Razvoj i upravljanje GIS projektima

Prižmić, Kristijan

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:137:014749

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet Informatike u Puli

KRISTIJAN PRIŽMIĆ

RAZVOJ I UPRAVLJANJEM GIS PROJEKTIMA

Diplomski rad

Pula, 2019. godine

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet Informatike u Puli

KRISTIJAN PRIŽMIĆ

RAZVOJ I UPRAVLJANJE GIS PROJEKTIMA

Diplomski rad

JMBAG: 0303033687, redoviti student
Studijski smjer: Informatika

Predmet: Geoinformacijski sustavi
Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Informacijske i komunikacijske znanosti

Mentor: doc. dr. sc. Ivan Pogarčić

Pula, 2019. godine



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani, Kristijan Prižmić, kandidat za magistra informatike ovime izjavljujem da je ovaj Diplomski rad rezultat isključivo mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

U Puli, 25 rujan. 2019

Student
Kristijan Prižmić

IZJAVA

o korištenju autorskog djela

Ja, Kristijan Prižmić, dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom „Razvoj i upravljanje GIS projektima“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama. Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, 25 rujan. 2019

Potpis

_____

SADRŽAJ

UVOD 1

1. GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAVI (GIS) 2

1.1. GIS aplikacije i GIS projekti 5

1.2. Vrste GIS aplikacija 5

1.3. Digitalna rasterska grafika (DRG) 6

1.4. Modeliranje 7

1.5. Modeli prostornih podataka 8

1.5.1. Karte 9

1.5.2. Baze podataka 10

1.6. Primjena GIS-a kao baze podataka za istraživačke projekte 12

1.7. Komponente GIS–a 15

1.8. Razmjer i rezolucija 16

2. RAZVOJ GIS PROJEKATA 17

2.1. Začetak modernog GIS–a 21

2.2. Razvoj GIS–a i DBMS–a (Database Management System) 22

2.3. Suvremeni razvojni trendovi sustava za obradu podataka 23

2.3.1. Hardver u GIS–u 23

2.3.2. Softver u GIS-u 26

2.4. *web* GIS 28

2.5. Današnji dobavljači GIS softvera 31

3. UPRAVLJANJE GIS PROJEKTIMA 34

3.1. Sustavi za upravljanje bazama podataka (Database Management Systems–DBMS) 35

3.2. Tri pravila integriteta podataka 37

3.3. Čimbenici upravljanja GIS projektom 38

3.4. Prikupljanje podataka za projekt 39

3.5. Životni ciklus i prototipizacija upravljanja GIS projektima 40

4. GIS U CESTOVNOM PROMETU 44

4.1. Projekt praćenja prometnih nesreća u GIS–u 44

4.2. GIS alati za analiziranje prometnih nesreća 45

4.3. Kolizijski dijagrami 46

4.4. Upravljanje cestama u Republici Hrvatskoj 47

4.5. *WEB*-based INTERNET 49

4.6. GPS 51

4.7. Ostali globalni sustavi za navigaciju 52

5. GIS U HRVATSKOJ 53
ZAKLJUČAK 54
POPIS LITERATURE 58
POPIS SLIKA 61
POPIS TABLICA 62
POPIS GRAFIKONA 63

UVOD

Tema ovog diplomskog rada je „Razvoj i upravljanje GIS projektima“. Cilj rada je definirati i objasniti razvoj i upravljanje GIS projektima. Projekti geografskog informacijskog sustava (GIS-a) uključuju kompjutorizirani sustav za održavanje podataka u geografskom prostoru te se koriste za pružanje geoloških i inih informacija o određenim lokacijama na karti.

U prvom dijelu rada biti će definiran i objašnjen geografski informacijski sustav (GIS), GIS aplikacije i GIS projekti, vrste GIS aplikacija, digitalna rasterska grafika (DRG), modeliranje, modeli prostornih podataka: karte i baze podataka, te će biti objašnjena primjena GIS-a kao baze podataka za istraživačke projekte, komponente GIS – a te razmjer i rezolucija.

U drugom dijelu rada biti će riječi o razvoju GIS projekata, začetku modernog GIS-a, razvoju GIS – a i DBMS – a (Database Management System), o suvremenim razvojnim trendovima sustava za obradu podataka: o hardveru u GIS – u i softveru u GIS – u, nadalje će biti objašnjen WEB GIS te današnji dobavljači GIS softvera.

U trećem dijelu rada pažnja je usmjerena na upravljanje GIS projektima, na sustave za upravljanje bazama podataka (Database Management Systems – DBMS), na definiranje tri pravila integriteta podataka, na čimbenike upravljanja GIS projektom, na prikupljanje podataka za projekt, na životni ciklus i prototipizaciju upravljanja GIS projektima.

U četvrtom dijelu rada biit će riječi o GIS-u u cestovnom prometu, o projektima praćenja prometnih nesreća u GIS-u, o GIS alatima za anliziranje prometnih nesreća, o kolizijskim dijagramima, o upravljanju cestama u Republici Hrvatskoj, o *web* - based *internet* –u, o globalnom sustavu za navigaciju GPS-u te o ostalim globalnim sustavima za navigaciju.

Prilikom izrade rada korištena je metoda analize i sinteze, povijesna metoda, metoda komparacije te metoda deskripcije.

1. GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAVI (GIS)

Akronimom GIS označava se geografski informacijski sustav koji predstavlja kompjutorizirani sustav za održavanje podataka u geografskom prostoru, odnosno pruža geološke informacije koje su vezane uz određene lokacije na karti. Premda ne mora nužno i isključivo biti vezan za računalne aplikacije u okviru ovog rada promatraćemo GIS sustav kao pretežito računalno pripremljeni sustav/aplikaciju.

„Svrha geografskog informacijskog sustava (GIS) je osigurati prostorni okvir koji podupire odluke za inteligentno korištenje prirodnih resursa i upravljanje čovjekovim okolišem. Najčešće, GIS predstavlja informacije u obliku karata i simbola. Gledanje karte daje nam saznanje o tome gdje su stvari, što jesu, kako se može doći negdje cestom, GIS također može širiti informacije putem interaktivne sesije s kartama na osobnom računalu. Ova interakcija otkriva informacije koje nisu vidljive na tiskanoj karti. Na primjer, može se upitati sve poznate atribute značajke, stvoriti popis svih stvari povezanih s jedne točke na mreži na drugu, te obavljati simulacije za procjenu kvaliteta kao što je vrijeme protjecanja vode ili raspršivanje onečišćujućih tvari. Način na koji se odlučujemo prikazati i analizirati informacije ovisi o primjeni modela objekata iz realnog svijeta“ (Zeiler, 1999, p. 12). Pojam „geografski“ podrazumijeva dostupnost podataka u prostoru koji se mogu izraziti geografskim koordinatama, pa su GIS sustavi uglavnom ograničeni na dvije dimenzije a to su širina i dužina.

Promjene Zemljinog opisa mogu biti:

- Prirodne:
  - vulkanske erupcije, utjecaji meteora, erozije tla, potresi, snažni vjetrovi) te
- uzrokovane ljudskim aktivnostima:
  - promjene u korištenju zemljišta ili obnavljanje zemljišta, globalne promjene poput učinka staklenika i globalnog zagrijavanja).

Proučavanjem geografskih promjena želimo produbiti naše razumijevanje, bez neugodnih iznenađenja uz mogućnost predviđanja neželjenih događaja, pa većina problema za riješenje uzima u obzir korištenje GIS–a.

GIS se koristi za razumijevanje fenomena koji imaju geografsku i vremensku dimenziju. Da bi se razumjeli fenomeni potrebno je o istima prikupiti što je moguće više podataka na temelju kojih će se vršiti analize.

GIS se definira kao:

„geografski informacijski sustav koji olakšava fazu unosa podataka, analizu podataka i prezentaciju podataka, posebno u slučajevima kada se bavimo georeferenciranjem podataka“ (Rolf, 2001, p. 41). GIS korisnik od sustava može očekivati podršku za unos georeferenciranih podataka te ih analizirati i prezentirati u obliku karata. Osnovni cilj GIS–a je pružanje pomoći kod donošenja odluka temeljenih na prostornim podacima. Osim prostorni, podaci mogu biti i neprostorni. Podaci su prostorni kada opisuju položaj u posrednom i neposrednom smislu, te se mogu prikazati u grafičkom i u negrafičkom obliku.

Na slici 1. prikazane su vrste prostornih i neprostornih podataka.



Slika 1.: Prostorni i neprostorni podaci
(Izvor: Tutić et al, 2002, p. 7)

Na slici je vidljivo da:

- u prostorne podatke spadaju:
  - karte,
  - fotografije,

  - videografije i
  - adrese,
- u neprostorne spadaju:
  - dijagrami,
  - slike,
  - filmovi i
  - financijski podaci.

„GIS sustav je prilagođen za implementaciju organiziranog skupa podataka koji se transformira iz varijabilnih podataka u smislene informacije za donošenje odluka. Glavna ideja geoinformacijskih sustava je prikupljanje geografskih podataka, njihova obrada te njihovo vizualiziranje putem karata koje služe kao podloga za donošenje odluka pri upravljanju pojedinim poduzećem i to u različitim djelatnostima“ (Škrobot et al, 2007). GIS je programski paket koji može imati različite primjene, stoga je kod GIS-a potrebno razlikovati pojmove „prostorni podaci“ i „geoinformacije“. Podaci podrazumijevaju reprezentacije na kojima računalo može upravljati, sadrže pozicijske vrijednosti, pa se često nazivaju geoprostorni podaci (podaci koji su georeferencirani, prostorni podaci).

„Prostorni podaci imaju određene karakteristike koje se mogu opisati izrazima:

- oblik,
- smještaj i
- odnos prema drugim prostornim podacima (ili geometrija, položaj i topologija).

Također je važno modelirati podatke stvarnog svijeta (kao što je cesta ili zgrada) u smislu geografskog prikaza.

Na primjer, cesta se može prikazati linijom, a zgrada možda poligonom na karti. Ta svojstva (linija, poligon) su zapravo modeli stvarnih pojava stvarnog svijeta. Ponekad se ti modeli nazivaju objektima ili entitetima“ (Tutić et al, 2002, p. 7). Za razliku od prostornih podataka, informacije podrazumijevaju podatke koje je ljudsko biće tumačilo, obrađivalo, s ciljem razumijevanja i širenja znanja, pa geoinformacije predstavljaju posebnu vrstu informacija koje uključuju tumačenje prostornih podataka.

Uz prethodno navedene definicije GIS-a, postoji još puno definicija ali većina njih opisuje različite stupnjeve mapiranja i mogućnosti baze podataka softvera.

U skladu sa navednim komponentama najprikladnijom definicijom GIS-a se može smatrati ova:

„Geografski informacijski sustav je alat geografske analize koji analizira razlike u višestrukim slojevima prostornih podataka kako bi stvorio nove prostorne informacije koje nisu dostupne proučavanjem slojeva podataka zasebno“ (Decker, 2001, p. 11). Navedeno bi značilo da moć GIS–a nije u proučavanju skupova podataka za mapiranje već u kombinaciji višestrukih slojeva podataka.

1.1. GIS aplikacije i GIS projekti

Često se u govornoj praksi GIS uspoređuje sa GIS aplikacijama, međutim, među njima prevladava razlika. GIS aplikacije koriste se za geografsko proučavanje fenomena (umjetno izazvanih ili prirodnih) uz jasno postavljanje katastarskih podataka ili korištenje GIS-a u svrhu urbanog planiranja u koje se uglavnom svrstavaju umjetni fenomeni poput parcela, cesta, pločnika i na većoj razini predgrađa i transportnih puteva. Navedeni entiteti često predstavljaju i granice, na primjer, znamo gdje jedna parcela završava i gdje druga počinje.

GIS aplikacije se, također, često koriste u područjima proučavanja ljudske aktivnosti na okoliš.

„GIS aplikacije razlikuje se od GIS-a i po sveukupnoj svrhi korištenja sustava, pa prototipska uporaba GIS-a predstavlja istraživački projekt s izričito definiranim ciljem projekta. Takvi projekti obično imaju *a priori* definirano trajanje“ (Rolf, 2001, p. 43), a trajanje je obično vezano za cilj. Za primjer se mogu navesti studije izvedivosti poput prikladnosti mjesta ali i simulacijske studije npr. modeliranje erozije.

1.2. Vrste GIS aplikacija

Prethodno su objašnjene projektne GIS aplikacije, ali osim postoje i druge vrste.

Osim projektnih GIS aplikacija postoje (Ibid, p. 44):

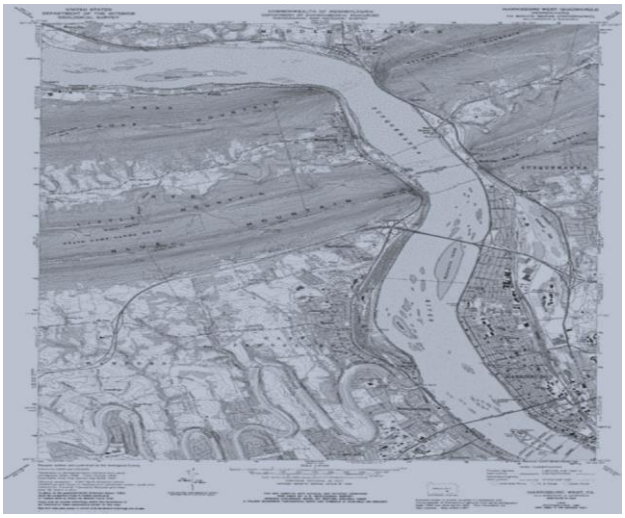
- institucionalne GIS aplikacije kojima je cilj pružiti bazne podatke koji podrazumijevaju bavljenje većim brojem pitanja u istraživanju (npr. sustavi praćenja, kao što su sustavi ranog upozoravanja nestašice hrane ili vode, sustavi za praćenje vremenskih obrazaca);
- GIS aplikacije koje se nalaze u vladinim agencijama (aplikacije za nacionalna topografska istraživanja, za istraživanja katastarskih organizacija, nacionalnog popisa stanovništva, te dr.) kojima je glavni zadatak pružiti podatke u obliku tiskanog materijala poput karata ili u današnje vrijeme, vrijeme digitalizacije, u obliku digitalnih podataka.

1.3. Digitalna rasterska grafika (DRG)

Digitalna rasterska grafika (DRG) je prikladna za kombiniranje sa drugim GIS podacima. DRG predstavlja skup podataka stvoren skeniranjem postojeće karte papira uz dodavanje slike (s koordinatama, pa je gereferencirana).

Na digitalnu rastersku grafiku (DRG) se mogu dodati vektori zbog boljeg upoznavanja okolice.

Na slici 2. prikazan je primjer digitalne rasterske grafike.



Slika 2.: Digitalna rasterska grafika (DRG)
(Izvor: Decker, 2001, p. 26)

Najbolji prikaz rasternih podataka je satelitska slika (o satelitima će biti riječi u 1.*6.1. Hardver u GIS – u*), pa raster pozadine pokazuju kako vektorski podaci komuniciraju sa okolnom regijom.

1.4. Modeliranje

Modeliranje je riječ koja se upotrebljava na različite načine pa tako ima i različita značenja, a u računalonom svijetu se odnosi na prikazivanje nekog dijela stvarnog svijeta pomoću modela kojima se reprezentiraju određene značajke.

Pomoću modela se mogu sagledati različiti slučajevi te pronaći odgovori na pitanja „što ako“, odnosno pronaći posljedice promjena. U GIS–u je okoliš najpoznatiji za modeliranje na temelju karte.

„Karta je minijaturna zastupljenost nekog dijela stvarnog svijeta. Najpoznatije su papirne mape, ali postoje i digitane karte. Druga važna klasa modela su baze podataka. Baza podataka obično pohranjuje znatnu količinu podataka, i pruža različite funkcije za rad na temelju pohranjenih podataka“ (Ibi, p. 46). Modeliranje podataka predstavlja dizajnerske napore strukuiranja baze podataka na način da se identificiraju vrste podataka koje će se pohraniti u bazu podataka, od kojih su kod GIS–a najvažniji prostorni podaci.

Prilikom korištenja GIS softvera u računalo se najprije pohranjuju prostorni podaci kojima se manipulira tehnikama koje su specifične za domenu aplikacije, primjerice u geologiji, da bi se dobila geološka klasifikacija.

