



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Project number: 586304-EPP-1-2017-1-BA-EPPKA2-CBHE-JP “This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein”

GIS U PROSTORNOM PLANIRANJU

GIS IN SPATIAL PLANNING

DOC. DR. JASMIN TALETVIĆ

DOC. DR. JASNA PLEHO

DOC. DR. MELISA LJUŠA

GIS U PROSTORNOM PLANIRANJU

Sarajevo, 2018. godina

GIS U PROSTORNOM PLANIRANJU – UNIVERZITETSKO IZDANJE

Jasmin Taletović, Jasna Pleho, Melisa Ljuša
GIS u prostornom planiranju

Izdavač: ARCH DESIGN d.o.o.
Privredno društvo za projektovanje, inženjering, promet i usluge

Glavni urednik: Mirna Česović
Urednik: Mirna Česović
Recenzenti: prof.dr. Hamid Čustović i doc.dr. Edin Hadžimustafić

Lektor: Amra Kapetanović
Tehnički urednik: Mirna Česović
DTP: ARCH DESIGN d.o.o.

Godina izdanja i štampanja: 2018. godine
Tiraž: 150 primjeraka

Štampa: ARCH DESIGN d.o.o. Sarajevo
Odgovorna osoba štamparije: Mirna Česović

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i univerzitetska biblioteka
Bosne i Hercegovine, Sarajevo

004:91]:71

TALETOVIĆ, Jasmin

GIS u prostornom planiranju = GIS in spatial planning / Jasmin Taletović, Jasna Pleho, Melisa Ljuša. - Sarajevo : Arch design, 2018. - 90 str. : ilustr. ; 28 cm

Bibliografija: str. 88-90.

ISBN 978-9958-9054-3-8
1. Pleho, Jasna 2. Ljuša, Melisa
COBISS.BH-ID 26616070



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



This publication has been produced with financial support from the Erasmus+ Programme of the European Union, under the GEOWEB project: 561902-EPP-1-2015-1-SE-EPPKA2-CBHE-JP Modernising geodesy education in Western Balkan with focus on competences and learning outcomes (GEOWEB).

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Knjiga je napisana kao dio projektnih aktivnosti u projektu iz programa Erasmus+ koji nosi naziv GEOWEB odnosno „Modernizacija geodetskog obrazovanja u zemljama Zapadnog Balkana sa naglaskom na kompetencije i ishode učenja“, finansiran od strane Evropske komisije.

Podrška Evropske komisije za izradu ove publikacije ne predstavlja podršku sadržaju koji odražava samo stavove autora, a Komisija ne može biti odgovorna za svaku upotrebu koja se može sastojati od informacija sadržanih u njoj.

GIS U PROSTORNOM PLANIRANJU

GIS IN SPATIAL PLANNING

SADRŽAJ

Predgovor	9
1. Uvod	11
1.1 GIS potencijal za prostorno planiranje	13
2. Vizualizacija prostornih podataka (Geovizualizacija)	17
2.1 Historijski razvoj	18
2.2 Primjena vizualizacije prostornih podataka	19
3. Metode interpolacije u prostornom planiranju	21
4. Procjena višestrukih kriterijuma (MCE)	24
4.1. Informacija i odlučivanje	24
4.2. Osnovi teorije odlučivanja.	25
4.2.1 Karakteristike odlučivanja	25
4.2.2 Teorija odlučivanja	26
4.3 Multikriterijalna analiza, prostorno planiranje i GIS	30
4.4. Primjer – pronalaženje najbolje lokacije sa najboljim kvalitetom za stanovanje	32
5. Propagiranje grešaka	35
6. Modeliranje i analiza mreža	39
6.1. Modeliranje	34
6.2. Analiza mreža.	40
7. Prostorna statistika u prostornom planiranju	43
7.1. Prostorna statistika prije GIS-a	43
7.2. Prostorna statistika i današnja primjena	44
7.3. Demografija kao statistička metoda u planiranju	46
7.3.1. Jednostavni modeli predviđanja broja stanovnika	46
7.3.2. Kompozitni modeli predviđanja broja stanovnika.	46
7.3.3. Model gravitacije (engl. The pure gravity model)	47
7.3.4. Model namjene zemljišta	47
7.4. Primjer istraživanja	48
8. Alati analize - algebra mape	50

9. Geoprocetiranje podataka (buffering) u prostornom planiranju.	53
10. Tehnike preklapanja u prostornom planiranju	58
10.1 Metode preklapanja	59
10.1.1 Preklapanje vektora	59
10.1.2 Preklapanje rastera.	60
11. Model builder u prostornom planiranju	63
11.1 Aplikacija Model builder	63
12. Pitanja politike prostornih podataka - pristup, privatnost, dijeljenje, metapodaci.	68
12.1 Pristup prostornim podacima	68
12.2 Privatnost.	69
12.3 Dijeljenje prostornih podataka	70
12.4 Metapodaci	71
13. GIS u oblasti: lokalno planiranje, regionalno planiranje, planiranje okoliša i planiranje prijevoza	75
13.1 Lokalno planiranje	76
13.2 Regionalno planiranje.	77
13.3 Planiranje okoliša i planiranje prijevoza.	79
14. Korištenje GIS-a za rješavanje različitih zadataka u prostornom planiranju. . 80	80
14.1 Izrada tematskih karata prostornih planova	80
14.2 Zaštita okoline.	84
14.3 Planiranje i razvoj komunalne infrastrukture.	84
Literatura	88

ZAHVALA

Autori se zahvaljuju Prof.dr. Huaan Fan, Zavodu za planiranje razvoja Kantona Sarajevo, Saidu Jamakoviću i drugima koji su svojim savjetima, prijedlozima i podrškom doprinijeli pri izradi ove knjige.

PREDGOVOR

Ova knjiga ima za cilj pružiti uvid u teorijska i praktična znanja iz područja primjene GIS-a u prostornom planiranju, te pravila za razmjenu i distribuciju prostornih podataka i usluga unutar infrastrukture prostornih podataka (IPP-a). Primjenom digitalne tehnologije kroz praktične primjere obrazlažu se metode i postupci izrade tematskih karata u prostornom planiranju.

Studenti, prostorni planeri, urbanisti i ostali trebaju razumjeti definicije GIS-a, prostornog planiranja, digitalnih karata i digitalne kartografije te znati razliku između slike i karte. Moraju razumjeti strukturu kartografskih podataka i poznavati razliku između njih, usvojiti temelje GIS-a, prostornog planiranja i kartografskih osnova, razumjeti izbor i određivanje parametara kartografske projekcije te definiciju i postupke kartografske generalizacije, znati ocijeniti kvalitet neke karte, upoznati se s primjenom daljinskih istraživanja u kartografiji, razumjeti strukturu kartografskih informacijskih sistema, itd.

Korištenjem i primjenom GIS-a u prostornom planiranju potrebno razumjeti globalne okvire upravljanja prostorom kao resursom. Upotreba GIS-a kod pregleda mjera i tehničkih zahvata koji utiču na promjenu stanja u prostoru, posebno poljoprivrednih, šumskih, vodnih i građevinskih zemljišta. U prostornom planiranju kod GIS-a studenti, prostorni planeri, urbanisti i drugi trebaju se upoznati sa zakonskom regulativom, uticaju na mjere i zahvate u prostoru, itd.

S obzirom da je GIS postao važan alat u prostornom planiranju, bitno je da svi prostorni planeri razumiju kako se GIS može koristiti kao alat u procesu planiranja. Cilj je i prikazati primjenu GIS-a u različitim područjima planiranja, uključujući lokalne planove, regionalne planove, planiranje okoliša i prometa. GIS i kartografija su posebno povezani u području prostornog planiranja i uređenja.

Studenti upoznaju primjenu GIS-a u prostornom planiranju, načine prikazivanja nekog područja, odnosno informacija o njemu, izradu tematskih karata prostornog plana, mjerila prostornih planova, prikazivanje zemljišnih oblika i ostalih sadržaja pomoću crteža, boja, uvjetnih znakova i naziva po nekom usvojenom ključu. Proučavaju GIS kao savremeni način prikupljanja informacija o prostoru i interpretaciju tako dobivenih informacija.

U ovoj knjizi studenti će saznati kako:

- Znati dizajnirati različite vrste tematskih mapa i vizualizirati trodimenzionalne geografske modele podataka;
- Koristiti različite načine interpolacije podataka;
- Primijeniti različite metode prostornog planiranja sa fokusom na korištenje zemljišta i pitanja okoliša;
- Raditi sa modelima podataka i analizom mreža;
- Moći sakupljati i vršiti integracije prostornih podataka iz različitih izvora;
- Koristiti alate za analizu u GIS-u vezanim za prostorno planiranje;
- Upoznati probleme politike prostornih podataka.

Knjiga ima 14 poglavlja, a to su: Uvod, vizualizacija prostornih podataka, metode interpolacije u prostornom planiranju, procjena višestrukih kriterijuma (MCE), propagiranje grešaka, modeliranje i analiza mreža, prostorna statistika u prostornom planiranju, alati analize - algebra mape, geoproceni podaci (buffering) u prostornom planiranju, tehnike preklapanja u prostornom planiranju, model Builder u prostornom planiranju, pitanja politike prostornih podataka - pristup, privatnost, dijeljenje, metapodaci, GIS u oblasti: lokalno planiranje, regionalno planiranje, planiranje okoliša i planiranje prijevoza i korištenje GIS-a za rješavanje različitih zadataka u prostornom planiranju.

1. UVOD

Prostorno planiranje se često zasniva samo na iskustvima i procjenama prostornog planera, a ne na rezultatima prostorne analize, koja se rijetko koristi. Korištenjem GIS metoda moguće je identifikovati neadekvatna područja za urbanizaciju i razvoj, pa je tako moguće usmjeriti strategiju razvoja regije na drugim mjestima.

Razvoj prostora je proces kojim se može upravljati i planirati. Za upravljanje prostornim procesima i za prostorno i strateško planiranje razvoja regiona GIS softver se uglavnom koristi za izradu i printanje karata. Analitički alati GIS softvera, koji imaju veliki potencijal za upotrebu, kod nas se koriste vrlo rijetko i marginalno. Ponekad se koriste jednostavni osnovni analitički alati, ali uglavnom ne postoji upotreba napredne prostorne ili mrežne analize.

Korištenje GIS analitičkih alata dovodi do urbanizacije menadžmenta gradova, a metode se temelje na naučnim spoznajama. U skladu sa poznavanjem savremenih pojava na teritoriji, u GIS softveru moguće je predložiti optimalan razvoj područja kako bi se održale teze održivog razvoja (okruženja).

Prostorni planeri često rješavaju prostornu analizu samo u svojim mislima, na osnovu iskustava i procjena. Međutim, ove ideje treba primijeniti na ekspertskim sistemima i na tačnim metodama. Prostorno planiranje se vrlo često zasniva samo na iskustvima i procjenama prostornog planera, a ne na rezultatima prostorne analize. Jedna od prepreka je odsutnost visokokvalitetnih i lako primjenljivih metoda. Ovo znači da se te simulacije i prostorne analize u GIS softverima vrlo rijetko koriste.

Za planiranje i upravljanje prostornim procesima vrlo je prikladno koristiti sofisticirane GIS metode koje se mogu koristiti kao alat za prostorno i strateško planiranje. Pomoću GIS metoda moguće je identifikovati neadekvatna područja za urbanizaciju i razvoj, pa je moguće i na drugim mjestima usmjeriti strategiju razvoja područja. Važan dio procesa planiranja je da se identifikuju i procijene pogodne lokacije za nove planirane urbane (ljudske) aktivnosti. Rezultati simulacije urbanih procesa u istraživanom području mogu biti, na primjer prijedlozi nekoliko razvojnih scenarija i njihovo poređenje. Ako prostorni planeri koriste te metode, može se primijeniti sofisticirana politika prostornog razvoja.

Prostorno planiranje se bavi organizacijom, uređenjem i opremanjem nekog prostora kako bi stanovnici tog područja mogli bolje živjeti. Prostorno planiranje obuhvata sve nivoje planiranja upotrebe zemljišta uključujući urbanističko planiranje, regionalno planiranje, planiranje okoliša, nacionalne prostorne planove, a u Europskoj uniji obuhvata i međunarodni nivo.

Postoji mnogo definicija prostornog planiranja. Jedna od najranijih definicija nalazi se u Europskoj povelji o regionalnom/prostornom planiranju koju je 1983. prihvatila Europska konferencija ministara nadležnih za prostorno planiranje (CEMAT): "Regionalno/prostorno planiranje je geografski izraz ekonomske, socijalne, kulturne i ekološke politike društva. Ono je istovremeno naučna disciplina, administrativna tehnika i politika zamišljena kao interdisciplinarni i globalni pristup usmjeren uravnoteženom regionalnom razvoju i fizičkoj organizaciji prostora prema cjelovitoj strategiji."

Prostorno uređenje je planirani razmještaj djelatnosti i objekata na određenom prostoru.

GIS (Geographic Information Systems) predstavlja moćan skup računarskih alata koji se koriste za sakupljanje, čuvanje, manipulaciju, analizu i prikazivanje prostorno referenciranih informacija (Burrough and McDonnell 1998).

GIS pretvara podatke u znanje i prezentuje ovo znanje u različitim formatima u cilju podrške donosiocima odluka. Obično se prikazuje zasnovan na znanju i bez pristrasnosti, ali ustvari GIS je društveno konstruisana tehnologija (Warren 1995). Tok izrade GIS-a, od kreiranja podataka do analize i vizualizacije, te samog korištenja, karakterišu političke, ekonomske i društvene motivacije kao osnove za njegovo korištenje. Važno je da korisnici GIS-a budu svjesni pitanja, kao što su pristup podacima i informacijama koje mogu dobiti od aplikacija GIS-a. Harris i Weiner (1998) ističu da nedostatak procjene ovih pitanja može dovesti do socijalne i prostorne marginalizacije zajednica.

U prostornom planiranju GIS je poznat geodetskim stručnjacima (posebno na univerzitetima i u zavodima za prostorno planiranje), mnogi ga koriste ili se obučavaju u GIS-u. Prostorno planiranje je važno i za stručnjake GIS-a, kao i za one koji nisu korisnici GIS-a, a žele da iskoriste ovaj izuzetno koristan skup alata u multi- i interdisciplinarnim projektima. Kako ističe Schuurman (2006) postoji jaz između apstraktne konceptualne prezentacije kritičnog GIS-a i formalizacije ovih koncepata kako bi se informisala primjena te tehnologije. Stoga se predstavlja pregled kritičnih razmatranja za korištenje GIS-a, predstavljajući ga i koristeći jednostavan model GIS komunikacije kao heuristički uređaj koji namjerava ilustrovati relevantnost ovih koncepata za praktičare GIS-a. Korištenje GIS-a biti će prikazano s primjerima autora iz sopstvenog iskustva u radu sa GIS-om u Zavodu za planiranje razvoja Kantona Sarajevo od početka 2002. godine.

U posljednjih 20 godina geodeti u BiH su s entuzijazmom prihvatili i brzo usvojili tehnologije GIS-a i daljinskog istraživanja (remote sensing). Razvoj i primjena GIS tehnologije u velikoj mjeri široko je prihvaćena kao legitimna tehnologija i teži se prihvatiti nekritički. Upotreba GIS-a može pomoći u izbjegavanju nekih zamki identifikovanih u literaturi kritičnog GIS-a, te mogu dovesti do osnaživanja aplikacija GIS-a koje su prikladne društveno odgovornom i održivom razvoju. Krajnji cilj je poboljšanje efikasnosti upravljanja okolišem i napora u pogledu prostornog planiranja u razvojnim projektima i programima koji mogu koristiti GIS alate, što dovodi do poboljšanja ishoda za zainteresovane strane i aktere. Postoji sve više literature na ovu temu.

Potencijalni način za rješavanje pitanja javnog pristupa prostornim podacima je korištenje web-GIS (internet-distribuiranog GIS-a).

Dosadašnja iskustva pokazuju da nijedan od GIS softvera, koji bi mogao biti široko rasprostranjen alat kod urbanista, nije optimalan. Zbog toga je neophodno kreirati koncept optimalnog GIS softvera. Prostorno planiranje i prostorni razvoj mogu biti prostorno analizirani samo prostornom analizom, a rezultati i odluke mogu biti bolji, brži i optimalniji. Prostorno planiranje može biti efikasnije stvaranjem jednostavnog i lakog softvera za prostorne planere, stručnjake, kreatore politike, programere i obične ljude.

1.1 GIS potencijal za prostorno planiranje

Prostorni planeri vrlo rijetko koriste analitičke alate GIS softvera. Proces izrade prostornih planova uglavnom se realizuje u CAD okruženju, koji se koristi samo kao alat za vizuelizaciju. Prijedlozi za promjene korištenja zemljišta uglavnom se baziraju na iskustvima i procjenama, a ne na rezultatima prostorne analize u obuhvatu planiranja.

U nekim zemljama (npr. Kanadi, SAD, Njemačkoj...), gdje implementacija GIS-a ima stariju historiju, implementacija GIS alata u prostornom planiranju je na višem nivou. Prostorni planeri GIS softver koriste češće, te se tako njihovi rezultati zasnivaju na stručnoj analizi. Kao dobar primjer može se spomenuti ArcGIS - Model Builder alat za regionalno planiranje regiona oko Minhena, koji je opisao Schaller (2007). Drugi primjer (model LUCIS razvijen na Univerzitetu u Floridi) koji se zasniva na istim osnovama opisan je u (Burain 2008).

U ovoj publikaciji su opisane studije slučaja usmjerene na npr. analizi kriminalnih uzoraka, planiranje u zajednici, urbanističko planiranje okoliša ili urbane službe i urbano stanovništvo. Prostorne analize i 3D alati se vrlo rijetko koriste, ali mogućnosti su odlične. Ne samo analiza vidljivosti ili 3D prikaz alata kao 3D letovi mogu se koristiti za prostorno planiranje i razvoj. Da bi se mrežna analiza koristila kao geokodiranje, problem putovanja prodavca, problem rutiranja vozila itd. Za optimalno planiranje razvoja neophodno je znati ne samo predznak i ograničenja predjela, već i potrebe stanovništva. Može se primijeniti u GIS okruženju kao analiza distribucije ljudi u prostoru. Nekoliko primjera aplikativnih GIS analitičkih alata za prostorno i urbano okruženje opisuje Maantay i Ziegler (2007).

Aktuelni GIS softveri (npr. ESRI (ArcGIS), GRASS, MapInfo, Bentley Map, Auto CAD MAP, QGIS Desktop, TNT, ILWIS, IDRISI, ERDAS Imagine, itd.) imaju veliki broj analitičkih alata pogodnih za prostorno planiranje. Vjerovatno svaki GIS softver sa dovoljnom količinom i kvalitetom alata se može koristiti kao alat za planiranje korištenja zemljišta. Posebni GIS alati pružaju sve potencijalne funkcije za planiranje i upravljanje prostornim procesima.

U korištenju ovih alata postoji barijera jer većina urbanista ne radi sa GIS-om. Dakle, neophodno je prostornim planerima kreirati jednostavne alate, koji mogu ponuditi mnoge funkcije, ali i jednostavne operacije. Nove generacije GIS softvera i modeli uvode najčešće korištene i najvažnije alate za upravljanje prostornim procesima.

Zbog naučnih matematičkih i kartografskih podloga GIS-a, tehnologija teži objektivno da predstavi prostorne odnose - kao prostorna realnost koja se može kontrolisati i manipulirati.

Proces odlučivanja podržanog od strane GIS-a zasnovan na nepotpunim informacijama može dovesti do pogrešnog razumijevanja situacije. Prilikom odlučivanja lokalno i tradicionalno znanje ne trebaju lako biti isključeni.

Jedna od posljedica ovoga jeste da odluke i intervencije koje ne uključuju pogled na svijet i razumijevanje relevantnih aktera vjerovatno neće biti podržani od strane tih aktera. Ovo bi moglo ugroziti uspjeh prostornog planiranja i upravljanja okolinom.

Pristup GIS-u i GIS tehnologiji nije jednak za sve grupe:

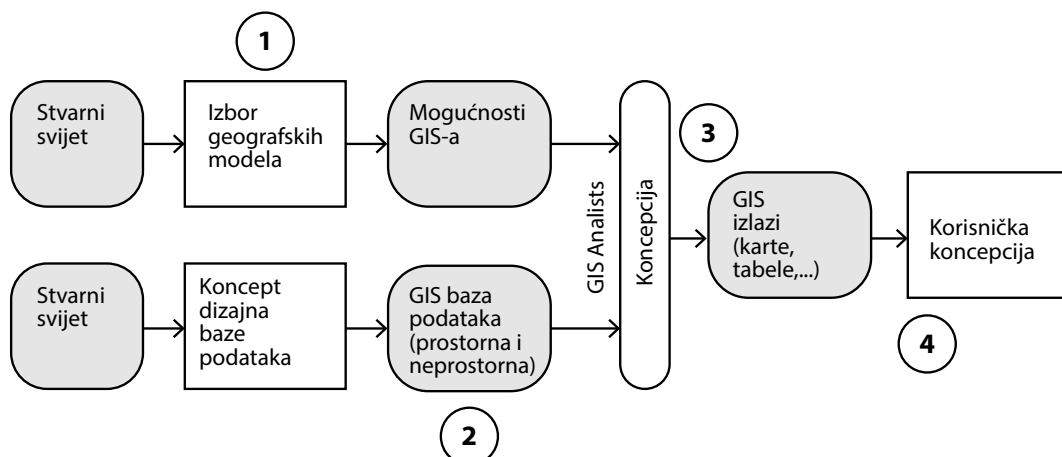
- ☒ manje moćne grupe mogu biti isključene iz pristupa podacima,
- ☒ siromašne zajednice ili organizacije možda nemaju resurse za kupovinu kompjutera ili GIS softvera, a sve grupe neće imati vještine ili obrazovanje za korištenje GIS tehnologije, čak i ako su im na raspolaganju GIS alati i odgovarajući podaci.

Poznato je da institucionalna lokacija mnogih GIS-ova također stvara prepreke koje dovode do birokratizacije GIS tehnologije i izobličenja znanja. Situacija u Federaciji Bosne i Hercegovine danas pokazuje mnoge inicijative koje su nastale u posljednjoj deceniji na razvoju i distribuciji digitalnih prostornih podataka za korištenje u GIS-u. Uzmimo na primjer Uredbu o infrastrukturi prostornih podataka ili Uredbu o sadržaju i nosiocima jedinstvenog informacionog sistema, metodologiji prikupljanja i obradi podataka, te jedinstvenim obrascima na kojima se vode evidencije. Ovo je pristup prostornom planiranju i upravljanju okolišem koji zavisi od naučnika i tehnologa da posmatraju probleme, vrše odgovarajuća mjerenja za generiranje podataka i primjenjuju tehnologiju za naučnu analizu prostornih podataka.

Na slici 1.1. prikazan je jednostavan model komunikacije za GIS koji ima za cilj osvijetliti neke ključne lokacije u proizvodnom procesu (od razvoja softvera do tumačenja i korištenja GIS izlaza) na kojem bi se mogla uvesti pristrasnost (Bunch 2001a).

Ovaj model opisuje proces u kojem realni svijet prvo tumače programeri GIS softvera (1). Programeri unapređuju svoje razumijevanje kako kodirati, manipulirati, analizirati i predstavljati prostorne entitete u tehnologiji, npr. korištenje kartezijskih prostornih sistema, Pythagorine geometrije i Boolean logike (Sheppard 1995). GIS programeri također biraju i kreiraju alate i mogućnosti za prikupljanje podataka, predstavljanje, skladištenje, analizu i vizualizaciju. Pošto programeri GIS-a kodiraju svoja shvatanja u softver, a također ograničavaju mogućnosti GIS-a onima koji smatraju korisnim i relevantnim za GIS analitičare, oni diktiraju kako je svijet predstavljen u GIS-u.

Druga tačka u kojoj pristrasnost ulazi u proces proizvodnje GIS-a je u fazi izrade baze podataka (2). U ovom trenutku donose se odluke o tome koji su aspekti stvarnog svijeta važni za zastupanje u GIS bazi podataka, kako bi ovi aspekti trebali biti predstavljeni kao



Slika 1.1: Model komunikacije za GIS (Bunch, 2001a)

prostorni entiteti, kao i određivanje stvari kao što su mjerne vage, šeme kategorizacije i frekvencije prikupljanja podataka. Ovaj proces je ovisan od programera baze podataka, obuka i namjera u razvoju baze podataka, kao i institucionalnih mandata, procedura i pravila (Chrisman 1987). U granicama onoga što može biti predstavljeno u GIS bazama podataka, programeri utvrđuju koji su skupovi fenomena predstavljeni kao stvarni i kako se oni predstavljaju.

Pristrasnost se takođe može uvesti na mjestu gdje GIS analitičari ulaze u ovaj tok kulturne komunikacije (3). Takvi pojedinci su visoko obučeni u korištenju tehnologije za preduzimanje, npr. prostorne analize, kartografije i modeliranja. Ovo će uticati na njihov pristup korištenja GIS-a kako bi se manipuliralo podacima koji su im dostupni, kao što je izbor GIS alata i njihovo shvatanje onog što su prihvatljivi ili dobri podaci. Ovo je dovelo do zabrinutosti od strane nekih grupa ljudi, a to je da je upotreba GIS-a često elitistička, orijentisana na naučnu i tehnološku ekspertizu.

Krajnji korisnici u proizvodnom procesu GIS-a (4), predstavljeni rezultatima procesa ugrađenih u naučni, stručno orijentisan pristup podacima usmjerenim korištenju, primjenjuju njihovo tumačenje (pod uticajem njihovih vlastitih iskustava u svijetu, motivacije, vrijednosti, obrazovanje, obuka i pogleda na svijet) na takve rezultate. Krajnji korisnik možda nije svjestan prirode pristupa niti skupova odluka koje su dovele do određene zastupljenosti "stvarnog svijeta" koje tumače. Međutim, vjerovatno će se rezultati procesa proizvodnje GIS-a smatrati važećim, jer se naučni svijet u kojem je ugrađena GIS tehnologija smatra široko legitimnom. Izlaz se procjenjuje na to kako je naučno "rigorozna" njegova proizvodnja – tj. koliko je pozitivno prisutan pozitivizam i empirizam. Realnost situacije je, naravno, mnogo komplikovanija od ovog jednostavnog modela. GIS analitičari, npr. mogu biti isti pojedinci kao i programeri baze podataka i/ili krajnji korisnici u ovom modelu, a sposobnost GIS tehničara i analitičara je da prošire i prilagođavaju GIS aplikacije koje mogu ublažiti neke od zabrinutosti oko ugrađene pristrasnosti (mada je trošak veoma visokih nivoa potrebnih vještina i obrazovanja). Ipak, model može korisno poslužiti za razumijevanje nekih problema koji mogu dovesti do socijalne i prostorne marginalizacije u korištenju te tehnologije.

Namjera u predstavljanju ovog modela nije da se protivi logičnom pozitivizmu ili naučnoj perspektivi uopće, već da se založimo za mnoštvo perspektiva u procesu izgradnje i prenošenju znanja u podršci prostornom planiranju i upravljanju okolišem. To neće dovesti do eliminacije ili čak smanjenja pristrasnosti u procesu. Međutim, uključivanjem perspektiva (i predrasuda) relevantnih aktera dovesti će do odgovarajućeg predstavljanja realnosti i vlasništva nad procesom, kao i njegovim nastalim predstavnicima, od strane zainteresovanih strana.

Metode i alate (kao što je GIS) treba izabrati i primijeniti na način koji odgovara karakteristikama i kontekstu problema, a ne prema disciplinskim ili epistemološkim stavovima. U većini slučajeva to će dovesti do rada interdisciplinarnog tima i zahtjeva otvorenost za definisanje problema i otkrivanje odgovarajuće metodologije u saradnji sa zainteresovanim stranama.

Primjenom odgovarajuće i korisne uloge GIS-a na webu poboljšalo bi se učešće javnosti u prostornom planiranju i upravljanju okolišem, odnosno osiguralo bi se učešće svih relevantnih učesnika.

U prostornom planiranju GIS možemo koristiti za:

- izradu prostornih planova,
- istraživanje, razvoj, implementaciju i praćenje razvoja izrade prostornog plana,
- mogućnost pretraživanja i analize prostornih podataka.

Prednosti GIS-a u prostornom planiranju su:

- ušteda vremena,
- kontrola nad izradom prostornih podataka,
- preglednost u prikazu prostornih podataka,
- analiza prostornih podataka,
- brže i lakše donošenje odluka,
- lakša razmjena podataka.
- mogućnost publikovanja kroz GIS web servise.

2. VIZUALIZACIJA PROSTORNIH PODATAKA (GEOVIZUALIZACIJA)

Geovizualizacija predstavlja sintezu naučne vizualizacije, kartografije, analize satelitskih snimaka, statističke analize prostornih podataka i GIS-a kako bi se razvili teorija, metode i alati za vizualno istraživanje, analizu, sintezu i prikazivanje geografskih podataka (MacEachren, Kraak, 2001.).

Vizualizacija uključuje:

- tradicionalne kartografske vizualizacije (boja, tekstura, znakovi, dijagrami),
- kompjuterske tehnike vizualizacije (kartografska animacija, interaktivni 3D prikazi),
- negeografske vizualizacije (dijagrami rasipanja, histogrami i sl.).

Vizualizacija prostornih podataka (Geovizualizacija) odnosi se na set alata i tehnika koji podržavaju analizu geoprostornih podataka kroz upotrebu interaktivne vizualizacije. Ona naglašava konstrukciju znanja nad skladištenjem znanja ili prenošenjem informacija. Kako bi to postigli, geovizualizacija komunicira geoprostorne informacije na način koji, u kombinaciji sa ljudskim razumijevanjem, omogućavaju istraživanje podataka i procese donošenja odluka.

Karte (u printanom obliku) imaju ograničenu istraživačku sposobnost, a grafički prikazi su neraskidivo povezani sa geografskim informacijama ispod. GIS i geovizuelizacija omogućavaju više interaktivnih mapa, uključujući mogućnost istraživanja različitih slojeva karte, zumiranje ili izlaz i promjenu vizuelnog izgleda karte. To je uobičajeno na ekranu računara, tableta, mobitela i dr.

