

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEMI V
POSLOVNEM OKOLJU

Ljubljana, januar 2005

DANIJEL BOLDIN

IZJAVA

Študent DANIJEL BOLDIN izjavljam, da sem avtor tega magistrskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom prof. dr. MIRA GRADIŠARJA in skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim objavo magistrskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, 10. 1. 2005

Podpis:

KAZALO

1.	UVOD	1
1.1	Opredelitev problema, namen in cilji dela	3
1.2	Metode dela in zasnova	4
2.	OPREDELITEV GIS	6
2.1	Uvod in definicija GIS	6
2.2	Tradicionalna vloga GIS	9
2.3	GIS in informacijski sistemi	10
2.4	GIS in poslovni sistemi	12
3.	UPRAVLJANJE GIS	15
3.1	Pregled osnovnih značilnosti GIS	15
3.2	Komponente GIS	19
3.3	Podatki za GIS	26
3.4	Izvedba GIS projekta	32
4.	PROSTORSKE ANALIZE V GIS	42
4.1	Prikaz prostorskih podatkov	43
4.2	Prostorske analize in GIS	44
4.2.1	Kartografski prikazi	45
4.2.2	Prostorske analize	46
4.2.2.1	Združevanja, prekrivanja, izrezovanja	46
4.2.2.2	Iskanje lokacij, sosedov, kaj je znotraj	47
4.2.2.3	Iskanje poti in najkrajše poti	48
4.2.2.4	Analize razredov podatkov	49
4.2.2.5	Zgostitve	51
4.2.2.6	Analize skozi čas	51
4.2.3	Rastrske analize	52
4.2.4	3D modeli	54
5.	UPORABA GIS V POSLOVNEM OKOLJU	58
5.1	Pomen informacij v procesu odločanja	58
5.2	Vloga GIS v IS podjetja	60
5.3	GIS v poslovnem okolju	63
5.3.1	Analize poslovanja, tržišča in trženjske analize	69
5.3.2	Analize dostopnosti, prometne analize	71
5.3.3	Demografske analize (gostota prebivalstva, segmentacija kupcev)	73
5.3.4	Lokacijske in nepremičninske analize	75
5.3.5	Optimizacijski modeli (optimizacija oskrbnih verig)	77
6.	ZAKLJUČEK	82
7.	LITERATURA IN VIRI	85
	Slovarček izrazov, okrajšav in tujk	88

Kazalo slik in tabel

Slika 1: Grafični pregled zasnove naloge.....	5
Slika 2: Osnovne sestavine GIS.....	6
Slika 3: Osnovna zamisel sistema GIS.....	7
Slika 4: Sodobna opredelitev geografskih informacijskih sistemov.....	8
Slika 5: Razvojne faze GIS z analitičnega in kartografskega vidika.....	10
Slika 6: GIS piramida.....	11
Slika 7: Okvir aplikacij GIS v poslovnem okolju.....	13
Slika 8: Mesto podatkovnega modela v GIS.....	16
Slika 9: Osnovne faze prostorskega modeliranja pri klasičnem podatkovnem modelu.....	17
Slika 10: Objektno prostorsko modeliranje.....	18
Slika 11: Komponente GIS.....	20
Slika 12: Rastrski in vektorski podatkovni model.....	27
Slika 13: Vektorski podatkovni model.....	28
Slika 14: Topologija in topološki elementi.....	28
Slika 15: Omrežja.....	29
Slika 16: Predstavitev točk, linij in območij.....	30
Slika 17: Načrt uvajanja GIS.....	34
Slika 18: Centraliziran GIS.....	35
Slika 19: Porazdeljeni GIS.....	36
Slika 20: Sodobno okolje GIS.....	37
Slika 21: Prikaz perspektivnega pogleda.....	43
Slika 22: Metode razvrščanja prostorskih podatkov v razrede.....	50
Slika 23: Primer zgoščevanja.....	51
Slika 24: Pomen vrednosti atributa.....	53
Slika 25: Rastrski in vektorski način prikazovanja površja.....	54
Slika 26: Model TIN.....	55
Slika 27: Načini prikazovanja površja.....	55
Slika 28: Primeri tridimenzionalnih prikazov.....	57
Slika 29: Vrednostna veriga pri prostorskih podatkih.....	59
Slika 30: GIS v informacijski strategiji podjetja.....	61
Slika 31: Uporaba GIS v poslovnem okolju.....	65
Slika 32: Kupci v oddaljenosti 1 km od trgovine.....	71
Slika 33: Dostopnost do trgovine po cestnem omrežju v radiju 200 m.....	73
Slika 34: Primer demografskih analiz.....	75
Slika 35: Primer analize pozidanosti naselij.....	78
Slika 36: Primer usmerjenega grafa in drevesa najkrajših poti.....	80
Slika 37: Primer iskanja najkrajše dostavne poti.....	81
Tabela 1 :Vidiki uporabe GIS.....	9
Tabela 2: Poslovni in prostorski podatki.....	25
Tabela 3: Rastrski in vektorski podatkovni model.....	30
Tabela 4: Faze razvoja in uvajanja GIS.....	38
Tabela 5: GIS in podpora odločanju.....	63

1. UVOD

V poslovnih okoljih se danes srečujemo z nenehnimi spremembami. "To improve is to change, to be perfect is to change often." (Winston Churchill) Nenehno izboljševanje poslovanja zahteva sistematične pristope, ki slonijo na skupinskem delu, učinkovitem komuniciranju, ustvarjalnem razmišljanju, uporabi sodobne tehnologije ter spodbujajo in omogočajo učinkovito reševanje problemov. Sodobni informacijski sistemi so temelj za obvladovanje podatkov pri uspešnem vodenju podjetja. Grajeni so s sodobnimi programskimi orodji, ki omogočajo preprosto in hitro prilagodljivost in globalno povezovanje v druge sisteme. Zaradi množice različnih podatkov in informacij morajo poslovni sistemi iskati vedno nove načine za zadovoljevanje zahtev kupcev, poslovnih partnerjev in zaposlenih. Želja vseh je, da pravočasno pridejo do tistih podatkov, ki jih zanimajo ne glede na to, kje se ti podatki nahajajo, v kakšni obliki so in kako so nastali.

V konkurenčnem okolju s tradicionalnimi poslovnimi procesi je dandanes kar težko dohajati vse hitrejše spremembe. Predvsem v tem času, ko je slovenski trg in s tem celotna ekonomija v obdobju prehajanja v veliko evropsko tržišče, je vsaka, že najmanjša prednost pred ostalimi podjetji odločilna. Poslovnega okolja, ki ni vpeto v okolje informacijske tehnologije, si ni več moč predstavljati oz. le-to ne more več uspešno delovati. Pravočasno in pravilno vključevanje sodobne informacijske tehnologije v poslovni proces omogoča podjetjem pridobivanje strateške prednosti pred konkurenčnimi podjetji.

Na področju informacijske tehnologije so novosti vedno povezane s pridobivanjem novih znanj in veščin. Uvajanje novih tehnologij in konceptov zahteva relativno visoke naložbe in je skoraj vedno povezano z zahtevami po spremembi načina poslovanja in drugačni poslovni kulturi. Pred uvajanjem novosti se v poslovnih sistemih ponavadi sprašujejo, katere so tiste poslovne prednosti, ki se obetajo po uspešni izvedbi novih projektov. Zanima jih tudi, katera so tista tveganja, ki sledijo napačnem pristopu pri uvajanju novih informacijskih tehnologij. Informacijska tehnologija vsekakor prinaša nove priložnosti. Če hočemo te priložnosti razumeti in izrabiti moramo obvladati tehnologijo, ki je danes na voljo in razumeti pomen tiste, ki bo na voljo v prihodnjih letih. Ker bodo ljudje informacijsko tehnologijo uporabljali več in na nove načine, se bodo organizacije spreminjale. Spoznanja o smereh in obsegu sprememb bodo koristna zato, da bo mogoče izrabiti uporabo informacijske tehnologije za zavestno preoblikovanje organizacij, da bodo bolj učinkovite, uspešne in prilagodljive. Podoben obseg sprememb informacijske komunikacijske tehnologije, kakršen je bil v minulih 30 letih, je mogoče pričakovati v naslednjih 10 do 15 letih. V pol krajšem času bodo nastale spremembe na višji stopnji spirale sprememb (Gričar, 2002, str. 5). Vse te spremembe pa je mogoče uspešno urediti tudi s pomočjo tehnologije geografskih informacijskih sistemov (GIS, angl. *Geographics Information Systems*).

Z razvojem na področju informacijske tehnologije in vedno večjim obsegom dosegljivih prostorskih podatkov so tudi GIS pridobili večjo vrednost in uporabnost ter zaupanje v poslovnih krogih. Z uporabo GIS je podjetjem omogočeno, da se lahko pravočasno pripravijo na izzive prihodnjih let, ko bodo v ospredju tisti, ki bodo znali ponuditi prave izdelke in storitve ob pravem času. Prodajni teritoriji, trgovska območja, medijska tržišča in nenazadnje individualni potrošniki so vezani na lokacijo v prostoru. Od tod se kaže tudi potreba po uporabi GIS za upravljanje in vodenje prostorskih podatkov v poslovnih okoljih. Podjetja spoznavajo, da je njihov bodoči poslovni uspeh v veliki meri odvisen predvsem od zmožnosti zgraditi čim bolj osebni odnos s strankami oziroma potrošniki. Razumevanje prostorskega vidika pri obravnavi poslovanja ima lahko ključno vlogo pri strateških odločitvah, zagotavljanju konkurenčne prednosti, ustvarjanju novih poslovnih priložnosti in utrjevanju položaja na trgu.

Uporaba GIS je bila v preteklosti vezana predvsem na posebna področja v povezavi z urejanjem evidenc z zemljišči (katastri), planiranjem in urejanjem prostora, varstvom okolja, različnimi analizami na področju infrastrukturnih sistemov, kartografskimi prikazi ipd. Uporaba GIS orodij je temeljila na kartografskih prikazih in analizi prostorskih podatkov. V prihodnje bodo GIS v povezavi z internetom odigrali pomembno vlogo pri strategiji razvoja vseh nacionalnih gospodarstev. Po podatkih nekaterih avtorjev (Grimshaw, 1994, str. 3) naj bi imelo več kot 90% vseh poslovnih podatkov prostorsko komponento. Analiza prostorskih komponent v poslovnih podatkih odkriva trende, vzorce in nove možnosti, ki so skrite v podatkih zapisanih v obliki različnih tabel. Čedalje več poslovnih odločitev, ki jih vsakodnevno sprejema management v podjetjih in organizacijah, namreč zahteva uporabo prostorskih podatkov v tekmi za tržišča in kupce (Boyles, 2002, str. 71). S kombiniranjem različnih informacij (npr. podatki o prodaji, demografski podatki, podatki o lokacijah konkurence) s prostorskimi podatki (npr. geokodirani podatki popisa prebivalstva, linijsko omrežje cest) je možno bolje razumeti tržišče, kupce in konkurenco.

Ne glede na to ali gre za proizvodno, storitveno ali kakšno drugo podjetje, vsako v okviru svojega poslovanja opravlja različne poslovne funkcije, ki v sebi nosijo prostorske komponente. Podjetja obstajajo in poslujejo na določenem prostoru in vsako od njih zavzema takšno ali drugačno pozicijo v prostoru. Naj obravnavamo majhno trgovino s prehrabnimi izdelki, ki oskrbuje le nekaj sosednjih ulic, ali pa multinacionalno podjetje, imamo v obeh primerih tako ali drugače opravka s prostorom. Ne glede na obravnavane stvari je lokacija tista, ki povezuje dogodke, za katere se sprva zdi, da med seboj niso v nikakršnem odnosu. S pomočjo GIS lahko to ugotovimo, poleg tega pa lahko grafično prikažemo vpliv določenih prostorskih značilnosti med seboj. Največja vrednost GIS se kaže v zmožnosti preoblikovanja prostorskih podatkov (in z njimi povezanih opisnih podatkov) v uporabne informacije. Vendar pa možnosti, ki jih ponujajo GIS, v praksi še niso dovolj izkoriščene.

V poslovnih okoljih GIS še niso dobili prave veljave, ker se morebitni uporabniki ne zavedajo, da imajo njihove odločitve tudi prostorsko komponento oz. da bi bil proces odločanja izboljššan s podporo prostorskih podatkov in informacij. Ponavadi tisti, ki odločajo, niti ne vedo, katere informacije so na voljo (npr. uporaba geokodiranih statističnih podatkov, ki jih redno pripravlja Statistični urad Republike Slovenije), kje lahko informacije dobijo in na kakšen način jih lahko uporabijo.

1.1 Opredelitev problema, namen in cilji dela

Sodobni pogledi na poslovanje zahtevajo od managerjev ne samo dobro poznavanje poslovanja podjetja, ampak tudi možnosti uporabe sodobne informacijske tehnologije za uspešno poslovanje (Grad, 2000, str. 169). Boljše razumevanje tehnologije GIS s strani managerjev, analitikov in uporabnikov je odločilnega pomena za pravilno uporabo te tehnologije v poslovnih okoljih. V Slovenskem prostoru se uporaba GIS počasi seli iz klasičnih okolij (npr. univerza, državna uprava, infrastrukturni sistemi) v poslovni svet (Krevs, 1994, str. 200). Zasledimo lahko tudi že prve primere praktične uporabe v poslovnih okoljih. Slovenska strokovna literatura na področju uporabe GIS v poslovnih okoljih je omejena predvsem na strokovne članke o posameznih primerih uporabe (Podobnikar et al: str. 9), celovitega pregleda uporabe te tehnologije v poslovnih okoljih v Sloveniji ni. Strokovnih knjig na tem področju primanjkuje oz. obstajajo samo v tujih jezikih.

Namen magistrske naloge je prikaz zmogljivosti tehnologije GIS in sistematična analiza možnosti uporabe le-te v poslovnem okolju. V magistrskem delu najprej na teoretični ravni analiziram tehnični in vsebinski pomen tehnologije GIS s poslovnega vidika s pomočjo domače in tuje strokovne literature. V nadaljevanju predstavljam nekatere možne poti uvajanja GIS v poslovno okolje in na podlagi izkušenj iz prakse predlagam enega od možnih načinov uvajanja GIS v podjetju. V osrednjem delu naloge opisujem in analiziram nekatere najbolj tipične primere uporabe tehnologije GIS v poslovnem okolju.

Cilj magistrske naloge je na osnovi sistematičnega in preglednega opisa tehnologije GIS ugotoviti, kakšno vlogo in pomen lahko ima ta tehnologija v poslovnih okoljih. Na podlagi teoretičnih spoznanj iz tujine in praktičnih izkušenj je eden od ciljev naloge tudi opis in analiza praktičnih primerov uporabe tehnologije GIS v poslovnih okoljih.

Sodobna informacijska tehnologija omogoča reševanje številnih kompleksnih problemov, prihranek časa, boljšo organiziranost in prilagodljivost, racionalizacijo poslovanja, hitrejši pretok informacij, doseganje konkurenčne prednosti ipd. (Gradišar, 2003, str. 130) Če gledamo na GIS kot na informacijsko orodje, ki omogoča reševanje poslovnih problemov z

zmožnostjo obdelave njihove prostorske komponente, lahko na ta način ugotovimo, kakšen informacijski sistem bo za podjetje najprimernejši. Eden od ciljev magistrske naloge je tudi povečanje znanja o možnostih, ki jih ponuja sodobna tehnologija, in lažje odločanje o tem, kako jih izkoristiti v praksi. V nalogi bodo opisani odgovori na nekatera vprašanja povezana z GIS:

- V čem se GIS razlikujejo od drugih informacijskih sistemov?
- Kaj lahko v poslovnem okolju pričakujejo od GIS?
- Kaj je potrebno za vzpostavitev GIS?
- Na kakšen način naj podjetja pristopijo k vzpostavitvi GIS?
- Zakaj je potreben načrt vzpostavitve GIS v poslovnem okolju?

1.2 Metode dela in zasnova

Prevladujoča metoda dela temelji na analitično teoretičnem proučevanju obravnavane problematike. Delo se opira na spoznanja o vlogi in pomenu tehnologije GIS ter uporabi spoznanj in praktičnih primerov, ki služijo kot osnova za celovito obravnavo GIS v poslovnem okolju. Z analizo vloge GIS v informacijskih sistemih in možnostih, ki jih nudijo prostorski podatki, je prikazan širši pogled na poslovne podatke. Analizirani so možni pristopi pri iskanju in zaznavanju novih poslovnih prijemov za uspešnejše in učinkovitejše poslovanje.

S teoretičnim pregledom tehnologije GIS prikazujem, katere so značilnosti te tehnologije. S primeri uporabe te tehnologije v poslovnem okolju pa so opisane lastnosti, ki so najpomembnejše s stališča podpore inovativnim procesom v poslovnih okoljih. Nekatere načine uporabe ilustriram z opisom izbrane metode, potrebnih podatkov in grafičnim prikazom rezultatov.

Naloga je zasnovana kot pregledna raziskava, ki na sistematičen, teoretičen in praktičen način opisuje možne povezave med tehnologijo GIS in poslovnim okoljem. Magistrska naloga je razdeljena na pet poglavij. V prvem delu magistrske naloge obravnavam osnovne opredelitve GIS, opisan je koncept GIS in njegove osnovne karakteristike. Prikazana je njegova tradicionalna in sodobnejša vloga, ki jo ima pri poslovanju podjetij danes. Analizirana je povezava med GIS in informacijskimi sistemi ter vloga, ki jo ima v poslovnih okoljih. Poudarjeni so vidiki uporabe in razvojne faze.

Kakšne so osnovne karakteristike prostorskih podatkov? Kako pridobivamo prostorske podatke in kako oblikujemo podatkovni model? S tem v zvezi v tretjem poglavju opisujem in analiziram pojme, kot so zajemanje podatkov, topologija, podatkovni modeli ipd. Opisujem

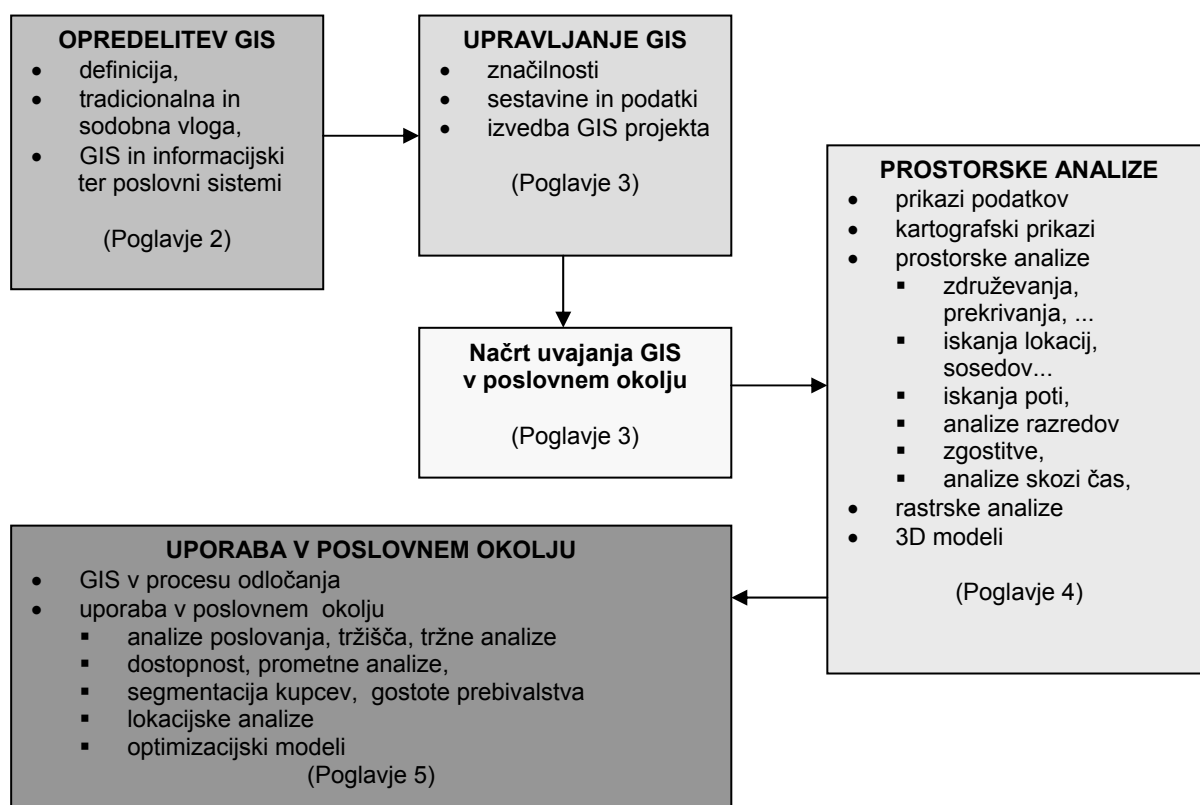
načine modeliranja prostorskih podatkov v rastrskem in vektorskem modelu. Podrobneje razlagam povezavo med grafičnimi in opisnimi podatki ter načine izvedbe GIS projektov.

V četrtem poglavju so opisani različni načini prostorskih analiz, vizualizacij, kartografskih prikazov, optimizacij in iskanja najkrajših poti, prostorskega prekrivanja podatkov ipd., ki omogočajo drugačen način pogleda na poslovne podatke ter s tem boljše in informacijsko bolj podprte odločitve. Nakazujem prednosti in priložnosti, ki jih omogoča tehnologija GIS.

Peto poglavje analizira vlogo GIS v poslovnem okolju in nekatere možne načine uporabe tega. Predstavljene so nekatere prostorske analize, ki jih lahko podjetja uporabijo za odkrivanje novih informacij, ki so skrite v prostorskih podatkih. Predstavljeni so primeri prostorskih analiz poslovanja podjetij, raziskav tržišča in prostorskega trženja, analiz dostopnosti in segmentacije kupcev.

V šestem poglavju sem pridobljene ugotovitve, znanje in izkušnje pri delu z GIS povezal v sklepe ter priporočila za uporabo GIS v poslovnem okolju, do katerih sem prišel med izdelavo magistrskega dela. Slika 1 prikazuje sestavljenost in povezanost posameznih poglavij naloge med seboj.

Slika 1: Grafični pregled zasnove naloge.



2. OPREDELITEV GIS

2.1 Uvod in definicija GIS

V strokovni literaturi obstaja veliko definicij za GIS (Antenucci, 1991, str. 7; Kvamme et al., 1997, str. 19; Tomlinson, 2003, str. 3), ki opredeljujejo GIS z različnih vidikov (vsebinski, tehnološki, funkcijski), vendar je težko podati natančno definicijo. Tehnološka definicija opredeljuje GIS kot sisteme, ki so namenjeni zajemanju, shranjevanju, kontroliranju, obdelavi, analiziranju in prikazovanju prostorskih podatkov. Ena izmed najbolj razširjenih definicij ga opisuje kot sistem, ki združuje organizacijske postopke, strojno in programsko opremo, prostorske podatke in uporabnike v smislu zbiranja, shranjevanja, urejanja, analiziranja in prikazovanja vseh vrst prostorskih podatkov, kot je to prikazano na sliki 2.

Slika 2: Osnovne sestavine GIS.



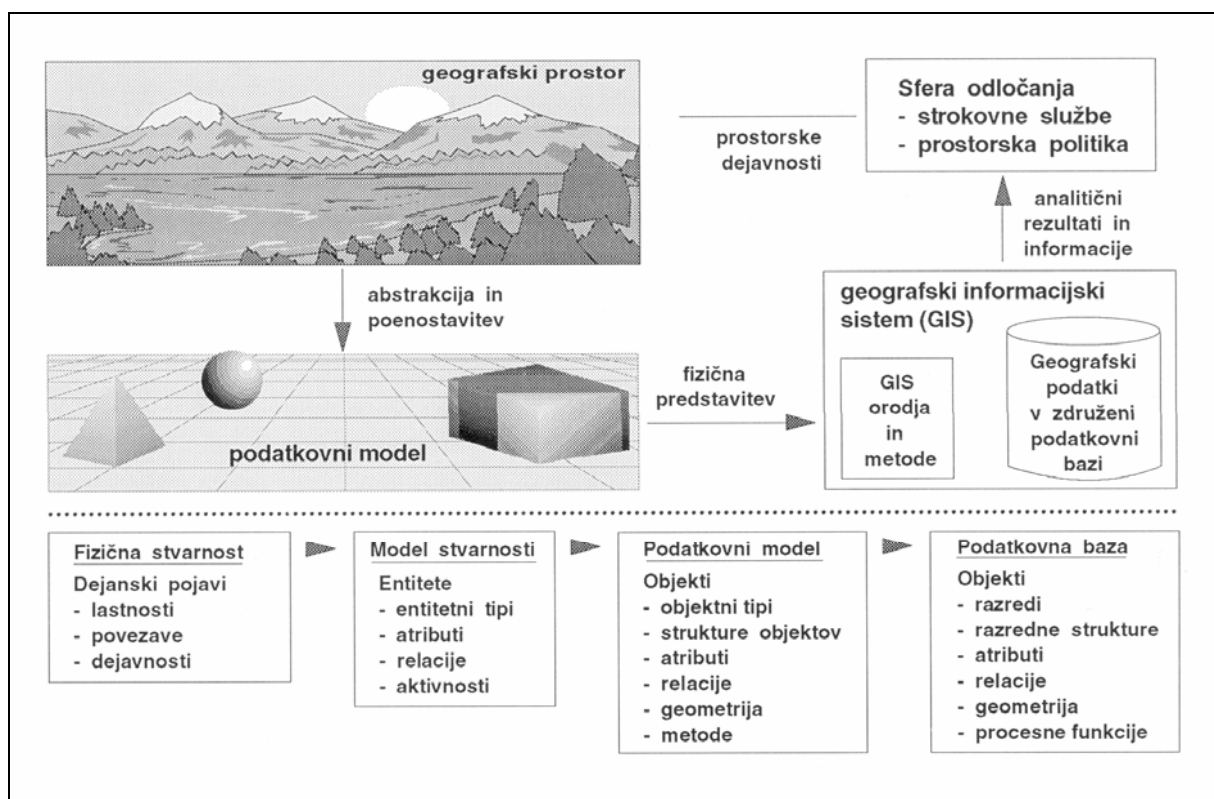
Vir: Zeiler, 1999.

S tehnološkega vidika se v okolju GIS prepletajo različne tehnologije, ki so se razvijale vrsto let. Komponente različnih orodij in sistemov (CAD, CAC, RDBMS, CASE, PIS, LIS) so v GIS povezane v enovit sistem. Tradicionalna področja uporabe GIS so predvsem geografija, kartografija, vodenje evidenc v zvezi z zemljišči, planiranje in urejanje prostora, varstvo okolja, analize na področju infastrukturnih sistemov, kartografski prikazi ipd. GIS ne vsebujejo kart oz. kartografskih prikazov, ti sistemi omogočajo izdelavo kartografskih prikazov na osnovi podatkov in informacij, ki so shranjeni v podatkovni bazi. GIS niso programi za risanje kart ampak kompleksni sistemi, ki združujejo podatkovne baze, tehnologije prikazovanja podatkov ter analitična orodja, ki omogočajo izdelavo prostorskih analiz.

Ena od osnovnih značilnosti GIS je združitev dveh sestavin podatkov: opisnih in prostorskih atributov. Prostorski atributi podajajo grafične, lokacijske, geometrijske in topološke značilnosti. Lokacijski podatki so geokode objektov, podane s koordinatami. Geometrične značilnosti geografskih objektov so oblika, velikost, dolžina in površina. Prostorske značilnosti objektov, ki ponazarjajo relativne odnose med prostorskimi objekti v prostoru, podaja topologija. Opisni atributi pa podajajo tematsko vsebino pojava. V GIS so ponavadi dovoljene številčne, znakovne, časovne in datumske oblike opisnih podatkov (Kvamme et al., 1997, str. 207). Današnji komercialni produkti na področju GIS vključujejo poleg grafičnih in opisnih podatkov tudi druge oblike, kot so slike, zvok in video.

V GIS so podatki o realnem svetu shranjeni v obliki tematskih slojev, ki so med seboj povezani na podlagi prostorske lokacije. Prostorski in opisni del skupaj tvorita zelo zmogljivo celoto, ki omogoča izvedbo najrazličnejših prostorskih analiz, poizvedovanj in prikazov. Osnovna zamisel GIS je prikazana na sliki 3. Moč informacije predstavlja rezultat novega pogleda na podatke, ki ga dobimo z ugotovitvijo novih relacij med navidez neodvisnimi podatki.

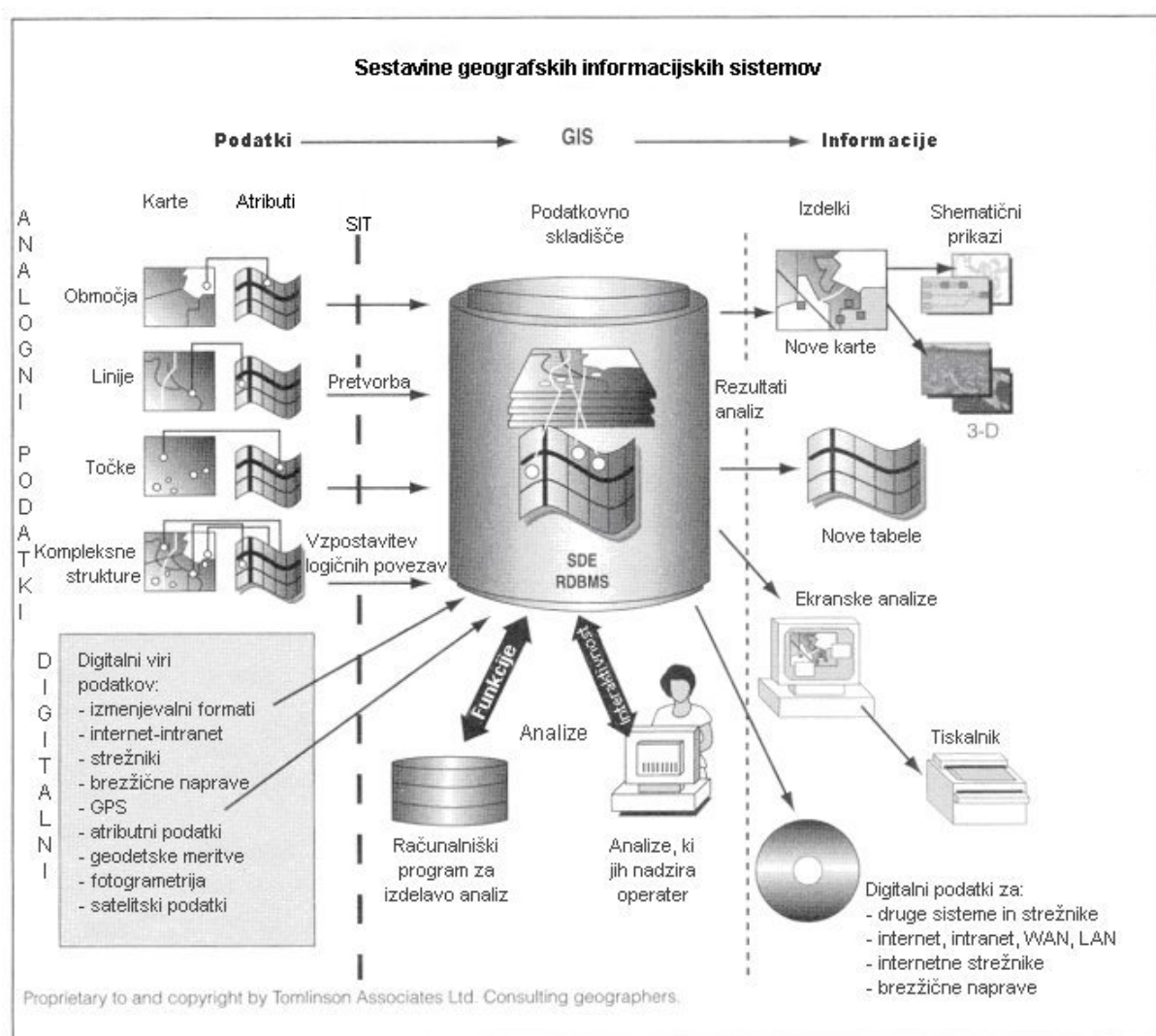
Slika 3: Osnovna zamisel sistema GIS.



Vir: Kvamme et. al., 1997.

Uporaba GIS v poslovnem okolju predstavlja razširitev tradicionalnega pogleda na to tehnologijo v smislu razširjanja njenih funkcij. Sodobna opredelitev GIS je prikazana na sliki 4, kjer jo avtor Tomlinson (2003, str. 3) definira kot celovit funkcijski model. Iz slike lahko ugotovimo, da GIS shranjujejo prostorsko opredeljene podatke skupaj z njihovimi opisnimi lastnostmi v podatkovni bazi, kjer uporabnik s pomočjo analitičnih funkcij pripravlja potrebne informacije. V okviru magistrske naloge so GIS definirani kot sistemi, ki jih sestavljajo procedure, ki omogočajo zajem podatkov, njihovo shranjevanje, obdelavo, kartografske prikaze, prostorske analize tako prostorskih kot tudi opisnih podatkov.

Slika 4: Sodobna opredelitev geografskih informacijskih sistemov.



Vir: Tomlinson, 2003.

2.2 Tradicionalna vloga GIS

Razvoj GIS se je pričel v tujini v akademskih okoljih. Vzpodbudile so ga raziskave na področju računalniške grafike in izboljšanih algoritmov za prostorske analize in obdelavo večje količine podatkov. Kmalu je prišlo do uporabe posameznih praktičnih rešitev določenih algoritmov pri reševanju prostorskih problemov. Prve primere uporabe računalniških izvedb GIS lahko zasledimo od leta 1960 naprej, in sicer v državnih organih, pri reševanju problemov povezanih z okoljem predvsem v obliki različnih kartografskih prikazov (avtomatizirana kartografija). Velik delež uporabe prvih GIS je bil tudi v akademskih – geografskih okoljih predvsem z analitičnega, opisnega in pedagoškega vidika. Poleg tega so pri razvoju GIS imeli pomembno vlogo tudi proizvajalci programske in strojne opreme, ki so na tem področju videli svoj komercialni uspeh. Glede na velike stroške, ki so bili takrat povezani s to tehnologijo, je bila največji uporabnik vojska, ki je GIS uporabljala predvsem za izdelavo vojaških kart in simulacij letenja. Različni vidiki uporabe GIS so prikazani v tabeli 1.

