLAGALIŠTE OTPADA	ID	INTEGER
			POVRŠINA	DOUBLE
			KOMUNALNI OTPAD	INTEGER
			STAKLO	INTEGER
			PAPIR	INTEGER
			AMBALAŽNI OTPAD	INTEGER
			TEHNOLOŠKI OTPAD	INTEGER
			STARE BATERIJE	INTEGER
			RABLJENO ULJE	STRING
			DATUM PRAŽNENJA ULJA	DATE
		FOTOGRAFIJA	STRING	
		VATROGASNI APARATI	ID	INT
			ROK KONTROLNOG ISPIT.	DATE
			ROK PERIODICNOG PREGL.	DATE
			MASA SPREMNIKA	DOUBLE
			MASA PUNJENJA	DOUBLE
			DATUM PREGLEDA	DATE
		ELEKTRO-ORMARIĆI	ID	INTEGER
			BROJ PRIKLJUČAKA	INTEGER
			BROJ 220V	INTEGER
			BROJ 220-250V	INTEGER
			BROJ 380V	INTEGER



			DATUM REVIZIJE	DATE	
			BROJ SPINA	INTEGER	
			FOTOGRAFIJA	STRING	
		JAVNA RASVJETA	ID	INTEGER	
			TIP RASVJETE	STRING	
			DATUM PROMJENE ŽARULJE	DATE	
			UGRAĐENA KAMERA	STRING	
			FOTOGRAFIJA	STRING	
		DIZALICE	ID	INTEGER	
			NOSIVOST	INTEGER	
			DATUM REVIZIJE	DATE	
		PODZEMNI VODOVI	TELEFON	ID	INTEGER
				DUŽINA VODA	DOUBLE
			STRUJA	ID	INTEGER
				NAPON	STRING
	DUŽINA VODA			DOUBLE	
	VODOVOD		ID	INTEGER	
			DUŽINA VODA	DOUBLE	
			MATERIJAL CIJEVI	STRING	
			PROFIL	STRING	
	KANALIZACIJA		ID	INTEGER	
			DUŽINA VODA	DOUBLE	
			PROFIL	STRING	
	TLAČNI SPOJ		ID	INTEGER	
			DUŽINA VODA	DOUBLE	
	ČVORIŠTA		KANALIZACIJA - ŠAHTE	ID	INTEGER
		SEPTIČKE JAME		ID	INTEGER
			POVRŠINA	DOUBLE	
			DATUM PRAŽNJENJA	DATE	
		ŠAHTOVI - OSTALO	ID	INTEGER	
VODOVOD - ČVOROVI			ID	INTEGER	
		VRSTA	STRING		
		VENTIL	STRING		
	BROJSPINA	INTEGER			
	DATUM REVIZIJE	DATE			
	NAPOMENA	STRING			
PROMET	VEZOVI	VEZOVI NA MORU	ID	INTEGER	
			BROJ VEZA	INTEGER	
			BROJ UGOVORA	INTEGER	
			DATUM UGOVORA	DATE	
			IME BRODICE	STRING	
			TIP BRODICE	STRING	
			OZNAKA REGISTRACIJE	STRING	
			ZASTAVA	STRING	
			DUŽINA BRODICE	DOUBLE	
			ŠIRINA BRODICE	DOUBLE	
			GAZ BRODICE	DOUBLE	
			GODINA PROIZVODNJE	INTEGER	
			DATUM ČUVANJA BRODICE	DATE	
			ZAUZETOST VEZA	STRING	
			NAPOMENA	STRING	
		SUHI VEZOVI	ID	INTEGER	
			POVRŠINA	DOUBLE	

6.2. Sadržaj priloženog medija (CD-a, DVD-a)

Na priloženom mediju pohranjeni su podaci korišteni pri izradi diplomskog rada i svi postignuti rezultati. Logički su organizirani prema smislu (Tablica 8)