Geovizualizacija predstavlja skup kartografskih tehnologija i praksi koji iskorištavaju sposobnost savremenih mikroprocesora da u realnom vremenu prave promjene u mapi, omogućavajući korisnicima da prilagode mapirane podatke u hodu.

Cilj vizualizacije prostornih podataka je uvođenje modernih tehnologija u dugotrajno upravljanje prirodnim bogatstvima i drugim prostornim objektima i pojavama, te praćenja stanja u prostoru (na površini Zemlje). Za vizualizaciju prostornih podataka koriste se Geoprostorni sistemi (npr. GIS) tj. sistemi koji integriraju podatke, snimke i karte. Postoje različiti načini vizualizacije prostornih podataka kao npr.:

- Brojčano/tekstualni podaci (atributi);
- Tematske karte izvedenih 2D i/ili 3D analiza (prostorni i urbanistički plan, pedološke, šumarske, nelegalno izgrađene građevine i sl.);
- Grafikoni i dr.

2.1 Historijski razvoj

Historijski gledano izraz vizualizacija se prvi put spominje u kartografskoj literaturi već od 1953. godine, u članku geografa Allena K. Philbricka sa Univerziteta u Čikagu. Novi razvoj u oblasti računarskih nauka potaknuo je Nacionalnu naučnu fondaciju da redefiniše izraz u izvještaju iz 1987. godine koji je vizuelizirao na konvergenciji računarske grafike, obrade slike, računarske vizije, računarskog dizajna, obrade signala i studija korisničkog interfejsa i naglasio aspekte stvaranja znanja i generisanja hipoteze naučne vizualizacije (MacEachren, 1997).

Geovizuelizacija razvijena je kao oblast istraživanja početkom osamdesetih godina prošlog vijeka, uglavnom zasnovana na radu francuskog grafičkog teoretičara Žaka Bertina (MacEachren, 2004). Bertinov rad na kartografskom dizajnu i vizuelizaciji informacija dijeli sa izvještajem Nacionalne naučne fondacije da se fokusira na potencijal za korištenje "dinamičkih vizuelnih prikaza kao podsticaja za naučni uvid i na metode pomoću kojih dinamični vizuelni prikazi mogu da iskoriste perceptivne kognitivne procese kako bi olakšali naučno razmišljanje" (MacEachren, 2004).

Geovizualizacija nastavlja da raste kao predmet prakse i istraživanja. Međunarodna kartografska asocijacija (ICA) osnovala je 1995. godine Komisiju za vizualizaciju i virtuelna okruženja.

U mnogim raspravama koje se bave prostornim podacima i uslugama prisutna je napetost u određivanju ispravne politike naknada za njihovo korištenje. S jedne strane postoji snažna volja za veću otvorenost i dostupnost u pristupu informacijama kao podrška transparentnosti javnog sektora i kao poticaj privrednom rastu. S druge strane postoje težnje „stvaranja profita“ na podacima čija je cijena izrade već plaćena (Cetl i dr. 2007).

Informacije javnog sektora igraju fundamentalnu ulogu u funkcionisanju tržišta i slobodnom kretanju ljudi, roba i usluga, međutim način na koji tijela javne vlasti u različitim zemljama postupaju s javnim informacijama signifikantno se razlikuju. U posljednje vrijeme, ipak, mnoge zemlje prihvaćaju koncept otvorenog i neograničenog pristupa javnim informacijama, a što ima za cilj povećanje dobrobiti društva u cjelini.

Jedan od faktora koji idu tome u prilog je fenomen globalizacije. Prostorni podaci ili bilo koji drugi izrađeni u tu svrhu kojim upravlja javni sektor trebali bi biti dostupni građanima kao integralni dio demokratskog društva. Međutim takva ideja i mogućnost da građani ili firme koriste podatke bilo u komercijalne ili nekomercijalne svrhe većini evropskih zemalja je još uvijek neprihvatljiva. Očito je odnos između cijene javnih informacija i naknada za njihovo korištenje vrlo složen. Na njega utiču najmanje tržišni, a više društveni, politički i vrlo često subjektivni kriteriji.

2.2 Primjena vizualizacije prostornih podataka

Obzirom na procese, primjena vizualizacije prostornih podataka ubrzala je u stvarnom svijetu donošenje odluka i saznanja koje može pružiti. Vizualizacija prostornih podataka primjenjuje se u prostornom i urbanističkom planiranju, kartografiji, poljoprivredi, šumarstvu, arheologiji, zaštiti okoliša, geoinformatici, kompjuterskoj grafici, i dr.

Prostorni planeri kao i šira javnost mogu da koriste vizualizaciju prostornih podataka za istraživanje okruženja u stvarnom svijetu i modeluju "šta ako" scenarije zasnovane na prostorno-vremenskim podacima. Vizualizacija prostornih podataka može se podijeliti na dva domena:

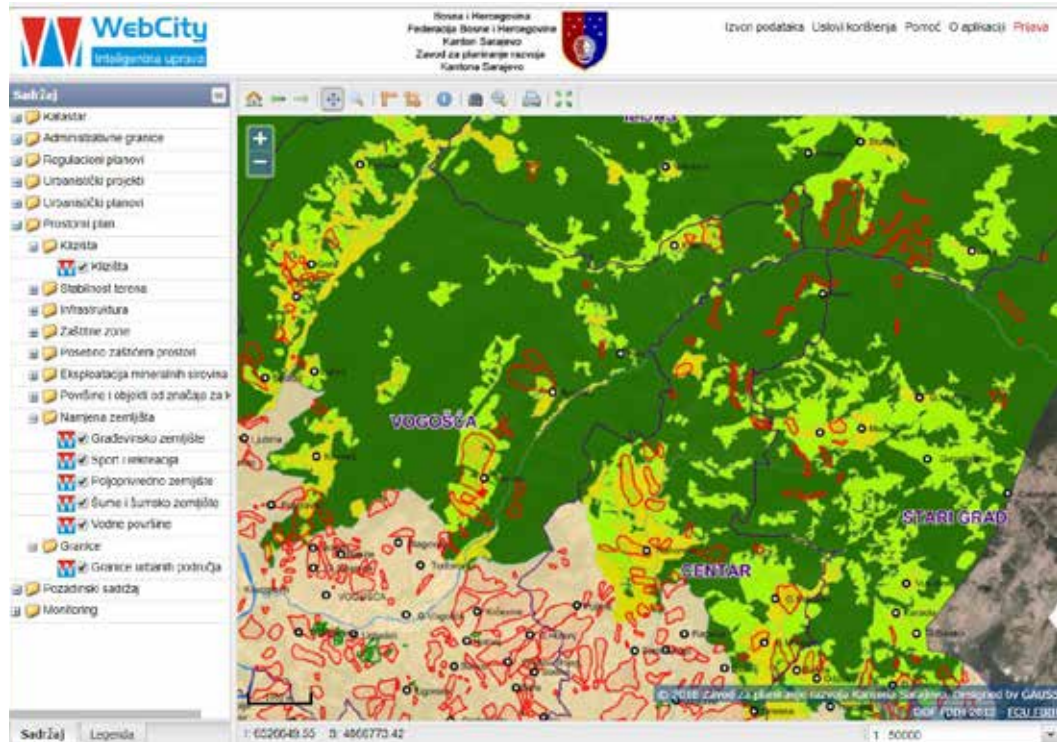
- privatni domen, u kojem stručnjaci koriste vizualizaciju prostornih podataka da istražuju podatke i generišu hipoteze;
- i javni domen, u kome profesionalci prezentuju svoje "vizuelno razmišljanje" široj javnosti, jer planiranje se više oslanja u saradnji između profesionalaca i javnosti.

Prostorni planeri koriste geovizuciju kao sredstvo za modeliranje interesa za okoliš i zabrinutost politike javnosti. Spominju se dva primjera (Jiang et al. 2003) u kojima se koriste 3D fotorealističke reprezentacije da bi se u narednih nekoliko godina upotrijebile dinamičke kompjuterske simulacije kako bi se prikazala moguća difuzija zagađenja. Široko korištenje Interneta od strane javnosti ima implikacije da ovi kooperativni planski naponi dovodu do povećanog učešća javnosti, a smanje potrebnu količinu vremena za raspravljanje o više kontraverznih odluka o planiranju.

Osim važnosti vizualizacije u prikazu konačnih rezultata istraživanja, vizualizacija prostornih podataka je neizostavan dio procesa analize prostornih podataka. Ona ponekad otkriva procese i veze među opservacijama i time sugerise na dalji tok analize. Tako se vizualnom inspekcijom podataka mogu pronaći:

- regionalni trendovi;
- prostorna ovisnost (autokorelacija) – ako se slične vrijednosti češće pojavljuju na međusobno bliskim lokacijama;
- prostorni uzorak u podacima i detekcija klastera.

Primjeri vizualizacije prostornih podataka su geoportali geodetskih uprava (<http://www.katastar.ba/geoportal/preglednik/>) ili geoportali IPP (<https://ippfbih.gov.ba/>), Zavoda za prostorno planiranje (<http://gispp.ks.gov.ba/webcity/map.jsp>), itd.



Slika 2.1: Primjer vizualizacije prostornih podataka Kantona Sarajevo



Slika 2.2: Primjer vizualizacije prostornih podataka Geoportal FGU

3. METODE INTERPOLACIJE U PROSTORNOM PLANIRANJU

Interpolacija je jedna od ključnih sastavnica obrade i analize podataka u GIS okruženju. Predmet je proučavanja statistike i geostatistike.

Geostatistika je zbirka metoda koja nam omogućava da procijenimo vrijednosti za lokacije na kojima nisu uzeti uzorci, kao i da procijenimo nesigurnost ovih procjena. Korištenje ove funkcije kritično je u mnogim procesima donošenja odluka, jer u praksi je nemoguće uzimati uzorke na svakoj lokaciji u oblasti od interesa.

Važno je zapamtiti da su ove metode sredstva koja nam omogućavaju da konstruišemo modele realnosti (tj. fenomen koji nas zanima). Na nama je da napravimo modele koji odgovaraju našim specifičnim potrebama i pružimo informacije potrebne za donošenje pravovremenih odluka. Veliki dio izgradnje dobrog modela jeste naše razumijevanje fenomena, npr. kako su dobijeni podaci o uzorku, šta on predstavlja i šta očekujemo od modela.

Postoje mnoge metode interpolacije. Neki su prilično fleksibilni i mogu odgovarati različitim aspektima podataka uzorka. Drugi su restriktivniji i zahtijevaju da podaci zadovoljavaju određene uslove. Kriging metode, npr. prilično su fleksibilne, ali unutar kriging porodice postoje različiti stepeni uslova koji moraju biti ispunjeni kako bi rezultat bio validan. Geostatistički analitičar nudi sljedeće metode interpolacije:

- globalni polinom,
- lokalni polinom,
- inverzna distanca težina,
- funkcije radijalne osnove,
- interpolacija difuzije sa barijerama,
- interpolacija jezgra sa preprekama,
- obični kriging,
- jednostavni kriging,
- univerzalni kriging,
- indikator kriging,
- vjerovatnoća kriginga,
- disjunktivni kriging,
- Gaussove geostatističke simulacije,
- areal interpolacija,
- empirijski Bayesian kriging.

Svaka od ovih metoda ima svoj skup parametara, što nam omogućava da prilagodimo svaki model za određeni skup podataka i zahtjeve za izlazom koji generiše. Kako bi

pružili neka uputstva u izboru koje treba koristiti, metode su klasifikovane prema nekoliko različitih kriterijuma. Jedna od najvažnijih odluka koju moramo da uradimo je da definišemo koji su naši ciljevi u razvoju interpolacionog modela. Odnosno, koje informacije trebamo modelu da pružimo kako bismo mogli donijeti odluku? Npr. na području javnog zdravlja, modeli interpolacije koriste se za predviđanje nivoa zagađivača koji mogu biti statistički povezani sa stopama bolesti. Na osnovu tih informacija mogu se izraditi dodatne studije uzorkovanja i razviti politike javnog zdravstva.

Svaki metod interpolacije ima jedinstvene kvalitete i pruža različite informacije (u nekim slučajevima, metode pružaju slične informacije, a u drugim, informacije mogu biti sasvim različite).

Nakon što jasno definišemo cilj razvoja interpolacionog modela i potpuno ispitamo podatke uzorka, ove klasifikacije stabala mogu biti u stanju da nas vode na odgovarajući metod.

Interpolacija je proces determinističke ili geostatističke procjene vrijednosti neuzorkovanih područja, na temelju skupa izmjerenih (posmatranih) vrijednosti na poznatim koordinatama, a sve u svrhu dobivanja kontinuirane površine s nizom vrijednosti.

Opća formula većine prostornih interpolacija je:

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z x_i$$

Gdje je $Z(x_0)$ procijenjena vrijednost u tački x_0 , Zx_i izmjerena vrijednost u tački i , N je ukupan broj posmatranih tačaka i λ_i je ponder. Najveći problem je odrediti ponder λ koji će se koristiti u interpolaciji i pronaći funkciju koja prolazi kroz ili pokraj zadanog skupa tačaka.

Interpolacijske metode se mogu klasifikovati na različite načine:

- Lokalne i globalne;
- Determinističke i stohastičke (geostatističke);
- Tačne i približne metode.

Postoje različiti programi i moduli koji se koriste za interpolaciju izmjerenih podataka, u svrhu izrade pravilne kvadratne mreže koja služi za analizu i vizualizaciju:

- QTC CLAMS (CLAssification Mapping Suite);
- SAGA (System For Automated Geoscientic Analyses);
- Surfer;
- ILWIS (Integrated Land and Water Information System);
- MATLAB R;
- GSLIB (Geostatistical Software LIBrary);
- S-PLUS itd.

Budući da svaka metoda daje različite prikaze, glavni je izazov generisati najtačniju moguću površinu na osnovi uzoraka, te utvrditi karakter pogrešaka i varijabilnosti procijenjenih vrijednosti testiranjem i usporedbom različitih metoda interpolacije.

Postoji nekoliko metoda usporedbe:

- Unakrsno vrjednovanje (cross-validation);
- Podijeljeni uzorci (split sampling);
- Jackknifing;
- Reziduala.

Unakrsno vrjednovanje (najbolja metoda) - prije interpolacijskog procesa izostavlja jednu tačku, za koju se kasnije procjenjuje vrijednost i izračunava razlika između predviđenih i stvarnih vrijednosti. Ovaj proces ponavlja se za svaki uzorak.

Najbolja metoda interpolacije je odabrana na temelju osam parametara:

- minimalna i maksimalna vrijednost, doseg, zbroj vrijednosti, srednja vrijednost, varijanca i standardna devijacija;
- ovi parametri ocjenjuju uspješnost metoda interpolacije;
- standardna devijacija ili srednja kvadratna pogreška (root mean square) je u nauci najviše korištena mjera za ocjenjivanje tačnosti digitalnih modela.

Zahvaljujući razvoju metoda, tehnika i procedura, proces modeliranja reljefa postaje sve brži, međutim, istodobno zahtjeva interdisciplinarna znanja koja su neophodna za razumijevanje i interpretaciju rezultata procesa modeliranja.

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da izlazni rezultati digitalnog modeliranja i analize reljefa zavise od:

- metoda prikupljanja podataka,
- gustoći uzoraka,
- metodama interpolacije,
- osobinama reljefa (prije svega vertikalna raščlanjenost),
- veličini piksela,
- primijenjenim algoritmima.

4. PROCJENA VIŠESTRUKIH KRITERIJUMA (MCE)

Procjena višestrukih kriterijuma, prevedeno sa engleskog jezika „Multi Criteria Evaluation“ (Voogd 1983 - Voogd H 1983 Multi-criteria evaluation for urban and regional planning. London, Pion) kao pojam (MCE) se koristi u brojnoj literaturi. Često se prevodi i kao multikriterijalna procjena, evaluacija, i direktno je povezana sa multikriterijalnim odlučivanjem. Pojavom GIS-a, procjena višestrukih kriterijuma kroz primjer se može definisati kao pronalaženje određenog zemljišta (npr. u prostornom planiranju) koje ispunjava definisanu namjenu, a sve to se bazira na brojnim atributima koje ima određeno zemljište. Multikriterijalna procjena zapravo omogućava planerima da generišu nekoliko alternativnih rješenja, kao i da rangiraju rješenja u odnosu na parametre date u procesu planiranja.

Pojam procjene višestrukih kriterija često se spominje u kontekstu više ciljnog odlučivanja (multi-objective decision-making (e.g. Carver 1991; Janssen and Rietveld 1990)), odnosno donošenja odluka sa više ciljeva. Pod ciljem se podrazumijeva određena perspektiva, filozofija ili motiv koji vodi ka kreiranju specifičnih multi kriterijalnih pravila odlučivanja.

Kao dobar primjer može se navesti pronalaženje lokacije za nuklearnu elektranu. Sa jedne strane cilj je maksimizirati profit, a sa druge strane zaštititi okoliš. Oba cilja imaju potpuno različite kriterije i težine koje se dodjeljuju tim kriterijima. Svaki od njih imati će svoje multikriterijalno rješenje, odnosno rješenja koja sadrže više kriterija, a zatim i različite multikriterijalne odluke. Konačni cilj, kojim se bavi višeciljno odlučivanje, jeste pronaći jedno rješenje koje će zadovoljiti ciljeve obje strane (npr. investitora i zaštitu okoline).

Prostorni tzv. kontinuirani podaci (s nizom različitih vrijednosti) imaju značajnu ulogu u oblastima ljudskog djelovanja kao što su planiranje, procjena rizika, donošenje odluka u upravljanju okolišem itd.

Ovo poglavlje uže obrađuje procjenu višestrukih kriterija sa aspekta prostornog planiranja i donošenja odluka u prostornom planiranju. Važno je definirati neke pojmove ključne za razumijevanje procjene višestrukih kriterija. Odgovore na pitanja šta je to informacija, te šta predstavlja pojam odlučivanja u različitim oblastima, dajemo u narednom podpoglavlju 4.1.

4.1. Informacija i odlučivanje

Informacija je saopćenje koje za primaoca predstavlja novo saznanje, novu spoznaju, dok u protivnom ima karakter podatka (Jovićević, 2001.).

Izvor informacije može predstavljati događaj, kao i neku promjenu u našoj realnosti. Informacija je određena sljedećim faktorima:

1. Informacija predstavlja poseban atribut materije vezan za sposobnost njenog održavanja u svijesti čovjeka;

2. Informacija postoji samo u vezi sa materijalnim objektom na koji se odnosi;
3. Informacija ima objektivni karakter nezavisno od volje primaoca;
4. Informacija je proizvod funkcionisanja mozga.

Zbog toga je informacija po svojoj prirodi apstraktna, ali je usko vezana za materiju i energiju. Potrebno je prisustvo znaka koji ima svog materijalno-energetskog nosioca kako bi informacija bila uhvatljiva i realno egzistirala. Znak možemo shvatiti kao apstraktnu kategoriju na bazi koje se može dobiti predstava realnog okruženja.

Ako nosilac znaka predstavlja određeno materijalno energetsko stanje koje je promjenljivo u vremenu onda se znak tretira kao signal (lingvistički znak je jednak signalu, međutim u teoriji informacija ima različita značenja).

Entropija informacija je mjera neodređenosti (nesigurnosti) koja je prisutna prilikom realizacije događaja. Semantički aspekt informacije sadržaja je u tome da se odrede uslovi pod kojima će data informacija biti najpotpunije primljena od strane primaoca informacije. Prethodno znanje primaoca informacije neophodno je kako bi neko prihvatio informaciju na željeni način.

4.2. Osnovi teorije odlučivanja

Kada se nađe u određenim problemskim situacijama različite složenosti koje treba riješiti čovjek aktivira proces odlučivanja (Pavličić, 2004.).

Odlučivanje u osnovi predstavlja biranje između više varijanti (alternativa) rješavanja problemske situacije koje imaju različite posljedice. Osnovni cilj teorije odlučivanja je pomoći donosiocu odluke u donošenju racionalnih odluka (najboljih i najrazumnijih).

4.2.1 Karakteristike odlučivanja

U realnom svijetu postoje različite vrste odlučivanja, zajedničke su im sljedeće karakteristike:

1. Odlučivanje je uvijek uslovljeno postojanjem problema koji treba riješiti.
2. Odlučivanje podrazumijeva postojanje skupa aktivnosti koje imaju svoj rezultat - odluku.
3. Po svojoj prirodi odlučivanje je informacioni proces, odnosno proces transformacije informacija.
4. Skup mogućih alternativa rješenja problema mora sadržavati bar dvije alternative.
5. Odlučivanje podrazumijeva formiranje subjektivnog stava prema mogućim alternativama rješenja problema. Element subjektivnosti mora biti ugrađen u proceduru ocjene utvrđenih alternativa.

Donosilac odluke je subjekt koji ima ovlaštenje i odgovornost za rješavanje problemske situacije i donošenje odluke. Postoje četiri faze odlučivanja:

1. identifikacija problema,
2. definisanje problema,
3. analiza mogućih alternativa i
4. izbor najbolje /optimalne/ alternative rješenja problema.

Identifikacija problema obuhvata tri grupe aktivnosti:

1. selekcija i klasifikacija podataka i informacija,
2. povezivanje i obrada podataka i informacija i
3. interpretacija.

Definisanje problema se sastoji od četiri skupa aktivnosti:

1. Identifikacija komponenti problema;
2. Analiza povezanosti problema i drugih problema;
3. Definisanje ciljeva koje treba ostvariti rješavanjem problema;
4. Definisanje mogućih načina i puteva ostvarenja postavljenih ciljeva.

Analiza povezanosti problema i drugih problema ima za cilj obuhvatanja cjeline problemske situacije. Analiza povezanosti datog problema i drugih problema sastoji se u preispitivanju njegovih komponenti u odnosu na komponente drugih problema.

Definicija ciljeva koje treba ostvariti rješavanjem problema je ključni korak u procesu odlučivanja. Cilj može biti jedan ili više, kad ih je neophodno povezati u sistem ciljeva.

4.2.2 Teorija odlučivanja

Postoje dvije teorije odlučivanja: normativna i deskriptivna. Normativna teorija polazi od toga da je čovjek sposoban da formuliše problem, postavi ciljeve i formira skup svih alternativa. Sa tim je pažnja usmjerena na odlučivanje. Deskriptivna teorija pak posmatra donosioca odluke i njegove izbore. Po ovoj teoriji posmatranje se proširuje i na početne faze rješavanja problema, kao i na fazu analize rezultata.

Kako bi donosioci odluke bili racionalni potrebno je odrediti preferencije i formirati rang liste opcija po prioritetima i izborom prvo-rangiranog sa najvećom koristi. Metoda donošenja odluke polazi od standardnog načina prikazivanja problema u vidu tabela u kojoj su sadržani elementi odluke. Pravilna konstrukcija tabele mora sadržavati kompletan skup alternativa tako da su rezultati akcija izraženi u numeričkim vrijednostima.

Lingvistički alternativa znači izbor između dvije opcije, dok se u literaturi koristi u smislu više varijanti ili opcija. Premda je moguće da se odlučivanje vrši u uslovima izvjesnosti čest je slučaj odlučivanja u uslovima neizvjesnosti i rizika za realizaciju pojedinih događaja, dok su sami događaji poznati. Pored tabele, problem izbora se može prikazati u obliku drveta odlučivanja.

Metodi izbora mogu biti: optimistički (maxmax), pesimistički (Valdov ili maxmin), metod optimizma-pesimizma (Hurvicov), metod minimax kajanja (Sevidžov), princip nedovoljnog razloga (Laplasov).

Maxmax metod polazi od toga da će se uvijek realizovati onaj događaj koji omogućava najbolji rezultat, što je rijedak slučaj i navodi se više kao teoretska mogućnost. Maxmin polazi od izbjegavanja neprijatnih iznenađenja, ali time se eliminišu moguće dobre alternative. Može se reći da je to metoda optimizma-pesimizma kojima se akcije ocjenjuju na osnovu njihovih ekstremnih ishoda.

Metod minimuma kajanja polazi od minimuma kajanja koje se javlja nakon realizacije akcije. To je na izvjestan način metod propuštenih dobitaka ili mogućih manjih gubitaka. Ovaj metoda je po svom oprezu sličan metodu maxmin.

I pored neizvjesnosti istih Laplasov princip nedovoljnog razloga uključuje moguće događaje. Ako ništa ne znamo o nekim događajima onda se oni mogu smatrati jednako vjerovatnim.

U izboru metode odlučivanja možemo poći od toga da upotrijebimo svih pet ili da ispitamo svaku od njih i odluku donesemo primjenom najboljeg od njih. Izbor se vrši meta-odlučivanjem izbora između različitih procedura sa „hvatanjem“ konzistentnosti i racionalnosti. Potrebno je da izabrani metod odgovara posmatranom problemu uz uslov zadovoljenja konzistentnosti.

Kako je ranije navedeno, sam termin više atributno ili više kriterijalno ili više ciljno odlučivanje proizlazi iz definisanja određenih karakteristika među alternativama, koje se porede. Vršiti se njihova evaluacija, a nazivamo ih atributima ili kriterijumima. Ako se atributima pridruži željeni pravac kretanja definišu se ciljevi koji se žele postići odlukom.

Osobine atributa su preciznost sa kojom ih možemo mjeriti i smjer korelacije vrijednosti koji je kvantitativno (precizno) i kvalitativno (opisno) mjerljiv. Prilikom ocjenjivanja alternativa potrebno je odrediti hijerarhijsku strukturu atributa i odabrati način mjerenja za svaki od njih. Po pitanju kvalitativnih atributa potrebno je pronaći adekvatne razlike između modaliteta posmatranog atributa. Pored toga, potrebno je odrediti i numerički izraziti relativan značaj svakog od njih u konkretnoj odluci.

Problem se definiše kao neravnoteža ili nesklad koji postoji između postojećeg stanja neke pojave i njenog željenog stanja. Rješavanje problema je procedura kojom otklanjamo ovu neravnotežu između stanja status quo i željenog stanja.

Prema Ajnštajnu formulacija problema je često mnogo značajnija od njegovog rješenja, koje može biti stvar matematičke ili eksperimentalne veličine (Mikić, 2006.). Postaviti nova pitanja, nove mogućnosti, te posmatrati stara pitanja iz novog ugla, zahtjeva kreativnu imaginaciju.

Kako je kod rješavanja problema bitan cilj može se reći da za one koji ne znaju gdje idu svi putevi su jednako dobri. U prvom koraku je potrebno otkriti šta je najbitnije u vezi sa konkretnom odlukom. Zato je potrebno zabilježiti sve relevantne aspekte na koje se odluka odnosi. Sačini se lista želja koje se žele ostvariti. Zamisli se izuzetno povoljna varijanta i zašto je ona takva, zatim izuzetno loša alternativa i zašto je ona neprihvatljiva. Kroz različite intervju sa osobama koje su prolazile kroz proces odlučivanja dođemo do informacija o sličnim odlukama i kriterijima vezanim za donošenje odluka. Mjeri se efekat odluke na druge osobe, te kako se odluka obrazlaže i kojim argumentima se brani.

Alternative predstavljaju sredstvo kojim se, polazeći od početnog stanja, želi dostići željeno stanje. Nikada se ne odabere alternativa koja nije razmatrana. Bez obzira na broj razmatranih alternativa, izbor ne može biti bolji od najboljih alternativa.

Intuitivno odlučivanje je bazirano na dotadašnjim iskustvima i informacijama, za razliku od analitičkih sudova zasnovanih na analitičkom pristupu, procedurama izbora ili modela kojima sistematično obuhvatamo i sagledavamo sve relevantne informacije.

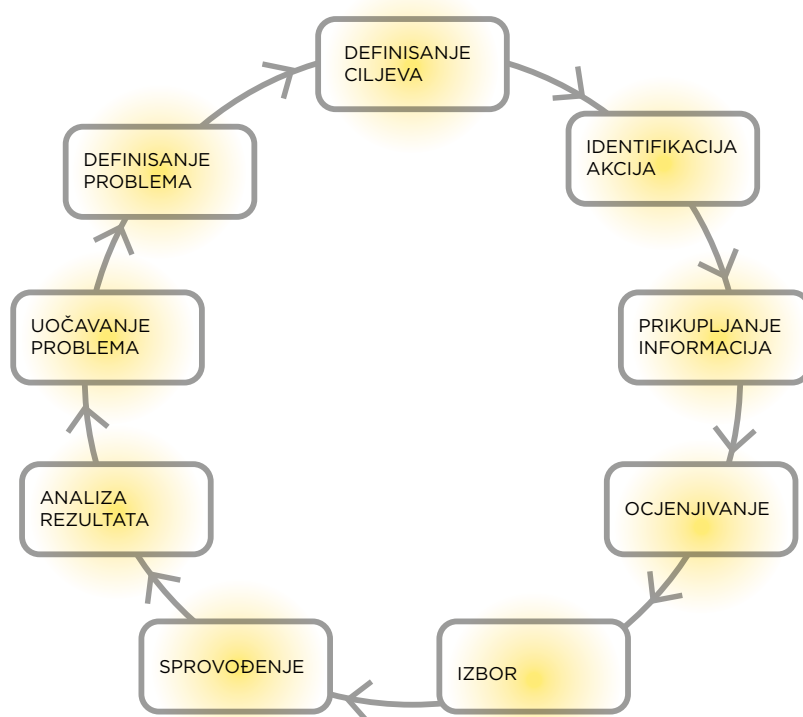
Odlučivanje je ljudska aktivnost stara koliko i čovjek. Čovjek se razlikuje od ostalih bića upravo po tome što identifikuje, analizira i vrši racionalan izbor rješenja određenog problema. Prema tome, odlučivanje je univerzalno čovjekovo zanimanje i osnova njegovog ponašanja i sistema u kojem se čovjek nalazi. Odlučivanje je osnova upravljanja akcijama čovjeka, ali i upravljanja velikim kompleksnim aktivnostima sistema. Odlučivanje je bazirano na nejasnoćama i neizvjesnostima, onoliko koliko i na iskustvu donosioca odluke i običnog čovjeka.

U strukturi odlučivanja najčešće su trivijalne odluke koje čovjek donosi prema navici ili mu se malo pažnje poklanja zbog zanemarivosti važnosti ishoda. Međutim kod složenih sistema postoji mnogo alternativa odluka, a među njima je potrebno odabrati one najpovoljnije. Dakle pod odlukom se podrazumijeva izbor iz skupa najmanje dvije opcije (alternative, akcije) kojima možemo ostvariti željeni cilj. Ako postoji jedna opcija onda ne postoji problem odlučivanja. (Pavličić, 2004.)