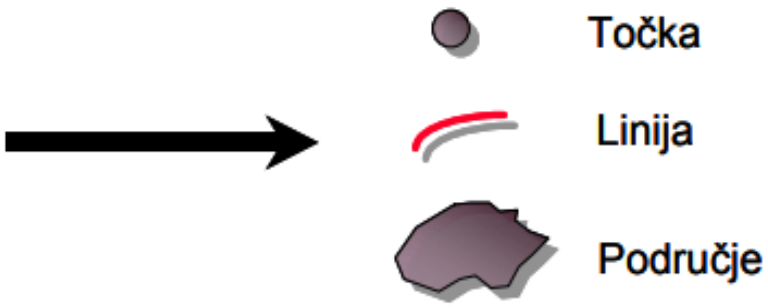
GIS se koristi za stvaranje vizualizacije, bilo to na računalnom zaslonu ili tiskano na papiru. Pravi je svijet drugačiji nego GIS/računalni svijet u kojem se simulira stvarni svijet. Simulacije nisu savršene ali na vjerodostojan način prikazuju neke činjenice.

„Prvi korak pri modeliranju podataka jest izbor objekata koji su od važnosti za pojedini zadatak ili projekt. Rezultat tog postupka je najčešće katalog objekata u kojemu su opisani kriteriji da bi neki objekt ušao u model i njegova identifikacija u

modelu“ (Tutić, 2002, p. 22). Objekti mogu biti zgrade, prometnice, rasvjeta, površine cesta te dr.

Nakon prvog koraka slijedi drugi korak modeliranja koji podrazumijeva izbor prikaza pojedinog objekta u digitalnom modelu.

Na slici 3. prikazan je izbor geometrijskog prikaza objekata.



Slika 3. Izbor geometrijskog prikaza objekata
(Izvor:Tutić, 2002, p. 22)

Stvarni modeli objekata se geometrijski svode na **točke, linije i područja**.

Svaki zemljopisni fenomen može se prikazati na različit način korištenjem pravog izbora koji ovisi o dostupnosti izvornih podataka koji predstavljaju neobrađene podatke te ovisi o tome kakvu manipulaciju podataka aplikacija želi izvesti.

Nakon drugog koraka slijedi korak pripreme kataloga objekata prilikom čega se objektima dodaje opisna informacija (atribut).

1.5. Modeli prostornih podataka

Modeli prostornih podataka mogu biti (Goodchild, 1997, p. 3):

- statički i
- dinamički.

Karte/mape i baze podataka smatraju se statičkim modelima.

Statički modeli predstavljaju jedno stanje stvari, obično događaje ili promjene u stvarnom svijetu na koje upućuju dinamički modeli koji naglašavaju promjene događaja.

Dinamički modeli su kompliciraniji od statičkih modela jer zahtijevaju puno više računanja da bi se dobilo prikazivanje temeljnih procesa. Najvažnija vrsta dinamičkih modela je simulacija koja mogućava prikazivanje procesa stvarnog svijeta.

1.5.1. Karte

Najpoznatiji (konvencionalni) modeli stvarnog svijeta su karte koje se koriste već tisućama godina za prikazivanje infomacija o stvarnom svijetu. „Važne komponente geoinformacijskih sustava su programi za mapiranje i geografsku analizu. Takva programska rješenja koriste podatke iz sustava za vizualiziranje prostornih podataka i omogućuju njihovu upotrebu pri donošenju poslovnih odluka“ (Škrobot et al, 2007). Kao produkti softverske analize prostornih podataka nastaju mape/karte.

„Karte su osnovni izvor podataka za GIS i kartografska tradicija je od fundamentalnog značaja za način na koji GIS radi“ (Tutić et al, 2002, p. 2). Koncepcija karata i njihov dizajn razvili su se u znanost visokog stupnja profinjenosti jer su se pokazale izrazito korisnima za mnoge aplikacije iz različitih područja. Ono što predstavlja nedostatak kod karata su ograničenja na dvodimenzionalnu statičnost te prikazivanje u uvijek određenom mjerilu.

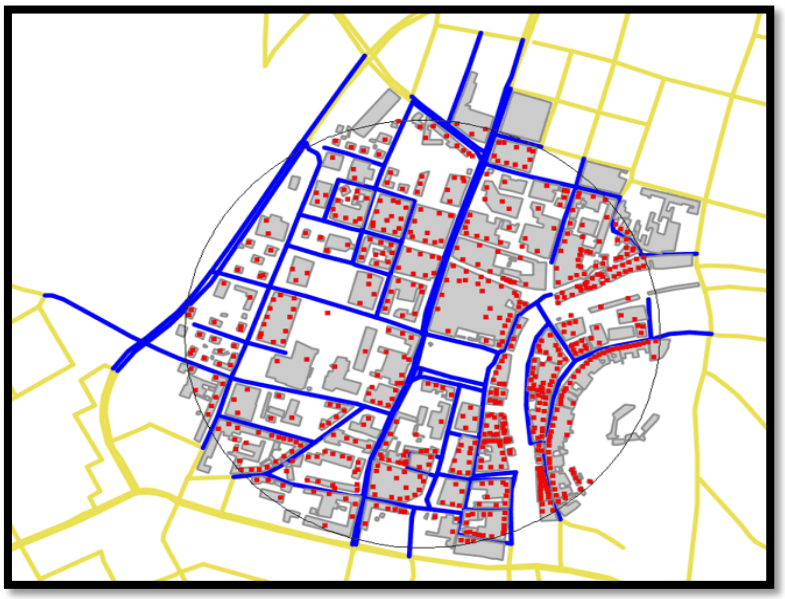
„Razmjer karta određuje prostornu razlučivost grafičkog prikazivanja. Što je manja ljestvica, to je manja prikazana karta. Točnost baznih podataka postavlja granice ljestvice u kojoj se može prikazati točnost karte. Izbor odgovarajuće karte je jedan od prvih i najvažnijih koraka u dizajniranju karte“ (Rolf, 2001, p. 48). Karta se uvijek prikazuje grafički, u određenom mjerilu te imaju fizičke granice.

Znanost koja se bavi kartografskim prikazivanjem fenomena stvarnoga svijeta naziva se **Kartografija**. Pojavom računalnih sustava analogna kartografija postala je digitalna, kakva se najčešće koristi danas. Kada je riječ o suvremenoj, digitalnoj, kartografiji korištenje računala za stvaranje karte predstavlja sastavni dio moderne

kartografije u kojoj se promijenila uloga karte po pitanju pohrane podataka, preko prostornih baza podataka, pa je uglavnom preostala vizualna funkcija karata. Na slici 4. prikazan je primjer geokodiranja – mapa lokacije, odnosno geografska karta koja kao zemljopisini alat može poslužiti za identifikaciju bilo koje lokacije na Zemlji.

Na slici je prikazano središte Ljubljane (Slovenija).

Vidljivo je da su: crvenim kvadratićima označeni naslovi, plavim linijama prikazane su ceste i sivim znakovima prikazane su građevine.



Slika 4. Primjer geokodiranja-mapa lokacije – središte Ljubljane
(Izvor: Tunel studio, razvoj naprednih storitev za GIS – 8 Nasprotno geokodiranje)

Pretraživanje na slici 4. se izvršilo uz pomoć kompozitnog pretraživača FullCompositeLocator s radijusom pretraživanja od 500 m, koji je prikazan crnom tankom kružnicom.

1.5.2. Baze podataka

Baza podataka predstavlja spremište za pohranu velike količine podataka te ima nekoliko važnih funkcija.

Funkcije baze podataka su (Ibi, p. 49):

- bazu podataka može koristiti više korisnika istodobno, tj. omogućava istodobnu uporabu,
- baza podataka nudi niz tehnika za pohranu podataka i omogućava korištenje najučinkovitijih podataka što bi značilo da podržava optimizaciju pohrane,
- baza podataka omogućuje uvođenje pravila o pohranjenim podacima, koji će biti automatski provjereni nakon svakog ažuriranja podataka što bi značilo da podržava integritet podataka,
- baza podataka nudi za korištenje jednostavan jezik manipulacije podacima, što omogućuje ekstrakciju i ažuriranje podataka,
- baza podataka će pokušati izvršiti svaki upit na jeziku za manipulaciju podacima na najučinkovitiji način, što znači da nudi optimizaciju upita.

U baze podataka se mogu pohraniti sve vrste podataka, a u današnjim modernim sustavima podataka organizira se pohrana u tabličnom, relacijskom, obliku (stupci i redci).

Dizajn baze podataka određuje koje tablice će biti prisutne a završna baza podataka poznata je kao shema baze podataka.

Za objašnjavanje sheme baze podataka koristi se jezik koji je obično poznat kao model podataka ali u smislu jezika koji se koristi, što rezultira shemom baze podataka.

„Prostorne baze podataka su specifična vrsta baze podataka koje pohranjuju prikaze geografskih pojava u stvarnom svijetu koje će se koristiti u GIS-u“ (Ibi, p. 52). Posebnost prostornih baza podataka je u tome da koriste druge tehnike a ne tablice za prikaz podataka, iz razloga jer nije lako predstavljati geografske pojave u tabelarnom obliku.

Prostorna baza podataka nije isto što i GIS, iako imaju dosta zajedničkih karakteristika. Prostorna baza podataka usredotočena je na funkcije baze podataka u cjelini, točnije na konkurenciju, pohranu, integritet i upite osobito prostornih podataka, dok se GIS fokusira na upravljanje prostornim podacima koji se koriste za dublje razumijevanje geografskog prostora (prostorno referentni sustavi, udaljenost i područja računanja, prostorne interpolacije, digitalne elevacije modela te dr.) (Ibi, p. 53).

U posljednje vrijeme se sve više koriste GIS aplikacije za prostornu analizu i stvaranje posebne prostorne baze podataka za pohrana podataka.

Za izradu sheme prostorne baze podataka je relevantna činjenica da prostorni fenomeni euklidskog prostora postoje u dvije ili tri dimenzije, odnosno kao modeli prostora u kojem se nalaze prikazane koordinate (x, y) u 2D-u ili kao koordinate (x, y, z) u 3D-u, te u pojavama poput udaljenosti i smjera pri čemu se koriste formule. Kada se model prostora prikazuje u 2D-u tada je riječ o fenomenu pohrane u prostornu bazu podataka podataka uz korištenje karakterističnih točaka, linija, područja ili slika. Neke GIS aplikacije zahtijevaju točke prikaza i zastupljenost područja, u određenim slučajevima.

Gradovi na karti mogu se prikazati kao točke ili kao područja pa baza podataka mora pohraniti prikaze zemljopisnih pojava (prostornih značajki) na besprijekoran način.

Skale se odnose na svjetske koordinate dane u jedinicama koje se obično koriste kao referentne značajke u stvarnom svijetu pa se iz takvih vrijendosti mogu izračunati skale za vizualizaciju.

Svi zemljopisni fenomeni imaju različite odnose među sobom i imaju geometrijske, tematske i vremenske osobine (postoje u vremenu), prikazani su razvrstavanjem u tematske slojeve podataka ovisno o svrhi baze podataka (katastarska, topografska, zemljišna ili bazna baza podataka. Prostorna baza podataka ne koristi se samo za pohranjivanje podataka i manipulaciju istima, već također omogućuje korisnicima provođenje jednostavnih oblika prostorne analize koja uključuje pitanja o podacima topoloških odnosa (susjedstvo, udaljenost, smjer, incidencija, razdvojenost te druge zemljopisne pojave koje mogu postojati među njima).

1.6. Primjena GIS-a kao baze podataka za istraživačke projekte

Baza podataka kao dio GIS-a predstavlja softverski paket koji se koristi za pohranu i manipuliranje podacima.

Baza podataka se koristi za pohranu velikih količina podataka, s kojima se može istodobno koristiti više korisnika, podržavaju integritet podataka i oporavak pada sustava, ima jednostavnu razinu upotrebe jezika za manipulaciju podacima, dok GIS-

ovi nisu dobri u navedenom pa su prilagođeni za rad na prostornim podacima i za analize zemljopisne prirode, što je glavno GIS uporište.

GIS paketi su danas fleksibilni alati za izradu karata od papira ali i u digitalnom obliku.

„Mogućnost digitalnog snimanja geoinformacijskih podataka poboljšala je razvoj GPS-a, otvorenih i slobodnih izvora GIS softvera i računalne kartografije. U GIS analizi ishod je predvidiva karta koja se koristi za prikazivanje rezultata potrebnog za donošenje odluka. GIS kao tehnologija koju koristi poduzeće ima sposobnost stvaranja baze podataka. GIS objedinjuje tehnologiju (hardware i software) te prostorne podatke koristi kao podlogu za donošenje odluka koje su važne za upravljanje poduzećem ili nekom organizacijom. GIS se zapravo koristi za upravljanje geografskim informacijama unutar organizacije te shodno tome za donošenje nekih strateških odluka“ (Škrobot et al, 2007). U GIS pakete su ugrađeni alati za „razumijevanje“ geografskog prostora dok to nije slučaj kod baza podataka.

Svi dobri GIS paketi sadrže pohranjivanje baznih podataka u baze podataka te njihovo korištenje kada je to potrebno za rad u GIS-u što se postiže jednostavnim postavkama ili izjavama programa unutar GIS-a.

Baze podataka danas dopuštaju pohranjivanje prostornih podataka na učinkovite načine, dok to prije nije bilo moguće jer su se koristile tehnike slabijeg učinka.

Mali istraživački projekti mogu biti izvedeni bez korištenja stvarne baze podataka jer svaki GIS ima osnovnu bazu podataka.

Kod većih, dugoročnih i institucionalnih projekata organiziraju se obrade prostornih podataka u prostornu bazu podataka.

Podaci se koriste u GIS-u uglavnom za prostorno analiziranje i izlazne prezentacije. GIS se koristi kod projekata za prikazivanje geografskih pojava koje su mnogobrojne pa se GIS različito primjenjuje. Discipline kod kojih se primjenjuje GIS, odnosno koje su uključene u upravljanje prostornim podacima su prikazane u tablici 1.

Karakteristike disciplina	Primjeri
Razvoj prostornih koncepata	Geografija, kognitivna znanost, lingvistika, psihologija
Sredstva za snimanje i obradu daljinskog senzora prostornih podataka	Geodetsko inženjerstvo, kartografija, fotogrametrija
Formalno i teorijsko utemeljenje računalnih znanosti	Stručni sustavi, matematika, statistika
Primjena/aplikacija	Arheologija, arhitektura, šumarstvo, znanosti o Zemlji, regionalno i urbanističko planiranje mjerenja
Podrška	Pravne znanosti, ekonomija

Tablica 1.: Discipline koje su uključene u upravljanje prostornim podacima GIS – a
(Izvor: Rolf, 2001, p. 146)

Koji će se GIS koristiti, ovisi o ciljevima korisnika, pa na primjer kod projekata upravljanja vodom objekti mogu biti bazeni, agroekološke jedinice, meteorološki podaci, razina podzemnih voda, razina navodnjavanja, mjerenje ukupno korištene vode te dr. Za sve navedeno može biti definiran i georeferenciran vremenski interval.

Svi relevantni fenomeni GIS – a dolaze u sklopu opisa, georeferencija i vremenskih intervala. Kada geografski fenomen nije prisutan svugdje u području istraživanja tada ga promatramo u smislu geografskih objekata čiji se položaj u svemiru određuje kombinacijom jednog ili više parametara (mjesto, oblik, orijentacija).

Kod parametra oblika dimenzija je važan aspekt koji odgovara na pitanje je li objekt periferija, linearna površina ili značajka volumena.

U slučaju korištenja podataka geografskog objekta iznimno su važni prethodno navedeni parametri, dok npr. kod auto navigacijskog sustava, sve ono što je važno za geografske objekte poput benzinskih postaja, je vrijeme i mjesto koji će biti dovoljni pokazatelji dok su oblik, veličina i orijentacija irelevantni, a ceste će biti važni predmeti, uz koje su vežu relevantni pojmovi informacija: lokacija (gdje počinje i gdje završava), oblik puteva, veličina (važno je znati koliko traje putovanje) i orijentacija (u kojem smjeru se putuje).

Oblik je važan jer je jedan od njegovoh čimbenika dimenzija (da li su objekti nulte dimenzije, jednodimenzionalni, dvodimenzionalni ili trodimenzionalni). Benzinske

postaje su nulte dimenzije, percepiraju se kao točke u prostoru, ceste su jednodimenzionalne jer se smatraju linijama u svemiru, putevi se mogu smatrati i dvodimenzionalnima jer sadrže podatke o cesti poput preciznog lociranja poklopaca šahtova, od kojih svaki ima lokaciju, pa u slučaju kvarova svaka se greška oblikuje kao jednodimenzionalni objekt kod kojeg je važan parametar „veličina“.