Tablica 8. Sadržaj priloženog medija

RB.	Mapa/ Datoteka	Sadržaj
1	2	3
1.	Diplomski_rad.doc	Tekst diplomskog rada
2.	Diplomski_rad.pdf	Tekst diplomskog rada u .pdf formatu
3.	Model_podataka.xls	Model sa objektnim cjelinama, grupama i vrstama
4.	Podaci/Marina-instal.dwg	Preuzeta vektorska podloga područja marine Verude
5.	Podaci/ DOF 5(1-4).tif	Rasterski (tif) listovi digitalnog ortofoto plana (1-4) koji pokrivaju područje marine Verude
6.	Podaci/ DOF 5(1-4).tfw	Datoteke za georeferenciranje rasterskih (tif) listova digitalnog ortofoto plana (1-4)
7.	Podaci/ Podaci GPS mjerenja.pdf	Popis koordinata dobivenih GPS mjerenjem pomoću CROPOS sustava
8.	Podaci/PostGIS baza podataka.backup	Backup postgis baze podataka Marine Verude
9.	Podaci/Slojevi Marina Veruda (1-20).shp	Shape datoteke koje sadrže geometriju svih slojeva
10.	Podaci/Slojevi Marina Veruda (1-20).shx	Shape index format koji označava geometriju i omogućava brzo pretraživanje u oba smjera
11.	Podaci/Slojevi Marina Veruda (1-20).dbf	Atributni podaci istoimenih shape datoteka poredani u stupce za svaki objekt

Literatura:

- DGU (2009): Tehničke specifikacije za postupke računanja i podjelu na listove službenih karata i detaljne listove katastarskog plana u kartografskoj projekciji Republike Hrvatske – HTRS96/TM, Zagreb
- Douglas, K., Douglas, S. (2006): PostgreSQL (Second Edition), Sams, USA
- Jolma, A., Ames, D.P., Horning, N., Neteler, M., Racicot, A., Sutton, T., (2006): Free and open source geospatial tools for environmental modelling and management. Proceedings of iEMSS 2006, Burlington, USA, (<http://www.iemss.org/iemss2006/papers/w13/pp.pdf>)
- Lang, S., Blaschke, T., (2010): Analiza krajolika pomoću GIS-a, ITD-Gaudeamus, Požega
- Liker, M., Barišić, B., Katić, J., Bašić, T. (2010): Transformacija DKP-a u HTRS96/TM pomoću Jedinственog transformacijskog modela, Zbornik radova Četvrtog hrvatskog kongresa o katastru, Zagreb, Hrvatsko geodetsko društvo, str. 253-268
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W., (2005): Geographic Information Systems and Science (Second Edition), John Wiley & Sons, United Kingdom
- Mitasova, H., Neteler, M., (2004): GRASS as an open source free software GIS: Accomplishments and perspectives, Transaction in GIS, str. 145-154
- Obe, R. O., Hsu, L. S. (2011): PostGIS in Action, Manning Publications, Stamford
- Ramsey, P., (2007): PostGIS Case Studies, prezentacija, (<http://www.refractions.net/expertise/whitepapers/postgis-case-studies/postgis-case-studies.pdf>)
- Ramsey, P., (2007): The state of open source GIS. FOSS4G Conference, Vancouver, Canada, (<http://www.refractions.net/expertise/whitepapers/opensourcesurvey/survey-open-source-2007-12.pdf>)
- Reid, J., Martin, F., (2001): The open source movement and its potential in implementing Spatial Data Infrastructures. International Symposium on Spatial Data Infrastructures, Melbourne, Australia
- Rigaux, P., Scholl, M., Voisard, A. (2002): Spatial Databases with application to GIS, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, USA
- Sherman, G. (2008): Desktop GIS: Mapping the Planet with Open Source Tools, Pragmatic Bookshelf, Texas, USA
- Steiniger, S., Bocher, E. (2008): An Overview on Current Free and Open Source Desktop GIS Developments, International Journal of Geographical Information Science, str. 1345-1370