Kod rješavanja problema proces se može podijeliti na devet faza:

1. Posmatranje početnog stanja i uočavanje problema;
2. Definisane problema;
3. Definisane ciljeva (kriterij izbora);
4. Identifikacija alternativnih pravaca akcije (alternativa, opcija);
5. Prikupljanje informacija;
6. Ocjenjivanje (evaluacija) alternativa;
7. Izbor;
8. Provođenje akcije;
9. Analiza rezultata.

Grafički prikaz procesa rješavanja problema po ugledu na Cooke, S. and Slack, N. Making Management Decisions (Cooke i Slack, 1991).



Slika 4.2.1. Proces rješavanja problema

U teoriji susrećemo primjere i razlaganja teorije odlučivanja gdje je krajnji izbor jedna alternativa. Kod sistema koji se pronalaze u privredi puno češće je prisutan izbor između složenih alternativa (više atributno odlučivanje) ili izbor više kriterija (multi-kriterijalno odlučivanje). Dakle, karakteristike pri odabiru alternativa koje se međusobno razlikuju i na osnovu kojih vršimo evaluaciju zovu se atributi ili kriterijumi. Često se ovi pojmovi izjednačavaju, ali se u radu smatraju sinonimima.

Ako odluku donosimo u uslovima izvjesnosti, onda izbor vršimo između m složenih opcija A_{ij} , $i=1,2,\dots,m$ koje ocjenjujemo na osnovu k različitih atributa (kriterijuma), K_j , $j=1,2,\dots,k$. Zato ishod svake opcije (umjesto jednog broja) prikazujemo vektorom $A_{ij} = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{ik})$, gdje x_{ij} predstavlja vrijednost alternative A_i po atributu X_j . Problem odabira iz skupa formulisanih složenih alternativa može se predstaviti tabelom, gdje redovi tabele sadrže detaljan opis ishoda alternativa A_i po svim relevantnim karakteristikama K_j (tabela 4.2.1.).

Tabela 4.2.1. Tabela mogućih alternativa i atributa

Alternativa	Atributi. $X_1 X_2 \dots X_j \dots X_k$
A_1	$X_{11} X_{12} \dots X_{1j} \dots X_{1k}$
A_2	$X_{21} X_{22} \dots X_{2j} \dots X_{2k}$
•
A_i	$X_{i1} X_{i2} \dots X_{ij} \dots X_{ik}$
•
A_m	$X_{m1} X_{m2} \dots X_{mj} \dots X_{mk}$

Atribute je međusobno moguće razlikovati po brojnim svojstvima npr. preciznost sa kojom se mogu mjeriti i smjer korelacije između vrijednosti atributa i korisnosti koju daju. Prema stepenu mjerljivosti dijele se na kvantitativne i kvalitativne atribute.

4.3 Multikriterijalna analiza, prostorno planiranje i GIS

Multikriterijalno odlučivanje razvijalo se nezavisno od geoinformacijskih sistema, ali je prisutan trend njihovog sinergijskog istraživanja. (Carver, 1991.)

GIS bazirani MCDM (Multiple-Criteria Decision Making) je proces koji kombinuje i mijenja prostorne podatke prema željenom rezultatu. Postoji više podmodela koji kombinuju kriterije odluke i MCDA.

Danas su MCDM modeli prisutni u svim sferama djelovanja. MCDM sa GIS-om je neminovno prisutan u svim sferama prostornog planiranja. Možemo naći primjere njihovog simultanog korištenja u odlukama koje se odnose na strategijsko planiranje, biodiverzitet, transport, saobraćaj, lociranje vjetroelektrana, solarnih elektrana, pitke vode, proizvodnju hrane, banke, osiguranje, rizik, mostove, turizam, a posebno na upravljanje zemljištem u smislu povezivanja ekonomskih, socijalnih i okolišnih uticaja na donošenje odluka.

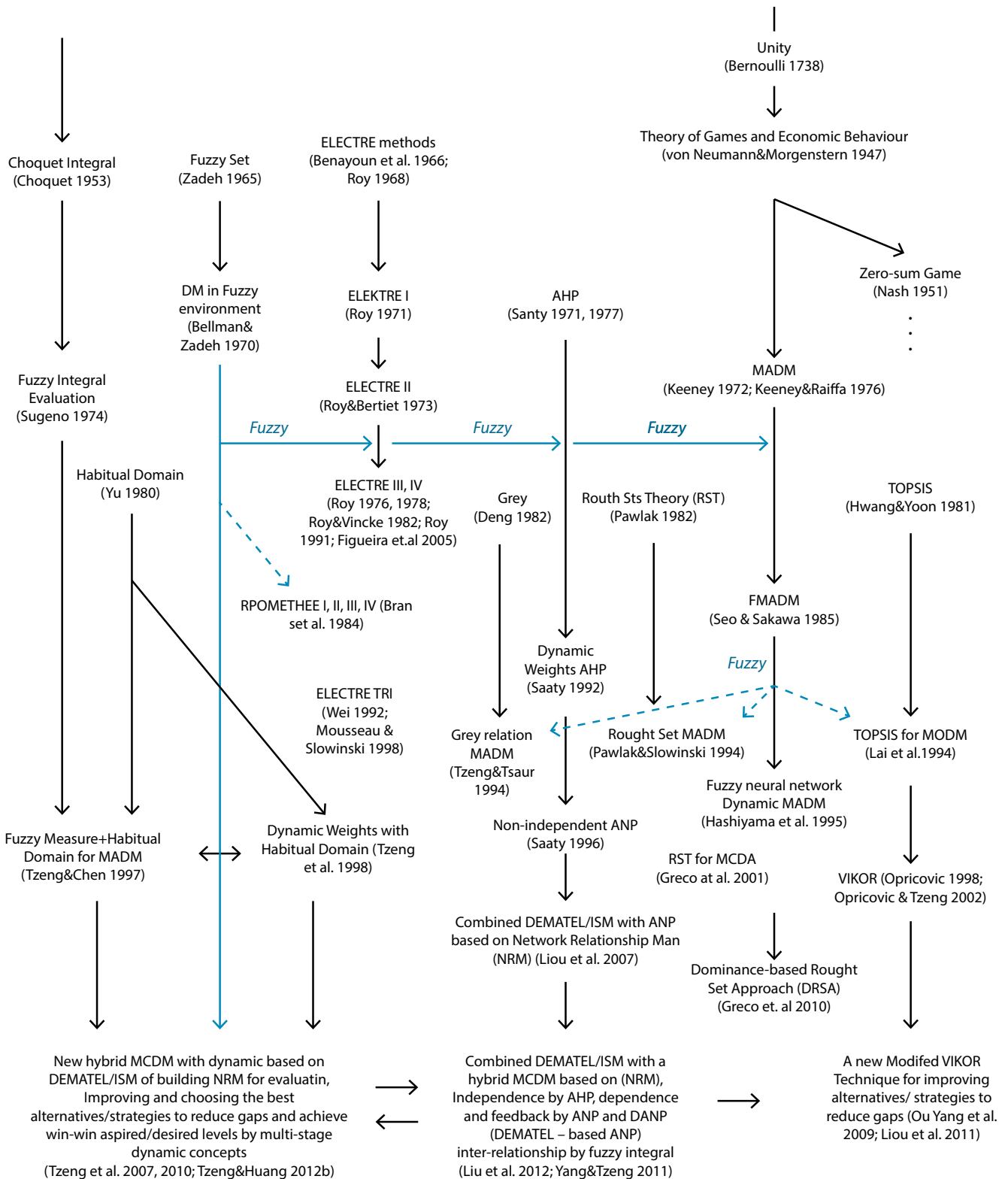
Procjenjuje se da je 80% podataka koji se koriste u upravljanju i u procesu odlučivanja geografske prirode (Worral, 1991.). Dakle, problemi koji uključuju geografske podatke se zovu geografski ili prostorni problemi u odlučivanju. (Malczewski, 1999.).

Problem odlučivanja u prostoru oslanja se na intenzivnu komunikaciju i razmjenu ideja i informacija, tipa i količine podataka koji su dostupni i neophodni kako bi se određena odluka u vezi problema povezala sa kompleksnom situacijom. Donošenje odluka u prostornom planiranju ili donošenje odluka o prostoru zahtjeva opsežnu procjenu velikog broja mogućih i izvodivih alternativa koje je potrebno evaluirati na osnovu višestrukih kriterija.

Prostorne multikriterijalne analize, sa eksplicitnom geografskom komponentom predstavljaju značajan pomak od konvencionalnog MCDM, odnosno MCE. Osim podataka, prostor obuhvata alternative geografskih lokacija. GIS tehnologija omogućava pristupačnost podataka, skladištenje podataka, njihovu ponovnu upotrebu, manipulacije i analize kako bi se dobile informacije koje bi podržale odluku.

Premda dostupni alati omogućavaju značajnu prednost za donosioca odluke na polju prostora, potrebno je dodatno istražiti i razviti selekciju atributa, koja mora uzeti u obzir

kompleksnost, nezavisnost i realan uticaj, težine, skale i metode agregacije atributa: pogrešne procjene i na kraju inkorporaciju baze podataka i nesigurnosti pravila odluke i osjetljivost analiza.



Slika 4.2.2. Razvoj višeciljnog donošenja odluka (engl. Development of Multiple Objective Decision Making (MODM))(URL 2- Multikriterijalno odlučivanje <http://www.knu.edu.tw/mcdm/i10.htm>, (8.04.2014.))

Kada bi se u svih 9 faza rješavanja problema, poboljšali i obuhvatili veći skupovi informacija dobile bi se bolje, preciznije informacije, a samim tim donosile bi se i bolje i preciznije odluke o prostornom planiranju.

Analize odluka mogu biti definisane kao skup sistematskih procedura za analiziranje kompleksnog problema donošenja odluke. Razlike između željenog i aktuelnog stanja realnog svijeta geografskog sistema je donošenje odluka o prostoru, kojem se može sistematski prići u smislu multikriterijalnog donošenja odluka. Mnogi problemi u stvarnom svijetu koji se odnose na prostor su proizveli potrebu za multikriterijalno donošenje odluka na bazi alata GIS. GIS i multikriterijalno donošenje odluka se razvilo krajnje nezavisno, ali trend kroz istraživanje njihovih sinergijskih korištenja je danas u porastu. Bilo koji problem donošenja odluka počinje od prepoznavanja i definicije problema odluke, odnosno prepoznavanja razlike između postojećeg i željenog stanja sistema. Inteligentna faza donošenja odluke obuhvata istraživanje odluke: okvirni podaci su osigurani, procesuirani i ispitani za ključ zagonetke koji može identificirati mogućnost problema.

GIS bazirana MCE se može zamisliti kao proces koji kombinuje i transformira prostorne podatke u rezultantsku odluku. MCE procedure su pravila odluka koja definišu odnose između ulaznih mapa i izlaznih mapa. Procedure koriste geografske podatke, iskustvo i prednosti donosioca odluke, manipulacije podacima, reference prema pravilima odluke. Sposobnost skupljanja podataka, skladištenja, ažuriranja, manipulacije i analize, i mogućnost MCDM i MCE da kombinuje geografske podatke i iskustvo donosioca odluke u jednodimenzionalne vrijednosti alternativnih odluka.

4.4. Primjer – pronalaženje najbolje lokacije sa najboljim kvalitetom za stanovanje

Jedan od primjera za korištenje MCDM-a je primjer pronalaženja najbolje urbane sredine korištenjem različitih metoda procjene. Jedna od metoda je korištena i Fuzzy logika.

Kriteriji i indikatori procjene

Prvi korak pri evaluaciji kvalitete urbane sredine je da se identifikuju relevantne komponente okoline (zrak, voda, buka, otpadne tvari, zeleni urbani prostor) i potom, korištenjem ovih komponenti, ustanove relevantni kriteriji procjene.

Kriteriji se koriste za procjenu svrhe problema odlučivanja. Validna procjena je bazirana na kriteriju racionalne procjene. Način na koji će se odabrati kriterij procjene direktno će uticati na pouzdanost rezultata procjene. Do sada su razvijeni brojni indikatori sa kojima se mjeri kvalitet urbane sredine. Neki indikatori su mjereni koristeći ljudsku percepciju okolišne kvalitete.

Okolišni indikatori su napravljeni kako bi se izmjerio kriterij kvalitete okoliša i kako bi se izmjerio kvalitet okoliša. Općenito rečeno, odabir indikatora je baziran na sljedećim principima:

1. Indikator mora odražavati glavne aspekte kvalitete urbanog okoliša;
2. Indikator mora odražavati odziv ljudi na kvalitet okoliša;
3. Podaci za indikatore moraju biti takvi da je istraživač u mogućnosti da ih prikupi;
4. Indikatori moraju biti razumljivi za planere u urbanizmu i širokoj masi.

Dakle, potrebno je definisati ove indikatore pri konkretnim projektima.

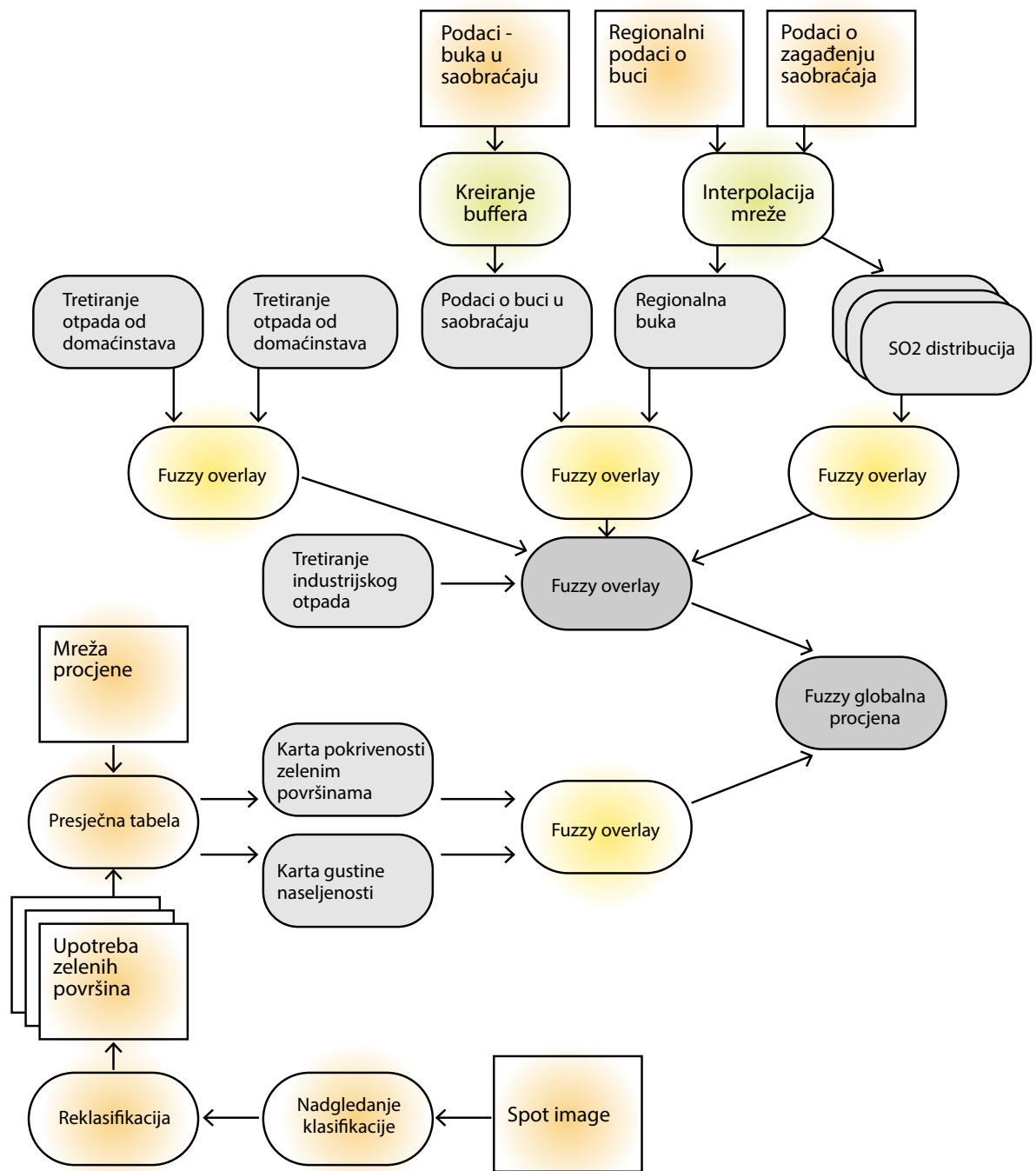
Potrebno je i odabrati funkciju pripadnosti, odrediti težinu, materijale i podatke. Potom, izvršiti procesiranje podataka i analizu prostornih podataka. I zatim se implementira GIS.

Kod implementacije GIS-a posmatra se struktura rasterskih podataka, svaki indikator je individualni sloj koji se koristi za operacije fuzzy preklapanja (overlay). U ovom procesu svaki faktor procjene je predstavljen kao sloj rasterskih podataka. Svaka ćelija mreže se posmatra kao alternativa i vrijednost svake ćelije je rezultat kriterija. Vrijednost pripadnosti svake ćelije će se računati na osnovu funkcije pripadnosti kriterija.

U procjeni su data dva kriterija: zagađenje okruženja i socijalno okruženje.

Podkriteriji koji utiču na zagađenost okoliša su odabrani: zagađenje zraka, zagađenje vode, odlaganje otpada i buka.

A podkriteriji koji su odabrani kao socijalno okruženje tj. okoliš: urbano stanovništvo i pokrivenost zelenim površinama.



Slika 4.4: Fuzzy procjena u GIS-u

5. PROPAGIRANJE GREŠAKA

U ovom poglavlju je obrazložen pojam propagiranja grešaka (error propagation), pojam koji je proizašao iz naučne oblasti statistika, a često se koristi u GIS-u i u prostornom planiranju. Zašto i kako se pojavljuju greške u prostornim podacima i kakav uticaj greške imaju na analizu i modeliranje podataka sa kojima se radi tema je ovog poglavlja. Iako u današnje vrijeme imamo brze računare, greške kod obrade podataka su smanjene ali i dalje pored visoke cijene prikupljanja podataka dolazi do grešaka u prikupljenim podacima. Na polju geostatistike i prostorne statistike postoje mnogobrojne teorijske i praktične studije o postupanju sa neizvjesnostima u prostornim atributima.

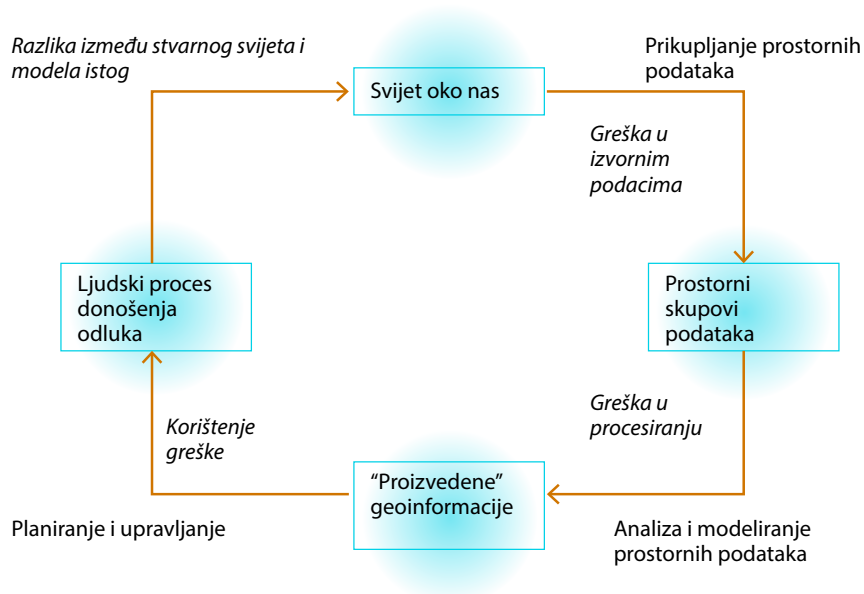
Tačnost podataka se može grupisati u tematsku, pozicionu i vremensku tačnost (Aalders 1996). Međutim, greške u prostornim podacima se često pojavljuju u različitim dijelovima procesa, od prikupljanja podataka, mjerenja, do konačnog prikaza na kartama. Greške se mogu pojaviti zbog nepravilno kalibrisanih uređaja (npr. GPS prijemnici), odabira projekcija, sferoida, određivanja atributa, mjerenja podataka, prostiranja i kompletnosti podatka (npr. prilikom popisa stanovništva često se uzima veći uzorak).

Greške mogu nastati kod zaokruživanja i prikaza podataka, kao i kod tumačenja rezultata. Greške i neizvjesnost su oblast o kojoj je potrebno voditi računa, te odabrati način na koji se može greškama upravljati i smanjiti ih na najmanji mogući nivo. Razumijevanje grešaka i njihovog prijenosa omogućava djelotvornu kontrolu kvaliteta svakog izlaznog proizvoda.

Važno je napomenuti da i akvizicija, odnosno prikupljanje podataka i pored visokog kvaliteta ne garantuje da se rezultat kompleksnog procesiranja podataka može smatrati potpuno siguran i pouzdan. Kako se broj koraka u procesiranju podataka povećava tako se povećava nemogućnost predviđanja „ponašanja“ propagacije greške.

Propagacija greške mjeri uticaj neizvjesnosti u podacima na rezultate GIS operacija.

Vrlo jednostavno se slikom može predstaviti propagacija greške u upravljanju prostornim podacima. Ako poredimo korake korištenja podataka od momenta prikupljanja do momenta donošenja odluka vidimo da su brojne mogućnosti za propagaciju greške. Konačni izlaz iz procesa planiranja može se uveliko razlikovati od stvarnog svijeta upravo zbog propagacije greške.



Slika 5.1.: Propagacija greške kod upravljanja prostornim podacima

Najčešći primjer gdje se povećava greška, odnosno gdje se greška može povećati, jesu preklapanje lejera u GIS-u. Pretpostavimo da svaki lejer koji koristimo sadrži određene greške, zbog naslijeđene nepreciznosti u izvornim podacima i npr. zbog grešaka nastalih u toku računarske obrade podataka, izlazna karta, odnosno rezultat rada u GIS prostornom planiranju jeste finalna greška proizašla iz svih lejera koji su „prenijeli“ sa sobom grešku. Veličina greške u izlaznim podacima zavisi od GIS operacija koje koristimo. U nastavku je predstavljena tabela svih mogućih izvora pogrešaka u okviru GIS analize.

Tabela 5.1.

Tip operacija u GIS-u	Aktivnosti u GIS-u
Podešavanje koordinata	<ul style="list-style-type: none"> ➤ brisanje i transformacija ➤ promjena projekcije ➤ konverzija datuma ➤ skaliranje
Editovanje objekata (features)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (lijepljenje) snap na liniju ➤ produžavanje linije do presjeka ➤ promjena oblika objekta ➤ pomjeranje ili kopiranje ➤ eliminacija podmetnutih objekata
Editovanje atributa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ numeričko računanje i izmjene ➤ izmjene tekstualne vrijednosti ➤ ponovno definisanje atributa ➤ ažuriranje vrijednosti atributa
Booleanove operacije	<ul style="list-style-type: none"> ➤ poligon na poligon ➤ poligon na liniji ➤ poligon na tački ➤ linija na liniji ➤ preklapanje ili brisanje/ažuriranje

Tip operacija u GIS-u	Aktivnosti u GIS-u
Prikaz i analiza	<ul style="list-style-type: none"> ➤ klaster analiza ➤ računanje dužine površine ➤ računanje najkraće rute/puta ➤ kreiranje buffera ➤ prikaz i upiti ➤ susjedni objekti
Generalizacija	<ul style="list-style-type: none"> ➤ linearno poravnanje ➤ pojednostavljenje linije ➤ dodavanje/brisanje tačaka presjeka ➤ linija premještanja
Raster/vektor konverzija	<ul style="list-style-type: none"> ➤ raster ćelija u poligone ➤ poligone u rasterske ćelije ➤ dodjeljivanje atributa tačaka u rasterske ćelije ➤ post-skenirano dodavanje linija
Unos podataka i upravljanje podacima	<ul style="list-style-type: none"> ➤ digitalizacija ➤ skeniranje ➤ topološka konstrukcija/prostorno indeksiranje ➤ dijeljenje poligona sa istim atributima
Modeliranje površina	<ul style="list-style-type: none"> ➤ kreiranje obrisa ➤ TIN formiranje ➤ drapiranje skupa podataka ➤ generacija presjeka/profila ➤ određivanje površine/aspekta
Prikaz i analiza	<ul style="list-style-type: none"> ➤ odabir intervala određene klase ➤ interpolacija površine ➤ računanje obima/površine veličina/volumen ➤ računanje udaljenosti ➤ prostorna statistika ➤ postavljanje oznaka/teksta

Najveći problem kod predstave i dešavanja u stvarnom svijetu je što je nemoguće da GIS bude 100% vjerna kopija realnosti, jer taj problem će uvijek postojati. Različiti principi, motivi i pristupi upravljanju sa neizvjesnostima u GIS-u su prisutni u različitim akademskim istraživanjima i imaju teoretsku osnovu u matematici i statistici. Mogu se identifikovati dva pristupa procjene okoline, prirode i propagacije pogreške kada je GIS u pitanju. Prvi pristup je testiranje tačnosti predstave u GIS-u vršenjem mjerenja u stvarnom svijetu, a drugi modeliranje propagacije greške koristeći tehnike simulacije ili analitičkim pristupom.

Jedna od definicija pojma propagacije greške, koja se može pronaći u literaturi (Veregin, H. Developing and testing of an error propagation model for GIS overlay operations.) glasi „primjena formalnih matematičkih modela koji opisuju mehanizam sa kojim se greške u lejerima izvornih podataka modifikuju sa određenim operacijama transformacije podataka“. Prevedeno na jezik GIS-a i manipulacije podacima znači da je potrebno saznati kako se greške u izvornim podacima „ponašaju“ u toku manipulacije istim za potrebe izlaznih rezultata u GIS-u. Bilo bi dobro da se pogreška može kvantificirati u izvornom podacima i prepoznati na koji se način tokom upravljanja podacima pogreška

mijenja (povećava). Na taj način imali bi alat za procjenu neizvjesnosti u rezultatima određenog istraživanja.

Brojna istraživanja koja se bave propagacijom greške podrazumijevaju kompleksne modele i validaciju samo određenih tipova podataka. Najčešće greške se mogu javiti u numeričkim atributima, iako sve više istraživanja obuhvata i prostorni aspekt propagacije greške, te se razvijaju modeli koji obuhvataju i atributne i prostorne podatke.

Jedan klasičan primjer iz knjige *Principles of Geographical Information Systems 2e – Spatial Information Systems and Geostatsistics*, Peter A. Burrough, Rachel A McDonnel, odnosi se na jednostavan test za obrazloženje preciznosti gdje dužina zapisa utiče na rezultate računanja (Gruenberger 1984). Uzima se broj 1,0000001 koji se kvadrira 27 puta. Tabela prikazuje računanje rezultata, gdje je rezultat nakon 27 kvadriranja sa jednostrukom tačnošću sa greškom iznosio 1300 %.

Veliki broj istraživanja i naučnih radova bavi se propagacijom greške. Jedan od primjera je i propagacija greške u modeliranju koristeći cellular automat u urbanim simulacijama GIS-a (*Error Propagation and Model Uncertainties of Cellular Automata in Urban Simulation with GIS*, Anthony Gar-On Yeh¹ and Xia Li^{1,2}) gdje autori i navode da je propagacija grešaka i same greške, kao i neizvjesnosti poseban problem u većini analiza koje koriste geografske prikaze i modeliranje procesa. Jedna od metoda za modeliranje geografskih fenomena je i korištenje Cellular automata (CA), CA modeli proizvode neizvjesnosti jer je sama metoda približna procjena stvarnosti. Ključno za dalji razvoj GIS-a i za istraživanja jeste upravo shvatanje i prepoznavanje grešaka i neizvjesnosti.

Nažalost, propagacija greške zauzima malo analize u prostornom planiranju u Bosni i Hercegovini, pa često imamo prostorne planove koji nisu usklađeni sa potrebama i zahtjevima lokalnih zajednica.

6. MODELIRANJE I ANALIZA MREŽA

6.1. Modeliranje

Riječ modeliranje kao termin se često koristi u različitim granama istraživanja i ima višestruko značenje. Prije pojave računara model npr. regulacionog plana je bio ručno izrađena maketa koja predstavljaju određeni dio stvarne ili zamišljene (planirane) okoline. Modeli omogućavaju da izučavamo i radimo sa umanjenom predstavom realnosti umjesto u stvarnom svijetu, testiramo određene uslove, pokušamo pronaći odgovore na pitanja u procesu planiranja. Sa pojavom računara kreiranje modela i modeliranje je postalo jednostavnije i brže se može doći do određenih alternativa jednog modela, mogu se brže pretraživati promjene, npr. na osnovu statističkih podataka i trendova mogu se prikazati potencijalne buduće promjene u razvoju jednog grada, prirodi, populaciji i bilo kojem drugom modelu koji se želi izučavati.

Kada je riječ o GIS-u i prostornom planiranju najčešći model je karta (bilo 2d ili 3-d vizualizacija). Kako je ranije pomenuto karta predstavlja neki dio stvarnog svijeta umanjenog u određenoj razmjeri. Osim karata, ranije su to bile samo papirne karte, obično tematske karte koje su u ovisnosti od potrebe prikazivali npr. namjenu površina, spratnost, infrastrukturu. Danas korištenjem GIS-a dio modela čine i baze podataka koje mogu sadržavati neograničen broj atributa, informacija o objektima iz realnog svijeta. Najvažnije u procesu modeliranja jeste manipulacija podacima, uz brojne ponuđene funkcije u današnjim GIS softverima otvaraju se nepregledna polja mogućih istraživanja i predviđanja budućih dešavanja u prostoru.

