

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Nadja Ostrožnik

Vloga geografskih informacijskih sistemov v podjetjih

DIPLOMSKO DELO
VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM
PRVE STOPNJE RAČUNALNIŠTVA IN INFORMATIKE

Mentor: doc. dr. Rok Rupnik

Ljubljana, 2012



Št. naloge: 00346/2012

Datum: 05.09.2012

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **NADJA OSTROŽNIK**

Naslov: **VLOGA GEOGRAFSKIH INFORMACIJSKIH SISTEMOV V PODJETJIH**
THE ROLE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN
COMPANIES

Vrsta naloge: Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija prve stopnje

Tematika naloge:

Proučite področje geografskih informacijskih sistemov in izdelajte celovit pregled njihovih funkcionalnosti ter analiz, ki jih omogočajo podjetjem. Izdelajte tudi pregled izbranih programskih produktov, jih na kratko predstavite in izdajte primerjavo med njimi.

Mentor:

doc. dr. Rok Rupnik



Dekan:

prof. dr. Nikolaj Zimic

IZJAVA O AVTORSTVU

diplomskega dela

Spodaj podpisani/-a NADJA OSTROŽNIK,

z vpisno številko 63060528,

sem avtor/-ica diplomskega dela z naslovom:

Vloga geografskih informacijskih sistemov v podjetjih

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal/-a samostojno pod mentorstvom (naziv, ime in priimek)

doc. dr. Roka Rupnika

in somentorstvom (naziv, ime in priimek)

_____/_____

- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela

- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki »Dela FRI«.

V Ljubljani, dne 21.10.2012

Podpis avtorja/-ice: _____

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Roku Rupniku za podporo in nasvete v času študija in pri izdelavi diplomske naloge.

Hvala Iztoku in Benjaminu za vso potrpežljivost ter družinama Petkovič in Ostrožnik, ki sta me podpirali v času mojega študija.

KAZALO

1	Povzetek.....	1
2	Abstract.....	1
3	Uvod	2
4	Predstavitev geografskih informacijskih sistemov	3
4.1	Kaj je GIS?	3
4.2	Podatki.....	5
4.2.1	Vrste podatkov.....	5
4.2.1.1	Rastrski tip podatkov	5
4.2.1.2	Vektorski tip podatkov	6
4.2.1.3	Primerjava rastrskega in vektorskega tipa podatkov	6
4.2.2	Viri podatkov	9
4.2.2.1	Podjetja, ki se ukvarjajo z zajemom podatkov	9
4.2.2.2	Zajem podatkov	10
4.3	Analize.....	14
4.3.1	Matematične pretvorbe in klasifikacije atributov	15
4.3.2	Digitalno prekrivanje kart, kartografska algebra in Boolove operacije.....	15
4.3.3	Analiza oddaljenosti in stroškovne oddaljenosti	17
4.3.4	Analiza vidnosti in osončenja.....	18
4.3.5	Podpora odločanju	19
4.4	Orodja GIS.....	21
4.4.1	ArcGIS.....	22
4.4.2	GeoMedia	23
4.4.3	MapInfo	24
4.4.4	Idrisi.....	25
4.4.5	Manifold	26
4.4.6	AutoCAD MAP 3D	27
4.4.7	GRASS	28
4.4.8	MicroImages.....	29
4.4.9	ERDAS	30
4.5	Laganje s kartami	31
5	Primeri uporabe	35
5.1	Preprosti primeri analiz z GIS-i.....	35

5.1.1	Poizvedovanje po atributih in lokaciji.....	35
5.1.2	Matematična pretvorba – povprečje	36
5.1.3	Prekrivanje kart	38
5.1.4	Kombinacija prekrivanja kart, reklasifikacije in Boolovih operacij.....	39
5.1.5	Analiza oddaljenosti	40
5.1.6	Primerjava različnih pristopov pri podpori odločanju.....	43
5.2	Predstavitev GIS projektov v Sloveniji	49
5.2.1	Prikaz lokacije ključnega ob klicu v sili (112)	49
5.2.2	Potencialno plazovita območja v Sloveniji in izpostavljenost človekovega okolja	51
5.2.3	Geoinformacijska podpora pri določanju prednosti sanacije neurejenih odlagališč	53
5.2.4	GIS na področju varstva rastlin pred škodljivimi organizmi.....	55
5.2.5	GIS kot orodje za določanje prioriteten območij prenove mest.....	58
5.3	Predstavitev tujih GIS projektov	61
5.3.1	Vpliv posegov na živalstvo v Yellowstonskem parku	61
5.3.2	GIS kot orodje za spremljanje živine v Urugvaju	63
5.3.3	Sistem za podporo odločanju pri naravnih nesrečah	65
5.3.4	Policijski GIS center v Abu Dhabi-ju.....	67
5.3.5	Predvidevanje podnebnih sprememb na Rtu Cod	69
5.3.6	Primer GIS-a kolumbijske naftne družbe za ugotavljanje mesta udara strele	72
5.3.7	Načrtovanje letalskih poti v Španiji	74
5.3.8	Sistem poštnih števil v Savdski Arabiji, ki temelji na GIS analizah	75
5.4	Spletni GIS-i.....	77
5.4.1	Google Earth	77
5.4.2	PISO – Prostorski informacijski sistem občin.....	81
5.4.3	Geopedia.....	83
5.4.4	Interaktivna karta Slovenije z zbirkami ZRC SAZU	84
5.4.5	Atlas okolja	85
6	Sklep.....	87
7	Kazalo slik.....	88
8	Viri in literatura.....	90

Seznam uporabljenih kratic in pojmov

GIS – Geografski informacijski sistemi

ESRI – Environmental Systems Research Institute

ERDAS - Earth Resources Data Analysis System

PISO – Prostorski informacijski sistem občin

URSZR – Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje

FURS – Fitosanitarna uprava Republike Slovenije

ZRC SAZU – Znanstveni raziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti

ARKAS – Arheološki kataster Slovenije

MKGP – Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

1 Povzetek

Geografski informacijski sistemi postajajo vse bolj razširjeno orodje za urejanje, upravljanje, analiziranje, modeliranje, predstavitev in prikaz geografskih podatkov. Kljub temu so dokaj nepoznani oziroma zaprti znotraj posameznih strok. Namen diplomskega dela je predstavitev osnovnih področij geografskih informacijskih sistemov. Najprej je prikazan najbolj pomemben del geografskih informacijskih sistemov, to so podatki in način njihovega pridobivanja. Sledi opis osnovnih analiz, ki so temelj vsakega dela z geografskimi podatki in orodij, ki jih pri tem uporabljamo. Precejšen del diplomske naloge se ukvarja s predstavitvijo različnih GIS projektov, tako slovenskih kot tujih. Ti projekti prikazujejo uporabnost geografskih informacijskih sistemov v vsakdanjem življenju in jih poskušajo približati navadnemu človeku. Na koncu sledi še podpoglavje o spletnih GIS-ih, ki postajajo vse bolj priljubljeni.

Ključne besede: geografski informacijski sistemi, ArcGIS, podpora odločanju, GIS projekti

2 Abstract

Geographic information systems are becoming a widely used tool when arranging, managing, analysing, modelling, introducing and presenting geographical data. Nevertheless, they are still rather unknown or used only within individual professions. The purpose of this diploma paper is to present basic areas of geographic information systems. First, the most important part of the geographic information systems is presented, that is the data and the way how to acquire them. That is followed by a description of basic analyses which are the foundation of every work that includes geographic data and tools that are used when dealing with them. A considerable part of my diploma paper deals with the presentation of different GIS projects, Slovenian as well as foreign. These projects show how useful geographic information systems are in everyday life and try to bring these systems closer to an average person. Finally, there is a chapter dedicated to online GISs, which are now becoming more and more popular.

Key words: Geographic information systems, ArcGIS, decision support, GIS projects

3 Uvod

V današnjem življenju je hitrost in dostopnost informacij vse bolj pomembna, saj se vsakodnevno srečujemo z različnimi odločitvami. Pri večjih odločitvah je vključenih veliko informacij in različnih vidikov. Takšne odločitve presežejo zmožnost človeka, zato si predvsem podjetja večkrat pomagajo z informacijskimi sistemi. Z razvojem informacijskih sistemov se je razvila tudi posebna vrsta, geografski informacijski sistemi. Geografski informacijski sistemi so pomembno orodje za pomoč pri odločitvah, ki vsebujejo prostorsko komponento. To pa ni edina zmožnost GIS-ov, saj omogočajo najrazličnejše analize, modeliranje in predstavitev prostorskih in opisnih podatkov.

V zadnjih letih so geografski informacijski sistemi postali razširjeno orodje v tujini, pri nas pa je slika drugačna. Kljub povečani rabi GIS-ov v Sloveniji, le ta ostaja v veliki meri zaprta v okviru posameznih strok ali ustanov. Če pogledamo različne dodiplomske študije, se predmet Geografski informacijski sistemi predava v okviru študija geografije, gradbeništva in kot izbirni predmet na Fakulteti za računalništvo in informatiko v Mariboru. Kot vzporedna študentka geografije menim, da je enoletni predmet premalo za doseganje znanja, s katerim bi se dejansko dalo kaj narediti. Kakovostna in najbolj razširjena orodja stanejo od 1.500 \$ dalje, zato so za samostojno učenje težje možnosti. Vidim pa veliko priložnost v povezavi študija geografije ter računalništva in informatike. In prav to je namen mojega diplomskega dela. Spodbuditi morebitna razmišljanja o sodelovanju obeh študijev. Prav tako pa želim čim širšemu krogu ljudi predstaviti, kaj sploh so geografski informacijski sistemi in kako si z njimi pomagamo v vsakdanjem življenju.

Vsebina moje diplomske naloge se tako nanaša na geografske informacijske sisteme in njihovo rabo v vsakdanjem življenju.

Najprej bom predstavila, kaj informacijski sistemi sploh so, kakšne vrste podatkov potrebujemo, katere so osnovne analize in orodja. V nadaljevanju bom prikazala kako zgledajo osnovne analize z orodjem Idrisi, ter opisala nekaj slovenskih in tujih GIS projektov. Seveda pa ne smemo mimo spletnih GIS-ov, ki postajajo vse bolj razširjeni. Diplomsko nalogo pa bom zaključila s sklepom.

4 Predstavitev geografskih informacijskih sistemov

4.1 Kaj je GIS?

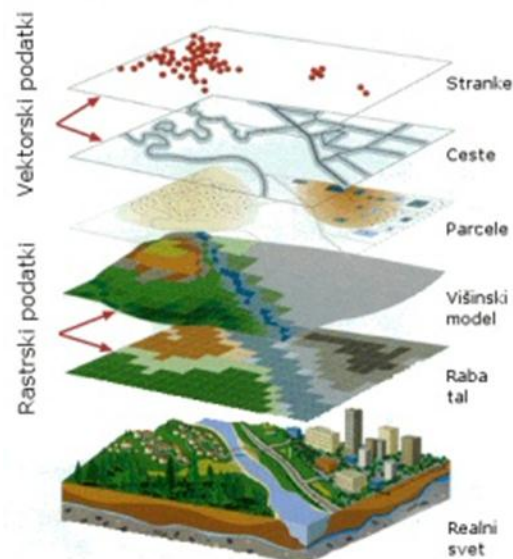
GIS (geografski informacijski sistem) je skupek strojne opreme, programske opreme in postopkov, ki omogočajo urejanje, upravljanje, analiziranje, modeliranje, predstavitev in prikaz geografsko referenciranih podatkov, z namenom reševanja kompleksnih problemov planiranja in upravljanja virov.

GIS je "pametna" karta, ki nam omogoča pridobivanje odgovorov na najrazličnejša vprašanja, npr. katera območja imajo primerno kvaliteto tal in so na prisojnih pobočjih, da bi jih lahko uporabili za vinograde; kako postaviti radijske oddajnike za optimalno pokritost prebivalstva in podobno. GIS torej ne odgovarja zgolj na enostavna vprašanja, ki se tičejo pozicije, pač pa kombinira najrazličnejše podatke - tako prostorske kot opisne. Zato so geografski podatki v današnjem času postali osnova za kvalitetno odločanje [1].

Tipični koraki pri delu z geografskimi podatki:

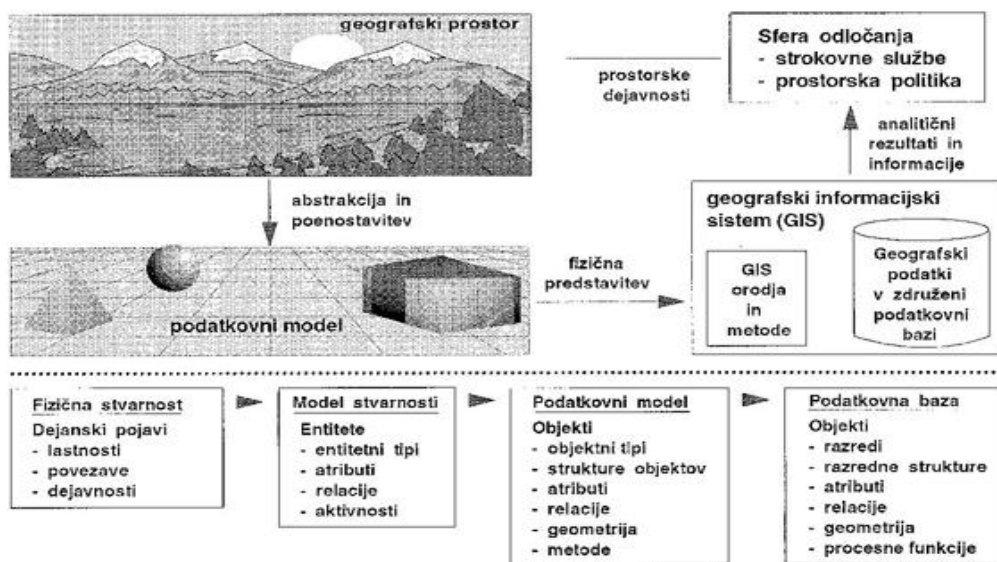
1. Določitev teme oziroma postavitev vprašanja, kaj nas sploh zanima.
2. Priprava in vnos podatkov: opredelitev, merjenje, zbiranje, vnos, priprava podatkov za analizo.
3. Analiza podatkov: skrbna proučitev podatkov, iskanje prostorskih vzorcev, medsebojnih povezav, modeliranje.
4. Predstavitev (prikaz) podatkov: predstavitev rezultatov analize na ustrezen način, ki omogoča razlago pojava in spoznanj [2].

GIS podatki so organizirani v plasti (ang. layers), kar prikazuje slika 2.1. Plasti lahko vsebujejo vektorske ali rastrske podatke. Vsaka plast vsebuje podatke enega samega tipa, npr. ceste, parcele, zgradbe ...



Slika 4.1: Prikaz posameznih plasti podatkov [3]

Osnovna zamisel sistema GIS je prikazana na sliki 2.2. Moč informacije predstavlja rezultat novega vpogleda, ki ga dobimo z ugotovitvijo novih relacij med na videz neodvisnimi podatki. Za izbiro dobrih odločitev so vedno potrebne zanesljive informacije. Odločanja ni nikoli brez določene negotovosti, ki je posledica tveganja izbrane odločitve. Informacije lahko zmanjšajo negotovost pri odločanju. Tako izvedene kakovostne prostorske informacije zato služijo predvsem kot osnova za lažje in boljše odločanje [4].



Slika 4.2: Zasnova geografskega informacijskega sistema [4]

4.2 Podatki

Podatki so najpomembnejša komponenta GIS-a. Če imamo ustrezna orodja, jih lahko pridobimo sami, drugače jih moramo naročiti pri podjetjih, ki se ukvarjajo z zajemom podatkov.

4.2.1 Vrste podatkov

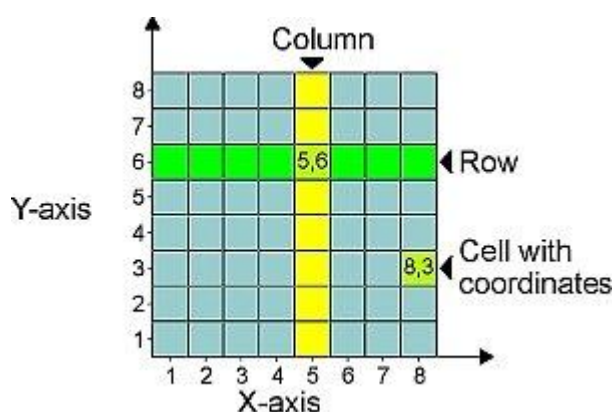
Poznamo dve različni delitvi podatkov. Prva delitev je na prostorske in opisne podatke. Prostorski podatki vsebujejo lokacijo določenega pojava. Sem spada večina zemljevidov. Opisni podatki so ponavadi predstavljeni s tabelo, največkrat so v paketu s prostorskimi podatki. Primer prostorskega tipa podatkov je karta Slovenije, opisni tip podatkov, ki spada zraven, pa je tabela s številom prebivalcev za določena mesta Slovenije. Druga delitev podatkov pa je glede na strukturo. Ločimo vektorske in rastrske podatke.

4.2.1.1 Rastrski tip podatkov

Pri rastrski strukturi so podatki predstavljeni z matriko (slika 2.3). Praviloma vsaka celica v matriki predstavlja kvadratno območje standardne velikosti (npr. 100 x 100 m) v naravi. Položaj nekega elementa realnega sveta je podan s številko vrstice (x) in stolpca (y). Izračunamo ga na sledeč način (ravninski koordinatni sistem):

$$X = \text{minx} + \text{stolpec} * \text{osnovnica}$$

$$Y = \text{maxy} - \text{vrstica} * \text{osnovnica}$$



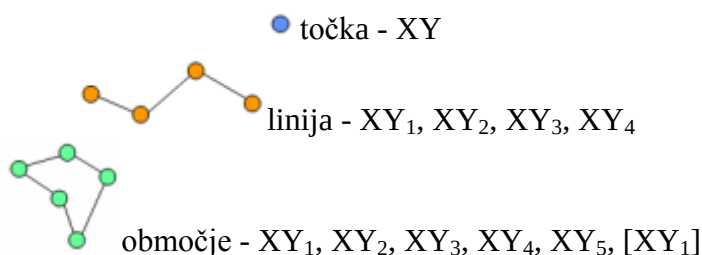
Slika 4.3: Rastrska struktura podatkov [5]

Točka je kvadrat. Črta je iz kvadratov sestavljen pas, katerega širina je lahko tudi večja od osnovnice posamezne celice. Območje je iz kvadratov sestavljeno območje.

Nosilec informacije je celica. Opredelitev posameznega objekta je mogoča le posredno, z dodelitvijo skupnega identifikatorja vsem celicam, ki prostorsko opredeljujejo določeno entiteto (objekt). Značilnosti objekta opredeljujemo tako, da vsaki celici, ki sestavlja objekt, pripišemo določeno značilnost. Predpostavimo, da želimo v rastrskem sloju shraniti podatke o krajih v prostoru, kjer so opažene določene živalske vrste. Vse območje dela se razdeli na mrežo kvadratov, v vsak kvadrat pa se zapiše, ali so na območju tega kvadrata opažene določene živali ali ne. Zapišeta se torej podatek ali »nepodatek«, vmesnega stanja ni [2].

4.2.1.2 Vektorski tip podatkov

Temeljni prostorski gradnik je točka. Lokacija posamezne točke je podana s parom koordinat v določenem koordinatnem sistemu. Črta je sestavljena iz zaporedja točk in pravila o povezavi zaporednih točk. Območje (poligon) je sestavljeno iz zaporedja točk, pravila o povezovanju zaporednih točk, pravila o povezavi prve z zadnjo točko in pravila o vsebovanju vsega, kar je znotraj omejenega območja. Vektorska struktura podatkov je predstavljena na sliki 2.4.



Slika 4.4: Vektorska struktura podatkov

4.2.1.3 Primerjava rastrskega in vektorskega tipa podatkov

Rastrski tip podatkov – prednosti:

- preprosta struktura podatkov,
- upravljanje z atributnimi podatki na podlagi njihove lokacije je preprosto,
- uporabimo lahko veliko vrst prostorskih analiz in filtrov,
- matematično modeliranje je preprosto, ker imajo vse prostorske entitete preprosto, pravilno obliko,
- primerni so za obdelavo večjega števila podatkovnih slojev,

- enostavna obdelava diskretnih in zveznih površin,
- tehnologija je poceni,
- dostopne so številne oblike podatkov.

Rastrski tip podatkov – slabosti:

- velike količine podatkov,
- uporaba velikih celic (za zmanjšanje količine podatkov) zmanjša prostorsko ločljivost, posledica je izguba informacij,
- grobe rastrske karte so neelegantne, čeprav je danes to vse manj problematično,
- koordinatne transformacije so težavne in dolgotrajne, razen če uporabimo posebne algoritme in strojno računalniško opremo – pa še takrat obstaja nevarnost izgube informacij in "spremembe" oblike celic.

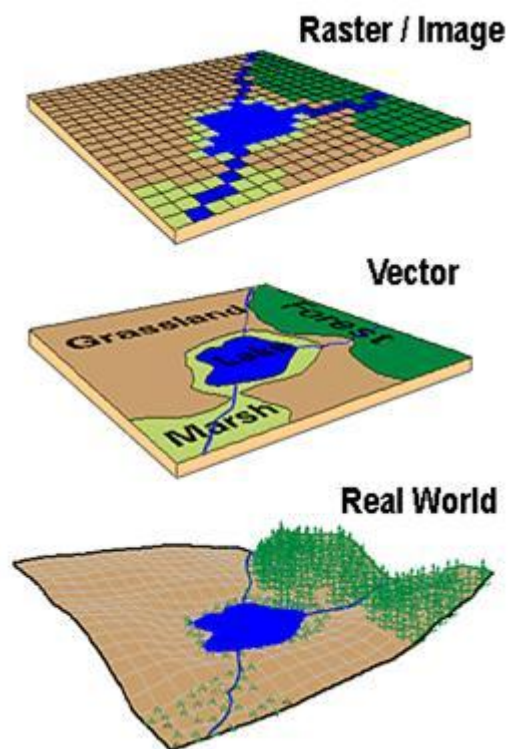
Vektorski tip podatkov – prednosti:

- dobra predstavitev modelov entitetnih podatkov,
- zgoščena struktura podatkov,
- topologijo lahko eksplicitno opišemo – ugodno za mrežne analize,
- koordinatne in rubber-sheet transformacije so preproste,
- točna grafična predstavitev v vseh merilih,
- mogoče je iskanje, spreminjanje in generalizacija grafike in atributov,
- najboljše sredstvo za upravljanje krajevnih baz podatkov, če moramo pogosto opravljati prostorske poizvedbe, brskati po njih in podatke hitro prikazovati.

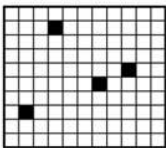
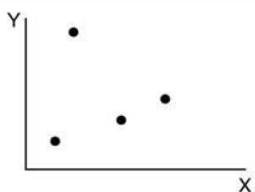
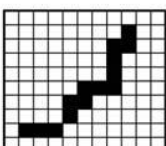
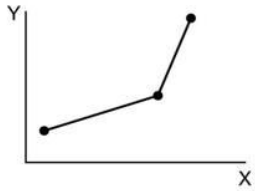
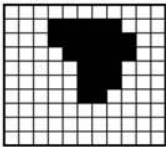
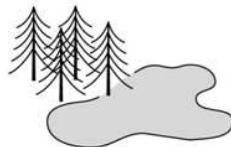
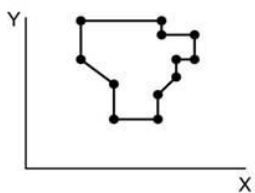
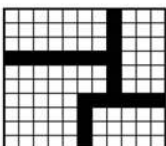
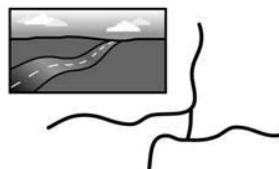
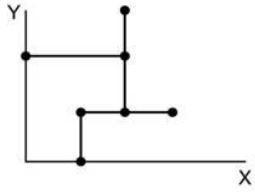
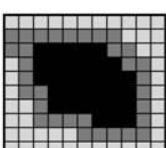
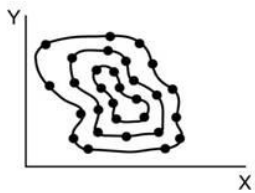
Vektorski tip podatkov – slabosti:

- kompleksna struktura podatkov ,
- kombiniranje številnih poligonskih omrežij s sečišči in prekrivanji je težavno in zahteva precej zmogljivo računalniško opremo,
- prikazovanje in tisk sta lahko dolgotrajna in draga, zlasti za risanje, barvanje in senčenje visoke kakovosti,
- prostorska analiza znotraj temeljnih enot, kot so poligoni, ni mogoča brez dodatnih podatkov, ker predpostavljamo, da so notranje homogene,
- simulacijsko modeliranje procesov prostorskega součinkovanja ob poteh, ki niso opredeljene z eksplicitno topologijo, je težavnejše, kot v primeru rastrske strukture podatkov, ker ima vsaka prostorska entiteta drugačno obliko in velikost [2,4].

Na slikah 2.5 in 2.6 je prikazana primerjava vektorske in rastrske strukture podatkov.



Slika 4.5: Primerjava rastrske in vektorske strukture podatkov [6]

The raster view of the world	Happy Valley spatial entities	The vector view of the world
	 x x Points: hotels	
	 Lines: ski lifts	
	 Areas: forest	
	 Network: roads	
	 Surface: elevation	

Slika 4.6: Rastrska in vektorska struktura podatkov [7]

4.2.2 Viri podatkov

Pridobivanje podatkov je najzahtevnejši in najdražji del GIS-a. Če imamo ustrezno opremo, lahko podatke zajamemo sami, drugače jih naročimo pri podjetju, ki se ukvarja z zajemom. Nekateri podatki so na voljo brezplačno na spletu, vendar so ponavadi premalo natančni za resno delo.

4.2.2.1 Podjetja, ki se ukvarjajo z zajemom podatkov

Na spletu obstaja zelo veliko GIS aplikacij, ki omogočajo prikazovanje različnih podatkov in slojev, vendar se njihova funkcionalnost tukaj konča. Teh podatkov ponavadi ne moremo izvoziti, da bi jih uporabili pri resnejšem delu. Najbolj znan primer brezplačnega spletnega

GIS-a je Google Earth. Podrobneje je opisan v poglavju 3.4. Nekaj spletnih GIS-ov pa imamo tudi v Sloveniji:

- Prostorski informacijski sistem občin (PISO):
<http://www.geoprostor.net/PisoPortal/Default.aspx?>,
- Atlas okolja: <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>,
- Geopedia: <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>,
- KASPeR: <http://www.gis.si/kasper/si/index.html>,
- Interaktivna karta Slovenije z zbirkami ZRC SAZU: <http://gis.zrc-sazu.si/zrcgis/>.

Brezplačnih prostorskih podatkov za območje Slovenije, ki bi bili primerni za nadaljnjo obdelavo, je malo. Statistični urad Republike Slovenije ponuja na svoji spletni strani prostorske in opisne podatke. Prostorski podatki vsebujejo razdelitev Slovenije na občine, statistične regije in naselja. Za različne prostorske enote so na voljo statistični podatki v obliki tabel. Na spletni strani Agencije za okolje in prostor so brezplačno na voljo vsi podatki, ki so prikazani v spletnem GIS-u Atlas okolja. Lažje pa bomo našli prostorske podatke v svetovnem merilu. Spletna stran Free GIS Datasets (<http://freegisdata.rtwilson.com/>) vsebuje seznam naslovov različnih organizacij, ki ponujajo brezplačne podatke. Nekaj podatkov je na voljo tudi na spletni strani podjetja Esri, ki je vodilen na področju orodij za GIS-e.

Brezplačni podatki so ponavadi za resne raziskave neprimerni, zato je potrebno podatke kupiti. Izbiramo lahko med podatki, ki so že pridobljeni ali pa se dogovorimo za zajem specifičnih podatkov. V Sloveniji je kar nekaj podjetij, agencij in organizacij, pri katerih lahko naročimo podatke. Mednje spadajo Agencija Republike Slovenije za okolje in prostor, Geodetski inštitut Slovenije, Geodetska uprava Republike Slovenije, Geološki zavod RS, Zavod za gozdove RS in posamezne občine. Obstaja tudi nekaj zasebnih podjetij, ki se ukvarjajo s pridobivanjem prostorskih podatkov: Harpha Sea, TerraGIS, Geoservis, Geoin ...

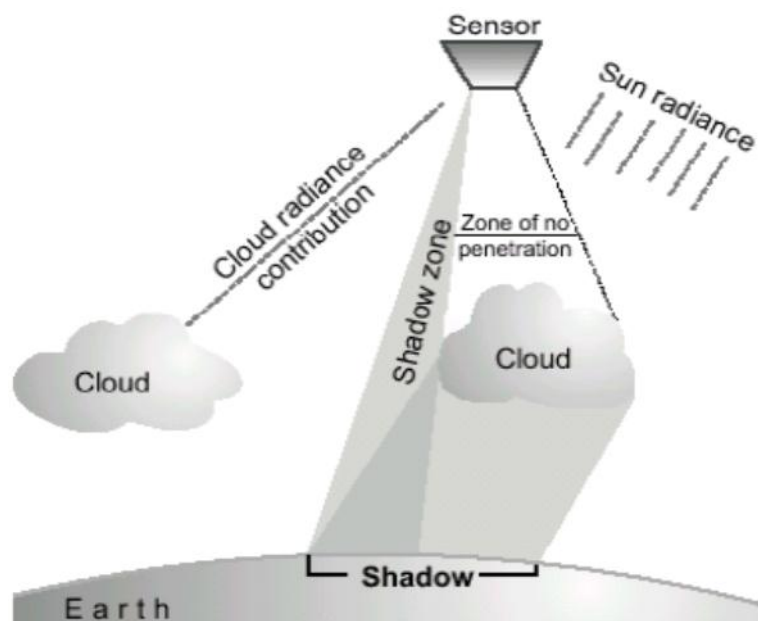
4.2.2.2 Zajem podatkov

Poznamo analogno-digitalni zajem, kamor spadata skeniranje in vektorska digitalizacija ter digitalni zajem, ki ga predstavljajo daljinsko zaznavanje, aerosnemanje, geodetsko snemanje in terenski zajem podatkov z GPS.

Daljinsko zaznavanje

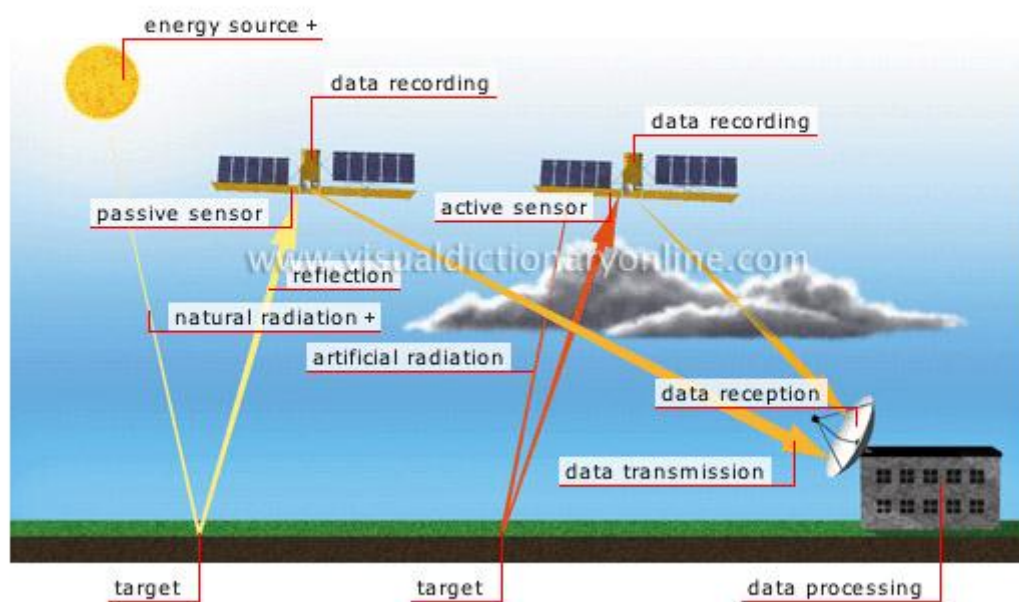
Daljinsko zaznavanje je merjenje medsebojnega součinkovanja med materiali na zemeljskem površju in elektromagnetno energijo. Pri daljinskem zaznavanju sprejemamo elektromagnetno valovanje, ki ga odbija ali seva opazovani premet. Pri tem uporabljamo fotografske kamere,

radarje, laserje, multispektralne kamere in druge inštrumente. Telesa na Zemlji del prejetega sončnega sevanja vpijejo, del odbijejo ali prepustijo. Kolikšni so posamezni deleži, je odvisno od snovi, valovne dolžine sevanja, atmosferskih in drugih vplivov (slika 2.7). Telesa se razlikujejo med seboj po deležih odbitega, vpitega ali prepuščenega sevanja, kljub temu pa imajo nekateri materiali podoben spektralni odbojni vzorec, zato je potrebna analiza pridobljenih slik. Daljinsko zaznavanje je eden najpomembnejših virov podatkov v GIS-ih, saj omogoča neprekinjeno pridobivanje podatkov za celotno površje Zemlje, s časovnim zamikom nekaj tednov do nekaj ur. Podatki so največkrat v obliki digitalnih (rastrskih) slik, ki so primerne za takojšnjo vključitev v GIS [2,8].



Slika 4.7: Primer vpliva oblakov pri zajemanju slike [9]

Senzorji naprav za daljinsko zaznavanje so lahko aktivni ali pasivni (slika 2.8). Večina sistemov za daljinsko zaznavanje uporablja pasivne senzorje in sonce kot vir energije.

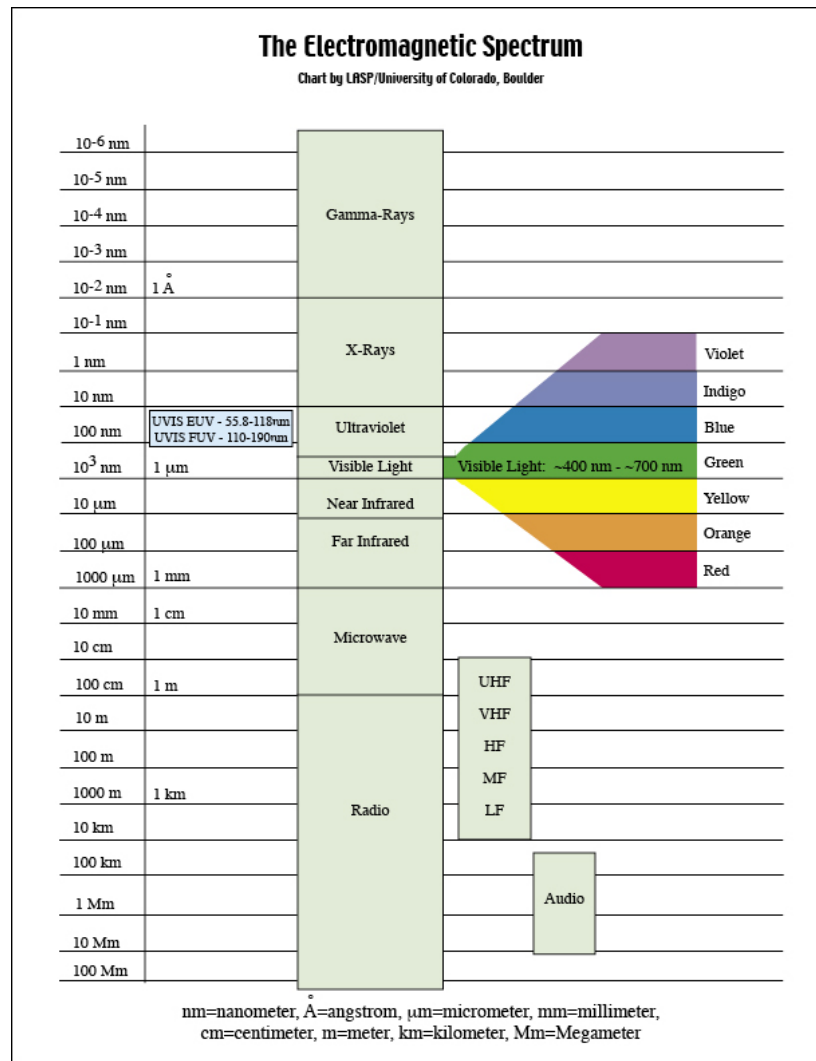


Slika 4.8: Aktivni in pasivni senzor [10]

Večina naprav za daljinsko zaznavanje meri elektromagnetno energijo. Elektromagnetni spekter je zelo širok, za potrebe daljinskega zaznavanja so uporabni le nekateri njegovi deli. Pri tem se pojavi problem, da nekateri deli elektromagnetnega spektra ne součinkujejo s predmeti na zemeljskem površju, ki jih želimo zaznati oziroma proučiti. Atmosfera absorbira in/ali razprši znatni del elektromagnetnega sevanja z najkrajšimi valovnimi dolžinami. Leče naprav za daljinsko zaznavanje absorbirajo velik del elektromagnetnega sevanja s kratkimi valovnimi dolžinami (UV).