Tabela 1 :Vidiki uporabe GIS

VIDIK		OKOLJE	
		AKADEMSKO	POSLOVNO (Vloga)
T	Tehnologija	Računalništvo	Prodajalec
A	Aplikacije	Geografija	Uporabnik
		Planiranje	
		Okolje	
IS	Informacijski sistem	Informacijski sistemi	Sistemiški analitik
		Metodološke raziskave	
O	Organizacija	Upravljanje podjetij	Manager

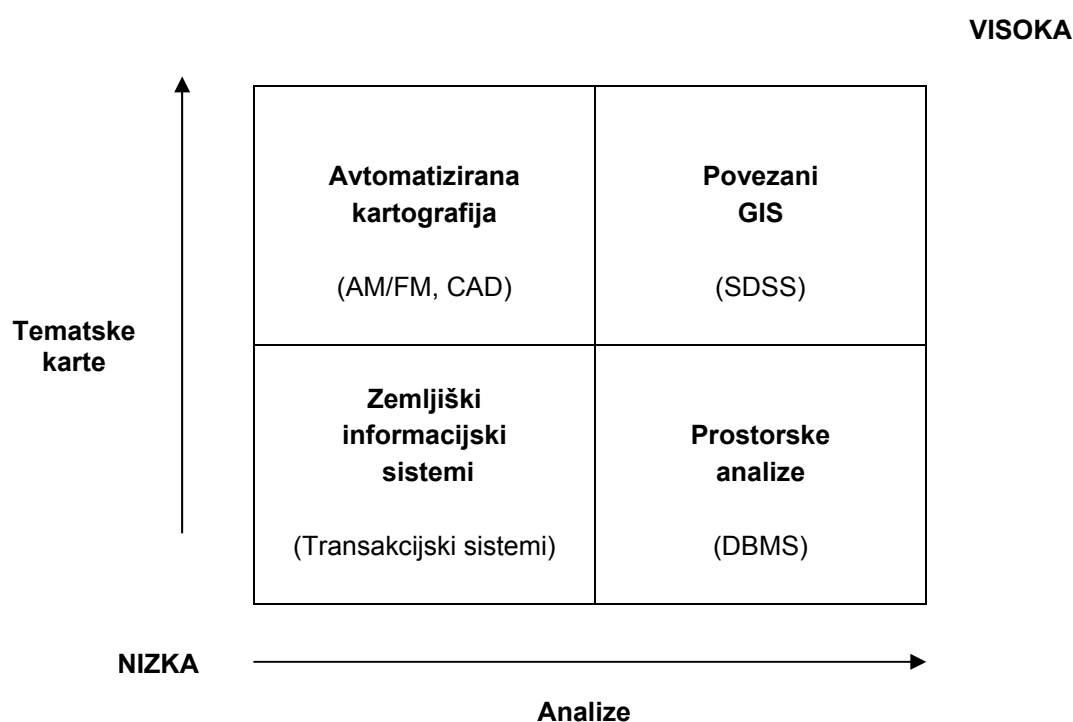
Vir: Grimshaw, 1994.

Razvoj se je nadaljeval v 70-ih letih prejšnjega stoletja, ko so bili v ospredju zemljiški informacijski sistemi – LIS (angl. *Land Information Systems*). Termin "geografski informacijski sistemi" naj bi bil prvič uporabljen v Kanadi pri izvedbi sistema kart, ki so pokrivalo celotno državo s širokim naborom opisnih podatkov o lastnostih zemljišč. Sistem je bil namenjen analizi zmogljivosti malih kmetij – farm (Canadian geographics information system, 1967). V tem obdobju je bil poudarek predvsem na tem, kako učinkovito upravljati podatke v zvezi z zemljišči.

Razvoj prostorskih analiz (angl. *spatial analysis*), katerih prva teoretična izhodišča zasledimo že okoli leta 1950, je omogočil izvedbo različnih tehnik (večinoma statističnih) analiz lokacij. Mnoga današnja GIS orodja ponujajo različne prostorske analize (npr. prekrivanje, presek, unijo ipd.) in te predstavljajo močnejše dele teh produktov.

V sodobnih orodjih GIS so povezane različne tehnike od zajema, obdelave, analize (angl. *Spatial Decision Support Systems*) do prikaza prostorsko opredeljenih podatkov (avtomatizirana kartografija). Na sliki 5 sta prikazana kompleksnost in pomen opisanih razvojnih faz GIS s kartografskega in analitičnega vidika.

Slika 5: Razvojne faze GIS z analitičnega in kartografskega vidika



Vir: Grimshaw, 1994.

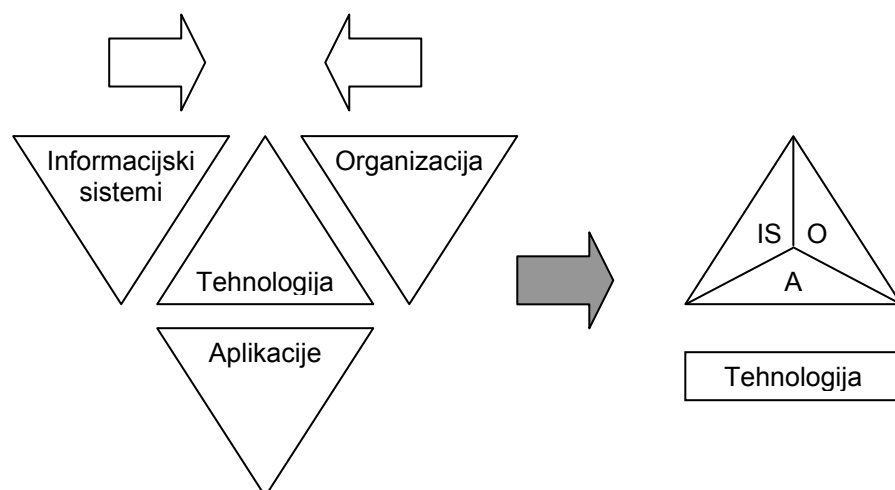
2.3 GIS in informacijski sistemi

Pojave okoli nas opisujemo s podatki. Podatki so predstavitev dejstev, zamisli in navodil v formalizirani obliki. Ponavadi podatke shranjujemo skupaj z njihovim pomenom, kajti podatek sam, brez interpretacije, nam ne pove veliko. Informacija je miselni pomen, ki ga ljudje pripisujemo podatkom za njihovo razlago in predstavitev. Informacija je tako zaporedje

znakov v določenem znakovnem sistemu, ki je sintaktično pravilno, ima nedvoumno semantično vsebino (pomen), ki je zadostna slika pojava, na katerega se nanaša in ima za upravljavca pragmatično vrednost oz. je v upravljalnem procesu smiselno uporabna za izbiro smotrnega upravljalnega ukrepa in izvedbo učinkovitega upravljalnega dejanja (Gradišar, 2001, str. 54). Sistem je skupina medsebojno povezanih elementov, zasnovan za doseganje skupnega cilja oz. opravljanje neke funkcije. Informacijski sistem je zbirka metod, postopkov, pripomočkov, naprav in dejavnosti za zadovoljevanje potreb po informacijah. Funkcioniranje informacijskega sistema je pretvorba podatkov v informacije.

Prostorski podatki so podatki o prostorskih pojavih in dogodkih in so posredno ali neposredno vezani na lokacijo na površini zemlje. S pomočjo prostorskih podatkov opisujemo realni svet oz. prostorski model, ki se nanj nanaša ter gradimo matematični model realnosti. Z uporabo tehnologije GIS lahko prostorske podatke analiziramo in spremenimo v nove informacije. GIS vključujejo močno zbirko tehnoloških orodij, ki omogočajo, da grafične in opisne podatke, ki predstavljajo določeno realno okolje oz. geografske pojave, v njem shranjujemo in obdelujemo tako, da jih predstavimo v enostavnejši obliki, ki odgovarja določeni informacijski potrebi. Na sliki 6 sta prikazana dva vidika GIS: tehnološki in aplikacijski. Da lahko tehnologija GIS izvaja ustrezne aplikacije, ki jih organizacija potrebuje, morata za to obstajati še dva sistema: informacijski in organizacijski.

Slika 6: GIS piramida



Vir: Grimshaw, 1996.

V procesu razvoja GIS je večina njegovih komponent pripadala tehnološkemu ali aplikacijskemu delu. V prihodnosti lahko pričakujemo vedno večjo funkcijsko vključenost

GIS v celoten poslovni informacijski sistem organizacij, tako da bo tehnologija GIS kot ločena in samostojna aktivnost postopno izginjala.

2.4 GIS in poslovni sistemi

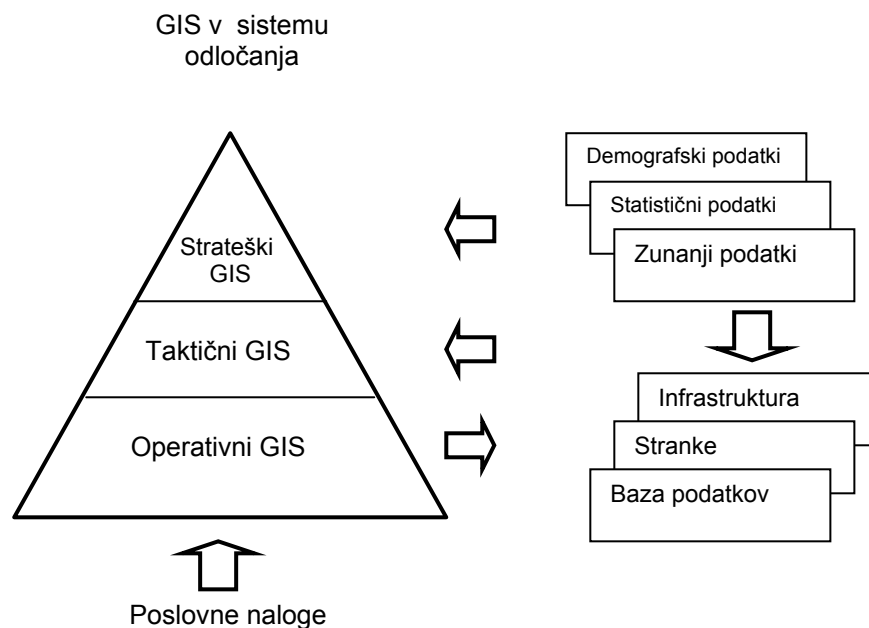
Danes morajo managerji predvsem dobro poznati poslovno okolje podjetja. Vse bolj pa so potrebna tudi znanja, ki omogočajo učinkovito izrabo informacijske tehnologije. Namen vseh informacijskih sistemov je zagotoviti vse potrebne informacije, ki so potrebne za optimalno delovanje poslovnega sistema. Z razumevanjem storitev in izdelkov GIS se lahko poveča učinkovitost in uspešnost podjetja. Poznavanje GIS vodi k razumevanju potrebe po prostorskih podatkih (katere podatke potrebujemo, kakšno natančnost morajo imeti) ter zasnovi ustreznega podatkovnega modela, od katerega je odvisna učinkovitost sistema. Iz zahtev po prostorskih podatkih izhajajo:

- Namen sistema,
- zahtevane funkcionalnosti in
- potrebna programska in strojna oprema.

Na osnovi teh izhodišč je mogoče pripraviti analize stroškov in koristi, ki omogočajo oceno potreb in zmožnosti za izvedbo projekta uvedbe GIS. Če organizacijo pojmuje kot sistem, lahko v njem razlikujemo podsisteme za izvajanje, informiranje in management. Uporaba GIS v poslovnem okolju predstavlja razširitev tradicionalnega pogleda v smislu razširjanja funkcij GIS. Tako lahko uporabo tehnologije GIS uvrstimo v različna področja. Lahko jo uporabimo glede na namen, npr. iskanje najkrajše poti, optimizacija omrežja, analiza območij, ali glede na panogo, npr. trgovina, proizvodnja, infrastruktura, transport, finance ipd. Če gledamo na poslovne informacijske sisteme kot na sisteme, ki omogočajo zmanjšanje oz. odpravo negotovosti pri procesu odločanja (DSS), potem lahko uvrstimo GIS tako med operativne in taktične, kakor tudi strateške sisteme. Na sliki 7 je prikazan primer umestitve GIS v poslovno okolje.

Aplikacije GIS na operativni ravni se uporabljajo pri operativnih odločitvah (proizvodna raven). GIS lahko uporabimo za poizvedovanja tipa "kaj se nahaja na določeni lokaciji, kje se nahaja določen objekt, kaj če...?" ipd. Primer operativnih odločitev so postopki pri montaži vodovodnih cevi. GIS lahko v takem primeru uporabimo za pripravo kart, ki prikazujejo lego cevi na terenu. Poleg izrisa lege lahko s pomočjo GIS pripravimo tudi seznam opisnih podatkov (npr. premer cevi, material, leto izdelave, kapaciteta ipd.). Te informacije so namenjene vsakodnevnemu operativnemu delu in omogočajo planiranje virov, racionalizacijo, hitrejšo izvedbo ipd.

Slika 7: Okvir aplikacij GIS v poslovnem okolju:



Vir: Pestana, 2002.

Pri odločitvah srednjega managementa gre za taktične odločitve pri polstrukturiranih problemih. Za odločanje je potrebno pridobiti veliko zunanjih podatkov (npr. statistični podatki o prodaji določenega izdelka). Tipični primer uporabe GIS na operativni ravni je izvedba "kaj če..?" analiz. Na taktični ravni lahko GIS uporabimo za podporo delu tržnih analitikov, ki ugotavljajo, kje bi bilo smiselno postaviti novo trgovino. Za izvedbo analize lahko s pomočjo GIS pripravimo različne kartografske prikaze, ki vsebujejo topografske podatke, podatke o prometnem omrežju, lokaciji obstoječih trgovin, urbanih in ruralnih centrih ipd.

Pri odločanju višjega managementa gre za strateško odločanje pri nestrukturiranih problemih. Odločitve imajo velik pomen za organizacijo, čas za odločitve je kratek. Potrebne so prave informacije ob pravem času. Primer takšnega odločanja predstavlja izbira števila podružnic banke na nekem območju. Odločitve v tem primeru izhajajo iz strateškega plana, v katerem je npr. opredeljeno, da mora banka povečati svoj vpliv na določenem območju. GIS lahko v takem primeru uporabimo za vzpostavitev optimalne mreže bančnih podružnic (zapiranje nerentabilnih in postavitev novih). S pomočjo GIS lahko pripravimo model s katerim ocenjujemo prihodke in odhodke podružnic, uporabimo kombinacijo uteži in optimiziramo omrežje.

S pomočjo operativnega GIS organizacije povečujejo svojo zmogljivost. Uporaba GIS pri podpori odločanju pa lahko pripomore k večji učinkovitosti. Uporaba GIS na strateški ravni ponavadi zahteva celovito prenovu poslovnih procesov (BPR) in mora biti v celoti integrirana v poslovni informacijski sistem.

Danes srečujemo v poslovnih okoljih uporabo GIS na naslednje načine:

- Tradicionalni samostojen način obdelave (angl. *stand-alone*), kjer poteka obdelava različnih prostorskih podatkov z določenim programskim orodjem.
- Razvojno okolje, kjer se različne aplikacijsko neodvisne funkcije združujejo v aplikacijske zahteve s pomočjo razvijalcev aplikacij.
- Sodobno internetno okolje (angl. *GIS Web Services*), kjer različni servisi (dostop do podatkov, kartografski prikazi, poizvedovanja ipd.) podpirajo poslovne procese organizacije.

Ali so GIS "še eno orodje za obdelavo podatkov"? odgovor je lahko "da" ali "ne". Odgovor "da" lahko postavimo v primerih, ko GIS obravnavamo le kot tehnologijo, ki omogoča raziskovanje prostorske dimenzije podatkov v procesih odločanja. V tem primeru so GIS orodja, ki jih uporabljajo managerji ob "pravem času na pravem mestu" (Grimshaw, 1994, str. 46). Odgovor je lahko tudi "ne", ker se lahko GIS uporabljajo tudi na bolj prodorne načine. Če so GIS povezani v celoten informacijski sistem podjetja se lahko uporabljajo kot strateško orodje za pridobivanje konkurenčne prednosti. V teh primerih je potrebno ustrezno prilagoditi informacijsko strategijo podjetja, da GIS ne postane "še eno orodje". Vzpostavitev takšnega sistema je velik in zahteven projekt.

Z vedno večjo dostopnostjo in razširjenostjo interneta se v zadnjih letih pojavlja vedno več internetnih GIS aplikacij. Povezovanje internetnih tehnologij in GIS omogoča enostaven dostop uporabnikov do prostorskih podatkov in informacij, brez kompleksnih in dragih orodij GIS. Internet GIS ne spreminja osnovnega koncepta zasnove, GIS omogoča le sproten dostop do podatkov. Na ta način GIS prehajajo iz zaprtih, centraliziranih sistemov v odprte in distribuirane storitve. Združevanje GIS in interneta je zelo spremenilo način izdelave kartografskih prikazov in prostorskih analiz. Podrobne kartografske prikaze je možno sedaj oblikovati sprotno (ali na zahtevo) iz velikih prostorskih baz podatkov ter jih prenašati po svetovnem omrežju. Uporabnik sam izbere, katere informacije želi videti na karti, in določi območje, ki ga zanima. Ustrezna programska oprema opravi poizvedbo po podatkih in pripravi karto z zelenimi informacijami. Internetne GIS aplikacije se med seboj razlikujejo predvsem po kvaliteti storitev, ceni ter sistemski arhitekturi. Vsekakor je prihodnost GIS vezana na internet in pričakujemo lahko porast internetnih GIS storitev.

3. UPRAVLJANJE GIS

3.1 Pregled osnovnih značilnosti GIS

V strokovni literaturi zasledimo ugotovitve pa tudi primeri iz prakse kažejo, da ni uspešnih GIS projektov brez ljudi z ustreznim znanjem. Sodobni GIS so kompleksni sistemi, ki združujejo mnoga strokovna področja (geografijo, matematiko, geodezijo, informatiko, računalništvo ipd.), vendar ima v tem sistemu osrednjo vlogo izobražen kader, ki razume delovanje celotnega sistema. Z jasnim ciljem, kaj želimo doseči s pomočjo GIS, ima plan vzpostavitve GIS v poslovnem okolju tudi možnosti za uspeh.

Kot je omenjeno že v predhodnih poglavjih, je osnovna značilnost GIS učinkovita obravnava prostorskih in opisnih podatkov hkrati. S pomočjo GIS lahko na primer ugotovimo:

- Kje se nahaja določen objekt ali lokacija, ki ustreza kriterijem iskanja,
- kaj predstavljajo ti objekti,
- kateri objekti se nahajajo v soseščini,
- na kakšen način lahko pridemo do teh objektov (npr. cestno omrežje).

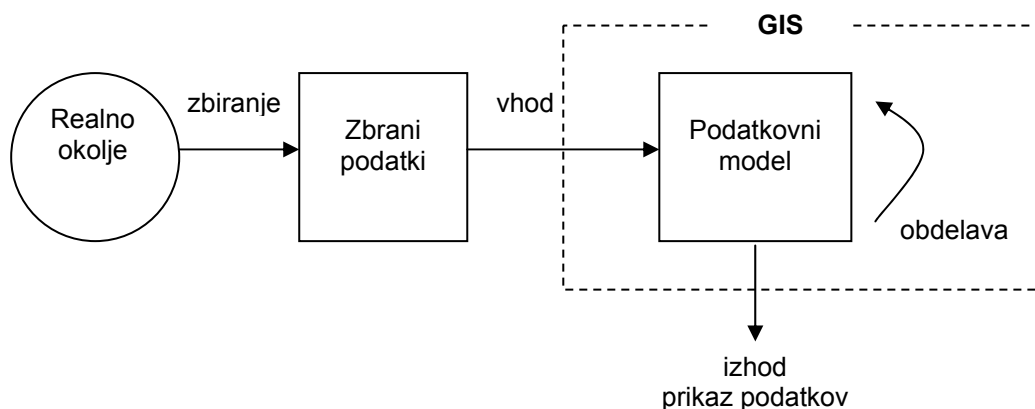
Prav tako lahko ugotavljamo, kako bi lahko določena prostorska sprememba vplivala na ostale pojave v prostoru. Če geokodiranim grafičnim in opisnim podatkom dodamo še časovno komponento, lahko ugotavljamo spremembe in bodoče trende.

Kakšne analize in prikazovanje podatkov lahko izvajamo z GIS, je odvisno od pripravljenega podatkovnega modela realnega sveta. Podatkovni model ponazarja objekte in dogodke realnega sveta ter povezave med njimi. Je prikaz realnosti, pogosto v poenostavljeni obliki zaradi lažjega razumevanja obdelave (Grad, Jaklič, 1996, str. 43). Pri tem je pomembno, da model vsebuje samo tiste elemente, ki nas zanimajo. Takšen podatkovni model nam omogoča avtomatizirano, enolično in racionalno zbiranje, obdelavo in posredovanje podatkov. Postopek izdelave modela je proces pretvorbe – abstrakcija našega razumevanja realnega sveta v digitalno obliko.

V procesu oblikovanja podatkovnega modela za potrebe GIS izberemo katere elemente realnega sveta bomo pretvarjali, določimo topološke oblike in hierarhične strukture, katere lastnosti teh objektov bomo opisali, opredelimo načine komuniciranja med objekti, določimo funkcionalnost objektov in razredov ter opredelimo časovne pogoje objektov. Podatkovni modeli v okolju GIS podajajo informacije o lokaciji, geometriji, topologiji, opisnih lastnostih in časovnih stanjih prostorskih pojavov realnega sveta. Prostorske podatke določajo lokacijske lastnosti, prostorske značilnosti (topologija) in geometrija geografskih objektov

(oblika, velikost, dolžina in površina). Lokacijske podatke pa podajajo geokode objektov, ki so podane s koordinatami. Na sliki 8 je prikazano mesto podatkovnega modela v okolju GIS, v katerem se podatki iz realnega sveta zbirajo, uredijo, shranijo in obdelajo po določenih pravilih in v obliki izhodnih podatkov posredujejo uporabnikom.

Slika 8: Mesto podatkovnega modela v GIS



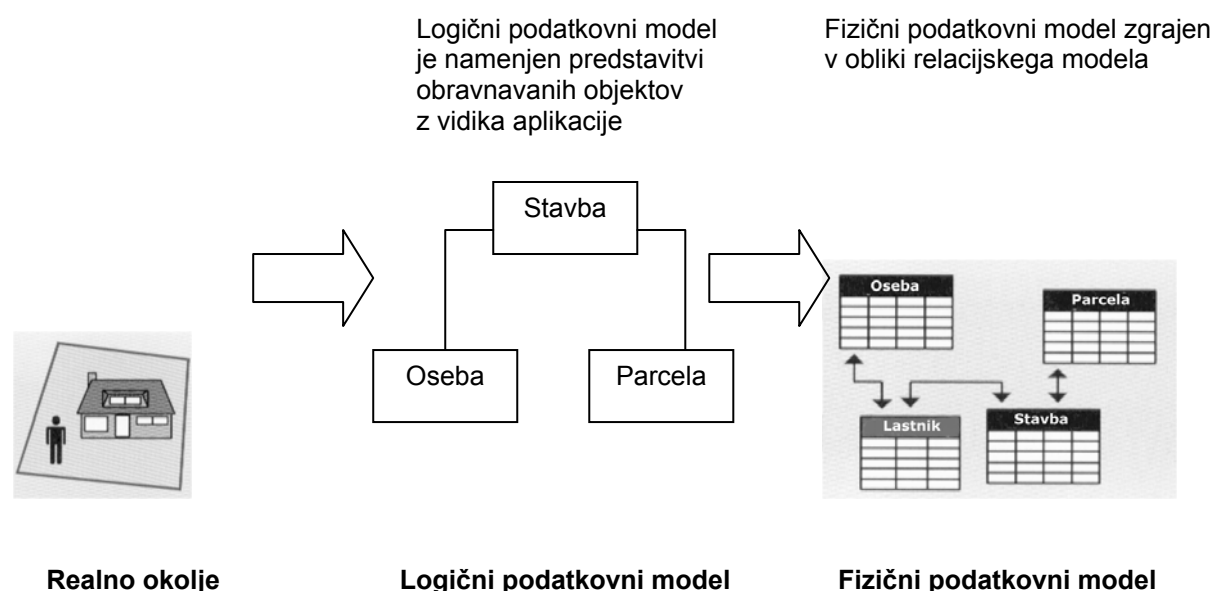
V preteklosti so imeli v okolju GIS veliko vlogo kartografski podatkovni modeli (CAD), ki prostorske podatke prikazujejo v obliki podatkovnih slojev ali tematskih plasti. Tematske plasti so lahko prikazovale vektorske, točkovne, linijske in ploskovne (območja) geometrične sloje. Naprednejši podatkovni modeli združujejo geolocirane grafične in opisne podatke (georelacijski podatkovni model) v indeksnih (binarnih) datotekah, ki so optimizirane za dostop in prikaz podatkov.

Sodobni pristopi prostorskega modeliranja temeljijo na objektnih podatkovnih modelih. Bistvo objektnega modeliranja je, da vsak objekt realnega sveta predstavimo v objektnem modelu. Objektni model od vseh znanih podatkovnih modelov najbolj odraža naše dožemanje sveta (Grad, Jaklič, 1996, str 115). Objekti so abstraktna predstavitev realnega sveta. Objekti omogočajo delitev problema na podprobleme, ki smo jih sposobni rešiti. Za objekte so značilna stanja, obnašanje in enolične identitete. Stanje objekta je definirano z vrednostjo njegovih atributov. Vrednosti atributov se s časom spreminjajo. Obnašanje objekta vsebuje njegove akcije in reakcije. Operacija nad objektom je povzročena s sporočilom, ki ga objektu pošlje (najpogosteje) drug objekt. Identiteta je pomembna za obstoj objektov, saj omogoča razločevanje med njimi.

V objektnem pristopu je pomen ločevanja na grafične in opisne attribute bistveno zmanjšan. Objektni podatkovni model uvaja višjenivojske zgradbe, ki imajo poljubno število atributov

(opisne, geometrične, topološke in časovne). Pojem atribut se načeloma uporablja neodvisno od njegove vsebine. Prostorske podatke pojmuje kot vsebino objektov. Dejanski pojavi so podrobno opredeljenih preko objektnih tipov ali razredov. Objektni podatkovni modeli so pomembni za nadaljnji razvoj GIS. V nasprotju s tradicionalnim kartografskim (topografskim) pogledom na prostorske podatke, ki temelji na pasivnih tematskih plasteh s pripadajočimi grafičnimi gradniki, dovoljuje objektni pristop modeliranje prostorskih pojavov v poljubne izpeljane objekte. Objekti so nadalje tipizirani v ustrezno sestavljene razrede. Z dodajanjem potrebnega znanja v razrede lahko izvedemo npr. generalizacijo in sposobnost kartografskega prikazovanja. Razredi se lahko med seboj dedujejo v želeno razredno hierarhijo. Na sliki št. 9 so prikazane osnovne tri faze prostorskega modeliranja pri klasičnem podatkovnem modelu.

Slika 9: Osnovne faze prostorskega modeliranja pri klasičnem podatkovnem modelu

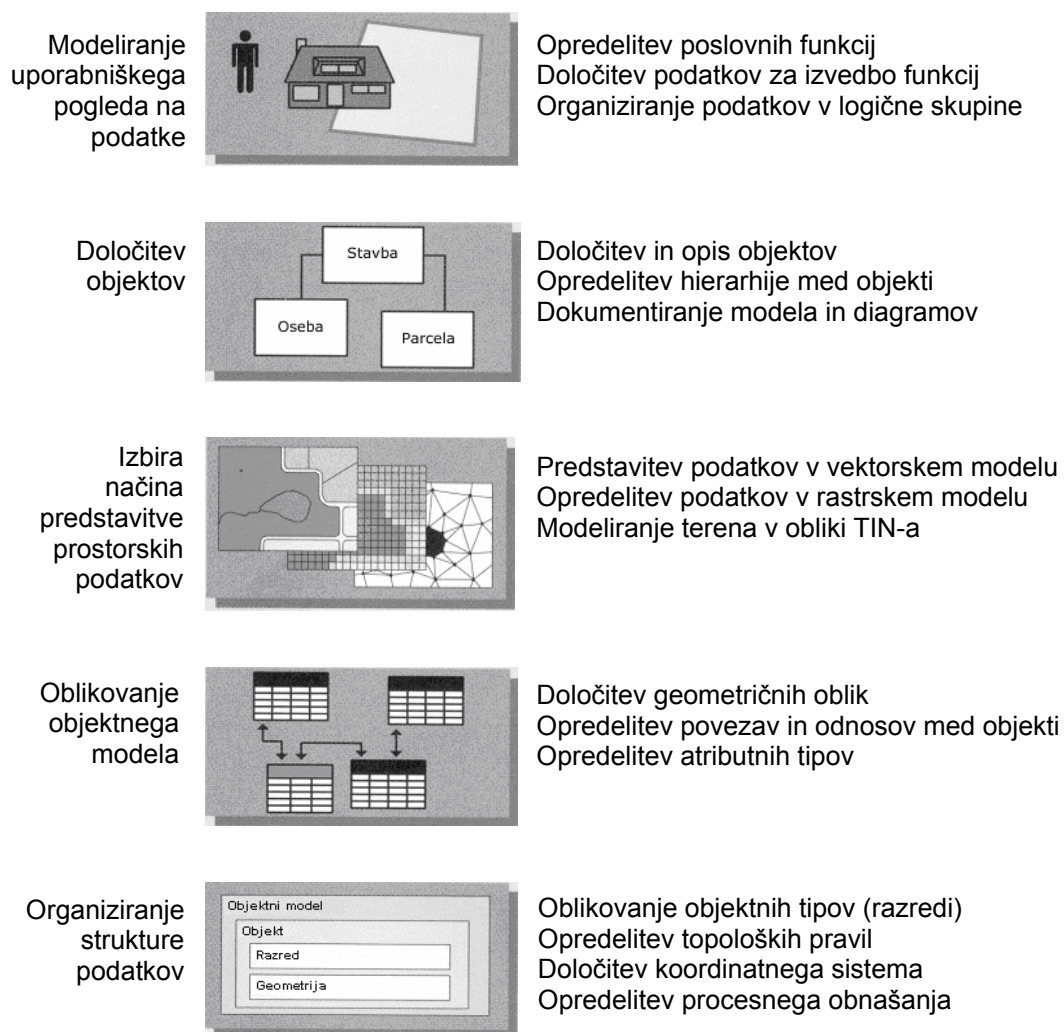


Vir: prirejeno po Zeiler, 1999.

Objektno usmerjen pristop ne temelji na grafičnih sestavinah (kot na primer pri CAD modelu), ki ponazarjajo njihove geometrične lastnosti, ampak na skupnih lastnosti modeliranih razredov, ki združujejo tematske, lokacijske in procesne lastnosti pripadajočih objektov v smiselno celoto. Načina, kako zaznavamo objekte in kako so objekti predstavljeni v podatkovnem modelu sta si pomensko enakovredna. V okolju GIS so grafični in opisni podatki o prostorskih objektih ponavadi podani v vektorski in rastrski obliki.

Pri objektnem pristopu je v okolju GIS poznan prostorski časovni objekt, ki ima pet pomembnih lastnosti ali atributov, in sicer geometrijo, topologijo, prostorsko lokacijo, čas in časovni referenčni sistem. Pri tem čas opredeljuje datum nastanka ali dobo trajanja, časovni referenčni sistem pa opredelitev in podajanje časovnih podatkov. Na sliki 10 je prikazan način prostorskega modeliranja pri objektnem modelu.

Slika 10: Objektno prostorsko modeliranje.



Vir: prirejeno po Zeiler, 1999.

3.2 Komponente GIS

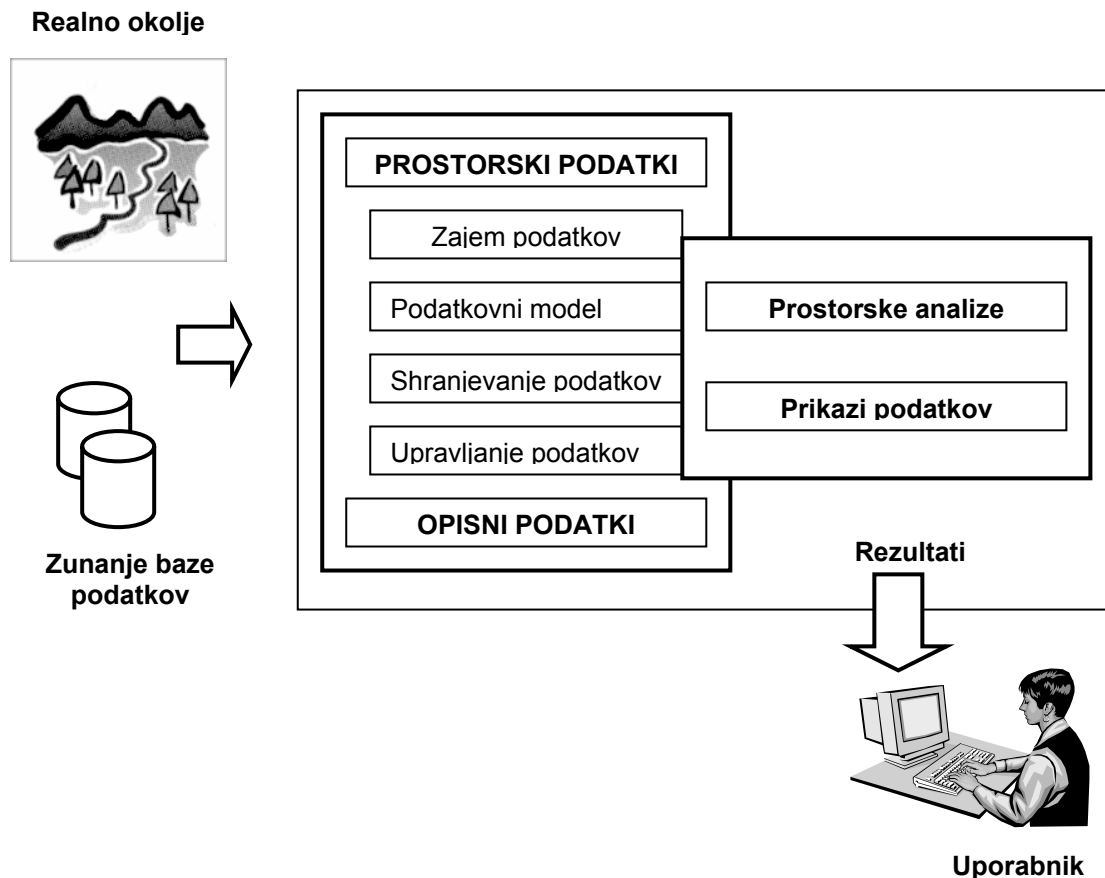
Definicija GIS, zapisana je na strani 6, izhaja iz osnovnih komponent GIS piramide, ki je prikazana na sliki 5. Osnovne komponente GIS v poslovnih okoljih: informacijski sistem, organizacija, tehnologija in aplikacije definirajo GIS kot sisteme, ki omogočajo zajem podatkov, njihovo shranjevanje, obdelavo, kartografske prikaze, prostorske analize tako prostorskih kot tudi opisnih podatkov za podporo odločanju v organizacijah.

V strokovni literaturi lahko zasledimo tudi definicije GIS (Tomlinson, 2003, str. 7), ki jih obravnavajo kot sisteme, ki združujejo računalniško strojno opremo, programska orodja, strokovnjake, ki obvladajo GIS tehnologijo, procedure, ki omogočajo zajem, obdelavo, analizo shranjevanje in prikaz ter prostorske podatke (slika 2, str 6). Prostorski podatki so vsekakor ena najpomembnejših sestavin GIS. Na osnovi prostorskih podatkov lahko npr. pridobimo informacije o tem, kje se nahajajo lokacije naših trgovin, kje so trgovine konkurence, kako daleč od naše proizvodnje se nahajajo dobavitelji, kako po najkrajši poti pridemo do izbranega cilja, kako se imenuje določena cesta, kje se nahaja iskan objekt, ipd. V primeru relacijskih baz se vsi prostorski podatki shranjujejo v relacijskih tabelah. Te tabele si lahko predstavljamo kot posamezne sloje z informacijami. Vsak tak sloj lahko prikažemo na karti, vključimo njegovo vidnost, izberemo način prikaza (barva, oblika) ipd. Za obdelavo prostorskih podatkov potrebujemo ustrezno strojno opremo, ki je danes z razvojem računalniške tehnologije veliko bolj dostopna kot v preteklosti. Danes so sodobni osebni računalniki primerna osnova za vzpostavitev GIS v poslovnem okolju. V preteklosti pa so bile za te namene potrebne delovne postaje s specifičnimi lastnostmi glede obdelave, prikaza in shranjevanja prostorskih podatkov. Z razvojem informacijske tehnologije se spreminja tudi koncept zasnove celotnega IS podjetja, katerega del vse bolj postajajo tudi GIS. Učinkovitost GIS je odvisna predvsem od dobro zasnovanih in izvedenih metod za zajem (npr. avtomatska vektorizacija), obdelavo (hkratno vzdrževanje iste baze na več lokacijah), shranjevanje (shranjevanje rastrskih slik) in prikaz podatkov (prikaz satelitskih posnetkov). Vsekakor igrajo pri uporabi GIS najbolj pomembno vlogo ljudje. Ustrezno izobraženi kadri, ki dobro poznajo delovanje GIS so ključni pri njegovi uspešni uporabi. Ponavadi pri uspešnih GIS srečujemo administratorje baz podatkov, razvijalce tehnik in procedur (programerje), vzdrževalce podatkov in uporabnike, ki imajo najpomembnejšo vlogo za uspešno realizacijo GIS projekta. Pomembno je, da so GIS del celotnega informacijskega sistema organizacije in ne njegov ločen del, ker GIS združujejo podatke iz različnih virov in omogočajo pripravo informacij na različnih ravneh odločanja.

