

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Martina Pranjić

PROSTORNI PODACI I GEOGRAFSKE
BAZE PODATAKA

ZAVRŠNI/DIPLOMSKI RAD

Varaždin, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Martina Pranjić

Matični broj: S-36398/07-I

Studij: Primjena informacijske tehnologije u poslovanju

PROSTORNI PODACI I GEOGRAFSKE
BAZE PODATAKA
ZAVRŠNI/DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Doc.dr.sc. Markus Schatten

Varaždin, rujan 2017.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. GIS	2
2.1. Povijest GIS-a	3
2.2. Komponente GIS-a	4
2.3. Osnovne operacije GIS-a	4
3. Prostorni podaci.....	7
3.1. Prostorni podaci	7
3.1.1. Modeli podataka	7
3.2. Prostorne baze podataka.....	8
3.2.1. Baze podataka.....	8
3.2.2. Prostorne baze podataka	9
3.2.3. Upiti.....	10
3.2.4. WKT i WKB.....	11
3.2.5. PostgreSQL.....	12
4. Geodezija i geodetski projekt	14
4.1. O geodeziji.....	14
4.2. Geodetski projekt „Ažuriranje podataka TTB-a i TK25“	15
4.2.1. CROTIS sustav	16
4.2.2. Proces ažuriranja podataka	17
5. Sektor obrade.....	20
5.1. Fotogrametrija i daljinska istraživanja.....	20
5.1.1. Aerotriangulacija	21
5.1.2. Fotogrametrijsko kartiranje promjena.....	23
5.2. Kartografija i GIS	26
5.2.1. Homogenizacija kartografskog vektora	26
5.2.2. Topološka obrada fotogrametrijskog kartiranja	28
5.2.3. Kartografska obrada fotogrametrijskog kartiranja	29
6. Tehnologije korištene za potrebe geodetskog projekta.....	31
6.1. Bentley Microstation v8.....	31
6.2. Summit Evolution	32
6.3. FME	33
6.4. ArcGIS	35
7. ArcGIS	36
7.1. Povijest ArcGIS-a	37
7.2. Primjena ArcGIS-a.....	38
7.3. Instalacija ArcGIS-a.....	43
8. Kritički prikaz.....	49
9. Zaključak	50
Literatura	
Prilozi	

1. Uvod

Tema ovog završnog rada bazira se na softverskom rješenju ArcGIS, korištenom u svrhu upravljanja bazama podataka, u okviru geodetskog projekta „Ažuriranje podataka Temeljne topografske baze (TTB) i topografskih karata u mjerilu 1:25000 (TK25)“, sklopljenog temeljem Ugovora između Državne geodetske uprave (DGU) kao Naručitelja, te tvrtke Zavod za fotogrametriju d.d. (ZZF) kao Izvršitelja.

Državna geodetska uprava je državna upravna organizacija koja obavlja poslove iz područja geodezije, kartografije, katastra i fotogrametrije te vodi brigu o uspostavi nacionalne infrastrukture prostornih podataka, informatizaciji katastra i geodetsko-prostornog sustava, državnoj službenoj kartografiji, geodetskoj dokumentaciji, statističkim podacima o katastru nekretnina, prostornim jedinicama i vodovima te geodetsko-katastarskim poslovima za državnu granicu.

Zavod za fotogrametriju d.d. je geodetska i geoinformatička tvrtka koja pruža usluge građanima, gospodarstvu, lokalnoj i regionalnoj samoupravi, državnim tijelima i agencijama.

Motivacija autorice za ovu temu diplomskog rada pronađena je upravo u navedenom projektu, kojeg autorica obavlja u okviru svog posla, vezanog za geodetsku struku. Ovaj je rad ujedno prepoznat i kao odličan način osobnog usavršavanja i edukacije na području koje direktno ne obuhvaća autoričin krug djelovanja. Spomenuti geodetski projekt kombinacija je geodetske struke i geoinformacijskih sustava (GIS), te je kao takav također bio logičan i primjeren izbor za temu diplomskog rada.

U radu će biti opisana geodezija kao znanost, navedeni geodetski projekt, te cjelokupni postupak provođenja projekta u svim ključnim segmentima. Također, bit će objašnjeni odjeli Sektora obrade, tvrtke Zavod za fotogrametriju d.d., koji odrađuju glavnu funkciju kao glavni izvršitelji radova na geodetskom projektu, na kojem se bazira ovaj završni rad. U posebnom poglavlju bit će obrađena tema GIS, te poveznica između geodezije i geoinformacijskih sustava. Slijedi poglavlje u kojem su opisani prostorni podaci, te prostorne baze podataka. Rad sadrži i poglavlje sa nabrojenim tehnologijama i alatima koji su korišteni u geodetskom projektu, te će u posebnom poglavlju biti opisan alat ArcGIS, korišten u svrhu popunjavanja baze podataka, koja čini ključnu poveznicu između obrađenih podataka od strane Izvršitelja, te samog Naručitelja.

2. GIS

Geografski informacijski sustav (eng. *Geographic Information System - GIS*) je sustav dizajniran za obradu prostornih podataka. U najstrožem smislu to je računalni sustav dizajniran za prikupljanje i spremanje podataka, stvaranje upita, analizu i prikaz podataka, te prikaz izlaznih rezultata. U općenitijem smislu GIS je oruđe "pametne karte" koje dopušta korisnicima stvaranje interaktivnih upitnika (istraživanja koja stvara korisnik), analiziranje prostornih informacija i uređivanje podataka.

GIS organizira i pohranjuje informacije o svijetu kao kolekciji tematskih layera koji se mogu povezati geografijom.

Na području prostornih informacijskih sustava, u Zavodu za fotogrametriju izvode se:

- projektiranje i izrada prostornih informacijskih sustava i baza podataka,
- prikupljanje i primarna priprema podataka za učitavanje u bazu podataka.

U današnje vrijeme sve se više ukazuje potreba za izradom specijaliziranih aplikacija koje u potpunosti ispunjavaju očekivanja korisnika i potrebe korisnika u upravljanju prostornim podacima. Zavod za fotogrametriju d.d. je kao tvrtka sposobna pružiti vlastita aplikativna rješenja te davati potpunu korisničku podršku. Tvrtka posjeduje programske pakete najpoznatijih svjetskih proizvođača GIS softvera za sve potrebe prikupljanja, obrade i analize prostornih informacija, a stručnjaci tvrtke obučeni su za izradu i implementaciju aplikativnih rješenja za rad s prostornim informacijskim sustavima i bazama podataka, zbog čega je bila i logičan odabir kao kvalitetan Izvršitelj radova.

- Prednosti GIS-a:

Upotreba prostornih podataka i GIS-a dovodi do boljeg upravljanja informacijama, kvalitetnijih analiza i povećava se efikasnost projekta.

O dostupnosti podataka ovise mnoga od tih postignuća:

- razumijevanje problema kojeg treba riješiti
- lakoća uporabe programa za GIS
- vremenski rokovi (projekt može trajati dulje nego što bi na početku mogli procijeniti)
- količina raspoloživog novca za određeni projekt

- Nedostaci GIS-a:

Glavni nedostatak GIS-a je nemogućnost rukovanja podacima koji se mijenjaju u vremenu. GIS može biti korišten za rukovanje ograničenim brojem vremenskih slojeva za njihovo uspoređivanje, ali u praksi je nemoguća analiza stvarnih dinamičkih procesa. Ne omogućuje mehanizam prikaza promjene opisanih vrijednosti u vremenu, a višenamjenska rješenja su neizvediva. Sve kvalitetnijom integracijom GIS-a i objektno-orijentiranom bazom podataka doprinosi se smanjenju ili čak uklanjanju statičnosti sustava.

Uz navedene nedostatke mogu se još spomenuti i:

- relativno sporo savladavanje GIS softvera
- dugotrajni procesi prikupljanja podataka i produkcije karata
- specifična informatička oprema

2.1. Povijest GIS-a

U 18. stoljeću provedene su suvremene geodetske tehnike za topografsko kartiranje uz ranije verzije tematskog kartiranja, npr. za znanstvene podatke ili podatke popisa stanovništva.

Rano 20. stoljeće doživjelo je razvoj "fotografske litografije" u kojoj su karte bile odvojene u slojeve. Razvoj računalnog hardwarea potaknutog istraživanjem nuklearnog oružja vodio je primjenama računalnog "kartiranja" opće namjene u ranim 1960-im godinama.

Godine 1967. razvoj prvog pravog svjetskog operacijskog GIS-a u Ottawa, Ontario potaknulo je federalno Ministarstvo energije, rudarstva i resursa. Razvio ga je Roger Tomlinson, a nazvan je "Kanadskim GIS-om" (eng. *Canadian GIS - CGIS*) i koristio se za spremanje, analiziranje i rukovanje podacima prikupljenima za Kanadski zemljišni inventar (eng. *Canadian Land Inventory - CLI*). CGIS je bio prvi svjetski "sustav" kao i poboljšanje nad primjenama "kartiranja" pošto je dopuštao mogućnosti preklapanja, mjerenja, digitaliziranja/skeniranja, a podržavao je nacionalni koordinatni sustav koji se proširio kontinentom, kodirane linije poput "lukova" imale su pravu ugrađenu topologiju, te je spremao osobine i lokacijske informacije u odvojene datoteke. Njegov osnivač, geograf Roger Tomlinson, postao je poznat kao "otac GIS-a".

Rast industrije tijekom 1980-ih i 1990-ih godina ubrzan je rastućom upotrebom GIS-a na UNIX-ovim radnim stanicama te osobnim računalima.

Do kraja 20. stoljeća brzi rast u različitim sustavima učvrstio se i standardizirao na relativno malo platformi, pa su korisnici počeli izvoziti koncept gledanja GIS podataka preko Interneta, tražeći oblikovanje podataka i prijenosne standarde.

2.2. Komponente GIS-a

Komponente potrebne za izvršavanje GIS zadataka uključuju:

- **Ljudi**

Ovo je najvažnija komponenta u GIS-u. Ljudi moraju razviti procedure i definirati zadatke GIS-a. Ljudi često mogu nadvladati nedostatke u ostalim komponentama GIS-a, ali ni najbolji softver i računalo na svijetu ne mogu popraviti ljudsku nekompetentnost.

- **Podaci**

Dostupnost i točnost podataka može utjecati na rezultate bilo kojeg upita ili analize.

- **Hardware**

Mogućnosti hardwarea utječu na brzinu procesiranja, lakoću upotrebe i dostupni tip izlaznih rezultata.

- **Software**

Ovo uključuje ne samo GIS softver kao takav, već i različite baze podataka, crtači, statistički, slikovni ili drugi softver.

- **Procedure**

Analiza zahtijeva dobro definirane, konzistentne metode za ostvarivanje točnih, provjerljivih rezultata.

2.3. Osnovne operacije GIS-a

U uvodnom dijelu ovog poglavlja navedene su osnovne operacije koje bi GIS trebao moći obavljati, da bi bio koristan za traženje rješenja problema iz stvarnog svijeta, koje ćemo ovim putem pobliže objasniti:

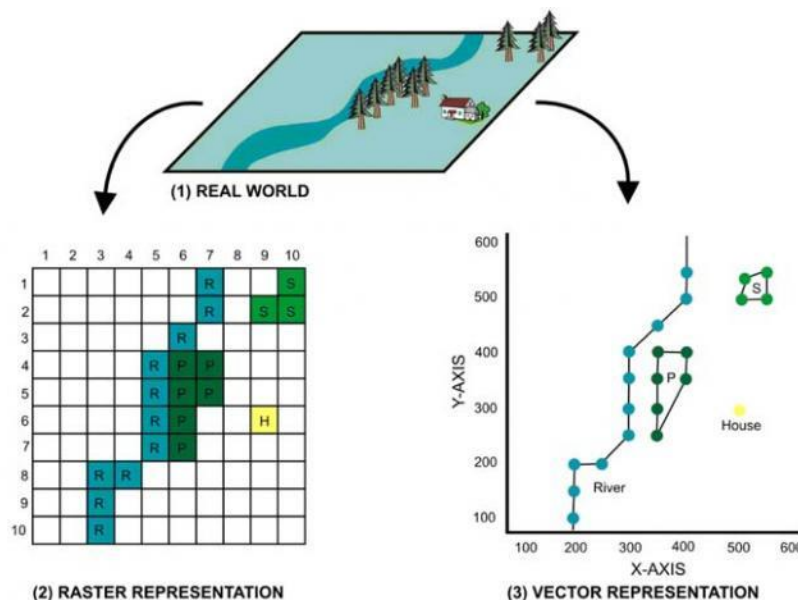
- **Prikupljanje podataka**

GIS mora pružiti metode za unos geografskih (koordinate) i tabličnih (atributi) podataka. Što je više metoda unosa dostupno, to je GIS korisniji za razne svrhe.

- **Spremanje podataka**

Postoje dva osnovna modela podataka za pohranjivanje geografskih podataka: vektorski i raster (Slika 1). GIS bi trebao moći pohranjivati podatke u oba modela.

- 1) Vektorski model podataka predstavlja geografska svojstva na isti način kao i karte – koristeći točke, linije i površine (eng. *polygon*).
- 2) Raster model podataka dodjeljuje vrijednosti ćelijama koje pokrivaju lokacije koordinata. Pogodan je za prostornu analizu i pohranjivanje podataka sakupljenih u formatu kockaste mreže (eng. *grid*). Količina detalja koju možemo prikazati za pojedina svojstva ovisi o veličini ćelija u mreži. To čini raster podatke neprikladnim za aplikacije u kojima se moraju znati točne granice, kao što je upravljanje parcelama.



Slika 1: Pohranjivanje podataka putem vektora i rastera
(Izvor: Internet)

- **Stvaranje upita**

GIS mora sadržavati aplikacije za pronalaženje specifičnih značajki na osnovi lokacije ili vrijednosti atributa.

- **Analiza podataka**

GIS mora biti u mogućnosti odgovoriti na pitanja u vezi interakcije prostornih odnosa između različitih setova podataka.

Postoje tri tipa geografske analize: analiza blizine, prekrivanje, analiza mreže.

- Analiza blizine: mjerenje udaljenosti od osnovnih GIS objekata (točka, linija, poligon) koji čine zonu utjecaja. GIS tehnologija koristi proces pod nazivom

buffering, da bi odredila udaljenosti između objekata u određenoj “buffer“ zoni.

- Prekrivanje (eng. *overlay*): kombiniranje više prostornih objekata (slojeva) da bi dobili nove podatke (sloj) s pripadajućom geometrijom i atributima. Prekrivanje se može izvršiti tako da se kombiniraju layeri tla i vegetacije, da bi se izračunala površina određenog tipa vegetacije koja prekriva određenu vrstu tla.
- Analiza mreže: proučava kako su linijski objekti spojeni i kako lako resursi mogu teći između njih.

Određivanje optimalnih ruta, lokacija i sl.:

- Najkraći put u mreži
- Pronalaženje svih mogućih veza između dva objekta
- Troškovne analize povezivanja
- Vremenske analize povezivanja

- **Prikaz podataka**

GIS mora sadržavati alate za vizualizaciju geografskih značajki koristeći raznovrsnu simboliku. Karte su efikasne za pohranjivanje i komunikaciju geografskih informacija. Mogu se integrirati u izvješća, 3D poglede, fotografske slike i druge digitalne medije.

- **Izlazni rezultati**

GIS mora biti u mogućnosti prikazati rezultate u različitim formatima, kao što su mape, izvješća i grafovi.

3. Prostorni podaci

3.1. Prostorni podaci

Prostorni podaci su stoljećima interpretirani i vizualizirani na analognim kartama koje su nam do nedavno bile glavno pomoćno sredstvo prilikom percepcije, razumijevanja i orijentacije objekata i događaja u prostoru. Pojavom i razvojem GIS-a otvorile su se nove mogućnosti upravljanja prostornim podacima i njihovim osobinama. Daljnjim razvojem informacijskih i komunikacijskih tehnologija, razvojem prostornih baza podataka, mogućnostima objavljivanja, vizualizacije i distribucije podataka putem interneta, javljaju se novi zahtjevi za prostorne podatke. Javlja se i svijest o potrebi za standardizacijom podataka kako bi ih korisnici mogli lakše koristiti, da bi se gospodarska područja mogla brže i efikasnije razvijati. Financijske uštede koje se pri tome postižu, stavljaju nove zahtjeve na prostorne podatke.

Zbog svoje temeljne vrijednosti, prostorne podatke trebaju gotovo sve gospodarske grane i znanstvene discipline, uključujući i geodetsku struku. Državna geodetska uprava, kao tijelo državne uprave, nadležna je za izradu i održavanje temeljnih prostornih podataka. Iz tog razloga je u nadležnosti Državne geodetske uprave izrada službenih državnih karata (Hrvatska osnovna karta, ortofoto karta i topografske karte različitih mjerila), katastarskih planova, registra prostornih jedinica, te drugih proizvoda. Prostorno planiranje jedna je od značajnijih djelatnosti gdje je i geodezija našla svoju primjenu.

3.1.1. Modeli podataka

Da bi se stvarnost predstavila u prostornim podacima, kreiran je model podataka. U njemu je stvarnost pojednostavljena u samo četiri prostorna elementa, koji se mogu koristiti za predstavljanje pravog svijeta. Ta četiri prostorna elementa su točka, linija, područje i površina.

- Rasterski model - temeljen je na podjeli na pravilnu mrežu ćelija jednakog oblika, te je svakoj ćeliji pridružena jedna vrijednost koja predstavlja atribut za područje te ćelije. U skupu podataka o zemljištu ćelija ima određenu brojčanu vrijednost koja predstavlja vrstu zemlje. Područje koje svaka ćelija predstavlja varira od nekoliko metara do kilometara i naziva se rezolucija mreže. Što je viša rezolucija mreže, više ćelija je potrebno za predstavljanje datog područja.

-

- Objektno-bazirani model - predstavlja svijet u obliku objekata, a razumljiviji je običnom korisniku jer nije toliko apstraktan.

Kako bismo shvatili pojem prostornih baza podataka, potrebno je prvenstveno definirati pojem baze podataka.