Deli elektromagnetnega spektra, ki jih senzor zazna (slika 2.9):

- modri del vidnega dela spektra,
- zeleni del vidnega dela spektra,
- rdeči del vidnega dela spektra,
- skoraj infrardeča (near-IR),
- srednje infrardeči del spektra,
- toplotni (termalni) infrardeči del spektra,
- radarski in mikrovalovni del spektra [2].



Slika 4.9: Deli elektromagnetnega spektra [11]

Obstaja več vrst senzorjev, ki snemajo v različnih delih spektra: gama žarki, multispektralni skener, termalni skener, radiometer, laserski skener ... Primer multispektralnega daljinskega zajemanja je običajna barvna fotografija, ki je kompozit treh filmskih slojev - modrega, zelenega in rdečega dela svetlobe.

Vrste ločljivosti pri daljinskem zaznavanju:

- Prostorska: opredeljena je z velikostjo osnovnega elementa slike (piksla) oziroma z območjem, ki ga na zemeljskem površju ta piksel predstavlja.
- Spektralna: število in širina spektralnih pasov, v katerih je posneta slika. Rezultat je tudi število slik (slojev), ki sestavljajo en daljinsko zaznan posnetek.
- Radiometrična: število vrednosti, ki predstavljajo interval, na katerem so predstavljene odbojne vrednosti za določen del spektra. Neposredno povezano s tipom podatkov v rastrski sliki (boolean, byte, integer, real). Največkrat je interval 0-255 = 8 bitov na piksel.

- Vsebinska ločljivost: dejansko edina pomembna pri daljinskem zaznavanju (razen za estetske potrebe). Katere oziroma koliko objektov, materialov lahko dejansko (pravilno) razločimo s slike [2].

Aerosnemanje

Aerofotogrametrija je merska tehnika za snemanje zemeljske površine iz letala. Ta način snemanja je primeren takrat, ko je potrebno relativno hitro posneti večja območja, ker je postopek geodetskega merjenja prepočasen. Fotografijo, ki jo pri tem dobimo, imenujemo ortofoto (slika 2.10). Aerosnemanje se uporablja za snemanje naravnih nesreč, poselitve, vodotokov, gozdnih površin, cest, zavarovanih območij ... Od leta 2006 je celotna Slovenija pokrita z barvnimi ortofoti [2].



Slika 4.10: Primer letalskega posnetka [12]

4.3 Analize

Nad prostorskimi podatki lahko izvedemo veliko različnih analiz. Med najbolj pogoste spadajo naslednje analize:

- matematična pretvorbe in klasifikacije atributov,
- digitalno prekrivanje kart, kartografska algebra in Boolove operacije,
- analiza oddaljenosti in stroškovne oddaljenosti,
- analiza vidnosti in osončenja,

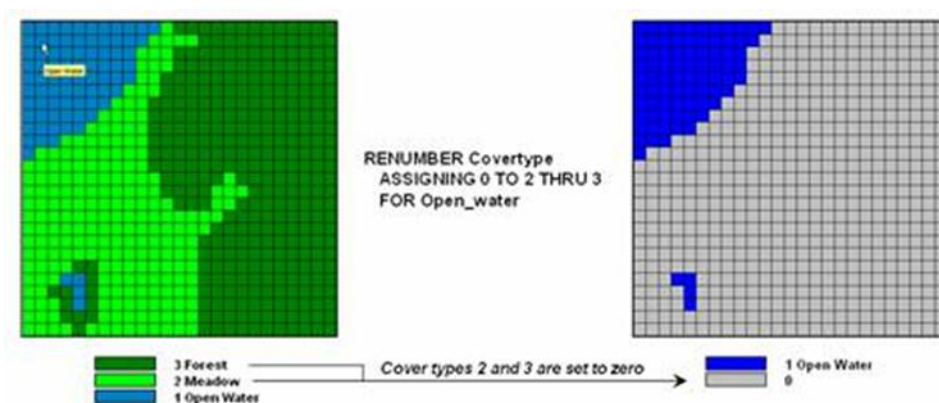
- podpora odločanju.

4.3.1 Matematične pretvorbe in klasifikacije atributov

Matematične pretvorbe se praviloma nanašajo na analizo posameznega sloja podatkov, na primer:

- aritmetične operacije atributa s konstanto,
- funkcije vrednosti atributa, na primer logaritmiranje, pretvorbe med merskimi lestvicami,
- reklasifikacije v drugačne razrede, običajno v manjšo količino (Krevs, 2001).

Na sliki 2.11 lahko vidimo primer združitve dveh kategorij (travnik in gozd) v kopno.

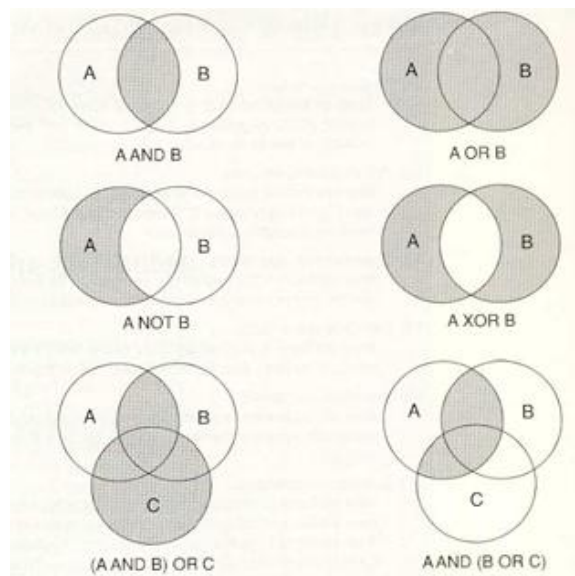


Slika 4.11: Reklasifikacija [13]

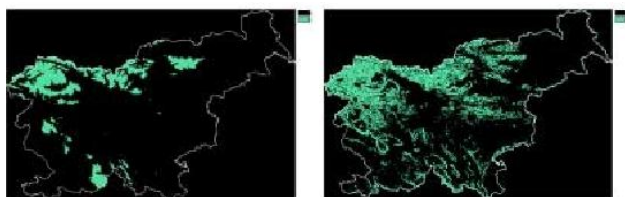
4.3.2 Digitalno prekrivanje kart, kartografska algebra in Boolove operacije

V računskem smislu gre za postopke z dvema ali več sloji podatkov za isto območje, v enaki prostorski (geometrijski) ločljivosti in v enakem koordinatnem (referenčnem) sistemu.

To so postopki, ki dajejo rezultate na podlagi istoležnih atributov. Digitalno prekrivanje kart je zelo sorodno klasičnemu prekrivanju kart, vendar je izbor operacij mnogo širši, v prekrivanje pa lahko vključimo poljubno število slojev, kar je pri klasičnem načinu zelo težko. Novi atribut je lahko rezultat: logične (Boolove) operacije, aritmetične operacije, trigonometrične operacije, spremembe tipa podatkov, statistične operacije ali multivariatne operacije [2]. Slika 2.12 prikazuje diagrame Boolove operacije, sliki 2.13 in 2.14 pa primer uporabe digitalnega prekrivanja kart z Boolovimi operacijami.

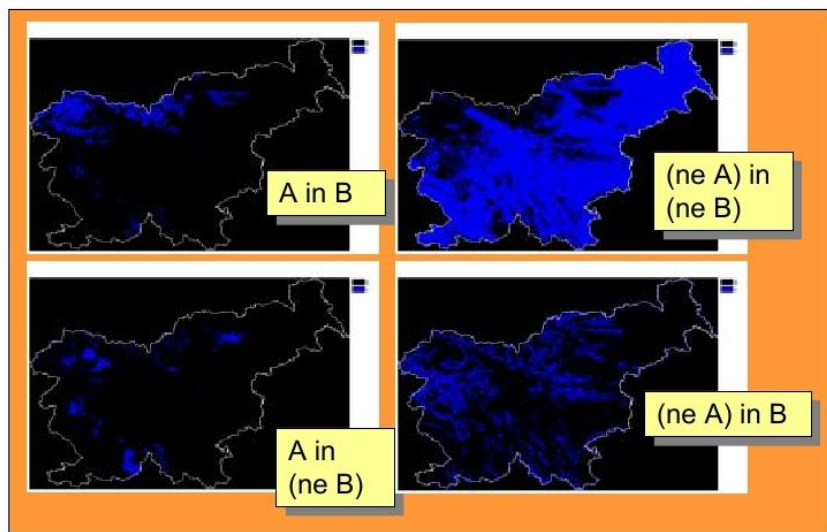


Slika 4.12: Boolove operacije [14]

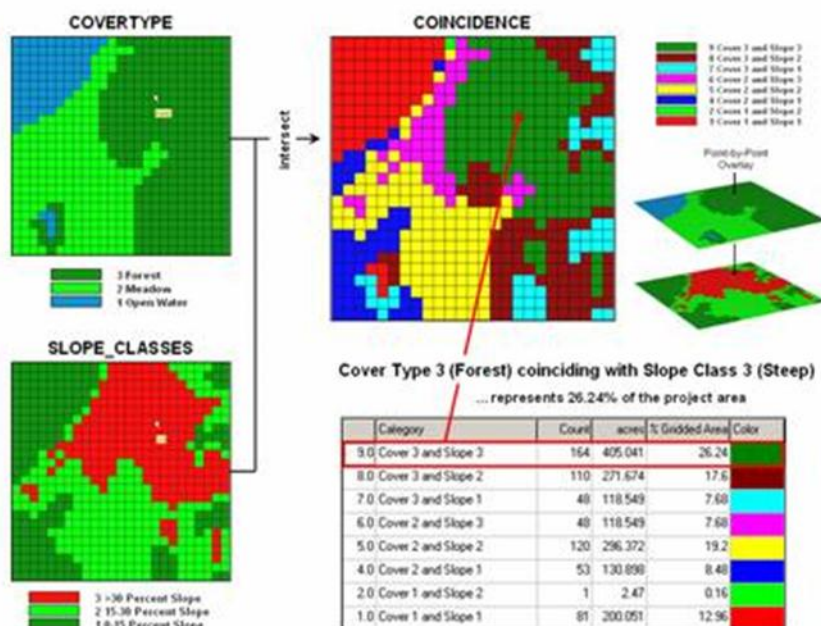


A=n.v. nad 1000 m

B=naklon nad 10°



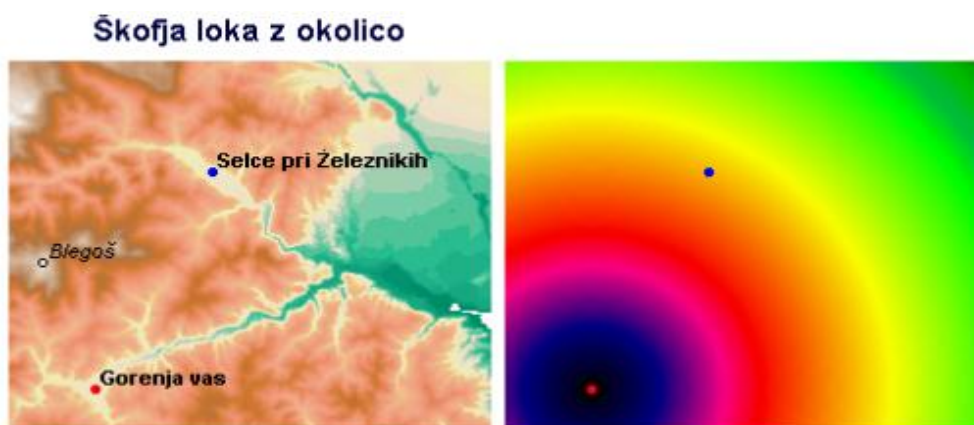
Slika 4.13: Digitalno prekrivanje kart z Boolovimi operacijami [2]



Slika 4.14: Digitalno prekrivanje kart (preseki) [13]

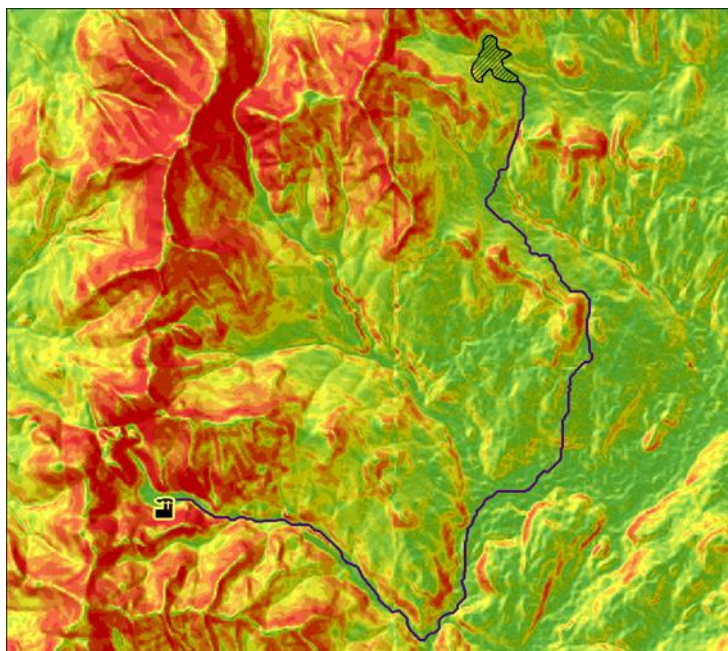
4.3.3 Analiza oddaljenosti in stroškovne oddaljenosti

Pri analizi oddaljenosti (slika 2.15) računamo oddaljenost od določenega pojava, objekta ali skupine objektov. V razširjenem smislu vključuje tudi iskanje najugodnejše (najkrajše, najcenejše, najmanj naporne ...) poti med dvema ali več lokacijami. Potrebna je opredelitev lokacij, od katerih želimo izračunati razdalje. Lahko določimo eno ali več lokacij. Pri vektorskem GIS-u opredelimo objekte, za katere želimo opraviti izračune, pri rastrskem GIS-u so ti objekti vse celice v rastrskem sloju podatkov. Kadar imamo en, objekt računamo oddaljenost od njegove lokacije, če je več objektov, pa oddaljenost od najbližjega izmed objektov [2].



Slika 4.15: Analiza oddaljenosti [2]

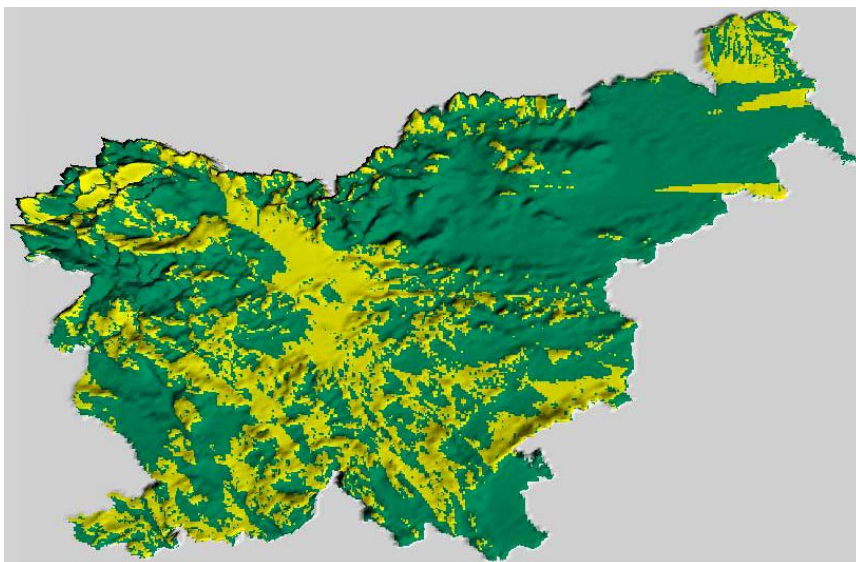
Analiza stroškovne oddaljenosti razdaljo izrazi z neko mero stroškov potovanja (slika 2.16). Stroške oziroma težavnost potovanja izrazimo na t.i. ploskvi trenja. Za vsako lokacijo (celico) na nek način izrazimo težavnost prehoda. Na primer: trenje (faktor) = 3 pomeni, da je cena prehoda preko celice trikrat tolikšna, kot preko "osnovne celice", za katero velja faktor = 1. Ločimo: izotropno stroškovno oddaljenost (trenje ni odvisno od smeri potovanja) in anizotropno stroškovno oddaljenost (trenje je odvisno od smeri potovanja) [2].



Slika 4.16: Analiza stroškovne oddaljenosti [15]

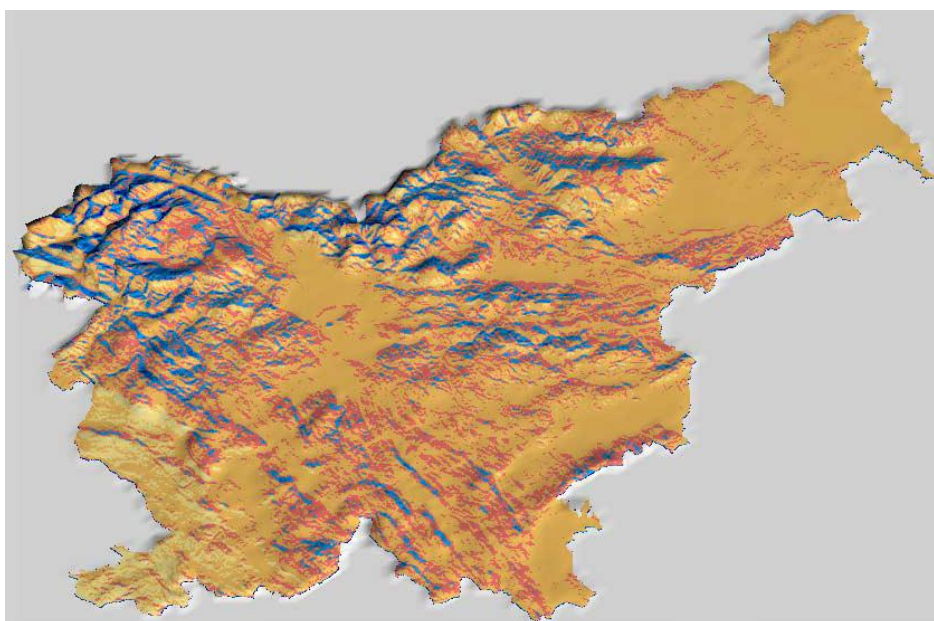
4.3.4 Analiza vidnosti in osončenja

Analizo vidnosti v geografskih informacijskih sistemih razumemo kot prostorsko analizo, s katero glede na izbrano točko določimo binarni sloj (ne)vidnega površja s pomočjo digitalnega modela višin. Operacija določitve vidnega območja z izbrane točke je običajno vezana le na eno točko, kar je predvsem pri modeliranju naravnih procesov manj uporabno, zato je vidnost v rastru bolje opisati s poljubno izbranim indeksom vidnosti, ki je lahko na primer razdalja do najbolj oddaljenega objekta na obzorju ali višinski kot obzorja [16]. Po domače povedano nam analiza vidnosti pove, kaj vse vidimo, če se postavimo na neko točko v pokrajini. Na sliki 2.17 je prikazan razgled s Triglava.



Slika 4.17: Prikaz pogleda s Triglava izdelanega s pomočjo analize vidnosti [2]

Z analizo osončenja (slika 2.18) ugotavljamo kakšna je osončenost/osenčenost lokacije (celice), količina energije sončnega obsevanja v določenem časovnem obdobju in kakšen je kot med sončnim žarkom in površjem. Gre za zapleten računski postopek.



Slika 4.18: Prikaz količine sončnega obsevanja izdelanega s pomočjo analize osončenja [2]

4.3.5 Podpora odločanju

V življenju se neprestano odločamo, velik del teh odločitev je prostorskih. Podatki, ki jih uporabimo za odločitev, največkrat niso v obliki obsežne zbirke podatkov in jih ne obdelujemo z zapletenimi kvantitativnimi orodji. Obstajajo pa odločitve, ki morajo temeljiti

na številnih, čim bolj kakovostnih podatkih in ki zahtevajo obsežne in zahtevne predhodne analize. Zaradi takšnih potreb so bila razvita orodja za podporo odločanju o posegih v prostor oziroma v širšem smislu o vedenju v prostoru. Le redke so "čiste" odločitve, vse več je negotovosti pri odločanju. Negotovost oziroma nezanesljivost se ne nanaša le na podatke, temveč je ena izmed značilnosti samega procesa odločanja. Teorija odločanja se ukvarja z logiko, s pomočjo katere pridemo do izbora med alternativami. Alternative so lahko različna (alternativna) dejanja, domneve, predmeti ...

Temeljni pojmi metod za podporo odločanju:

- **Odločitev:** izbor med možnostmi (alternativami); določitev pripadnosti posameznikov eni izmed alternativ.
- **Kriterij:** podlaga za odločanje; lahko ga izmerimo in ovrednotimo. Poznamo dve vrsti kriterijev, dejavnike in omejitve.
- **Dejavniki (factors):** kriterij, ki povečuje ali zmanjšuje primernost določene alternative za obravnavano dejavnost.
- **Omejitve (constraints):** uporabimo jih za omejitev obravnavanih alternativ. Poznamo trde in mehke (fuzzy) omejitve.
- **Pravilo odločanja (odločitveno pravilo):** postopek izbire in kombinacije kriterijev, da pridemo do določenega vrednotenja in s pomočjo katerega rezultate vrednotenja med seboj primerjamo in glede na njih ravnamo.
- **Cilj:** vidik (perspektiva), ki služi vodenju strukturiranja pravil odločanja. Cilj je na primer lahko določitev območij primernih za sečnjo gozdov. Vendar je lahko naš vidik takšen, da želimo najmanjše učinke sečnje na rekreacijske dejavnosti na območju. Izbor kriterijev in njim pripisanih uteži bo torej precej drugačen, kot če bi želeli le največji profit od sečnje gozda. Cilji se torej v veliki meri nanašajo na motive in družbene vidike.
- **Vrednotenje:** dejanski postopek uporabe pravila odločanja.
- **Negotovost (nezanesljivost):** Informacija je očitno življenjskega pomena za odločanje. Vendar imamo le redko na voljo popolne informacije. To vodi k nezanesljivosti, negotovosti. Ločimo predvsem dva vira nezanesljivosti: nezanesljivost zbirke podatkov in nezanesljivost pravila odločanja.
- **Tveganje pri odločitvi (odločitveno tveganje):** lahko ga razumemo kot verjetnost, da bo odločitev napačna (možne tudi drugačne opredelitve). Izvira iz negotovosti [17].

Glede na to, koliko kriterijev in ciljev upoštevajo odločitve, jih delimo na enokriterijske, večkriterijske, enociljne in večciljne. Primeri so predstavljeni v poglavju 3.1.6.

Večkriterijsko vrednotenje

Za doseg določenega cilja je potrebno ovrednotiti več kriterijev (multi-criteria evaluation = MCE). Vrednotenje najpogosteje izvedemo s pomočjo enega izmed naslednjih postopkov:

- Logično prekrivanje kart (Boolov pristop): Vse kriterije pretvorimo v logične izjave o primernosti ter jih nato kombiniramo s pomočjo enega ali več logičnih izrazov kot sta presek ("in", and) in unija ("ali", or).
- Obtežena linearna kombinacija (weighted linear combination, WLC): Zvezne faktorje standardiziramo na skupno mersko lestvico in nato kombiniramo s pomočjo obteženega povprečja. Rezultat je zvezna karta primernosti, ki jo lahko nato "zamaskiramo" (prekrijemo) s kartami omejitev.
- Urejeno obteženo povprečje: Metoda v programu Idrisi, ki omogoča celoten razpon strategij odločanja glede na vključeno možnost medsebojnega uravnoteženja ter stopnjo tveganja.

Večciljno vrednotenje

Uporabljamo ga, kadar morajo odločitve zadovoljiti več ciljev hkrati. Imamo dve množici kandidatov (množici entitet), ki si delita člane. Cilji so si lahko komplementarni ali nasprotujoči.

- Dopolnjujoči se (komplementarni, nekonfliktni) cilji: Območja lahko zadovoljijo več kot enemu cilju – posamezna lokacija lahko pripada več kot eni odločitveni množici. Zaželeno območje bodo torej tista, ki ustrezajo tem ciljem skupaj na določen način; na primer območja, ki v največji možni meri obenem ustrezajo ciljem rekreacije in zaščite naravnega okolja.
- Navzkrižni (konfliktni) cilji: Obstaja tekmovanje za razpoložljivo ozemlje – uporabimo ga lahko za doseg enega ALI drugega cilja, ne pa obeh hkrati; na primer za sečnjo gozdov ali varovanje naravnega okolja; za kaj se odločimo, je odvisno od postavljenega pravila odločanja [17].

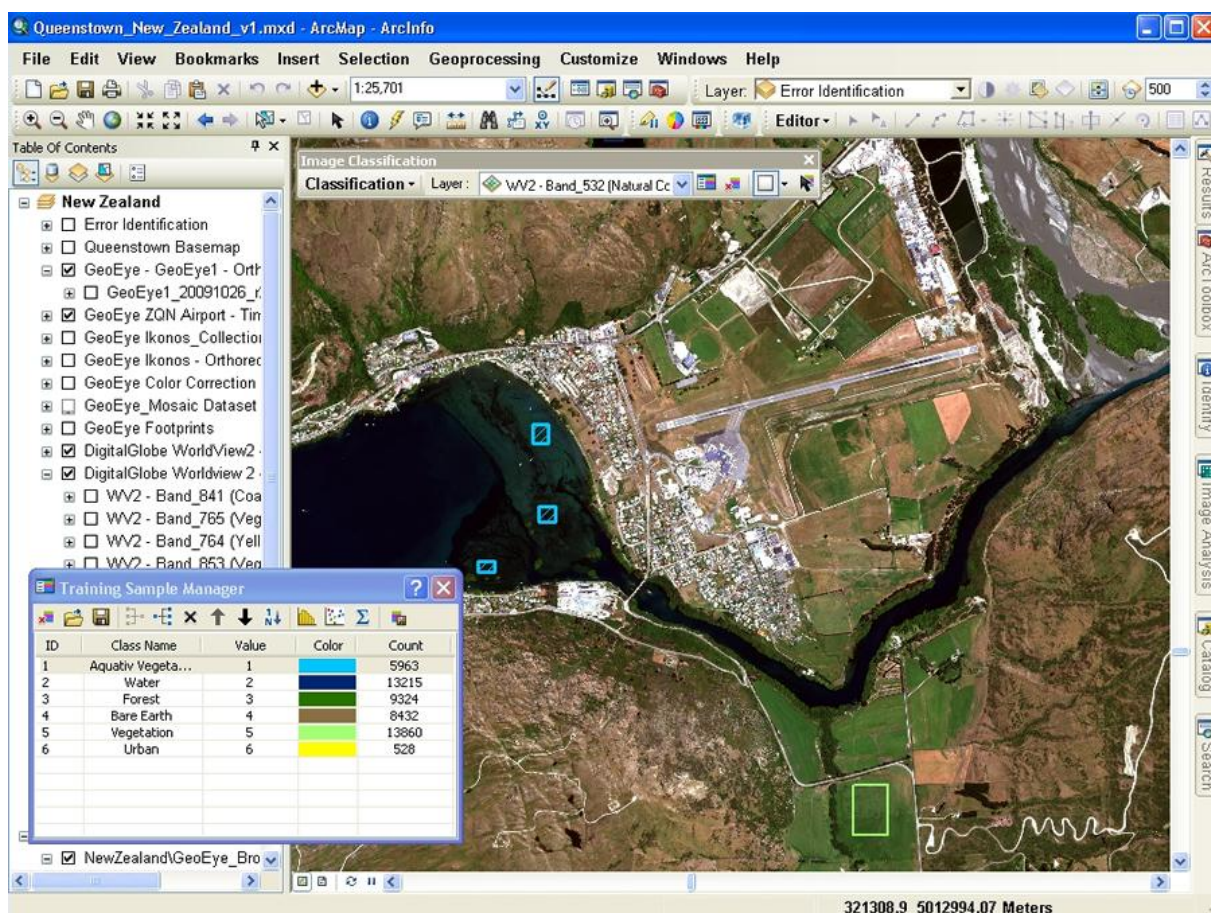
4.4 Orodja GIS

GIS programska oprema ponuja orodja za upravljanje, analiziranje in učinkovito prikazovanje ter širjenje prostorskih podatkov in informacij. Programska oprema mora vključevati metode za zbiranje in manipulacijo prostorskih koordinat. Vsebovati mora orodja za urejanje, ustvarjanje in pridobivanje prostorskih in opisnih podatkov. Na voljo je kar nekaj javnih in komercialnih programskih paketov. Mnogi od teh so bili razviti na univerzah ali pa so jih financirale vladne ustanove. Dober primer je ESRI (Environmental Systems Research Institute), ki ponuja celo vrsto izdelkov, med katerimi je dobro znan ArcGIS. Temelj ESRI programske opreme so razvili med letoma 1960 in 1970 na Harvardski univerzi v okviru

Laboratorija za računalniško grafiko in prostorske analize. Leta 1969 je bilo v Kaliforniji ustanovljeno podjetje ESRI, v njihove proizvode pa so bili vključeni ti temelji [18].

4.4.1 ArcGIS

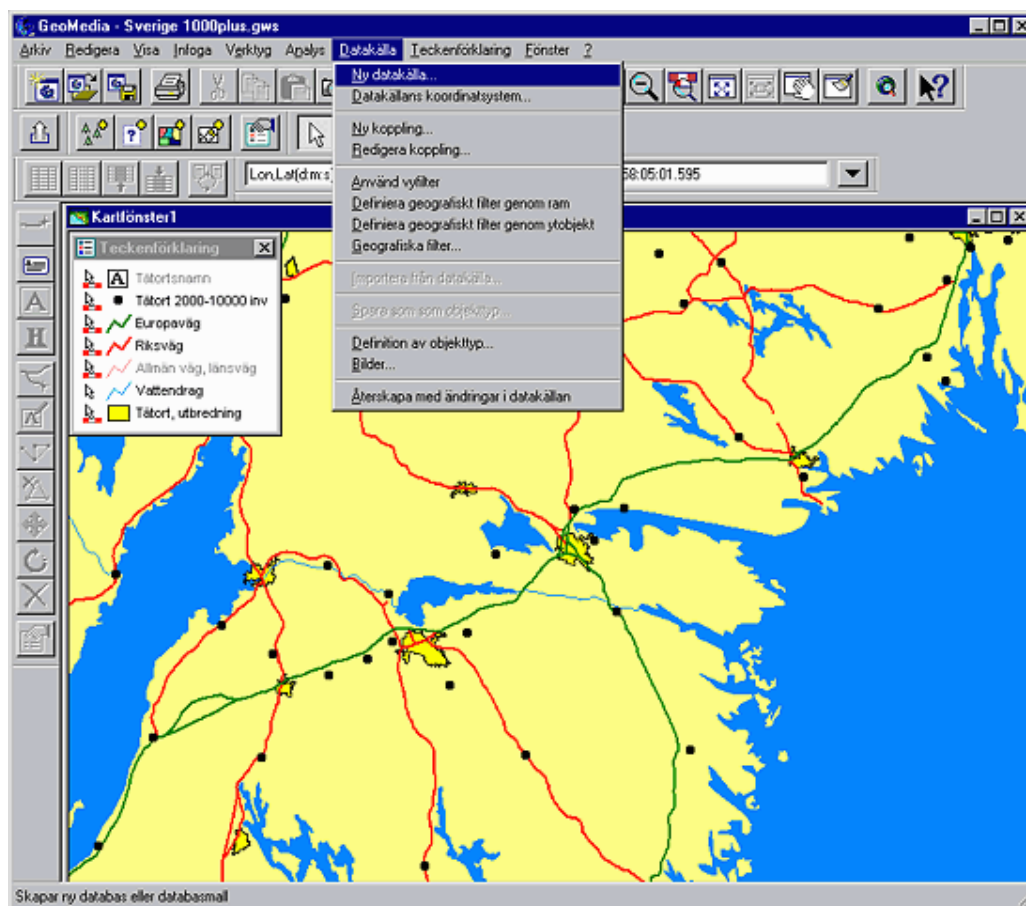
ArcGIS (slika 2.19) in njegova predhodnika ArcView in ArcInfo so najbolj priljubljene programske opreme GIS. Arc zbirka programske opreme ima večjo bazo uporabnikov in višjo polnovredno prodajo kot drugi konkurenčni izdelki. ESRI, ki je razvijalec ArcGIS-a, je poznan po celem svetu. Programsko opremo GIS proizvaja že od začetka 80. let, ArcGIS pa je njegov najnovejši proizvod. Poleg programske opreme, ESRI skrbi tudi za usposabljanje, podporo in svetovanje. ArcGIS ponuja velik izbor različnih postopkov za delo s prostorskimi podatki, od vnosa podatkov do izhoda v digitalni ali papirnati obliki. Podpira več formatov podatkov, več vrst podatkov in struktur ter dobesedno na tisoče možnih operacij, ki se izvajajo na prostorskih podatkih. Ni presenetljivo, da je potrebno usposabljanje, da bi obvladali vse zmožnosti Arc zbirke. ArcGIS omogoča široko prilagodljivost pojmovanja in modeliranja geografskih značilnosti. Geografi in drugi znanstveniki, ki uporabljajo GIS, na različne načine razmišljajo o prostorskih podatkih in so zasnovali različno strukturo in formate shranjevanja. ArcGIS omogoča najširši izbor načinov shranjevanja, obdelave in predstavitve prostorskih podatkov [18].