Osnovne komponente GIS so prikazane na sliki 11. Na sliki vidimo, da zajemamo grafične in opisne podatke iz realnega sveta. Če želimo podatke vnesti v digitalno obliko, moramo za to

pripraviti ustrezen model, in to še pred vnosom podatkov. Ustrežno oblikovan model podatkov nam omogoča izvajanje prostorskih analiz in prikazov podatkov.

Slika 11: Komponente GIS



Zajem podatkov. Podatke za potrebe GIS pridobivamo in zajemamo iz različnih virov. Prostorske podatke ponavadi pridobivamo s pomočjo naslednjih metod:

- Vnos podatkov s pomočjo tipkovnice,
- prepis podatkov iz že obstoječih baz,
- digitalizacija (ekranska vektorizacija),
- skeniranje,
- daljinsko zaznavanje (angl. *remote sensing*),
- globalni navigacijski sistemi – GPS (angl. *Global Positioning Systems*),
- fotogrametrija.

Digitalizacija je postopek zajemanja podatkov iz analognih virov v digitalno vektorsko obliko. Rezultat digitalizacije je vektorski zapis ustreznih podatkov (npr. točka, linija, poligon). Postopek digitalizacije se izvaja s pomočjo digitalizatorjev (magnetne table), kjer s pomočjo ustrezne sledilne naprave (večfunkcijska miška), sledimo slikovnim elementom na analogni karti, ki je postavljena na magnetni tabli, in s tem ustvarimo vektorski prikaz podatkov. Postopki ročne digitalizacije se danes opuščajo, ker jih učinkovito nadomešča ekranska vektorizacija. Pri tem postopku se pretvarjajo podatki iz rastrske slike v vektorsko obliko, ko sledimo robovom slikovnih elementov na ekranu in oblikujemo vektorski obris objekta. Poznan je tudi proces rasterizacije, ko pretvarjamo vektorske podatke (npr. linije) v rastrsko obliko (celice).

Skeniranje je način optičnega prebiranja podatkov iz analogne v digitalno – rastrsko obliko. Rezultat skeniranja je rastrska digitalna slika originala, zapisana v obliki pik. Vsaka pika ima določeno velikost (ločljivost) in ustrezno število barv. Enobitna slika ima 2 barvi (vsakemu bitu pripada ena barva). Ponavadi so slike večbitne (npr. pri 24-bitni sliki imamo 16 milijonov barv). Postopek skeniranja se izvaja s pomočjo skenerjev. Obstajajo skenerji z ravno podlago (standardna velikost je A4) in valjčni skenerji, ki so namenjeni zajemu formatov, večjih od A4.

Daljinsko zaznavanje je veda, katere glavni namen je pridobivanje in proučevanje informacij o objektih v prostoru z napravami, ki z objekti niso v fizičnem stiku. Pri tem zaznavamo in zapisujemo odbito ali sevano elektromagnetno valovanje, ga obdelujemo, analiziramo in uporabimo v različnih aplikacijah (Kvamme et al., 1977, str. 139).

V okolju GIS je primeren način zajemanja podatkov tudi preko sistema GPS. Globalni navigacijski sistem so pričeli razvijati v ZDA z namenom točne določitve tridimenzionalnega položaja, merjenja časa in hitrosti na katerikoli točki zemlje. GPS je sestavljen iz treh osnovnih delov. Vesoljski del sistema predstavlja 24 satelitov, ki neprestano krožijo okoli zemlje po točno določenih tirnicah. Ti oddajajo na radijskih frekvencah kodirane signale s podatki, potrebnimi za izračun oddaljenosti in druge navigacijske podatke. Sateliti krožijo okoli zemlje v šestih orbitah in obkrožijo zemljo v približno 12 urah. Drugi del sistema je upravljalni. Ta združuje glavno upravljalno postajo in pet opazovalnih postaj, nameščenih po vsem svetu. Upravljalni sistem sprotno preverja pravilnost delovanja sistema in posreduje v primeru napak. Tretji del sistema predstavljajo uporabniki s svojimi sprejemniki. Najpomembnejša možnost uporabe sistema je prostorska določitev položaja določene točke. Sprejemnik na določenem položaju sprejema signale satelitov, ki so nad ustreznim delom obzorja ali drugače – ki so vidni s točke, kjer stoji sprejemnik. Iz poznanih podatkov o gibanju posameznih satelitov in izmerjenem času, v katerem je signal prepotoval razdaljo med

satelitom in sprejemnikom, se izračuna oddaljenost sprejemnika od satelita (Radman, 1998, str. B-15, v GIS BRNO 98).

Fotogrametrija je veda in tehnologija določanja prostorske lokacije in oblike objektov ter njihovo prepoznavanje iz fotografij oz. slik, ki jih na različne nosilce slike zapiše sevanje elektromagnetne energije in drugi pojavi. Rezultati oz. izdelki fotogrametrije so lahko grafični, analitični ali semantični. Grafični so lahko vektorski: 1-D (točka), 2-D (linija), 3-D (telo) ali rastrski: fotografija (ortofoto). Analitični rezultati so lahko: koordinate, razdalje, koti, površine in prostornine. Semantične rezultate predstavimo kot lastnosti objektov, ki jih interpretiramo v času izvedenosti posnetkov. V okolju GIS se veliko uporabljajo ortofoto posnetki. Pred izdelavo teh posnetkov je potrebno izvesti aerofotografiranje (uporabljajo se posnetki cikličnega aerosnemanja – CAS), določitev oslonilnih točk, aerotriangulacijo, skeniranje posnetkov in izdelati in/ali popraviti digitalni model reliefa (DMR). Geometrična natančnost ortofota ni odvisna od ločljivosti (velikost piksla na terenu). Odvisna je predvsem od merila aerofotografiranja, natančnosti oslonilnih točk in natančnosti DMR (Geodetska uprava Republike Slovenije, 2004).

Ortofoto je skeniran aeroposnetek, ki je z upoštevanjem centralne projekcije posnetka in digitalnega modela reliefa transformiran (razpačen) v državni koordinatni sistem. Izdelek je v metričnem smislu enak linijskemu načrtu ali karti. Digitalni ortofoto načrti s slikovnim elementom (angl. pixel) 0,5 m in izrisom v merilu 1 : 5.000 (DOF 5) in digitalne ortofoto karte s slikovnim elementom 2 m in izrisom v merilu 1 : 25.000 (DOF 25) so izdelani na osnovi aeroposnetkov merila od 1 : 17.400 do 1 : 25.000. Rektifikacija ortofoto načrtov s slikovnim elementom 0,5 m in izrisom v merilu 1 : 5.000 je izvedena na osnovi digitalnega modela reliefa z gostoto 25 m oziroma 40 m, ortofoto karte s slikovnim elementom 2 m in izrisom v merilu 1 : 25.000 pa na osnovi digitalnega modela reliefa z gostoto 100 m. Digitalni ortofoto lahko služi kot osnovni informacijski sloj, ki je lociran v prostoru, kot podlaga za prikaz različnih prostorskih informacij, kot osnova za pridobivanje izpeljanih podatkov in za prostorske analize (Geodetska uprava Republike Slovenije, 2004).

Opisne podatke lahko zajemamo iz že obstoječih zbirk podatkov (podatki o prodaji, o kupcih, popis prebivalstva in gospodinjstev, register prebivalstva, poslovni register ipd.) ali s pomočjo merjenja (temperature, količine padavin), števila (avtomobilov) ipd.

Podatkovni modeli. Podatkovni model je zbirka konceptov, s katerimi skušamo izraziti lastnosti podatkov v okviru obravnavanega informacijskega sistema, njihovo strukturo, vlogo in njihove medsebojne povezave. Kot je omenjeno že v točki 3.1 so podatkovni modeli osnova za razvoj podatkovne baze. Baza podatkov je zbirka medsebojno povezanih podatkov, ki služijo različnim potrebam organizacije in so shranjeni brez nepotrebnega

podvajanja. Povezava med logično sliko podatkov, ki jo vidi uporabnik in njihovo fizično organizacijo v računalniku je izvedena s pomočjo ustreznega modela baze podatkov. V okolju GIS večina baz podatkov temelji na naslednjih modelih:

- Hierarhičnem,
- mrežnem,
- relacijskem in
- objektnem podatkovnem modelu.

Delo z bazo podatkov je odvisno od tega, kako vidijo podatke uporabniki in programerji ter od tega, kako so v resnici organizirani v računalniškem sistemu. V prvem primeru gre za logični model podatkov, v drugem pa za fizični model podatkov. Oba sta sestavljena iz polj, zapisov, datotek in drugih podatkovnih oblik (Gradišar, 2001, str. 225).

V preteklosti so programska orodja v GIS ločeno obravnavala grafične in opisne podatke (ločene baze) in jih upravljala s programskimi orodji, ki so najučinkoviteje podpirala specifične lastnosti le-teh. Povezovanje podatkov je bilo izvedeno, kadar je bilo to potrebno. Naprednejši način shranjevanja podatkov je temeljil na ločenem shranjevanju prostorskih in opisnih podatkov v isti bazi. V sodobnih orodjih za GIS je upravljanje prostorskih in opisnih podatkov izvedeno s programskimi orodji, ki hkrati upravljajo obe sestavini prostorskih podatkov v isti bazi.

Predstavitev prostorskih podatkov (lokacijo in obliko) v okolju GIS definiramo z geometričnimi podatki. Ponavadi uporabimo eno izmed dveh osnovnih predstavitev: rastrska ali vektorska. Rastrska predstavitev je po zasnovi enostavnejša od vektorske. Podatki so zapisani v obliki matrike – stolpci in vrstice oz. celice (angl. *grid*). Nosilec informacije je celica. Praviloma vsaka celica predstavlja kvadratno območje standardne velikosti v naravi (npr. 100x100 m). Lociranje podatkov v prostor je izvedeno s pomočjo dodatnih informacij o velikosti celice, mejah predstavitvenega območja (v določenem koordinatnem sistemu) in projekciji. Rastrska predstavitev podatkov je primerna predvsem za proučevanje zveznih ploskovnih podatkov, simulacije, kvantitativne analize ipd., manj primerna je za proučevanje linijskih pojavov, omrežij oz. analiz, kjer je pomembna lokacijska natančnost.

Vektorska predstavitev temelji na točkah, linijah in območjih (poligonih). Lokacija posamezne točke je podana s parom koordinat v določenem koordinatnem sistemu. Vektorska predstavitev je primerna za analize, kjer je pomembna lokacijska natančnost, za linijske in mrežne analize ipd. V sodobnih programskih orodjih za GIS sta oba modela enakovredno povezana v celovit sistem za obdelavo podatkov, kjer so rastrski podatki ponavadi uporabljeni za grafično podlago. Prav tako obstajajo postopki za pretvorbo med vektorskimi in rastrskimi podatki – rasterizacija in vektorizacija.

Shranjevanje podatkov. Za shranjevanje prostorskih podatkov moramo imeti na voljo ustrezno število računalniških spominskih kapacitet. Na primer, barvni digitalni ortofoto načrt v merilu 1: 5.000, kjer ena celica predstavlja 0,5 m v naravi, zapisan v obliki 24 bitne slike (Tiff format) in prikazuje v naravi območje 2.250 x 3.000 metrov, zavzame okoli 90 MB spominskega prostora.

Upravljanje podatkov. Prostorski in opisni podatki v okolju GIS imajo specifične lastnosti, ki zahtevajo različne tehnike upravljanja. Ena glavnih značilnosti je zagotavljanje ustrezne povezanosti – topologija, ki določa matematične odnose med prostorskimi podatki. Grafična oblika podatkov zahteva učinkovite načine shranjevanja, hkrati z možnostjo povezovanja z opisnimi podatki. Velik obseg podatkov prav tako zahteva ustrezne načine shranjevanja za učinkovit dostop ter obdelavo teh podatkov. Smiselno je, da je podatkovna baza GIS del celotnega informacijskega sistema organizacije, kar pomeni vzpostavitev ustreznih tehnik za povezovanje z drugimi bazami, zagotavljanje varnosti podatkov, kvalitete, arhiviranja podatkov ipd. Vzpostavitev metapodatkovnega kataloga bistveno olajša upravljanje podatkov v okolju GIS. Namen kataloga je poenotenje opisov prostorskih podatkov. Meta podatki opisujejo vsebino, namen, pregled, definicijo in administrativne podatke. Informacije o prostorskih podatkih so opisane v skladu z določenim standardom (npr. ISO TC221, CEN TC 287) in podrobno opisujejo informacije o identifikaciji, strukturi, lastnikih, upravljalcih in distributerjih, o načinu, postopku, ceni in pogojih pridobitve ter vse druge informacije, ki so potrebne za pravilno izbiro in uporabo prostorskih podatkov.

Prostorske analize in prikazi podatkov. Rezultati uspešnega dela pri oblikovanju modela podatkov, njihovem zajemanju, odpravljanju napak, kontroli topologije, usklajenosti prostorskih in opisnih podatkov se odražajo pri izvedbi prostorskih analiz in pri prikazih podatkov. Primer povezave poslovnih in prostorskih podatkov je opisan v tabeli 2. Uspešno izvedene omenjene faze so osnova za izvedbo analiz, ki omogočajo pridobivanje informacije na osnovi prostorskih vzorcev in odnosov med podatki. Analiza prostorskih komponent v poslovnih podatkih odkriva medsebojne povezave, vzorce, trende in nove možnosti, ki so skrite v podatkih. Prostorske analize so področje, kjer GIS z ustrezno predstavitvijo rezultatov omogočajo boljšo razlago pojavov, spoznanj in na ta način pripomorejo k boljšim poslovnim odločitvam.

Tabela 2: Poslovni in prostorski podatki

BAZA PODATKOV	PODATKOVNA POLJA	PODATKI O LOKACIJI
Poslovni podatki		
Podatki o kupcih	Ime Naslov Nakupi	Poštni naslov Register prostorskih enot
Podatki o trgovini	Oznaka trgovine Ime lokacije Naslov Izdelki	Geokoda Poštni naslov
Podatki o izdelkih	Vrsta izdelka Obseg prodaje po trgovinah	Poštni naslov
Prostorski podatki		
Kartografske podlage	Točke Linije Območja	Geokoda Register prostorskih enot
Kartografski prikazi prodaje	Ime trgovine Izdelki	Poštni naslov Geokoda Prostorske enote
Demografski podatki	Prebivalci Stanovanja Gospodinjstva	Poštni naslov Prostorske enote

Vir: Grimshaw, 1994

V poslovnih okoljih so najpogostejše naslednje prostorske analize:

- Kartografski prikaz lege pojavov in prekrivanja, združevanja ter izrezovanja,
- kartografski prikaz maksimalnih in minimalnih vrednosti (razredi podatkov),
- kartografski prikaz gostot,
- kartografski prikaz prostorskih sprememb v nekem časovnem obdobju,
- iskanje, kaj je najbližje, iskanje najugodnejše poti (npr. najkrajše, najcenejše) znotraj nekega območja,
- izračun oddaljenosti, povezanosti in vidnosti.

Omenjene analize kažejo, da je uporaba prostorskih podatkov vezana na lokacijo ter prostorsko relacijo. Pri tem je potrebno upoštevati lastnosti prostorskih podatkov, ki jih pri klasičnih poslovnih podatkih ni:

- **Prostorske sestavine** (lokacijske, grafične, geometrijske in topološke značilnosti). Lokacijski podatki so geokode objektov (podane s koordinatami). Z geometrijo opišemo obliko, dolžino, velikost in površino prostorskih objektov. Geometrijo sestavimo z grafičnimi gradniki (točka, linija, območje) in geometričnimi elementi (vozlišče, segment, robni poligon). S pomočjo topologije zgradimo prostorske odnose (povezanost, sosedstvo, vsebovanje) med prostorskimi objekti.
- **Geokodiranje** je sistem, kjer vsakemu prostorskemu objektu in pojavu določimo koordinate v ustreznem koordinatnem sistemu. V koordinatnem sistemu je vsaka točka na zemeljskem površju določena z ravninskimi koordinatami (x, y, z) v metrih ali pa z geografsko širino in dolžino (ϕ , λ) v stopinjah, minutah in sekundah. V Sloveniji se uporablja Gauss-Krugerjev koordinatni sistem, ki je primer Mercatorjeve projekcije.

3.3 Podatki za GIS

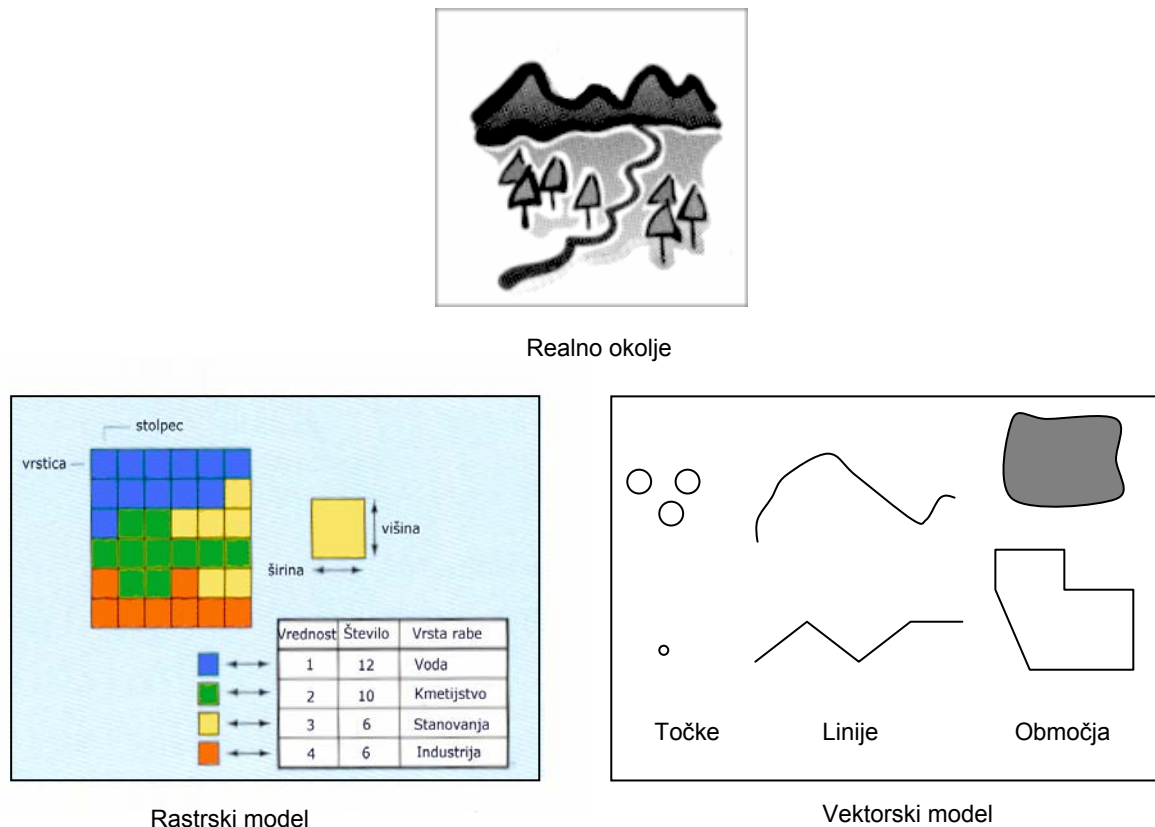
Prostorska podatkovna baza (angl. *Spatial Data Base*) vsebuje entitete, ki so vezane na prostor, imajo svojo geometrijo in lastnosti ter so predstavljene z geografskimi koordinatami. Prostorski podatki imajo navadno zapleteno in spremenljivo notranjo zgradbo, kar otežuje njihovo enostavno in neposredno uporabo v tradicionalnih bazah podatkov. Take značilnosti lahko otežujejo neposreden dostop, izmenjavo in enostavno uporabo prostorskih podatkov. Grafični podatki so zato navadno shranjeni v posebej urejenih zapisih zunaj relacijskih ali drugih baz podatkov. Prostorski podatki so prav tako količinsko zelo obsežni. V tradicionalnih sistemih GIS zato prevladuje opazna razlika v obravnavi prostorskih in opisnih atributov.

Prostorski podatek opisuje pojave v prostoru. Sestavljen je iz prostorske reference, ki umešča pojav v prostor, in je iz vsaj dveh sestavin: prostorske sestavine, ki pove, kje je predmet, in opisne sestavine, ki pove, kaj je predmet in kakšen je. Prostorska sestavina je lahko neposredna (npr. koordinate x, y, z) ali posredna (npr. hišna ali parcelna številka). Značilni prostorski podatki so denimo v zemljiškem katastru, na digitalnem modelu reliefa (DMR), satelitskih in ortofoto posnetkih, optično prebranih in vektoriziranih topografskih načrtih ipd.

V okolju GIS mora biti podatkovni model zasnovan tako, da je možno obdelovati grafične, opisne, časovne in topološke podatke na čim bolj enovit način. Večinoma srečamo dva načina

predstavitve prostorskih podatkov: vektorski in rastrski. Na sliki 12 so prikazane osnove sestavine rastrskega in vektorskega modela.

Slika 12: Rastrski in vektorski podatkovni model.



Vektorski podatkovni model. Pri tem modelu so podatki iz realnega sveta predstavljeni v obliki točk, linij in območij (poligonov). Omenjeni trije grafični gradniki so definirani v določenem koordinatnem sistemu. Vektorski podatki imajo lahko zgrajeno topologijo (podatki o povezanosti, sosedstvu in vsebovanju). Zgrajena topologija omogoča izvedbo prostorskih analiz sosedja, povezanosti, dostopnosti, izvedbo mrežne analize in prekrivanja podatkovnih slojev. Če se točke in linije shranjujejo brez opredeljenih povezav in odnosov med grafičnimi gradniki, moramo topologijo zgraditi. Če topologije ne zgradimo, potem ni opredeljenih povezav in medsebojnih odnosov med grafičnimi gradniki. Izvedba vektorskega podatkovnega modela izhaja iz CAD okolja, kjer so podatki razvrščeni v tematske sloje oz. plasti. Topologija se izvede s pomočjo tabel, kjer so opisani podatki za vozlišča, segmente in območja. Vozlišča, ki so podana z enoličnim identifikatorjem in koordinatami, lahko predstavljajo točkovne prostorske pojave, začetne in končne točke segmentov ali pa ležijo na robovih območij. Segmenti predstavljajo povezavo med dvema vozliščema in so usmerjeni. Segmenti so lahko deli linij ali pa robni poligoni lika oz. območja. Območja ponazarjajo

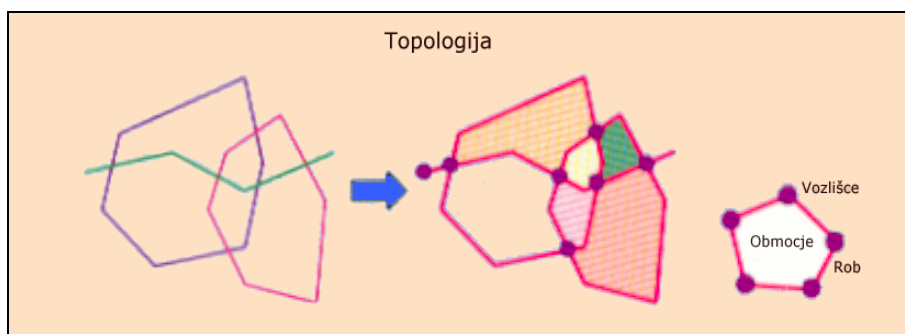
ploskovne geometrične objekte. Vsaka ploskev je definirana s pomočjo enega ali več usmerjenih robnih poligonov. Robne poligone tvorijo razvrščeni in usmerjeni segmenti. Na sliki 13 so prikazani osnovni grafični gradniki v vektorskem podatkovnem modelu.

Slika 13: Vektorski podatkovni model

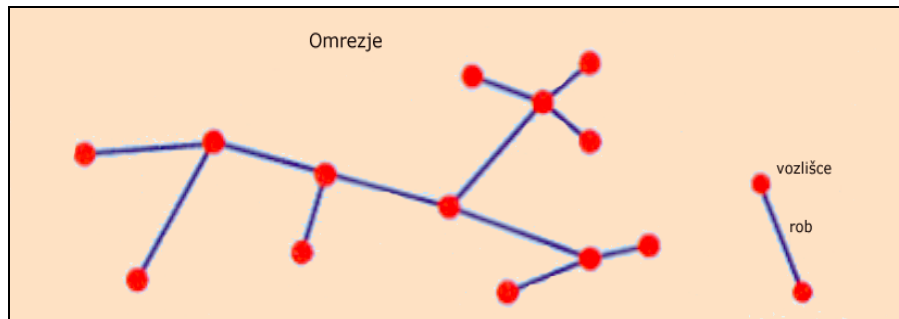
Točke	Linije	Območja
 Vozlišče	 Poti	 Ploskev
	 Segment	
	 Rob	

Topološke elemente lahko sestavljamo in urejamo, kot je prikazano na slikah 14 in 15. Omrežja sestavljajo vozlišča in robovi. Vozlišče je lahko povezano z enim ali več robovi. Ko urejamo vozlišče urejamo tudi robove, ki se tu stikajo. Ko urejamo rob, spreminjamo mejo levega in desnega območja.

Slika 14: Topologija in topološki elementi



Slika 15: Omrežja

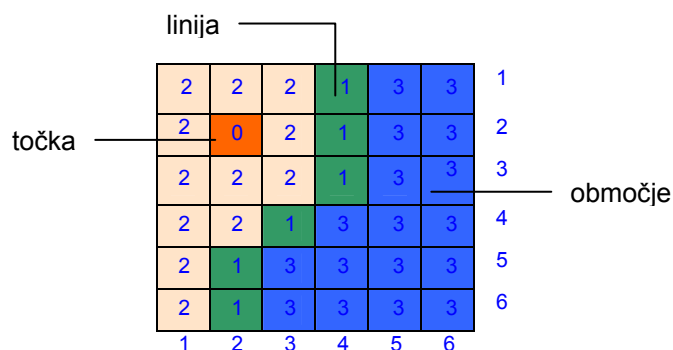


Rastrski podatkovni model. Pri rastrskem podatkovnem modelu so podatki zapisani v obliki celične matrike (vrstice in stolpci). Vsaka celica v dvodimenzionalni matriki je točno določena s številko vrstice in stolpca. Nosilec informacije je celica. Vsaka celica v matriki predstavlja določeno standardno velikost v naravi. Opredelitev objektov iz narave je mogoča preko dodelitve skupnega identifikatorja vsem celicam, ki opisujejo določen prostorski pojav. Vsaki celici se lahko pripiše samo ena vrednost določenega atributa. Ta številka dejansko pomeni vrednost nekega parametra, položaj te številke v mreži pa geografski položaj njene vrednosti relativno glede na ostale vrednosti v mreži.

V rastrskem modelu so objekti iz narave predstavljeni s pomočjo površin, ki so organizirane v vzorec. S pomočjo dodatnih informacij o območju, ki ga prikazuje rastrska slika v koordinatnem sistemu, lahko prikazujemo prostorsko lego. Pri rastrskem podatkovnem modelu podatki niso shranjeni tako natančno kot pri vektorskem. Velikost celice vpliva na kakovost predstavitev prostorskega pojava. Ločljivost rastrskih podatkov je merilo, ki podaja razmerje med velikostjo mrežne celice v podatkovni bazi in velikostjo celice v naravi. Če ima na primer celica v rastrskem modelu velikost 10x10 m, to pomeni, da predstavlja področje v naravni velikosti 10x10 m. V tem primeru ne moremo določiti položaja objektov natančneje od 10-ih metrov. Pri rastrskem podatkovnem modelu nam točko iz vektorskega modela predstavlja kvadratna celica, linijo iz kvadratov sestavljen pas, katerega širina je lahko tudi večja od osnovne celice, več kvadratov pa predstavlja območje.

Na sliki 16 je prikazan primer predstavitev točk, linij in območij pri rastrskem modelu.

Slika 16: Predstavitev točk, linij in območij.



Rastrski modeli so primerni predvsem za proučevanje zveznih ploskovnih podatkov in kvantitativne analize, simulacije ipd. Za obdelavo rastrskih podatkov potrebujemo ustrezne količine računalniških spominskih elementov (notranji in zunanji pomnilnik). Prednosti in pomanjkljivosti vektorskega in rastrskega modela so prikazane v tabeli 3.

Tabela 3: Rastrski in vektorski podatkovni model

Prednosti in slabosti vektorskega in rastrskega modela	
PREDNOSTI	SLABOSTI
Rastrski model	
Enostavnost	Slaba geometrična natančnost
Enostavno zajemanje podatkov	Težave pri vzpostavitvi topologije
Dobre površinske analize	Velik obseg podatkov
Enostavna generalizacija	Slabe mrežne analize
Vektorski model	
Manjše pomnilniške zahteve	Kompleksna podatkovna struktura
Dobra geometrična natančnost	Zamudno zajemanje podatkov
Učinkovit pri mrežnih analizah	Kompleksna in zahtevna generalizacija

Ena večjih težav pri uporabi prostorskih podatkov je veliko število različnih oblik zapisov (format) podatkov. Ponavadi je potrebno pred uporabo podatke preoblikovati ali jih spremeniti v neko vmesno obliko in jih šele nato uporabiti v izbranem programu. Veliko število različnih oblik zapisov je posledica različnega namena posameznih podatkov. Težko je določiti en sam zapis, ki bi ustrezal različnim programom in namenom uporabe. V okolju GIS se je zato uveljavilo večje število oblik zapisov prostorskih podatkov, ki ustrezajo različnim namenom in programskim orodjem. Pri vektorskih zapisih podatkov največkrat srečamo oblike, ki jih pripravijo in uporabljajo programi podjetja Environmental Systems Research Institute (ESRI). Te zapise prepoznava tudi velika večina drugih programov za GIS. To so predvsem naslednje oblike zapisov: ESRI Coverage, Export (E00), Shape (SHP). Precej razširjena vektorska zapisa sta tudi Drawing Exchange Format (DXF) podjetja AutoCad in MapInfo Data Interchange Format. V primerih, da nobenega od naštetih oblik zapisov ni mogoče uporabiti, lahko podatke prenesemo preko vmesnega programa ali pa v enostavni besedilni obliki (ASCII). Tudi pri rastrskih zapisih je podobno. Tu je nekaj uveljavljenih zapisov, predvsem Grid podjetja ESRI in Imagine (IMG) podjetja Erdas. Veliko se uporablja tudi zapis TIFF. Gre za zapis podatkov v vrsticah in stolpcih, ki ga spremlja besedilna datoteka z opisom zapisa (koordinate oglišč, velikosti pikslov, kartografska projekcija ipd.). Ko govorimo o zapisih podatkov, moramo omeniti tudi prizadevanja organizacije Open GIS Consortium. Gre za dokaj veliko skupino raziskovalcev, razvijalcev programske opreme in uporabnikov, ki oblikuje standarde za zapise prostorskih podatkov. Zaradi vse večje podpore njihovim smernicam vedno bolj kaže, da bodo standardi zaživeli tudi v praksi in tako deloma odpravili omenjen težave.

Pri uporabi prostorskih podatkov se srečujemo tudi z njihovo kakovostjo. Kakovost prostorskih podatkov je značilnost, ki je potrebna, da podatki zadostijo namenom uporabe. Kakovost prostorskih podatkov lahko razvrstimo na več parametrov. Največkrat se uporablja naslednja razvrstitev:

- Položajna natančnost,
- opisna natančnost,
- celovitost,
- logična konsistenca,
- poreklo.

S temi parametri lahko opišemo kakovost dovolj natančno, da zadostimo potrebam uporabe. Z vidika dostopnosti in informiranja uporabnikov o kvaliteti prostorskih podatkov je v Sloveniji vzpostavljena centralna evidenca prostorskih podatkov (CEPP), ki jo vodi in vzdržuje Geodetska uprava Republike Slovenije. V metapodatkovnem opisu so informacije o vsebini, namenu, uporabnosti in kvaliteti podatkov, informacije o lastnikih, upravljavcih in

distributerjih, informacije o načinu, postopku, ceni in pogojih pridobitve ter vse druge informacije, ki so potrebne za pravilno izbiro in uporabo prostorskih podatkov. Prostorske metapodatke uporabljajo producenti in uporabniki za potrebe lastnega vodenja evidence in dokumentacije o podatkovnih nizih ter za posredovanje informacije o svojih podatkovnih nizih drugim uporabnikom. Oblika zapisa podatkov v evidenci ustreza evropskemu standardu za metapodatke CEN TC/287. Standard je predpis oz. dogovor, ki opredeljuje način opisovanja prostorskih podatkovnih nizov s pomočjo metapodatkov. Naloga standarda je natančna opredelitev vsebine in strukture metapodatka.

3.4 Izvedba GIS projekta

Iz različnih raziskav je razvidno, da lahko z uporabo tehnologije GIS izboljšamo učinkovitost podjetij. Ker je 80% vseh odločitev vezanih na prostor, lahko po ocenah nekaterih avtorjev (Frank A. U. 1999, str. 3), z uporabo GIS izboljšamo učinkovitost do 20%. Za različne analize se v podjetjih porabi preveč dragocenega časa. Velikokrat se tudi zgodi, da so te analize nenatančne in celo neuporabne. Z uporabo ustrezne GIS informacijske rešitve lahko zmanjšamo nepotrebno delo in na lažji način pridobimo potrebne informacije, izdelamo analize, ki omogočajo, da s kvalitetnejšimi informacijami povečujemo svojo konkurenčnost na trgu.

Ključna vprašanja pri izbiri ustreznega GIS, s katerimi se v praksi najpogosteje srečujemo so:

- Kako izbrati ustrezen GIS program glede na specifične zahteve in potrebe?
- Kako izbrano rešitev vključiti v poslovni proces?
- Kako zagotoviti, da se bo naložba povrnila v predvidenem času?

Pri izbiri ustreznega GIS se je potrebno zavedati:

- Da je to dolgoročna odločitev,
- da mora biti sprejeta na osnovi trdnih argumentov,
- da si je treba pri izbiranju pomagati z metodologijo,
- da so pomembne praktične izkušnje.

Pri iskanju in izbiranju ustrezne rešitve je potrebno v podjetju sestaviti skupino ključnih uporabnikov, ki znajo jasno postaviti zahteve in hkrati oceniti, ali rešitev ustreza specifičnim zahtevam podjetja. Zunanji sodelavci so lahko predvsem v pomoč strokovnjakom, ki poznajo metodologijo in imajo izkušnje, ker so že večkrat sodelovali pri podobnih projektih.

Ključni dejavniki, ki odločajo o tem, ali bo izvedba končana v predvidenem času in v okviru predvidenih sredstev, so:

- Poznavanje in razumevanje poslovnih procesov,
- natančna opredelitev zahtev, ki jim mora GIS aplikacija ustrezati,
- organizacija in vodenje projekta uvedbe,
- metodologija uvedbe.