Lokacija, oblik i veličina u potpunosti se utvrđuju ako znamo granicu neke površine, pa oštra granica predstavlja onu koja se može odrediti gotovo proizvoljnom preciznošću. U svakodnevnom GIS – u koriste se tehnike koje često ne zahtijevaju graničnu definiranost već su područja identificirana geološkom klasifikacijom koja ne zahtijeva u GIS aplikacijama takvu vrstu informacija. Kada se u GIS-u prikazuju geografski objekti tada se obično pohranjuje inteligentno odabran skup lokacija s njihovom nadmorskom visinom, pa je tu važan parametar „visina“.

1.7. Komponente GIS–a

Osnovne komponente GIS – a su podaci, hardver, softver, ljudi te metode i pristupi organizacije u kojoj GIS funkcionira.

Sinergijskim djelovanjem navedenih komponenti uspostavljaju se komponente geografskog informacijskog sustava (Decker, 2001, p. 11):

- mapiranje softvera – kombinira se opisivanje prostornih podataka (točke, linije, poligoni) i
- značajke na površini Zemlje s informacijama koje dodatno opisuju prostorne podatke.

GIS kao softverski sustav mora sadržavati navedene komponente jer uvijek sastoji od modula za unos, pohranu, analizu, prikaz i izlaz prostornih podataka. Za GIS, svaki od tih modula može pružiti više ili samo nekoliko funkcija. Ono što je važno je to da ako bi jedna od tih funkcija potpuno nestala, sustav se ne bi više mogao nazivati geografskim informacijskim sustavom. Navedene komponente GIS – a osim unosa podataka (pohranjivanje podataka), skladištenja i održavanja, analize i izlaza, uključuju

i diseminaciju, prijenos i razmjenu te organizacijska pitanja. Organizacijska pitanja definiraju kontekst i pravila stjecanja i obrađivanja geoinformacija.

1.8. Razmjer i rezolucija

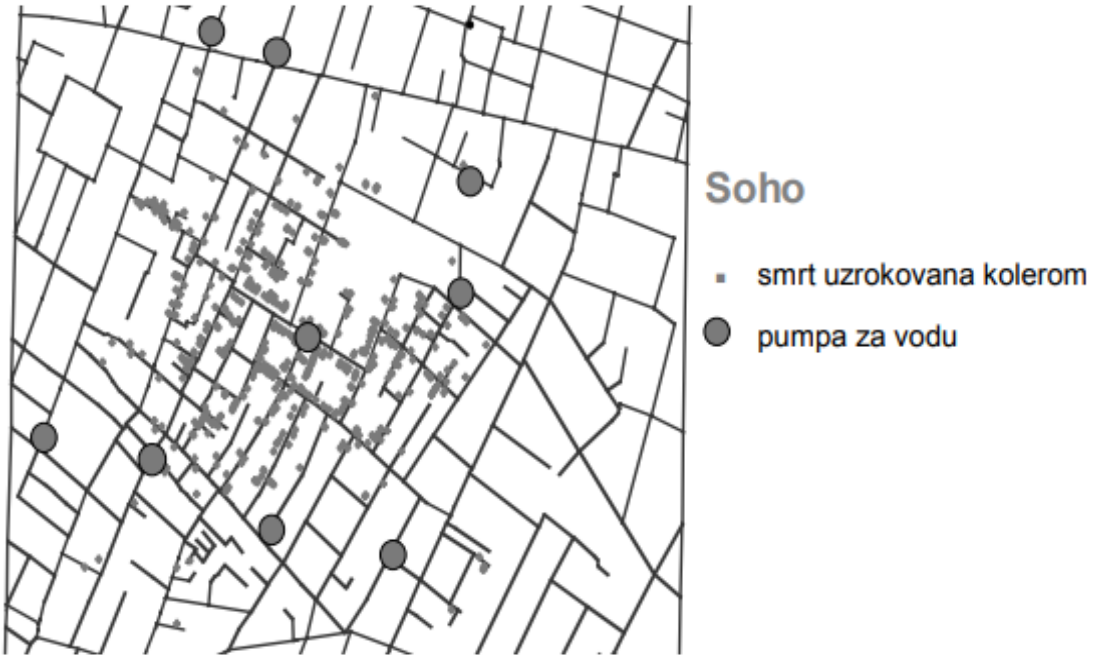
U praksi upravljanja prostornim podacima često se susrećemo s pitanjima razmjera i rezolucije podataka. Rezolucija prostornih podataka predstavlja mjeru za oštrinu prikaza slike.Razmjer karte predstavlja omjer udaljenosti na mapi papira i udaljenost istog na terenu/u stvarnosti. Tako na primjer karta mjerila 1: 50.000 znači da 1 cm na karti predstavlja 50.000 cm, tj. 500 m, na terenu. Kod digitalnih prostornih podataka pohranjenih u GIS-u razmjeri predstavljaju omjer odnosa povezanih s vizualnim izlazom, poput karte, a ne sa podacima koji su korišteni za izradu karte.

2. RAZVOJ GIS PROJEKATA

Koncepcija GIS–a nije novina jer je u geografiji upotrebljavana još u 19. stoljeću kada su se upotrebljavali sustavi kartica s indeksima tematskih slojeva koji se preklapali i kada su se upotrebljavali atlasi. Prvi primjer takve koncepcije, bilo je ucrtavanje položaja smrtnih slučajeva uzrokovanih zarazom kolere na karti, koje je proučavao u Londonu 1854. godine. dr. John Snow.

John Snow je dokazao da je izvor smrtnih slučajeva, u okrugu od 500 m, postojanje zaražene javne pumpe za vodu u ulici Broad Street, Soho, te da njenim uklanjanjem nisu dijagnosticirani novi slučajevi obolijenja.

Na slici 5. prikazano je John Snow-o ucrtavanje smrtnih slučajeva od kolere na području Soho.



Slika 5.: John Snow-o ucrtavanje smrtnih slučajeva od kolere na području Soho
(Izvor: Tutić et al, 2002, p. 5)

Razvoj GIS projekata započeo je krajem 1960-ih godina kada se počela razvijati i tehnologija iz područja kartografije i CAD-a (Computer Aided Design, računalom

podržano oblikovanje; danas su poznati CAD programi popu Autodesk AutoCAD i Bentley MicroStation kojima je namjena izrada i dizajn 2D i 3D grafičkih modela) i sustava za upravljanje bazama podataka (Data Base Management Systems).

Postoji nekoliko ključnih trenutaka važnih za razvoj GIS-a (Škrobot et al, 2007):

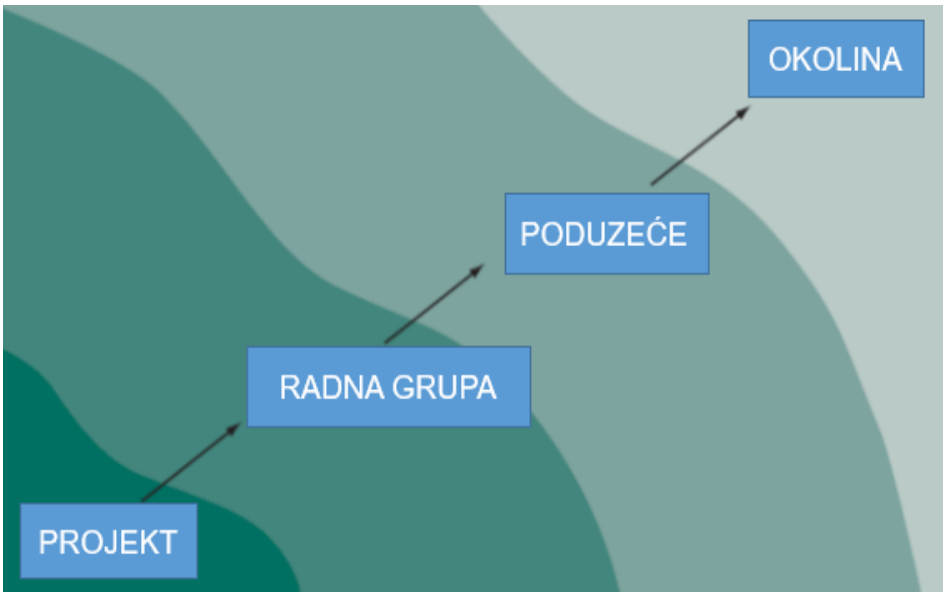
- razvijen Kanadski geoinformacijski sustav CGIS 1960-ih godina kao računalni sustav mjerenja za karte,
- godine 1970. Američki ured za popis stanovništva razvija program DIME za popis stanovništva,
- laboratorij za računalnu grafiku i prostornu analizu Sveučilišta Harvard razvija GIS naziva ODYSSEY krajem 1970-ih,
- jedinica za eksperimentalnu kartografiju Ujedinjenog Kraljevstva razvijala je računalnu kartografiju od 1968. do sredine sedamdesetih godina,
- razvoj računalne kartografije u nacionalnim agencijama za kartografiju,
- razvoj daljinskog očitavanja uključujući vojne satelite, Landsat i GPS,
- suvremena povijest GIS-a datira iz ranih 1980-ih, kada je cijena računala dovoljne snage pala su ispod kritičnog praga.

Smatra se da je razvoj GIS – a bio najznačajniji 1990-ih godina kada su nastala brojna programska rješenja za unaprjeđenje analiza koje su koristile geoinformacijske podatke, od kojih je najznačajnija implementacija različitih metoda rudarenja podataka i metoda optimizacije.

Ono što je značajno za današnje korištenje GIS – a je njegova integracija sa ostalim informacijskim sustavima poduzeća i integracija sa društvenim mrežama.

Integracijom se utječe na poboljšanje poslovanja poduzeća na način da se usmjeravaju potrošači na određene lokacije. Navedeno bi značilo da GIS pruža potporu u poslovanju m - trgovine temeljene na lokaciji mobilnih transakcija u nekom određenom vremenu.

Obično se GIS prvo uvede u organizacije u kontekstu jednog projekta s fiksnim rokom. Implementiranje GIS projekta u organizaciju prikazano je na slici 6.



Slika 6.: Implementiranje GIS projekta u organizaciju
(Izvor: Goodchild et al, 2005, p. 160)

Tijekom trajanja projekta sastavljaju se tehničke komponente operativnog GIS-a u koje spadaju mreža, hardver, softver i podaci. Trajanje projekta može biti i razdoblje od nekoliko mjeseci do nekoliko godina.

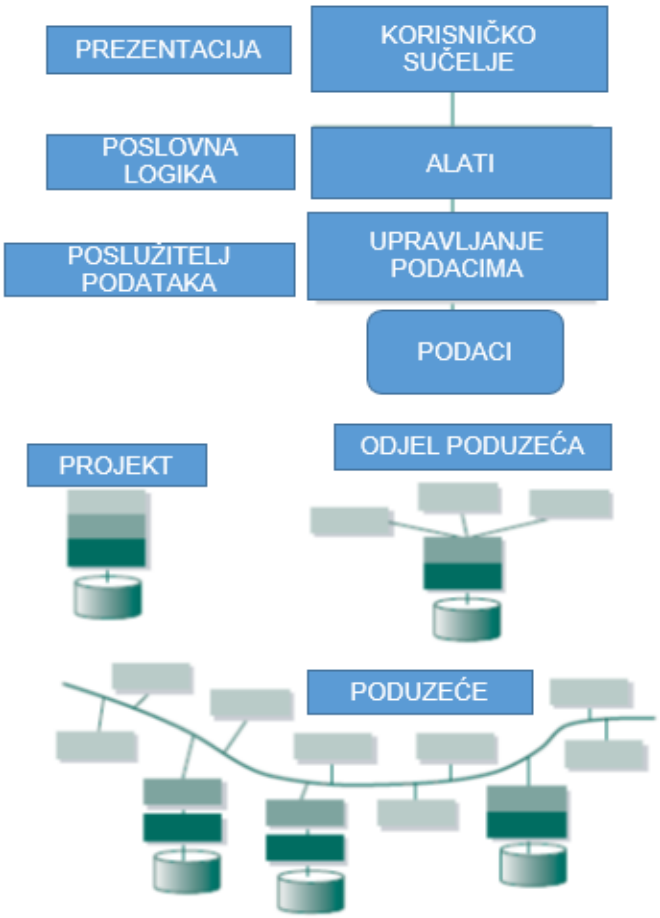
Podaci se prikupljaju posebno za projekt pri čemu je potrebno misliti o ponovnom korištenju softvera, podataka i ljudskog znanja. U velikim organizacijama mogu se izvoditi višestruki projekti jedan za drugim ili čak paralelno. Jednokratni projekti posjeduju odsustvo vizije, što često može dovesti do dupliciranja jer se svaki projekt razvija pomoću različitih hardvera, softvera, podataka, ljudi i postupaka.

Dijeljenje podataka i iskustva obično je nizak prioritet, ali zbog povećavanja interesa za GIS, podaci se dijele i projekti se u istim odjelima poduzeća spajaju s ciljem smanjenja troškova, što često dovodi do stvaranja zajedničkih standarda, razvoja fokusiranog GIS tima i nabave novih GIS sposobnosti.

Ipak, vrlo je uobičajeno da različiti odjeli imaju različite standarde GIS softvera i podataka. Kroz proces prirodnog rasta GIS postupno postaje prihvaćen kao važan informacijski sustav na razini poduzeća, a resursi za podršku i upravljanje GIS-om često se financiraju i upravljaju centralno. Dodatno se može identificirati četvrti tip društvene implementacije u kojem stotine ili tisuće korisnika postaju angažirani u GIS projektu te su povezani mrežom, pa na takav način dolazi do društvene implementacije

(npr. država Katar na Bliskom istoku u kojoj se pridružilo više od 16 vladinih odjela zbog stvaranja sveobuhvatnog GIS-a i zemlje s tisućama korisnika).

GIS projekti iz perspektive softverskog sustava imaju troslojnu građu: korisničko sučelje, alate i sustav za upravljanje podacima, što je prikazano na slici 7.



Slika 7.: Klasična trostupanjska građa GIS softverskog sustava
(Izvor: Goodchild et al, 2005, p. 160)

Na slici 9. je vidljiva interakcija korisnika sa sustavom, što se vrši putem grafičkog korisničkog sučelja (GUI), integrirane zbirke izbornika, alatnih traka i drugih kontrola. GUI omogućuje pristup GIS alatima koji definiraju mogućnosti GIS softveru za obradu zemljopisnih podataka koji se pohranjuju u datoteke ili baze podataka koje organizira softver za upravljanje podacima.

„U standardnoj terminologiji informacijskog sustava to je trostupanjska građa s tri razine koja se naziva: prezentacija, poslovna logika i poslužitelj podataka. Svaki od tih softverskih slojeva je potreban za obavljanje različitih vrsta nezavisnih zadataka. Prezentacijski sloj mora biti vješt u prikazivanju interakcije s grafičkim objektima. Poslovna logika je potrebna za obavljanje računalnih operacija poput obrade podataka preko slojeva i raster analiza. Kako bi se povećale performanse sustava korisno je optimizirati postavke hardvera i operacijskih sustava različito za svaku od ovih vrsta zadataka“ (Goodchild et al, 2005, p. 160). Da bi se olakšala prilagodba GIS softverski proizvodi moraju omogućiti pristup modelu podataka i omogućiti dopunjavanje postojećih funkcija pa su danas uz usvajanje Microsoft.Net i Sun Java okvira dostupne i javne domene jezika (Visual Basic, Java i Python) za prilagodbu GIS softverskim sustavima.

Moderni programski jezici su jedna od komponenta većih softverskih paketa orijentiranih na razvojne programere koji se nazivaju integriranim razvojnim okruženjem (IDE). Pojam IDE podrazumijeva kombiniranje nekoliko alata za razvoj softvera. Programski kod može se unijeti i pridružiti GUI elementima pomoću integriranog uređivača koda.

2.1. Začetak modernog GIS–a

Već je prethodno rečeno da je razvoj GIS-a započeo je krajem 1960-ih godina kada se počela razvijati i tehnologija iz područja kartografije i CAD-a te sustava za upravljanje bazama podataka. Projektiranje potpomognuto računalom (CAD - Computer-Aided Design) nije bilo namijenjeno manipulaciji ili analiziranju kartografskih podataka, ali zapravo kasnije se za navedeno počeo koristiti.

CAD je bio pogodan za obavljanje vizualnog prekrivanja zbog svojstvenog slojevitog modela podataka jer je strukturiran tako da pohranjuje više opisa podataka koji se primjenjuju na isti entitet. GIS je dizajniran tako da se to može učiniti uspoređivanjem jednog uzorka karte s drugim. Jedna od značajki CAD-a je da je standardizirana verzija tipične .dwg datoteke (zajednička CAD crtaća datoteka), nazvana formatom za crtanje (.dxf) koja se često lako prevodi iz CAD-a na GIS softver.

Većina korisnika primjenjuje CAD softver za unos, jer se korisničko sučelje prilikom unosa lakše koristi od GIS sučelja.

Karakteristika CAD datoteka je to da su podijeljene u više slojeva koji u CAD datoteci imaju drugo značenje nego sloj na karti, dakle, slojevi predstvaljaju skup sličnih značajki na karti koje predstavljaju referencu na geografski skup podataka ili klase značajki s pripadajućom metodom crtanja.

2.2. Razvoj GIS–a i DBMS–a (Database Management System)

GIS i DBMS paketi razvili su se u različitim smjerovima te su se koristili u različite svrhe. Međutim, i GIS i DBMS pohranjuju podatke i omogućuju korisniku manipulaciju podacima s ciljem stvaranja relevantnih rezultata. DBMS-ovi imaju dugu tradiciju u upravljanju atributom na siguran način i to za više korisnika u isto vrijeme.

„Neki od podataka u GIS aplikacijama su atributni podaci, stoga ima smisla koristiti DBMS za to. Sami GIS paketi mogu pohraniti tablične podatke, međutim, oni ne daju uvijek punopravni jezik upita za rad na stolovima. Snaga GIS tehnologije leži u ugrađenom "razumijevanju" geografskog prostora i svih funkcija koje proizlaze iz njega: strukture prostornih podataka za pohranu, analizu prostornih podataka i proizvodnju karata. Većina GIS - ova ne može prihvatiti pristup za više korisnika“ (Rolf, 2001, p. 187). DBMS pruža podršku za pohranu prostornih podataka pa na takav način pruža podršku GIS aplikacijama.

Danas velike GIS aplikacije zahtijevaju upotrebu DBMS za pohranu podataka i služi kao podrška za više korisnika, a GIS se koristi za prostornu funkcionalnost. Na takav način DBMS služi kao centralno skladište podataka za sve korisnike, dok svaki korisnik pokretanjem vlastitog GIS-a dobiva svoje podatke iz DBMS-a. Male GIS aplikacije ne zahtijevaju DBMS ali podržavaju dodatke samostalnog GIS paketa.

2.3. Suvremeni razvojni trendovi sustava za obradu podataka

Sustavi za obradu podataka predstavljaju računalne sustave sa hardverskim i softverskim komponentama. Geografski informacijski sustav (GIS) je alat za upravljanje prostornim podacima pa je potrebno usmjeriti pažnju na razvojne trendove računalnog hardvera i softvera koji su postali očiti posljednjih godina. Ovi trendovi omogućuju nam da pogledamo naprijed u budućnost i da prognoziramo obradu geoinformacija u stvarnom svijetu.

Hardverske komponente koriste se za obradu, pohranu i prijenos podataka, dok se softverske komponente koriste za upravljanje hardverom, periferijskim uređajima i podacima.

Otvoreni sustavi koriste ugovorene, standardne, arhitekture i protokole za umrežavanje što olakšava povezivanje različitih sustava, pa se pojam interoperabilnosti koristi za sposobnost hardvera i softvera računala različitih proizvođača da komuniciraju jedni sa drugima, na način da se dopušta interoperabilna baza podataka koja omogućava da se različito oblikovane baze podataka pojavljuju korisniku kao jedna homogena baza podataka.

2.3.1. Hardver u GIS–u

U hardverske predmete spadaju tvrdi opipljivi predmeti poput pisača, tipkovnice, diskova, monitora, ručna računala, terenska računala, prijenosna i osobna računala, radne grafičke stanice koje su nalik na osobna računala ali su po kvaliteti puno bolja od osobnih računala pa su pogodne za primjenu u GIS – u.

Osim navedenih hardverskih predmeta za GIS su važna velika računala koja se nazivaju „mainframe“, a njihova važnost proizlazi iz toga jer su višeprocesorska te služe kao serveri, pogodna su za rad velikog broja ljudi nad jednim skupom podataka u istom vremenu pa su iz tog razloga važna za GIS koji obuhvaća velike količine podataka.

Hardveri koji su najpoznatiji za prikupljanje podataka na terenu su *GPS prijemnik* (više u poglavlju 4.), *totalne stanice* koje su prikazane na slici 8. (to su uređaji

kojima se mjere tereni, na Zemlji i ispod Zemlje, putem geodetskih metoda), *sateliti* koji snimaju Zemljinu površinu pa nastaju satelitske snimke (slika 9.), *digitalna fotogramerijska kamera* koja služi za slikanje terena prilikom čega je slikanje čitljivo u digitalnom obliku uz pomoću računala (još uvijek nema visoku zastupljenost u Hrvatskoj) te digitalni fotoaparat.



Slika 8.: Totalne stanice
(Izvor: Tutić et al, 2002, p. 12)

Satelitske slike nastaju prikupljanjem satelitskih podataka. Digitalni podaci iz Zemljinih orbitirajućih satelita pružaju širok raspon prikladnih rasternih podataka za upotrebu u GIS-u.

Satelitske podatke je teško pohranjivati i prikupljati jer sateliti podatke prikupljaju kontinuirano.

„Zbog duge povijesti satelitskih podataka i raznolikosti senzora na ovim satelitima, sateliti se dijele na temelju senzorskih tipova, te na temelju pojedinačnih satelita (ili "pticama" kako se često spominju). Iako postoji nekoliko tisuća satelita na Zemlji, samo nekoliko serija trenutno osigurava podatke prikladne za GIS. Ovi sateliti nazivaju se satelitima koji promatraju Zemlju jer prikupljaju slike (iz raznih senzora) površine zemlje i šalju ih na prijemne stanice na površini“ (Decker, 2001, p. 27). Osim navdenih satelita

postoji još jedna skupina koja ne snima slike, već pruža informacije o lokacijama na Zemlji koje se često koriste u GIS - u za snimanje lokacija površinskih značajki i georeferentnih GIS podataka.

Trenutno se za informacije o lokaciji koriste satelitski nizovi koji se nazivaju GPS (zemljopisni sateliti za pozicioniranje).



Slika 9.: Satelit i satelitska snimka
(Izvor: Tutić et al, 2002, p. 12)

Hardveri koji su pogodni za digitalizaciju su stolni skeneri, skeneri velikih formata, rotirajući skeneri koji su pogodni za korištenje u medicini jer imaju visku razinu razlučivosti pri skaniranju snimaka dobivenih analognom fotogrametrijom i ručni digitalizatori koji danas sve više gube na važnosti.

U hardver za spremanje podataka spadaju diskete koje nisu pogodne za korištenje u GIS – u jer imaju malen kapacitet, tvrdi disk i CD ROM, DVD i magnetske vrpce.

Hardveri za spremanje podataka su pogodni za GIS jer imaju dovoljno velik kapacitet i brzinu, ustavi za spremanje podataka (backup) koji su također pogodni za spremanje velike količine podataka u kratkom vremenu pa se izrazito važni za GIS-ove.

U hardver za ispis i prikaza podataka spadaju monitori, pisala, projektori, mrežni uređaji (lokalne mreže – intranet i globalna mreža - Internet).

2.3.2. Softver u GIS-u

U razvojnim godinama GIS-a, GIS softver se sastojao od zbirki računalnih rutina koje je kvalificirani programer mogao koristiti za izgradnju operativnog GIS-a. Tijekom tog razdoblja svaki GIS bio je jedinstven u smislu svojih mogućnosti te su bile bile potrebne značajne razine resursa za stvaranje radnog sustava.

Kako su tehnološke inženjerske tehnike i GIS tržište rasle u 1970-ima i 1980-im godinama, potražnja je povećana za aplikacije višeg nivoa sa standardnim korisničkim sučeljem.

Krajem sedamdesetih i početkom 1980-ih standardno sredstvo komuniciranja s GIS-om bilo je upisivanje zapovjednih linija. Interakcija korisnika s GIS-om zahtijevala je upisivanje uputa za nacrte topografskih karata, za postavljanje upita o atributima šumskog stalnog objekta ili o sažetku dužine autocesta nekog projekta.

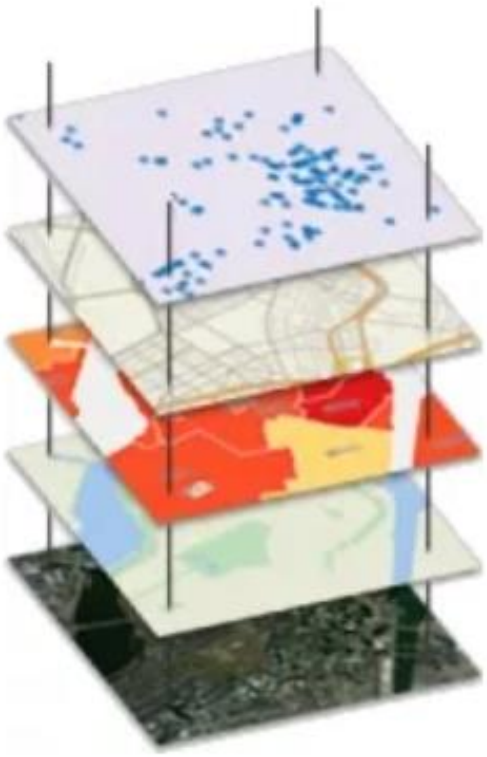
„U osnovi, GIS softverski paket bio je alatni operator geoprocesiranja ili naredbe koje bi se mogle primijeniti na skupove podataka za stvaranje novih skupova podataka. Na primjer, tri podatkovna sloja zasnovana na podlozi, tlo, nagib i vegetacija mogu se kombinirati pomoću funkcije preklapanja kako bi se stvorio skup podataka IntegratedTerrainUnit. Kako bi softver postao lakši za upotrebu i općenitiji, došlo je do dva ključna događaja kasnih 1980-ih. Prvo, sučelja naredbenog retka nadopunjena su i na kraju su uglavnom zamijenjena grafičkim korisničkim sučeljima (GUIs). Ova sučelja se temelje na izborniku pojednostavljene interakcije s korisnicima GIS-a. Drugo, dodana je mogućnost prilagodbe kako bi se omogućilo stvaranje posebnih namjena iz generičkih alata. Programeri softvera i napredni tehnički korisnici mogu upućivati pozive koristeći programski jezik visoke razine (kao što je Visual Basic ili Java) objavljene aplikacije programskih sučelja (API-jima) koja otkrivaju ključne funkcije“ (Longley et al, 2005, p. 159). Na takav je način potaknut interes za GIS koji je proširen na nova područja. Stvaranje prilagođenih aplikacijskih rješenja omogućilo je programerima da uspostave fokusirane aplikacije za krajnje korisnike na određenom

tržištu pa su se razvile aplikacije koje su bile potrebne Vladi, vojsci, komunalnim poduzećima, za okoliš te drugo. Razvijeni su novi uvjeti za razlikovanje podtipova GIS softvera u što je uključeno planiranje informacijskih sustava, automatiziranje sustava mapiranja/upravljanja objektima, zemljišnih informacijskih sustava te sustava za lokaciju.

„Poznati, puni GIS softverski paketi koji se koriste u ITC-u su ILWIS i ArcInfo. Oba su u uporabi od kada je osnovan kurikulum o GIS načelima koja se odnose na korisničku učinkovitost svih GIS-ova. Ne može se reći da je jedan GIS paket bolji od drugog: sve je ovisno o tome u kojem se području koji paket koristi. Tradicionalne snage ILWIS-a su u rasteru i znanstvenoj analizi prostornih podataka, osobito prikladne za ono što se naziva projektnim GIS aplikacijama. ArcInfo je više poznat po podršci vektorskim prostornim podacima i njihovim operacijama, korisničkom sučelju i proizvodnji karte, tipičniji je za institucionalne GIS aplikacije“ (Rolf, 2001, p. 148). Glavne karakteristike GIS softverskog paketa su njegove analitičke funkcije za izvođenje novih geoinformacija iz postojećih prostornih podataka.

„GIS softver omogućuje izradu karata i drugih grafičkih prikaza geografskih informacija za analizu i prezentaciju. Pomoću tih mogućnosti GIS je vrijedan alat za vizualizaciju prostornih podataka ili za izgradnju sustava za podršku odlučivanju za upotrebu u organizacijama“ (Caliper Corporation, 2018). GIS softver pohranjuje podatke o geografskim značajkama koje se klasificiraju kao točke, linije ili kao raster slike (digitalna slikovna grafika), pomoću prostornih indeksa koji služe za prepoznavanje značajki smještenih u bilo kojoj proizvoljnoj regiji karte pa tako može brzo prepoznati i mapirati sve lokacije (npr. ulice) koje prolaze kroz neko područje.

Na slici 10. ilustriran je GIS softver prikaz geografskih značajki neke regije.



Slika 10.: GIS softver – prikaz geografskih značajki neke regije
(Izvor: Caliper Corporation, 2018)

GIS softver implementira relacijsku bazu podataka koja se može odvojiti od geografskih slojeva i tablica.

Upravljanje relacijskim podacima integrirano je s robusnim i snažnim geoprocesiranjem za prostorne upite, poligonsko prekrivanje i druge analize temeljene na lokaciji, s ciljem jednostavnog premještanja podataka iz relacijskih tablica i geografskih baza podataka.

2.4. *web* GIS

Oko 2000-ih godina razvila se nova metoda softverske interakcije koja je omogućavala softverskim sustavima komunikaciju preko weba pomoću paradigme web usluga.

„*Web* usluga je aplikacija koja svojim funkcijama dobro definiranog sučelja omogućava povezivanje geografski distribuiranih funkcija GIS-a s ciljem stvaranja potpune GIS aplikacije. Na primjer, analitičar tržišta koji želi utvrditi prikladnost određenog web mjesta za pronalaženje nove trgovine može pokrenuti mali program koji se temelji na pregledniku na svom stolnom računalu koje povezuje s udaljenim uslugama preko weba koji omogućuju pristup najnovijem popisu stanovništva i geodemografske podatke, kao i analitičke modele“ (Longley et al, 2005, p. 159). World Wide Web je postao vodeći način dostave informacija te je postao važan GIS – u jer pruža mehanizme za isporuku podataka koji nisu bili mogući putem tradicionalnih tiskanih medija.

Prema sofisticiranosti sustava, *WEB* GIS aplikacije možemo podijeliti u tri osnovne skupine (Tatarević, 2007, p. 44):

- aplikacije s pristupom pregledu statičnih karata i mogućnošću spremanja istih na računalo korisnika,
- aplikacije s dinamičkim pregledom digitalnih karata s različitim temama koje čine cjelinu,
- aplikacije s dinamičkim pregledom digitalnih karata, pristupom prostornim upitima korištenjem atributnih ili geometrijskih podataka. Informacija dobivena upitom koristi se za analizu i kvalitetnije tumačenje sadržaja karte, odnosno tema prikazanih na karti.

Prije pojave *WEB*-GIS – a nije bilo moguće ispisati velike karte na ogromnim pisačima. Konvencionalne internetske tehnologije za dostavu tekstualnih i slikovnih podataka ali i za krajnji GIS web - surfing zahtijevaju dodatne alate poslužiteljima i primateljima (klijentima).

Najpoznatiji poslužiteljski alati su MapServer, GeoServer i QGIS poslužitelj - koji mogu čitati podatke. Konvencionalne web tehnologije rade dobro za statične podatke i slike, no što ako trebate web stranicu na kojoj korisnici mogu izdvojiti vašu kartu na različitim razinama zumiranja? Koristeći konvencionalnu tehnologiju web poslužitelja, potrebno je ograničiti korisnika na fiksni skup razina zuma, generirati slike unaprijed i poslužiti ih prema zahtjevu.

U slučaju da korisnik želi vidjeti samo dijelove karte bilo bi potrebno unaprijed slagati karte pa se ovdje javljaju problemi: nemoguće je predvidjeti koje dijelove karte

korisnik želi vidjeti; drugi problem proizlazi iz činjenice da ako bi se generirale tisuće pododjeljaka koje bi korisnik mogao odabrati opet bi poslužitelj ostao izvan prostora za pohranu nakon pregleda samo nekoliko karata.

„Ako programiranje na strani poslužitelja nije već obeshrabrilo GIS stručnjaka, programiranje na strani klijenta sigurno hoće. Ono što je potrebno je paket alata klijenta s korisnim kontrolama za pregledavanje i uređivanje karte koje je već ugrađeno. Svakako, paket će odrediti cjelokupni izgled i funkcionalnost, ali je poželjnije izgraditi vlastito rješenje od samog početka. Uostalom, cilj klijenata je distribuirati karte, a ne programirati web poslužitelje“ (Obe et al, 2015, p. 443). Riješenje je odabir razine zuma i upotrijeba standardne kombinacije HTML-ova. Ako karta ima tri razine zumiranja, trebalo bi prepisati kombinaciju s tri vrijednosti.

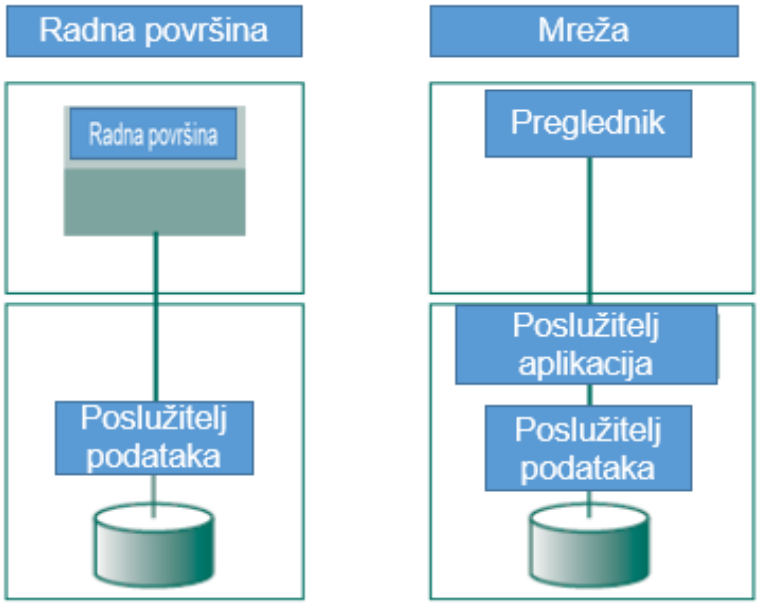
Za generiranje HTML kombiniranih okvira koriste se dostupne programske tehnologije poput Python, PHP i ASP.NET, koje zahtijevaju da osoba koja mapira bude web programer - ali ne samo na jednom jeziku, već na više njih.

Na slici 11. je prikazan GIS na radnoj površini i na Web-u. Na vrhu radne površine poslovna je logika dio klijenta, ali u mrežnom slučaju radi na poslužitelju. Danas GIS korisnici rade prvenstveno sa softverom koji se pokreće na radnoj površini ili preko Web-a.

Korištenje Windows standarda olakšava interoperabilnost (interakciju) s drugim aplikacijama za stolna računala, kao što su obrađivači teksta, proračunske tablice i baze podataka pa najsofisticiraniji GIS sustavi imaju usvojen pristup implementacije klijenta i poslužitelja.

U implementaciji GIS-a na radnoj površini, LAN i WAN obično se koriste za komunikaciju s klijentima pa programeri odabiru Microsoftov.Net tehnološki okvir za izgradnju temeljnih komponenti operacijskog sustava Windows.

Građa sustava Windows klijent - poslužitelj je dobra platforma za hosting interaktivne GIS aplikacije visoke učinkovitosti.

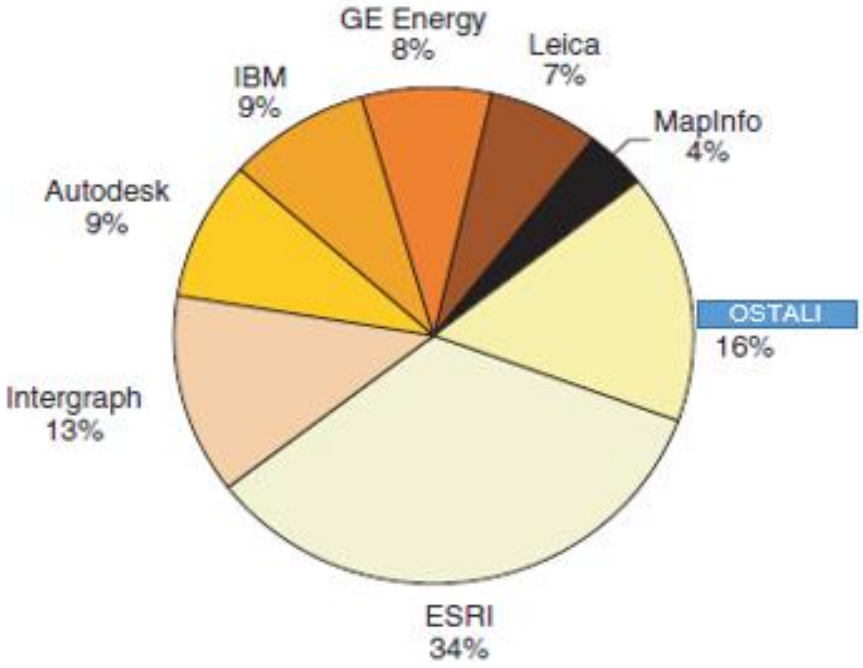


Slika 11.: Radna površina i mrežne (Web) GIS paradigme
(Izvor: Longley et al, 2005, p. 164)

Za primjer se mogu navesti aplikacije za uređivanje geografskih podataka, izradu karata, vizualizaciju 2-D i 3-D, prostornu analizu i modeliranje. WEB je trenutno najprikladnija platforma opće namjene jer ima široku dostupnost i upotrebu u poslovanju, obrazovanju i Vladi.

2.5. Današnji dobavljači GIS softvera

Tvrtka Daratech Inc. Je tvrtka za istraživanje tržišta IT i tehnologija za procjenu tehnologije koja izrađuje godišnja izvješća o procjeni veličine i značajki GIS tržišta. Na grafikonu 1. prikazani su glavni sudionici svjetskog tržišta GIS softvera u 2003. godini, te njihov ostvareni tržišni udio izražen u postotoku.



Grafikon 1.: Tržišni udio glavnih dobavljača softvera (%)
(Izvor: Longley et al, 2005, p. 166)

Vidljivo je da su najutjecajniji dobavljači GIS softvera tvrtka ESRI (34%), Intergraph (13%), Autodesk (9%), IBM (95), GE Energy (8%). Nešto manju važnost imaju dobavljači Leica Geosystems (7%) i MapInfo (4%).

„ESRI je privatna tvrtka koju su 1969. osnivali Jack i Laura Dangermond. Sa sjedištem u Redlandsu u Kaliforniji, ESRI zapošljava preko 4000 ljudi širom svijeta i ima godišnje prihode od preko 500 milijuna američkih dolara. Danas ESRI služi više od 130 000 organizacija i više od 1 milijun korisnika. ESRI se usredotočuje isključivo na GIS, prvenstveno kao tvrtka softverskih proizvoda, ali također ostvaruje približno četvrtinu svojih prihoda od projektnih aktivnosti kao što je savjetovanje klijenata o tome kako implementirati GIS. ESRI je počeo graditi komercijalne softverske proizvode krajem 1970-ih. Danas je ESRI-ova strategija proizvoda usredotočena na integriranje proizvoda zvanih ArcGIS“ (Longley et al, 2005, p. 165). ArcGIS je namjenjen krajnjim korisnicima i tehničkim programerima. ESRI je kao glavni dobavljač GIS – a usmjeren na potrebe „hard core“ GIS korisnika. Ocem ArcGIS –a smatra se Scott Morehouse, programer koji je 1970-ih razvio u laboratoriju ODYSSEY prvi GIS temeljen na vektoru opće namjene, također je implementirao ključne GIS ideje poput digitalizacije,

poligonskog prekrivanja i kartografiranja koropleta, implementirao je prvi komercijalni vektorski poligonski višeslojni algoritam koji je još uvijek u uporabi te razvija GIS softverske proizvode putem inovacija.

Osim ESRI tvrtke poznati dobavljač GIS – a je Intergraph Inc., tvrtka koja je osnovana 1969. godine u Alabami. Od 1981. godine Intergraph razvija CAD i softver za mapiranje, usluge konzaltinga i hardvera.

Tijekom 2000.-ih godina Intergraph je izvršio brojne reorganizacije pa je danas struktuiran u četiri glavne poslovne jedinice od kojih se jedna bavi mapiranjem i geoprostornim rješenjima, odnosno usmjerena je na GIS proizvode od kojih je najpoznatiji GeoMedia, koja na tržištu poslužitelja obuhvaća radnu površinu i mrežu (Internet). Tokom svog razvoja Intergraph je bio jedna od prvih dviju globalnih GIS tvrtki koja je danas najsnažnija u vojnim, infrastrukturnim i komunalnim tržišnim područjima.

Autodesk Inc. je tvrtka sa sjedištem u San Rafaelu, u Kaliforniji, koja se bavi digitalnim dizajnerskim sadržajima, izgradnjom, proizvodnjom, infrastrukturom i uslugama lokacije. Tvrtka je najpoznatija po AutoCAD proizvodnji. GIS odjeljak tvrtke bavi se područjem radne površine, gdje je vodeći Autodesk Map 3D (temeljen na AutoCad-u), zatim područjem Internet poslužitelja nazvanog MapGuide te područjem ručnog GIS-a koji se temelji na proizvodima OnSite.

3. UPRAVLJANJE GIS PROJEKTIMA

Upravljanje prostornim podacima GIS sustava obično uključuje procese prikupljanja podataka, pohrane i održavanje, analizu i izlaz.

„Ono što je GIS danas jest objedinjavanje tehnika prostornih analiza i digitalnih prostornih podataka s računalnom tehnologijom. No, za mnoge GIS je više od računalne baze podataka i skupa alata: to je također filozofija za upravljanje informacijama. Često GIS može biti jezgra upravljanja informacijama unutar neke organizacije. Postoje i drugi pristupi. U posljednje vrijeme cijelo se područje naziva upravljanjem geografskim informacijama (Geographic Information Management, GIM) ili čak geomatikom“ (Tutić et al, 2002, p. 6). Dugi niz godina to se činilo pomoću analognih izvora podataka, ručne obrade i proizvodnje karte od papira, međutim, uvođenjem suvremenih tehnologija došlo se do povećane upotrebe računala i digitalnih informacija u svim aspektima upravljanja prostornim podacima. Softversku tehnologiju navedene domene koriste geografski informacijski sustavi (GIS).

„Tipični projekti zahtijevaju planiranje izvornih prostornih i neprostornih podataka, od strane različitih institucija, poput agencija za mapiranje, agencija za geološka istraživanja, za istraživanje zemljišta, za šumska istraživanja ili za potrebe popisa stanovništva. Ti izvori podataka mogu imati različito vrijeme, a prostorni podaci mogu biti u različitim mjerilima i projekcijama“ (Rolf, 2001, p. 143). Pomoću GIS – a karte se mogu pohraniti u digitalnom obliku u bazi podataka, u svjetskim koordinatama a projekcija se može lako obaviti pomoću softvera. Tada se prostorno analiziranje GIS – a primjenjuje za izvođenje planiranja zadataka, što može ubrzati procese i omogućiti jednostavne izmjene na pristupu analizi.

„Kao u bilo kojoj drugoj disciplini, upotreba alata za rješavanje problema je jedna stvar, a stvaranje tih alata nešto drugo. Nisu svi alati jednako dobro prihvaćeni za određenu aplikaciju. Alati mogu biti poboljšani i usavršeni kako bi se bolje služili određenoj potrebi ili primjeni. Stručnost koja pruža pozadinu za izradu alata u upravljanju prostornim podacima jest teorija prostornog informiranja. Svi GIS paketi dostupni na tržištu imaju svoje prednosti i nedostatke, što se obično događa iz povijesti razvoja i / ili namijenjene domene aplikacije“ (Ibid, p. 147). Upravljanje GIS podacima je potrebno zbog spoznaje o tome što sa podacima učiniti, odnosno koje podatke

koristiti u projektu s ciljem odlučivanja o njegovoj vrijednosti. Gotovo svi podaci GIS – a imaju neku vrijednost, no da bi imali vrijednost, upravljanje mora biti učinkovito.

„Da bi GIS imao vrijednost mora omogućiti široki raspon funkcija za upravljanje i analizu podataka. Prema tome, svaki "dobar" GIS bi trebao moći odgovoriti na postavljena pitanja kao što su:

- Što će se dogoditi ako ... npr. se kemikalije izliju u rijeku?
- Gdje ... zeleni pojas stoji u odnosu na grad?
- Da li ... se stanovništvo promijenilo u zadnjih 10 godina?
- Da li postoji prostorna povezanost uz ... vlasništvo automobila u našem području?

Jedino ograničenje mogu biti dostupnost podataka i funkcije pojedinog softverskog paketa. Nadalje, načini na koje će pojedini GIS izvesti takve analize također će se razlikovati" (Tutić, 2002, p. 8). Ukoliko je upravljanje učinkovito tada će i GIS projekt biti isplativ, a navedeno ovisi o izboru strukture podataka, hardvera i softvera, također je potrebno obratiti pažnju na vrijeme koje je potrebno za učenje novog softverskog paketa.

3.1. Sustavi za upravljanje bazama podataka (Database Management Systems–DBMS)

Sustavi za upravljanje bazama podataka (DBMS) koriste se za upravljanje podacima. DBMS nije dizajniran za upravljanje svim vrstama podataka.

„Izvorni sustav upravljanja bazom podataka bio je zasebna tehnologija koja je imala drugačiju klijentelu na umu. U ranom razvoju GIS-a u DBMS su pohranjeni atributni podaci, a grafički podaci su bili pohranjeni negdje drugdje. GIS Institut za istraživanje okoliša (ESRI) prvi je u potpunosti implementirao vezu između grafike i opisa pohranjenih u sustavu upravljanja bazom podataka u svojem premijernom proizvodu pod nazivom ArcInfo. Arc je dio softverskog paketa koji se bavi grafičkim prikazom, a Info je postojeći sustav upravljanja bazom podataka koji je povezan s Arcom, tako da se promjene entiteta (grafika) odražavaju u promjenama atributa (podataka) i obrnuto" (DeMers, 2009, p. 98). Sustav za upravljanje bazama podataka (DBMS) u uporabi je

od 1960-ih. Koristi se u različite svrhe npr. kod administranja bankovnih podataka, plaća te za praćenje dionica, u sustavima knjigovodstva i sustavima rezervacije leta. Aplikacije baza podataka imaju velike količine podataka koji su jednostavne strukture.

Za upravljanje sustavom baze podataka najprije je potrebno razmotriti svrhu baze podataka i tko će biti njegovi korisnici, zatim je potrebno identificirati dostupne izvore podataka, pa definirati format u kojem će se podaci organizirati unutar baze podataka. Taj se format naziva struktura baze podataka pa se nakon oblikovanja formata započinje sa unosom podataka u bazu. Od velike je važnosti i ažuriranje podataka pa je potrebno odrediti nekoga tko će biti odgovoran za redovno ažuriranje.

„Sustav upravljanja bazom podataka (DBMS) je softverski paket koji omogućuje korisniku postavljanje, korištenje i održavanje baze podataka. Kao što GIS omogućuje postavljanje GIS aplikacije, DBMS nudi generičku funkcionalnost za organizaciju baze podataka i upravljanje podacima“ (Rolf, 2001, p. 165). Uloge DBMS-a su brojne. Najvažnije uloge biti će navedene u nastavku.

Uloge DBMS-a pronalaze se u (Ibid, p. 168):

- podržavanju pohrane i manipulacije velikih skupova podataka,
- zaštiti ispravnosti podataka,
- podržavanju istovremene upotrebe istog skupa podataka od strane mnogih korisnika (za različite korisnike baze podataka mogu se definirati različiti prikazi podataka pa su na taj način korisnici pod dojmom da djeluju na svojoj osobnoj bazi podataka, a ne na onima koje dijele mnogi ljudi; zbog navedenog se ova uloga DBMS-a naziva funkcijom kontrole konkurencije),
- podržava upotrebu podatkovnog modela, što bi značilo da je model podataka jezik koji može definirati strukturu baze podataka i manipulirati podacima pohranjenim u njoj (najpoznatiji podatkovni model je relacijski model podataka),
- uključuje funkcije sigurnosne kopije i oporavka podataka s ciljem osiguravanja dostupnosti podataka u željenom vremenu; budući da se potencijalno mnogi korisnici oslanjaju na dostupnost podataka, podaci se moraju zaštititi od mogućih nesreća pa redovite sigurnosne kopije podataka i automatske sheme oporavka pružaju osiguranje od gubitka podataka,
- Sustav upravljanja bazom podataka omogućuje kontrolu redundancije podataka - dobro osmišljena baza podataka brine se za pohranu pojedinih činjenica samo

jednom; spremanje činjenice više puta – naziva se fenomenom redundancije podataka, što lako dovodi do situacija u kojima se pohranjene činjenice počinju proturječiti jedna drugoj, što uzrokuje smanjenu korisnost podataka.

3.2. Tri pravila integriteta podataka

Kod upravljanja DBMS-om postoje tri pravila integriteta (točnosti) podataka koja se povezuju sa relacijskim modelom podataka.

Prvo pravilo je pravilo ključne jedinstvenosti koje podrazumijeva različitost ključne vrijednosti tumpa u bilo kojoj vezi instance gdje su ključevi označeni kao jedinstveni identifikatori pa duplicirane vrijednosti primarnog ključa nisu dopuštene.

Drugo pravilo je integritet ključa kod kojeg je uvijek poznata vrijednost bilo kojeg ključnog atributa svakog tumpa u bilo kojoj vezi, pa se te veze ne smiju ostavljati prazne. Treće pravilo je pravilo referentnog integriteta kod kojeg je vrijednost stranog ključa ili 'prazna' (za sve njegove atribute) ili je to ključna vrijednost postojećeg tumpa koji se odnosi na strani ključ.

Navedena pravila mora sadržavati svaka baza podataka.

„Relacijske baze podataka nisu baš dobre pri skladištenju složenijih vrsta podataka. Konkretno, i iz geografske perspektive, nisu dobro postavljene za rješavanje prostornih podataka. To ne znači da su za tu svrhu beskorisne, ali definitivno postoji prostor za poboljšanje. Dobavljači DBMS-a tijekom proteklih 15 godina prepoznali su tu potrebu i razvili modele podataka koji su izvan modela relacijskih podataka (Ibid, p. 186). Modeli koji su se razvili su opći modeli podataka, objektno orijentirani i objektno - relacijski modeli podataka.

Dobavljači DBMS-a su uvidjeli različite načine primjene pa su nastali različiti paketi koji sadrže proširenja za upravljanje podacima vremenske serije, internetsku podršku, prostorne podatke, multimedijske, financijske podatke te dr., a veliki GIS projekti s velikim podacima oslanjaju se na DBMS podršku za prostorne podatke. Na upravljanje GIS projektom koji koristi DBMS podršku utječu brojni čimbenici a o najvažnijima će biti riječi u nastavku.

3.3. Čimbenici upravljanja GIS projektom

Da bi se moglo upravljati GIS projektom potrebno je najprije planirati korištenje podataka. U planiranje je uključena i Vlada koja najviše utječe na pokrivanje troškova projekta.

„Osim planiranja troškova projekta važan čimbenik za upravljanje je planiranje područja koje projekt obuvaća, određivanje vremenskog raspona te utvrđivanje odgovora na pitanje potrebe za naknadnim radovima u budućnosti“ (Decker, 2001, p. 37). Troškove projekta je važno utvrditi zbog spoznaje o količini potrebnih novčanih sredstva za projekt. Financiranje podataka nudi dodatnu priliku po mogućnosti kupnje ili zakupa upotrebe podataka zaštićenih autorskim pravima ili da su podaci prilagođeni za projekt.

Definiranje područja koje projekt obuhvaća podrazumijeva definiranje regije u kojoj će se prikupiti podaci, pri čemu je veoma važna vrsta podataka, vremenska dostupnost podataka te mjerilo (mogu se mijenjati zahtjevi ovisno o potrebi prikupljanja podataka za grad, gradskog područje, predgrađe ili cijelu okolicu – regiju).

Određivanje vremenskog raspona odnosi se na prikupljanje podataka u određenom vremenskom rasponu (npr. od 1990. – 2000. godine), pri čemu treba voditi reda o tome da GIS podaci iste vrste u jednom razdoblju, nisu uvijek iste vrste u drugom razdoblju. Utvrđivanje odgovora na pitanje potrebe za naknadnim radovima u budućnosti odnosi se na to da ako projekt postane niz u kojem se podaci trebaju ponovno prikupiti u budućnosti, to bi trebalo biti planirano sada.

Budući trendovi u vrstama podataka koji se obično koriste za ovu vrstu trebaju proučiti projekt tako da će prikupljeni podaci u sadašnjosti biti što je moguće više kompatibilni s onim što je vjerojatno da će se prikupiti u budućnosti.

3.4. Prikupljanje podataka za projekt

Prethodno je navedeno koji su čimbenici primjenjivi za projekte u kojima će GIS podaci biti potrebni u određenom trenutku projekta.

Kod projekata kojima je glavna namjera stvaranje GIS podataka, koji se koriste za rješavanje problema s prostornom komponentom, postoje dodatni čimbenici za rješavanje pri planiranju projekta.

Čimbenici planiranja projekata trebaju (Ibid, p. 36):

- osigurati potpunu pokrivenost područja koja treba mapirati,
- stvoriti odgovarajuću razinu koja će uravnotežiti dovoljno detalja s veličinom gospodarstva i veličinom podataka i
- zadovoljiti potrebe što većeg broja mogućih korisnika.

Zadovoljiti potrebe korisnika projekta je najteži zadatak, stoga je potrebno imati dobru organizaciju pri izgradnji bilo kojeg prostornog skupa podataka među sudionicima projekta.

Dobra organizacija je bitna jer se jer se zajednički slojevi podataka lako i često dupliciraju različitim entitetima.

Organizacije poput vladinih agencija, tvrtke, sveučilišta te druge, često stvaraju podatke kada im je potrebno, iako već imaju postojeće podatke. Postoje drugi podaci koji su već planirani od strane nekog drugog. Svi sudionici projekta trebaju raditi na planiranju podataka koje međusobno dijele.

Planiranje baze podataka opisuje se prekidanjem procesa u fazama, a te faze su (Ibid, p. 38):

- faza koordiniranja - bavi se pitanjima koje podatke trebamo i koji zaposlenici će pomoći pri planiranju GIS podataka,
- faza navođenja - opisuje osnovni standard za prilagođavanje skupa podataka, oblik podataka, projekciju, mjerne jedinice, datume te dr.,
- faza plana - navodi se cijeli projekt od početka do kraja i oslikavaju se glavne faze u izgradnji skupa podataka, navodi se procjenjeni proračun, izvođači radova, vremensko razdoblje, prekretnice, ključne mjere

napredovanja; plan predstavlja dizajn za cijeli projekt ali mora imati fleksibilnost za sve promjene,

- faza financiranja – faza u kojoj se osiguravaju potrebna sredstva; često su izvor financiranja Vlade,
- faza građenja – faza projekta u kojoj su stvoreni podaci,
- faza distribuiranja - faza stvaranja dodatnih kopija, faza određivanja da li će se podaci širiti samo jednom u grupi sudionika ili će biti kontinuirano distribuirani širom grupom korisnika, pa navedeno pitanje dovodi do zadnjeg procesa planiranja koje je važno za upravljanje projektom;
- faza održavanja – faza u kojoj se redovito održavaju/ažuriraju podaci s ciljem dostupnosti podataka; za ovaj cilj je zaduženo nadzorno tijelo.

3.5. Životni ciklus i prototipizacija upravljanja GIS projektima

Implementiranje GIS–a zahtijeva dobro upravljanje projektima. Za dobro upravljanje projektima postoji mnogo različitih pristupa. Dva pristupa koja obično koriste GIS dizajneri su životni ciklus sustava i prototipizacija.

„Pristup životnom ciklusu sustava (SLC) zagovara linearni pristup upravljanju razvojem i implementacijom IT sustava. Također se naziva i 'modelom vodopada'. Koristi se analiza slapova jer izlaz iz prve faze procesa obavještava drugu fazu, a izlazi iz druge faze utječu na treću fazu i tako dalje. Postoji mnogo varijacija na općem pristupu“ (Heywood et al, 2006, p. 365). Prednost SLC pristupa je pružanje strukturiranog okvira za upravljanje GIS projektom što je iznimno važno kada je upravljanje vremenom bitan aspekt projekta a često je pristup važan i zbog lakšeg proračuna za potrebne resurse jer se zahtjevi sustava uspostavljaju u ranoj fazi projekta.

Problemi koji se mogu pojaviti kod SLC pristupa su (Ibid, p. 366):

- usredotočenost dizajnera samo na dio informacijskog problema organizacije,
- vremenska i linearna priroda SLC procesa ne dopuštaju promjenu opsega i karaktera problema sve do trenutka kada je sustav implementiran, a tada sustav već može biti zastarjele prirode,

- SLC pristup ne stavlja korisnika u središte dizajna sustava te više naglašava identifikaciju tokova informacija umjesto razumijevanje pitanja za što su potrebni pa to stvara problem jer omogućuje samo sustav koji održava trenutni način rada (problem kod dizajna GIS-a nastaje jer novi sustav može promijeniti način upravljanja informacijama),
- pristup SLC-a se često smatra favoriziranim hijerarhijskim i centraliziranim sustavom pružanja informacija.

Osim SLC pristupa, postoji i pristup prototipizacije/prototipova koji se razvio kao dogovor na kritike SLC pristupu zbog SLC nedostataka po pitanju razmatranja korisnika. Kod upravljanja prototipizacijom korisnik najprije treba definirati osnovne zahtjeve sustava što se postiže korištenjem tehnika definiranja slike koje se u GIS projektima opisuju kao demonstracije. Korisnici eksperimentiraju demonstracijskim sustavom da bi mogli utvrditi svoja očekivanja. Da bi se sustav poboljšao dizajneri koriste korisničke preporuke pa na takav način sudjeluju u dizajnu sustava.

SLC i prototipizacijski pristup su samo neki, od mnogih pristupa uptravljanja GIS projektom. samo su dva od mnogih koji se mogu usvojiti za upravljanje GIS projektom. Navedeni pristupi se mogu i kombinirati s ciljem razvijanja stila upravljanja koji bi odgovarao razvojnom okruženju.

Osim brojnih pristupa za upravljanje GIS projektima koriste se brojne tehnike i alati za upravljanje projektima koji mogu poslužiti kao pomoć u različitim fazama u SLC i prototipizacijskom pristupu. Tehnike koje se koriste u upravljanju GIS projektima prikazane su u tablici 2.

Tablica 2.: Tehnike upravljanja GIS projektima

Tehnika	Svrha
SWOT analiza (snage, slabosti, mogućnosti i prijetnje)	Ova tehnika se koristi za utvrđivanje snaga, slabosti, prijetnji i mogućnosti povezanih s razvojem GIS-a; često se koristi kao dio studije izvedivosti i prijetnji
Bogate slike	Te tehnike dolaze iz metodologije poznate kao "meki sustavi" i koriste se kako bi se dizajneri sustava odredili opseg problema. Mogu koristiti i u fazama izvedivosti SLC pristupa i pomoći korisnicima da prepoznaju osnovne zahtjeve sustava u prototipizacijskom pristupu
Demonstracijski sustavi	To su demonstracijske GIS aplikacije, koje su osmišljene kako bi korisnicima pomogle u procjeni funkcioniranja cijelog sustav kojeg predlaže dizajner sustava. Najčešće se koriste kada se koristi prototipni pristup upravljanja projektima.
Intervjui i revizija podataka	Tehnike koje se koriste za pomoć pri definiranju problema i za utvrđivanje aktualnih informacija i analitičkih potreba organizacije. strukturiranija od gore opisanih bogati. Predstavljaju strukturiranja tehnika definiranja slike. Revizija podataka može biti osobito vrijedna u GIS kontekstu, jer mnoge organizacije nisu svjesne prostornih podataka kojima imaju pristup.
Organizacijske karte, dijagrami i stablo odluka	Ove tri tehnike su varijacije na temu dijagrama toka. Shema organizacijskog grafikona prikazuje dijagram tijeka i mapira tijek informacija unutar organizacije. Kako će sustav modelirati te tokove informacija ppokazuje stablo odlučivanja koje se fokusira na prikazivanje različitih načina donošenja informacija unutar organizacije. Tehnika koja se koristi ovisit će o iskustvu dizajnera i težini problema.
Dijagrami toka podataka	Predstavljaju više strukturiran pristup dizajnu sustava nego neke od gore opisanih tehnika. Dijagrami toka podataka mogu imati ogromnu vrijednost u GIS-u zbog mogućnosti praćenja onoga što se događa s podatkovnim slojem kroz proces analize, važni su za praćenje kvalitete podataka i za pružanje informacija o linijama.
Kartografski modeli i dijagrami entitetskih odnosa	Vrijednosti su im u strukturiranju sheme analize u GIS-u. Dijagrami entiteta pomažu u planiranju funkcionalnih zahtjeva svakog stadija analize.

Tablica 2.: Tehnike upravljanja GIS projektima

(Izvor: Heywood et al, 2006, p. 368)

U tablici 3. prikazani su alati koji se koriste kod upravljanja GIS projektima.

Alati	Opis alata
Gantogrami/GANNT grafikoni	GANTT grafikoni su alati za upravljanje vremenom koji određuju kada se i gdje, tijekom trajanja projekta, odvijaju određeni zadaci.
PERT (tehnika pregleda evaluacije programa)	To su grafički alati za upravljanje projektom koji pokazuju kako zadatak ovisi o završetku drugih prije nego što se to dogodi. Jedna od glavnih vrijednosti PERT grafikona je da pokazuju zadatke koji se mogu odvijati paralelno.
CASE (računalno potpomognuto softversko inženjerstvo)	To su softverski alati koji pomažu smanjiti vrijeme razvoja programa, mogu pomoći pri upravljanju projektima (na primjer u izradi GANTT i PERT grafikona), mogu se koristiti za pomoć razvoju softvera i izgradnji konceptualnih modela i analize dijagrama toka. U kasnijim fazama projekta mogu se koristiti, poput "čarobnjaka" koji omogućuju automatsku konstrukciju dokumenata u programu za obradu teksta kako bi se pomoglo u stvaranju prototipova.

Tablica 3.: Alati za upravljanje GIS projektima

(Izvor: Heywood et al, 2006, p. 368)

Navedene tehnike i alati su dostupni za procese upravljanja GIS projektom. Kako se broj poslovnih aplikacija GIS-a proširio, danas postoji i velik interes za iste. Pa je GIS u mnogim organizacijama važna komponenta sustava upravljanja imovinom ili poslovnog informacijskog sustava. Čak i kada je GIS izvorno postavljen kao zaseban sustav, korisnost GIS alata u različitim organizacijama često dovodi do kasnije uključivanja u planove korporativnih informacijskih sustava. S obzirom na to da se GIS integrira s drugim tehnologijama, poput CAD-a ili uredskih tehnologija, pretpostavlja se da će se taj trend integriranja u budućnosti nastaviti.

4. GIS U CESTOVNOM PROMETU

Sigurnost na cestama predstavlja ozbiljno pitanje na nacionalnoj i na međunarodnoj razini jer su njegove posljedice važne za političku, gospodarsku i društvenu razinu u zemlji. Stoga je GIS iznimno važan zbog praćenja stanja na cestama, važan je za praćenje prometnih nesreća, utječe na smanjenje financijskih gubitaka uzrokovanih nesrećama te je važan za donošenje odluka o riješavanju loših prometnih struktura.

4.1. Projekt praćenja prometnih nesreća u GIS–u

Dobivanje infomacija o prometnim nesrećama je korisno za analizu padova cesta, spašavanja oštećenih osoba, za odlučivanje menadžera te za kreatore politike zdravstvenog sustava.

„Visoki trend cestovnih nesreća donosi toliko informacija da njihovo upravljanje zahtijeva visoku tehnologiju. Nedavno napredovanje u geomatici uzrokuje veću koncentraciju na studijama o razvoju i korištenju geografskih informacijskih alata za sigurnost na cesti. GIS istovremeno upravlja velikom količinom prostornih i deskriptivnih podataka, a pruža različite mogućnosti obrade i analitičke alate za prostorne podatke. Također olakšava izvješćivanje, analizu podataka i preuzimanje učinkovitih čimbenika u sigurnosti na cesti“ (Ahmadi et al, 2017). Korištenje GIS projekata za praćenje prometnih nesreća na cestama povećava suradnju svih uključenih dijelova i partnera u sigurnosti na cestama i pruža integrirani jezik za prikazivanje i opisivanje podataka.

„Hrvatske ceste d.o.o. kontinuirano prikupljaju podatke vezane za sigurnost prometa te na temelju stručnih analiza i odgovarajuće metodologije utvrđuju lokacije i/ili dionice državnih cesta s povećanim brojem prometnih nesreća i stradalih osoba. Za sanaciju 244 takvih opasnih mjesta, odnosno izvođenje građevinskih zahvata s novim prometno – tehničkim rješenjima, Hrvatske ceste d.o.o u proteklom razdoblju utrošile su preko 165 milijuna kuna, uključivši i sredstva osigurana Nacionalnim programom sigurnosti

cestovnog prometa Republike Hrvatske. Usporedbom podataka o prometnim nesrećama koje su evidentirane u trogodišnjem razdoblju prije i u istom razdoblju nakon sanacije opasnih mjesta, utvrđeno je ukupno smanjenje broja prometnih nesreća za 76,2%, broja poginulih osoba za 90,3%, teško ozlijeđenih za 75,3% i broja lakše povrijeđenih za 72,3% (Promet i sigurnost, 2013). Dionici upravljanja prometnim nesrećama korištenjem GIS-a imaju veću sposobnost donošenja odluka za rješavanje loših struktura i mjerenje učinaka čimbenika okoliša na stope nezgoda, analizom puteva za odabir najučinkovitijih smjerova odabiru alternativne putove u stanju ljudskih ili prirodnih katastrofa te drugo. „Analiza nalaza pokazala je da se većina nesreća dogodila u upravnim, obrazovnim i rekreativnim smjerovima zbog velikog prostora, više prometa i popularnosti. GIS sposobnosti koje su bile važne za menadžere, a sastoje se od spremanja i preuzimanja prostornih i deskriptivnih podataka organizacija i uključenih ljudi, čimbenika i posljedica prometnih nesreća, sposobnosti različitih statističkih analiza i zoniranja za pristup postajama i uslugama, određivanje najkraće rute, crne točke i analizu posebnih obilježja poput specifičnih ozljeda, ljudi, dana, križanja i klimatskih uvjeta. Štoviše, još jedna GIS sposobnost bila je funkcija uređivanja studija nesreća na terenu i karte lokacija za testiranje pretpostavki vezanih uz nesreće. Osobe uključene u prometne nezgode smatraju ih neophodnim za upravljanje nesrećama“ (Ibid). Korištenje GIS-a u promicanju sigurnosti na cestama vidljivo je u pronalaženju i rješavanju prometnih problema, pronalaženju najboljih mjesta za uspostavljanje hitnih centara, policijskih stanica, bolnica i procjenu učinkovitosti usluga prema lokaciji uključenih centara. Na takav način je GIS pravi alat za upravljanje podacima o prometnoj nesreći i podržava donošenje odluka za prometne nesreće.

4.2. GIS alati za analiziranje prometnih nesreća

Značajan neočekivani ishod transportnih sustava je prometna nesreća s ozljedama i gubitkom života. Posljednjih godina porasla je zainteresiranost o alatima za analizu nesreća i dizajna ceste.

Neki od GIS alata za modeliranje nesreća su (Satria, 2016, p. 245):

- Moranova statistika – MI – predstavlja statistički alat koji mjeri prostornu ovisnost mjesta nesreće, također procjenjuje da li su prostorni uzorci

raspršeni ili slučajni te određuje razinu koncentracije. Prema Erdoganu MI daje jedinstvenu vrijednost prostorne korelacije i provjerava grupiranje prostornog uzorka.

  - Teške lokacije blizine između dvije točke često se definiraju kao inverzni razmak između njih. Indeks ozbiljnosti sličnosti atributa od dvije točke definira se kao razlika između svake vrijednosti i vrijednost globalnog prosjeka. Pirdavani et al. (2014) razvili su modele predviđanja sudara pomoću zemljopisno ponderirane regresije. To je provedeno računanjem Moranovog I indeksa za zavisne i odabrane eksplanatorne varijable.
  - Rezultat je otkrio nužnost razmatranja prostorne korelacije pri razvoju modela predviđanja sudara.

- Getis-Ord ili G Statistika - ima brojne atribute za mjerenje ovisnosti prostorno raspoređenih varijabli, koristi se zajedno sa s MI, koristi se za prepoznavanje najučestalijih mjesta prometnih nesreća pa visoka vrijednost Getis-Ord statistike predstavlja skupinu visokih vrijednosti indeksa (vruće točke), dok niska vrijednost predstavlja nisku vrijednost indeksne skupine.
  - Analiza vruće točke izračunava Getis-Ord statistiku za svaku značajku u skupu podataka.
- Procjena gustoće kernela (KDE) je analiza prostornih podataka ArcGIS programa. Budiharto i Saido (2012) izmjerili su gustoću kernela za utvrđivanje širenja rizika od nezgoda.
  - Širenje rizika može se definirati kao područje oko klastera gdje se takav rizik može povećati zbog nesreće. Analiza pomoću KDE alata proizvodi rasterni output. Erdogan i sur. (2008) koriste GIS kao sustav upravljanja analizom nezgoda i utvrđivanjem točaka sa statističkom analizom (KDE i Poisson).

4.3. Kolizijski dijagrami

Za prikazivanje prometnih nesreća na određenoj lokaciji ceste koriste se kolizijksi dijagrami. Grafičkim prikazivanjem proŽmetnih nesreća izrađuje se shematski prikaz iz kojeg se može očitati vrsta, tip i težina nesreće.

„Prometne nesreće koje su se dogodile na promatranom dijelu prometnice se unose putem grafičkih simbola na prometnu shemu. Ukoliko su uočeni slični uzroci prometnih nesreća pomoću kolizijskog dijagrama, moguće je utvrditi potrebne mjere za sprečavanje nastanka prometnih nesreća sa istim uzrokom. Kolizijski dijagrami su korisni za ispitivanje frekvencije nastanka nesreća prije i poslije provedenih mjera za povećanje sigurnosti na prometnici. Kolizijski dijagrami najbolje se prikazuju u shematskom obliku u mjerilu 1:200 (ili1:500), ali ako je potrebno nije nužno da budu u odrađenom mjerilu. Shema bi trebala sadržavati sva važna lokalna obilježja koja utječu na kretanje i manevre pješaka i vozača. Ukoliko je postojala promjena u geometriji ceste, organizaciji prometa ili upravljanju na promatranom dijelu, potrebno je to prikazati u dijagramu“ (Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži, 2016, p. 24). Kao pomoć pri izradi kolizijskih dijagrama koriste se satelitske snimke lokacija jer je na takav način moguće vidjeti cjeloviti prikaz situacije na određenoj lokaciji nesreće.

4.4. Upravljanje cestama u Republici Hrvatskoj

U Hrvatskoj se uz pomoć Nacionalne agencije za prijevoz, koja je odgovorna za upravljanje državnim cestama, integriraju svi podaci informacijskih sustava u jednu cjelinu, s ciljem dijeljenja podataka zaposlenicima te drugim organizacijama iz cijelog svijeta. Pristup podacima imaju i Hrvatske ceste čiji stručnjaci koriste desktop GIS za stvaranje određenih izvješća GIS administratore za ažuriranje baze podataka s ceste.

U projektima integracije podaci se spajaju u jedan centralni sustav pomoću GIS tehnologije od koje je najzastupljenija web - based internet GIS Intergraph’s GeoMedia, GeoMedia Professional, GeoMedia WebMap, GeoMedia Transportation Manager, GeoMedia Transportation Analyst.

„GeoMedia Professional 3.0 tvrtke Intergraph je alat za pregledavanje i analizu geografskih podataka iz različitih izvora, različitih formata i različitih kartografskih projekcija. Njim je moguće izvoditi složena pretraživanja na položajnim i atributnim podacima te izrađivati prikaze i karte. Uz pomoć dodatka SmartSketch ti se prikazi mogu dodatno obraditi kako bi se dobio što kvalitetniji kartografski prikaz na papiru“ (Tutić, 2002, p. 34). GeoMediu je moguće prilagoditi posebnim zahtjevima jer je jedno

od programskih razvojnih okruženja koje djeluje pod operacijskim sustavom Windows (npr. Visual Basic i Visual C++) uz pomoć standardnih razvojnih alata. Na slici 12. prikazan je početak rada s GeoMediom Professional.



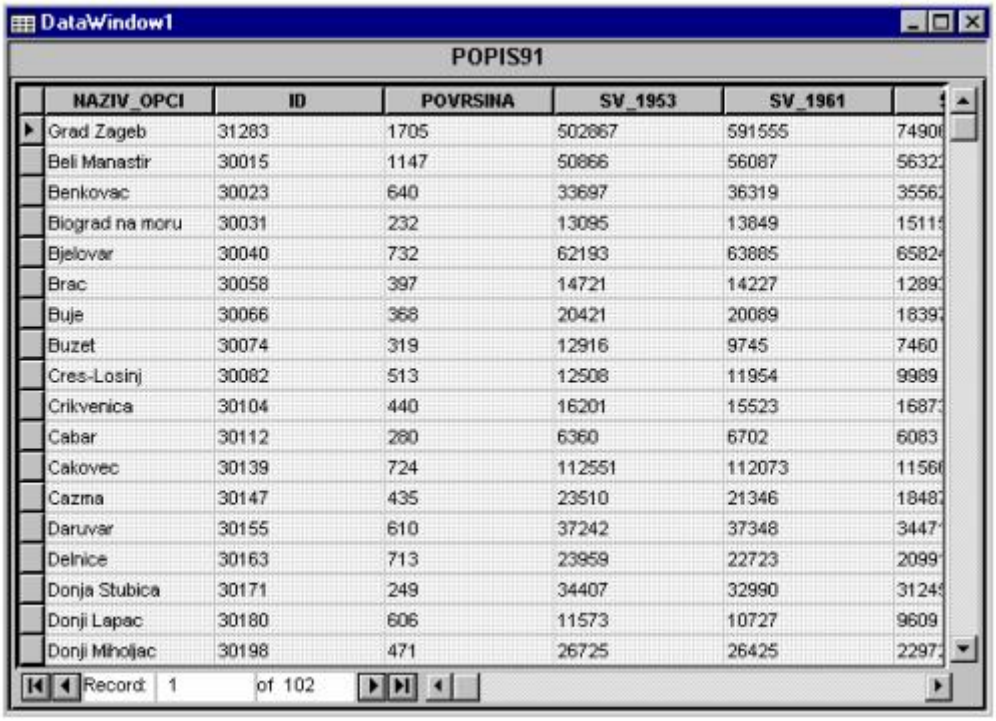
Slika 12: Početak rada s GeoMediom Professional
(Izvor: Tutić et al, 2002, p. 35)

Za početak rada s GeoMediom Professional potrebno je kreirati radno okruženje (GeoWorkspace) ili otvoriti postojeće koje će se prilagoditi potrebama projekta na način da se promjeni kartografska projekcija ili na način da se umetne rasterska slika kao podloge za rad.

Podatke koje pregledavamo potrebno je spremiti u spremišta (Warehouses) a zatim je potrebna bar jedna veza na podatke (warehouse connection – omogućuje povezivanje podataka) koji se povezuju iz programa (npr. ArcView, AutoCAD, MicroStation, MapInfo, Modular GIS te drugi).

Objekti se u GeoMediji definiraju objektnom vrstom, te zajedno sa rasterskim slikama, rezultatima pretraživanja i tematskim prikazima, nazivaju objektima karte.

Objekti se prikazuju u prozorima za grafički prikaz podataka, baš kako je to prikazano na slici 13.



Slika 13.: Prozor za prikaz podataka
(Izvor: Tutić et al, 2002, p. 37)

4.5. *WEB*-based INTERNET

„*Web* - based internet rješenje kombinira podatke iz GIS-a svim postojećim sustavima, uključujući osnovnu baza cesta integriranu s prometom i drugim podsustavima, ispunjavajući tako određene funkcije u tvrtki. Interaktivna karta i legende omogućuju korisnicima da lako pristupe vizualnoj analizi podataka, a rješenje koje pomaže zaposlenicima Hrvatskih cesta je jednostavno korištenje sučelja koje omogućuje pristup up-to-date GIS podacima i poboljšana je analiza sposobnosti koja omogućuje optimizaciju i velika poboljšanja cjelokupnog sustava. Novi sustav također nudi u

izvještavanju upite iz pojedinih sustava, tako da zaposlenici Hrvatskih cesta ne moraju ponovno slati nove upite, nego umjesto toga samo moraju klikniti na kartu, a novi sustav prikazuje sve GIS podatke povezane s tom slikom“ (Slosar, 2013, p. 35). Korištenjem web based GIS sustava omogućeno je korištenje informacija zaposlenicima iz drugih odjela kojima su potrebne za određene situacije.

Jedan od poznatih web – based geoinformacijskih sustava je GIS Cloud.

GIS Cloud (oblak) je GIS tehnologija koja koristi virtualiziranu platformu u skalabilnom elastičnom okruženju. Tradicionalni GIS je instaliran na radnoj površini ili poslužitelju dok se Cloud GIS koristi fleksibilnost okruženja za prikupljanje, vizualizaciju, analizu i dijeljenje podataka o cestama.

Alati „oblak“ pristupa temelje se na web-based GISu. Podaci koji su generirani kao karte pomažu analizirati i optimizirati operacije u realnom vremenu.

GIS Cloud koristi moderne kartografske tehnologije poput HTML5 koje omogućuju bolje korisničko iskustvo s kartama i prostornim informacijama.

„Cloud computing je u današnje vrijeme često korišten buzzword koji ima više definicija. U svakom slučaju radi se o novom načinu poimanja hardvera i softvera, točnije na njih se više ne gleda kao na proizvode već kao na usluge. Internet je idealan medij koji u tom slučaju omogućava pristup do takve usluge. Stoga, softver i hardver je “u oblaku” onda kada se on više fizički ne nalazi unutar vaših 4 zida već izvan. Također vrlo su bitni i novi poslovni modeli. U cloudu softver se ne kupuje za jednokratan iznos na CD-u već se isporučuje kao usluga i plaća obično na mjesečnoj ili godišnjoj bazi. Takav poslovni model omogućava puno lakšu, jednostavniju i jeftiniju implementaciju i isporuku softvera“ (Intervju sa osnivačima GIS Clouda, 2015). Neke od aplikacija koje danas svi koristimo su dropbox, gmail, google docs te druge.

Organizacije koje žele lako i jednostavno prikupiti podatke u stvarnom vremenu koriste GIS Cloud Crowdsourcing, poseban proizvod GIS Cloud platforme koji je personaliziran za gradove, javne službe, nevladine organizacije te koji omogućuje brzu reakciju na štete i prijavljene probleme.

4.6. GPS

Dobivanje podataka iz GPS – a je omogućeno zbog razvoja napredne tehnologije koja pruža vrlo točne podatake o lokaciji koji su jako potebni za izgradnju GIS – a. Na slici 14. prikazan je GPS uređaj – kao hardver za prikupljanje podataka na terenu.



Slika 14.: Hardver za prikupljanje podataka na terenu – GPS
(Izvor: Tutić et al, 2002, p. 11)

GPS prijamnikom moguće je odrediti položaj na površini i iznad nje bilo gdje na Zemlji. To je omogućeno sustavom posebnih satelita i uređaja na Zemlji. Razlikujemo precizne i ručne GPS prijamnike o čemu, između ostalog, ovisi i točnost određivanja položaja koja se može kretati od stotinjak metara do manje od 1 cm. Potrebno je naglasiti GPS zahtijeva vidljivost, pa prijemnik ne bi smio biti u područjima koja nisu vidljiva satelitu.

„GPS zahtijeva veliki broj satelita koji kruže oko Zemlje, strateški postavljene bazne stanice i opremu za prijam. Trianguliranjem radio signala poslanih s tih orbitacijskih satelita na Zemlju, geografi i geodetički znanstvenici mogu izračunati geografsku širinu (sjever - jug) i dužinu (istok - zapad), kao i podatke o nadmorskoj visini za gotovo bilo koju lokaciju unutar satelita“ (DeMers, et al, p. 119). Prikupljanje podataka na terenu može uključivati prikupljanje podataka o prometu na cestama, o temperaturi zraka, o tlu, vegetaciji, insekatima ili bilo kojeg uzoraka okoliša, te na takav način stvarati karte

koje predstavljaju prostor pa uzeti uzorci moraju biti točni kako bi adekvatno predstavili promatranu lokaciju.

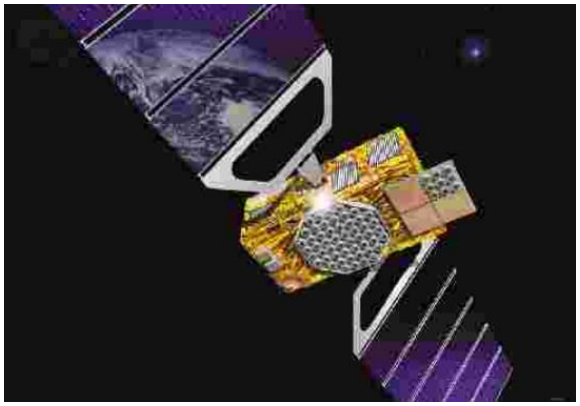
4.7. Ostali globalni sustavi za navigaciju

Osim GPS–a u uporabi su i drugi globalni sustavi pozicioniranja, pa tako u SAD – u postoji zemaljski navigacijski sustav nazvan LORAN-C, koji djeluje po sličnim načelima kao i GPS.

Rusija održava vlastiti satelitski GPS koji je poznat pod nazivom GLONASS.

Zemlje Europske unije, Kina, Indija, Izrael i Južna Koreja zajedno koriste satelitski sustav globalnog pozicioniranja po nazivu Galileo.

„Galileo je projekt kojim se Europa prikljucila navigacijskom sustavu GNSS. Za razliku od ostale dvije komponente sustava (GPS i GLONASS) projekt Galileo je financiran od stane vlada i civilnih agencija, a namijenjen je civilnoj navigaciji. Zamišljen je kao potpuno kompatibilan GPS-u i GLONASS-u, a nakon potpunog ukljucenja u sustav trebao bi osigurati cjelokupnu automatizaciju svih oblika prometa (pomorski, zracni, cestovni i željeznicki). Kad sve komponente GNSS sustava budu u funkciji (do 2013. godine) poboljšat će se funkcionalnost svih prometnih grana u cijelom svijetu“ (Galileo, p. 101). U sustavu Galileo nalaze se tri satelita koja kruže oko Zemlje te načelno određuju lokacije poput GPS-a. Na slici 17. prikazan je izgled satelita sustava Galileo.



Slika 15.: Izgled satelita sustava Galileo
(Izvor: Galileo, p. 101)

5. GIS U HRVATSKOJ

Geografski informacijski sustav (GIS) u Hrvatskoj je tek u relativnim začecima, počeo se negdje prije 10 godina istinski probijati u Hrvatskoj, s time su se počeli i otvarati razni uredi koji su se specijalizirali u korištenju GIS sustava. S jedne strane postoje geodezijske tvrtke koje koriste GIS alate samo radi zadavanja obuhvata, te atribute poput dimenzija, mjerila, nomenklature, broja te ostalih atributa. U firmama poput HEP-a i Komunalca također se vodi baza linijskih i izgrađenih objekata, gdje se vode podaci o njihovom nastanku, tipu objekta te ostalim atributima a sve u svrhu regulacije tih objekata, vođenja prostorskih analiza za planiranje izgradnje budućih objekata, te rekonstrukciji postojećih, zastarjelih objekata.

ZAKLJUČAK

Geografski informacijski sustav (GIS) predstavlja računalni sustav za održavanje podataka u geografskom prostoru te pruža geološke informacije koje su vezane uz određene lokacije na karti. Geografski informacijski sustav olakšava fazu unosa podataka, analizu i prezentaciju podataka, posebno u slučajevima kada se bavimo georeferenciranjem podataka. Osnovni cilj GIS–a je pružanje pomoći kod donošenja odluka temeljenih na prostornim podacima. Podaci su prostorni kada opisuju položaj u posrednom i neposrednom smislu, te se mogu prikazati u grafičkom i u negrafičkom obliku. U prostorne podatke spadaju karte, fotografije, videografije i adrese, u neprostorne podatke spadaju dijagrami, slike, filmovi i financijski podaci. GIS je programski paket koji može imati različite primjene (vojska, medicina, okoliš, za geografsko proučavanje fenomena: umjetno izazvanih ili prirodnih uz jasno postavljanje katastarskih podataka ili korištenje GIS-a u svrhu urbanog planiranja u koje se uglavnom svrstavaju umjetni fenomeni poput parcela, cesta, pločnika i na većoj razini predgrađa i transportnih puteva). Pravi je svijet drugačiji od GIS/računalnog svijeta u kojem se simulira stvarni svijet. Simulacije nisu savršene ali na vjerodostojan način prikazuju neke činjenice. Karte su osnovni izvor podataka za GIS i kartografska tradicija je od fundamentalnog značaja za način na koji GIS radi. GIS paketi su danas fleksibilni alati za izradu karata od papira ali i u digitalnom obliku. Mogućnost digitalnog snimanja geoinformacijskih podataka poboljšala je razvoj GPS-a, otvorenih i slobodnih izvora GIS softvera i računalne kartografije. U GIS analizi ishod je predvidiva karta koja se koristi za prikazivanje rezultata potrebnog za donošenje odluka. GIS objedinjuje tehnologiju (hardware i software) te prostorne podatke koristi kao podlogu za donošenje odluka koje su važne za upravljanje poduzećem ili nekom organizacijom. Ono što je značajno za današnje korištenje GIS – a je njegova integracija sa ostalim informacijskim sustavima poduzeća i integracija sa društvenim mrežama. Upravljanje prostornim podacima GIS sustava obično uključuje procese prikupljanja podataka, pohrane i održavanja, analizu i izlaz. Ono što je GIS danas jest objedinjavanje tehnika prostornih analiza i digitalnih prostornih podataka s računalnom tehnologijom. Upravljanje GIS podacima je potrebno zbog spoznaje o tome što sa podacima učiniti, odnosno koje podatke koristiti u projektu s ciljem odlučivanja o njegovoj vrijednosti. Gotovo svi podaci GIS – a imaju neku vrijednost, no da bi imali vrijednost, upravljanje

mora biti učinkovito. Ukoliko je upravljanje učinkovito tada će i GIS projekt biti isplativ, a navedeno ovisi o izboru strukture podataka, hardvera i softvera, također je potrebno obratiti pažnju na vrijeme koje je potrebno za učenje novog softverskog paketa. U planiranje je uključena i vlada koja najviše utječe na pokrivanje troškova projekta. Zadovoljiti potrebe korisnika projekta je najteži zadatak, stoga je potrebno imati dobru organizaciju pri izgradnji bilo kojeg prostornog skupa podataka među sudionicima projekta. Za dobro upravljanje projektima postoje dva pristupa koja obično koriste GIS dizajneri: životni ciklus sustava i prototipizacija. GIS je važan zbog praćenja stanja na cestama, za praćenje prometnih nesreća, utječe na smanjenje financijskih gubitaka uzrokovanih nesrećama te je važan za donošenje odluka o riješavanju loših prometnih struktura. Korištenje GIS-a u promicanju sigurnosti na cestama vidljivo je u pronalaženju i rješavanju prometnih problema, pronalaženju najboljih mjesta za uspostavljanje hitnih centara, policijskih stanica, bolnica i procjenu učinkovitosti usluga prema lokaciji uključenih centara. Na takav način je GIS pravi alat za upravljanje podacima o prometnoj nesreći i podržava donošenje odluka za prometne nesreće. Za prikazivanje prometnih nesreća na određenoj lokaciji ceste koriste se kolizijski dijagrami za čiju izradu se koriste satelitske snimke lokacija jer je na takav način moguće vidjeti cjeloviti prikaz situacije na određenoj lokaciji nesreće. U Hrvatskoj se uz pomoć Nacionalne agencije za prijevoz, koja je odgovorna za upravljanje državnim cestama, integriraju svi podaci informacijskih sustava u jednu cjelinu, s ciljem dijeljenja podataka zaposlenicima te drugim organizacijama iz cijelog svijeta. Pristup podacima imaju i Hrvatske ceste čiji stručnjaci koriste desktop GIS za stvaranje određenih izvješća GIS administratore za ažuriranje baze podataka s ceste. U projektima integracije podaci se spajaju u jedan centralni sustav pomoću GIS tehnologije od koje je najzastupljenija *web*-based internet GIS Intergraph's GeoMedia, GeoMedia Professional, GeoMedia WebMap, GeoMedia Transportation Manager, GeoMedia Transportation Analyst. Korištenjem *web* based GIS sustava omogućeno je korištenje informacija zaposlenicima iz drugih odjela kojima su potrebne za određene situacije. Jedan od poznatih *web*–based geoinformacijskih sustava je GIS Cloud-GIS tehnologija koja koristi virtualiziranu platformu u skalabilnom elastičnom okruženju. GIS Cloud koristi moderne kartografske tehnologije poput HTML5 koje omogućuju bolje korisničko iskustvo s kartama i prostornim informacijama.

Razvoj i upravljanje GIS projektima

Sažetak

U ovome radu je bilo riječi o razvoju i upravljanju GIS projektima koji predstavljaju kompjutorizirani sustav za održavanje podataka u geografskom prostoru te se koriste za pružanje geoloških informacija o određenim lokacijama na karti. U radu je definiran i objašnjen geografski informacijski sustav (GIS), GIS aplikacije i GIS projekti, vrste GIS aplikacija, digitalna rasterska grafika (DRG), modeliranje, modeli prostornih podataka: karte i baze podataka, primjena GIS-a kao baze podataka za istraživačke projekte, komponente GIS – a te razmjer i rezolucija. Nadalje, u radu je objašnjen razvoj projekata geografskog informacijskog sustava, začetak modernog GIS-a, razvoju GIS–a i DBMS–a (Database Management System), suvremeni razvojni trendovi sustava za obradu podataka: hardver u GIS–u i softver u GIS–u, *WEB* GIS te današnji dobavljači GIS softvera. Rad naglašava objašnjavanje upravljanja GIS projektima, sustave za upravljanje bazama podataka, definiranje tri pravila integriteta podataka, čimbenike upravljanja GIS projektom, prikupljanje podataka za projekt, životni ciklus i prototipizaciju upravljanja GIS projektima. U zadnjem dijelu rada prikazan je GIS-u u cestovnom prometu, projekti praćenja prometnih nesreća i GIS alati za anliziranje prometnih nesreća, kolizijski dijagrami, upravljanje cestama u Republici Hrvatskoj, *WEB* - based INTERNET te globalni sustavi za navigaciju.

Ključne riječi: Geografski informacijski sustav (GIS), GIS aplikacije, razvoj GIS-a, upravljanje GIS projektima, baze podataka, GIS u cestovnom prometu, sustavi za navigaciju

Development and management of GIS projects

Abstract

The paper deals with the development and management of GIS projects that represent a computerized geographic data storage system and are used to provide geological information about certain locations on the map. The paper describes the Geographical Information System (GIS), GIS applications and GIS projects, GIS applications, Digital Raster Graphics (DRG), Modeling, Spatial Data Models: Maps and Databases, GIS Application as a Database for Research projects, GIS components, and scale and resolution. In addition, the paper describes the development of geographic information system projects, the beginnings of modern GIS, the development of GIS and DBMS (Database Management System), the current trends in the data processing system: hardware in GIS and software in GIS, *WEB* GIS and today's GIS software vendors. The paper highlights the explanation of GIS project management, database management systems, three data integrity rules, GIS project management factors, project data collection, lifecycle and prototyping of GIS project management. In the last part of the paper we present GIS in road traffic, accident tracking projects and GIS traffic accident angiography, collision diagrams, road management in Croatia, *WEB* - based INTERNET and global navigation systems.

Key words: Geographic Information System (GIS), GIS applications, GIS development, GIS project management, database, GIS in road traffic, navigation systems

POPIS LITERATURE

Knjige:

1. Decker, D., *GIS Data Sources,* John Wiley & Sons, New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto, 2001.
2. DeMers, N. M, *GIS For Dummies*, Wiley Publishing, Indianapolis, Indiana, 2009.
3. Heywood, I., Cornelius, S., Carver, S., *Geographical Information System*, Pearson, Edinburgh, 2006.
4. Longley, P., A., Goodchild, M., F., Maguire, D., J., Rhind, D., W., *Geographical Information Systems and Scienc*e, British Library, 2005.
5. Obe, O., R., HSU, S. L., *PostGIS in Action – Second Edition*, Manning, Shelter Island, 2015.
6. Rolf A. de By, *Principles of Geographic Information Systems*, ITC (The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences), Enschede, The Netherlands, 2001.
7. Zeiler, M., *Modeling our World - The ESRI Guide to Geodetabase Design*, Environmental Systems Research Institute, New York Street, Redlands, California, 1999.

Članci:

1. Ahmadi, M. et al., *Geographic Information System (GIS) capabilities in traffic accident information management: a qualitative approach*, Electron Physician, vol.9 (6); National Center for Biotechnology Information, Rockville Pike, 2017., dostupno na: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5557132/ (21.02.2018.)
2. Goodchild, M. F., *GIS and Modeling Overview*, National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, Santa Barbara, California, 1997., dostupno na: http://www.geog.ucsb.edu/~good/papers/414.pdf (27.09.2018.)

3. Satria, R., Castro, M., *GIS Tools for Analyzing Accidents and Road Design*, Transportation Research Procedia 18 (2016.), (242 – 247), CIT, Valencia, dostupno na: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146516307888 (22.02.2018.)
4. Slosar, M., *GIS (Geografski informacijski sustav) u cestovnom prometu*, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2013., dostupno na: www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.TOP/151-2013.pdf (23.02.2018.)
5. Škrobot, P., Knežević, B., *Upotreba geoinformacijskih sustava u upravljanju maloprodajnim poduzećem*, Jatrgovac.hr, 2017., dostupno na: http://www.jatrgovac.com/2017/12/upotreba-geoinformacijskih-sustava-u-upravljanju-maloprodajnim-poduzecem/ (18.02.2018.)
6. Tatarević, V., *WEB GIS – od ideje do realizacije*, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Ekscentar, No. 9, Zagreb, 2007., dostupno na: www.hrcak.srce.hr (20.02.2018.)

Priručnici:

1. Tutić, D., Vučetić, N., Lapaine, M., *Uvod u GIS*, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb, 2002., dostupno na: http://www.kartografija.hr/old_hkd/obrazovanje/prirucnici/Uvod_u_GIS.pdf (21.02.2018.)

Internetski izvori:

1. *Galileo*, UNIZD, Zadar, dostupno na: http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Elektronicka/Predavanje_9.PDF (24.02.2018.)
2. *GIS Software, Maptitude Mapping Software*, Caliper Corporation, dostupno na: https://www.caliper.com/Maptitude/GIS_Software/default.htm (19.02.2018.)

3. IGIS (Institut za GIS), *Intervju sa osnivačima GIS Clouda*, IGIS, Zagreb, 2015., dostupno na: http://www.i-gis.hr/index.php/9-vanjski/23-gis-cloud-intervju (24.02.2018.)
4. *Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži*, Hrvatske ceste, Zagreb, 2016., dostupno na: http://www.hrvatske-ceste.hr/UserDocsImages/Promet%20i%20sigurnost/Metodologija_za_identifikaciju_opasnih_mjesta.pdf (23.02.2018.)
5. *Promet i sigurnost*, Hrvatske ceste, Zagreb, 2013., dostupno na:
6. http://www.hrvatske-ceste.hr/default.aspx?id=187 (23.02.2018.)
7. *Razvoj naprednih storitev za GIS - 8 Nasprotno geokodiranje*, Tunel studio, dostupno na: http://wiki.tinelstudio.net/display/PRJ/Razvoj+naprednih+storitev+za+GIS+-+8+Nasprotno+geokodiranje?showComments=false (20.02.2018.)

POPIS SLIKA

Slika 1.: Prostorni i neprostorni podaci..... 3

Slika 2.: Digitalna rasterska grafika (DRG)..... 7

Slika 3.: Izbor geometrijskog prikaza objekata..... 9

Slika 4. Primjer geokodiranja-mapa lokacije – središte Ljubljane..... 15

Slika 5.: John Snow-o ucrtavanje smrtnih slučajeva od kolere na području Soho..... 18

Slika 6.: Implementiranje GIS projekta u organizaciju..... 20

Slika 7.: Klasična trostupanjska građa GIS softverskog sustava..... 21

Slika 8.: Totalne stanice..... 25

Slika 9.: Satelit i satelitska snimka..... 26

Slika 10.: GIS sotver – prikaz geografskih značajki neke regije..... 29

Slika 11.: Radna površina i mrežne (Web) GIS paradigme..... 32

Slika 12: Početak rada s GeoMediom Professional..... 49

Slika 13.: Prozor za prikaz podataka..... 50

Slika 14.: Hardver za prikupljanje podataka na terenu – GPS..... 52

Slika 15.: Izgled satelita sustava Galileo..... 54

POPIS TABLICA

Tablica 1.: Discipline koje su uključene u upravljanje prostornim podacima GIS – a..... 15

Tablica 2.: Tehnike upravljanja GIS projektima..... 43

Tablica 3.: Alati za upravljanje GIS projektima..... 44

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1.: Tržišni udio glavnih dobavljača softvera (%)..... 33