Slika 4.19: Program ArcGIS [19]

4.4.2 GeoMedia

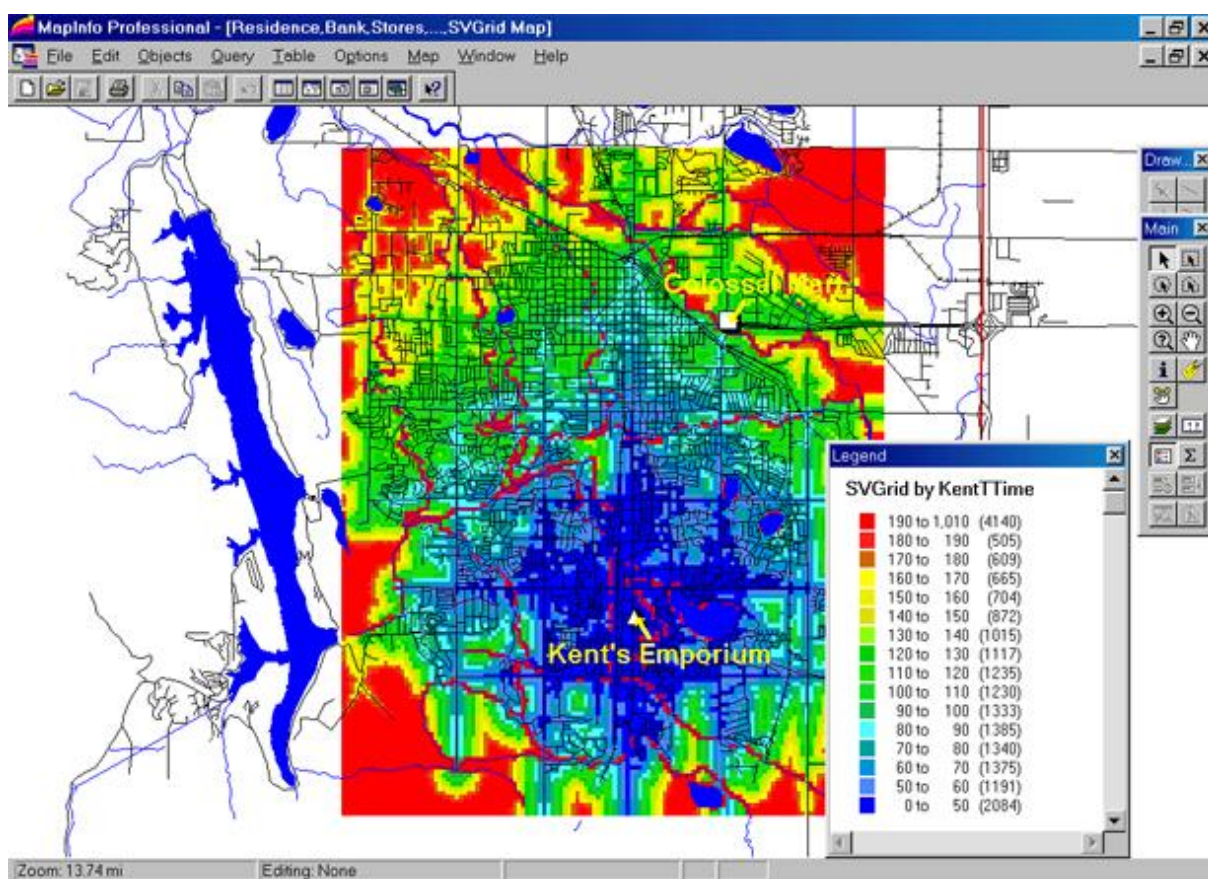
GeoMedia (slika 2.20) in MGE proizvodi so zelo priljubljena GIS programska oprema. Izdelke je razvilo podjetje Intergraph iz Alabame pred več kot 30. leti. GeoMedia nudi celovit nabor orodij za kompleksne prostorske analize. Še posebej je spretna pri vključevanju podatkov iz različnih virov in platform ter različnih oblik. Povežemo lahko slike, koordinate in tekstovne datoteke. Na voljo je tudi obsežen seznam dodatkov za osnovni program. Intergraph podpira razvoj zbirke standardov OpenGIS, ki bi omogočila lažjo izmenjavo podatkov iz različnih programov in platform [18].



Slika 4.20: Program GeoMedia [20]

4.4.3 MapInfo

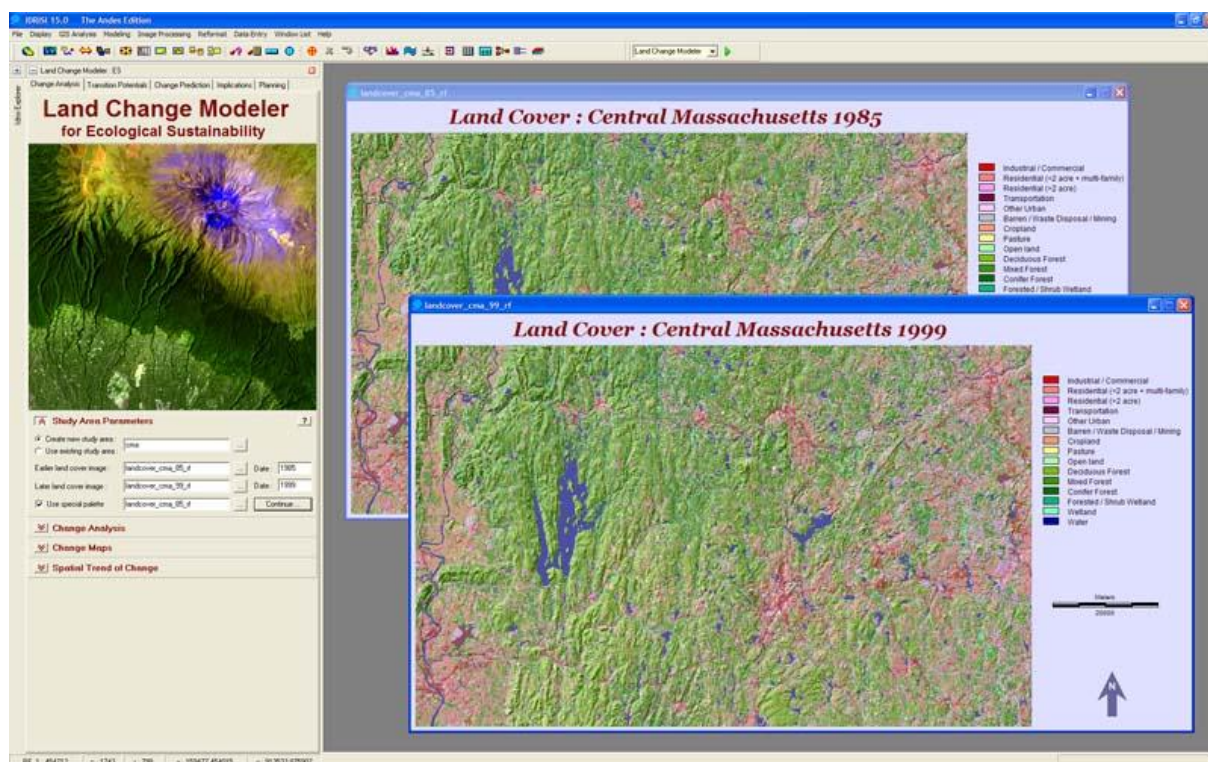
MapInfo (slika 2.21) je celovit nabor GIS izdelkov, ki jih je razvilo podjetje MapInfo iz New Yorka. Leta 2007 je MapInfo prevzelo podjetje Pitney Bowes. Izdelki se uporabljajo v raznolike namene, čeprav se včasih zdi, da je uporaba osredotočena na poslovne aplikacije. Razlog za pogosto uporabo v poslovnih sistemih lahko najdemo v enostavni vključitvi komponent programa MapInfo v obstoječe programe. Poleg tega predstavlja MapInfo fleksibilen, samostojen izdelek GIS, ki se lahko uporablja za reševanje različnih prostorsko analitičnih težav. Z njegovo pomočjo lahko vključimo zemljevide v brezžične naprave, kot so mobilni telefoni, podpira pa tudi spletne kartografske aplikacije [18].



Slika 4.21: Program MapInfo [21]

4.4.4 Idrisi

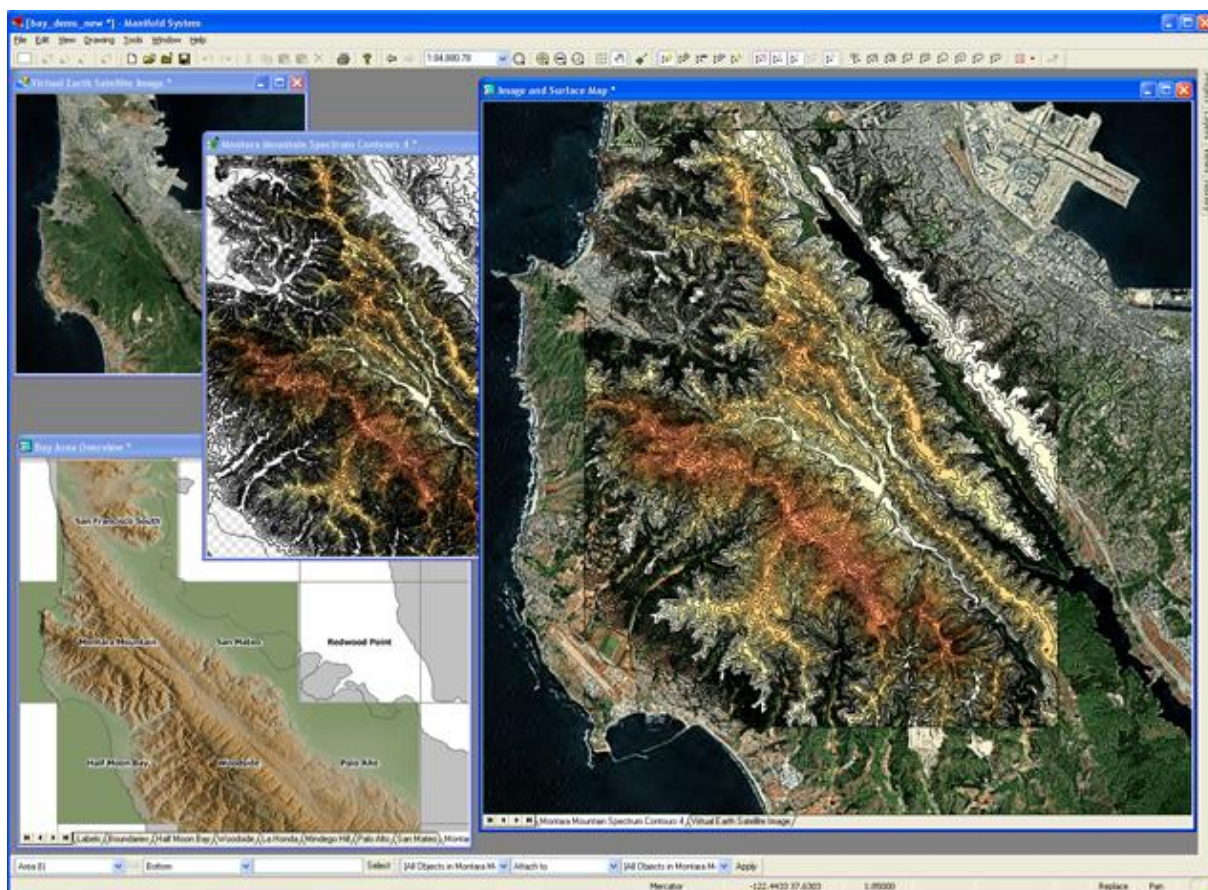
Idrisi (slika 2.22) je GIS sistem, ki so ga razvili na Univerzi Clark v Massachusettsu. Idrisi se od predhodno opisane GIS programske opreme razlikuje v tem, da zagotavlja tako obdelavo slik kot GIS funkcije. Slike so v geografskih informacijskih sistemih pomemben vir podatkov. Nekaj programskih paketov je specializiranih za delo s slikami. Omogočajo zbiranje podatkov, obdelavo in izhodne operacije. Prav tako pa Idrisi ponuja velik nabor analiz in funkcij za delo s prostorskimi podatki. Program je bil prvotno namenjen kot orodje za učenje in raziskave. Vsebuje številne preproste podatkovne strukture, zato je zelo primeren za začetne uporabnike. Dostop do datotečnega sistema in njegovo spreminjanje je enostavno. Razvijalci programa spodbujajo študente, raziskovalce in druge uporabnike k ustvarjanju novih funkcij, ki jih potem vgradijo v novejšo verzijo programa. Idrisi je idealen za poučevanje uporabe geografskih informacijskih sistemov in za razvoj lastnih prostorskih analiz. Je relativno poceni, zato je razširjen tudi v državah v razvoju [18].



Slika 4.22: Program Idrisi [22]

4.4.5 Manifold

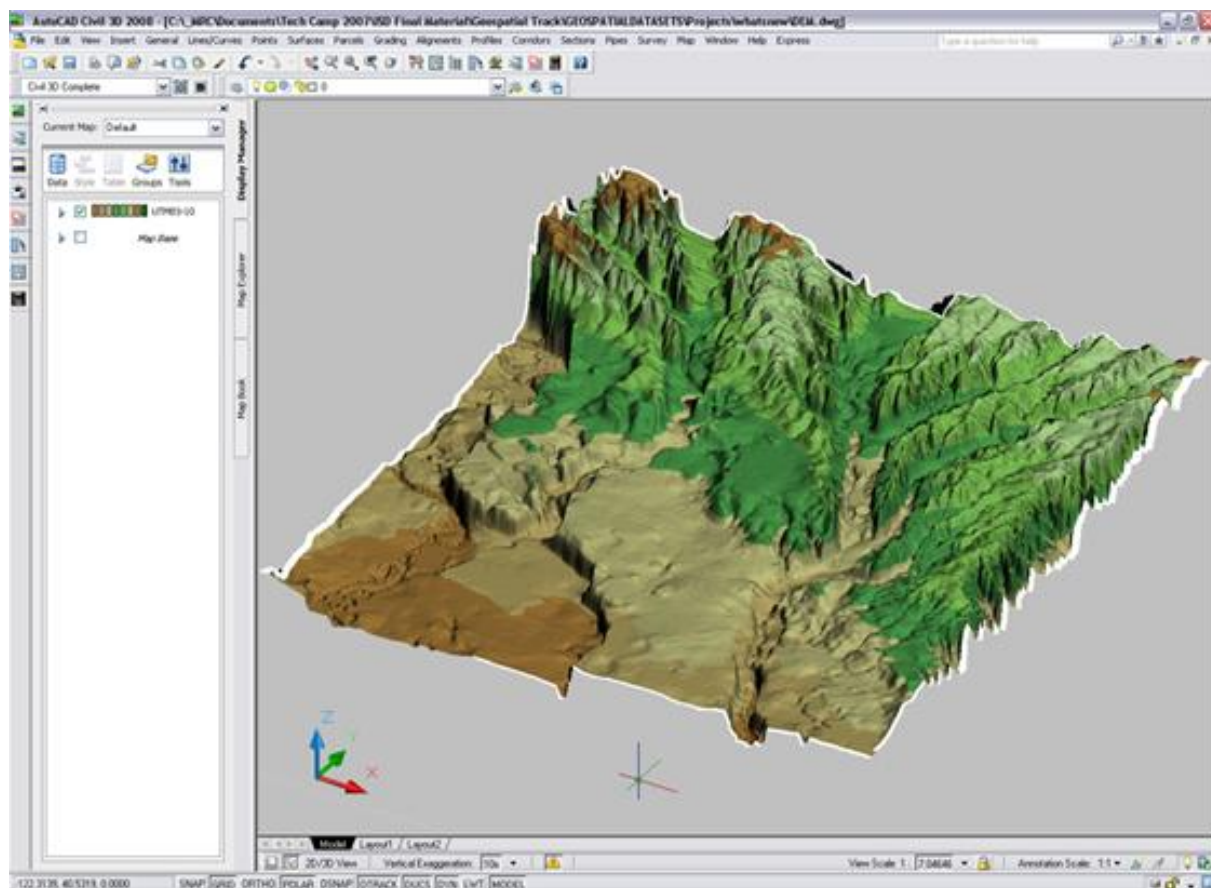
Manifold (slika 2.23) je GIS paket, ki je relativno poceni, kljub temu pa ima presenetljivo veliko zmogljivosti. Združuje GIS in daljinsko zaznavanje. Omogoča vnos prostorskih podatkov, njihovo urejanje, projekcije, osnovne rastrske in vektorske analize, prikazovanje slik in izhodne operacije. Program je razširljiv z vrsto programskih modulov. Na voljo so moduli za analizo površin, poslovne aplikacije, razvoj spletnih aplikacij in napredne analize. Manifold se od drugih GIS paketov razlikuje v tem, da zagotavlja urejanje slik v prostorsko opredeljenem okvirju. Dele slik in zemljevidov je možno izrezati in prilepiti v druge zemljevide, pri čemer se vzdržuje ustrezna geografska poravnava [18].



Slika 4.23: Program Manifold [23]

4.4.6 AutoCAD MAP 3D

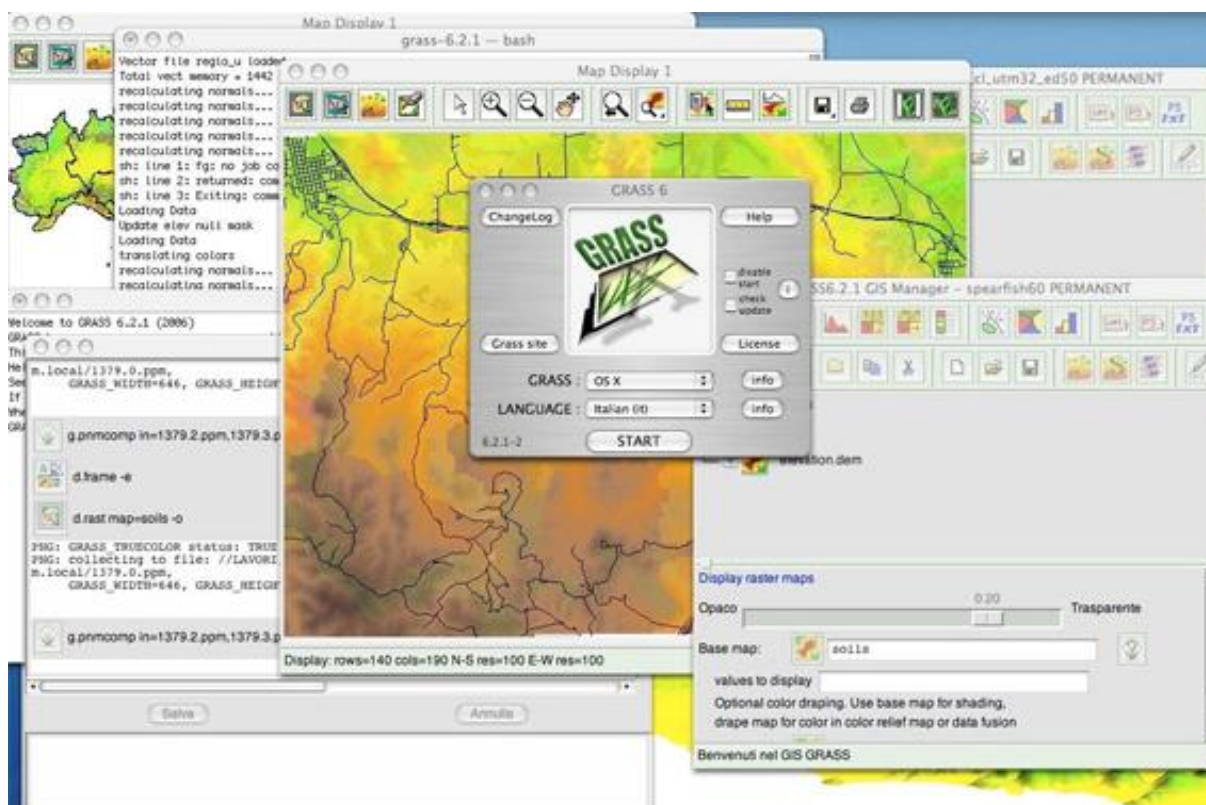
AutoCAD je najbolj prodajan programski paket za računalniško podprto grafiko in oblikovanje. Program je razvilo podjetje Autodesk iz Kalifornije, prvotno pa je bil namenjen tehničnemu risanju in tisku. Danes podpira široko paleto različnih tehničnih disciplin, vključno z geodetskim merjenjem. Tradicionalna dejavnost geodetov je razmejevanje parcel in prav te meritve so najbolj pomembna in pogosta oblika prostorskih podatkov. AutoCAD Map 3D (slika 2.24) je geoinformacijska nadgradnja AutoCAD-a. Omogoča načrtovanje, kartiranje, urejanje prostorskih podatkov in GIS analize v znanem AutoCAD okolju. Združuje AutoCAD in GIS funkcije v enem paketu ter omogoča izmenjavo podatkov z drugimi geodetskimi orodji. MAP 3D uporabljamo za vnos podatkov ter vzdrževanje grafične in atributne baze podatkov. Namenjen je uporabnikom, ki želijo natančno geometrijo povezati z drugimi podatki v geografski informacijski sistem. Omogoča hkratno urejanje števila risb skupaj z atributno bazo poljubnega formata (DBF, Oracle, SQL Server, ODBC ...) [18].



Slika 4.24: Program AutoCAD MAP 3D [24]

4.4.7 GRASS

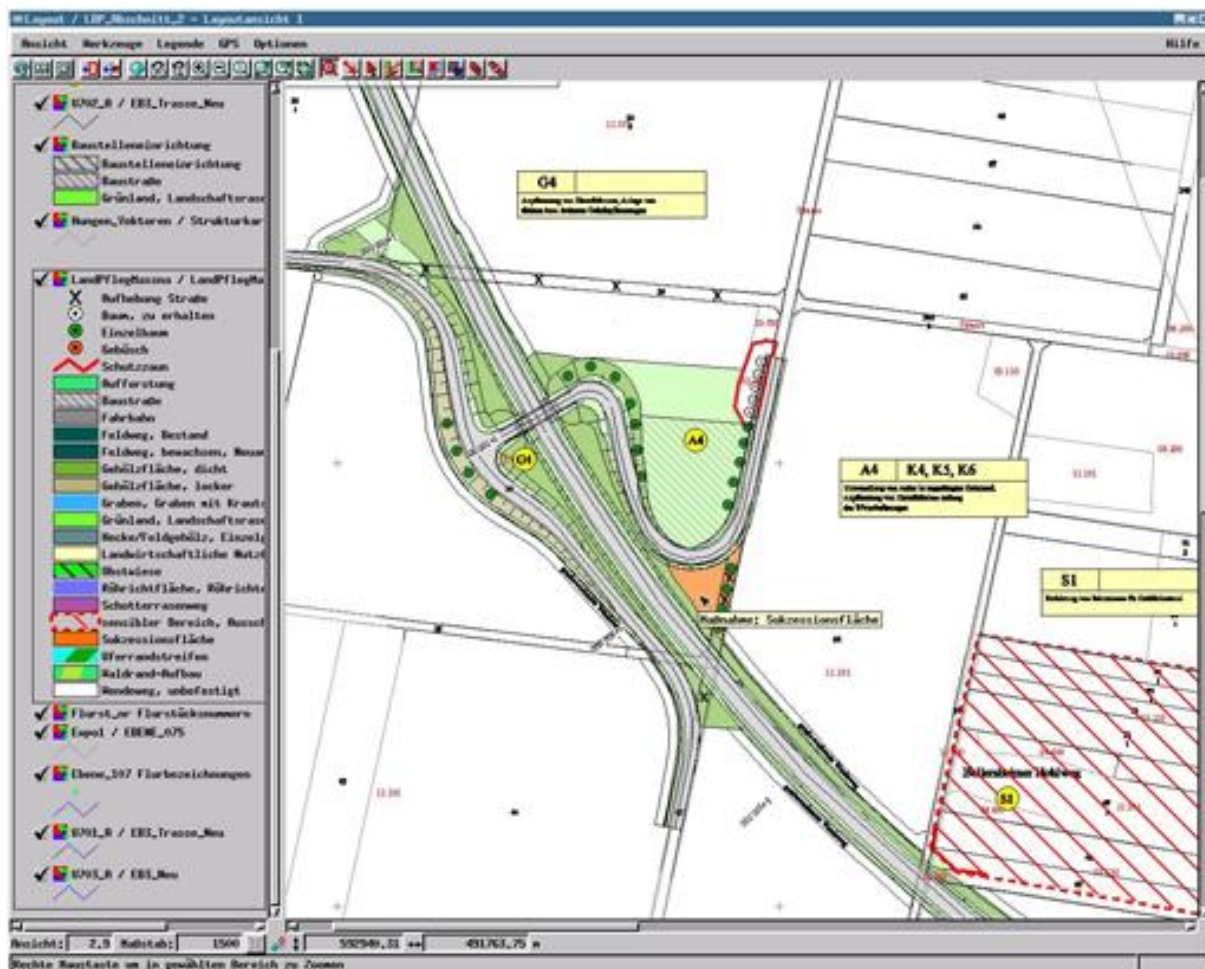
GRASS (Geographic Resource Analysis Support System) je brezplačen, odprtokodni GIS program, ki teče na različnih platformah. Program so razvili v ZDA v vojaškem gradbeno tehniškem laboratoriju (CERL) v začetku 80. let, ko so bili GIS programi še težko dostopni. CERL je izbral odprtokodni pristop in to je spodbudilo številne univerze in druge vladne laboratorije k sodelovanju. Kasneje je vojska opustila program, prevzela pa ga je skupina ljudi (Razvojna ekipa GRASS), ki se sedaj prostovoljno ukvarja z razvojem. GRASS (slika 2.25) ponuja številne rastrske in vektorske operacije in se uporablja v raziskovanju in v vsakdanji rabi po celem svetu. Program lahko najdete na spletnem naslovu: <http://grass.osgeo.org/> [18].



Slika 4.25: Program GRASS [25]

4.4.8 MicroImages

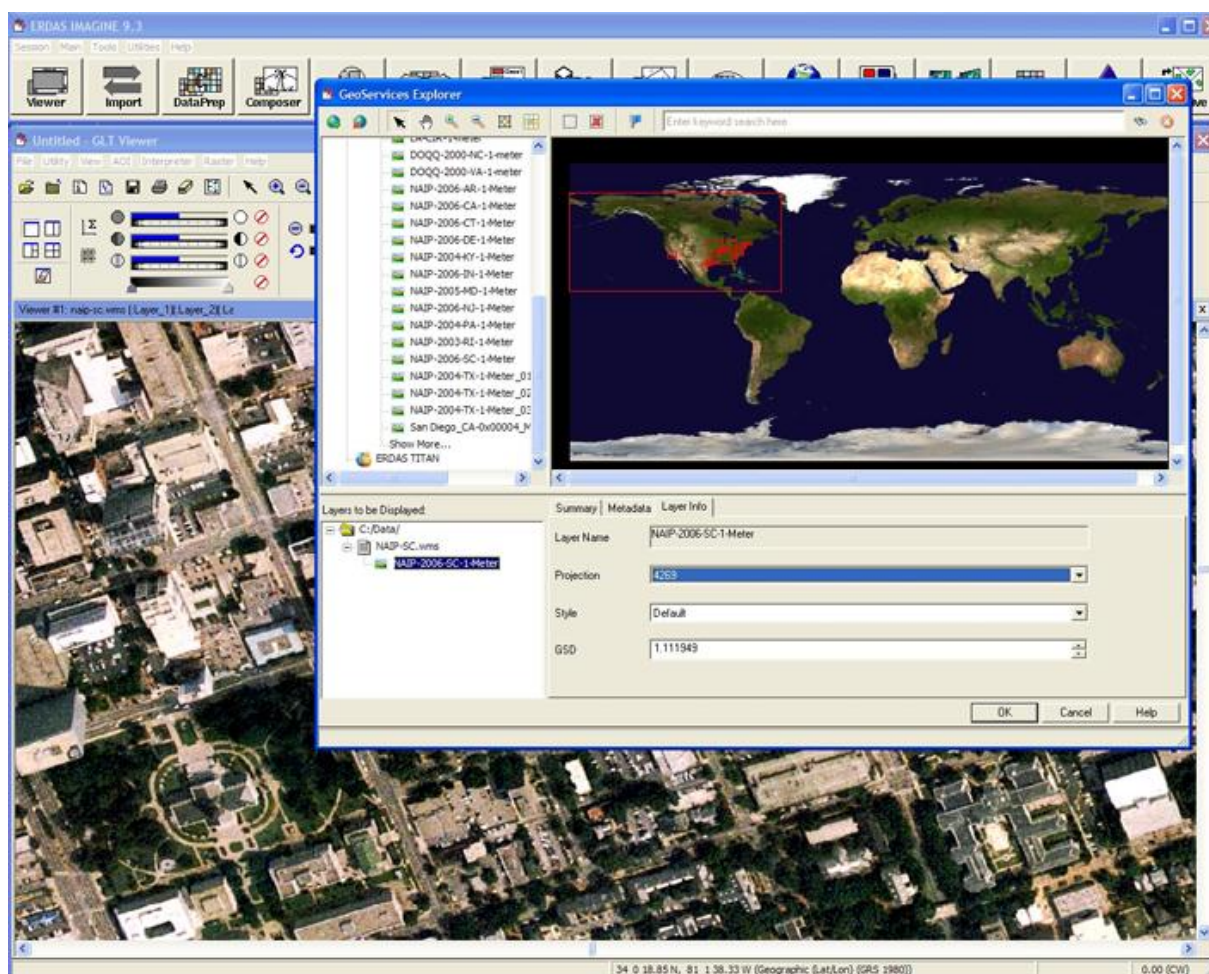
MicroImages je podjetje, ki proizvaja TNTmips. TNTmips (slika 2.26) je profesionalni sistem za popolnoma integrirane GIS-e, obdelavo slik, CAD, TIN, namizno kartografijo in geoprostorsko upravljanje baz podatkov. MicroImages proizvaja in podpira številne druge s TNTmips povezane izdelke, vključno s programsko opremo za urejanje in ogled prostorskih podatkov, oblikovanje digitalnih atlasov in programsko opremo za objavo podatkov na spletu. TNTmips je znan po veliki izbiri orodij in širokem razponu podprtih platform. MicroImages preuredi kodo za vsako platformo posebej, tako da je videz, občutek in funkcionalnost skoraj enaka ne glede na vrsto strojne opreme. TNTmips ponuja orodja za obdelavo slik različnih formatov, ponovne projekcije, odpravo napak, klasifikacijo in vektorske operacije. Za pomoč je na spletu na voljo obsežna dokumentacija [18].



Slika 4.26: Program TNTmips [22]

4.4.9 ERDAS

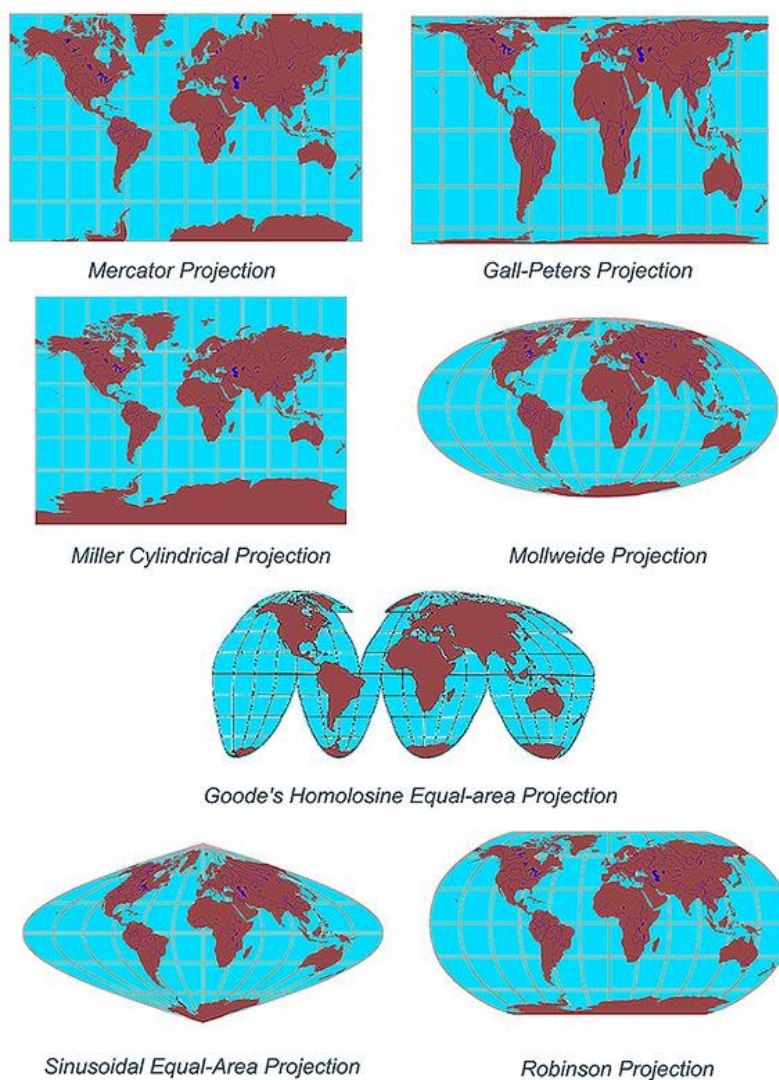
ERDAS (Earth Resources Data Analysis System), ki je sedaj v lasti podjetja Leica Geosystems, je bil na začetku sistem za obdelavo satelitskih posnetkov. Bil je prvi programski paket za analizo prostorskih podatkov velikih razsežnosti. Nastal je zaradi uspešne uvedbe ameriškega Landsat satelita v 70. letih. Prvič v zgodovini se je zgodilo, da so bili satelitski posnetki celotne Zemlje na voljo javnosti. Kasneje so v ERDAS (slika 2.27) dodali možnost vključevanja drugih vrst slik in rastrske analize. Podpira pa tudi ESRI formate podatkov [18].



Slika 4.27: Program ERDAS IMAGINE [22]

4.5 Laganje s kartami

Karte so imele in še vedno imajo status verodostojne predstavitve resničnosti na zemeljskem površju. Ljudje kartam slepo verjamejo, zato je karta zelo močno orodje za manipulacijo z ljudmi. Do prvih napak pride že s samo generalizacijo, ko želimo 3D zemeljsko površje predstaviti na 2D karti. Pri tem se moramo odločiti za eno izmed projekcij, ki pa lahko da zelo različne rezultate. Takšen primer vidimo na sliki 2.28, kjer je pogled na zemeljsko površje pri vsaki projekciji drugačen. Pri izdelavi kart lahko pride do namernih ali nenamernih napak, ki nas zavedejo. Karte so lahko uporabljene tudi za (politično) reklamo. Na sliki 2.29 je karta, ki jo je izdelal Upward Airlines za svojo reklamo. Na njej je videti, kot da ima podjetje zelo veliko direktnih linij, v resnici pa je na večini poletov potrebno prestopiti [26].