Povrnitev naložbe v GIS v predvidenem času je proces, ki se začne že pred izbiro ustreznega programa in kot rdeča nit teče prek uvedbe izbrane rešitve do njene uporabe in ugotavljanja, ali so bili zastavljeni cilji doseženi. Pri odločitvi za uvedbo GIS ne sme pretehtati cena, ampak je to naložba, pri kateri je treba ovrednotiti cilje, ki jih je mogoče med redno uporabo rešitve natančno meriti in ugotavljati razmerje med vložkom in doseženimi rezultati.

Pri uvajanju GIS v poslovno okolje moramo izhajati z vidika celotnega informacijskega sistema podjetja, kar zahteva pazljivo načrtovanje. Tako kot pri vseh informacijskih rešitvah, mora biti tudi projekt uvajanja GIS izveden tako, da na koncu deluje na pravi način in zagotavlja prave podatke. Na GIS tehnologijo moramo gledati kot na novo priložnost in ne obravnavati samo stroškovnega dela.

Pri izvedbi GIS projekta lahko uporabimo enega od dveh največkrat uporabljenih metodoloških pristopov za razvijanje računalniških rešitev: metodologijo življenjskega cikla in prototipni pristop. Metodologija življenjskega cikla sloni na izkustvenih spoznanjih, da je rešitev potrebno razvijati postopno preko več faz. Življenjski krog predstavljajo naslednje osnovne faze: začetek, razvoj, uvajanje, izvajanje in vzdrževanje. Ta metodologija izhaja iz začetne ideje, ki jo preko posameznih faz uresničimo – rojstvo ideje, njena uresničitve v obliki delujočega sistema in zamenjava starega sistema z novim (Gradišar, 2001, str. 423). Pri prototipnem pristopu prihaja pobuda za razvoj od uporabnika, ki sodeluje v procesu kot oblikovalec. Uporabnik posreduje svoje predloge tehnologu, ki je razvijalec. Uporabnik in tehnolog izdelata in preizkušata rešitve. Pri pristopu prototipa imamo že na začetku prvi delujoč vzorec rešitve. Po določenem številu preizkusov uporabnik ugotovi, ali je rešitev takšna, kot jo potrebuje. Rezultat je delujoč prototip, ki ga uporabnik lahko uporablja pri svojem delu.

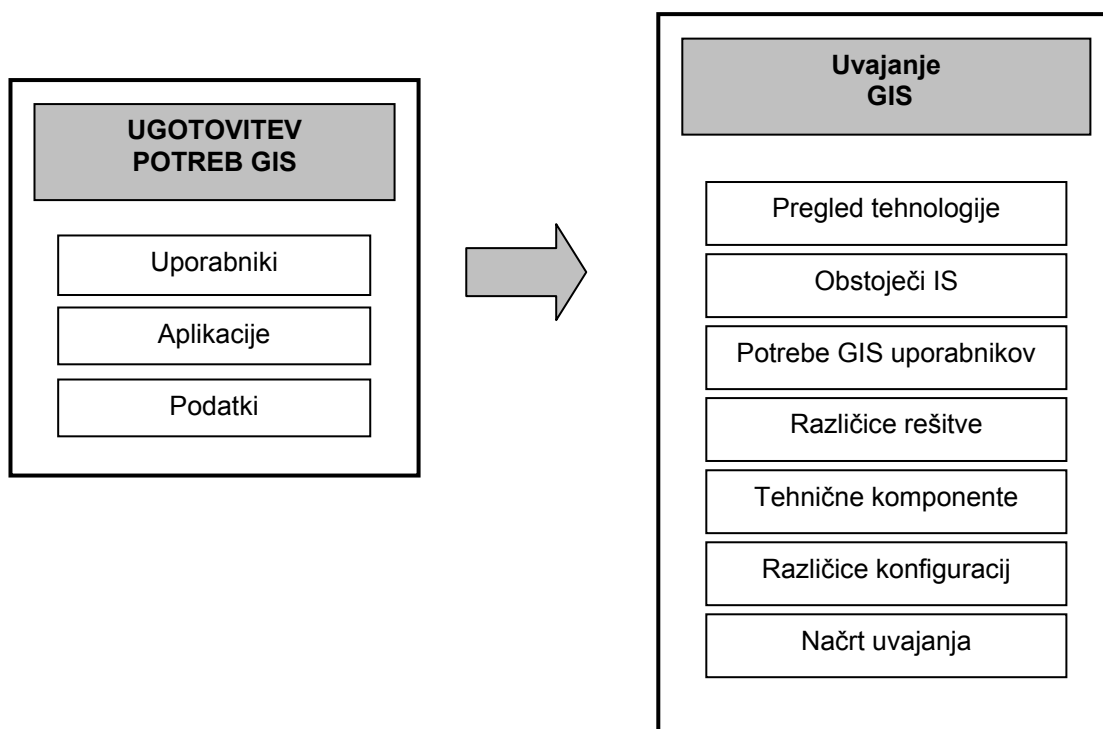
Ena od pomembnejših faz pri izvedbi GIS projekta je tehnološki načrt. Pri tem na osnovi podatkov o obstoječi informacijski infrastrukturi pripravimo načrt bodoče infrastrukture, kjer izhajamo iz uporabniških zahtev in potreb po strojni in programski opremi. Pri oblikovanju najustreznejše tehnične rešitve (strojna in programska oprema, telekomunikacijske rešitve) so pomembne zahteve uporabnikov, aplikacij (dvo ali tri nivojska arhitektura), baz podatkov,

obsega podatkov, kakor tudi odzivni časi ipd. Načrtovanje arhitekture informacijskega sistema za GIS vključuje dve osnovni fazi:

- Oceno potreb,
- načrt sistemske arhitekture.

Načrt arhitekture sistema izhaja iz ocene potreb. Ocena potreb GIS vključuje uporabniške zahteve z opredelitvijo področij, kjer lahko s pomočjo GIS povečamo učinkovitost. V tej fazi ocenimo, katere funkcionalnosti GIS so potrebne, kateri podatki morajo biti na voljo ter kako mora biti oblikovana in izvedena aplikacija. Pri izvedbi te faze intenzivno sodelujeta analitik za GIS in uporabnik, ki bo uporabljal pripravljene rešitve. Načrt sistemske arhitekture mora izpolnjevati vse opredeljene zahteve prve faze. Z razvojem informacijske in telekomunikacijske infrastrukture so posamezne rešitve lahko zelo kompleksne, zato je pomembno, da je tudi potrebna strojna in programska oprema na voljo ob "prvem času". Slika 17 prikazuje načrt uvajanja GIS.

Slika 17: Načrt uvajanja GIS.

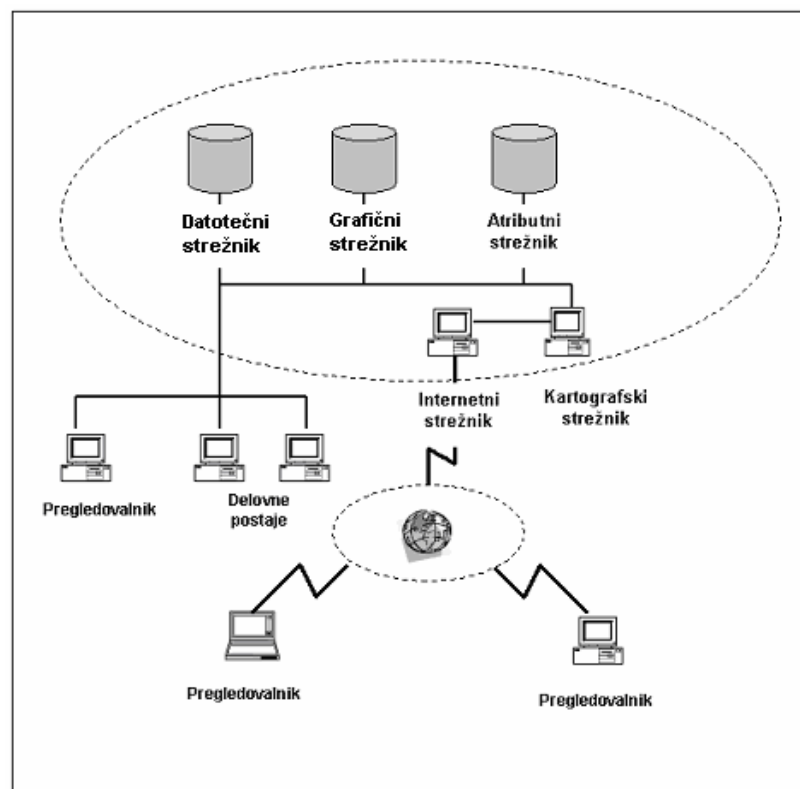


Pri uvajanju GIS projektov srečujemo različne koncepte postavitve posameznih komponent z upoštevanjem tako ožjega kakor tudi širšega okolja poslovnega sistema. Glede na namen in povezavo z zunanjimi sistemi (uporabniki, upravljavci, ponudniki, lastniki prostorskih podatkov) ločimo dva osnovna koncepta: centraliziran in distribuiran sistem. Centraliziran sistem je primer enostavnejše arhitekture, ker lahko podatke uporabljajo različni uporabniki s

pomočjo centralne GIS podatkovne baze in krajevnega omrežja podatkov (slika 18). GIS aplikacije na lokalnih delovnih postajah uporabljajo podatke, ki so shranjeni v centralnih bazah podatkov. Centralne podatkovni viri lahko vključujejo datotečne strežnike, grafične in atributne podatkovne baze. Poleg varnostne kopije obstaja samo ena produkcijska baza. Prednosti centraliziranega sistema so predvsem:

- Nizki stroški strojne opreme,
- enostavna administracija,
- nezahtevna vzpostavitev,
- hiter dostop do podatkov,
- nezahtevno zagotavljanje konsistentnosti podatkov,
- nezahtevno zagotavljanje varnosti.

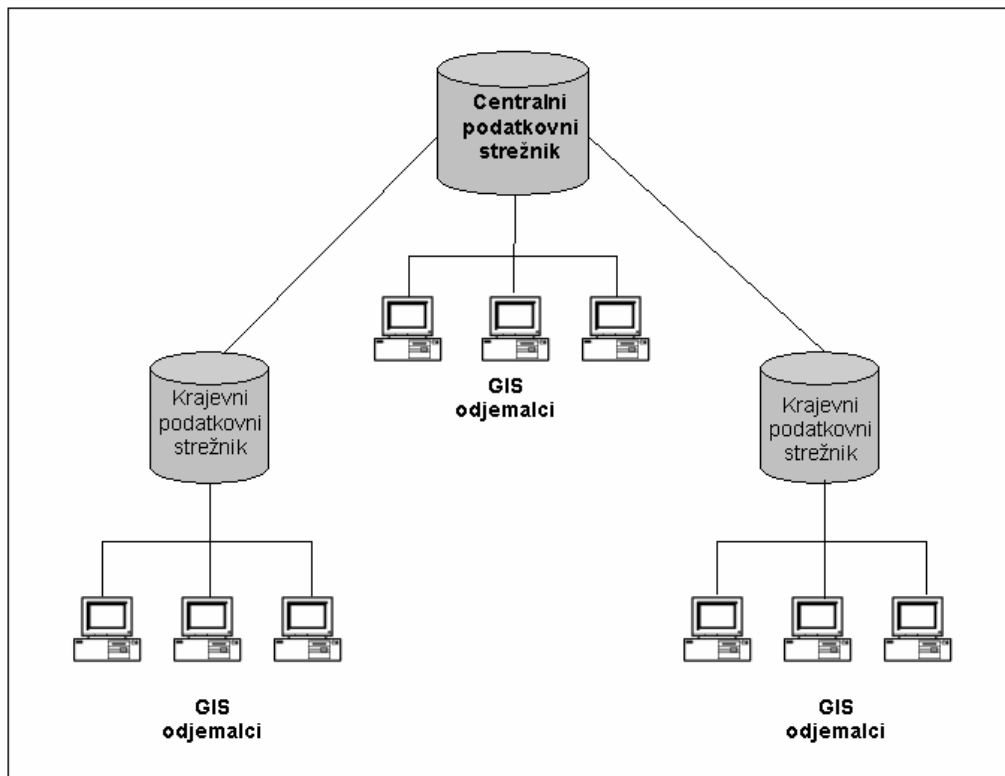
Slika 18: Centraliziran GIS.



Z razvojem informacijske in komunikacijske opreme pa tudi samih GIS je vedno več porazdeljenih rešitev (slika 19). Pri teh sistemih se kopije podatkov nahajajo na različnih podatkovnih strežnikih, ki omogočajo lokalne obdelave podatkov. V teh primerih mora biti vzpostavljen sistem centralnega upravljanja za zagotavljanje konsistence podatkov. Izvajanje celovitosti podatkov je zelo zahtevno, saj morajo biti vse spremembe tekoče izvedene na vseh

kopijah. Porazdeljeni sistemi bolj ustrezajo posameznim potrebam uporabnikov vendar zvišujejo stroške zaradi zahtevnejšega razvoja, večje kompleksnosti (zahtevnejše karakteristike programske in strojne opreme) in vzdrževanja.

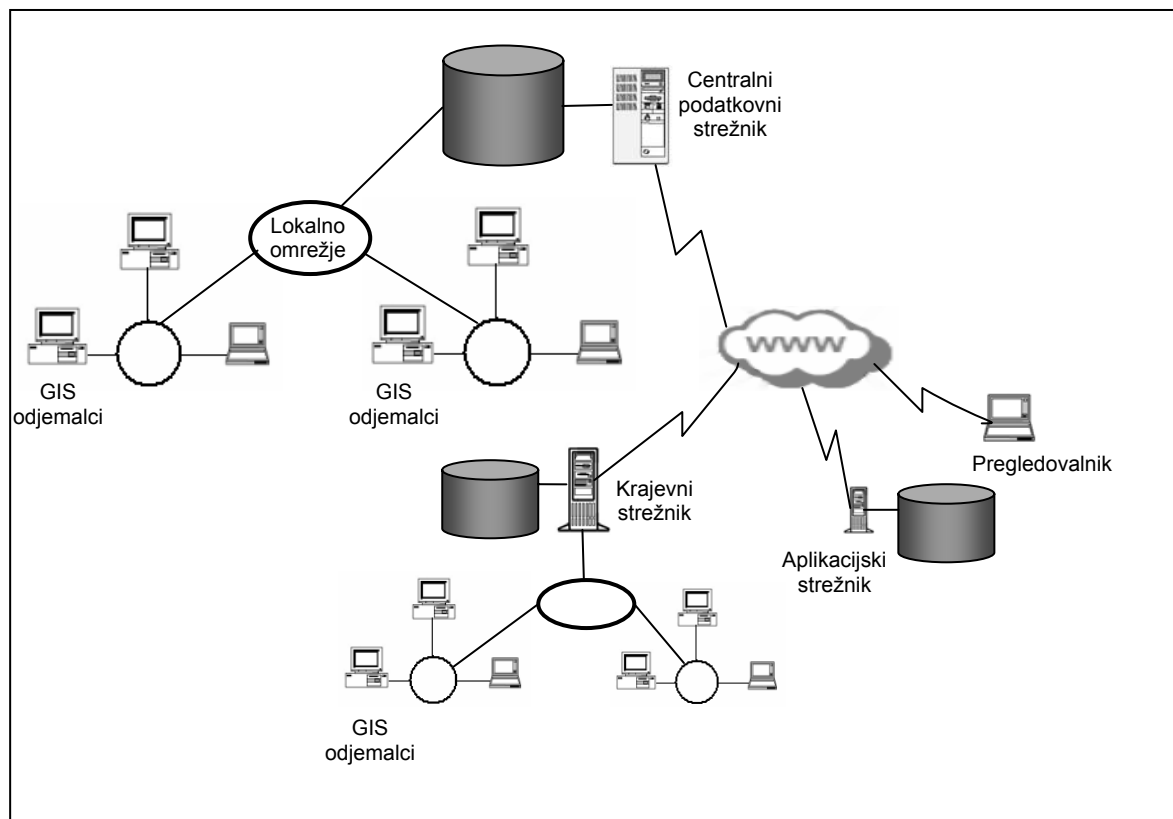
Slika 19: Porazdeljeni GIS.



Prve postavitve GIS so bile v obliki enouporabniških rešitev, ki pa so kmalu prerasle v zelo razširjene "oddelčne GIS", kjer je bil ponavadi vzpostavljen en podatkovni strežnik za več odjemalcev. Z rastjo poslovnih sistemov so se večali tudi GIS in več oddelkov je medsebojno izmenjevalo podatke preko krajevnega omrežja. V teh primerih je bila v ospredju standardizacija in zagotavljanje celovitosti podatkov. Posamezni oddelki so vzpostavljali in vzdrževali različne prostorske podatke. Razvoj interneta je vplival tudi na GIS. Z možnostjo dostopa in izmenjave podatkov med poslovnimi sistemi po celem svetu so se odprle nove možnosti v poslovnem svetu. Nastalo je veliko GIS podatkovnih strežnikov, ki omogočajo dostop do prostorskih podatkov. Vzpostavitev internetnih aplikacijskih GIS strežnikov omogoča izmenjavo tako podatkov kakor tudi storitev (npr. kartografskih prikazov). V splošnem obstajata dva pristopa pri razvoju internetnih aplikacij: aplikacije, ki se izvajajo na strani strežnika, ter aplikacije, ki se izvajajo na strani odjemalca. Uporaba določenega pristopa je odvisna od zahtev uporabnikov. Rast obsega prostorskih podatkov je eksponentna. Še pred leti je bil tipični obseg podatkovnih GIS strežnikov od 25 do 50 GB. Danes lahko najdemo

izvedbe GIS sistemov, ki nudijo več TB prostorskih podatkov. Slika 20 prikazuje primer postavitve obsežnega GIS sistema podjetja.

Slika 20: Sodobno okolje GIS



Vir: Prirejeno po Peters, 2002.

V nadaljevanju je predstavljen praktičen primer uvajanja – razvoja GIS v poslovnem okolju. Ugotovitve pri razvoju informacijskih sistemov kažejo, da je to področje najbolj občutljivo predvsem z vidika končne učinkovitosti sistema. Veliko je primerov iz prakse, ko se je za razvoj določenega informacijskega sistema porabilo veliko sredstev in časa, pa nov sistem ni prinesel pričakovanih rezultatov. V strokovni literaturi zasledimo vrsto pristopov razvoja informacijskih sistemov, od katerih se jih dejansko v praksi uporablja samo nekaj. Tudi pri uvajanju GIS se moramo zavedati, da je to področje, ki zahteva ustrezno analizo, oblikovanje in izvedbo. V nadaljevanju je predstavljen primer uvajanja GIS v poslovno okolje, ki temelji na tradicionalnem pristopu razvoja IS (metoda življenjskega cikla) – pristop od zgoraj navzdol. Primer izhaja iz pridobljenih strokovnih znanj med študijem in lastnih izkušenj pri delu z GIS. V tabeli 4 so tako opisane faze razvoja in uvajanja GIS v poslovnem okolju.

Tabela 4: Faze razvoja in uvajanja GIS

FAZE RAZVOJA IN UVAJANJA GIS V POSLOVNEM OKOLJU	
STRATEŠKI VIDIK	<p>Proučitev strateškega vidika</p> <ul style="list-style-type: none"> • poslovne potrebe • razvojni cilji <p>Oblikovanje projektnega tima Opredelitev projekta GIS</p> <ul style="list-style-type: none"> • opis namena sistema <p>Analiza stroškov in koristi</p>
ANALIZA	<p>Opredelitev GIS potreb, zahtev, izdelkov, storitev Analiza potrebnih sestavin GIS (slika 1, str 6.) Predstavitev GIS</p> <ul style="list-style-type: none"> • izvedba tehnološkega seminarja
OBLIKOVANJE	<p>Opis in razlaga informacijskih izdelkov</p> <ul style="list-style-type: none"> • podroben opis vseh informacijskih izdelkov z opisom potrebnih podatkov in funkcij, ki so potrebne za njihovo izdelavo. • opredelitev kakovosti podatkov (natančnost) <p>Oblikovanje logičnega in fizičnega modela podatkov Izdelava načrta informacijske opreme</p> <ul style="list-style-type: none"> • strojne in programske zahteve • zahteve komunikacijske opreme <p>Načrt izvedbe</p>
IZVEDBA	<p>Oblikovanje baze podatkov</p> <ul style="list-style-type: none"> • pridobivanje podatkov • testiranje kvalitete podatkov <p>Izdelava programskih aplikacij Testiranje funkcionalnosti sistema Podroben načrt izvedbe Uvajanje nove rešitve Izdelava dokumentacije</p>
UPORABA IN VZDRŽEVANJE	<p>Vzdrževanje</p> <ul style="list-style-type: none"> • prilagajanje sistemskih spremembam (nove verzije operacijskih sistemov, baz podatkov) <p>Izboljšave in odpravljanje napak</p>

Proučitev strateškega vidika. Za razvoj učinkovitega GIS je potrebno dobro poznavanje delovanja poslovnega sistema, strateških ciljev, poslovnega načrta ter obstoječega informacijskega sistema. Razumevanje delovanja poslovnega sistema in njegove vizije v prihodnosti omogoča oblikovanje informacijskih izdelkov in storitev, ki so direktno vezani na strateška izhodišča. Pri proučevanju strateškega vidika moramo izhajati iz analize možnosti, ki temelji na strateških ciljih, in iz želja oz. zahtev uporabnikov. Namen uvajanja GIS je na eni strani omogočiti lažje in cenejše izvajanje obstoječih nalog ter na drugi razvoj izdelkov in storitev, ki omogočajo pridobivanje strateške prednosti. V tej fazi je zelo pomembno, da se jasno opredeli, kaj je potrebno narediti.

Za uspešno načrtovanje in vodenje projekta uvajanja GIS je smiselno oblikovati projektno skupino, ki pripravi cilje naloge in način izvedbe. Projektna naloga opisuje vsebinsko (delovno) strukturo, kjer so opredeljeni cilji, naloge, aktivnosti ter odgovornosti. Analiza stroškov in koristi je zelo pomembna pri odločanju o uporabi tehnologije GIS. Večina projektov uvajanja GIS zahteva precejšnja finančna sredstva. Vsekakor morajo biti koristi uvajanja GIS večje od stroškov razvoja. Zelo pomemben del stroškov pri GIS predstavljajo licence za vzdrževanje posameznih programskih modulov.

Analiza je proces členitve celote na posamezne dele, z namenom podrobnejše opredelitve. Z vidika GIS daje analiza odgovor na naslednja vprašanja:

- Kaj potrebujemo?
- Katere podatke imamo na voljo za izdelavo želenih informacijskih izdelkov?
- Katere nove podatke potrebujemo?
- Kje se nahajajo ti podatki?
- Kakšne izdelke in storitve naj GIS omogoča?
- Katere operacije so potrebne za izdelavo želenih informacijskih izdelkov?
- Kakšne so uporabniške zahteve?
- Kaj potrebujemo na sistemski ravni?
- Na kakšen način se bo uvedel GIS in kako bo deloval?

Ko vemo, kaj želimo narediti, in ugotovimo, katere operacije in kateri podatki so za to potrebni, lahko opredelimo tehnološke zahteve novega sistema oz. lahko pripravimo načrt, ki določa, kako se bo nov GIS izvedel v izbranem informacijskem okolju. Rezultati analize morajo na razumljiv način (uporaba ustreznega modela, npr. UML) opisati problemsko področje. Jasno morajo biti opredeljene vse uporabniške zahteve. V tej fazi je potrebno podrobno opredeliti vse informacijske izdelke in storitve, ki jih bo moral GIS pripraviti. V fazi analize je potrebno podrobno proučiti zahteve vseh sestavin GIS (strojne in programske opreme, podatkov, postopkov in ustrezne kadrovske zasedbe). V tej fazi je smiselno izvesti tehnološki seminar prikaza zmogljivosti GIS. Člani projektne skupine, ki je zadolžena za

izvedbo naloge, se lahko udeležijo enega ali več seminarjev v zvezi z GIS. Namen teh izobraževanj je predstavitev osnovnih značilnosti GIS, terminologije, funkcij, procesa izdelave prostorskih modelov, predstavitev informacijskih izdelkov.

Oblikovanje. V fazi načrtovanja je potrebno natančno določiti, kakšen naj bo GIS in kakšna orodja in sestavine so za izvedbo potrebne. Opredeliti je potrebno načrtovano izvedbeno okolje, zgradbo celotnega informacijskega sistema, uporabniške vmesnike, kontrole in izdelke. V tej fazi je potrebno z vidika GIS opredeliti, kakšni morajo biti kartografski izdelki (če jih potrebujemo). Pri kartah je potrebno opredeliti merilo, naslov, legendo, barvno lestvico, kartografske simbole, navedbo virov ipd. Pri tabelarnih prikazih (npr. zapis v XLS ali MDB obliki) oziroma poročilih je potrebno opredeliti vse njihove sestavine (npr. naslov, imena stolpcev ipd.). Za razliko od tabelarnih prikazov so tekstovni dokumenti (npr. zapis v TXT, DOC ali PDF obliki) bolj naravna oblika podajanja podatkov in informacij (npr. posestni list). Pri tem je pomembno, ali je potreben samo prikaz na ekranu ali tudi izpis na tiskalnik. Kot informacijski izdelki se lahko pojavljajo tudi digitalne slike (npr. letalski, satelitski posnetki). Pri teh izdelkih je potrebno opredeliti ustrezen način identifikacije, geografsko referenco, merilo ipd. Izvedbo prikaza 3D podatkov omogoča vedno več GIS. 3D prikazi lahko vsebujejo točke, linije območja, pa tudi vrsto 3D objektov, ki posnemajo značilnosti realnega sveta. Pri dinamičnih 3D prikazih v obliki različnih vizualizacij je potrebno določiti območje, smer letenja, višino pogleda ipd. Pri lokacijskih storitvah je potrebno opredeliti, v kakšnem okolju se bodo izvajale (npr. dlančniki ali GSM telefoni).

Pomembno vlogo ima tudi opredelitev kakovosti podatkov, predvsem natančnosti. Vidik kakovosti podatkov vpliva predvsem na ceno zajemanja vhodnih podatkov. Potrebno je določiti tudi stopnjo sprejemljivosti napak pri končnem informacijskem izdelku, da je še sprejemljiv. Napake v okolju GIS lahko obravnavamo kot:

- Topološke napake. Topološka napaka pomeni napako v prostorskem povezovanju podatkov (npr. nezaključeno območje, prekinitev povezave pri omrežju).
- Referenčne napake. Napaka v referenci glede na nekaj pomeni, napačen naslov, oznaka, ime ipd.
- Relativne napake. Napaka v lokaciji dveh prostorskih objektov glede na medsebojni odnos.
- Absolutne napake. Napaka glede na dejansko lego v naravi.

V tej fazi izvedemo tudi logično in fizično modeliranje okolja GIS. Opredelimo ustrezne podatkovne strukture (rastrski in vektorski model), ter pripravimo sistemski načrt. Sistemski načrt mora dati odgovor na vprašanje, kako bo GIS dejansko izveden. V tej fazi opredelimo tudi način namestitve, zagona, uporabe in šolanja kadrov.

Izvedba. Dejanski zagon GIS v realnem okolju izvedemo v tej fazi. To je faza, ko mora biti celoten sistem operativen. Na voljo morajo biti vsi podatki, dokončan mora biti razvoj programskih aplikacij, nameščeni in preverjeni morajo biti vsi programski produkti, računalniška strojna in komunikacijska oprema mora delovati brez prekinitev in kadri, ki bodo uporabljali GIS, morajo imeti vsa potrebna znanja za to. Uvajanje GIS je zahtevno predvsem za strokovno osebje, ki ga bo uporabljalo. Na novo se morajo priučiti delu, ki so ga v tradicionalnem informacijskem sistemu izvajali na drugačen način. Pomemben del izvedbe je tudi zaključevanje izdelave dokumentacije. Dokumentacija mora nastajati skozi vse faze razvoja sistema. V fazi izvedbe so tako izdelani sistemska dokumentacija ter uporabniški priročniki in navodila. V tej fazi moramo urediti tudi vprašanja v zvezi z varnostjo. Na eni strani gre za zagotavljanje sistemske varnosti (ustrezno arhiviranje ključnih sistemskih in podatkovnih virov) in zagotavljanje delovanja sistema ter na drugi za zagotavljanje varnosti v primeru nezaželenih zunanjih vdorov v sistem preko internetnega omrežja. Pri uporabi prostorskih podatkov se pojavljajo tudi vprašanja v zvezi z posredovanjem osebnih podatkov. V primeru, da nekateri izhodni dokumenti vsebujejo osebne podatke, moramo z ustrezno informacijsko rešitvijo zagotoviti pravno varnost (npr. dostop do podatkov z digitalnim potrdilom).

Uporaba in vzdrževanje. Zadnja faza razvoja in uvajanja pomeni operativno delovanje in vzdrževanje novega GIS. Skrbeti moramo za to, da sistem deluje čim bolj nemoteno. Za ključne sistemske vire (strežniki, baze podatkov, aplikacije) moramo imeti zagotovljeno ustrezno vzporedno izvajanje (podvajanje sistemskih virov). Zagotovljeno mora biti tekoče vzdrževanje sistema (npr. nove verzije programske opreme, baze podatkov). Zagotoviti moramo redno servisiranje strojne opreme. Potreben je stalen nadzor in stalno opazovanje delovanja. Izvajati moramo meritve učinkovitosti delovanja GIS, preverjeti, ali ta deluje v skladu s pričakovanji (npr. dostopni časi, čas izvajanja transakcij ipd) ter izvesti ustrezne optimizacije (npr. programske kode).

V tej fazi tudi spremljamo in odpravljamo vse pomanjkljivosti GIS in obravnavamo nove uporabniške zahteve.

4. PROSTORSKE ANALIZE V GIS

Pojem "prostorske analize" obsega široko področje različnih tehnik za analizo, izračun in prikaz prostorskih podatkov. Postopki prostorskih analiz so lahko enostavni, kot na primer izračun razdalje na karti, ali pa zahtevni, kot na primer izračun naklona in usmerjenosti terena. Na prostorske analize se velikokrat gleda kot na preveč matematično zahtevne postopke, ki jih je težko razumeti in še težje izvesti. Vendar pri prostorskih analizah ni nujno potrebno podrobno poznavanje matematičnih modelov, na katerih temeljijo prostorske operacije. Z razumevanjem prostorskih podatkov in ustreznimi miselnimi povezavami pri analiziranju lahko ugotovimo dejstva, ki jih drugače ne odkrijemo. Prostorske analize so primerne za oceno primernosti in zmožljivosti, ocenjevanje in napovedovanje ter prikazovanje in boljše razumevanje prostorskih dogodkov in pojavov. Analize omogočajo, da ugotovimo, zakaj stvari obstajajo tam, kjer so, in zakaj so takšne, kot so, ter kakšne povezave obstajajo med njimi. Omogočajo nam pridobivanje bolj ažurnih in natančnejših informacij ter pridobivanje novih, ki jih s klasičnimi IS ne moremo pridobiti.

V strokovni literaturi lahko srečamo različne poglede na prostorske analize, predvsem zaradi različne zasnove in izvedbe. V splošnem v okolju GIS obstajajo naslednji osnovni tipi prostorskih analiz: prostorsko prekrivanje, operacije sosedstva, analize površja, linearne analize in rastrske analize. Podrobnejše informacije o metodah in postopkih so na voljo v strokovni literaturi (Drobne, 1998, str. 122) in (Longley Paul, 1995, str. 171). Prostorske analize obravnavamo predvsem kot analize, s pomočjo katerih analiziramo prostorske podatke in ustvarjamo nove informacije.

Razvoj prostorskih analiz sega v 50. leta prejšnjega stoletja, predvsem na področje kvantitativne in statistične geografije. Prva GIS orodja so služila za zajemanje, vzdrževanje, urejanje in prikazovanje podatkov, analiza prostorskih podatkov še ni bila dobro podprta. Z razvojem prvih programskih orodij za GIS je prevladalo spoznanje, da so prostorske analize njihov pomemben del. Prostorske analize vključujejo kartografske, statistične, kvantitativne in matematične analize ter matematično modeliranje. Prostorske analize se pojavljajo pri različnih strokah (geodezija, geografija, ekonomija, sociologija ipd.), zato zasledimo tudi različna gledanja in interpretacijo teh metod. Dogaja se, da se enake metode razvijajo večkrat pod različnimi imeni in opisi. Različni avtorji različno delijo in razvrščajo prostorske analize. Predvsem v tuji strokovni literaturi zasledimo razlikovanje med analizami prostorskih podatkov in prostorskimi analizami. Problematika opredelitve prostorskih analiz in analiz prostorskih podatkov presega okvir naloge. Ker je namen naloge poudariti predvsem vlogo GIS v poslovnem okolju, so v nadaljevanju opisane osnovne prostorske analize, ki se jih uporablja na tem področju. Opisane so prostorske analize glede na funkcionalno delitev

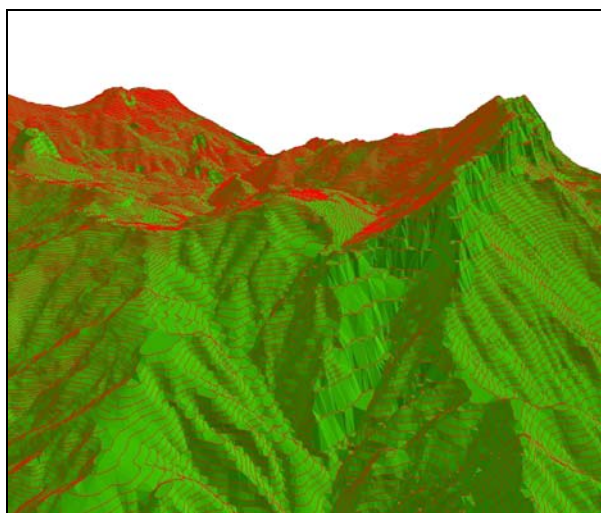
(operacije, ki jih izvajamo) in kartografske analize. Podrobneje so prikazane predvsem analitične operacije (prekrivanje, razvrščanje, izračun razdalj ipd.).

Pri sodobnih programskih orodjih za GIS so kartografski prikazi in prostorske analize tesno povezani. Pazljivo zasnovana baza podatkov omogoča kvalitetne kartografske prikaze, ki so povezani s tabelaričnimi sintezni podatki. Kot je že omenjeno v poglavju 2.2, prvi GIS projekt (*Canadian Geographics Information System*) ni imel nobenih funkcionalnosti v zvezi s prikazovanjem podatkov, omogočal je le tabelarične izpise podatkov.

4.1 Prikaz prostorskih podatkov

V GIS prikazujemo prostorske pojave, ki so locirani na površini zemlje oz. v njeni bližini. To so lahko naravni pojavi (npr. vodotoki, vegetacija) ali pa so rezultat človekovega delovanja (npr. ceste, naftovodi, stavbe). Te pojave lahko delimo ali združujemo (npr. zemljiške parcele, občine, naselja). Prikazovanje prostorskih podatkov lahko razdelimo na tri osnovne načine: konkretni objekti in pojavi, letalski in satelitski posnetki in prikazi površja. Prikazi konkretnih objektov in pojavov so izdelani na podlagi meritev ali originalnih podatkov. Podatki so ponavadi predstavljeni v obliki točk, linij in območij. Nekateri načini prikazovanja zemeljskega površja so lahko v obliki grebenov, slemen, vrhov ipd. Z linijami enake nadmorske višine (plastnice) lahko prikazujemo oblikovanost (relief) prostora. Pri prikazovanju zemeljskega površja lahko uporabimo barvne tehnike, s katerimi lahko analiziramo osončenost, višinske pasove, naklon in različne poglede.