Baze podataka su organizirane zbirke podataka pohranjene na sistematski način tako da računarski program može poslati upit bazi podataka na koji ona odgovara. Baze podataka

služe za bolju dostupnost i razvrstavanje podataka. Pomažu u organiziranju informacije u logičkom smislu, da bismo mogli brzo doći do željenih podataka. Ona može sadržavati podatke u raznim oblicima, od jednostavnog teksta (npr. e-mail adresa) do kompleksnih struktura koje uključuju sliku, zvuk i sl. Upisivanje, promjena, brisanje i čitanje podataka obavlja se posredstvom posebnog softvera, tzv. sustava za upravljanje bazom podataka. Korisnici aplikacije pritom ne moraju poznavati detalje fizičkog prikaza podataka, već se referenciraju na neku idealiziranu logičku strukturu baze.

Sustav za upravljanje bazom podataka (SUBP) je poslužitelj (server) baze podataka. On oblikuje fizički prikaz baze u skladu s traženom logičkom strukturom. Također, u ime klijenata, obavlja sve operacije s podacima. U stanju je podržati razne baze, od kojih svaka može imati svoju logičku strukturu, no u skladu s istim modelom. Isto tako, brine se za sigurnost podataka, te automatizira administrativne poslove s bazom.

3.2.2. Prostorne baze podataka

Prostorne baze podataka su baze podataka koje pohranjuju prostorne objekte. U takvim bazama podataka dopušteno je korištenje SQL tipova podataka (npr. integer ili varchar), kao i korištenje prostornih tipova podataka (točka, linija, poligon), a u svrhu geometrijskih izračunavanja kao što su udaljenost ili veze između objekata.

U današnje vrijeme, zahvaljujući modernim tehnologijama, različite organizacije su u stanju proizvoditi i upravljati prostornim podacima, no ti podaci su često nekompletni i nekompatibilni i bez valjane dokumentacije o samim podacima. U svrhu učinkovitog upravljanja prostornim podacima neophodno je izraditi metapodatkovnu dokumentaciju koja će odgovoriti na pitanja "tko, što, kada, gdje, zašto i kako" i tako korisniku omogućiti pronalazak i uporabu potrebnih i pogodnih podataka. Metapodaci omogućavaju pristup željenim podacima s traženim karakteristikama, te pronalaženje njihove lokacije (Roić i dr., 2005).

Prema Zakonu o državnoj izmjeri i katastru nekretnina iz 2007. godine, koji je usklađen sa Infrastrukturom za prostorne informacije u Europi (eng. *IN*frastructure for *SP*atial *I*nformation - *INSPIRE*), metapodaci su sastavni dio Nacionalne infrastrukture prostornih podataka (NIPP). Tim zakonom propisana je uspostava i održavanje javnog servisa metapodataka za što je zadužena DGU, a i svi ostali subjekti NIPP-a.

3.2.3. Upiti

Oblikovanje, upotreba i održavanje prostornih baza podataka mogu se smatrati, u informatičkom smislu, jednim od najzahtjevnijih problema. Pred projektante informacijskih sustava postavljaju se brojni zahtjevi integracije i prilagodbe postojećih podataka (većinom alfanumeričkih) sa novim prostornim podacima. Javlja se pitanje kako povezati operacije prostorne algebre sa SUBP upitnim jezikom.

Operacije za manipuliranje objektima s prostornim atributima koji su sadržani u bazi podataka. Te operacije razmatraju se s algebarskog stajališta.

1) Prostorna selekcija – to je operacija koja vraća skup objekata koji ispunjavaju neke uvjete, u ovom slučaju bazira se na prostornim uvjetima.

Primjer: `cities select[center inside Hrvatska]` – pronalazak svih gradova u Hrvatskoj

2) Prostorno spajanje – operacija koja uspoređuje dva objekta prema zadanim predikatima na temelju vrijednosti njihovih prostornih atributa.

Primjer : `cities states join[center inside area]` – spaja gradove s državama

3) Primjena prostornih funkcija – operacija za izračunavanje vrijednosti prostornih tipova podataka. Takve vrijednosti izračunavaju se za svaki objekt u nizu.

Primjer: `rivers select[route intersects Hrvatska]
extend[intersection(route, Hrvatska) {part}]
extend[length(part) {plength}] project[rname, part, plength]`

- Za svaku rijeku koja prolazi Hrvatskom, vrati ime, dio geometrije koja se nalazi u Hrvatskoj, te duljinu tog dijela.

4) Ostale operacije – operacije koje manipuliraju cijelim setom prostornih objekata na poseban način; one se nalaze između objekata prostorne algebre i objekata SUBP-a.

Primjer: `Overlay` – izračunava elementarna područja koja nastaju preklapanjem dviju particija GIS aplikacije se uvijek koriste bazama podataka bio da su to vanjske baze ili neki interni format pohranjivanja podataka.

Prostorni podaci zahtjevaju grafički prikaz rezultata kao i ulaz grafičkih elemenata. Zbog toga se koriste različita grafička sučelja (eng. *graphical user interface* - *GUI*) koja omogućuju transformaciju takvih podataka, kako bi se korisniku olakšao taj proces što je više moguće.

Kako bi bila moguća integracija geometrije u upitni jezik potrebno je slijediti tri glavna aspekta:

- 1) Označavanje vrijednosti prostornog tipa podataka kao konstante u upitu i grafički ulaz takve konstante
- 2) Izražavanje četiri klase temeljnih operacija za ugrađenu prostornu algebru
- 3) Opisivanje prezentacije rezultata

Kod tradicionalnih upitnih jezika, konstante spadaju u alfanumeričke tipove podataka i mogu se unositi jednostavno, putem tipkovnice. Takav pristup nije moguć kod prostornih tipova podataka.

Osnovni zahtjevi koji se postavljaju pred sistem su integracija postojećih podataka sa novom GIS funkcionalnošću. Preliminarnom analizom utvrđeno je da ESRI SDE (Spatial Database Engine) ima najviše svojstava koja odgovaraju planiranom sustavu.

3.2.4. WKT i WKB

Svaka geometrija ima prikaz koji se koristi za stvaranje novih geometrijskih objekata i pretvaranje postojećih geometrijskih objekata u tekstualni prikaz. Takav prikaz naziva se Well-known text (WKT) i koristi alfanumeričke znakove. WKT je tekstualni jezik za označavanje geometrijskih objekata vektora na karti, prostorne referentne sustave prostornih objekata i transformacije između prostornih referentnih sustava. WKT geometrije se koriste u svim OGC specifikacijama i prisutne su u programima koji implementiraju ove specifikacije.

Prema WKT-u jasno se vidi o kakvom se geometrijskom objektu radi i koje su koordinate točaka.

Geometry primitives (2D)		
Type		Examples
Point		POINT (30 10)
LineString		LINESTRING (30 10, 10 30, 40 40)
Polygon		POLYGON ((30 10, 40 40, 20 40, 10 20, 30 10))
		POLYGON ((35 10, 45 45, 15 40, 10 20, 35 10), (20 30, 35 35, 30 20, 20 30))
Multipart geometries (2D)		
Type		Examples
MultiPoint		MULTIPOINT ((10 40), (40 30), (20 20), (30 10))
		MULTIPOINT (10 40, 40 30, 20 20, 30 10)
MultiLineString		MULTILINESTRING ((10 10, 20 20, 10 40), (40 40, 30 30, 40 20, 30 10))
MultiPolygon		MULTIPOLYGON (((30 20, 45 40, 10 40, 30 20)), ((15 5, 40 10, 10 20, 5 10, 15 5)))
		MULTIPOLYGON (((40 40, 20 45, 45 30, 40 40)), ((20 35, 10 30, 10 10, 30 5, 45 20, 20 35), (30 20, 20 15, 20 25, 30 20)))

Binarni ekvivalent, poznat kao Well-known binary (WKB), koristi se za prijenos i pohranu istih podataka na bazama podataka. Formati su prvobitno definirali Open Geospatial Consortium (OGC).

Well-known binarni prikaz za OGC geometriju (WKBGeometry), pruža prijenosni prikaz geometrijske vrijednosti kao kontinuiranu struju bajtova. Omogućuje razmjenu vrijednosti geometrije između ODBC klijenta i SQL baze podataka u binarnom obliku. Funkcije se pružaju u SQL, JAVA i C-API za uvoz i izvoz poznatog binarnog prikaza geometrije. Well-known binarni prikaz geometrije definira kodiranje za 2D jednostavnu geometrijsku značajku definiranu OpenGIS Simple Features Specification za SQL i ISO 19125. Ovo kodiranje ne podržava visine, mjere, CAD ili bilješke. Budući da ove geometrijske funkcije zahtijevaju definiranje C struktura za mapiranje binarnog prikaza, one su namijenjene za upotrebu unutar 3GL programa i nisu prikladne za 4GL okruženje.

3.2.5. PostgreSQL

PostgreSQL je objektno-relacijski sustav za upravljanje bazom podataka (SUBP) otvorenog koda. Aktivno se razvija više od 15 godina i ima pouzdanu arhitekturu, što je pridonijelo snažnoj reputaciji u pouzdanosti, integritetu i točnosti. Dostupan je za sve Linux, Mac OS X i Windows operative sustave. U potpunosti je prilagođen ACID uvjetima, te podržava upotrebu stranih ključeva, joinova, pogleda i spremljenih procedura (u više programskih jezika). Uključuje većinu SQL:2008 tipova podataka, uključujući INTEGER, NUMERIC, BOOLEAN, CHAR, VARCHAR, DATE, INTERVAL i TIMESTAMP. Također, omogućuje pohranu BLOB-ova (eng..Binary Large Object), uključujući fotografije, zvukove ili video. Ima izvorna programska korisnička sučelja za C/C++, Javu, Python, Ruby, ODBC, .Net i mnoge druge, te iscrpnu korisničku dokumentaciju.

SUBP je zadužen za upravljanje svim podacima i njihovom obradom te se sastoji od:

1. Logičke razine modela koji SUBP-u daje elegantnu kontrolu nad podacima, a sastoji se od:
 - stranica ili blokova
 - ekstenta
 - segmenata
 - tabličnog prostora

2. Konceptualne razine, koja se sastoji od entiteta i veza između njih

3. Fizičke razine, koja definira način pohrane podataka na diskovima. Baza prostornih podataka dodaje prostorne tipove podataka, koji predstavljaju geometrijska svojstva i koji obuhvaćaju prostorne strukture poput granice i dimenzije. Osim toga, baze prostornih podataka pružaju skup funkcija za analizu geometrijskih komponenata, određivanje prostornih odnosa i rukovanje geometrijom. Takve baze pohranjuju i upravljaju prostornim objektima kao i svim ostalim objektima.

Postoje tri aspekta koji povezuju prostorne podatke s bazama podataka:

- Tipovi prostornih podataka (točka, linija, poligon,...)
- Multidimenzionalno prostorno indeksiranje za učinkovito procesiranje i prostorne operacije
- Prostorne funkcije u SQL-u za upite o prostornim svojstvima i odnosima

Postoji nekoliko prostornih SQL funkcija koje podržavaju WKT i WKB rukovanje, a to su:

- Hex () je standardna SQL funkcija koja omogućuje prikaz binarnih vrijednosti kao heksadecimalni kodirani tekstni nizovi.
- the Spatial SQL function ST_GeomFromText() pretvara bilo koji valjani WKT izraz u unutarnju vrijednost BLOB geometrije.
- ST_GeomFromWKB () pretvara valjane WKB izraz u unutarnju vrijednost BLOB geometrije.
- ST_AsText () pretvara unutarnju vrijednost BLOB geometrije u odgovarajući WKT izraz.
- ST_AsBinary () pretvara unutarnju vrijednost BLOB geometrije u odgovarajuću WKB izraz.

4. Geodezija i geodetski projekt

U ovom poglavlju bit će opisana geodezija kao znanost, te geodetski projekt u svim potrebnim segmentima koji zajedno čine cjelinu potrebnu za obavljanje zadataka vezanih za spomenuti projekt.

4.1. O geodeziji

Geodezija (grč. γεωδαισία: dioba zemlje), znanstvena je i tehnička disciplina koja se bavi izmjerom i prikazom Zemljine površine, određivanjem oblika Zemlje i njezina polja sile teže. Tradicionalno se dijeli na višu geodeziju, kojoj je svrha bila određivanje oblika i veličine Zemlje, polja sile teže i osnovnih točaka za izmjeru većih područja na Zemljinoj površini, te na nižu geodeziju, koja se u prvom redu bavi detaljnim izmjerama zemljišta i njegovim predočivanjem na kartama i planovima.

Geodeziju čini pet grana, od kojih su dvije, kartografija i fotogrametrija, detaljnije opisane u nastavku ovog poglavlja, a u svrhu pojašnjenja geodetskog projekta koji je ujedno i sastavni dio ovog rada:

- kartografija
- fotogrametrija i daljinska istraživanja
- pomorska, satelitska i fizikalna geodezija
- primijenjena geodezija
- geomatika

Nalaženjem geometrijskoga tijela kojemu je oblik najbliži Zemljinu (Zemljin elipsoid) i plohe kojom se opisuje oblik Zemlje (geoid), bave se matematička geodezija s geometrijskoga i fizikalna geodezija s fizikalnoga stajališta. Sustavna izmjera zemljišta obavlja se na državnoj, tj. regionalnoj razini, te u okviru primijenjene geodezije. Osnovni radovi državne izmjere obuhvaćaju vrlo precizno određivanje položaja osnovnih točaka jedinstvenoga državnog sustava geodetske izmjere. Te su točke polazište za sva druga geodetska mjerenja. Svi se redovi osnovnih geodetskih mreža u novije doba uspostavljaju postupcima satelitske geodezije, posebice uz pomoć globalnoga položajnog sustava (GPS). Mjerenjima manjih dijelova Zemljine površine bavi se primijenjena geodezija. Njezini su osnovni postupci triangulacija, poligonometrija, niveliranje i trigonometrijsko mjerenje visina, a provode se teodolitom, nivelirom, tahimetrom i daljinomjerom.

Mjerenjima tijekom projektiranja i izgradnje zgrada, prometnica, mostova, tunela, hidrotehničkih objekata i sl. bavi se inženjerska geodezija, a određivanje položaja, te precizna mjerenja na morskoj površini, ispod ili iznad nje, zadaća je pomorske geodezije. Katastarskom izmjerom obuhvaćeni su geodetski radovi na izradbi, održavanju i obnavljanju katastra zemljišta, na kojem se osniva i zemljišna knjiga te katastar nekretnina.

Najčešći su oblici prikupljanja podataka u geodetskoj izmjeri neposredno prikupljanje - mjerenjem geodetskim instrumentima ili posredno prikupljanje - mjerenjem snimaka. Pri obradi prikupljenih podataka danas se služimo računalima, a pri matematičkoj obradi mjerenih podataka obično se primjenjuju postavke i metode matematičke statistike, teorije pogrešaka i računa izjednačenja. Prikupljeni podaci dalje se obrađuju i postaju dijelovi raznih prostornih informacijskih sustava.

4.2. Geodetski projekt „Ažuriranje podataka TTB-a i TK25“

Završetkom izrade službenih topografskih karata u mjerilu 1:25000 (TK25) u Republici Hrvatskoj, pred DGU postavljen je novi zadatak održavanja i ažuriranja službenih topografskih skupova podataka. Temeljna topografska baza (TTB) uspostavljena je u DGU-u 2003. godine. Tijekom proteklih godina podaci TTB-a korišteni su za izradu TK25 u analognom obliku. Također, u tom su vremenu izrađene i određene studije koje su gotovo u cijelosti implementirane u Specifikacije proizvoda, koje jasnije određuju način prikupljanja i obrade podataka u TTB-u i prema kojima se vršilo ažuriranje podataka prilikom vektoriziranja, te topološka i kartografska obrade ažuriranih podataka, o čemu će biti više riječi u slijedećem poglavlju.

TTB predstavlja temeljni skup podataka koji je osnova za izradu svih službenih mjerila (Križaj, 1995.). Budući da je faza izrade temeljnih skupova završila 2010. godine, DGU je pokrenula projekt „Izrada specifikacija ažuriranja TTB-a i izrada ažuriranih listova TK25“. Razvijen je sustav koji precizno definira svaki korak u proizvodnji, tj. obnovi podataka. Temelj takvog sustava su dobro definirane Specifikacije proizvoda za sve podatke koji nastaju pri proizvodnji. Stoga, usporedo sa izradom Specifikacija ažuriranja, bilo je potrebno promijeniti i određene Specifikacije proizvoda kako bi se podaci, koji se prvenstveno odnose na digitalni oblik kartografskih produkata, ujednačili.

Specifikacije proizvoda definirale su smjernice za održavanje TTB-a i izradu ažuriranih TK25 na način da se zadovolje potrebe korisnika za ažuriranim podacima. U specifikacijama su opisane dvije metode ažuriranja: metoda prema stvarno utvrđenim

promjenama, koja podrazumijeva da se nastale promjene ažuriraju neposredno nakon njihovog nastanka i obuhvaća samo određene objekte koje su od regionalne i/ili državne važnosti, i metodu periodičkog ažuriranja koja podrazumijeva prikupljanje svih promjena u vremenskom intervalu sukladno programu DGU, što je slučaj kod našeg geodetskog projekta. Nekada su se podaci prikupljali kartiranjem detalja na papiru ili foliji, a danas izravnim digitalnim strukturiranim zapisom u memoriju računala. Zavod za fotogrametriju d.d. posjeduje fotogrametrijski sustav najnovije generacije, u kojem se cjelokupan postupak prikupljanja i obrade podataka temelji na digitalnoj tehnologiji.

Subjekti koji sudjeluju u procesu prikupljanja su:

- djelatnici sustava DGU (Središnji ured/Područni uredi za katastar)
- zavodi za prostorno uređenje svih županija te Javna poduzeća (Hrvatske vode, Hrvatske željeznice, Hrvatske ceste/autoceste)
- profesionalne udruge/organizacije s kojima je DGU već sklopila Sporazume o suradnji na području službene i tematske kartografije, kao što su. Hrvatska gorska služba spašavanja (HGSS), Državna uprava za zaštitu i spašavanje (DUSZ), Savez izviđača Hrvatske (SIH).