Slika 4.28: Različne projekcije [27]

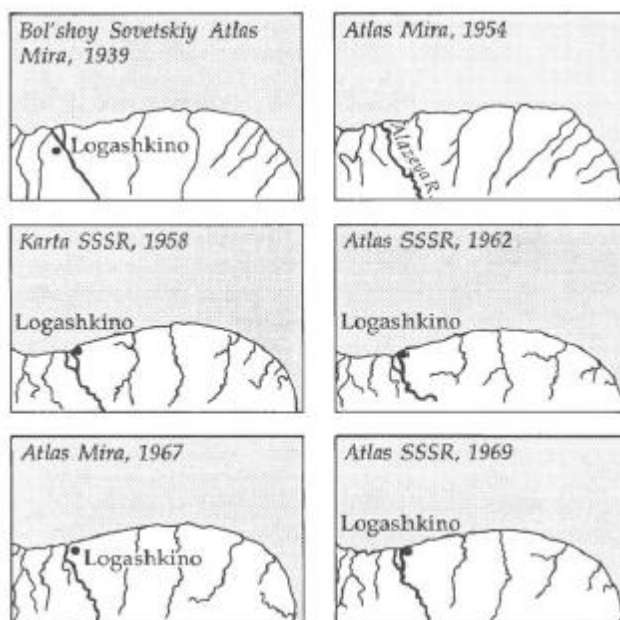
Upward Airlines—Reach for the Clouds



Slika 4.29: Reklama letalskega podjetja Upward Airlines [26]

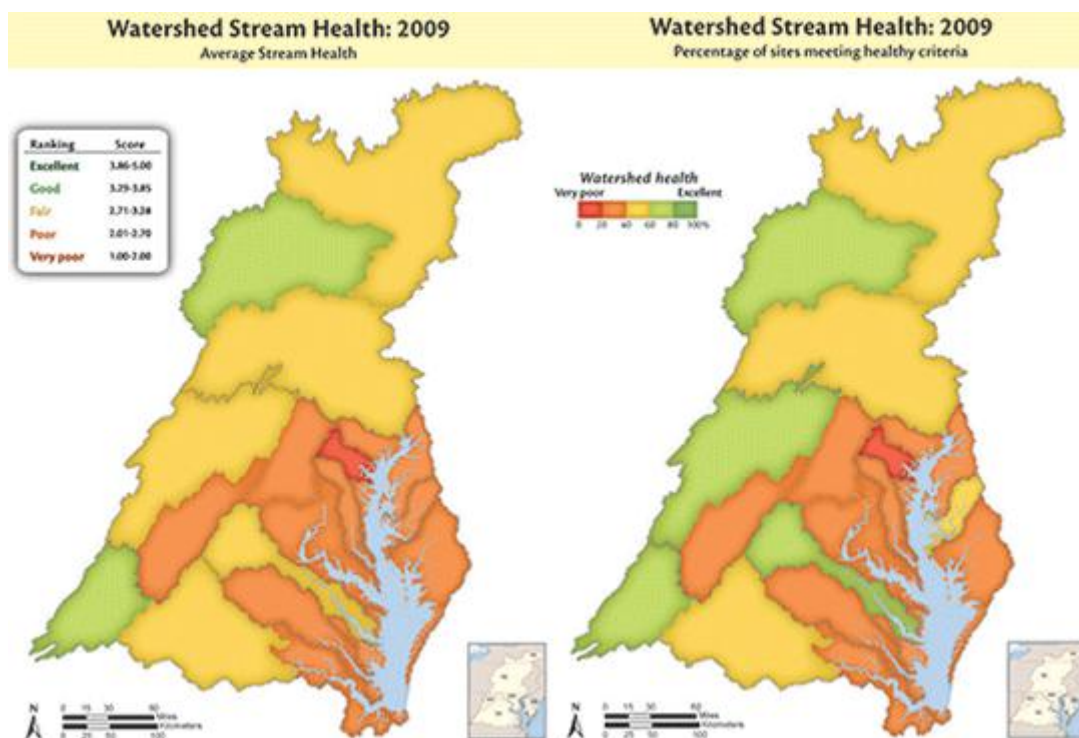
Pri izdelavi planerskih in razvojnih kart lahko na različne načine zavedemo bodoče financerje in prebivalstvo. Stvari, za katere ne želimo, da bi jih opazili, narišemo z neopazno barvo in kolikor se da majhno, medtem ko pozitivne stvari narišemo s pretiravanjem. Ljudi prepričamo

tudi z dodajanjem fotografij tistega, kar je na karti. Zelo pomemben element pri arhitekturnih skicah so drevesa, saj naredijo objekt bolj domač. Z napakami na karti namerno strateško zavajamo »sovražnika«. Slika 2.30 prikazuje Vzhodno Sibirsko morje na različnih sovjetskih kartah med letoma 1939–1969. Obala je na vsaki karti drugačna, kljub temu, da se ni spreminjala.



Slika 4.30: Vzhodno Sibirsko morje na različnih sovjetskih kartah [26]

Pri prikazovanju statističnih podatkov na karti lahko poljubno manipuliramo z bralci. Če želimo, da bralci razumejo podatek kot nekaj negativnega, uporabimo rdečo barvo in obratno, za podatek, za katerega želimo, da deluje pozitivno, uporabimo zeleno barvo. Podobno je z izbiro širine razredov. Kadar hočemo, da območje ne izstopa, enostavno razširimo meje sredinskega razreda. Na karti pa lahko prikažemo različne podatke za isto tematiko in tako dobimo različne karte. Primer lahko vidimo na sliki 2.31. Zanima nas, kakšna je onesnaženost ob obalah zaliva Chesapeake. Na prvi karti so prikazane povprečne vrednosti vzetih vzorcev, na drugi karti pa je prikazan odstotek vzorcev, ki so zadovoljili kriterij zdravja. Če primerjamo karti, vidimo, da dve območji spadata v različna razreda. Tako izberemo tisto karto, ki nam bolj ustreza, čeprav ne prikazuje dejanskega stanja.



Slika 4.31: Prikaz onesnaženosti obal zaliva Chesapeake [28]

5 Primeri uporabe

5.1 Preprosti primeri analiz z GIS-i

Preden se lotimo analiz z geografskimi informacijskimi sistemi, je dobro narisati potek izvedbe. To naredimo s kartografskim modeliranjem. To so znaki za rastrske, vektorske, opisne in tabelarične podatke ter za način povezovanja dogovorjenih znakov v modelu, vključno z navedbo metod. Na sliki 3.1 so predstavljeni znaki za posamezno vrsto podatkov.

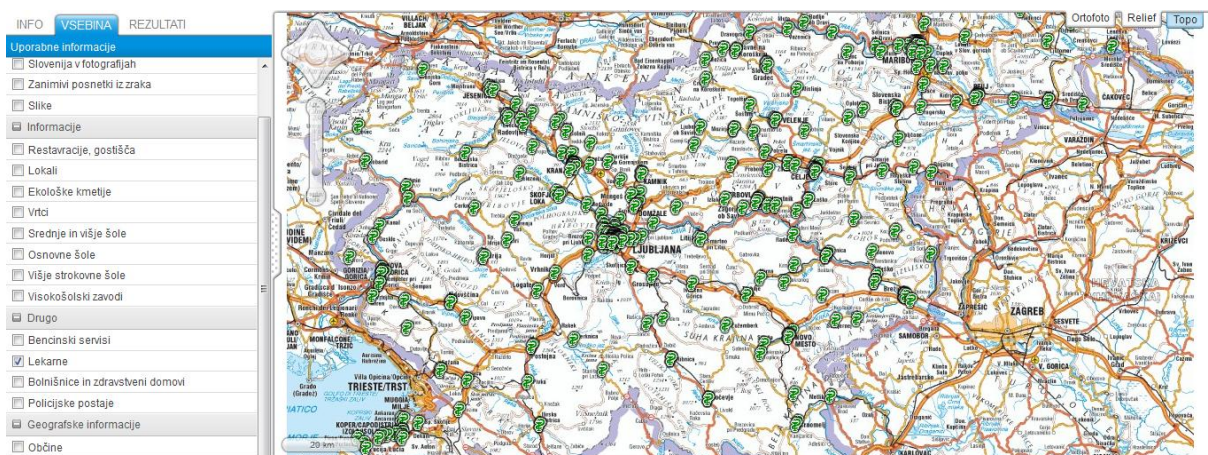


Slika 5.1: Osnovni znaki v kartografskem modelu

V poglavju 5.1 so pri analizah dodani kartografski modeli za lažjo predstavo. Vse analize, razen poizvedovanja, so narejene v programu Idrisi. Podatki in besedila nalog v poglavjih 5.1.2–5.1.5 so učno gradivo za predmet Geografski informacijski sistemi pod mentorstvom dr. Blaža Repeta, oddelka za geografijo Filozofske fakultete. Izvedba nalog je moje lastno delo.

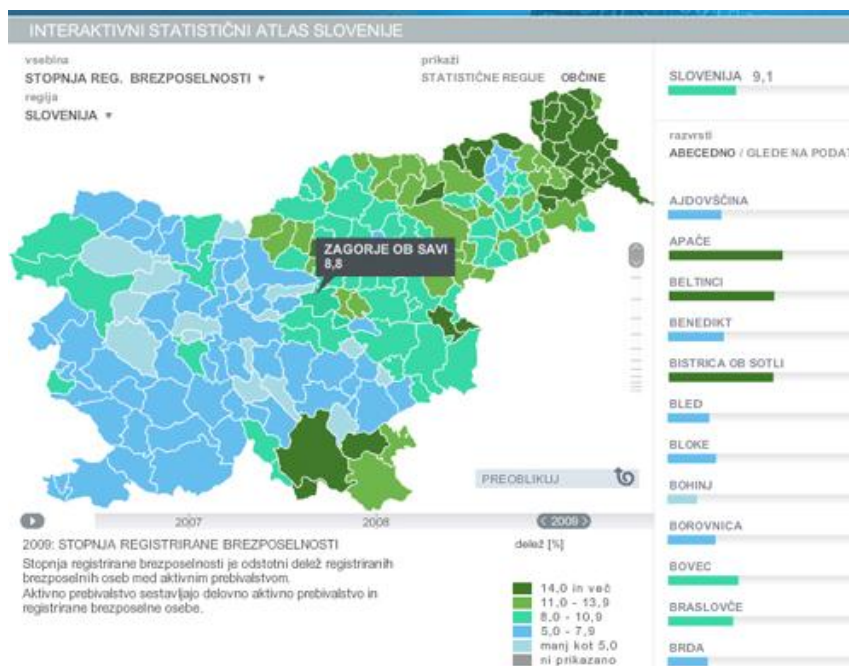
5.1.1 Poizvedovanje po atributih in lokaciji

Vsakodnevno se srečujemo z najbolj osnovno GIS operacijo, za katero sploh ne vemo, da jo izvajamo. Gre za poizvedovanje podatkov iz kartografske predstavitve. Sem spada vsako iskanje podatkov po digitalnem kartografskem gradivu kot je Google Earth, Telefonski imenik Slovenije, interaktivne karte postaj, trgovin ... Poizvedujemo lahko po atributih ali lokaciji. Kadar poizvedujemo po atributih, nas zanima, kje je določen atribut oziroma določena kombinacija atributov. Recimo, da nas zanima, kje v Sloveniji so lekarne. Na spletni strani www.geopedia.si s seznama izberemo lekarne in prikaže se nam spodnji zemljevid (slika 3.2). Če želimo dodatne podatke, lahko kliknemo na posamezno ikono.



Slika 5.2: Lekarne v Sloveniji [29]

Pri poizvedovanju po lokaciji nas zanima, kaj je na določeni lokaciji. Na primer, za določeno občino v Sloveniji želimo izvedeti, kakšna je stopnja registrirane brezposelnosti. Na spletni strani <http://stat.monolit.si/?lang=sl> v levem meniju izberemo brezposelnost in ko gremo z miško čez občino, se nam izpiše podatek (slika 3.3).

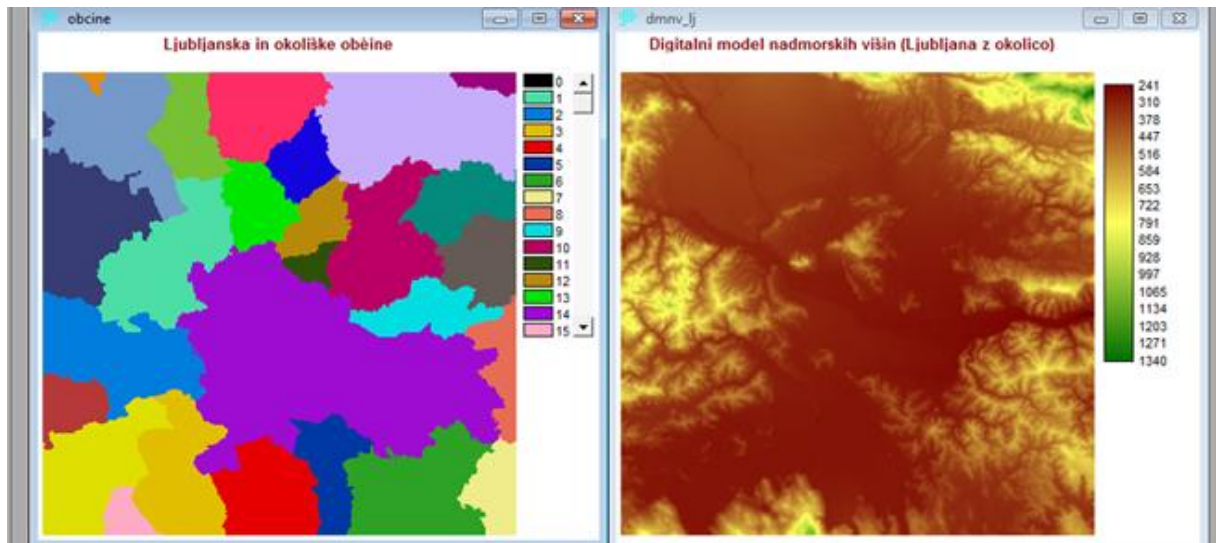


Slika 5.3: Brezposelnost po občinah [30]

5.1.2 Matematična pretvorba – povprečje

Imamo dva rastrska sloja podatkov *obcine* in *dmnv_lj* (slika 3.4). *Obcine* so poligoni ljubljanskih občin, *dmnv_lj* pa je digitalni model nadmorskih višin občin. Zanima nas, kakšna je povprečna nadmorska višina posamezne občine. Oba sloja prekrijemo z ukazom *extract* (average), ki analizira vrednosti na enem sloju, ki so določena na drugem rastrskem sloju

(slika 3.5). Rezultat je tabela s podatki o povprečnih nadmorskih višinah posameznih občin (preglednica 3.1).

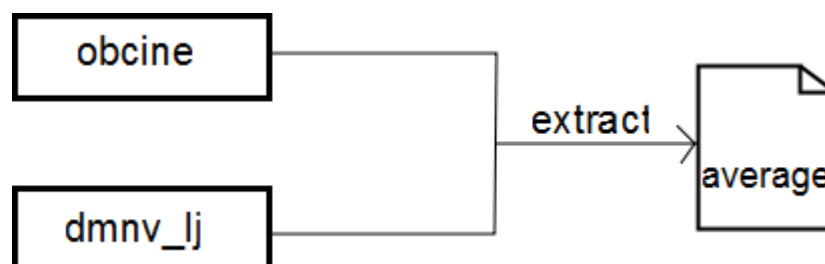


Slika 5.4: Obcine in dmnv_lj

Average values extracted from dmnv_lj based on obcine

Category	Average
1	447.900.686
2	469.661.160
3	373.263.125
4	360.562.838
5	336.431.900
6	393.892.843
7	511.488.717
8	439.485.587

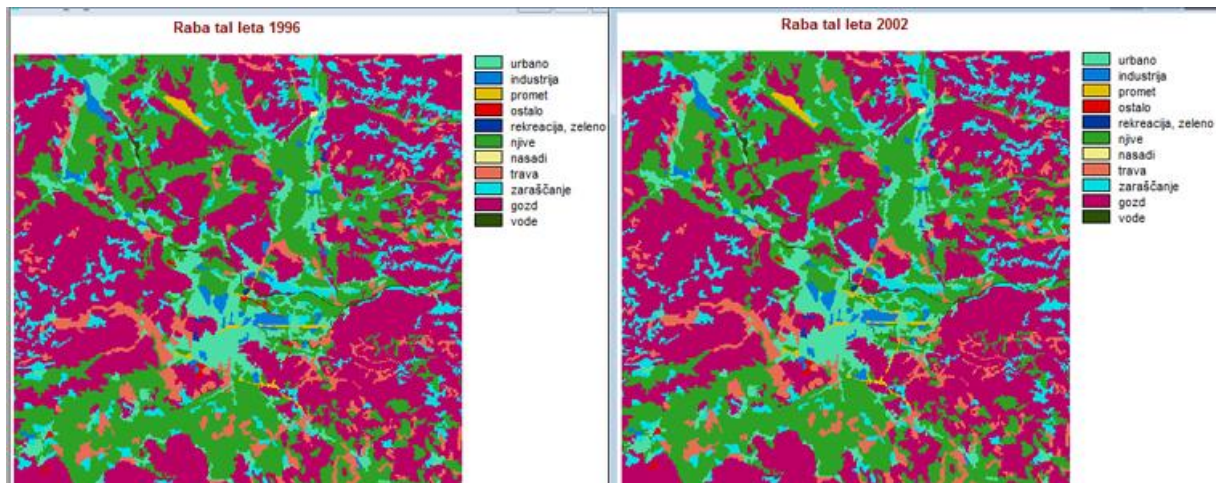
Preglednica 5.1: Del končne tabele.



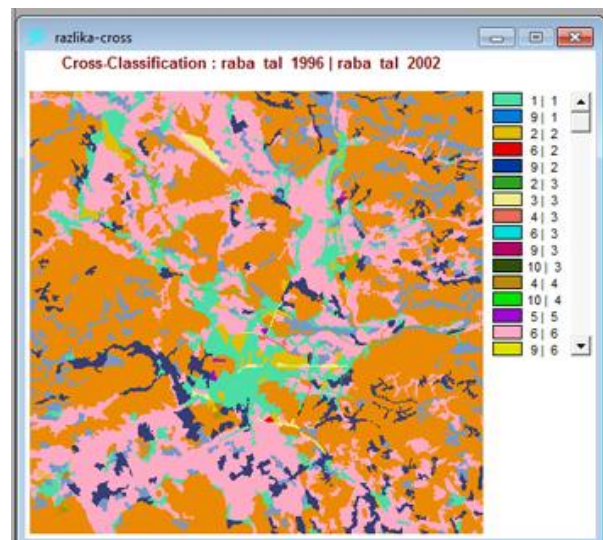
Slika 5.5: Diagram za ukaz extract.

5.1.3 Prekrivanje kart

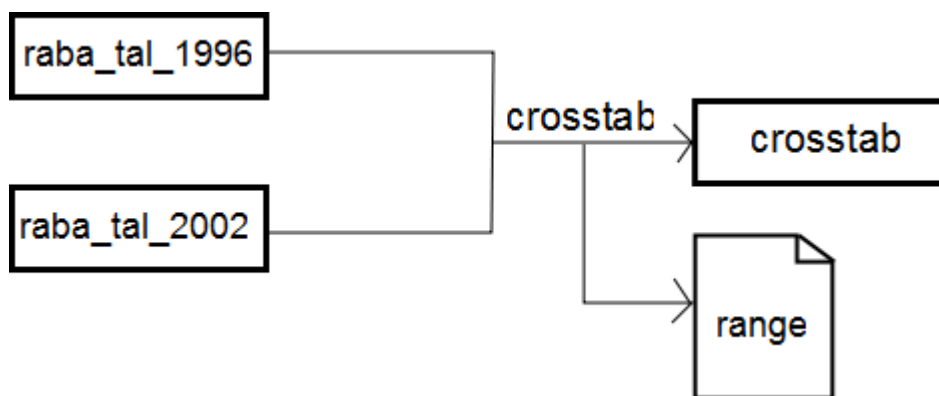
Imamo dva rastrska sloja podatkov o rabi tal ljubljanskih občin iz leta 1996 in 2002, *raba_tal_1996* in *raba_tal_2002* (slika 3.6). Radi bi ugotovili, ali je prišlo do spremembe v rabi tal in katere kategorije so se spremenile. Izvedemo operacijo *crosstab* (slika 3.8), ki prekrije oba sloja in naredi novo karto (slika 3.7) in/ali tabelo, kjer je prikazano, katere kategorije so se spremenile in v kaj so se spremenile.



Slika 5.6: Raba tal leta 1996 in 2002



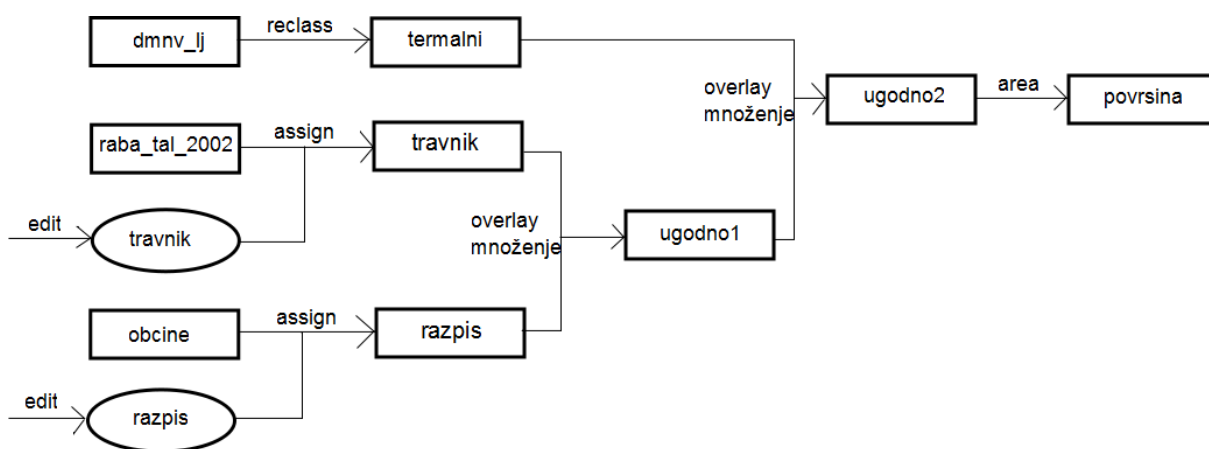
Slika 5.7: Končni rezultat ukaza crosstab



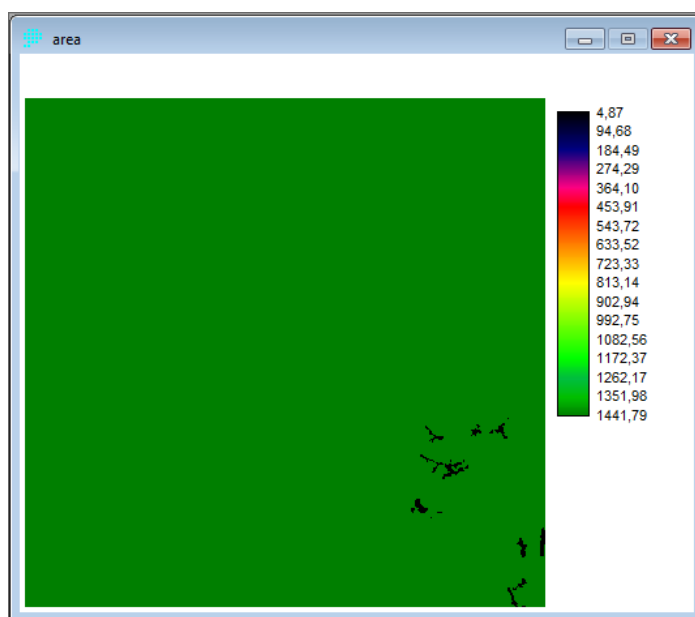
Slika 5.8: Diagram za ukaz crosstab

5.1.4 Kombinacija prekrivanja kart, reklasifikacije in Boolovih operacij

Fructal išče zemljišča za odprtje nove tovarne in nasadov. Zemljišče mora ležati v termalnem pasu (500–700 m), saj tam najbolj uspevajo sadna drevesa. Raba tal iz leta 2002 mora biti travnik. Na razpis so se prijavile občine Trzin (11), Ljubljana (14), Vrhnika (16) in Ivančna Gorica (7). Poiskati moramo zemljišča, ki ustrezajo vsem kriterijem. Na voljo imamo rastrske sloje *dmnv_lj*, *obcine* (slika 3.4) in *raba_tal_2002* (slika 3.8). Najprej izvedemo reklasifikacijo nad *dmnv_lj*, da dobimo sliko termalnega pasu (500–700 m), nato naredimo dve atributivni datoteki *travnik* in *razpis*, ki jih uporabimo z ukazom *assign*. V *travnik* zapišemo 8 1, kar pomeni, da se kategorija travnik in rabe tal spremeni v 1, vse ostalo postane 0. V datoteko *razpis* zapišemo 7 1, 11 1, 14 1, 16 1, tako dobijo občine, ki so se prijavile vrednost 1, ostale pa 0. Ko imamo vse to pripravljeno, prekrijemo datoteki *travnik* in *razpis*, da dobimo rastrsko datoteko *ugodno1*, nato še *ugodno1* prekrijemo s *termalni* in dobimo datoteko *ugodno2*, ki pokaže, katera zemljišča ustrezajo vsem zahtevam. Na koncu izvedemo še ukaz *area* (slika 3.10), ki nam pove, koliko so velika posamezna zemljišča (slika 3.9).



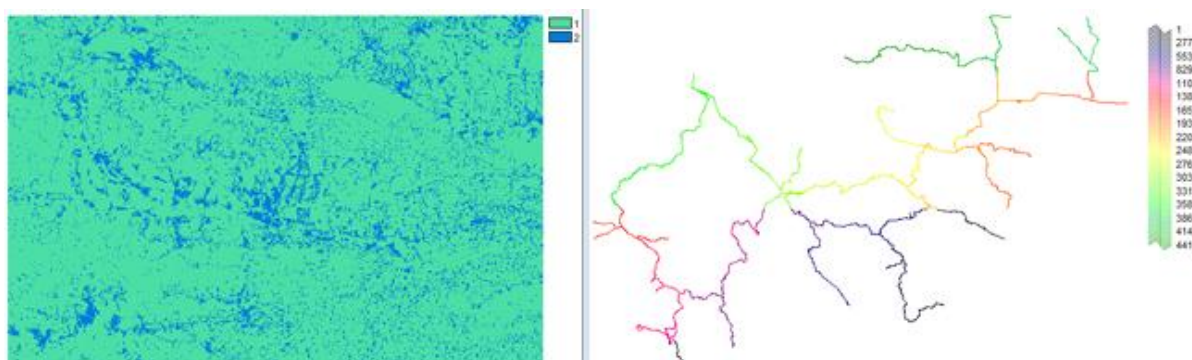
Slika 5.9: Diagram poteka analiz



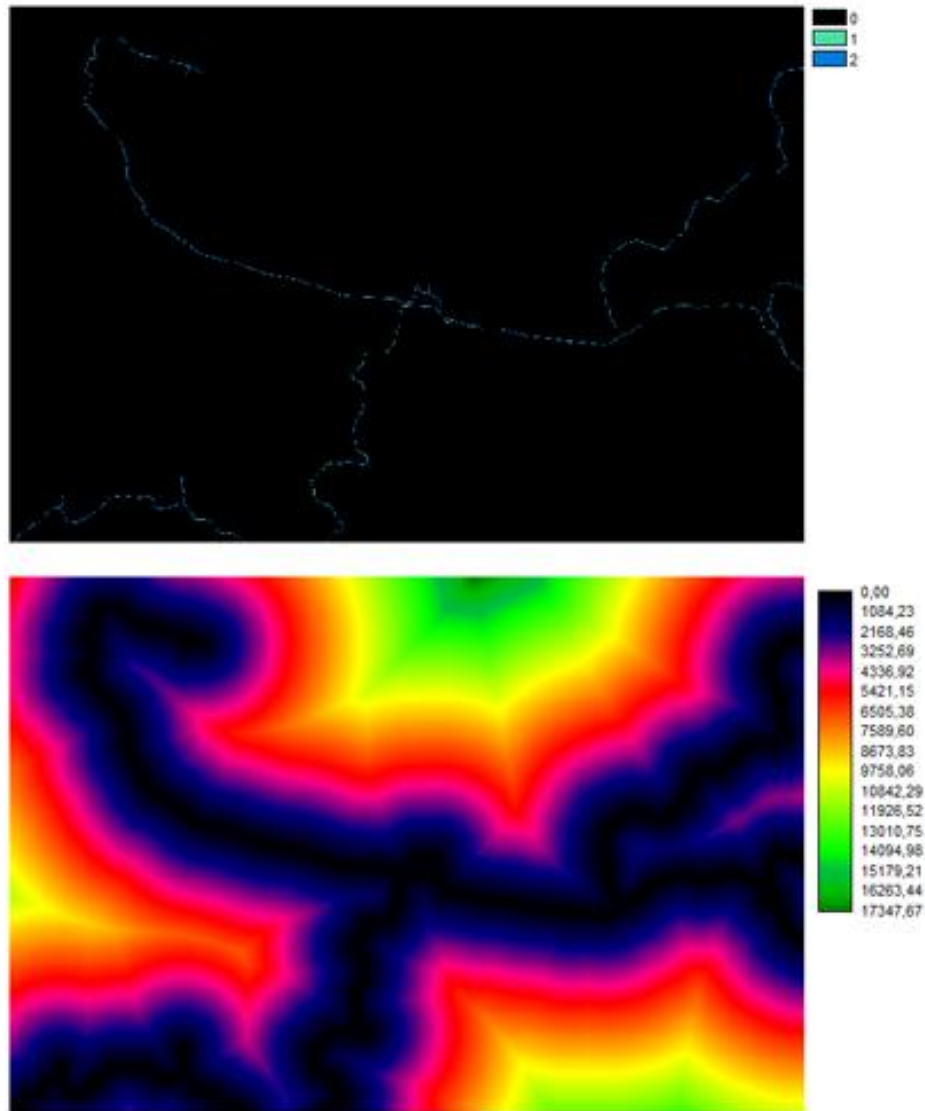
Slika 5.10: Primerna zemljišča

5.1.5 Analiza oddaljenosti

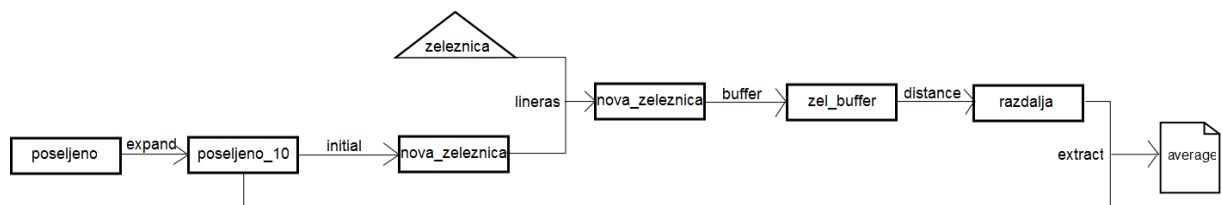
Zanima nas kakšna je povprečna oddaljenost poseljenih površin od železniške proge. Na voljo imamo rastrski sloj *poseljeno* (1-neposeljeno, 2-poseljeno) in vektorski sloj *zeleznice* (slika 3.11). Širina železnice je 20 metrov (železnica z nasipom). Najprej izvedemo ukaz *expand* z vrednostjo 10, ki nam poveča število celic, tako da eno večjo celico razdeli na manjše. Pred izvedbo ukaza je bila celica velika 100 x 100 m, po spremembi resolucije, je velika 10 x 10 m. Nato z ukazom *initial* naredimo prazen rastrski sloj, ki ga potrebujemo za rasterizacijo vektorskega sloja *zeleznice*. Ko smo opravili rasterizacijo, sledi operacija *buffer*, ki naredi 20 metrski pas okrog linije železnic. Sledi ukaz *distance*, ki izračuna evklidsko oddaljenost od najbližjega pojava (slika 3.12). Na koncu sloja *poseljeno_10* in *razdalja* med seboj prekrijemo z ukazom *extract*, tako da dobimo tekstovno datoteko, v kateri je zapisana povprečna razdalja poseljenih površin od železnice: Category 2 Average 3794.517518. Diagram ukazov je prikazan na sliki 3.13.



Slika 5.11: Poselitev in železnica



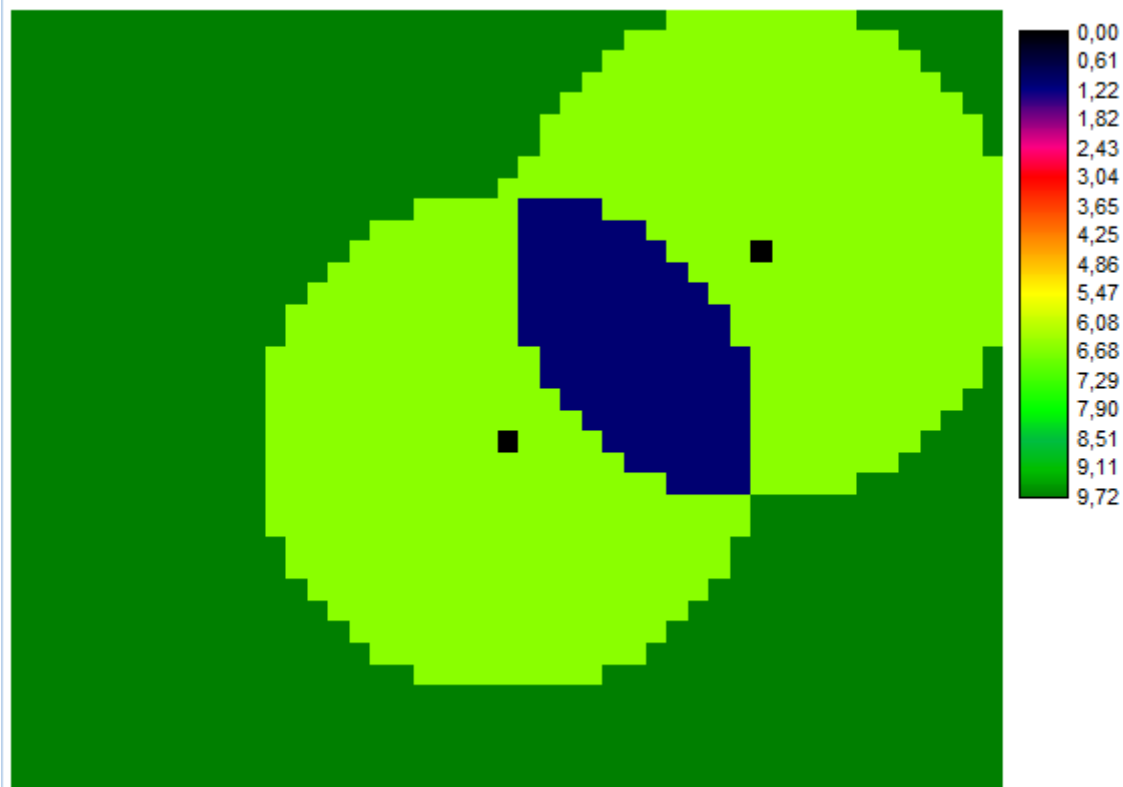
Slika 5.12: Ukaza buffer in distance



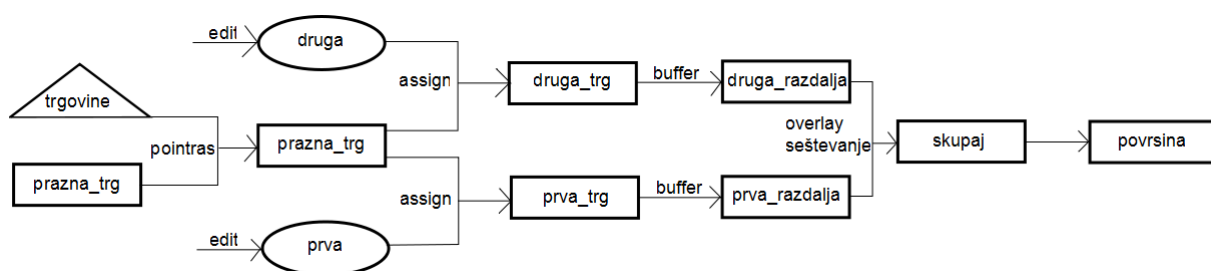
Slika 5.13: Diagram ukazov za analizo oddaljenosti

Dve trgovini ležita 1500 m narazen. Vsaka trdi, da jo obiskujejo kupci, ki stanujejo 1200 m stran. Na voljo imamo prazen rastrski sloj *prazna* in vektorski sloj *trgovine*. Zanima nas velikost območja, kjer se prekrivata zaledji obeh trgovin. Najprej rasteriziramo vektorski sloj

trgovine. Nato izdelamo dve opisni datoteki *prva* (1 1) in *druga* (2 1), ki ju potrebujemo za ukaz *assign*, s katerima vsako od trgovin ločimo v svoj rastrski sloj. Nad obe datoteki *prva_trg* in *druga_trg* izvedemo ukaz *buffer*, tako da dobimo 1200 m pas. Dobljeni datoteki združimo z ukazom *overlay*. Nato poženemo še *area* (slika 3.14), ki izračuna površino (slika 3.15).