Slika 21: Prikaz perspektivnega pogleda.



Vir: Geodetska uprava RS

Veliko podatkov o pojavih na zemlji lahko pridobimo s pomočjo letalskih in satelitskih posnetkov (rastrske slike). Te podatke ponavadi uporabljamo kot podlago (ozadje) pri prikazu drugih podatkov (npr. poligonov). Podoben format kot letalske slike imajo satelitski podatki, ki jih sateliti zajemajo v realnem času. Na satelitih so nameščeni posebni senzorji (npr. infrardeči), ki merijo valovanja odbite svetlobe in jih zapisujejo v obliki rastrskih podatkov. S primerjanjem vrednosti pikslov, posnetih v različnih elektromagnetnih pasovih, lahko izdelamo klasificirano rastrsko sliko obravnavanega zemeljskega površja.

4.2 Prostorske analize in GIS

Sodobna orodja za GIS imajo vrsto različnih funkcionalnosti za zajem podatkov, njihovo transformacijo, urejanje in spreminjanje, strukturiranje in shranjevanje, generalizacijo, transformacijo, pregledovanje, analiziranje in prikazovanje. Seveda v poslovnih okoljih niso potrebne vse funkcionalnosti sodobnih GIS orodij. Poslovne aplikacije so vezane bolj na reševanje konkretnih problemov. Primer izvajanja analiz lahko pomeni že preprosto vprašanje "Na katerem območju imamo največ kupcev?". Za odgovor potrebujemo najprej geokodirane podatke o kupcih (podatki so vezani na hišno številko). Geokodirane podatke o kupcih povežemo s podatki o prostorskih enotah (npr. naselja, občine, regije), potrebujemo še statistične podatke iz popisa prebivalcev o številu prebivalcev v posamezni prostorski enoti. Postopek analize lahko izvedemo tako, da najprej izvedemo presek med točkovnim in poligonskim slojem, da ugotovimo kateri kupci pripadajo posamezni prostorski enoti. Nato izvedemo seštevanje števila kupcev v posamezni prostorski enoti in izračunamo povprečne vrednosti za posamezno prostorsko enoto (standardizacija). Rezultate prikažemo v obliki različno obarvanih prostorskih območij glede na standardne vrednosti. GIS za poslovna okolja so tako usmerjeni bolj na reševanje specifičnih problemov in imajo manj funkcionalnosti od celovitih GIS. Z vidika poslovnih sistemov so pri analitičnih operacijah pomembne predvsem operacije prekrivanja, določanja in spreminjanja meja razredov, izračun razdalj ter povezanosti. V nalogi so poleg kartografskih prikazov opisane osnovne prostorske analize, ki se največkrat uporabljajo pri vsakodnevni rabi GIS. To so:

- Tehnike združevanja, prekrivanja in izrezovanja,
- iskanje lokacij, poti in najkrajših poti, kaj je znotraj/zunaj, kdo so sosedje,
- analize razredov podatkov, gostot in analize skozi čas,
- rastrske analize in analize 3D modelov.

4.2.1 Kartografski prikazi

Karte so ljudje uporabljali že v pradavnimi in že od nekdaj je človek poskušal narisati svoj življenjski prostor. Verjetno najstarejši primerek karte ali zemljevida izhaja iz osrednje Turčije in je narisana na zidu ter prikazuje tloris naselja z ulicami in hišami. Že stari Grki so na znanstveni podlagi razvili zemljepis in kartografijo, teoretične osnove za izdelavo kart pa so razvili stari Arabci. Problemi pri delitvi lastnine v preteklosti so pripomogli k nastanku prvih kartografskih prikazov površin lastnikov. V starem Rimu je bilo merjenje parcel pomembno zaradi določevanja višine davkov lastnikom zemljišč. Svoj razcvet je kartografija doživela v času velikih odkritij, glede na potrebo po dobrih in zanesljivih kartah ter možnosti risanja kart na osnovi konkretnih merenj. Z razvojem kulture človeka se je razvijala tudi kartografija – veda, ki v ožjem smislu obravnava izdelavo in prikaz kart ter ostalih podobnih prikazov zemeljskega površja in drugih pojavov, povezanih z zemeljskim površjem. Z razvojem informacijske tehnologije in GIS so postale klasične karte bolj dostopne uporabnikom. Ob tem se vedno bolj razvijajo interaktivni kartografski prikazi, katerih vsebina in izgled odgovarjata trenutnim zahtevam uporabnika z uporabo sodobne kartografije, fotogrametrije, elektronskega merjenja razdalj, satelitskih posnetkov ipd.

Karte, kadar so prikazane v večjih merilih, jim pravimo tudi načrti, prikazujejo pomanjšano in posplošeno podobo zemeljskega površja, nebesnih teles ali neba pa tudi predmetov, stanj in pojavov povezanih z njimi, kjer je ukrivljeno zemeljsko površje prikazano na ravni ploskvi. Objekti in pojavi iz realnega sveta so na kartah predstavljeni s simboli oz. dogovorjenimi znaki. Vsaka karta tako predstavlja človekov abstrakten pogled na realen prostor. Karte so lahko izdelane v klasični (papirni), taktilni (otipni) ali digitalni obliki.

S pomočjo kart lahko ugotovimo, kaj se nahaja na določeni lokaciji in izvemo več o območju ali objektu. Z določitvijo lokacije na karti izvemo, kje se nahajamo. S pomočjo kart lahko ugotavljamo porazdeljenost pojavov, njihove trende in odnose, ki jih drugače ne opazimo. Na kartah lahko prikazujemo podatke in pojave iz različnih virov v skupnem geografskem prostoru (npr. satelitski podatki in kmetijske površine). Na digitalni karti lahko s pomočjo podatkov iz sistema GPS vidimo, kje smo, kako hitro potujemo in kam želimo.

V okolju GIS karte niso več statične ampak dinamične, ker jih lahko prilagajamo svojim potrebam. Za učinkovito predstavitev prostora morajo biti pri izdelavi karte izpolnjeni določeni pogoji v zvezi z njenim oblikovanjem in vsebino. Tako je potrebno dobro proučiti merilo v katerem bodo prikazani elementi na karti v povezavi s podatki, ki jih imamo na voljo. Paziti moramo na izbor kartografske projekcije, ki predpisuje način prehoda iz zemeljskega geoida na ravnino.

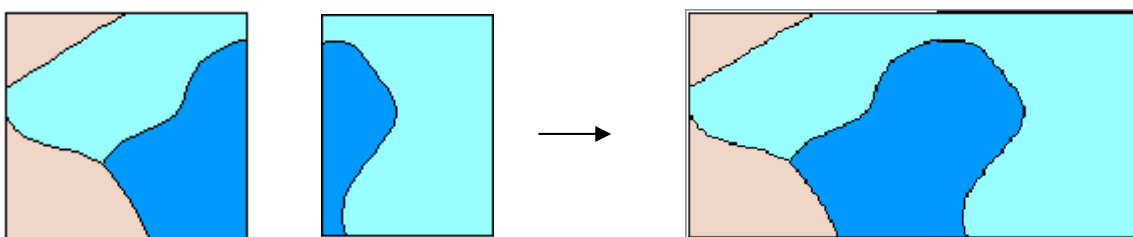
Pomemben je način generalizacije in izbire kartografskih znakov. Pri oblikovanju karte moramo paziti na to, da ima karta naslov, legendo, izpisano merilo, oznako strani neba, letnico izdelave (ažurnost podatkov), navedemo lahko tudi avtorja, posebne legende itd. V splošnem lahko karte delimo v dve skupini: splošne geografske oz. topografske karte in tematske karte. Splošne topografske karte prikazujejo splošne elemente na zemeljskem površju (npr. naselja, promet, vode, relief in druge oblike človekovega delovanja). Tematske karte poudarjajo eno ali dve posebnosti (tematiki), ostale značilnosti pa zanemarjajo in prikazujejo pojave, ki jih na zemeljskem površju ne vidimo (geološke, pedološke, meteorološke, gostota poselitva, zaposlenosti, planiranih ukrepov in stanj ipd.).

4.2.2 Prostorske analize

V nadaljevanju so na kratko prikazane osnovne prostorske analize, ki se največkrat uporabljajo pri vsakodnevni rabi GIS v poslovnem okolju. To so predvsem analitične operacije in prostorske interpolacije. V GIS okoljih se uporabljajo še statistične prostorske analize ter analize za ocenjevanje in upravljanje napak. Pri izvajanju prostorskih analiz se uporabljajo različne funkcije (npr. aritmetične funkcije, logične funkcije ipd.) in operatorji (npr. operatorji Boolove algebre).

4.2.2.1 Združevanja, prekrivanja, izrezovanja

Združevanje (angl. *merge*) je postopek, kjer združimo podatke dveh podatkovnih slojev v nov podatkovni sloj. Postopek združevanja uporabimo takrat, ko želimo združiti dva ali več sosednjih podatkovnih slojev. Praktičen primer združevanja je združitev več slojev o zazidanih zemljiščih.



Prekrivanje (angl. *overlay*) je postopek, kjer prekrijemo podatke dveh podatkovnih slojev v nov podatkovni sloj. Nov podatkovni sloj vsebuje kombinacijo prostorskih in atributnih podatkov obeh slojev. V teoriji sta poznana aritmetično in logično prekrivanje. Postopek prekrivanja lahko poteka tako, da osnovni podatkovni sloj prekrijemo z dodatnim

podatkovnim slojem. Primer prekrivanja podatkovnih slojev lahko predstavlja združevanje sloja naselji s slojem rabe zemljišč. Na novem sloju lahko analiziramo rabo zemljišč (npr. območja za proizvodnjo) po posameznih občinah.



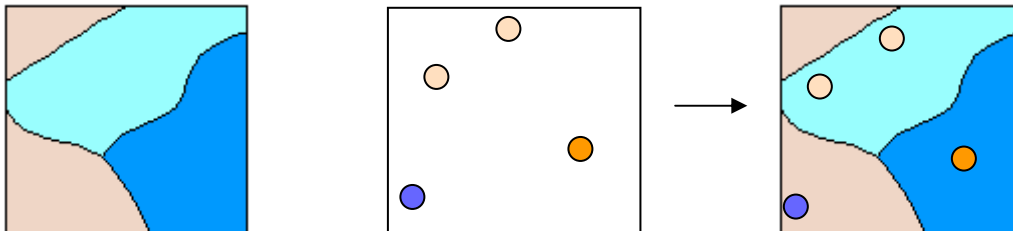
Postopek izrezovanja (angl. *clipping*) uporabimo takrat, kadar želimo izrezati del podatkovnega sloja in za rezanje uporabimo drug podatkovni sloj. Na primer, če želimo iz podatkovnega sloja cestnega omrežja za celo državo uporabiti samo del omrežja, ki pripada eni občini, uporabimo podatkovni sloj območja občine kot sloj za rezanje. Nov podatkovni sloj cest vsebuje samo ceste v izbrani občini.



4.2.2.2 Iskanje lokacij, sosedov, kaj je znotraj

Velikokrat želimo ugotoviti, kje se nahajamo, koliko podatkov je znotraj določenega območja in koliko zunaj ter koliko podatkov se nahaja v vmesnem območju (angl. *buffer zones*). Postopek ugotavljanja, koliko podatkov se nahaja znotraj oz. zunaj obravnavanega območja, se izvede na osnovi prostorskih odnosov med podatkovnimi sloji. Osnovni trije prostorski odnosi so: najbližji (angl. *nearest*), znotraj (angl. *inside*) in je del (angl. *part of*). V primeru, da analiziramo dva točkovna sloja ali točkovni in linijski sloj, največkrat ugotavljamo kateri objekti so najbližji. Pri izvajanju tega postopka je pomemben podatek o razdalji, ki vsebuje razdalje do najbližjih objektov. Na primer, če želimo ugotoviti, kakšna je oddaljenost naših trgovin od bližnjih naselij, primerjamo točkovni sloj centroidov središč naselij s slojem lokacij trgovin. Po izvedbi postopka bo sloj lokacij trgovin vseboval dodatno polje, kjer bodo zapisane razdalje najbližjega središča naselja za vsako trgovino (najbližje naselje).

Če nas zanima, kateri objekti so znotraj oz. zunaj opazovanega območja uporabimo postopek analize "kaj je znotraj". V teh primerih lahko povezujemo poligonski sloj s točkovnim, linijskim oz. drugim poligonskim slojem. Nov podatkovni sloj vsebuje grafične in atributne podatke iz obeh slojev. Na snovi združenih podatkov lahko izračunamo statistične vrednosti, npr. koliko opazovanih objektov je v določenih območjih.



Pri analizah okolja so se pričeli uporabljati postopki, kjer je bilo potrebno določiti območja okoli znane točke, linije ali poligona. V teh primerih nas zanima, kateri objekti se nahajajo znotraj določenega pasu oz. koridorja (angl. *buffer*). S pomočjo prikaza območij oddaljenosti lahko analiziramo različne prostorske odnose med objekti. Za izdelavo območja oddaljenosti najprej določimo osnovni podatkovni sloj, ki ga analiziramo, in nato razdalje oddaljenosti, ki nas zanimajo. Pri točkovnih objekti je območje oddaljenosti krog z radijem, ki smo ga določili. Pri linijskih slojih je območje oddaljenosti koridor – pas okoli izbranih linij. Pri poligonskih slojih je območje oddaljenosti prikazano kot linija okoli meje poligona, in ne kot krog z radijem iz središča poligona.



**Kilometrsko območje
okoli trgovine**

Koridor ob cesti

500 m pas okoli parcele

Vir: Mitchell, 1999

4.2.2.3 Iskanje poti in najkrajše poti

Postopke iskanja poti uvrščamo med mrežne analize, kjer računamo oddaljenosti od določenega objekta. Postopki mrežnih analiz vključujejo tudi iskanje najugodnejše (najkrajše, najcenejše) poti med dvema ali več lokacijami. Največkrat uporabljena analiza je iskanje

najkrajše poti med dvema točkama v mreži. Za izvedbo omenjenih postopkov potrebujemo linijski podatkovni sloj (omrežje), ki je ustrezno topološko urejen. Omrežje je sestavljeno iz linij in vozlišč (križišča). Vozlišča so točke, kjer se linije stikajo. Pri sestavi omrežja moramo biti pozorni na to, da se dotikajo pravilne linije (npr. kategorije cest), da so vozlišča tam, kjer so tudi v naravi (da jih ni preveč in ne premalo) ter, da imamo ustrezne atributne podatke za vozlišča in linije. V mrežni model lahko poleg linijskih elementov vključimo tudi točkovne (npr. postajališča). Pri izvedbi mrežnih analiz se poleg razdalj med vozlišči upoštevajo tudi omejitve v modelu (npr. največje dovoljena hitrost). Pomembnejša operacija mrežnih analiz je tudi dodelitev mrežnih segmentov najbližji točki (npr. določeni storitvi). Na osnovi teh postopkov lahko določamo tudi različna območja (npr. oskrbna). V zadnjem času lahko zasledimo povezavo mrežnih analiz in GPS postopkov v obliki lokacijskih storitev (npr. sledenje vozil).

4.2.2.4 Analize razredov podatkov

Pri postopkih določanja razredov (angl. *classification*) združujemo vrednosti atributov v posamezne razrede. Razredom lahko spreminjamo meje, kar pomeni njihovo združevanje ali razdruževanje. S pomočjo razredov lahko analiziramo, kje so največje koncentracije posameznih pojavov. Razvrščanje podatkov v razrede je v GIS izvedeno s pomočjo različnih metod. Najbolj pogoste metode razvrščanja so: naravne meje (angl. *natural breaks*), razvrščanje po številu (angl. *quantile*), enako območje (angl. *equal area*), enaki intervali (angl. *equal interval*) ter standardni odklon (angl. *standard deviation*).

Pri metodi naravnih mej je združevanje in oblikovanje razredov izvedeno na osnovi naravnih mej v atributnih podatkih s pomočjo statističnih formul (npr. Jenksova metoda optimizacije).

Metoda razvrščanja v razrede na osnovi enakega števila prostorskih objektov oz. pojavov v posameznem razredu je morda najlažje razumljiva, vendar moramo biti pozorni pri njeni interpretaciji. Ta metoda je najbolj primerna za razvrščanje podatkov, ki so linearno urejeni (brez večjih odmikov). Pri tej metodi so ponavadi manjše vrednosti skupaj z večjimi.

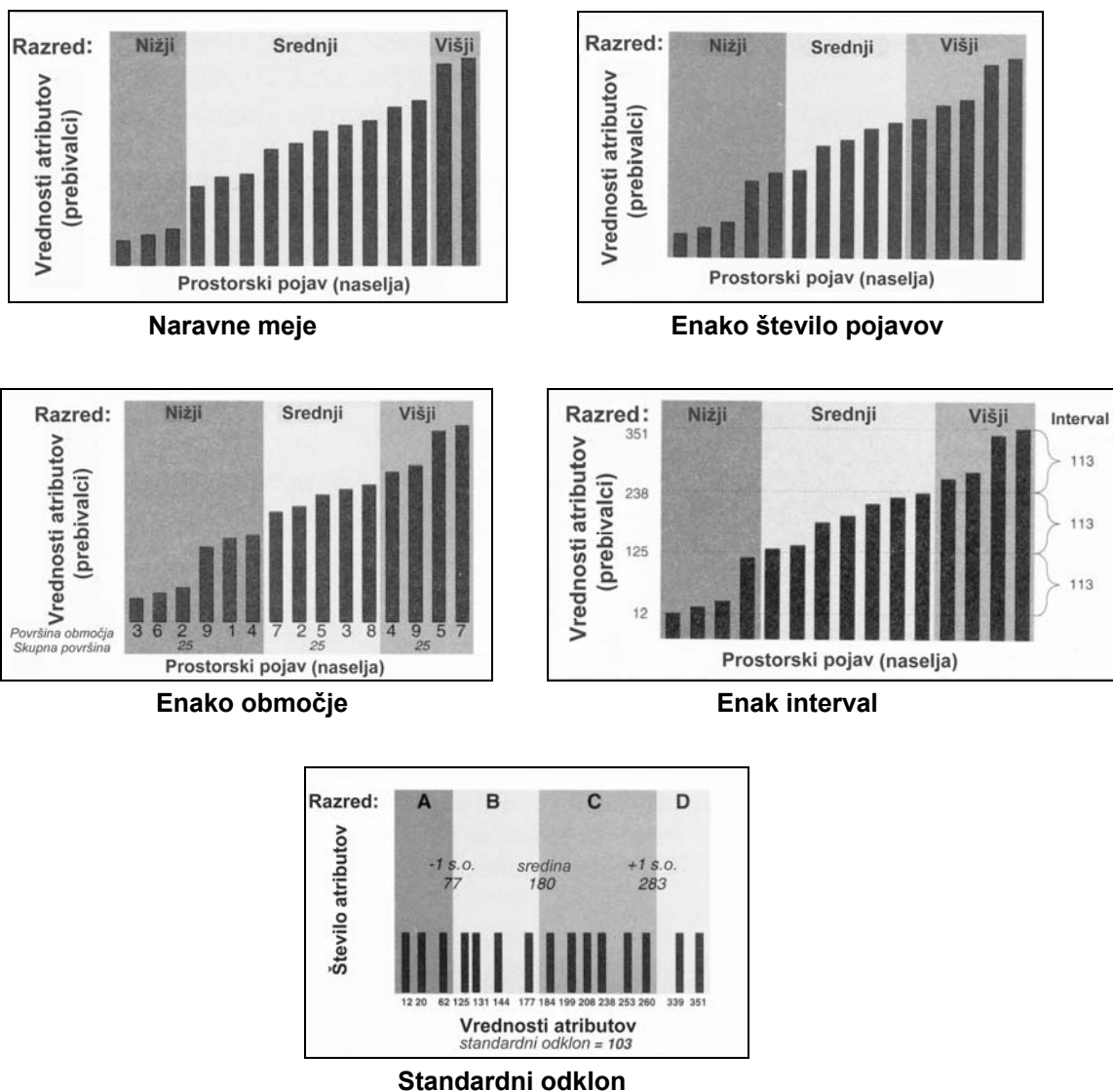
Pri metodi razvrščanja podatkov na osnovi enakih območij se razredi oblikujejo tako, da je površina posameznih poligonov v razredu približno enaka. Razredi, ki jih določimo s to metodo, so zelo podobni razredom, ki smo jih določili z metodo razvrščanja po številu (angl. *quantile*), ko so poligoni po obsegu približno enaki. Pri tej metodi se manjša območja združujejo v skupne razrede, večja pa so samostojni razredi.

Metoda razvrščanja podatkov v razrede na osnovi enakega števila atributnih podatkov določi enako število podatkov v vsakem razredu (enak interval). Ta metoda je uporabna za analizo

prostorskih pojavov, ko želimo poudariti odnos med količino atributnih podatkov v odnosu do ostalih vrednosti. Kot primer, to metodo lahko uporabimo, ko želimo prikazati, da določena trgovina pripada skupini trgovin, ki so ustvarile več kot tretjino prodaje.

Ko uporabimo za določanje razredov metodo standardnega odklona, orodja GIS najprej izračunajo srednje vrednosti in nato razdelijo razrede tako, da so njihove meje nad ali pod srednjo vrednostjo v intervalih, ki so npr. 1, 0.5 ali 0.25 standardnega odklona, dokler vse vrednosti niso v razredih. Na sliki 22 so prikazane osnovne metode razvrščanja prostorskih podatkov v razrede.

Slika 22: Metode razvrščanja prostorskih podatkov v razrede.

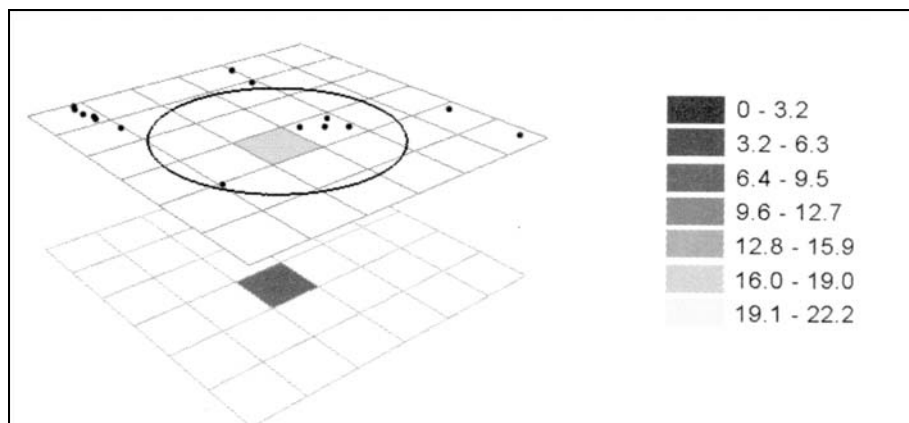


Vir: Prirejeno po Mitchell, 1999.

4.2.2.5 Zgostitve

Poleg omenjenih metod razvrščanja podatkov v razrede v okolju GIS srečujemo tudi druge načine prikaza prostorskih porazdelitev – zgostitve (angl. *density*). Grafični prikazi zgostitev prostorskih pojavov omogočajo, da na osnovi vzorcev prepoznavamo koncentracijo pojavov. Na ta način lahko poiščemo območja, kjer moramo ukrepati, da izpolnimo načrtane naloge oziroma da ugotovimo, kaj moramo spremeniti. Prikazi zgoščevanja v obliki ploskovnih prikazov so v okolju GIS ponavadi izvedeni v obliki rastrskih slojev. Vsaki celici sloja pripada zgostitvena vrednost (npr. število poslovnih enot na kilometer), na osnovi števila pojavov v okolici celice. Na sliki 23 vidimo primer izvedbe metode zgoščevanja, kjer v radiju 10 m okoli celice preiskujemo območje, ki je veliko 0.628 ha. V tem območju je pet lokacij različnih trgovin. Tako je zgostitvena vrednost za to celico 7.96 trgovine na hektar, kar pomeni, da je celica razvrščena v 3. razred.

Slika 23: Primer zgoščevanja.



Vir: Mitchell, 1999.

4.2.2.6 Analize skozi čas

Pri prostorskih podatkih lahko z uporabo GIS učinkovito spremljamo njihovo spreminjanje v določenem časovnem obdobju in analiziramo trende. S tem, ko spoznamo, kaj se je spremenilo v določenem času, lahko boljše razumemo obnašanje prostorskih pojavov ter na ta način lažje predvidimo bodoče dogodke oz. ocenimo rezultate preteklih dejanj. Pri prostorskih podatkih se lahko spreminja lokacija, velikost in lastnosti. Pri spreminjanju lokacije lahko analiziramo obnašanje prostorskega pojava in na ta način predvidimo bodočo

pot (npr. širjenje mesta, analize vremena, požarov ipd). Z analizo spreminjanja velikosti in oblike prostorskega pojava lahko ugotovimo pogoje, ki so vplivali na spremembo. Spremembe se lahko nanašajo na prostorski tip (npr. posamezni točkovni pojavi postanejo ploskovni – posamezno grmičevje je petih letih preraslo v gozd) ali pa se spremembe nanašajo na količino (npr. povečanje/zmanjšanje števila trgovin v zadnjih 10 letih). Spreminjanje lokacije in obsega se lahko dogaja tudi hkrati. V obliki kartografskih prikazov ponavadi prikazujemo naslednje časovne vzorce:

- Trendi – spremembe med dvema (ali več) časovnima obdobjema,
- prej in potem – spremembe, ki se dogajajo pred in po dogodku,
- ponavljajoče se spremembe, dogajajo se v določeni časovni periodi (npr. dan, mesec leto).

Pri trendih spremljamo, ali se nek prostorski pojav povečuje ali zmanjšuje, spremljamo lahko tudi smer premikanja. S kartografskim prikazom stanja pred in po nekem dogodku, lahko ugotovimo vpliv, ki ga je imel dogodek na prostorske pojave. Z analizo ponavljajočih dogodkov lahko ugotovljamo njihovo obnašanje. V obliki kartografskih prikazov lahko prikažemo tudi kombinacije časovnih vzorcev (npr. največje dnevno onesnaženje zraka v zadnjih petih letih).

4.2.3 Rastrske analize

Kot je opisano v poglavju 3.3., je v rastrskem podatkovnem modelu realnost predstavljena z izbranimi površinami, ki so organizirane v homogen urejen vzorec. Stvarnost je posplošena v smislu uniformnih in pravilnih celic, ki so ponavadi kvadrati ali drugi pravilni mnogokotniki. Ker je najpogosteje v rabi mreža kvadratov, ki spominja na gridno mrežo, se celica pogosto imenuje grid in rastrski model gridni model. V GIS se rastrski podatki ponavadi uporabljajo v naslednjih primerih (Kvamme et al. 1997, str. 306):

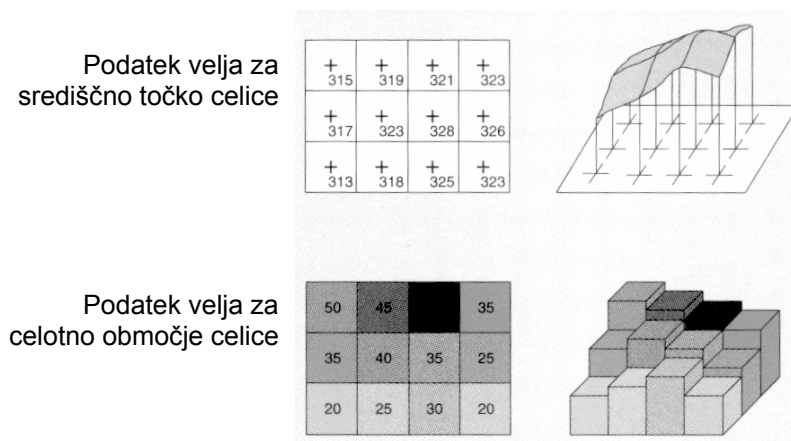
- Za predstavitev in opis realnosti z gridno mrežo celic,
- pri digitalnih skeniranih slikah obstoječih analognih kart,
- pri obdelavi digitalnih satelitskih podob in drugih z daljinsko zaznavo dobljenih podob,
- pri prikazovanju slik na rastrskih izhodnih napravah (zaslonih, tiskalnikih, risalnikih ipd.).

Rastrski podatkovni model je poleg prikaza podatkov, primeren tudi za izvajanje prostorskih analiz. Veliko primerov rastrskih prostorskih analiz je izvedenih na področju varovanja okolja, hidrologije, rabe zemljišč in zemeljskega površja. Te analize se izvaja s pomočjo satelitskih ali letalskih posnetkov. Podatki iz teh slik se interpretirajo in razvrstijo v razrede, kot so kmetijske, gozdne, urbane, vodne površine ipd. Rastrski način prikazovanja površja zemlje je lahko tudi v obliki mreže celic, kjer ima vsaka celica svojo višino. Ta način je zelo

uporaben za izvedbo prostorskih analiz vidnosti, naklonov, lege, ukrivljenosti ipd. Veliko GIS orodij ima vgrajene postopke, ki omogočajo izdelavo modelov terena s sencami, ki zelo dobro predstavijo oblikovanost terena.

Pri rastrskih modelih imajo celice konstantno velikost in prikazujejo določen del zemeljskega površja (npr. 1 m², 10 m², 100 m² ipd.). Vsaki celici pripada vrednost, ki je lahko spektralna referenca (pri satelitskih posnetkih) ali pa njena lastnost na tej lokaciji (npr. vrsta rabe zemljišča, število prebivalcev). Dodatne lastnosti so lahko zapisane v atributni tabeli. Velikost celice je odvisna od tega, kakšno kvaliteto podatkov potrebujemo. Celica mora biti dovolj majhna, da lahko zajame želen detajl, vendar moramo pri tem misliti tudi na obseg podatkov, ki jih bomo obdelovali in hranili na spominskih medijih. Vrednosti celic se lahko nanašajo na središčno točko celice (npr. podatek o višini) ali pa se vrednost nanaša na celotno celico (npr. kategorija zemljišča). Slika 24 prikazuje pomen vrednosti atributa pri rastrskem podatkovnem modelu.

Slika 24: Pomen vrednosti atributa.



Vir: Zeiler, 1999.

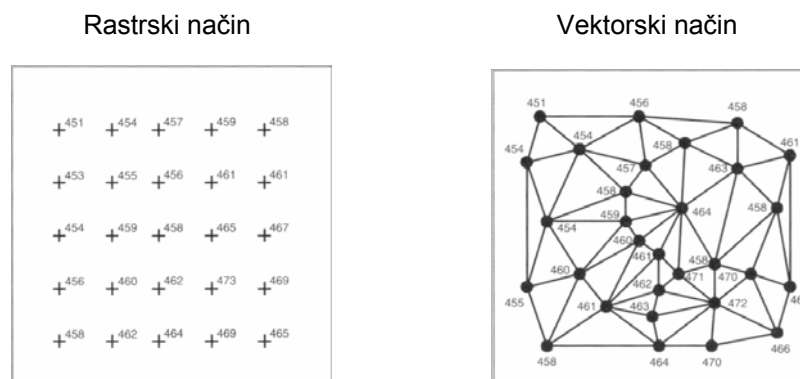
Rastrske podatke, ki so shranjeni v mreži celic, lahko prikažemo na karti v ustreznem koordinatnem sistemu. V ta namen je potrebno izvesti transformacijo, ki posamezne piksele transformira v koordinatni sistem. Za izvedbo afine transformacije (največkrat uporabljena transformacija), ki rastrske vrstice in stolpce transformira v koordinatni sistem, potrebujemo šest parametrov.

Operacije, ki jih lahko izvajamo z rastrskimi podatki, so lahko aritmetične, relacijske, logične Boolove ipd. Aritmetične operacije lahko izvajamo med dvema rastrskima slojema in rezultat je tretji rastrski sloj. S pomočjo logičnih in Boolovih operacij lahko izvajamo poizvedovanja na dveh rastrskih slojih. Rezultat je prikazan na tretjem rastrskem sloju v obliki pravilno/napačno (angl. *true/false*).

4.2.4 3D modeli

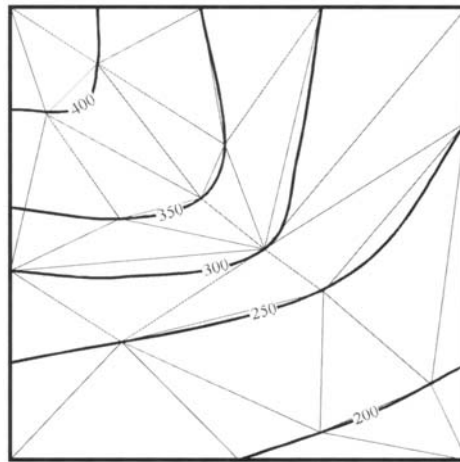
Večina prostorskih podatkov je vezana na zemeljsko površje. Prostorski pojavi, kot so stavbe, ceste, vodotoki, so ponavadi v okolju GIS prikazani kot vektorski dvodimenzionalni objekti s svojimi lastnostmi. Gorski grebeni, kotanje in vrhovi pa so sestavni deli zemeljskega površja. Če želimo izvajati prostorske analize tudi s temi prostorskimi objekti, jih moramo v okolju GIS predstaviti na ustrezen način. Zemeljsko površje lahko prikazujemo v rastrski ali vektorski obliki.

Slika 25: Rastrski in vektorski način prikazovanja površja.



Najpreprostejši način prikazovanja oblikovanosti terena je v obliki pravilne mreže točk, kjer ima vsaka točka tri koordinate (x , y , z) – digitalni model reliefa (DMV). Kompleksnejša predstavitev terena je v obliki digitalnega modela reliefa (DMR), ki vključuje višinske točke terena, značilne črte in točke karakteristične terena (podatki o geomorfologiji). Veliko prikazov oblikovanosti terena – predvsem v geodeziji, je v obliki plastnic, to so linije, ki povezujejo točke istih višin. Boljšo tridimenzionalno sliko terena dobimo z uporabo trikotniške mreže – TIN (angl. *Triangulated Irregular Network*). Prikaz v obliki TIN-a je vektorski način, kjer je oblikovanost terena prikazana v obliki množice nepravilnih trikotnikov. GRID oz. celična mreža je rastrska podatkovna struktura, kjer je teren oblikovan s pomočjo mreže celic, ki imajo enako velikost in so urejene v obliki stolpcev in vrstic. Pri prikazu terena v obliki mreže celic ima vsaka točka poleg podatkov o lokaciji tudi podatek o višini (z). V primerjavi z rastrskimi prikazi ima TIN kar nekaj prednosti. Pri vektorskem načinu lahko npr. poljubno zgostimo točke, s katerimi prikazujemo oblikovanost terena. Prav tako lahko shranjujemo podatke o spremembah naklona, višinskih točkah ipd. Model TIN temelji na tako imenovani Delaunay-jevi triangulaciji, po kateri vsaki točki z znano višino izberemo dve sosednji točki, s katerima tvori približno enakostranični trikotnik. Na sliki 26 vidimo TIN model kot Delaunayjevo triangulacijo višinskih točk., slika 27 pa prikazuje omenjene načine prikazovanje zemeljskega površja.