Topološko obrađeni podaci dobiveni restitucijom (kartiranjem) iz aerofotogrametrijskih snimaka, snimljenih za potrebe izrade ažuriranih listova TK25, pohranjeni su u TTB-u u vektorskom obliku. Vektorski podaci pohranjeni u TTB-u izrađeni su i obrađeni prema modelu podataka Hrvatskog topografskog informacijskog sustava, tzv. CROTIS (objašnjeno u slijedećem potpoglavlju).

4.2.1. CROTIS sustav

CROTIS sustav je izrađen kao skup pravila koja određuju sadržaje topografsko-kartografskog podsustava, za potrebe uspostave i organizacije TTB-a. Pokrenut je 1997. godine od strane DGU. Rad na ovom projektu odvijao se paralelno i povezano s procesom izrade karata, čime je osigurano da proces izrade karata bude kompatibilan s CROTIS-om, tj. s postojećim normama i standardima iz područja geoinformacija (ISO/TC211 i OGC norme).

Sadržaj CROTIS-a su temeljni dokumenti kojima se standardizira način prikupljanja, obrade, predstavljanja i razmjene topografskih podataka, te uspostava topografske baze. CROTIS-om se daju osnovna i detaljna rješenja topografskog informacijskog sustava u domeni modela podataka, njihovog prikupljanja, obrade, točnosti, načina predstavljanja, topoloških

relacija i njihove razmjene. Uspostavom CROTIS-a ostvaruje se najbitniji cilj idejnog projekta STOKIS (Službeni topografsko-kartografski informacijski sustav).

Temeljna namjena CROTIS-a je primjena u svim sferama gospodarenja prostornim podacima. Zato je gotovo nemoguće modelom podataka predvidjeti primjene ovog sustava i specifične potrebe pojedinih korisnika..

4.2.2. Proces ažuriranja podataka

Kako bi se pristupilo realizaciji projekta potrebno je od Naručitelja prikupiti potrebnu dokumentaciju i podatke. DGU je, kao Naručitelj, za potrebe ažuriranja TTB-a i listova TK25, osigurala Izvršitelju slijedeće bitne podatke:

- Projektni zadatak
- Specifikacije proizvoda
- Strukturu podataka kartografskog vektora
- Originalne podatke fotogrametrijskog kartiranja
- Kartografske podatke TK25 u vektorskom obliku u Gauss-Krügerovoj projekciji
- Geokodirane rasterske podatke TK25
- Parametre aerotriangulacije
- Digitalni model terena
- Digitalni ortofoto
- Okvire listova po novoj podjeli TK25
- Karte TK25 po novoj podjeli potrebne za preklop
- Temeljnu topografsku bazu
- Registar geografskih imena
- Registar prostornih jedinica – adresni
- Poligone vojnih područja
- Bazu stalnih geodetskih točaka
- Informacije o nastalim promjenama u prostoru u formi Izvješća o utvrđenim promjenama (IUP), koje sadrže indikatore promjena koje je DGU uočila (usporedbom digitalnih ortofoto karata i službenih listova TK25), te promjene dostavljene od drugih subjekata (HGSS i DUSZ).

Nakon izrade IUP, u kojem su verificirane informacije o uočenim promjenama, pristupa se izradi plana ažuriranja. Izrada plana ažuriranja je potrebna da bi se odredio

vremenski slijed kada će se pojedini objekt ažurirati u TTB i TK25 i radi se na osnovu IUP i prioriteta objekata koji se ažuriraju. Plan sa IUP se dostavlja Izvršitelju koji je nakon provedenog javnog natječaja dostavio najpovoljnije uvjete izrade. Za vrijeme trajanja Ugovora za tekuću godinu Izvršitelj mora ažurirati samo one objekte koji su sukladni planu ažuriranja (PA).

Svi navedeni slučajevi promjene moraju se evidentirati u IUP-u.

Proces ažuriranja podataka/opseg radova:

- kontrola ulaznih podataka
- homogenizacija podataka kartografskog vektora TK25,
- kontrola homogeniziranog vektora
- fotogrametrijsko kartiranje stereo izmjerom svih promjena topografskih podataka, te kontrola istog
- topološka obrada fotogrametrijskog kartiranja topografskih podataka, te kontrola iste
- strukturiranje podataka TTB-a sukladno dostavljenom formatu zapisa
- kartografska obrada topografskog sadržaja, te kontrola iste
- izrada i kontrola rasterskih datoteka,
- izrada i kontrola vektorskih PDF datoteka,
- interna kontrola kvalitete,
- izrada tehničkog izvješća s opisom provedenih postupaka obrade i kontrole podataka.

Nakon završenog procesa ažuriranja Izvršitelj radova predaje Naručitelju cjelovite skupove podataka. Svi dostavljeni podaci podložni su kontroli kvalitete unutar DGU i nakon konačne kontrole proizvodi/podaci se puštaju u daljnju proceduru punjenja baza i tiskanja karata. Promjene koje su implementirane u novoizrađenim podacima evidentiraju se u knjizi promjena. Knjiga promjena je digitalna baza. Usporedo sa knjigom promjena, koja je prvenstveno vezana za kartografske podatke - u ovom slučaju TK25, u TTB je uveden pojam životnog ciklusa objekata. Uspostava životnog ciklusa je uvođenje atributnih podataka koji su vezani za promjenu svakog pojedinog objekta u TTB-u. (Tablica 1).

Ime atributa	Opis atributa	Tip polja	Uvjet <i>O – obavezan</i> <i>N – neobavezan</i> <i>U – uvjetan</i>
TOID	Jedinstveni identifikator topografskog objekta u bazi podataka.	Long integer	U
POCETAK_OBJEKTA	Datum kreiranja objekta u bazi Napomena: Kod prvog ažuriranja objekta datum je identičan početku prve verzije, odnosno datumu koji je sadržan u vrijednosti atributa QCID. Atribut QCID ima strukturu YYYYMMDDC i generiran je od strane HGI-a nakon što je objekt prošao kontrolu kvalitete.	date	O
KRAJ_OBJEKTA	Datum kada je objekt umirovljen u bazi iz razloga što više ne postoji u stvarnom svijetu. TOID umirovljenog objekta se ne smije pridruživati novim objektima.	date	U
POCETAK_VERZIJE	Datum kada je došlo do promjene objekta a da se objekt i dalje smatra istim entitetom. Datum kada se promjena na objektu evidentirala u bazi podataka.	date	O
KRAJ_VERZIJE	Datum kada je verzija prestala važiti. Identičan je datumu početka nove verzije u TTB-u	date	U
DATUM_NASTAJANJA	Datum nastajanja objekta u stvarnom svijetu. Npr. godina izgradnje neke građevine kao što je crkva i sl. Atribut POCETAK_OBJEKTA je vezan za nastanak objekta u TTB-u	date	N
DATUM_NESTAJANJA	Datum nestajanja objekta u stvarnom svijetu.	date	N
DATUM_IZVORNIKA	Datum nastanka izvornika korištenog za reviziju podataka. Npr. datum kada je snimljen zračni snimak iz kojega se kartirao objekt ili kada je snimljena situacija koja je unesena u TTB. ¹	date	O
DATUM_REVIZIJE	Datum pregleda objekta neovisan je o tome da li je došlo do promjene	date	O
RAZLOG_PROMJENE	Razlog zbog kojega je objekt dobio novu verziju. Razlog promjene evidentira se na novoj verziji objekata.	Integer (Razlog_promjene)	O
VERZIJA	Broj verzije (raste sekvencijalno)	Integer	O
IME_OPERATERA	Ime operatera DGU koji je unesao podatke u TTB	Character String	O
NAZIV_PROIZVODACA	Subjekt koji je prikupio podatak – privatna firma, DGU, HGI, organizacija s kojom DGU ima sporazum, itd.	Character String	O

Tablica 1: Atributi životnog ciklusa objekata u TTB-u
(Prema: Landek, Vilus; DGU kongres II o katastru HR)

5. Sektor obrade

Sektor obrade tehnički je dio tvrtke Zavod za fotogrametriju d.d.. Dijeli se na dva glavna odjela - Fotogrametriju i daljinska istraživanja, te Kartografiju i GIS. Djelatnosti oba odjela bit će detaljnije opisane u slijedećim potpoglavljima, u okviru objašnjenja geodetskog projekta.

5.1. Fotogrametrija i daljinska istraživanja

Fotogrametrija je znanost i tehnika određivanja oblika, veličine ili položaja nekog objekta snimanjem, mjerenjem i interpretacijom fotografskih snimaka. Zasniva se na činjenici da snimka nastaje prema određenim geometrijskim i optičkim zakonitostima, pa je njihovim poznavanjem moguće na osnovi snimke djelomično ili u potpunosti rekonstruirati snimljeni objekt. Na osnovi jedne snimke mogu se odrediti dvodimenzijiska svojstva objekta, tj. provesti potpuna rekonstrukcija približno ravnog objekta (npr. zemljišta, pročelja zgrade) ili djelomična rekonstrukcija prostornog objekta (npr. obrisa nekog predmeta). Za određivanje trodimenzijskih svojstava objekta potrebno je načiniti dvije snimke, tzv. stereopar (objašnjeno u 5.1.1.), iz različitih kutova snimanja. Takvo se snimanje naziva stereoskopskim, a fotogrametrijska rekonstrukcija uz pomoć stereoparova naziva se stereofotogrametrijom.

Rezultati fotogrametrijske restitucije mogu biti:

- **Brojevi**, odnosno koordinate pojedinih točaka objekta u trodimenzionalnom koordinatnom sustavu (digitalno određivanje točaka)
- **Crteži** (analogni i/ili digitalni, tj. karte i planovi s horizontalnom i visinskom predodžbom i drugi grafički prikazi objekata)
- **Snimke** (analogne ili digitalne), redresirane fotografije (ortofoto) i iz njih izrađene fotokarte, kao i fotomozaici i prostorne (stereo) snimke.

Fotogrametrija omogućava rekonstruiranje objekata i utvrđivanje njihovih značajki bez izravnog kontakta. Taj se način dobivanja informacija danas naziva daljinsko istraživanje (eng. *remote sensing*).

Fotogrametrija se prvenstveno primjenjuje za izradu topografskih podloga u obliku linijskih karti i ortofoto karti. Ortofoto karta je list karte sastavljen od jedne ili više ortofoto snimki jedinstvenog mjerila s nanesenom pravokutnom koordinatnom mrežom i odgovarajućim kartografskim znacima.

Kada se navedeni produkti izvide modernim instrumentarijem (trodimenzionalni digitalizatori) dobiva se digitalni model reljefa (DMR) u kojem su pohranjene informacije o obliku, položaju i veličini, te korištenju površine terena, koje se mogu na različite načine obrađivati u GIS-u.

Koordinate pojedinih točaka određuju se i mjerenjem te interpretacijom snimaka snimljenih iz zraka ili sa Zemlje, ili se iz redresiranih snimaka izvide planovi, fotokarte, fotomozaici i panoramski snimci.

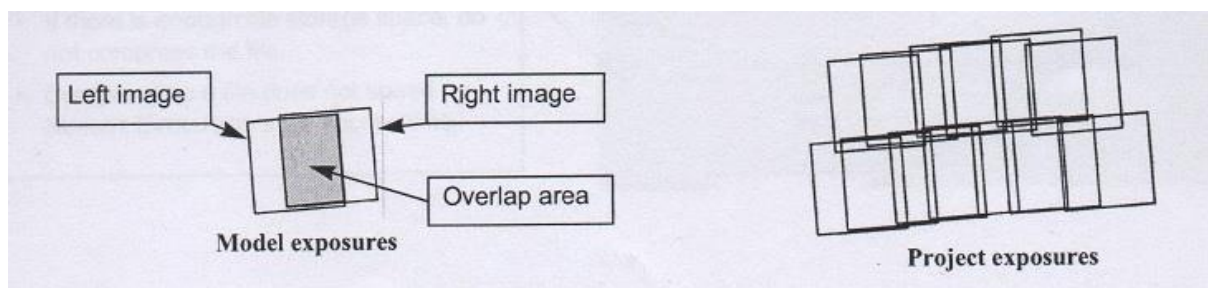
Za potrebe realizacije našeg geodetskog projekta, potrebno je izvršiti prethodnu pripremu podataka za digitalnu obradu. Samu pripremu vršimo procesom aerotriangulacije, opisanom u idućem potpoglavlju.

5.1.1. Aerotriangulacija

Aerotriangulacijom nazivamo fotogrametrijsku triangulaciju s aerofotografijama. Kako navodi Fiedler, 2003.:

Svrha aerotriangulacije je dopuna položajnih i/ili visinskih točaka mreže kontrolnih točaka, od nekoliko osnovnih točaka bloka, određenih geodetskim metodama, do neophodnog broja točaka potrebnih za orijentaciju pojedinačnih modela, odnosno određivanje elemenata vanjske orijentacije svake pojedine snimke.

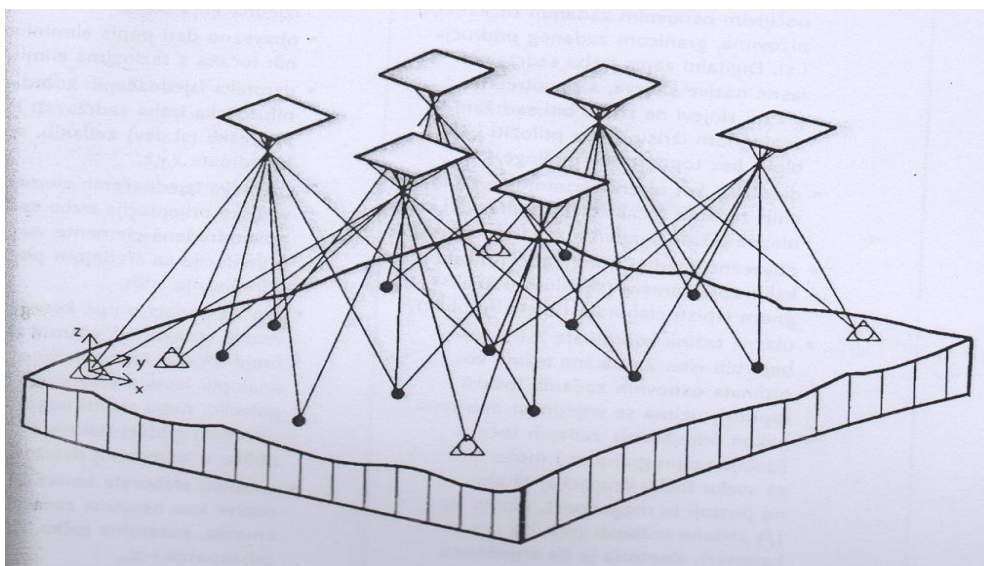
Metode aerotriangulacije oslobađaju fotogrametriju u smislu pružanja najmanje tri kontrolne točke (u svakom stereomodelu), koje su određene metodama klasične geodezije. Jedan stereomodel ili stereopar čine dvije fotografske snimke istog objekta dobivene snimanjem s dvaju snimališta (Slika 3).



Slika 3: Preklap dvije snimke, tzv. stereopar, tj. model (lijevo) ;
dva niza aerosnimanja (desno)
(Prema: III. Simpozij ovlaštenih inženjera geodezije, 2010.)

Stereopar služi za dočaravanje prostornosti prikaza, stereofotogrametrijsku izmjeru i sl. Snimanje se obavlja istodobnim snimanjem ili dvjema kamerama s usporednim osima snimanja, tj. uzastopnim snimanjem jednom kamerom sa dva različitih snimališta. Snimke mogu biti ostvarene na fotografskom filmu ili papiru, ili pak u digitalnom obliku, što je slučaj kod ovog geodetskog projekta.

Vezne točke su točke koje se određuju u postupku izjednačenja bloka, a služe za povezivanje snimki/modela. Nakon izjednačenja one postaju orijentacijske, jer mogu poslužiti za orijentaciju pojedinačnih snimki odnosno modela. Danas najčešće primjenjivana metoda izjednačenja bloka je metoda zračnih snopova (Slika 4).

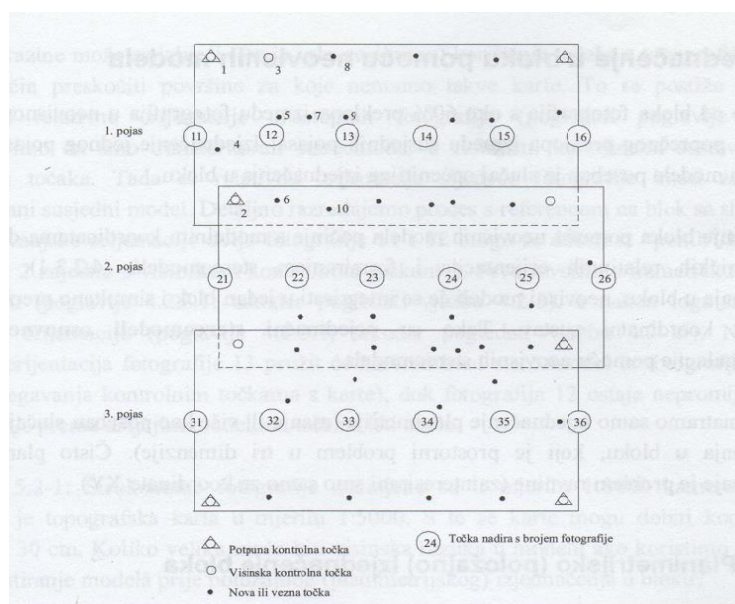


Slika 4: Metoda zračnih snopova

(Izvor: III. Simpozij ovlaštenih inženjera geodezije, 2010.)

Obzirom na veličinu snimki, skenirane snimke su obično pohranjene na medij sa mogućnošću primitka velike količine podataka. Za ovaj projekt koristio se isključivo format .tif (eng. *Tagged Image File Format*) za visoko kvalitetnu grafiku.

Slika 5 prikazuje princip aerotriangulacije. Primjer prikazuje 18 fotografija u tri pojasa. Preklap fotografija u okviru pojasa (uzdužni preklap) iznosi oko 60%, a poprečni preklap je oko 25%. Za orijentaciju ovog skupa fotografija imamo šest kontrolnih točaka i tri visinske kontrolne točke. Zahtijevamo orijentacijske elemente i zemljišne koordinate novih točaka. Nove točke vezuju modele zajedno u okviru pojasa i vezuju susjedne pojase zajedno.



Slika 5: Skup fotografija za izjednačenje u bloku (Izvor: Karl Kraus, 2006.)

Rezultati aerotriangulacije su orijentacijski elementi svih fotografija ili stereomodela i koordinate XYZ diskretnih točaka u zemljišnom koordinatnom sustavu. Govorimo o fotogrametrijskom određivanju točaka.

Dobrom pripremom zadatka, uzdužnim i poprečnim preklopima, iskusnim planiranjem i odabirom dobro definiranih detalja za osnovne zadane točke bloka, može se puno postići u daljnjoj obradi podataka, te dobiti točne i pouzdane podatke.

Nakon odrađenog postupka aerotriangulacije pristupa se fotogrametrijskom kartiranju promjena.

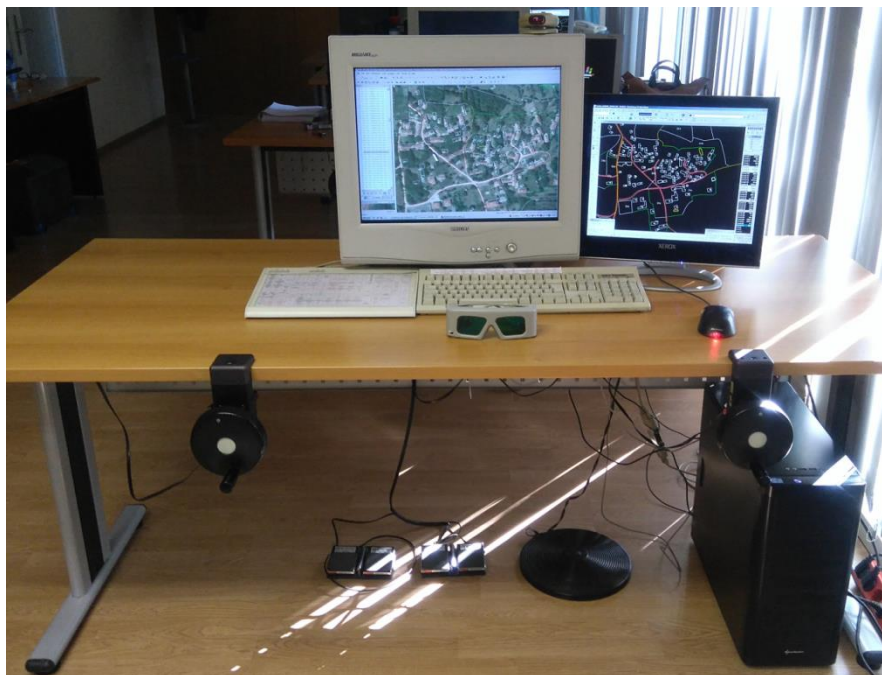
5.1.2. Fotogrametrijsko kartiranje promjena

Nakon provedene aerotriangulacije pristupa se digitalnoj obradi slike, tj. trodimenzionalnom opažanju digitalnih stereoparova, koje se provodi na nezavisnim, digitalnim fotogrametrijskim radnim stanicama (Slika 6). U našem slučaju vrši se ažuriranje nastalih promjena stvarnog stanja na terenu u odnosu na staro stanje na TK25.

Na takvim se stanicama moraju zadovoljiti uvjeti za stereoskopsko opažanje:

- računalo, tj. kutija
- dva monitora, od čega je jedan stereo monitor (3D prikaz projiciran u Summit Evolution programu), te drugi, klasični monitor (2D prikaz kao simetrična projekcija vektorizacije iz Summit Evolution-a) (Slika 7).

- emiter (služi za uparivanje/konekciju 3D naočala i programa Summit Evolution).
- 3D naočale
- DAT/EM tablet (služi za odabir linije/točke/ćelije za vektorizaciju sadržaja)
- klasična tipkovnica
- XY ručni volani (služe za vertikalno i horizontalno pomicanje markice na stereo monitoru)
- Z nožni volan (služi za visinsko pomicanje markice na stereo monitoru)
- set nožnih pedala za kartiranje

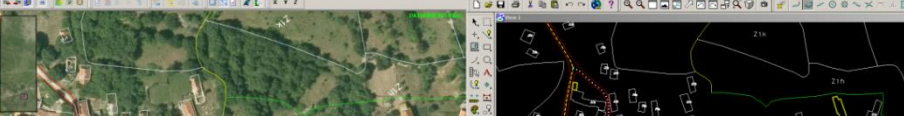


Slika 6: Digitalna fotogrametrijska radna stanica
(u vlasništvu tvrtke Zavod za fotogrametriju d.d., 2017.)

Softveri za rješavanje fotogrametrijskih zadataka, zasnovani na digitalnim slikama, u našem slučaju Summit Evolution i Bentley Microstation V8, mogu se instalirati na bilo kojem digitalnom računalu uz minimalne zahtjeve.

Definiranje i verificiranje promjena pojedinih objekata podrazumijeva:

- kreiranje objekta
- brisanje objekta
- revizija objekta
- promjena geometrije objekta
- promjena vrijednosti atributa

- 

Stereoskopsko opažanje vršilo se prema Specifikacijama proizvoda pod nazivom SP TK25 ver 2.0. (Slika 8).

Državna geodetska uprava

Str. 59 od 129

GRAĐEVINE

	LV	CO	ST	WT	TERST	
Lanjski granici objekta	1	0	0	0		
Tekućinski hod na klasifikaciji objekta	61	0	0	0		
Tekućinski hod na klasifikaciji vanjskog stropa u zgradi	61	0	0	0		Zrp
Zgrada	LV	CO	ST	WT	KOD / CHL	MJERNAKANA DIMENZIJA – tumaž (m) / postrož (m) /
Gmzica postrož						
Stambena zgrada					51a	5/29
Kuća					51b	5/29
Kućina					51c	5/29
Vinska zgrada					51d	5/29
Ostale stambene zgrade					51e	5/29
Cerijarna					52e	5/29
Industrijska zgrada					53e	5/29
Trgovna zgrada					53b	5/29
Škola					54b	5/29
Fakultet					54m	5/29
Sudnica					55e	5/29
Spornički dvoran					52b	5/29
Plaznirski dom					55c	5/29
Zgrada ostrožnog indusrijskog					55c	5/29
Zgrada kmetičkog zgrada					55g	5/29
Zgrada indusrijskog indusrijskog					56e	5/29
Zgrada indusrijskog indusrijskog					56b	5/29
Proizvodna zgrada zrakoslovna					57a	5/29
Hazar					57f	5/29
Čista					51a	5/29
Trgovna					52b	5/29
Stavop					52c	5/29
Smetana, manoir					52d	5/29
Zgrada dvi					52e	5/29
Ostale zgrade zgrade					52e	5/29
Ratnica					57a	5/29
Trgovna					57a	5/29
Sila					57c	5/29
Trgovna					57d	5/29
Pilona					57e	5/29
Čigla					57f	5/29
Cementna					57g	5/29

Datum: 15.10.2015. 14:01:01

Reg: 014/014-01/01
Projekt: Osnovni dokumenti Specifikacije za 2016. god.

Vrsta: Danak
Datum: Danak

2/4

2015.

15.10.2015. 14:01:01

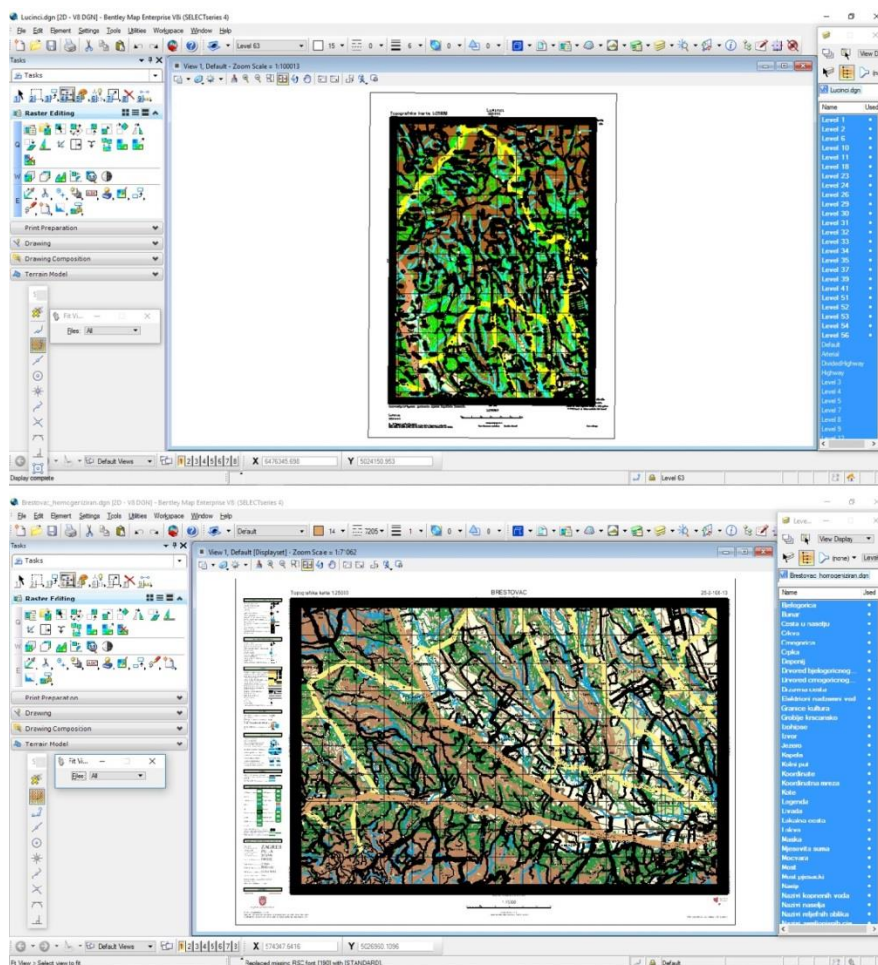
25

- usklađivanje toponima s Registrom geografskih imena,
- kontrola homogeniziranog kartografskog vektora.

Usklađivanje kartografskog vektora prema projektnom zadatku sastoji od:

- razvrstavanja podataka po slojevima DGN datoteke dobivene od Naručitelja
- usklađivanja vrsta linija
- usklađivanja točkastih znakova
- usklađivanja tipa teksta
- usklađivanja boja sadržaja
- slaganje slojeva kartografskog vektora
- kontrola kartografskog vektora u staroj podjeli TK25

Podaci kartografskog vektora su obrađeni programom Bentley Microstation V8. Izvršeno je usklađenje atributa (level, boja, tip, širina linije) svih linijskih i površinskih elemenata prema priloženoj, unaprijed zadanoj strukturi (Slika 10). Točkasti elementi (simboli) su zamijenjeni simbolima iz nove zbirke simbola.



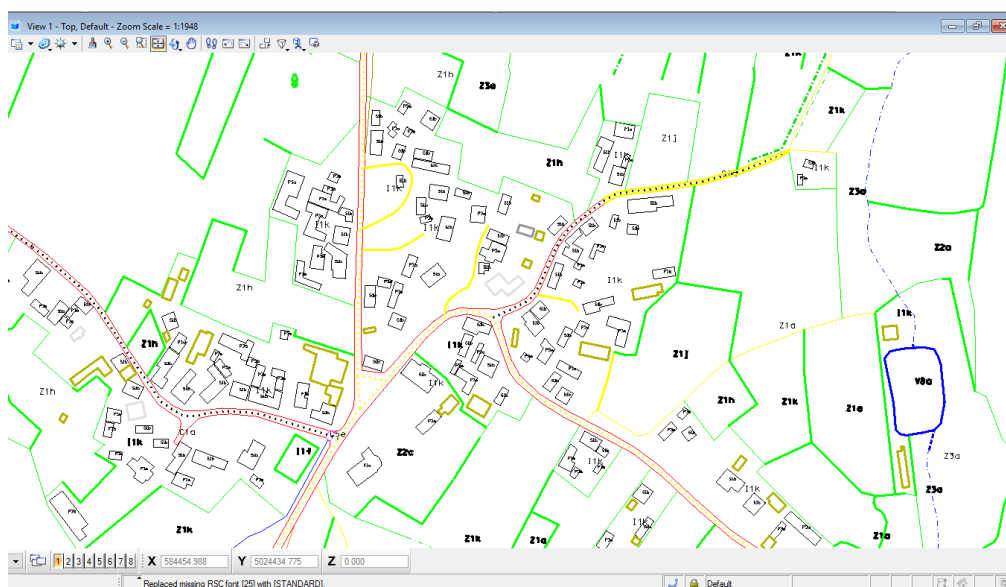
Slika 10: Primjer homogenizacije, točnije usklađivanja atributa po levelima

5.2.2. Topološka obrada kartografskog vektora

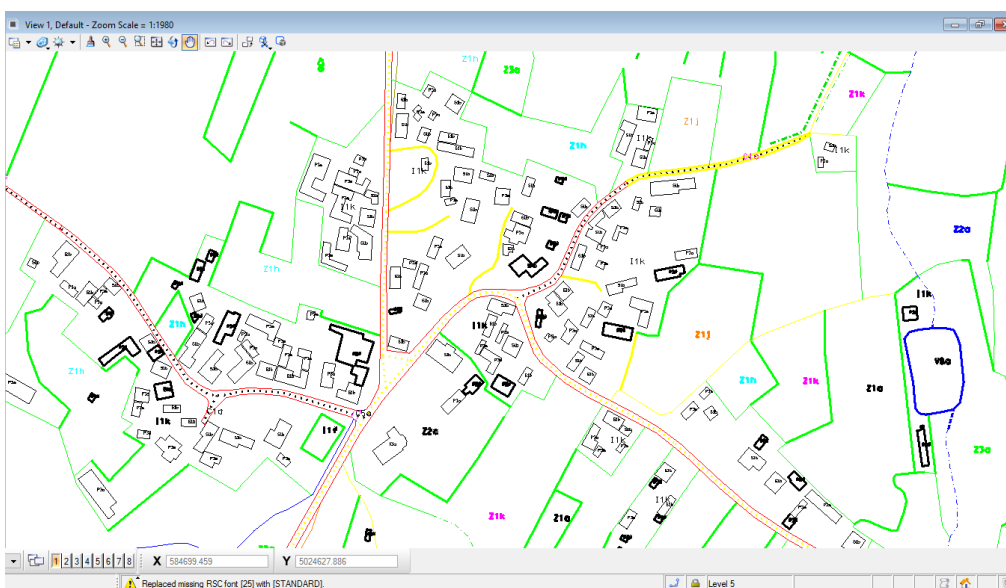
Topološka obrada podataka sastoji se od nekoliko koraka. Prvi korak je prilagodba podataka fotogrametrijskog kartiranja Katalogu topološke obrade. Drugi korak je topološka korekcija podataka (Slika 11 i Slika 12). Topološka obrada fotogrametrijskog kartiranja izvršena je u TTB-u dobivenom od DGU-a i obuhvaća sljedeće radove:

- dopuna podataka TTB-a sa podacima iskartiranih promjena
- topološka obrada novo nastalih podataka i usklađivanje sa susjednom topologijom

Radovi su izvršeni programima Bentley Microstation i ArcGis, te u skladu sa važećim Specifikacijama za topografske podatke.



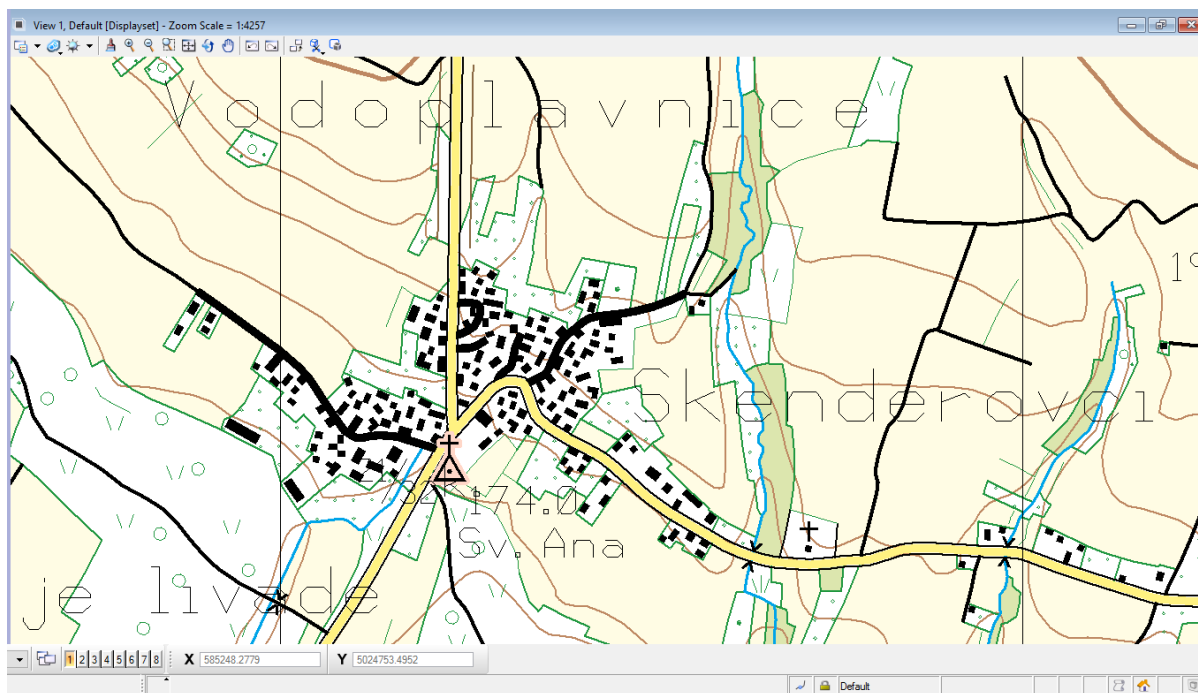
Slika 11: Primjer fotogrametrijskog kartiranja promjena stvarnog stanja na terenu



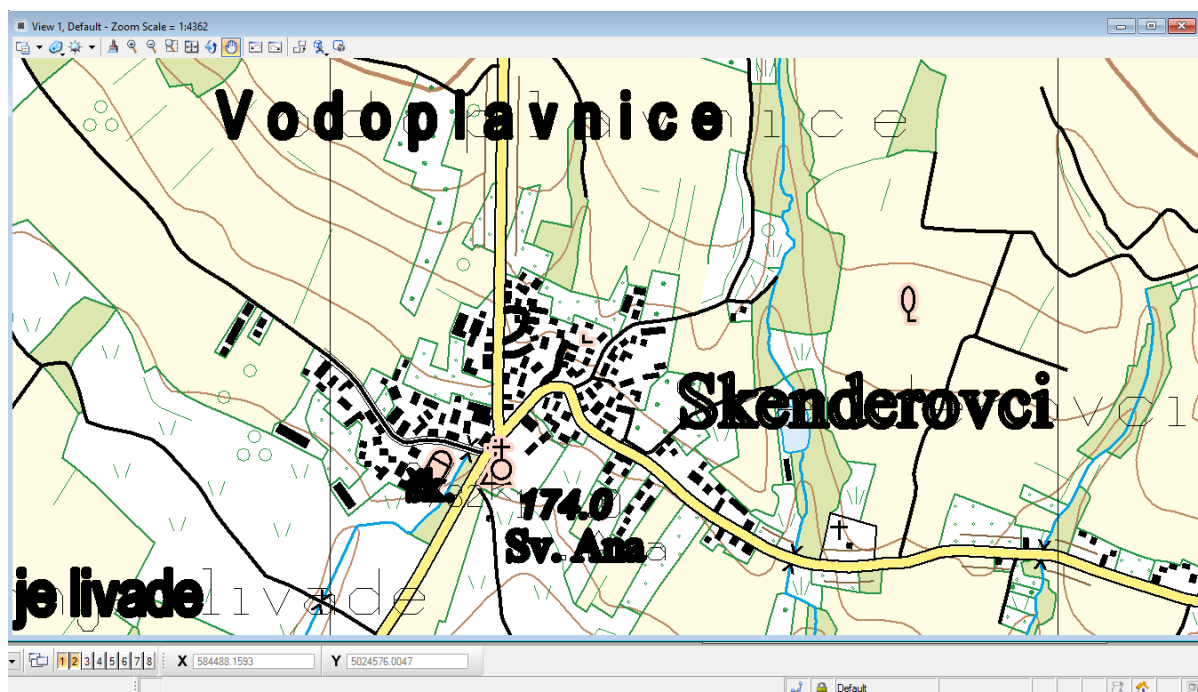
Slika 12: Primjer topološke obrade fotogrametrijskog kartiranja

5.2.3. Kartografska obrada kartografskog vektora

Kartografska obrada podrazumijeva usklađivanje homogeniziranog materijala sa Specifikacijama TK25. (Slika 13, Slika 14 i Slika 15).



Slika 13: Primjer homogeniziranog kartografskog vektora



Slika 14: Primjer kartografske obrade homogeniziranog kartografskog vektora

Građevine

Ime sloja	Geometrija (znak, linija, površina, tekst)	Level	Color	Style	Weight	Fill	Cell	Napomena	Datoteka
Stambene zgrade	površina	201				1			002-Građevine
Stambeni blok	površina	202				1			002-Građevine
Stambene zgrade više od 10 katova	površina	203	1	0	1	14			002-Građevine
Koliba	znak	204					Cell 2101C		002-Građevine
Javne zgrade	površina	205				1			002-Građevine
Planinarski dom	znak	206					Cell 2105B		002-Građevine
Ruševina	znak / površina	207	1	2107	1		Cell 2107		002-Građevine
Industrijski objekti	površina	208	1	0	1	2			002-Građevine
Dimnjak	znak	209					Cell 2301B		002-Građevine
Silos	površina / znak	210				1	Cell 2301C		002-Građevine
Energetski objekti	površina / znak	211	1	0	1	2	Cell 2302		002-Građevine
Trafostanica	površina / znak	212	1	0	1	2	Cell 2302G		002-Građevine
Poljoprivredno gospodarstvo	površina	213				1			002-Građevine
Vodenica	znak	214					Cell 2303D		002-Građevine
Vjetrenjača	znak	215					Cell 2304		002-Građevine
Crkva	površina / znak	216				1	Cell 2401A		002-Građevine
Kapela	znak	217					Cell 2401AA		002-Građevine
Zvonik	znak	218					Cell 2401B		002-Građevine
Džamija	znak	219					Cell 2401D		002-Građevine

Dokument: SP TK25
 Broj:
 Projekt:

Verzija:
 Datum:
 Datoteka:

2.0.
 Prosinac, 2016.
 SP TK25ver 20

Slika 15: Primjer SP TK25 za kartografsku obradu kartografskog vektora

Kartografska obrada je izvršena programom Bentley Microstation V8.

6. Tehnologije korištene za potrebe geodetskog projekta

Za potrebe geodetskog projekta „Ažuriranje podataka TTB-a i TK25“ koristilo se nekoliko softverskih rješenja bez kojih projekt ne bi bilo moguće izvršiti. U daljnjem tekstu bit će objašnjen svaki od korištenih alata, dok će alat ArcGIS biti objašnjen detaljno u zasebnom poglavlju.

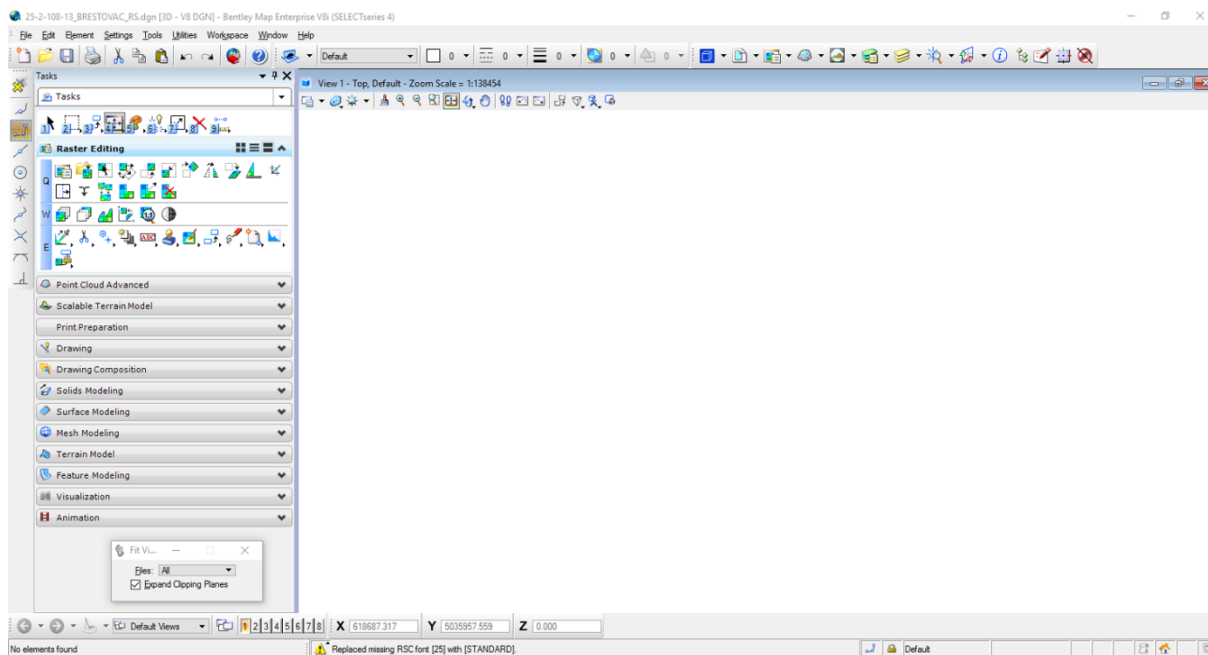
6.1. Bentley MicroStation V8

MicroStation je platformski arhitektonski i inženjerski programski paket razvijen od strane tvrtke Bentley Systems Incorporated. To je softver za modeliranje, dokumentiranje i vizualizaciju 2D i 3D projekata bilo koje veličine i složenosti. Najnovija verzija softvera puštena je isključivo za operacijske sustave Microsoft Windows, ali povijesno MicroStation je bio dostupan za Macintosh platforme i niz Unix operativnih sustava.

Njegov izvorni format je DGN format, iako može čitati i pisati razne standardne CAD formate, uključujući DWG, DXF, SKP i OBJ, te proizvoditi medijske rezultate u oblicima kao što su renderirane slike (JPEG i BMP), animacije (AVI) 3D Web stranice u Virtual Reality Modeling Language (VRML) i Adobe Systems PDF.

Godine 2000. Bentley je napravio verzije DGN formata datoteke u V8 kako bi dodao značajke poput digitalnih prava i povijesti dizajna - sposobnost kontrole revizije koja omogućava vraćanje prethodnih izmjena na globalnoj razini ili odabir i bolju podršku uvozu/izvozu Autodeskovih DWG formata. Također, DGN format je uklonio mnoga ograničenja podataka iz ranijih izdanja, kao što su ograničene razine dizajna i područje za crtanje.

U našem slučaju MicroStation je, u prvom planu, korišten na odjelu Fotogrametrije i daljinskih istraživanja, za rješavanje fotogrametrijskih zadataka, u kombinaciji sa softverskim rješenjem Summit Evolution. Također, korišten je i na odjelu Kartografije i GIS-a, u svrhu obrade podataka pristiglih sa odjela Fotogrametrije i daljinskih istraživanja (Slika 16).



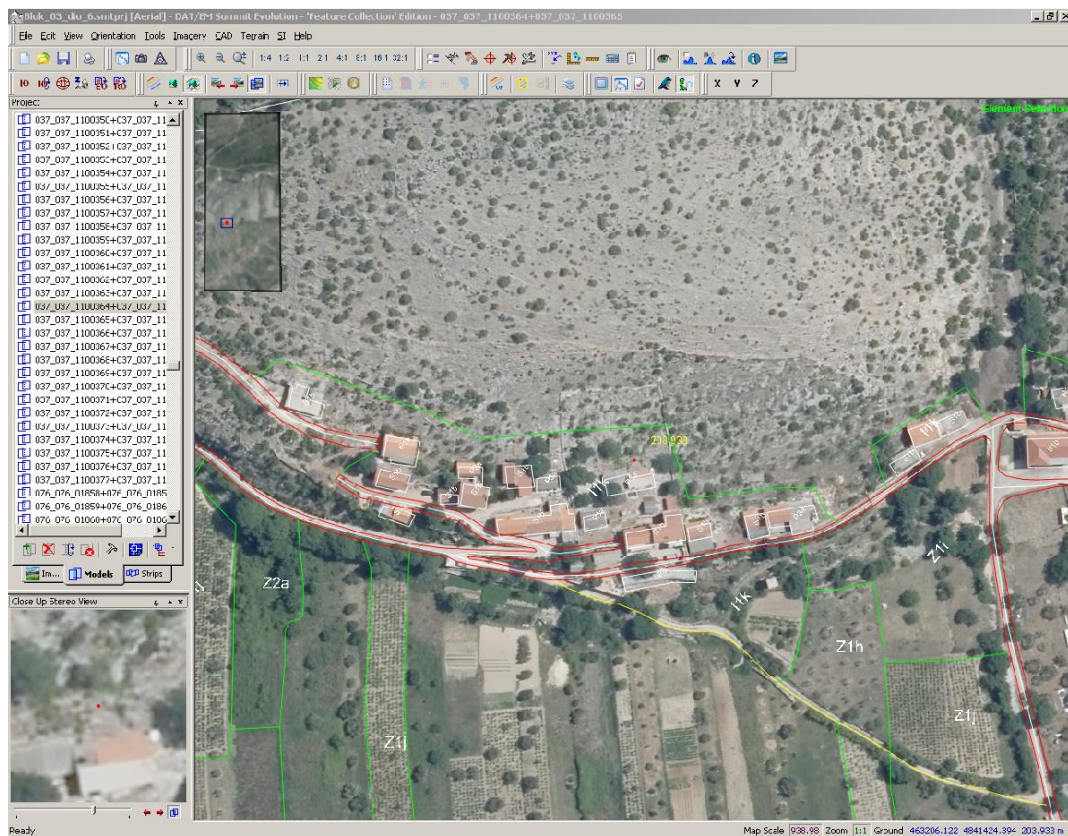
Slika 16: Primjer softverskog rješenja Bentley MicroStation V8

6.2. Summit Evolution

Summit Evolution je skup alata za otkrivanje i snimanje 3D informacija iz stereo podataka (Slika 17). Softver uključuje CAD i GIS sučelja, 3D superimpoziciju stereo vektora, automatizirano uređivanje značajki, kontura i mnoge druge alate. Kroz Capture sučelje omogućeno za Summit proizvode, značajke slike iz projekta Summit Evolution digitaliziraju se izravno u, za potrebe ovog geodetskog projekta, Bentley MicroStation V8.

DAT/EM SuperImposition ugrađen je u svaki Summit Evolution sustav. Profesionalna razina uključuje automatske i poluautomatske alate za određivanje orijentacije, transformaciju koordinata, digitalizacijske alate vezane uz kartiranje i DAT/EM MapEditor.

Summit Evolution projekti mogu se kreirati iz gotovo bilo kojeg izvora stereo slike, uključujući antenski, digitalni i skenirani film, te digitalni ortofoto.



Slika 17: Primjer softverskog rješenja Summit Evolution

6.3. FME

FME je softversko rješenje tvrtke Safe Software, dobiveno od Naručitelja u svrhu interne kontrole nad podacima koji su novonastali ili promijenjeni u procesu ažuriranja.

Nakon završetka obrade ažuriranih promjena topološkom i kartografskom metodom, pristupa se internoj kontroli dobivenih podataka, prije punjenja baze u ArcMapu (Slika 18).

Transformacija i integracija podataka omogućena je za FME DESKTOP i FME SERVER.

- FME DESKTOP

- FME Workbench

Omogućava da na jednostavan način pomoću „drag and drop“ funkcija odredite ulazne i izlazne formate, definirate alate za manipulaciju podataka i redoslijed njihovog izvršavanja.

- FME Data Inspector

Alat za evaluaciju naših podataka u vizualnom i interaktivnom okruženju prije, poslije i za vrijeme izvođenja transformacija.

- FME SERVER

- Automatizacija toka rada za FME poslove

Osigurava „up-to-date“ podatke. Automatski izvršava poslove po unaprijed zadanom rasporedu ili na temelju definiranih događaja.

- Kreiranje servisa za transformaciju podataka

FME Server kroz servise olakšava centralizaciju podataka i njihovo stavljanje na raspolaganje različitim sustavima unutar organizacije.

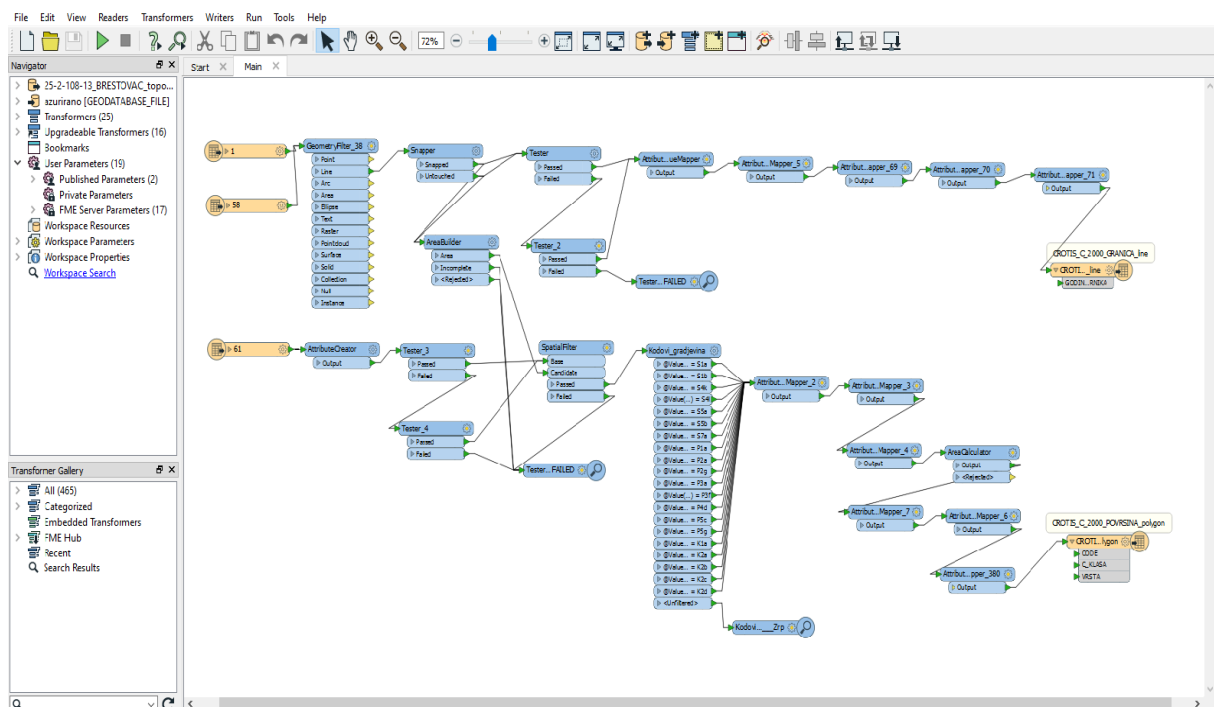
- Razmjena podataka putem Web-a, e-mail-a i mobilnih uređaja

- Korištenje podataka u stvarnom vremenu

FME Server omogućuje preuzimanje i upotrebu podataka u trenutku kada su nastali, njihovo „real-time“ procesiranje i isporuku za definirane potrebe.

FME podržava više od 350 formata datoteka, aplikacija i Web usluga.

Sijedi primjer „drag and drop“ funkcija korištenih u našem projektu, a u svrhu interne kontrole ažuriranih podataka (Slika 18). Primjer sadrži kontrolu tri levela koji se odnose na objekte i njima pripadajuće kodove. Vršiti se kontrola svih pripadajućih atributa objekata (level, boja, tip i debljina linije). Također, kontrolira se točnost pripadajućeg koda svakom objektu. Atributi standardno moraju odgovarati unaprijed određenim atributima u, već spomenutim, Specifikacijama proizvoda (slika 8).