POPIS URL-ova:

- URL 1. Pregled svih dostupnih besplatnih GIS softvera, <http://freegis.org/>, (28.04.2011)
- URL 2. Definicije GIS-a, http://www.ngdc.noaa.gov/ecosys/cdroms/ged_ia/html/gis.htm, (28.04.2011.)
- URL 3. Wikipedia, GIS, http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system, (29.04.2011)
- URL 4. Komponente GIS-a, <http://logic.lsu.edu/gisprimer/images/examples/giscomponents.gif>, (29.04.2011)
- URL 5. Free Software Foundation (FSF), <http://www.fsf.org/about/>, (29.04.2011)
- URL 6. Chao-Kuei, termini vezani uz licence, www.fsf.org/licensing/essays/categories.html. (29.04.2011)
- URL 7. Filozofija GNU projekta, <http://www.gnu.org/philosophy/>, (29.04.2011)
- URL 8. OSGeo Foundation, službena stranica, <http://www.osgeo.org/>, (29.04.2011)
- URL 9. . ESRI-eva definicija za "desktop GIS", <http://support.esri.com/en/knowledgebase/GISDictionary/term/desktop%20GIS>, (29.04.2011)
- URL 10. Infrastruktura prostornih podataka temeljena na OS GIS aplikacijama http://sunset.sourceforge.net/project/jump-pilot/w_other_freegis_documents/presentations/sstein_free_open_source_gis_software_for_spatial_data_infrastructures_sdi_cossfest2010.pdf, (29.04.2011)
- URL 11. GRASS, <http://grass.fbk.eu/>, (04.05.2011)
- URL 12. Izgled GRASS GIS sučelja http://pinus.chinju.ac.kr/grass/grass63/screenshots/images/native_wingrass63.jpg, (04.05.2011)
- URL 13. gvSIG, <http://www.gvsig.org/web/>, (04.05.2011)
- URL 14. Izgled gvSIG GIS sučelja <http://projetsiglibres.free.fr/image/GVSIGINTERFACE.gif>, (04.05.2011)
- URL 15. Quantum GIS, <http://www.qgis.org/en/about-qgis.html>, (04.05.2011)
- URL 16. Izgled Quantum GIS sučelja, http://grass.fbk.eu/grass61/screenshots/images/qgis08_grass6_toolbox.png, (04.05.2011)
- URL 17. uDig, <http://udig.refractory.net/>, (04.05.2011)



- URL 18. Izgled uDig korisničkog sučelja,
<http://udig.refractions.net/confluence/download/attachments/6182/Duck-Mtns-East3.jpg>, (04.05.2011)
- URL 19. Wikipedia, JUMP, http://en.wikipedia.org/wiki/JUMP_GIS, (04.05.2011)
- URL 20. OpenJUMP, <http://www.openjump.org/>, (04.05.2011)
- URL 21. Izgled OpenJUMP korisničkog sučelja
<http://live.osgeo.org/images/openjump-screenshot.png>, (04.05.2011)
- URL 22. Službena stranica OGC-a, <http://www.opengeospatial.org/>, (10.05.2011)
- URL 23. PostgreSQL wiki, <http://en.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>, (10.05.2011)
- URL 24. Topcon HiperPro specifikacije
http://www.geocentar.com/cms/system/editor/uploads/files/produkti/hiper_pro.pdf,
(15.05.2011)
- URL 25. CROPOS službene stranice <http://www.cropos.hr/>, (15.05.2011)
- URL 26. GeoMIR 4 službena stranica <http://www.geomir.org/>, (15.05.2011)
- URL 27. Tehnomont Marina Veruda d.o.o <http://marina-veruda.hr/>, (15.05.2011)
- URL 28. ESRI Shapefile Technical Description,
<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>, (15.05.2011)
- URL 29. Shapefile, wiki, <http://en.wikipedia.org/wiki/Shapefile>, (15.05.2011)
- URL 30. European Petroleum Survey Group, <http://spatialreference.org/ref/epsg/>,
(15.05.2011)
- URL 31. PostgreSQL, službena stranica, www.postgresql.org, (15.05.2011)