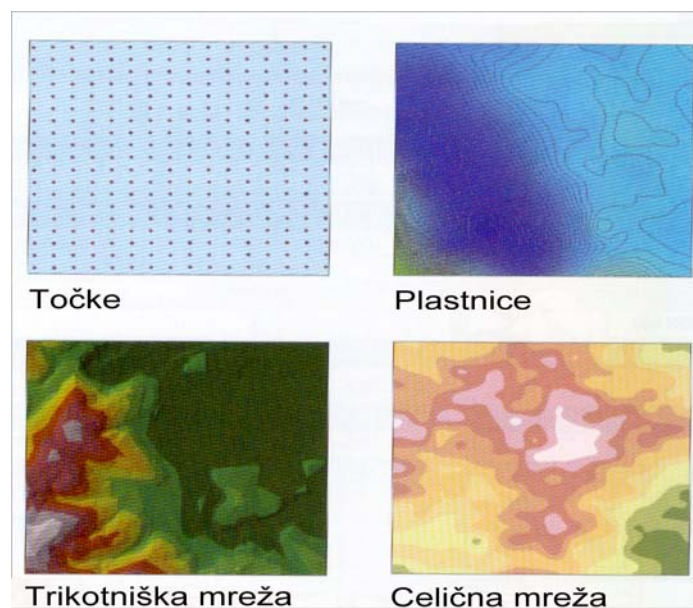
Slika 26: Model TIN.



Vir: Kvamme et. al., 1997

V Sloveniji imamo izdelanih že nekaj digitalnim modelov z različnimi ločljivostmi. Prvi modeli DMR za celotno Slovenijo so bili izdelani že v 70-ih letih (DMR 500). Model višin DMR 100 (merilo 1 : 100) je bil izdelan v sredini 80-tih let. Izdelan je bil z digitalizacijo višinskih točk v pravilno kvadratno celično mrežo ločljivosti 100x100 m. Kot osnova za zajem podatkov so služile predvsem topografske karte temeljnih topografskih načrtov v merilih 1 : 5.000 in 1 : 10.000.

Slika 27: Načini prikazovanja površja.



Vir: Mitchell, 1999.

Sredi 90-ih let so na Geodetski upravi RS pričeli s sistematičnim zajemom podatkov za model višin s celično mrežo ločljivosti 25 x 25 m (DMR 25). Omenjeni model višin je izdelan s fotogrametričnimi metodami, vzporedno z izdelavo ortofoto načrtov (DOF 5). Osnovni vir so posnetki cikličnega aerosnemanja Slovenije (CAS) v merilu 1 : 17.500. Prednost modela v primerjavi z drugimi digitalnimi modeli višin je boljša lokalna višinska natančnost, njegova največja pomanjkljivost pa je nehomogenost. Zaradi tega lahko pride pri hkratni uporabi več listov DMR 25 do odstopanj na robovih med posameznimi listi. Na goratih območjih lahko nekatere grobe napake presegajo 50 m. V letu 2000 je izdelan digitalni model višin s tehniko radarske interferometrije. Projekt je prva aplikacija radarske interferometrije v Sloveniji. Za izdelavo so uporabljeni radarski posnetki Evropske vesoljske agencije (ESA), ki so bili posneti s satelitoma ERS-1 in ERS-2. Z izvedenjem posameznih modelov je izdelan digitalni model višin s celično mrežo ločljivosti 25 x 25 m (InSAR DMV 25). Za celotno Slovenijo je ocenjena povprečna višinska natančnost 4,5 m. V goratih območjih je lahko nekaj grobih napak, ki presegajo 50 m. Glede na druge digitalne modele višin so največje prednosti InSAR DMV 25 statistično homogena natančnost in geomorfološko ter vizualno dober izgled. Z interpolacijo InSAR DMV 25 je izdelan digitalni model višin s celično mrežo ločljivosti 100 x 100 m (InSAR DMV 100). Višinski podatki so zaokroženi na decimeter (0,1 m). Ti podatki so uporabni predvsem za splošne analize na območju celotne Slovenije. InSAR DMV 100 je v praksi nadomestil DMR 100. Geodetska uprava danes vodi in vzdržuje naslednje digitalne modele višin: DMR 25, InSAR DMV 25, InSAR DMV 100 in DMV 20 (Geodetska uprava, 2004).

Tridimenzionalne (3D) perspektivne poglede največkrat uporabljamo za nazornejši prikaz prostorskih pojavov. Večinoma se 3D prikazi nanašajo na prikaz zemeljskega površja. V obliki 3D prikazov lahko prikažemo tudi točkovne in ploskovne objekte, kjer višina prostorskega objekta ali pojava ponazarja velikost. V splošnem moramo pri pripravi 3D pogledov določiti naslednje tri parametre:

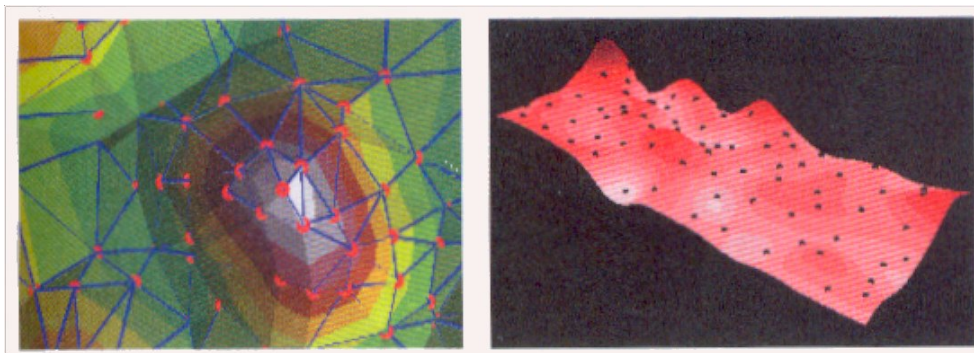
- Lokacijo iz katere gledamo,
- višinsko povečavo (z-faktor) in
- lokacijo vira svetlobe.

Na osnovi lokacije, s katere gledamo, so določeni objekti, ki jih vidimo v pogledu in tisti, ki jih ne (višji in večji objekti skrijejo nižje in manjše). Z rotacijo pogleda določimo pogled, ki nam najbolj ustreza. S pomočjo z-faktorja povečamo nazornost prikaza. Na ta način lažje ločimo razlike. S tem faktorjem pomnožimo vse atributne vrednosti prostorskega pojava. Na primer, če imamo z-faktor vrednosti 2, potem bo območje, ki ima 40% zaposlenih, imelo to vrednost 80% in območje, ki ima 10% nezaposlenih, vrednost 20%. S tem, ko smo originalno razmerje povečali, bo povečana tudi razlika pri 3D prikazu. Pri izbiri z-faktorja moramo biti pazljivi, da ga ne povečamo preveč in s tem porušimo razmerje med podatki. Lokacija vira

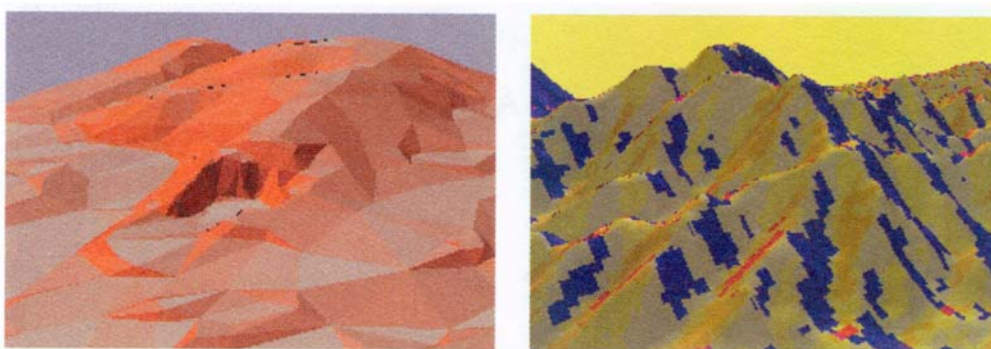
svetlobe v povezavi z z-faktorjem določa, kakšne bodo sence na površini, in s tem, kako nazorni bodo posamezni objekti. Pri viru svetlobe določamo smer in vpadni kot. Smer svetlobe ponavadi določamo v stopinjah. Če imamo vrednost 0 stopinj, je to ponavadi severna smer. Z vpadnim kotom določimo, koliko je vir svetlobe nad horizontom. Nižji kot je vpadni kot, daljše so sence.

Sodobna GIS orodja imajo posebne module, namenjene 3D analizam. Ti moduli so namenjeni izdelavi učinkovitih 3D vizualizacij, kjer lahko pregledujemo več 3D podatkovnih slojev naenkrat, oblikujemo površja iz 2D podatkov ter izvajamo površinske analize. Slika 26 prikazuje nekatere primere 3D prikazov.

Slika 28: Primeri tridimenzionalnih prikazov.



TIN in rastrski prikaz površja



Naklon terena

Sončne in senčne strani terena

Vir: Mitchell, 1999.

5. UPORABA GIS V POSLOVNEM OKOLJU

5.1 Pomen informacij v procesu odločanja

V razvijajočih se družbah sveta v zadnjih letih vedno bolj izstopa naraščajoči pomen s sodobno informacijsko tehnologijo (IT) podprtih informacijskih sistemov. Število vedno zmogljivejših računalniških sistemov in uporabniških rešitev v praktično vseh družbenih dejavnostih - gospodarstvu, zdravstvu, šolstvu, upravi ipd. izredno hitro narašča. Poslovnega okolja brez vpete IT si ni več moč predstavljati oziroma to ne more več uspešno delovati. Globalno usmerjeno poslovanje in številni novi dosežki na področju IT postavljajo podjetja pred neodložljive izzive in zahteve po sprotne prilagajanju njihovega delovanja – poslovanja ter prenovi, ki v večini primerov temelji na podpori IT. To pa pomeni, da je obvladovanje ustrezne IT (snovanje, gradnja, raba in vzdrževanje) za uspešno poslovanje podjetij temeljnega pomena. Pravočasno in pravilno vključevanje sodobne IT v poslovni proces omogoča podjetjem pridobivanje strateških prednosti pred konkurenčnimi podjetji. Te prednosti se odražajo v hitrejšem razvoju, večji produktivnosti in kakovosti proizvodov, boljšem trženju, komuniciranju s partnerskimi podjetji, kupci in dobavitelji ter v hitrem prestrukturiranju in prenovi (Grad, Jaklič, 2000, str. 169).

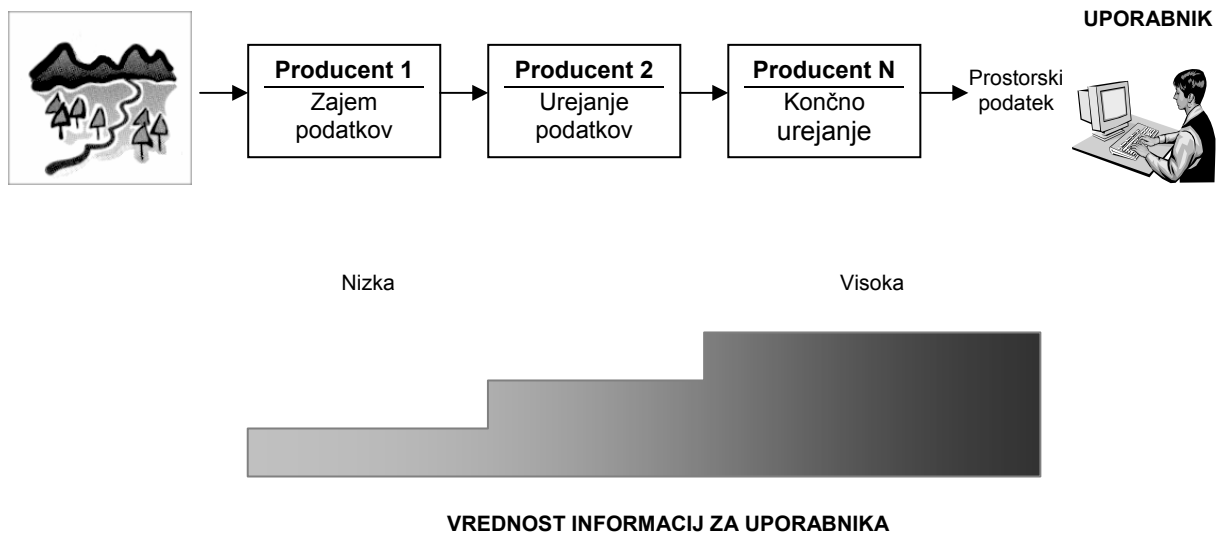
V vsaki fazi odločitvenega procesa so potrebne drugačne informacije. Višji management sprejema odločitve, ki imajo dolgoročen vpliv na poslovanje podjetja. Srednji management sprejema odločitve na operativni ravni – dnevni ravni, ki vpliva na učinkovitost poslovanja. Vrednost podatkov in informacij izhaja iz mesta njegove uporabe v procesu odločanja. Le podatki in informacije, ki smo jih uporabili pri odločanju, imajo svojo vrednost.

Največ je vredna informacija, ki v celoti odpravi negotovost v procesu odločanja (popolna informacija). Le redko imamo na voljo popolne informacije, zato so potrebne dodatne informacije. Pri tem se moramo odločati, ali je strošek dodatne informacije skladen z njeno vrednostjo. Vrednost informacije lahko presojava tudi po razmerju med vlaganji, ki so potrebna za njeno pridobitev, in koristnostjo odločitve v procesu odločanja v katerem je bila informacija uporabljena (Gričar, 2002, str. 3). Za izboljšanje odločitvenega procesa z uporabo informacijskih sistemov je potrebno poudariti predvsem procese prepoznavanja problema, zbiranja ustreznih podatkov in opredelitve ustreznih rešitev.

Koncept vrednostne verige, ki jo je opredelil Porter, lahko uporabimo tudi pri prostorskih podatkih. Na aktivnosti pri zajemu in obdelavi vhodnih podatkov ter ostalih fazah obdelave lahko gledamo kot na sistem zaporednih operacij, kjer vsaka doda vrednost h končnemu izdelku. Pri prostorskih podatkih se vrednostna veriga prične z uporabniško oceno stroškov in ne s proizvodnimi stroški. Uporabnik določi vrednost informacije za določeno rabo in iz tega

izhaja tudi potrebno zaporedje operacij. Vmesni produkti (npr. zbiranje podatkov, povezovanje) so lahko končni podatki za določenega uporabnika ali pa nastopajo kot vhodni podatek v zaporedju operacij vrednostne verige. Zadnji producent prostorskih podatkov, ki je najbližji uporabniku, je končni dopolnjevalec. Končni producent (zadnji v procesu obdelave podatkov) mora dobro poznati poslovni proces uporabnika in upoštevati njegove želje. V zadnji fazi obdelave je produkt dosegel najvišjo vrednost za uporabnika. Pri prostorskih podatkih se pojavlja zanimiv paradoks. Fiksni stroški zajemanja in obdelave prostorskih podatkov so zelo veliki na začetku verige (na produkcijskem delu), kjer pa je vrednost prostorskega podatka za uporabnika zelo majhna. Na sliki 29 je prikazan primer vrednostne verige pri prostorskih podatkih.

Slika 29: Vrednostna veriga pri prostorskih podatkih.



Vir: Prirejeno po Krek, Frank, 2003.

Vrednost prostorskih podatkov in informacij v procesu odločanja lahko ocenimo glede na to, koliko boljše odločitve smo lahko sprejeli na njihovi osnovi. Ocena vrednosti lahko izhaja iz:

- Zmanjšanja števila podatkov, ki smo jih potrebovali pri odločitvi,
- zmanjšanja tveganja, kar pomeni, da je odločitev boljša,
- zmanjšanja vseh stroškov pri sprejetju odločitve.

V splošnem lahko ocenimo vrednost prostorskih podatkov z vidika zmanjšanja stroškov (ekonomski vidik). Vrednost prostorskih informacij lahko ocenimo tudi z vidika povečanja učinkovitosti izvajanja procesov.

5.2 Vloga GIS v IS podjetja

Prvi korak pri razumevanju vloge, ki jo lahko imajo GIS v poslovanju podjetja, je dobro poznavanje procesa odločanja v podjetju. Iz tega izhajajo tudi informacijske zahteve. Na ta proces ne smemo gledati v poenostavljeni obliki, kjer je uporaba računalnika namenjena le podpori izbire med variantami v odločitvenem procesu. V organizaciji poteka proces odločanja tako na vertikalni kakor tudi horizontalni ravni. Z uporabo GIS kot prostorskega orodja z analitičnimi funkcijami je omogočeno lažje timsko delo pri izvajanju planskih nalog in učinkovitejše posredovanje idej in sklepov na vertikalno raven.

S tehnološkim razvojem posameznih industrijskih panog naraščajo tudi potrebe managementa po informacijah. Informacij, ki jih potrebuje management, ni nikoli preveč. Preveč je podatkov. Zbiranje podatkov in oblikovanje informacij povzroča stroške, toda informacije prinašajo koristi. Kje in kako lahko uporabimo informacijsko tehnologijo za pridobitev strateške prednosti, je podrobno opisal Porter (Turban et al., 2000, str. 90) v svojem modelu petih konkurenčnih sil (konkurenti, dobavitelji, kupci, novi ponudniki in nadomestni ponudniki). Programska orodja GIS so lahko na eni strani dodatna orodja, ki se uporabljajo v procesih odločanja za odkrivanje prostorskih značilnosti pojavov. Na drugi strani pa so lahko GIS del celotnega IS podjetja in niso samo "še eno orodje".

Povezava med informacijskim sistemom in poslovno strategijo je dvosmerna. Na osnovi tehnološke analize ugotovimo, katere so tiste priložnosti informacijske tehnologije, ki jih lahko uporabimo glede na stroške in koristi. Na drugi strani pa je potrebno ključne poslovne cilje podpreti z ustreznim informacijskim sistemom, ki omogoča njihovo izvedbo. Vloga GIS v informacijski strategiji je predvsem razširjen pogled na poslovne podatke – njihov prostorski vidik. Velika večina že zbranih in obdelanih podatkov v poslovnih sistemih ima prostorsko komponento. Z uporabo prostorske dimenzije podatkom dodamo dodatno informacijsko vrednost.

Pri umeščanju GIS v informacijski sistem podjetja in njegovi uporabi v poslovnem okolju je potrebno upoštevati predvsem naslednje:

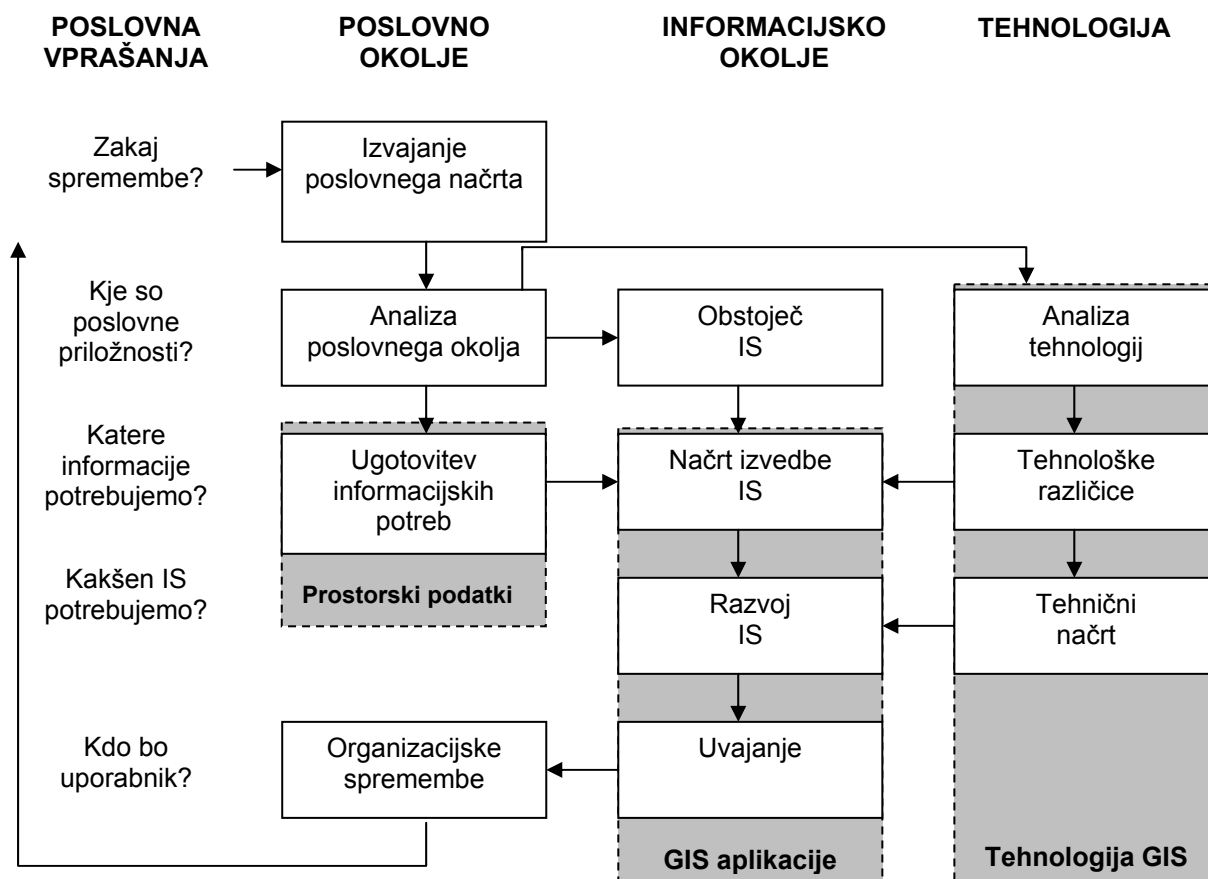
- Aplikacijski vidik. Generična GIS orodja z množico različnih funkcij (npr. ArcGIS 9.0 podjetja ESRI naj bi imel več kot 1000 različnih funkcij) zamenjujejo aplikacije, ki upoštevajo poslovne procese podjetja in njegove obstoječe podatke. Razvite aplikacije so namenjene podpori določenim poslovnim procesom in v ospredju ni zagotavljanje vseh različnih možnosti, ki jih GIS orodja omogočajo za različne uporabnike.
- Podatkovni vidik. Tradicionalni uporabniki GIS se pri svojem vsakodnevnem delu srečujejo s prostorskimi podatki (npr. urejanje zemljišč, infrastrukturnih objektov in naprav ipd.), medtem ko je pri poslovnih uporabnikih v splošnem to zelo redko.

Prostorski podatki v poslovnih okoljih so bolj v ozadju, v ospredju so podatki, ki se nanašajo na poslovanje (npr. nabava, proizvodnja, prodaja, kupci ipd.).

- Zajem podatkov. V splošnem uporabniki GIS v poslovnem okolju niso ponudniki (izdelovalci) podatkov, kot so to ponavadi tradicionalni uporabniki te tehnologije. Različne državne institucije (npr. Geodetska uprava), podjetja na področju energetike, prometa, komunale ipd. so ponavadi tista, ki za delovanje svojih sistemov izdelujejo prostorske podatke tudi v digitalni obliki. GIS uporabniki v poslovnem okolju ponavadi te podatke pridobijo (kupijo) od ustreznih ponudnikov (npr. Direkcija RS za ceste, Agencija RS za okolje ipd.).

Slika št. 30 prikazuje mesto GIS v poslovnem okolju. Na sliki vidimo nekatera ključna vprašanja, s katerimi se sooča management pri usklajevanju poslovnega plana z informacijskimi zahtevami.

Slika 30: GIS v informacijski strategiji podjetja.



Vir: Prirejeno po Grimshaw, 1996.

Veliko managerjev ne pozna vseh priložnosti, ki jih ponuja tehnologija GIS oz. nove tehnologije na splošno. Na sliki 30 lahko vidimo, katera so ključna vprašanja managerjev pri povezovanju poslovnega načrta z informacijskimi zahtevami in kakšna je povezava z ostalimi procesi. Pri iskanju odgovorov se odkrivajo pomanjkljivosti obstoječega informacijskega sistema in iščejo priložnosti v novih tehnologijah (npr. GIS).

Vlogo GIS v informacijskem sistemu podjetja lahko obravnavamo na dva načina:

- GIS lahko obravnavamo kot novo tehnologijo, ki prinaša nove možnosti.
- Nov način posredovanja informacij, ki omogoča odkrivanje prostorske komponente v poslovnih podatkih podjetja (notranjih in zunanjih). Prostorska dimenzija poslovnih podatkov je lahko pomembna dodana vrednost k informacijam.

Tehnologija GIS lahko v poslovnih okoljih ponuja možnosti med drugim tudi na naslednjih področjih:

- Dodane vrednosti. Z novimi elektronskimi storitvami lahko podjetja dodajajo vrednosti svojim izdelkom. Na primer, s tehnologijo GIS in tehnologijo lokacijskih storitev ponudimo nove storitve (npr. iskanje poti, sledenje ipd.), ki dodajo novo vrednost podatkom (npr. kartam, letalskim in satelitskim posnetkom ipd.).
- Razvoj, izdelava, trženje in posredovanje novih informacijskih izdelkov. Z uporabo informacijske in komunikacijske tehnologije lahko omogočimo uporabnikom dostop do centralnih zbirk podatkov in aplikacijskih strežnikov. Uporabniki lahko oblikujejo izdelke (npr. satelitski posnetek določenega kraja) glede na trenutne potrebe, izvedejo plačilo po elektronski poti in po tej poti podatke tudi dobijo.
- Podpora odločanju. S pomočjo GIS lahko izvajamo prostorske analize, ki odkrivajo nove lastnosti v podatkih, ki omogočajo podjetjem boljše odločanje in podporo pri pripravi dolgoročnih strategij.

Pretežni del rezultatov dela managerjev so odločitve. Izbira, katere odločitve so lahko podprte s prostorskimi informacijami, je temeljni korak za uvedbo GIS. Pri uporabi tehnologije GIS v procesih odločanja na strateški ravni je potrebno vedeti, da so mnogi odločitveni problemi kompleksni, slabo definirani, nestrukturirani in da jih je težko modelirati. GIS za podporo odločanju morajo tako omogočati shranjevanje kompleksnih prostorskih podatkovnih struktur in vsebovati analitične tehnike za izvajanje različnih analiz, predvsem prostorskih. GIS podatkovna baza za podporo odločanju mora omogočati izdelavo kartografskih prikazov, izvedbo prostorskih analiz in analitično modeliranje s povezovanjem lokacije, topologije in tematskih atributov.

Pri razvoju tehnologije GIS lahko zasledimo postopni prehod "prve generacije" programskih orodij od podpore odločanju na operativni ravni k "drugi generaciji", ki omogoča podporo

odločanju na strateški ravni. Tipični primeri uporabe "prve generacije" GIS so podjetja, ki vzdržujejo energetske, prometne, komunalne in druge sisteme. Namen uporabe GIS v teh okoljih je izboljšanje produktivnosti. Pri "drugi generaciji" GIS je ta tehnologija postala del celotne strategije informacijskega sistema podjetja in je bolj prilagojena procesom odločanja na strateški ravni. V tabeli 5 lahko vidimo lastnosti "prve in druge generacije" GIS z vidika podpore odločanju.

Tabela 5: GIS in podpora odločanju.

	Prva generacija GIS	Druga generacija GIS
Podpora odločanju	Neposredna ali posredna podpora strukturiranim rutinskim problemom	Neposredna ali posredna podpora ne strukturiranim ali delno strukturiranim problemom
Obravnava informacij	Različne skupine uporabnikov, ki sami povzemajo informacije	Informacijski sistemi za management, (angl. <i>MIS</i>) in informacijski sistemi za direktorje (angl. <i>EIS</i>), povezani z GIS. Izdelava "Kaj če..?" analiz
Uporaba	Kontrola na operativni in taktični ravni	Strateška raven, planiranje, organiziranje
Viri podatkov	Notranji in zunanji	Analize tržišča, MIS, Statistični urad, Geodetska uprava, Poslovni registri

Vir: Grimshaw, 1996

5.3 GIS v poslovnem okolju

Ko obravnavamo uporabo GIS v poslovnem okolju, je potrebno najprej proučiti, katere zelene sposobnosti naj bi imele GIS aplikacije. Odgovor je odvisen od tega, na kakšnem poslovnem področju (panogi) podjetje deluje, in od tega, na kateri odločitveni ravni so potrebne informacije (operativni, taktični ali strateški). Informacijski sistemi ponavadi omogočajo

zajemanje, obdelavo in prikaz podatkov. GIS se od drugih IS razlikujejo predvsem po tem, da omogočajo poiskati odgovore na naslednja osnovna vprašanja:

- *Kje je...?* Odgovor dobimo s pomočjo lokacije. Lokacija je lahko podana v obliki koordinatnega sistema ali posredno preko poštnega naslova.
- *Kaj je...?* Odgovor na vprašanje, kaj se nahaja na določeni lokaciji, dobimo na osnovi podatkov, ki so zapisani v atributnih tabelah. Podatki v teh tabelah nimajo prostorske komponente. V atributnih tabelah pa lahko hranimo tudi prostorske attribute, kot so na primer podatki o globini, višini, debelini ipd.
- *Kakšna je povezava z drugimi prostorskimi pojavi?* Primer je lahko poizvedovanje o lokacijah vseh trgovin določenega podjetja glede na konkurenco. V okolju GIS lahko to prikažemo s pomočjo razdalje, časovne oddaljenosti ali s kombinacijo obeh.
- *Kdaj je...?* Podatki, zajeti v različnih časovnih obdobjih (npr. topografske karte, letalski in satelitski posnetki), omogočajo poiskati odgovor na to vprašanje.

Če so v procesih odločanja potrebni odgovori na zgoraj omenjena vprašanja, potem je lažje odločanje o tem, kakšne zmogljivosti aplikacij so potrebne. Če razdelimo podjetja na tista, ki že v osnovi delujejo na geografskem področju (npr. infrastruktura, telekomunikacije, transport, ipd.), in tista, pri katerih prostorski podatki ponavadi niso del procesa odločanja (npr. trgovina, bančništvo, zavarovalništvo, turizem ipd.), potem so lahko pri slednjih GIS priložnost za izboljšanje odločitvenega procesa.

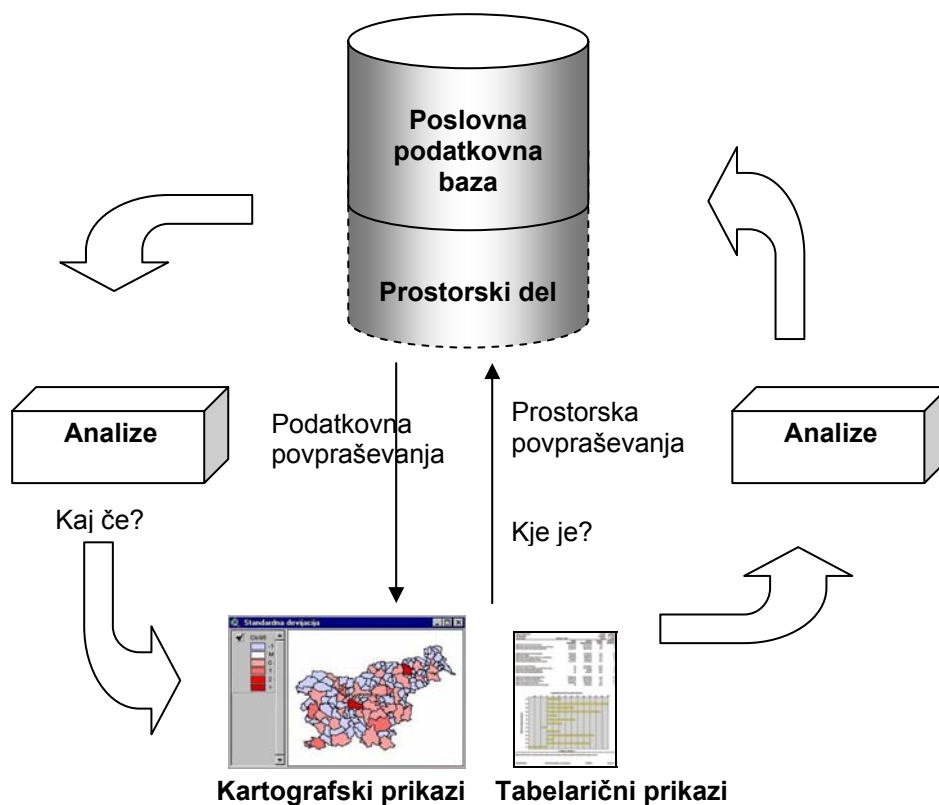
Kot je omenjeno v poglavju 3.2, tradicionalni GIS omogočajo zajem, obdelavo, analiziranje in prikazovanje prostorskih podatkov. Ta orodja omogočajo na eni strani izdelavo enostavnih kartografskih prikazov, na drugi pa izvedbo kompleksnih prostorskih analiz. Pri uporabi GIS v poslovnih okoljih pa so aplikacije namenjene podpori določenim poslovnim procesom in vse tradicionalne zmogljivosti niso potrebne. Najbolj pomembne zmogljivosti GIS s poslovnega vidika lahko razvrstimo na tri področja. Na prvem mestu so kartografski prikazi, ki so tudi najbolj običajna oblika uporabe GIS, naslednja velikokrat uporabljena zmogljivost je zagotavljanje prostorskih podatkov, tretji način uporabe pa so prostorske analize.

Za večino uporabnikov so kartografski prikazi najpomembnejša lastnost GIS. Vsa programska orodja GIS imajo to funkcionalnost, ki pa seveda ni zadostna. Pri kartografskih prikazih je pomemben prikaz atributnih podatkov na karti. Dodatne zmogljivosti GIS v smeri prikazov 3D podatkov in različnih predstavitev – vizualizacij (statičnih ali dinamičnih) omogočajo prepoznavanje prostorskih vzorcev v podatkih. Prikaz prostorskih podatkov v obliki poslovnih grafov (npr. histogrami, krožni diagrami ipd.) omogoča uporabnikom v poslovnih okoljih lažje prepoznavanje prostorskih odnosov med podatki (Longley, 1995, str. 171).

Vsak poslovni sistem ima veliko atributnih podatkov. V prvem poglavju je omenjeno, da ima okoli 90% poslovnih podatkov prostorsko komponento. Zmožnost GIS, da povežejo atributne podatke s prostorsko lokacijo, omogoča uporabnikom v poslovnih okoljih pridobivanje dodatnih informacij.

Prostorska poizvedovanja in prostorske analize so najpomembnejše funkcionalnosti GIS. Prostorska poizvedovanja so proces, ki ga ponavadi izvajamo v bazi podatkov na osnovi kartografskih prikazov (najprej iz baze narišemo karto, nato pa na osnovi karte poizvedujemo nazaj v bazo). Tipično poizvedovanje bi lahko bilo, ko uporabnik s pomočjo miške označi določeno mesto na karti, GIS pa poišče ustrezne podatke v atributni bazi (npr. izpis podatkov o prodaji). Slika 31 prikazuje primer uporabe GIS v poslovnem okolju.

Slika 31: Uporaba GIS v poslovnem okolju.



S pomočjo tehnologije GIS lahko lažje razložimo demografske trende, upravljamo vire in modeliramo uporabniške trende. Informacijska analiza se nanaša na neposredno trženje, logistiko distribucije, planiranje prodajne politike in izbiranje najprimernejših lokacij. Programska orodja GIS omogočajo izvajanje konkurenčnih analiz. S tem ko bolje razumemo delovanje konkurence na določenem območju, zmanjšujemo njen vpliv na naše poslovanje. Uporaba GIS na področju financ se nanaša predvsem na upravljanje lastnine, analizo ukrepov,

dobičkonosnosti ter različne optimizacije. Poizvedovanja po prostorski podatkovni bazi omogočajo na primer odkrivanje in lociranje tistih enot, ki dosegajo višje dohodke od planiranih. Z združevanjem informacij, kot so na primer podatki o prodaji, demografski podatki, lokacijah konkurence s prostorskimi podatki, kot na primer meje naselij, centroidi naselij, lahko bolje razumemo tržišče, kupce in konkurenco. S postopki iskanja (npr. iskanje najboljše lokacije za trgovino, iskanje najbolj dobičkonosne lokacije), analizami tržišča in trženja (prostorsko trženje) lahko bolje razumemo spreminjanje tržišča in kupcev ter določimo tržne niše. Z analizami omrežja lahko optimiziramo potek dostave produktov od izdelovalcev do kupcev. Uporaba teh analiz pri planiranju različnih infrastrukturnih sistemov mest in naselij, sistemov za izvajanje nujne pomoči, varnostnih sistemov omogoča ugotavljanje optimalne dostopnosti.