Slika 5.14: Končni rezultat



Slika 5.15: Diagram ukazov za izračun območja prekrivanja

5.1.6 Primerjava različnih pristopov pri podpori odločanju

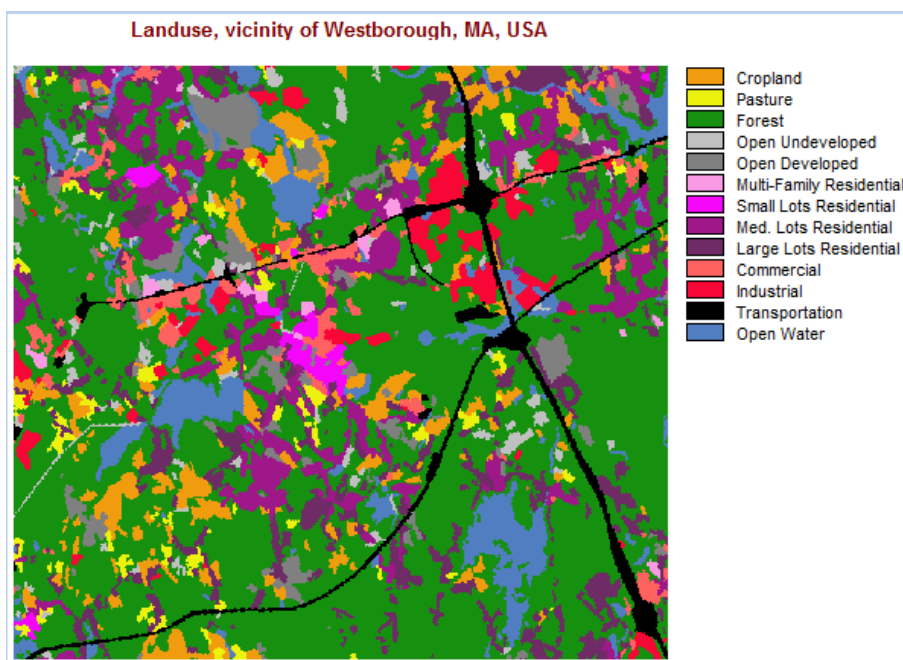
Radi bi določili primerna območja za gradnjo stanovanjskega naselja. Na voljo imamo naslednje sloje: *Mcelanduse.rst* (raba tal, slika 3.16), *Mcestreams.vct* (vodotoki), *Mceroads.vct* (ceste), *Mcewater.rst* (vodne površine), *Roaddist.rst* (oddaljenost od ceste), *Slopes.rst* (naklon pobočij), *Towndist.rst* (oddaljenost od središča mesta), *Developdist.rst* (bližina že razvitih območij), *Waterdist.rst* (oddaljenost od vodnih površin).

Najprej določimo **omejitve**:

- 50-metrski pas okrog vodnih površin. S funkcijama *buffer* in *reclass* iz *Mcewater.rst* naredimo nov sloj *Watercon.rst*, ki ima vrednost 1 za površine, ki so oddaljene več kot 50 m, ostalo je vrednost 0.
- Določene vrste rabe tal niso primerne za gradnjo (pozidane površine, vodne površine, infrastruktura). S funkcijo *reclass* iz *Mcelanduse.rst* naredimo nov sloj *Landcon.rst*, ki vsebuje vrednost 0 za pozidane površine, vodne površine in infrastrukturo, vse ostalo ima vrednost 1.

Nato določimo **faktorje**:

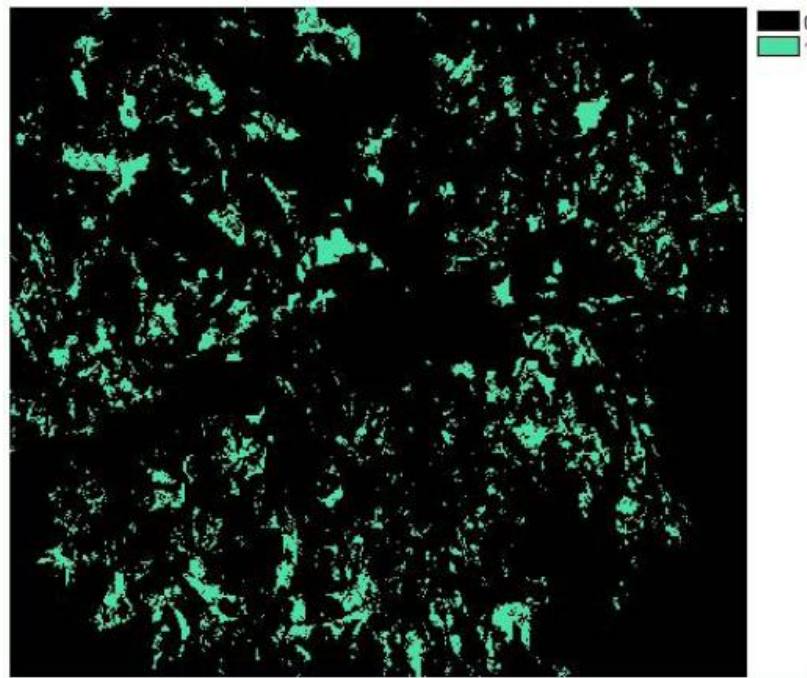
- raba tal (gozd, odprt nerazviti svet),
- naklon pobočja ($< 15\%$),
- oddaljenost od ceste (< 400 m),
- oddaljenost od središča mesta (< 10 minut oz. < 400 celic),
- oddaljenost od vodnih površin (še dodatnih 50 m),
- bližina že razvitih območij [31].



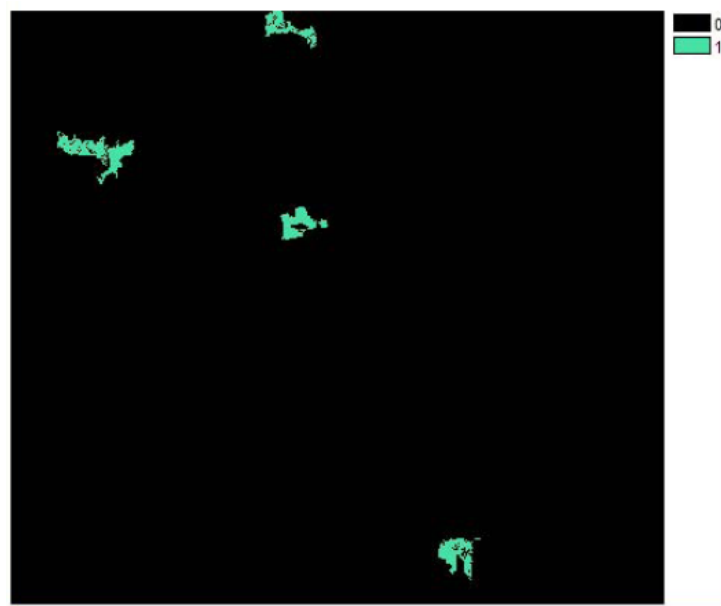
Slika 5.16: Datoteka Mcelanduse.rst

Večkriterijsko odločanje – Booleanov pristop

Ta pristop deluje po principu »true/false«, kar pomeni, da je neko območje primerno za gradnjo ali pa ni, vmesnih rešitev ni. Vse datoteke, ki predstavljajo faktorje reklasificiramo, tako da dobimo slike z vrednostmi 1-ustrezno in 0-neustrezno. Nove slike so *Landbool.rst*, *Roadbool.rst*, *Townbool.rst*, *Slopebool.rst*, *Waterbool.rst*, *Developbool.rst*. Ko imamo vse to pripravljeno, izvedemo ukaz *MCE – multi-criteria evaluation (Boolean intersection)*. Dobimo sliko primernih območij različnih velikosti (slika 3.17). Nato z ukazi *group*, *area* in *reclass* izločimo območja, ki so velika vsaj 10 ha. Kot rezultat dobimo štiri območja, ki so primerna (slika 3.18). Večji del vseh območji leži v gozdu in se stika z že poseljenimi območji. Vsa območja so enako primerna, saj imajo vsi faktorji in omejitve vrednost 1. Katero območje si izberemo za gradnjo je vseeno [31].



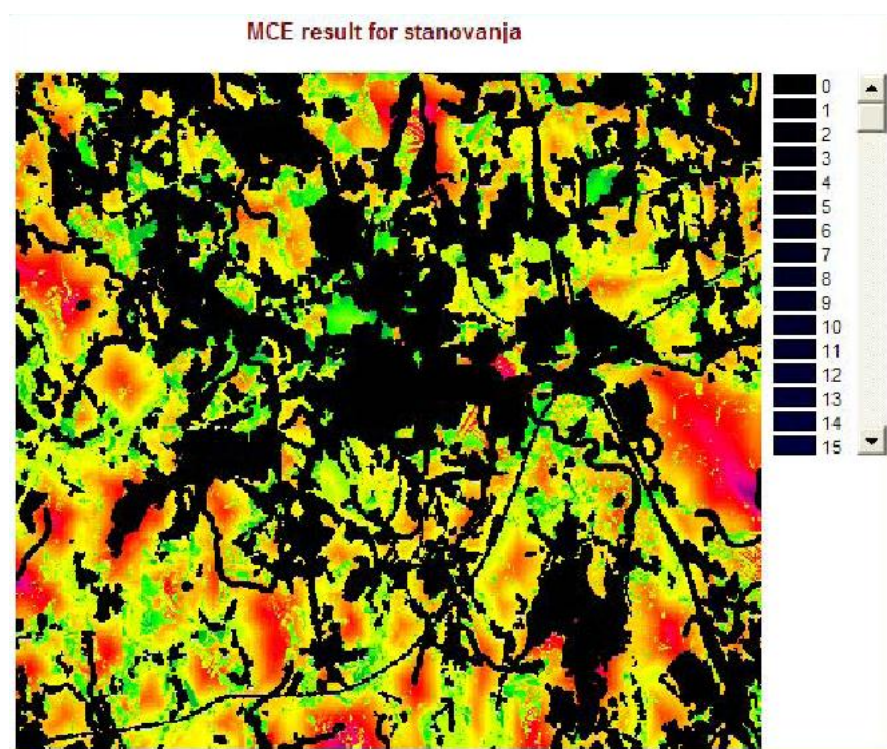
Slika 5.17: Rezultat funkcije MCE – multi-criteria evaluation (Boolean intersection)



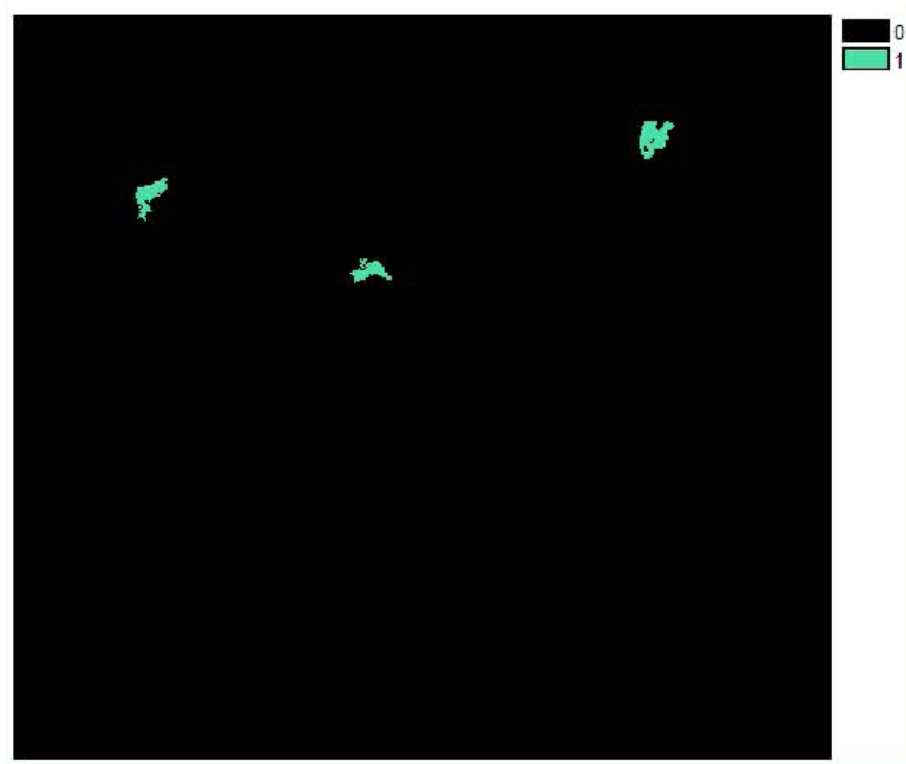
Slika 5.18: Območja velika vsaj 10 ha

Večkriterijsko odločanje – tehtana linearna kombinacija

Pri tehtani linearni kombinaciji - fuzzy, dobimo vrednosti od 0 (najmanj primerno) do 255 (najbolj primerno). Gre za mehkejšo odločitev, kot pri Booleanovem pristopu, saj zavzame tudi tista območja, ki so med 0 in 1. Analizo izvedemo s pomočjo orodja za podporo odločanju Decision Wizard, ki nas vodi od začetka do konca. Omejitve (*Watercon.rst*, *Landcon.rst*) so še vedno tipa boolean, faktorjem pa določimo različne vrednosti. S pomočjo *edit* in *assign* iz *Mcelanduse.rst* naredimo nov rastrski sloj *Landfuzz.rst* pri čemer dobi gozd vrednost 255, odprt nerazvit svet 200, pašniki 125, njive 75, ostalo pa 0. Ostale faktorje (*Roaddist.rst*, *Slopes.rst*, *Towndist.rst*, *Developdist.rst*, *Waterdist.rst*) standardiziramo s pomočjo orodja FUZZY Factor Standardization, pri čemer dobijo celice vrednosti od 0 do 255 glede na primernost. Ko končamo celoten postopek, dobimo sliko območij, ki imajo vrednosti od 0 do 255 glede na primernost (slika 3.19). Najprej z ukazom *reclass* izločimo najboljša območja z vrednostmi od 200–255. Nato z ukazi *group*, *area* in *reclass* izločimo območja, ki so velika vsaj 10 ha. Rešitev so tri območja (slika 3.20), ki imajo različne vrednosti za posamezne faktorje. Odločimo se za tisto območje, ki ima najboljšo vrednost za faktor, ki nam največ pomeni. Torej, če nam veliko pomeni to, da smo kolikor se da blizu ceste, bomo med območji izbrali tisto, ki ima za ta faktor najboljšo vrednost [31].



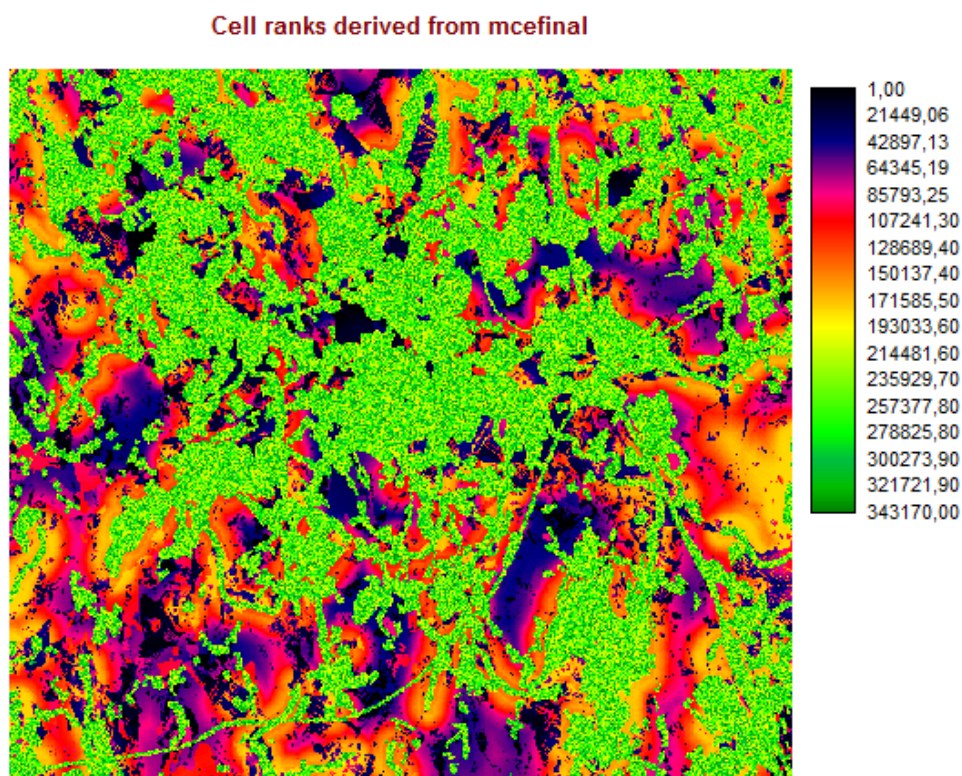
Slika 5.19: Rezultat tehtane linearne kombinacije



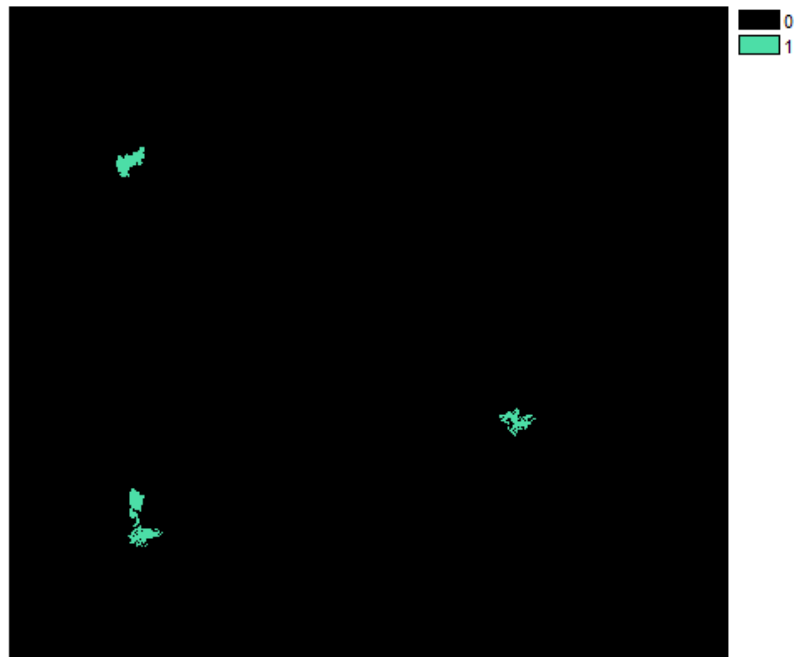
Slika 5.20: Najboljša območja

Večkriterijsko odločanje – urejeno tehtano povprečje

Postopek je podoben tehtani linearni kombinaciji, omejitve so enake, prav tako tudi standardizacija faktorjev. Posebnost tega pristopa je dodaten niz ponderjev, s katerimi določimo stopnjo tveganja faktorja. Večji kot je ponder, večje tveganje ima faktor. Za vsak faktor določimo različen ponder, in sicer *Mcelanduse.rst* (0,5), *Towndist.rst* (0,3), *Waterdist.rst* (0,125), *Roaddist.rst* (0,05), *Slopes.rst* (0,025), *Developdist.rst* (0). Kot rezultat dobimo sliko, ki ima za vsako celico določen rang. Manjši kot je rang, primernejše je območje (slika 3.21). Nato z ukazi *group*, *area* in *reclass* izločimo območja, ki so velika vsaj 10 ha. Dobimo sliko treh območij (slika 3.22). Če bi rangom faktorjev določili drugačne ponderje, bi bil rezultat drugačen. V našem primeru je imela raba tal največje tveganje, saj je bil ponder največji (0,5) [31].

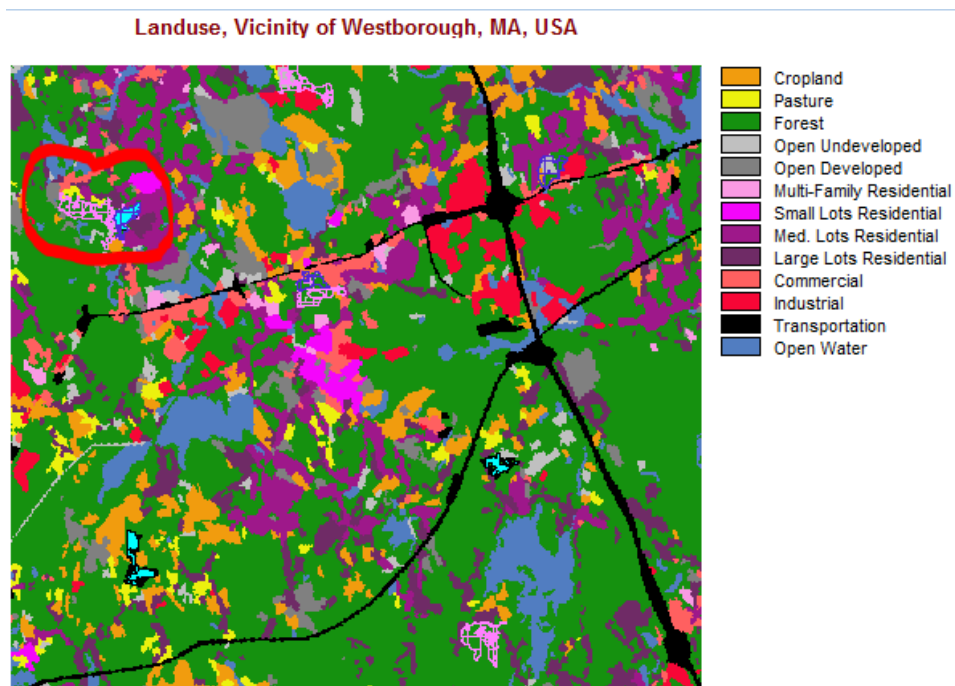


Slika 5.21: Rezultat urejenega tehtanega povprečja



Slika 5.22: Območja, primerna za gradnjo stanovanjskega naselja

Če prikažemo rezultate vseh treh odločanj na eni karti, ugotovimo, da se nekatera prekrivajo. Eno območje se prekriva trikrat (slika 3.23, označeno z rdečo barvo), kar pomeni, da je bil izbran z vsemi pristopi. Eno območje se prekriva dvakrat. Izbran je bil z Booleanovim pristopom in tehtano linearno kombinacijo (fuzzy). Ostala območja so različna. Za gradnjo bi izbrali območje, ki se prekriva trikrat. Gre za najbolj primerno območje, saj je bil izbran s pomočjo treh različnih pristopov.



Slika 5.23: Primerjava rezultatov vseh treh odločanj

5.2 Predstavitev GIS projektov v Sloveniji

5.2.1 Prikaz lokacije kličočega ob klicu v sili (112)

Za reševanje je čim hitrejša določitev natančne lokacije nesreče ključnega pomena. Natančna lokacija nesreče je v večini primerov lokacija kličočega, saj le-ta običajno kliče z mesta nesreče. Izsledki raziskav so pokazali, da vsako leto več kot milijon ljudi v Evropi, ki pokličejo klicne centre v sili, ne more navesti točnega podatka, kje se nahajajo. Vsako leto je vedno več klicev opravljenih po mobilnih telefonih.

Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR) je že pred leti vzpostavila obsežno prostorsko bazo in prostorski informacijski sistem GIS_UJME, ki operativcem v centrih za obveščanje pomaga pri orientaciji v prostoru. Zakonsko so operaterji telefonije dolžni takoj posredovati podatke lokacije kličočega na URSZR. V projektu »Razvoj in integracija prikaza lokacije kličočega v GIS za podporo ukrepanju ob klicu na 112« je bila pripravljena raziskava, ki je vsebovala pregled in primerjavo možnih tehnik lociranja v mobilnih omrežjih, celovit pregled ponudnikov telefonije s poudarkom na mobilnih operaterjih ter primerjavo ponudnikov mobilne tehnologije.

Geografski informacijski sistem GIS_UJME

Sistem GIS_UJME pokriva prostorski del informacijskega sistema zaščite in reševanja. GIS_UJME vsebuje obsežno podatkovno bazo o prostoru. Podatke lahko razdelimo v tri glavne sklope:

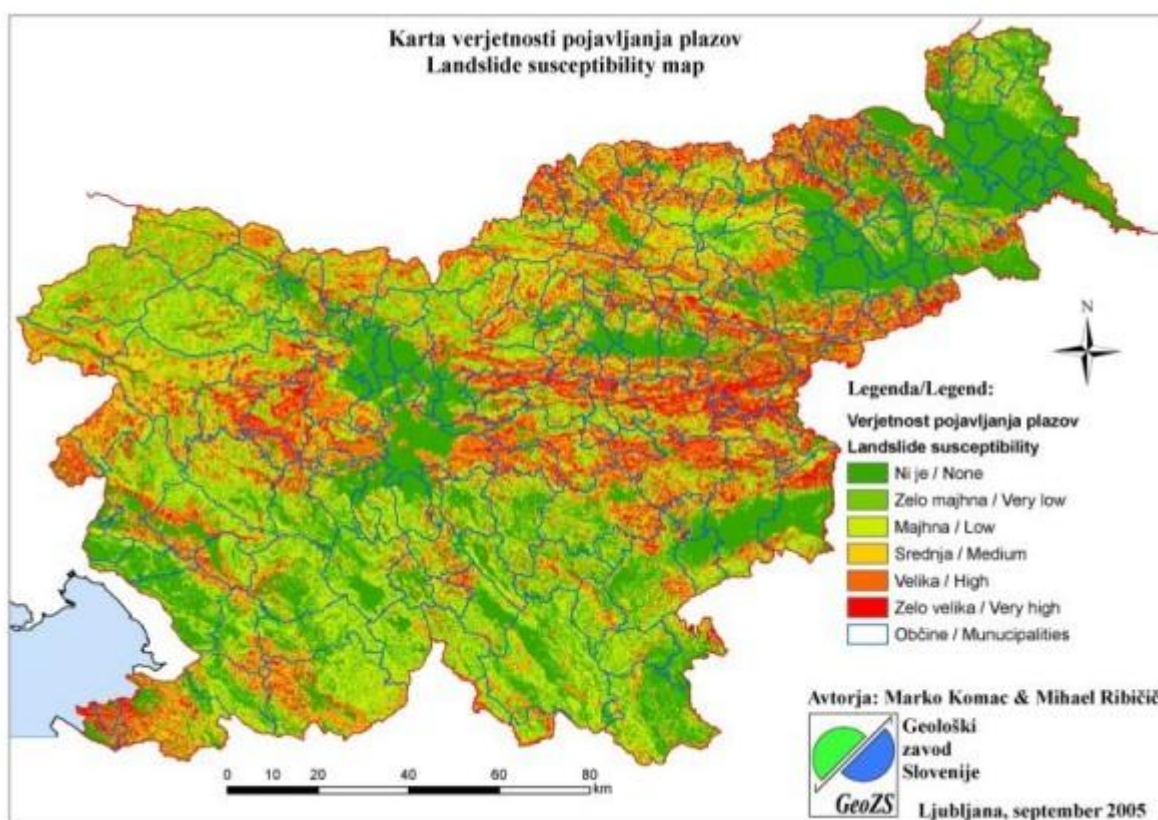
- podatke o prostoru: različne topografske karte, digitalne ortofoto posnetke, register prostorskih enot, register zemljepisnih imen,
- ocene ogroženosti: poplavna, požarna in potresna ogroženost, nevarnost zemeljskih in snežnih plazov, skladišča, postajališča, transportne poti za nevarne snovi,
- območja delovanja sil za zaščito, reševanje in pomoč (ZRP): gasilske enote, gorska služba, občinski štabi civilne zaščite.

GIS_UJME predstavlja jedro sistema za podporo ukrepanju. Operativci, ga lahko uporabljajo v več namenov:

- za prikaz lokacije kličočega,
- za določitev lokacije dogodka,
- za pregled in analizo prostora v okolici lokacije dogodka.

mej, od prelomih struktur in od površinskih vodnih tokov, dolžina površinskega toka vode, tip rabe tal, povprečne letne padavine za 30-letno obdobje, količina maksimalnih 24-urnih padavin, projektni pospešek tal.

V okviru projekta je bila opravljena analiza pojavljanja plazov na območju Slovenije in analiza vpliva prostorskih dejavnikov na njihovo pojavljanje. Kot končni rezultat analiz je bil izdan zemljevid verjetnosti pojavljanja plazov za celotno območje Slovenije v merilu 1 : 250.000 (slika 3.26). Analize so bile opravljene v GIS-u, rezultati so bili statistično obdelani z metodami univariatne statistike.



Slika 5.26: Karta verjetnosti pojavljanja plazov [33]

S podatki o potencialno plazovitih območjih in podatki o prostorskem pojavljanju vplivnih komponent je bila ocenjena izpostavljenost prebivalstva, objektov, tipov rabe tal, cestnega in železniškega omrežja. Dobljeni rezultati služijo kot eden od osnovnih vhodnih podatkov pri načrtovanju rabe prostora na nivoju države [33].

5.2.3 Geoinformacijska podpora pri določanju prednosti sanacije neurejenih odlagališč

V Ljubljani, prestolnici Slovenije, proizvedejo letno približno 120.000 ton različnih odpadkov, od katerih, kljub preventivno zastavljeni okoljski zakonodaji, manjši del še vedno odlagajo na neurejenih odlagališčih. Ta obremenjujejo okolje in so z estetskega vidika zelo moteča, zato so potrebni določeni ukrepi. Revitalizacija degradirane pokrajine je mogoča s pomočjo kakovostnih sanacijskih programov. Takšni programi prvenstveno zahtevajo natančno presojo obstoječega obremenjevanja okolja ter pretehtano izbiro najustreznejših metod in ukrepov sanacije, pri katerih lahko z uporabo geografskih informacijskih sistemov dosežemo boljše rezultate. Na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU je bil leta 2005 izdelan projekt izdelave katastra in predloga prednostne sanacije odlagališč odpadkov vodozbirnega območja črpališča Jarški prod.

Priprava podatkovne baze

- Popis podatkov na terenu: Terensko delo je zajemalo popis neurejenih odlagališč odpadkov na vodovarstvenem območju vodarne Jarški prod. Poleg manjših odlagališč so bile v popis zajete še gramoznice. Položaje objektov so določili z uporabo GPS naprave.
- Zajem podatkov iz obstoječih podatkovnih slojev: Vsakemu odlagališču je bila pripisana vrednost za atribut režim varovanja, nadmorska višina, katastrska občina, geološka podlaga, pedološka podlaga, globina podtalnice, oddaljenost od vodovarstvenega območja, oddaljenost od reke Save, oddaljenost od najbližjega naselja in oddaljenost od najbližje glavne ceste.

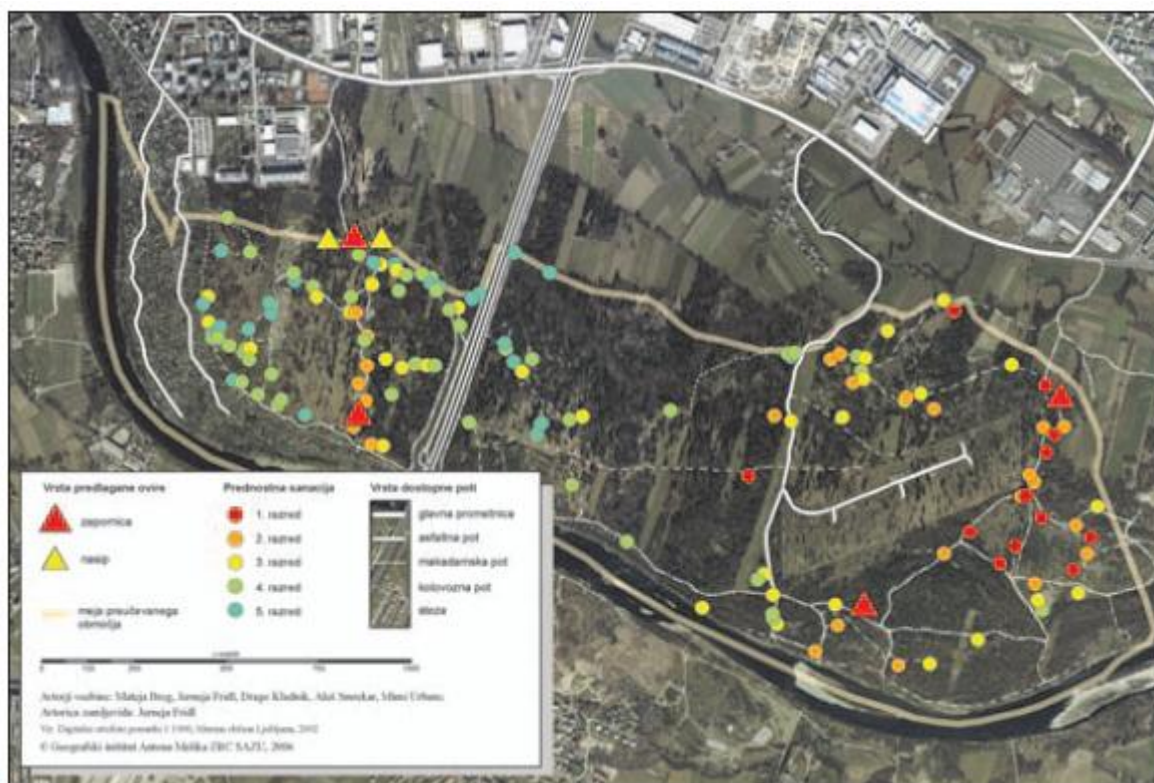
Obdelava podatkov

Vzpostavljena podatkovna baza je bila dobro izhodišče za obdelave in matematične analize podatkov s programsko opremo ArcGIS 9.1. Operacije, ki so bile pri delu največkrat uporabljene, so:

- Prezemanje podatkov drugega sloja glede na lokacijo: Operacija združevanja atributov dveh podatkovnih slojev glede na lokacijo je zelo uporabna, kadar želimo, da določeni točkovni ali linijski objekti prevzamejo atributne vrednosti poligona.
- Rastrska interpolacija: Vzpostavitev geografskega informacijskega sistema neurejenih odlagališč odpadkov na Jarškemrodu je temeljila predvsem na vektorskih podatkih. Interpolacija geodetsko izmerjenih točk terena in hidroizohips nivoja podtalnice je

služila za pripravo rastrskega digitalnega modela višin in rastrskega digitalnega modela nivoja podtalnice z velikostjo celic 5 x 5 metrov.

- Vektorska digitalizacija: Podatke o vrsti prsti in zgradbi kamnin, na katerih ležijo odlagališča, je bilo potrebno v digitalno obliko prenesti s pomočjo vektorske digitalizacije. Na razpolago je bila le geološka in pedološka karta na papirju.
- Oddaljenost točk: Operacije računanja oddaljenosti točk so bile uporabljene za izračun oddaljenosti od vodovarstvenega območja, oddaljenosti od reke Save, oddaljenosti od najbližjega naselja in oddaljenosti od najbližje glavne ceste.
- Klasifikacija podatkov: Ena od najpogostejše uporabljenih funkcij je bila klasifikacija podatkov, na enem ali več podatkovnih slojih. Pod klasifikacijo se šteje razvrščanje številčnih atributnih vrednosti v velikostne razrede in opisnih atributnih podatkov v kategorije.
- Operacije poizvedovanja: Glavna prednost dobro organizirane podatkovne baze, ki jo je seveda treba sproti ažurirati in dopolnjevati, je v hitrosti dobivanja informacij. Tako lahko s smiselnimi poizvedovalnimi vprašanji dobimo sezname vseh odlagališč, ki ustrezajo postavljenim pogojem.