Popis slika:

Slika 1. Komponente GIS-a (URL 4)	9
Slika 2. Termini koji se koriste s obzirom na softverske licence (URL 6).....	11
Slika 3. Tipovi softvera korišteni pri izgradnji infrastrukture prostornih podataka (SDI) (Steiniger i Bocher 2008)	14
Slika 4. Grupiranje softverskih rješenja prema programskom jeziku	15
Slika 5. Pregled FOSS GIS softvera (URL 10)	16
Slika 6. Izgled GRASS GIS sučelja (URL 12).....	18
Slika 7. Izgled gvSig sučelja (URL 14).....	19
Slika 8. Izgled Quantum GIS sučelja (URL 16).....	21
Slika 9. Izgled uDig korisničkog sučelja (URL 18)	22
Slika 10. Izgled OpenJUMP korisničkog sučelja (URL 21)	24
Slika 11. Osnovni geometrijski tipovi: točka, linija, poligon	31
Slika 12. Odnos korisnika i baze podataka reguliran DBMS.....	32
Slika 13. Poligoni sa definiranim minimalnim graničnim okvirima	33
Slika 14. Izgled pgAdmin III korisničkog sučelja PostgreSQL-a	36
Slika 15. Vektorska podloga marina-instal.dwg	38
Slika 16. Topcon HiPer Pro GPS uređaj.....	39
Slika 17. Izgled GeoMIR4Free sučelja	40
Slika 18. Preklap rezultata mjerenja (crveno) i navedene podloge	40
Slika 19. DOF 5 izdvojenog područja Marine Verude	41
Slika 20. Metode čišćenja objekata	42
Slika 21. Izgled okvira za provedbu topologije.....	43
Slika 22. Postupak eksportiranja u shape datoteku	45
Slika 23. OpenJUMP logo	46
Slika 24. OpenJUMP grafičko korisničko sučelje.....	47
Slika 25. Tablica sa atributima određenog sloja	47



Slika 26. Kreiranje atributa i tipova podataka	48
Slika 27. Prikaz atributa u tabličnom i HTML obliku.....	48
Slika 28. Alati za vektorsko uređivanje	49
Slika 29. Glavna izborna traka.....	49
Slika 30. Unos shape datoteka u OpenJUMP	50
Slika 31. Fotografija strujnog ormarića na jednom od molova	51
Slika 32. Naredbe za promjenu stila pojedinog sloja	51
Slika 33. Alatna traka za prilagodbu stila.....	52
Slika 34. Vertex Symbol Dialog	53
Slika 35. EPSG podaci za HTRS96/TM sustav	56
Slika 36. Definirani HDKS u WKT formatu zapisa	56
Slika 37. Postupak transformacije u HTRS96/TM unutar OpenJUMP-a.....	57
Slika 38. Preklop DOF-a Marine Verude i vektorskih slojeva	57
Slika 39. Prostorni upit.....	58
Slika 40. Rezultat provedenog prostornog upita	59
Slika 41. Provođenje atributnog upita	59
Slika 42. Rezultat provedenog atributnog upita	60
Slika 43. Kreiranje bufera oko sloja hidranti	61
Slika 44. Preklop (Overlay) dva sloja.....	61
Slika 45. Prostorni upit sa izdvojenim područjem (zeleno) i područje koje ne zadovoljava (crno)	62
Slika 46. Automatsko dodjeljivanje jedinstvene vrijednosti	63
Slika 47. Promjena SRID-a.....	63
Slika 48. Parametri za pohranu sloja u PostGIS bazu podataka	64
Slika 49. Kreiranje konekcije na PostGIS bazu podataka.....	65
Slika 50. Unos sloja iz PostGIS baze podataka.....	65
Slika 51. Korisničko sučelje za pokretanje SQL sintakse	66
Slika 52. Rezultat provedenog SQL upita.....	66