Področje uporabe tehnologije GIS v poslovnih okoljih je zelo široko. Tehnologijo GIS danes uporabljajo tako na področju industrije, bančništva, zavarovalništva, infrastrukture, telekomunikacij, trgovine, transporta, trgovanja z nepremičninami ipd. Na teh področjih se GIS tehnologija uporablja predvsem pri:

- Analizi izdelkov, kupcev, konkurence, tržišča, poslovanja
- Analizi reklamnih akcij
- Demografskih analizah
- Analizi dostopnosti
- Napovedovanju
- Planiranju
- Logistiki
- Podpori kupcem
- Upravljanju in optimizaciji oskrbnih verig
- Upravljanju prodaje
- Upravljanju nepremičnin
- Dostavi in transportu
- Trženju izdelkov
- Trženju prostorskih baz
- Pripravi prostorskih podatkov

Navedena področja vsekakor niso edina, kjer se uporablja GIS tehnologija, je pa na teh področjih razvitih največ GIS aplikacij. Če razvrstimo zmogljivosti tehnologije GIS z vidika uporabe v poslovnih okoljih od najbolj enostavnih do najbolj zahtevnih, potem lahko navedemo naslednje načine uporabe:

- Kartografski prikazi. Vsi GIS morajo imeti zmožnost izdelave kartografskih prikazov. Pri kartografskih prikazih je v ospredju prikaz atributnih podatkov na karti. Velikokrat se ti programi obravnavajo kot orodja za vizualizacijo, ker omogočajo uporabnikom odkrivati prostorske vzorce v poslovnih podatkih. Primer kartografskega prikaza je lahko karta, ki prikazuje razporeditev bančnih poslovalnic na nekem območju.
- Tematska kartografija. Tematske karte imajo dodatne zmožnosti prikazovanja atributnih podatkov v povezavi s točkami, z linijami in s poligoni. Pri tematskih kartah je eden od izbranih atributov bolj poudarjen od ostalih ali pa so prikazani atributi, ki

so v določeni povezavi. Primer tematske karte je lahko prikaz časovne dostopnosti (npr. 20 minut) do izbranih trgovin.

- Iskanje podatkov. V poslovnih okoljih je veliko podatkov o poslovanju. Če tem podatkom dodamo prostorsko komponento, lahko bistveno povečamo njihovo informacijsko vrednost. Kot primer lahko navedemo trgovsko podjetje, ki ima bazo podatkov o kupcih, kjer je za vsakega kupca naveden njegov naslov (ulica in hišna številka). Prav tako obstaja baza podatkov o lokacijah trgovin podjetja. Klasičen pregled nakupov po kupcih bi vseboval tabelaričen prikaz obsega nakupov po posameznih lokacijah. S pomočjo GIS pa lahko izdelamo kartografski prikaz obsega nakupov po posameznih lokacijah v obliki različno velikih simbolov, ki prikazujejo obseg nakupov.
- Prostorska poizvedovanja. Prostorska poizvedovanja so primer analiz, kjer na osnovi kartografskega prikaza poizvedujemo po atributni podatkovni bazi. Primer takšnega poizvedovanja bi lahko bila nepremičninska agencija, kjer želijo za določeno nepremičnino ugotoviti njene lastnosti (npr. leto izgradnje, komunalna opremljenosti ipd.). V okolju GIS se takšno poizvedovanje izvede tako, da se na ekranu prikažejo vse nepremičnine (npr. v obliki točk). S klikom na izbrano točko se v novem oknu izpišejo vsi podatki za to nepremičnino (izpis vrstice iz atributne baze, ki ustreza točkovnemu objektu). Poleg atributnih – tekstovnih podatkov so v bazi lahko zapisane tudi slike ali video posnetki. Podrobnejše so lokacijske in nepremičninske analize opisne v poglavju 5.3.4.
- Povezovanje baz podatkov. Kot je že omenjeno, je povezovanje poslovnih podatkov s prostorsko lokacijo osnova za uporabo tehnologije GIS. Prostorska lokacija je lahko neposredna (x in y koordinate v določenem koordinatnem sistemu) ali posredna (naslov). Primer povezovanja podatkov lahko predstavlja baza podatkov o kupcih, kjer je za vsakega kupca naveden njegov naslov. Povezava naslova z lokacijo lahko v tem primeru predstavlja navezavo na sistem Registra prostorskih enot (RPE), ki ga vzdržuje Geodetska uprava RS. V tem registru osnovne prostorske enote (hišna številka, prostorski okoliš, statistični okoliš, naselje, občina, upravna enota in država) homogeno pokrivajo celotno državo. Vsaka hišna številka ima svoj centroid (točka vhoda v objekt), prostorske enote pa so grafično prikazane v obliki območij (poligonov).
- Iskanje poti in minimalnih poti. Vprašanje "katera je najkrajša pot iz točke A v točko B?" se pogosto pojavlja v poslovnih okoljih, in to ne samo pri transportnih podjetjih. Zmogljivosti na GIS pri analizah dostopnosti so lahko dopolnjene s tehnologijo lokacijskih storitev, ki omogočajo sledenje v realnem času. Podrobneje so analize dostopnosti prikazane v poglavju 5.3.2.

- Območja koridorjev in pasov. Območja okoli točk, koridorji ob linijah in pasovi okoli območij so opisani že v poglavju 4.2.2.2. Zmožnost GIS, da grafično prikažejo območja in koridorje glede na določeno razdaljo, je uporabna predvsem pri varovanju okolja. Primer uporabe je lahko na področju zavarovalništva, kjer lahko prikažemo poplavno območje reke in na ta način ugotovimo, kateri objekti so v nevarnosti. Pri trgovskih podjetjih lahko s pomočjo območij okoli trgovin analiziramo prodajna območja.
- Točkovne in poligonske analize. Uporaba v naprej določenih območij (npr. RPE) za izvedbo različnih analiz ni smiselna v vseh primerih. Na primer, če želi podjetje preurediti svoja prodajna območja, so podatki registra prostorskih enot za izvedbo te preureditve neprimerni. Preureditev je lahko narejena s pomočjo geokodiranih podatkov o kupcih (npr. podatki o naslovu so prikazani v obliki točk), ki so preneseni na območja, katerih meja je določena na osnovi časovne dostopnosti z avtomobilom.
- Prekrivanja podatkov. Pri postopkih prekrivanja podatkovnih slojev (dva ali več slojev) dobimo rezultate (nove podatkovne sloje) na podlagi atributov z isto lokacijo. Nekateri postopki upoštevajo tudi vrednost atributov pri sosednjih lokacijah. Postopke prekrivanja lahko izvajamo z vektorskimi in rastrskimi sloji. Primer prekrivanja je lahko izračun števila trgovin z živili na prebivalca po naseljih. V tem primeru najprej izvedemo prekrivanje sloja naselij (vektorski sloj območij) s slojem lokacij trgovin (točkovni sloj). Na ta način vsaki trgovini določimo šifro naselja. V atributni tabeli seštejemo število trgovin za vsako naselje in podatke zapišemo v novo tabelo. To tabelo povežemo (angl. *join*) z drugo s tabelo, kjer imamo podatke o številu prebivalcev po naseljih. Sedaj lahko izračunamo število trgovin na prebivalca po naseljih. Dobljene podatke lahko prikažemo v obliki karte, kjer izračunano število trgovin na prebivalca razvrstimo v razrede.
- Analize sosedstva. Analize sosedstva omogočajo ugotoviti, kaj se nahaja v bližini določene lokacije. Pri teh analizah lahko iščemo sosednje prostorske podatke na osnovi izbrane razdalje. Pri enostavnejših operacijah lahko to izvajamo s pomočjo določenih koridorjev in pasov, pri zahtevnejših pa izračunavamo povezanost na osnovi mrežnih analiz. Primer analize je lahko poizvedovanje o številu kupcev, ki živijo v radiju 20-minutne dostopnosti z avtomobilom do izbranih trgovin. Poizvedovanje lahko izvedemo na več načinov. Najbolj enostaven postopek določitve območja (vendar tudi najmanj natančen) je na osnovi radija kroga 5 km okoli izbranih trgovin. Območje lahko določimo tudi z izračunom razdalje dostopnosti po cestnem omrežju na osnovi oddaljenosti (npr. v km) ali pa časovne dostopnosti (npr. 20 min.).

V nadaljevanju so podrobneje prikazani nekateri praktični primeri izvedbe omenjenih analiz na področjih, kjer je največ primerov uporabe GIS tehnologije. Opisani primeri se nanašajo na:

- Analize poslovanja, tržišča in trženjske analize,
- analize dostopnosti, prometne analize,
- demografske analize,
- lokacijske in nepremičninske analize,
- optimizacijske modele.

5.3.1 Analize poslovanja, tržišča in trženjske analize

Vse večja konkurenca narekuje nenehna vlaganja v razvoj novih izdelkov in storitev, s katerimi bo podjetje sposobno pridobiti nove trge. Po drugi strani se tudi kupci vse bolj zavedajo svojega položaja in zahtevajo izdelke in storitve, ki so prilagojeni njihovim željam. Sposobnost za inovacije in hiter nastop na trgu postaja čedalje pomembnejši dejavnik konkurenčne prednosti podjetja. Kreativno razmišljanje in inovacije zagotavljajo uspeh v novem gospodarstvu. Podjetje, ki bo rešitev uvedlo prvo, bo doseglo konkurenčno prednost. Podjetje mora za obstoječe in potencialne stranke zagotoviti čimbolj enostavno zbiranje informacij o svojih izdelkih in storitvah. S tem, ko spoznamo želje kupcev in pripravimo ustrezne načine predstavitve produktov in storitev, lahko dosežemo večjo pripadnost kupcev in s tem zagotovimo nadaljnjo uspešno poslovanje (Longley, 1995, str. 227).

Pri analizi poslovanja ugotavljamo, ali je tisto, kar bi moralo biti doseženo, res doseženo. Cilji podjetja so lahko opredeljeni na ravni celotnega podjetja in na ravni organizacijskih enot. Glede na to lahko analizo poslovanja razčlenimo na dva smiselna dela: analizo poslovnih funkcij in analizo uspešnosti. Analiza poslovnih funkcij proučuje spremembe, ki preko odločitev posameznih poslovnih funkcij vplivajo na doseganje poslovne uspešnosti in na povezovanje z drugimi poslovnimi funkcijami. Drugi del analize poslovanja pa predstavlja proučevanje uspešnosti poslovanja, ki vključuje analizo rentabilnosti, analizo poslovnega izida in analizo poslovnih sredstev. GIS lahko učinkovito uporabimo predvsem na področju analize poslovanja pri:

- Kartografskih prikazih uspešnosti poslovanja,
- kartografskih prikazih uspešnosti oglaševanja,
- analizi odziva na nove produkte,
- kartografskih prikazih uporabe produktov po območjih.

S pomočjo vgrajenih funkcionalnosti orodij GIS lahko pregledujemo podatkovno bazo, da ugotovimo lokacije organizacijskih enot, ki so presegle zastavljene cilje. Uspešnost poslovanja lahko prikazujemo v povezavi z območjem, ki ga pokrivajo. S pomočjo analize območij, ki jih pokrivajo storitve podjetja, lahko optimiziramo lokacije storitvenih centrov.

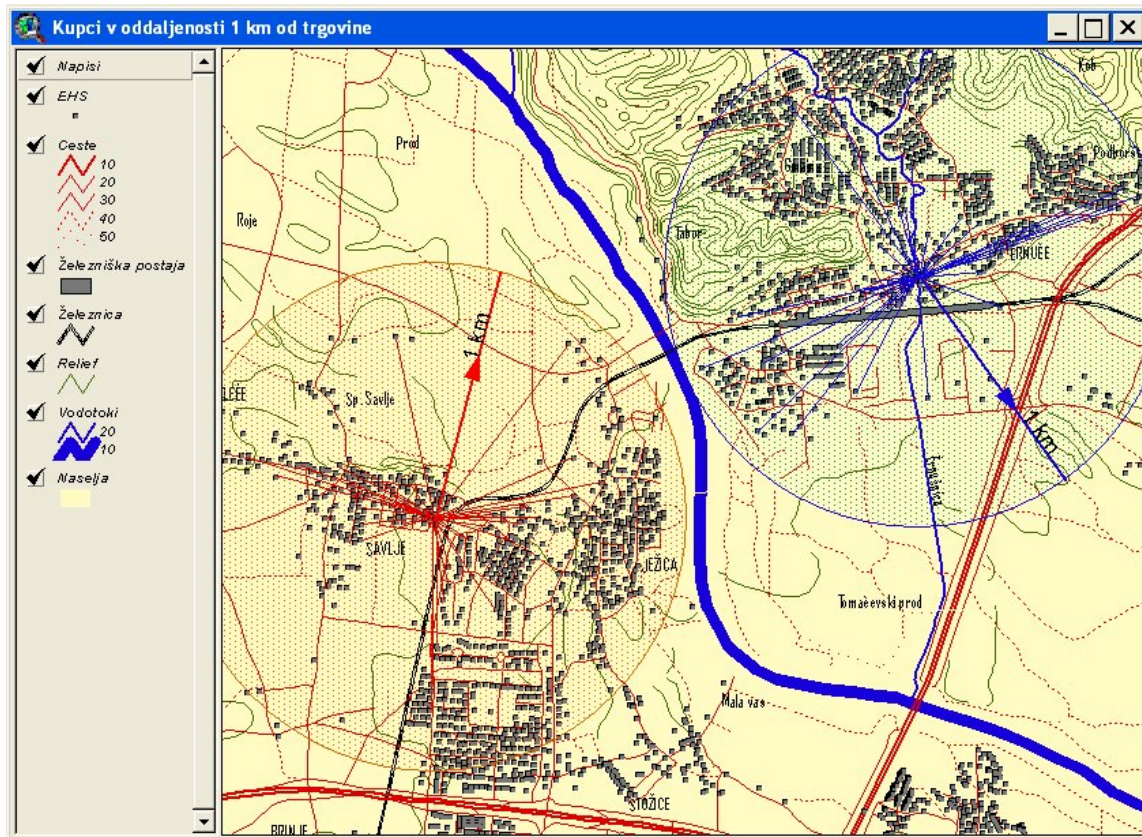
V nadaljevanju je opisan primer izvedbe analize "Kje živijo kupci, ki nakupujejo v izbrani trgovini?"

Podatki. Za izvedbo analize potrebujemo podatke o lokacijah trgovin, sloj cestnega omrežja in za nazornejši prikaz tudi nekatere topografske sloje (relief, vodotoki, imena naselij, železniško omrežje). Vsi omenjeni podatki so že na voljo in jih ni potrebno pretvarjati iz analogne v digitalno obliko. Lokacije trgovin so ponavadi prikazane v obliki točkovnega vektorskega sloja (centroidi hišnih števil), ki ga izdelamo iz evidence hišnih števil iz Registra prostorskih enot. Podatkom Registra prostorskih enot lahko za izbrane objekte dodamo še poslovne podatke (attribute) o obsegu prodaje, številu zaposlenih, prodajnih artiklih ipd. Sloj cestnega (vektorskega) omrežja lahko pridobimo iz Banke cestnih podatkov. Za ostale topografske sloje lahko uporabimo sloje Generalizirane kartografske baze v merilu 1 : 25.000.

Izvedba analize. Analizo lahko izvedemo na več načinov, v splošnem pa primer lahko uvrstimo med analize sosedstva. V teh primerih lahko opredelimo območje, ki nas zanima z zračno razdaljo od lokacije trgovine in aplikacija GIS poišče v radiju kroga vse prostorske pojave, ki se nahajajo znotraj tega območja. Razdaljo lahko opredelimo tudi po cestnem omrežju. V tem primeru določimo želeno razdaljo in aplikacija GIS segmente omrežja, ki so znotraj določene razdalje. Analizo lahko izvedemo tudi tako, da aplikacija GIS izriše povezave prostorskih pojavov z izbrano lokacijo znotraj določene razdalje. Če se lokacija (stavba) nahaja v radiju dveh ali več virov, aplikacija GIS izriše več povezav. Tak način prikazovanja omogoča, da analiziramo, na kakšni oddaljenosti in v kateri smeri so lokacije (kupci) od izbranega vira (trgovine), kateri viri imajo več lokacij in katere lokacije so v bližini več virov (območja se prekrivajo).

Primer izrisanih povezav (ravne linije) med virom (trgovina) in lokacijami objektov (centroidi hišnih števil) v radiju enega kilometra je prikazan na sliki 32.

Slika 32: Kupci v oddaljenosti 1 km od trgovine.



5.3.2 Analize dostopnosti, prometne analize

Analize dostopnosti in prometne analize ponavadi izvajajo podjetja, ki se ukvarjajo z oskrbo, prometom in transportom. Oskrbna podjetja uporabljajo mrežne modele za spremljanje in analizo oskrbe ter izračune prevoženih poti. V večjih mestih se javne službe ukvarjajo z optimizacijo prometnih poti javnega prevoza, nujnih pomoči, odvoza smeti ipd. V poslovnih okoljih skušajo poiskati optimalne poti za dostavo blaga in storitev svojim potrošnikom. Trgovska podjetja uporabljajo analize dostopnosti, da ugotovijo dostopne čase do svojih trgovin in določijo območja, ki jih pokrivajo. Za reševanje omenjenih problemov lahko uporabimo tehnologijo GIS. Uporaba GIS na področju iskanja optimalnih poti je lahko še učinkovitejša s podporo satelitskih navigacijskih sistemov.

Razvoj mobilnih komunikacijskih sistemov (npr. GPRS, UMTS) je zelo spremenil način našega komuniciranja. Pri mobilnih komunikacijskih napravah je glas postal samo eden od mnogih načinov komunikacije poleg podatkov, slik in video posnetkov. Mobilnost teh naprav in možnost osebne identifikacije je skupaj z možnostjo dinamične določitve lokacije

omogočila razvoj lokacijskih storitev (angl. *Location Based Services*). Te storitve omogočajo sprotno določanje in pošiljanje podatkov o lokaciji preko mobilnega komunikacijskega omrežja. Z vidika GIS predstavljajo lokacijske storitve njihovo dopolnitev v smislu mobilnosti in dinamične določitve lokacije.

Analize dostopnosti in prometne analize temeljijo na mrežnih analizah, ki uporabljajo matematične algoritme za obdelavo geometrije povezav med križišči. Podatki o omrežju so ponavadi shranjeni v vektorski obliki. Pri tem je pomembno, da je zgrajena ustrezna topologija (da se povezave stikajo v križiščih brez vrzeli). Za izvedbo analiz potrebujemo podatkovne sloje, ki ponazarjajo omrežja iz narave (npr. cestno omrežje).

V splošnem obstajajo tri osnovne vrste mrežnih analiz: sledenje, iskanje optimalne poti in postopek dodelitve elementov. Sledenje omogoča poiskati pot skozi omrežje glede na kriterije, ki jih določi uporabnik. Iskanje optimalne poti omogoča poiskati pot, ki izpolnjuje določene kriterije. Nekateri možni kriteriji za izbiro optimalne poti so najkrajša razdalja, najhitrejša pot in najcenejša pot. Možne so tudi izbire od točke do točke (izvor in ponor) ali pa med več točkami (z več vmesnimi postanki). Postopek dodelitve določi mrežne elemente izbranim točkam (središčem). Te izbrane točke so lahko trgovine (določanje območja za oskrbo), šole (določanje šolskih okolišev), avtobusna postajališča (določanje potrebnih zmogljivosti).

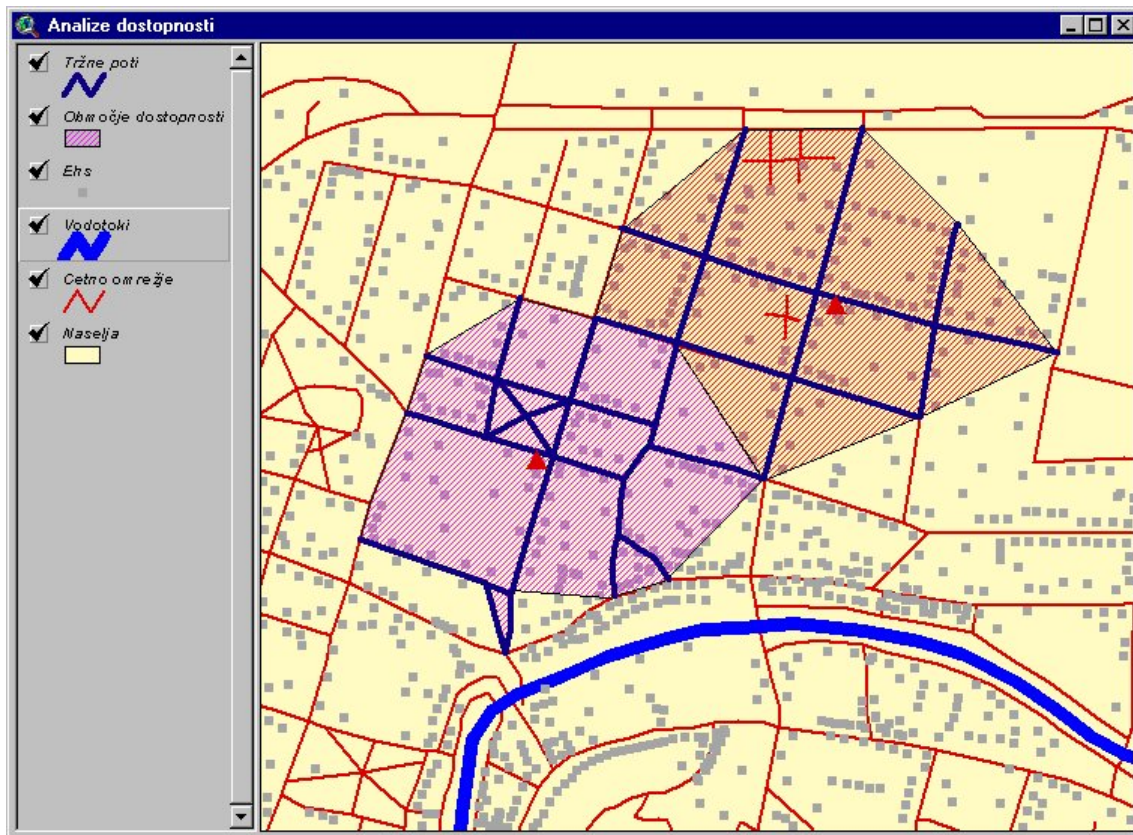
V nadaljevanju je opisan primer dodelitve mrežnih elementov na podlagi določene razdalje (dostopnost po cestnem omrežju v razdalji 200 m od izbrane trgovine).

Podatki. Za izvedbo mrežnih analiz je osnova pravilno sestavljeno omrežje. Sistem omrežja temelji na povezavah, kjer je za vsako linijo določeno, kje (v katerem križišču) se povezuje z drugo linijo. V okolju GIS je pri atributnih podatkih za vsako linijo zapisan podatek o njeni dolžini, tako da teh podatkov ni potrebno zajemati iz drugih virov. Pri mrežnih analizah ugotavljamo, kateri mrežni elementi so znotraj določene razdalje ali v določenem časovnem oz. stroškovnem okviru od izbranega centra. Centre nam ponavadi predstavljajo točke, kjer ljudje, blago ali storitve pričenjajo svojo pot. V večini primerov je potrebno omrežje na novo oblikovati glede na zahtevan namen, le v nekaterih primerih (sloj cestnega omrežja državnih cest) lahko uporabimo že pripravljene podatke.

Analiza. Aplikacija GIS izvede analizo tako, da prične od centra (izhodiščna točka) računati razdaljo do vsakega bližjega vozlišča (križišča) na omrežju. Če je izračunana razdalja manjša od maksimalno določene vrednosti, označi povezavo (linijo) z oznako izhodiščnega centra. Postopek se nadaljuje tako, da se na naslednjem vozlišču pri označenih povezavah preverijo razdalje do vseh sosednjih vozlišč. Nato se seštejejo vse izračunane razdalje povezav do

trenutnega vozlišča. Ta proces se nadaljuje, dokler se ne doseže maksimalna (določena) razdalja. Slika 33 prikazuje primer omrežja, ki ustreza radiju dostopnosti 200 m od izbrane trgovine.

Slika 33: Dostopnost do trgovine po cestnem omrežju v radiju 200 m.



5.3.3 Demografske analize (gostota prebivalstva, segmentacija kupcev)

Na trgu je čedalje večja konkurenca med ponudniki blaga in storitev. Zato si ti vedno znova poskušajo poiskati nove poti do kupcev. Ker pa ti hitro spreminjajo svoje nakupne navade, so potrebne vedno nove opredelitve, kdo so ključni kupci, kakšne so njihove nakupne navade in kateri so tisti izdelki, po katerih najpogosteje posegajo. Segmentacija omogoča ponudnikom blaga in storitev lažjo razlago in razumevanje različnosti kupcev, poenostavlja izvedbo tržnih akcij, razlago življenjskih stilov in situacij in združevanje različnih vrst podatkov o kupcih, izdelkih in konkurenci. Dobro poznavanje geografskih, demografskih, psihografskih in vedenjskih značilnosti kupcev omogoča izvedbo boljših odločitev v zvezi s trženjem. Geografsko segmentiranje omogoča razdelitev kupcev glede na različne geografske enote, na primer države, pokrajine in naselja. Demografsko segmentiranje temelji na delitvi kupcev v

skupine na podlagi demografskih spremenljivk, kot so starost, spol, velikost družine, življenjski status, dohodek, poklic, izobrazba ipd. Psihografsko segmentiranje deli kupce na različne skupine na podlagi njihove pripadnosti določenemu družbenemu sloju, življenjskemu slogu in osebnostnih značilnosti. Vedenjsko segmentiranje deli kupce glede na priložnosti, koristi, status, zvestobo, pripravljenost za nakup in odnos do izdelka.

Sistemi za segmentacijo temeljijo na predpostavki, da se združujejo ljudje s podobnim okusom, življenjskim stilom in obnašanjem. Te lastnosti ljudi je mogoče meriti, predvidevati in razvrščati v skupine. Povezovanje demografskih podatkov s prostorskimi omogoča izdelavo območij – sosedstev različnih življenjskih stilov. Sosedstva so območja na katerih se izvajajo postopki segmentacije. To so naravna ali umetno ustvarjena območja, kjer živijo ljudje, ki jih združujejo podobne zahteve glede bivanja, delovanja in varnosti. Značilnosti sosedstev omogočajo analizo posebnosti, sestave in obnašanja. Sosedstvom sorodna območja so infrastruktura, transport, šolski sistem in ostali elementi, ki so relativno stabilni v daljšem časovnem obdobju.

V okolju GIS lahko z metodami izračuna in prikaza različnih gostot (različne statistične metode) dobimo odgovore na vprašanja, povezana z lastnostmi prebivalcev na obravnavnem območju. To so na primer naslednja vprašanja:

- Kje je največja rast prebivalstva?
- Kakšne so značilnosti prebivalcev, ki živijo v območju različne časovne dostopnosti od izbranih lokacij?
- Koliko večjih gospodinjstev je v določenem območju od izbranih lokacij?
- Kakšen je dohodek prebivalcev v izbranem območju?

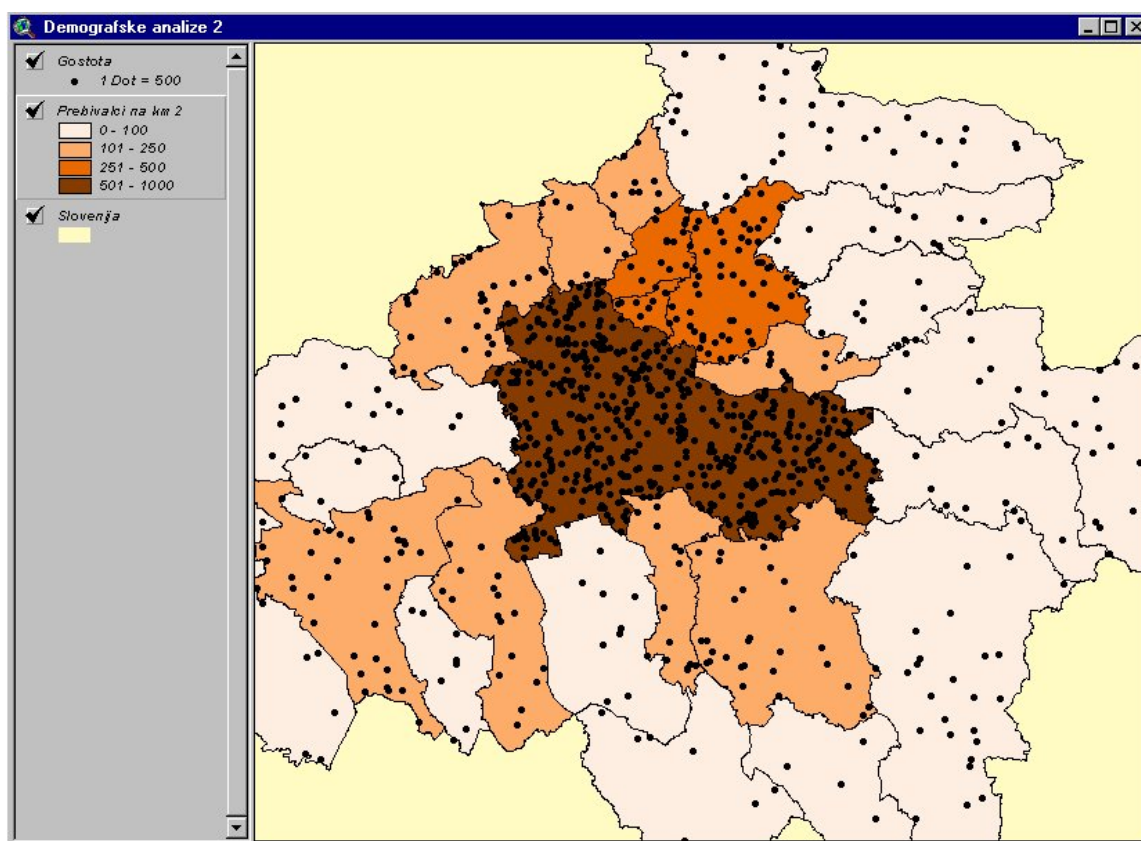
V nadaljevanju je opisan primer izvedbe analize gostote prebivalstva na določenem območju. Prikaz podatkov v obliki gostote prostorskih pojavov omogoča, da izmerimo število pojavov glede na neko enoto (npr. m² ali ha) in na ta način bolje vidimo distribucijo. Analiza gostot je primerna pri analizi različno velikih območij (npr. naselja, občine ipd.), kjer lahko proučujemo, ali določena območja izpolnjujejo zahtevane kriterije. Koncentracijo prostorskih pojavov lahko prikažemo tako, da enostavno izrišemo njihove lokacije (npr. točkovni sloj lokacij bančnih poslovalnic). V tem primeru bomo v območjih z veliko gostoto pojavov težko ločili območja, ki imajo večjo gostoto od ostalih.

Podatki. Za izvedbo analize potrebujemo podatke o številu prebivalcev za določeno prostorsko enoto. Podatke o prebivalcih in gospodinjstvih lahko pridobimo iz popisov prebivalstva, ki jih izvaja Statistični urad RS. Ti podatki so geokodirani po prostorskih enotah Registra prostorskih enot.

Analiza. Analizo izvedemo tako, da najprej izračunamo število prebivalcev glede na velikost območja. V ta namen najprej dodamo v atributno tabelo območij novo polje, kjer bodo zapisani podatki o gostoti. Nato izračunamo gostoto tako, da delimo število prebivalcev s površino območja. Izračun prilagodimo glede na natančnost, ki jo želimo imeti (npr. m²). Gostota podatkov je ponavadi prikazana v obliki različno obarvanih območij, ki so razvrščena v razrede. V poglavju 4.2.2.4 so podrobneje predstavljene metode razvrščanja podatkov v razrede.

Na sliki 34 lahko vidimo, kje je skoncentrirana večina prebivalstva. Gostota prebivalcev je prikazana enkrat v obliki točkovnega sloja (1 pika je 500 prebivalcev). Drug sloj območij občin pa prikazuje število prebivalcev na km², ki so razvrščeni v štiri razrede.

Slika 34: Primer demografskih analiz.



5.3.4 Lokacijske in nepremičninske analize

V poslovnem svetu se razlika med uspehom in neuspehom velikokrat zoži na en sam element: izbira prave lokacije. Pri odločanju in umestitvi bodočih lokacij v prostor, tako pri proizvodnji

kakor tudi pri distribuciji, lahko odločitve, ki niso optimalne povzročijo zmanjšanje prodaje ali pa celo popoln upad, ne glede na to, kako dobri so izdelki ali storitve. Danes, ko vlada na področju trgovine velika konkurenca, je zelo pomembno vedeti, kje živijo in delajo naši kupci in kakšna je njihova dostopnost. S pomočjo GIS lahko združujemo poslovne podatke o prodaji, kupcih, konkurenci in prostorske podatke tako, da prikažemo vplivna območja trgovine, tržne deleže, razporeditev kupcev ipd. Ko se pogoji na tržišču spremenijo, lahko s pomočjo GIS analiziramo obstoječe strategije, pripravimo nove.

Uporaba tehnologije GIS na področju lokacijskih in nepremičninskih analiz je prisotna predvsem pri:

- Izbiri lokacije,
- optimizaciji lokacij,
- upravljanju nepremičnin,
- različnih oblikah ponazoritve nepremičnih (karte, slike, 3D prikazi),
- statističnih analizah nepremičnin (demografske, okoljske, lastniške).

Največ uporabnikov GIS na področju nepremičninskih analiz je med nepremičninskimi agencijami, investitorji, gradbenimi podjetji, cenilci nepremičnin, zavarovalnicami, upravljavci nepremičnin in davčnimi organi. GIS tehnologija omogoča uporabnikom sprejemati zanesljivejše odločitve, ki temeljijo na prostorskih analizah, različnih prikazih podatkov (npr. 3D, video) in proučevanju različnih možnosti, ki jih s klasičnimi postopki ne moremo izvesti. Pri lokacijskih in nepremičninskih analizah se uporabljajo predvsem naslednje funkcionalnosti tehnologije GIS:

- Iskanje določene lokacije po naslovu,
- iskanje ustreznih informacij na ekranskem prikazu (npr. s klikom na izbrano lokacijo na karti se izpiše seznam opisnih podatkov za izbran objekt, tudi s fotografijami, 3D prikazi ipd.),
- priprava različnih tematskih kart v obliki obarvanih območij (npr. območja naselij razvrščena v razrede glede na dohodek prebivalcev),
- oblikovanje območij koridorjev in pasov ter analiz sosedstva,
- oblikovanje različnih poslovnih grafikonov (npr. histogrami, krožni diagrami) iz poslovnih in prostorskih podatkov,
- analiza omrežij (npr. iskanje najhitrejše/najcenejše poti med dvema točkama),
- shranjevanje in logično povezovanje različnih vrst slik s podatki o nepremičninah (npr. slike, letalski posnetki, satelitski in video posnetki).

Za izvajanje nepremičninskih analiz v okolju GIS potrebujemo kvalitetne in ažurne podatke o nepremičninah (npr. katastrske, zemljiškoknjižne, topografske ipd.). Tehnične podatke o zemljišču (grafične in opisne) opisujejo podatki zemljiškega katastra (npr. parcelna številka in

površina), podatki o lastništvu in drugih stvarnih pravicah pa so vpisani v zemljiški knjigi. Grafični in atributni podatki o stavbah se vodijo v centralni bazi stavb, ki vsebuje podatke obliki, površini, številu etaž ipd. Podatki o nepremičninah se vodijo tudi v drugih evidencah (npr. dejanska raba prostora), različnih infrastrukturnih katastrih (npr. prometna, komunalna, energetska infrastruktura).