Slika 18: Primjer FME-a, „drag and drop“ funkcija

6.4. ArcGIS Desktop 10

ArcGIS Desktop 10 softversko je rješenje tvrtke ESRI (eng. *Environmental Systems Research Institute, Inc.*). Donosi mnoga poboljšanja ArcMap-u koja nam pomažu brži postupak izrade i dijeljenja karata, te bolju kvalitetu istih.

O ArcGIS-u, ArcMap-u i ArcCatalogu bit će više riječi u zasebnom poglavlju koje slijedi.

7. ArcGIS Desktop 10

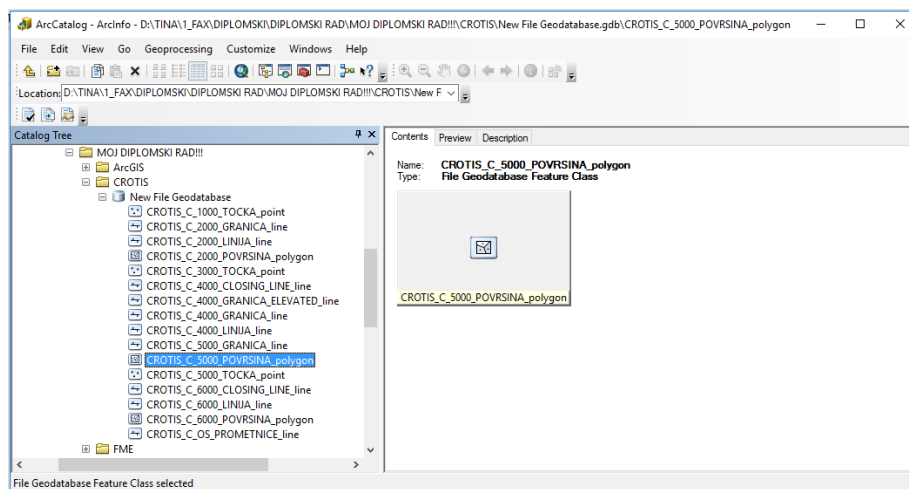
ArcGIS je geografski informacijski sustav za rad s kartama i geografskim informacijama. Sustav pruža infrastrukturu za izradu karata i geografskih informacija dostupnih diljem organizacije, zajednice i otvoreno na Webu.

Upravo iz navedenih razloga, ArcGIS je bio odličan i logičan izbor sučelja za rad sa geografskim informacijama iz našeg geodetskog projekta.

ArcGIS paket dostupan je na četiri razine licence: Osnovni, Standardni ili Napredni (bivši ArcView, ArcEditor ili ArcInfo), te Pro. Svaki korak u licenci pruža korisnicima više proširenja koja omogućuju izvršavanje raznih upita na skupu podataka. Pro je najviša razina licenciranja i omogućuje korisniku korištenje ekstenzija kao što su 3D analitičar, prostorni analitičar i geostatički analitičar, kao i brojne nove funkcionalnosti na svakom novom izdanju.

Glavna komponenta ESRI-evog ArcGIS paketa je ArcMap. Prvenstveno se koristi za pregledavanje, uređivanje, izradu i analizu geoprostornih podataka. ArcMap omogućava korisniku da istražuje podatke unutar skupa podataka, simbolizira značajke u skladu s tim i stvara karte. To se provodi kroz dva različita odjeljka programa, tablice sadržaja i okvir podataka.

Također, još jedna komponenta ArcGIS paketa je i ArcCatalog koji se koristi za organiziranje i upravljanje raznim vrstama geografskih podataka za ArcGIS Desktop. ArcCatalog organizira te sadržaje u prikaz stabla pomoću kojih možemo upravljati GIS podacima i ArcGIS dokumentima, pretraživanjem i pronalaženjem informacija.



Slika 19: Primjer prikaza stabla u ArcCatalog-u

7.1. Povijest ArcGIS-a

1969. godine harvardski student Jack Dangermond sa svojom ženom osnovao je Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI) sa središtem u Redlandsu u Kaliforniji. Rani cilj tvrtke bio je organizacija i analiza geografskih podataka u svrhu pružanja podrške prostornim planerima i menadžerima prostornih resursa. ESRI je tako utemeljio principe integrirane analize krajolika koristeći tehnike ručnog preklapanja, te preklapanja karata.

Sredinom 1970-ih godina, okrug San Diego odabrao je ESRI za razvoj PIOS sustava (eng. *Polygon Information Overlay System*). ESRI se u to vrijeme bavio i dizajnom sustava za prostorno planiranje i upravljanje Los Angelesom, te razvojem Maryland Automated Geographic Information System – prvog komercijalnog GIS sustava na području američkih federalnih država. Ubrzo je ESRI počeo uspostavljati veze sa drugim geoinformatičkim tvrtkama iz Njemačke, Japana, Australije te Kanade. Upravo te tvrtke, zajedno sa ESRI, danas predstavljaju međunarodnu mrežu distributera GIS softvera, podrške i usluga.

Prije ArcGIS-a, ESRI je usredotočio svoj razvoj softvera na radnu stanicu za komandne linije ArcInfo i nekoliko grafičkih korisničkih sučelja kao što je ArcView GIS 3.x desktop program.

U siječnju 1997. ESRI je odlučio obnoviti platformu GIS softvera, stvarajući jedinstvenu integriranu softversku arhitekturu (Smith, 2004.). 1999. godine ESRI pušta u upotrebu ArcMap 8.0 predviđen za rad na operativnom sustavu Microsoft Windows. Uparivanje korisničkog sučelja ArcView GIS 3.x sa nekim od napajanja radne stanice ArcInfo verzije 7.2, rezultiralo je novim softverskim paketom pod nazivom ArcGIS, uključujući i ArcInfo 8.0 radnom stanicom, te novom grafičkom aplikacijom ArcMap 8.0.. ArcMap sadrži neke funkcionalnosti ArcInfo-a, kao i aplikaciju za upravljanje datotekama pod nazivom ArcCatalog 8.0. Iako su sučelje i nazivi ArcMap 8.0 slični kasnijim verzijama ArcGIS Desktopa, oni su različiti proizvodi. ArcGIS 8.1 zamijenio je ArcMap 8.0 u liniji proizvoda, ali nije ažuriran. ArcGIS 8.1 predstavljen je na Međunarodnoj korisničkoj konferenciji ESRI 2000. godine. Ova nova aplikacija obuhvaća dva proširenja, 3D Analyst, Prostorni analitičar i GeoStatistical Analyst, koji je postao vrlo snažan i popularan u ArcView GIS 3. ArcGIS 8.1 također je dodao mogućnost pristupa mrežnim podacima izravno s geografske mreže ili drugih ArcIMS mapskih usluga. ArcGIS 8.3 predstavljen je 2002. godine, dodavši topologiju geodatabaza, što je izvorno dostupno samo uz CoverInfo. Jedna od glavnih razlika je jezik programiranja (skriptiranja) koji je dostupan za prilagodbu ili proširenje softvera koji

odgovara određenim korisničkim potrebama. ArcGIS 8.x predstavio je i druge nove značajke, uključujući projekcije karata na licu mjesta i bilješke u bazi podataka.

ArcGIS 9 pušten je u opticaj 2004. godine. Uključuje ArcGIS Server i ArcGIS Engine za programere, te geoprocesiranje, okruženje koje omogućuje izvršavanje tradicionalnih GIS alata za obradu, interaktivno ili iz bilo kojeg skriptnog jezika koji podržava COM standarde. Iako je najpopularniji od njih Python, korišteni su drugi, posebno Perl i VBScript. ArcGIS 9 uključuje vizualno programiranje. 2008. godine ESRI je objavio ArcGIS 9.3. Nova verzija ArcGIS Desktopa ima nove alate za modeliranje i geostatističke značajke za praćenje pogrešaka, a ArcGIS Server ima poboljšanu izvedbu i podršku za sigurnost na temelju uloga. 2009. godine ESRI je objavio ArcGIS 9.3.1, koji je unaprijedio performanse dinamičnog objavljivanja karata i uveo bolju podjelu geografskih informacija.

U 2010. godini ESRI je najavio da će buduća inačica 9.4 postati verzija 10 i bit će puštena u opticaj u drugom tromjesečju 2010. godine. Zadnja inačica verzije 10, točnije ArcGIS 10.5, svjetlo dana ugledala je u prosincu 2016. godine.

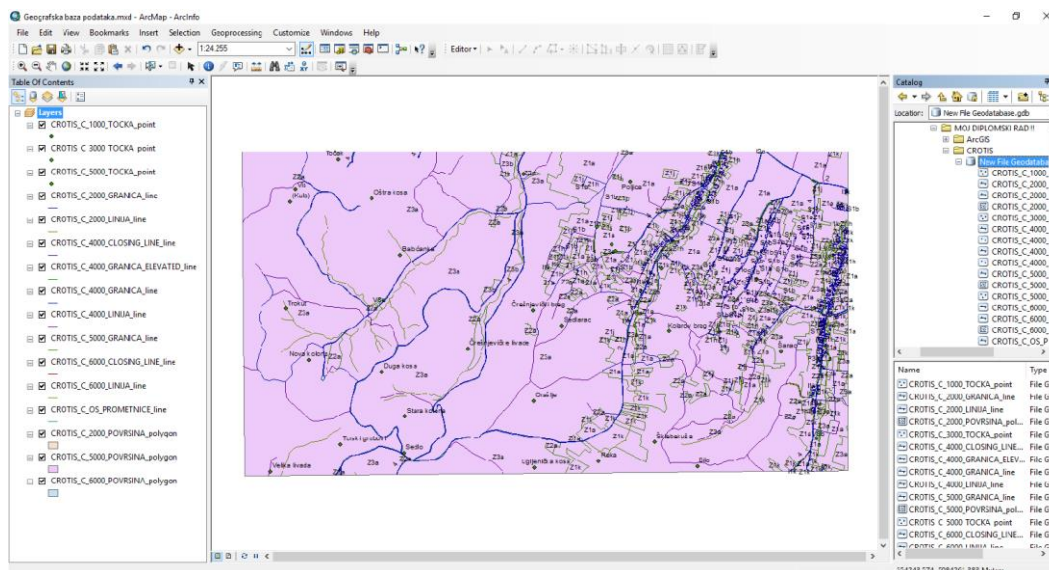
7.2. Primjena ArcGIS-a Desktop 10

Slijedi objašnjenje primjene ArcGIS paketa, kako tekstualno, tako i vizualno.

Kao što je već napomenuto, nakon završetka obrade ažuriranih promjena topološkom i kartografskom metodom na odjelu Kartografije i GIS-a, pristupa se internoj kontroli dobivenih podataka koju smo izvršili alatom FME. Dobivena je datoteka ***Interna kontrola.fmw***, koja sadrži zadnju i ispravnu verziju ažuriranog kartografskog vektora, koji odgovara stanju na terenu, te sve potrebne attribute elemenata koji će biti unešeni u ArcGIS bazu podataka. Unos podataka vrši se importiranjem datoteke ***Interna kontrola.fmw*** u ArcMap, čime baza automatski preuzima sve elemente i njihove attribute.

Krenimo ispočetka. Nakon pokretanja ArcGIS paketa otvara se alat ArcMap kao glavna komponenta ArcGIS-a za pregledavanje, uređivanje, izradu i analizu geoprostornih podataka. Dajemo datoteci ime. U našem slučaju naziv datoteke je ***Geografska baza podataka.mxd***. Kao što možemo primjetiti, datoteka sadrži ekstenziju MXD. Idući korak je otvaranje pomoćnog alata ArcCatalog koji, kako smo napomenuli, organizira sadržaje u prikaz stabla pomoću kojih možemo upravljati GIS podacima i ArcGIS dokumentima, te pretraživati i pronalaziti informacije. Prvo što je potrebno napraviti za upravljanje našim projektom je u ArcCatalogu potražiti našu FME datoteku ***Interna kontrola.fmw***, otvoriti je, te, povlačenjem njenih CROTIS datoteka koje sadrže informacije o atributima svakog

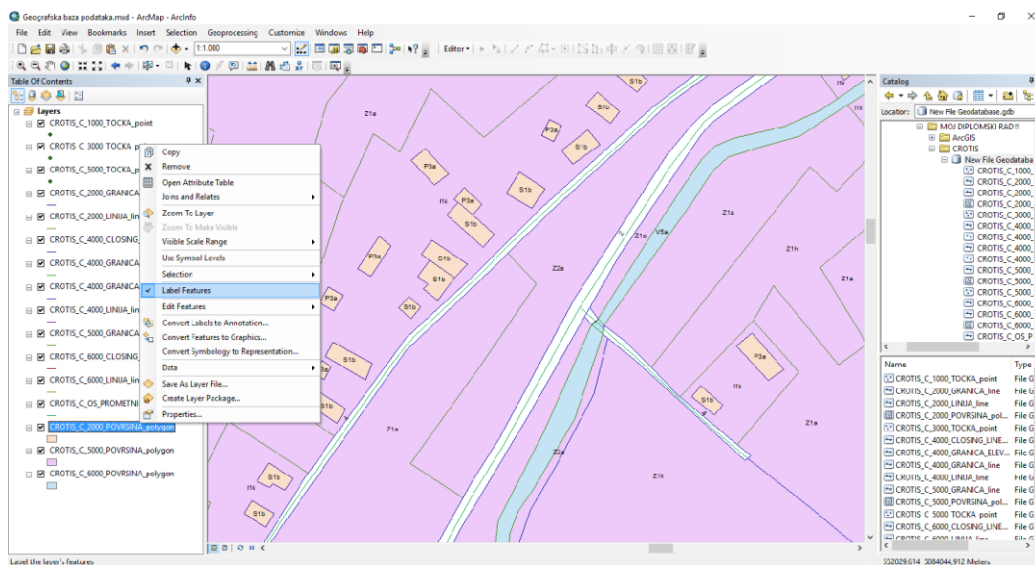
elementa našeg kartografskog vektora, ubaciti iste u prazan prostor ArcMap alata na lijevoj strani (Slika 19).



Slika 19: Primjer ubacivanja CROTIS datoteka u ArcMap iz ArcCatalog-a

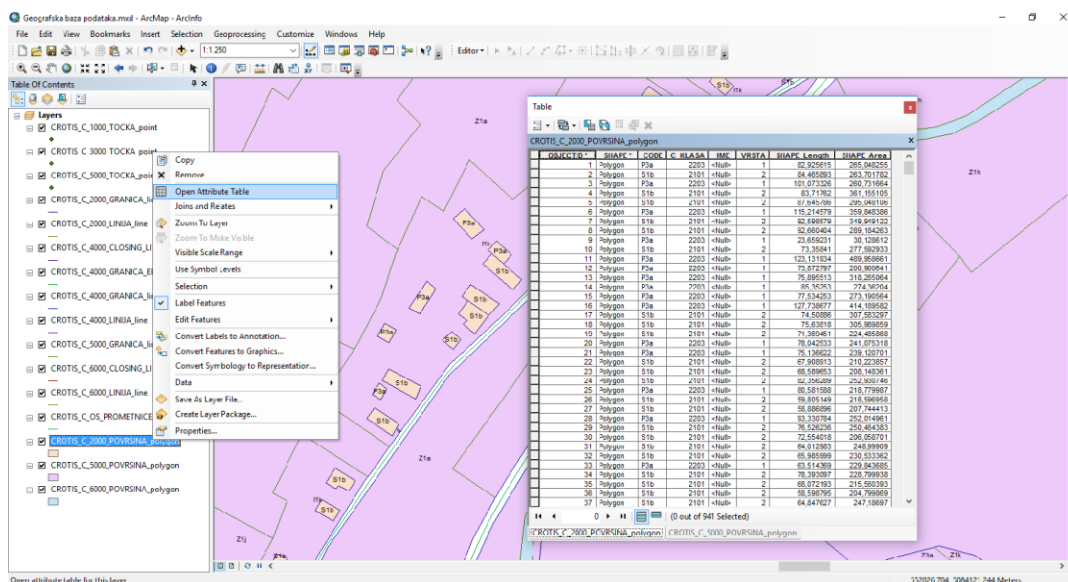
Nakon što smo to učinili, mogućnosti ArcMap alata su mnogobrojne, ovisno o zahtjevima korisnika. U radu će biti opisani samo osnovni zahtjevi korišteni u primjeru baze napravljene za potrebe ovog rada.

Desnim klikom na bilo koju ili sve CROTIS datoteke moguće je odabrati opciju *Label features* koja nam služi za prikazivanje kodova raznih poligona, kao što su, npr. objekti, vode, vegetacija, prometnice (Slika 20).



Slika 20: Primjer korištenja opcije *Label features* i prikaz kodova površina

Svaka CROTIS datoteka sadrži informacije o kartografskim vektorima. Tako, npr. na Slici 21 možemo vidjeti primjer koji se zasniva na atributima i informacijama vezanima za razne građevine. U našem slučaju radi se o stambenim javnim objektima pod klasom 2100, te gospodarskim objektima pod klasom 2200, koji su sastavni dio objekte cjeline Građevine, gospodarski i javni objekti (klasa 2000).



Slika 21: Primjer informacija o kartografskim vektorima; stambeni i javni objekti (klasa 2100) i gospodarski objekti (klasa 2200)

Klasifikacija, kao i ostale informacije u bazi, baziraju se na Specifikacijama proizvoda izrađenim isključivo za upravljanje temeljnim topografskim bazama (Tablica 2).