Popis tablica

Tablica 1. Usporeba GIS softvera sa PostGIS podrškom.....	25
Tablica 2. Podrška za prostorne baze podataka	26
Tablica 3. Formati za vektorske podatke	28
Tablica 4. Formati za rasterske podatke.....	28
Tablica 5. Podrška za web servise	29
Tablica 6. Državni parametri Jedinственog transformacijskog modela	55
Tablica 7. Model podataka Marine Verude	68
Tablica 8. Sadržaj priloženog medija.....	70

ŽIVOTOPIS

EUROPEAN
CURRICULUM VITAE
FORMAT



OSOBNE OBAVIJESTI

Ime	GAŠPAR, Slaven
Adresa	Zakorenje, 4, 34322, Požega, HRVATSKA
Telefon	098 941 7772
Faks	
E-pošta	sgaspar@geof.hr
Državljanstvo	Hrvatsko
Datum rođenja	10.06.1987

RADNO ISKUSTVO

- | | |
|--------------------------------------|--|
| • Datum (od – do) | Od lipnja 2009. do kolovoza 2009.
Od lipnja 2008. do kolovoza 2008. |
| • Naziv i sjedište tvrtke zaposlenja | Tri-Tom d.o.o., Bisačka 4, 10 000 Zagreb, ispostava Požega |
| • Vrsta posla ili područje | Inženjerska geodezija |
| • Zanimanje i položaj koji obnaša | Figurant |
| • Osnovne aktivnosti i odgovornosti | Snimanje na terenu, uredska obrada podataka |

ŠKOLOVANJE I IZOBRAZBA

- | | |
|---|--|
| • Datum (od – do) | Od rujna 2006. do lipnja 2009.
Od rujna 2002. do lipnja 2006.
Od rujna 1994. do lipnja 2002. |
| • Naziv i vrsta obrazovne ustanove | Geodetski fakultet, Zagreb
Opća gimnazija, Požega
Osnovna škola Dragutina Lermana, Brestovac |
| • Osnovni predmet /zanimanje | |
| • Naslov postignut obrazovanjem | Sveučilišni prvostupnik inženjer geodezije i geoinformatike |
| • Stupanj nacionalne kvalifikacije
(ako postoji) | |



OSOBNE VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI

*Stečene radom/životom, karijerom, a koje
nisu potkrijepljene potvrdama i
diplomama.*

MATERINSKI JEZIK

HRVATSKI

DRUGI JEZICI

ENGLESKI

- sposobnost čitanja
- sposobnost pisanja
- sposobnost usmenog izražavanja

DOBRO

DOBRO

DOBRO

SOCIJALNE VJEŠTINE I
SPOSOBNOSTI

*Življenje i rad s drugim ljudima u
višekulturnim okolinama gdje je značajna
komunikacija, gdje je timski rad osnova
(npr. u kulturnim ili sportskim
aktivnostima).*

ORGANIZACIJSKE VJEŠTINE I
SPOSOBNOSTI

*Npr. koordinacija i upravljanje osobljem,
projektima, financijama; na poslu, u
dragovoljnom radu (npr. u kulturi i
športu) i kod kuće, itd.*

TEHNIČKE VJEŠTINE I
SPOSOBNOSTI

*S računalima, posebnim vrstama
opreme, strojeva, itd.*

MICROSOFT OFFICE, AUTOCAD, OPENJUMP, GEOMEDIA PROFFESIONAL

UMJETNIČKE VJEŠTINE I
SPOSOBNOSTI

Glazba, pisanje, dizajn, itd.

DRUGE VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI

Sposobnosti koje nisu gore navedene.

VOZAČKA DOZVOLA

A i B kategorija

DODATNE OBAVIJESTI

DODATCI