V nadaljevanju je opisan primer izvedbe analize pozidanosti na določenem območju.

Podatki. Za izvedbo analize potrebujemo podatke o lokaciji stavb na izbranem območju (naselja). Podatke o lokaciji stavb dobimo iz Evidence hišnih števil, podatke o območjih naselij pa iz Registra prostorskih enot. Za nazornejši prikaz podatkov lahko uporabimo sloj cestnega in železniškega omrežja ter vodotokov.

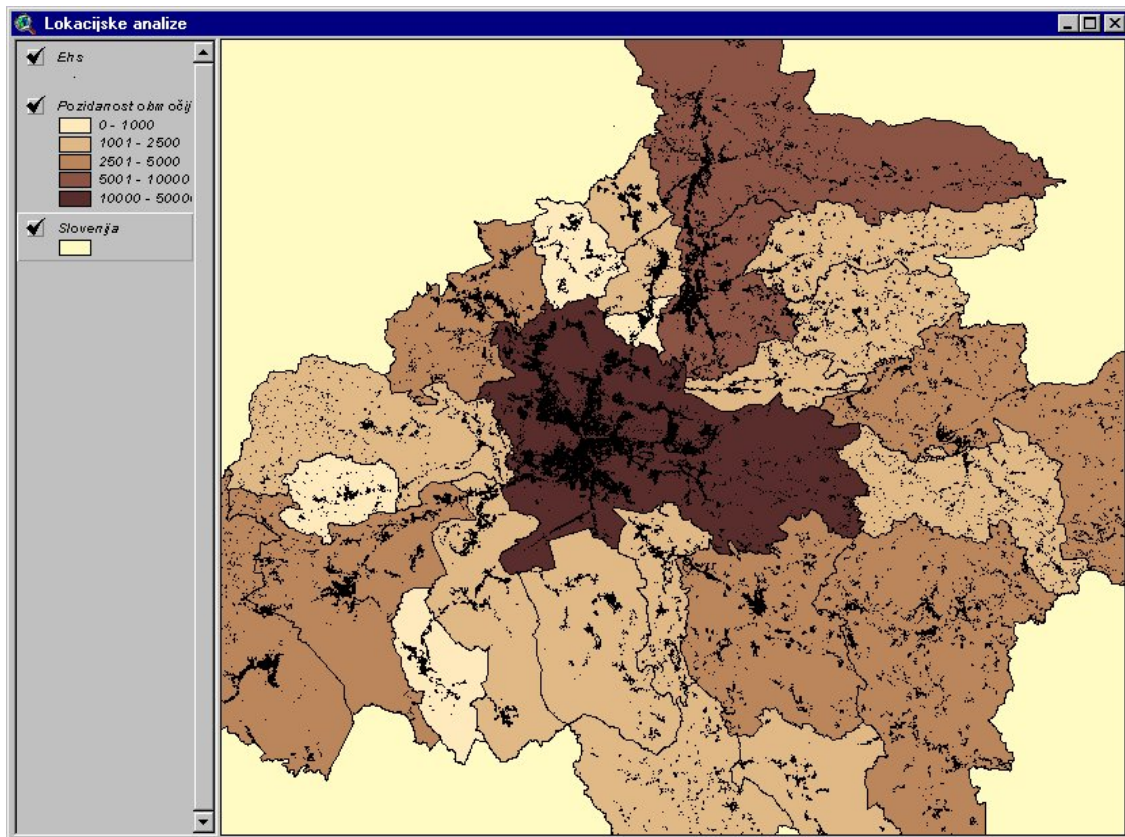
Analiza. Analizo izvedemo tako, da najprej izvedemo prostorski presek med centroidi hišnih števil in območji naselij, da ugotovimo, koliko objektov je v posameznem naselju. Nato izvedemo seštevanje števila hišnih števil v posameznem naselju. Rezultate prikažemo v obliki petih razredov, kjer so posamezna naselja razvrščena in obarvana glede na število objektov v posameznem naselju.

Slika 35 prikazuje primer pozidanosti naselij, ki so razvrščena v 5 razredov hkrati s izrisom centroidov hišnih števil.

5.3.5 Optimizacijski modeli (optimizacija oskrbnih verig)

Upravljanje oskrbnih verig postaja v zadnjem času eno najmočnejših orodij za izboljšanje poslovanja. Dobavitelji, proizvajalci, distributerji, prodajalci in vsi, ki skrbijo za storitvene dejavnosti ugotavljajo, da morajo spremeniti taktično in operativno delovanje, sicer bodo izgubili bitko z močnejšo oskrbno verigo. Upravljanje oskrbnih verig je logistični proces, ki vključuje nakup surovin, njihovo obdelavo in predelavo, pakiranje, dostavo, skladiščenje in prodajo. Podjetja se usmerjajo zlasti v spremembe odnosov s poslovnimi partnerji, učinkovitejšo logistiko, prenavo poslovnih procesov ali izboljšanje in spremembo distribucijskih kanalov. Cilj prvih poskusov izboljšanja procesov je bil zmanjšanje stroškov, z izboljšanim procesom nabave, logistike in distribucije. V naslednjih korakih pa postaja ključnega pomena partnerstvo med podjetji in učinkovita uporaba vseh tehničnih možnosti

Slika 35: Primer analize pozidanosti naselij.



Upravljanje oskrbnih verig lahko v grobem razdelimo na dva dela: planiranje in izvajanje. Proces planiranja je usmerjen na napoved potreb, simulacijo zalog, učinkovito distribucijo, transport, planiranje proizvodnje in terminsko usklajevanje. Proces izvajanja se nanaša na nabavo, proizvodnjo in distribucijo izdelkov v celotni vrednostni verigi. Učinkovito upravljanje oskrbne verige se mora osredotočiti predvsem na:

- Terminsko usklajevanje in planiranje,
- prilagodljivo oskrbo in učinkovit proces, ki hitro reagira na kupčeve zahteve, ki se prenašajo po hitrem informacijskem toku,
- čim krajši čas od naročila do dobave,
- učinkovito administracijo transporta,
- točne, primerne podatke, ki so na voljo v procesu potreb oskrbne verige.

V zvezi z oskrbnimi verigami omogoča prostorska komponenta podatkov v okolju GIS poiskati odgovore na naslednje tipična vprašanja:

- Kje je določena lokacija?
- Kaj se nahaja v bližini?

- Po kakšni poti pridemo do izbrane lokacije?

Povezava poslovnih podatkov iz ERP, SCM, in CRM sistemov z GIS omogoča izvedbo različnih prostorskih poizvedovanj, načrtovanje potovanj, analizo okolišev ipd., kar lahko vpliva na povečanje učinkovitosti upravljanja oskrbnih verig. GIS aplikacije, razvite za podporo oskrbnih verig, imajo ponavadi naslednje osnovne štiri funkcionalnosti:

- Prostorsko opredelitev storitev,
- izračun najkrajših, najhitrejših, najcenejših poti,
- izdelava kartografskih prikazov prometnega omrežja,
- izdelava "potovalnih tabel" s prikazom potovalne smeri, minimalnimi in maksimalnimi potovalnimi časi in razdaljami.

Širši vidik uporabe tehnologije GIS pri optimizaciji transporta in oskrbnih verig lahko opišemo z uporabo na naslednjih področjih:

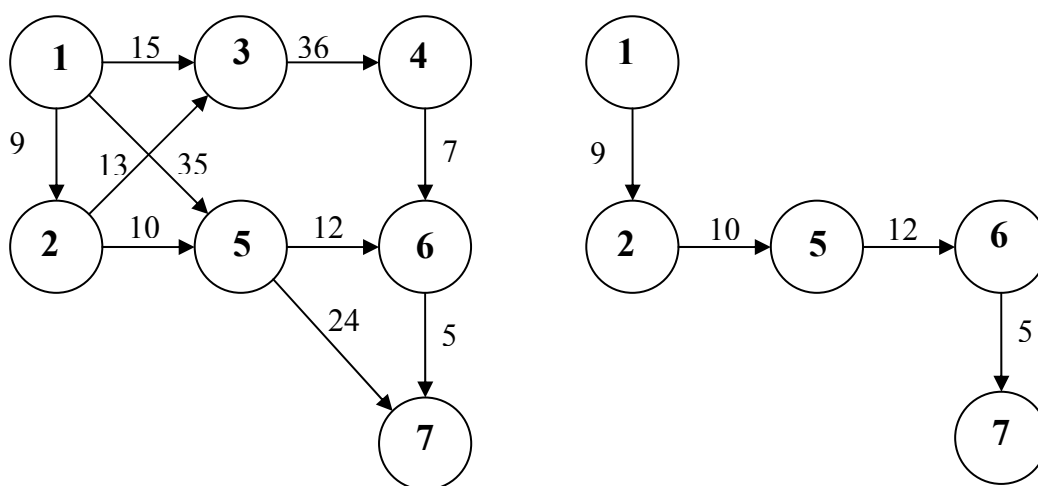
- Optimizacija razporeditve in števila skladišč,
- optimizacija razporeditve dobaviteljev,
- ocena različnih alternativ razporeditve storitev,
- modeliranje različnih variant mrežnih modelov,
- optimizacija dostavnih poti (npr. najcenejše, najkrajše, najhitrejše),
- odkrivanje kritičnih poti,
- analiza ranljivosti sistema.

V nadaljevanju je opisan primer optimizacije dostavnih poti. Primer izhaja iz mrežnih analiz, in opisuje izračun najkrajše poti med začetno in končno točko. Na osnovi podatkov, ki so shranjeni v mrežnem modelu, lahko z mrežnimi analizami iščemo različne (npr. najkrajše, najhitrejše) poti in izberemo najprimernejše rešitve. Pri izvedbi mrežne analize iskanja najkrajše poti med dvema točkama v mreži, se upoštevajo razdalje med vozlišči in omejitve v modelu (npr. enosmerna cesta ali prepoved zavijanja). V mrežni model lahko vključimo točkovne in linijske elemente. Slika 37 prikazuje primer optimizacije dostavnih poti z uporabo izračuna najkrajše poti med dvema lokacijama.

Podatki. Za izvedbo analize potrebujemo podatke o cestnem omrežju in podatke o začetni in končni točki potovanja. Pred izvedbo analize moramo preveriti ali je zgrajena topologija omrežja brez napak. V atributni tabeli označimo začetne in končne točke, enosmerne ceste, vnesemo podatke o omejitvah (npr. ceste v rekonstrukciji, omejitve hitrosti ipd.) Za nazornejši prikaz analize lahko uporabimo topografske sloje pozidanih površin, reliefa, vodotokov ipd.

Analiza. Metode iskanja najkrajših poti večinoma temeljijo na Dijkstrovem (1959) algoritmu, ki rešuje problem iskanja najkrajše poti v usmerjenem grafu $G = (V, E)$, pri čemer je V množica vozlišč (angl. *vertices*), E pa množica povezav (angl. *edges*). Dijkstrov algoritem se uporablja predvsem na usmerjenih grafih. Ker je vsaka najkrajša pot brez ciklov, je tudi združitev vseh najkrajših poti v en graf brez ciklov (drugače vsaj ena izmed poti ne bi bila najkrajša). Algoritem gradi vpeto drevo vozlišč tako, da izhodiščnemu vozlišču (koren drevesa) doda vozlišče, ki še ni v drevesu in za katerega velja, da ima najkrajšo pot od izhodiščnega vozlišča. Iskanje najkrajše razdalje se nadaljuje po vseh možnih poteh do potrjenega vmesnega vozlišča proti ciljnemu vozlišču, dokler algoritem ne najde naslednjega vmesnega vozlišča. Algoritem poišče najkrajšo pot do ciljne točke s ponavljanjem omenjenih korakov. Tako doseže, da ne obstaja najkrajša pot do izbranega vozlišča preko nekega vozlišča, ki še ni v grafu. Algoritem za svojo implementacijo uporablja prioriteto vrsto vozlišč, za katera je že znana dolžina vsaj ene poti od začetnega vozlišča. V prioritetni vrsti se hranijo dolžine najkrajših poti za vsako vozlišče. V prioritetni vrsti ima vsak element pridruženo oznako prioritete, ki določa vrstni red brisanja elementov iz vrste. Slika 36 prikazuje primer usmerjenega grafa z nenegativnimi razdaljami med vozlišči in primer iz tega grafa zgrajenega vpetega drevesa najkrajših poti.

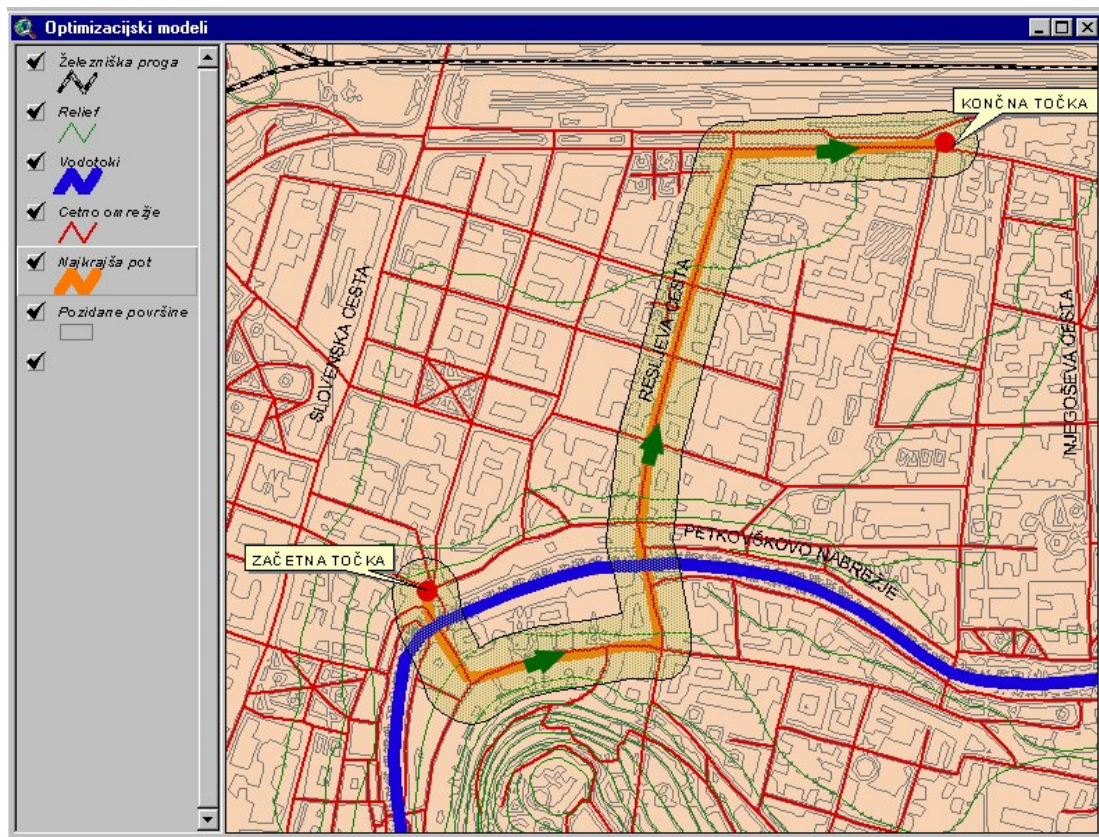
Slika 36: Primer usmerjenega grafa in drevesa najkrajših poti.



Usmerjen graf z razdaljami
med vozlišči

Drevo najkrajših poti

Slika 37: Primer iskanja najkrajše dostavne poti.



Opisani praktični primeri prikazujejo način izvedbe prostorskih analiz v okolju GIS. Z opisom izbrane metode, potrebnih podatkov in grafičnega prikaza rezultatov je prikazan možen pristop pri uporabi GIS v poslovnem okolju. Eden od namenov prikaza opisanih primerov je odkrivanje načinov, kako si lahko z tehnologijo GIS pomagamo pri reševanju poslovnih problemov.

Študije primerov omogočajo lažje razumevanje vloge, ki jo lahko imajo GIS pri odzivanju podjetij na pritiske okolja in zagotavljanju konkurenčne prednosti.

6. ZAKLJUČEK

Magistrsko delo na sistematičen in celovit način prikazuje možnosti uporabe geografskih informacijskih sistemov v poslovnem okolju. Opravljena pregledna raziskava opisuje na osnovi teoretičnih in praktičnih vidikov možne koristi, ki jih poslovni sistemi lahko imajo od tehnologije GIS. Prikaz osnovnih značilnosti in zmožnosti te tehnologije s poudarkom na poslovnem vidiku omogoča razširjenje znanja o tej tehnologiji in lažje odločanje o tem, kako jo uporabiti v praksi. Opisan primer uvajanja te tehnologije prikazuje praktičen način izvedbe procesa uvajanja v poslovnem okolju.

Eden od ciljev naloge je opisati vlogo in pomen tehnologije GIS v poslovnem sistemu in njegovo povezanost oz. vključenost v celoten informacijski sistem. Ta cilj je dosežen z opisom povezave med GIS in odločanjem na operativni, taktični in strateški ravni. Cilj naloge je tudi prikaz izbranih praktičnih primerov prostorskih analiz, ki opisujejo primere uporabe na poslovnem področju. V nalogi so opisani primeri uporabe tehnologije GIS pri analizi poslovanja, tržnih in analizah dostopnosti, segmentaciji kupcev, lokacijskih analizah in optimizaciji oskrbnih verig. Magistrska naloga tako opisuje področja prostorskih analiz (angl. *geo-analysis*) in geotrženja (angl. *geo-marketing*, *spatial marketing*), področij, ki se pojavljajo tudi v slovenskem prostoru in pridobivajo vedno večji pomen.

V slovenskem prostoru je uporaba tehnologije GIS še vedno večinoma prisotna v tradicionalnem GIS okolju (varovanje okolja, naravni viri, planiranje in urejanje prostora, kmetijstvo, kartografija, infrastruktura ipd.). Eden od glavnih ciljev naloge je opis možnosti za povečanje uspešnosti podjetij, ki na prvi pogled nimajo nič skupnega s prostorskimi podatki. Naloga tako opisuje področje uporabe tehnologije GIS v poslovnem okolju, kjer je v Sloveniji še vedno malo praktičnih izvedb. S tega vidika je pomen naloge v sistematičnem in celovitem pregledu možnosti uporabe GIS v poslovnem okolju.

Z metodološkega vidika lahko magistrsko delo razdelim v tri dele. V prvem delu najprej obravnavam osnovne opredelitve GIS (podatki, postopki, oprema), njegove značilnosti, komponente in vlogo, ki jo lahko ima v poslovnem sistemu. V tem delu sem predstavil tudi primer uvajanja GIS v poslovno okolje, ki izhaja iz lastnih izkušenj pri delu z GIS. Poudaril sem predvsem pomen sistematičnega pristopa pri uvajanju GIS. Drugi del obravnava opredelitev in prikaz prostorskih analiz. S teoretičnega vidika so opisane nekatere najbolj pogoste prostorske analize in kartografski prikazi. V tretjem delu pa so prikazani praktični načini možne uporabe GIS v poslovnem okolju (analiza tržišča, dostopnosti, segmentacije kupcev, lokacijske analize ipd.).

Uspešna uvedba GIS v poslovno okolje je odvisna od različnih dejavnikov. V drugem poglavju je poudarjeno, da uporaba GIS le kot orodja za avtomatizacijo določenih procesov ni dovolj ter da mora biti le-ta integriran v celoten IS podjetja. Pri uvajanju GIS v poslovnih okoljih se moramo zavedati nekaterih pomembnih dejstev:

- Pridobivanje prostorskih podatkov je časovno in finančno zelo zahtevno. Po nekaterih ocenah znašajo stroški za podatke od 60 do 80 odstotkov vseh stroškov.
- Tehnologija GIS je draga in zahteva kadre s posebnimi znanji.
- Programska orodja so kompleksna.
- Večina poslovnih sistemov še vedno temelji na obdelavi transakcijskih podatkov, malo podjetij uporablja sisteme za podporo odločanju.

Na podlagi teoretičnih spoznanj in lastnih izkušenj pri delu s tehnologijo GIS se je pokazalo, da je za uspešno uporabo GIS v poslovnih okoljih potrebno upoštevati:

- Spremembo pogledov na nove tehnologije. Na GIS se ne sme gledati kot na še eno "podporno" orodje, ampak mora biti ta del celotne informacijske strategije podjetja.
- GIS s svojimi zmožnostmi zajemanja, shranjevanja, obdelave, analiziranja in prikazovanja prostorskih podatkov omogoča podporo procesom odločanja.
- Prostorsko komponento. Velika večina poslovnih podatkov ima prostorsko komponento. S pomočjo GIS lahko odkrivamo nove informacije, odnose, povezave, ki jih s klasičnimi informacijskimi orodji ne moremo. Z dodajanjem prostorske komponente poslovnim podatkom lahko izboljšamo njihovo informacijsko vrednost na različnih področjih (nabava, distribucija, trženje), predvsem pa pri orientaciji na kupce.
- Porast internetnih storitev, kjer bodo GIS odigrali pomembno vlogo, ker obravnavajo tako življenjski prostor posameznika kakor tudi gospodarskih družb.

Naslednja pomembna ugotovitev magistrskega dela je, da se aplikacije GIS počasi selijo iz podpore operativnim procesom k podpori odločanju in strateškim sistemom, kot je to opisano v poglavju 2.4. Zahteve po učinkovitejšem modeliranju in prostorskih analizah se povečujejo in zahtevajo od izdelovalcev orodij za GIS, da v svoje programe vgrajujejo posebne module, ki so namenjeni uporabi v poslovnih okoljih. Kako lahko podjetja izkoristijo te možnosti in vplivajo na povečanje učinkovitosti poslovanja, je opisano v petem poglavju.

Tudi v pričujoči nalogi se je pokazalo, da informacijski sistemi podjetij rastejo in se spreminjajo. Dinamični poslovni sistemi in njihovi informacijski sistemi, ki so se sposobni prilagajati spremembam, imajo možnosti za obstoj. Podjetja se morajo zavedati, da se konkurenčnost povečuje ter da prihaja tudi do sprememb v pričakovanih kupcev, ki so postali veliko bolj zahtevni in izbirčni. Če na nove tehnologije gledamo kot na nove priložnosti, potem lahko le-te prispevajo k povečanju uspešnosti in učinkovitosti poslovanja. Podjetja, ki bodo uvedla GIS v svoje poslovno okolje in ga integrirala v celoten informacijski sistem kot novo poslovno priložnost, ne pa le kot tehnologijo, ki bo sama skrbela za avtomatizacijo delčka njihovega poslovanja, bodo poslovala bolj učinkovito in uspešno ter imela precejšnjo prednost pred tekmeci.

V sklepnih mislih naj poudarim, da so orodja za GIS v zadnjih letih, predvsem zaradi hitrega razvoja informacijske tehnologije, večje ponudbe prostorskih podatkov, pojava večpredstavitvenih vsebin in drugih tehnologij, postala zanimiva za širši krog uporabnikov. Tudi v Sloveniji je primerov uporabe te tehnologije na različnih področjih vedno več. Razumevanje prostorskega vidika poslovnih podatkov bo pri obravnavi poslovanja podjetij lahko imelo ključno vlogo pri strateških odločitvah, zagotavljanju konkurenčnosti, ustvarjanju novih poslovnih priložnosti in utrjevanju položaja na trgu. Prispevek naloge k povečanju uvajanja tehnologije GIS v poslovno okolje vidim tudi v tem, da naloga na sistematičen in celovit način predstavi tehnologijo GIS in njene možnosti uporabe.

7. LITERATURA IN VIRI

LITERATURA

1. **Antenucci** John C. et al.: Geographics Information Systems: A guide to the technology. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991, 293.
2. **Bakos**, J.Y, Treacy W.M.: Information Technology and Corporate Strategy: A Research Perpective. MIS Quaterly, junij 1986, 107-119.
3. **Boldin**, Danijel, Jakoš, Aleksander: Analiza prostorskih podatkov o nepremičninah za potrebe Mestne uprave MOL: Raziskovalna naloga za potrebe Mestne uprave Mestne občine Ljubljana. Ljubljana: Urbanistični inštitut Republike Slovenije, 2000, 247.
4. **Booth** Bob: Using ArcGIS 3D Analyist. Redlands: ESRI Press, 1999, 203.
5. **Boyles** David: GIS Means Business: Volume two. ESRI Press, Redlands, 2002, 161.
6. **Čeh** Marjan: Semantična integracija zbirk prostorskih podatkov. Ljubljana: Prostorskoinformacijska enota ZRC SAZU, 2003, 151.
7. **Drobne** Samo: Katere formule so temelj prostorskim analizam v GIS-u: GIS v Sloveniji 1997-1998. Ljubljana: Znanstveno raziskovalni center SAZU, 1998, 111-124.
8. **Frank** Andrew U.: GI can improve efficiency of economy by 15%. A Pamphlet in Support of GI2000, 1999, 8.
9. **Frank** Andrew U., Gruenbacher, A.: What is relevant in a dataset? Proceedings of Agile, 2002, 57-61.
10. **Fotheringham** Stewart, Rogerson Peter: Spatial analysis and GIS. London: Taylor & Francis, 1994, 281.
11. **Grad** Janez, Jaklič Jurij: Baze podatkov. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1996, 254.
12. **Grad** Janez, Jaklič Jurij: Poslovna informatika – znanja za managerje. Ljubljana: Uporabna informatika, št. 3, 2000, 169-176.
13. **Gradišar** Miro: Uvod v informatiko. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2003, 516.
14. **Gradišar** Miro, Resinovič Gortan: Informatika v poslovnem okolju. Ljubljana: Ekonomska fakulteta v Ljubljani, 2001, 508.
15. **Gradišar** Miro: Metode načrtovanja informacijskih sistemov: Organizacija in kadri. ISSN 0350-1531. 27, št. 6, 1994, 573-584.
16. **Gričar** Jože: Poslovni informacijski sistem, študijsko gradivo. Kranj: Fakulteta za organizacijske vede, Univerza v Mariboru, 2002, 27.
17. **Goodchild** F. Michael, Kemp K. Karen: Application issues in GIS. NCGIA core curriculum. National Center for geographic Information and Analysis, University of California, 1992.
18. **Goodchild** Michael F.: Spatial Analysis and GIS: Pre-Conference Seminar. ESRI User Conference, San Diego, 2001, 47.
19. **Grimshaw** David J.: Bringing Geographical Information Systems Into Business. GeoInformation International, 1996, 273.

20. **Jaklič** Jurij: Upravljanje in uporaba podatkovnih virov. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1999, 154.
21. **Harder** Christian: Serving Maps on the Internet. Redlands, ESRI Press, 1998, 130.
22. **Hearn** Donald, Baker M. Pauline: Computer Graphics. Prentice-Hall, 1986, 352.
23. **Jerman-Blažič** Borca et al.: Elektronsko poslovanje na internetu. Ljubljana: GV Založba, 2001, 64.
24. **Krevs** Marko: Pomoč GIS-a pri proučevanju lokacijskih značilnosti trgovine na drobno v Sloveniji. GIS v Sloveniji. Ljubljana: Znanstveno raziskovalni center SAZU, 1994, 201-212.
25. **Kovačič** Andrej, Groznik A., Indihar Štemberger M., Jaklič J.: Strateško načrtovanje poslovne informatike v slovenskih organizacijah. Ljubljana: Uporabna informatika, št. 3, 2000, 129-136.
26. **Kovačič** Andrej, Vintar M.: Načrtovanje in gradnja informacijskih sistemov. Ljubljana: DZS, 1993, 316.
27. **Kovačič** Andrej: Informatizacija poslovanja. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1998, 214.
28. **Krek** Alenka, Andrew U. Frank: The Economic Value of Geo Information. Geo-Information-Systeme: Journal for Spatial Information and Decision Making, 2000, 13 (3), 10-12.
29. **Kvamme** Kenneth et al: Geografski informacijski sistemi. Ljubljana: Znanstvenoraziskovalni center SAZU, 1997, 473.
30. **Longley** Paul, Clark Graham: GIS for business and service planning. Cambridge, Geoinformation International, 1995, 316.
31. **Mascarenhas** Ana Quintas, Costa José Jesus, Victor Hugo Ribeiro: The Use of GIS in the Analysis of Customers Mobility Routes. ESRI Users Conference 2003, San Diego, 11.
32. **Masaryk** University: GIS BRNO 98 Conference: GIS: Information Infrastructures and Interoperability for the 21 Century Information Society. Vol 1, Vol 2. Brno, junij-julij 1998.
33. **Možina** S. et al.: Management. Radovljica: Didakta, 1994, 1072.
34. **Monmonier** Mark S.: Computer-Assisted Cartography. Principels and prospects. New York: Prentice-Hall, 1982, 208.
35. **Mitchell** Andy: The ESRI Guide to GIS analysis volume 1: Geographics Patterns & Relationships. Redlands: ESRI Press, 1999, 183.
36. **Oštir**-Sedej Krištof: Digitalni prostorski podatki. Ljubljana: Monitor, št. 11, 2001, 59- 69.
37. **Pestana** Gabriel: Geografski informacijski sistemi. Maribor: Univerza v Mariboru, Inštitut za informatiko, 2002, 38.
38. **Podobnikar** Tomaž et al: Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2003-2004. Ljubljana: Založba ZRC SAZU, 2004, 371.
39. **Rozman** R., Kovač J., Koletnik F.: Management. Ljubljana: Gospodarski vestnik, 1993, 312.
40. **Šumrada** Radoš: Uporaba UML-ja za modeliranje sestave GIS. Ljubljana: Geodetski vestnik, letnik 43, št. 4., 1999, 334-340.

41. **Šumrada** Radoš: Mednarodni standardi za geografske podatke in informacije. Ljubljana: Geodetski vestnik, letnik 47, št. 1 in 2, 2003, 37-46.
42. **Šumrada** Radoš: Osnove korporiranih podatkovnih baz za topološke geografske informacijske sisteme. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, 1987, 302.
43. **Talib** Damij: Unified Modeling Language, študijsko gradivo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2003.
44. **Tomlinson** Roger: Thinking About GIS. Geographics Information System Planning for Managers. Redlands: ESRI Press, 2003, 279.
45. **Tsalgaidou** Aphrodite, et al: Mobile E-Commerce and Location-Based Services: Technology and Requirements. ScanGIS'2003 – The 9th Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science, Espoo: Finland, 4-6 junij 2003, 14.
46. **Turban** Efraim, et al: Information Technology for Management – Transforming Business in the Digital Economy. John Wiley & Sons, 2002.
47. **Zeiler** Michael: Modeling Our World: The ESRI Guide to Geodatabase Design. Redlands: Esri Press, 1999, 179.

VIRI

1. ArcGIS: Working Geodatabase Topology. An ESRI White Paper. Redlands, maj 2003, 20.
2. Object Management Group: [[URL:http://www.omg.org](http://www.omg.org)], 27.maj 2004.
3. Open GIS Consortium (OGC): [[URL:http://www.opengeospatial.org/](http://www.opengeospatial.org/)], 4.julij 2004.
4. Peters Dave: System Design Strategies. Redlands: An ESRI White Paper, julij 2002. [[URL:http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/sysdesig.pdf](http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/sysdesig.pdf)], 22.september 2004.
5. Relational Language & Database Technology. [[URL:http://www.rldt.fr/howitworks.htm](http://www.rldt.fr/howitworks.htm)], 20. julij 2004.
6. Spatial Data Standards and GIS Interoperability. Redlands: An ESRI White Paper, januar 2003. [URL: <http://www.esri.com/esripress/>], 10.junij 2004.
7. Statistični urad Republike Slovenije: [[URL:http://www.stat.si](http://www.stat.si)], 17.september 2004.
8. University of Edinburg's GIS information clearinghouse. [[URL:http://www.geo.ed.ac.uk/home/gishome.html](http://www.geo.ed.ac.uk/home/gishome.html)], 20.avgust 2004.
9. Geodetska uprava Republike Slovenije: Centralna evidenca prostorskih podatkov. [[URL:http://www.gu.gov.si/gu/aplik/opis/cepp/intro_cepp.asp](http://www.gu.gov.si/gu/aplik/opis/cepp/intro_cepp.asp)], 12. oktober 2004.

Slovarček izrazov, okrajšav in tujk

angleški izraz	okrajšava	slovenska razlaga
Automated mapping/facility management	AM/FM	GIS za obdelavo kartografskih podatkov velikih meril in baz podatkov infrastrukturnih objektov.
Bussiness process reengineering	BPR	Prenova, reinženiring poslovnih procesov.
Computer Assisted Cartography	CAC	Računalniško podprta kartografija.
Computer aided design	CAD	Računalniško podprto načrtovanje.
	CAS	Ciklično aerosnemanje.
Computer Assisted Software Engineering	CASE	Računalniško podprto inženirstvo informacijskih in programskih sistemov.
Digitalni model reliefa	DMR	Predstavitev površine zemlje z višinskimi točkami površja, značilnimi točkami in črtami ter drugimi geomorfološkimi značilnostmi.
Database Management System	DBMS	Sistem za obdelavo baz podatkov.
Decision Support System	DSS	Sistem za podporo odločanju.
Digitalni model višin	DMV	Enostaven zapis točk površja, ponavadi v rastrski obliki, v pravilni mreži kvadratnih celic.
Entity		Entiteta. Pojem za označevanje posameznih pojavov v realnem okolju.
Enterprise Informatin System	ERP	Poslovni informacijski sistem.
Gauss-Krüger map projection		Gauss-Krügerejev koordinatni sistem. Kartografska projekcija zemljinega elipsoida na plašče 60 valjev, katerih osi leže v ravnini ekvatorja, zemljo pa oklepajo po meridianih na vsake 3 stopinje. Pri preslikavi ohranja kote (konformnost), dolžine pa samo vzdolž dotikalnih meridianov. V Sloveniji je osnova državnega koordinatnega sistema.
Global Positioning Systems	GPS	Satelitski navigacijski sistem za določanje globalnega položaja na zemlji, ki temelji na tehnologiji vesoljske radijske navigacije.

Geocoding		Geokodiranje Je sistem za določitev prostorskih koordinat objektom in pojavom v prostoru. Predpostavlja obstoj ustreznega koordinatnega sistema.
Local Area Network	LAN	Krajevno računalniško omrežje.
Location Based Services	LBS	Lokacijske storitve.
Land Information System	LIS	Zemljiški informacijski sistem. GIS, pri katerem je v ospredju zbiranje podatkov o parcelah (zemljiščih).
Land Information Management	LIM	Upravljanje zemljiških podatkov.
Management Information System	MIS	Informacijski sistem za podporo managementa.
Object DataBase Management System	ODBMS	Sistem upravljanja objektne baze podatkov.
OnLine		Sproten/neposreden dostop.
Pixel		Piksel. Kvadratni element digitalne slike, ki mu pripada ena sama tonska vrednost ali barva. Njegova velikost je odvisna od ločljivosti snemalne naprave.
	PIS	Prostorski Informacijski Sistem.
		Relief. Oblikovanost zemeljskega površja, ki je nastala zaradi vpliva notranjih in zunanjih sil.
Relational DataBase Management System	RDBMS	Sistem upravljanja relacijske baze podatkov (SUBP).
Radio Frequency Identification	RFID	Radiofrekvenčna identifikacija.
Supply Chain Management	SCM	Upravljanje oskrbne verige.
Spatial Decision Support system	SDSS	GIS za podporo odločanju.
Triangulated irregular network	TIN	Način topološke organizacije nepravilno razporejenih točk z znanim položajem in nadmorsko višino v mrežo različnih trikotnikov, ki se s posebnim algoritmom tvori tako, da je vsak trikotnik čim bolj enakostraničen.