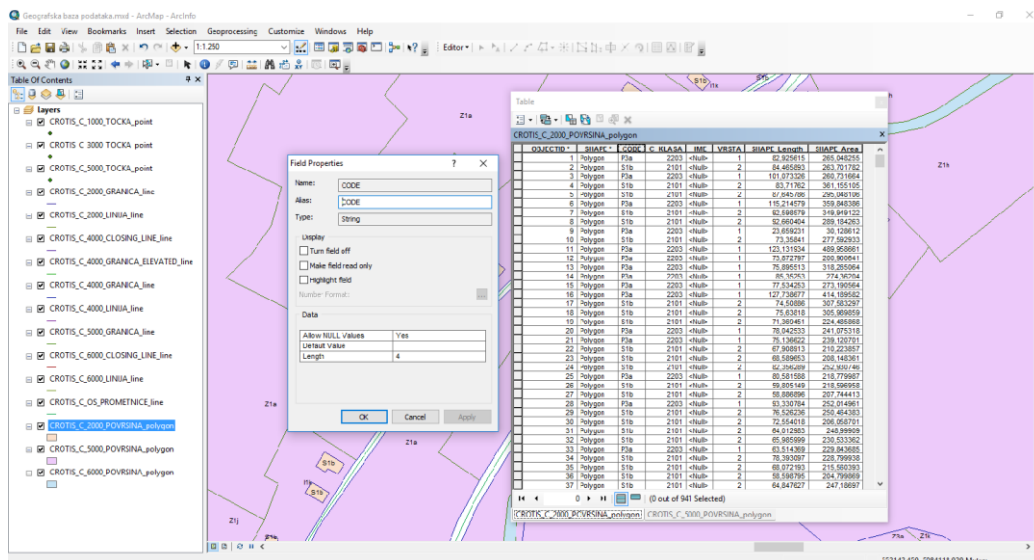
GEOMETRIJA GRAĐEVINA I ATRIBUTNA TABLICA						
	LV	CO	ST	WT	CODE	DATABASE TABLE
GRANIČNA LINIJA ZGRADE	1	0	0	0		B_META
KOD ZGRADE	61	0	0	0	2	B_IME
KOD RIJE U ZGRADI	61	0	0	0	Zap	N/A

2100 STAMBENI I JAVNI OBJEKTI					
	LV	CO	ST	WT	CODE
2101 STAMBENI OBJEKTI					POVRŠINA
STAMBENI OBJEKT	2	0	0	1	S1a
KUĆA	1	0	0	0	S1b
KOLIBA	3	0	0	0	S1c
OBJEKT VIŠI OD 10 KATOVA	4	0	0	1	S1d
SVI IDENTIFICIRANI OBJEKTI	5	32	0	0	
2102 OBJEKTI UPRAVE, PRAVOSUĐA, ADMINISTRACIJE I FINANCIJ					POVRŠINA
ČARINARICA					S2e
2103 OBJEKTI ZDRAVSTVA, HIGIJENE I SOCIJALNE ZAŠTITE					POVRŠINA
BOLNICA					S3a
DOM ZDRAVLJA					S3b
2104 OBJEKTI KULTURE, ZNANOSTI I OBRAZOVANJA					POVRŠINA
ŠKOLA					S4k
SVEUČILIŠTE					S4l
FAKULTET					S4m
2105 OBJEKTI SPORTA I ZABAVE					POVRŠINA
STADION					S5a
SPORTSKA DVORANA					S5b
PLANINARSKI DOM					S5c
2107 RUŠEVINA					POVRŠINA
RUŠEVINA					S7a

Tablica 2: Primjer Specifikacija proizvoda za upravljanje temeljnim bazama podataka

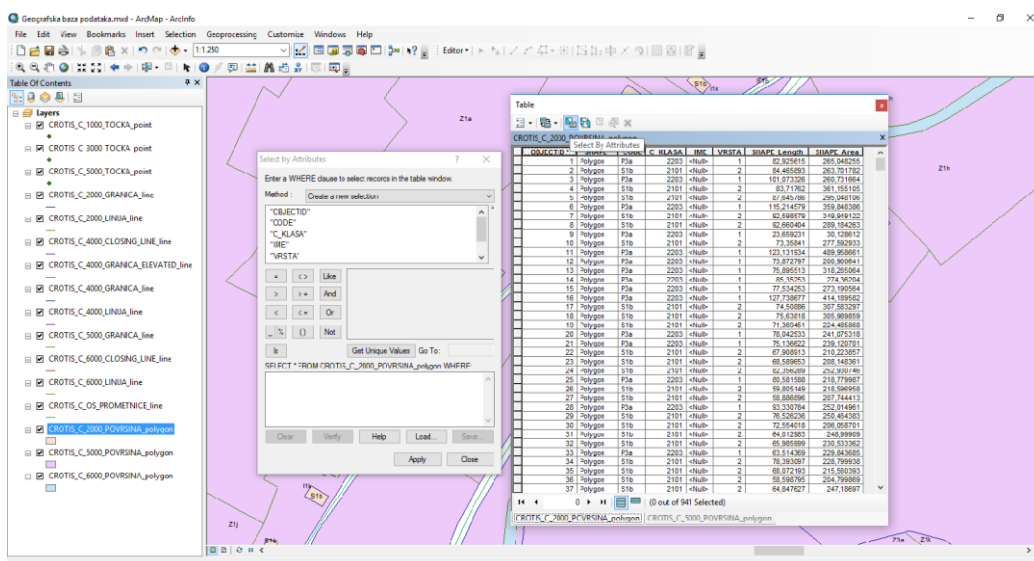
Iduća naredba koja se često koristi u ArcMap alatu je *Field Properties* koju pokrenemo desnim klikom na površinu ćelije sa nazivom kolone u bazi, te biranjem opcije *Properties*.

U mogućnosti smo izmijeniti ime i/ili alias ćelije, način prikaza ćelije i podataka u njoj (Slika 22).



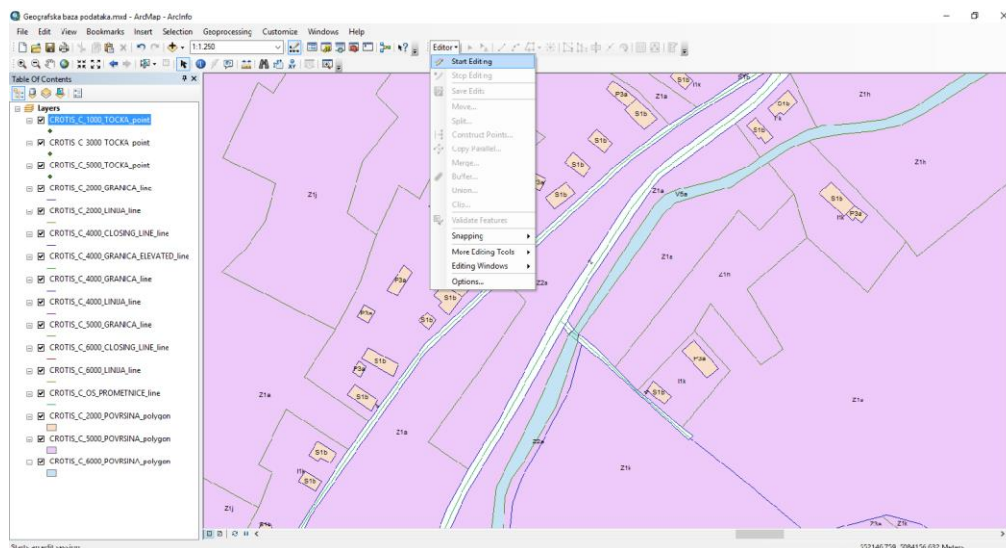
Slika 22: Primjer naredbe *Field Properties*

Tu je i naredba *Select by Attributes* koja nam omogućava nekoliko operacija nad našom bazom podataka. Do te se naredbe dolazi klikom na *Table option* u prozoru baze (Slika 23). Gumb s desne strane dijaloškog okvira omogućuje odabir načina na koji će se polja prikazati. Ostale opcije u ovom izborniku omogućuju nam da odaberemo kako će polja poredati na popisu. Odabir vrste uzlazno ili sortiranje silazno može olakšati brzo pronalaženje polja koje želimo.



Slika 23: Primjer naredbe *Select by Attributes*

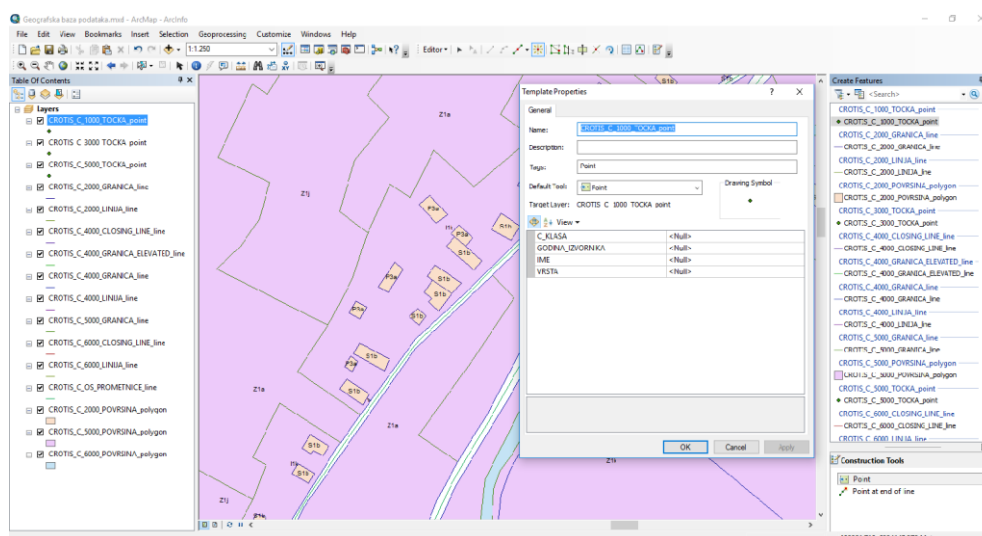
ArcMap sadrži korisnu alatnu traku *Editor* koja nam služi za editiranje, prekid editiranja, te spremanje stanja dobivenog editiranjem (Slika 24).



Slika 24: Primjer naredbe *Start/Stop Editing* i *Save Edits* u alatnoj traci *Editor*

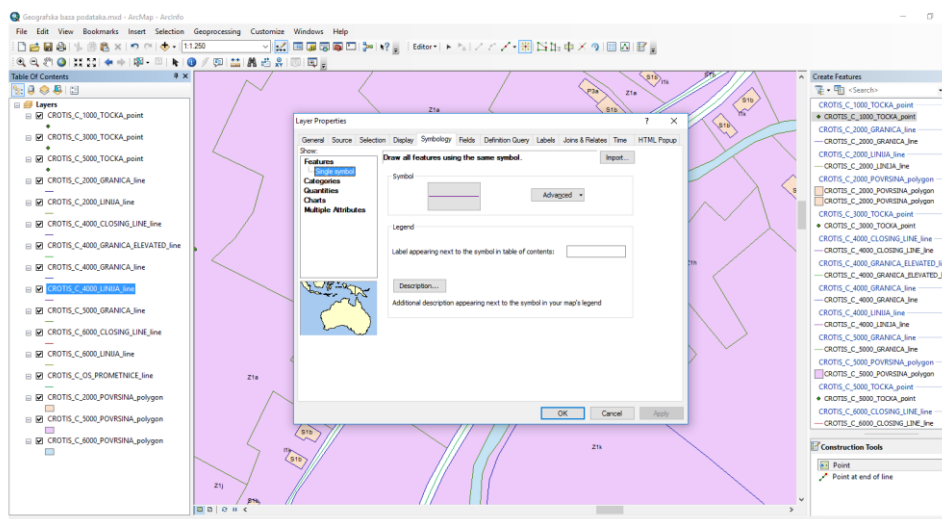
Pokretanjem naredbe *Start Editing* otvara se prozor *Create Features* koji nam služi za kreiranje značajki ili uređivanje postojećih.

Dvostrukim klikom na jednu od značajki otvara se prozor *Template Properties* u kojem je moguće editirati tu značajku (Slika 25). Elementi podložni promjenama su ime značajke, klasa, godina izvornika, vrsta.



Slika 25: Primjer prozora *Create Features*, te izbornika *Template Properties*

Ukoliko želimo kreirati značajku izvršit ćemo dvostruki klik na layer (sloj) CROTIS na lijevoj strani, u kojoj želimo stvoriti novu značajku. Otvara se prozor *Layer Properties* sa izborom raznih mogućnosti kreiranja značajki (Slika 26).



Slika 26: Primjer prozora *Layer Properties* za kreiranje novih značajki

Nakon završetka svih željenih radova potrebno je zaustaviti editiranje, tj. odabrati naredbu *Stop Editing* u alatnoj traci *Editor*. Bitno je napomenuti kako je prijeko potrebno, nakon završetka editiranja promjena, spremiti promjene putem funkcije *Save Edits* u alatnoj traci *Editor*, a ne klasičnom metodom *File/Save*, jer promjene u protivnom neće biti zapamćene. (Slika 24).

7.3. Instalacija ArcGIS-a Desktop 10

Ove su upute za instalaciju ArcGIS Desktopa 10 na operativni sustav Windows.

Instalacijske datoteke mogu se naći na različitim mjestima, a neke od njih su:

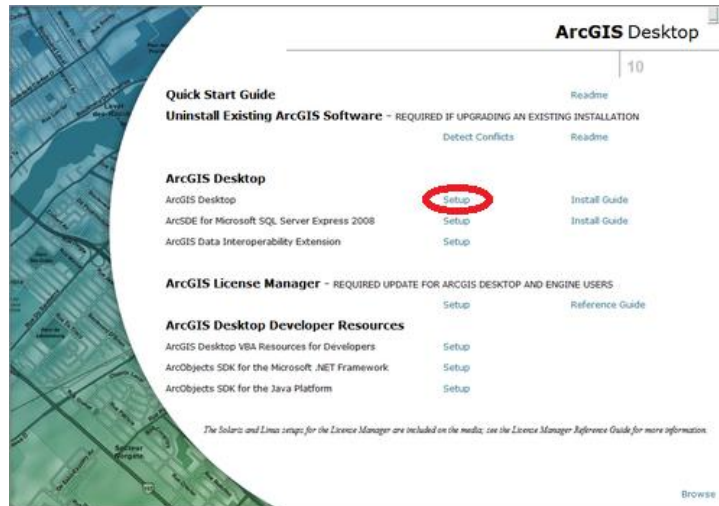
- Edukacijska Web stranica tvrtke ESRI
- F:/Dept/gisdata/ArcGIS10. Možete izravno instalirati iz ove mape ako ste na hardwired internetskoj vezi; ne preporuča se bežično korištenje

Prije same instalacije potrebno je osigurati internet vezu, te deinstalirati prethodne verzije ArcGIS-a, ukoliko one postoje. Također je potrebno aktivirati broj za autorizaciju sa ESRI Web stranice.

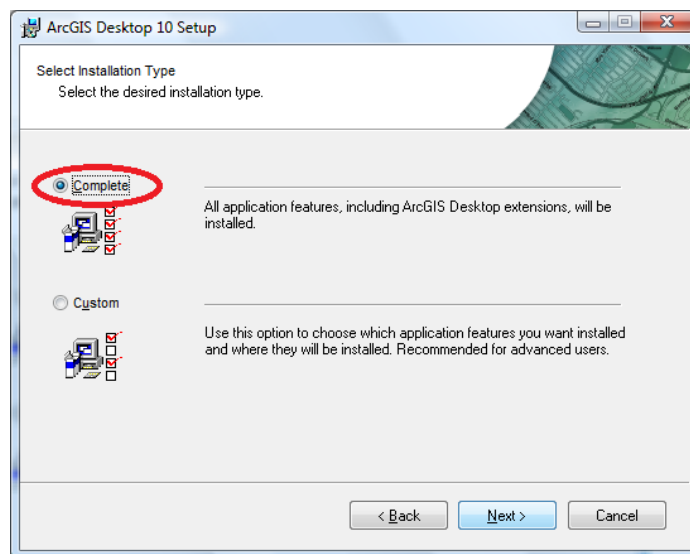
- Korak 1. - Instaliranje softvera

Ako koristite metode instalacije DVD-a: Stavite DVD u pogon računala. Ako se ne pojavljuje dodirni zaslon, dvokliknite datoteku *Setup.exe* u mapi *ArcGISDesktop* na DVD-u. Ako koristite kopiran/preuzet softver: Otvorite mapu u kojoj ste spremili ArcGIS10 instalacijske datoteke. Pronađite mapu *ArcGISDesktop* i dvokliknite datoteku *Setup.exe* kako biste ga pokrenuli. Zatvorite sve trenutno pokrenute programe.

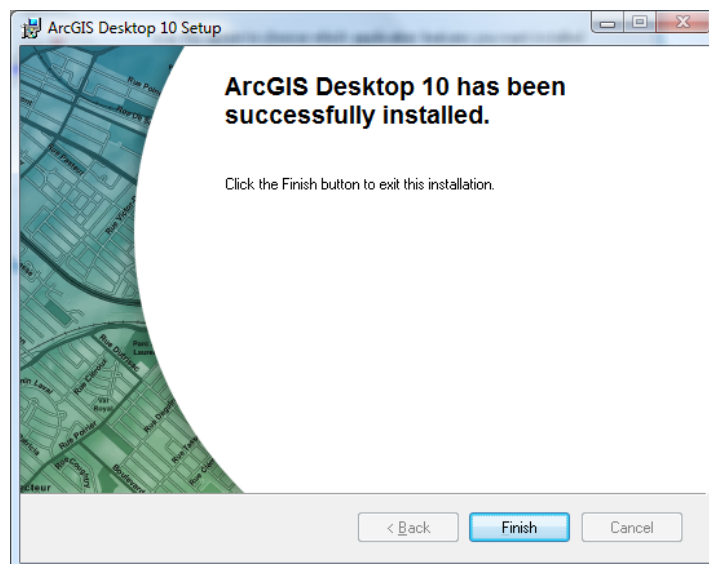
- Kliknite na Next na početnoj stranici.
- Kliknite gumb da biste prihvatili licencni ugovor i ponovno kliknite Next.
- Kliknite Postavke za odabir proizvoda (Setup) kao što je prikazano na slici.



- Odaberite opciju Complete i kliknite Next.