Slika 5.27: Vrstni red sanacije neurejenih odlagališč [34]

Želena raven kakovosti podtalnice lahko ohranimo le, če v bližini črpališč pitne vode ne bo nakopičenih večjih količin odpadkov. Opravljene raziskave v Mestni občini Ljubljana so žal pokazale, da je na nekaterih vodovarstvenih območjih stanje zaskrbljujoče. Na Jarškemrodu

problema ni mogoče rešiti v kratkem času, predvsem zaradi velikega števila neurejenih odlagališč in količin odpadkov ter omejenih tehničnih in finančnih sredstev za njeno izvedbo. Na podlagi terenskih raziskav, ocene ranljivosti območja in stanja posameznih odlagališč smo s pomočjo GIS programov pripravili vrstni red prednostne sanacije (slika 3.27).

Predstavljena metodologija popisa in prednostne sanacije neurejenih odlagališč odpadkov se je na območju vodarne Jarški prod izkazala kot ustrezna. Zato je brez večjih dopolnitev uporabljena tudi pri popisovanju neurejenih odlagališč na ostalih vodovarstvenih območjih, pomembnih za oskrbo mesta Ljubljane in njenega zaledja [34].

5.2.4 GIS na področju varstva rastlin pred škodljivimi organizmi

Kmetijstvo in gozdarstvo sta za Evropsko skupnost ekonomsko in sociološko pomembni področji. Izbruhi rastlinskih škodljivih organizmov, ki imajo veliko zmožnost preživetja in razmnoževanja, lahko povzročijo epidemije rastlinskih bolezni in uničujoče namnožitve škodljivcev. Epidemične bolezni pa povzročajo resne izgube gojenih rastlin in imajo lahko s tem velik vpliv na gozdarstvo, kmetijsko pridelavo, ekonomijo in ruralno skupnost kot tudi na biotsko raznovrstnost in okolje. V pridelavi hrane beležijo v svetovnem merilu zaradi bolezni rastlin povprečno 13 %, zaradi napadov žuželk 15 % in zaradi plevelov 13 % izgub pridelkov. Veliko večje izgube lahko nastanejo z vnosom novega škodljivega organizma z rastlinskim blagom iz drugega kontinenta, če naleti na ugodne klimatske in druge razmere za razmnoževanje in širjenje.

Varstvo rastlin pred škodljivimi organizmi je temeljna dejavnost na fitosanitarnem področju in ga države urejajo v okviru Mednarodne konvencije o varstvu rastlin. Fitosanitarne službe opravljajo nadzor rastlinskega blaga v mednarodnem prometu zaradi preprečitve vnosa karantenskih organizmov na ozemlje države. Varstvo rastlin je torej tesno povezano s kmetijstvom, gozdarstvom, pa tudi z gospodarstvom ter varstvom narave in okolja. Enako se kaže povezanost z informacijskimi sistemi na teh področjih, tako pri uporabi atributnih kot grafičnih podatkov.

Metode zapisov najdb škodljivih organizmov

Zapisi najdb in tudi analize tveganja ob vnosu oziroma širjenju škodljivih organizmov vsebujejo podatke o dejanskem ali potencialnem nahajališču v naravi. Nahajališče ali mesto je določeno kot točka ali poligon z dodatnimi atributnimi opisi kot so: vrsta organizma, vrsta gostiteljskih rastlin, rastišče, čas najdbe, ime osebe, ki je opravila pregled oziroma odvzela vzorec za laboratorijsko določitev organizma in drugi podatki.

Želja po učinkovitem delu na področju varstva rastlin je sorazmerno zgodaj pripomogla, da se je geografski informacijski sistem začel uvajati tudi na upravni del tega področja. Osrednja strokovno upravna institucija na področju varstva rastlin je Fitosanitarna uprava Republike Slovenije (FURS), ki je prevzela leta 2001 v upravljanje več nepovezanih zbirk podatkov o registrirani pridelavi in najdbah škodljivih organizmov, pri katerih je prihajalo do podvajanja podatkov in obdelav ter do neenotnosti podatkov. Zaradi naštetih slabosti in zahtev po hitri izmenjavi informacij s službami za varstvo rastlin drugih držav ter s Komisijo Evropske unije, je bila že v državnem programu Republike Slovenije za prevzem pravnega reda EU predvidena vzpostavitev poenotenega-integriranega informacijskega sistema za fitosanitarno področje. Prvi začetki uvajanja geoinformacijske tehnologije segajo v konec devetdesetih let. V letu 2001 so s pomočjo projekta CRP »Izgradnja poenotenega sistema za spremljanje in analizo škodljivih organizmov« opredelili podlage za zajem, kontrolo, hranjenje in obdelavo podatkov o škodljivih organizmih. Sprva, ko ni bilo integralnega pristopa h GIS-u, je obstajalo veliko podatkovnih baz različnih formatov. Prav tako se je zajem prostorskih koordinat izvajal z različnimi orodji kot sta GPS ali Atlas Slovenije. Format zajema običajno ni bil podan, pojavljale pa so se napake pri nastavitvah GPS aparatov.

Geografski informacijski sistemi na področju varstva rastlin

Geografski informacijski sistem na področju varstva rastlin (GIS-VR) je sestavni del geografskega informacijskega sistema v kmetijstvu. V obdobju priprav za vstop v Evropsko skupnost po letu 2000 je bilo izgrajenih več baz podatkov, ki imajo pomembno vlogo pri delovanju GIS na področju varstva rastlin. Pri sprejemanju odločitev je pomembna baza subvencij kmetijske pridelave, register kmetijskih gospodarstev, baza grafičnega zajema rabe kmetijskih zemljišč, baze trajnih nasadov (vinogradov, sadovnjakov, hmeljišč), FITO-register pridelovalcev, trgovcev in uvoznikov sadilnega materiala in drugega rastlinskega blaga z visokim tveganjem za prenos škodljivih organizmov ter številne ostale evidence, ki imajo bolj specifičen značaj.

Aplikacija FITO-nadzor predstavlja osnovo za evidentiranje pregledov in pojavov škodljivih organizmov. Aplikacija teče na strežniku MS Windows Server 2003, kot aplikacija odjemalec-strežnik, do katere uporabniki dostopajo po tankem odjemalcu (MS Terminal Server 2003). To omogoča enostaven centralen zajem podatkov in hitro obdelavo ter procesiranje podatkov glede na potrebe. Znotraj aplikacije FITO-nadzor so opredeljeni posamezni programi nadzora škodljivih organizmov ter določeni skrbniki posameznega nadzora kot tudi sodelavci, ki sodelujejo v izvajanju programa. V program nadzorov škodljivih organizmov je vključenih več institucij kot so FURS, Kmetijski inštitut Slovenije, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, regionalni kmetijski zavodi ter fitosanitarna

inšpekcija in pooblašчени laboratoriji, ki izvajajo diagnostiko škodljivih organizmov. V program so vključene različne georeferencirane rastrske podloge, ki omogočajo prvo kontrolo prostorske opredelitve posameznega pregleda ali pojava škodljivega organizma. Poleg tega v aplikacijo sproti dodajamo lastne tematske sloje, kar omogoča boljšo kontrolo in načrtovanje dela. Zaradi zapletov s točnostjo koordinat v preteklosti, je v program vključena funkcija za preračun koordinat iz različnih koordinatnih sistemov.

Primer odločanja pri obvladovanju škodljivca koruzni hrošč

Koruzni hrošč je karantenski škodljivec koruze, ki se v enem letu lahko razširi tudi za več 10 km. Prvič so ga zaznali na meji z Madžarsko in Hrvaško leta 2003, v naslednjih dveh letih pa se je razširil za 50–70 km proti notranjosti Slovenije. Predstojnik FURS-a z odločbo določi razmejeno območje (slika 3.28), ki obsega žarišče napada in pripadajoče varnostno območje in določi obvezne ukrepe za preprečevanje širjenja. Glavni ukrep je zatiranje hrošča z insekticidi ali pa obvezen kolobar (enoletni presledek med dvema posevkoma koruze), da ličinke, ki se izležejo po prezimitvi v tleh, ne najdejo hrane (koruze) in naravno odmrjejo. Pri tehtanju posledic strokovnih odločitev so uporabili prostorske analize. Analizirali so bazo podatkov o subvencioniranju kmetijske pridelave ter določili, kolikšno je število nosilcev kmetijske pridelave na posameznem območju, kakšen je obseg njihove pridelave in s tem kakšne posledice nosi posamezen ukrep za preprečevanje širjenja koruznega hrošča. Pri izdajanju odredb o določitvi in obsegu nadzorovanega (razmejenega) območja je potrebno rezultate obdelav prilagoditi na administrativne meje, ponavadi na meje katastrskih občin.



Slika 5.28: Razmejeno območje koruznega hrošča [35]

Vsako leto se pri Svetovni trgovinski organizaciji odvija več deset poravnjav sporov, pri katerih so rezultati analiz v okolju GIS dober argument za odločitve. Tudi v Sloveniji je FURS v zadnjih petih letih s pridom uporabljal GIS-VR pri pogajanjih z Evropsko komisijo,

dokazovanju statusa varovanega območja hruševega ožiga in bele krompirjeve ogorčice, pri obveščanju javnosti in pri kreiranju politike varstva rastlin, ki jo vodi MKGP. Analize in procesiranje georeferenciranih podatkov pa so tudi neprecenljiva podlaga odločanju na nacionalni ravni, pri nadzoru in izvajanju ukrepov v primeru pojava nadzorovanih škodljivih organizmov [35].

5.2.5 GIS kot orodje za določanje prioriteten območij prenove mest

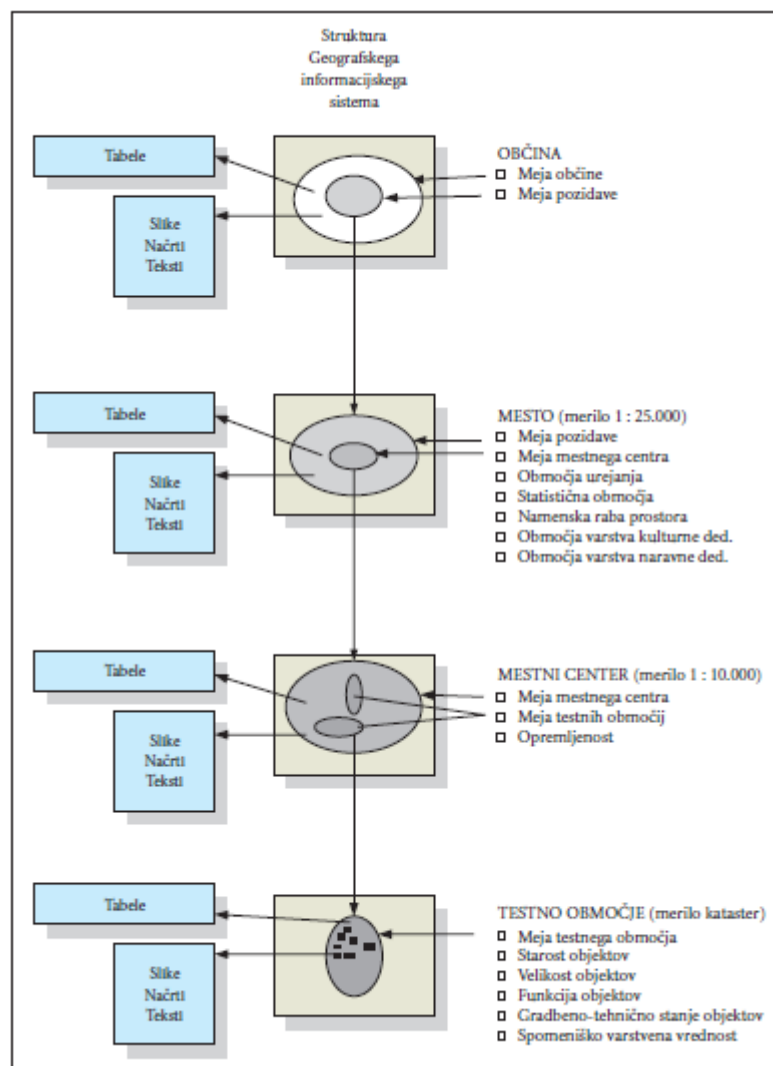
Mestna prenova postaja vedno bolj pomembna naloga. Mesta se vedno bolj zavedajo potrebe po prenovi, oživljanju mestnih središč ter izboljšanju kvalitete življenja v njih, pogosto pa še niso razvila ustreznih inštrumentov, s katerimi bi lahko hitro in ustrezno reagirala na negativne težnje v prostoru in jih tekoče sproti reševala. V okviru mednarodnega projekta Reurban Mobil: Mobilising Reurbanisation on Condition of Demographic Change, ki je potekal v 5. okvirnem programu EU v letih med 2002 in 2005, je Urbanistični inštitut RS razvil računalniško podprt model za analizo mestnega prostora, ki bi omogočil mestom sprotno evidentiranje stanja v prostoru ter hitro reagiranje na negativne procese, sprotno preverjanje nujnosti prenove in oblikovanje inštrumentov in politik zanjo.

Metodologija

Predlagani model GIS vključuje kazalce, ki pokrivajo vse ključne vidike mestnega razvoja. Zasnovan je kot odprt sistem, ki ga je mogoče uporabiti za vrednotenje prostora na različnih ravneh (slika 3.29), na ravni mesta, mestnega središča, četrti ali stavbnega bloka in sicer tako, da omogoča uporabnikom samostojno odločati, kateri in koliko kazalcev je ključnih za posamezno situacijo in izbrati merila vrednotenja, ki najbolj ustrezajo ciljem in ravni analize. Priprava modela GIS je obsegala naslednje korake:

- identificiranje ključnih kazalcev in priprava podatkovne baze,
- izdelava metodologije za analizo, vrednotenje in izbor prioriteten območij prenove
- testiranje metodologije na izbranem območju mestnega središča Ljubljane.

Projekt Reurban je bil že v izhodišču zasnovan interdisciplinarno. Že v prvi fazi so vse štiri discipline (arhitektura in urbanizem, sociologija in demografija, pravo in ekonomija ter ekologija) pripravile nabor ključnih indikatorjev za prenovo in ta je bil osnova za pripravo zasnove podatkovne baze. Podatki so bili pripravljeni kot karte, tabele, teksti ali kot slike. Testni model je bil izdelan za analizo fizične strukture izbranih območij. V zasnovi GIS so kot ključne kazalce fizičnega stanja v prostoru določili: kvaliteto urbanega prostora, kvaliteto arhitekture in kvaliteto stanovanj. Za vsakega od njih so določili glavne spremenljivke, prvine vrednotenja in način vrednotenja.



Slika 5.29: Sistem na različnih ravneh [36]

Izdelava GIS aplikacije

Pogoj za izdelavo GIS aplikacije je bil, da mora aplikacija omogočati dostop do baze podatkov in izdelavo zelenih analiz z zbranimi podatki na čim lažji možni način. Logična izbira je bila uporaba aplikacije preko spletnega vmesnika. Na tak način lahko vsi uporabniki, ki imajo dostop do svetovnega spleta, uporabljajo aplikacijo. Programska oprema, ki so jo v ta namen uporabili je MapServer, MS Access baza podatkov in rutine izdelane v ActivServerPage okolju. MapServer je razvojno okolje za izdelavo GIS aplikacij narejeno po OpenSource standardih. MapServer ni popoln GIS sistem, saj mu manjka veliko funkcij, ki jih imajo pravi GIS sistemi. Dopušča pa možnost, da mu s pomočjo raznih programskih jezikov

kot so PHP, Java Script in Activ Server Pages (ASP) dodamo manjkajoče funkcije in ga približamo dani nalogi.

Preizkus metode na izbranem območju

Model so preizkusili na izbranem območju mesta Ljubljane, na območju Miklošičevega parka. Izbrano območje obsega prostor med Ljubljanico na jugu in železniško postajo na severu, Slovensko cesto na zahodu in Resljevo cesto na vzhodu, torej območje secesijske Ljubljane, ki razpolaga s kvalitetno kulturno dediščino, obenem pa so zanj značilni staranje prebivalstva, naraščanje števila upokojencev, praznjenje stanovanj, izjemno nizka stopnja zasedenosti stanovanj, upadanje urbanega standarda, prometni problemi, slabo vzdrževanje stavbnega fonda, nizek stanovanjski standard itd. Metodo so testirali tako, da so kot enoto obravnave izbrali kare med štirimi ulicami, vsakega posebej analizirali, določili prvine vrednotenja in merila, nato so jih ovrednotili in kategorizirali ter na osnovi tega določili, kateri od njih izkazuje največjo potrebo po prenovi. Na sliki 3.30 je prikazana primerjava med različno izbranimi kazalci. V prvem primeru so bila v ospredje postavljena socialno-demografska merila, v drugem pa arhitektonsko urbanistična merila.



Slika 5.30: Primerjava različnih meril v okviru sistema [36]

Testiranje modela na izbranem območju mestnega središča Ljubljane je pokazalo, da metoda ustreza zastavljenim ciljem in da jo je mogoče uspešno implementirati v praksi, seveda pod pogojem, da obstaja ustrezna podatkovna baza [36].

5.3 Predstavitev tujih GIS projektov

5.3.1 Vpliv posegov na živalstvo v Yellowstonskem parku

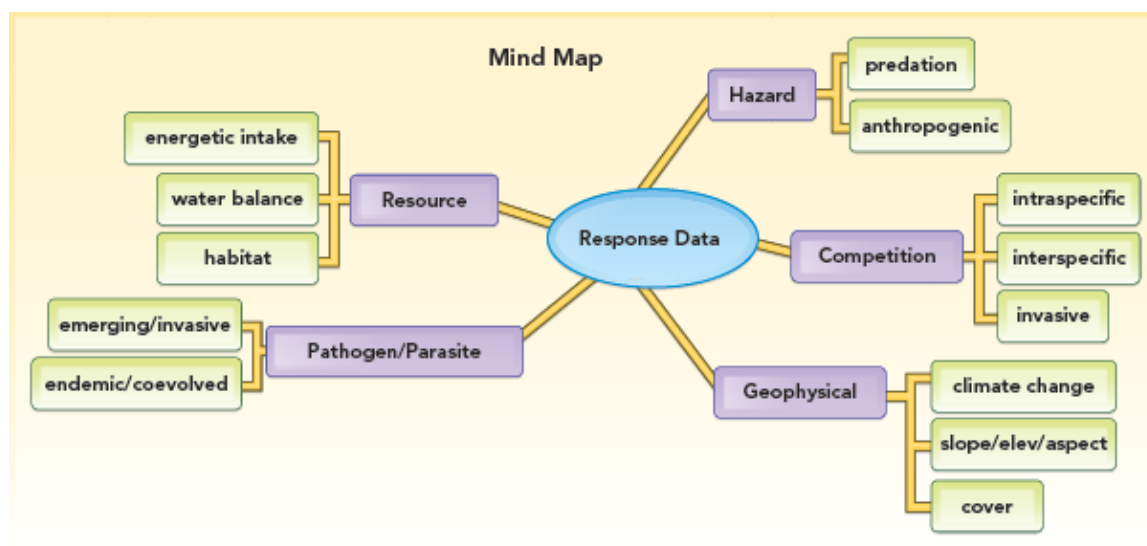
Dokazi o življenju v Yellowstonskem parku segajo 11.000 let nazaj. Ameriški domorodci so park uporabljali za bivanje, lovljenje živali in iskanje zdravilnih rastlin. Leta 1872 je Yellowstone postal prvi zaščiten narodni park na svetu in še danes velja za enega najbolj ohranjenih ekosistemov na severni polobli. Zadnje čase pa so se pogoji za življenje v parku začeli spreminjati. K temu so pripomogle suše, požari, vdori invazivnih vrst, bolezni, klimatske spremembe in onesnaževanje. Zaradi tega se je zbrala skupina ekologov, ki s pomočjo ArcGIS-a, statističnih analiz in tehnikami GeoDesign poskuša predvideti posledice različnih posegov v okolje in sprememb rabe zemljišč.

Ekološko napovedovanje

Ekološki raziskovalni center parka Yellowstone (YERC) je privatna, neprofitna organizacija iz Montane. Večinoma se ukvarjajo z obsežnimi dolgoročnimi ekološkimi raziskavami in izobraževanjem, pri čemer sodeluje tako javni kot zasebni sektor. V pomoč jim je orodje ArcGIS, ki ga uporabljajo za organizacijo, analizo in vizualizacijo podatkov o stanju in zdravju avtohtonih vrst ter njihovem okolju. Izdelava simulacije dinamičnega ekološkega sistema je zelo zapletena. Obseg, raznolikost in kompleksnost geoprostorskih podatkov zadnja leta raste eksponentno. To pa zahteva razvoj novih orodij in učinkovit potek dela. Nosilci odločanja morajo biti dovolj sposobni, da združijo podatke v standardizirane, pregledne in utemeljene informacije, ki služijo za današnje in prihodnje potrebe upravljanja.

Za potrebe ekološkega napovedovanja so ekologi, statistiki in GIS-analitiki razvili Sistem za presojo ekosistemov, geoprostorske analize in vrednotenja krajine (EAGLES- Ecosystem Assessment, Geospatial Analysis and Landscape Evaluation System). EAGLES je integracijski sistem, ki skrbi za organizacijo velikih količin zgodovinskih podatkov, hkrati pa omogoča napovedovanje in modeliranje stanja ekosistema. Glavna komponenta EAGLES je ArcGIS, ki omogoča prikaz odločitev na kartah in s tem lažje razumevanje.

Pri razvoju sistema so sodelovali strokovnjaki, ki poznajo organizme, njihov življenjski prostor, prehranjevalne navade, relacije plen-plenilec in drugo. Ti strokovnjaki so izdelali konceptualni model s ključnimi vprašanji in povezavami (slika 3.31).

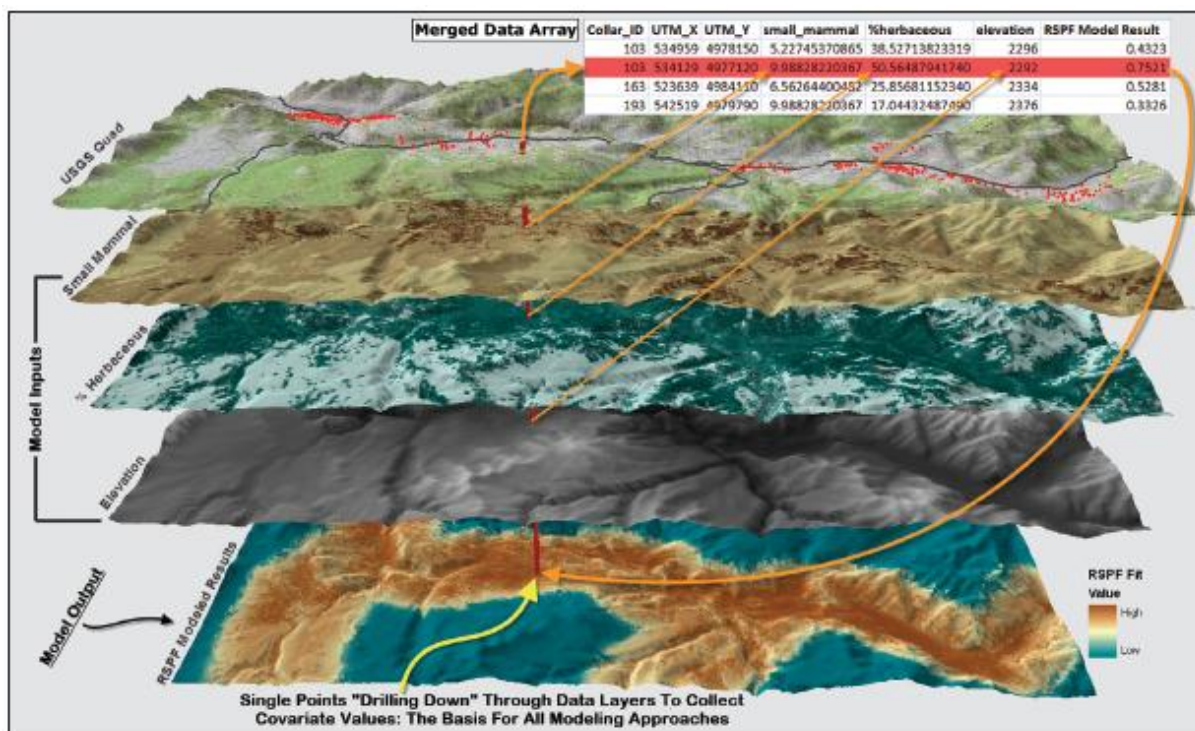


Slika 5.31: Konceptualni model [37]

EAGLES vsebuje orodje »Swap«, ki omogoča uporabnikom izgradnjo različnih scenarijev iz enotnega modela. V modelu lahko zamenjajo enega izmed atributov in opazujejo razlike, ki so nastale. Cilj takšnega pristopa je, da raziskovalci izberejo odločitve, ki bodo imele najmanj negativnih vplivov na živalstvo v parku. Vsak model je zgrajen iz več plasti vhodnih podatkov, ki so združene v eno plast (slika 3.32).

Če bi želeli napovedati vplive izgradnje nove ceste skozi življenjski prostor, bi v sistem dodali novo plast, ki vsebuje predlagano pot. Prvotni model bi primerjali s plastjo, ki vsebuje predlagano pot, da bi dobili pogled na spremembe, ki nastanejo v okolju.

Prednost sistema EAGLES je, da poenostavlja ugotovitve, pripravo in integracijo podatkov, s tem, da uporabniku omogoča identifikacijo vhodnih podatkov, izbiro ravni zanimanja, merila in ločljivosti.



Slika 5.32: Plasti modela [37]

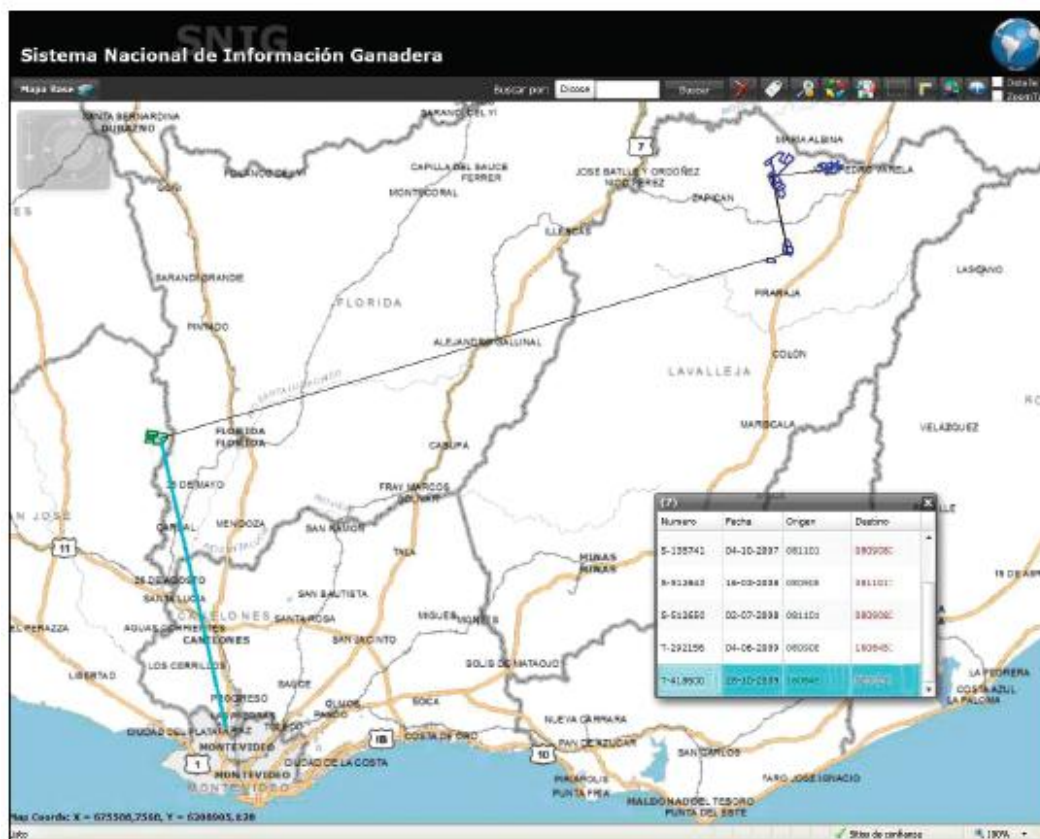
Pri iskanju rešitev za velike ekološke izzive bodo potrebni novi načini razmišljanja. To ni več človek proti naravi, ampak je človek z naravo. Naj gre za yellowstonsko antilopo, populacijo grizli medvedov ali propad severozahodnega pacifiškega lososa, znanost skupaj z GIS-i lahko odpravi vsako od teh vprašanj [37].

5.3.2 GIS kot orodje za spremljanje živine v Urugvaju

Urugvaj je majhna država s 3 milijoni prebivalcev in več kot 11,5 milijonov glav živine. 85% državnih površin je namenjenih živinoreji. Zaradi visoke kvalitete živine in dobrih sanitarnih pogojev se država uvršča med velike svetovne izvoznice.

Ministrstvo za živinorejo, kmetijstvo in ribištvo (MGAP) je razvilo Državni živinorejski informacijski sistem (SNIG), z namenom slediti živini. To je večnamenski sistem, ki omogoča podporo za operativne in strateške odločitve o tej pomembni panogi gospodarstva. SNIG je obvezen sistem državnega obsega, ki vključuje več kot 75.000 udeležencev iz kmetijskega in industrijskega sektorja, vključno z vsemi rejci, posredniki, lokacijami dražb živine in klavnicami. Sistem so začeli uvajati leta 2006 z individualno radiofrekvenčno identifikacijo (RFID) in registracijo vseh telet, ki so se skotili po tem letu. Popolnoma pa je SNIG zaživel leta 2011, ko so vnesli vso ostalo živino. Urugvaj je edina država na svetu, ki ima v bazi sistema vso živino. Vsak posel z živino, npr. prevoz ali menjava lastništva, mora biti vnesen v sistem v realnem času. SNIG letno opravi 350.000 operacij s katerimi se

preverja registracija lastnikov, sanitarno stanje vzrejalšč in gibanje živine. Informacije so shranjene v centralizirani zbirki podatkov. Do baze dostopajo preko spletnega portala iz uradov MGAP ali iz kmetij, kar je omogočeno preko 3G/GPRS povezave s katero je pokrita večina države. Skratka SNIG omogoča shranjevanje podatkov za vsako govedo v državi, kdo je njen lastnik, kje se nahaja, kje je bila pred tem in s katerimi živalmi je bila v stiku, vse to od skotitve do zakola (slika 3.33).



Slika 5.33: Potovanje živali [37]

Sistem je oblikovala skupina podjetij, Ingenieros Consultores Asociados (ICA), GIS podjetje in mednarodni Esri distributer. Kot platforma je bil izbran ArcGIS for Server, ker omogoča ravnanje z veliko količino podatkov, ki jih je mogoče enostavno vključiti v spletne rešitve sistema. ArcGIS API za Silverlight 2.1 se je izkazal za odlično platformo za to aplikacijo. Z drugimi besedami, pri velikih količinah vključenih podatkov, je ArcGIS for Server popolna rešitev zaradi svoje horizontalno in vertikalno razširljive arhitekture.

Za pridobitev prostorskih podatkov so sklenili sporazum z urugvajsko komisijo za prostorske podatke in nekaterimi drugimi institucijami. Podatke o parcelah na podeželju je prispeval Generalni direktorat za državni kataster. Podatke o cestah, administrativni razdelitvi in lokacijah pa Ministrstvo za promet.

Spletna aplikacija omogoča vključitev različnih uporabnikov (rejci, posredniki, industrija, veterinarji, policija ...), saj so informacije in transparentnost sistema prilagojene vsakemu posebej. Vsak uporabnik ima drugačne pravice in dostop do različnih podatkov.

SNIG ima pomembno vlogo pri izdelavi celostne vizije zunanjih sistemov in sistema Ministrstva za živinorejo, kmetijstvo in ribištvo [37].

5.3.3 Sistem za podporo odločanju pri naravnih nesrečah

Avgusta 2009 je tajfun Morakot zadel Tajvan in povzročil številne nesreče in drobirske tokove. V tem času je bila izmerjena rekordna količina padavin (2.965 mm v treh dneh). Za primerjavo, v Sloveniji je bila povprečna letna količina padavin za leto 2010 1.820 mm.

Da bi zagotovili celovite rešitve iz vseh vladnih virov, je Nacionalni znanstveni in tehnološki center za zmanjševanje nesreč (NCDR) oblikoval skupino strokovnjakov, ki nudijo različno pomoč ob tajfunih. Izdelan je bil tudi Sistem za podporo odločanju centralnega centra za pomoč (CEO-CDSS). Sistem vključuje druge vladne organizacije, informacije o nesrečah, napovedi, odzive in reševalne organizacije.

Pred projektom CEO-CDSS je NCDR ponudil platformo za povezovanje vladnih in nevladnih organizacij za dopolnitev zgodnjega opozarjanja in operacij evakuacije. NCDR je povezal digitalne podatke o nesrečah s pomočjo sinhronizacije v realnem času. Kljub temu pa so potrebovali boljši način za prikazovanje in analizo podatkov, zato so k sodelovanju povabili podjetje RiChi Tehnology Inc. Leta 2010 je podjetje izdelalo aplikacijo CEOCDSS, ki uporablja ArcGIS API for Flex. Značilnost aplikacije je prijazen uporabniški vmesnik, funkcionalnost v realnem času ter integracija in upravljanje raznovrstnih podatkov.

Prijazen uporabniški vmesnik

Vodje reševalnih enot in ostali uporabniki CEOCDSS lahko enostavno upravljajo sistem, kljub temu da niso domači z GIS-i. Uporabniški vmesnik je razdeljen na tri dele: nastavitve zemljevida, osnovna orodna vrstica in napredna orodna vrstica. V nastavitve zemljevida so vključena osnovna orodja za delo z zemljevidom. Osnovna orodna vrstica vsebuje štiri najbolj pogoste funkcije, ki se uporabljajo v času tajfuna. V napredni orodni vrstici pa so dodatne funkcije.

Vpogled v podatke v realnem času

Med obdobjem tajfuna morajo vodje centra za odzivanje na nesreče v vsakem trenutku poznati vse različne situacije na določenem mestu. V obdobju, ko ni poplav, raziskovalni centri potrebujejo podatke o preteklih tajfunih. CEOCDSS omogoča vpogled v podatke v vsakem trenutku (slika 3.34), vsebuje vse časovne attribute, satelitske posnetke, nivo vode, napovedane poti tajfuna, poročila padavin, radarske podatke in podatke o nesrečah na cestah. Sistem omogoča tudi pregledovanje preteklih tajfunov in njihovih podrobnosti.



Slika 5.34: Pogled v sistem [38].

Integracija in upravljanje raznovrstnih podatkov

CEOCDSS zajema raznovrstne podatke, ki jih je možno razdeliti med dinamične zemljevide in različne plasti. Oblika, dostop in način povezave podatkov so zelo različni. Osnovna plast je objavljena s pomočjo Esri kartografskih storitev, ki uporabljajo zapis MXD. V podatkovni bazi je shranjenih več vrst podatkov v realnem času.