Važno je naglasiti da su karte i baze podataka tzv. statički modeli jer predstavljaju podatke prikupljene u određenom vremenskom momentu. Kako je stvarni svijet potpuno podložan promjenama tako je jasno da statički modeli ne prepoznaju promjene. Postoje i dinamički modeli koji su puno kompleksniji i zahtijevaju puno jače hardverske resurse od statističkih modela. Simulacijski modeli su podklasa dinamičkih modela koji omogućavaju simulaciju stvarnih procesa iz ljudskog okruženja.

Ako posmatramo vremenske prognoze, dio tih prognoza je statički model, koji nam daje u određenom momentu tačnu temperaturu i vrijeme, dok npr. radarske slike su dinamički modeli jer omogućavaju prikaz kretanja različitih temperaturnih fronti u narednih nekoliko sati. Svi ovi modeli su bazirani na statistikama i realnom praćenju kretanja oblaka.

Kad je riječ o GIS modeliranju ono što određuje model i način modeliranja jeste svrha korištenja GIS-a, radi li se o prostornom planiranju, procjeni rizika od klizišta, prikazu rezultata izbora, jasno je da se koriste različiti modeli koji mogu biti klasifikovani na više načina:

1. Namjena modela;
2. Metodologija koja se koristi za model;
3. Razmjera u kojoj je model;

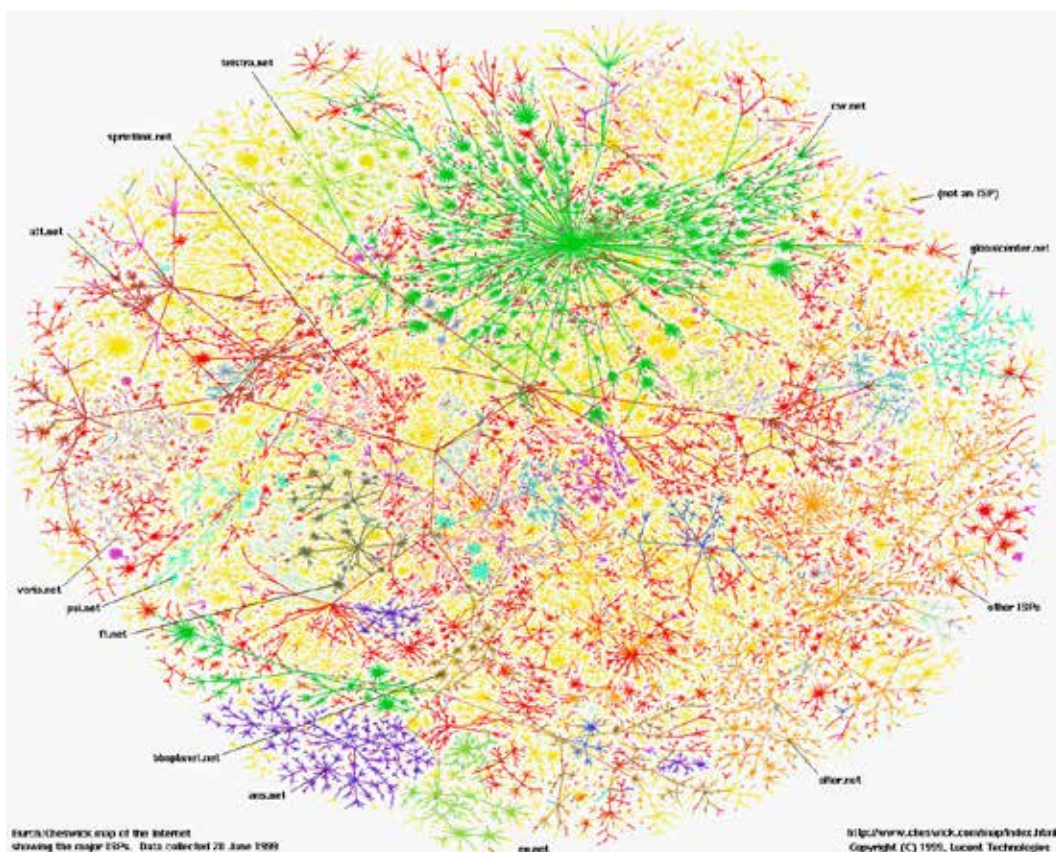
4. Koja dimenzija se koristi, prostorna, vremenska ili obje;
5. Logika implementacije modela, na koji način će se model koristiti, te koliko će koristiti već postojeće znanje i kontekst.

6.2. Analiza mreža

Pod mrežnom analizom (engl. Network analysis) podrazumijeva se niz analitičkih GIS funkcija koje se sastoje od računanja mreže. Mreža u GIS-u je skup linija koje su model neke geografske pojave, poput saobraćaja, puteva, vodotoka, optičkih veza i sl.

Primjeri mreža su: socijalne mreže, Internet mreža, mreža terorista, semantičke mreže.

Teorija mreža direktno je naslonjena na teoriju grafova jer se većina mreža može prikazati na osnovu grafa (vidi sliku 6.1).



Slika 6.1: Izvor: Bill Cheswick <http://www.cheswick.com/ches/map/gallery/index.html>

Definišemo:

Graf G je par (N, E) u kojem je N skup svih vrhova mreže, a E $N \times N$ je skup veza (linija) koje povezuju parove iz skupa N .

Više o mrežama vidi na <http://arka.foi.hr/~mschatten/rv/tmam.pdf>.

Google maps posjeduje savršen alat za pronalaženje najkraćeg puta do odredišta, koristeći mrežnu analizu. U GIS-u mrežna analiza se vrši uz pomoć vektora koji su predstava stvarnosti na karti. Jedna važna karakteristika mreže je da li je mreža usmjerena

(directed) ili neusmjerena (undirected), odnosno da li je npr. cesta jednosmjerna ili dvosmjerna.

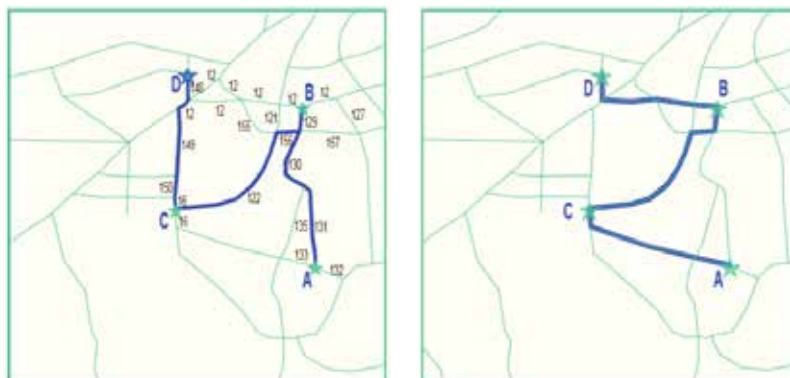
Analiza mreža se oslanja na teoriju grafova, odnosno vektorsku analizu mreže pri pretpostavci da je mreža skup povezanih objekata koji se sijeku samo na čvoru, a ne na unutrašnjim vrhovima.

Istraživači se najčešće susreću sa mrežom u jednoj ravni (2d), rijeke, potoci i sl., međutim, drugačije je kada su u pitanju ceste gdje postoje brojne raskrsnice, presjeci, nadvožnjaci, podvožnjaci.

U većini GIS softvera postoje različite klasične funkcije analize mreža. Najvažnije su pronalaženje optimalnog puta i dijeljenje mreže. U nastavku ćemo obrazložiti ove dvije funkcije analize mreža.

- 1. Pronalaženje optimalne rute/puta – npr. ukoliko želimo da sa jedne tačke u prostoru otputujemo na drugu, koristeći mrežu puteva, uz najmanje troška (najkraći put, najmanje putarina) GIS softver će koristeći i geometrijske i atributne podatke odabrati i predložiti optimalnu rutu (npr. Google maps, Michelin route planner i brojni drugi).**

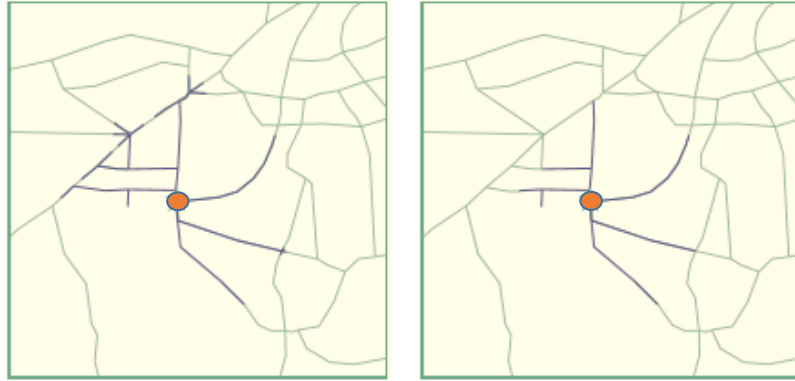
Problemi povezani sa pronalaženjem optimalnog puta se mogu podijeliti u tzv. uređeno i neuređeno pronalaženje optimalnog puta (usmjereno i neusmjereno). Npr. ako pogledamo sljedeću sliku, potrebno je pronaći optimalni put između tačke B i tačke C, uz uslov da je potrebno posjetiti i tačke A i D. Kod uređenog pronalaženja puta (lijeva strana), softver traži put od tačke B do npr. A direktno, zatim se vraća ka narednoj tački, dok kod neuređenog pronalaženja puta (desna strana) dolazimo do kraće i efikasnije rute.



- 2. Dijeljenje mreže – na osnovu određenog kriterija koji definiše korisnik GIS softvera dodjeljuju se pojedini elementi mreže određenoj lokaciji.**

Kod ovog modela analize mreže razlikujemo problem dodjeljivanja mreže i analiza traga. U prvom slučaju ako radimo u GIS softveru i tražimo najbližu prodavnicu namještaja u odnosu na našu trenutnu poziciju, GIS softver u odnosu na jednu lokaciju vrši analizu okolnih dijelova mreže, dok kod analize traga možemo željeti odrediti dio mreže rijeka uzvodno ili nizvodno od naše lokacije (primjer može biti istraga nakon slučaja trovanja ribe kako bi se uzvodno tragalo za izvorom zagađenja).

Još jedan primjer kada je u pitanju mrežna analiza i mrežna alokacija jeste pronalaženje lokacije za biračko mjesto za izbore. Npr. potrebno je odrediti udaljenost od lokacije biračkog mjesta (na slici označeno sa tačkom), odnosno koje ulice pripadaju istom. Jedan način je odabir ulica u krugu od 2 km (lijeva strana), a drugi je odabir ulica uz atribut broja stanovnika koji žive u tim ulicama (desna strana).



7. PROSTORNA STATISTIKA U PROSTORNOM PLANIRANJU

Oblast prostorne statistike se temelji na pretpostavkama da su susjedne georeferentne jedinice (objekti) povezani na određen način. Sve većim gomilanjem podataka u svjetskim razmjerima pojavljuje se potreba profesionalaca koje se bave prostornom statistikom da nađu smisao u prostornim podacima. (https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch16.pdf)

U ranijim godinama prije pojave računara, prostorni planeri su se oslanjali na statističke podatke, a nakon pojave GIS-a prostorna statistika se odvaja od klasične statistike i statističara. Tradicionalna teorija statistike bazira svoje modele na pretpostavljenim nezavisnim proučavanjima, iako kada posmatramo stvarne situacije nezavisnost između posmatranih pojava je izuzetak, a u prirodi je sve zavisno i povezano. Ono što izdvaja polje prostorne statistike u odnosu na tradicionalnu statistiku je upravo zavisnost svih pojava na određenom prostoru, npr. tok određene rijeke se može posmatrati samo u kontekstu sa ostalim „objektima“, nagib terena, stabilnost zemljišta i slično.

Prostorni planeri i donosioci odluka u prostornom planiranju, kako bi dobili što veći stepen vjerovatnoće ili sigurnosti, oslanjaju se na statistiku.

7.1. Prostorna statistika prije GIS-a

Prije pojave računara geografija ima dugu historiju korištenja i razvoja pametnih uređaja koji omogućavaju uvid u prostorne podatke. Brojna literatura prije pojave GIS-a puna je zanimljivih ideja koje su kreirane kako bi omogućile prostornim podacima da „govore za sebe“, a sve u cilju kreiranja karata koje će pomoći predviđanjima razvoja ljudskog okruženja, te planiranju i „ponašanju“ prostora. Navode se tri ključne teme koje su prethodile razvoju moderne statističke analize prostornih podataka.

1. Statistička analiza prostorne distribucije

U literaturi se mogu naći brojni autori koji su se bavili prostornom distribucijom i statistikom, kao što su Carey (1858), Mendeleev (1906), Thünen (1826), Weber (1909), Christaller (1935), Lösch (1954), Stewart (1950) i Warntz (1960) i Neft (1966). Neft je opisao statistički momenat i prostornu distribuciju, prostornu diverziju i adresirao je na jedno i dalje postojeće pitanje – kako dobiti važeće mjere statističke povezanosti sa prostornim varijablama.

2. Prostorna povezanost

Kako je pomenuto u ranijim poglavljima, prostorni podaci nisu izolovane pojave. U GIS-u se posmatraju veze određenih podataka sa susjednim pojavama i podacima. Ono što je dalo temelj ovim istraživanjima je poznata Newtonova formula $m_1 m_2 / d^2$, gdje su m_1 i m_2 mjerenja mase na lokacijama 1 i 2, a d je udaljenost između masa na tim lokacijama. Navedena formula je korištena za izučavanje i predviđanje različitih vrsta ljudskog prostornog kretanja, kao

što je saobraćaj, mogućnosti ekonomskog razvoja, razvoja gradova i slično. U današnje vrijeme GIS koristi podatke koje omogućavaju kretanje i procjenu dešavanja u prostoru. Važno je naglasiti da u procjeni opasnosti od poplava i požara korištenje GIS-a igra značajnu ulogu za ljudski opstanak.

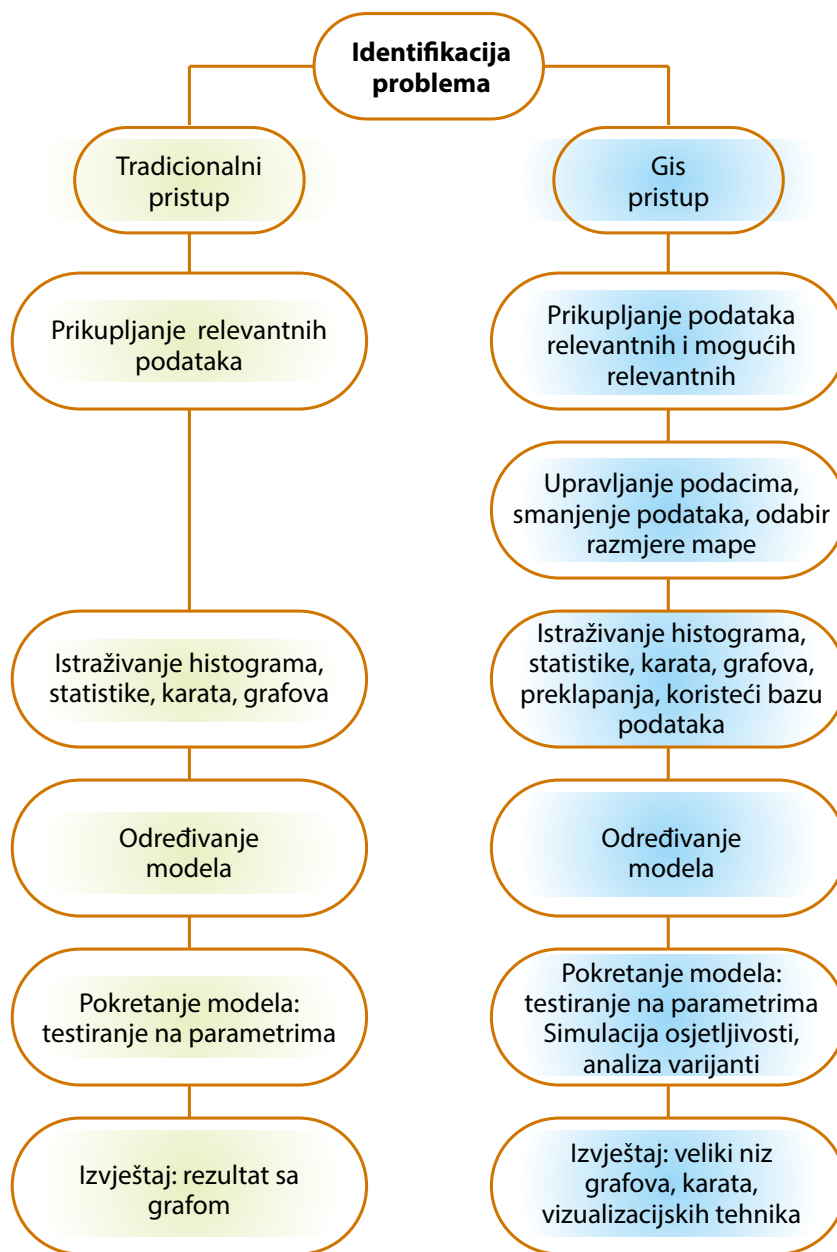
3. Hipoteze i uzorci naselja

Sa stanovišta prostorne statistike rad Dacey-a (1963) je testirao različite statističke teorije distribucije koristeći skup georeferenciranih podataka koji predstavljaju lokacije gradova u sistemu naselja.

7.2. Prostorna statistika i današnja primjena

U literaturi se susreću brojne primjene i metode prostorne statistike, kao što su prostorna povezanost, analiza uzoraka, razmjera i zoniranje, geostatistika, različite vrste klasifikacija i prostorna ekonometrija.

Zadnjih nekoliko decenija većina proizvođača GIS softvera je integrisao statističke metode u svoje softvere. Ranije su se planeri više oslanjali na statistiku, a sada se analiza radi na osnovu prikupljenih GIS podataka kako bi se kreirali i testirali modeli koristeći statističke metodologije. Uticaj novih tehnologija, prikupljanja podataka sa socijalnih mreža proširilo je proces testiranja hipoteza u prostornoj statističkoj analitici. Pristup statističkoj analizi je sada znatno drugačiji od ranijeg, te je puno fleksibilniji. Na slici 7.1 prikazan je tradicionalni pristup statističkoj analizi i GIS pristup kojem je pridružen novi korak manipulacije podacima koji omogućava planerima da uzimaju veće skupove podataka i prikaz podataka na kartama različite razmjere. Na ovaj način planeri mogu koristiti simulacije i analizu ranjivosti.



Slika 7.1: Tradicionalni pristup statističkoj analizi i GIS pristup

7.3. Demografija kao statistička metoda u planiranju

Kako bi se kvalitetno mogao planirati razvoj gradova, neophodno je posmatrati statističke podatke o broju stanovnika na određenom području. Polazni postupak je bio vezan za demografske prognoze, na bazi kojih je vršeno planiranje budućih potreba u prostoru. Jednostavni modeli predviđanja buduće populacije su bazirani na statističkim podacima iz prošlosti, povezujući ih u liniju koja je po zakonitostima iz prošlosti produžavana u budućnost. Slijedeći korak su kompozitni modeli predviđanja buduće populacije.

Tehnike procjenjivanja porasta ili smanjenja broja stanovnika su se razvijale kroz vrijeme. U tom smislu se koriste riječi projekcija, predviđanje, prognoze iako postoji filozofska razlika između ovih pojmova. Poznavanje kretanja broja stanovništva u prošlosti i predviđanje događanja u budućnosti su fundamentalni za svaku planersku odluku u svakom aspektu života zajednice.

7.3.1. Jednostavni modeli predviđanja broja stanovnika

Najjednostavnije je utvrđivanje kretanja broja stanovnika u prošlim periodima i produžavanje te zakonitosti u budućnost. Koristili su se linearni model, eksponencijalni, modificirani eksponencijalni, Gompertz kriva, komparativni metod, racio metod.

7.3.2. Kompozitni modeli predviđanja broja stanovnika

U jednostavnim modelima se porast stanovništva prognozira prema broju stanovnika u prošlosti u toj regiji, u susjednoj regiji ili porast cijele regije. Osim predviđanja ukupnog broja stanovnika za planere su zanimljivi i podaci o starosti stanovništva, spolu, kulturnoj pozadini, prihodima stanovništva. Istinski uzroci promjena stanovništva prepoznati su kao prirodni porast i migracije. Prirodni porast je rezultat prirodnog rađanja i umiranja. Migracije se odnose na kretanja stanovništva u jedan prostor, minus kretanje iz istog prostora izvan njega što zovemo neto migracijama. Model projekcije preživljavanja kohort (engl. Cohort-Survival Projection Model) dijeli populaciju u starosne grupe i prema statističkim podacima o preživljavanju pojedinih starosnih grupa stanovništva vrši se ukupna prognoza budućeg stanovništva (URL 8). Stanovništvo je podijeljeno na starosne grupe od po pet godina, odvojeno za muške i odvojeno za ženske, s tim da je jedna grupa obuhvata cijelo stanovništvo preko 85 godina. Sveukupno ima 36 grupa, podijeljenih u starosnoj piramidi godišta-spol. Prvo u kalkulaciji normalno novorođenih se uzimaju žene fertile perioda od 15 do 44 godine. Drugo novorođeni specificiraju sve živo rođene koji su doživjeli prvih pet godina. Treće, jednom projektovani novorođeni dijele se na očekivane muške i ženske. Četvrto, pretpostavka je da nema neto migracije, pretpostavka koja se mora primijeniti na sve kohorte. Peto, kohorti se mogu podijeliti po rasama, regijama i drugim varijablama. Glavni razlog potrebe za detaljima je planiranje stanovanja, školskog sistema, stanovanje za starije stanovništvo kao i program rekreacije za različite grupe. Šesta pretpostavka: vrijednosti uskladiti prema skorašnjem trendu. U ovoj metodi predviđa se da su migracije se u prvom koraku nula, odnosno odvojeno se ispituju migraciona kretanja stanovništva. U ovim migracionim kretanjima postoje dva

modela procjene i projekcije migracije: Jednostavni model koji koristi razliku ukupnih statističkih podataka o broju stanovništva i prirodnog priraštaja stanovništva, da bi se dobila migraciona kretanja. Sofisticirani modeli analiziraju zašto se stanovništvo kreće, odnosno povezuju ova kretanja sa značenjem ekonomskih sila kao prvu determinantu migracije. Komponenta migracije je teža za predviđanje. Ukoliko posjedujemo zbirne podatke po popisima i sačinimo prognozu po kohortima, nju oduzmemo od ukupnog stanovništva i dobijemo neto migracije. Kompleksniji model polazi od pitanja zašto se stanovništvo kreće. Značenje ekonomskih „push and pull“ se gleda kao primarna determinanta migracija. Sekundarni znaci migracija kao što je broj studenata koji dolazi iz jednog a studira u drugom području mogu se gledati kao pokazatelji, a djelimično kao i uzroci tih kretanja.

7.3.3. Model gravitacije (engl. The pure gravity model)

Model gravitacije (URL 7) ili the pure gravity model je baziran na modifikovanoj verziji zakona gravitacije Isaka Njutna koji predviđa kretanje stanovništva, informacija i usluga između gradova i čak kontinenata. Newtonov zakon fizike, inverse-square law (univerzalni zakon gravitacije), je formula za gravitacijsku atrakciju na koju djeluju dva nebeska tijela. Ako se to primjeni na gradove, gdje je umjesto nebeskih tijela uključena populacija dva grada i njihova udaljenost, moguće je sa iznenađujućom tačnošću predvidjeti primjere ljudske interakcije u prostoru kao što je broj putovanja autobusom, vozom, avionom između gradova, broj telefonskih poziva, transport u tonama prijevoza tereta vozom između gradova. Postoje dva modela: Neusiljeni (unconstrained) i usiljeni (constrained) gravitacioni model.

7.3.4. Model namjene zemljišta

Model namjene zemljišta (engl. Land use model) polazi od dva generalna pristupa predviđanja korištenja zemljišta (land use) i onda se ispituju modeli u svakom od tri sveobuhvatna sektora korištenja zemljišta: zaposlenost, stanovanje i usluge. Gravitacioni model je takođe Lowry-Type model (Spatial Interaction Model) (Wegener, 2007). Distribucija demografskih podataka je funkcija privlačnosti i koštanja putovanja udruženim sa mjestima-lokacijama. Jedan od modela za procjenjivanje i planiranje korištenja zemljišta je Market simulation Approach poznat kao Lowryjev model (Waddell, 1999) uzima u obzir tri glavne kategorije korištenja terena:

1. Bazni sektor uspostavljanja, gdje klijenti nisu predominantno lokalni, posljedično njihov izbor lokacije nije pod presijom odnosno pod uticajem lokalnog tržišta.
2. Sektor porodičnog stanovanja rezidentnog stanovništva čije lokacije su pod uticajem lokacija baznog sektora.
3. Sektor trgovine javnih ili privatnih preduzeća koje prvenstveno servisiraju sektor stanovanja i čije su lokacije orjentisane na sektor održavanja stanovanja.

Simulacija pretpostavlja da je buduća bazna zaposlenost poznata i kao takva za sve zone u regiji. Domaćinstva su generisana u direktnoj funkciji zaposlenosti i locirana su modelom domaćinstava privučenih zaposlenjem u svakoj zoni. Trgovina koja i sama proizvodi zaposlenje, a time i drugi krug lociranja domaćinstava. Tako se proces ponavlja

više puta kako bi se izvršila konačna iteracija. Kao klasu baznih aktivnosti uzimaju u obzir industriju, finansije, osiguranje, nekretnine, obrazovanje, upravu, trgovinu na veliko, regionalnu rekreaciju i regionalne šoping centre i izvjesne jedinstvene usluge kao što je aerodrom ili područja za sport. Modeli intraurbanih lokacija za mnoge od ovih aktivnosti nisu razvijeni.

Neki navedeni modeli su proizvod država koje imaju relativno veća raspoloživa područja, kao što su SAD. U uslovima BiH, postojeća izgrađenost, burna morfologija terena su ograničavajući faktor. Ta konfiguracija je uslovljava kretanje stanovništva slijedeći vodotokove. Taj specifični gravitacioni model uslovljava nizvodno širenje gradova iz više razloga: povećanje potreba za vodom, raspoloživost prostora u dolinama većih rijeka, naseljavanje u poplavnim područjima, naseljavanja u zonama nestabilnih padina i klizišta i sl. Interes za ograničenim prostorima grada uslovio je razvoj urbanizma. Onog trenutka kad je grad postao nedovoljan okvir za rješavanje kompleksnih problema, interes se okrenuo ka drugim većim područjima i razvojem prostornog planiranja. Razvojem prema većim područjima doveo je čovjeka u konflikt sa prirodom i razvojem zaštite ili unapređenja okoliša. To je uslovljava nove pristupe planiranju, kao što je korištenje metode ranjivosti prostora, kreiranje različitih strategija procjena uticaja na okoliš, procjene rizika od poplava i klizišta. Sve kompleksnije posmatranje prostora nužno traži i adekvatne alate kao što je GIS, fuzzy logika, neuronske mreže i kompleksne metode za donošenje odluka o prostoru.

7.4. Primjer istraživanja

U istraživanju „Using Mobile Spatial Statistics in Field of Urban Planning“, Tooru Odawara i Hiroshi Kawakami, daju prikaz mobilne prostorne statistike (alat koji koristi prostorne statistike) za procjenu distribucije i tranzicije dinamičke promjene u populaciji.

Tabela 7.3. Statistika stanovništva u urbanom planiranju

	Osnovne potrebe za statistikom stanovništva	Princip korištenja statistike stanovništva	Važni budući problemi	Potreba za novom statistikom stanovništva
Saobraćaj	Kretanje stanovništva (početak i krajnja pozicija, ruta, svrha, način transporta i sl.)	Pregled personalnih puteva	Povećanje efikasnosti usluge javnog prijevoza u okviru grada	Kretanja stanovništva koja omogućavaju oblast aktivnosti koje uključuju susjedne regije kako bi se dobila pouzdanosti i jednostavnost

	Osnovne potrebe za statistikom stanovništva	Princip korištenja statistike stanovništva	Važni budući problemi	Potreba za novom statistikom stanovništva
Namjena površina	Stalno stanovništvo Broj stanovništva koji putuje javnim prijevozom do radnog mjesta i škole	Nacionalni popis stanovništva Osnovni registar rezidenata Pregled statistika proveden od strane kompanija	Efikasna urbana administracija Urbani razvoj sa osvrtom na snižavanje ugljika	Varijacija stanovništva u gradu tokom dana
Parkovi i zeleni prostori	Stalno stanovništvo	Nacionalni popis Osnovni registar rezidenata	Korištenje prostora parkova po stanovniku Odgovor na različite potrebe korisnika	Povećanje korištenja parkova tokom dana koristeći attribute stanovništva
Promotivni centri	Stanovništvo u posjeti (iz rezidencijalnih područja, attribute, svrhe i trajanja boravka)	Stanje tržišta koji se dobiva iz redovnih upitnika (svakih pet godina)	Aktivacija regije centra grada	Populacija koja je u posjeti se može jednostavno odrediti kroz karakteristike i različite attribute

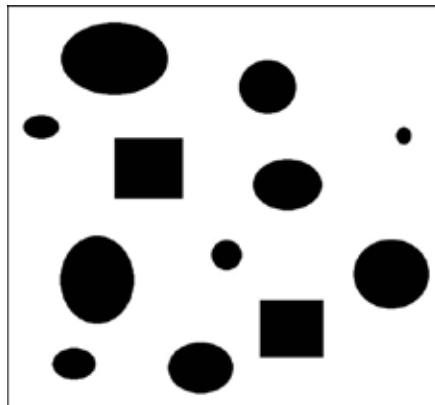
U eri gdje u gradovima protok stanovništva varira od radnih dana, vremenskog intervala tokom dana, ovakva istraživanja su neophodna. Često se planiranje i demografija oslanjaju na broj stanovnika koji žive u određenom naseljenom mjestu, kao i predviđanje rasta ili pada broja stanovnika, međutim danas je populacija u gradovima vrlo promjenjiva. Planeri zbog toga bi trebali da se mogu osloniti na određene statistike o stanovništvu koje ne samo da živi u određenim naseljima nego i o stanovništvu koje radi u određenim zonama, naseljima i sl. Jedan od alata je MPS (mobilna prostorna statistika), koja omogućava procjenu kretanja stanovnika tokom jednog dana, tokom određenih vremenskih perioda. Mikro i makro pristupom se može dobiti najbolje rješenje i izvršiti optimalno planiranje prostora u gradovima.

8 . ALATI ANALIZE - ALGEBRA MAPE

GIS često obrađuje informacije i podatke sa satelitskih, ortofoto ili drugih rasterskih izvora. Poznaje rasterske i vektorske podatke, a kada je u pitanju procesiranje rasterskih podataka, pod algebrama mapa podrazumijevaju se operacije koje se vrše nad rasterima. Taj proces omogućava da određen GIS softver kreira nove rastere iz postojećih, izvornih, koristeći set funkcija i operacija. Vrsta algebre mapa je ovisna od GIS softvera koji se koristi, a u ovom poglavlju prikazati ćemo primjenu algebre mapa u Arc Map (Esri) softveru.

Algebra mapa je skup funkcija za manipulaciju različitih prostornih podataka koji omogućavaju modeliranje različitih problema i izlučivanja novih informacija iz postojećih podataka. Izvorno, skup funkcija algebre mapa u GIS literaturi je predložen od strane Dana Tomlin. (http://www.dpi.inpe.br/gilberto/references/tomlin_map_algebra.pdf). Kasnije u različitim istraživanjima je prijedlog od strane Tomlina proširen (<http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/geoinfo@80/2006/07.11.14.06/doc/p77.pdf>) i <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.16.153&rep=rep1&type=pdf>.

Historija i porijeklo algebre mapa postoji još iz prošlog vijeka, a proizašla je iz potrebe za organizacijom i procesiranjem geografskih podataka u lejere. Steinith et al. (1976) prezentovao je historijski pregled ručno „preklapanja mapa“ tehnike koja je proširena na osnovu Manningove (1913). Još šezdesetih godina prošlog vijeka SYMAP (Fisher, 1966) računarski program koji je bio rasterski bazirani sistem, omogućio je transformaciju i kombinovanje lejera određene karte u nove lejere koristeći određene funkcije. Tokom 70-tih godina softver Map Analysis Package ili skraćeno MAP (Tomlin, 1980) je kreiran, a široko korišten osamdesetih godina u brojnim geografskim informacijskim sistemima. MAP je bio skoro besplatan, sa nekim ograničenjima u korištenju tako da je dobio više sličnih verzija, poboljšanih funkcija sve u zavisnosti od potrebe korisnika GIS-a. Većina softvera je nastala zbog potrebe da se brzo i efikasno odgovori na određena istraživanja, a MAP je dodatno unaprijeđen u odnosu na potrebe za korištenjem algebre mapa. Ovo poglavlje se oslanja na izvornu algebru mapa, a završava se sa primjerom korištenja algebre mapa (dijela softvera ArcMap).



Slika 8.1. Predstava neke kartografske slike, objekti koji su primjer neke karte.

Objasniti ćemo algebru mape na primjeru kartografske slike.

Posmatramo primjer kartografske slike 8.1 koja sadrži nekoliko crnih krugova i dva crna kvadrata na bijeloj podlozi. Posmatrač slike može opaziti jedan krug koji se nalazi direktno između dva kvadrata, ljudskom oku je ovo vrlo lako opaziti, ali kako to implementirati u GIS-u. U terminima algebre, ovaj za čovjeka jednostavan zadatak, može biti predstavljen u nekoliko koraka:

1. Najprije transformisati sliku u okomite redove i kolone veoma malih tamnih i svijetlih „tačaka“;
2. Generisati novu sliku na kojoj je svako „ostrvo“ sa tamnim tačkama (jedan od kvadrata ili krugova) jedinstveno identifikovano;
3. Odrediti koliko je obim svakog ostrva povezan sa svakom tačkom;
4. Sabrati inkremente obima kako bi odredili ukupan obim za svako ostrvo;
5. Izračunati kvadrat obima svakog ostrva;
6. Odrediti koliko površine ostrva je povezano sa svakom tačkom;
7. Sabrati ove inkremente površine da bi se odredila ukupna površina za svako ostrvo;
8. Izračunati omjer obima kvadrata i površine kvadrata svakog ostrva;
9. Razlučiti „krugove“ (ostrva sa omjerom manjim od 8:1) od „kvadrata“ (ostrva sa omjerom 8:1 ili većim);
10. Generisati sliku koja prikazuje samo jedan od dva kvadrata;
11. Izračunati udaljenost svake tačke od tog kvadrata;
12. Generisati sliku koja prikazuje drugi od dva kvadrata;
13. Izračunati udaljenost svake tačke od drugog kvadrata;
14. Izračunati sumu svih tačaka u odnosu na vrijednosti udaljenosti;
15. Generisati sliku koja prikazuje za svaki krug prosječnu sumu udaljenosti za sve tačke u okviru kruga;
16. Odabrati krug koji ima najmanju prosječnu vrijednost.

Ovo bi pojednostavljeno bio primjer algebarskih operacija i funkcija. Napomenimo da iako se i vektorski podaci mogu spasiti kao (mreža) grid vrijednosti ili predstaviti u vidu mreže većina algebre mapa se primjenjuje za rasterske podatke.

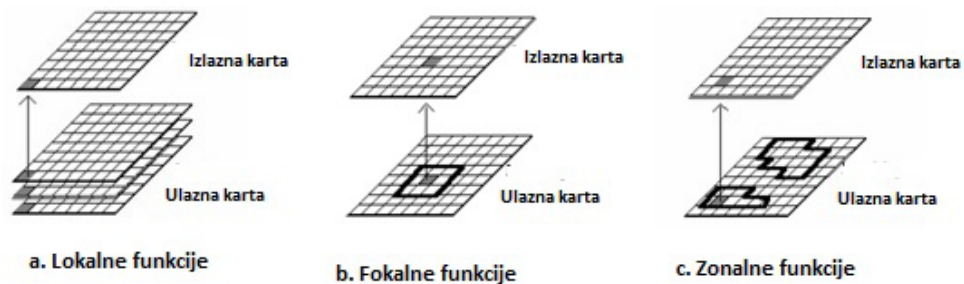
Operacije i funkcije algebre mapa se dijele na četiri grupe: lokalne operacije i funkcije, fokalne, zonalne i globalne.

Lokalne operacije i funkcije se primjenjuju samo za one ćelije koje dijele istu lokaciju, i obuhvataju logičke izraze, kao što je „dodijeli (klasificiraj) dijelove koje imaju nagib veći od 15% i nemaju vegetacije kao područja visokog rizika“ (npr. za rizike od klizišta).

Fokalne funkcije i operacije se primjenjuju i računaju za izlazne karte na osnovu vrijednosti lokacije na izvornoj karti, zapravo se odnose na uslov susjednosti ili dodirivanja.

Zonalne funkcije i operacije se koriste za vrijednosti lokacije na izlaznoj karti računa iz vrijednosti prostorne susjednosti iste lokacije na originalnoj karti. Primjer za to je računanje prosječne visine gradova na osnovu karte gradova i digitalnog modela terena. Obično se veže uslov sadržavanje (sadrži).

Globalne operacije i funkcije mogu uzeti u obzir neke ili sve ulazne ćelije prilikom računanja vrijednosti izlaznih ćelija. Jedan od primjera je alat Euklidova udaljenost koja računa najkraću udaljenost između piksela i izvorne lokacije. Konkretni primjer globalnih funkcija je pronalaženje najjeftinije rute (u novcu i vremenu).



Slika 8.2. Tomlins funkcije višeg reda za algebru mapa (izvor Tomlin 1990)

Primjer: Arc Map sadrži alat Map Algebra u okviru Spatial Analyst alata, koju čine operacije i funkcije i omogućavaju geografsku analizu.

Za više operacija istražiti ArcMap alat Map Algebra.

9. GEOPROCESIRANJE PODATAKA (BUFFERING) U PROSTORNOM PLANIRANJU

Geoprociranje (Geoprocessing engl.) je bilo koja GIS operacija koja se koristi da se upravlja i manipuliše podacima. Klasična operacija geoprociranja uzima ulazni skup podataka. Nad tim podacima se izvrše određene operacije i zatim se kao rezultat određene operacije vrati izlaz skupa podataka, često se naziva i skup izlaznih podataka. Najčešće operacije geoprociranja su selekcija objekata, analiza objekata, geografski višeslojni prikaz (geographic feature overlay), topološko procesiranje, konverzija podataka. U prostornom planiranju geoprociranje se koristi za upravljanje, definisanje i analizu geografskih informacija u cilju donošenja odluka. Primjer za to bi bio: „Pronaći najbolju lokaciju za osnovnu školu u naselju Miljacka, kako bi se zadovoljili uslovi regulacionog plana“.

Drugim riječima svaka izmjena podataka uključuje operacije geoprociranja. Većina GIS alata sadrži alate za geoprociranje. Bez obzira na područje koje se istražuje i obrađuje uz pomoć GIS alata geoprociranje je dio koraka rada u GIS projektu. Svi zadaci rada u prostornom planiranju koristeći GIS mogu biti svrstani u osnovne korake:

Šta je cilj našeg projekta (kreiranje Regulacionog plana, dijela RP-a)?

- Prikupljanje podataka za određeni obuhvat (postojeći geodetski podaci, statistički podaci, infrastrukturni podaci).
- Provođenje analize nad prikupljenim podacima.
- Kreiranje izlaznih karata sa rješenjem za odabrano područje.

Najveći dio rada je priprema posla i analiza. Tu se odvija najveći broj operacija geoprociranja. Kada je u pitanju priprema podataka neophodno je kreirati bazu podataka i napuniti je podacima. Često se podaci dobiju iz različitih izvora (stabilnost terena, podzemne instalacije, geodetske podloge), pa je potrebno izvršiti konverziju podataka (često dwg u shp). Potrebno je samo dio podataka izdvojiti, dodati nove attribute, provjeriti greške u podacima, kreirati nove podatke i pripremiti sve ostale podatke za analizu (npr. statističke podatke). Tokom analize se kombinuje selekcija objekata, preklapanje više slojeva ili neka druga operacija geoprociranja, kako bi se dobila neka smisljena veza između podataka. Npr. u zoni umjereno-stabilnog terena i sa informacijama o podzemnim instalacijama struje, na udaljenosti od maksimalno 1000 m potrebno je planirati objekat vrtića za naselje koje se predviđa. Ponekad se operacija pripreme podataka i analize ponavlja dok se ne dobije najbolje moguće rješenje, odnosno najbolja moguća lokacija za vrtić (tzv. Optimalno rješenje). Proces planiranja je vrlo složen proces, i nije u pitanju samo jedna odluka nego i posljedice određene odluke na ostale faktore u prostoru, okoliš, novčanu isplativost i slično.

<http://www.geography.hunter.cuny.edu/~jochen/GTECH361/lectures/lecture12/concepts/01%20What%20is%20geoprocessing.htm>

Pogledajmo u kakvoj vezi su GIS, geoprocесiranje i prostorno planiranje. Najbolje je kroz ilustraciju predstaviti ovu neraskidivu vezu.

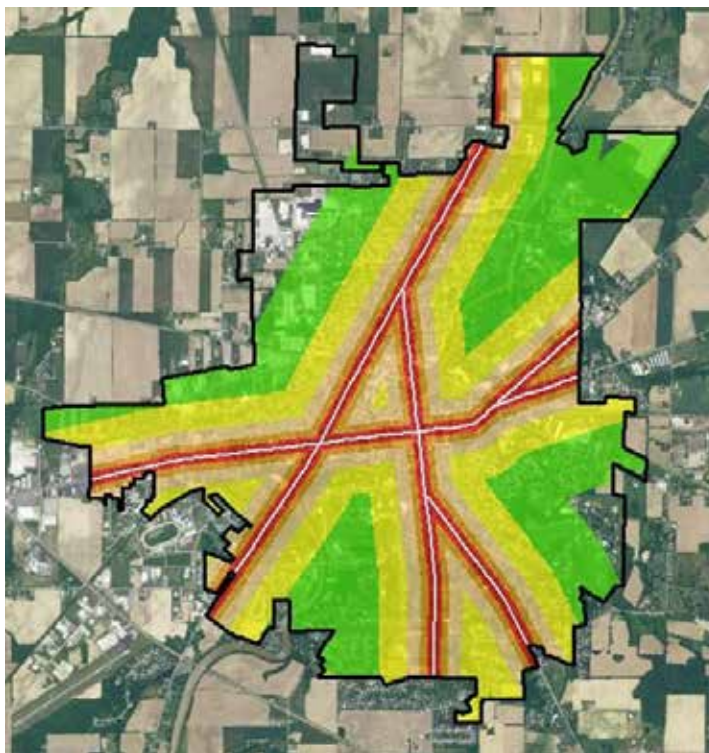


Slika 9.1.: Veza između prostornog planiranja i geoprocесiranja

Geoprocесiranje, kako možemo vidjeti sa ilustracije, je neodvojivi dio prostornog planiranja. Prikaz na kartama, baze podataka i mogućnost modeliranja su tehnike koje se koriste u procesu planiranja. GIS i geoprocесiranje nisu jedini segmenti prostornog planiranja, tu je cijeli skup tradicionalnih alata za ekonomsku i demografsku analizu, prognoze, modeliranje okoliša, planiranje saobraćaja kao i model namjene površina. Takođe su uključene i različite druge tehnologije kao što su ekspertni sistemi, multikriterijalna analiza i donošenje odluka, grupne tehnike odlučivanja (javne rasprave).

Jedna već pomenuta tehnika geoprocесiranja je kreiranje buffer-a oko određenih objekata.

Šta je to buffer u GIS-u? To je operacija koja omogućava ponovnu klasifikaciju podataka na osnovu udaljenosti, odnosno klasifikacija u odnosu na datu udaljenost. Ova funkcija operacija je zapravo mjerenje udaljenosti od određenog objekta u određenom smjeru. Rezultat ove operacije je objekat tipa poligona. Jedan od najčešćih primjera mjerenja buffer zone je u slučaju buke. U brojnim radovima procjene kvalitete sredine, jedan od faktora zagađenja je i zagađenje bukom. (Pleho J., (2008.) Fuzzy model za procjenu urbane kvalitete u planiranju razvoja Kantona Sarajevo, Magistarski rad, Univerzitet u Sarajevu.). Upravo se na osnovu informacija iz mjerenja (Federalni hidrometeorološki zavod BiH) buke uz saobraćajnice mogu kreirati bufferi buke oko postojećih cesta.



Slika 9.2 <http://www.gisagmaps.com/gis-real-estate-suitability/><https://www.gislounge.com/buffers-in-gis/>

Kako bi još malo razjasnili šta je to buffer pogledajmo granice između dvije države. Često imamo tzv. „tampon“ ili buffer zonu. Buffer zona se u GIS-u može pronaći na osnovu postojećih linija, tačaka ili poligona. Dakle, u stvarnom svijetu buffer zona je područje čija svrha je očuvanje udaljenosti između dvije oblasti (primjer: granični pojas). Često se koristi buffer zona u zaštiti okoliša, sprječavanja prirodnih i industrijskih havarija, ili za sprječavanje nasilja (ratne zone).

Potrebno je napomenuti da većina GIS aplikacija daje mogućnost kreiranja buffera kao alata za analizu. Nudi se opcija kreiranja buffera lijevo ili desno od objekta i unutar ili izvan poligona. Buffer udaljenost uvijek mora biti definisan kao cijeli ili decimalni broj, i obično se definiše u jedinicama u kojima je i mapa definisana (metri, feet-i, decimalni stepeni) u skladu sa referentnim koordinatnim sistemom vektorskog lejera nad kojim kreiramo buffer.

https://docs.qgis.org/2.8/en/docs/gentle_gis_introduction/vector_spatial_analysis_buffers.html

Možemo kreirati vektorske i rasterske buffer zone, odnosno u odnosu na tip izvornog podatka dobijamo rezultate za vektorske podatke u odnosu na liniju, tačku ili poligon.

Za rasterske buffere rezultat je klasificiranja ćelija u skladu sa time nalazi li se ćelija unutar ili izvan buffer zone. Npr. sa satelitskih snimaka može se odrediti buffer zona pokrivenosti zelenilom oko rijeka. (Jensen, John R.; Jensen, Ryan R. (2013). *Introductory Geographic Information Systems*. Pearson. 149.)

Ako je npr. riječ o ARC Map alatu, onda je potrebno naglasiti da alat za kreiranje buffera ima dvije metode, Euklidova metoda mjerenja udaljenosti i geodetska metoda.

Euklidov buffer mjeri udaljenost u dvodimenzionalnoj Cartesianovoj ravni, gdje se ravna linija, odnosno Euklidova udaljenost računa između dvije tačke na ravnoj površini. Obično se ova metoda koristi u slučaju manjih područja kada se analizira udaljenost od objekata (npr. UTM zona). U koordinatnim sistemima sa projekcijom često su objekti, područja i udaljenosti u distorziji, tako u UTM projekciji koordinatnog sistema, objekti su precizniji u blizini izvora projekcije (npr. centar države ili UTM zone), a postaju više distorzirani kada se udaljavate od izvora. Tako za podatke koji se nalaze na manje ili više distorziranim područjima Euklidov buffer će biti precizniji u područjima sa manjom distorzijom.

Sa druge strane geodetski buffer uzimaju u obzir stvarni oblik Zemlje (elipsoid ili preciznije geoid). Udaljenost između dvije tačke se računa na zakrivljenoj podlozi (geoidu). Ova metoda se koristi kada se kreiraju bufferi na većim regijama širom planete, jer ako se prikazuju na ravnoj karti mogu izgledati neobično, dok se na globusu prikazuju tačno. Više o tome na Arcgis stranici:

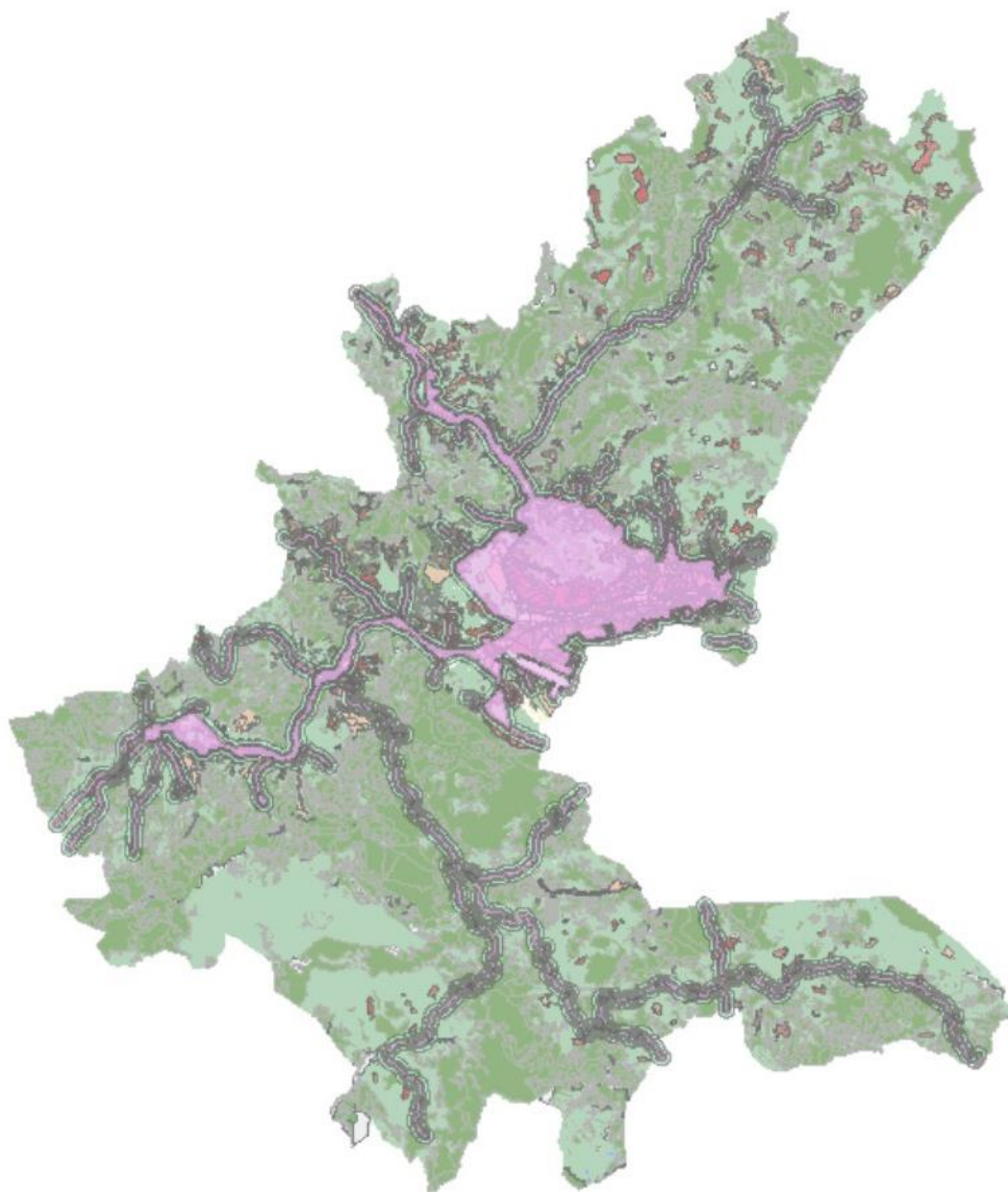
<http://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/analysis/how-buffer-analysis-works.htm>

Princip kreiranja i generisanja buffer zona je zapravo jednostavan, selekcijom jednog ili više objekata i određivanjem područja oko tih objekata dodavanjem udaljenosti dobijemo prikaz buffer-a. Pogledajmo primjer urađen u Arc Map.

Primjer:

Za potrebe magistarskog rada „FUZZY MODEL ZA PROCJENU URBANE KVALITETE U PLANIRANJU RAZVOJA KANTONA SARAJEVO“ – Jasna Pleho, u GIS softveru rađen je buffer buke oko glavnih saobraćajnica u gradu Sarajevo. Unošenjem atributne vrijednosti nivoa buke u decibelima, kreiran je buffer buke za glavne saobraćajnice.

Na sljedećoj slici je prikazana izlazna karta, koja je u radu preklapana sa ostalim parametrima koji utiču na kvalitet urbane sredine.



Slika 9.3. Prikaz buffera buke na glavnim saobraćajnicama u Kantonu Sarajevo

10. TEHNIKE PREKLAPANJA U PROSTORNOM PLANIRANJU

Kod izrade prostornih planova učestvuje multidisciplinarni tim, a to znači da se u praksi preuzimaju skupovi podataka iz različitih izvora i različitih institucija. Preklapanjem namjena u prostoru (npr. postojećeg i planiranog) dobijamo konflikte u prostoru koje treba riješiti.

Geografski fenomeni nisu ograničeni na određene tačke, linije i poligone, već uključuju podatke, kao što su visina, nagib, kiša i temperatura, koja kontinuirano varira preko površine Zemlje. Takvi kontinuirani podaci nazivaju se površinom i modelirani su s rasterima i TIN-ovima. Postoji niz alata za stvaranje i analizu površina, o kojima se raspravlja u izradi i analizi površina.

Operacija preklapanja je mnogo više od jednostavnog spajanja vektora. Provođi se preko svih atributa koji imaju vektor, tako npr. preklapanjem namjena zemljišta (poligoni) i zone poplava (poligoni), (npr. pomoću alata Uniona) dobivamo novi skup podataka (poligoni). Namjene su podijeljene i prelaze granicu poplavne zone te se dobiju novi poligoni, a svi poligoni zadržavaju svoje izvorne vrijednosti kategorije namjene zemljišta.

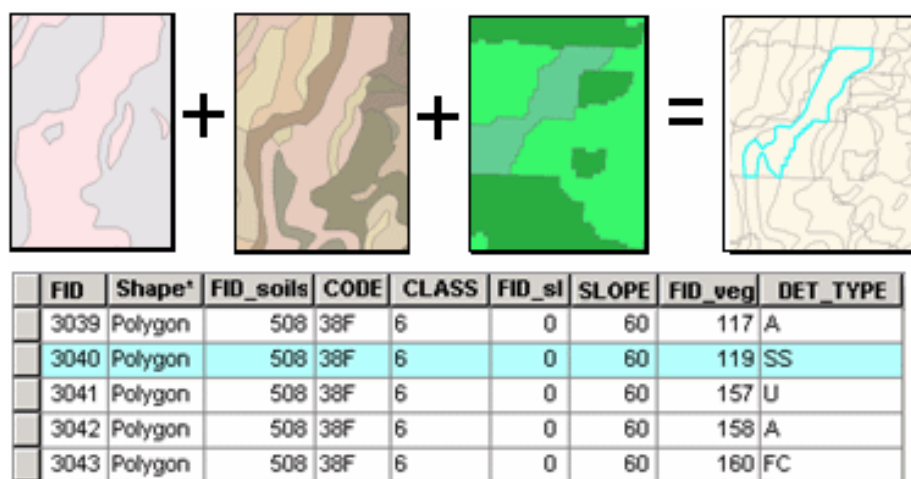
Pitanja koja se često postavljaju u GIS-u su: „Šta je na vrhu toga?; Šta je blizu?“. Možemo se susresti sa upitima tipa:

- Koja je namjena zemljišta na IV bonitetnoj kategoriji?
- Koje su namjene zemljišta unutar 100-godišnjeg poplavnog područja?
- Koje su ceste unutar kojih općina?
- Koji se objekti nalaze 50 m od neke ceste?

Kako bi odgovorili na takva pitanja GIS-a, kartografi bi izradili karte na čistim plastičnim listovima i preklopili ove listove na laganom stolu i stvorili novu kartu slojevitih podataka. S obzirom da preklapanje (overlay) u GIS-u donosi vrijedne informacije, to je bilo od najveće važnosti za razvoj GIS-a.

Pomoću analize preklapanja možemo kombinovati karakteristike nekoliko skupova podataka u jedan. Zatim, možemo pronaći određene lokacije ili područja koja imaju određeni skup atributnih vrijednosti – tj. odgovaraju kriterijima koje odredimo. Taj se pristup često koristi za pronalaženje lokacija prikladnih za određenu upotrebu ili su osjetljivi na neki rizik. Npr. prekrivamo slojeve vrste vegetacije, nagib terena, orijentaciju, vlažnost tla itd. kako bismo pronašli područja osjetljiva na požar.

Na slici 10.1 prikazan je primjer prekrivanja strmih padina, tla i vegetacije. Novi poligoni stvaraju se presijecanjem ulaznih granica poligona. Rezultat su poligoni koji imaju sve attribute prvobitnih poligona.



Slika 10.1: Preklapanje namjena površina (URL 5)

Analiza preklapanja često se koristi zajedno s drugim vrstama analiza. Npr. možemo uključiti skupove podataka koji proizlaze iz analize blizine (kao što je alat za buffer) ili površinske analize (alat za nagib ili izgled). Slično tome, vjerojatno ćemo izvršiti dodatnu analizu rezultata sloja, kao što je ekstrakcija za odabir podskupa poligona ili generalizacija. Često, preklapanje je samo jedan korak u procesu ili modelu analize i može se pojaviti na različitim mjestima u tom procesu.

10.1 Metode preklapanja

Kombinacijom više prostornih slojeva dobijamo nove podatke (sloj) s pripadajućom geometrijom i atributima.

U principu postoje dvije metode za obavljanje preklapanja:

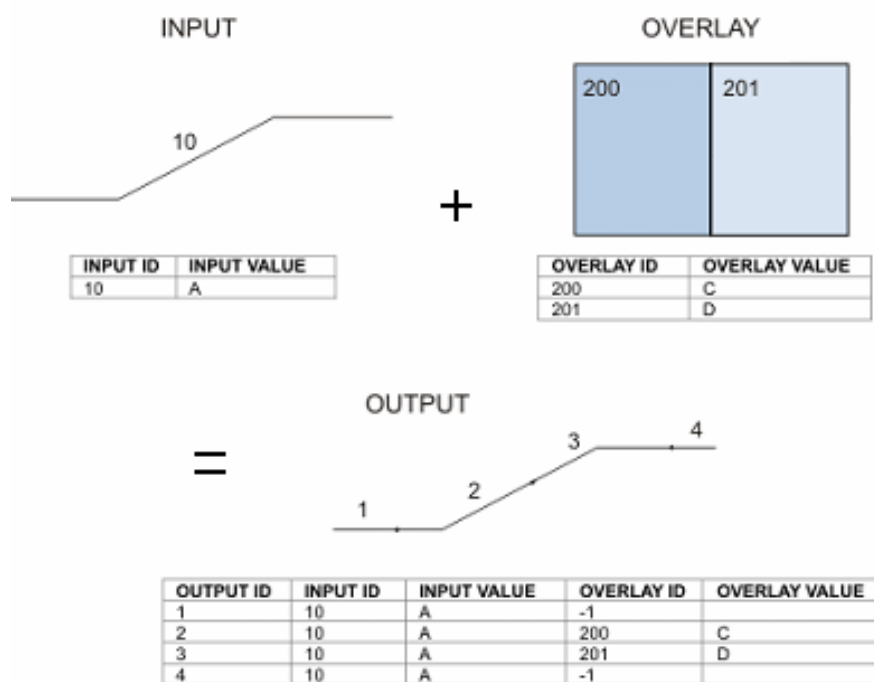
- Preklapanje vektora (tačka, linija, ili poligona) i
- Preklapanje rastera

Neke vrste analize preklapanja mogu se pripisati jednoj ili drugoj od tih metoda. Analiza preklapanja za pronalaženje lokacija koje ispunjavaju određene kriterije često se najbolje obavlja pomoću višeslojnih prikaza (iako to možete učiniti s vektorskim podacima). Naravno, to ovisi o tome jesu li naši podaci već spremljeni kao vektori ili rasteri. Za izvođenje analize možda je vrijedno pretvoriti podatke iz jednog formata u drugi.

10.1.1 Preklapanje vektora

Ključni elementi kod vektora su ulazni slojevi, sloj prekrivanja i izlazni sloj. Funkcija preklapanja razdvaja vektore u ulaznom sloju gdje se preklapaju vektori u preklapljenom sloju. Nova područja su stvorena gdje se poligoni presijecaju. Ako ulazni sloj sadrži linije, linije se dijele na mjestima gdje ih poligoni prelaze. Novi vektori pohranjuju se u izlaznom sloju - izvorni ulazni sloj se ne mijenja. Atributi vektora u sloju preklapanja dodjeljuju se odgovarajućim novim vektorima u izlaznom sloju, zajedno s izvornim atributima iz ulaznog sloja.

Na slici 10.2 primjer je sloja linije na poligonu. Red je podijeljen na poligonske granice, a svaka od dobivenih linija ima izvorne linije atributa plus attribute poligona u kojemu se nalazila.



Slika 10.2: Preklapanje linije i poligona (URL 5)

Alati za preklapanje vektora u GIS-u nalaze se u alatu za analizu alata, a zatim u alate za preklapanje (kod ArcGIS-a u Analysis toolbox u Overlay toolset (Identity, Intersect, Symmetrical difference, Union, Udate)). Konceptualno, alati su slični - oni se razlikuju po vrstama vektora koji nam omogućuju prekrivanje, zavisno o tome možemo li višestruko prekriti više slojeva i kojim se ulaznim i vektorskim preklapanjima održava u izlaznom sloju.

10.1.2 Preklapanje rastera

Kod preklapanja rastera, svaka ćelija svakog sloja odnosi se na istu geografsku lokaciju. To ga čini prikladnim za kombinovanje karakteristika za brojne slojeve u jedan sloj. Obično se dodjeljuju brojčane vrijednosti za svaku karakteristiku, omogućavajući nam da matematički kombinujemo slojeve i dodijelimo novu vrijednost svakoj ćeliji izlaznog sloja.

Na slici 10.3 je primjer preklapanja rastera dodavanjem. Dva ulaza rastera se zbrajaju kako bi stvorili izlazni raster sa zbrojenim vrijednostima za svaku rastersku ćeliju.

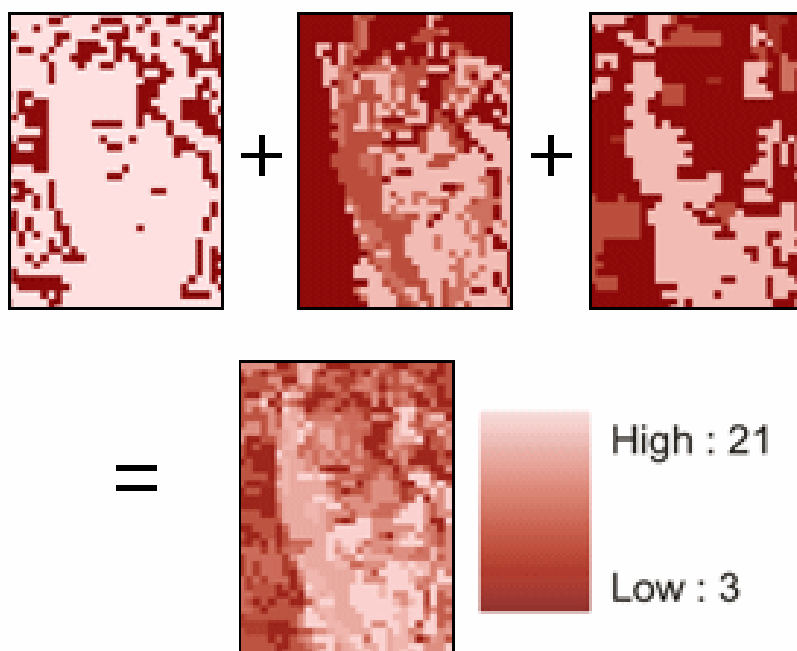
INPUT 1				INPUT 2		
3	3	1		11	12	10
4	2	2	+	12	12	10
3	1	1		14	12	11

OUTPUT		
14	15	11
16	14	12
17	13	12

Slika 10.3: Preklapanje rastera

Ovaj se pristup često koristi za rangiranje vrijednosti atributa prema prikladnosti ili riziku, koje dodajemo kako bismo generisali ukupni rang za svaku ćeliju. Različitim slojevima također se može dodijeliti relativna važnost za izradu ponderiranog ranga (rangovi u svakom sloju pomnoženi su s težinom tog sloja prije nego se zbrajaju s drugim slojevima).

Na slici 10.4 je primjer preklapanja rastera s dodatkom za modeliranje prikladnosti. Tri raster sloja (strmih padina, tla i vegetacije) rangiraju se za razvojnu prikladnost na ljestvici od 1 do 7. Kada se dodaju slojevi (dno), svaka se stanica rangira na skali od 3 do 21. Dodatno, svakoj ćeliji u izlaznom sloju možemo dodijeliti vrijednost na osnovu jedinstvenih kombinacija vrijednosti iz nekoliko ulaznih slojeva.



Slika 10.4: Preklapanje rastera

Alati za preklapanje rastera nalaze se u nekoliko setova alata za alate u alatnom prostoru prostornih analiza (npr. kod ArcGIS-a u Spatial Analyst toolbox). Ovi alati su kod komercijalnih GIS softvera u posebnim ekstenzijama koje treba dodatno instalirati. Alati za preklapanje rastera npr. kod ArcGIS-a su:

- Zonal Statistics (sumira vrijednosti u rasteru po zonama (kategorija) u drugom sloju – npr. izračunajte srednju visinu za svaku kategoriju vegetacije);
- Combine (dodjeljuje vrijednost svakoj ćeliji u izlaznom sloju na osnovu jedinstvenih kombinacija vrijednosti iz nekoliko ulaznih slojeva);
- Weighted Overlay (automatizira proces slojnog preslikavanja i omogućuje nam dodjeljivanje težina svakom sloju, a možemo i odrediti jednak uticaj kako bismo stvorili neispitani sloj);
- Weighted Sum (prekrivanje nekoliko rastera, množenje svake po njihovoj zadanoj težini i zajedničko zbrajanje).



Slika 10.5: Preklapanje zone stanovanja sa nestabilnim terenom

11. MODEL BUILDER U PROSTORNOM PLANIRANJU

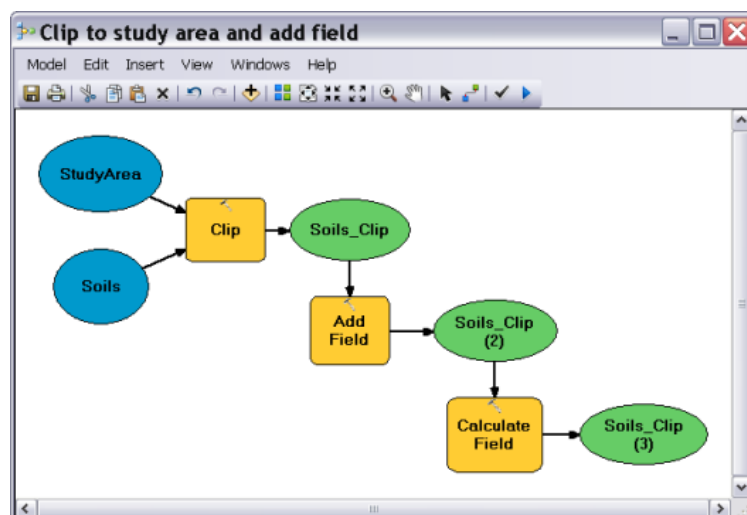
11.1 Aplikacija Model builder

Model Builder (slika 11.1) je aplikacija koju koristimo za kreiranje, uređivanje i upravljanje modelima. Modeli su tokovi rada koji spajaju sekvence alatki za geoprocesiranje, čime se unosi izlaz jednog alata u drugi alat kao ulaz. Model Builder se može shvatiti kao vizualni programski jezik za izgradnju radnih procesa. On je alat koji se može koristiti za automatizovano procesiranje velikog broja datoteka. Poznat je i kao vizuelni programski jezik iz konstruisanja i izvođenja jednostavnih radnih tokova za razvoj i pokretanje višekratnih i složenih geoprocessing radnih tokova i modela.

Model Builder je predstavljen dijagramom fluksa u grafičkom korisničkom interfejsu koji olakšava kreiranje, vizualizaciju, uređivanje i izvršavanje radnih geoprocasa, njihovo korištenje i ponovno korištenje, dijeljenje i primjenu na različitim geografskim područjima.

Model Builder nam omogućava brzo i jednostavno kreiranje modela zasnovanih na određenom području od interesa. Model Builder pronalazi i stiče slojeve podataka visoke rezolucije i zatim gradi modele zasnovane na ovim podacima. Ovi modeli se čuvaju i objavljuju npr. u oblaku (cloud).

Dijagram modela predstavlja radni proces za geoprocesiranje sa jednim ili više postupaka zajedno narezanih. Svaki proces se sastoji od alata i vrijednosti parametara (npr. ulaznih i izlaznih podataka, tabele reklasifikacije). Na interfejsu Model Buildera različitim simbolima su predstavljene komponente modela ili elementi (slika 11.1): ulazi (geografski podaci, vrijednosti ili SQL izrazi) kao plave ovale, izlazi (geografski podaci ili vrijednosti generisane kada se model pokreće) kao zeleni ovali, alatke (operacije koje se obavljaju na ulaznim podacima) kao narandžasti pravougaonici, povezujući strelice koje ukazuju na sekvencu obrade i tekstualne oznake koje objašnjavaju model. Alatke za geoprocesiranje mogu biti riješeni ArcGIS sistemski alati dostupni u ArcToolbox-u, skripte kreirane pomoću Python-a ili nekog drugog COM-kompatibilnog jezika, ili ugrađenih modela u slučaju složenih procesa unutar procesa. Model se lako može napraviti povlačenjem i spuštanjem elementa modela u prozor Model Builder i povezivanjem sa strelicama prema obradi sekvencu. Parametri modela (označeni kao 'P') su informacije koje korisnik mora definisati prije pokretanja modela.



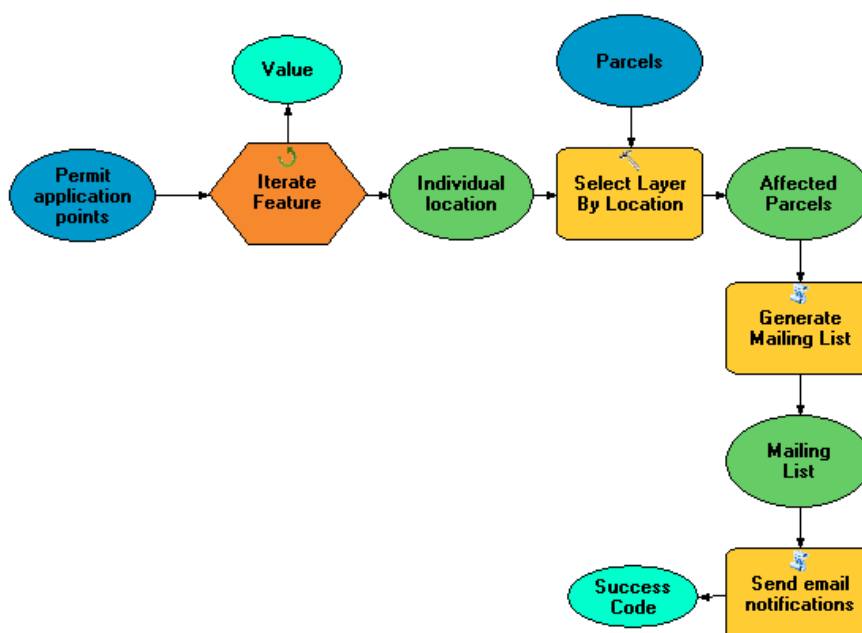
Slika 11.1: Model Builder

Funkcije Model Buildera također uključuju čarobnjake za automatiziranje kreiranja ili promjene modela, konfiguracije rasporeda i povlačenja i ispuštanja, listova svojstava za modifikovanje svojstava komponenti modela i mogućnosti snimanja čitavog modela kao XML datoteke ili skripte (ESRI 2000).

Iako je Model Builder veoma koristan za konstrukciju i izvršavanje jednostavnih tokova posla, on također pruža napredne metode za proširenje GIS funkcionalnosti omogućavajući nam da kreiramo i dijelimo svoje modele kao alate.

Jednom napravljeni modeli koji su u potpunosti dokumentovani, uključujući opis, priručnik sa komentarima, mogao bi ih bilo ko jasno i jednostavno upotrijebiti; dijele se ili koriste kao šabloni za različite aplikacije ili planske regije.

Model Builder se čak može koristiti i za integraciju ArcGIS-a sa drugim aplikacijama. Primjer je dat na slici 11.2.



Slika 11.2: Primjer Model Builder-a

Model na slici 11.2 koristi općina za slanje e-mail obavještenja na sve adrese u krugu od 1 milje od adrese za koju je podniet zahtjev za izdavanje građevinske dozvole. Model počinje sa funkcijom klase različitih lokacija za primjenu mjesta dozvole. Ova klasa funkcija se unosi u iterator koji prekriva svaku pojedinačnu tačku i dodaje tačku u alat Select Layer by Location, gdje su izabrane sve adrese (parcele) unutar npr. jednog kilometra od tačke. Ove adrese se zatim prenose na prilagođenu alatku za skript (koju je neko kreirao), generira poštansku listu, koju izvršava Python kôd za izlazak mailing liste u HTML formatu. Konačno, mailing lista se šalje u drugu prilagođenu alatku za skript, obavještenja o e-pošti, koja pokreće prilagođenu izvršenu verziju koja šalje e-mail obavještenja i proizvodi uspješnu šifru.

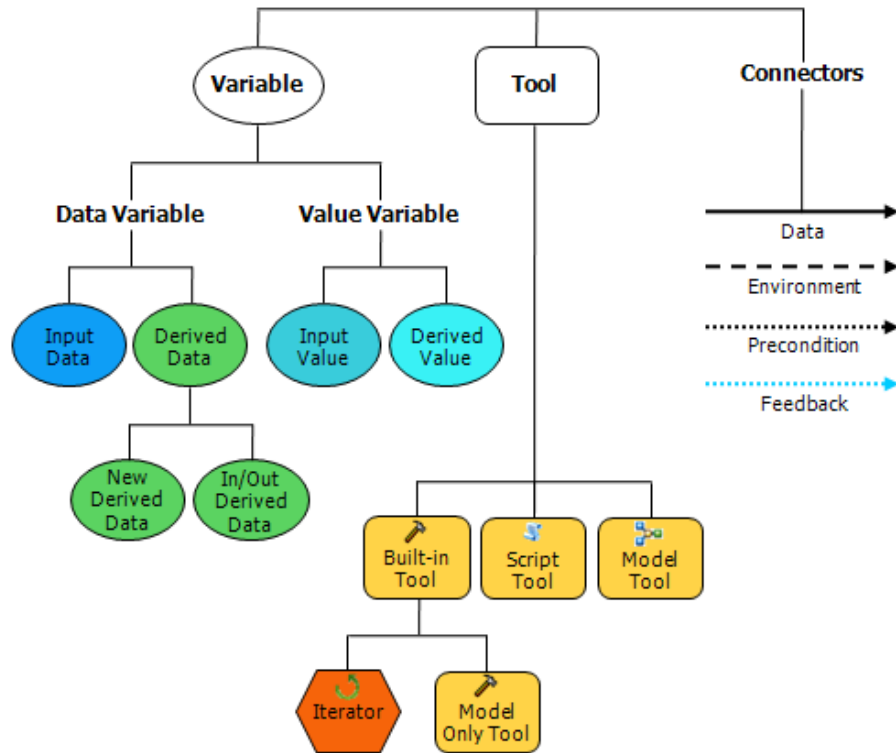
Prednosti modela Model Buildera mogu se sumirati na sljedeći način:

- ModelBuilder je jednostavna aplikacija za kreiranje i pokretanje radnih procesa koji sadrže niz alata.
- Mogu se kreirati sopstveni alati pomoću Model Builder-a. Alati kojim se kreira u Model Builderu mogu se koristiti u Python skript i drugim modelima.
- Model Builder, zajedno sa skriptiranjem, je način da integrišete ArcGIS sa drugim aplikacijama.

Modeli su tokovi rada koji spajaju sekvence alatki za geoprociranje, čime se unosi izlaz jednog alata u drugi alat kao ulaz. Elementi modela su podaci i alati za rad, i predstavljaju osnovne elemente modela. Postoje tri vrste modela [URL2]:

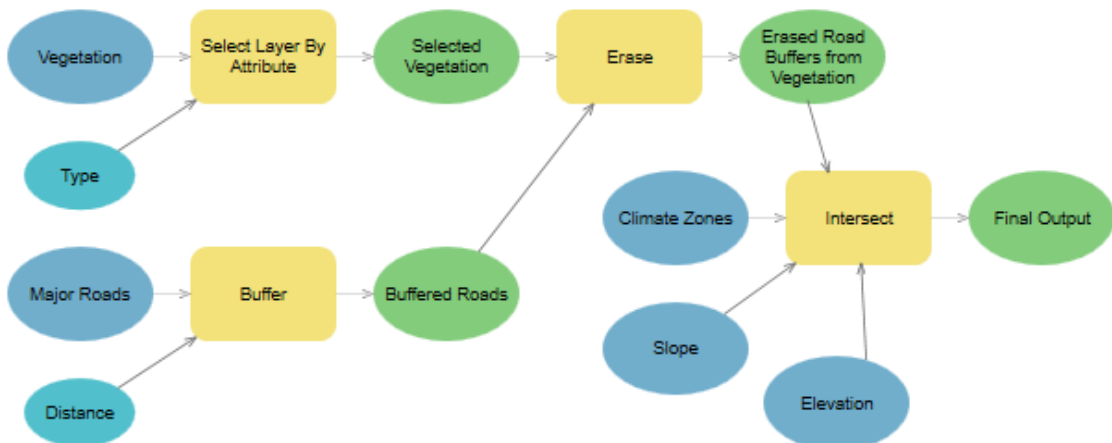
- Alati geoprociranja su osnovni elementi radnih tokova u modelu. Obavljaju različite operacije na geografskim ili tabelarnim podacima. Kada se alati dodaju u model, postaju elementi modela.
- Varijable su elementi u modelu koji imaju vrijednost ili referencu na podatke sačuvane na disku. Postoje dvije vrste varijabli:
 - Varijable podataka su elementi modela koji sadrže deskriptivne informacije o podacima uskladištenim na disku. Karakteristike podataka koji su opisani u varijablu podataka uključuju informacije o polju, prostornu referencu i putanju.
 - Varijable vrijednosti su stringovi, brojevi, Booleans (istinite/lažne vrijednosti), prostorne reference, linearne jedinice ili ekstenzije. One sadrže bilo šta osim referenci na podatke koji se čuvaju na disku.
- Konektori povezuju podatke i vrijednosti sa alatima. Strijela konektora pokazuje pravac obrade. Postoje četiri tipa konektora:
 - Podaci: data konektori povezuju podatke i varijable vrijednosti sa alatima.
 - Okoliš: konektori za okolinu povezuju varijablu koja sadrži postavku okruženja (podatke ili vrijednost) alatu. Kada se alat izvrši, koristiti će se okruženje.
 - Preduslov: priključci povezuju varijablu sa alatom. Alat će se izvršiti tek nakon kreiranja sadržaja varijable preduslova.
 - Feedback: konektori za povratne veze povezuju izlaz alata nazad u istu alatku kao i ulaz.

Dijagram na slici 11.3 pokazuje kako su elementi modela klasifikovani u Model Builder-u.



Slika 11.3: Klasifikacija u Model Builder-u (URL 2)

Primjer: Slika 11.4 prikazuje korištenje Model Builder-a kako bi se u prostoru identifikovala potencijalna staništa za autohtone vrste ptica, a prema tipu vegetacije, udaljenostima od glavnih puteva, klime, nagibu terena i nadmorskoj visini.



Slika 11.4: Primjer identifikacije staništa korištenjem Model Builder-a (URL 2)

Modelski okviri i aplikacije opisane ovdje prikazuju potencijalne prednosti korištenja GIS modela za regionalno planiranje krajolika, kao sredstva za pomoć planerima da identifikuju pogodne oblasti za željeni razvoj. Lociraju i kvantifikuju posljedice alternativnih scenarija i smanjuju nejasnoće u budućnosti. Iako neki procesi ne mogu biti u potpunosti automatizovani (npr. prikupljanje i selekcija podataka, stručni rejting) i uprkos ograničenjima vremenskog modeliranja u GIS-u, stvoreni modeli omogućuju

sistemske pristup velikom obimu podataka i informacija, automatiziraju radne tokove geoprocasa, proizvode kvantifikovane, georeferencirane i vizuelne izlaze, pomažući u optimizaciji i ubrzavanju procesa planiranja. Model također osigurava lako razumljiv jezik između onih koji su uključeni u proces planiranja. Sa grafičkim okruženjem Model Buildera lako je kreirati, modifikovati, pokrenuti, te ponovo pokrenuti modele. Ovi modeli također mogu biti replicirani i prilagođeni drugim područjima, razvojnim ciljevima i skalama. Budući razvoj za povećanje prednosti ovih modela uključuje korištenje GIS server tehnologije za implementaciju modela na Web-u, npr. ažuriranje mape korištenja zemljišta, 3D modeliranje i dr.

12. PITANJA POLITIKE PROSTORNIH PODATAKA - PRISTUP, PRIVATNOST, DIJELJENJE, METAPODACI

Važan dio našeg svakodnevnog života postali su prostorni podaci. Danas oko 80% svih pohranjenih podataka sadrži prostornu referencu. Bez nje ne bismo mogli npr. rezervirati let za godišnji odmor, provjeriti sutrašnju vremensku prognozu, niti slušati radijski izvještaj o stanju na cestama itd.

Danas imamo dosta digitalnih prostornih podataka i za razliku od situacije od prije nekoliko godina, kada digitalni prostorni podaci nisu postojali ili nisu bili dostupni, današnji problem je kako pronaći podatke, pristupiti (preuzeti) i koristiti prostorne podatke koji će zadovoljavati naše potrebe.

12.1 Pristup prostornim podacima

Kako bi lakše pronašli i pristupili prostornim podacima uspostavlja se nacionalna infrastruktura prostornih podataka (NIPP). Osnovni cilj uspostave NIPP (Nacionalna infrastruktura prostornih podataka), odnosno Geoportala je osiguranje i olakšavanje lakšeg pristupa postojećim prostornim podacima, uslugama i korištenjima standardiziranih prostornih podataka kojima raspolažu državne institucije (geodetske uprave, ministarstva, zavodi, komunalne organizacije i dr.) i privatne kompanije, te njihova bolja i učinkovitija upotreba.

Korisnici NIPP-a mogu biti svi zainteresovani za prostorne podatke, kao što su npr. javni i privatni sektor, građani i akademsko osoblje.

Javnom sektoru NIPP služi za donošenje zakona: pouzdanije i brojnije informacije na osnovu kojih se mogu donositi kvalitetnije odluke npr. zakoni vezani za prostorno planiranje, praćenje efekata klimatskih promjena, očuvanje resursa i optimalno korištenje zemljišta. Ova problematika povezuje različite nivoe javnog sektora, nuđenje usluga smanjenja dupliciranja podataka i olakšan pristup podacima kroz agencije. Time se omogućavaju podaci ciljanim korisnicima, npr. odgovarajuće hitne intervencije, upravljanje prometom, praćenje kriminala i sl.

Privatnom sektoru NIPP omogućava sudjelovanje u ekspertizama i vještinama kreiranja dodatnih servisa baziranih na osnovu standardiziranih podataka i informacija.

Građanima olakšava informisanje o položaju prostornih objekata na traženim lokacijama (npr. položaj parcele i druge informacije vezane za nju). NIPP omogućava građanima korištenje različitih servisa koji nude prostorne i druge informacije.

Akademskom sektoru omogućava integrirani skup podataka na osnovu kojih mogu bazirati naučna i stručna istraživanja.

Ako uzmemo hijerarhijski nivo, IPP predstavlja infrastrukturu prostornih podataka koja obuhvata prostorne podatke i usluge za područja gradova, kantona, entiteta, država itd. Lokalne zajednice moraju biti spremne razmjenjivati svoje prostorne podatke i usluge s ostalim subjektima NIPP-a na nacionalnom nivou, ali i na višim nivoima (npr. INSPIRE). Subjekti lokalnog NIPP-a su gradski uredi, zavodi i službe, gradska trgovačka društva i gradske ustanove. Obzirom na nivo korisnika očito je da pojedini subjekti IPP-a imaju potrebu za različitim skupovima prostornih podataka, koji vrlo često ne moraju biti službeni i to je upravo specifičnost IPP-a na lokalnim nivoima. Kada se govori o službenim podacima npr. podacima državne izmjere i katastra nekretnina, lokalna zajednica može napraviti sporazum s geodetskim upravama i osigurati korištenje službenih podataka pod uvjetima i u vremenskom roku koji je sporazumom određen. S druge pak strane, zavisno o potrebi pojedinog subjekta IPP-a, lokalne zajednice kroz tendere osiguravaju i druge skupove prostornih podataka koje najčešće izrađuju privatne firme. Skupovi prostornih podataka koji se koriste u prostornom planiranju su vrlo heterogeni. Pojedini subjekti IPP-a koriste različite prostorne podatke i u različite svrhe. Gledano iz aspekta razmjene i distribucije prostornih podataka u IPP-u, ali i šire, očito je da treba jasno definisati skupove prostornih podataka, te ulogu i nadležnost svakog subjekta u odnosu na prostorne podatke. Preporuka je da se jasno definišu skupovi prostornih podataka i usluge kojima raspolažu pojedini subjekti IPP-a. Zatim da se jasno definišu uloge pojedinih subjekata IPP-a i njihov odnos prema prostornim podacima i uslugama s kojima raspolažu, izrađuju i koriste ih u svom radu. Kroz realizaciju metapodatkovnog servisa IPP-a, ako je u funkciji, trebalo bi doći do ovih podataka. Vrlo je bitno da li je neki subjekt vlasnik nekog podatka, autor, korisnik, dobavljač i sl. Zavisno o njegovoj ulozi proizlaze i sva ostala prava i ograničenja u vezi razmjene i distribucije prostornih podataka. Također, vrlo je bitno da li nad podacima kojima pojedini subjekt raspolaže već postoje neka ograničenja, to je npr. geodetska uprava za katastar i geodetske poslove. Njihovi podaci ulaze u službene podatke premjera i katastra nekretnina. No oni isto tako vode i katastar vodova, za koji su nadležne upravo jedinice lokalne samouprave. Prema tome, treba biti vrlo oprezan i jasno definisati ulogu i nadležnost svakog IPP subjekta naspram prostornih podataka s kojima raspolažu. Između subjekata IPP-a trebao bi biti partnerski odnos, po principu „svi dijele sve“. Između subjekata IPP-a treba osigurati otvorenu i neograničenu razmjenu prostornih podataka i usluga. Time će se dugoročno ostvariti učinkovito i transparentno upravljanje prostornim podacima i uslugama za cijeli region te na dobrobit svih njegovih građana. Kada se jasno definišu skupovi prostornih podataka i nadležnosti odgovornih strana, tada se može razmišljati o modelu naknade troškova. Pritom naravno treba uzeti u obzir činjenicu da su prostorni podaci koji se izrađuju za potrebe subjekata IPP-a već jednom plaćeni i to iz gradskog budžeta, odnosno od poreznih obveznika.

12.2 Privatnost

Ubrzanim razvojem informacionih tehnologija i povećanjem zahtjeva za tačnim i ažurnim informacijama, važnost prostornih podataka svakim je danom sve veća. Dosadašnja istraživanja, međutim, pokazuju nepostojanje generalnog kompromisa oko zaštite privatnosti, podataka i njihove diseminacije te ispravne politike naknada za korištenje.

Općenito, troškovi kod prostornih podataka obuhvaćaju:

- prikupljanje i izradu,
- održavanje,
- diseminaciju.

Troškovi prikupljanja i izrade podrazumijevaju inicijalne troškove u proizvodnji (prikupljanju) podataka. U pravilu, ovi troškovi nastaju samo jednom kod primarnog prikupljanja i izrade podataka.

Kako bi održali svoju vrijednost prostorni podaci se moraju konstantno održavati i ažurirati sa stanjem na terenu. Iz tog razloga troškovi održavanja čine velik dio u ukupnoj sumi troškova. Oni nastaju neposredno nakon inicijalne faze i dugoročnog su trajanja. U nekim slučajevima, ukoliko održavanje i ažuriranje nije provođeno kroz duži period, ili su promjene na terenu takvog obima da ih kroz održavanje nije moguće obuhvatiti, potrebno je izraditi nove prostorne podatke.

Troškovi diseminacije pojavljuju se pri distribuciji katastarskih podataka i uključuju troškove osoblja, odgovarajuće infrastrukture, obrade zahtjeva, pripreme podataka, medija, i dr. U ukupnoj sumi troškova oni čine najmanji dio.

Opća preporuka o dostupnosti podataka jest da digitalne geoprostorne podatke prikupljene ili izrađene od strane bilo kojeg nivoa vlasti treba učiniti elektronskim putem lako dostupnim uz poboljšanje pristupnih mehanizama i procesa, osim ako postoji privatnost, sigurnost ili neki drugi konkurentni razlozi da se to ne čini. Generalno, treba prostorne podatke besplatno distribuirati kao javno dobro, dok se tematski podaci i usluge naplaćuju. Na principu tržišnih cijena agencije se samofinansiraju kroz naplatu podataka i usluga svojim komercijalnim korisnicima. Te naknade pokrivaju u potpunosti troškove distribucije prostornih podataka, međutim preporuka je da se oni smanje na najmanju moguću mjeru.

12.3 Dijeljenje prostornih podataka

Prostorni podaci i usluge koji spadaju u javne informacije trebali bi svim korisnicima i građanima biti na raspolaganju potpuno besplatno ili po modelu naplate troškova diseminacije. To je već slučaj s podacima prostornih i urbanističkih planova koji se distribuiraju putem web aplikacije Zavoda za planiranje razvoja Kantona Sarajevo (URL 3). Kada korisnici te podatke zatraže na nekom drugom mediju (CD, DVD, otisak na papiru itd.) tada bi trebalo pokriti troškove diseminacije. To uključuje pokrivanje troškova transakcije podataka, odnosno obrade zahtjeva, pripreme podataka, distribucije, dostave podataka i dr., ali također i troškove osoblja te pripadne infrastrukture. Trebalo bi voditi računa da naknada za troškove diseminacije bude „as cheap as possible“. Kada se radi o podacima koji po svojoj prirodi ne spadaju u javne informacije već su izrađeni u odgovarajuće svrhe (npr. digitalni ortofoto 1:1000, 3D model grada i dr.) bilo bi dobro razdvojiti njihovu dalju komercijalnu i nekomercijalnu upotrebu.

Prostorni podaci i usluge koji ne spadaju u javne informacije trebali bi svim korisnicima i građanima biti na raspolaganju potpuno besplatno ili po modelu naplate troškova diseminacije ukoliko će se koristiti u nekomercijalne i/ili istraživačke svrhe. Prostorni podaci i usluge koji ne spadaju u javne informacije trebali bi svim korisnicima i građanima biti na raspolaganju po modelu djelomičnog povrata troškova ukoliko će se koristiti u komercijalne svrhe. Model potpunog povrata troškova za komercijalne korisnike nije

dobro rješenje jer bi se njime zaustavila diseminacija podataka što nije gospodarski opravdano. Puno bolji je model djelomičnog povrata troškova pri čemu se sa svakim pojedinim korisnikom mogu tačno definisati uvjeti upotrebe i visina naknade zavisno o svrsi dalje upotrebe.

Za ugovaranje licenčnog modela između subjekata IPP-a i komercijalnih, te nekomercijalnih korisnika predlaže se korištenje OGC-ovog modela Geospatial Digital Rights Management Reference Model (GeoDRM RM-a). GeoDRM RM dostupan je na Internetu (URL 1), a isto tako je već implementiran i implementira se u neka WebGIS rješenja različitih proizvođača. Ovaj model se može koristiti kako za komercijalne tako i za nekomercijalne korisnike.

Prostorni podaci i informacije su opće dobro, a infrastruktura prostornih podataka zajednički napor raznih institucija.

12.4 Metapodaci

Metapodaci (engl. metadata) su podaci o podacima u bilo kojem medijumu, odnosno podaci koji opisuju karakteristike nekog izvora podataka u digitalnom obliku. Metapodaci se koriste kod otkrivanja, procjene, pregledanja, pristupa, korištenja, prijenosa, upravljanja i dokumentovanja nekog sadržaja. U digitalnom smislu to je strukturirani sažetak informacija koji opisuju, objašnjavaju, daju sadržaj, pristup i dostupnost ili na neki drugi način omogućavaju lakše upravljanje podacima. Za prostorne informacije metapodaci nam daju odgovore o nazivu i opisu skupa podataka, kada je stvoren (ažuriran) skup podataka, ko je vlasnik i ko je kreirao podatke, gdje se podaci nalaze u prostoru te kako pristupiti, naručiti, povezati na on-line servis, itd. Metapodaci se koriste kako bi se ubrzalo i poboljšalo pretraživanje velike količine podataka. Na legendi karte prostornog plana možemo vidjeti primjer analognih metapodataka koja daje informacije o mjerilu, izvođaču, datumu izrade, namjenama površina i drugim osobinama karte. Prvenstvena uloga metapodataka u prvoj generaciji infrastrukture prostornih podataka bila je omogućiti korisniku pronalaženje prostornih podataka. Razvojem tehnologije i prijelazom na drugu generaciju u kojoj je ključni činilac interoperabilnost ta uloga s vremenom postaje puno kompleksnija i zahtjevnija.

ObjektID	Shape	IMENI	SR	SANJ	OZNAKA	KATEGORIJA	PROJEKTOVA	OPISNA	SAZIV	STATUS	V. KATIBA	MANJEKOST	S. I. V. R. I. E.	TP	LEKTA
1720	Polyline	70010	N	N					S. STARI GR. MUSTAFIĆA LEKOS	ZVORNICKA	NLO	Općina	0	0	0
1743	Polyline	70095	N	N					S. STARI GR. MUSTAFIĆA LEKOS	ZVORNICKA	NLO	Općina	0	0	0
7817	Polyline	79039	N	N					S. CENTAR. IMR. TOODOSIĆE	ZUPANJSKA	NLO	Općina	0	0	0
1900	Polyline	70010	LK	N	2a				S. STARI GR. LEBERU	ZEMERKOS	NLK	Kanton	0	0	Autob. 17
1933	Polyline	70047	N	N					S. STARI GR. OBNALZOSKA	ZIKAJ. ŽIV. JO	NLO	Općina	0	0	0
7400	Polyline	10420	LK	N	2a				MZ. CENTAR. SAFETA PALJKA	ZLATKA BALO	NLK	Kanton	0	0	Autob. 17b
7502	Polyline	10381	LK	N	2a				MZ. CENTAR. SAFETA PALJKA	ZLATKA BALO	NLK	Kanton	0	0	Autob. 17b
7329	Polyline	10381	LK	N	2a				MZ. CENTAR. SAFETA PALJKA	ZLATKA BALO	NLK	Kanton	0	0	Autob. 17b
2834	Polyline	80087	N	N					S. NOVO SA. HALZBERGIA	ZLATBORSKA	NLO	Općina	0	0	0
2859	Polyline	80087	N	N					S. NOVO SA. HALZBERGIA	ZLATBORSKA	NLO	Općina	0	0	0
2858	Polyline	80020	N	N					S. NOVO SA. HALZBERGIA	ZLATBORSKA	NLO	Općina	0	0	0
2859	Polyline	80070	N	N					S. NOVO SA. HALZBERGIA	ZLATBORSKA	NLO	Općina	0	0	0
8039	Polyline	65241	LK	N	3c				817. NOVO SA. LOZOVSKA	ZVNA. JOSKA	NLK	Kanton	0	0	0
2658	Polyline	65427	LK	N	3c				817. NOVO SA. LOZOVSKA	ZVNA. JOSKA	NLK	Kanton	0	0	0
2647	Polyline	65230	LK	N	3c				S. NOVO SA. LOZOVSKA	ZVNA. JOSKA	NLO	Općina	0	0	0
2648	Polyline	60209	LK	N	3c				817. NOVO SA. LOZOVSKA	ZVNA. JOSKA	NLK	Kanton	0	0	0
2668	Polyline	60406	LK	N	3c				817. NOVO SA. LOZOVSKA	ZVNA. JOSKA	NLK	Kanton	0	0	0
2677	Polyline	60209	LK	N	3c				817. NOVO SA. LOZOVSKA	ZVNA. JOSKA	NLK	Kanton	0	0	0

Slika 12.1: Dio atributnih podataka za ceste u Kantonu Sarajevo

Više o metapodacima može se pročitati u Ključanin (2018). Primjer metapodataka za prostorne planove u Republici Hrvatskoj prikazan je u tabeli 12.1 (URL 4).

Tabela 12.1 Metapodaci za prostorni plan Republike Hrvatske

IDENTIFIKACIJA	
Naziv izvora	WMS - prostorni planovi državnog nivoa
Sažetak izvora	Mrežna usluga za prikaz odabranih rasterskih karata prostornih planova državnog nivoa (prostorni planovi nacionalnih parkova i parkova prirode, ostali prostorni planovi područja posebnih obilježja). Sve 4 adrese izvora sadrže iste slojeve. Karte dostupne putem WMS-a iz materijala koji dostavljaju stručni izvođači za objavu je priredio Hrvatski zavod za prostorni razvoj.
Vrsta izvora	Usluga: Informacije se odnose na mogućnost koju poslužitelj usluga čini dostupnom korisniku usluge putem skupa sučelja koja definišu određeno ponašanje.
Adresa izvora	https://gis1.mgipu.hr/srv1/PPRasterPPPO_Public/wms
JEDINSTVENA OZNAKA IZVORA	
Jedinstvena oznaka izvora: kod	0185
Jedinstvena oznaka izvora: prostor koda	hr:nipp:crs
Jedinstvena oznaka izvora: verzija	1.0
KOORDINATNI REFERENTNI SISTEM	
Koordinatni referentni sistem: kod	004
Koordinatni referentni sistem: prostor koda	hr:nipp:crs
Koordinatni referentni sistem: verzija	1.0
Uparen izvor	Prostorni planovi
Uuid metapodataka	57aa140d-2b44-4a4f-af54-d63ef92df6be
Link href	http://geoportal.nipp.hr/geonetwork/srv/en/csw?service=CSW&request=GetRecordById&version=2.0.2&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&elementSetName=full&id=57aa140d-2b44-4a4f-af54-d63ef92df6be
KATEGORIZACIJA	
Vrsta usluge	view
KLJUČNA RIJEČ	
Ključne riječi (GEMET - INSPIRE themes, version 1.0)	Land use (Tema)

Ključne riječi	prostorni plan, nacionalni park, park prirode, područje posebnih obilježja, inspiregeoportal, mrežna usluga pregleda.
Ključne riječi (ISO - 19119 geographic services taxonomy)	infoMapAccessService (Tema)
GEOGRAFSKA LOKACIJA	
GEOGRAFSKI GRANIČNI OKVIR	
Najsjevernija geografska širina	46,536
Najzapadnija geografska dužina	13,505
Najistočnija geografska dužina	19,425
Najjužnija geografska širina	42,4
VREMENSKA POVEZNICA	
VREMENSKI OBUHVAT PODATAKA	
Početni datum	2001-01-23T00:00:00
DATUM	
Referentni datum izvora	2016-01-07
Vrsta datuma Stvoreno:	Datum kada je izvor podataka stvoren
KVALITETA	
PROSTORNA REZOLUCIJA	
Prostorna rezolucija - udaljenost	m
USKLAĐENOST ZA IZVOR PODATAKA	
USKLAĐENOST	
Naslov specifikacije	Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13 i 65/17)
DATUM	
Referentni datum specifikacije	2013-12-18
Vrsta datuma specifikacije	Objavljeno: Datum kada je izvor podataka objavljen
Usklađenost: objašnjenje	Prostorni planovi izrađuju se prema navedenom Zakonu.
Usklađenost - razina	true
USKLAĐENOST	
Naslov specifikacije	INSPIRE Implementing rules

DATUM	
Referentni datum specifikacije	2016-04-04
Vrsta datuma specifikacije	Objavljeno: Datum kada je izvor podataka objavljen
Usklađenost - razina	false
OGRANIČENJA PRISTUPA I KORIŠTENJA	
Uvjeti pristupa i korištenja	Nema uvjeta
Ograničenja javnog pristupa: pristup	Ostala ograničenja: Ograničenja koja nisu navedena.
ODGOVORNA ORGANIZACIJA ZA IZVOR PODATAKA	
ODGOVORNA STRANA	
Naziv organizacije	Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja - Uprava za prostorno uređenje, pravne poslove i programe Evropske unije
Ime i prezime osobe	Dragana Olujić
E-pošta osobe	dragana.olujic@mgipu.hr
Uloga osobe Kontaktna tačka:	Strana koja se može kontaktirati kako bi se dobile informacije o izvoru podataka ili da bi se izvor preuzeo. Osoba ili organizacija koja se može kontaktirati kako bi se dobili podaci o izvoru.
METAPODACI	
KONTAKTNA TAČKA ZA METAPODATKE	
Naziv organizacije	Hrvatski zavod za prostorni razvoj - Služba za ISPU i praćenje stanja u prostoru
Ime i prezime osobe za metapodatke	Sunčana Habrun
E-pošta osobe	suncana.habrun@hzpr.hr
Uloga osobe Kontaktna tačka:	Strana koja se može kontaktirati kako bi se dobile informacije o izvoru podataka ili da bi se izvor preuzeo. Osoba ili organizacija koja se može kontaktirati kako bi se dobili podaci o izvoru.
Datum metapodataka	2018-05-30
Jezik metapodataka	Hrvatski
Identifikator datoteke	60e182c2-ba80-4732-8a71-40ab9f60de17

13. GIS U OBLASTI: LOKALNO PLANIRANJE, REGIONALNO PLANIRANJE, PLANIRANJE OKOLIŠA I PLANIRANJE PRIJEVOZA

Planiranje i uređenje prostora u Bosni i Hercegovini je definisano na entitetskim nivoima. Ove aktivnosti se u Federaciji BiH rukovode Zakonom o prostornom uređenju i korištenju zemljišta FBiH. U Federaciji BiH postoje i obavezni zakoni o prostornom uređenju na kantonalnom nivou.

Zakonski i podzakonski akti Federacije BiH definisali su se da se (tekstualni i grafički dio) dokumenta prostornog uređenja izrađuju u digitalnoj formi, na način da je moguća njihova upotreba u GIS-u, radi formiranja baze podataka i mogućnosti kompariranja sa susjednim prostornim planovima. Atributni (tabelarni) podaci vezani za grafičke priloge se mogu pripremiti u aplikaciji baze podataka ili nekom od tabelarnih kalkulatora koji omogućavaju eksportovanje u standardni dbf format. Svi kartografski prikazi izrađuju se kao digitalni prostorni podaci u vektorskom tipu sa pripadajućim opisima podataka. Digitalni prostorni podaci vode se u topološki pravilnim poligonima, sa topološki pravilnim i usmjerenim linijama i tačkama. Formati podataka u digitalnim kartografskim prikazima moraju se moći povezati sa formatima digitalnih geodetskih podataka i moraju u potpunosti poštovati tačnost geodetskih podataka. Digitalni oblik dokumenta prostornog uređenja (uključujući tekstualni i grafički dio dokumenta) čuva se u arhivi nosioca pripreme dokumenta prostornog uređenja. Arhivira se na nekom od kompjuterskih medija.

Jedinstveni informacioni sistem prostornog planiranja Federacije BiH definisan uredbom o sadržaju i nosiocima jedinstvenog informacionog sistema, metodologiji prikupljanja i obradi podataka, te jedinstvenim obrascima na kojima se vode evidencije. Podatke prikupljaju općinske službe i dostavljaju kantonalnim ministarstvima za prostorno planiranje koji obrađuju podatke i podatke od interesa, te za Federaciju BiH dostavljaju Federalnom ministarstvu za prostorno uređenje.

Planski dokumenti u Federaciji BiH dijele se na:

a) Prostorni plan:

- prostorni plan Federacije FBiH,
- prostorni plan kantona,
- prostorni plan područja posebnih obilježja,
- prostorni plan općine.

b) Urbanistički plan;

c) Detaljni planski dokumenti:

- regulacioni planovi,
- urbanistički projekti.



Slika 13.1: Dio Regulacionog plana Zetra

13.1 Lokalno planiranje

Strateški plan razvoja je osnovni planski dokument koji definiše optimalne razvojne pravce lokalnog područja uzimajući u obzir obilježja, prednosti i ograničenja posmatranog područja i njegovog okruženja. Strateški plan razvoja jedinicama lokalne samouprave omogućava planiranje, realizaciju, kontrolu i evaluaciju privrednog razvoja. Potencijalnim investitorima daje uvid u strategiju zajednice u koju žele da ulažu, dok je za donatore osnovni dokument na osnovu kojeg odlučuju o dodjeli bespovratnih sredstava. Sa ciljem kontinuiranog usklađivanja sa promjenama u okruženju, proces izrade Strateškog plana razvoja, uključuje i njegovu reviziju i prilagođavanje sa novonastalim promjenama u zakonodavnom, institucionalnom i strateškom okviru, i osigurava dinamičnost cjelokupnog procesa. Osnove metodologije strateškog planiranja lokalnog područja su:

- Definisane lokalnih resursa;
- Animiranje i uključivanje ključnih lokalnih aktera iz privatnog, civilnog i javnog sektora, kao i sfere nauke;
- Definisane modela upravljanja resursima, njihovog zapošljavanja sa ciljem rasta i razvoja cjelokupne zajednice, bottom-up pristup;
- Usklađivanje prioritizacije sa krovnom strateškom dokumentacijom i potencijalnim izvorima finansiranja.

U lokalno planiranje spada izrada općinskih: prostornih, urbanističkih, zoning i regulacionih planova.

Općine u Federaciji BiH kantonalne zakone provode uporedo sa općinskim odlukama o prostornom uređenju koje su usklađene sa zakonom na višem nivou i preciznije određuju neka pravila u vezi sa općinskim zemljištem.

13.2 Regionalno planiranje

Države članice Vijeća Evrope suočavaju se s raznim problemima u djelokrugu okoliša i regionalnoga (ili prostornoga) planiranja, koji se često mogu riješiti samo na međunarodnom nivou. Vijeće Evrope stavilo je na raspolaganje zemljama članicama instrumente kojima je svrha:

- zaštita i upravljanje prirodnim okolišem u Evropi;
- očuvanje i poboljšanje ljudskoga okoliša i uvjeta stanovanja;
- razvoj regionalnog planiranja i razvojnih koncepcija.

Evropska konferencija ministara odgovornih za regionalno planiranje (CEMAT) redovno se organizuje od 1970. godine kako bi razmotrila izazove regionalnog planiranja. CEMAT obuhvaća sve zemlje članice Vijeća Evrope i pokušava ostvariti politiku regionalnog planiranja koja jamči trajni razvoj privrede, društva i okoliša u proširenoj Evropi.

Evropska povelja o regionalnom planiranju zagovara globalnu, funkcionalnu i dugotrajnu koncepciju prostornoga uređenja čiji cilj je postizanje:

- uravnoteženoga regionalnog društveno-privrednog razvoja;
- poboljšanja uslova svakodnevnog života;
- odgovornog upravljanja prirodnim resursima;
- zaštite okoliša i racionalnoga korištenja tla.

Regionalno planiranje je dostupna metoda i postupak definisanja, razvoja i označavanja različitih mogućih smjerova aktivnosti kako bi se zadovoljile postojeće ili buduće potrebe, dugoročni i kratkoročni ciljevi za određeno područje ili administrativni dio grada, kantona ili većeg geografskog područja.

Regionalno planiranje je grana planiranja koja se bavi dizajnom i učinkovitim postavljanjem aktivnosti i infrastrukture preko značajno velikog područja zemlje.

Regionalna struktura je organizacija ili uređenje velikoga geografskog područja ili određene podjele zemlje ili države koja se može formulirati u skladu s nekim administrativnim, biološkim, političkim, ekonomskim i demografskim kriterijima.

Razlozi nastanka regionalnog planiranja su politički, ekonomski, socijalni, zatim intenzivni procesi industrijalizacije, urbanizacije i deagrarizacije.

S obzirom da regije zahtijevaju različite prostore za usjeve, gradove, industrijske prostore, prijevozna središta, vojne baze, navigacijske pomoći i divljinu, regionalno planiranje možemo definisati i kao nauku učinkovitog postavljanja infrastrukture i zoniranja za održivi razvoj neke regije (kantona). Planeri za regionalno planiranje, poput novog urbanista Petera Calthorpea, promiču regionalno planiranje jer može adresirati regionalno rasprostranjene probleme poput okolišnih, socijalnih i ekonomskih važnosti koje nužno zahtijevaju regionalni fokus.

Načela regionalnog planiranja su:

- Ne smije se graditi na poplavnoj ravni ili duž potresnog rasjeda. Na tim područjima je najbolje planirati parkove ili farme. Kapitalna ulaganja trebala bi biti obeshrabrena, a gradnja kodova trebala bi biti najviše što se može učiniti u tim područjima.
- Treba planirati gradnju duž brda i planinskih lanaca. Tako se domovi i poslovi čuvaju podalje od vodenih insekata. Također, plodne ravnice se namjenjuju za obradive površine, a mogu se stvarati hladnije kuće tokom ljeta i toplije, solarno grijane tokom zime.
- Prvo se trebaju graditi prijevozni koridori prema obrascu središta. Smatra se da će tako razvoj slijediti prijevoznu infrastrukturu. Prijevozna središta trebala bi se graditi na vrhu brda, a ceste bi, ako je moguće, trebale pratiti linije planinskih lanaca.
- Administrativna i prijevozna središta trebala bi se polagati na istim mjestima. Mreže za administraciju mogu koristiti pogodnosti iz istih kapitalnih usavršavanja, kao i prijevozne mreže.
- Drveće bi trebalo biti zasađeno prema omjeru rada kako bi koristilo pogodnosti u mislima. To jest, ako voćnjaci proizvode najbolje prihode po radnom satu čovjeka, onda ih treba zasaditi.
- Trebaju se označiti lokacije za regionalne deponije. Treba osigurati da se sve obližnje osobe slože kako bi te deponije bile izgrađene ondje.
- Općenito bi područja trebala biti samoodrživa u hrani, vodi, prijevozu, komunikaciji i gorivu, sasvim dobro da se spriječi gladovanje, dehidracija i smrzavanje. Zgrade mogu koristiti solarno grijanje, solarne ćelije, snagu vjetra, cisterne i biljne vrtove na krovu, ako je to postavljeno kao prioritet.
- Neka svako područje također služi kao divljina. Trebalo bi omogućiti poticaje i prostor za migracijske mreže divljih životinja te za zelene pojaseve. Također bi trebalo uzgajati travnjake na krovovima, cestama i parkiralištima, te postaviti gnijezda na vrhovima zgrada.
- Trebalo bi upotrijebiti umjetna jezera za klimatizaciju toplinskih slivnika, olujna uleknuća i divlji život uz obalu.
- Svako bi područje trebalo služiti mnogostrukim svrhama. Na primjer, neka se parkovi sastoje od vrtova, negrađevinskih zona i jestivih biljaka uzgojenih za tržište.
- Trebalo bi izbjegavati socijalne institucije koje stratificiraju neku regiju prema dohotku. Obrtni zakoni i zoniranje koji potiču mješavinu stambenih vrijednosti.
- Kada se dizajniraju gradovi, trebalo bi postaviti staničnu mrežu koja uzima u obzir stanove, parkove, usjeve, zelene pojaseve, drenažna uleknuća, autoceste, lokalne ulice, parkirališta i prodavaonice. Trebalo bi ponavljati ćelije i uključiti blago različit cestovni namještaj i poseban ornament ili trgovinu na svakim vratima ili raskrižju.
- Trebalo bi uzeti u obzir građevne zakonike i zonske zakone koji potiču upotrebu zemljišta na najbolji mogući način.

13.3 Planiranje okoliša i planiranje prijevoza

Planiranje okoliša vrši se kroz prostorne i urbanističke planove u kojima se osiguravaju mjere i uslovi zaštite okoliša, a naročito:

- utvrđivanje posebnih režima očuvanja i korištenja područja zaštićenih prirodnih dobara, izvorišta vodosnabdijevanja, termalnih i mineralnih izvorišta, šuma, poljoprivrednog zemljišta, javnih zelenih površina, rekreacionih područja i banja;
- određivanje područja ugroženih dijelova okoliša (zagađena područja, područja ugrožena erozijom i bujicama, eksploatacijom mineralnih sirovina, plavna područja i sl.) i utvrđivanje mjera za sanaciju ovih područja;
- utvrđivanje mjera integrisane zaštite i planiranja predjela, radi uređenja dugoročne koncepcije, namjene i organizacije predjela i usklađivanja višenamjenskog korištenja prostora koje ugrožava predio (poljoprivreda, šumarstvo, vodoprivreda, rudarstvo, energetika, saobraćaj, stanovanje, rekreacije i dr.);
- utvrđivanje područja u kojima će se dugoročno sačuvati odgovarajuće udaljenosti između objekata u kojima je prisutna ili može biti prisutna jedna ili više opasnih materija u količinama koje su veće od propisanih i stambenih područja, javnih prostora, kao i područja od posebnog značaja, radi zaštite života i zdravlja ljudi i okoliša;
- utvrđivanje mjera i uslova zaštite okoliša prema kojima će se koristiti prostor namijenjen eksploataciji mineralnih sirovina, odnosno vršiti izgradnja industrijskih i energetskih objekata, postrojenja za skladištenje, pripremu za ponovnu upotrebu, tretman, odnosno ponovno iskorištavanje i odlaganje otpada, objekata infrastrukture i drugih objekata čijom izgradnjom ili korištenjem se može ugroziti okoliš.

Planiranje i upravljanje zaštitom okoliša osigurava se i ostvaruje provođenjem nacionalnih programa zaštite okoliša koje donose vlade na period od najmanje deset godina. Nacionalni programi osiguravaju integralnu zaštitu okoliša i sadrže:

- opis i ocjenu stanja okoliša;
- osnovne ciljeve i kriterijume za provođenje zaštite okoliša u cjelini, po oblastima i prostornim cjelinama sa prioritentnim mjerama zaštite;
- uslove za primjenu najpovoljnijih privrednih, tehničkih, tehnoloških, ekonomskih i drugih mjera za održivi razvoj i upravljanje zaštitom okoliša;
- dugoročne i kratkoročne mjere za sprječavanje, ublažavanje i kontrolu zagađivanja;
- nosioce, način i dinamiku realizacije;
- sredstva za realizaciju.

Nacionalni programi realizuju se akcionim i sanacionim planovima koje donose vlade za period od pet godina.

14. KORIŠTENJE GIS-A ZA RJEŠAVANJE RAZLIČITIH ZADATAKA U PROSTORNOM PLANIRANJU

GIS u prostornom planiranju se može koristiti na mnogo načina, međutim većina GIS aplikacija spada u jednu od pet oblasti: operativnost, projektovanje, marketing, finansije i kartiranje.

14.1 Izrada tematskih karata prostornih planova

Tematske karte prostornih planova sadrže kartografske prikaze i grafičke priloge na kojima se prikazuje postojeće stanje i planirani zahvati u prostoru. Ove tematske karte su osnova za izradu karte sinteznog prikaza - stanja u prostornom uređenju i korištenju prostora. Karta sinteznog prikaza radi se na osnovu radnih karata za pojedine sadržaje. Uobičajeno je da se radne karte i sintezna karta rade se u analognom i digitalnom obliku (GIS softverima).

Tematske karte prostornih planova izrađuju se u posljednje vrijeme u GIS-u gdje se formiraju baze podataka te imaju mogućnosti kompariranja sa susjednim prostornim planovima. Formatu podataka u digitalnim kartografskim prikazima moraju se moći povezati sa formatima digitalnih geodetskih podataka i moraju u potpunosti poštovati tačnost geodetskih podataka.

Izrađeni Prostorni plan ima veliku kolekciju tematskih karata. Uglavnom, danas su ove karte u digitalnom obliku (rasterskom ili vektorskom), te one predstavljaju riznicu za sve institucije koje se bave distribucijom energenata, vode i telekomunikacija. Često su ovi kartografski sadržaji osnova za ažuriranje postojećeg stanja infrastrukturnih objekata i planiranja novih.

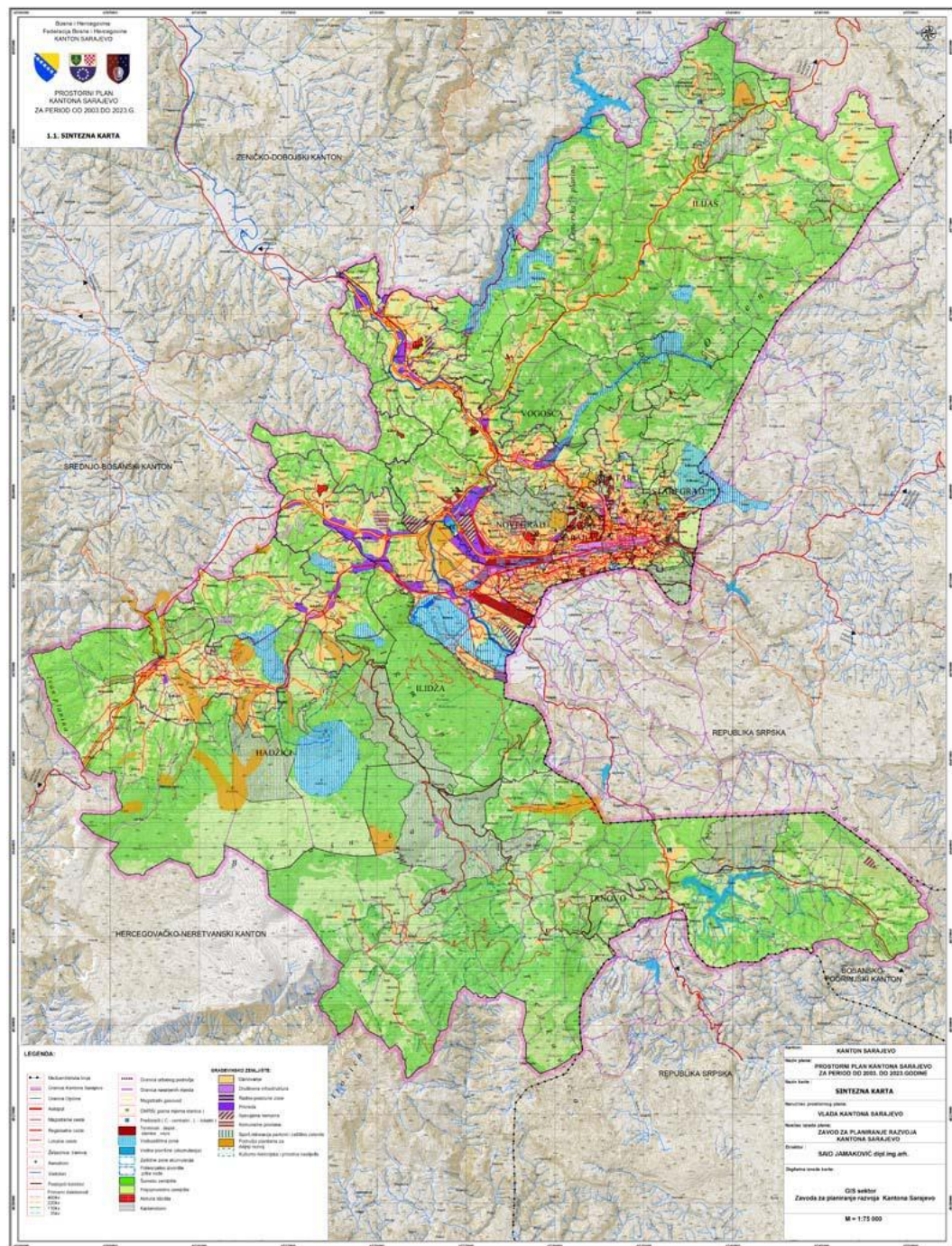
GIS omogućava prostornim planerima, geodetima i dr. da kreiraju inteligentne tematske karte pomoću alata za prikupljanje i preuzimanje podataka, kao i prostornih i geodetskih analiza. GIS može također da integrira neophodne CAD alate za izvođenje zadataka, kao što su:

- Dimenzioniranje mreže parcela,
- Editovanje geometrije,
- Druge mogućnosti editovanja i analize.

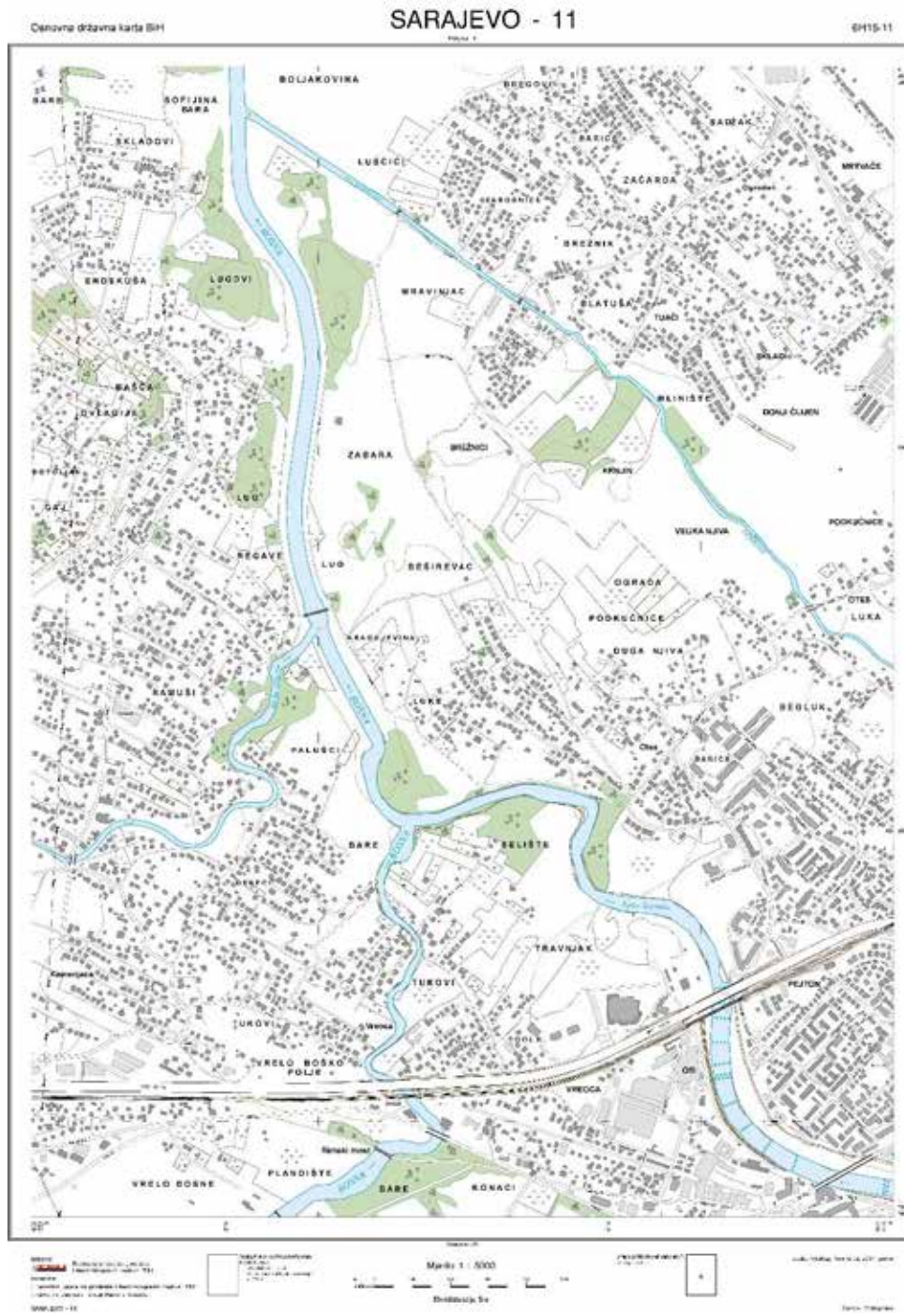
GIS ima korisne razvojno komunalne funkcije koje se mogu efikasnije izvršavati pomoću GIS-a, a to su između ostalog:

- Priprema, kartiranje i analiza prostornih i urbanističkih planova, rasporeda objekata, praćenje korištenja zemljišta, zoniranje, lokacija objekata, praćenje stanja u prostoru;
- Demografske analize za planiranje naselja i nadgledanje smjera razvoja;
- Operacije inspekcije i izdavanja dozvola za gradnju, provjera kalkulacija za povlastice, inspekcija puteva dostave građevinskog materijala, izdavanje dozvola prolaska i kreiranje izvještaja;
- Podrška programima i strategijama ekonomskog razvoja, kao što je odabir lokacija i objekata pogodnih za industrijski i komercijalni razvoj;
- Katastar – brz pristup katastarskim podacima o parcelama i vlasništvu, zoniranju, mogućnosti gradnje, i drugim javnim informacijama.

Na slici 14.1 prikazana je sintezna karta Prostornog plana Kantona Sarajevo. Ovakav plan, koji je rađen u GIS-u, predstavlja zakonsku osnovu za izvođenje svih drugih prostorno planskih i provedbenih planova u vremenskom periodu od dvadeset godina.



Slika 14.1 Prostorni Plan Kantona Sarajevo 2003-2023. – Sintezni prikaz namjene površina karta izrađena u ArcGIS-u¹



Slika 14.2: Primjer izrade karte 1:5000 u ArcGIS-u

14.2 Zaštita okoline

Razvojna politika strategije zaštite okoline treba da bude saglasna sa ciljevima uspostavljanja koherentne i opće usvojene politike upravljanja otpadom, koju promovira Evropska zajednica i koja mora biti ekološki racionalna i ekonomski održiva.

S obzirom da se GIS bazira na prostornim informacijama i odlikuje sposobnošću obrade velike količine podataka koji su ključ efikasnijeg i jeftinijeg nadgledanja čovjekovog uticaja na okolinu.

GIS-a omogućava kreiranje i održavanje baza podataka npr. katastar zagađivača (u državi, kantonu, gradu, ...). Katastar zagađivača se sastoji od slojeva informacija o zagađivačima i ispuštima. Vremenska komponenta podataka u smislu nastajanja novih zagađivača i prestanka sa radom starih, i u smislu podataka o količini zagađenja koji se prikupljaju u različitim vremenskim periodima.

GIS omogućava unošenje i ažuriranje zagađivača, ispusta, pretraživanje zagađivača po ispuštima i obratno, sortiranje podataka po zagađivačima, po ispuštima, postavljanje različitih upita, upoređivanje dostavljenih podataka o emisiji sa zakonski dozvoljenom koncentracijom zagađujućih materija, kreiranje različitih izvještaja, itd.

14.3 Planiranje i razvoj komunalne infrastrukture

Planiranje i razvoj komunalne infrastrukture je iterativni proces kojim inženjer pokušava da postigne optimalno rešenje u okviru važećih kriterijuma inženjerskog dizajna. Optimalno rešenje će generalno imati niz karakteristika, na primjer u pogledu troškova: izabrano rešenje bi trebalo da dovede do povoljnih troškova izgradnje i niskih troškova održavanja. S druge strane, dizajn bi trebao biti takav da svi stanovnici imaju pristup uslugama, da je ova usluga dobre kvalitete i da odgovorna organizacija može da se brine o infrastrukturi kada bude izgrađena. U procesu projektovanja, ovi aspekti su eksplicitno i implicitno prisutni, ali se često ne adresiraju na sistematski način. Korišćenje GIS-a u planiranju i razvoju infrastrukture je sredstvo za pružanje ovakvog sistematskog pristupa. GIS se primjenjuje u planiranju i razvoju infrastrukture kao npr. planiranje i projektovanje nove kanalizacione mreže sa pumpnim stanicama i putnom mrežom. GIS može biti važan alat za uspeh prostornog razvoja komunalne infrastrukture kako bi se olakšalo donošenje odluka u procesu planiranja ukoliko se GIS uključi u sistem planiranja.

Planiranje komunalne infrastrukture ovisi o društvenim potrebama, strategiji razvoja i ekonomsko-političkih faktora. Prilikom izrade prostornog plana definiše se prostor i pravci razvoja komunalne infrastrukture, međutim intenzitet i brzinu razvoja je teško predvidjeti. Kod selektivnog prostornog planiranja, često se dešava da se u kratkom periodu ove definicije promjene iz raznih razloga, tako da komunalne organizacije ne mogu tehnički optimizirati razvoj distributivnog sistema u skladu sa porastom potrošnje.

Ovakve pojave se danas mogu izbjeći planiranjem razvoja komunalne infrastrukture tehnikama prostorne analize na osnovu parametara raspoloživih kapaciteta, prostornih potencijala i tehničkih faktora koji utiču na tražena rješenja. GIS tehnologija daje potpuno novu dimenziju i kvalitetu.

Na osnovu veze između specifičnih informacija i karti moguće je identifikovati uzorke i razumjeti ono što i ne bi bilo vidljivo iz statičkih karti i dijagrama.

Mnoge komunalne institucije otkrile su vrijednost GIS-a u unaprjeđivanju svakodnevnih aktivnosti. GIS može biti koristan da pobliže opiše i kreira model mreže instalacija i integriše druge tipove podataka kakvi su rasteri ili CAD crteži. GIS alati za prikaz i selekciju prostornih podataka omogućavaju korisniku da vizualizira planirani rad, naredne aktivnosti, probleme održavanja i prikupljene povratne informacije.

Uvođenjem GIS tehnologija može pomoći u poboljšanju procesa donošenja odluka kod planiranja i razvoja komunalne infrastrukture npr. radi boljeg korištenja dostupnih sredstava. GIS se sve više koristi u agencijama za planiranje prijevoza, posebno u javnim gradskim prevoznim organizacijama.

Topološke karakteristike GIS baze podataka podržavaju mogućnosti kakve su praćenje ili pretraživanje mreže i mogu biti korištene za analizu specifičnih osobina ili usluga koje se tiču dešavanja kakva su prekidi, krahovi i slično. GIS može izvoditi i mnogo zahtjevnije operacije i zadatke održavanja, uključujući upravljanje skladištem, distributivne ili transportne analize, kreiranje prototipova sistema, kao i nadgledanje mreže i SCADA.

GIS također nudi mogućnost za pohranjivanje i analizu podataka npr. o gustoći populacije, korištenju zemljišta, toku putovanja i drugo.

Savremena komunalna administracija se danas suočava sa raznim problemima koji se uglavnom podudaraju sa općim društvenim trendom, karakterističnim za cijelo čovječanstvo. Rapidna urbanizacija, višestruko povećanje iskorištavanja prirodnih resursa, porast stanovništva, neracionalna potrošnja vode, zagađenje, pooštavanje ekoloških kriterija, poskupljenja usluga održavanja infrastrukture, oskudica sa prostorom za stambenu i poslovnu izgradnju, neproporcionalnost saobraćaja i saobraćajne infrastrukture, samo su neke od poteškoća koje zabrinjavaju komunalne službe i organizacije.

Najveći broj ovih problema su problemi vezani za prostor, odnosno prostornog su karaktera. Ako bismo za primjer uzeli snabdijevanje grada vodom ili nekim energentom, svaki građanin bi zahtijevao redovno, neprekidno i pouzdano snabdijevanje uz optimalnu cijenu. Ovo je moguće uz racionalno korištenje i minimalne gubitke distribucionog sistema, planiranje i upravljanje sistemom uz razvoj koji prati dinamiku povećanja broja korisnika. Na prvi pogled sve izgleda jednostavno i izvodljivo.

Racionalno korištenje podrazumijeva razvoj građanske svijesti uz poduzimanje raznih stimulativnih mjera. Kako bismo smanjili gubitke sistema na minimum neophodno je lokalizovati postojeće i potencijalne gubitke u sistemu te osigurati redovni tehnički monitoring i odražavanje distribucionog sistema. Ovo je organizaciono povezano sa prostorom, odnosno položajem pojedinih dijelova sistema.

Planiranje i upravljanje distribucijskim sistemom koji se razvija proporcionalno rastu broja korisnika je prilično složen proces. Prije svega, planiranje komunalne infrastrukture zavisi od društvenih potreba, prostornih uslova, strategije razvoja i ekonomsko-političkih faktora. Prilikom izrade prostornog plana moguće je definisati prostor i pravce razvoja komunalne infrastrukture, ali intenzitet i brzinu razvoja je teško predvidjeti. Zbog selektivnog urbanističkog planiranja, često se dešava da se u kratkom periodu

ove definicije promijene iz raznih razloga, tako da komunalne organizacije ne mogu tehnički optimizirati razvoj distribucionog sistema u skladu sa porastom potrošnje. Prognozirati rast distribucionog sistema na osnovu statističkih podataka je prihvatljivo u investicijskom smislu, ali statistički parametri nisu dovoljni za prostorni razvoj sistema. Kao potvrdu ovoj konstataciji imamo u nekim dijelovima grada pojavu nedovoljnog pritiska vode sa povremenim nestašicama, ili nestabilan napon sa prekidima napajanja, kad je riječ o elektro snabdijevanju.

Ovakve pojave danas se mogu izbjeći planiranjem razvoja komunalne infrastrukture tehnikama prostorne analize na osnovu parametara raspoloživih kapaciteta, prostornih potencijala i tehničkih faktora koji utiču na tražena rješenja.

Projektovanje i analiza razvoja distribucijskih sistema svodilo se uglavnom na tehničko znanje i iskustvo projekatanta, koji su pojedinačno davali idejna rješenja bazirana na prihvaćenom stereotipu. Razvojem informatike i CAD-a omogućena je brza saradnja timova planera raznih profesionalnih profila što je omogućilo jednostavnije praćenje dinamike razvoja komunalne infrastrukture u smislu planiranja. Danas, geo-informacione tehnologije omogućavaju primjenu prostorne analize koja procesu planiranja komunalne infrastrukture daje potpuno novu dimenziju i kvalitet. Također, mogućnost integracije GIS-a sa drugima tehnologijama (SCADA, GPS, WAP, telemetrija) ostvaruje prostorni monitoring funkcionalnosti uz interaktivno upravljanje radom komunalnih distribucijskih sistema.

Praktično sve obaveze i zadaci jednog distributivnog sistema imaju dodirne tačke sa geografijom: održavanje vodova i puteva, izgradnja i nadgledanje trafo stanica ili putnih trasa, odgovaranje na pozive potrošača, reagovanje u hitnim slučajevima. Svaki od ovih slučajeva određen je svojom lokacijom, odnosno položajem u prostoru. Tako da ne iznenađuje činjenica da komunalna preduzeća širom svijeta koriste GIS za upravljanje infrastrukturom. Ako se želi imati uvid u to koliko često se vrše popravke, ili koji tim poslati i gdje, GIS je očigledno rješenje.

Ono što je manje očigledno je da inženjeri, također, trebaju i katastarske, urbanističke ili demografske podatke o svojim potrošačima. Kada se svi podaci pohranjuju u jednu zajedničku prostornu bazu podataka, podaci su dostupni i svi bolje razumiju svoj dio posla. Izradom prostornog plana većina podataka neophodna za planiranje infrastrukture je već prikupljena u prostornoj bazi podataka.

Inženjeri koji bi inače radili samo s CAD podacima, sada mogu vidjeti, zahvaljujući GIS-u, kako njihov rad utiče na okolinu, na marketing ili na vlasničke odnose zemljišta. Voditi timove za popravke najkraćim putem do mjesta kvara, te znati iznad čega se kopa, jedino je moguće uz pomoć GIS generisanih informacija o prolaznim putevima i područjima koje treba izbjegavati, zajedno sa detaljima o odredištu i o potrebnom alatu za popravku. GIS omogućava planerima nove infrastrukture širi pogled na sistem u koji će se njihov projekat uključiti.

Osamdesetih godina, nova pravila natjerala su industriju telekomunikacija u svijet konkurentnog tržišta. Iste sile danas guraju industriju prijenosa električne energije istim putem, u svijet gdje konkurentnost i opstanak na tržištu zavisi od korištenja tehnologija posljednje generacije. Rukovodstva preduzeća su otkrila da su im geo-informacioni sistemi upravo neophodni za sve vidove poslovanja od planiranja i razvoja, automatskog

kartiranja i upravljanja do potrošačke podrške i dispečera. U procesu integracije svih ovih zadataka sa zajedničkom bazom podataka, uvidjeli su da im je i cjelokupna operativnost više koordinirana i efikasnija.

Osigurati funkcionalnost svih dijelova sistema u svakom trenutku, te sposobnost da reaguje na svaku promjenu unutar sistema je veoma kompleksan posao, ali može biti olakšan ako se svaki elemenat sistema (put, vod, stub, relej, cjevovod) prati pomoću baze podataka, ili još pojednostavljen ako je to prostorna baza podataka kakva je geo informacioni sistem. U GIS-u, stvarna struktura distributivog sistema (Gdje su vodovi? Gdje su konekcije?) može biti modeliran pomoću kompjutera, kao i svi drugi objekti: ulice, zgrade, parcele.

Informacioni model dijeli podatke po slojevima. Svaki sloj predstavlja određen tip objekata (putevi, stubovi, mjerni instrumenti, vodovi i slično). Svaki objekat se pohranjuje u zajedničku bazu podataka i uključuje koordinate što omogućava da kompjuter prikaže objekat na pravom mjestu.

Kako se korištenje GIS-a širilo od inženjerskih projektnih odjela preko dispečerskih kancelarija do službi za informisanje, te su svi ovi odjeli počeli dijeliti informacije, rukovodstvo bi obično uvidjelo da usklađenost operacija preko jedinstvene prostorne baze podataka rezultira mnogim poboljšanjima. Inženjeri mogu uzimati u obzir zaštitu okoline, odjel za odnose sa javnošću može razmatrati žalbe potrošača, a operativni rukovodioci mogu komentarisati dizajnirane planove prije nego budu izgrađeni.

Danas, mnoga preduzeća, uviđaju prednosti dizajniranja geoinformacionog sistema sa dna prema naprednim varijantama.

GIS unaprjeđuje organizaciju, integriše podatke i daje pristup informacijama. Činjenica je da je GIS tehnologija već prisutna u komunalnim preduzećima. Obzirom da postoji ogromna praznina u količini prostornih podataka koji su raspoloživi za korištenje u komunalnim preduzećima, korištenje prostornih podataka iz prostorne baze i uz smjernice Prostornog plana, ne samo da je ekonomski opravdano, nego i neophodno kako bi planeri u ovim institucijama planirali razvoj infrastrukture na osnovama predviđenim Prostornim planom. Kako je izrada Prostornog plana interaktivan i kontinuiran proces, timovi planera koji se bave planiranjem infrastrukture će efikasnije dati svoj doprinos razvoju i reviziji Prostornog plana koristeći isti jezik, odnosno istu tehnologiju koju su koristili urbanisti kreirajući Prostorni plan.

GIS se može koristiti kao ključni alat za smanjenje opasnosti od nesreća na cestama, s potrebom da se optimizira postojeća cestovna mreža, kao i poboljšaju mjere sigurnosti na cesti. To se može postići pravilnim upravljanjem prometom. Identificiranjem mjesta nastalih nesreća, moguće je planirati mjere ublažavanja za smanjenje nesreća, u različitim dijelovima svijeta. Alati GIS-a koriste se i za analizu kriminalističkih statistika i identifikaciju ponavljajućih obrazaca. Pomoću mapiranja i zračnih fotografija omogućuje pretraživanje lokacija i spašavanje. Mogu se identificirati najprikladnije rute kako bi se osigurala sigurnost velikog broja ljudi kupljenih na jednom mjestu. Analitička snaga GIS-a omogućuje otkrivanje uzoraka teških vremenskih uvjeta, tako da lokacijska inteligencija omogućuje obrane od poplava i drugih prirodnih katastrofa.

Literatura

- Anderberg R., (1973.) Cluster analysis for applications.
- Andrienko, G., Andrienko, N. (1999.) "Interactive Maps for Visual Data Exploration", *International Journal of Geographical Information Science*, 13(4), 355-374.
- Armstrong, M.P., Densham, P.J., Lolonis, P., and Ruston, G. (1992.) Cartographic displays to support locational decision making. *Cartography and Geographic Information Systems*, 19(2): 154-164.
- Avdagić Z, (2003.) *Vještačka inteligencija & expert systems*. Grafoart, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.
- Banerjee S., Abraham A. i Grosa C., (2015.) *Intelligent Decision Making for New Product Development and Market Positioning Using Soft Computing* Chung-Ang University, 156-756, Seoul, Republic of Korea.
- Bhushan, N.; Rai, K., (2004.) *Strategic Decision Making Applying the Analytic Hierarchy Process*, Springer.
- Bunch, M. J. (2001a), GIS for Marginalization or Empowerment in Environmental Management: A South Indian Example. *The Indian Geographical Journal*, 77(2): 1-17.
- Burrough, P.A., McDonnell R. A., (1997), „Principles of Geographical Information Systems - Spatial Information Systems and Geostatistics“, Oxford University press, New York.
- Burrough, P. A., and Rachael A. McDonnell (1998) *Principles of Geographical Information Systems*. New York: Oxford University Press.
- Burian, J. (2008): GIS analytical tools for planning and management of urban processes,“ in GIS Ostrava 2008, Ostrava, 2008.
- Carver, S. (1991.) *Integrating Multicriteria Evaluation with GIS*. *International Journal of Geographical Information Systems*, 5:321:339
- Cetl, V., Roić, M., Mađer, M. (2007), Cijene podataka katastra (str. 93-103), Mostar, Zbornik radova prvog kongresa o katastru u BiH, Geodetsko društvo Herceg-Bosne.
- Chrisman, N. R. (1987). Design of Geographic Information Systems Based on Social and Cultural Goals. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 53(10): 1367-1370.
- Couclelis, H. (1996.) Towards an Operational Typology of Geographic Entities with Illdefined Boundaries, *Geographic Objects with Indeterminate Boundaries* (eds, P. Burroughand Frank), 45-56, Taylor and Francis, London, UK.
- European Union, (2010.) *Survey on perceptions of quality of life in 75 European cities*. EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE-GENERAL, REGIONAL POLICY, Policy development, Urban development, territorial cohesion
- Frank, A. (1996.) "The Prevalence of Objects with Sharp Boundaries in GIS", *Geographic Objects with Indeterminate Boundaries* (Burrough, P., and Frank, A., eds.), 29-39, Taylor and Francis, London, *Spatial Decision Making Using Fuzzy GIS* 297
- George, R., Buckles, B., Petry, F., Yazici, A., (1992.) "Uncertainty Modeling in Object-Oriented Geographical Information Systems", *Proceedings of Conference on Database and Expert System Applications (DEXA 92)*, 77-86.
- Goodchild M.F. (1990), *Geographic information systems*, National Center for Geographic Information and Analysis, University of California
- Goodchild, M., Gopal, S. eds. (1990.) *The Accuracy of Spatial Databases*, Taylor and Francis, Basingstoke, UK.
- Huxhold, William E., Eric M. Fowler, and Brian Parr. 2004. *ArcGIS and the Digital City: A Hands-on Approach for Local Government*, ESRI Press.
- Jamaković S., Pleho J., (2015.) *Urbani prostori Sarajeva*, Arch Design d.o.o. Sarajevo
- Jamaković S., Demirović S., Milojević B., Pleho J., Ajanović A., Fetahagić M., (2014.) *International Manual of Planning Practice 2014*. ISOSCARP BiH.
- Jankowski, P. (1995.) "Integrating GIS and Multicriteria Decision Making Methods." *International Journal of Geographical Information Systems*.g(3):251-273.
- Jankowski, P. and Ewart, G. (1996.) *Spatial decision support system for health practitioners: selecting a location of rural health practice*. *Geographical Systems*, 3(2):279-299.

- Jankowski, P., Lotov, A., Gusev, D. (1999.) Application of multiple criteria trade-off approach to spatial decision making, in Jean- Claude Thill (ed.) Spatial Multicriteria Decision Making and Analysis: A geographic information sciences approach. Aldershot: Ashgate.
- Jiang, B., Huang, B., and Vasek, V. (2003). Geovisualisation for Planning Support Systems. In Planning Support Systems in Practice, Geertman, S., and Stillwell, J. (Eds.). Berlin: Springer.
- Jovičević M.,(2001.) Informacije i odlučivanje -- Podgorica.
- Karabegović A., (2006.) Primjena fuzzy logike u geografskom informacionom sistemu kod multikriterijalnog odlučivanja, Magistarski rad, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Sarajevu.
- Katinsky, M., (1994.) Fuzzy Set Modeling in Geographic Information Systems, Unpublished Master's Thesis, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI.
- Ključanin S., (2012.), Doktorski rad „Dizajn, implementacija i distribucija 3D geoprostornih tipova podataka za urbane topografske aplikacije“, Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu.
- Ključanin, S., Polončec-Petrić, V., Bačić, Ž., (2018): Osnove Infrastrukture prostornih podataka, Dobra Knjiga, Sarajevo
- Ključanin, S., Modrinić, Z., Taletović, J. (2018). Data Quality Assessment of the Basic Topographic Database 1: 10000 of the Federation of Bosnia and Herzegovina for LandCover, THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CIVIL ENGINEERING (ISCE), Jahorina 21-24 June 2018, Bosnia and Herzegovina
- Krueckeberg D.A. i Silvers A.L., (1975.) *Urban Planning Analysis: Methods and Models*,
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., and Rhind, D.W. (2001.) *Geographic Information Systems and Science*. Chichester: Wiley & Sons.
- Longley, Goodchild, Mcguire and Rhingl (2002). *Geographic Information Systems and Science*.
- MacEachren, A.M. and Kraak, M.J. 1997 Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda. *Computers & Geosciences*, 23(4), pp. 335-343.
- MacEachren, A.M. 2004. Geovisualization for knowledge construction and decision support. *IEEE computer graphics and applications*, 24(1), pp.13-17.
- Maguire, D. J., Goodchild, M., Rhind, D. W., (1991.) *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, Longman, 298 A Morris and P Jankowski
- Mikić Đ., (2006.) *Teorija i strategija poslovnog odlučivanja*, Banja Luka: Panevropski univerzitet Apeiron – Fakultet poslovne ekonomije.
- Oštir, K., Mulahusić, A. (2014): *Daljinska istraživanja*, Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu.
- Oštir-Sedej K., Stančić Z., Šumrada R. (1997.) *Geografski informacijski sistemi*. Kenneth Kvamme, Ljubljana
- Pavličić D., (2004.) *Teorija Odlučivanja*, Beograd, Centar za izdavačku delatnost Ekonomski fakultet Beograd
- Pleho J., Ajanović A, Fetahagić M., Jamaković S. (2008.) *International Manual of Planining Practice 2008.*, BiH izdanje IMPP. ISOSCARP
- Pleho, J. (2008) Fuzzy model za procjenu urbane kvalitete u planiranju razvoja Kantona Sarajevo, Magistarski rad, Univerzitet u Sarajevu.
- Pleho J, Avdagić Z., (2008.) *Fuzzy Model in Urban Planning*, Proceedings of the 9th WSEAS International Conference on FUZZY SYSTEMS (FS'08). Sofia, Bulgaria.
- Pleho J, Avdagić Z., (2015.) *Modeling of decision support system for spatial planning, based on ANFIS model*, 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, ISBN 978-619-7105-34-6 / ISSN 1314-2704, June 18-24, 2015, Book2 Vol. 1, 745-752 pp
- Pleho J., (2016.) *Sistem za podršku prostornom donošenju odluka primjenom fuzzy GIS-a*, Doktorski rad, Univerzitet u Sarajevu.
- Sheppard, E. (1995) GIS and Society: Towards a Research Agenda. *Cartography and Geographic Information Systems*, 22(1): 5-16.
- Studija saobraćaja na području kantona Sarajevo, Mirujući saobraćaj, (2005.), Fakultet za saobraćaj i komunikacije, Univerzitet u Sarajevu.
- Taletović J., Đuzo F. 2007. GIS u prostornom planiranju, Mostar, Zbornik radova prvog kongresa o katastru u BiH, Geodetsko društvo Herceg-Bosne.

Taletović J., Đuzo F., Vojniković S., Ljuša M., Čustović H. (2012): Osnovni principi, metodološki pristup Corine Land Cover u BiH i analiza rezultata CLC2000 i CLC2006, Geodetski glasnik broj 42, Savez udruženja građane geodetske struke Bosne i Hercegovine, Sarajevo 2012, BiH (strana 20-32).

Taletovic J. (2015) Osnovi kartografije u prostornom planiranju. Skripta, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Sarajevo.

Taletović J. (2015). Untersuchung des Einflusses der Lotabweichungen auf geodätische Ingenieurnetze im Gebiet Sarajevo, Dissertation, Technischen Universität Wien.

Uredba o jedinstvenoj metodologiji za izradu dokumenata prostornog uređenja. (2007.), "Službene novine Federacije BiH", br. 63/04, 50/07

Waddel P., (2007.) *Incorporating land use in metropolitan transportation planning. Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 41, Issue 5, June 2007, Pages 382–410

Warren, S. (1995) Teaching GIS as a Socially Constructed Technology. *Cartography and Geographic Information Systems*, 22(1): 70-77.

Wegener M., (2007.) *Operational Urban Models State of the Art*

Worral L. (1991). *Spatial Analysis and Spatial Policy using Geographic Information Systems*, Belhaven Press, London

Yager, R.R., (1988.) "On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 18, 183-190,

Zakon o prostornom planiranju i korištenju zemljišta na nivou Federacije Bosne i Hercegovine, (2002.) ("Službeni novine F BiH", broj 2/06)

Zakon o prostornom planiranju i korištenju zemljišta na nivou F BiH ('Službene novine FBiH' 32/08, 72/07, 2/06)

URL 1: OGC, <http://www.opengeospatial.org>, (20. Februar 2018)².

URL 2: ArcGIS Help. Esri, <https://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/>, (20. November 2018).

URL 3: Zavod za planiranje razvoja Kantona Sarajevo, <http://gispp.ks.gov.ba/webcity/map.jsp>, (26. Maj 2018).

URL 4: NIP Hrvatska, <http://geoportal.nipp.hr/hr/application/find#|60e182c2-ba80-4732-8a71-40ab9f60de17> (28. Juni 2018)

URL 5: ESRI

<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/commonly-used-tools/overlay-analysis.htm>

URL 6: GAUSS <http://www.gis.ba/primjena-gis-a/> (15. juli 2018.)

URL 7: Matt T. Rosenberg, Gravity Model – Predict The Movement of People and Ideas Between Two Places, <http://geography.about.com/library/weekly/aa031601a.htm> (25.12.2012.)

URL 8: The Cohort Survival Projection Method, <http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/cohort.htm>, (15. 01. 2014.)