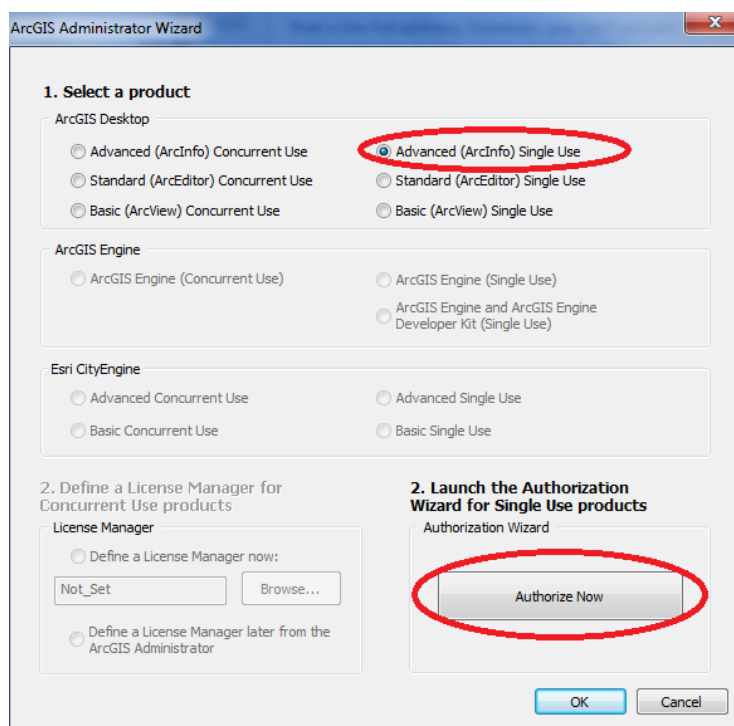
- Zadržite zadanu lokaciju za instalaciju za ArcGIS. Kliknite Next.
- Kliknite Next za početak instalacije. Pričekajte da završi. Instalacija može potrajati 15-20 minuta ili više.
- Kada instalacija završi, pojavit će se slijedeći prozor. Stisnite Finish.



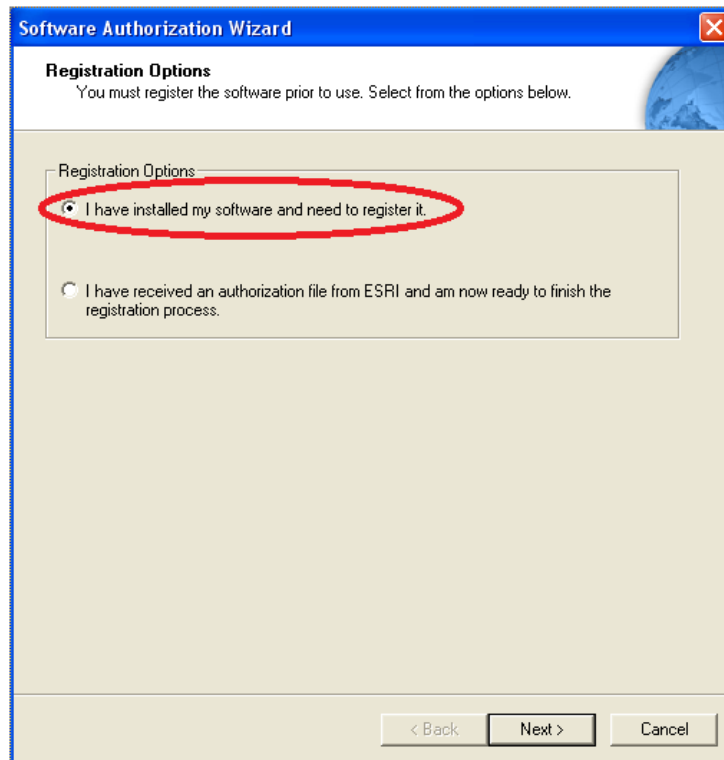
- Korak 2. – Registracija instaliranog softvera

U nastavku će se pojaviti prozor Registracije. Ako nije, idite na Start/Svi programi i otvorite ArcGIS mapu. Odaberite program ArcGIS Administrator.

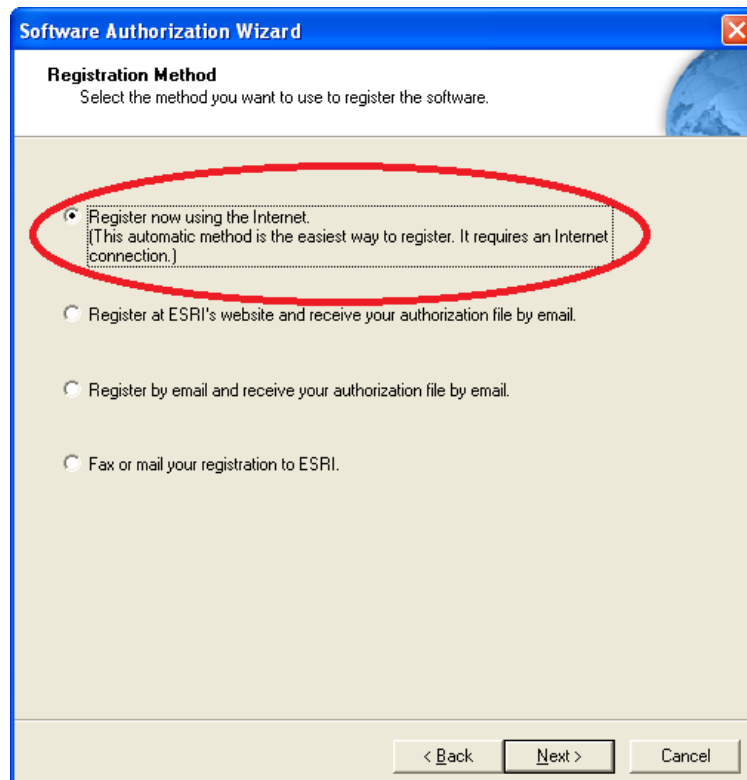
- Odaberite opciju „Advanced (ArcInfo) Single Use“ i kliknite gumb za autorizaciju.
-



- U idućem prozoru autorizacije odaberite „I have installed my software and need to authorize it.“ Kliknite Next.



- Za autorizacijsku metodu izaberite "Authorize with ESRI now using the Internet“. Kliknite Next.



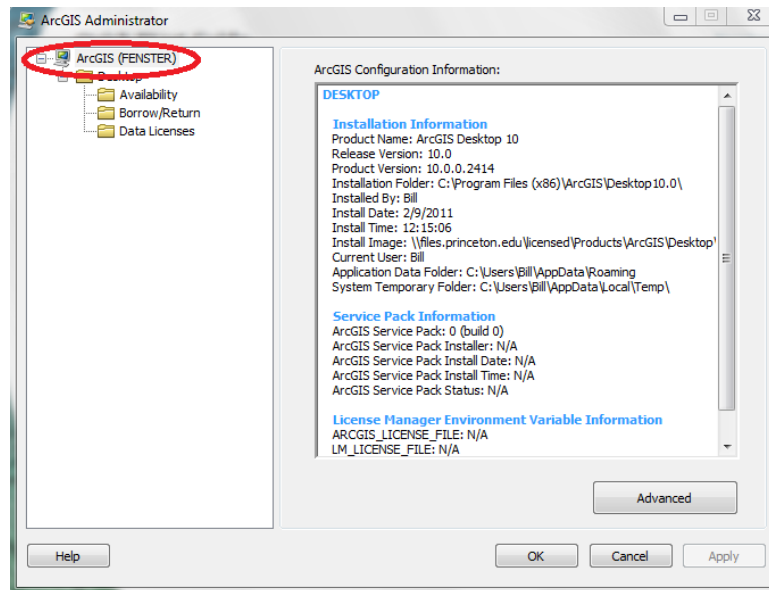
- Kliknite na Informacije za autorizaciju, ukoliko je potrebno, i u oba prozora kliknite Next.
- Nakon toga otvorit će se prozor u koji ćete unijeti autorizacijski broj sa DVD-a, koji mora biti jednak autorizacijskom broju koji ste aktivirali na ESRI web stranici. Kliknite Next.

The first screenshot shows the 'Authorization Information' screen with fields for First Name, Last Name, Organization, Department, Address 1, Address 2, City, State/Province, Zip/Postal Code, Location, Phone Number, Email, and Comment. The second screenshot shows the 'Authorization information (continued)' screen with dropdown menus for Your Organization (Education/Staff/Faculty), Your Industry (Higher Education), and Yourself (IT Manager/Supervisor). The third screenshot shows the 'Software Registration Number' screen with a text box containing 'ECPI23456789' circled in red.

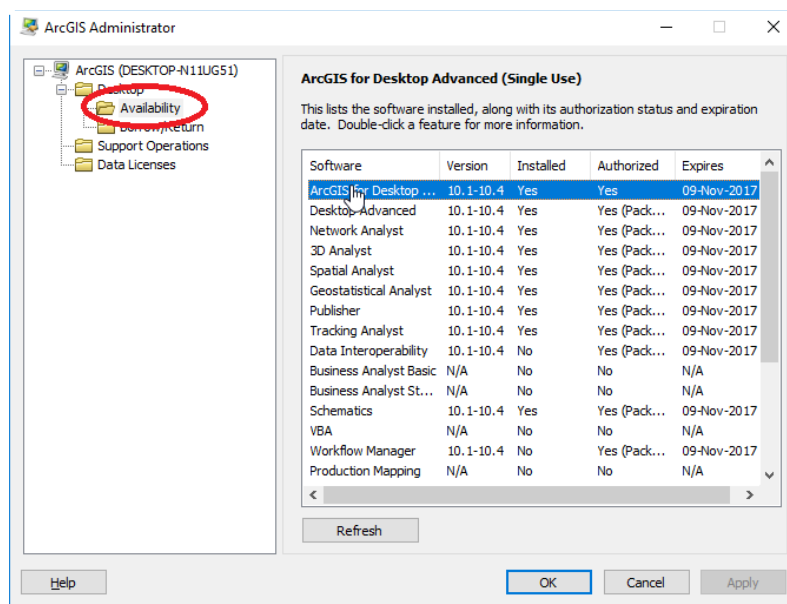
- Označite polje „I have authorization number(s) to authorize one or more extensions.“ Kliknite Next bez popunjavanja prozora podacima.
- U idućem prozoru kliknite Next bez ikakvih drugih akcija u tom prozoru.

The first screenshot shows the 'Authorize Software Extensions' screen with the option 'I have authorization number(s) to authorize one or more extensions.' selected and circled in red. The second screenshot shows the 'Evaluate Software Extensions' screen with the 'Next >' button circled in red.

- Započet će proces autorizacije i trajat će minutu ili dvije.
- Možemo primjetiti da je unos najvišeg stupnja u stablu istaknut.



- Uspjeh autorizacije možete provjeriti klikom na tekst dostupnosti (Availability) na lijevoj strani prozora. Vidjet ćete donji zaslom. Osnovni proizvod ArcInfo i proširenja moraju svi imati „Yes“ u oba stupca instaliranog i ovlaštenog, a datum isteka roka valjanosti će biti prikazan kao godinu dana od trenutnog datuma. Završili ste autorizaciju softvera. Kliknite OK za zatvaranje.



8. Kritički prikaz

Na samom početku napomenuto je kako je tema ovog rada odabrana kao produkt autoričinog sudjelovanja na projektu koji čini sastavni dio posla kojim se autorica bavi, a radi se o geodetskoj struci. Kako je geodezija jedna od znanosti koja potražuje sve veću angažiranost geoinfomacijskih sustava u svom radu, odabir teme bio je logičan autoričin izbor, posebice kao odličan način za daljnju edukaciju i usavršavanje u poslu kojim se autorica bavi. Obzirom na navedeno, autorica odlučuje obraditi glavni geoinformacijski alat spomenutog geodetskog projekta, ArcGIS. ArcGIS sam po sebi ne predstavlja prezahtjevan alat i moglo bi se reći da je jednostavan za korisnika, no laik na području prostornih baza podataka teško će ga razumjeti bez detaljnijeg proučavanja. Obzirom da se autorica, u sklopu svog posla, imala donekle prilike upoznati sa spomenutim sustavom, obrada ArcGIS alata nije predstavljala preveliki izazov. ArcGIS se pokazao kao odličan alat za popunjavanje baze prostornim podacima, koji će biti od koristi u daljnjim obradama tijekom nadolazećih godina, obzirom da se ažuriranje temeljne tobografske baze i topografskih karata u mjerilu 1:25000 vrši realtivno često. U kombinaciji sa ArcGIS-om odlično funkcionira alat FME, kojim se vrši, kako interna, tako i vanjska kontrola obrađenih podataka, što cijeli proces realizacije geodetskog projekta čini još bržim, jednostavnijim i, ono najvažnije, točnijim.

FME kao alat zahtjeva posebne vještine, koje se stječu edukacijom djelatnika tvrtke, koju autorica nije imala prilike pohađati, pa je kao takav predstavljao svojevrstan izazov i bilo je potrebno dosta vremena kako bi autorica uspjela savladati osnove istog i ukomponirati u svoj rad.

9. Zaključak

Ovo poglavlje sadrži kratki rezime završnog rada.

Na početku rada obrađen je GIS, definiran kao sustav dizajniran za obradu prostornih podataka koji, u našem slučaju, objedinjuje dvije znanosti: informatiku i geodeziju. Nadalje, da bi mogli lakše razumijeti koncept prostornih baza podataka, bilo je potrebno objasniti modele podataka u njima, te koncept same baze podataka u globalu.

Nakon što smo obradili početne stavke rada, potrebne za razumijevanje cjelokupnog projekta, na red je došlo poglavlje u kojem smo detaljno objasnili geodeziju kao znanost, te vezu između geoinformacijskih sustava i geodezije. Također, u cijelosti je objašnjen geodetski projekt, na kojem se bazira ovaj završni rad. Tvrtka Zavod za fotogrametriju d.d., kao Izvršitelj, izvršio je ažuriranje temeljne topografske baze, te homogenizaciju i ažuriranje kartografskog vektora za listove topografske karte u mjerilu 1:25000.

Glavna komponenta rada bio je ArcGIS, geografski informacijski sustav za rad s kartama i geografskim informacijama, te je kao takav odabran kao baza podataka u našem geodetskom projektu. U radu su, također, opisane i ostale korištene tehnologije, bez kojih ne bi bilo moguće realizirati zadatke tražene od Izvršitelja, a to su Bentley MicroStation V8, Summit Evolution, te softversko rješenje FME, koji se pokazao kao odličan alat za kontrolu obrađenih podataka.

Svi segmenti rada obrađeni su, kako tekstualno, tako i vizualno, radi lakšeg razumijevanja rada.

Literatura

- [1] Markovinović D, Marić Lj, Marjanović M, Majetić V, *Primjena geodetskih podataka u prostornom planiranju* (zbornik radova), Zagreb
https://zavod.pgz.hr/pdf/16_dr.sc.Danko_MARKOVINOVIC-mr.sc.Ljerka_MARIC-dr.sc.Marijan_MARJANOVIC-Vladimir_MAJETIC.pdf, dostupno 27.07.2017.
- [2] III. Simpozij ovlaštenih inženjera geodezije (22.-23. listopada, 2010.) *GIS, fotogrametrija i daljinska istraživanja u službi geodezije i geoinformatike*, Opatija
- [3] Husak, M. (1997.) *GIS u Hrvatskoj*, Zagreb: INA - INDUSTRIJA NAFTE d.d.
- [4] *Prikupljanje prostornih podataka u GIS-u*, Zagreb: Geoinformatika, Geografski odsjek PMF-a Sveučilišta u Zagrebu
https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Geoinfo_13%5B1%5D.pdf, dostupno 03.08.2017.
- [5] Markovinović, D. (2014.) *Zbornik radova Dani infrastruktura prostornih podataka*, Zagreb: DGU, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Geoinfo_14.pdf, dostupno 04.08.2017.
- [6] NIPP Web page, *Nacionalna infrastruktura prostornih podataka*
<http://www.nipp.hr/default.aspx?id=7>, dostupno 16.08.2017.
- [7] Toskić, A. *Kreiranje i održavanje prostorne baze podataka* (predavanje), Zagreb: Geoinformatika, smjer: istraživački studij geografije, 5. i 6. semestar, Geografski odsjek PMF-a Sveučilišta u Zagrebu
https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Geoinfo_14.pdf, dostupno 16.08.2017.
- [8] Frančula N, Lapaine M, *Hrvatska geodezija od 1878. Do 2003.godine*, Zagreb
https://bib.irb.hr/datoteka/148556.GEODEZIJA_OD_1878_DO_2003_ZA_GL_1_dio.pdf, dostupno 17.08.2017.

- [9] OPEN info Trend Web page, *Službena topografija u Republici Hrvatskoj*
<http://www.infotrend.hr/clanak/2009/2/sluzbena-topografija-u-republici-hrvatskoj,32,593.html>, dostupno 20.08.2017.
- [10] Landek I, Vilus I, *Ažuriranje temeljne topografske baze i izrada ažuriranih listova TK25*,
Zagreb: DGU
https://bib.irb.hr/datoteka/686819.Microsoft_Word_-_azuriranje_DGU_II_kongres_o_katastru_BiH_5.pdf, dostupno 26.08.2017.
- [11] DAT/EM Systems International (2006.) *Summit Evolution Digital stereoplotter*
(Operation manual)
- [12] Časopis Hrvatskoga kartografskog društva (Lipanj, 2016.) *Kartografija i informacije*,
Zagreb
- [13] Bentley Web page
<https://www.bentley.com/en/products/brands/microstation>, dostupno 27.08.2017.
- [14] Multisoft Web page, *FME Desktop i FME Server*
<http://multisoft.com.hr/index.php/hr/rjesenja-3/fme-desktop-i-fme-server>, dostupno
29.08.2017.
- [15] ESRI educational services (2000.-2004.) *Uvod u ArcGIS I* (predavanja), Zagreb
- [16] ESRI educational services (2000.-2004.) *Uvod u ArcGIS II* (predavanja), Zagreb
- [17] ESRI ArcGIS for Desktop, *What is ArcCatalog?*
<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/using-arccatalog/what-is-arccatalog-.htm>, dostupno 31.08.2017.
- [18] ESRI ArcGIS for Desktop, *Using Select By Attributes*
<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/map/working-with-layers/using-select-by-attributes.htm>, dostupno 03.09.2017.

Prilozi

Digitalnoj verziji ovoga rada priložene su datoteke za pokretanje vizualnog prikaza podataka u ArcMap bazi podataka.

Priložen je direktorij *Geoprostorni podaci* u kojem se nalaze sljedeći direktoriji i datoteke:

- ArcGIS

Geografska baza podataka.mxd

- CROTIS / New File Geodatabase.gdb

- FME

Interna kontrola.fmw