Integracija različnih tipov podatkov na eni GIS platformi vodi k omejitvam glede razširjanja plasti. Sistemski skrbniki morajo poznati tipe podatkov in delovanje slojev, preden se lotijo spreminjanja nastavitev. Za rešitev teh omejitev je razvojna skupina RiChi okrepila vse dele sistemske strukture, tako da je vnesla mehanizem kontrole nad entitetami in prikazom sistema. Vse informacije morajo biti prikazane s tem mehanizmom. Vse postavke so

centralizirane v sistemski bazi in jih je mogoče spreminjati na upravljavski spletni strani sistema CEOCDSS.

Primerjava daljinsko zaznanih slik

Med potekom tajfuna predstavljajo daljinsko zaznane slike zanesljive informacije, ki jih nato uporabljajo reševalne organizacije pri odločanju o načinu ukrepanja. CEOCDSS omogoča pregledovanje dveh različnih slik hkrati in njuno primerjavo. To funkcionalnost se lahko uporablja za primerjavo različnih podatkovnih nizov za isto območje ali za pregled podatkov v različnih časovnih obdobjih.

Do leta 2011 je bilo v sistem vključenih več kot 100 podatkovnih nizov za NCDR. CEOCDSS je bil uporabljen pri šestih tajfunih na Tajvanu, v dveh vajah za odziv ob nesreči in v dveh delavnicah [38].

5.3.4 Policijski GIS center v Abu Dhabiju

Abu Dhabi je glavni emirat v tvorbi Združeni arabski emirati (ZAE). Podobno kot Manhattan v New Yorku, leži Abu Dhabi na otoku blizu Arabskega polotoka. Nekoč je bilo obmorsko mesto, danes pa je prefinjena mednarodna metropola. Hiter razvoj mesta je pripeljal do problemov, s katerimi se soočajo vsa mesta. To je bolj proti kriminalu in zagotavljanju varnosti.

Policija v Abu Dhabiju (ADP) uporablja geografski informacijski sistem, pri čemer združuje ljudi in procese za boljše odločanje. Preko Ministrstva za notranje zadeve ADP sodeluje z drugimi policijami znotraj Združenih arabskih emiratov. ADP varuje štiri okrožja: otok Abu Dhabi, mesto Al-Ain, zunanjo okolico in zahodno regijo. Cilj policije je, da bi postala dobro obveščena in proaktivna služba, ki se odziva na potrebe družbe z najvišjo stopnjo integritete in usposobljenosti.

Razvoj sistema

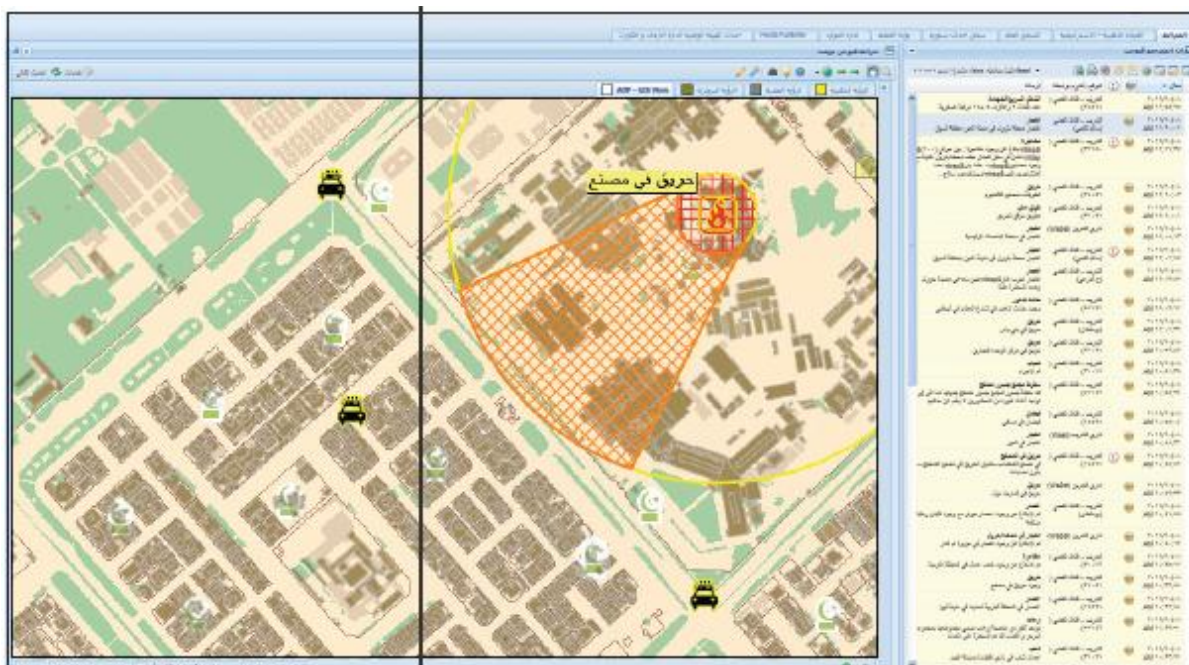
Po navodilih notranjega ministra Sheikh Saif Bin Zayed Al Nahyan je policija obiskala druge policije po vsem svetu, vključno s Singapurjem, ZDA, Japonsko, Francijo, Nemčijo, Finsko, Veliko Britanijo in Avstralijo. Te države so obiskali z namenom, da bi opazovali in primerjali uporabo GIS-ov za geoanalize kriminala, javno varnost, zaščito policijskih preiskav in upravljanje ob krizah in katastrofah. Rezultat je bila obsežna in ambiciozna vizija sistema, ki bi služil policiji v Abu Dhabiju in bi ga lahko uporabljali v celotni državi ZAE. ADP je za

izgradnjo modernega GIS-a izbral ArcGIS. Za uresničitev vizije o sistemu je ADP sodeloval tudi s podjetjem EMC iz Massachusettsa, ki je pomagal zgraditi policijski GIS v oblaku.

Ustanovljen je bil GIS center za varnost (GISCS), njegova naloga pa je bila, čim hitreje najti učinkovito metodo za združevanje informacij in analiz za izgradnjo sistema. GISCS se je ukvarjal z izzivi iskanja primernih zemljevidov, iskanjem najbližje enote za odzivanje na nesrečo in izmenjavo informacij z drugimi policijskimi oddelki in reševalnimi skupinami.

V preteklosti so policijski oddelki ročno izdelovali zemljevide, tako da so kombinirali podatke iz različnih baz. Te zemljevide so vključili v poročila o nesrečah. Ko so želeli pridobiti informacije o nekem kaznivem dejanju, je bilo potrebno pregledati poročila iz različnih oddelkov, kar je bilo zelo zamudno. Za odpravo ročnega iskanja informacij je GISCS izdelal program EmerGeo Fusionpoint s pomočjo podjetja EmerGeo Solutions. Fusionpoint je tesno povezan s centralno GIS bazo, ki jo upravlja ArcGIS for Server. Sistem GIS centra za varnost povezuje pet obstoječih sistemov:

- sistem vodenja in kontrole za zločine z visoko prioriteto obravnavanja,
- sistem za avtomatsko pridobivanje lokacije vozila udeleženega v prometni nesreči,
- sistem kamer za spremljanje dogajanja po mestu,
- sistem varnostnih načrtov v primeru nesreč večjih razsežnosti,
- sistem človeških virov za pridobivanje kadrovskih informacij.



Slika 5.35: Simulacija požara [38]

Trenutni uspeh

Prva faza vizije je uresničena, saj so začeli reševalno-upravljalovski sistem uporabljati v policiji in oddelkih za reševanje. Sistem je pripomogel k boljši integraciji informacij, ker zaposlenim ni več potrebno iskati podatkov v različnih in ločenih sistemih. Nov sistem se lahko uporablja med naravnimi nesrečami velikih razsežnosti ali drugih manjših dogodkih, kot so nemiri, požari (slika 3.35). Podpira vse faze upravljanja z nesrečami, vključno z oceno tveganja, blažitvijo posledic, odzivom in okrevanjem. Programska oprema, ki temelji na GIS-ih, zagotavlja neprekinjene načrte in samodejno združuje podatke in procese iz različnih aplikacij. Kritični operativni podatki so prikazani v enotnem pogledu COP.

Prihodnji razvoj sistema

Ta varna programska infrastruktura bo temelj vseh prihodnjih projektov policije v Abu Dhabi-ju in drugih policijskih enotah v ZAE. Policijski direktorat Abu Dhabi-ja in GISCS trenutno delata na strateškem projektu delovne skupine za upravljanje (TFM), s katerim bi izboljšali odzivni čas in načrtovanje virov. Rezultat projekta bo omogočal različnim uporabnikom in nosilcem odločanja vizualizacijo podatkov, učinkovito in uspešno dodeljevanje sredstev, ter njihovo uporabo [38].

5.3.5 Predvidevanje podnebnih sprememb na Rtu Cod

Rt Cod je polotok srpaste oblike ob obali Massachusettsa v Atlantiku. Ima bogato naravno in kulturno dediščino. Stoletja so tu živeli domorodci iz plemena Wampanoag, v letu 1850 pa je postal dom visoko razvite pomorske industrije. Danes so na otoku številne vasi in 15 mest. Prebivalci polotoka so odvisni od njegovih obalnih območij, ki se vseskozi spreminjajo. Skrbijo pa jih podnebne spremembe, ki s seboj prinašajo dvig morske gladine in povečanje intenzivnosti neurij.

Rt Cod – popolno območje za pilotski projekt

Leta 2009 je zvezna medagencijska delovna skupina izbrala rt, kot območje za pilotski projekt za reševanje podnebnih sprememb. Cilj je bil izbrati sistem ali celostni pristop k načrtovanju, ki bi vključil rabo tal, prometne koridorje in upravne meje z namenom razumeti njihove medsebojne učinke. Še zlasti je bil poudarek na zmanjšanju emisij toplogrednih plinov iz prometa in ocena učinkov podnebnih sprememb na rabo zemljišč in prometno infrastrukturo. Rt Cod je bil primeren kraj za takšen prototip, njegove izkušnje pa bi nato lahko upoštevali na večjih območjih.

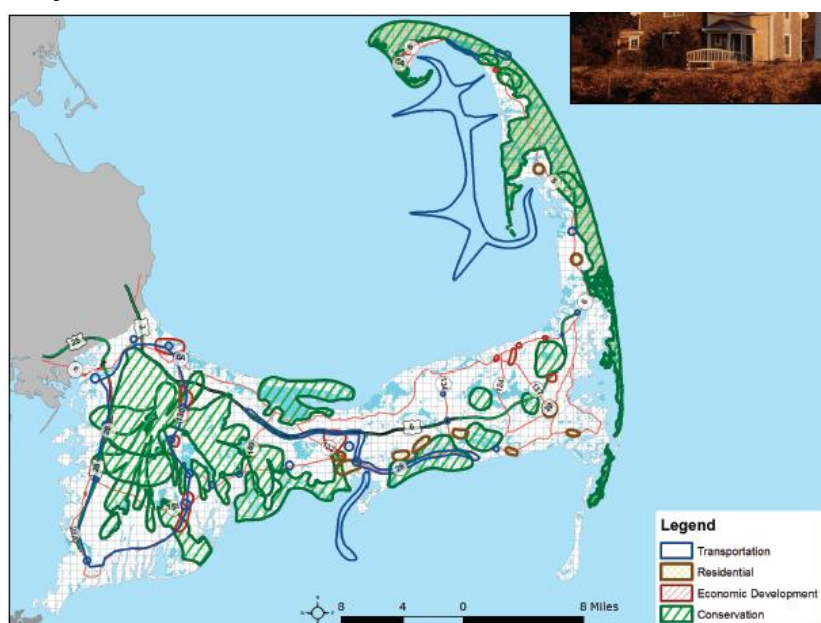
To je bila odlična priložnost, da v praksi uporabijo načela GeoDesigna, zasnove, ki upošteva medsebojno povezanost ljudi in narave. Ta osnovna načela so pri gradnji upoštevali že stoletja nazaj. Tak primer so antična mesta v Sahari in tisočletja stara kitajska mesta. GeoDesign ponuja nov tehnološko izpopolnjen način za upoštevanje stare ideje. Je odziv na spoznanje, da smo ljudje nenamerno ustvarili veliko problemov, s katerimi se soočamo danes. Veliko težav bomo lahko rešili s pomočjo boljše zasnove in utemeljenih sprememb v pokrajini.

V okviru delovne skupine Volpe National Transportation Systems Center (Volpe center državnega transportnega sistema) se je začelo delo na pilotskem projektu za reševanje podnebnih sprememb s pospeševanjem načrtovanja mobilnosti na lokalni, regionalni in državni ravni. Za postavitev sistema so uporabili orodja ArcGIS in CommunityViz.

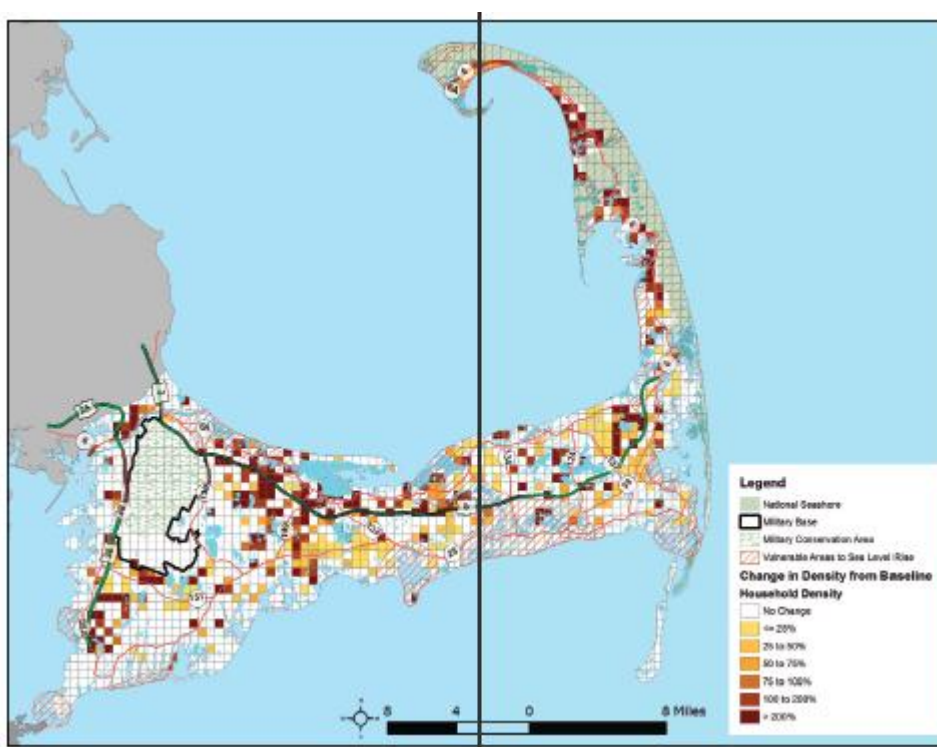
Sestavljanje in ocenjevanje

Ekipo za oblikovanje je naprej začela z zbiranjem in sestavljanjem prostorske baze raznolikih podatkov, vključno z obstoječo prometno infrastrukturo, pokritostjo in rabo tal, okoljsko občutljivimi območji, ranljivimi območji in javno gospodarsko službo (slika 3.36). Vsi podatki so bili georeferencirani, kar pomeni, da so jim določili koordinate. Šele s tem so podatki dobili pravo vrednost v geografskem informacijskem sistemu. Modeli in zemljevidi, speljani iz teh podatkov, so ključnega pomena v procesu GeoDesigna, saj služijo kot platforma za izdelavo alternativnih načrtov rabe tal in upravljavskih strategij.

Poleg modeliranja današnjega stanja, ekipa izdeluje tudi napovedi stanja za prihodnost. Kakšno bo število prebivalcev (slika 3.37)? Kakšna vrsta rabe tal bo potrebna in kje? Kako bo to vplivalo na okolje?



Slika 5.36: Zemljevid sestavljen iz različnih slojev podatkov [38]



Slika 5.37: Prikaz spremembe števila prebivalcev [38]

Oblikovanje

Ekipa je najprej zbirala podatke, oblikovala procese, vrednotila modele. Pri tem so sodelovali lokalni strokovnjaki, priredili so tudi različne delavnice in izobraževanja. Udeleženci so se nato razdelili v majhne skupine in z uporabo interaktivnih orodij raziskovali razlike v pričakovanih trendih. Pri tem so lahko uporabljali infrardeče pisalo za pisanje na projekcijo CommunityViz zemljevidov, njihove skice pa so se sproti shranjevale na računalnik. Na delavnicah za alternativne tranzitne poti so lahko predlagali nove in spremenjene poti po Rtu Cod. Ko so vnesli skice novih poti, jim je model dinamično posodobil informacije o pomembnih indikatorjih kot sta populacija in emisije toplogrednih plinov. Na podlagi dobljenih rezultatov so udeleženci lahko spreminjali svoje skice in predloge.

Izkušnje z GeoDesignom

Študija na Rtu Cod je dober prikaz ključnih vidikov, procesa in delovanja tehnologije GeoDesigna v praksi.

- Skiciranje: GeoDesign omogoča hitro skiciranje v geografskem prostoru.

- Prostorsko utemeljeni modeli: Za modeliranje se uporabljajo georeferencirane prostorske informacije in izračuni kot so razdalja, gostota in omrežja.
- Hitre povratne informacije: Uporabniki vidijo takojšne posodobitve njihovih skic, saj sistem deluje v realnem času.
- Ponavljanje: Udeleženci lahko svoje skice večkrat pregledujejo, popravljajo in shranjujejo.

Udeleženci vaj so zelo zadovoljni z digitalnim pristopom GeoDesign, saj jim je tehnologija dala nova spoznanja o dejavnikih, ki jih prej niso upoštevali. Volpe National Transportation Systems Center (Volpe center državnega transportnega sistema) in njegovi partnerji so si pridobili nekaj dragocenih pozitivnih in negativnih izkušenj o njihovih posebnih tehnikah in GeoDesignu na splošno.

Interagencijsko sodelovanje

Pri projektu so sodelovali: Služba za ribištvo in divje živali, Interagencijska delovna skupina za transport, rabo tal in klimatske spremembe, Državna služba za parke, Raziskovalni center za transport, Univerza v Koloradu, Center za trajnostne infrastrukturne sisteme, Volpe center državnega transportnega sistema, podružnica Ameriškega ministrstva za promet, Raziskovalna in inovativno tehnološka uprava, ter druge lokalne, državne in zvezne agencije [38].

5.3.6 Primer GIS-a kolumbijske naftne družbe za ugotavljanje mesta udara strele

V pokrajini El Centro v kolumbijski provinci Santander stoji naftna ploščad, kjer se soočajo s problemom pogostega udara strel. Po Nasinih podatkih je Kolumbija takoj za Demokratično Republiko Kongo po številu udarov strel. Samo na območju El Centro jih letno udari okoli 30.000. Udari strele povzročajo motnje v dobavi električnega toka, ki poganja motorje za črpanje nafte. To povzroča izgube in poškodbe na opremi.

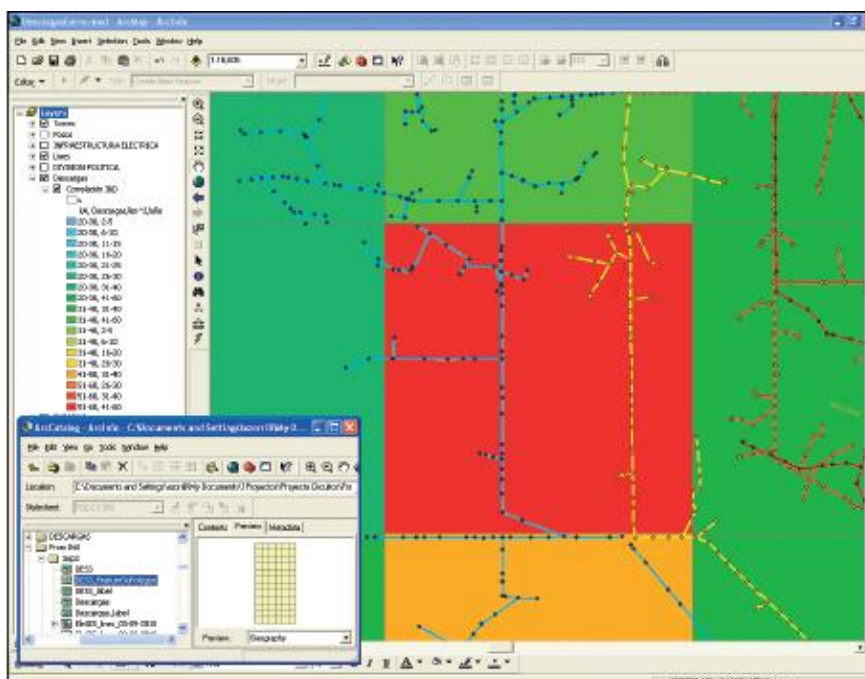
La Circa Infantas v El Centro je bila prva naftna ploščad v Kolumbiji, zgrajena leta 1918. Po več kot 90 letih delovanja in velikih sprememb v upravljanju, je električno omrežje trpelo velike izgube. Podatkov o električni napeljavi je bilo zelo malo. Zadevo so še bolj zapletle pogoste spremembe in dopolnitve v električni infrastrukturi. Drugače pa je bilo glede podatkov o vrtinah, njihovi lokaciji in zgodovini, saj so bili shranjeni v GIS-u. Lastniki in upravljavci so se odločili, da je potrebno za električno omrežje narediti nekaj podobnega. Najprej so začeli zbirati informacije o obremenjenosti omrežja. Nato je skupina strokovnjakov ustvarila podatkovni model, ki odraža celoten potek dela od zaposlenih do ravnanja z energijo. Ko je bil podatkovni model zgrajen, se je začel projekt pregleda distribucijskega

omrežja. Cilj je bil posodobiti in poenotiti vse geografske podatke, ki so na voljo. Ko so imeli pripravljene vse podatke, so začeli z gradnjo sistema v ArcGIS-u.

Izboljšanje zasnove

Električno omrežje je bilo izdelano na podlagi povprečne letne gostote strel. Kljub temu, da je bila gradnja premišljena, je ob vsakem udaru strele prihajalo do napak. Ko so podrobno preučili letna poročila so našli vzrok napak. V 90 % je do napak prihajalo zaradi iskre in požarnega preskoka. (Požarni preskok je pojav, kadar se naenkrat vžge ves gorljiv material v prostoru gorenja.) Zaščita ni dovolj varovala napeljave. Potrebovali so bolj specifične podatke o gostoti strel in amplitudi toka. Te jim je priskrbel Kolumbijski državni sistem za zbiranje podatkov o strelah. Njihov oddelek za električne študije je razvil mrežo znotraj GIS-a za beleženje števila in obsega strel ter povprečne amplitude na kvadratno miljo. Ko so prekrili GIS električnega omrežja z mrežo gostote strel in amplitude toka, so ugotovili povezavo med napakami in kritičnimi območji.

S pomočjo GIS električnega omrežja, ki je vgrajen v ArcGIS-u, lahko inženirji natančno načrtujejo lokacijo vsakega električnega droga in njegovo skladnost z geografsko bazo podatkov. Mreža električne napeljave je v sistemu obarvana v modro-rdeči lestvici (slika 3.38), pri čemer pomeni rdeča kritična območja. Inženirji lahko izpostavijo prioriteta območja, ki jih je potrebno popraviti. GIS je pomagal k razumevanju celotne situacije in je zelo pripomogel k izboljšanju električnega omrežja in zmanjšanju izgub [39].



Slika 5.38: GIS električnega omrežja [39]

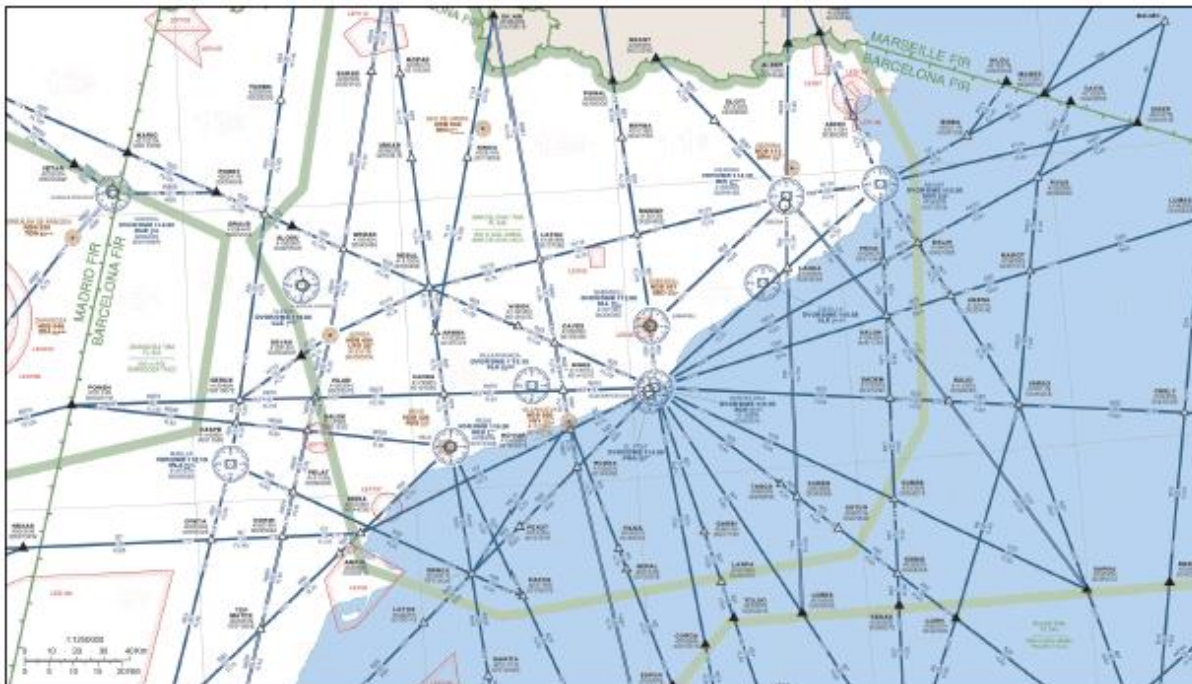
5.3.7 Načrtovanje letalskih poti v Španiji

Vsako leto potuje preko španskih letališč 190 milijonov potnikov. Letalski promet v državi upravljajo španska letališča in javni organ Air Navigation (Aena) s sedežem v Madridu. Aena skrbi za varna, tekoča, učinkovita in ekonomična potovanja. Njen Oddelek za letalske informacije skrbi za nemoteno posredovanje informacij, ki so ključnega pomena za varno in učinkovito navigacijo španskega zračnega prostora in 47 letališč v državi. Aena mora objaviti in vzdrževati okoli 1000 zemljevidov, ki jih je potrebno posodobiti vsakih 28 dni. Za zemljevide skrbi Oddelek za letalske informacije, ki mora podati navigacijske in varnostne podatke za pilote, ki letijo v španskem zračnem prostoru. Več kot 50 zemljevidov je potrebno posodobiti vsak delovni teden. Izdelati morajo različne zemljevide, ki vsebujejo iste podatke za različne uporabnike. To vodi v ponavljajoče se naloge in dolgotrajne postopke preverjanja kakovosti. Vzdrževanje skladnosti med izdelki je zelo zamudno. Te naloge so največji izziv s katerim se sooča Aena. Organizacija je pod stalnim pritiskom, da zagotovi točne in ažurne informacije iz podatkov, ki prihajajo iz različnih virov.

Zaradi mednarodnih sporazumov je potrebno vse letalske sheme natisniti na papir. Vendar pa vse bolj narašča povpraševanje po digitalnih izdelkih. Aena je imela dva ločena sistema, za kartografijo in digitalni prenos podatkov v standardnem formatu Aeronautical Information Exchange Model (AIXM). Manjkala ji je centralna podatkovna baza, ki bi zadostovala obema sistemoma. Potreben je bil sistem za proizvodnjo visoko kakovostnih kart, tako digitalnih kot v papirnati obliki in ki bi podpiral možnost objave kart na spletu. Po raziskovanju možnih rešitev je Oddelek za letalske informacije izbral ArcGIS kot del letalskega informacijsko upravljaljskega sistema z imenom INSIGNIA. Tehnologija vsebuje ArcGIS in Esri letalske rešitve. S sistemom lahko Aena fleksibilno upravlja s kritičnimi letalskimi informacijami v prostoru. Sistem omogoča oblikovanje, proizvodnjo in tiskanje visoko kvalitetnih kart, ki zadostujejo standardom Mednarodne civilne letalske organizacije. Ta karte vsebujejo dokumente v katerih so zapisana pravila za vzletanje in pristajanje, višina leta, ovire, teren in potencialno sporne dele zračnega prostora (slika 3.39). Ustvarijo lahko karte odhodov za letalsko osebje in preletne karte z informacijami za letenje, kot so točke na poti, križišča in lokacije letališč. Sistem omogoča tudi pošiljanje sporočil drugim sistemom z uporabo standarda AIXM.

Objavljanje podatkov v geografski podatkovni bazi z uporabo strežnika ArcGIS omogoča Aeni, da uporablja tehnologije Open Geospatial Consortium, del katere je tudi Web Feature Service, ki zagotavlja možnost objave kart na spletu brez strahu, da bi jih uporabniki spremenili. To odpira vrata povsem novi paleti izdelkov in storitev, ki omogočajo boljšo, učinkovitejšo in varno uporabo letalskih informacij. Prehod na GIS za upravljanje s podatki in kartografijo je bil velik kulturni premik za organizacijo. Kljub temu pa Aena že prejema

koristi od izboljšanih procesov in poteka dela. Pred uvedbo sistema je za izris vzletno-pristajalne karte letališča Barajas potrebovala šest dni, danes potrebuje en dan.



Slika 5.39: Letalska karta s podrobnimi podatki o letih [39]

Z uporabo orodij v ArcGIS-u se je zmanjšalo število proizvodnih ur in povečala stroškovna učinkovitost, izdelava visoko kvalitetnih kart je bolj avtomatizirana. To povečuje skladnost med izdelki in omogoča, da Aena ustvarja več in bolj prilagojene izdelke, ki izpolnjujejo posebne potrebe strank. Z ArcGIS sistemom je Aena dobila manevrski prostor za ustvarjanje novih kartografskih izdelkov in zagotavljanje prostorskih informacij celotni organizaciji [39].

5.3.8 Sistem poštних števil v Savdski Arabiji, ki temelji na GIS analizah

V Savdski Arabiji tradicionalno niso imeli imena ulic in hišnih števil, zato je bila dostava pošte zelo zapletena. Ljudje so hodili na poštni urad in jo sami prevzemali. Zato je Savdska pošta s pomočjo GIS-a zgradila Enotni sistem naslovov in ustvarila poštne številke. GIS je bil ključen dejavnik pri posodabljanju poteka dela, da je le-ta postal bolj učinkovit in pravočasen. Nove naprave za razvrščanje so povezane s prostorsko bazo podatkov, kjer preverijo naslov. Naprava za razvrščanje najprej prebere pošto številko, s katere pridobi natančne koordinate doma in nato pošiljko razvrsti v pravi distribucijski center. GIS omogoča uporabnikom izračun natančne dostavne poti za vsakega kurirja in sortiranje pošte. Podatki o pošti se zbirajo v podatkovni bazi. GIS zagotavlja informacijsko strukturo, ki koristi tudi drugim vladnim organizacijam in spodbuja razvoj e-uprave in e-poslovanja.

Za razvoj sistema je projektna ekipa izbrala ArcGIS, ker je ustrezal merilom bogatega razvojnega okolja in močnega orodja. ArcGIS jim je bil všeč tudi zaradi sposobnosti hitrega upravljanja in dostopa do podatkov. Poštni GIS sestavljajo ArcGIS Server, ArcGIS Desktop in Microsoft SQL Server. GIS združuje geografsko podatkovno bazo z storitvami Savdske pošte in združuje druge sisteme, kot sta sistem za odpremo pošte in sistem za upravljanje odnosov s strankami.

ArcGIS je odigral pomembno vlogo pri iskanju rešitve geografskega problema dodeljevanja poštних števil in izboljšanju storitev pošte. Savdska pošta je razdelila Savdsko Arabijo na poštne regije, podružnice in oddelke. Oddelki so razdeljeni v poštne četrti, njim pa so dodeljene poštne številke. Petmestna poštna številka predstavlja regijo, sektor, mesto in cono. Z uvedbo Enotnega sistema naslovov je Savdska pošta začela dodeljevati poštne naslove z izračunom x koordinate (2000-5999) in y koordinate (6000-9999). X koordinata predstavlja številko stavbe, y pa pove ali stavba gleda na vzhod oziroma zahod. Če stavba gleda na sever ali jug pa y koordinata pove številko stavbe, x pa je dodatna številka. Stavba dobi sodo številko, če leži na desni strani ceste in liho če leži na levi strani. Tako je Savdski pošti uspelo dodeliti edinstvene in sistematične poštne naslove, ki so sestavljeni iz 13 števil (slika 3.40). Prvih 5 števil je poštna številka, naslednje 4 predstavljajo številko zgradbe, zadnje 4 pa so dodatne številke.



Slika 5.40: Sistem poštних naslovov v Savdski Arabiji [40]

ArcGIS Mobile je omogočil kurirski službi sledenje pošilk in izračun učinkovite poti dostave. Zaposleni v distribucijskem centru izberejo kurirja na podlagi GIS/GPS naprav, ki jih nosijo s seboj. S tem ugotovijo, kateri kurir se nahaja najbližje distribucijskemu centru ali mestu oddaje pošiljke. Ko kurir prispe do točke dostave z GIS/GPS napravo prebere čip na nabiralniku in s tem dokaže, da je res prispel na cilj.

Savdska pošta uporablja GIS tudi za druge vrste analiz, kot so analiza cestnega omrežja, distribucijska analiza in analiza oddaljenosti. Ekipa je razvila spletni iskalnik, ki omogoča vladi, podjetjem in posameznikom prikaz poštних podatkov na interaktivnem zemljevidu. Vlada in zasebni organi, vključno z bankami, lahko preverijo naslov stranke. Komeracionalne ustanove, kot je dostava hitre hrane, s pomočjo GIS-a dostavijo izdelke kupcem.

Savdska pošta vsako leto dostavi 900 milijonov pošilk. Njihovo kakovost in brezmejnost so opazili v mednarodni skupnosti, zato so leta 2009 prejeli prestižno nagrado za GIS tehnološko inovacijo. Nagrade so jim podelili tudi Cisco, Microsoft in Oracle. Pohvale so dobili iz Poštne unije Združenih narodov [40].

5.4 Spletni GIS-i

5.4.1 Google Earth

Google Earth je virtualni globus, zemljevid in geografski informacijski sistem. Program je leta 2001 ustvarilo podjetje Keyhole Inc., ki ga je financirala CIA. Sprva se je imenoval EarthViewer 3D. Leta 2004 je podjetje Keyhole Inc. kupil Google. Google Earth prikazuje Zemljo s prekrivanjem satelitskih slik in letalskih posnetkov. Najprej je bil izdelan program za osebne računalnike, kasneje pa je bila dodana spletna in mobilna različica. Google Earth ni tipičen predstavnik spletnega GIS-a, saj se še vedno v večini primerov uporablja kot namizni program, kljub temu pa potrebuje dostop do spleta, kjer pridobi podatke.

Različice programa

Namizne različice

Google Earth je na voljo za računalnike z operacijskim sistemom Windows, Mac OS X ali Linux. Obstajajo tri različice: brezplačna, Pro in Enterprise. Brezplačna verzija omogoča ogled satelitskih slik, zemljevidov, reliefa, 3D-zgradb, oddaljenih galaksij in kanjonov oceanov. Google Earth Pro vključuje iste preproste funkcije in posnetke kot brezplačna različica in dodatna profesionalna orodja, namenjena predvsem poslovnim uporabnikom. Z njim lahko ustvarimo filme s programom Movie Maker, merimo višine, območja in območja vidnosti v 3D, natisnemo slike visoke ločljivosti, uvozimo vektorske in slikovne datoteke za

prikaz podatkov GIS, s programom Spreadsheet Importer označimo več tisoč naslovov. Cena programa Google Earth Pro znaša 399 \$. Google Earth Enterprise je namenjena organizacijam z velikimi količinami geoprostorskih podatkov, saj omogoča izdelavo globusov iz lastnih posnetkov, fotografij iz zraka in podatkov.

Spletna različica

Vtičnik Google Earth omogoča krmarjenje in raziskovanje geografskih podatkov v 3D-globusu iz spletnega brskalnika. Spletna verzija ima glede na namizno različico programa okrnjene funkcije. S pomočjo API vmesnika lahko na lastne spletne strani dodamo vtičnik Google Earth. Vtičnik deluje v naslednjih brskalnikih: Google Chrome za Windows in Mac OS X, Firefox za Windows in Mac OS X, Internet Explorer, Flock in Safari za Mac OS X.

Mobilna različica

Mobilna različica omogoča enake funkcije kot brezplačna namizna različica. Na voljo je za naslednje mobilne naprave: Nexus One, Droid, iPhone, iPod Touch in iPad.

Lastnosti

Integracija z Wikipedio in Panoramio

V decembru 2006 je Google Earth dodal novo plast imenovano "Geographic Web", ki vključuje integracijo z Wikipedijo in Panoramio. Podatke z Wikipedije in slike s Panoramia pridobi s pomočjo GPS koordinat. Leta 2010 so sloj Geographic Web odstranili, Wikipedia in Panoramio pa postaneta samostojna sloja.

Simulator letenja

Google Earth vsebuje tudi simulator letenja. Na izbiro sta letala F-16 Fighting Falcon in Cirrus SR-22, ter nekaj svetovnih letališč. Letalo se upravlja preko tipkovnice, miške ali igralne palice. Omogoča tudi letenje pod vodo.

Google Sky

Google Sky je funkcija, ki je na voljo od leta 2007 in omogoča uporabnikom, da vidijo zvezde in druga nebesna telesa. Izdelal ga je Google v sodelovanju s Space Telescope Science Institute iz Baltimora. Gre za posnetke iz Hubblovega teleskopa, Sloan Digital Sky Survey in Digitized Sky Survey. Google Sky vsebuje trenutne in arhivske posnetke iz vesolja. Vesolje lahko opazujemo v infrardečem in ultravijoličnem spektru, spektru x-žarkov in mikrovalovnem delu spektra.

Google Street View

Googlov pogled na ceste omogoča 360° pogled na ulice večjih mest. Uporabnik ima občutek, kot da bi se dejansko sprehajal po ulicah (slika 3.41). Slike za takšen pogled so posneli z avtomobilom, ki je imel nameščeno kamero in se je vozil po ulicah.



Slika 5.41: Pogled na eno izmed ulic v Londonu

Google Ocean

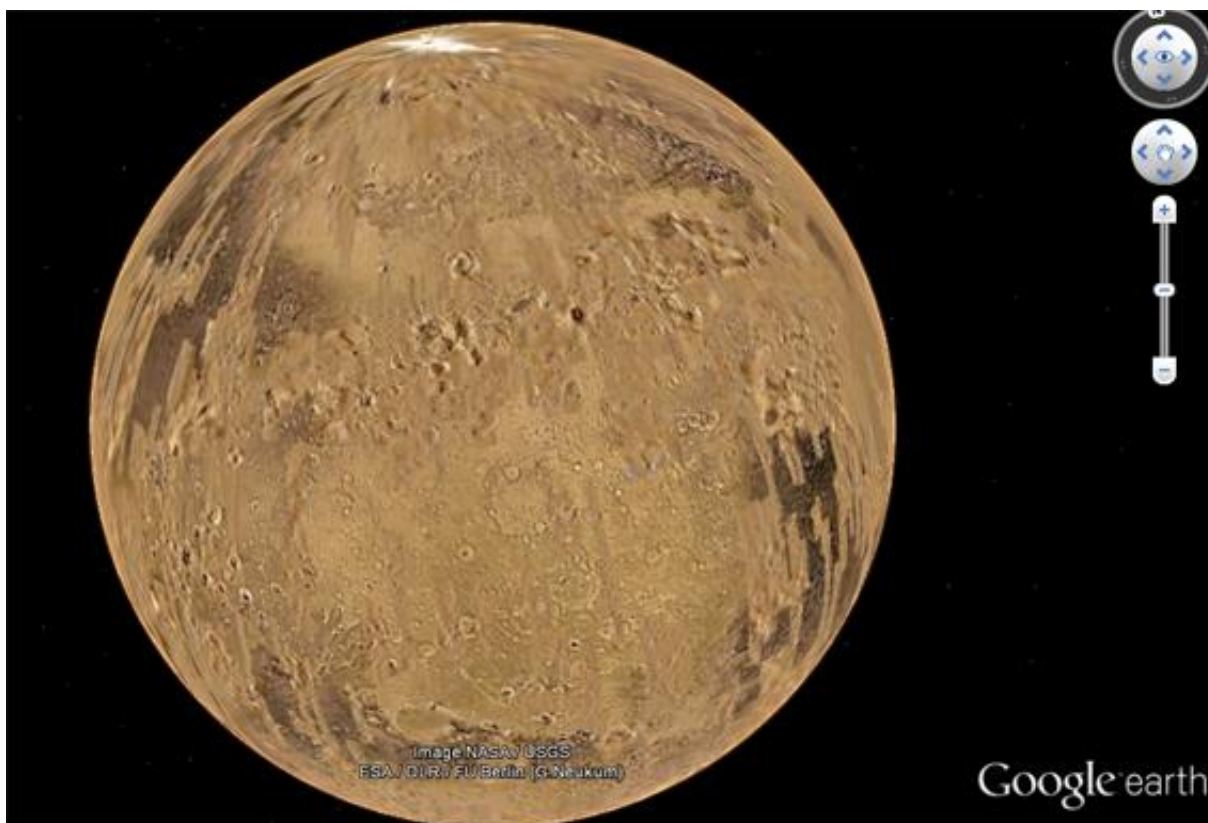
Funkcija omogoča ogled morskega dna v tridimenzionalni tehniki. Poleg tega ponuja podatke o ladijskih razbitinah, plažah za deskanje, varovanju morja in raziskavah. Posnetke in fotografije so prispevali profesionalni snemalci in fotografi. Google je materiale pridobil od dvajsetih različnih virov, med drugim od ameriške mornarice, National Geographica, BBC-ja.

Zgodovinski posnetki

Funkcija omogoča ogled zgodovinskih posnetkov krajev. Z drsnikom se uporabnik enostavno pomika po letih.

Google Mars

Storitev Google Mars omogoča ogled rdečega planeta (slika 3.42) na tri različne načine, in sicer kot višinsko karto, črno-belo karto in karto na osnovi infra rdeče svetlobe. Ponuja zemljevide, ki so nastali že pred sto leti in pa tudi pogled »v živo«. Uporabljene zemljevide sta posneli Nasini odpravi Mars Odyssey in Mars Global Surveyor, ki še vedno obkrožata planet.



Slika 5.42: Ogléd Marsa v programu Google Earth

Google Moon

Funkcija je bila dodana leta 2009 ob 40. letnici misije Apollo 11 in omogoča ogled današnjih in zgodovinskih satelitskih posnetkov Lune.

Tehnične lastnosti

Koordinatni sistem in projekcija:

- Svetovni koordinatni sistem (zemljepisna dolžina/širina) iz leta 1984, WGS84.
- Google Earth prikazuje Zemljo kot se jo vidi iz letala ali satelita. Projekcija, ki se uporablja za doseganje takšnega učinka, se imenuje generalna perspektiva. Podobna je pravokotni projekciji, le da je točka perspektive končna (blizu Zemlje).

Osnovna resolucija:

- Češka: 0,1–0,5 m (z Eurosense / Geodis Brno),
- Slovaška: 0,5 m (po Eurosense / Geodis Slovaška),
- Madžarska: 2,5 m Slike SPOT. Budimpešta pribl. 0,3 m,
- Nemčija, Švica, Nizozemska, Danska, Velika Britanija, Andora, Luksemburg, Liechtenstein, San Marino, Vatikan: 1 m ali boljša,

- Balkan: 2,5 m (srednja ločljivost),
- ZDA: 1 m (razen Aljaska in Havaji),
- Svet: Na splošno 15 m (nekatera območja kot so Antarktika so v izredno nizki ločljivosti), vendar je to odvisno od kakovosti naloženih satelitskih/letalskih posnetkov.

Tipične visoke ločljivosti:

- Evropa: 0,3 m, 0,15 m (npr. Berlin, Zürich, Hamburg), 0,1 m Praga,
- ZDA: 1 m, 0,6 m, 0,3 m, 0,15 m (zelo redko, npr. Cambridge, Google Campus) [41].

Uvažanje KML, KMZ in GPS podatkov

Keyhole Markup Language – KML je vrsta XML formata za prikaz in dodajanje geografskih podatkov v programu/pregledovalniku Google Earth. Je mednarodni standard, ki ga vzdržuje Open Geospatial Consortium. Spodaj je prikazan preprost primer programa.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
<Document>
<Placemark>
  <name>New York City</name>
  <description>New York City</description>
  <Point>
    <coordinates>-74.006393,40.714172,0</coordinates>
  </Point>
</Placemark>
</Document>
</kml>
```

KMZ je stisnjena datoteka KML. V Google Earth pa lahko uvozimo tudi GPS podatke. To lahko naredimo direktno iz naprave ali pa uvozimo datoteko tipa .gpx, .loc, .mps, .gdb, .tcx, .nmea, .log, .wpt, .plt, .pcx, .rte, .upt. [42].

5.4.2 PISO – Prostorski informacijski sistem občin

Prostorski informacijski sistem občin predstavlja enotno geoinformacijsko infrastrukturo, ki je na voljo vsem občinam v državi. Omogoča množičen ter enostaven dostop do državnih in občinskih prostorskih vsebin, hkrati pa vsebuje rešitve za podporo različnim poslovnim procesom občinske uprave. Centraliziran pristop in poenotenje rešitev zagotavljata učinkovito upravljanje ter minimalne stroške za posamezno občino. Trenutno je v sistem vključenih 120 občin, kar je približno 57 %. Na sliki 3.43 je prikazan javni dostop za občino Zagorje ob Savi.

Podatki

Državni podatki

- ## Občinski podatki

- veljavni prostorski plan: namenska raba, varovanja ...,
- javne razgrnitve novih aktov,
- banka cestnih podatkov,
- študije ranljivosti okolja,
- nezazidana stavbna zemljišča,
- prometna signalizacija,
- turistične in druge namenske karte,
- drugo.

Dostop do podatkov

Do podatkov sta možna dva načina dostopa, interni in javni. Občinska uprava uporablja interni dostop kot osnovni delovni pripomoček za dostop do prostorskih evidenc na enem mestu. Poleg dodatnih funkcionalnosti vsebuje tudi podatke, ki niso javne narave. Občina se lahko samostojno odloča o dodelitvi vstopnih pravic tudi upravnim enotam, javnim službam, inšpektorjem in drugim. Na voljo pa so tudi namenske aplikacije za izdajanje različnih potrdil ter upravljanje z občinskimi nepremičninami.

Z javnim dostopom uprava svojim občanom in podjetjem omogoča elektronski dostop do prostorskih evidenc in dokumentov. Na ta način uprava razbremeni svoje službe pri izdajanju uradnih dokumentov in tolmačenju informacij. Za javne uporabnike pa je pomembna tudi priprava vlog za različna občinska potrdila in dokumente.

Na voljo je tudi preizkusna beta verzija mobilnega pregledovalnika v formatu Java in .NET, ki jo lahko uporabljajo vsi uporabniki spletnega pregledovalnika PISO [43].

5.4.3 Geopedia

Geopedia je interaktivni tematski atlas, ki uporabnikom omogoča dodajanje in urejanje vsebin o Sloveniji. Geopedia je atlas, ki deluje kot enciklopedija, saj se s stalnim urejanjem najrazličnejših vsebin njena baza podatkov širi. Deluje na podoben način kot Wikipedia. Geopedia je sestavljena iz javnih podatkov ter podatkov, ki jih uporabniki ponudijo v javno uporabo. Javni sloji podatkov so označeni s kategorijo »javno«. Ko uporabnik ponudi sloj v javno uporabo le-ta postane trajno javen in od tistega trenutka dalje si nihče več ne more prilastiti teh podatkov. Na sliki 3.2 v poglavju 3.1.1 je prikazan izsek iz Geopedie.

Vsebinski sklopi:

- Avtobusni promet LPP,
- Dogodki – 7 dni,
- Kolesarstvo,
- Kultura in užitki: muzeji, gledališča, restavracije, pekarnice, wellness, cvetličarne ...,
- Pohodništvo,
- Slovenija v fotografijah,
- Študenti: knjižnice, študentski domovi, šole, prehrana ...,
- Turizem: prenočišča, kampi, restavracije, planinske koče ...,
- Vreme,

- Zdravje: lekarne, bolnišnice, zdravstveni domovi, zobozdravstvene ustanove, veterinarske klinike ...,
- Zanimivosti: vode, tla, register divjih odlagališč, onesnaževanje zraka, E-kataster jam ...

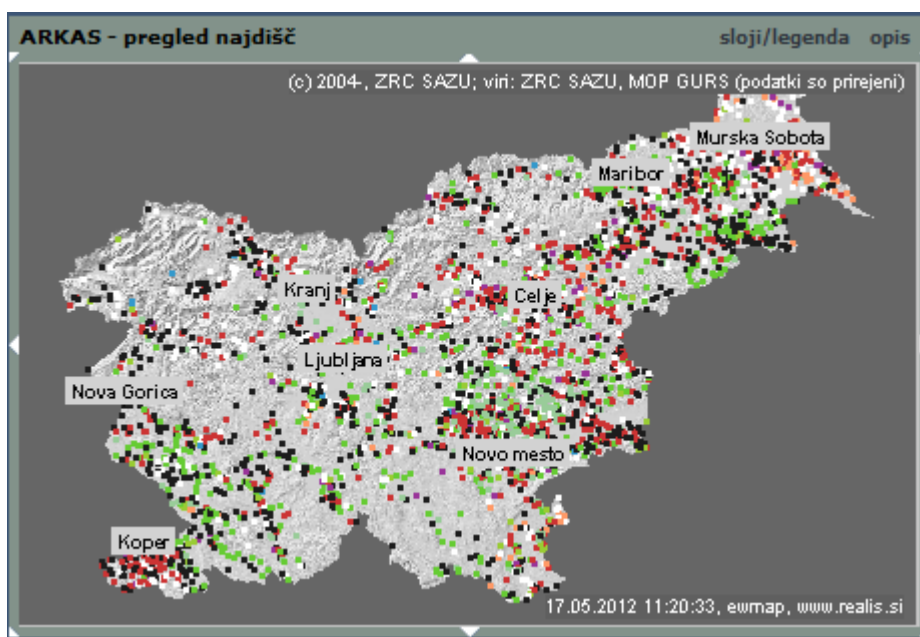
Geopedia Pro je namenjena uporabnikom, ki jim GIS orodje pride prav pri svojem delu ali raziskovanju. Vsebuje vse funkcije brezplačne Geopedie in še nekaj dodatnih: uvoz in izvoz prostorskih vsebin, možnost izbire več prostorskih podlag, integracijo Geopedie v lastne namene. Za uporabo Geopedie Pro je potrebno plačati letno nadomestilo, ki za posameznike znaša 20 €, za podjetja in organizacije pa 120 € [29].

5.4.4 Interaktivna karta Slovenije z zbirkami ZRC SAZU

Internetni GIS-strežnik prinaša številne prednosti za raziskovalce ZRC SAZU, zato so njihovi sodelavci vzpostavili sistem oziroma interaktivno karto Slovenije z zbirkami ZRC SAZU. Le-ta prinaša sodoben način komunikacije in sodelovanje med inštituti ZRC SAZU in z drugimi institucijami ter organizacijami, nudi promocijo dejavnosti širši javnosti, možnosti za trženje, uporabo podatkov znotraj ZRC SAZU, enostavno uporabo in dostopnost virov uporabnih za vse inštitute, predstavitve in izmenjavo podatkov za sodelovanje pri medinstitucionalnih in mednarodnih projektih, poenotenje zbirk in izdelavo standardov za njihovo upravljanje, vključno z metapodatki.

Tematika in podatkovni sloji, ki so predstavljeni v aplikaciji:

- arheološki kataster Slovenije – ARKAS (pregled arheoloških najdišč, slikovno gradivo za nekaj najdišč) (slika 3.44),
- digitalni model višin InSAR 25 (ločljivosti 25 m),
- vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije,
- osončenost Slovenije,
- satelitski posnetki Slovenije (posnetki satelita Landsat, raba tal),
- slovenske pokrajine – makroregionalna razdelitev,
- slovenski lingvistični atlas [44].



Slika 5.44: Pregled arheoloških najdišč v Interaktivnem atlasu z zbirkami ZRC SAZU [45]

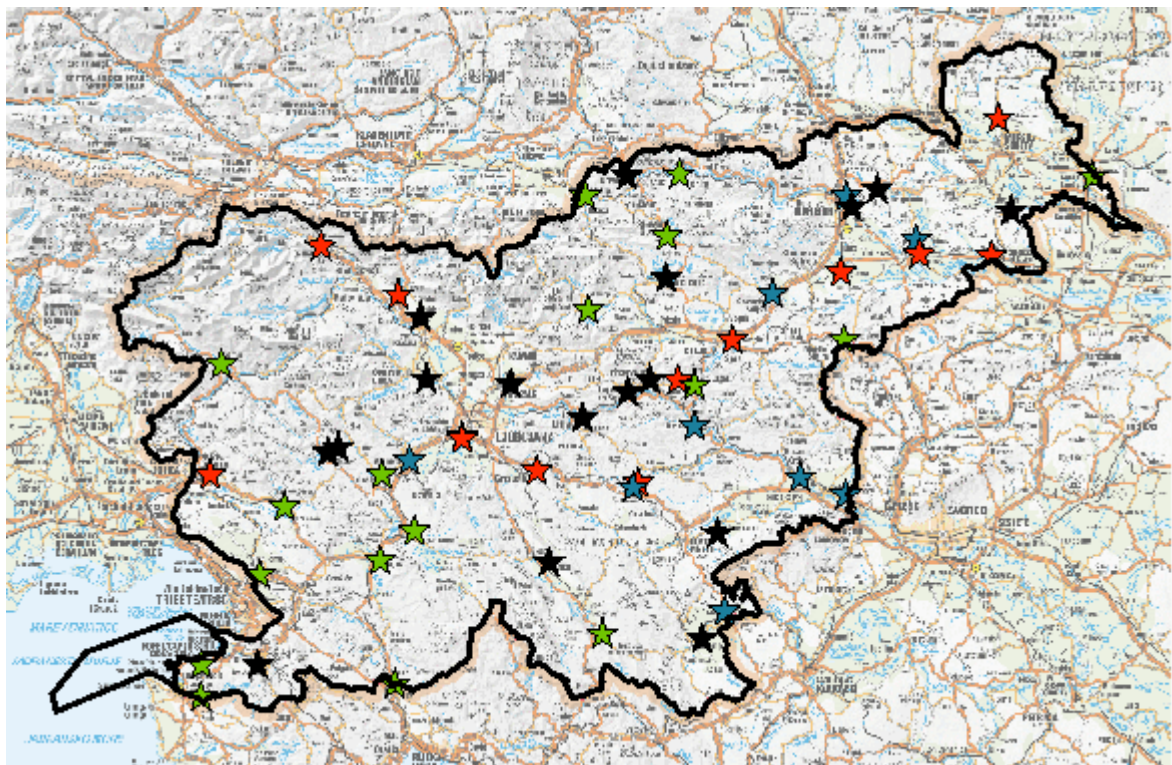
5.4.5 Atlas okolja

Atlas okolja je spletna storitev, ki nam z uporabo spletnega brskalnika omogoča vpogled v prostorske podatke preko interneta. Z njegovo pomočjo Agencija RS za okolje (ARSO) omogoča vpogled do okoljskih prostorskih vsebin najširšemu krogu uporabnikov.

Tematika in podatkovni sloji, ki so predstavljeni v aplikaciji:

- Prostorske enote: državna meja, upravne enote, občine, parcele ...,
- Merilna mesta: kakovost voda, kakovost zunanjega zraka, meteorološke postaje ...,
- Okolje: komunalna odlagališča (slika 3.45), občutljiva območja kopalnih voda, aglomeracije ...,
- Podnebje: temperature zraka, padavine, snežna odeja, hitrost vetra ...,
- Infrastruktura: viri EMS, mreža državnih cest ...,
- Vode: površinske, kopalne, ekološki tipi, ribji odseki, vodna soglasja, poplavne vode ...,
- Narava: naravne vrednote, Natura 2000, zavarovana območja, gozdni rezervati ...,
- Tla: raziskave onesnaženosti tal Slovenije, opozorilna karta verjetnosti pojavljanja zemeljskih plazov,
- Potresi,
- Pregledne karte.

Vsi sloji so objavljeni in dostopni na spletni objektni storitvi (WFS), kjer so na voljo v GML2 in SHP obliki [46].



Slika 5.45: Komunalna odlagališča prikazana v Atlasu okolja [46]

6 Sklep

V diplomskem delu sem predstavila osnovne pojme geografskih informacijskih sistemov in njihovo uporabo. S tem sem želela bralcem, ki GIS-ov še niso poznali, razložiti, kaj to je in v njih vzbuditi zanimanje. Tistim, ki GIS-e poznajo, pa upam, da sem predstavila kakšen zanimiv primer uporabe. Kot sem omenila že v uvodu, je bil moj namen tudi ta, da spodbudim morebitna razmišljanja v povezavi študija geografija ter računalništva in informatike.

Med pisanjem diplomske naloge sem našla ogromno, predvsem tujih, primerov uporabe. Izbrala sem takšne, ki niso imeli stroge geografske tematike in za katere mislim, da so zanimivi širšemu krogu ljudi. Ob vseh pozitivnih lastnostih GIS-ov in pogosti rabi v tujini, se vprašamo, zakaj v Sloveniji niso razširjeni? Razlog je predvsem v zahtevnem in dragemu pridobivanju podatkov. Podjetja in organizacije ponavadi nimajo ustrezne opreme za zajem podatkov, zato se morajo obrniti na druga podjetja, ki se s tem ukvarjajo. Če imajo srečo so bili podatki, ki jih potrebujejo, že zajeti in cena ni tako visoka. V primeru, da potrebujejo specifične podatke pa cena naraste. Ker v Sloveniji nimamo tako velikih podjetij, kot v tujini, so tudi njihove finance nižje. Hkrati pa je na voljo manj že zajetih podatkov v primerjavi s tujino. Dokler bodo večini ljudi geografski informacijski sistemi neznani, bo tudi njihova uporaba majhna. In prav zato vidim veliko priložnost v vpeljavi predmeta geografski informacijski sistemi v različne študijske programe. K prepoznavnosti GIS-ov pa bi lahko prispevala tudi različna podjetja in organizacije, ki bi javnosti pokazala svoje primere uporabe in dobre prakse.

Diplomsko delo bi lahko še nadgradila z bolj poglobljenim prikazom analiz in njihovega ozadja delovanja. Zanimiva bi bila tudi predstavitev podjetij, ki v Sloveniji uporabljajo GIS-e, njihove težave in uspehe. Za informatike, bi bila verjetno zanimiva primerjava geografskih informacijskih sistemov z drugimi informacijskimi sistemi.

7 Kazalo slik

Slika 4.1: Prikaz posameznih plasti podatkov [3].....	4
Slika 4.2: Zasnova geografskega informacijskega sistema [4]	4
Slika 4.3: Rastrska struktura podatkov [5].....	5
Slika 4.4: Vektorska struktura podatkov	6
Slika 4.5: Primerjava rastrske in vektorske strukture podatkov [6].....	8
Slika 4.6: Rastrska in vektorska struktura podatkov [7]	9
Slika 4.7: Primer vpliva oblakov pri zajemanju slike [9]	11
Slika 4.8: Aktivni in pasivni senzor [10]	12
Slika 4.9: Deli elektromagnetnega spektra [11].....	13
Slika 4.10: Primer letalskega posnetka [12].....	14
Slika 4.11: Reklasifikacija [13].....	15
Slika 4.12: Boolove operacije [14]	16
Slika 4.13: Digitalno prekrivanje kart z Boolovimi operacijami [2]	16
Slika 4.14: Digitalno prekrivanje kart (preseki) [13]	17
Slika 4.15: Analiza oddaljenosti [2].....	17
Slika 4.16: Analiza stroškovne oddaljenosti [15]	18
Slika 4.17: Prikaz pogleda s Triglava izdelanega s pomočjo analize vidnosti [2].....	19
Slika 4.18: Prikaz količine sončnega obsevanja izdelanega s pomočjo analize osončenja [2]	19
Slika 4.19: Program ArcGIS [19]	23
Slika 4.20: Program GeoMedia [20]	24
Slika 4.21: Program MapInfo [21]	25
Slika 4.22: Program Idrisi [22]	26
Slika 4.23: Program Manifold [23]	27
Slika 4.24: Program AutoCAD MAP 3D [24].....	28
Slika 4.25: Program GRASS [25]	29
Slika 4.26: Program TNTmips [22]	30
Slika 4.27: Program ERDAS IMAGINE [22]	31
Slika 4.28: Različne projekcije [27].....	32
Slika 4.29: Reklama letalskega podjetja Upward Airlines [26].....	32
Slika 4.30: Vzhodno Sibirsko morje na različnih sovjetskih kartah [26]	33
Slika 4.31: Prikaz onesnaženosti obal zaliva Chesapeake [28]	34
Slika 5.1: Osnovni znaki v kartografskem modelu	35
Slika 5.2: Lekarne v Sloveniji [29]	36
Slika 5.3: Brezposelnost po občinah [30]	36
Slika 5.4: Občine in dmnv_lj	37
Slika 5.5: Diagram za ukaz extract.	37
Slika 5.6: Raba tal leta 1996 in 2002	38
Slika 5.7: Končni rezultat ukaza crosstab	38
Slika 5.8: Diagram za ukaz crosstab	39
Slika 5.9: Diagram poteka analiz	39
Slika 5.10: Primerna zemljišča.....	40

Slika 5.11: Poselitev in železnica	40
Slika 5.12: Ukaza buffer in distance.....	41
Slika 5.13: Diagram ukazov za analizo oddaljenosti.....	41
Slika 5.14: Končni rezultat	42
Slika 5.15: Diagram ukazov za izračun območja prekrivanja	42
Slika 5.16: Datoteka Mcelanduse.rst	43
Slika 5.17: Rezultat funkcije MCE – multi-criteria evaluation (Boolean intersection)	44
Slika 5.18: Območja velika vsaj 10 ha	45
Slika 5.19: Rezultat tehtane linearne kombinacije	46
Slika 5.20: Najboljša območja.....	46
Slika 5.21: Rezultat urejenega tehtanega povprečja	47
Slika 5.22: Območja, primerna za gradnjo stanovanjskega naselja	48
Slika 5.23: Primerjava rezultatov vseh treh odločanj	48
Slika 5.24: Prikaz lokacije kličočega s stacionarnega telefona [32].....	50
Slika 5.25: Prikaz kličočega z mobilnega telefona [32]	51
Slika 5.26: Karta verjetnosti pojavljanja plazov [33].....	52
Slika 5.27: Vrstni red sanacije neurejenih odlagališč [34]	54
Slika 5.28: Razmejeno območje koruznega hrošča [35]	57
Slika 5.29: Sistem na različnih ravneh [36].....	59
Slika 5.30: Primerjava različnih meril v okviru sistema [36].....	60
Slika 5.31: Konceptualni model [37].....	62
Slika 5.32: Plasti modela [37]	63
Slika 5.33: Potovanje živali [37]	64
Slika 5.34: Pogled v sistem [38].....	66
Slika 5.35: Simulacija požara [38]	68
Slika 5.36: Zemljevid sestavljen iz različnih slojev podatkov [38].....	70
Slika 5.37: Prikaz spremembe števila prebivalcev [38]	71
Slika 5.38: GIS električnega omrežja [39]	73
Slika 5.39: Letalska karta s podrobnimi podatki o letih [39]	75
Slika 5.40: Sistem poštnih naslovov v Savdski Arabiji [40]	76
Slika 5.41: Pogled na eno izmed ulic v Londonu	79
Slika 5.42: Ogled Marsa v programu Google Earth	80
Slika 5.43: Vpogled v PISO občine Zagorje ob Savi [43].....	82
Slika 5.44: Pregled arheoloških najdišč v Interaktivnem atlasu z zbirkami ZRC SAZU [45] ..	85
Slika 5.45: Komunalna odlagališča prikazana v Atlasu okolja [46]	86

8 Viri in literatura

- [1] (2012) What is GIS? Dostopno na: <http://www.gis.com/content/what-gis>.
- [2] M. Krevs, Geografski informacijski sistemi in kartografija – študijsko gradivo. Ljubljana, Filozofska fakulteta - Oddelek za geografijo, 2004.
- [3] (2012) Geografski informacijski sistem. Dostopno na: http://www.trc-koroska.si/ostale_storitve/gis_inkartografija/gis.aspx.
- [4] K. Kvamme, K. Oštir-Sedej, Z. Stančič, R. Šumrada, Geografski informacijski sistemi. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center SAZU, 1997.
- [5] (2012) Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research. Dostopno na: http://www.awi.de/fileadmin/user_upload/Research/Research_Divisions/Geosciences/Marine_Geochemistry/Marine_GIS/Col_row.jpg.
- [6] (2012) Bio Diversity GIS. Dostopno na: http://bgis.sanbi.org/gis-primer/page_15.htm.
- [7] (2012) Raster data. Dostopno na: <http://www.automation-drive.com/raster-data>.
- [8] A. Tretjak, Uporaba podatkov posnetih z Landsat in SPOT sateliti, Dela 15. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 2000.
- [9] L.L.F. Janssen in drugi, Principles of remote sensing. ITC Educational Textbook Series, Enschede, ITC, 2001.
- [10] (2012) Visual dictionary online. Dostopno na: <http://visual.merriam-webster.com/earth/geography/remote-sensing/satellite-remote-sensing.php>.
- [11] (2012) The electromagnetic spectrum. Dostopno na: <http://lasp.colorado.edu/cassini/education/Electromagnetic%20Spectrum.htm>.
- [12] (2012) Izrisi letalskih posnetkov. Dostopno na: <http://www.gdl.si/izrisi-letalskih-posnetkov>.
- [13] (2012) Map analysis. Dostopno na: <http://innovativegis.com/basis/mapanalysis/Topic22/Topic22.htm>.

- [14] P.A. Burrough, R.A. McDonnell, R.A., Principles of geographical information systems, Spatial information systems and geostatistics. New York, Oxford University Press, 1998.
- [15] (2012) ArcGIS Spatial Analyst. Dostopno na: <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/spatialanalyst/distance.html>.
- [16] K. Zakšek, Analiza vidnosti s prostorskim kotom vidnega neba. Geografski vestnik 78-2. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center SAZU, 2006.
- [17] J. Ronald Eastman, Guide to GIS and image processing volume 2. Worcester, Clark University, 2001.
- [18] P. Bolstad, GIS Fundamentals 3rd Edition. White Bear Lake, Eider Press, 2007.
- [19] (2012) ArcGIS for Desktop. Dostopno na: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/index.html>.
- [20] (2012) Eurocity Software. Dostopno na: http://www.eurocitysoftware.com/mainpage/h2v2_reference.htm.
- [21] (2012) Applying MapCalc Map Analysis Software. Dostopno na: http://www.innovativegis.com/basis/Senarios/MI_Table_scenario.htm.
- [22] (2012) File-Extensions. Dostopno na: <http://www.file-extensions.org/>.
- [23] (2012) Manifold. Dostopno na: <http://www.manifold.net/info/products.shtml>.
- [24] (2012) Land Development Engineering. Dostopno na: <http://civil3d.wordpress.com/2007/04/23/you-know-when-we-tell-you-that-map-3d-is-included-with-civil-3d/>.
- [25] (2012) GRASS GIS on Mac OS X. Dostopno na: <http://grass.bologna.enea.it/>.
- [26] M., Monmonier, How to lie with maps. Chicago and London, The University of Chicago Press, 1991.

[27] (2012) Geospatial Training and Analysis Cooperative. Dostopno na: http://geology.isu.edu/geostac/Field_Exercise/topomaps/distortion.htm.

[28] (2012) Integration & Application Network. Dostopno na: <http://ian.umces.edu/blog/2010/07/14/how-maps-can-lie-chesapeake-watershed-stream-health/>.

[29] (2012) Geopedia. Dostopno na: <http://www.geopedia.si/>.

[30] (2012) Interaktivni statistični atlas Slovenije. Dostopno na: <http://stat.monolit.si/?lang=sl>.

[31] J. Ronald Eastman, Idrisi 32 Tutorial. Massachusetts, Clark Labs, 2001.

[32] D. Fajfar, K. Majcen, G. Kuzma, B. Žalik, Prikaz lokacije kličočega ob klicu v sili (112). GIS v Sloveniji 2007-2008. Ljubljana, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, 2008.

[33] M. Komac, Potencialno plazovita območja v Sloveniji in izpostavljenost človekovega okolja. GIS v Sloveniji 2005-2006. Ljubljana, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, 2006.

[35] M. Knapič, T. Seliškar, S. Gomboc, V. Knapič, GIS na področju varstva rastlin pred škodljivimi organizmi. GIS v Sloveniji 2005-2006. Ljubljana, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, 2006.

[36] B. Mihelič, I. Bizjak, Geografski informacijski sistem kot orodje za določanje prioriternih območij prenove mest. GIS v Sloveniji 2005-2006. Ljubljana, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, 2006.

[37] (2012) ArcNews Winter 2011/2012. Dostopno na: http://www.esri.com/news/arcnews/winter1112articles/files/arcnews33_4/arcnews-winter1112.pdf.

[38] (2012) ArcNews Fall 2011. Dostopno na: http://www.esri.com/news/arcnews/fall11articles/files/arcnews33_3/arcnews-fall11.pdf.

[39] (2012) ArcNews Summer 2011. Dostopno na: http://www.esri.com/news/arcnews/summer11articles/files/arcnews33_2/arcnews-summer11.pdf.

- [40] (2012) ArcNews Winter 2010/2011. Dostopno na:
http://www.esri.com/news/arcnews/winter1011articles/files/arcnews32_4/arcnews-winter1011.pdf.
- [41] (2012) Google Earth – Wikipedia. Dostopno na:
http://en.wikipedia.org/wiki/Google_Earth.
- [42] (2012) Keyhole Markup Language – Wikipedia. Dostopno na:
http://en.wikipedia.org/wiki/Keyhole_Markup_Language.
- [43] (2012) PISO. Dostopno na: <http://www.geoprostor.net/PisoPortal/vstopi.aspx>.
- [44] (2012) Jasmina Levičar: Spletna kartografija in oblikovanje interaktivnih karta na podlagi zbirk ZRC SAZU. Dostopno na: http://eprints.fgg.uni-lj.si/163/1/GEV_0229_Levicar.pdf.
- [45] (2012) Interaktivna karta z zbirkami ZRC SAZU. Dostopno na: <http://gis.zrc-sazu.si/zrcgis/>.
- [46] (2012) Atlas okolja. Dostopno na:
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso.